



# S-38.1105 Tietoliikennetekniikan perusteet

## Pakettikytkentäiset verkot



# Kertausta: Verkkojen OSI-kerrosmalli

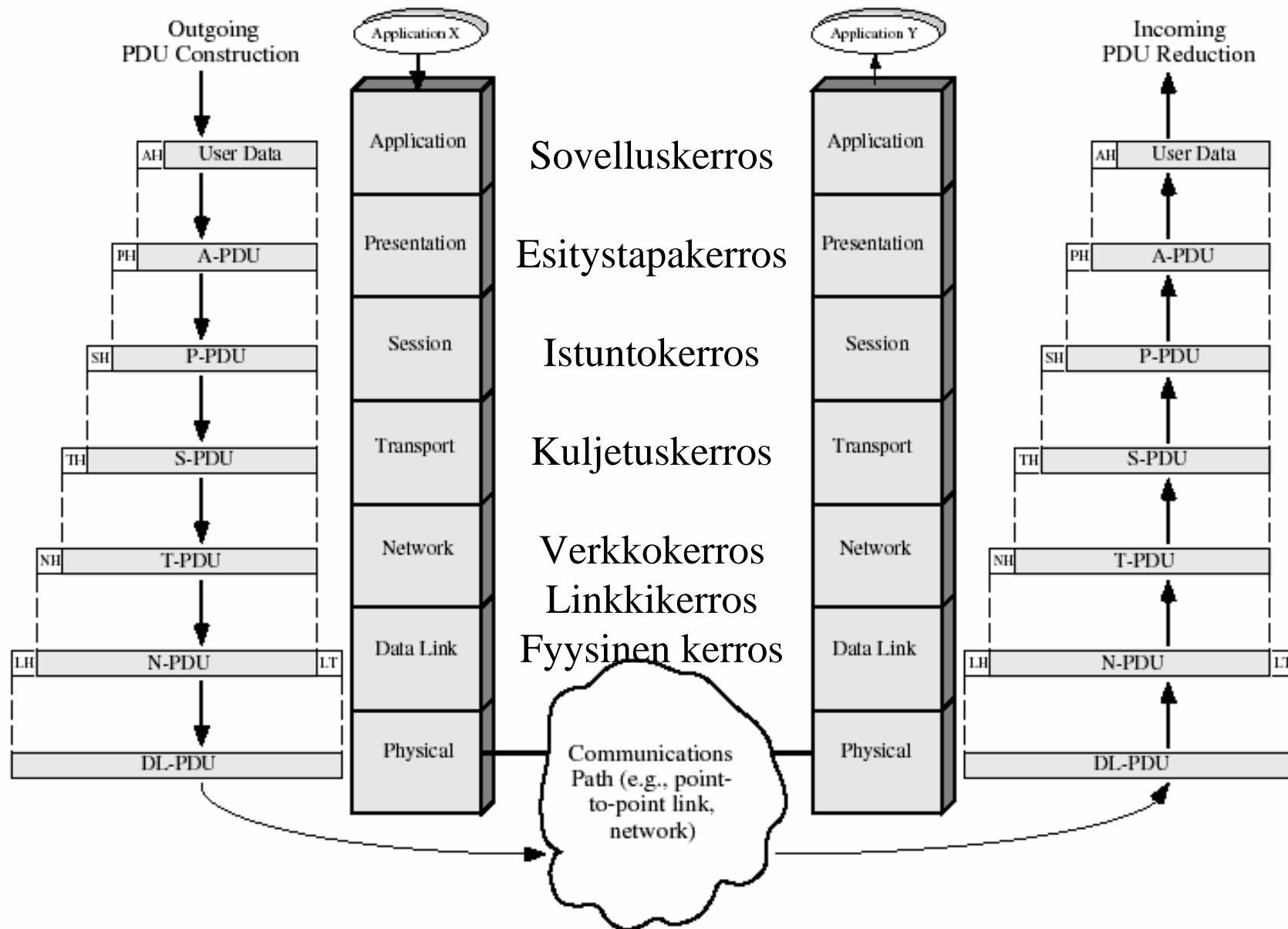


Figure 2.6 The OSI Environment



# Kertausta: OSI-malli vs. Internet

## OSI-mallin pino

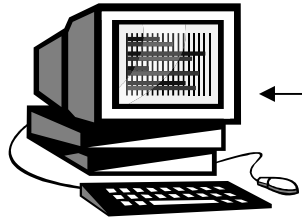
7: Sovelluskerros (Application layer)
6: Esitystapakerros (Presentation layer)
5: Istuntokerros (Session layer)
4: Kuljetuskerros (Transport layer)
3: Verkkokerros (Network layer)
2: Linkkikerros (Link layer)
1: Fyysinen kerros (Physical layer)

## Internetin TCP/IP pino

Ylemmät kerrokset (sovellukset)
TCP / UDP
IP (Internet Protocol)
Alemmat kerrokset



# Kertausta: OSI-mallin esimerkki

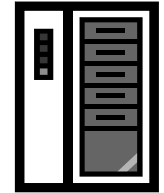


Työasema

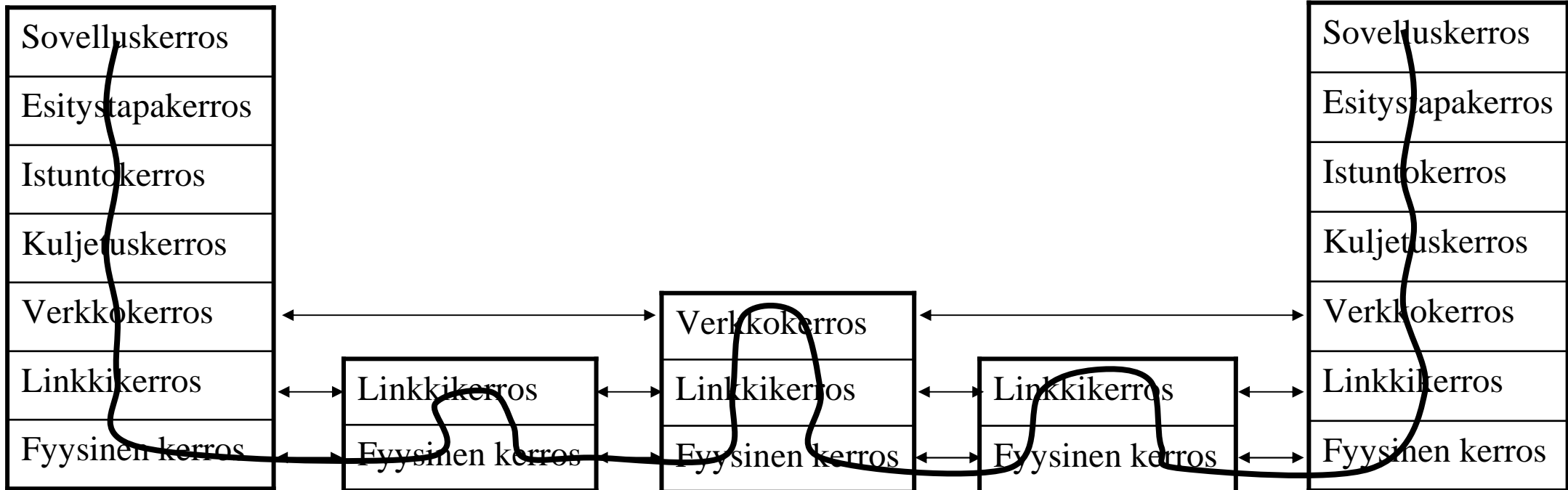
Kytkin

Reititin

Kytkin

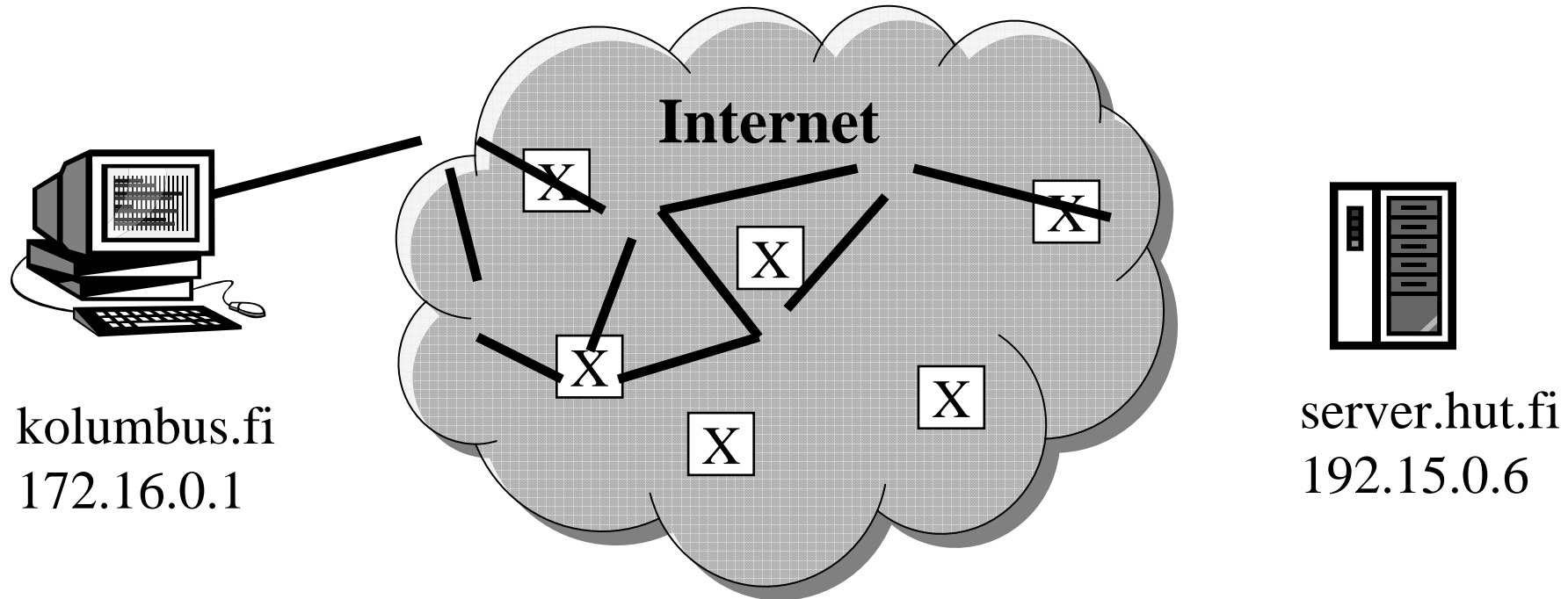


Palvelin



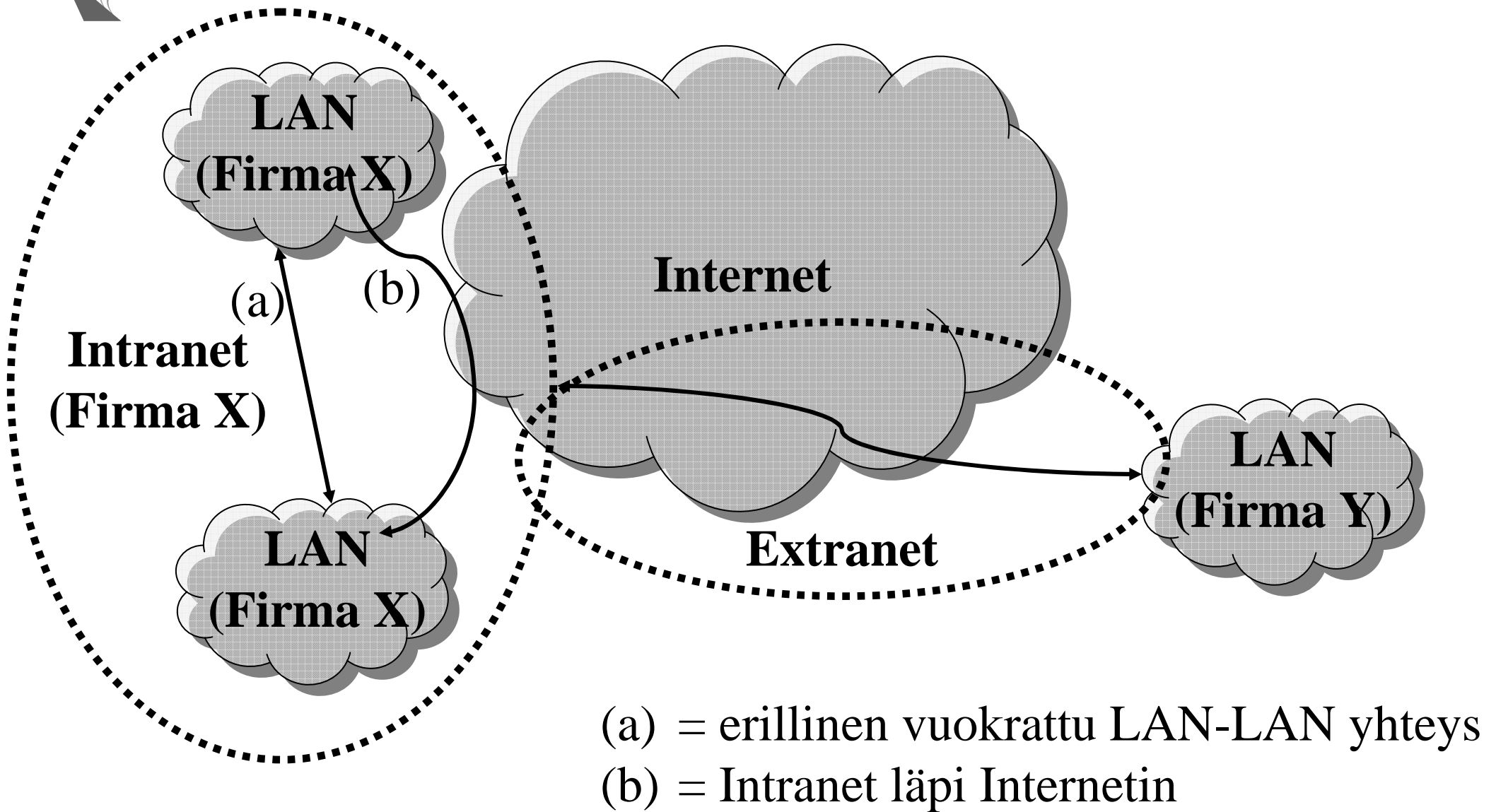


# Internet – Avoin TCP/IP pohjainen verkko

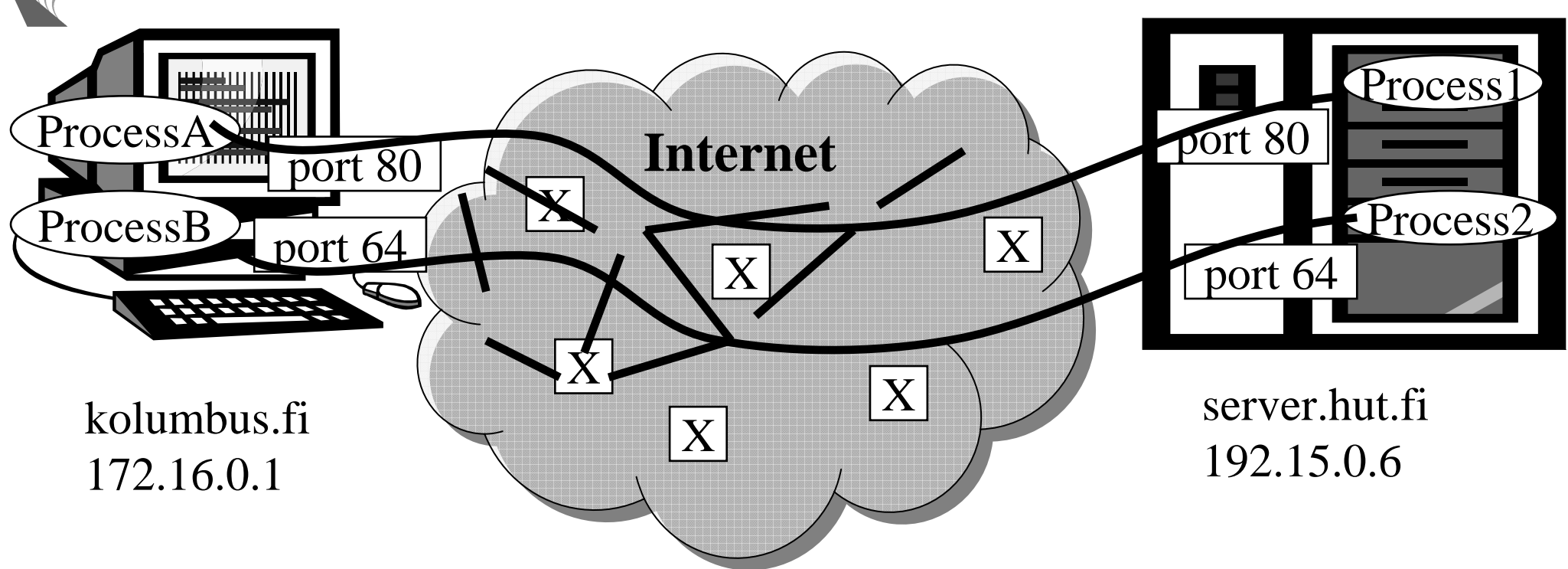


- Jokainen Internetin tietokone (host) tunnustetaan IP-osoitteella
- Jokainen IP-osoite voidaan assosoida nimeen (domain name)
- Kaikki Internetin liikenne kulkee IP-paketteina (IP packets)
- Jokainen IP-paketti sisältää on lähde- ja kohdeosoitteen
- Reititin ohjaa saapuvan IP-paketin seuraavalle reitittimelle

# Internet – Intranet - Extranet



# 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



# 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





# IP-paketin kehysrakenne

## IP-paketti

- IP-protokolla on yhteydetön  $\Rightarrow$  IP-pakettia kutsutaan tietosähkeeksi (engl. datagram or 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 otsikko

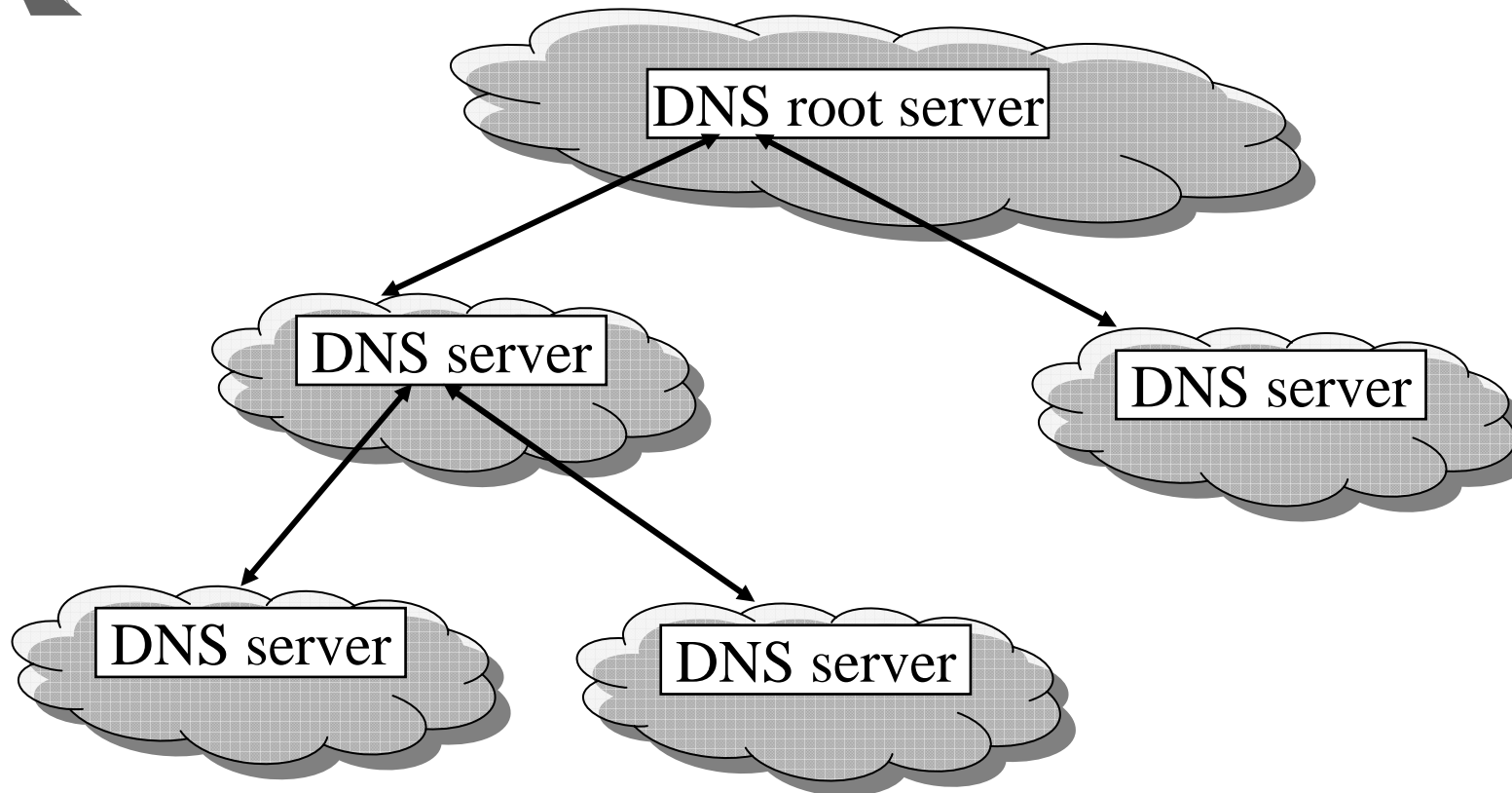
- otsikko sisältää paketin perille toimittamisessa ja reitityksessä tarvittavat tiedot
- tärkeitä kenttiä: IP-osoitteet, paketin elinaika, lohkomiseen liittyvät kentät, otsikon ja koko paketin pituus, tarkistussumma



# IPv4-paketin otsikkorakenne (header)

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

# 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 uudelleenlähetyksiä
- 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)
  - verkohallinta (SNMP, Simple Network Management Protocol)
  - komentojen etäsuoritus (RPC, Remote Procedure Call)



# Muita IP-kerroksen protokollia

## ICMP (Internet Control Message Protocol)

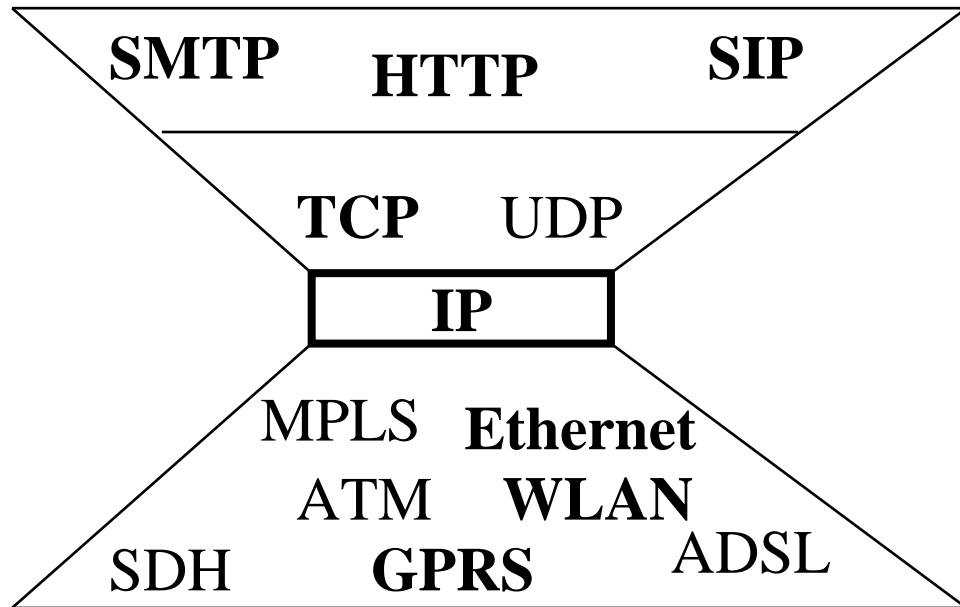
- mahdollisuus "paluupostiin", joka kertoo IP-paketin lähettäjälle ongelmatilanteista
- esim. kun paketin elinaika loppuu tai pakettia ei voida toimittaa perille ruuhkan tai laitevian vuoksi
- voidaan käyttää hyväksi myös saavutettavuutta ja suorituskykyä testattaessa
- ping: onko kohdekone saavutettavissa?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

## ARP (Address Resolution Protocol)

- selvittää, mikä 2. kerroksen (fyysinen) 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