

**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 jättää itse odottamaan seuraavaa yhteydenmuodostuspyynnöitä.

**PALVELIMEN TOIMINTA**

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

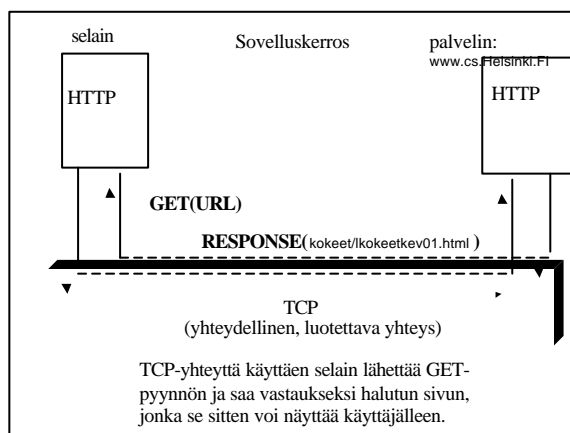
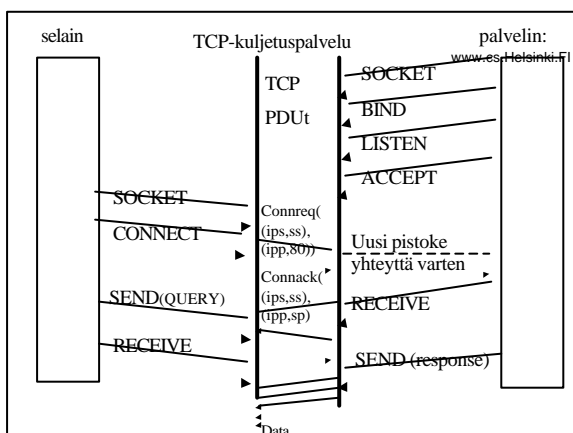
**CONNECT** lukitsee asiakkaan odotustilaan ja aloittaa yhteyden muodostuksen  
Kun yhteys on kunnossa, asiakasprosessi vapautetaan ja TCP-yhteys on valmis.

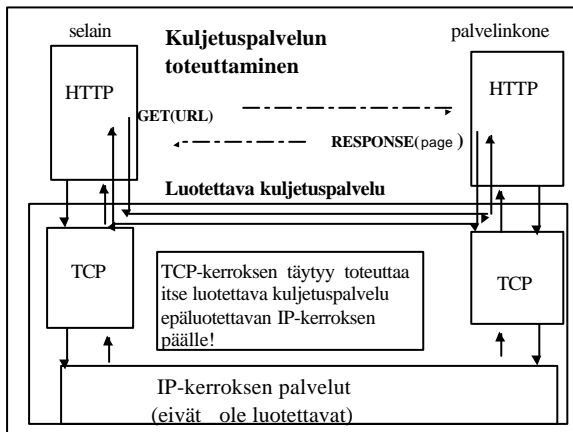
**Asiakkaan toimenpiteet**

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

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

**Molempien toimenpiteet**



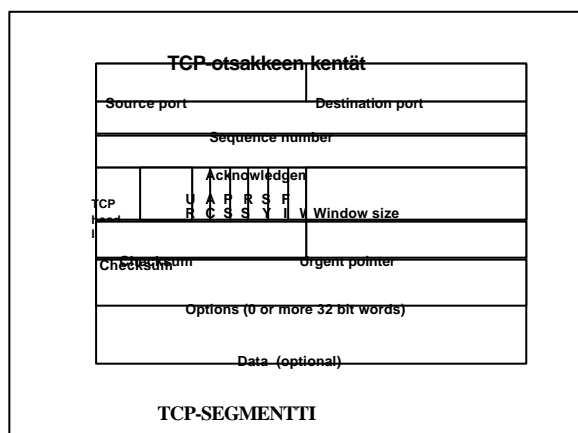
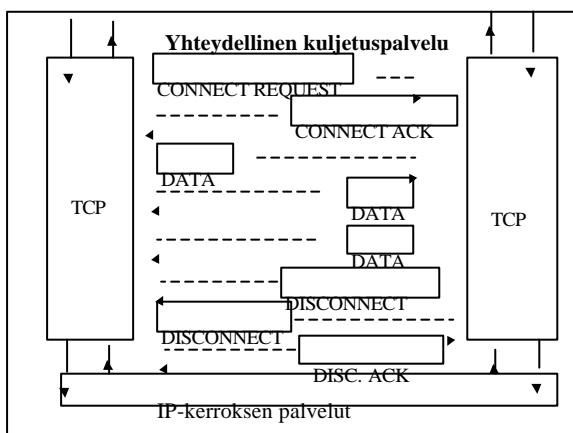
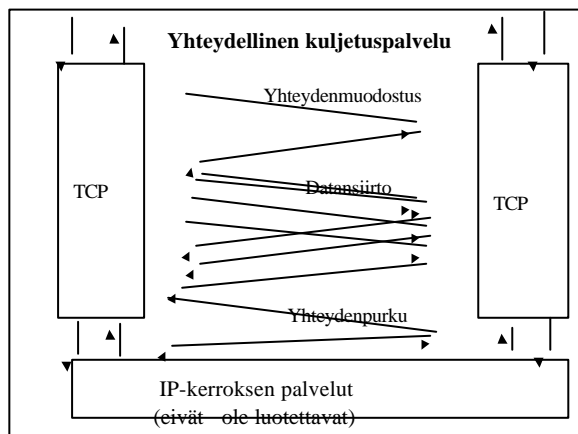


### IP-kerroksen epäluotettavuus

- 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
  - uudelleenlähetsajastin
- Varautua 'turhien' virheiden välttämiseen
  - vuonvalvontamekanismi
  - ruuhkanvalvontamekanismi
  - kolminkertainen kättely
    - yhteyden muodostuksessa että yhteyden purussa



### TPC-segmentin otsakekentät

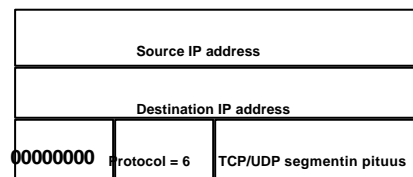
- **Lähde- ja kohdeportit** (Source port, Destination port)
  - yhteyden päätepiisteet
  - portti + koneen IP-osoite => 48 bittinen TSAP
- **Järjestysnumero** (Sequence number)
  - tavut numeroidaan => 32 bittiä
    - segmentin ensimmäisen tavun numero
- **Kuittausnumero** (Acknowledgement number)
 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

### • 6 lippubittä

- **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 lähetysoikeudesta (credit-vuonvalvonta)
- **Tarkistussumma** (Checksum)
  - lasketaan otsakkeelle, datalle ja ns. pseudo-otsakkeelle

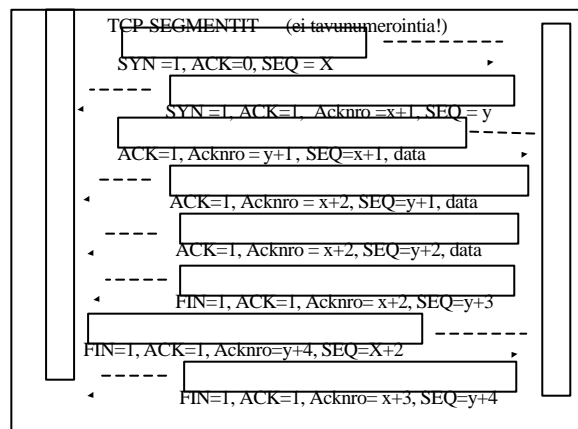
### pseudo-otsake

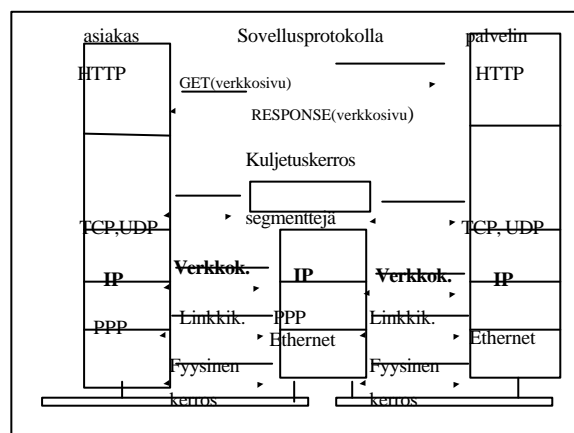
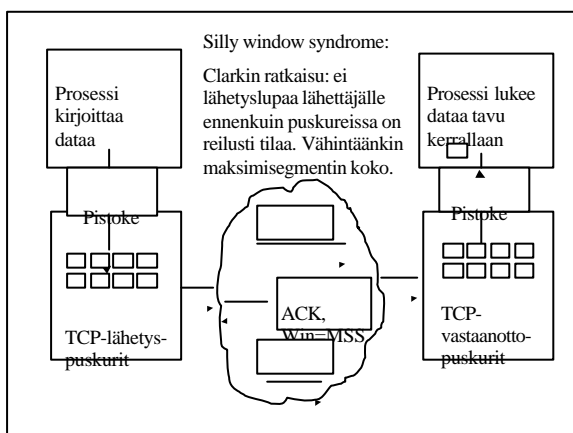
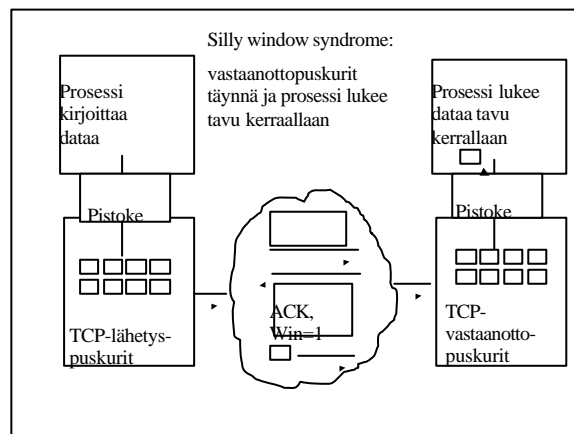
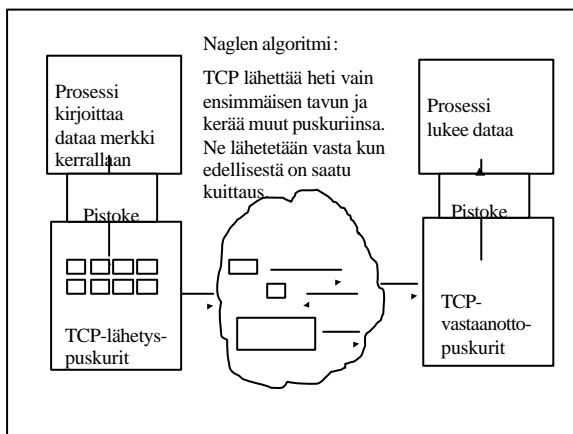
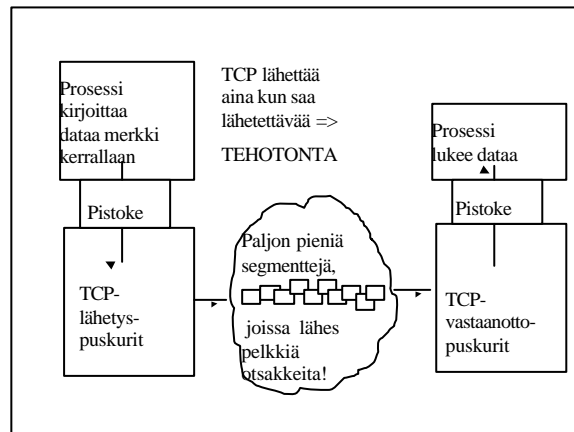
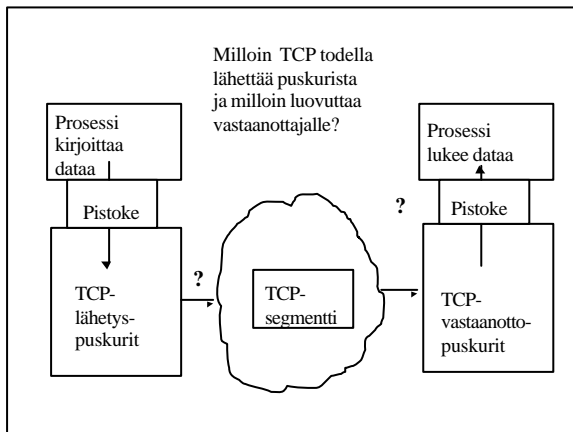


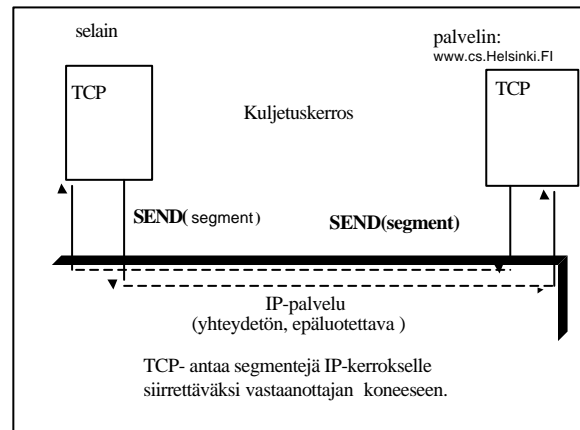
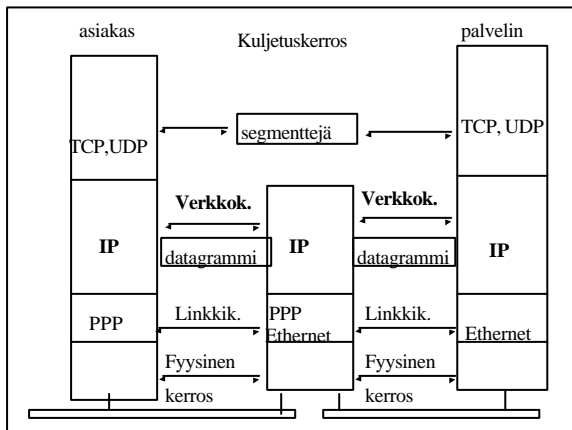
Auttaa havaitsemaan väärään osoitteeseen toimitetut paketit.

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 ikkunankoko on liian pieni
  - **valikoivan toiston käyttö** 'go back N':n tilalla
    - vähentää turhia uudelleenlähetyksiä
  - **aikaleimaus**







## REITITYS

- osoitteet
- reititys algoritmit
- reititysprotokollat
- 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) 28

## Type of service -bitit:

- **presedence-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 datasiähkeen pituus
  - maksimi 65535 tavua
    - maksimipituus vielä riittävä, mutta tulevaisuuden nopeille verkoille jo ongelma
  - yleensä koko 576 -1500 taavua
- **Identification**
  - datasiähkeen numero
  - kaikissa saman datasiähkeen 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 tuleeko 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 nolliille
- **Protocol**
  - mille kuljetuskerrokselle kuuluu
  - esim. TCP- tai UDP-siirtoon kuuluva

17.1.2001

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
    - täytetty jotta 4 tavun monikertoja
  - käytössä 5 optiota
    - mutta reitittimet eivät välttämättä ymmärrä

17.1.2001

35

## Optiot

- **Security**
  - datasähkeen luottamuksellisuus ja salassapidetävyys
- **Strict source routing**
  - datasähkeen 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

0                    8                    16                    24                    31

A:	0	verkko-os.	koneosoite
B:	10	verkko-osoite	koneosoite
C:	110	verkko-osoite	koneos
D:	1110	monilähetysoite	
E:	11110	varattu tulevaan käyttöön	

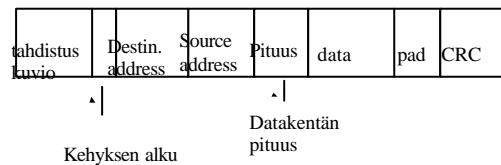
## IP-osoitteiden muodot

(alkuperäinen luokallinen osoitus)

## Erilaisia verkkoja

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

## Ehernet-kehys



## MAC-protokolla

- tahdistuskuvio (preamble)
  - 7 tavua 1010101010
  - synkronointia varten
- kehyn alku
  - 10101011
- kohde- ja lähdeosoitteet
  - osoitteessa 6 tavua (tai 2 tavua)
  - 0xxxxx... yksilöosoite
  - 1xxxxx ... ryhmäosoite
  - 11111 .... kaikkia
  - yksi bitti: paikallinen vai globaali osoite

17.1.2001

41

## kehyn pituus

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

17.1.2001

42

## kuuntelutarve

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

17.1.2001

43

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

17.1.2001

44

## Törmäyksen jälkeinen uudelleenlähetyks

- törmäyksen jälkeen aika jaetaan lokeroiksi
  - 51.2  $\mu$ s vastaten 512 bittia 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!

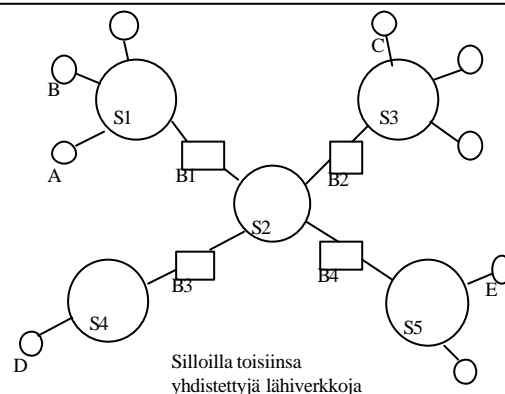
17.1.2001

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