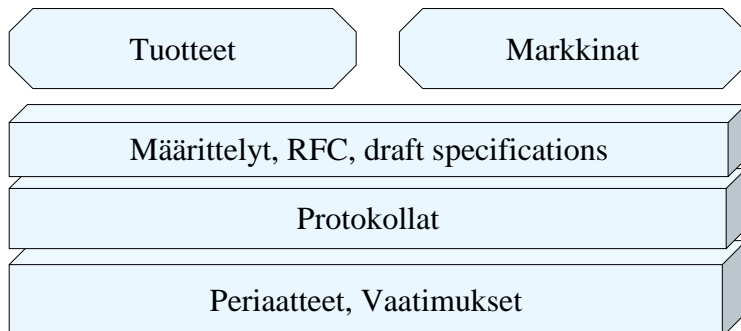


Internet perusteet

Internet perusteet
Osoitteet
IPv4 ja ICMP -protokollat
ARP - Address Resolution Protocol

Analyysin tasot



Internet Architecture Principles

End-to-end principle

- All control in end stations
 - e.g. error and flow control
- The network can not be trusted
- User must in any case check for errors -> network control redundant
- More reliable transport works for IP
- No state information/connection in the network
 - packets routed independently
- Same principle as in distributed systems

by Dave Clark

Internet Architecture Principles

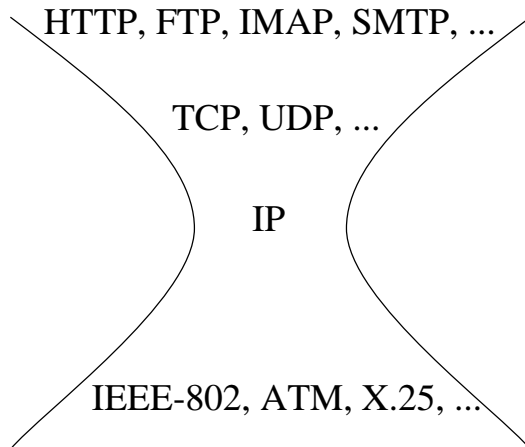
IP over everything

- Interconnection based on IP overlay over all kinds of networks
 - framing or encapsulation
 - address resolution
 - IP-address to network address for each transport technology
 - unique IP-address
- Interconnection based on translation:
 - e.g. signalling interworking - imperfect mapping
 - IPv4 to IPv6 mapping!

by Vinton Cerf

Internet Architecture Principles

IP over everything

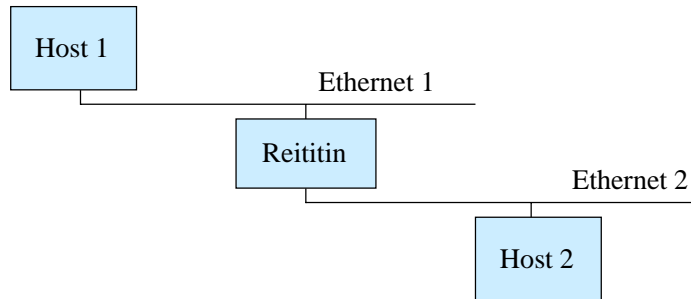


Internet Architecture Principles

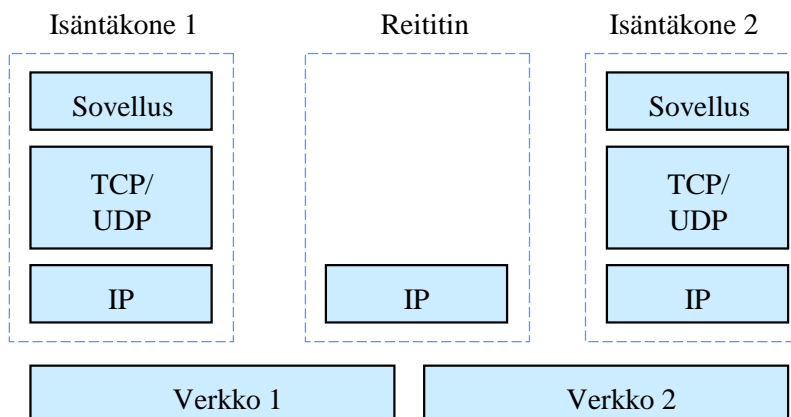
Connectivity is its own reward

- The value of a network increases in proportion to the square of the number of nodes on the network (Robert Metcalf's law)
- Be liberal with what you receive, conservative with what you send
 - try to make your best to understand what you receive
 - maximum adherence to standard when sending
- Snowballing effect keeps all interested in connectivity thus keeps adhering to standards

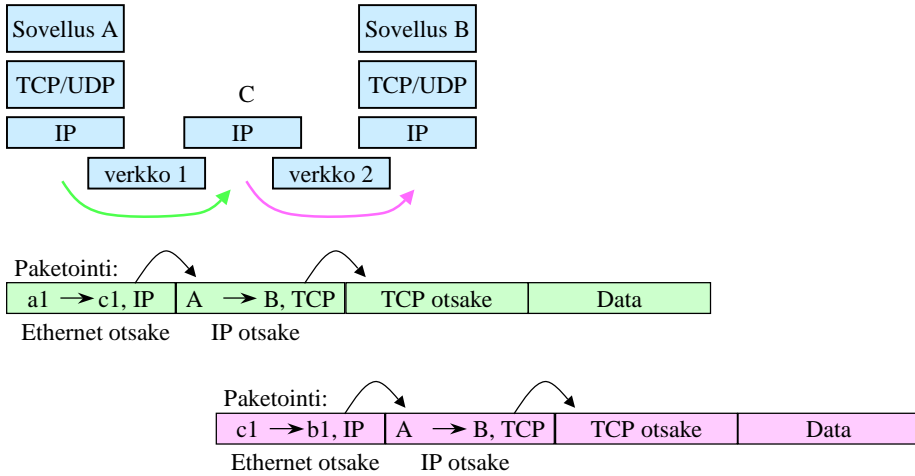
Yhdistämällä Ethernet segmentit reitittimellä segmenttien liikenteet pystytään erottamaan



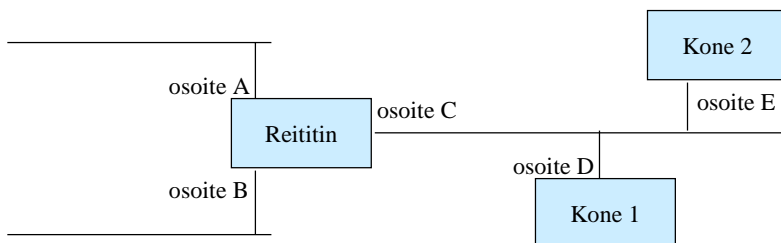
Internet kerrosmalli - isäntäkoneet ja reitittimet



Internet kerrosmalli - sanomien välitys

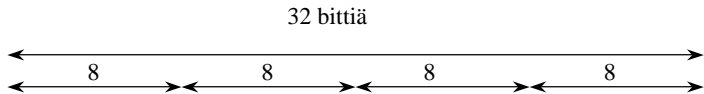


IP-osoite määrittelee rajapinnan (interface)



IPv4 osoiteformatit

- Alunperin kahden tason (verkko, isäntä) hierarkia:



1981

MSB(t)		Verkko	Isäntäkone	Luokka
0	7 bittiä	24 bittiä		A
10	14 bittiä		16 bittiä	B
110	21 bittiä		8 bittiä	C
1110	28 bittiä - multicast osoite			D
1111	Kokeiluja ja myöhempää käyttöä varten			E

IPv4 osoiteformatit

1984

- Uusi taso helpottaa verkon ylläpitoa

Verkko	Aliverkko	Isäntäkone
--------	-----------	------------

- Esimerkkejä:

Mask	IP osoite	Verkko	Aliverkko	Isäntäkone
0xFFFF0000	10.27.32.100	A: 10	27	32.100
0xFFFFFE00	136.27.33.100	B: 136.27	16 (32)	1.100
	136.27.34.141	136.27	17(34)	0.141
0xFFFFF0C0	193.27.32.197	C: 193.27.32	3(192)	5

High order bits:

0 0 - 127. --> A-class

10.... 128. - 191. --> B-class

110...192. - 223. --> C-class

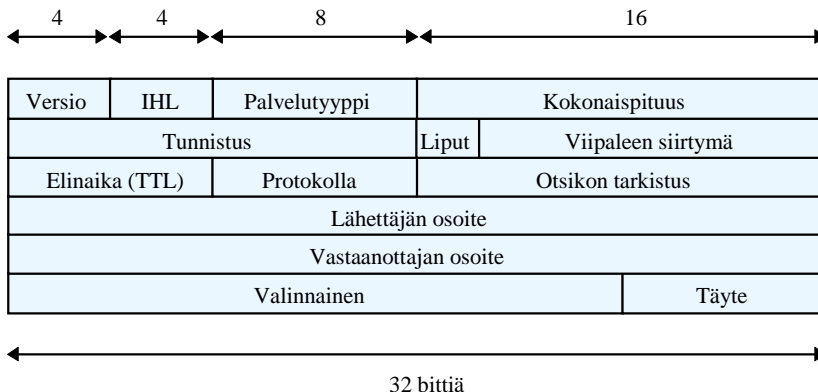
Without right zeroes (and with right zeroes)

Later updated by CIDR

Erikoisosoitteet

- Tuntematon verkko korvataan 0:lla
 - Vain lähdeosoitteena
 - 0.0.0.0 = ”tämä isäntäkone tässä verkossa”
 - 0.X.Y.Z = ”isäntäkone X.Y.Z tässä verkossa”
- Yleislähetysosoite 255.255.255.255
 - Kaikki isäntäkoneet paikallisessa verkossa
- Yleislähetysosoite A.255.255.255, B.B.255.255, C.C.C.255
 - Kaikki isäntäkoneet tietyssä verkossa
- Loopback-osoite 127.X.X.X (yleensä 127.0.0.1)
 - Sisäinen lähetys yhdessä isäntäkoneessa
- Multicast-osoitteet

IP paketin otsikko



*Oletus: Lähtettäjä tietää oman osoitteensa
jos ei --> itsekonfigurointi (RARP, BOOTP, DHCP - dynamic host conf. protocol)*

IP versio	IP version numero. Nykyinen versionumero on 4.
IHL	Internet header's length. IP -otsikon pituus ilmaistuna 32 -bittisten sanojen määränä.
Palvelutyyppi	Sisältää kaksi alikenttää, 3MSB:paketin prioriteettia + palvelutyyppi.
Paketin kokonaispituus	Koko datapaketin, IP -otsikko mukaanlukien kokonaispituus ilmaistuna oktettien määränä.
Tunnistus, liput ja offset	Käytetään jaettaessa isoja datapaketteja pienemmiksi osiksi tiettyjä siirtotien osia varten.
TTL	Datapaketin elinikä. Luku, josta vähennetään verkon laatua kuvaava kokonaisluku kaikissa kohdatuissa reitittimissä. Paketin reitittäminen päättyy, kun TTL saa arvon 0.

Protokolla	Protokolla, jolla vastaanottavan Hostin tulee käsitellä datapaketti. Esim. TCP, UDP tai ICMP.
Tarkistussumma	Otsikon tarkistussumma, lasketaan 16 bittisenä yhden komplementtina.
Lähdeosoite	Paketin lähettäneen isäntäkoneen osoite.
Kohdeosoite	Sen isäntäkoneen osoite, jolle paketti on lähetetty.
Optiot	Käytetään erityisinformaation lähettämiseen. Yksittäiset paketit voivat sisältää useita optiokenttiä.

IP paketin otsikon reitityksen kannalta tärkeät tiedot ovat kohdeosoite ja TTL

Versio	IHL	<i>Palvelun tyyppi</i>	Kokonaispituus	
Tunnistus			Liput	Viipaleen siirtymä
<i>TTL - elinaika</i>	Protokolla		Otsakkeen tarkistussumma	
<i>Lähdeosoite</i>				
<i>Kohdeosoite</i>				
Optiot				Täytebitit

- TTL muuttuu -> uusi tarkistussumma
- Optiot (m.m. lähdereititys)
 - käytetään harvoin.

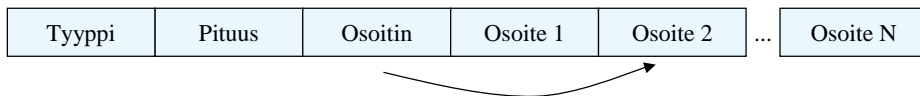
Palvelun tyyppi

Prioriteetti	D	T	R	C	
--------------	---	---	---	---	--

- Reitin valintakriteeri
 - D - viiveen minimointi
 - T - siirtokapasiteetin maksimointi
 - R - luotettavuuden maksimointi
 - C - kustannusten minimointi
 - Vain yksi valintakriteeri kerralla sallittu
- Prioriteetti
 - Suurin arvo otetaan jonosta ensin reititettäväksi
- Käytännössä näitä ei yleensä käytetä
- DiffServ käyttää kenttää eri tavalla

Lähdereititys

- Toteutetaan ”source routing” optiolla
 - Loose source routing (tyyppi 131)
 - Paketti lähetetään listan seuraavaan osoitteeseen normaalilla reitityksellä.
 - Strict source routing (tyyppi 137)
 - Paketti lähetetään listan seuraavaan osoitteeseen. Jos siihen ei löydy suoraa linkkiä, paketti tuhotaan.
- Käytetään harvoin



ICMP - Internet Control Message Protocol

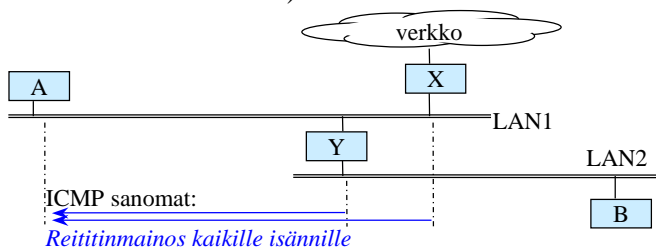
- ICMP antaa lähettäjälle palautetta verkon toiminnasta
- Kaikkien hostien ja reitittimien täytyy tukea ICMP:tä
- ICMP paketti lähetetään takaisinpäin, jos esim.
 - vastaanottajaa ei tavoiteta
 - reititin tuhoaa paketin
 - elinaika loppuu (TTL = 0)
- Jos ICMP viesti tuhotaan, ei generoida uutta ICMP-viestiä (jottei tule ”lumivyöryä“)

ARP - Address resolution protocol

- Address Resolution Protocol (RFC 826)
- ARP sovittaa IP:n allaolevaan verkkoon
- IP-osoite -> MAC-osoite
- Joka teknologia vaatii oman ARP sovituksen
 - Helppoa, jos teknologia tukee yleis- tai monilähetystä
 - Ethernet, Token Ring, FDDI
 - ATM:ssä tarvitaan ARP-palvelin
 - Käsini määritelty osoite
 - X.25, ISDN, Frame-Relay
- Toimii suoraan Ethernetin päällä (ei IP:n päällä)

Reitittimen löytäminen

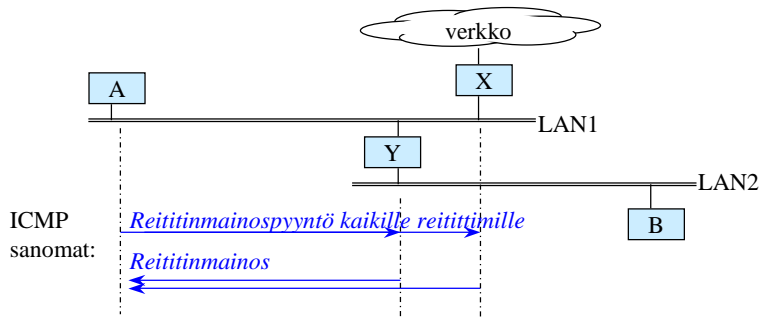
- Reitittimet lähettävät mainoksia kaikille isännille säännöllisesti (esim. 7 minuutin välein)



- Mainos sisältää
 - listan reitittimen osoitteista.
 - osoitteiden preferenssit, joilla merkataan normaali-, vara- jne reititin tai reititinosoite (oletusreitittimen preferenssi on korkein)
 - tiedon elinaika (esim. 30 min)

Reitittimen löytäminen

- Isäntäkone joutuisi odottamaan jopa 7 minuuttia ennen kuin se voi lähettää paketteja oman aliverkon ulkopuolelle
- Mainospyynnön avulla isäntäkone saa mainokset heti

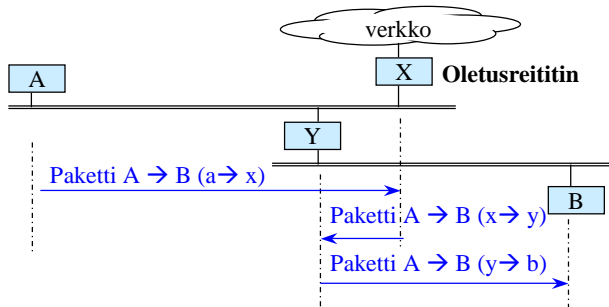


Reitittimen löytäminen

- Isäntäkone valitsee korkeimman prioriteetin samassa aliverkossa olevan reitittimen oletusreitittimeksi
- Kaikki aliverkon ulkopuolelle menevät paketit lähetetään default-reitittimeen

Verkossa voi olla useita reitittimiä, joista pitää löytää se, joka on lähinnä kohdetta

- Oletusreitittimen kautta lähetetty paketti saapuu kohteeseen, mutta saattaa tuhllata verkon resursseja.

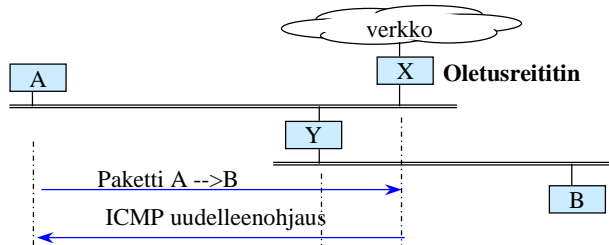


S-38.121 S-02 / Rka, NB

Internet-28

Verkossa voi olla useita reitittimiä, joista pitää löytää se, joka on lähinnä kohdetta

- Reititin voi lähettää uudelleenohjauksen osoittaakseen lyhyemmän reitin kohteeseen



Tyyppi	Koodi	Otsikon tarkistussumma
IP osoite --> reititin=Y		
Internet otsikko + 64 bittiä alkuperäisestä datagrammista		

Tyyppi:

5 – uudelleenohjaus

Koodi:

0 – uudelleenohjaus verkolle

1 – uudelleenohjaus kohteelle

2 – uo palvelutyyppille ja verkolle

4 – uo palvelutyyppille ja isäntäkoneelle

S-38.121 S-02 / Rka, NB

Internet-29

Isäntäkoneen täytyy saada palautetta ensimmäiseltä reitittimeltä, jotta se ei lähettäisi “mustaan aukkoon”

Palautteeksi kelpaa

- TCP tason kuittaukset
- Reititinmainokset
- ARP-vastaukset
- ICMP kaiku vastaus (ping)

Reitittimien välillä reititysprotokollat huolehtivat viallisten reitittimien paljastamisesta

DNS - Domain Name Service

- Miksi DNS?
 - Helpompi muistaa nimiä kuin osoitteita
 - Osoite voi muuttua, nimi pysyy samana
 - Useita osoitteita / isäntäkone
- Nimi → osoite
- DNS ei vaikuta reititykseen

Reititys Internetissä

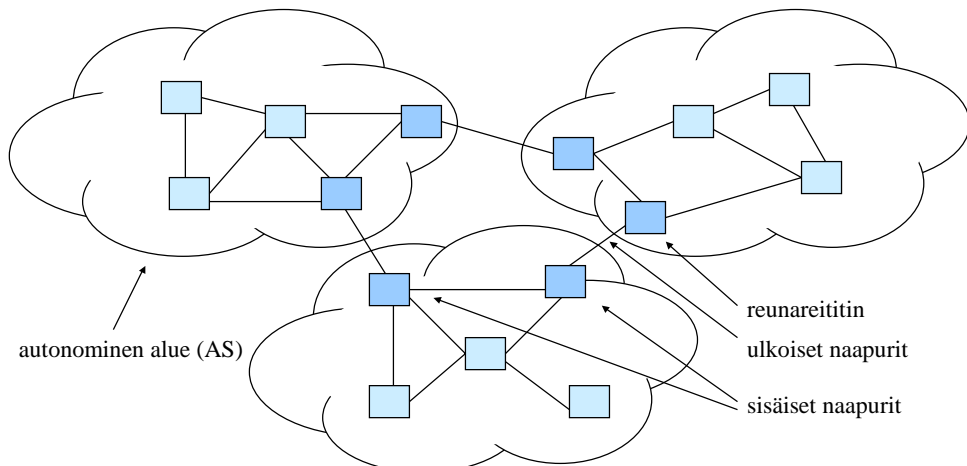
Reititys voi olla staattista tai dynaamista

- Staattinen reititys perustuu käsin määriteltyihin reititystauluihin
 - Static routing is used when e.g. two peer providers do not trust each other or
 - To connect an organisation to a Service Provider with a single connection
 - Static routing is difficult to maintain
- Dynaaminen reititys perustuu protokolliin, jotka luovat ja ylläpitävät reititystauluja automaattisesti
 - Examples of routing protocols are RIP, OSPF, BGP...
 - E.g. to connect an organisation with multiple links to the Internet

Internetin reititys perustuu reititysprotokolliin, joilla kerätään lähtötiedot

- Internetiin ei liity off-line reitityssuunnittelua
- Ainoastaan mitoitus tehdään off-line
- Itse reititys toimii kokonaan automaattisesti
- Reitittimet kommunikoivat keskenään reititysprotokollan avulla
- Reititysalgoritmi hakee lyhimmän (halvimman) reitin jokaiseen kohteeseen

Reititys jaetaan sisäiseen ja ulkoiseen



Tällä kurssilla käsitellään käytännössä vain sisäistä reititystä.

Reititys jaetaan sisäiseen ja ulkoiseen

- Autonominen alue (Autonomous System, AS)
 - Joukko verkkoja, joilla on yhteinen reititysstrategia, ja joita hallinnoi yksi organisaatio
- Reunareititin (Border router)
 - Vähintään yksi naapuri kuuluu eri autonomiseen alueeseen

Reititys jaetaan sisäiseen ja ulkoiseen

- Sisäisiä reititysprotokollia
 - Routing Information Protocol (RIP)
 - Open Shortest Path First (OSPF)
 - IGRP
 - IS-IS
- Ulkoisia reititysprotokollia
 - External Gateway Protocol (EGP)
 - Border Gateway Protocol version 4 (BGP-4)

Reititysalgoritmit

- Etäisyysvektori
 - Etäisyysvektoreita lähetetään, kunnes verkon tila on stabiloitunut
 - Reitittimet muodostavat reitit yhteistyössä
- Linkkitila
 - Topologiatietokantoja lähetetään säännöllisesti
 - Jokainen reititin muodostaa reitit itsenäisesti

Reititysalgoritmien ominaisuudet

Etäisyysvektori

- + Yksinkertainen ja kevyt
- Konvergoituu hitaasti
- Vain yksi reitti per kohde
- Vain yksi kustannusfunktio

Linkkitila

- Monimutkainen ja raskas
- + Konvergoituu nopeasti
- + Tukee useita reittejä per kohde
- + Tukee erilaisia kustannusfunktioita