

IPv6-protokolla

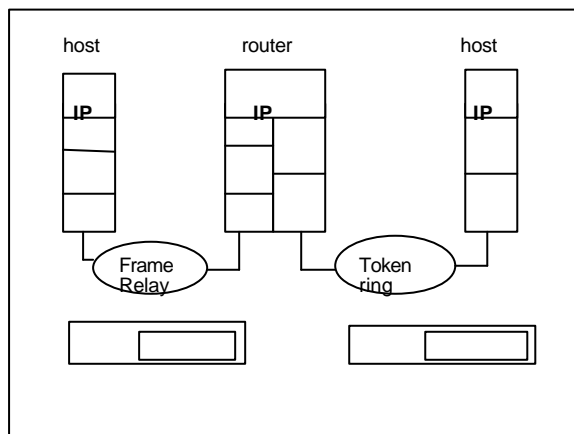
- **enemmän osoitteita**
 - 16 tavua osoitteelle=> osoitteita paljon!
- **virtaviivaistettu**
 - nopeampi käsittely reitittimissä => tehokkaampi
- **uusia piirteitä**
 - erilaisten sovellusten tarpeet huomioon
 - turvauspiirteet

2/601

Internet

- **Yhdistää hyvin erilaiset verkot yhteentoimivaksi kokonaisuudeksi**
 - kaikkien käytettävä samaa **IP-protokollaa**
 - kaikkien käytettävä samaa **IP-osoitustapaa**
- **verkkojen tarvitsee osata vain kuljettaa dataa lähettäjältä vastaanottajalle**
 - samantekevää kuinka sen tekee
 - verkko=> 'linkkiyhteys' tai tunneli

2/601



Internetin verkkokerros

- **Internet**
 - on kokoelma 'itsenäisiä' aliverkkoja eli autonomisia järjestelmiä (AS, Autonomous Subsystem)
 - joita yhdistää runkolinjat
- **IP-protokolla**
 - verkkotason protokolla, joka pitää Internetin koossa
 - tavoite: **kuljettaa paketti (datagram) lähteestä kohteeseen yli kaikkien tarpeellisten verkkojen**

2/601

IP-osoitteet

- **jokaisella verkon isäntäkoneella ja reitittimellä on oma yksikäsitteinen osoite muotoa**
 - verkon numero
 - isäntäkoneen numero
- **IPv4:n osoite on 32-bittinen**
 - luokallinen reititys (A-, B- ja C-luokan osoitteet)
 - **CIDR** (Classless Interdomain Routing)
 - verkko-osan pituus vaihtelee : a.b.c.d/'pituus bitteinä'
 - **200.23.16.0/20**

2/601

IP-osoitteiden jako

- ? **ICANN** (The Internet Corporation for Assigned Names and Numbers)
- ? the non-profit corporation that was formed to assume responsibility for the IP address space allocation, protocol parameter assignment, domain name system management, and root server system management functions previously performed under U.S. Government contract by IANA and other entities
- ? **Alueellinen jako**
 - ? APNIC Aasia
 - ? ARIN Amerikka + Etelä-Afrikka
 - ? **RIPE NCC** Eurooppa + lähialueet
 - ? näiden alla Internet-palvelujen tarjoajat (ISP Internet Service Provider)

2/601

Osoitteiden antaminen koneille

- **Manuaalisesti**
- **DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)**
 - DHCP-palvelin antaa asiakkaalle dynaamisesti osoitteen
 - lähiverkoissa, PPP-yhteyksissä, liikkuville asemille

2/601

	0	8	16	24	31
A:	0	verkko-os.		koneosoite	
B:	10	verkko-osoite		koneosoite	
C:	110	verkko-osoite		koneos.	
D:	1110	monilähetysosoite			
E:	11110	varattu tulevaan käyttöön			

IP-osoitteiden luokkam muodot

IP-osoitteiden luokkajako

- ? **A-luokka:** 126 verkkoa, 16 miljoonaa konetta/verkko
 - ? **B-luokka:** 16382 verkkoa, 65528 konetta/verkko
 - ? **C-luokka:** noin 2 miljoonaa verkkoa, kussakin korkeintaan 254 konetta
 - ? **D-luokka:** monilähetysosoite
 - ? **E-luokka:** varattu tulevaan käyttöön
- **Luokkajako osoittautui epäonnistuneeksi:**
 - ? C-luokassa koneita liian vähän => useita eri verkkoja
 - ? B-luokassa koneita liian paljon => hukkakäyttöä, B-osoitteet olivat loppua

2/601

Erikoisosoitteet

- 0 tarkoittaa omaa verkkoa tai omaa isäntäkoneetta
 - **0.0.0.0**
 - oma isäntäkone ('minä itse'), käytetään konetta käynnistettäessä
 - **0.a.b.c = 00 ... 000 | isäntäkoneen osoite**
 - isäntäkone omassa verkossa
- yleislähetykset
 - **255.255.255.255**
 - yleislähetys omassa verkossa, paketteja ei lähetetä toiseen verkkoon
 - **A.255.255.255, B.B.255.255, C.C.C.255,**
 - yleislähetys A-, B- ja C-tyypin verkkoon

C-osoitteiden käyttö

- **osoite testausta varten**
 - 127.xx.yy.zz
 - paketteja ei lähetetä, käsitellään vastaanotettuina
 - verkko 127 varattu tätä varten
- **Monilähetysosoitteita**
 - 224.0.0.1 kaikki tämän aliverkon koneet
 - 224.0.0.2 kaikki tämän aliverkon reitittimet

2/601

- **verkon kasvu => ongelmia**
 - kun tarvittiin lisää osoitteita => piti ottaa uusi verkko-osoite => yritykselle useita eri verkkoja
 - nimien/osoitteiden hallinta, reititys
 - konfiguraatiohallinta
 - koneen vaihto verkosta toiseen

2/601

Aliverkko-osoitteiden käyttö (subnets)

- **aliverkot B-osoitteiden avulla**
 - ? ulospäin verkko yhtenäinen, mutta sisäisesti jaettu **aliverkkoihin**
 - ? B-luokka => osa koneosoitteen biteistä aliverkon osoitteelle
 - ? verkonhallinta voi itse päättää aliverkko-osoitteiden jakamisesta

2/601

CIDR (Classless Inter Domain Routing)

- **IP-osoitteiden riittävyys!**
 - ? C-osoitteita paljon, mutta koneosoitteita vain 256
 - ? B-osoitteessa koneosoitteita riittävästi, mutta B-osoitteita vain 65536!
 - ? 100000 verkkoa jo 1996!
 - ? useassa B-verkossa alle 50 konetta
- **reititustaulujen koon kasvaminen**
 - ? reitittimien tunnettava kaikki verkot
 - ? => laskennan monimutkaisuus,
 - ? => tietojenvaihto vie paljon resursseja

2/601

CIDR-idea

- ? **varataan C-osoitteet peräkkäisinä lohkoina**
 - ? esim. 2000 osoitetta => varataan 8 peräkkäistä C-verkkoa (= $8 * 258 = 2048$)
- ? **jaetaan osoitteet neljään osaan, kukin osa varataan yhdelle maanosalle (Eurooppa, Pohjois-Amerikka, Etelä-Amerikka, Aasia+Pasific)**
 - ? kullekin noin 32 miljoonaa osoitetta
 - ? 320 miljoonaa jää vielä varastoon
- ? **reititetään myös maanosien mukaan**
 - ? osoitteet: 194.0.0.0 - 195.255.255.255 Eurooppaan

2/601

Paketin reititys

- ? **Reititys verkko-osoitteen perusteella**
 - ? Kun paketti saapuu reitittimeen, sen kohdeosoitteen verkko-osoite etsitään reititustaulusta ja nähdään, minne porttiin paketti tulee lähettää

Muihin verkkoihin
Verkko-osoite. 0 portti

Omaan (omiin) verkkoihin
Oma verkko. host portti

2/601

- ? kun paketti saapuu, sen kohdeosoite etsitään reititustaulusta

- ? jos etäverkko => seuraavalle reitittimelle
- ? jos sama verkko => kohdekoneelle
- ? jos ei löydy reititustaulusta, ohjataan reitittimelle, joka tietää enemmän

2/601

- ? **Osoitteen luokka kertoo verkko-osoitteen bitit ja koneosoitteen bitit**
- ? **CIDR => verkko-osoitteen koko vaihtelee**
- ? **CIDR:n käyttö vaatii maskin, joka kertoo, mitkä bitit kuuluvat verkko-osoitteeseen ja mitkä koneosoitteeseen**
- ? **samoin aliverkko-osoitteita käytettäessä tarvitaan aliverkkomaski**

2/601

?

?

?

? palvelutyyppi otettu paremmin huomioon
 ? multimedia

? yhteensopiva Internetin protokollien kanssa
 ? osoitteiden koko
 ? ei ole yhteensopiva IPv4:n kanssa

2601

IPv6-otsake

.V = version, P = Priority

V	P	Flow label	
Payload length		Next header	Hop limit
Source address (16 tavua)			
Destination address (16 tavua)			

?

?

?

Otsakekentät

? Versio (version)
 ? aina 6 IPv6:lle ja 4 IPv4:lle

? prioriteetti (priority)
 ? 0-7 ruuhkatilanteessa voi hidastaa
 ? 8-15 tosiaikapaketteja (video/audio)
 ? isompi numero, tärkeämpi paketti

? vuonimiö (flow label)
 ? pseudoyhteys, jolla tietyt ominaisuudet ja vaatimukset (esim. viive, viipeen vaihtelu jne)
 ? vuot muodostetaan etukäteen ja niille annetaan tunnus: lähde- ja kohdeosoite ja vuonumero

2601

? kuorman pituus (payload length)
 ? paketin koko (ilman otsaketta)

? seuraava otsake (next header)
 ? otsikon laajentaminen
 ? 6 otsikon laajennusosaa
 ? viimeisessä kertoo kuljetusprotokollan (TCP, UDP)

? hyppyraja (hop limit)
 ? hyppylaskuri, vähenee joka hyppyllä

? source address, destination address
 ? 16 tavun osoitteita

?

?

?

IPv4:n kentistä puuttuvat

? paketin paloitteeluun liittyvät kentät
 ? kaikki kykenevät käsittelemään ainakin 576 tavun paketteja
 ? lähettäjä huolehtii, että paketti on riittävän pieni
 ? reititin ilmoittaa virheestä, jos se havaitsee liian suuren paketin => ohjeet pilkkoo paketti pienemmäksi

? tarkistussumma
 ? ei lasketa verkkokerroksella
 ? luotettavimmat verkot
 ? siirtoyhteyserro laskee / kuljetuserro laskee

2601

IPv6-otsake	Laajennus-otsake	...	Laajennus-otsake	TPDU
-------------	------------------	-----	------------------	------

Ei yhtään, yksi tai useita laajennusotsikoita

Seuraava otsake -kenttä (Next header Field)

- * ilmoittaa minkä tyyppinen otsakekenttä seuraa IPv6-otsaketta
- * seuraaja voi olla jokin laajennusotsake tai ylempään protokollan, kuten TCP:n tai UDP:n otsake

Laajennusotsakkeet

- ? **Hop-By-Hop- optioiden otsake**
 - ? tietoja reitittimille, käsitellään joka reitittimessä
- ? **reititysotsake** (Routing header)
 - ? laajennettu reititys -IPv4:n lähdereititys,
 - ? vaadittu reitti tai reitin osa
- ? **paloitteluoatsake** (Fragmentation header)
 - ? paloitteluun ja kokoamiseen liittyvää tietoa
- ? **autentikointiotsake** (Authentication header)
 - ? paketin ehyys ja autentikointi (= taattu lähettäjän identiteetti)
- ? **turvavun kuorman otsake** (Encapsulating Security Payload header)
 - ? pakettien salakirjoitus
- ? **kohdeoptioiden otsake** (Destination Options header)
 - ? paketin vastaanottajille tarkoitettua tietoa

2/601

Otsakkeiden järjestys

? **Standardin otsakkeet myös annetaan edellä esitetystä järjestyksessä**

- ? Poikkeuksena ovat kohdeoptioiden otsakkeet
 - ? Optiot voidaan tarkoittaa myös usealle kohteelle. Tällöin annetaan ensimmäinen osoite kohdeosoitteen kentässä ja muiden kohteiden lista reititysotsakkeessa.
 - ? Tällainen kohdeoptioiden otsake esiintyy heti hop-by-hop-otsakkeen jälkeen.
 - ? Jos otsakkeen tiedot on tarkoitettu vain paketin viimeiselle vastaanottajalle. Niin annetaan viimeisenä laajennuksena.

2/601

IPv6:n prioriteetit

- ? **ruuhkavalvottu liikenne (esim. TCP)**
 - ? viive saa jossain määrin vaihdella
 - ? pakettien järjestys saa muuttua
- ? **ruuhkavalvomaton liikenne**
 - ? tosiaikavideo tai audio
 - ? vakionopeus ja vakioviive => tasainen pakettivirta
- ? **prioriteetti suhteessa muihin saman lähteen paketteihin**
- ? **prioriteetti suhteessa saman liikennetyypin paketteihin**
 - ? ruuhkavalvotun ja valvomattoman liikenteen välillä ei ole määritelty prioriteettia

2/601

Ruuhkavalvottu liikenne

? **Prioriteetit 0-7**

- 0 määrittelemätön liikenne (uncharacterized traffic)
- 1 täyttöliikenne (filler traffic) **verkkouutiset, USENET-sanomat**
- 2 liikenne, jota käyttäjä ei dottele (unattended data traffic) **sähköposti**
- 3 ei vielä käytössä
- 4 käyttäjän odottama massasiirto (attended bulk traffic) **FTP, HTTP**
- 5 ei vielä käytössä
- 6 interaktiivinen liikenne (interactive traffic) **TELNET, X**
- 7 verkon valvontaliikenne (Internet control traffic) **SNMP, OSPF, BGP**

2/601

Ruuhkavalvomaton liikenne

? **Prioriteetit 8-15**

- 8 sopivin hävitettäväksi
 - esim. teräväpiirtovideo, jossa runsaasti redundanssia
-
- 15 huonoin hävitettäväksi
 - esim. puhelinkeskustelu, jossa kadonneet paketit aiheuttavat äänen ptkimistä ja häiriöääniä linjalla

2/601

Vuonimiö

? **Vuo**

- ? peräkkäisten pakettien jono samasta lähteestä samoille vastaanottajille, jota reitittimien halutaan käsittelevän tietyllä tavalla
 - ? tiedostonsiirto usealla TCP-yhteydellä => yksi vuo
 - ? multimediakonferenssi => monta erilaista vuota
- ? lähdeosoite + 24-bittinen vuotunnus identifioi vuon
 - ? kaikille saman vuon paketeille sama tunnus

2/601

?

Reitittimelle vuo on joukko peräkkäisiä paketteja, joita tulee käsitellä tietyllä tavalla

- ? samat resurssivaraukset
- ? samat turvallisuusvaatimukset
- ? samat säännöt pakettien hävittämiseen
- ? samat etuoikeudet jonoissa
- ? samat vaatimukset aliverkon palvelunlaadulle
- ? sama laskutus

2601

?

Vuonimiö on pelkkä tunniste

- ? on erikseen esitettävä, mitä toimintoja kuhunkin nimiöön liittyy
- ? neuvottelemalla etukäteen reitittimen kanssa valvontaprotokollaa käyttäen
- ? ilmoittamalla paketteja lähetettäessä otsakkeissa halutut toiminnot
 - ? Hop-By-Hop -option otsakkeessa
- ? voidaan pyytää tiettyä palvelunlaatua (QoS) tai tosiaikaista palvelua

2601

Vuonimiöiden käsittely solmuissa

- ? Jos ei osaa käsitellä, niin jätetään huomiotta
- ? jos sama vuonimiö, niin oltava myös
 - ? sama kohde- ja lähdeosoite
 - ? sama prioriteetti
 - ? samat hop-by-hop-optiot (jos käytössä)
 - ? samat reititysoptiot (jos käytössä)

jotta reititin pystyy käsittelemään paketin pelkän vuonimiön perusteella

- ? lähde antaa vuotunnisteen ja pitää kirjaa niistä
 - ? noin 16 miljoonaa tunnistetta
 - ? valitaan satunnaisesti
 - ? sama tunniste uudelleen käyttöön vasta kun sitä ei enää käytetä

2601

Hop-by-hop -optioiden laajennusotsake

Next Header	Hrd Ext Len	
One or more options		

Next Header: seuraavan otsakkeen tyyppi
Header Extension Length: otsakkeen pituus 64 bitin osina ensimmäisen 64 bitin lisäksi

jumbogrammi

- ? ainoa hop-to-hop- optio toistaiseksi
- ? suuria paketteja tarvitaan
 - ? supertietokoneille
 - ? suurien videopakettien siirrossa
 - ? erittäin nopeilla yhteyksillä

datagrammin pituus 4 tavulla

next header	otsakkeen (lisä) pituus	option tyyppi	0	194	0
-------------	-------------------------	---------------	---	-----	---

Jumbo payload length (> 65535 tavua)

Maksimikooksi yli 4 Gtavua

2601

Paloittelu (fragmentation)

- ? IPv6: sanoman paloittaa lähettäjäsolmu
 - ? ei enää reititin
 - ? reititin hylkää liian suuret paketit
- ? path discovery -algoritmi:
 - ? lähettäjä selvittää reitillä olevan pienimmän MTU:n (Maximum data unit), jotta osaa paloittaa sopiviksi osiksi
 - ? 576 tavun paketti on kaikkien pystyttävä välittämään

2601

