

## 2. Sovelluksia ja sovellusprotokollia

**2.1. WWW (World Wide Web)**

**2.2. Sähköposti**

**2.3. DNS (Domain Name System)**

## Verkkosovellus <=> sovellusprotokolla

- **Sovellusprotokolla on vain osa hajautettua sovellusta**
- **Esim. WWW**
  - selain, www-palvelin, dokumentin rakenne (HTML) ja sovellusprotokolla (HTTP)
  - **HTTP**
    - selaimen ja verkkopalvelimen kommunikointiin

## Sovellusprotokolla määrittelee

- **käytetyt sanomatyypit**
  - pyyntö (request)
  - vastaus (response)
- **sanomien rakenteen (syntaksi)**
  - mitä kenttiä, minkä kokoisia ja missä kohtaa
- **kenttien merkityksen (semantiikka)**
- **‘säännöt’, milloin mikin sanoma lähetetään**

8/14/2003

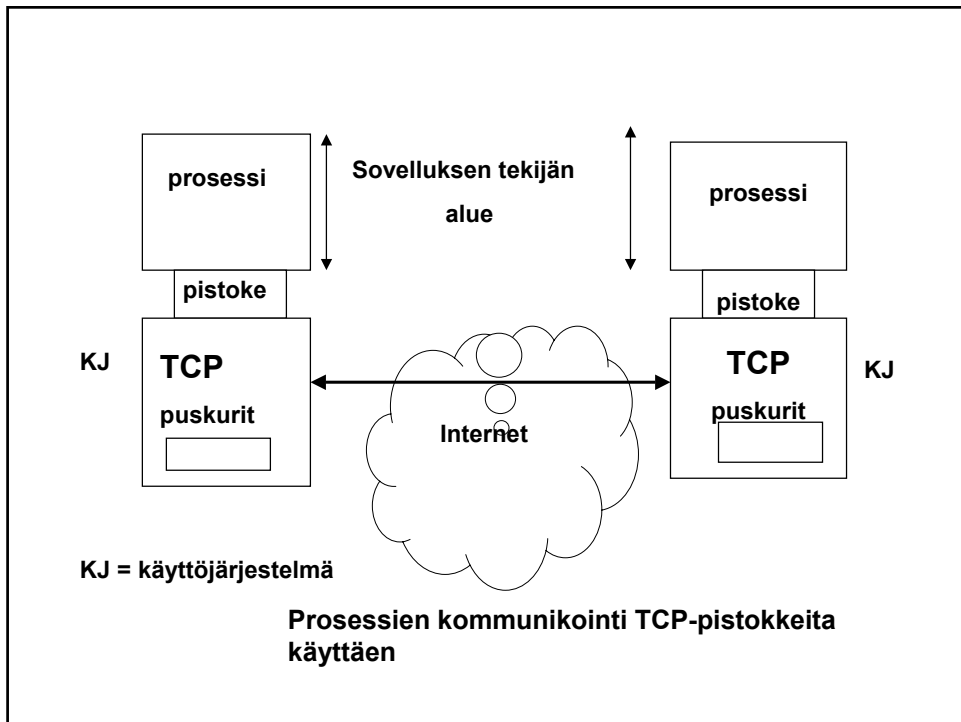
3

## Prosessien etäkommunikointi

- **Eri koneissa olevien prosessien kommunikointia lähettämällä sanomia toisilleen**
  - KJ huolehtii saman koneen prosessien kommunikoinnista
- **Pistoke (socket)**
  - prosessi kirjoittaa verkkoon ja lukee verkosta samalla tavoin kuin kirjoittaa tiedostoon ja lukee tiedostosta
  - **API (application programmers' interface)**
    - verkkosovelluksen ohjelmointirajapinta

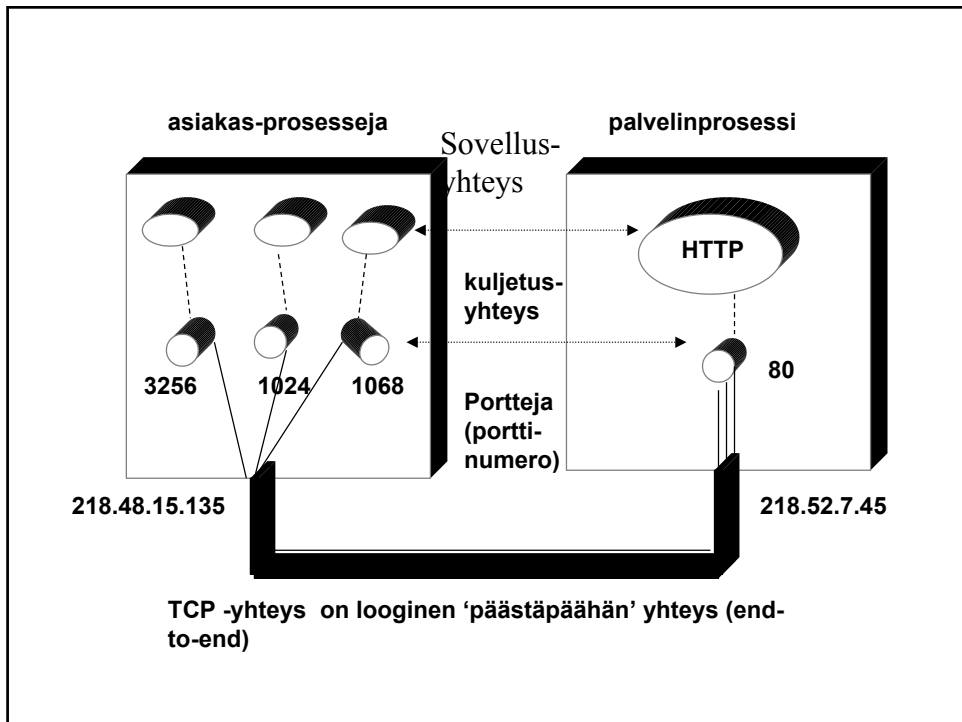
8/14/2003

4



## Osoittaminen

- **IP-osoite => oikea kone**
  - koneen yksilöivä tunniste
    - koneen verkkoliitännän yksilöivä tunniste
  - verkko-osa osoitteesta yksilöi verkon
  - koneosa yksilöi koneen verkossa
  
- **Porttinumero => oikea prosessi**
  - yleisillä palveluilla standardoidut porttinumerot
    - www-palvelin 'kuuntelee' porttia 80
    - postipalvelin kuuntelee porttia 25



## Käyttäjänedustaja (User Agent)

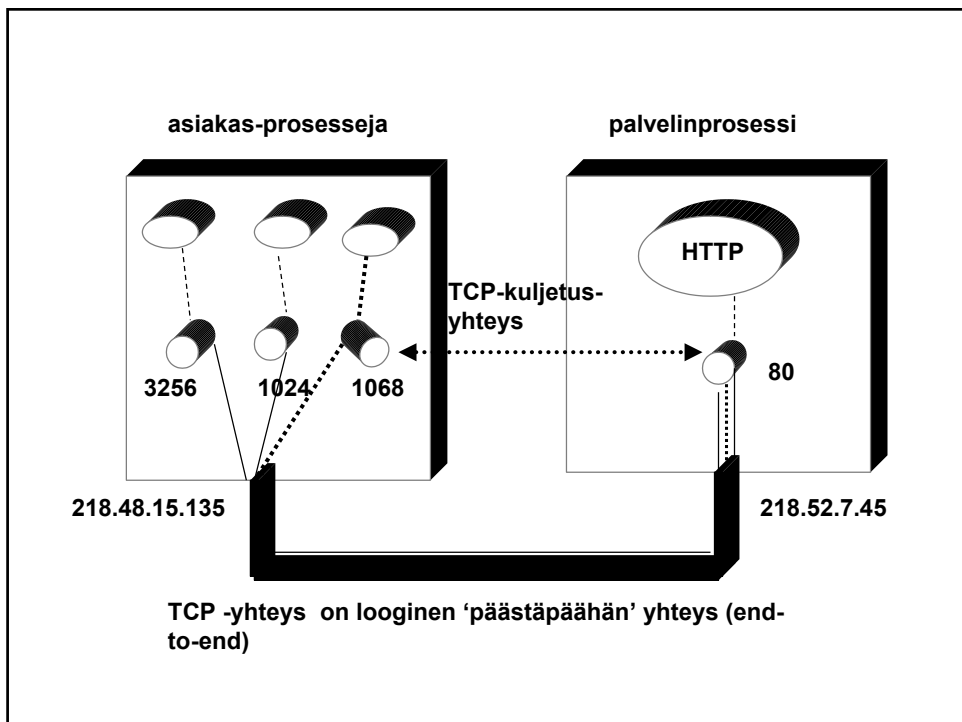
- **Käyttäjän ja verkkosovelluksen rajapinta**
  - verkossa selain
    - hakee sivun ja näyttää sen
    - käynnistää Java-sovelmat
    - asiakkaan puolen HTTP-protokolla lähettää ja vastaanottaa sanomia piskokkeen kautta
  - sähköpostissa postiohjelma ('mail reader')
    - graafinen käyttöliittymä sanomien laatimiseen ja lukemiseen
    - asiakkaan puolen SMTP sanomien lähettämiseen ja esim. POP tai IMAP sanomien hakemiseen
      - Eudora, Netscape Messenger, Microsoft Outlook

## Sovellus ja kuljetuspalvelun laatu

- **virheettömyys**
  - pankkisovellus
  - videoneuvottelu
  - puhelu
- **kapasiteetti eli minimisiirtonopeus**
  - Internet-puhelin 32 Kbps, video 10Kbps-5 Mbps
  - sähköposti
- **tosi aikaisuus**
  - usean pelaajan taistelupeli: viive korkeintaan 100 ms
  - dokumentin siirto

## Internetin kuljetusprotokollat

- **TCP (Transmission Control Protocol)**
  - yhteydellinen palvelu
    - yhteyden muodostus ennen datan siirtoa
      - kättely (handshaking)
    - kaksisuuntainen TCP-yhteys
    - yhteyden purku
  - luotettava kuljetuspalvelu
  - ruuhkanhallinta
  - ei takuita siirtonopeudelle eikä viiveelle



- 
- 
- 

• **UDP (User Datagram Protocol)**

- minimaalinen palvelu
- ei yhteyden muodostusta eikä purkua
- sanoma vain lähetetään verkkoon
- ei mitään takuita sanoman perillemenosta
- saapuneet sanomat voivat olla epäjärjestyksessä
- ei ruuhkanvalvontaa
  - lähettäjä voi lähettää UDP-pistokkeeseen niin paljon kuin haluaa

## 2.1. WWW

- **WWW on joukko yhteentoimivia palvelimia ja asiakkaita, jotka puhuvat samaa HTTP-kieltä (-protokollaa)**
- **graafinen asiakasohjelma selain**
  - Netscape, Explorer, Mozilla, ...
  - kykenee 'avaamaan ' URL-linkin**
    - = muodostamaan TCP-yhteyden ko. verkkopalvelimeen ja hakemaan sieltä ko. tiedoston

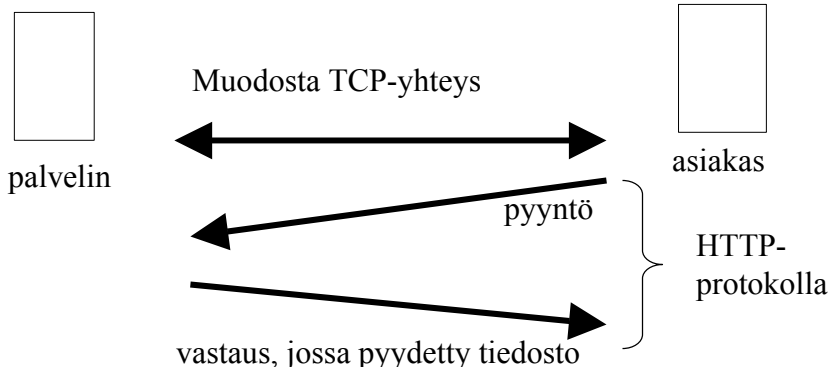
8/14/2003

13

<http://www.cs.princeton.edu/index.html>

Muodostetaan TCP- yhteys koneeseen:  
[www.cs.princeton.edu](http://www.cs.princeton.edu)

Pyydetään sieltä tiedosto käyttäen HTTP-protokollaa:  
[index.html](http://www.cs.princeton.edu/index.html)



# HTTP (Hypertext Transfer Protocol)

- **Protokolla asiakkaan ja palvelimen väliseen kommunikointiin**

- **www-sivujen hakemiseen**

- **HTML-tiedosto, jossa**
  - HTML-tiedostoja
  - JPEG-kuva, GIF-kuva
  - Java-sovelma

- **sivuilla URL-osoite**

- **tilaton protokolla**

Tekstiä:

plaa plaa

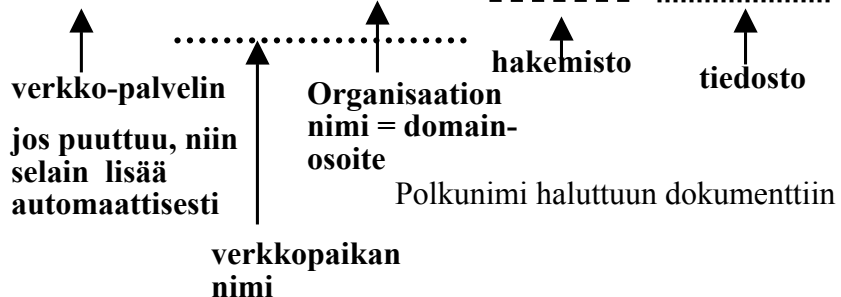
plaa



8/14/2003

# URL (Uniform Resource Locator)

- **<http://www.nmib.com/glossary.index.html>**



8/14/2003

16



## Muita URLeja:

- **ftp://usc.edu/pubs/myfile.doc**
  - ftp-palvelulla haettava tiedosto
- **news:uk.finance**
  - uutisryhmä
- **file:///C:/webs/html/mottle.gif**
  - tiedosto haetaan käyttöjärjestelmän avulla  
**(ei käyttäen http:tä)**

## HTTP-asiakas

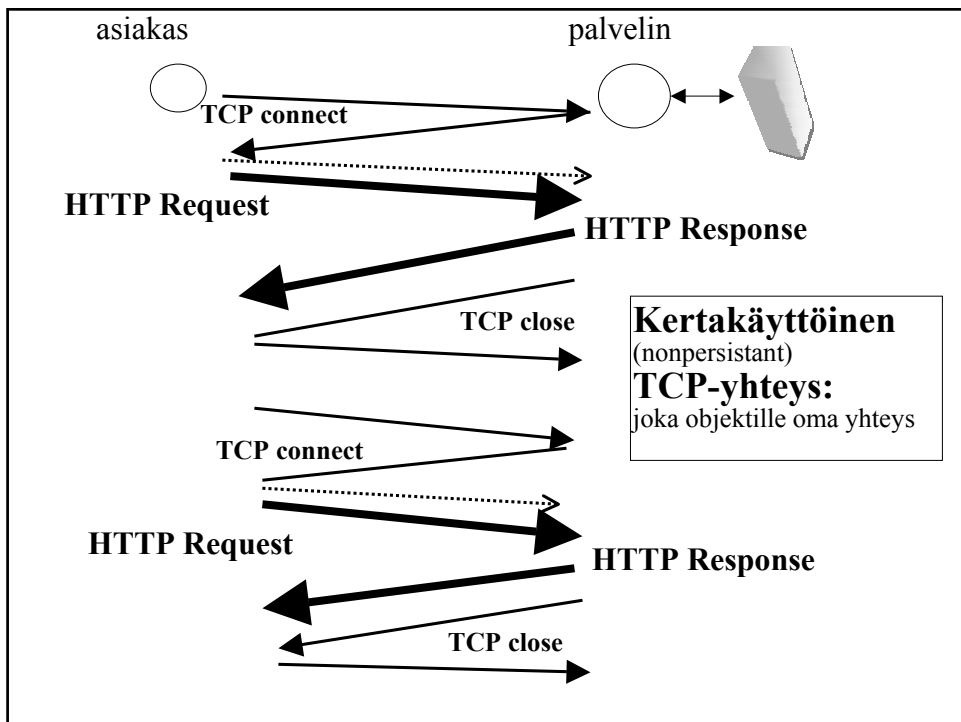
- **selain (= asiakas) pyytää verkkosivua**
  - muodostaa TCP-yhteyden palvelinkoneeseen
    - DNS auttaa domain-nimen muuttamisessa IP-osoitteeksi
    - WWW-palvelimen kuuntelema portti on 80
  - lähettää HTTP-pyyntösanoman TCP-yhteyteen liitettyyn pistokkeeseen
  - vastaanottaa palvelimen lähettämän **vastaussanoman**, jossa on sisällä pyydetty sivu
  - tämän jälkeen TCP-yhteys suljetaan
  - selain tutkii sivua ja näkee uudet viitteet kuviin, jotka se sitten hakee samalla tavalla
- **selain näyttää pyydetyn sivun käyttäjälle**

## Palvelinprosessi

- **Kuuntelee TCP-porttia 80 yhteydenpyyntöjä varten**
  - pyyntö yleensä selaimelta
    - kun käyttäjä on ilmoittanut haluavansa ko. dokumentin
      - esim. klikkaamalla tekstissä olevaa URL-linkkiä
      - tai antamalla URL-linkin yhteysoyennössä
    - tai selain itse huomaa linkin, josta pitää hakea

## HTTP-pyyntön tullessa

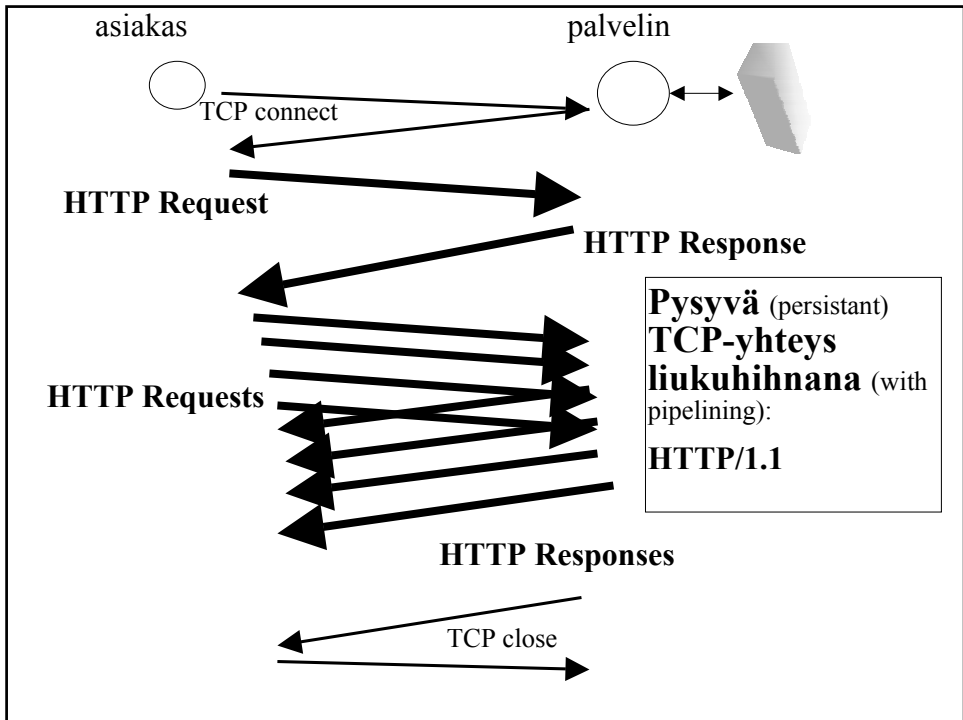
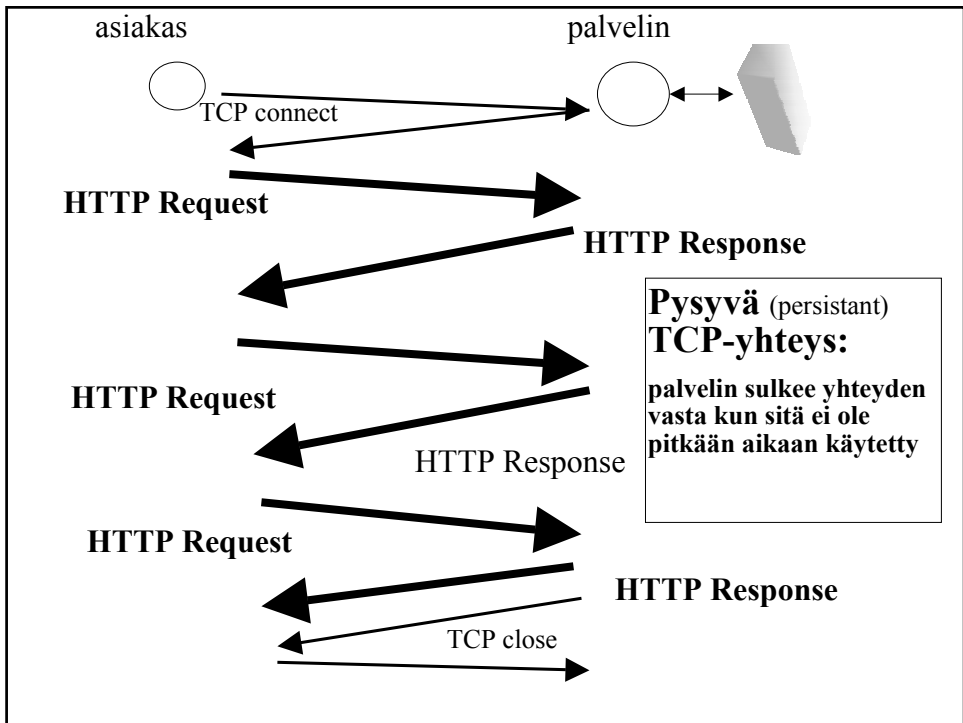
- **verkkopalvelin**
  - vastaanottaa pyyntösanoman ,
  - hakee pyydetyn sivun tai objektin omasta muististaan ,
  - liittää sen HTTP-vastauksensaamaan ja
  - lähettää sitä pyytäneelle selaimelle
  - pyytää TCP-yhteyden sulkemista



- 
- 
- 

## Suorituskyky?

- **Jos haetaan 10 objektia**
  - 10 TCP-yhteyden muodostusta ja purkua
    - kukin 2 sanomaa = RTT (round-trip time) => 20 RTT
    - hidas aloitus (slow start) hidastaa lähetysnopeutta
  - voidaan avata useita rinnakkaisia yhteyksiä
    - puskuritilat yhteyksille
- **käytetään pysyvää TCP-yhteyttä**
  - palvelin jättää yhteyden sulkematta
  - muut pyynnöt ja vastaukset käyttävät samaa yhteyttä

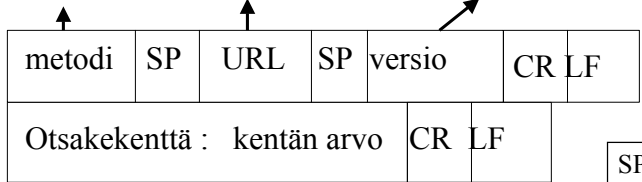


# HTTP-sanomat (esimerkki)

- **HTTP Request Message:**  
**GET /jokuhakemisto/sivu.html HTTP/1.1**  
**Host: WWW.jokupaikka.fi**  
**Connection: close**  
**User-agent: Mozilla/4.0**  
**Accept-language:fi**  
**(ylimääräinen CR ('control') ja LF ('line feed'))**

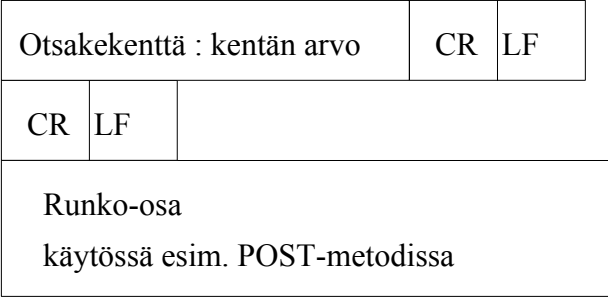
## Pyyntösanomien yleinen rakenne

GET /jokuhakemisto/sivu.html HTTP/1.1



SP='space'  
eli tyhjä

... Lisää otsakerivejä



Otsakekenttä : kentän arvo	CR	LF
----------------------------	----	----

**Host: WWW.jokupaikka.fi** kone, jossa dokumentti on

**Connection: close** sulje yhteys lähetyksen jälkeen

**User-agent: Mozilla/4.0** selaimen tyyppi

**Accept-language:fi** dokumentin kieli

○  
○  
○

## HTTP-sanomat (esimerkki)

- **HTTP Response Message:**

**HTTP/1.1 200 OK**

**Connection: close**

**Date: Thu, 19 Oct 2000 12:00:15 GMT**

**Server: Apache/1.3.0 (Unix)**

**Last-Modified: Mon, 22 Jun 2000 09:23:24 GMT**

**Content-Length: 6821**

**Content-Type: text/html**

**(data data data data data ... )**

## Vastaussanomien yleinen rakenne

versio	SP	statuskoodi	SP	fraasi	CR	LF
Otsakekenttä : kentän arvo				CR	LF	

... Lisää otsakerivejä

Otsakekenttä : kentän arvo			CR	LF	
CR	LF				
Runko-osa					

○  
○  
○


## Pyyntömetodeja

- **GET** sivun lukeminen
  - aina tai vain tietyn päiväyksen jälkeen muutettu sivu
- **HEAD** pelkän otsikon lukeminen
- **PUT** sivun tallettaminen
- **POST** lisäys verkkosivulle
- **DELETE** sivun poistaminen
- **LINK** uusi linkki
- **UNLINK** linkin poistaminen

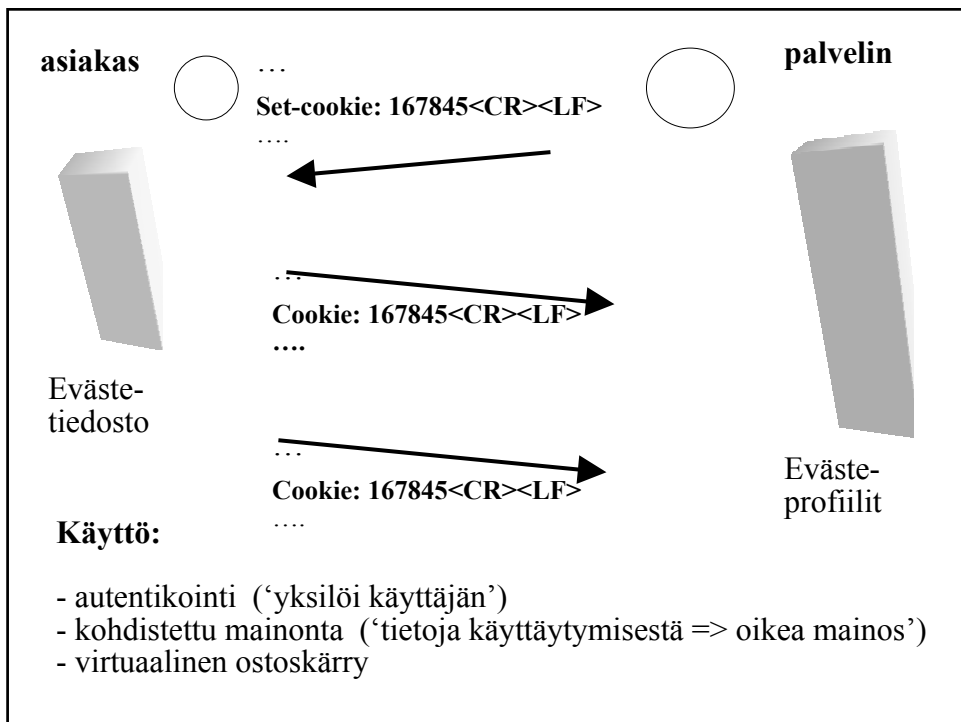
## Statuskoodeja ja fraaseja

- **200 OK**
  - pyyntö onnistui , pyydetty sivu vastauksessa
- **301 Moved Permanently**
  - uusi URL on otsakekentässä Location
- **400 Bad Request**
- **404 Not Found**
- **505 HTTP Version Not Supported**

## Käyttäjän tunnistaminen

- **Autentikointi**
  - omat koodit ja otsakkeet tätä varten
    - 401 Authorization Required -statuskoodi
  - WWW-Authenticate -otsake kertoo kuinka**
    - asiakas lähettää autentikointitiedot joka pyynnössä (Authorization- otsakerivi)
- **Eväste (pipari, cookie)** 
  - asiakkaalle talteen käyttäjäkohtainen tunnuskoodi, joka esitetään joka pyynnön yhteydessä





## **Evästeitä:** (Windows: cookies.txt)

**www.download.com**      lähettäjän osoite  
**FALSE / FALSE**      turvayhteyksien käyttö  
**946598400**      vanhenemispäivä  
**csr**      'piparin' nimi  
**/=/PC/FrontDoor/0^1^0- 0^01.html data**

**www.harmony-central.com** **FALSE / FALSE**  
**1034625738 s 13013000876945738607**

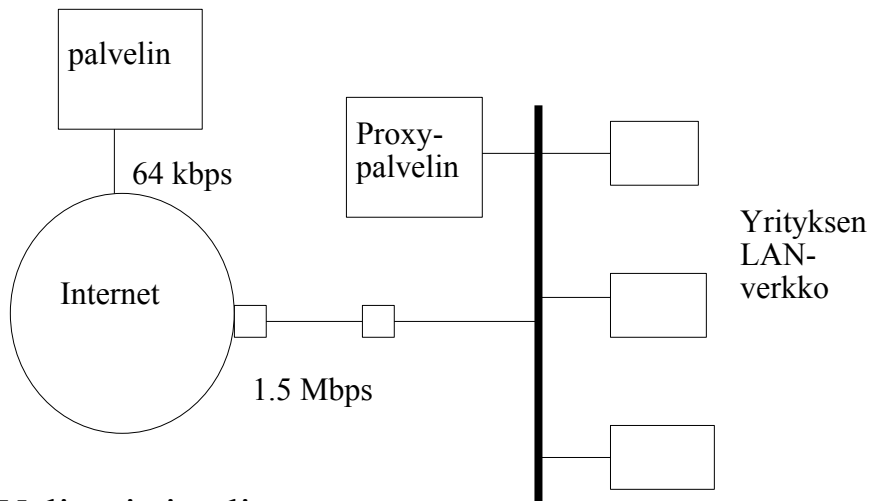
**www.illuminatus.com** **TRUE / FALSE**  
**945734399 Count 3**

# Verkkovälimuisti

- **Säilyttää kopioita haetuista sivuista**
  - viimeksi haetut sivut
- **pyyntö ohjautuu ensin välimuistiin**
  - haetaan verkon yli vasta, jos ei löydy välimuistista
- **etuja:**
  - lyhentää kyselyaikaa
  - vähentää Internetin liikennettä
  - tuo nopean jakelukanavan hitaille palvelimille

8/14/2003

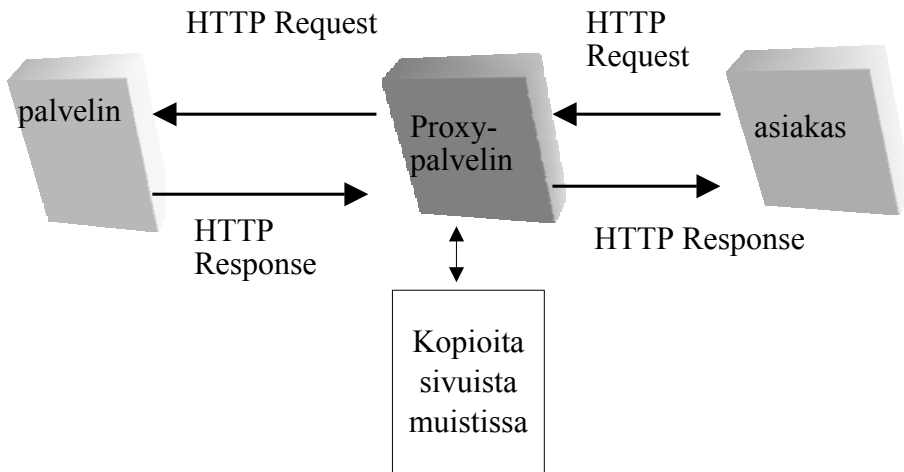
35



Välimuistin eli ns.  
Proxy-palvelimen  
käyttö

10-100 Mbps

## Haku palvelimelta vain, jos ei ole jo muistissa



## Conditional GET

- **Välimuistiin talletettu objekti haetaan verkosta, jos objektia on muutettu**
  - tallessa vanha versio
- **Get ....**
  - If-modified-since: Mon, 22 Jun 2000 09:23:24**
- **HTTP/1.0 304 Not Modified**

## HTML (HyperText Markup Language)

- **SGML (Standard Generalized Markup Language)**
  - merkkäuskieli
    - kertoo, kuinka dokumentit muotoillaan
      - TeX, troff,
      - ladontamerkinnot
    - WYSIWYG
- **XML (Extensible Markup Language )**
- **Näistä enemmän:**

582302 Digitaalisen median tekniikat (2ov)

582304 XML-metakieli (2ov)

8/14/2003

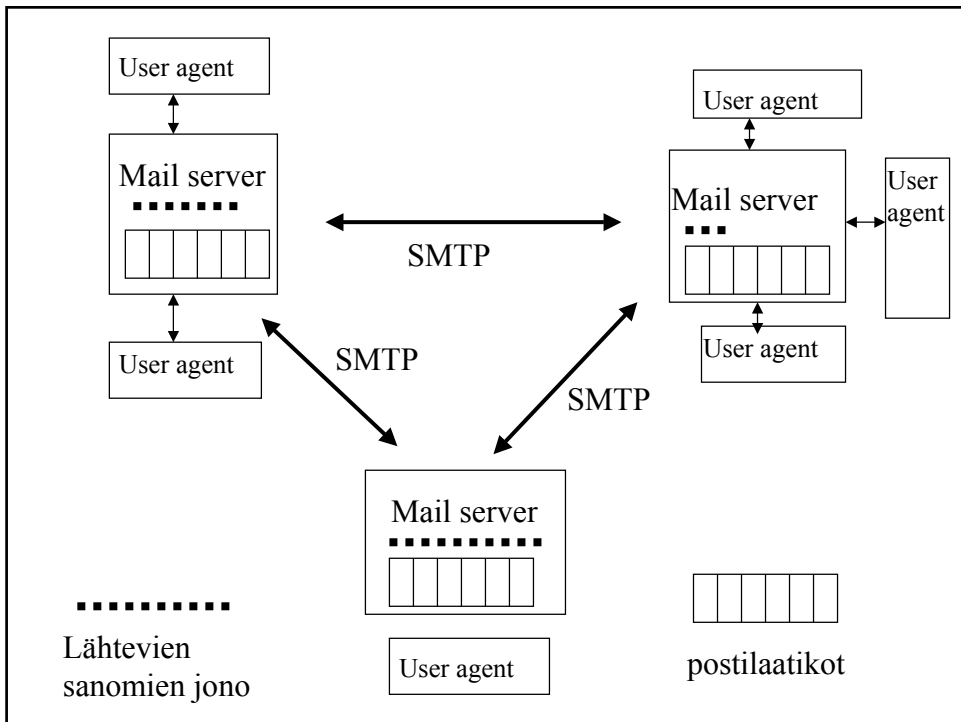
39

## 2.2. Sähköposti

- **Käyttäjäliitäntä (user agent)**
  - sanomien kirjoittaminen, lukeminen ja lähettäminen
- **Postipalvelin (mail server)**
  - postilaatikot
- **Postiprotokolla SMTP**
  - sanomien toimittaminen lähettäjän postijärjestelmästä vastaanottajan postijärjestelmään
  - sanoman muoto
    - tekstisanoma, MIME-sanoma

8/14/2003

40

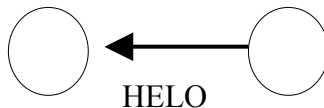


## SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)

- **Postipalvelimet käyttävät SMTP-protokollaa sanomien siirtoon**

- sanomat lähetävä postipalvelu muodostaa TCP-yhteyden vastaanottajan postipalvelimeen
- 'kättelyjen' jälkeen siirretään sanomat

**Vastaanottava on palvelin**



**Lähetävä on asiakas**

### **Lähetävä postipalvelin**

- muodostaa TCP-yhteyden
- esittelee itsensä
- kertoo lähettäjän ja vastaanottajan
- lähettää sanoman, jos vastaanottava palvelin antaa luvan

### **Vastaanottava postipalvelin**

- kuuntelee TCP-porttia **25**
- hyväksyy yhteydenmuodostuspyynnöt
- vastaanottaa ja siirtää sanomat postilaatikoihin
- palauttaa virheilmoitukset

```
S: 220 helsinki.fi
C: HELO princeton.edu
S: 250 Hello princeton.edu
C: MAIL FROM: <Bob@princeton.edu>
S: 250 <Bob@princeton.edu> OK
C: RCPT TO: <pekka.puupaa@cs.helsinki.fi>
S: 250 <pekka.puupaa@cs.helsinki.fi> OK
C: DATA
S: 354 Enter mail, end with "." on a line by itself
C: dataa ... dataa
C: dataa ... dataa

C: .
S: 250 Message accepted for delivery
C: QUIT
S: 221 princeton.edu closing connection
```

○  
○  
○

- **TCP-yhteys on pysyvä**

- yhteydellä voidaan lähettää useita sanomia

- **Yhteydellä voidaan lähettää vain ASCII-sanomia**

- sanomatekstin lopettaa omalla rivillään irrallisena oleva piste (“.”) (*Tämä on vanha protokolla!*)

- eli ASCII-merkit **CRLF.CRLF**

- jos sanomassa on binääridataa, esim. kuvia, niin siellä voisi esiintyä irrallinen piste eli CRLF.CRLF => sanoma katkeaa. => binääridata koodataan ASCIIksi siten, ettei siinä esiinny CRLF.CRLF : iä

8/14/2003

45

○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

**S: 220 helsinki.fi**

**C: HELO princeton.edu**

**S: 250 Hello princeton.edu**

**C: MAIL FROM: <Bob@princeton.edu>**

.....

**S: 250 Message accepted for delivery**

**C: HELO princeton.edu**

**S: 250 Hello princeton.edu**

**C: MAIL FROM: <Alice@princeton.edu>**

.....

**S: 250 Message accepted for delivery**

.....

**C: QUIT**

**S: 221 princeton.edu closing connection**

## Push- ja pull-protokollat

- **työntöprotokolla (PUSH)**
  - asiakas lähettää tiedoston
  - SMTP
- **noutoprotokolla (PULL)**
  - asiakas pyytää tiedostoa
  - HTTP
    - poikkeuksena PUT- ja POST-metodit

8/14/2003

47

## Sähköpostisanoman muoto

<b>To:</b>
CC:
<b>From:</b>
Message-Id:
Received:
<b>Date:</b>
Reply-To:
<b>Subject:</b>

Yleisiä sanoman  
otsakekenttiä

kentät erotettu  
rivinvaihdolla

RFC 822 sallii myös omien  
kenttien käytön

8/14/2003

48



## MIME (Multipurpose Internet Mail Extension)

- **Alunperin vain tekstisanomia (ASCII)**
- **nykyisin myös**
  - erityyppisiä tekstisanomia
    - Word-dokumentteja
    - kiinankielistä tekstiä
  - ääntä,
  - videota
  - kuvia

## MIME-laajennus

- **Lisää kenttiä otsikkoon**

MIME-versio:
<b>Content-Transfer-Encoding:</b>
<b>Content-Type:</b>

**From: alice@crepes.fr**  
**To: bob@hamburger.edu**  
**Subject: Picture of yummy crepe**  
**MIME-Version: 1.0**  
**Content-Transfer-Encoding: base64**  
**Content-Type: image/jpeg**  
**(base64 encoded data .....**  
**..... base64 encoded data)**  
**.**

○  
○  
○

## MIME-sisältötyyppiä

- text/plain; charset=us-ascii
- text/html
- image/gif, image/jpeg, video/mpeg
- application/postscript,  
application/msword,  
application/octetstream
- **multipart/mixed**

**Content-Type:**  
**multipart/mixed;Boundary=StartOfNextPart**

**-- StartOfNextPart**

**Hei Allu,**

**sinulle kaunis kuva kissastani Villestä.**

**-- StartOfNextPart**

**Content-Transfer-Encoding: base64**

**Content-Type: image/jpeg**

**base64 encoded data .....**

**.....**

**.....base64 encoded data**

**-- StartOfNextPart**

**Haluatko muita kuvia!**

**.**

o  
o  
o



- **tyyppien koodaukset siirtoa varten**

- sähköpostisanomassa saa olla vain ASCII-merkkejä

- ei esimerkiksi ääkkösiä

- **base64-koodaus**

## Base64-koodaus

- **Sanoman 24 bitin ryhmät jaetaan 6 bitin osiksi, jotka kukin koodataan ASCII-merkiksi => 64 eri vaihtoehtoa**

– 0-25 = A-Z,

– 26-51 = a-z,

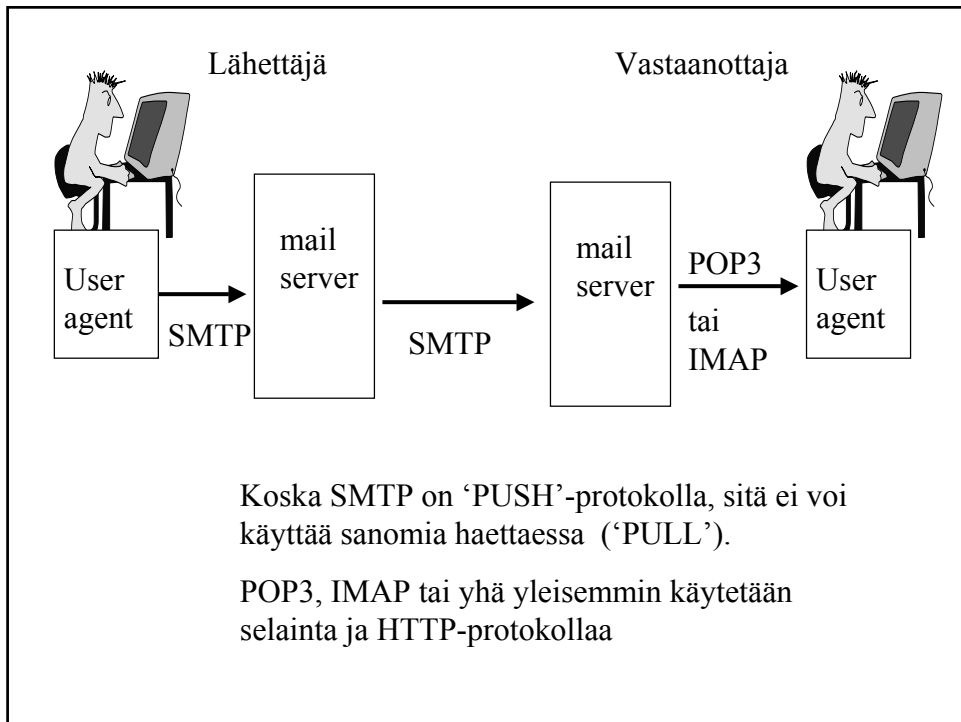
– 52-61 = 0-9,

– 62= +, 63 =/

- **Tekstisanoma voidaan koodata myös 7-bitin ASCIIlla.**

## Postinhakuprotokollat (mail access protocols)

- **Käyttäjän postiohjelma siirtää postinhakuprotokollan avulla sanomat postipalvelimen postilaatikoista käyttäjän PC:lle**
  - POP3: yksinkertainen ohjelma, joka siirtää sanomat vastaanottajan PC:lle
  - IMAP: monipuolinen, käyttäjä voi käsitellä postipalvelimen postilaatikkoo kuin se olisi omassa koneessa
- **Entä lähetettäessä?**



- o
- o
- o

## Postiyhdyskäytävä (Mail Gateway)

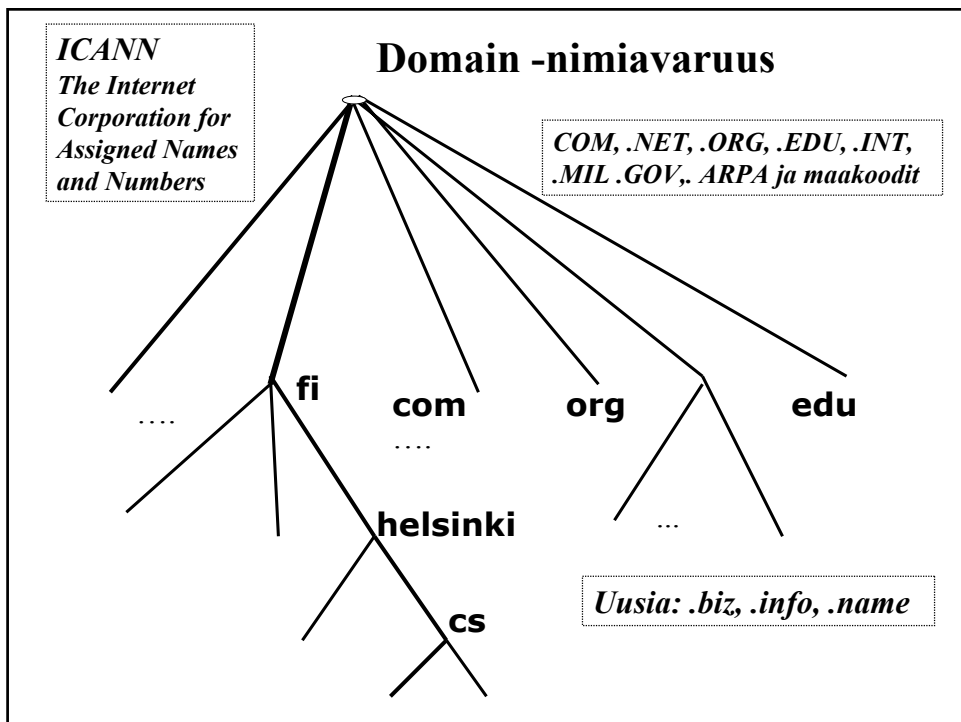
- **Yleensä postipalvelin ottaa suoraan yhteyttä vastaanottajan postipalvelimeen**
- **välissä voi olla postiyhdyskäytäviä**
  - tallettavat ja toimittavat eteenpäin sanomia
  - yrittävät lähettämistä useita päiviä
  - **Miksi tarvitaan?**
    - ohjaa oikeaan koneeseen: [liisa.marttinen@helsinki.fi](mailto:liisa.marttinen@helsinki.fi)
    - vastaanottajan kone usein pois päältä

## 2.3. DNS (Domain Name System)

- **Internetin hakemistopalvelu**
- Ihmisten ja ohjelmien käyttämien merkkijonomuotoisten nimien muuttaminen binäärisiksi IP-verkko-osoitteiksi
  - **hydra.cs.helsinki.fi => 218.214.4.29**
- hierarkkinen nimentätapa + hajautettu hakemisto IP-osoitteiden selvittämiseksi
  - **esim. sähköpostiosoitteita, koneiden IP-osoitteita**

## DNS- nimiavaruus

- **Domain (nimihallinta-alue)**
  - maiden tunnukset
    - fi, fr, de, uk, ...
  - yleiset (yleensä USA)
    - com, edu, gov, int, mil, net, org
  - esimerkkejä:
    - cs.helsinki.fi
    - www.cnn.com
    - www-dept.cs.ucl.ac.u



○  
○  
○

## IP-nimen selvittäminen

- **sovellusohjelma kutsuu kirjastorutiinia parametrina nimi merkkijonona**
  - esim Unix:ssa `gethostbyname()`
- **kirjastorutiini lähettää UDP-datasähkeen paikalliselle DNS-palvelimelle, joka etsii nimeä vastaavan IP-osoitteen ja palauttaa sen kirjastorutiinille**
  - etsinnässä tarvitaan usein monien palvelimien yhteistyötä

# Nimipalvelimien hierarkia

- **DNS-nimiavaruus jaettu vyöhykkeisiin (zone)**
  - kukin vyöhyke kattaa osan nimipuusta
  - vyöhykkeellä on yksi siitä vastaava nimipalvelija (primary) ja yksi tai useita apunimipalvelijoita (secondary)
- **vyöhykejako on hallinnollinen**
  - tarpeen mukaan nimipalvelijoita vastaamaan omasta alueestaan

8/14/2003

63

## • **Kysely ensin paikalliselle nimipalvelimelle**

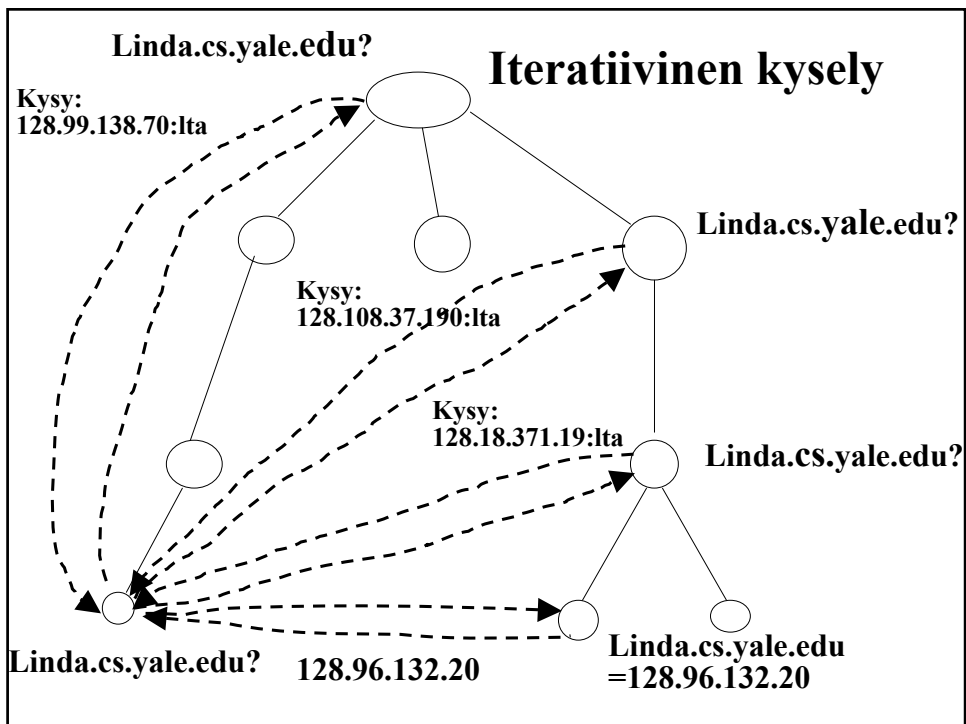
- jos nimi on sen vastuulla => **authoritative record**
- jos sillä ei ole mitään tietoa nimestä, se lähettää kyselyn ylimmän tason ns. juurinimipalvelijalle (DNS root server,  
<http://www.wia.org/pub/rooterv.html>,  
<ftp://ftp.rs.internic.net/domain/named.root>)
  - esim. Kysely "linda.cs.yale.edu" lähetetään nimipalvelimelle "edu-server.net", joka vastaa vyöhykkeestä "edu".

8/14/2003

64







○  
○  
○

## Hakemistotiedot

- **DNS-hakemistotietue (resource record)**

- (nimi, arvo, tyyppi, tietueen elinaika)
- Tyyppi määrää nimen ja arvon merkityksen
  - **A-tyyppi**
    - koneen domain nimi , arvo on IP-osoite
  - **NS-tyyppi**
    - domain-nimi, arvo on alueesta vastaavan nimipalvelijan koneen domain-nimi
  - **CNAME-tyyppi**
    - alias-nimeä vastaava 'kanoninen' nimi
  - **MX-tyyppi**
    - aliasnimeä vastaava postipalvelin

## DNS-sanomat

Identification	Flags
Number of questions	Number of answers
Number of authority RRs	Number of additional RRs
Questions (name and types for queries)	
Answers (RRs in response to queries)	
Authority (RRs for authoritative servers)	
Additional information	

8/14/2003

69

## DNS-välimuisti

- **Suorituskyvyn parantamiseksi nimipalvelijat varastoivat välimuistiinsa DNS-tietueita**
- **ei tarvitse hakea uudestaan**
- **elinaika kertoo voimassaoloajan**

8/14/2003

70