

Miten Internet toimii

Jyry Suvilehto

T-110.1100 Johdatus tietoliikenteeseen ja
multimediatekniikkaan
kevät 2011

Sisältö

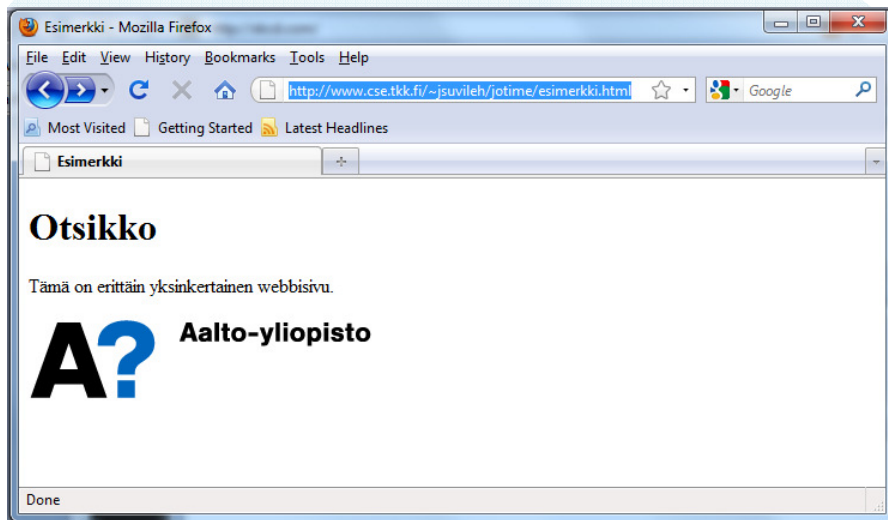
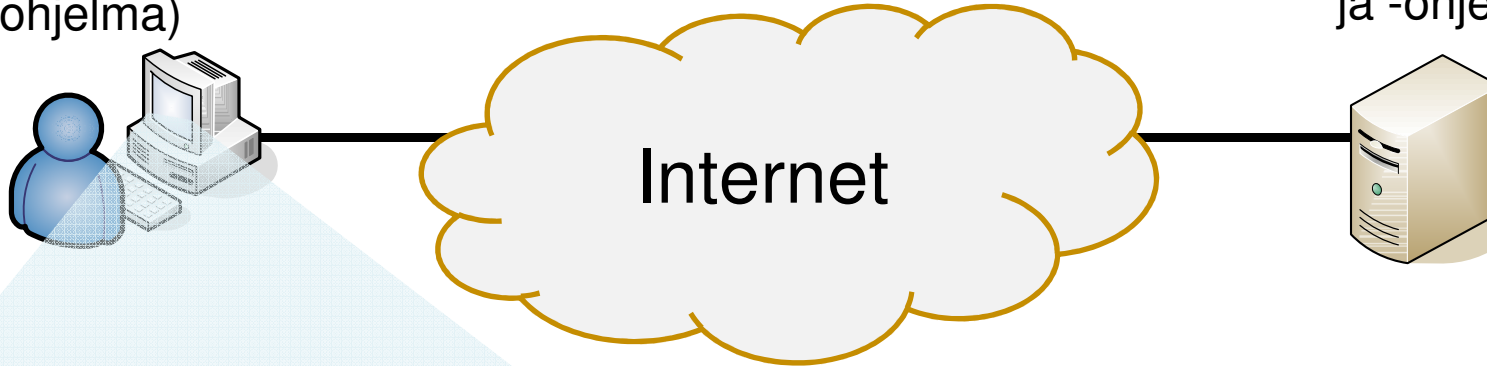
1. Internet ylhäältä alas
2. Internetin protokollapino
3. Katse kohti tulevaisuutta

INTERNET YLHÄÄLTÄ ALAS

Asiakas
(käyttäjä,
työasema ja
selainohjelma)

Nettiselailu

Palvelin
(palvelinkone
ja -ohjelma)

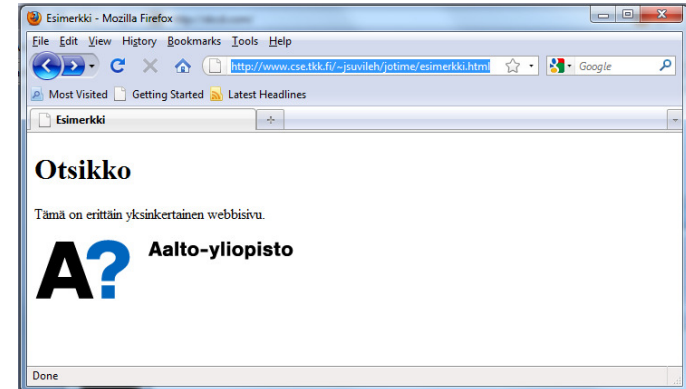


- Asiakas/palvelin-malli
- Nimiarvaruus: URL

<http://www.cse.tkk.fi/~jsuvileh/jotime/esimerkki.html>

Tiedon muoto

- Tietokoneiden käsittelemä tieto on **määrämuotoista**
- Esim. HTML = hypertekstin merkontäkieli



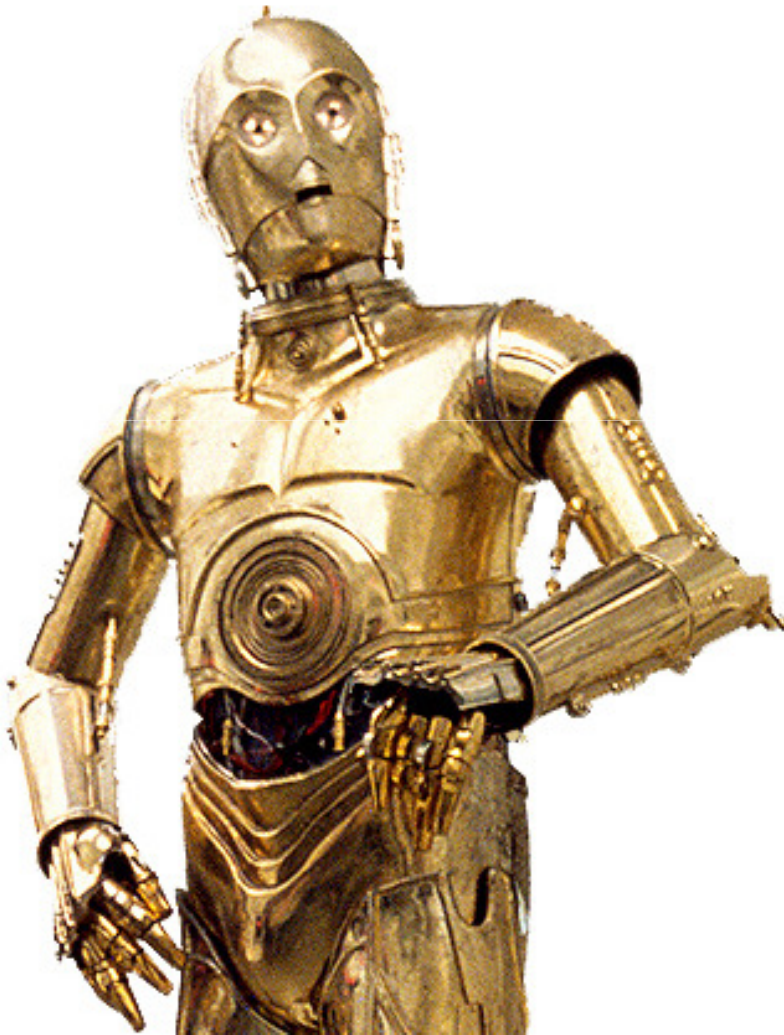
```
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.1//EN"
'http://www.w3.org/TR/xhtml11/DTD/xhtml11.dtd'>
<html xmlns='http://www.w3.org/1999/xhtml' xml:lang='fi'>
  <head>
    <title>Esimerkki</title>
  </head>
  <body>
    <!-- Tämä on kommentti, se ei näy tekstissä -->
    <h1>Otsikko</h1>
    <p>Tämä on erittäin yksinkertainen webbisivu.</p>
    <div></div>
  </body>
</html>
```

Sivun esimerkki.html
lähdekoodi

Protokolla

- Tiedon siirtoon palvelimen ja asiakkaan välillä pitää sopia **yhteyskäytäntö eli protokolla**:
 - lähetettävät viestit ja niiden otsakkeet
 - tilakone: kuka lähettää mitä ja milloin
 - tiedon muoto
 - siirtotie
- Esim. HTTP = hypertekstin siirtoprotokolla
- Protokollista sovitaan **standardointiorganisaatioissa**: IETF, W3C, Oasis, ISO, IEEE, 3GPP, ITU,...

Protokolladroidi



- Toinen merkitys sanalle protokolla
 - sosiaalisen kanssakäymisen säännöstö
 - Tavattaessa kätellään
 - Kysymykseen vastataan
 - Tuntemattomat esitellään toisilleen
- Tarkoitus pohjimmiltaan sama
 - Ennalta sovittu käytäntö, jota noudatetaan määritellyssä tilanteessa

HTTP

Selaimelta palvelimelle:

```
GET /jsuvileh/jotime/esimerkki.htm HTTP/1.1
Host: www.cse.tkk.fi
User-Agent: Mozilla/5.0 (Windows; U; Windows NT 6.1; en-US; rv:1.9.1.7) Gecko/20091221 Firefox/3.5.7
Accept: text/html,application/xhtml+xml,application/xml;q=0.9,*/*;q=0.8
Accept-Language: en-us,en;q=0.5
Accept-Encoding: gzip,deflate
Accept-Charset: ISO-8859-1,utf-8;q=0.7,*;q=0.7
Keep-Alive: 300
Connection: keep-alive
```

HTTP-pyyntö

HTTP-pyynnön
otsakkeet

Palvelimelta selaimelle:

```
HTTP/1.x 200 OK
Date: Thu, 21 Jan 2010 12:57:12 GMT
Server: Apache/1.3.41 (Unix) PHP/4.4.7 DAV/1.0.3 mod_ssl/2.8.31 OpenSSL/0.9.8j
Etag: "2f80a6-1d9-4b585a30" Accept-Ranges: bytes
Keep-Alive: timeout=15, max=100
Connection: Keep-Alive
Content-Type: text/html

<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Strict//EN" "http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-strict.dtd">
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
  <head>
    <title>Esimerkki</title>
  </head>
  <body>
    <!-- Tämä on kommentti -->
    <h1>Otsikko</h1>
    <p>Tämä on erittäin tärkeä asia</p>
    <div></div>
  </body>
</html>
```

HTTP-vastaus

HTTP-vastauksen
otsakkeet

Data(HTML)

Tyypillinen
asiakas/palvelin-
protokollan
rakenne: pyyntö
ja vastaus

HTTP

Selaimelta palvelimelle:

```
GET /jsuvileh/jotime/esimerkki.html HTTP/1.1
Host: www.cse.tkk.fi
User-Agent: Mozilla/5.0 (Windows; U; Windows NT
6.1; en-US; rv:1.9.1.7) Gecko/20091221
Firefox/3.5.7
Accept: text/html,application/xhtml+xml,application/xml;q=0.9,*/*;q=0.8
Accept-Language: en-us,en;q=0.5
Accept-Encoding: gzip,deflate
Accept-Charset: ISO-8859-1,utf-8;q=0.7,*;q=0.7
Keep-Alive: 300
Connection: keep-alive

alt="Aalto-yliopiston logo"/></div>
</body>
</html>
```

HTTP

Selaimeita palvelimelle:

HTTP/1.x 200 OK

Date: Thu, 21 Jan 2010 12:57:12 GMT

Server: Apache/1.3.41 (Unix) PHP/4.4.7

DAV/1.0.3 mod_ssl/2.8.31 OpenSSL/0.9.8j

Etag: "2f80a6-1d9-4b585a30"

Accept-Ranges: bytes

Keep-Alive: timeout=15, max=100

Connection: Keep-Alive

Content-Type: text/html

```
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.1//EN" 'http://www.w3.org/TR/xhtml11/DTD/xhtml11.dtd'>
<html xmlns='http://www.w3.org/1999/xhtml' xml:lang='fi'>
  <head>
    <title>Esimerkki</title>
  </head>
  <body>
    <!-- Tämä on kommentti, se ei näy tekstissä -->
    <h1>Otsikko</h1>
    <p>Tämä on erittäin yksinkertainen webbisivu.</p>
    <div></div>
  </body>
</html>
```

HTTP

- HTTP eli Hypertext transfer protocol
 - Hyperteksti on nimitys tekstille, jossa on hyperlinkkejä, käytännössä HTML/XML tässä yhteydessä
 - HTTP yli voidaan sinänsä siirtää mitä tahansa, protokolla vain *kehystää* tiedon
 - Kuvia
 - Videoa
 - Suoritettava ohjelma
 - HTTP ei tarjoa virheenkorjausta, se olettaa että virheet korjataan ylä- tai alapuolella
- Protokolla on muotoa pyyntö-vastaus
 - Pyyntö sisältää kaikki vastauksen muodostamiseen tarvittavat tiedot ja toiveet
 - Asiakas toivoo, että palvelin vastaa pyyntöön

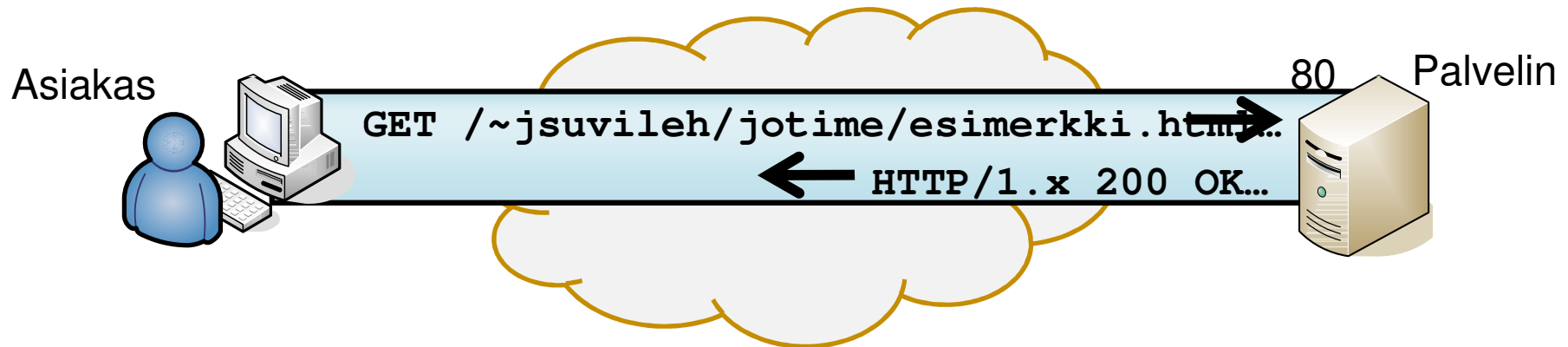
Siirtoprotokolla

- Kuinka HTTP-protokollan viestit siirretään asiakkaan ja palvelimen välillä?

Vastaus: HTTP käyttää viestien siirtoon
TCP-protokollaa

TCP:n tarjoama palvelu

- TCP toteuttaa **kaksisuuntaisen tavuvirran** asiakkaan ja palvelimen välillä
 - Palvelin odottaa yhteyksiä; asiakas avaa yhteyden
 - Kumpikin kirjoittaa ja lukee tavuja virrasta



- Palvelut on numeroitu: HTTP-palvelinohjelma odottaa yhteyksiä **porttinumeroissa** 80
- **Telnet**-ohjelmalla TCP:tä voi käyttää käsin

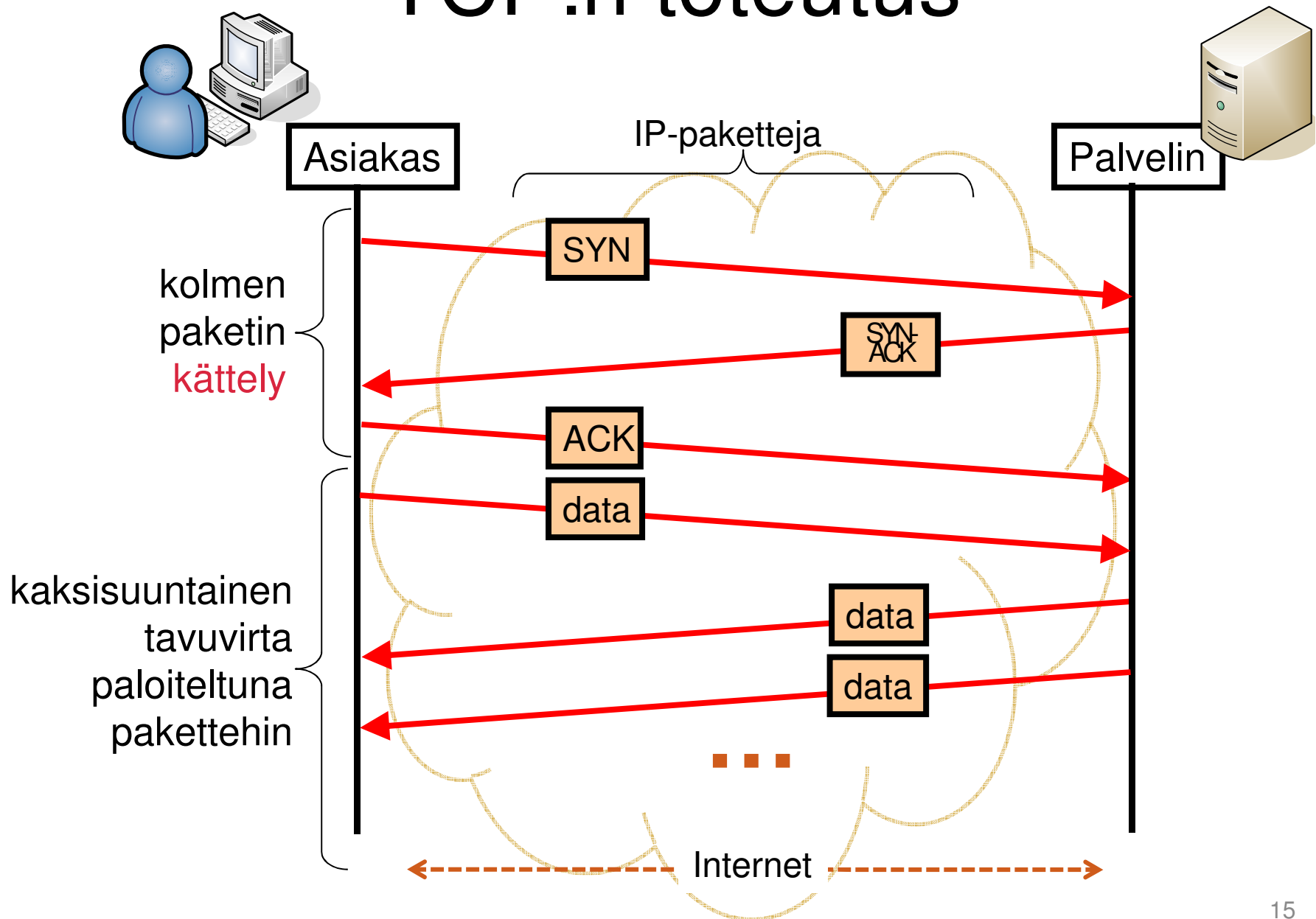
Protokollapino ja rajapinnat

- Miten TCP siirtää tavuvirran asiakkaan ja palvelimen välillä?

Vastaus: TCP jakaa tavuvirran lohkoihin ja lähettää lohkot IP-paketeissa

- Protokollat muodostavat **pinon**, jossa kukin käyttää alemman kerroksen palveluja
 - HTTP käyttää TCP:tä, TCP käyttää IP:tä
- Kerrosten välillä on **rajapinta**
 - TCP **Socket API** — ohjelmointirajapinta sovelluksia varten

TCP:n toteutus



IP:n tarjoama palvelu

- IP siirtää tietopaketteja kahden Internettiin yhdistetyn koneen (host) välillä
 - Paketin koko yleensä alle 1500 tavua
- Kullakin koneella on IP-osoite
 - Esim. 130.233.194.61 (IPv4) tai 2001:0db8:85a3:0000:0000:8a2e:0370:7334 (IPv6)
- Periaate: Jokaisella koneella on oma IP-osoite ja mikä tahansa kone voi lähettää paketteja mille tahansa koneelle
 - Erillinen DNS-hakemistopalvelu muuttaa nimiä (www.tkk.fi) osoitteiksi

Paketit verkossa

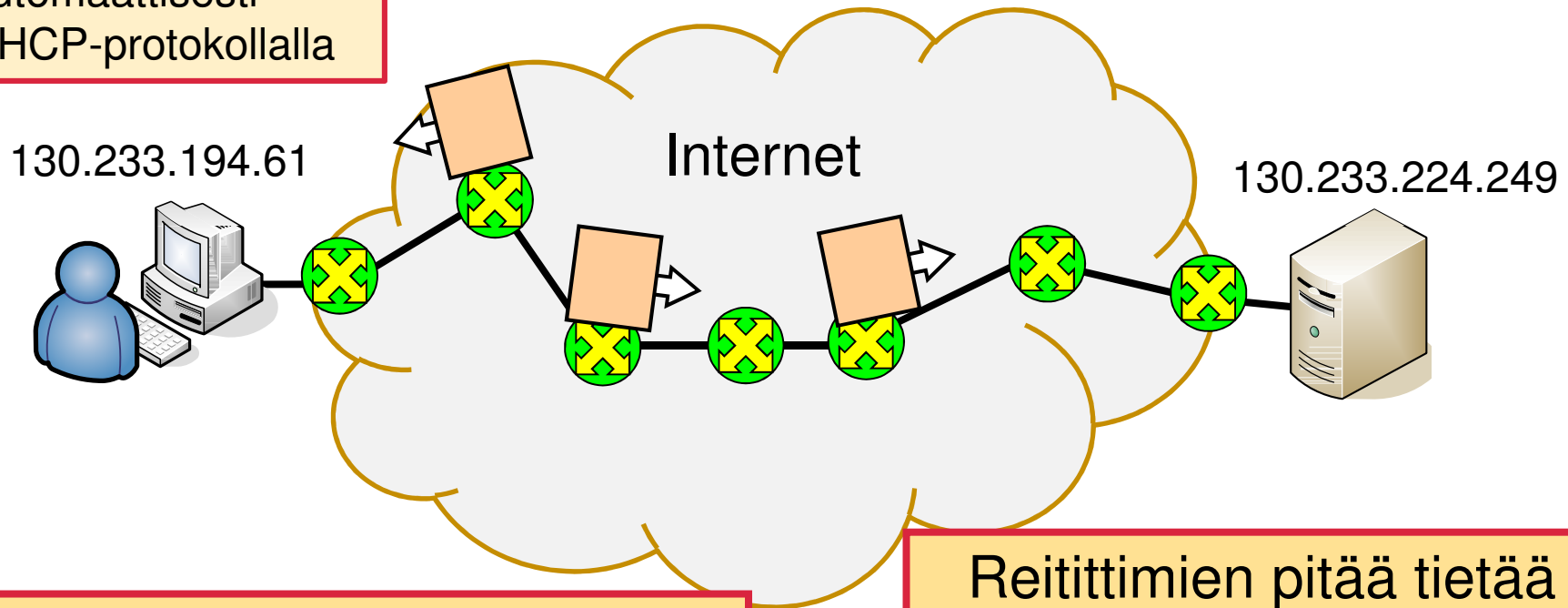
Esimerkin paketit (**Wireshark**):

5	1.381255	62.237.155.251	130.233.195.8	TCP	49666 > http [SYN] Seq=0 win=8192 Len=0 MSS=1460 WS=2
6	1.383659	130.233.195.8	62.237.155.251	TCP	http > 49666 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 win=5840 Len=0 MSS=1460
7	1.383864	62.237.155.251	130.233.195.8	TCP	49666 > http [ACK] Seq=1 Ack=1 win=17520 Len=0
8	1.384266	62.237.155.251	130.233.195.8	HTTP	GET /~jsuvileh/jotime/esimerkki.html HTTP/1.1
9	1.386579	130.233.195.8	62.237.155.251	TCP	http > 49666 [ACK] Seq=1 Ack=400 win=6912 Len=0
10	1.386833	130.233.195.8	62.237.155.251	HTTP	HTTP/1.1 200 OK (text/html)
11	1.589875	62.237.155.251	130.233.195.8	TCP	49666 > http [ACK] Seq=400 Ack=830 win=16688 Len=0

IP-reititys

Asiakaskone löytää lähimmän reitittimen ja saa oman IP-osoitteen automaattisesti DHCP-protokollalla

Reitittimet kuljettavat IP-paketteja vastaanottajan IP-osoitteeseen



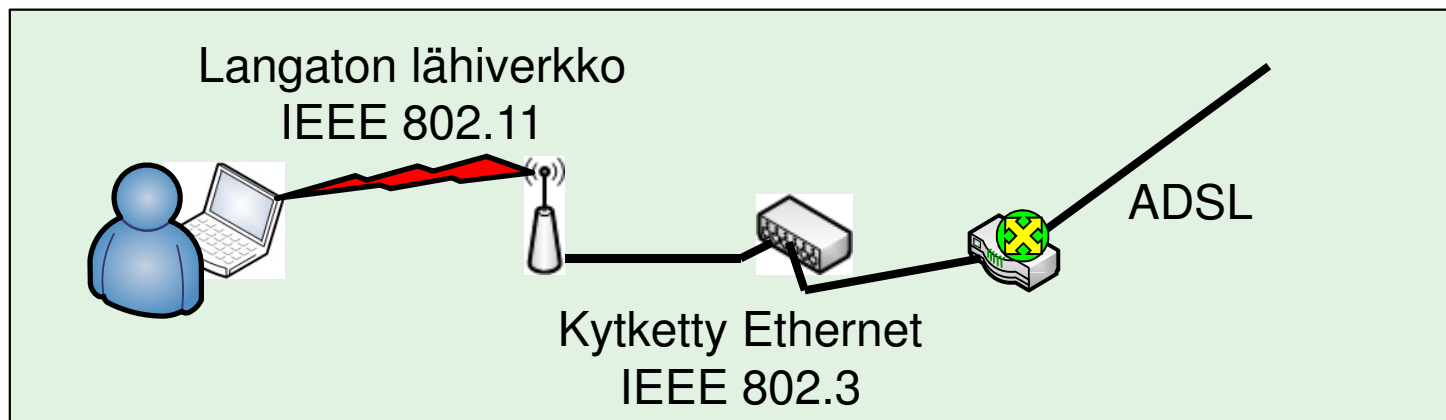
Kunkin koneen tarvitsee tietää vain oma lähin reititin

Reitittimien pitää tietää millä puolella mikin verkon osa on

Linkkierroksen palvelu

- Miten asiakas- ja palvelinkone siirtävät IP-paketin lähimmälle reitittimelle?
- Miten reititin siirtää tiedon seuraavalle reitittimelle?
- Miten tavut koneen muistista lähetetään fyysisenä signaalina?

Vastaus: **Linkkierros** toteuttaa IP-pakettien siirron fyysisen linkin yli



Linkkikerroksen toteutus

- Linkkikerros siirtää IP-paketteja fyysisen siirtotien kuten **radioyhteyden, kuparikaapelin tai kuidun** yli
- Kone tai reititin liittyy linkkiin verkkokortilla, jolla on **MAC-osoite**
- IP-paketit kapsuloidaan **kehyksiin**
- Kehysten bitit **koodataan** fyysiseksi signaaliksi
- Linkkikerroksen toteutuksia:
 - Ethernet, WLAN, GPRS
 - DSL, kaapelimodeemi
 - MPLS, ATM

KUVA

HTTP

Selaimelta palvelimelle:

```
GET /jsuvileh/jotime/esimerkki.htm HTTP/1.1
Host: www.cse.tkk.fi
User-Agent: Mozilla/5.0 (Windows; U; Windows NT 6.1; en-US; rv:1.9.1.7) Gecko/20091221 Firefox/3.5.7
Accept: text/html,application/xhtml+xml,application/xml;q=0.9,*/*;q=0.8
Accept-Language: en-us,en;q=0.5
Accept-Encoding: gzip,deflate
Accept-Charset: ISO-8859-1,utf-8;q=0.7,*;q=0.7
Keep-Alive: 300
Connection: keep-alive
```

Palvelimelta selaimelle:

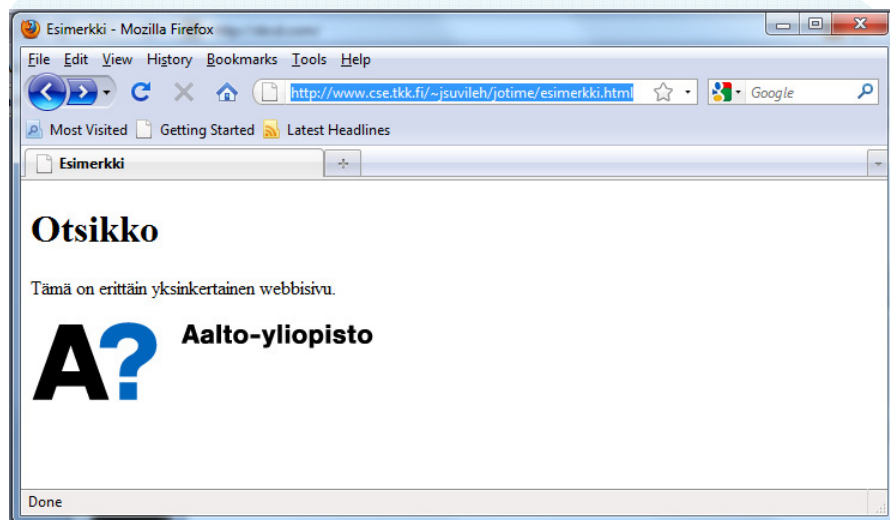
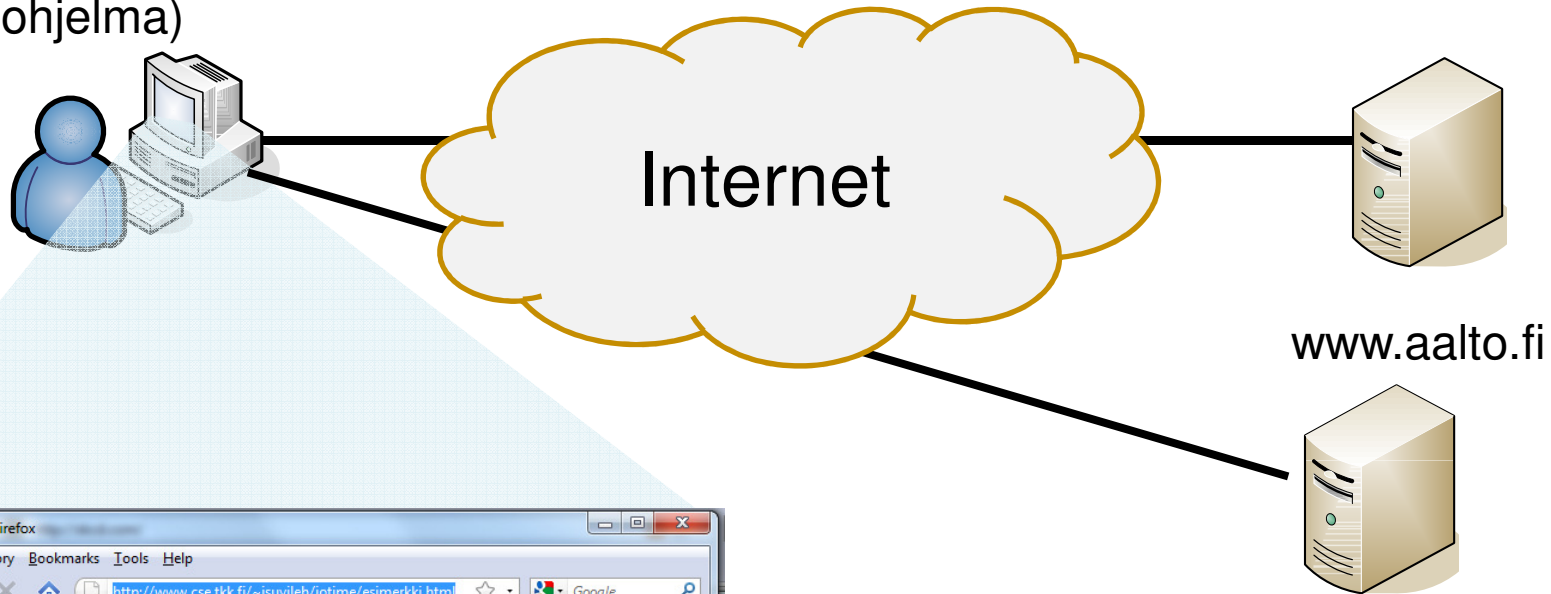
```
HTTP/1.x 200 OK
Date: Thu, 21 Jan 2010 12:57:12 GMT
Server: Apache/1.3.41 (Unix) PHP/4.4.7 DAV/1.0.3 mod_ssl/2.8.31 OpenSSL/0.9.8j
Etag: "2f80a6-1d9-4b585a30" Accept-Ranges: bytes
Keep-Alive: timeout=15, max=100
Connection: Keep-Alive
Content-Type: text/html

<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.1//EN" 'http://www.w3.org/TR/xhtml11/DTD/xhtml11.dtd'>
<html xmlns='http://www.w3.org/1999/xhtml' xml:lang='fi'>
  <head>
    <title>Esimerkki</title>
  </head>
  <body>
    <!-- Tämä on kommentti, se ei näy tekstissä -->
    <h1>Otsikko</h1>
    <p>Tämä on erittäin yksinkertainen verkkosivu.</p>
    <div></div>
  </body>
</html>
```

Asiakas
(käyttäjä,
työasema ja
selainohjelma)

Nettiselailu

www.cse.tkk.fi



sivu

<http://www.cse.tkk.fi/~jsuvileh/jotime/esimerkki.html>

kuva

http://www.aalto.fi/style_aaltofi/img/aalto-logo-3-fi.gif

HTTP

Selaimelta palvelimelle:

```
GET /style_aaltofi/img/aalto-logo-1-fi.gif HTTP/1.1
```

HTTP-pyyntö

```
Host: www.aalto.fi
```

```
User-Agent: Mozilla/5.0 (Windows; U; Windows NT 6.1; en-US; rv:1.9.1.7) Gecko/20091221 Firefox/3.5.7
```

```
Accept: image/png, image/*; q=0.8, */*; q=0.5
```

```
Accept-Language: en-us, en; q=0.5
```

```
Accept-Encoding: gzip, deflate
```

```
Accept-Charset: ISO-8859-1, utf-8; q=0.7, *; q=0.7
```

```
Keep-Alive: 300
```

```
Connection: keep-alive
```

```
Referer http://www.cse.tkk.fi/~jsuvileh/jotime/esimerkki.html
```

HTTP-pyynnön
otsakkeet

```
HTTP/1.0 200 OK
```

```
Date: Thu, 21 Jan 2010 13:40:19 GMT
```

```
Server: Apache/2.2.3 (Red Hat)
```

```
Last-Modified: Mon, 21 Dec 2009 15:04:52 GMT
```

```
Etag: "3bb63-832-47b3e6951cd00"
```

```
Accept-Ranges: bytes
```

```
Content-Length: 2098
```

```
Cache-Control: max-age=3600
```

```
Expires: Thu, 21 Jan 2010 14:40:19 GMT
```

```
Content-Type: image/gif
```

HTTP-vastaus

HTTP-vastauksen
otsakkeet

```
GIF89a..K....@@@.....@.....000.....`...pppPPP.....`...o.p.....0..
```

```
x.....P...e.....!.....,.....K.....'.di.h..l..p..tm.x..|...pH,...r..D.P...eD"...v..z`.e3....4F.....|.%x...>..U6.i..g.lD.y.2.x#...H..."
```

```
.x.=.....t..8
```

```
{.{.6.....X@.z
```

```
..".w..w.<...../.x.4.....n>.z.w#.....$.}2.....>.{.1...e...0..)t.`.4.2$..(h.....jP.@.hw.4.6P...x.....X..@....4..1x3'
```

```
... \z0P.'M....p.'P.JI.h.+.....D....[.8.&.D.h.].....Ir...(@....H....g0t|Q.
```

```
.....".....AU.d^).E.p.....%.J{..^..0p...\.;^.....xQ...y)..w.%-,...!.....dMvf.&.....p.....m...y
```

```
9.{.....P+...@...;F.II.p.b..6.f.....P.4...p...s.}.Rq.Q..m.....>..^^^p.y.i
```

```
..dt.d$...@.B.G.}.....}4.SN.TV@{?...d.e.LQ...!.y....:R..\0~
```

```
$.\....{....('..5.R...F%...8/...2.....zS.D.9..F..xp.L.LX@my,v.u#d...jVZCu`.1..e..
```

```
.....Z...X...f.GL(\...V\.....6T.
```

```
D".P...Y...^.....JW...WN..#J.8B....#.G..u.....0.....E.....Y.c?b.@26.G.....
```

```
}1|..(.Q1..P.
```

```
.5...*.B= b%.....\{.y.....G,1...1./...d.)U.0...j.tq7.....JQ&8...H;Q
```

```
....%].....I..0.Z...{.=.c.(xs.....W.....|..B...D*.p.>....Sv...c
```

```
4..5..D.....c...X..w.;K(...[]).....T".
```

```
...x.....>
```

```
...By...0...o..y..y*...~6.....>.a....A...@#...J..F0.X....E.....`.
```

```
~"
```

Data(GIF)

Tunniste

Kuvan koko ja taustaväri

Käytetyt värit

Kuvan alun sijainti

Varsinainen kuvadata (pakattuna)

Logossa on paljon valkoista ja isoja samanvärisiä alueita, joten se pakkautuu hyvin.

451x75 = 33 825 pikseliä
Tiedostossa on 2098 tavua

Äärellinen tarkkuus



Multimedia voidaan tallettaa tietokoneeseen vain äärellisellä tarkkuudella.



Tietoa talletettaessa käytetään usein hyväksi tietoa ihmisen aisteista

Scalable Vector Graphics

```
<?xml version="1.0" standalone="no"?>
<!DOCTYPE svg PUBLIC "-//W3C//DTD SVG 1.1//EN"
"http://www.w3.org/Graphics/SVG/1.1/DTD/svg11.dtd">

<svg width="100%" height="100%" version="1.1"
xmlns="http://www.w3.org/2000/svg">

<rect width="300" height="100"
style="fill:rgb(0,0,255);stroke-width:1;
stroke:rgb(0,0,0)"/>

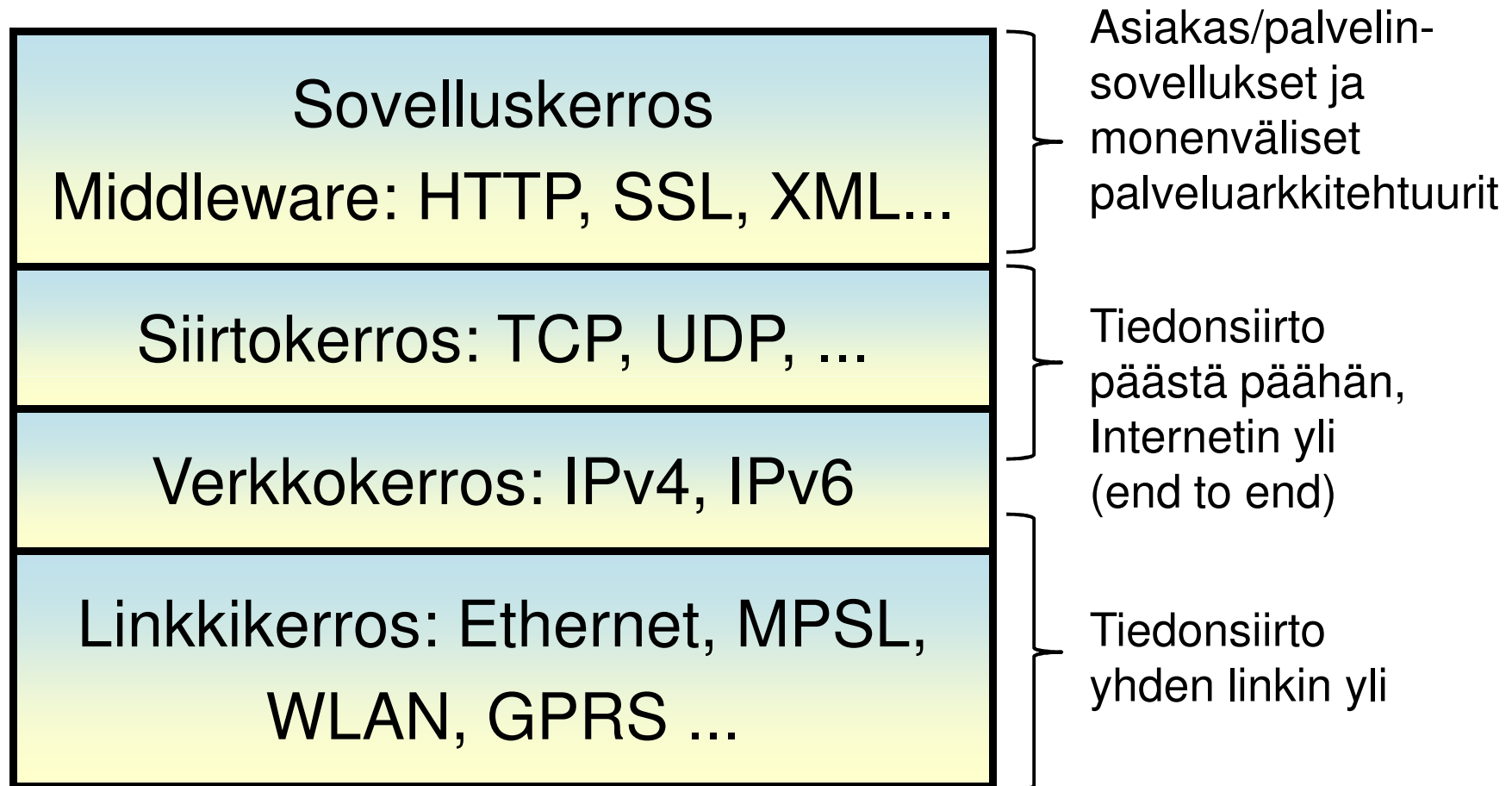
</svg>
```



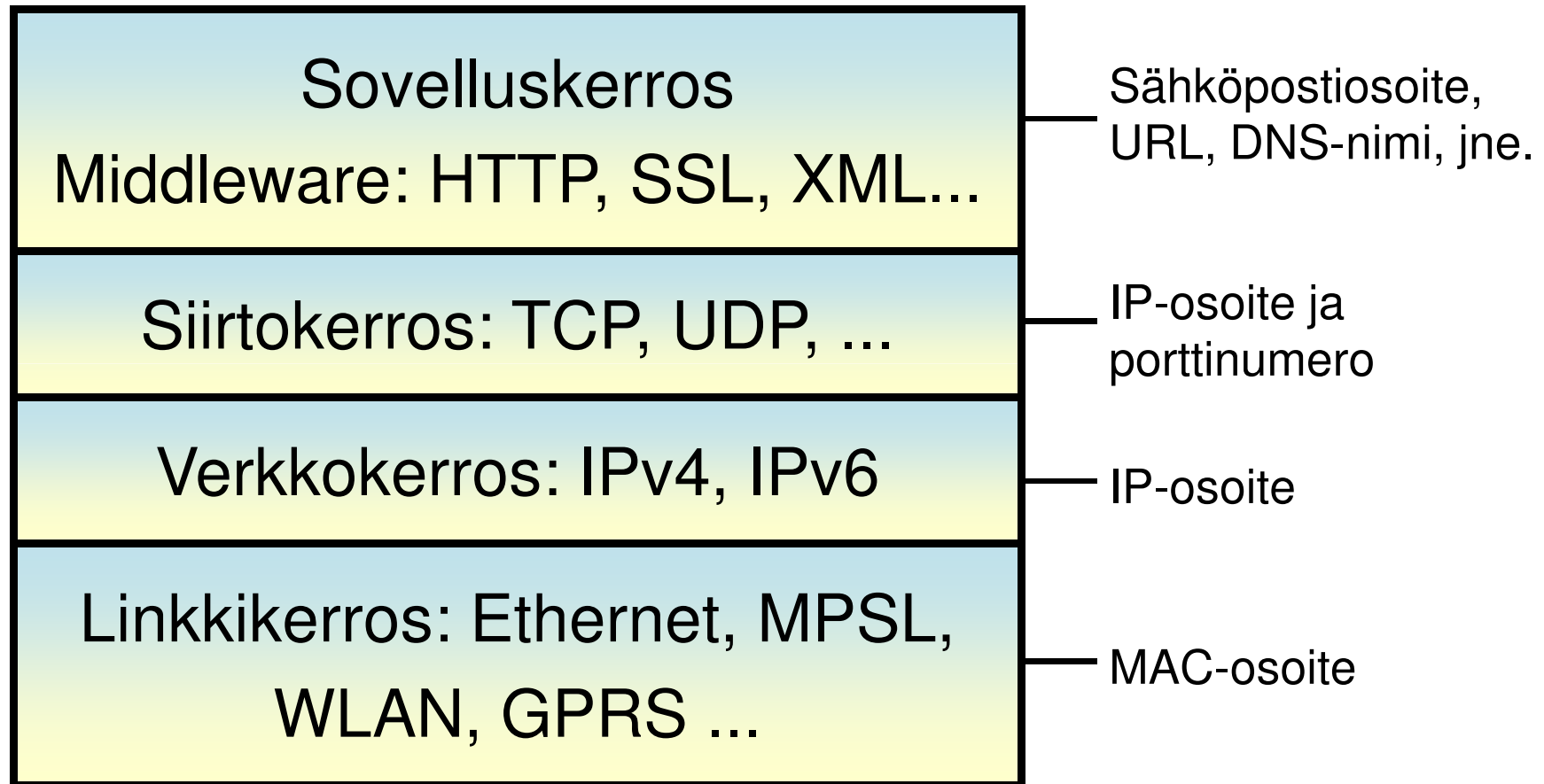
- Tallennetaan vain tieto muodosta, ei yksittäisiä pikseleitä
- Tuki vajavaista (esim. PowerPoint, vanhat IE-selaimet)
- SVG on XML-pohjainen formaatti, kuten XHTML

INTERNET-PROTOKOLLAPINO

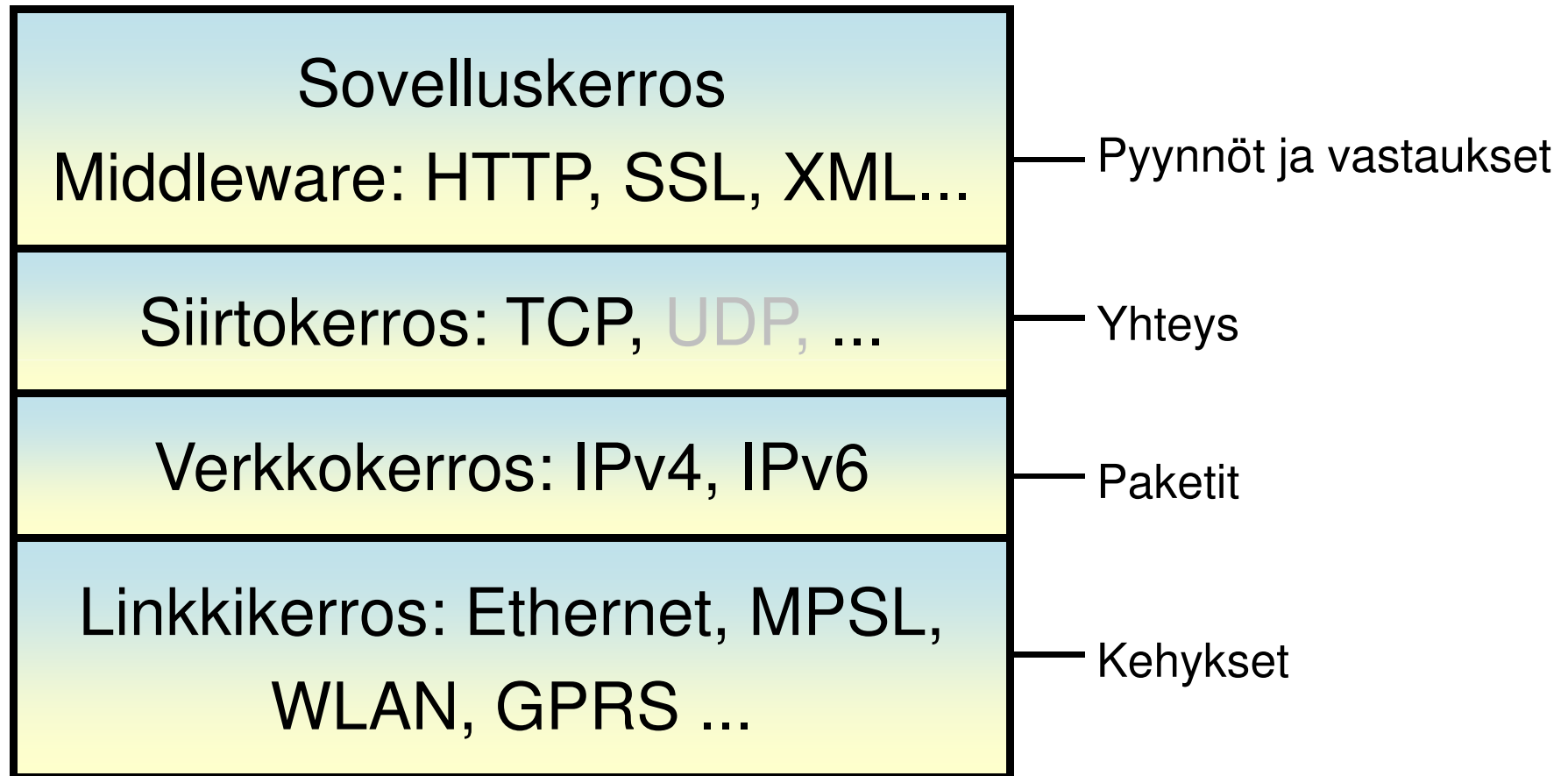
TCP/IP-protokollapino



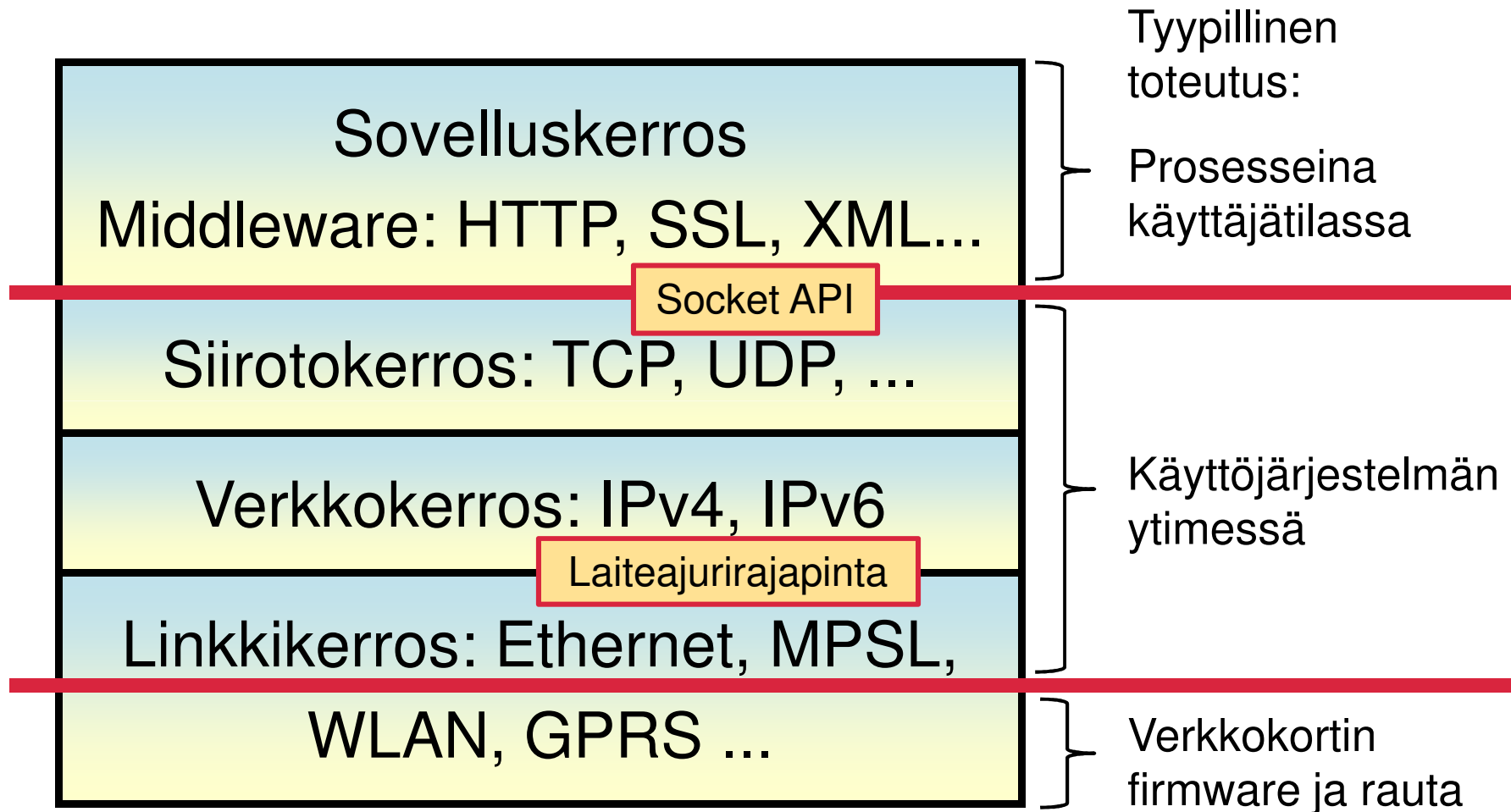
Nimiavaruudet



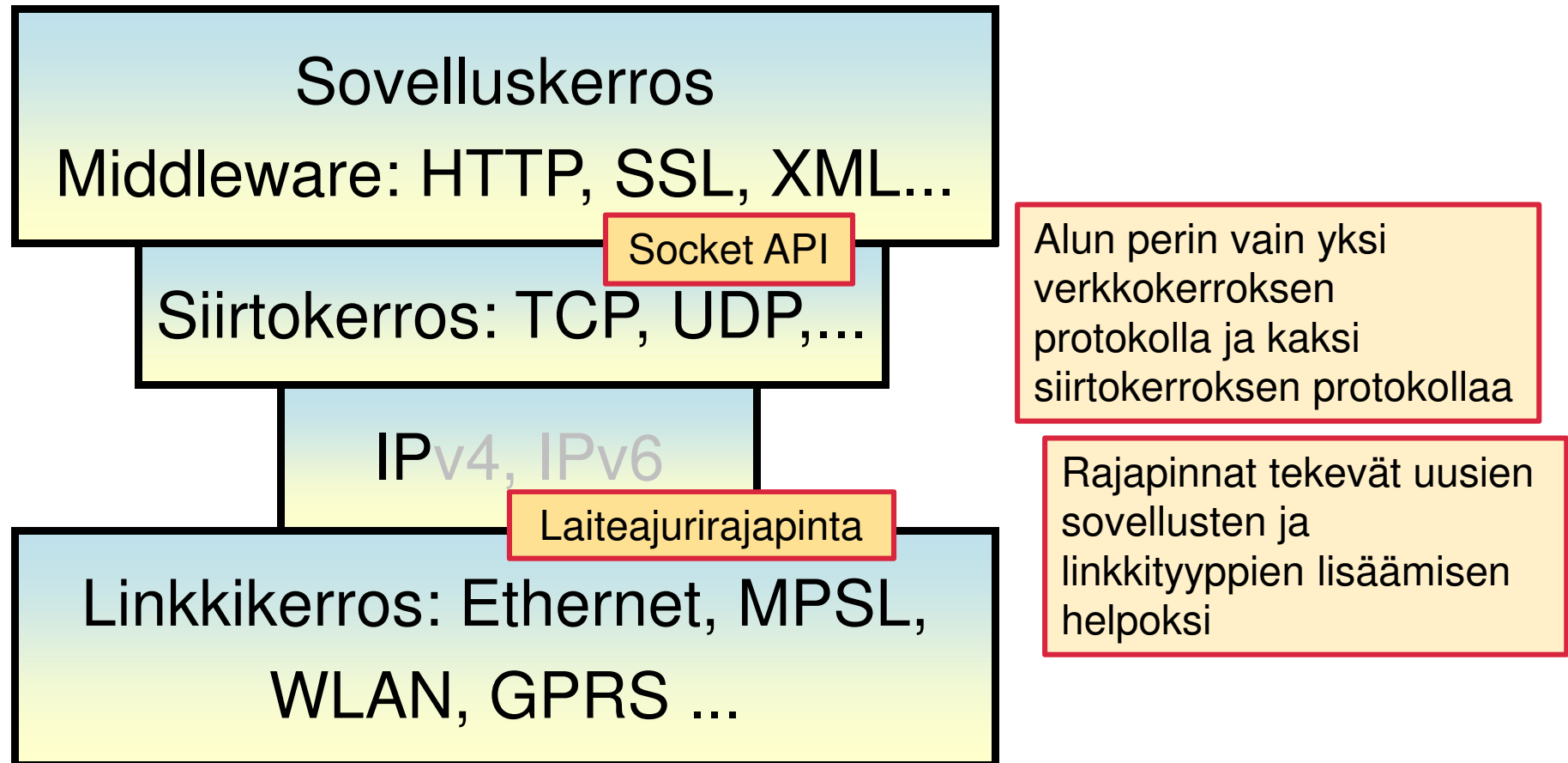
Viestien muoto



Toteutus ja rajapinnat



Tiimalasimalli



Lähitulevaisuudessa

- sovelluskerrosta
- siirto- ja verkkokerrosta
- linkkikerrosta
- tietoturvaa
- televerkko, GSM, UMTS ja miljoona muuta lyhennettä

Kauempana tulevaisuudessa

- 04.03
 - Tiedon tallentamisen perusteet, teksti ja pakkaamaton kuva
- 18.03. Petri Vuorimaa
 - Digitaalinen media
- 25.03. Timo Tossavainen
 - Tietokonegrafiikan perusteet
- 01.04. Lauri Savioja
 - Virtuaalitodellisuus
 - Lisätty todellisuus
- 08.04. Sakari Luukkainen
 - Verkkoliiketoiminta
- 15.04. Eero Hyvönen, Eetu Mäkelä, Osma Suominen ja Kim Viljanen
 - Semanttinen web ja avoin yhdistetty tieto – Tutkimusta ja käytännön sovelluksia
- 06.05. Vesa Kantola
 - Digitaalisten tuotteiden konseptointi