## Wat basiskennis...

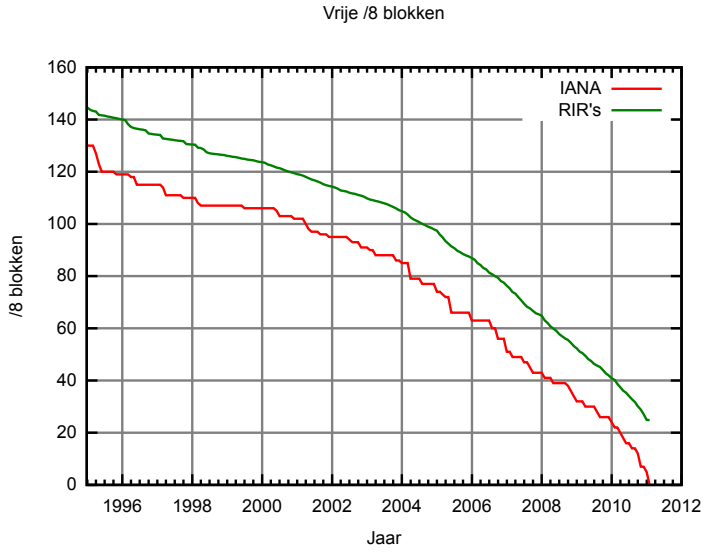
| *TCP/IP model* | *OSI model* |
|---|---|
| Applicatie | Applicatie<br>Presentatie<br>Sessie |
| Transport | Transport |
| Internet | Netwerk |
| Fysiek | Data Link<br>Fysiek |

- MAC (bv: 90:fb:a6:ae:b3:5a)
- IPv4 (bv: 127.0.0.1)
- (R)ARP
- TCP, UDP, ...
- HTTP, FTP, ...

Notities

## IPv4, is het einde nabij ?

IANA → RIR's → LIR's → ISP's → Klanten




Notities

## Oplossingen

- IPv6 ?
- NAT ?
- Opeisen ongebruikte IPv4 klasse A's ?
- Splitsen ?

Notities

## Schrijfwijze IPv6 adressen

- 128 bits = 68 jaar elke seconde iedereen een /64 subnet extra
- 0012:0000:0000:0034:0000:0000:0fed:cba0/128
- 0012:0000:0000:0034:0000:0000:0fed:cba0 = 12:0:0:34:0:0:fed:cba0
- 12:0:0:34:0:0:fed:cba0 = 12::34:0:0:fed:cba0
- ::123.45.67.89 IPv4-compatibel, Pakketjes richting dit adres zijn IPv6 met IPv4 header en dus niet begrepen door systemen zonder IPv6 stack. (Deprecated sinds 02/2006 !)
- ::ffff:123.45.67.89 IPv4-mapped, Pakketjes richting dit adres worden gewoon als IPv4 pakket verstuurd. (Nutteloos en niet altijd ondersteund)
- IPv6-adres met TCP/UDP poort combinatie heeft het adres normaal tussen rechte haakjes. bv.: [::1]:123

Notities

## Unicast

| *48 bits* | *16 bits* | *64 bits* |
|---|---|---|
| netwerkprefix | | interface id |
| routingprefix | subnet id | |

- Internet `2000::/3` (zoals `0.0.0.0/0`)
- Localhost `::1` (zoals `127.0.0.0/8`)
- Lokaal `fc00::/7` (zoals `10.0.0.0/8`, `172.16.0.0/12` en `192.168.0.0/16`)
- Link-Local `fe80::/10` eigenlijk `fe80::/64` (zoals `169.254.0.0/16`)
- Default route `::/0` (zoals `0.0.0.0/0`)
- 6to4 tunnels `2002::/16`
- ... (Documentatie, Toredo tunnels, BMWG, ORCHID, ...)

Notities

## EUI-64 type adressen

- Stel: MAC-adres is `01:23:45:67:89:ab`
- Splits MAC-adres in 2 en zet er `ff:fe` tussen, dit geeft als EUI-64 `01:23:45:ff:fe:67:89:ab`
- 7de bit geeft uniekheid op internet weer, zet deze dus op 1
- Het IPv6 adres zal dus eindigen op `:323:45ff:fe67:89ab`

Een IPv6 in EUI-64 formaat eindigt niet noodzakelijk op `ff:feXX:XXXX`

Notities

## Multicast

`ff::/8` (zoals `224.0.0.0/4`)

| *8 bits* | *4 bits* | *4 bits* | *112 bits* |
|---|---|---|---|
| prefix (`ff`) | vlaggen | bereik | groep id |

Vlaggen

| | 0 | 1 |
|---|---|---|
| *gereserveerd* | moet | / |
| *Rendezvous* | Niet in adres | in groep id |
| *Prefix* | Niet in adres | in groep id |
| *Transient* | Bekend (Statisch) | Dynamisch Gealloceerd |

Bereik

| 1 | 2 | 4 | 5 | 8 | e | *rest* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| interface | link | admin | site | organizatie | internet | / |

Notities

## Enkele groep id's

(Met als voorbeeld `ff02` voor, om niet te ver te multicasten)

- `ff02::1` - Alles
- `ff02::2` - Alle routers
- `ff02::1:3` - Alle DHCP servers
- `ff02::101` - Alle NTP servers
- `ff02::1:ffXX:XXXX` - Sollicited-node multicast

Om bijvoorbeeld te weten welke IPv6-sprekende NTP servers direct aangesloten zijn op `eth0` doe: `ping6 -I eth0 ff02::101`

Notities

## Verdeling adressen

- IANA → RIR's: /23 tot /12 (/8 bij IPv4)
- RIR's → LIR's: /32 (/20 tot /8 bij IPv4)
- LIR's → ISP's: /35 tot /32, max /29 (meestal /16 bij IPv4)
- ISP's → Klanten: /48 tot /64 (meestal /24 tot /32 bij IPV4)

Notities

## Neighborhood Discovery

- Vervangt oa. ARP
- Stel: We willen `2001::1` bereiken
- Stuur een ND pakketje dat vraagt waar `2001::1` is naar het Sollicited-node multicast adres
- Dit adres is `ff02::1:ffXX:XXXX`, met als laatste 24bits de laatste 24 bits van het te bereiken adres
- In ons geval dus `ff02::1:ff00:1`
- Iedereen op de link met `00:0001` op het einde van zijn adres ontvangt dit pakket, maar in het ND pakket zelf is `2001::1` vermeld, dus alleen hij antwoord

Notities

## Header

- Versie, 4 bits 0110
- DSCP en ECN, 6 bits en 2 bits
- Flow Label, 20 bits
- Payload lengte in bytes, 16 bits (0=jumbogram)
- Volgende header, 8 bits
- Hop Limit, 8 bits (IPv6 versie van TTL)
- Source, 128 bits
- Destination, 128 bits

Totaal pakket: 40 bytes tot 4 gigabyte
(20 bytes tot 66 kilobytes bij IPv4)

Notities

## Fragmentatie

- Zoveel mogelijk overlaten aan bovenliggende lagen
- Anders de endpoints, routers fragmenteren niet (op inetlaag)

Notities

## DNS

- AAAA en PTR records
- `dig -t AAAA ns5.he.net` geeft:
  `ns5.he.net. 43194 IN AAAA 2001:470:500::2`
- En het commando: `dig -x 2001:470:500::2` geeft:

```
2.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.5.0.0.7.4.0.1.0.0.2.ip6.arpa. 41880 IN PTR
ns5.he.net.
```

Notities

## Anycast

- 128 grootste adressen in het subnet (dus interface id bestaat uit allemaal 1-bits behalve de laatste 7)
- Opgepast: Wanneer het interface id in EUI-64 formaat is moet de 7de bit een 0 zijn om aan te duiden dat het geen uniek adres is.
- Momenteel is alleen `1111110` in gebruik, in geval van EUI-64 eindigt dit adres dus op `fdff:ffff:ffff:fffe`. Deze anycast wordt gebruikt voor Mobile IPv6

Notities

## Verbinden met internet

- Providers ?
- Zelf een 6to4 tunnel maken
- Tunnel brokers : `http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_IPv6_tunnel_brokers`

Notities

## Een 6to4 tunnel maken op Linux

Stel: De kaart verbonden met internet is `12.34.56.78`

1. Zoek het juiste IPv6 adres: `2002:c22:384e::1` (2002 = 6to4, `c22:384e` = het IPv4 adres, laatste 80 bits = eigen keuze)
2. Maak de tunnel: `ip tunnel add mijn6to4 mode sit remote any local 12.34.56.78 ttl 64`
3. Zet hem aan: `ip link set dev mijn6to4 up`
4. Geef hem het IPv6 adres:
   `ip -6 addr add 2002:c22:384e::1/16 dev mijn6to4`
5. Toon hem de weg naar 't net: `ip -6 route add 2000::/3 via 2002:c058:6301::1 dev mijn6to4 metric 1`
   Momenteel kan men de gateway op de meeste distros ook als IPv4-compatibel adres schrijven (`::192.88.99.1`)

De tunnel wissen ? `ip -6 route flush dev mijn6to4 && ip link set dev mijn6to4 down && ip tunnel del mijn6to4`

Notities

## Eigen Netwerk

- Meerdere IP's per netwerkkaart mogelijk
- SLAAC
- DHCPv6
- Manueel

Notities

## StateLess Address AutoConfiguration

- Alles heeft bij het booten een link-local adres
- Stel MAC-adres is `01:23:45:67:89:ab`, dus link-local is `fe80::323:45ff:fe67:89ab`
- DAD wordt gebruikt om te horen of niemand anders dit adres al gebruikt
- ND wordt gebruikt om netwerkconfiguratie op te vragen
- Router kan een DHCPv6 server aanwijzen maar zal meestal vertellen welke netwerk prefix te gebruiken (de interface id is die van de link-local)

Notities

## DHCPv6

- Clients luisteren op udp/546, Servers op udp/547
- 'Wild' of op basis van DUID
- Linux clients: Wide of Dibbler
- Linux servers: ISC of Dibbler
- Extra info

Momenteel 3 types DUID's, type 1 gebaseerd op link-laag-adres en de tijd. Zie sectie 9.3 en 9.4 van RFC 3315 voor de andere types.

- DUIDtype, 16 bits, `0001`
- Hardwaretype, 16 bits, `0001` voor dingen met een MAC adres
- Link-laag-adres, lengte varieert (meestal MAC en dus 48 bits)

1 onverandelijk DUID per systeem

Notities

## Manueel

Stel we willen `eth0` het adres `2001::f` geven in een `/50` net

- `ifconfig eth0 inet6 add 2001::f/50`
- Resultaat: `inet6 addr: 2001::f/50 Scope:Global`
- Vergeet `ifconfig eth0 up` niet indien nodig
- `ifconfig eth0 inet6 del 2001::f/50` om het te wissen
- Kan ook met `ip`

Notities

## Routing

- Alle IPv6 routes tonen: `ip -6 route show`
- Alles voor internet via 2001::5 sturen:
  `ip -6 route add 2000::/3 via 2001::5`
- Routes wissen: `ip -6 route del 2000::/3 via 2001::5`
- `radvd`

Notities

## De Linuxkernel

- Instellingen in `/proc/sys/net/ipv6/conf/DEVICE/INSTELLING` (ook bereikbaar met `sysctl`). `DEVICE` kan ook `all` of `default` zijn.
- Belangrijkste `INSTELLING` is `forwarding`, deze geldt alleen voor `all`, gebruik netfilter voor details

Notities

## Mobile IPv6

- Als thuisadres een uniek maar GEEN link-local
- Care-of adres op andere locaties (mobiel systeem meld dit thuis)
- Mobiel systeem lijkt op 2 twee netwerken tegelijk te zitten
- Vreemde verbindingen eerst via thuis en daarna ook direct mogelijk.

Notities

## Veiligheid

- Firewall: netfilter6 geregeld met `ip6tables`
- Encryptie en authenticatie:
  - Altijd ondersteund, soms gebruikt
  - AES-128 of SHA1
  - Transport-modus: payload
  - Tunnel-modus: alles en nieuwe header

Notities

## Testen

IPv4 via directe verbinding met Telenet (Antwerpen) en IPv6 via tunnel van SixXs met als endpoint Easynet (Brussel) op dezelfde IPv4 verbinding

- `ping6 -c 50 -i 5 ipv6.google.com` : 2% verlies, 245s totaal, 48ms minimum, 50ms gemiddeld, 54ms maximum
- `ping -c 50 -i 5 google.com` : 10% verlies, 245s totaal, 14ms minimum, 16ms gemiddeld, 18ms maximum
- 50x Googlelogo (28KB) downloaden: 14 seconden over IPv6 en 8 seconden over IPv4
- 10x FreeBSD bootcd (51MB): 226 seconden via IPv6 en 215 seconden via IPv4

Notities

## Extra info

Zowat alles wat ik weet over IPv6 komt uit:

- RFC's
- Linux IPv6 HOWTO
- `http://en.wikipedia.org/wiki/Category:IPv6`
- O'Reilly boeken: IPv6 Essentials (2de editie), IPv6 Network Administration
- The Second Internet
- IRC kanaal #ipv6 op Freenode

Notities