



S-38.1105 Tietoliikennetekniikan perusteet

Pakettikytkentäiset verkot



Kertausta: Verkkojen OSI-kerrosmalli

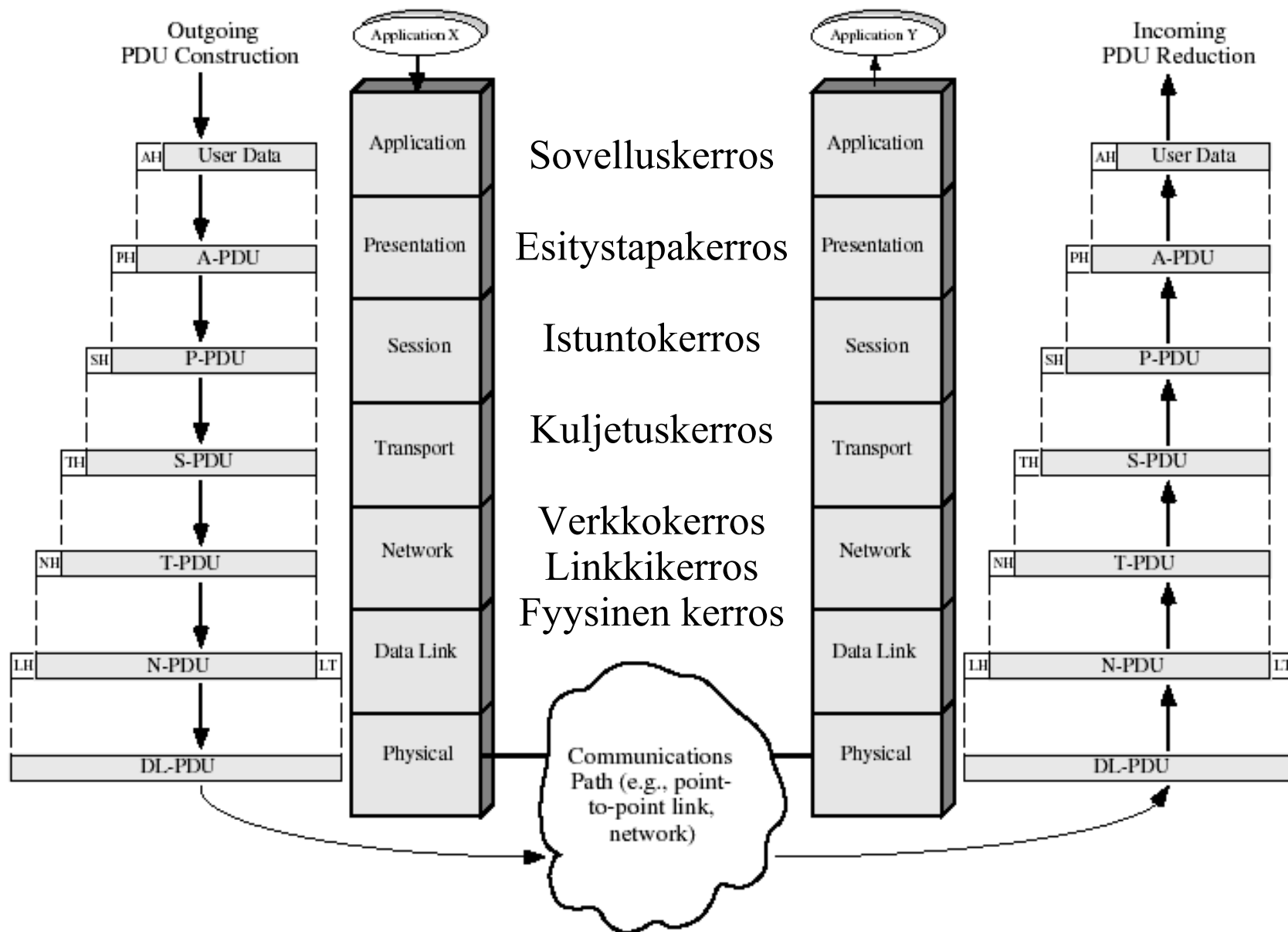
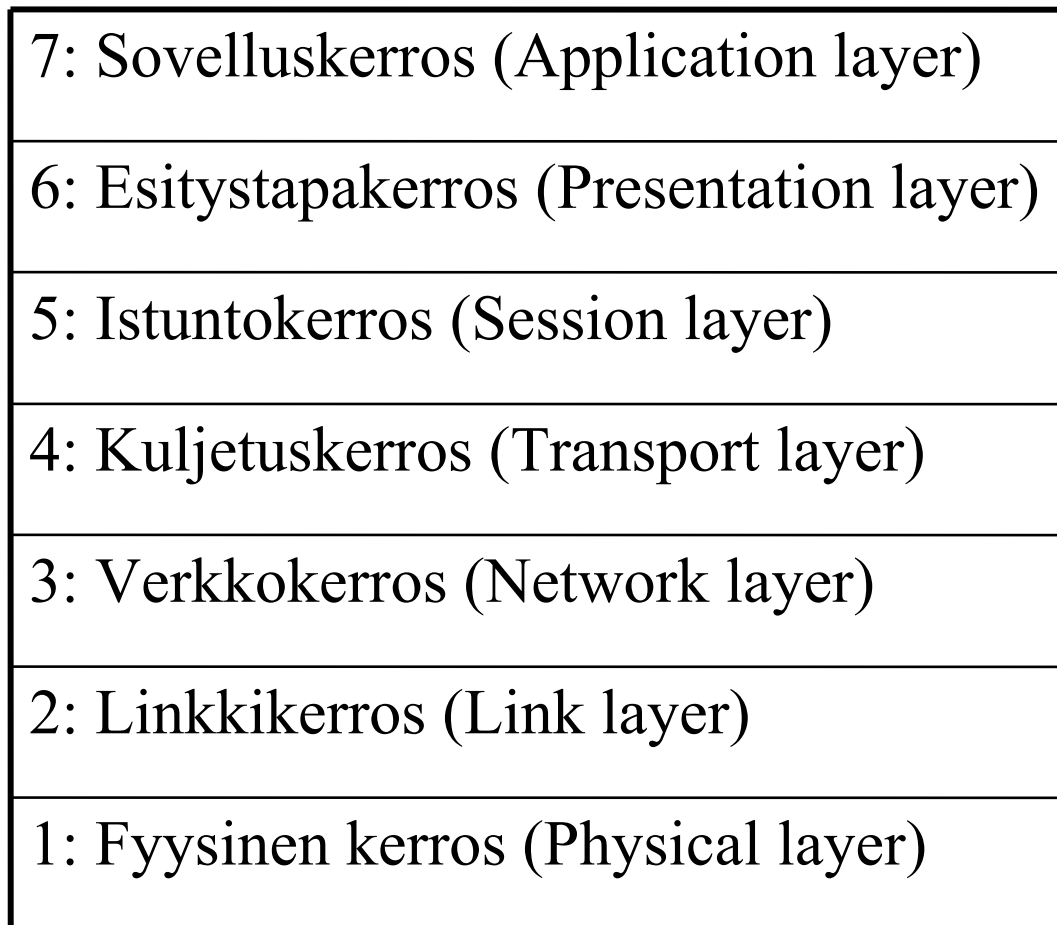


Figure 2.6 The OSI Environment

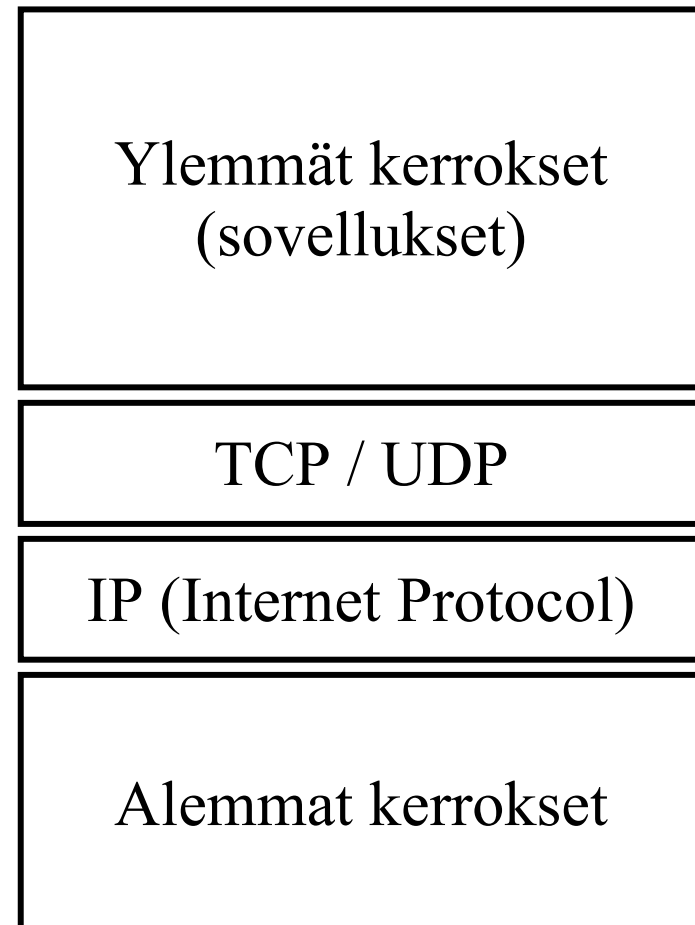


Kertausta: OSI-malli vs. Internet

OSI-mallin pino



Internetin TCP/IP pino





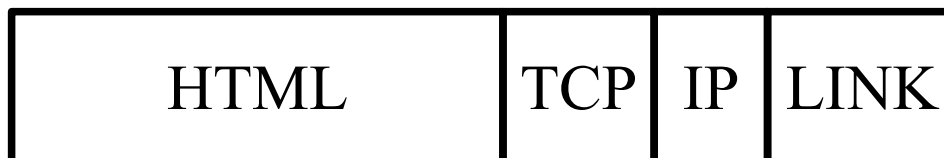
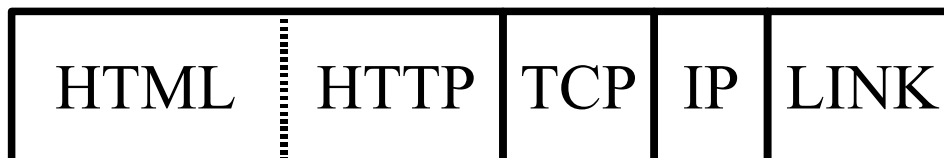
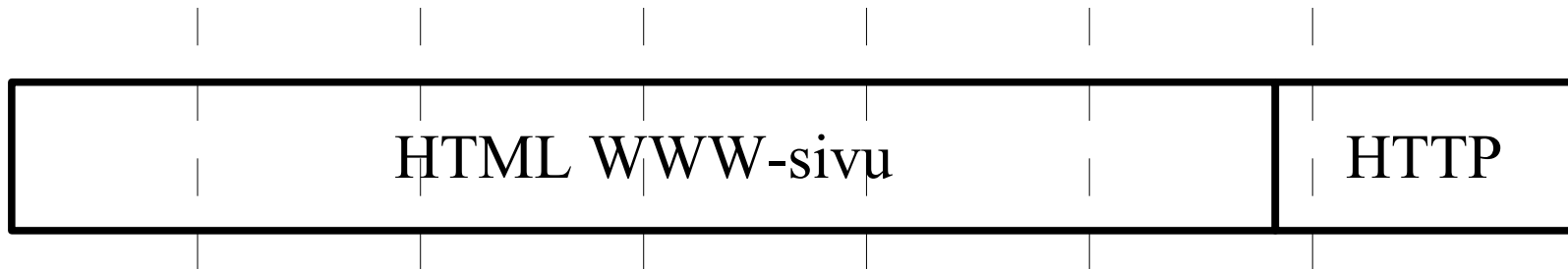
Esimerkki: WWW

Webisivun lataaminen

- Tietokoneessa pyörii WWW-selain (*sovelluskerros*)
- Sivu kuvattu dokumenttina HTML-kielellä (*esitystapakerros*)
- Sivut ladataan HTTP-protokollalla (*istuntokerros*)
- HTTP puolestaan käyttää TCP-protokollaa, joka pilkkoo dokumentin pienemmiksi tietopaketeiksi (*kuljetuskerros*)
- Nämä tietopaketit puolestaan löytää perille WWW-palvelimelle IP-protokollan avulla (*verkkokerros*)
- IP-paketit siirretään reitittimien ja kytkinten välillä kaapelissa (*linkki- ja fyysinen kerros*)



Esimerkki: WWW





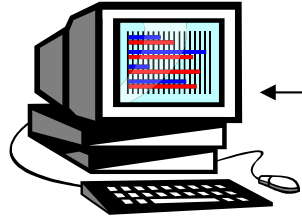
Esimerkki: WWW

Tietoliikenteessä tarvittavat laitteet (esim. TKK)

- *Työasema ja WWW-palvelin* yhteyden päissä
- Välissä Tietoliikenne- ja tietoverkkotekniikan laitoksen *kytkimet*, jotka yhdistää työasemat TKK:n runkoverkkoon
- TKK:n runkoverkossa *reitittimiä*, jotka yhdistävät laitoksia FUNET-verkkoon
- FUNET-verkon reitittimet yhdistetty toisiin reitittimiin
- Nämä reitittimet puolestaan toisiin, jne.
- WWW-palveluntarjoajan verkossa todennäköisesti vastaavia kytkimiä
- Lopulta tietopaketit päätyvät WWW-palvelimelle



Kertausta: OSI-mallin esimerkki

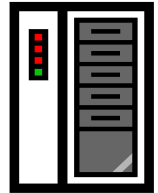


Työasema

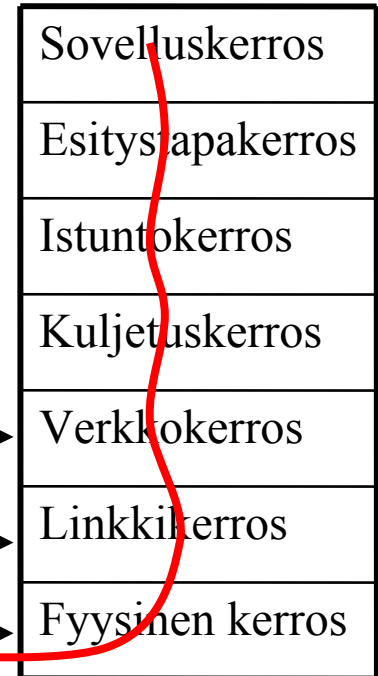
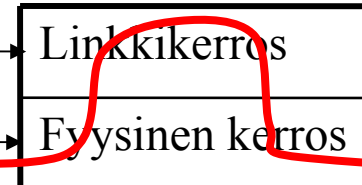
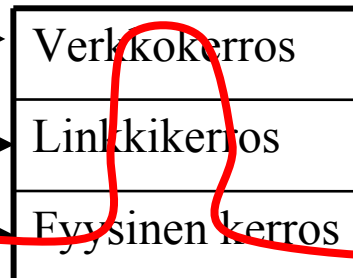
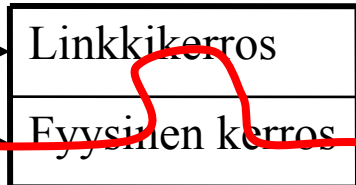
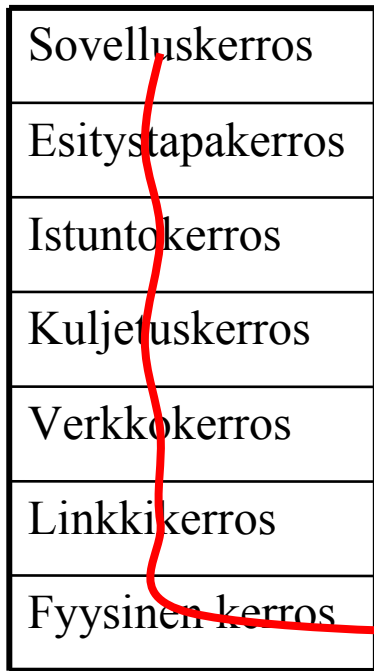
Kytkin

Reititin

Kytkin



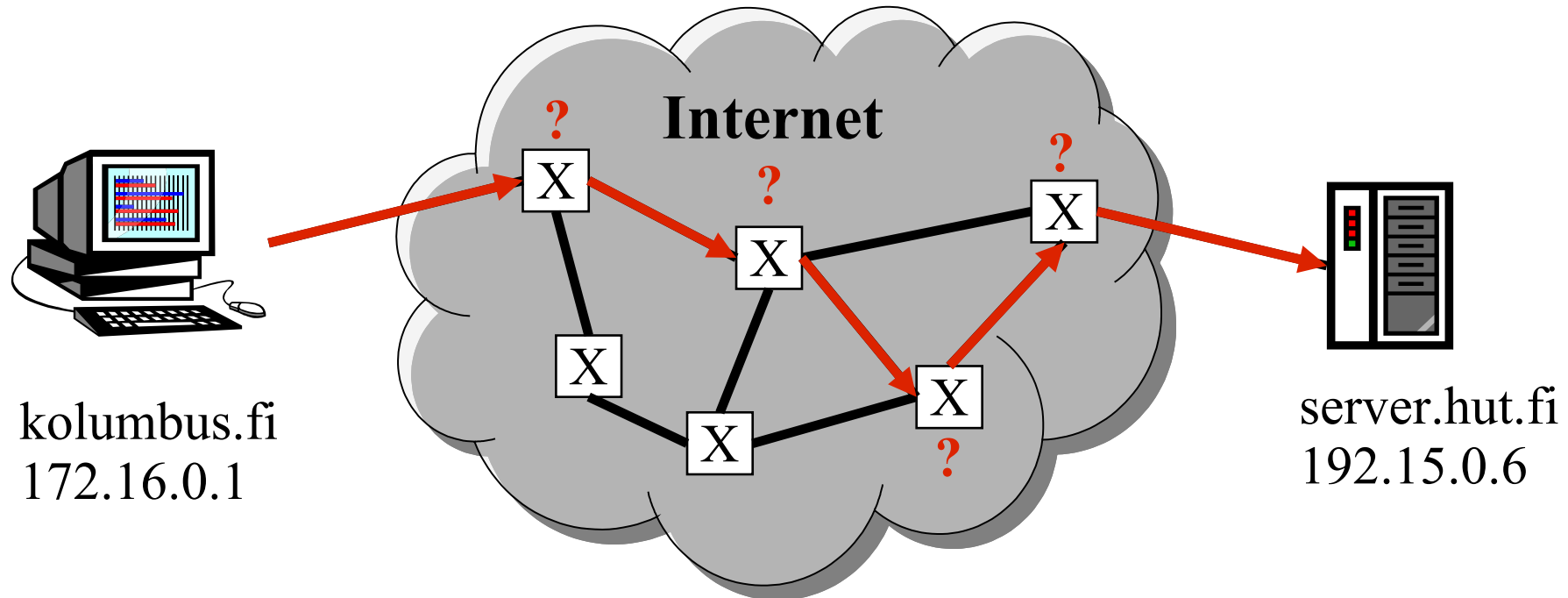
Palvelin



Näitä yleensä monta



Internet – Avoin TCP/IP pohjainen verkko



- Jokainen Internetin tietokone (host) tunnustetaan IP-osoitteella
- Jokainen IP-osoite voidaan assosoida nimeen (domain name)
- Kaikki Internetin liikenne kulkee IP-paketteina (IP packets)
- Jokainen IP-paketti sisältää lähde- ja kohdeosoitteen
- Reititin ohjaa saapuvan IP-paketin seuraavalle reitittimelle



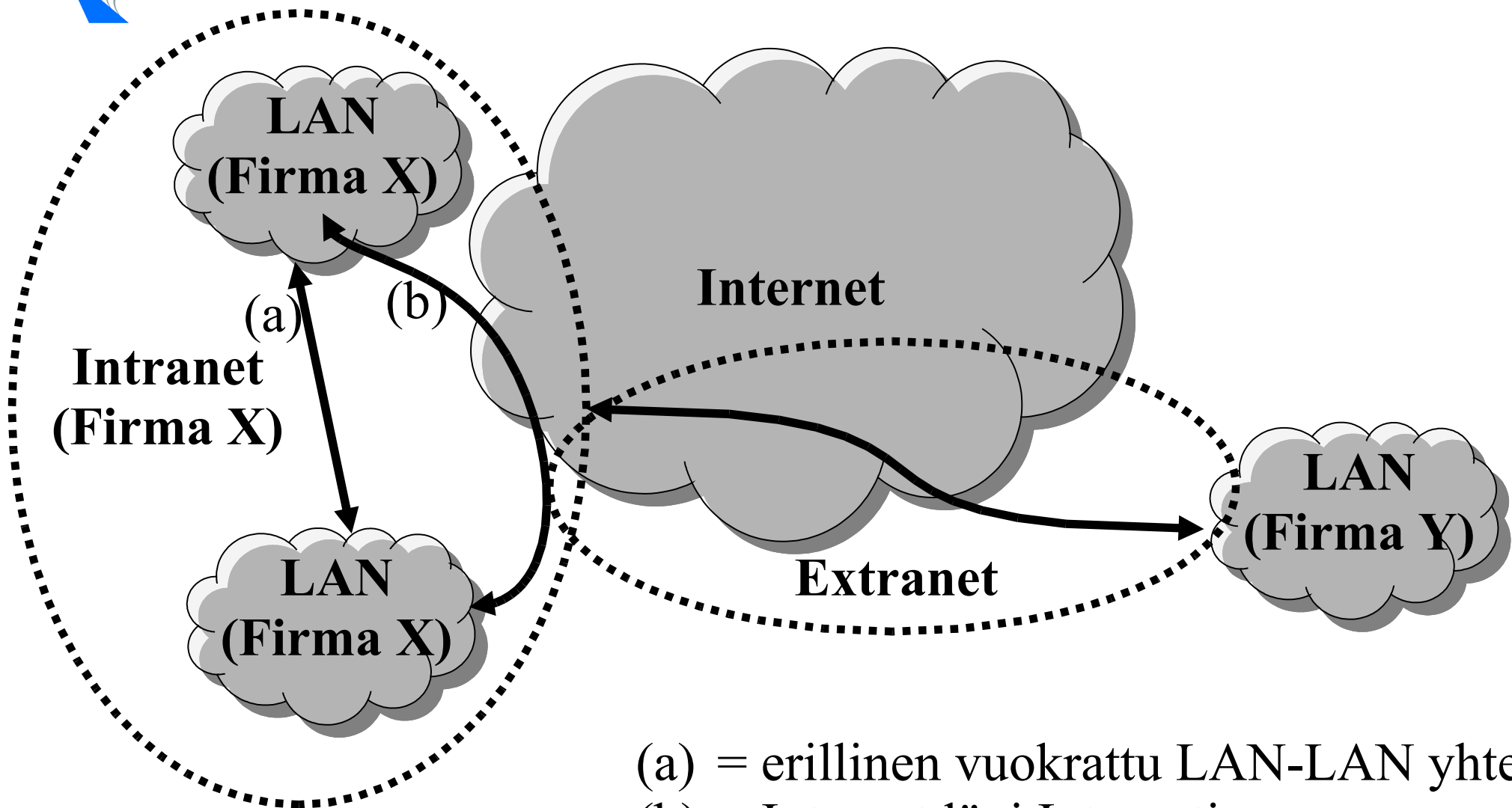
Reitittimet ja reititystaulut

Source address	Destination address
default	192.25.12.1
112.25.0.0	164.12.0.0
119.34.12.1	142.13.7.2
...	...

- Jokaisella reitittimellä on reititystaulu, joka koostuu joukosta IP-osoitepareja (lähde- ja kohdeosoitteet)
- Reititystaulun perusteella reititin löytää saapuville IP-paketeille seuraavan reitittimen (oikean lähtölinkin)
- Reititystaulujen hallinta on keskeinen osa Internetin hallintaa



Internet – Intranet - Extranet



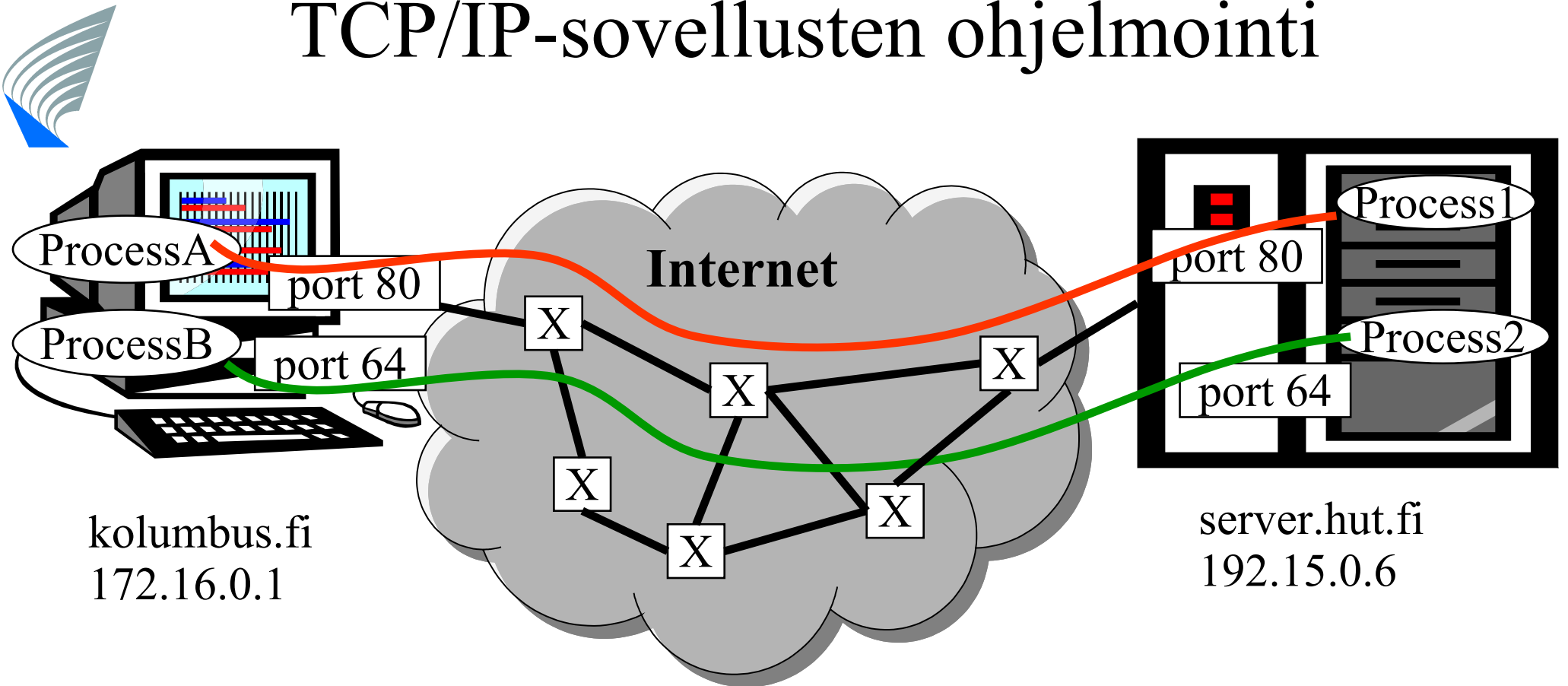
- (a) = erillinen vuokrattu LAN-LAN yhteys
(b) = Intranet läpi Internetin



Sovellukset Internetissä

- Yhdellä työ/kodinkoneella voi olla monta Internet-sovellusta avoimna (erilaisia selaimia + monta ikkunaa, sähköposti, irc, IM, ym.)
- Yhdellä palvelinkoneella voi olla monta palvelua
 - Eri webbiosoitteita osuu samaan palveluun
 - Avoimia tai salattuja palveluja
 - Sähköposti- tai IM-palveluja
- Miten erotella eri yhteydet kahden saman koneen välillä? Miten eritellään esim. sähköpostit webisurffailusta?
- Vastaus on “*portit*”

TCP/IP-sovellusten ohjelmointi



- IP-paketti siirretään kahden IP-osoite/portti –parin välillä
- Sovellusohjelmoija näkee vain symboliset nimet ja porttinumerot
- Porttinumerot varataan per sovellus (esim. web/HTTP portti 80)
- Sovellusprosessi luo kahvan (TCP socket) joka sitoo lokaalin prosessin ja -portin etäprosessiin ja -porttiin



IP-paketin kehysrakenne

IP-paketti

- IP-protokolla on yhteydetön \Rightarrow IP-pakettia kutsutaan tietosähkeeksi (engl. datagram tai packet)
- koko max. 64 Kt eli $65535 \cdot 8$ bittiä, käytännössä 1500 tavua
- monet 2. kerroksen verkot eivät pysty käsittelemään isoja paketteja \Rightarrow tietosähke pilkottava tai lähetettävä pienempiä paketteja 2. kerroksella (linkkikerroksella)

IP-paketin otsake

- otsake sisältää paketin perille toimittamisessa ja reitityksessä tarvittavat tiedot
- tärkeitä kenttiä: IP-osoitteet, paketin elinaika, lohkomiseen liittyvät kentät, otsakkeen ja koko paketin pituus, tarkistussumma

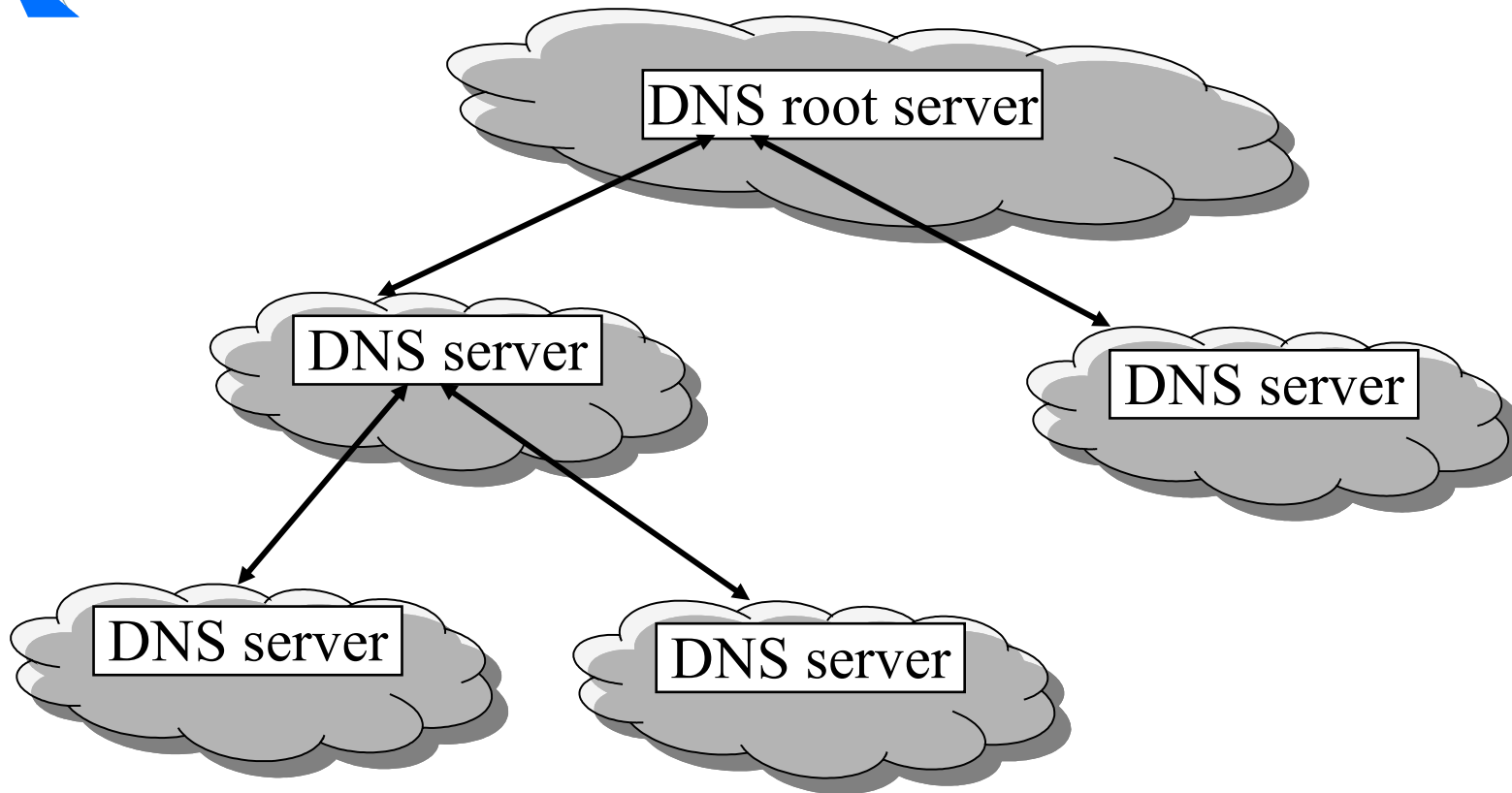


IPv4-paketin otsikkorakenne (header)

Version	IHL	Type of Service	Total length	
Fragment Identification			Flags	Fragment Offset
Time-to-Live	Protocol		Header Checksum	
Source Address (32 bit)				
Destination Address (32 bit)				
Options				Padding



Domain Name System (DNS)



- Hierarkkinen DNS linkittää IP-osoitteet ja domain-nimet
- DNS on hajautettu tietokantajärjestelmä
- DNS piilottaa IP-osoitteet sovellusohjelmoijalta
- DNS juuripalvelimet (root server) pitävät Internetin koossa



TCP (Transmission Control Protocol)

Tehtävät

- yhteydellinen protokolla, avaa ja sulkee yhteyden hallitusti
- valvoo IP-kerrosta silloin, kun tarvitaan luotettavaa, virheetöntä siirtoa (esim. tiedostot, sähköposti)
- valvoo, että data tulee perille oikeassa järjestyksessä eikä huku matkan varrelle
- käyttää yhteyden valvontaan kuittauksia ja uudelleenlähetystyksiä
- vuonohjaus ja ruuhkanhallinta

TCP:tä käyttäviä palveluita ja protokollia

- tiedostojen siirto (FTP, File Transfer Protocol)
- webbi (HTTP, Hypertext Transfer Protocol)
- sähköpostin välitys (SMTP, Simple Mail Transfer Protocol)
- sähköpostien lukeminen (POP, IMAP)



UDP (User Datagram Protocol)

Tehtävät

- kevytrakenteinen protokolla, jota käytetään silloin, kun tärkeintä on nopeus, ei jokaisen paketin varma perillepääsy (esim. reaaliaikainen äänen - ja kuvansiirto)
- ns. "kysymys-vastaus"-protokolla
- huolehtii viestien ohjaamisesta oikeaan porttiin (oikealle ylemmän tason prosessille)

UDP:tä käyttäviä palveluita ja protokollia

- reaaliaikapalvelut
- yksinkertaisiin kyselyihin kuten
 - nimipalvelu (DNS)
 - aikapalvelu (NTP, Network Time Protocol)
 - verkonhallinta (SNMP, Simple Network Management Protocol)
 - komentojen etäsuoritus (RPC, Remote Procedure Call)



Muita IP-kerroksen protokollia

ICMP (Internet Control Message Protocol)

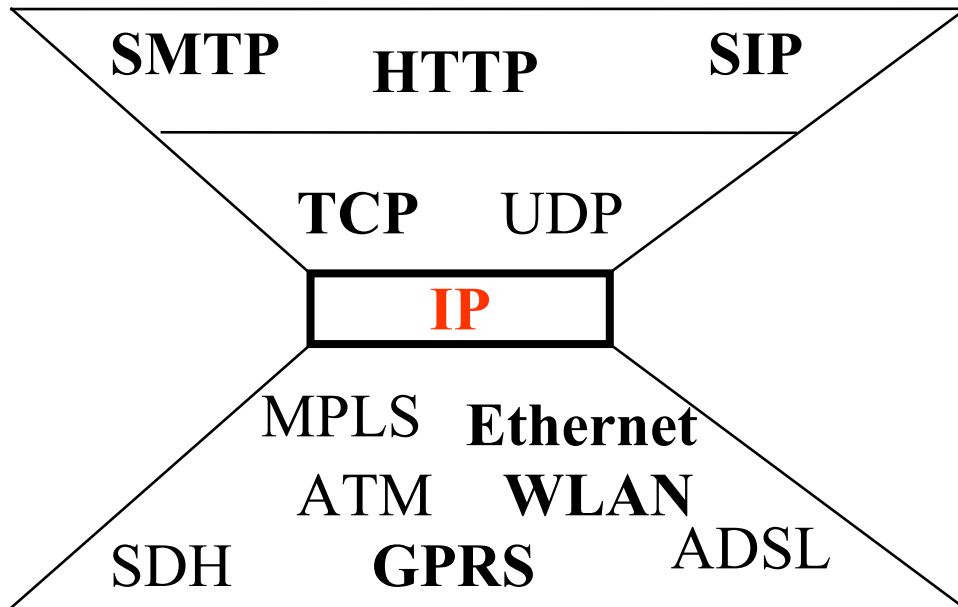
- mahdollisuus "paluupostiin", joka kertoo IP-paketin lähettäjälle ongelmatilanteista
- esim. kun paketin elinaika loppuu tai pakettia ei voida toimittaa perille ruuhkan tai laitevian vuoksi
- voidaan käyttää hyväksi myös saavutettavuutta ja suorituskykyä testattaessa
- ping: onko kohdekone saavutettavissa? millä viiveellä?
- traceroute: mitä reittiä paketit kulkevat kohdekoneeseen?

ARP (Address Resolution Protocol)

- selvittää, mikä 2. kerroksen (linkki) osoite vastaa kysyttyä IP-osoitetta



IP ohjaa verkkojen kehitystä



Sovelluskerros

SMTP = Simple Mail Transfer Protocol

HTTP = Hypertext Transfer Protocol

SIP = Session Initiation Protocol

TCP = Transmission Control Protocol

UDP = User Datagram Protocol

Alimmat kerrokset

MPLS = Multiprotocol Label Switching

WLAN = Wireless Local Area Network

GPRS = General Packet Radio Protocol

- IP on mitä sanoo: Inter-network Protocol
- IP erottaa yläkerran alakerrasta ja verkot toisistaan
 - teknisesti
 - liiketoiminnallisesti
- Alakerran protokollat kilpailevat keskenään
- Yläkerran protokollat kilpailevat keskenään



Internetin historiaa

ARPANET-hanke 1960-luvulla

- Yhdysvaltain puolustusministeriön hanke
- Tarve: ydinhyökkäyksen kestävä tiedonsiirtoverkko
- Hajautettu, tasavertaisiin solmuihin perustuva verkko
- Verkkoon lähetetyt paketit etsiytyvät perille osoitteiden avulla

Internetin kehityksen virstanpylväitä

- 1961 Pakettikytkentäisen tiedonsiirron teoria
- 1969 DARPA ARPANET yhdistää 4 yliopistoa
- 1974 TCP/IP-protokollan kehitys alkaa
- 1983 ARPANET vaihtoi TCP/IP-protokollaan yhdellä kertaa
- 1992 WWW aloittaa yleistymisen
- 1995 Internetin runko kaupalliseksi