

IPv6 tutorial

Hogyan vezessünk IPv6-ot hálózatunkon

Mohácsi János <mohacsi@niif.hu>

Összeállította Mohácsi János

-saját prezentációkból,

-Cisco prezentációkból (köszönet P. Grossetete-nek és G. Van de Velde-nek)

-6NET anyagokból

© Engedély nélküli másolás, terjesztés és felhasználás tilos

Napirend

1. IPv6 alapvető tulajdonságai
2. IPv6 a hálózati rendszergazda szemszögéből
 - IPv6 bevezetési stratégiák
3. NIIF IPv6 hálózata
4. További referenciák az IPv6-al kapcsolatosan

Napirend

1. IPv6 alapvető tulajdonságai
2. IPv6 a hálózati rendszergazda szemszögéből
 - IPv6 bevezetési stratégiák
3. NIIF IPv6 hálózata
4. További referenciák az IPv6-al kapcsolatosan

IPv6 alapvető tulajdonságai

- IPv6 háttere és szükségessége
- IPv6 header
- IPv6 címzés
- IPv6 kiegészítő protokolljai

Mi az IPv6?

- IPv6 a következő generációs Internet Protokoll
- Úgy tervezték, hogy hosszú távon képes legyen leváltani a jelenleg használt IPv4-t.
- Funkcionálisan és teljesítmény szempontból többet tud nyújtani mint az IPv4.

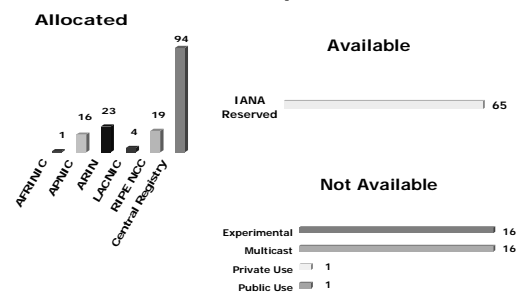
Miért van szükség rá?

- A jelenlegi Internet Protokoll (4. verzió) hatalmas méretű növekedést tett lehetővé
- Új problémák merültek fel:
 - 1. Az IP címtartomány szűkössé vált
 - 2. Relatív nehézkes konfiguráció és működtetés
 - 3. Biztonság hiánya
 - 4. Minőségi paraméterek kezelése (hang, videó)
 - 5. Új, és nagyteljesítményű hálózati technológiák
 - 6. Mobilitás szükségessége
 - 7. Gazdaságtalan routing (címezés, BGP, stb.)

IP címek szűkössége

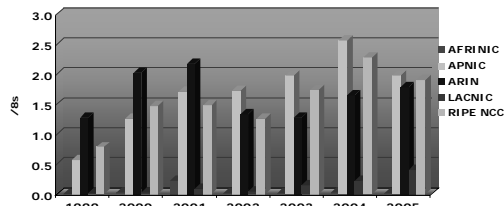
- Internetes eszközök széleskörű elterjedése
 - 405M mobil telefont adtak el 2000-ben; Előrejelzés 1Md+ volt 2002 végére, de 2002 elejére eladtak annyit. 2003 1.5 Md+
 - 1Md+ autó 2008-ra; 15% GPS-el és Yellow Pages-el,
- Új növekvő populációk
 - Kína, Dél-Korea, Japán, India, Oroszország (+Afrika) . .
- Új "folyamatos" Internet hozzáférések
 - Kábel, xDSL, Ethernet házig, WLAN
- Új Internet alkalmazások - nehéz vagy lehetetlen NAT-al működtetni
 - Hálózatos játékok, Internet telefónia/videokonferencia, Üzenetküldési szolgáltatások, peer-to-peer paradigmák
- NAT kiváltása, hogy a hálózat robusztusabb, biztonságosabb, gyorsabb, menedzselhetőbb legyen

IPv4 /8 Address Space Státusz



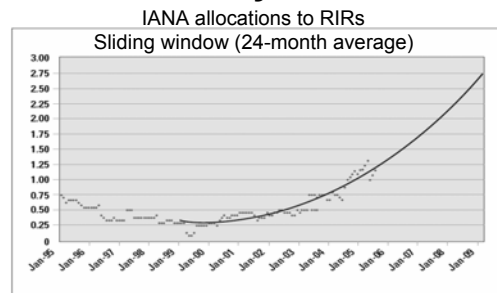
(Statistics updated in September 2005)

IPv4 allokációk a RIR-ektől LIR-ek/ISP-ek



• More info : <http://www.nro.net/statistics/>

Előrejelzés



source: Tony Hain, "The Internet protocol Journal", Vol8, No3, Sept2005

Szükség megoldások

- B osztály méretű tartományok csak különleges esetekben allokálhatóak
- C osztály újraosztályozott használata
- *Classless Internet Domain Routing (CIDR)*
 - RFC 1519
 - network address = [prefix/prefix length]
 - Kisebbszámú veszteség
 - Lehetővé teszi az aggregációt

Szükség megoldások (2)

- Privát címek
 - RFC 1918 (BCP)
 - 10.0.0.0/8, 172.16.0.0/12, 192.168.0.0/16
 - Lehetséges a privát cím osztás
- Network Address Translation
 - RFC 1631, 2663 and 2993
 - ...de a NAT nem skálázható és elrontja a end-to-end címezhetőséget

Szóval

- Szükség megoldások időt adtak, hogy az IP egy új protokollját lehessen kidolgozni: **IPv6**
- IPv6 megtartja azokat a tulajdonságokat, amely az IP-t sikeressé tették
- Ki javítja (?), ami rossz a jelenlegi változatban
- Vajon, IPv4-hez kifejlesztett szükség megoldások elégségesek?

Mit tud az IPv6 nyújtani?

1. Teljesen új címzési architektúra - 128 bites címek
2. Automatikus konfiguráció és automatikus újra konfiguráció a könnyű és olcsó bevezetésért és működtetésért - Szerver nélküli plug&play
3. Kötelező adat biztonsági szolgáltatás, end-to-end, IP szintű autentikáció és titkosítás
4. QoS támogatás - mint IPv4 -
flow label hatékonyabb folyam osztályozást tehet lehetővé a routeren, de nincs új lehetőség
5. Hatékonyabb csomag feldoldozás lehetséges
6. Mobilitás - a háromszög routing kiküszöbölése

IPv6 alapvető tulajdonságai

- IPv6 háttere és szükségessége
- IPv6 header
- IPv6 címzés
- IPv6 kiegészítő protokolljai

IPv6 Header

Version	Traffic Class	Flow Label	
Payload Length		Next header	Hop Limit
Source Address			
Destination Address			

IPv4 & IPv6 Fejléc összehasonlítás

IPv4 Header			
Version	IHL	Type of Service	Total Length
Identification		Flags	
Time to Live	Protocol	Header Checksum	
Source Address			
Destination Address			
Options		Padding	
IPv6 Header			
Version	Traffic Class	Flow Label	
Payload Length		Next Header	Hop Limit
Source Address			
Destination Address			

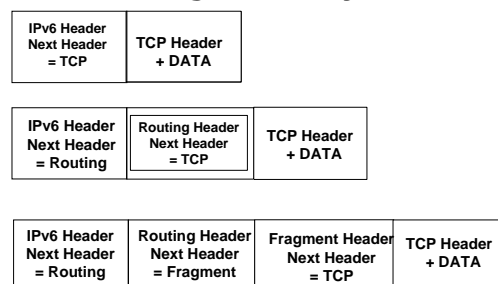
IPv6 header mezők

- Version
- Traffic Class
 - Egy *8-bites* mező amit a csomag különböző osztályokba és prioritásokba sorolásához lehet használni
 - Ugyanaz a funkciója mint az IPv4-nél *type of service* mezőnek.

IPv6 header mezők (2)

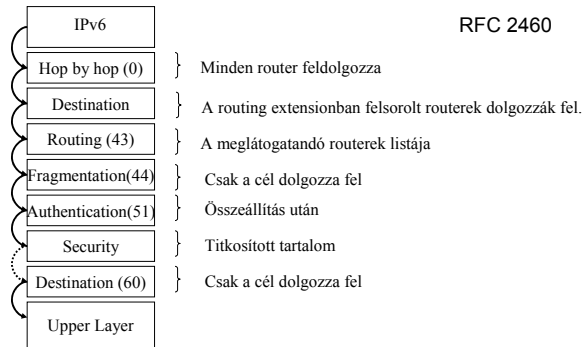
- Flow label (RFC 3697)
 - *20-bites* mező, a forrás által választott és a soha nem módosított a hálózat által.
 - Fregmentálás vagy titkosítás nem probléma többé mint az IPv4-nél
- Payload length
 - Jumbogram (payload length= 0)
- Hop limit
- Next header

IPv6 kiegészítő fejlécek

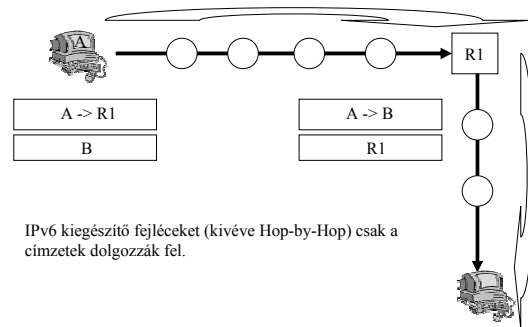


IPv6 kiegészítő fejlécek: sorrend

RFC 2460



IPv6 extension headers: processing



IPv6 alapvető tulajdonságai

- IPv6 háttere és szükségessége
- IPv6 header
- IPv6 címzés
- IPv6 kiegészítő protokolljai

Címzési séma

- IPv6 addressing (RFC 3513)
 - 128-bit hosszú címek
 - 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456
 - Hexadecimalális reprezentáció
 - Interfészeknek több IPv6 címe lehet
 - CIDR alapok [address prefix / prefix length]
 - Aggregáció csökkenti routing tábla méretét
- IPv6 cím formátum (RFC 3587)
 - Lehetséges a hierarchia

Szöveges címzési formátum

- Alap formátum (16-byte)

2001:0db8:3003:0001:0000:0000:6543:210F

- Kompakt Format:

2001:db8:3003:1::6543:210F

- Litterális reprezentáció

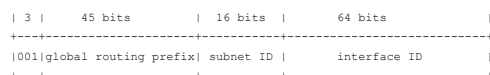
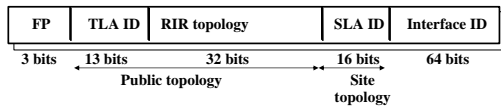
- [2001:db8:3003:2:a00:20ff:fe18:964c]

IPv6 Addresses

<ul style="list-style-type: none"> Loopback ::1 Link local FE80::/10 ULA FC00::/7 Global <ul style="list-style-type: none"> Official: 2001:... 6bone: 3FFE:... IPv4 mapped <ul style="list-style-type: none"> 6to4 2002::... Multicast FF... 	<ul style="list-style-type: none"> Unicast Multicast Anycast
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">IPv4/IPv6 Integráció specifikus</div>	

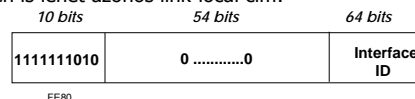
Global Unicast Addresses (RFC 3587) - A hierarchia

- Aggregatable Global Unicast Format – RFC3587

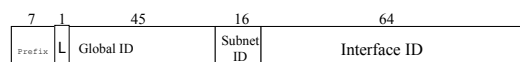


Link-Local & ULA címek

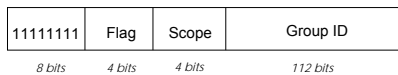
- Link-local címeket autokonfigurációkor és amikor nincsen router akkor használunk. Csak az adott linken érvényes, más linken is lehet azonos link-local cím:



- Site-local címeket vissza vonták, mert a site definíció nem volt egyértelmű. Új szabványosítás: Globally Unique Local Addresses



Multicast címek



Flag bits: 0 R P T

T = 0 permanent addresses (managed by IANA)

T = 1 transient multicast addresses

• P = 1 derived from unicast prefix (RFC3306)

• R = 1 embedded RP addresses (RFC 3956)

Scope

0 : Reserved
 1 : Interface-local
 2 : Link-local
 3 : Subnet-local
 4 : Admin-local
 5 : Site-local
 8 : Organization-local
 E : Global
 F : Reserved

Anycast címek (RFC 3513)

- „legközelebbi cél”, A csomag egy a címmel rendelkező legközelebbi állomáshoz jut el (IGP).
- Anycast címek a unicast cím tartományból vannak kiválasztva és szintaxis szerint megkülönböztethetetlenek a unicast címektől
- Anycast címek ...
 - ... nem lehet forrás címe egy IPv6 csomagnak
 - ... használható mint subnet router default gateway cím
- A lefoglalt anycast címeket RFC 2526 definiálja

Miért fix hosszakat használunk?

- A fix méret csökkenti a felhasználó problémáit, ha szolgáltatót kíván váltani.
- A szabványos méret nem igényli azt, hogy a felhasználó indokolja az igényeit.
- 16 bites site méret elegendő a legtöbb felhasználónak a legnagyobbakat kivéve

IPv6 alapvető tulajdonságai

- IPv6 háttere és szükségessége
- IPv6 header
- IPv6 címzés
- IPv6 kiegészítő protokolljai

IPv6 kiegészítő protokolljai

- Neighbor Discovery - környezetfelmérő protokoll (ND) (RFC 2461 DS)
- Autokonfiguráció :
 - Stateless Address Auto-configuration (RFC 2462 DS)
 - DHCPv6: Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6 (RFC 3315 PS)
 - Path MTU discovery (pMTU) (RFC 1981 PS)

IPv6 kiegészítő protokolljai

- MLD (Multicast Listener Discovery) (RFC 2710)
 - Multicast group mendszment IPv6 -on
 - IGMPv2 alapú
 - MLDv2 (mint IGMPv3 IPv4 esetében)
- ICMPv6 (RFC 2463 DS (RFC4443)) "Szuper" Protokoll:
 - kezeli ICMP (mint v4) üzeneteket (Error control, Administration, ...)
 - kezeli ND üzeneteket
 - kezeli MLD üzeneteket (Queries, Reports, ...)

ICMP Hiba üzenetek

Közös formátum (mint IPv4):

Type	Code	Checksum
Parameter		
maximum 1280 octets		

(code and parameter are type-specific)

ICMP Hibaüzenet típusok

- destination unreachable
 - no route
 - administratively prohibited
 - address unreachable
 - port unreachable
- packet too big
- time exceeded
- parameter problem
 - erroneous header field
 - unrecognized next header type
 - unrecognized option

ICMP Információs üzenetek

- Echo request & reply (mint IPv4)
- Multicast Listener Discovery üzenetek:
query, report, done (mint IGMP IPv4-nél):

Type	Code	Checksum
Maximum Response Delay		Reserved
Multicast Address		

Neighbor Discovery

- IPv6 csomópontok amelyek ugyanazon a fizikai médiumon (linken) vannak Neighbor Discovery (NDP) protokollt használnak:
 - Egymás kölcsönös elérhetősége
 - Szomszéd link-layer címének meghatározása
 - router(ek) meghatározása
 - Szomszéd elérhetőségi információ karbantartása (NUD)
 - Nem alkalmazható direkte NBMA (Non Broadcast Multi Access) hálózaton → ND multicastot használ

Neighbor Discovery (2)

- Protokoll tulajdonságai:
 - Router discovery
 - Prefix(es) discovery
 - Paraméter discovery (link MTU, Max Hop Limit, ...)
 - Cím auto-configuration
 - Cím feloldás (mint ARP)
 - Next Hop meghatározás
 - Szomszéd elérhetetlenségének ellenőrzése (NUD)
 - Duplikált Address detektálás (DAD)
 - Átirányítás

Neighbor Discovery (4)

- ND 5 különböző ICMPv6 csomagot használ:
 - **Router Advertisement (RA)** :
 - Periodikus hirdetés (router működés) amely tartalmazza:
 - A linken alkalmazott prefixeket
 - A linken alkalmazandó Max Hop Limit értéket (TTL)
 - MTU
 - **Router Solicitation (RS)** :
 - A host-nak RA -ra van szüksége azonnal (bootoláskor)

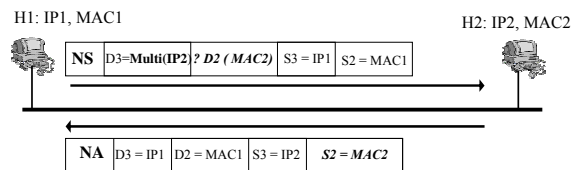
Neighbor Discovery (5)

- **Neighbor Solicitation (NS):**
 - A szomszéd link-layer címének meghatározása
 - Elérhetőségének ellenőrzése
 - Duplikált cím ellenőrzésére (DAD)
- **Neighbor Advertisement (NA):**
 - válasz NS csomagra
 - Link-layer cím megváltozására
- **Redirect :**
 - router informálja host-ot, hogy jobb útvonalat ismer az adott célhoz

Address Resolution (2) IPv6 Neighbor Discovery protokollal

Bootoláskor, minden IPv6 node 2 speciális multicast csoportba lép minden hálózati interfészén:

- All-nodes multicast group: **ff02::1**
- Solicited-node multicast group: **ff02:1:ffxx:xxxx** (a IP címének alsó 24 bitjéből generálva)



Address Resolution (3) Solicited Multicast Address

- FF02::1: FF00: 0/104 és az IPv6-os cím alsó 24 bitjének összefűzése

Példa

- Dst IPv6 @: 2001: 0db8: 010a: 4002: 4421: 21FF: FE24: 87c1



- Sol. Mcast @: FF02: 0000: 0000: 0000: 0001: FF24: 87c1

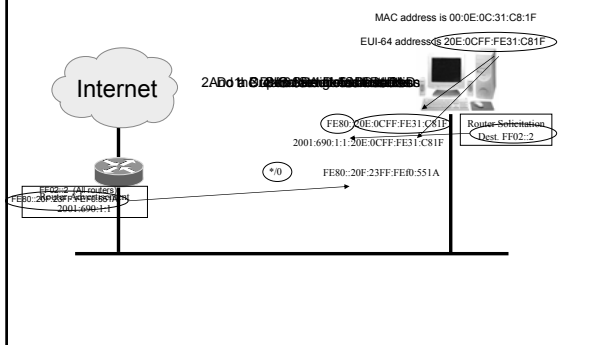


- ethernet: 33-33-33-24-87-c1

Állapot nélküli Autokonfiguráció

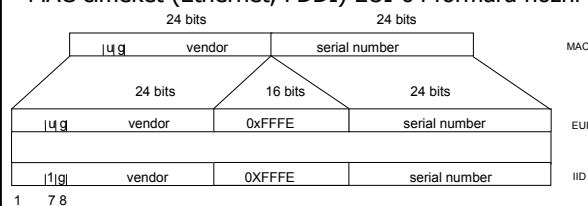
- RFC 2462
- Cél: IPv6 hostok *Plug & Play* működésűek legyenek
- ICMPv6 Neighbor Discovery üzeneteket használja
 - Route advertisement, route solicitation
 - IPv6 ARP helyett ND-t használ - nincs broadcast cím.

Stateless Autoconfiguration példa



Interface Identifier

- 64 bit hogy kompatibilis IEEE 1394-el (FireWire)
- Autokonfiguráció egyszerűsítése
- IEEE definiált egy eljárást, hogy hogyan kell IEEE 802 MAC címeket (Ethernet, FDDI) EUI-64 formára hozni



Interface Identifier: probléma

- IEEE 24 bit OUI azonosítja a hardvert
(<http://standards.ieee.org/regauth/oui/oui.txt>)
- Interface ID alkalmazható a felhasználó követésére:
 - A prefix megváltozik, de az interface ID ugyanaz marad!
- Privacy extensions (RFC 3041)
 - Interfész ID megváltoztatható
 - MD5 algoritmus - véletlenszám/tároló
 - Biztonsági probléma?

Stateless Autoconfiguration: javaslatok

- Csak routereket kell manuálisan konfigurálni
 - prefix delegáció – hogy ezt is meglehessen spórolni
(<http://www.ietf.org/rfc/rfc3633.txt>)
- Hosztok automatikusan kapnak IPv6 címet
 - DE nincsenek automatikusan DNS-be regisztrálva
 - Kivéve Windows esetén
- Szervereket célszerű manuálisan konfigurálni

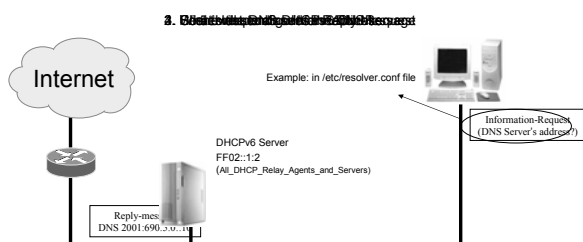
Stateful autoconfiguration

- Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6 (DHCPv6)
 - RFC 3315
 - Állapot tartó konfiguráció <-> IPv6 Stateless Address Autoconfiguration.
- DHCPv6 van használva, ha :
 - Ha nincsen router
 - Vagy Router advertisement üzenet engedélyezi a használatát

Stateful autoconfiguration

- DHCPv6 kliens-szerver modelben működik
 - Szerver
 - A kliensek kérésére válaszol
 - A következő paramétereket tudja szolgáltatni:
 - IPv6 cím
 - Egyéb konfigurációs paraméterek (DNS servers...)
 - Multicast címen hallgat:
 - All_DHCP_Relay_Agents_and_Servers (FF02::1:2)
 - All_DHCP_Servers (FF05::1:3)
 - Megjegyzi a kliens állapotát
 - Lehetővé teszi a felügyeltebb hálózati erőforráshoz férést

Stateful Autoconfiguration példa



Path MTU felmérés (RFC 1981)

- RFC 1191 alapján (IPv4)
- **Path** : a linkek útvonala amelyeket be kell járnia IPv6 csomagnak forrás és cél között
- **link MTU** : maximális csomag méret (byteokban) amelyet át lehet küldeni az adott linken fregmentálás nélkül
- **Path MTU** (or pMTU) = $\min \{ \text{link MTUs} \}$ az adott útvonalra
- Path MTU dicoverly = automatikus pMTU az adott útvonalra

Path MTU discovery (2)

- Protokoll működés
 - Tegyük fel, hogy pMTU = link MTU az első hop-on
 - Ha köztes routeren link MTU < pMTU → akkor ICMPv6 message: "Packet size Too Large,, a feladónak
 - Forrás csökkentni pMTU-t azzal információval ami ICMPv6 üzenetben található
- => A köztes routerek/tűzfalak nem fregmentálhatnak és nem rakhatják össze a fregmenseket

IPv4 & IPv6 Funkcionális összehasonlítás

IP szolgáltatás	IPv4 megoldás	IPv6 megoldás
Címzés	32-bit, Network Address Translation	128-bit, Több Scope (hatáskör)
Konfiguráció	DHCP, manuális	Szervernélküli konfiguráció, autokonfiguráció, DHCP, manuális
Biztonság	IPSec	IPSec kötelező, End-to-End működés
Mobilitás	Mobile IP	Mobile IP Direct Routinggal
Quality-of-Service	Differentiated Service, Integrated Service	Differentiated Service, Integrated Service
IP Multicast	IGMP/PIM/Multicast BGP	MLD/PIM/Multicast BGP, Scope azonosító

Napirend

1. IPv6 alapvető tulajdonságai
2. IPv6 a hálózati rendszergazda szemszögéből
 - IPv6 bevezetési stratégiák
3. NIIF IPv6 hálózata
4. További referenciák az IPv6-al kapcsolatosan

IPv6 a hálózati rendszergazda szemszögéből

- IPv6 bevezetése Campus hálózatokban
 - Stratégia
 - Címzés
 - Topologia
- Alapvető hálózati szolgáltatások
 - DNS
 - Egyéb szolgáltatások
 - Ha nem olyan egyszerű
 - Hálózat felügyelet

IPv6 a hálózati rendszergazda szemszögéből

- IPv6 bevezetése Campus hálózatokban
 - Stratégia
 - Címzés
 - Topologia
- Alapvető hálózati szolgáltatások
 - DNS
 - Egyéb szolgáltatások
 - Ha nem olyan egyszerű
 - Hálózat felügyelet

IPv6 bevezetési technikák

- IPv6 bevezetése – IPv4 évekig még meg fog maradni
- Dual Stack
 - Szerver/kliens mindkét protokollt beszél
 - Alkalmazás/szolgáltatás kiválaszthatja melyiket beszélje
- Tunnelezés ("IPv6 felhők összekötése")
 - IPv6 csomag becsomagolva IPv4 csomagba/vagy MPLS keretbe
- Transzlációs technikák ("IPv4-<->IPv6 szolgáltatások")
 - Layer 3: IP fejléc információk átírás (NAT-PT)
 - Layer 4: TCP headerek átírása
 - Layer 7: Alkalmazás szintű gatewayek (ALGs), proxyk

Campus bevezetési terv /1

1. Globális IPv6 cím allokáció a LIR-től
 - LIR-ek általában /32-t kapnak RIPE NCC/RIR-től
 - Egyetemek/Intézmények /48 prefixet kapnak NIIF/LIR-től
2. Szerezzen IPv6 konnektivitást
 - Ha lehet dual-stack kapcsolódást használjon
 - Szükséges esetben tunnel használható – ha a tunnel belseje kontrollálható
 - Ebben az esetben figyelemmel kell lenni, hogy ne lehessen a tunnel-t támadásra használni - filtering

Campus bevezetési terv /2

3. Belső bevezetés
 - IPv6 tűzfal és biztonsági politika kidolgozása
 - IPv6 címzési terv kidolgozása a site számára
 - Címzési/menedzsment politika (RA/DHCPv6?)
 - Hálózati infrastruktúra dual-stackra migrálása
 - Hálózati linkek IPv6-ot is támogatják
 - IPv6 szolgáltatások és alkalmazások engedélyezése
 - Érdemes a DNS-el kezdeni
 - IPv6 engedélyezése host rendszereken (Linux, WinXP, ...)
 - IPv6 menedzsment és monitorozó rendszerek engedélyezése

IPv6 a hálózati rendszergazda szemszögéből

- IPv6 bevezetése Campus hálózatokban
 - Stratégia
 - Címzés
 - Topologia
- Alapvető hálózati szolgáltatások
 - DNS
 - Egyéb szolgáltatások
 - Ha nem olyan egyszerű
 - Hálózat felügyelet

IPv6 címek osztása - generálisan

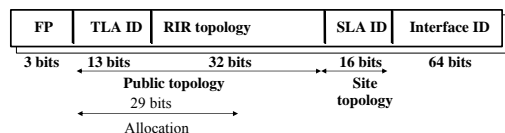
- Hogyan szerezzünk IPv6 címtartományt?
 - A valódi IPv6 címeket APNIC, ARIN, LACNIC és a RIPE NCC osztja
 - APNIC 2001:0200::/23, 2001:0800::/22 (143)
 - ARIN 2001:0400::/23, 2001:1800::/22 (95)
 - LACNIC 2001:1200::/23 (6)
 - RIPE NCC 2001:0600::/23, 2001:0A00::/23, 2001:1400::/22, 2001:1A00::/22 (310)
- Teszt IPv6 hálózat (2005-ben felfüggesztése, 2006-ban megszüntetés)
 - 6Bone 3FFE::/16
- IPv4 szigetek összekapcsolására
 - 6to4 2002::/16
- További információk a www.ripe.net/ipv6 weboldalon
- Fontos!: IPv6 címtartomány - RIPE tagság vagy kapcsolódás egy nagy ISP-hez, akinek van LIR jogosultsága.

Címosztási politika/1

- 6Bone
 - Teszt célokra
 - Közösség által támogatott/visszautasított allokáció – már nem él
 - Visszavonás 2005-ben. Nem használt tartomány 2 hónapon belül. Teljes megszüntetés 2006.
 - Vita volt, hogy RIR kezelésbe kerül.
 - Definiált szabályok voltak
- Történelem:
 - 1995. július 15.-én indult
 - 6Bone /24->/28->/32

Global Unicast Addresses

- Aggregatable Global Unicast Format



- Regionális regisztrálok (RIRs) felelősek a 45 bites globális routing struktúráért/allokációért
- A régi allokáció: /35
- Az új allokáció: /32 egy subTLA

Címosztási politika /3

- Globális IPv6 RIR szabályok
 - <http://www.ripe.net/ripe/docs/ipv6.html>
 - LIR-eknek egyszerű szabályok
 - IPv6 szolgáltatás indítása 1 éven belül.
 - részletes terv
 - /35 allokáció /32-re változott
- A globális szabályok kialakítás nem volt könnyű
 - Különböző struktúra a különböző RIR régiókban, ISP, NIRs/LIRs, LIRs
- Mi a helyzet IX-ekkel? - szabály a RIPE és APNIC régióban

Címosztás a HUNGARNET-nél

- HUNGARNET prefix 2001:0738::/32
- Minden HUNGARNET tag igényelhet:
 - /48 igényelhető
 - IPv6 terveket dokumentálni kell
 - reverse DNS-t kell üzemeltetni
- Bővebb információ:
 - <http://www.niif.hu/szolg6.html>

Campus címosztás

Network address (48 bits)	16bits	EUI host address (64 bits)
---------------------------	--------	----------------------------

- 16 bit használható subnet létrehozására – Hogyan csináljuk?

Campus címosztás

- 1. Folyamatosan, pl.:
 - 0000
 - 0001
 - ...
 - FFFF
- 16 bit = 65536 subnet

Campus címosztás

- 2. A jelenlegi IPv4 infrastruktúra alapján:
 - Subnetek vagy alhálók kombinációja vagy VLANs, stb., pl.:
 - 152.66.60.0/24 .003c
 - 152.66.91.0/24 .005b
 - 152.66.156.0/24 .009c

Campus címosztás

- Topológiai/aggregációs
- A kábelezést figyelembe véve, supernetek, nagy broadcast domains, stb.
 - Központi könyvtár = 0010/60
 - Egy folyosó a könyvtárban = 001a/64
 - Számítógép központ = 0200/56
 - hallgatói szerverek = 02c0/64
 - Orvosi fakultás = c000/52
 - stb.

Új dolgok amire érdemes figyelni

- Lehet használni a "csupa 0" csupa "1" subnetet! (0000, ffff)
- Nincsen korlátozva 254-re az 1 subnetbe tehető gépek száma
 - Switchel LAN-on nagyobb broadcast domain (kicsi collision domain-el), ezernyi hosts/LAN...
- Nincs szükség "secondary address"-re (>1 address/interface)
- Nem kell takarékoskodni apró subnetekkel (nincs /30, /31, /32)— tervek amire szükség vanblocks, loopbacks, stb
- Célszerű a /64 -ek használata a linkeken

Új dolgok amire érdemes figyelni

- Minden /64 subnet több mint elegendő címmel rendelkezik a világ összes számítógépének megcímzéséhez, és /48-al 65536 ilyen subnet lehetséges – használjuk ezt az erőt bölcsen!
- Ennyi sok subnet miatt IGP lehetséges, hogy több ezer route bejegyzést fog hordozni – vegyük figyelembe a topológiát és aggregáljunk, hogy a jövőbeli problémákat elkerüljük.

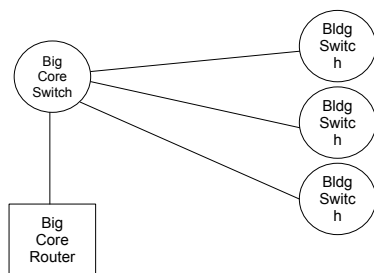
New Things to Think About

- Átszámozás valószínűleg az élet része lesz: Habár IPv6 egyszerűbbé teszi, nem könnyű
 - Kerüljük a „bedrótozott” címeket a host-okon kivéve a szervereken (Különösen fontos ez DNS serveren) – Használjuk ki, hogy több IPv6 címet konfigurálhatunk egy interfészre (IPv6 alias cím szolgáltatásokra)
 - Gondoljuk végig, hogy mit jelent ISP váltás - átszámozás

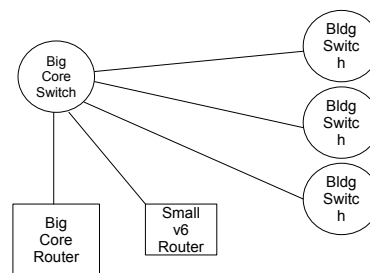
IPv6 a hálózati rendszergazda szemszögéből

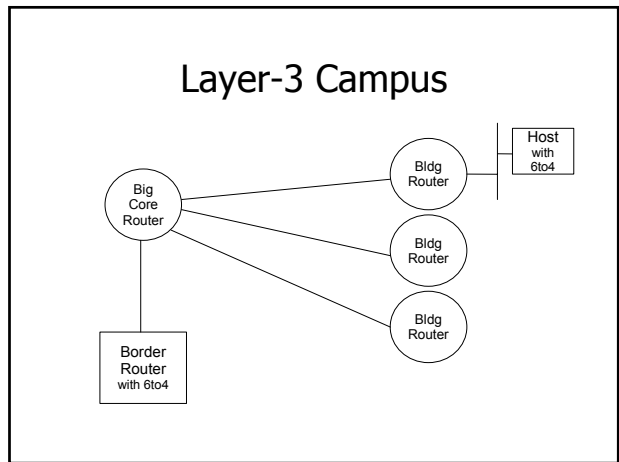
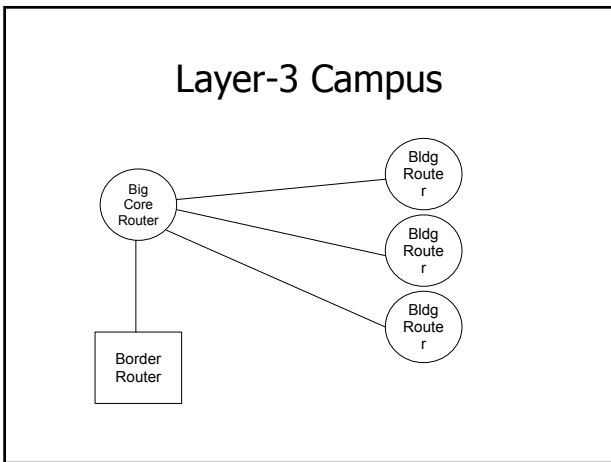
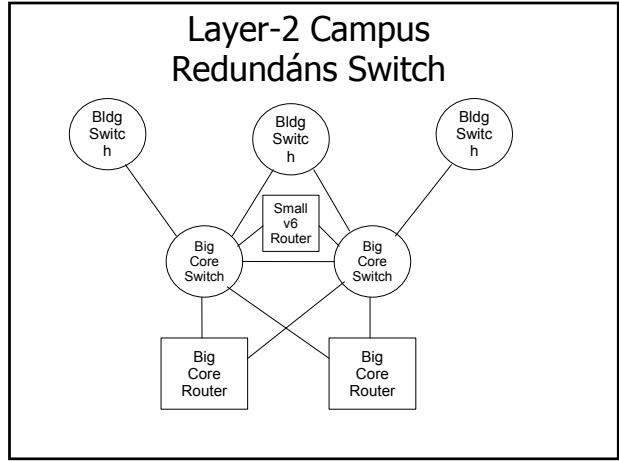
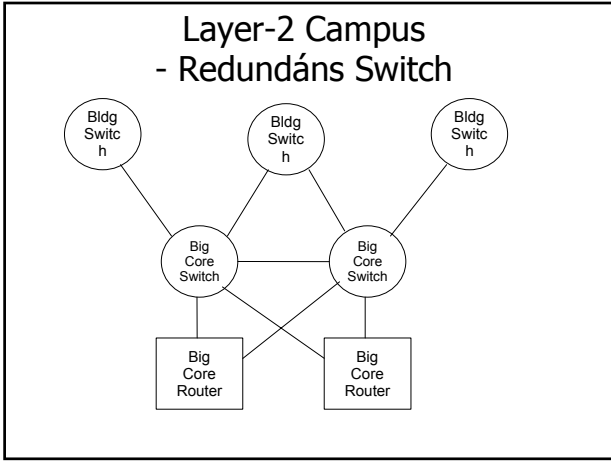
- IPv6 bevezetése Campus hálózatokban
 - Stratégia
 - Címzés
 - Topologia
- Alapvető hálózati szolgáltatások
 - DNS
 - Egyéb szolgáltatások
 - Ha nem olyan egyszerű
 - Hálózat felügyelet

Layer-2 Campus -1 Switch

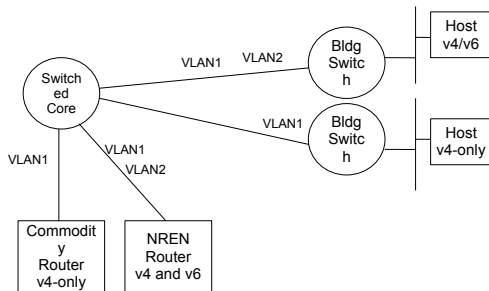


Layer-2 Campus - 1 Switch





Edge Router Opció



Routing Protokollok

- iBGP és IGP (IS-IS/OSPFv3)
 - IPv6 iBGP sessions párhuzamosan IPv4-el
 - IPv4 cím szerű router-id IPv6 BGP peeringhez
- Statikus Routing
 - Egyértelmű skálázhatósági problémák, de indulásként jól használható különösen trunked v6 VLAN környezetben
- OSPFv3 jó lehetőség
 - IPv4 OSPFv2-től teljesen függetlenül működik – egyik sem tud a másikról semmit - egyelőre.

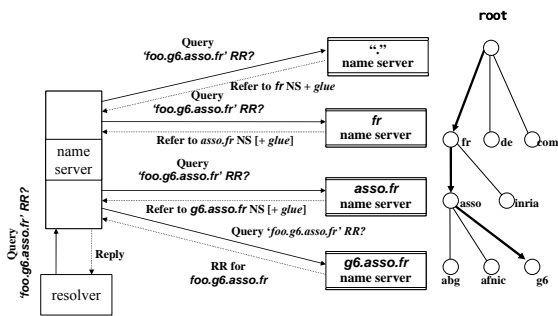
IPv6 a hálózati rendszergazda szemszögéből

- IPv6 bevezetése Campus hálózatokban
 - Stratégia
 - Címzés
 - Topologia
- Alapvető hálózati szolgáltatások
 - DNS
 - Egyéb szolgáltatások
 - Ha nem olyan egyszerű
 - Hálózat felügyelet

Miért is fontos a DNS?

- A távoli kommunikációs partner IP címe alapvető TCP/IP alkalmazások működéséhez
- Az emberek nem képesek milliionyi IP címet megjegyezni (különösen igaz ez IPv6 címekre)
- Szélesebb értelemben: a Domain Name System (DNS) különböző típusú erőforrásokat ad az alkalmazásoknak (domain name servers, mail exchangers, reverse lookups, ...) ha akarják
- DNS elemei
 - hierarchia
 - elosztottság
 - redundancia

DNS lekérdezés



DNS IPv6 kiegészítései

RFC 1886 RFC 3596 (sikeres együttműködési tesztek után)

AAAA : forward lookup ('Name IPv6 → Address'):

Equivalent to 'A' record

Example:
 ns3.nic.fr. IN A 192.134.0.49
 IN AAAA 2001:660:3006:1::1:1

PTR : reverse lookup ('IPv6 Address → Name'):

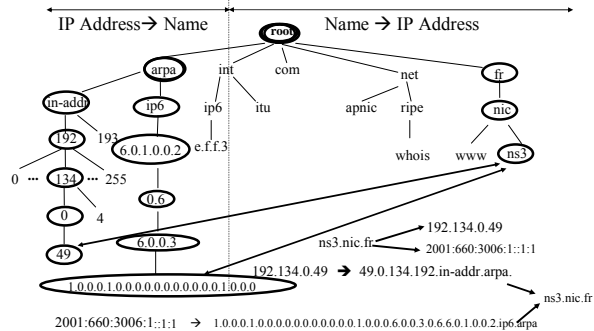
Reverse tree equivalent to in-addr.arpa

New tree: **ip6.arpa** (under deployment)

Former tree: **ip6.int** (deprecated)

Example:
 \$ORIGIN 1.0.0.0.6.0.0.3.0.6.6.0.1.0.0.2.ip6.arpa.
 1.0.0.0.1.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0 PTR ns3.nic.fr.

Lekérdezés IPv6 képes DNS fán



About Required IPv6 Glue in DNS Zones

When the DNS zone is delegated to a DNS server (among others) contained in the zone itself

Example: In zone file rennes.enst-bretagne.fr

```
@        IN        SOA        rsm,rennes.enst-bretagne.fr. fradin,rennes.enst-bretagne.fr.
         (2005040201 serial
         86400        ;refresh
         3600        ;retry
         3600000     ;expire)

         IN        NS        rsm
         IN        NS        univers.enst-bretagne.fr.

[...]
ip6      IN        NS        rhadamanthe.ipv6
         IN        NS        ns3.nic.fr.
         IN        NS        rsm

;
rhadamanthe.ipv6    IN        A        192.108.119.134
                  IN        AAAA    2001:660:7301:1::1

[...]
```

IPv4 glue (A 192.108.119.134) is required to reach rhadamanthe over IPv4 transport
 IPv6 glue (AAAA 2001:660:7301:1::1) is required to reach rhadamanthe over IPv6 transport

A DNS 2 arca

- DNS mint adatbázis
 - különböző típusú Resource Recordok (RR) tárolása: SOA, NS, A, AAAA, MX, SRV, PTR, ...
- DNS adatok függetlenek, hogy milyen IP változat (v4/v6) támogatott a DNS szerverben!

- DNS mint TCP/IP alkalmazás
 - A szolgáltatás elérhető bármely transport módon (UDP/TCP) és bármely IP verzióval (v4/v6)
- A szolgáltatott információknak konzisztensnek kell lennie mind két IP verzió esetén!

IPv6 képes DNS software

- BIND (Resolver & Server)
 - <http://www.isc.org/products/BIND/>
 - BIND 9 (kerüljük a régi verziókat)
- Unix disztribúció
 - Resolver Library (+ adaptált) BIND
- NSD (authoritative server only)
 - <http://www.nlnetlabs.nl/nsd/>
- Microsoft Windows (Resolver & Server)
- ...



IPv6 DNS support

- BIND8
 - IPv6 RRs - only AAAA
 - IPv4 transport (IPv6 transport with patch or since 8.4.0, resolver since 8.3.0)
- BIND9
 - All IPv6 RRs
 - IPv4/IPv6 transport
- NSD
 - only authoritative
- PowerDNS – SQL backend
- djbdns
 - IPv6 RRs - only AAAA
 - IPv4 transport only (IPv6 transport with patch)

Bind 9 configuration/1

- named.conf entries
 - More than one listen-on-v6 option can be used:

```
options {
    listen-on-v6 port 53 { any; };
    listen-on-v6 port 1234 { any; };
};
```
 - In order the DNS server not to server IPv6 requests. (Before 9.2.0 – now it is the default):

```
options {
    listen-on-v6 { none; };
};
```

Bind9 configuration/2

- Zone transfer:
`transfer-source-v6 1:2:3:4:5:6:7:8;`
- Query over IPv6 enable:
`query-source-v6 address * 53;`
- Don't forget to update ACLs for IPv6 addresses!

IPv6 DNS és root serverek

- DNS root serverek kiritikus infrastruktúra elemek
- 13 root – a Föld „körül” (#10 USA-ban)
- Nem mind a 13 szerver IPv6 képes és érhető el IPv6-on
 - <http://www.root-servers.org> komplett és up-to-date lista.

TLDs and IPv6 #1

How many servers supporting a domain should carry AAAA records?

- Usually conservative approaches
- One or two servers
- Don't use long server names. 1024 bytes limit in DNS responses
 - Some ccTLDs had to renamed their servers (same philosophy used by root servers)

TLDs and IPv6 #2

- 17/04/2005
 - 4 TLDs (.AEROS, .NET, .COM, .INT)
 - 42 ccTLDs
- European: About half already glued
 - .hu is glued with IPv6 also
- Servers: 35 different ones, worldwide

IPv6 a hálózati rendszergazda szemszögéből

- IPv6 bevezetése Campus hálózatokban
 - Stratégia
 - Címzés
 - Topologia
- Alapvető hálózati szolgáltatások
 - DNS
 - Egyéb szolgáltatások
 - Ha nem olyan egyszerű
 - Hálózat felügyelet

Alkalmazások/1

- Apache
 - 2.0.x+ verziók támogatják az IPv6-ot automatikusan
 - --enable-v4-mapped
 - Listen ::
 - Listen [::]:80
 - NameVirtualHost (IPv6 cím szintén)
 - Access control működik – Ne felejtjük el az ACL IPv6 címmel kiegészíteni
 - WebDAV also working
 - Apache 1.3.14-1.3.19- IPv6 patch elérhető
- OpenSSH
 - ListenAddress ::
 - sshd -6 (-4)

Alkalmazások /2

- Postfix
 - Postfix 2.2+ hivatalosan támogatja az IPv6-ot
 - Postfix 2.1 - IPv6 patch és IPv6+TLS patch elérhető:
<http://www.ipnet6.org/postfix/>
 - `inet_interfaces = loopback-only` IP verzió független
`/etc/postfix/main.cf:`

```
inet_protocols = ipv4,ipv6,all
```
 - `mynetworks` `ipv6:addr:range/plen`
 - `smtp_bind_address6` forrás cím a kimenő SMTP kapcsolat esetén.
 - `lmtp_bind_address6` forrás cím a kimenő LMTP kapcsolat esetén
- Exim
 - `HAVE_IPV6=YES` Local/Makefile fileban
 - `dc_other_hostnames='...:host6.domain'`
 - `dc_local_interfaces='ipv4address:2001::db8::ff47::1203:::5'`
 - `dc_relay_nets='a.b.0.0/16:2001::db8::ff47::1203:::64'`

Alkalmazások /3

- Sendmail
 - M4 konfigurációs file-ban definiálni kell az IPv6 transportot
 - `DAEMON_OPTIONS(Name=MTA-v4, Family=inet)`
 - `DAEMON_OPTIONS(Name=MTA-v6, Family=inet6)`
 - DBMs:
 - `IPv6:2002:c0a8:51d2::23f4 REJECT`
 - Opció:
 - `ResolverOptions=WorkAroundBrokenAAAA`
- Általában nincsen probléma, ha az MX-nek van IPv6 címe, de rossz MTA implementációk miatt célszerű, hogyha egy utolsó esély MX csak IPv4 címmel
 - lásd RFC 3974

Alkalmazások /4

- Inetd
 - tcp → tcp6 vagy tcp46
 - udp → udp6 vagy udp46
- INN
 - --enable-ipv6 a configure parancshoz
- Diablo news server – IPv6-ot támogatja
- FTP
 - vsftpd, moftpd, pure-ftpd, tnftpd, wzdftpd, lukemftpd – supports IPv6

Alkalmazások /5

- Web proxy-k
 - Több web-proxy támogatja az IPv6 kapcsolatokat: wwwoffle v2.7, squid v2.5 patch-el, privoxy v3.1.1, www6to4 v1.5, Prometeo v1.4, fproxy v1.6-RC1 és polipo v0.9.x
 - Privoxy:
 - listen-address [2001:db8:ff47:1203:2::5]:8118
 - permit-access [2001:db8:ff47:1203::]/64

Alkalmazások /6

- Adatbázisok
 - Postgresql támogatja az IPv6-ot
 - pg_hba.conf - fájlban
 - CIDR-address – IPv6 támogatott
 - MySQL terv a 5.x-ben (későbbi változatok)
- Windows filesharing
 - Windows 2003 server Site-Local addresses címekkel! – windows firewall letiltás (`netsh interface ipv6 set interface interface="Local*" firewall=disabled`) és IPv6 for Filesharing az Advanced settings fülben
 - Windows Vista - OK
 - Samba
 - patch-el: <http://www.litech.org/samba/>

Alkalmazások /7

- NTP
 - 4.x támogatja az IPv6-ot
 - /etc/ntp.conf konfigurálás – fallback nehéz az UDP miatt
 - Néhány IPv6 képes NTP szerver
 - time1.niif.hu (IPv6 and IPv4)
 - ntp.rhrk.uni-kl.de (IPv4 and IPv6)
 - ntp6.remco.org (IPv6)
 - chime3.ipv6.surfnet.nl (IPv6)
 - ntp.ipv6.viagenie.qc.ca (IPv6)
- CUPS
 - IPv6 támogatott 1.2b1 változat óta
 - /etc/cups/cupsd.conf fájlban:
 - Listen [::]:631
 - "/etc/cups/client.conf" fájlban:
 - ServerName [2001:db8:ff47:1203::5]

Alkalmazások /8

- TightVNC
 - Engedélyezni kell a helyes működéshez a "Allow loopback connections" a Windows szerveren
- Telnet
 - Általában megszokott módon (néha -4 és -6)
 - Windows 2003 Telnet szerver nem támogatja IPv6-ot még, de:
netsh interface portproxy add v6tov4 23

Alkalmazások /9

- OpenLDAP
 - IPv6 támogatott az LDAP szerveren és kliensen is
 - Egyéb LDAP-ot használó alkalmazások is IPv6 képesek lesznek ha az OpenLDAP client library-t használják
 - Sun ONE Directory szerver támogatja az IPv6-ot
 - Fedora DS 1.0.3 szerver támogatja az IPv6-ot
- GnomeMeeting/Ekiga
 - H.323 VoIP és videokonferencia, IPv6 és *x támogatás.
<http://www.gnomemeeting.org/>
- Kphone
 - IPv6 VoIP SIP alapú softphone
<http://www.iptel.org/products/kphone/>

Néhány programozási nyelv

- Perl
 - Speciális modulok mint Socket6 és IO::Socket::INET6
- Python 2.3.4 és későbbi működik IPv6-al
 - Habár, Windows binárisok a python.org-on nem támogatják. 2.4 binárisok IPv6 támogatással lesznek terjesztve.
- PHP
 - Részleges IPv6 támogatás
 - Sok PHP szkript működik IPv6-on mindenféle változtatás nélkül
- Java
 - SUN Java SDK 1.4 és később IPv6 támogatás
 - A legtöbb Java alkalmazás működik IPv6-al, mert a Java API magasabb szinten kezeli a dolgokat

További alkalmazások

- Nagy lista az IPv6 képes alkalmazásokról
http://www.deepspace6.net/docs/ipv6_status_page_ap ps.html
- IPv6 Application and Patch Database
 - kereshető
http://ipv6.niif.hu/ipv6_apps/
 - konfigurációs leírások
<http://ipv6.niif.hu/faq/>
- 6NET alkalmazások
<http://apps.6net.org/WP5Apps/Applications.html>

Hogyan teszteljük és indítsunk el IPv6 szolgáltatást?

- v6 teszt szolgáltatás külön néven először:
 - service.v6.fqdn vagy service6.fqdn AAAA + reverse PTR bejegyzéssel.
 - Tesztelés
- v6 szolgáltatás ugyanazon a néven:
 - service.fqdn A +AAAA és 2 PTR bejegyzéssel.

IPv6 a hálózati rendszergazda szemszögéből

- IPv6 bevezetése Campus hálózatokban
 - Stratégia
 - Címzés
 - Topologia
- Alapvető hálózati szolgáltatások
 - DNS
 - Egyéb szolgáltatások
 - Ha nem olyan egyszerű
 - Hálózat felügyelet

Hogyan engedélyezzünk IPv6 szolgáltatást, ha nincs IPv6 képes szerver?

- Használjunk proxy-t (pontosabban reverse-proxy-t)
 - Apache2 proxy egy jól működő lehetőség
- Használjunk netcat-et
 - hack ☺

Apache2 reverse proxy

- Konfiguráció nagyon egyszerű:

```
ProxyRequests Off
ProxyPass / http://ipv4address
ProxyPassReverse / http://ipv4address
ProxyPreserveHost On
```

Reverse proxy előnyei és hátrányai

- **Előnyök:**
 - Gyors implementálás, pillanatok alatt lehet a web szolgáltatásokat IPv6-on elérhetővé tenni
 - Nincs szükség a produkciós webszerverhez hozzányúlni
 - Lehetőséget az upgrade ütemezésére
 - Skálázható: egy központi proxy képes kiszolgálni több web site-ot is
- **Hátrányok:**
 - Nagybani alkalmazása adminisztratív plusz terhet jelent
 - Elronthatja a bonyolultabb autentikációs és hozzáférési sémákat
 - Statisztika borul: minden IPv6 kérés a proxy-tól érkezőnek látszik (javítható szűrővel és logok egyesítésével)
 - Nem hosszútávú megoldás – natív IPv6 támogatás elérhető a szervereken és az a preferált

IPv6 a hálózati rendszergazda szemszögéből

- IPv6 bevezetése Campus hálózatokban
 - Stratégia
 - Címzés
 - Topologia
- Alapvető hálózati szolgáltatások
 - DNS
 - Egyéb szolgáltatások
 - Ha nem olyan egyszerű
 - Hálózat felügyelet

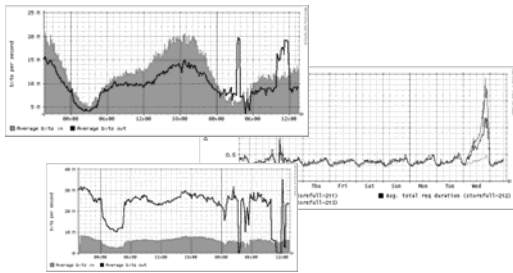
Management and monitoring

- Device configuration and monitoring - SNMP
- Statistical monitoring e.g. Cricket/MRTGv6
- Service monitoring - Nagios
- Intrusion detection (IDS) – Netflow
- Services for others – Looking glass
- Authentication systems
 - For example, 802.1x + RADIUS for WLAN

Cricket

- Cricket is a tool for storing and viewing time-series data.
- Very flexible
- Extremely Legible Graphs
- Space and Time efficient
- Platform Independent

Example Graphs



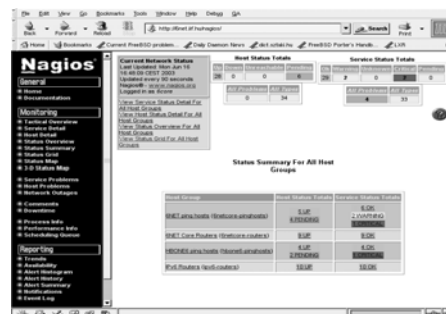
Cricket and IPv6

- No separate SNMP MIBs for IPv6 traffic implemented yet
 - Separate IPv6 infrastructure – easy to monitor
 - Dual-stack infrastructure – no easy way to monitor
 - firewall filter and counters – hardly possible on Cisco
 - From CLI: show interface accounting – misleading implementations – only process switched packets on GSR+E3 cards it is correct

Nagios: Overview

- Web-based monitoring system
- Allows for monitoring of virtually any service the NOC provides
- Provides alerting and acknowledgment capabilities
- Provides logging of downtimes and reporting capabilities

Interface



IPv6 status

- Monitoring
 - Ping over IPv6 OK – with plugin
 - TCP services over IPv6 OK – with plugin
 - UDP services over IPv6 OK – with plugin
 - SNMP over IPv6 Not yet - working on it

RANCID:

Really Awesome New Cisco Config Differ

- Web-based CVS repository of configuration changes
- Unix cron jobs at regular intervals check configured routers for configuration changes
- If a change is detected, RANCID e-mails all the engineers with the changes and updates the CVS repository
- Web-based CVS repository allows engineers to choose arbitrary dates to view configuration changes
- Can alter scripts to grab any information from the router that you want to track

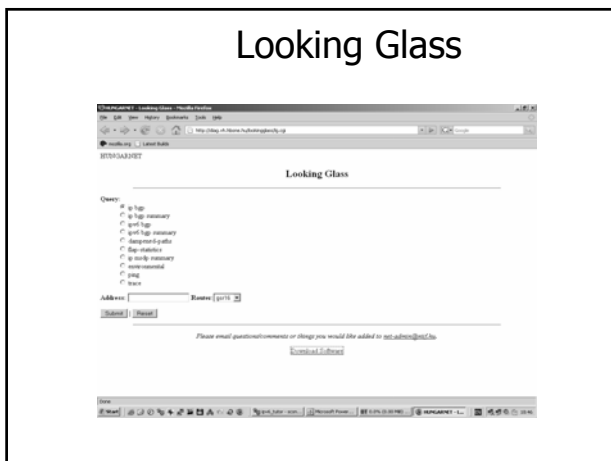
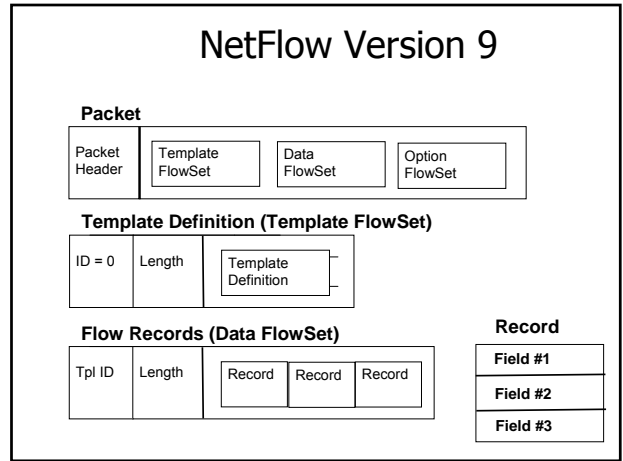
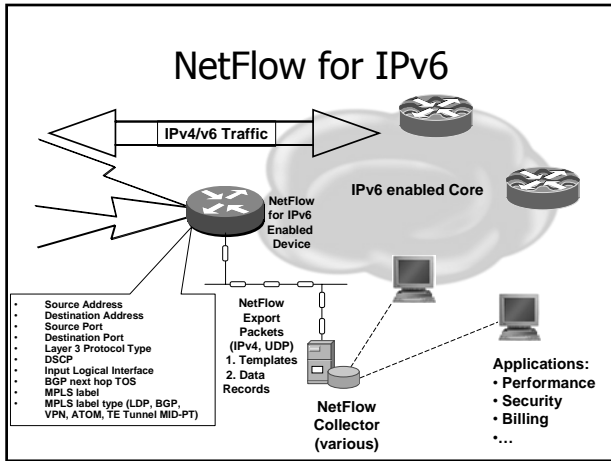
Output of Rancid

```

File: [GNET router config] / @inet / config / cntri.finet.hbone.hu
Revision 1.156: download - View: text annotated - select for diff - revision graph
Thu Aug 5 16:57:0 2004 UTC (5 weeks, 3 days ago) by mohacs
Branches: MAIN
CVS tags: HEAD
updates
RANCID-CONTENT-TYPE: cisco
|
| Chassis type: 7206SR - a 7206 router
| CPU: NPE400, 87000 CPU at 200MHz, 1sp 39, Rev 3.3, 256KB L2 Cache
|
| Memory: 409332K/32768K
| Memory: cmos 128K
| Memory: bootflash: 8192K
| Memory: pokia ATA slot0 12592K
|
| Processor ID: 2872851
|
| Power: Power Supply 1 is Zytek AC Power Supply, UNIT is on.
| Power: Power Supply 2 is Zytek AC Power Supply, UNIT is on.
|
| Image: Software: C7200-P-M, 12.3(7)T1, RELEASE SOFTWARE (fc2)
  
```

Netflow





LAN IPv6 management

DHCP (1)

- IPv6 has stateless address autoconfiguration but DHCPv6 (RFC 3315) is available too
- DHCPv6 can be used both for assigning addresses and providing other information like nameserver, ntpserver etc
- If not using DHCPv6 for addresses, no state is required on server side and only part of the protocol is needed. This is called Stateless DHCPv6 (RFC 3736)
- Some server and client implementations only do Stateless DHCPv6 while others do the full DHCP protocol
- The two main approaches are
 - Stateless address autoconfiguration with stateless DHCPv6 for other information
 - Using DHCPv6 for both addresses and other information to obtain better control of address assignment

DHCP (2)

- One possible problem for DHCP is that DHCPv4 only provides IPv4 information (addresses for servers etc) while DHCPv6 only provides IPv6 information. Should a dual-stack host run both or only one (which one)?
- Several vendors working on DHCP but only a few implementations available at the moment
 - DHCPv6 <http://dhcpv6.sourceforge.net/>
 - dibbler <http://klub.com.pl/dhcpv6/>
 - NEC, Lucent etc. are working on their own implementations
 - KAME – only stateless
- Cisco routers have a built-in stateless server that provides basic things like nameserver and domain name (also SIP server options in image I checked).
- DHCP can also be used between routers for prefix delegation (RFC 3633). There are several implementations. E.g. Cisco routers can act as both client and server

DHCP configuration

- Cisco router:
- Define dhcp6 pool

```
ipv6 dhcp pool dhcp6dns
  dns-server 2001:db8:0:402::2
  domain-name ki.iif.hu
```
- Apply for interface

```
interface GigabitEthernet0/0.801
  description NIIFI LAN
  encapsulation dot1Q 801
  ipv6 address 2001:db8:0:401::2/64
  ipv6 dhcp server dhcp6dns
```

Remote access via IPv6

- Use native connectivity –
 - Rather easy if you are operating dial-in pool or you are an ADSL service provider
- Use 6to4 if you have global IPv4 address
 - Good 6to4 relay connectivity is a must
- Use tunnelbroker service – rather suboptimal
- Use OpenVPN

IPv6 hoszt konfiguráció

IPv6 Windows-on

- Elérhető:
 - NT4-hez béta (Microsoft Research)
 - Win2000-hez technology preview (nem kompatibilis SP-vel)
 - WindowsXP -installálható
 - Windows .Net Server 2003 - installálható
- Támogatott:
 - autoconfiguration, IPv4 tunnel, 6to4 tunnel, 6to4 relay, ISATAP tunnel, IPSec (kézi kulcs csere)

Windows XP konfiguráció/1

- Installálás (SP1 után Network module insatller is lehetővé teszi az installálást)
 - `ipv6 install`
 - **Kész!**
- Autokonfiguráció működőképes
 - `ipv6 if 4`
 - interface 1 - loopback
 - interface 2 - ISATAP
 - interface 3 - 6to4 interface
 - interface 4... - valódi hálózati interfészek

Windows XP konfiguráció/2

- Manuális cím konfiguráció
 - `ipv6 adu ifindex/address [lifetime/validlifetime/prefered lifetime] [anycast]`
 - Törlés: `lifetime 0`
- Alkalmazások
 - `ping6`, `tracert6`, `pathping`
 - Wininet.dll alapú alkalmazások
 - ftp, telnet, IExplorer,
- Windows 2003 server
 - `netsh interface ipv6`
 - Támogatja IPv6 fölötti file/print sharing-et (site-local)
 - IIS és média szerver

Windows XP konfiguráció/3

- Neighbor cache:
 - netsh interface ipv6 show neighbors (ipv6 nc)
- IPv6 routing table
 - netsh interface ipv6 show routes (ipv6 rt)
- Újra konfigurálás
 - netsh interface ipv6 renew (ipv6 renew)
- Address selection policy
 - ipv6 ppt/ppu/ppd

Windows XP konfiguráció/4

- IPSec
 - ipsec6 sp/sa/s/1
 - Nincs ESP támogatás
- .NET
 - IPv6 támogatás, de a literal IPv6 cím nem működik
- IPv6 tűzfal- SP1 után
- Alkalmazás:
 - www.threedegrees.com - installálás és konfigurálás p2p stream sharing
- További információk:
 - <http://www.microsoft.com/windowsserver2003/technologies/ipv6/>
- Fontos! Csak akkor érdemes IPv6-ot bekapcsolni, ha van IPv6 konnektivitás!

Windows Vista működés

- IPv6 be van kapcsolva - default!
- IPv6 preferált IPv4-el szemben
 - Vista IPv6 NA/NS/RS üzeneteket küld ha link-upba megy
 - DHCPv6-al próbálkozik
 - Ha nincsen RA-ból tanult (globális vagy ULA) címet használ
 - Egyébként ISATAP
 - Egyébként Teredo
 - Egyébként IPv4 – **Utolsó esély**
- Amelyik alkalmazás Peer-to-Peer Framework-ot használja az megköveteli az IPv6-ot, nem működik IPv4 -el:
<http://www.microsoft.com/technet/network/p2p/default.mspx>

IPv6 *BSD-n

- Támogatott:
 - autokonfiguráció, IPv4 tunnel, 6to4, MLDv1, IPSec, Jumbogram, ICMP mode information query, TRT, privacy extension
- Elérhető: FreeBSD 4.0, OpenBSD 2.7, NetBSD 1.5 óta
- KAME:
 - NAT-PT, DHCPv6, PIM-(S)SM, multicast DNS, EDNS resolver, ISATAP, anycast

FreeBSD konfiguráció /1

- Installálás: nem kell, a default kernel tartalmazza
- Az installer felajánlja az ipv6-ot:
 - `ipv6_enable="yes"`
 - Autkonfiguráció működőképes
- `ifconfig -a`

FreeBSD konfiguráció /2

- Manuális cím konfiguráció
 - `ipv6_prefix_fxp0="fec0:80::"`
 - `ipv6_ifconfig_fxp0="fec0:80::1 prefixlen 64"`
 - majd `/etc/netstart`
 - vagy `ifconfig`
- Neighbor cache:
 - `ndp -a`
- routing tábla:
 - `route/netstat`

FreeBSD konfiguráció /3

- További címek konfigurálása
 - `ipv6_ifconfig_if0_alias0="fec0:0:0:5::2/64"`
- Mi van ha nincs még sem IPv6 konnektivitás
 - `ip6addrctl(8)` program - RFC3484 szerint állítható a cím választási szabály:

```
#preferip4connection_policy
#Prefix      Precedence Label
::1/128      50      0
::/0         40      1
2002::/16    30      2
::/96        20      3
::ffff:0:0/96 100     4
```

FreeBSD konfiguráció /3

- Újra konfigurálás
 - `rtsol fxp0`
- Alkalmazások:
 - ping6, traceroute6, ftp, telnet, r* parancsok, sendmail, apache, Mozilla, proftpd, OpenSSH, LPD, NFS/YP (FreeBSD 5.0 tól), courier-imap, irc, openldap, tftp, tcpdump, inn, tin
- További információk
 - <http://www.freebsd.org>,
 - [http://6net.iif.hu/fom\(e\)](http://6net.iif.hu/fom(e)),
 - <http://www.hs247.com>,
 - <http://www.kame.net>

IPv6 Linux-on

- Támogatott:
 - autokonfiguráció, IPv4 tunnel, 6to4
 - Kernel 2.2.x óta javasolt 2.4.8 legalább
- USAGI patch (nagyjából bekerült 2.6.x)
 - Node information query, anycast, ISATAP, privacy extension, IPSec, applications, bug-fix, mobile IP

Általános Linux konfiguráció/1

- Kernel fordítási opciók:
 - CONFIG_IPv6=m/y
- Autokonfiguráció működik
- ifconfig

Általános Linux konfiguráció/2

- Cím konfiguráció
 - `ifconfig <interface> inet6 add <ipv6address>/<prefixlength>`
- Neighbor cache:
 - `ip -6 neigh show`
- IPv6 routing tábla:
 - `route -A inet6`

Redhat konfiguráció/1

- `/etc/sysconfig/network` file:
 - # Globális IPv6 támogatás bekapcsolása
 - `NETWORKING_IPV6="yes"`
- `/etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth0` file:
 - # IPv6 támogatás bekapcsolása ezen az interface-n
 - `IPV6INIT="yes"`
 - # Az interface IPv6-os címének kézi konfigurálása
 - `IPV6ADDR="3FFE:2F00:20::291D:6A83/48"`
- `/etc/sysconfig/static-routes-ipv6` file:
 - # Default route beállítások:
 - `eth0 ::/0 3FFE:2F00:20::922:A678`

Redhat konfiguráció/2

- Alkalmazások:
 - ping6, traceroute6, tcpdump, tracepath6, apache, bind, imap (xinetd), sendmail, openssh, telnet, ftp, mozilla, lynx, wget, kde, xchat,
- További információk:
 - <http://www.bieringer.de/linux/IPv6/>,
 - <http://tipster6.ik.bme.hu>,
 - <http://www.hs247.com>,
 - <http://www.linux-ipv6.org/>

Debián konfiguráció/1

- Main URL:
<http://people.debian.org/~csmall/ipv6/>
- IPv6 engedélyezés
"ipv6" beírandó az "/etc/modules"-ba
- Cím konfiguráció:
"/etc/network/interfaces" :
iface eth0 inet6 static
address 2001:XXXX:YYYY:ZZZ::1
netmask 64

Debián konfiguráció/2

- Tunnel konfiguráció: "/etc/network/interfaces" :
iface tun0 inet6 v4tunnel
endpoint A.B.C.D
address 2001:XXXX:1:YYYY::2
gateway 2001:XXXX:1:YYYY::1
netmask 64

Debián konfiguráció/3

- RA konfiguráció Debian routeren
- "/etc/radvd.conf"-ban :
interface eth0
{
 AdvSendAdvert on;
 AdvLinkMTU 1472;
 prefix 2001:XXXX:YYYY:ZZZ:/64 {
 AdvOnLink on;
 AdvPreferredLifetime 3600;
 AdvValidLifetime 7200;
 };
};

Cisco view about the IPv6

Based on the presentation of Patrick Grossetete

Cisco IOS Roadmap: The Confluence of IPv4/IPv6

IOS Release	Market Target
Phase I IOS 12.2(5)T Done	Early Adopter Deployment
Phase II Done	Production Backbone Deployment
Phase III ongoing	Enhanced IPv6 Services

IOS upgrade = Free IPv6

Cisco IOS IPv6 Release Positioning

- General Production – Cisco IOS 12.3M
- Core ISP & NREN – Cisco 12.0S on Cisco 12000 series
- ISP and Enterprise Infrastructure – Cisco IOS 12.2S
- Broadband Access – Cisco IOS 12.2(15)B
- Technology development – Cisco IOS 12.3T

Cisco IOS IPv6 Phase I

IOS Release	IPv6 Features Supported
Phase I Early Adopters IOS 12.2(2)T Done (finished with 12.2(5)T) Any router able to run this release Cisco 800 to Cisco 7500	IPv6 Basic specification (RFC 2460) ICMPv6, Neighbor Discovery Stateless auto-configuration RIPv6 (RFC 2080) Multi-Protocol extensions for BGP4 (RFC 2545 & 2858) Configured and Automatic Tunnels 6to4 Tunnel Basic Access List IPv6 over Ethernet (10/100/1000Mb/s), FDDI, Cisco HDLC, ATM and FR PVC, PPP (Serial, POS, ISDN) Ping, Traceroute, Telnet, TFTP,

IOS upgrade = Free IPv6

Supported platforms

- Cisco IOS 12.2T
 - Cisco 800 series routers
 - Cisco 1400 series routers
 - Cisco 1600 series routers
 - Cisco 1700 series routers
 - Cisco 2500 series routers (12.2(4)T only)
 - Cisco 2600 series routers
 - Cisco 3600 series routers
 - Cisco 4500/4700 series routers (12.2(2)T only)
 - Cisco 7100 series routers
 - Cisco 7200 series routers
 - Cisco 7500 series routers
- Cisco IOS 12.0ST
 - Cisco 12000 series routers
 - Cisco 7200 series routers
 - Cisco 7500 series routers
 - Cisco 7600 series routers (limited release)
 - Catalyst 6500 series (limited release)
- Cisco IOS 12.2B
 - Cisco 7400 series routers
 - Cisco IPv6 EFT only
 - AS5300, 5400



Cisco IOS IPv6 Phase II

IOS Release	IPv6 Features under development
Phase II Backbone Deployment Cisco IOS 12.2T future releases Cisco 12000 IPv6 Phase I release 12.0(21)ST 12.2(8)T to others	i/IS-ISv6 CEFv6/dCEFv6 (ISE cards) AAA/Dial (B train) Extended Access List IPv6 over IPv4 GRE tunnels NAT-PT IPv6 Edge router (6PE) over MPLS DNS AAAA client, SSH, CDP ,IPv6 MIB (only vendor specific!) Phase I Sustaining
<small>Estimated EFT dates in 0</small>	

Cisco IOS IPv6 Phase III

IOS Release	Evaluation of IPv6 Phase III Features
Phase III Enhanced Protocols Target date: CY 2003	OSPFv3: (12.2(15)T) E-IGRP: under development Mobile IPv6: Home Agent prototype EFT IPsec: mandated by IPv6 specs, Authentication required by OSPFv3, (12.3(7)T) Mobile IPv6 router: Mobile IP Binding Association, Router renumbering, Network Management

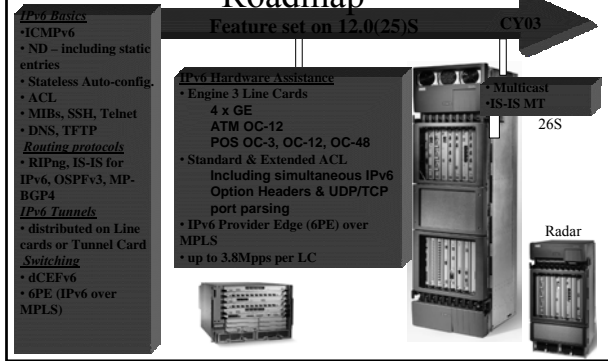
Cisco IOS IPv6 Phase III

IOS Release	Evaluation of IPv6 Phase III Features
Phase III Enhanced Protocols Target date: CY 2004	IPv6 Multicast: MLD, PIMv6 SM, PIM SSM as first candidates (12.3(4)T, 12.2(18)S) IPv6 QoS: Not different from IPv4 (Diff. Serv. & RSVP). (12.2(15)T/EFT) Statistics (ala Netflow): Gathering IPv6 statistics such as IPv6 Src/Dst addresses, AS number & Bytes count (12.3(7)T) Tunnels: IPv6 over IPv6, IPv4 over IPv6 tunnels, ISATAP (12.2(15)T) Hardware acceleration: in progress

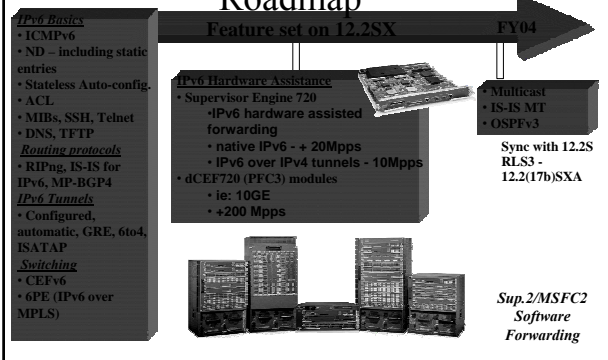
Cisco IOS IPv6 Phase III

IOS Release	Evaluation of IPv6 Phase III Features
Phase III Enhanced Services Target date: CY 2004	Additional encapsulation: IPv6 over DPT, Cable and DSL Phase II: Sustaining & Enhancement IETF IPv6 Enhancements: eg. router renumbering, R.A. extensions, router automatic prefix delegation, Robust Header compression,... Multicast SSM, IPv6 multicast BGP, multicast scope support, BSR support

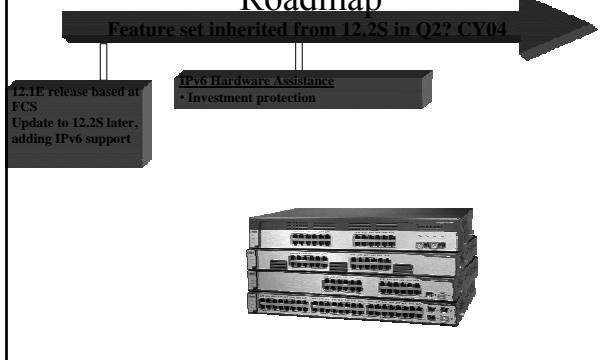
Cisco 12000 series router IPv6 Roadmap



Cisco 7600/Cat. 6500 series IPv6 Roadmap



Cisco Catalyst 3750 Series Switches Roadmap



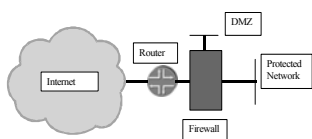
More Information

- CCO IPv6 - <http://www.cisco.com/ipv6>
- The ABC of IPv6
http://www.cisco.com/en/US/products/sw/iosswrel/products_abc_ios_overview.html
- IPv6 e-Learning [requires CCO username/password]
<http://www.cisco.com/warp/customer/732/Tech/ipv6/elearning/>
- ICMPv6 Packet Types and Codes TechNote:
<http://www.cisco.com/warp/customer/1105/icmpv6codes.html>
- Cisco IOS IPv6 Product Manager – pgrosset@cisco.com

IPv6 Tűzfalak

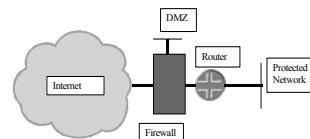
- IPv6:
 - IPv6 valóban biztonságosabb vagy ez csak vágyálom
- IPv6 tűzfal követelmények
 - Nincs szükség NAT-ra
 - Hálózat szekenelés gyakorlatilag lehetséges (/64)
 - A csomagszűrés gyengesége nem lehet NAT-al elfedni – egyre több szolgáltatás igényel publikus címet
 - Kiegészítő IPv6 fejlécek támogatása
 - IPv4/IPv6 együttműködési megoldások támogatása
 - IPv4 biztonság megtartása

IPv6 tűzfal - metodus1



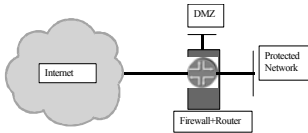
- Internet ↔ router ↔ firewall ↔ net architektúra
- Követelmények:
 - Tűzfal-nak támogatnia kell ND(NS/NA) üzeneteket
 - Tűzfal-nak támogatnia kell (RS/RA) üzeneteket ha SLAAC-t használunk
 - Tűzfal-nak támogatnia kell MLD üzeneteket ha multicastot használunk

IPv6 tűzfal – metódus 2



- Internet ↔ firewall ↔ router ↔ net architektúra
- Követelmények:
 - Tűzfalnak támogatnia kell ND (NS/NA)
 - Tűzfalnak támogatnia dinamikusan szűrésű protokollok szűrését
 - Tűzfalnak mindenféle interfész típust támogatnia kell

IPv6 tűzfal – metódus 3



- Internet ↔ firewall/router(edge device) ↔ net architektúra
- Követelmények:
 - Hatékony lehet – egyetlen pont routing és biztonsági politika bevezetésére – nagyon gyakori SOHO (DSL/cable) routereken
 - Mindazt támogatnia kell routereknek ÉS tűzfalaknak

Tűzfal követelmények

- Nem lehet vakon kiszűrni ICMPv6-t:

Echo request/reply	Debug
No route to destination	Debug – jobb hiba indikáció mint ICMPv4 esetén
TTL exceeded	Hiba jelentés
Parameter problem	Hiba jelentés
NS/NA	Szükséges a helyes működéshez – kivéve statikus ND bejegyzések esetén
RS/RA	Stateless Address Autoconfiguration esetén szükséges
Packet too big	Path MTU discovery
MLD	Requirements in for multicast in architecture 1

IPv6 specifikus

Tűzfal követelmények 2

- Nem lehet vakon kiszűrni az IP opciókat (→ extension Header):

Hop-by-hop header	Mit kell tenni jumbogram-okkal és router alert opcióval? – multicast join üzenetekhez szükséges...
Routing header	Source routing – IPv4 esetén kártékonynak minősített, de szükséges IPv6 mobilitáshoz – csak a Home Agent-en szükséges engedélyezni
ESP header	Biztonsági policy szerinti feldolgozás
AH header	Biztonsági policy szerinti feldolgozás
Fragment header	Minden fregmens kivéve az utolsót 1280 octetnél hosszabb kell, hogy legyen

IPv6 tűzfalak alkalmazás támogatása

- FTP:
 - Elég komplex: PORT, LPRT, EPRT, PSV, EPSV, LPSV (RFC 1639, RFC 2428)
 - IPv6 tűzfalakban alig van támogatás
 - HTTP tűnik a következő generációs fájltranszfer protokollnak különösen WEBDAV és DELTA kiegészítéssel
- Egyéb nem triviálisan proxyzható protokoll pl. H.323:
 - Nincs támogatás

Áttekintés az IPv6 tűzfalokról

	IPFilter 4.1	PF 3.6	IP6fw	iptables	Cisco ACL	Cisco PIX 6.0	Juniper firewall	Juniper NetScreen	Windows XP SP2
Hordozhatóság	Kiváló	Jó	Közepes	Gyenge	Gyenge	Gyenge	Gyenge	Gyenge	Gyenge
ICMPv6 támogatás	Jó	Jó	Jó	Jó	Jó	Jó	Jó	Jó	Jó
Neighbor Discovery	Kiváló	Kiváló	Jó	Kiváló	Kiváló	Kiváló	Jó	Kiváló	Gyenge
RS RA támogatás	Kiváló	Kiváló	Jó	Kiváló	Kiváló	Kiváló	Kiváló	Kiváló	Jó
Extension header támogatás	Jó	Jó	Jó	Kiváló	Jó	Jó	Jó	Jó	Gyenge
Fragments támogatás	Gyenge	Teljes blokk	Gyenge	Jó	Gyenge	Közepes	Gyenge	Közepes	Gyenge
Stateful tűzfal	Igen	Igen	Nem	2.6.15-td	Reflexive firewall	Igen	ASP szükséges	Igen	Nem
FTP proxy	Nem	Következő verzió	Nem	iptables	2.3(11)T-től	Igen	Nem	Nem	Nem
Egyéb	QoS támogatás	QoS támogatás, csomag validitás ellenőrzés	Előre definiált szabályok BSD-ben	EUI64 check,	Idő alapú ACL		Nincs TCP flag támogatás jelenleg, HW alapú	IPSec VPN, routing támogatás	Grafikus konfiguráció

IPv6 jelenleg

IPv6 szabványok

- Az alap IPv6 szabványok IETF draft standars státuszúak - teszteltek és stabilak
 - IPv6, ICMPv6, Neighbour discovery, IPv6 a különböző médiumokon
- Egyéb specifikációk használatra készek
 - mobile IPv6, header compression, DHCPv6
- Fejlesztés
 - Multicast, Mobility+Security, Multihoming, AAA metódusok, működtetés (RPSL, allokáció...)

! Ez az IPv6 életképességet bizonyítja nem a hiányosságát!

IPv6 Világszerte

- Kísérleti infrastruktúrák
 - 6bone - IPv6 teszt hálózat, Freenet6
- Produkciós infrastruktúrák a kutatói és oktatói hálózatokban:
 - Internet2, Canarie, Esnet, Renater, Surfnet, 6ren, GÉANT2, WIDE
 - 6TAP
- Szolgáltatói hálózatok
 - Több ISP (IIJ, NTT, Telia,...) IPv6 szolgáltatást nyújt már. Sok Japánban és Koreában, néhány világméretben (NTT/Verio)

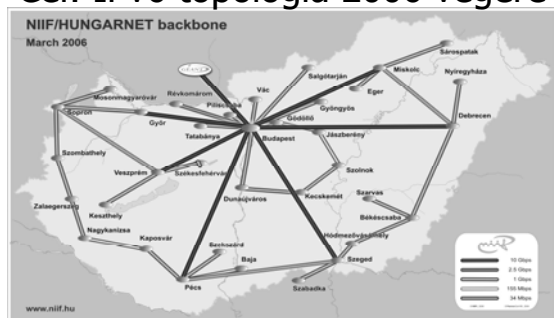
6NET

- IST projekt
 - 2002 Január 1. – 2005. június 30.
- Célok
 - Nagysebességű natíve IPv6 hálózat
 - STM-1, később nagyobb kapacitás
 - Tesztek: működtetés, hálózat mgmt, alkalmazások, middleware
- Résztvevők:
 - 35 + (Cisco, IBM, Sony, NTT, DANTE, NRENs, Egyetemek)
 - HUNGARNET 2002 szeptember óta tagja.

Euro6IX

- IST projekt
 - 2002 január 1. – 2005. január 30.
- Célok
 - 6NET-hez hasonló
 - Szolgáltatói aspektusok (mérés, számlázás, végfelhasználói tesztek)
- Résztvevők
 - Nagyszámú résztvevő (Telefonica Espana, BT, FT, DT, TI)
- Együttműködés a 6NET-el

Cél: IPv6 topológia 2006 végére



Campus IPv6 projekt

- GVOP-3.1.1.-2004-05-0532/3.0: Új generációs Campus szolgáltatások IPv6 alapon
- Résztvevők:
 - Nemzeti Információs Infrastruktúra fejlesztési Iroda
 - Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
 - MTA Központi Fizikai Kutató Intézet Részecske és Magfizikai Kutatóintézet
 - Szegedi Tudományegyetem
 - Siemens Rt.
- Időtartam: 2005.03 – 2007.08
- Tényleges indulás: 2005.12

Campus IPv6 célok

- IPv6 bevezethetőségének vizsgálata – campusokon, felsőoktatási intézményekben
 - DSL és roaming környezetben
 - IPv6 szolgáltatások biztonsága, menedzselhetősége és bevezethetősége
- Célok:
 - határvédelmi eszközök – IPv6 ajánlások
 - hálózatmenedzsment megoldások
 - Produkciós Grid megoldások IPv6 környezettel
 - Név és IP cím menedzsment IPv6 környezetben
 - IPv6 multicast és azt monitorozó alkalmazások
 - Alkalmazói kitek, ajánlások IPv6 szolgáltatások integrációjára

További információk

- <http://www.ietf.org/html.charters/ipngwg-charter.html>
- <http://www.ietf.org/html.charters/ngtrans-charter.html>
- <http://playground.sun.com/ipv6/>
- <http://www.6bone.net/>

További információk

- <http://www.6bone.net>
- <http://www.ipv6forum.com>
- <http://www.ipv6.org>
- <http://www.cisco.com/ipv6/>

További információk

- <http://www.ripe.net/ipv6/>
- <http://www.6net.org>
- <http://ipv6.niif.hu>

További információk

■ Könyvek

IPv6, The New Internet Protocol
by Christian Huitema (Prentice Hall)

Internetworking IPv6 with Cisco Routers
by Silvano Gai (McGraw-Hill)

IPv6 Essentials by Silvia Hagen (Oreilly)

Kérdések?
<mohacsi@niif.hu>