

IPv6-osoiteavaruuden jako

IPv6 Prefix	Allocation	Reference	Note
0000::/8	Reserved by IETF	[RFC3513]	[1] [5]
0100::/8	Reserved by IETF	[RFC3513]	
0200::/7	Reserved by IETF	[RFC4048]	[2]
0400::/6	Reserved by IETF	[RFC3513]	
0800::/5	Reserved by IETF	[RFC3513]	
1000::/4	Reserved by IETF	[RFC3513]	
2000::/3	Global Unicast	[RFC3513]	[3] Näitä jaetaan nyt
4000::/3	Reserved by IETF	[RFC3513]	
6000::/3	Reserved by IETF	[RFC3513]	
8000::/3	Reserved by IETF	[RFC3513]	
A000::/3	Reserved by IETF	[RFC3513]	
C000::/3	Reserved by IETF	[RFC3513]	
E000::/4	Reserved by IETF	[RFC3513]	
F000::/5	Reserved by IETF	[RFC3513]	
F800::/6	Reserved by IETF	[RFC3513]	
FC00::/7	Unique Local Unicast	[RFC4193]	
FE00::/9	Reserved by IETF	[RFC3513]	
FE80::/10	Link Local Unicast	[RFC3513]	
FEC0::/10	Reserved by IETF	[RFC3879]	[4]
FF00::/8	Multicast	[RFC3513]	

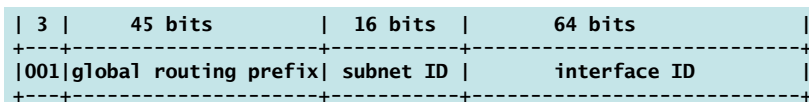
Esimerkki: Solaris 8

```
%sudo ifconfig -a
lo0: flags=1000849<UP,LOOPBACK,RUNNING,MULTICAST,IPv4> mtu 8232 index 1
    inet 127.0.0.1 netmask ffffffff
eri0: flags=1000843<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST,IPv4> mtu 1500 index 2
    inet 130.230.52.79 netmask ffffffff broadcast 130.230.52.127
    ether 0:3:ba:8:f:dd
lo0: flags=2000849<UP,LOOPBACK,RUNNING,MULTICAST,IPv6> mtu 8252 index 1
    inet6 ::1/128
eri0: flags=2000841<UP,RUNNING,MULTICAST,IPv6> mtu 1500 index 2
    ether 0:3:ba:8:f:dd
    inet6 fe80::203:baff:fe08:fdd/10
eri0:1: flags=2080841<UP,RUNNING,MULTICAST,ADDRCONF,IPv6> mtu 1500 index 2
    inet6 2001:708:310:52:203:baff:fe08:fdd/64
```

- link-local unicast- ja global unicast-osoitteiden interface ID:t on johdettu 48 bitin MAC-osoitteesta

Globaalit unicast-osoitteet

- Käytännössä osoitejaossa loppukäyttäjille pätee
 - Käyttäjän osoiteblokin pituus on 48 bittiä (merkitään /48)
 - Aliverkon tunniste (subnet ID) pituus on 16 bittiä
- Tarvittaessa voidaan jakaa myös 64 tai 128 bitin pituisia blokkeja
 - Yleensä jaetaan /48, tilanne saattaa muuttua tulevaisuudessa
- Esimerkki: Tällä hetkellä jaettava alue on 2000::/3
 - TTY:n koko osoiteblokki on: 2001:708:310::/48
 - Yksi aliverkko TTY:llä on: 2001:708:310:52::/64
 - Yksi laite verkossa on: 2001:708:310:52:202:2dff:fe01:bc01



DNS: nimestä osoitteeksi 1/2

- RFC 3596 "DNS Extensions to support IP version 6", 8 sivua määrittelee tietuetyypin (Resource Record, RR) AAAA
 - Käytännössä sama kuin nykyinen IPv4:n osoitteesta nimeksi, ainoastaan RR:n tyyppi on AAAA (Quad-A) ja datana on IPv6-osoite
- RFC 3596 on käytössä, vaihtoehto RFC 2874 hävisi
 - RFC 3596 on Draft Standard ja RFC 2874 on Experimental
 - RFC 2874 "DNS Extensions to Support IPv6 Address Aggregation and Renumbering", 20 sivua, tuo uuden RR:n A6
 - A6:n tarkoitus on helpottaa verkon uudelleennumerointia ja multihoming-käytäntöä, jossa osoiteprefiksejä saadaan useilta operaattoreilta
 - A6 määrittelee osan osoitteesta, ja kertoo mistä loput osoitteesta saadaan

DNS: nimestä osoitteeksi 2/2

- Alla on esimerkki siitä, miten nimelle octavo.atm.tut.fi esitetään nimipalvelussa IPv6- ja IPv4-osoite

```
$ORIGIN atm.tut.fi.  
octavo      A      130.230.52.82  
octavo      AAAA   2001:708:310:52:202:2dff:fe01:bc01
```

DNS: osoitteesta nimeksi 1/2

- RFC 3596 käyttää samaa tapaa IPv6:lle kuin IPv4
 - Aikaisempi versio RFC 1886 käytti domainia ip6.int.
- RFC 3152 "Delegation of IP6.arpa" siirsi kaiken käänteisnimipalvelun domainin ip6.arpa. alle
 - Muutos on jo tapahtunut
 - Eroja löytyy vanhojen ja uusien toteutuksien välillä
 - Käytännössä DNS-palvelin voi tukea helposti molempia
- DNS:n osalta IPv6 ei siis tuo paljoakaan uutta
- Kilpaileva ehdotus **oli** RFC 2874
 - käyttää DNAME-tietuetta, joka viittaa DNS-puussa eteenpäin osoitteiden delegointia mukaillen
 - RFC 3363 sanoo: Therefore, in moving RFC 2874 to experimental, the intent of this document is that use of DNAME RRs in the reverse tree be deprecated.

DNS: nimestä osoitteeksi (exp)

- Alla on esimerkki siitä, miten octavo.ip6.atm.tut.fi esitetään nimipalvelussa A6:n mukaan
- Jos TTY:llä olisi kaksi /48-kokoista prefiksiä, niin ainoastaan ip6.tut.fi.:lle olisi kaksi A6-tietuetta
 - AAAA-tietueiden määrä olisi kaksinkertainen
- A6 on joutunut epäsuosioon monimutkaisuutensa vuoksi
 - RFC:n status experimental eli A6 **ei** ole käytössä

```
$ORIGIN tut.fi.  
ip6      A6      0      2001:708:310::  
  
$ORIGIN ip6.atm.tut.fi.  
v1an52   A6      48     0:0:0:52::      ip6.tut.fi.  
octavo   A6      64     ::202:2dff:fe01:bc01 v1an52
```

DNS: osoitteesta nimeksi 2/2

- octavo.ip6.atm.tut.fi:n RFCn 3596 mukaan
 - 2001:708:310:52:202:2dff:fe01:bc01

```
$ORIGIN 2.5.0.0.0.1.3.0.8.0.7.0.1.0.0.2.ip6.arpa.  
1.0.c.b.1.0.e.f.f.f.d.2.2.0.2.0 IN PTR octavo.atm.tut.fi.
```

DNS: osoitteesta nimeksi (exp)

- octavo.ip6.atm.tut.fi:n RFC:n 2874 mukaan
 - 2001:708:310:52:202:2dff:fe01:bc01
 - Vain esimerkin vuoksi. Tämä ei ole käytössä.

```
$ORIGIN ip6.arpa.  
\[x2001:600/23]          DNAME ip6.ripe.net.  
  
$ORIGIN ip6.ripe.net.  
\[x1080/12]             DNAME ip6.funet.fi.  
  
$ORIGIN ip6.funet.fi.  
\[x1D00/13]            DNAME ip6.tut.fi.  
  
$ORIGIN ip6.tut.fi.  
\[x0052/16]            DNAME ip6.atm.tut.fi.  
  
$ORIGIN ip6.atm.tut.fi.  
\[x202:2dff:fe01:bc01].v1an52 PTR octavo
```

IPv6:n reititys 2/3

- IGP-unicast-reititysprotokollista käytössä ovat
 - RFC 2080 "RIPng for IPv6", 19 sivua
 - RFC 2740 "OSPF for IPv6", 80 sivua
 - Uudelleenkirjoitettu OSPF, tunnettu myös nimellä OSPFv3
 - RFC 2740 sisältää muutokset OSPFv2:een
 - draft-ietf-isis-ipv6-06.txt, 7 sivua
 - Triviaaleja lisäyksiä jo toimivaan Integrated IS-IS:ään
- BGP4+ toimii sekä IPv4:n että IPv6:n päällä
 - RFC 2545 "Use of BGP-4 Multiprotocol Extensions for IPv6 Inter-Domain Routing", 5 sivua määrittelee IPv6:n käytön BGP:n yhteydessä

IPv6:n reititys 1/3

- Tapahtuu samalla periaattella kuin IPv4:llä
- Mahdollisuus useiden osoitteiden käyttöön tuo joitain eroja
 - IETF:llä oli työryhmä multi6: "This WG will consider the problem of how to multihome sites in IPv6"
 - multi6:n työtä jatkaa shim6 "Site Multihoming by IPv6 Intermediation"
"This working group will produce specifications for an IPv6 based site multi-homing solution that inserts a new sub-layer (shim) into the IP stack of end-system hosts."
 - shim on suomeksi: sovituspala, suikale ...
 - Tarkoituksena on mahdollistaa vaihto useilta eri ISP:iltä saatujen osoitteiden välillä ilman, että ylemmät protokollakerrokset häiriintyvät
- Mikäli useita prefiksejä ei käytetä, IPv6 on analoginen IPv4:n kanssa

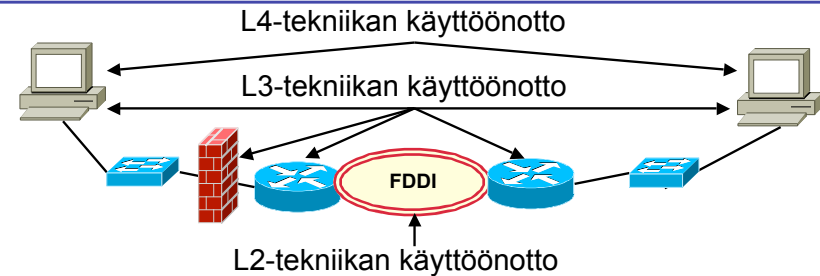
IPv6:n reititys 3/3

- Multicast-reititysprotokollat
 - PIM-SSM (Protocol Independent Multicast - Source-Specific Multicast)
 - SSM: multicast-kanavan lähde tiedetään liityttyessä kanavalle
 - PIM-SM (PIM – Sparse Mode) toimii vastaavalla tavalla IPv6:lla ja IPv4:llä
 - MSDP:tä ei ole IPv6:lle
 - RFC 3956 "Embedding the Address of RP in IPv6 Multicast Address", 18 sivua
 - Inter-domain multicast-reititys on vielä muilta osin auki

Yhteenveto infrastruktuurista

- DNS
 - Samoilla tavoin kuin IPv4:ssä
- Unicast-reititys
 - Samoilla tavoin kuin IPv4:ssä
- Multicast-reititys
 - Lähes samoilla tavoin kuin IPv4:ssä
 - Inter-domain –multicast-reititys on auki
- Infrastruktuuri näyttää hyvälle. Ongelmat ovat missä?
 - Katsotaan siirtymävaihetta IPv4:stä IPv6:een.

Muutoksen vaikeus



- IP toimii OSI-mallin tasolla 3, mistä johtuen sen version vaihtaminen aiheuttaa suurimmat muutokset verkossa
 - L4 koskee päätelaitteita ja niiden sovelluksia (ja palomureja)
 - L2 koskee yhtä linkkiä ja sen laitteita
 - L3 koskee päätelaitteita, niiden sovelluksia ja koko verkkoa (ja palomureja)

Yleistä siirtymästä

- Tarkoitus tehdä siirtyminen mahdollisimman helpoksi
- IETF:n työryhmä v6ops (entinen ngtrans) pohtii näitä asioita
- Yhteistoiminta IPv4:n kanssa
 - Pyrkimyksenä olla mahdollisimman hyvin yhteensopiva IPv4:n kanssa
 - Monet tekniikat hyödyntävät olemassa olevaa IPv4-infrastruktuuria
- Siirtymävaiheen tekniikoiden jaottelua
 - Dual Stack: Laitteessa on sekä IPv4 että IPv6. Molemmat protokollat toimivat samanaikaisesti, mutta eivät välttämättä toisistaan tietäen
 - Tunnelointi: IPv6-paketteja kuljetetaan IPv4-verkon yli IPv4-paketeissa
 - NAT-PT: IPv6-pakettien muuntaminen IPv4-paketeiksi. Toimii myös toiseen suuntaan. Muunnos voidaan tehdä reitittimessä tai paketin lähettäjän toimesta
- Kesto kymmeniä vuosia, ehkä jopa ikuisesti

Käytöstä poistuneita tekniikoita

- RFC 2529 "Transmission of IPv6 over IPv4 Domains without Explicit Tunnels" tunnetaan myös nimellä 6over4
 - Vaatii toimivan IPv4-multicast-reitityksen
- RFC 2893:n määrittelemä automaattinen tunnelointi (automatic tunneling)
 - Käytti IPv6:n osoitearkkitehtuuriin kuuluneita "IPv4-compatible IPv6 address"-tyyppisiä osoitteita (::IPv4-address)
 - Myöhemmin esiteltävä 6to4 nähdään paremmaksi menetelmäksi
 - RFC 4213 korvaa RFC 2893:n.

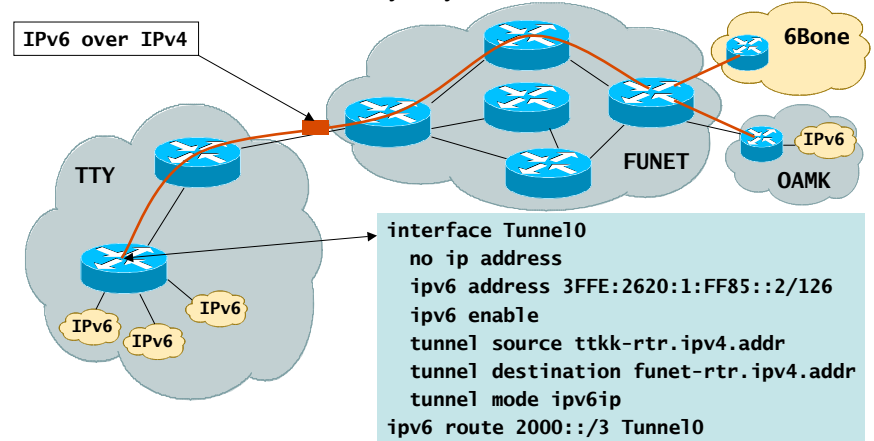
Dual Stack

- Dual stack-tarkoittaa sekä IPv6 että IPv4-protokollan tukemista samanaikaisesti laitteessa (paitsi WinXP ja 2003)
- Dual stack-reititin voi reitittää samanaikaisesti molempia protokollia
- Dual stack-päätelaite voi liikennöidä kummalla tahansa protokollalla esimerkiksi DNS:stä saamansa osoitteen perusteella
 - Esimerkiksi *BSD, Mac OS X, Linux, Solaris, Win2K, WinXP ovat dual-stack-osaavia. Kaikki luetellut osaavat myös tunnelointia.

Sovellukset		Sovellukset	
TCP/UDP		TCPv6/UDPv6	TCPv4/UDPv4
IPv6	IPv4	IPv6	IPv4
Linkkitaso		Linkkitaso	
Vista, Linux MAC, *BSD, jne	WinXP ja 2003		

Tunneliesimerkki

- TTY:n ensimmäinen IPv6-yhteys oli muodostettu tunnelilla



Tunnelit: Configured tunneling

- RFC 4213 "Basic Transition Mechanisms for IPv6 Hosts and Routers", 29 sivua
 - Korvaa RFC 2893:n "Transition Mechanisms for IPv6 Hosts and Routers".
 - Määrittelee mm. käsin konfiguroitavat tunnelit (Configured Tunneling)
- Mahdollistavat IPv6-saarekkeiden liittämisen toisiinsa IPv4-Internetin yli
 - Myös IPv4 IPv6:n päällä on mahdollinen
- Työläitä ylläpitää, molemmat päät määriteltävä käsin
- Vakaita ja toimivia

Tunnel Broker

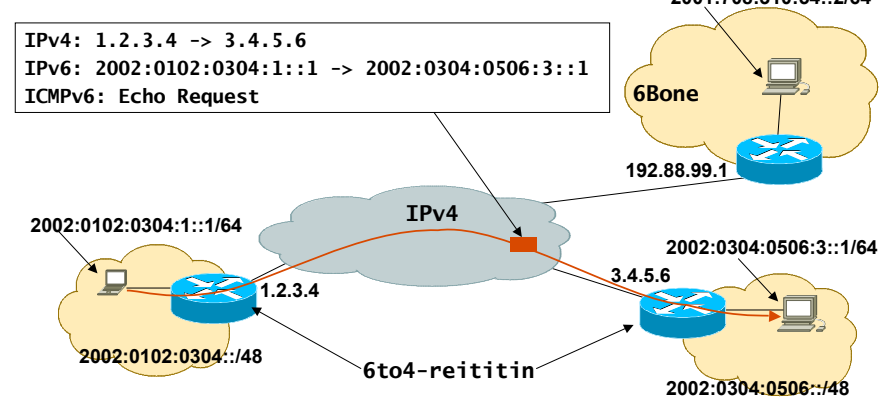
- RFC 3053 "IPv6 Tunnel Broker", 13 sivua
- Ei määrittele protokollaa, vaan menetelmän tunnelien konfigurointiin
 - Käyttää Configured Tunneling -tekniikkaa tunnelin luontiin
- Puoliautomaattinen menetelmä tunnelien konfigurointiin
 - Käyttäjät rekisteröi palvelun käyttöönsä
 - Palvelun tarjoaja antaa käyttöjärjestelmäkohtaiset ohjeet, ohjelman tai skriptin, jolla tunneli konfiguroidaan käyttäjän ja TB-palvelun tarjoajan välillä
- Useita TB-palveluntarjoajia joilta saa tunnelin ja DNS-palvelun

Tunnelit: 6to4

- RFC 3056 "Connection of IPv6 Domains via IPv4 Clouds", 23 sivua. "Via IPv4" viittaa overlay-verkkoon IPv4-verkon yli.
- Mahdollistaa suurten ja pienten organisaatioiden (site) yhdistämisen automaattisen 6to4-tunneloinnin avulla
 - 6to4-tuki vaaditaan vain yhdeltä reitittimeltä, ei koko verkolta.
 - Organisaatioiden lisäksi 6to4 mahdollistaa yksittäisen laitteenkin liittämisen verkkoon
- Vaatii toimiakseen vain yhden globaalin IPv4 osoitteen, joka voi kuulua NAT-laitteellekin
 - NAT:in takana olevat verkot saadaan osaksi globaalia IPv6-Internetiä
 - NAT:in takana olevat verkot ovat silti edelleen IPv4:n osalta yksityisiä
- Tarjoaa käyttäjälle /48-kokoisen globaalin prefiksin
 - Mahdollistaa IPv6-aliverkotuksen kuten ei-6to4 osoiteprefiksi

6to4-esimerkki 1/2

- Yksinkertaisin tapaus, kumpikin osapuoli käyttää 6to4:ää
- 6to4-reitittimet tunneloivat paketit keskenään



6to4-osoitteistus

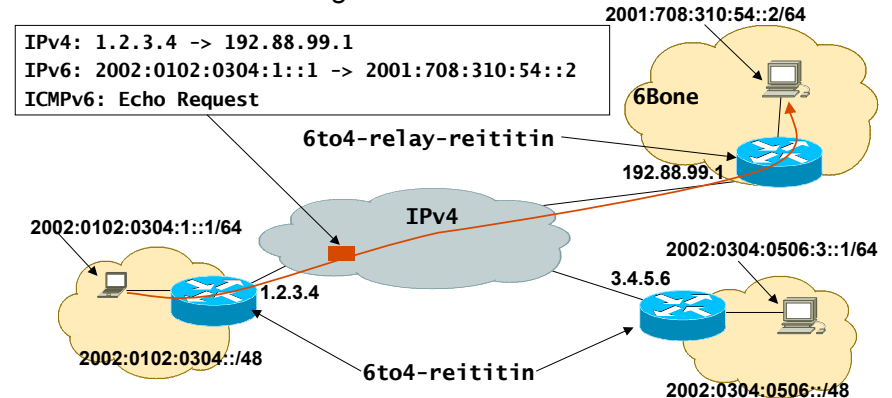
- 6to4-osoitteen käyttö lyhyesti
 - Valitaan 6to4-osaavalta reitittimeltä yksi globaali IPv4-osoite **V4ADDR**
 - 6to4-prefiksi muodostetaan laittamalla V4ADDR alla näkyvään kohtaan IPv6-prefiksiä
 - Tuloksena on globaali /48-kokoinen prefiksi. Esimerkiksi 2002:**82E6:3671**::/48 käytettäessä osoitetta **130.230.54.113**
 - Termit FP, TLA ja SLA ovat Historic-statukselle siirretyn RFC 2374:n peruja

3	13	32	16	64 bits

FP	TLA	V4ADDR	SLA ID	Interface ID
001 0x0002				

6to4-esimerkki 2/2

- 6to4-relay-reititin yhdistää 6to4-verkon IPv6-Internetiin
- 192.88.99.1 on konfiguroitu 6to4-reitittimelle oletusreittimeksi



6to4-reititys

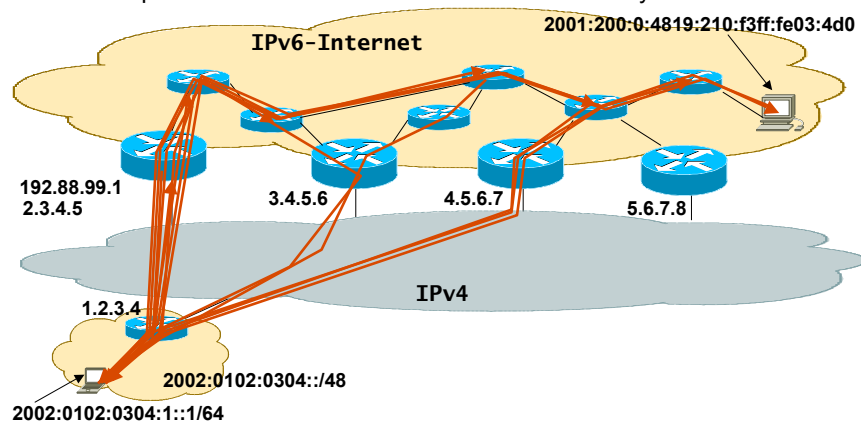
- 6to4-relay-reititin mainostaa IPv6-Internetiin prefiksiä 2002::/16
 - 6to4-verkkoihin menevät IPv6-paketit lähtevät lähimmän 6to4-relay-reitittimen kautta kohde-6to4-verkkoon IPv4:n sisällä tunneloituna
- 6to4-reitittimet tekevät normaalia IPv6-pakettien reititystä
 - 6to4-reititin voi mainostaa oletusreitittiä omaan 6to4-verkkoonsa
 - 2002::/16-alkuiset osoitteet tunneloidaan suoraan toisten verkkojen 6to4-reitittimille
 - Oman verkon paketit reititetään oman verkon sisällä
 - Muut paketit lähetetään oletusreitittimelle eli 6to4-relay-reitittimelle
- RFC 3068 "An Anycast Prefix for 6to4 Relay Routers", 9 s, määrittelee 6to4-relay-reitittimille anycast-IPv4-osoitteen 192.88.99.1

Tunnelit: Teredo

- RFC 4380 "Teredo: Tunneling IPv6 over UDP through Network Address Translations (NATs)", 53 sivua.
- Esimerkiksi 6to4 ei toimi NAT'in takana olevasta osoitteesta
- Teredo tarkoitettu "äärimmäistä hätää" varten
 - Toimii yhden tai useamman NAT'in takaa
 - Toimii myös silloin, kun molemmat osapuolet ovat NAT'in takana
 - IPv6 over UDP over IP4
- Komponentit
 - Teredo Client: Asiakas, IPv4-verkon laite joka haluaa käyttää IPv6:tta
 - Teredo Server: Avustaa asiakkaiden välisessä kommunikoinnissa
 - Teredo Relay: Yhdistää asiakkaat muuhun IPv6-Internetiin. Toiminta vastaa 6to4-relay-reitittimen toimintaa
 - Teredo service prefix: /32-pitkä IPv6-prefiksi, josta asiakkaat saavat osoitteensa

Traceroute 6to4-koneelta

- Traceroute-komennon paketit selvittävät hyvin 6to4:n toimintaa
- Paketit poistuvat IPv6-Internetistä lähimmän 6to4-relay-reitittimen kautta



Teredon osoitteistus 1/2

- Teredon käyttämät osoitteet ovat myös osa globaalia IPv6-Internetiä
- Asiakkaan käyttämän Teredo-osoitteen rakenne
 - Prefix: 2001:0000:/32
 - Server IPv4: Asiakkaan käyttämän Teredo-palvelimen IPv4-osoite
 - Flags: Kertoo tällä hetkellä NAT'in tyyppin (Cone vai restricted Cone)
 - Port: Asiakkaan UDP-portti, jolla asiakas näkyy NAT:i(e)n takaa
 - Client IPv4: Asiakkaan IPv4-osoite, jolla asiakas näkyy NAT:i(e)n takaa
 - Kaksi viimeksimainittua ovat XoR 0xFFFF ja XoR 0xFFFFFFFF
 - Exclusive Or –operaatio portin ja osoitteen peittämiseksi

Prefix	Server IPv4	Flags	Port	Client IPv4
--------	-------------	-------	------	-------------

Teredon osoitteistus 2/2

- Esimerkki: Vista-PC NAT-reitittimen takana
- PC sai osoitteen 2001:0:4136:e3f6:2072:704:7d19:cb21
 - Server IPv4: 0x4136:e3f6 eli 65.54.227.246
 - Flags: 0x2072 => NAT on restricted Cone, sillä toiseksi ylin bitti on 0
 - Port: 0x704 => 0xf8fb eli 63739
 - Client IPv4: 0x7d19:cb21 => 0x82e6:34de eli 130.230.52.222

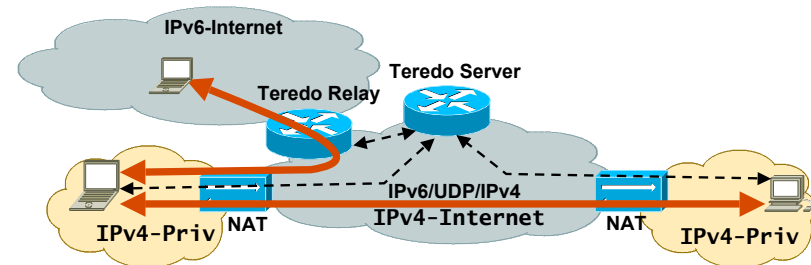
```
Router#show ip nat translations
Pro Inside global      Inside local      Outside local      Outside global
udp 130.230.52.222:63739 10.1.1.2:63739    65.54.227.246:3544 65.54.227.246:3544

% host 65.54.227.246
246.227.54.65.in-addr.arpa domain name pointer teredo.ipv6.microsoft.com.
```

Prefix	Server IPv4	Flags	Port	Client IPv4

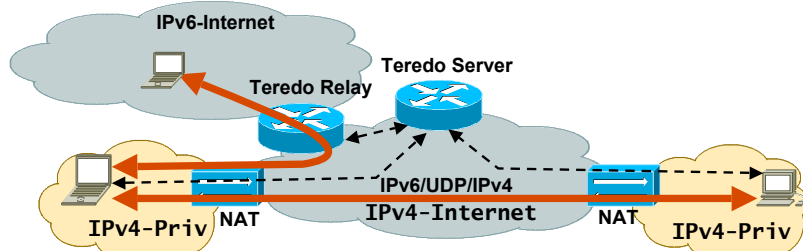
Teredon toiminta 2/2

- Osoitteesta selviää vastapuolen päätepiste NATissa (IP:portti)
- Flags-kentästä selviää NATin tyyppi
 - Cone-tyyppin NATia ei tarvitse rei'ittää lisää
 - Sekä Relay että Client rei'ittävät Restricted Cone NATin serverin avulla



Teredon toiminta 1/2

- Teredo-asiakkaan, -serverin ja -relayn toiminta tiivistetysti
- Serveri auttaa Teredo-asiakkaita löytämään omansa ja toistensa globaalit IPv4-osoitteet ja UDP-portit (kuten STUN)
- Relay mainostaa teredon /32-prefixiä IPv6-Internetiin



Teredon rajoitteet

- Teredo ei toimi symmetrisen NATin takana olevalta laitteelta
 - Vistassa on tähän laajennuksia
- Teredo-osoitteet ovat yksittäisiä IPv6-osoitteita
 - Teredolla ei ole helppoa rakentaa kotiverkkoja: jokainen laite on oma saarekkeensa
 - Tosin Teredo sisältää on-link-discoveryyn
 - Vertaa: 6to4 antaa /48-kokoisen osoiteblokin käyttäjälle aliverkkoja varten jaettavaksi

ISATAP-reitittimen toiminta

- Reitittimelle konfiguroidaan myös ISATAP-tunneliverkkorajapinta
- Reititin vastaa Router Solicitation-viesteihin Router Advertisement-viestillä. Kaikki liikenne tapahtuu unicastilla
- Alla esimerkki Ciscon konfiguraatiosta
- Myös useaa yhtäaikaista ISATAP-reititintä voidaan käyttää
 - Päätelaitte pollaa reitittimiä Router Solicitation-viestillä

```

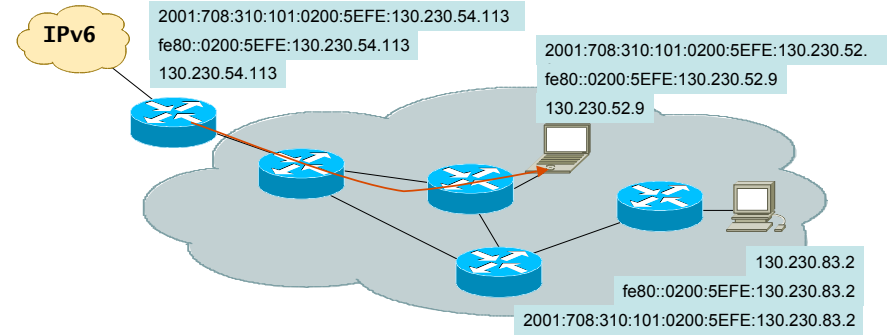
ipv6 unicast-routing
interface tunnel 1
tunnel source ethernet 0
tunnel mode ipv6ip isatap
ipv6 address 2001:708:310:101:/64 eui-64
no ipv6 nd suppress-ra
    
```

ISATAP-esimerkki 2/2

- Reititin vastaa RA:lla. Liikennöinti globaalilla osoitteella voi alkaa

```

IPv4: 130.230.54.113 -> 130.230.52.9
IPv6: fe80::0200:5EFE:130.230.54.113 -> fe80::0200:5EFE:130.230.52.9
ICMPv6: Router Advertisement
    
```

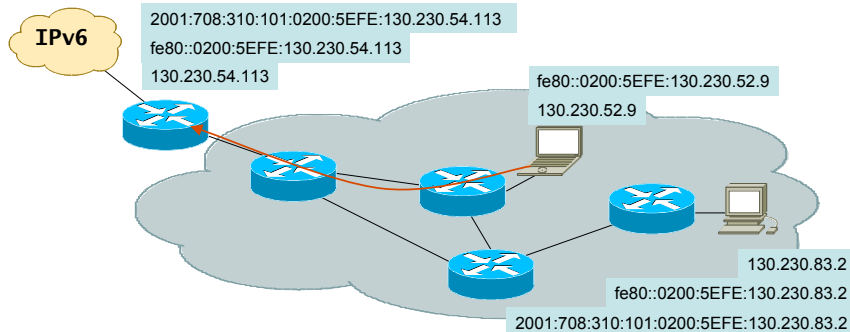


ISATAP-esimerkki 1/2

- Uusi päätelaitte aloittaa autokonfiguraation. DNS-haku on jo tehty

```

IPv4: 130.230.52.9 -> 130.230.54.113
IPv6: fe80::0200:5EFE:130.230.52.9 -> fe80::0200:5EFE:130.230.54.113
ICMPv6: Router Solicitation
    
```



ISATAP: lopuksi vielä

- Cisco suosittelee, että ISATAP-menetelmää käytetään automaattisen tunneloinnin sijaan
 - Kyseessä vanha RFC 2893:n ”IPv4-compatible IPv6 address”-tyyppisiä osoitteita (::IPv4-address) käyttävä ”Automatic Tunneling”-menetelmä.
- Microsoft tukee ISATAPia
- Ongelmaksi on nähty ainakin mahdolliset patenttivaateet
- Tietoturvan kannalta on tärkeää, että liikenne ISATAP-reitittimen IPv4-osoitteeseen suodatetaan organisaation rajalla
 - Myös muut RFC 4214:n mainitsevat tietoturvaseikat kannattaa huomioida

NAT-PT 1/2

- RFC 2766 "Network Address Translation - Protocol Translation (NAT-PT)", 21 sivua
- Määrittelee protokollamuunnoksen IPv6:n ja IPv4:n välillä
 - Tarkoitettu laitteille, jotka osaavat vain yhtä protokollaa, mutta tarvitsevat myös palveluita toista protokollaa käyttäviltä koneilta
 - Muunnos voidaan tehdä molempiin suuntiin
 - Muuttaa IPv6-otsakkeet IPv4-otsakkeiksi
 - Perustuu pitkälti IPv4:n NATtiin
- DNS aiheuttaa ongelman
 - NAT-laite joutuu muuntamaan myös DNS-pakettien sisällön
- Sisältää samat ongelmat kuin IPv4:n NAT
 - IPsec ei toimi muutoksitta
 - Protokollat, jotka kuljettavat IP-osoitteita eivät toimi
 - <http://www.cs.utk.edu/~moore/what-nats-break.html>

NAT-PT 2/2

- draft-ietf-v6ops-natpt-to-exprmntl-03.txt "Reasons to Move NAT-PT to Experimental", 25 sivua
 - NAT-PT siirtymässä Experimental-statuselle
 - listaa lukuisia ongelmia joita NAT-PT aiheuttaa
- Korvaava tekniikka on esimerkiksi sovellustason välityspalvelin (application layer proxy)
 - Esimerkiksi HTTP-cache, jolla on sekä IPv4 että IPv6 verkkorajapinta