

3. Kuljetuskerros

3.1. Kuljetuspalvelu

- **'End-to-end'**
 - prosessilta prosessille looginen yhteys
 - portti
 - verkkokerros koneelta koneelle
 - IP-osoite
- **peittää verkkokerroksen puutteet**
 - jos verkkopalvelu ei ole riittävän hyvä, sitä voidaan parantaa kuljetuskerroksella
 - kuljetuskerros huomaa verkkokerroksen kadottamat paketit ja pyytää niiden uudelleenlähetystä

1/27/2003

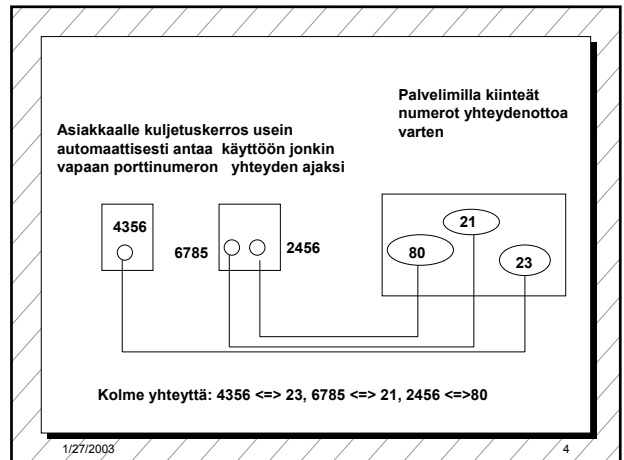
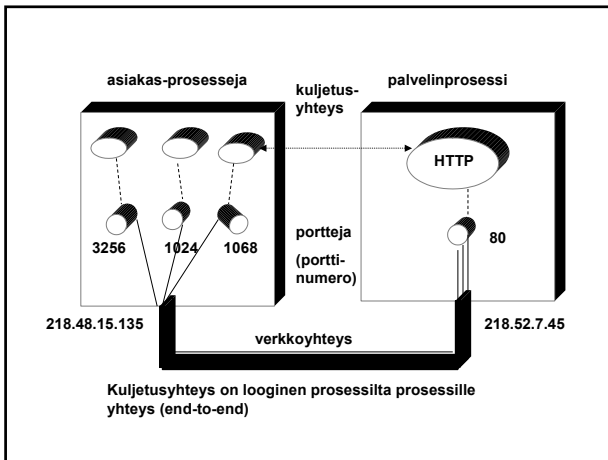
1

Sovelluksien datavirtojen erottaminen

- **IP-osoite**
 - osoittaa koneen yksikäsitteisesti
- **Sovellusprosessi tunnustetaan porttinumerosta (16 bittiä =>0-65535)**
 - jokaisessa lähetetyssä segmentissä on
 - lähettäjän porttinumero
 - vastaanottajan porttinumero
- Yleisillä palvelimilla omat varatut porttinumerot (0-1023)
 - SMTP 25, HTTP 80, jne

1/27/2003

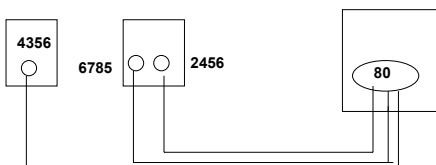
2



1/27/2003

4

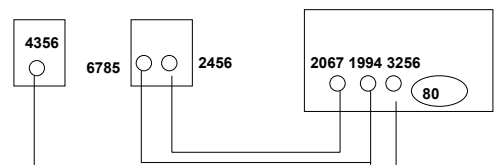
Tarvitaan sekä lähteen että kohteen porttinumerot



1/27/2003

5

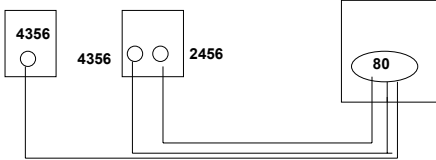
Palvelimissa yhteyksille uudet porttinumerot, jotta portti 80 voi ottaa vastaan uusia yhteyspyyntöjä



1/27/2003

6

Eri koneissa voidaan ottaa sama numero!



Kolme yhteyttä: 4356 <=> 80, 4356 <=> 80, 2456 <=> 80!

Kuljetusyhteydellä käytetään apuna myös IP-osoitetta:

=> koneilla eri IP-osoitteet, joten yhteydet pystytään erottamaan

1/27/2003

7

Sovelluksen vaatimuksia kuljetuspalvelulle:

- Virheetön, luotettava
- järjestyksen säilyttävä
- kaksoiskappaleet karsiva
- mielivaltaisen pitkiä sanomia salliva
- vuonvalvonnan mahdollistava

Verkkokerros kuitenkin voi

- kadottaa sanomia
- toimittaa sanomat epäjärjestyksessä
- viivyttää sanomia satunnaisen pitkän ajan
- luovuttaa useita kopioita samasta sanomasta
- rajoittaa sanomien kokoa

1/27/2003

8

kuljetuspalvelut parantavat verkkopalveluja

Sovelluksen näkemä palvelun laatu (Quality of Service, QoS)

kuljetuskerroksen palvelut
verkkokerroksen palvelut

kuljetuskerroksen palvelut
verkkokerroksen palvelut

1/27/2003

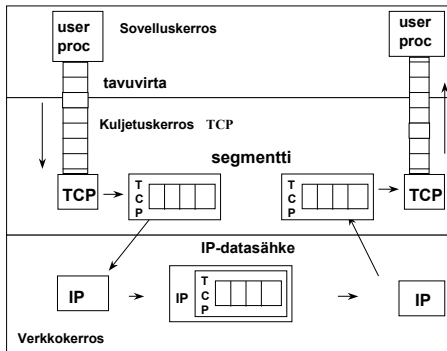
9

Internetin kuljetuskerros

- **UDP (User Datagram Protocol)**
 - yhteydetön, epäluotettava palvelu
- **TCP (Transmission Control Protocol)**
 - yhteydellinen, luotettava palvelu
 - virhevalvonta
 - havaitsee ja korjaa siirrossa syntyneet virheet
 - vuonvalvonta
 - ei ylikuormita vastaanottajaa
 - ruuhkanvalvonta
 - huolehtii ettei verkko pääse ruuhkautumaan

1/27/2003

10



TCP: prosessilta prosessille - tavuvirta

1/27/2003

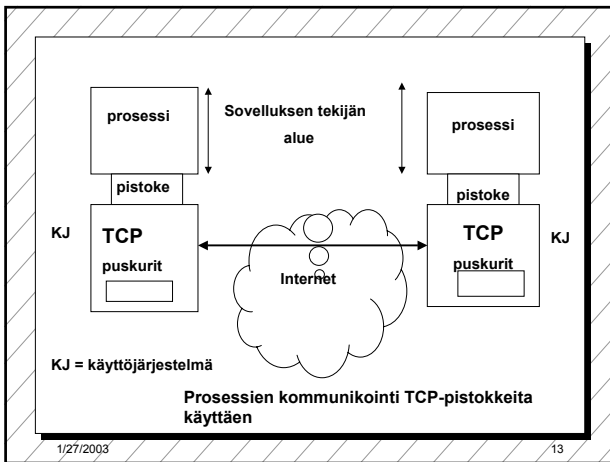
11

Pistokerajapinta (Socket interface)

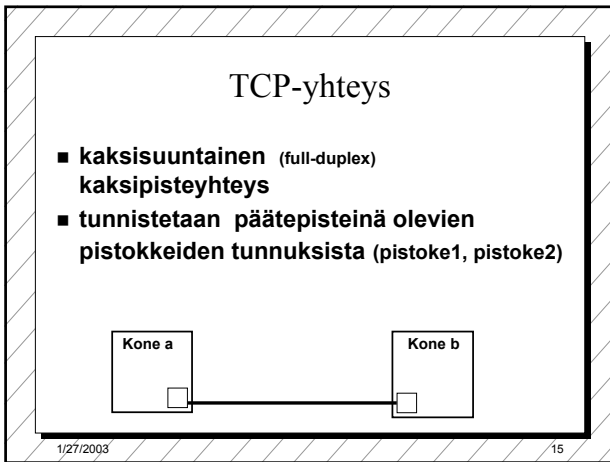
- **Verkkopalvelun ja sitä käyttävän sovelluksen rajapinta**
 - yleensä käyttöjärjestelmän tarjoama palvelu
 - pistokerajapinta alunperin Berkeley Unixin mukana, nyt lähes kaikissa käyttöjärjestelmissä
 - miten verkkoprotokollan tarjoamiin palveluihin päästään käsiksi sovelluksesta

1/27/2003

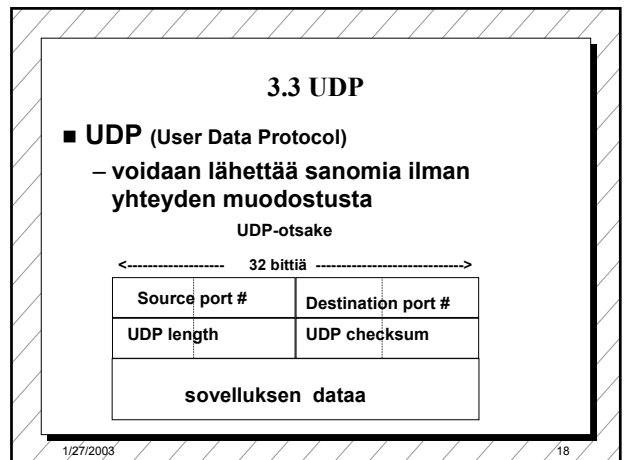
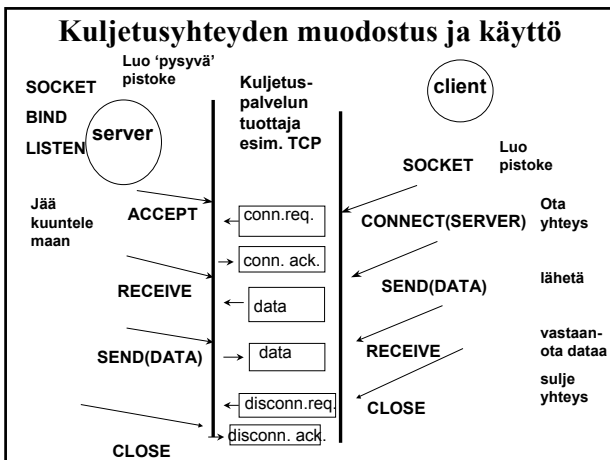
12



- pistoke (socket)
 - TCP-yhteyden päätepiste sovellukselle
 - lähettäjällä ja vastaanottajalla oma pistoke
 - pistokenumero 48 bittiä
 - koneen 32 bitin IP-osoite
 - 16 bitin porttinumero
- 1/27/2003 14



- ### TCP:n pistokeprimitiivit
- SOCKET luo uusi yhteydenpäätepiestepistoke
 - BIND anna pistokkeelle osoite
 - LISTEN halukas vastaanottamaan yhteyksiä
 - ACCEPT jää odottamaan yhteyksyrityksiä
 - CONNECT yritä muodostaa yhteys
 - SEND lähetä dataa yhteyttä pitkin
 - RECEIVE vastaanota dataa yhteydeltä
 - CLOSE pura yhteys (symmetrinen)
- 1/27/2003 16



UDP-tarkistussumma

- Virheen havaitsemista varten otsakkeeseen liitetään tarkistussumma
 - kaikki segmentin 16 bitin sanat lasketaan yhteen ja summasta otetaan yhden komplementti
 - = muutetaan ykköset nolliksi ja nollat ykkösiksi
 - vastaanottaja laskee taas kaikkien segmentin sanojen (mukana myös tarkistussumma) summan
 - jos tulokseksi saadaan 16 ykköstä, niin ok!

1/27/2003

19

Esimerkki

- Lasketaan yhteen kolme 8 bitin mittaista sanaa:

- Lähettäjä vastaanottaja

1011 0100	1011 0100
0111 0101	1111 0101
1000 1101	1000 1101
=====	0100 1001
1011 0110	=====
	0111 1111

- 0100 1001
- Yhden komplementti

1/27/2003

20

- Miksi tarvitaan tarkistussumma?

- Kaikki siirtoyhteyserrokset eivät suorita tarkistuksia

- UDP-tarkistussumma ei ole kovin tehokas havaitsemaan virheitä!

- Se ei myöskään yritä toipua virheitä!

- Jotkut toteutukset voivat tuhota virheellisen segmentin
- jotkut antavat se sovellukselle varoituksen kera

1/27/2003

21

UDP:n etuja:

- Yhteydetön

- aikaa ei kulu yhteyden muodostamiseen ja purkamiseen

- ei tarvita resursseja yhteyden tilatietojen ylläpitoon

- Otsake (= 8 tavua) pieni => pieni yleisrasite => lisää tehokkuutta

- Ruuhkanvalvonta ei säännöstele liikennettä

1/27/2003

22

Tehtäviä:

- Lähetetään 10 tavun viesti UDP:llä.
 - Miten kauan kestää lähettäminen, jos lähetyksenopeus on 56 kbps?
 - 10 tavua + 8 tavua = 18 * 8 b = 144 bittia
 - 144 b / 56 000 b/s = 2.57 ms
 - Miten suuri on etenemisiive, jos etäisyys lähettäjältä vastaanottajalle on 1000 km?
 - 1000km/200 000 km/s = 5 ms
 - Miten suuri on UDP-otsakkeen aiheuttama yleisrasite (overhead)?
 - 8/18 = 0.44 eli 44 %

1/27/2003

23

UDP:n käyttö

- Vaikka UDP on epäluotettava, se sopii monien sovellusten tarpeisiin:

- Remote file server (NFS)

- multimedia

- Internet-puhelin

- verkon hallinta (SNMP)

- reititys (RIP)

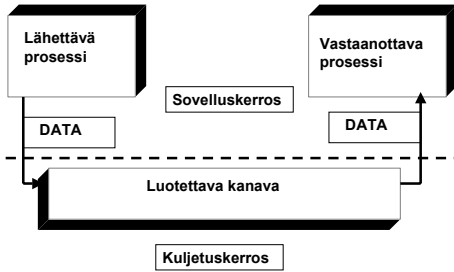
- nimipalvelu (DNS)

- Miksi nämä sovellukset suosivat UDP:tä?

1/27/2003

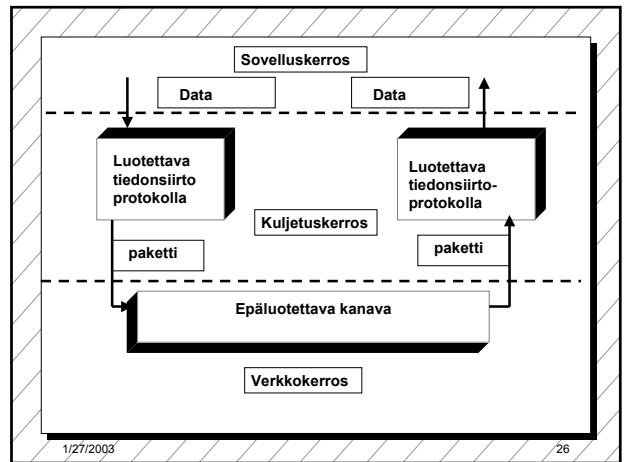
24

3.4 Luotettava tiedonsiirto



1/27/2003

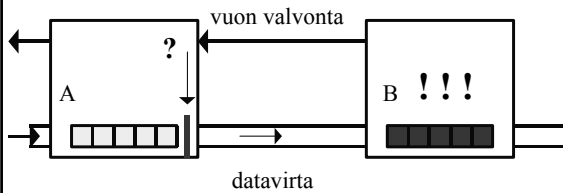
25



1/27/2003

26

Vuon valvonta



- X-ON / X-OFF : GO! | STOP!

Kohinainen kanava



- sanoma vääristyy => virhetarkistus
- sanoma katoaa => numerointi, ajastin ja uudelleenlähetyks
 - duplikaattien havaitseminen
- sanoma viivästyy => rajallinen elinaika
- sanomien järjestys muuttuu => järjestäminen

Yksinkertainen Stop and wait -protokolla

- Oletus
 - virheetön siirto => ei huolta virheistä, mutta vuonvalvontaa tarvitaan
- lähettäjä
 - lähettää sanoman
 - odottaa lupaa lähettää seuraava sanoma
- vastaanottaja
 - käsittelee sanoman
 - lähettää tiedon (=antaa luvan) lähittäjälle

1/27/2003

29

Entä jos virheitä?

- Sanomissa virheitä tai sanomat voivat puuttua kokonaan
- Myös kuittaukset voivat kadota
- Tarvitaan
 - virheen havaitseminen ja korjaaminen
 - tarkistussumma
 - kuittaus
 - uudelleenlähetyks
 - sanomien numerointi
 - uudelleenlähetyksajastin

1/27/2003

30