

SOCKET (osoiteformaatti, palvelutyyppi, protokolla)
palauttaa tiedostokuvaajan = pistokkeen osoitteen

BIND (80)

antaa pistokkeelle osoitteen (tässä portti 80)

LISTEN(jonon pituus)

halukas ottamaan vastaan palvelupyynnöitä

ACCEPT

lukkiutuu odottamaan palvelupyynnöitä

Kun yhteyspyyntö -TPDU tulee, niin kuljetusolio luo uuden pistokkeen, jolla on samanlaiset ominaisuudet, ja palauttaa sen tiedostokuvaajan. Palvelin voi nyt luoda uuden prosessin tätä yhteyttä palvelemaan (= **SEND, RECEIVE, CLOSE**) ja jäädä itse odottamaan seuraavaa yhteydenmuodostuspyyntöä.

PALVELIMEN TOIMINTA

SOCKET (osoiteformaatti, palvelutyyppi, protokolla)
palauttaa tiedostokuvaajan = pistokkeen osoitteen

CONNECT lukitsee asiakkaan odotustilaan ja aloittaa yhteyden muodostuksen

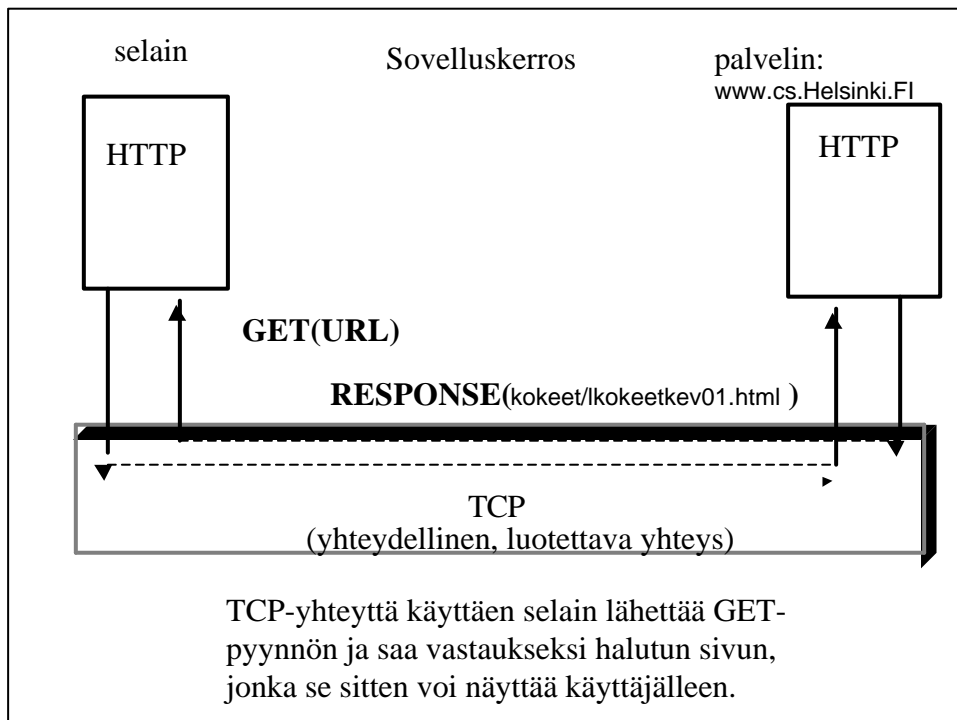
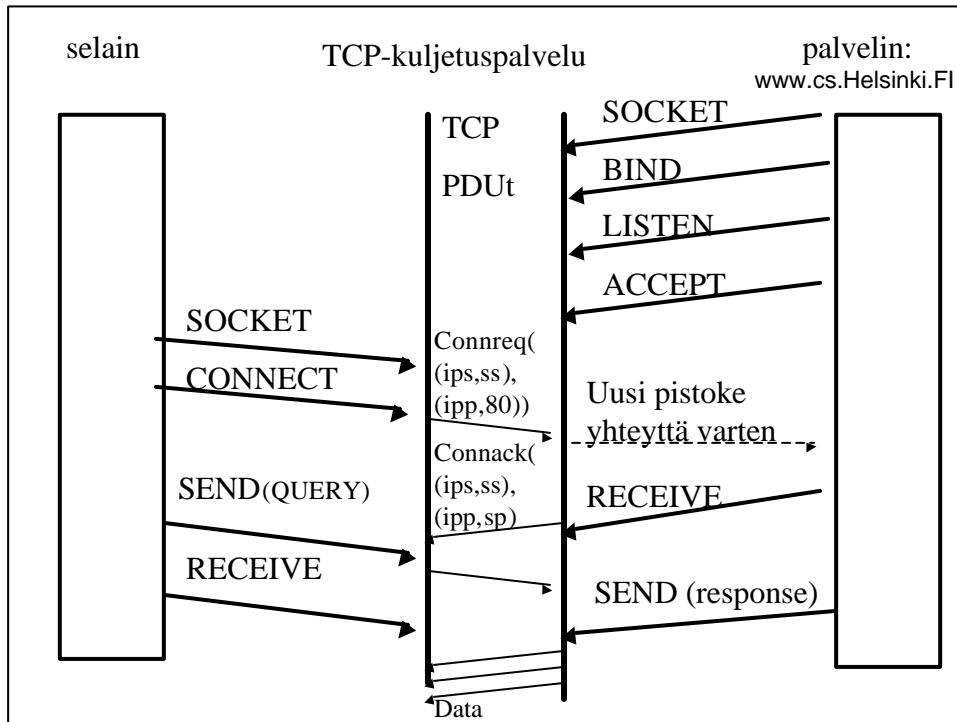
Kun yhteys on kunnossa, asiakasprosessi vapautetaan ja TCP-yhteys on valmis.

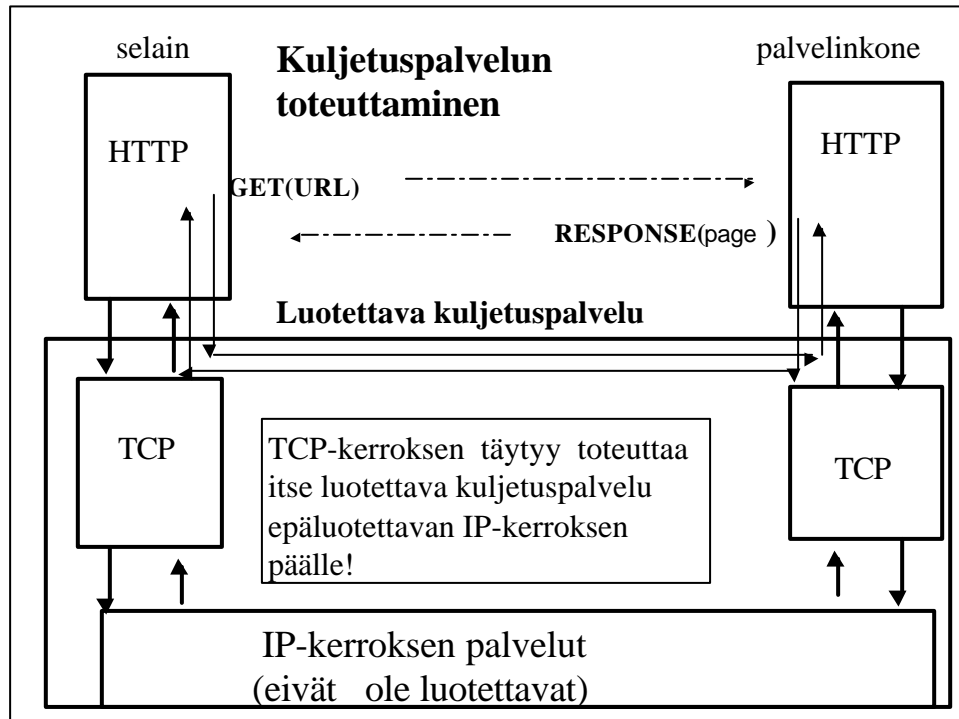
Asiakkaan toimenpiteet

Kumpikin puoli voi lähettää (**SEND**) ja vastaanottaa (**RECEIVE**) dataa TCP-yhteyttä käyttäen.

Yhteys suljetaan kun kumpikin puoli on antanut **CLOSE**-primitiivin.

Molempien toimenpiteet





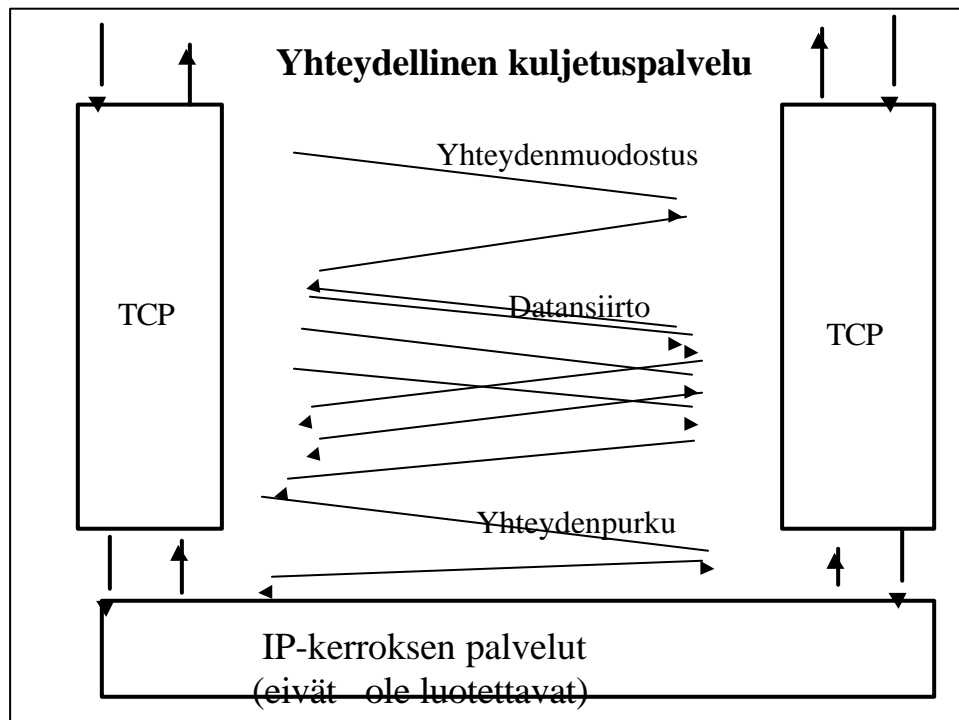
IP-kerroksen epäluotettavuus

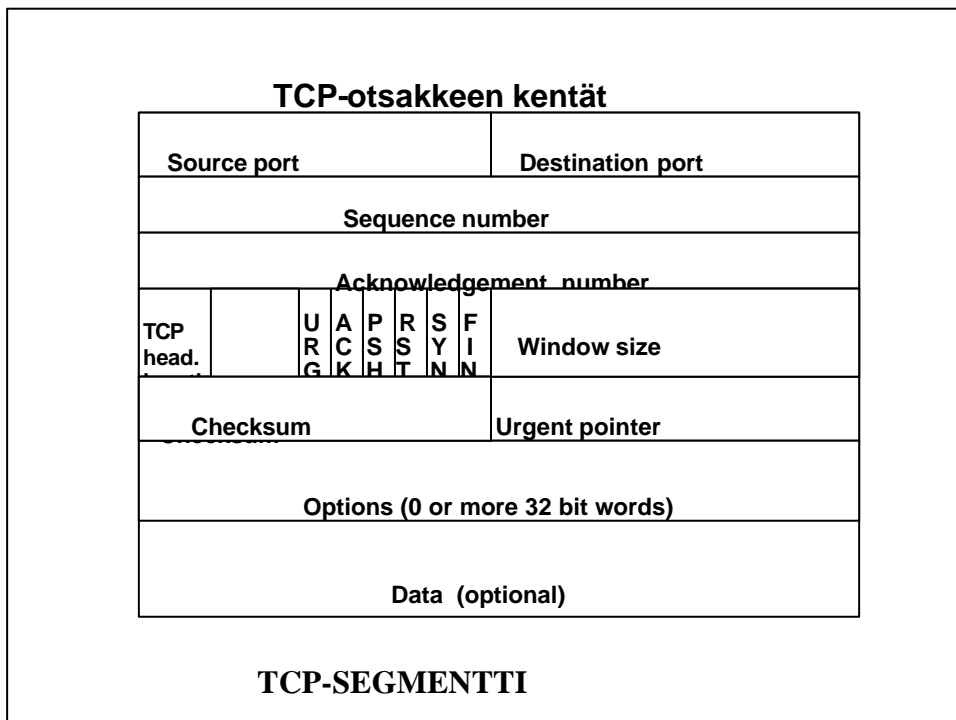
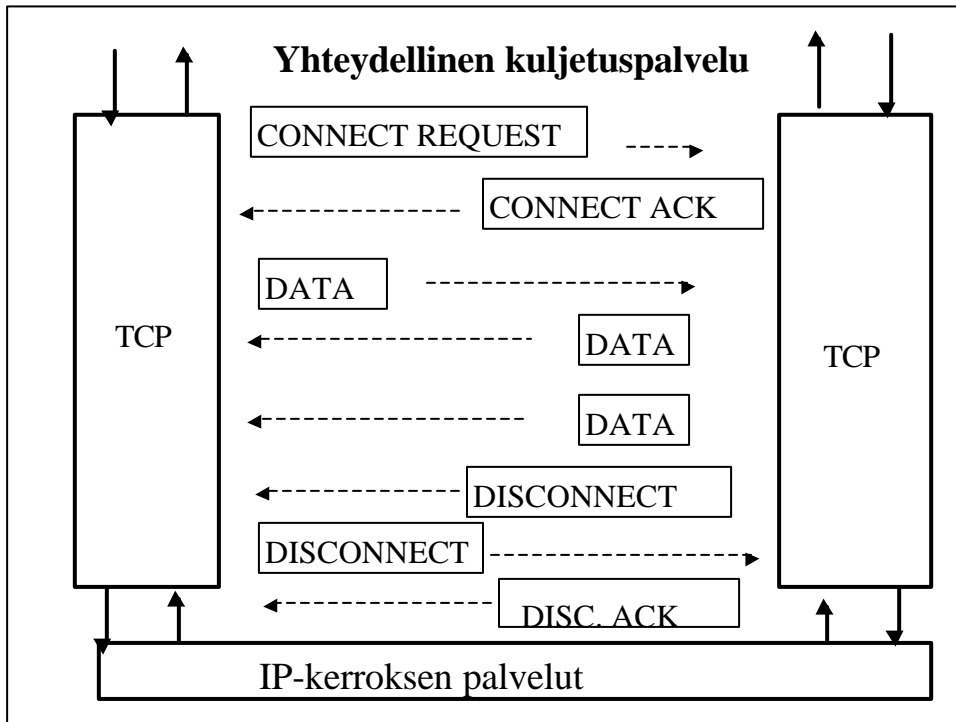
- TPC-PDU eli segmentti voi
 - kadota kokonaan tai vain osa tulee perille
 - virheellinen osoite, reitittimen tai vastaanottajan puskurit täynnä,
 - vääristyä
 - ei datan virhetarkistuksia
 - saapua väärässä järjestyksessä
 - pakettiverkko, jossa eri paketit kulkevat eri kautta
 - viipyä hyvinkin pitkään matkalla
 - vikaantunut reititin

⋮

TCP-kerroksen tehtävät

- Huomata virheet ja toipua niistä
 - järjestysnumerot segmenteille (tavunumerointi)
 - tarkistussumma
 - kuittaukset ja uudelleenlähetykset
 - uudelleenlähetysajastin
- Varautua 'turhien' virheiden välttämiseen
 - vuonvalvontamekanismi
 - ruuhkanvalvontamekanismi
 - kolminkertainen kättely
 - yhteyden muodostuksessa että yhteyden purussa





TPC-segmentin otsakekentät

- **Lähde- ja kohdeportit** (Source port, Destination port)
 - yhteyden päätepisteet
 - portti + koneen IP-osoite => 48 bittinen TSAP
- **Järjestysnumero** (Sequence number)
 - tavut numeroidaan => 32 bittiä
 - segmentin ensimmäisen tavun numero
- **Kuittausnumero** (Acknowledgement number)
 - seuraavaksi odotettu tavu
- **TCP-otsakkeen pituus** (TCP header length)
 - mahdollisten optiokenttien takia
- **6 bitin käyttämätön kenttä**

- **6 lippubittiiä**
 - **URG** onko pikadataa
pikadatan sijainnin ilmoittaa
pikadatakenttä (Urgent pointer)
 - **ACK** onko kuittauskenttä käytössä
 - **PSH** onko hetilähetettävää (pushed) dataa
 - **RST** yhteyden uudelleenalustuspyyntö (reset),
yleensä ongelmatilanne
 - **SYN** käytetään yhteyttä muodostettaessa
SYN =1, ACK = 0 connection request
SYN =1, ACK = 1 connection accepted
 - **FIN** käytetään yhteyden purkuun
FIN =1 ei enää lähetettävää

- **Ikkunan koko** (window size)
 - vaihteleva ikkunankoko
 - 0 - 64000 tavua
 - kuittaus irroitettu lähetysluvasta (credit-vuonvalvonta)
- **Tarkistussumma** (Checksum)
 - lasketaan otsakkeelle, datalle ja ns. pseudo-otsakkeelle

pseudo-otsake

Source IP address		
Destination IP address		
00000000	Protocol = 6	TCP/UDP segmentin pituus

Auttaa havaitsemaan väärään osoitteeseen toimitetut paketit.

Sisältää IP-otsakkeen tietoja!

- **Optiokenttä** (options)

- voidaan lisätä piirteitä, joita ei ole varsinaisessa otsakkeessa

- **suurin hyväksyttävä datakenttä**

- oletusarvo = 536 tavua => segmentin koko 556 tavua

- **ikkunan koon moninkertaistaminen**

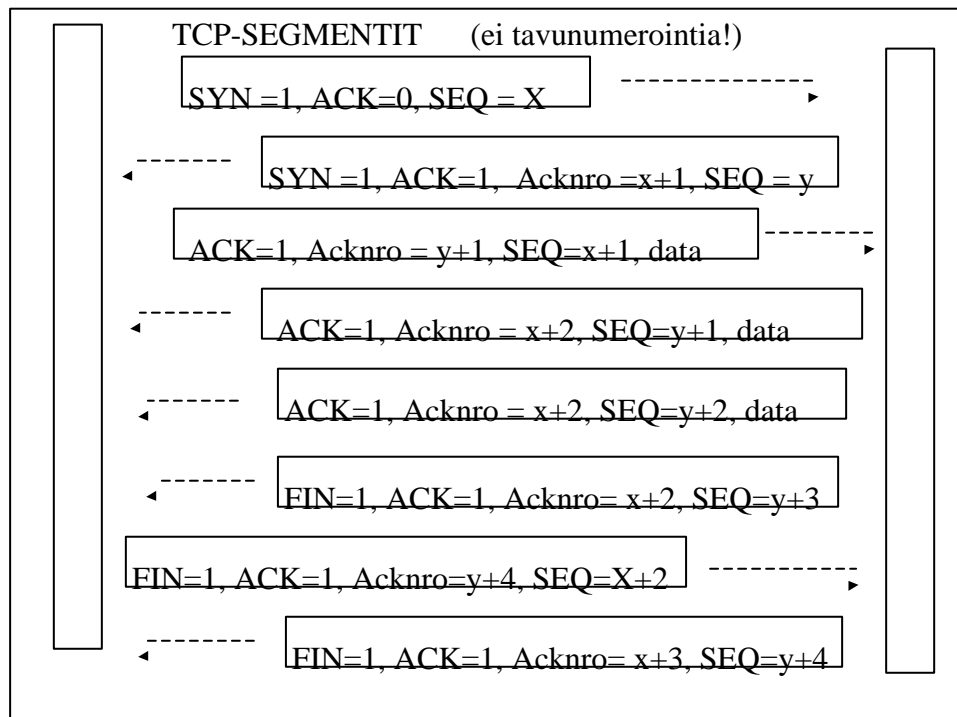
- (window scale)

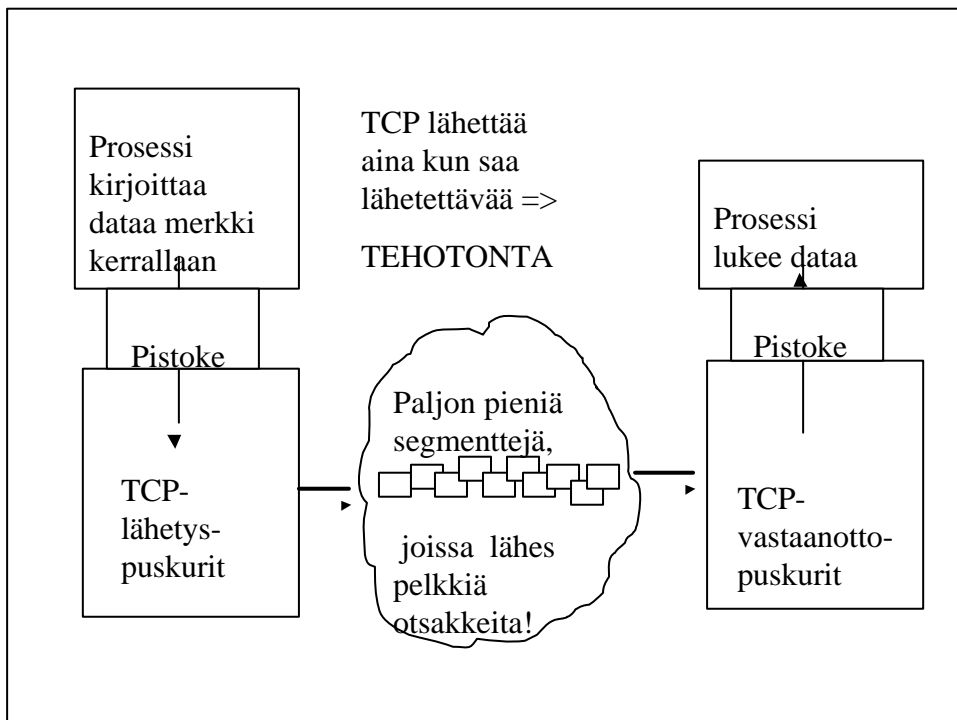
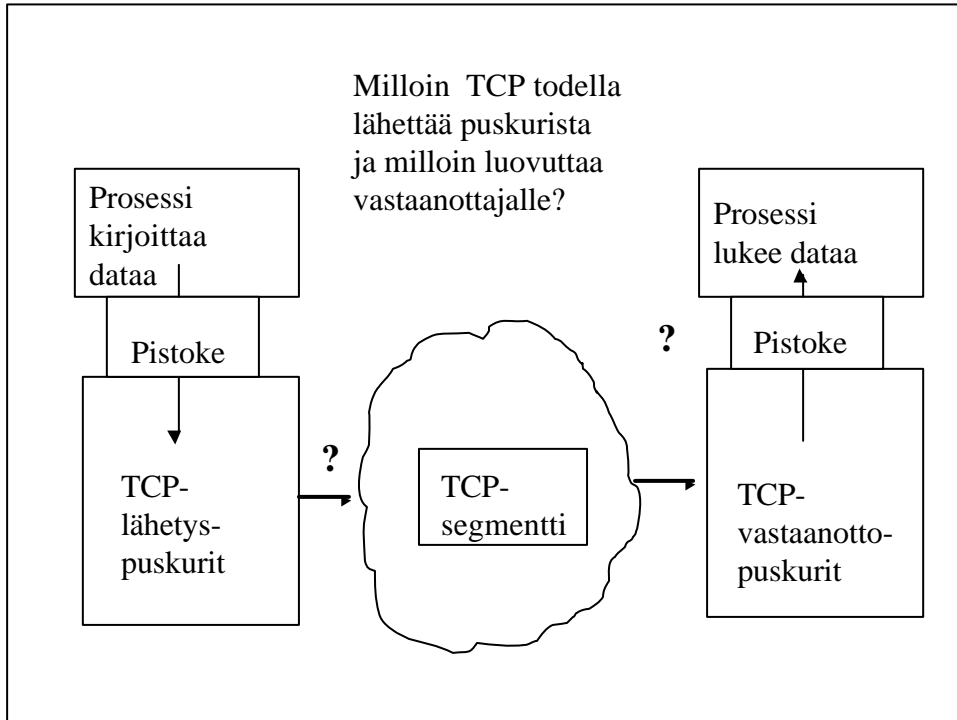
- nopeille ja pitkän viipeen linjoille 64 ktavun ikkunan koko on liian pieni

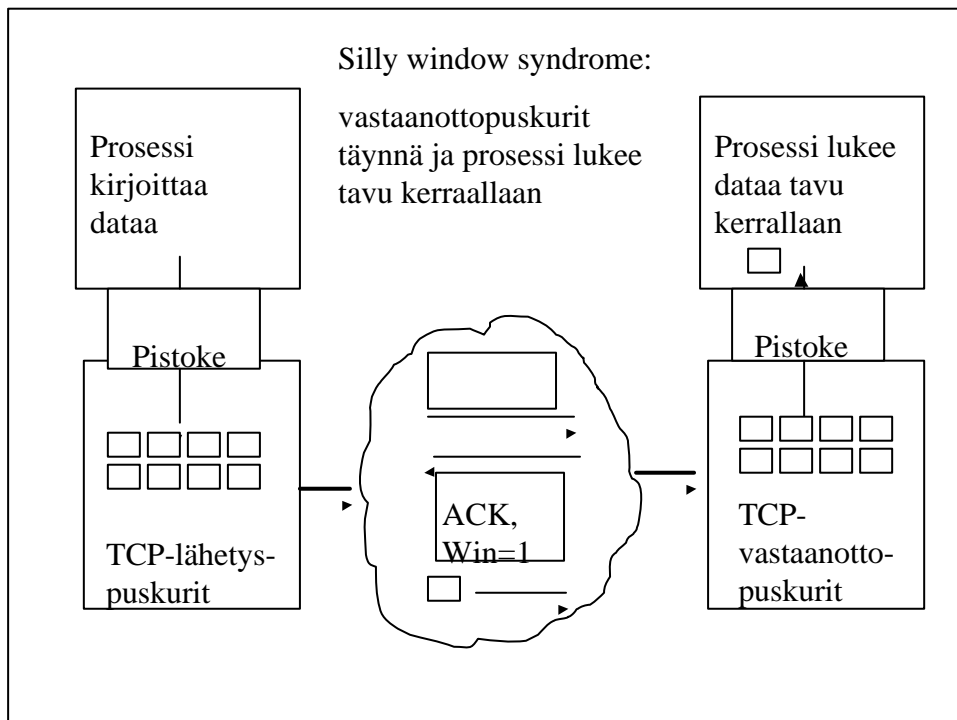
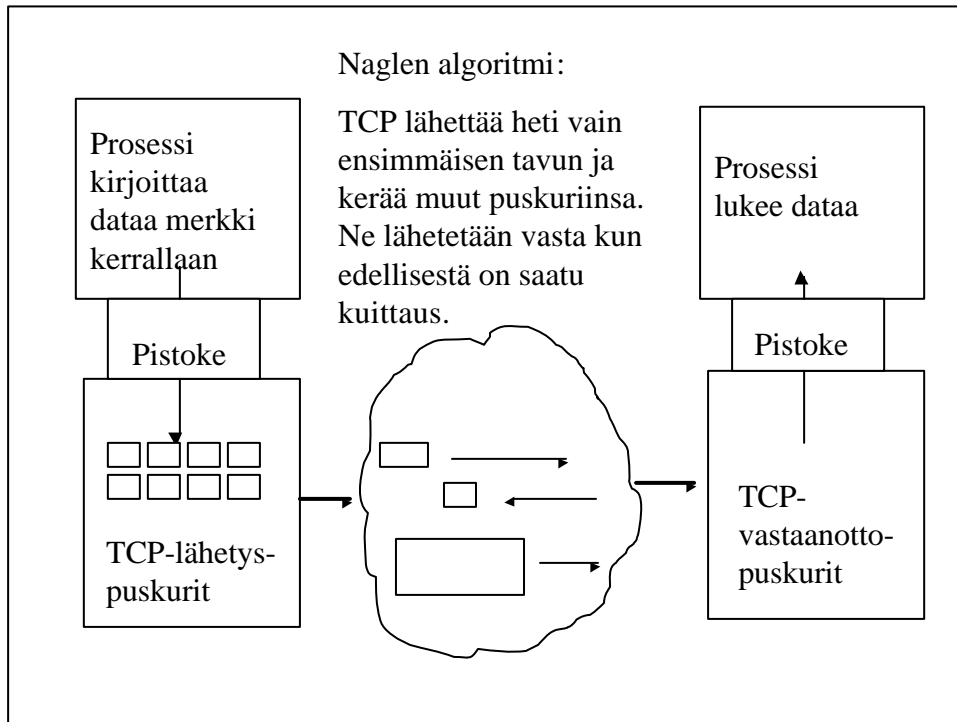
- **valikoivan toiston käyttö** ‘go back N’:n tilalla

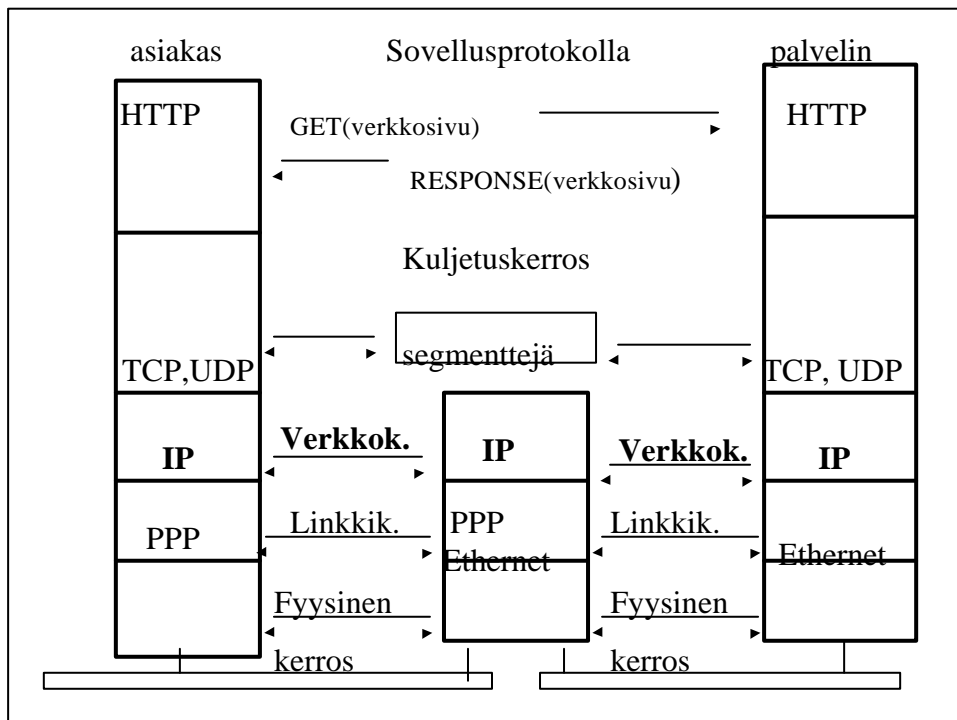
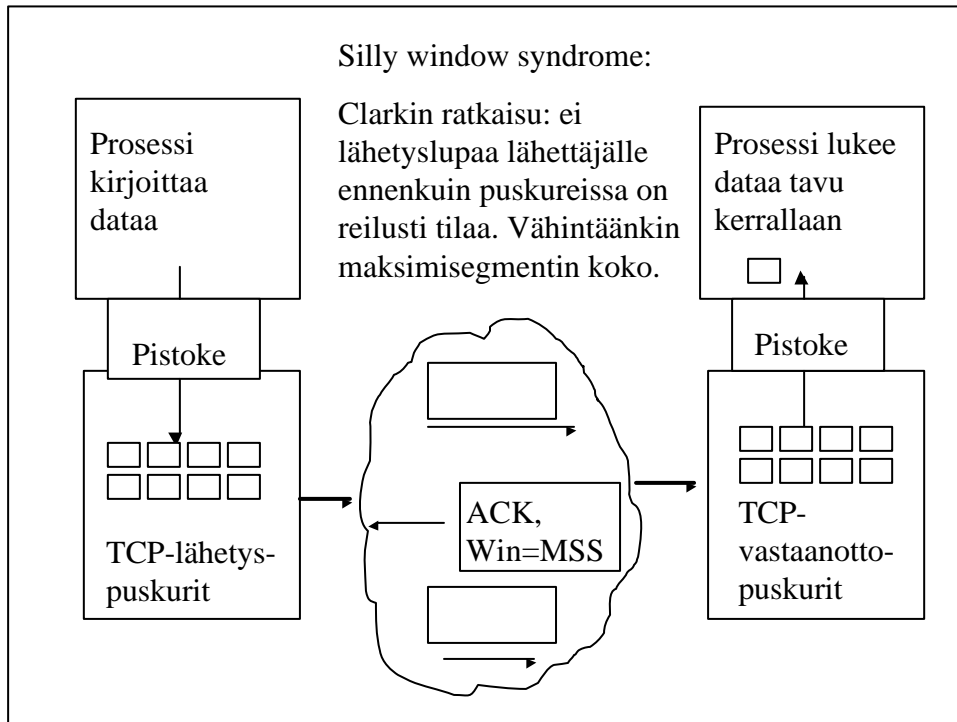
- vähentää turhia uudelleenlähetystyksiä

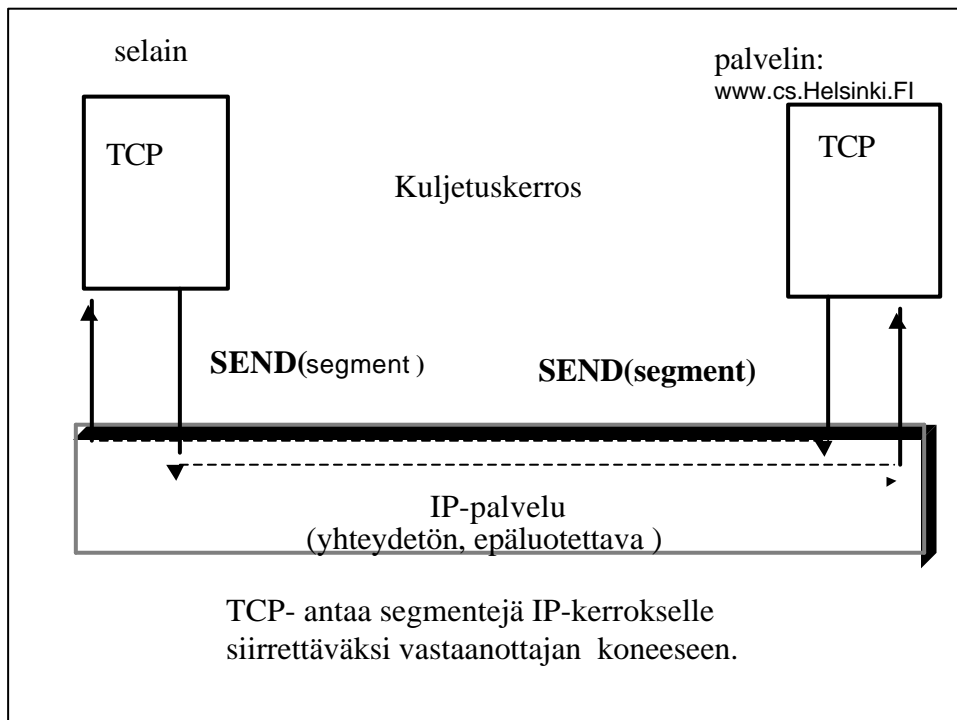
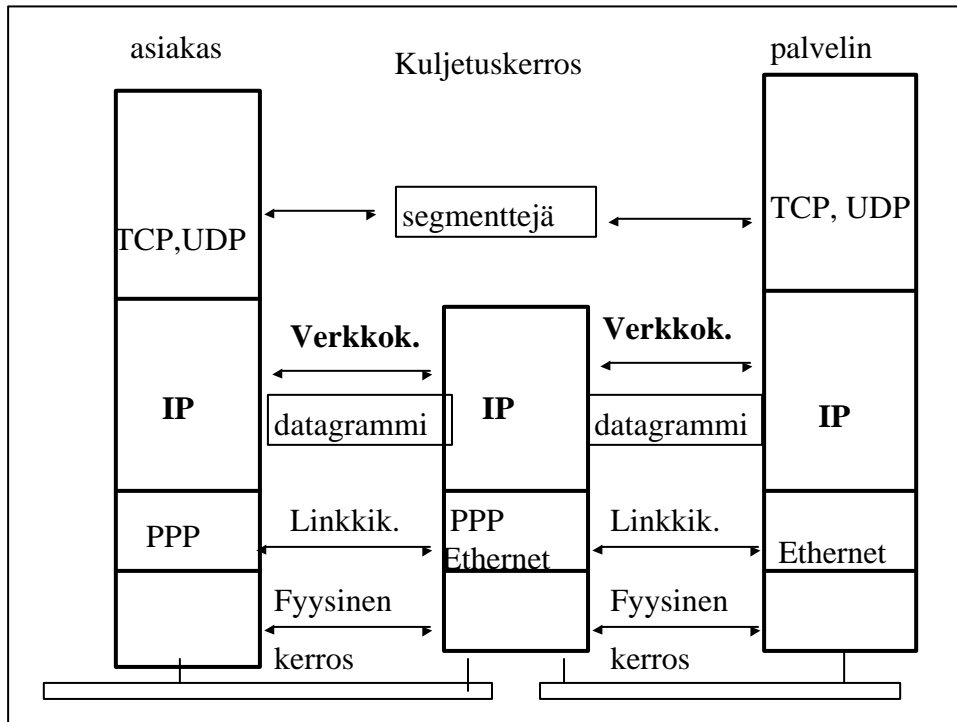
- **aikaleimaus**











⋮

REITITYS

- osoitteet
- reititysalgoritmit
- reitityspotokollat
- reititin
 - reititystaulu
- maailmanlaajuinen verkko, ‘hajautettu’
- tehokkuus

⋮

IP-otsakkeen kentät

- Versio IPv4 (IPv6)
- IHL
 - otsakkeen pituus vähintään viisi 32 bitin sanaa (20-60 tavua)
- type of service
 - kertoo halutun palvelun
 - nopeus, luotettavuus, kapasiteetti
 - ääni <-> tiedostonsiirto
 - yleensä ei käytössä (käytössä uusissa Cisco-reitittimissä)

17.1.2001

28

•
•
•

Type of service -bitit:

- **precedence-kenttä** (3 bittiä)
 - sanoman **prioriteetti** 0-7
 - 0 normaali
 - 7 verkon valvontapaketti
- **D-bitti, T-bitti, R-bitti**
 - mikä on tärkeää yhteydessä
 - D: viive (Delay),
 - T: läpimeno (Throughput)
 - R: luotettavuus (Reliability)
- lisäksi vielä 2 käyttämätöntä bittiä

17.1.2001

29

•
•
•

IP-otsakkeen kentät jatkuvat

- **Datagram length**
 - koko datasisähkeen pituus
 - maksimi 65535 tavua
 - maksimipituus vielä riittävä, mutta tulevaisuuden nopeille verkoille jo ongelma
 - yleensä koko 576 -1500 taavua
- **Identification**
 - datasisähkeen numero
 - kaikissa saman datasisähkeen osissa sama tunnus

17.1.2001

30

•
•
•

IP-otsakkeen kentät jatkuvat: liput

- **DF- bitti** (Don't fragment)
 - kieltää paloittelun
 - esim. jos vastaanottaja ei kykene kokoamaan datasähkettä
- **MF-bitti** (More fragments)
 - ilmoittaa, onko datasähkeen viimeinen osio vai tulee vielä lisää

17.1.2001

31

•
•
•

IP-otsakkeen kentät jatkuvat

- **Fragment offset**
 - osion paikka datasähkeessä
 - osioiden oltava 8 tavun monikertoja (paitsi viimeisen)
 - 13 bittiä => korkeintaan 8192 osiota yhdessä datasähkeessä
- lisäksi 1 käyttämätön bitti

17.1.2001

32

•
•
•

IP-otsakkeen kentät jatkuvat

- **Time to live**
 - rajoittaa paketin elinaikaa
 - maksimi 255 sekuntia
 - vähenee
 - joka hypyllä reitittimestä toiseen
 - myös odottaessaan reitittimessä (ei yleensä)
 - paketti hävitetään, kun laskuri menee nolllille
 - **Protocol**
 - mille kuljetuskerrokselle kuuluu
- 17.1.2001 • esim. TCP- tai UDP-siirtoon kuuluva

33

•
•
•

IP-otsakkeen kentät jatkuvat

- **Header checksum**
 - tarkistussumma lasketaan vain otsakkeelle
 - 16-bitin sanat lasketaan yhteen yhden komplementin aritmetiikalla
 - laskettava uudestaan joka reitittimessä
- **Source address, Destination address**
 - kohteen ja lähettäjän osoitteet muodossa
 - verkon numero ja isäntäkoneen numero
 - = IP-osoite

17.1.2001

34

•
•
•

IP-otsakkeen kentät jatkuvat

- Options
 - vaihtelevan mittaisia
 - 1. tavu kertoo option koodin
 - voi seurata pituuskenttä
 - datakenttiä
 - täytettä jotta 4 tavun monikertoja
 - käytössä 5 optiota
 - mutta reitittimet eivät välttämättä ymmärrä

17.1.2001

35

•
•
•

Optiot

- **Security**
 - datäsähkeen luottamuksellisuus ja salassapidettävyys
- **Strict source routing**
 - datäsähkeen kuljettava tarkalleen annettua reittiä
- **Loose source routing**
 - kuljettava ainakin annettujen reitittimien kautta
- **Record route**
 - reitin varrella olevat reitittimet liittävät tunnuksensa
- **Timestamp**
 - tunnuksen lisäksi liitettävä myös aikaleima

17.1.2001

36

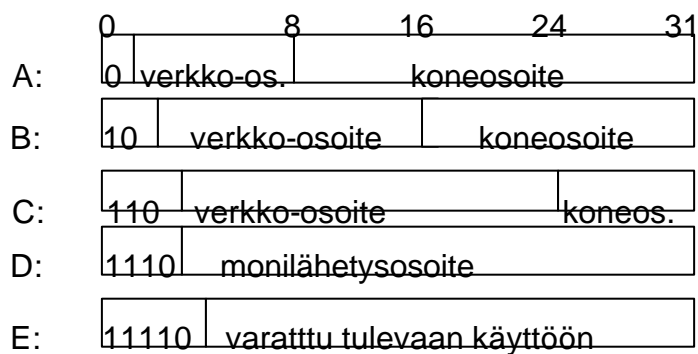
•
•
•

IP-osoitteet

- jokaisella verkon isäntäkoneella ja reitittimellä on oma yksikäsitteinen osoite muotoa
 - verkon numero
 - isäntäkoneen numero
- osoite on 32-bittinen
 - osoitteen luokasta riippuen bitit jaetaan verkon numeroon ja isäntäkoneen numeroon eri tavoin
- osoitteet palveluntarjoajille jakaa ICANN (The Internet Corporation for Assigned Names and Numbers)
 - nämä puolestaan jakavat muille

17.1.2001

37



IP-osoitteiden muodot

(alkuperäinen luokallinen osoitus)

⋮

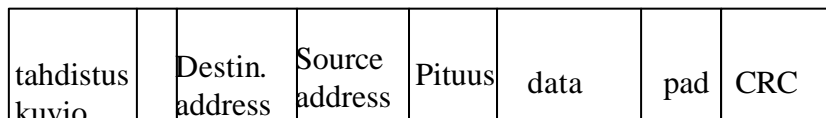
Erilaisia verkkoja

- väyläverkko ('Ethernet')
- vuororengas, vuoromerkkiväylä
- FDDI, DQDB
- Frame Relay, ATM,
- puhelinverkko
- eri valmistajien omat verkot
- => monia erilaisia protokollia

.....

⋮

Ehternet-kehys



↑
Kehyksen alku

↓
Datakentän
pituus

.....

⋮

MAC-protokolla

- tahdistuskuvio (preamble)
 - 7 tavua 10101010
 - synkronointia varten
 - kehyksen alku
 - 10101011
 - kohde- ja lähdeosoitteet
 - osoitteessa 6 tavua (tai 2 tavua)
 - 0xxxxx... yksilöosoite
 - 1xxxxx ... ryhmäosoite
 - 11111 kaikkia
- 17.1.2001 • yksi bitti: paikallinen vai globaali osoite 41

⋮

kehyksen pituus

- 0-1500 tavua
- mutta
 - kehyksen pituus vähintään 64 tavua
 - tarvittaessa täytettä (PAD)
- jotta kehys erottuu roskasta
- **jotta lähettäjä ehtii havaita kehyksen törmäyksen**
 - riittävä kuuntelu-aika

17.1.2001

42

•
•

kuuntelutarve

- kehyksen lähetys ei saa päättyä ennen kuin alku on perillä ja mahdollinen törmäysääni kuultu
 - alku perillä => loppukin onnistuu
- pahimmassakin tapauksessa
- => kehyksen lähetyksen minimikesto: 2τ

17.1.2001

43

•
•

- 10 Mbps
 - LAN-pituus korkeintaan 2500 m
 - toistimia korkeintaan 4
 - lähetyksen kestettävä ainakin $51.2 \mu\text{s}$
 - eli 64 tavua
- 1 Gbps
 - => 6400 tavua

17.1.2001

44

Törmäyksen jälkeinen uudelleenlähetys

- törmäyksen jälkeen aika jaetaan lokeroiksi
 - 51.2 μ s vastaten 512 bittiä eli 64 tavua
- 1. törmäyksen jälkeen asema odottaa 0 tai lokeron ajan ennen kuin yrittää uudelleen
- 2. törmäyksen jälkeen 0, 1, 2 tai 3 lokeroa

17.1.2001

45

Binary exponential backoff

- n. törmäyksen jälkeen valitaan odotusaika väliltä: $0 - 2^{n-1}$
- 10. törmäyksen jälkeen väliä [0-1023] ei enää kasvateta
- 16. törmäyksen jälkeen luovutaan ja ilmoitetaan 'asiakkaalle' (eli verkkokerrokselle) epäonnistumisesta
 - yhä liian paljon yrittäjiä!

17.1.2001

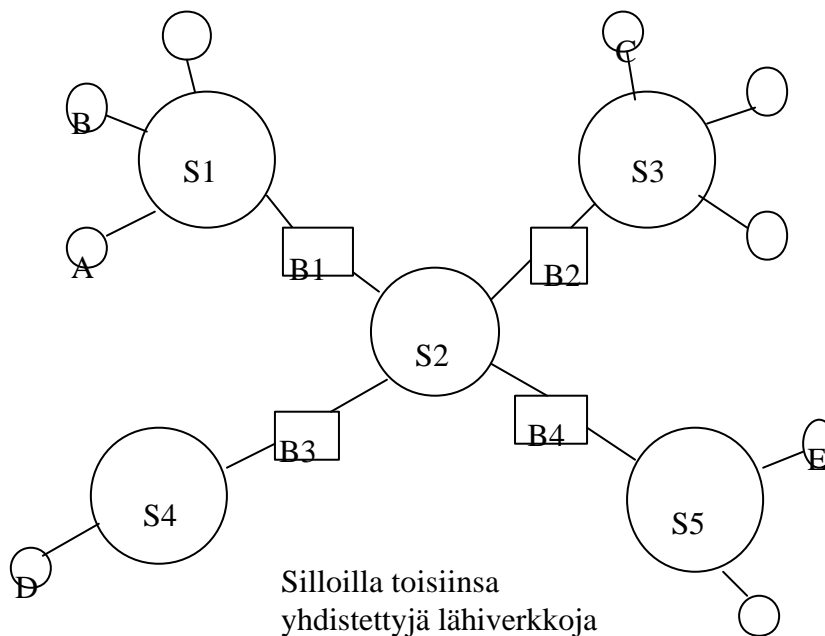
46

•
•

- binäärinen eksponentiaalinen perääntymien on joustava
 - kuorma kasvaa => väli kasvaa
- vaihtoehtona kiinteä valintaväli
 - aina [0- 1023]
 - aina [0-1]
 - aina [a-n]
 - entä suorituskyky?

17.1.2001

47



⋮

Linkkikerros ja peruskerros

- Linkkikerros
 - kehystäminen, tarkistukset, uudeelleenlähetykset
 - vuonvalvonta
- Peruskerros
 - bittien lähettäminen
 - hyvin moninaisia tapoja

⋮