




# 1. Tietokoneverkot ja Internet

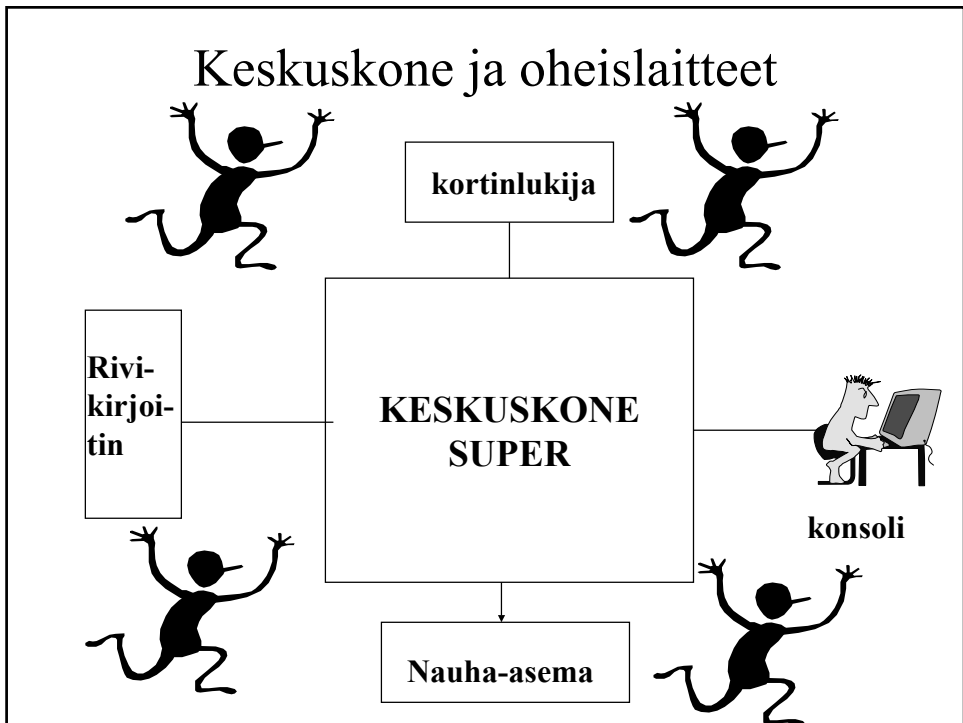
- 1.0. Tietokoneesta tietoverkkoon
- 1.1. Tietoliikenneverkon rakenne
- 1.2. Tietoliikenneohjelmisto eli protokolla
- 1.3. Siirtomedia
- 1.4. Viitemallit: OSI-malli, TCP/IP-malli
- 1.5. Esimerkkejä verkoista
  - Internet ja sen käyttö



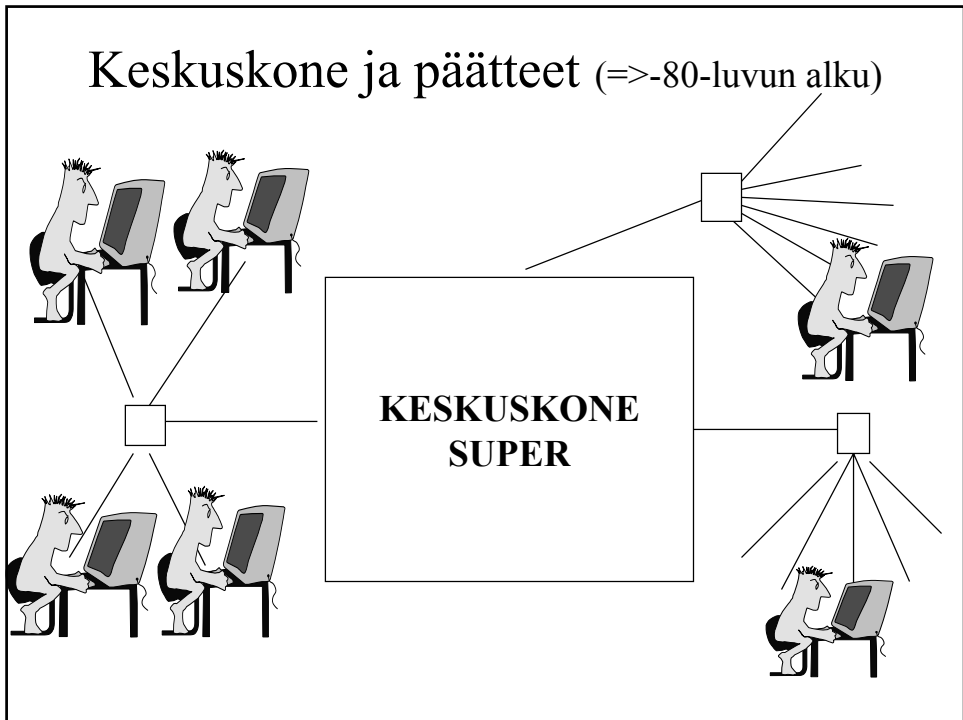
## 1. 0.Tietokoneesta tietokoneverkkoon

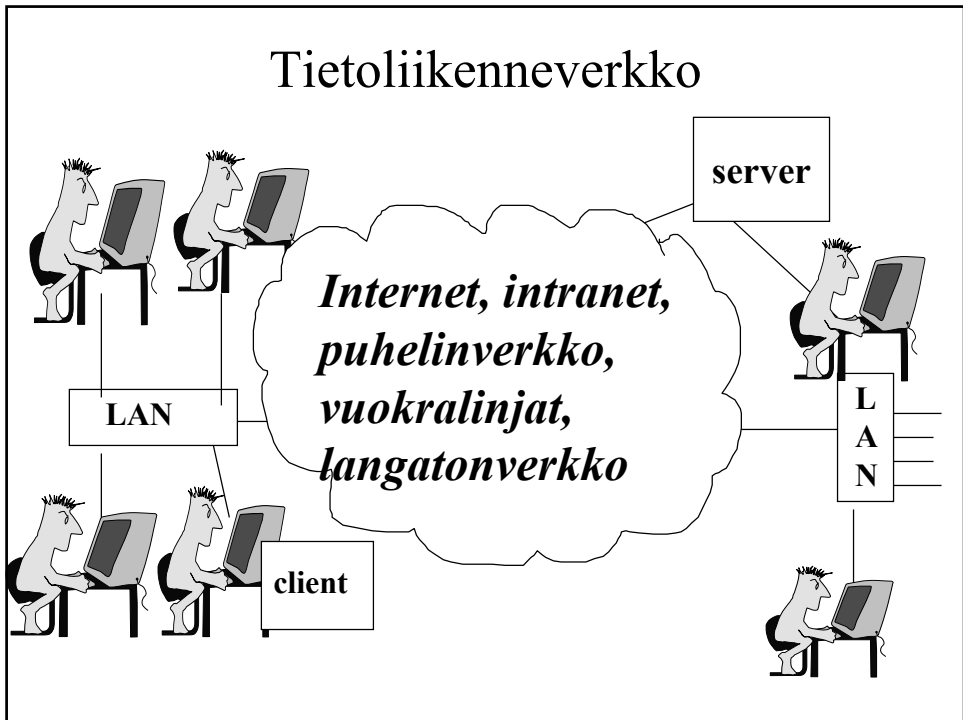
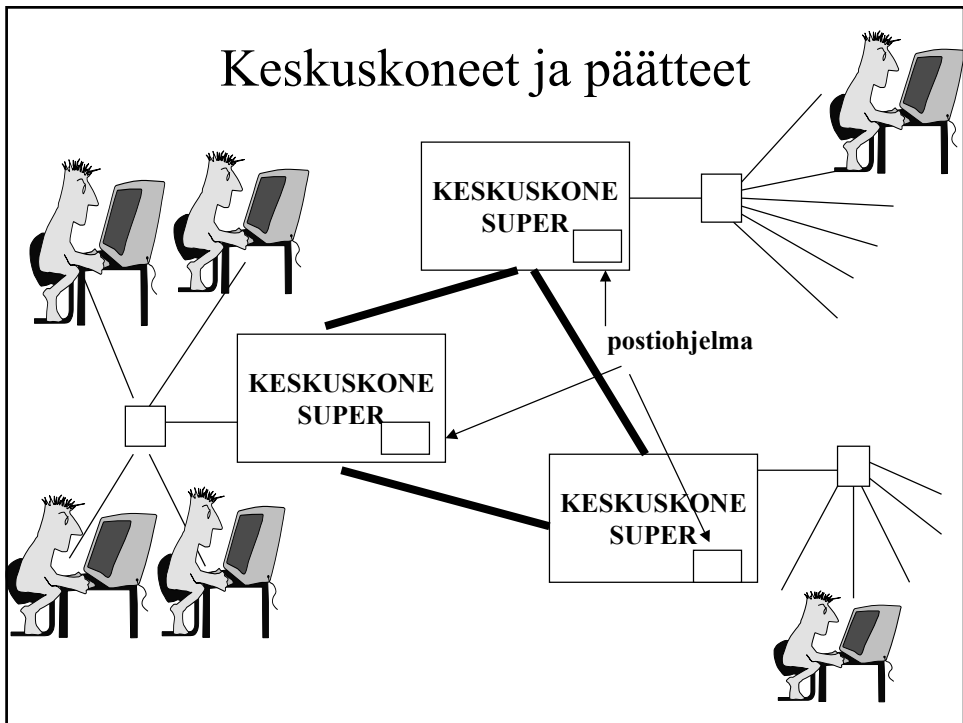
- Tietojenkäsittelyn siirtyminen tietokoneesta tietokoneverkkoon
- Yleinen käytötapa
  - Asiakas-palvelin-kommunikointi

# Keskuskone ja oheislaitteet

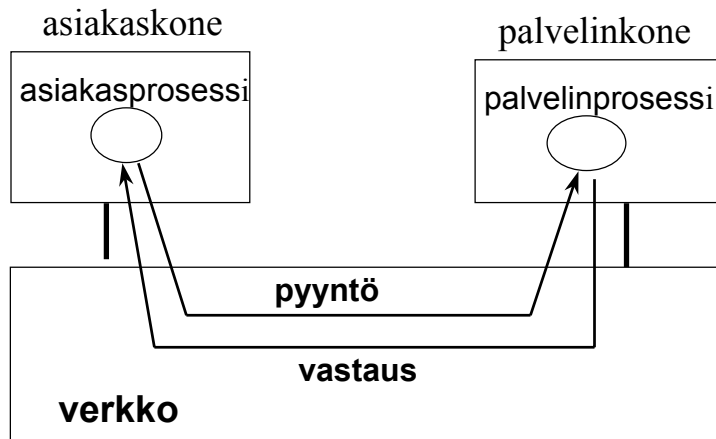


# Keskuskone ja päätteet (=>-80-luvun alku)





# Asiakas-palvelin-malli

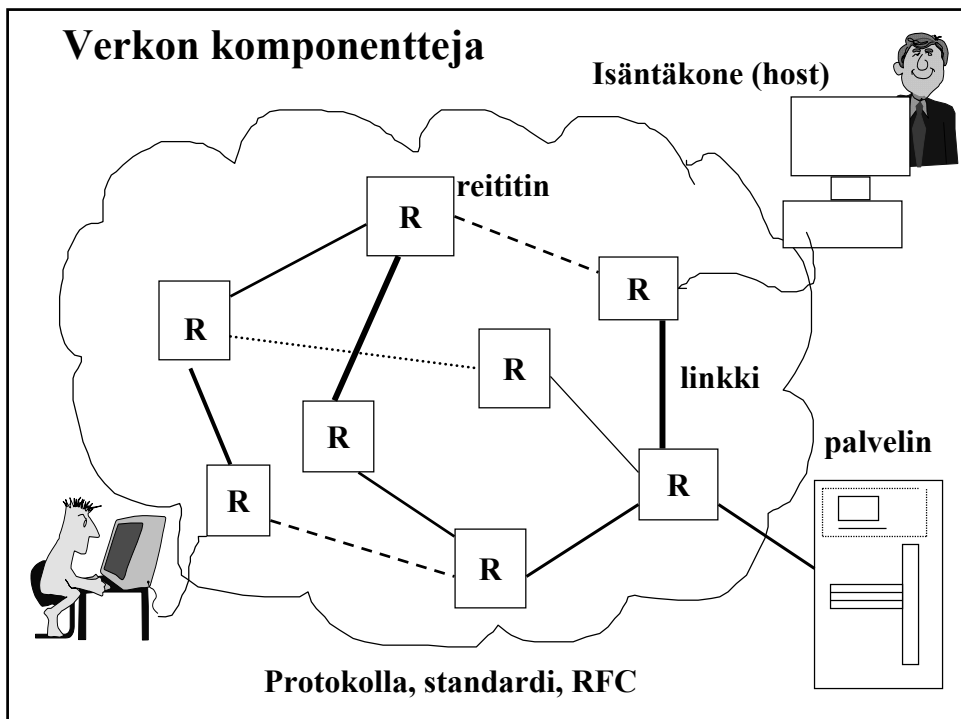


# Asiakas-palvelinsovellus

- Hajautettu sovellus
  - asiakasprosessi toisessa koneessa, palvelinprosessi toisessa koneessa
- useimmat Internet-sovellukset
  - sähköposti
  - tiedostonsiirto
  - uutisryhmät
  - WWW
  - sähköinen kaupankäynti

# 1.1 Tietoliikenneverkon rakenne

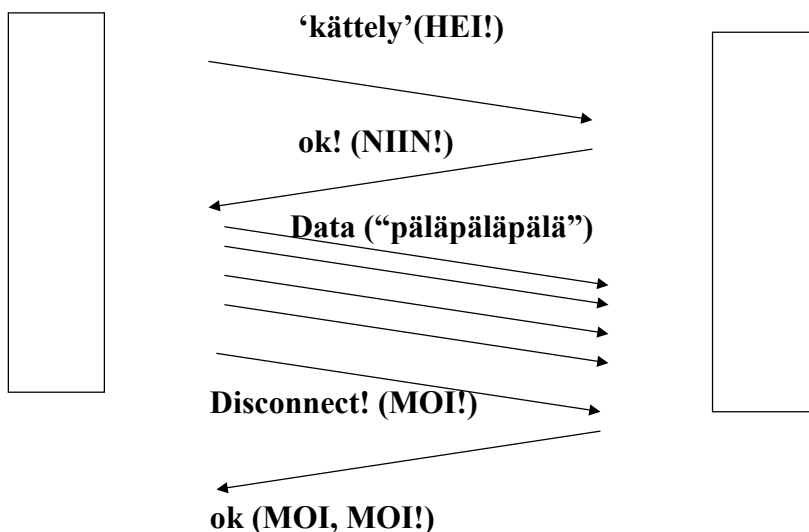
- Isäntäkone (host)
  - palvelin, asiakaskone
  - tietokoneiden lisäksi muita laitteita: kameroita
- reititin (router)
- tietoliikennelinkit (link)
  - langaton, langallinen
- protokollat
  - internet-protokollat
- sovellusohjelmat
  - esim. sähköposti
  - käyttävät verkon tarjoamia tietoliikennepalveluja



# Yhteydellinen ja yhteydetön palvelu

- Yhteydellinen:
  - ensin muodostetaan yhteys, jossa voidaan sopia monesta yhteyteen liittyvästä asiasta
    - kontrollipaketteja osapuolten välillä (kättely)
  - sitten lähetetään sanomia, joiden järjestys säilyy
  - lopuksi puretaan yhteys
  - puhelin
- Yhteydetön:
  - sanomat lähetetään, mutta niiden järjestys voi muuttua

## Yhteydellinen palvelu



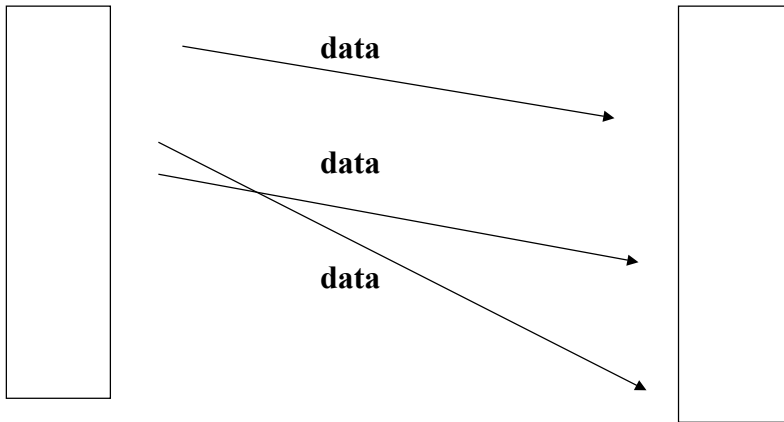
## Yhteydellinen palvelu

- Yhteys olemassa, sillä **osapuolet** tietävät olevansa yhteydessä
  - verkko ja sen reitittimet eivät välttämättä tiedä yhteydestä mitään
- yhteyteen voidaan liittää muita palvelupiirteitä
  - luotettava tiedonsiirto
    - kuittauksia ja uudelleenlähettyksiä
  - vuonvalvonta
  - ruuhkanvalvonta
- TCP-kuljetuspalvelu
  - käyttävät mm. sähköposti (SMTP), HTTP

## Yhteydetön palvelu

- Ei takaa tiedon perillepääsyä, ei vuonvalvontaa, ei ruuhkavalvontaa
- nopeampi, koska ei tarvita kättelyjä
- data lähetetään heti
- UDP-kuljetuspalvelu
  - käyttävät mm. Internet-puhelin ja videokonferenssi, jotka itse ovat yhteydellisiä palveluja

## Yhteydetön palvelu



## INTERNET

- internet, “verkkojen verkko”
  - world-wide internetwork
  - yleisnimitys
- Internet
  - erisnimi





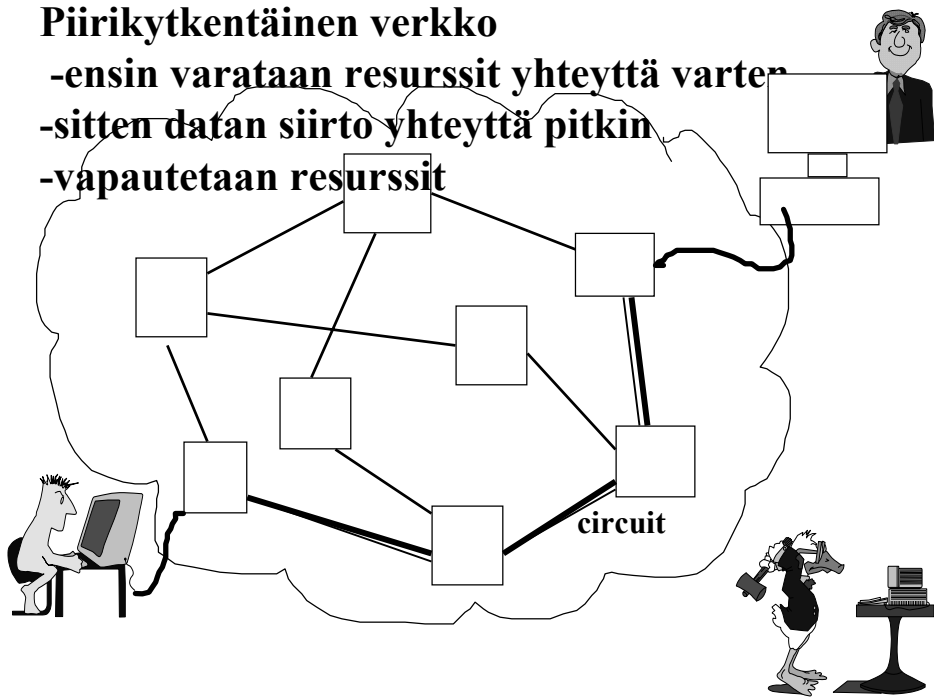
# Verkkoteknologiat:

## Piirikytkentäinen $\Leftrightarrow$ pakettivälitteinen

- Kaksi erilaista verkkoteknologiaa
  - piirikytkentäinen (circuit switching)
    - verkon resurssit varataan yhteyden ajaksi
      - puskurit, linjakapasiteetti => kytkimet tietävä yhteydestä
    - puhelinverkko => takaa tasaisen lähetysnopeuden
  - pakettivälitteinen (packet switching)
    - resursseja ei varata, niitä saa käyttöönsä aina tarvittaessa
    - jos resursseja ei ole, joudutaan odottamaan
    - Internet => 'best effort'

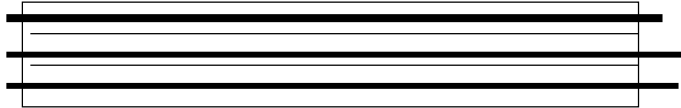
### Piirikytkentäinen verkko

- ensin varataan resurssit yhteyttä varten
- sitten datan siirto yhteyttä pitkin
- vapautetaan resurssit



## Kanavointi (multiplexing)

- Samalla linkillä usean yhteyden sanomia



**FDM (frequency-division multiplexing) = linkin kaistanleveys (bandwidth) = sen käyttämät taajuudet jaetaan usealle käyttäjälle**



**TDM (time-division multiplexing) = jokainen saa lähettää tietyn ajan**

## Lasketaan!

- Kauanko kestää lähettää 640 Kbitin tiedosto piirikytkentäistä verkkoa käyttäen, kun linjan lähetysnopeus on 1.536 Mbps ja linjalla käytetään TDM:ää, jossa on 24 aikaviipaletta?
- Lisäksi yhteyden muodostamiseen kuluu ensin 500 ms.

## Siirtonopeus, siirtoaika

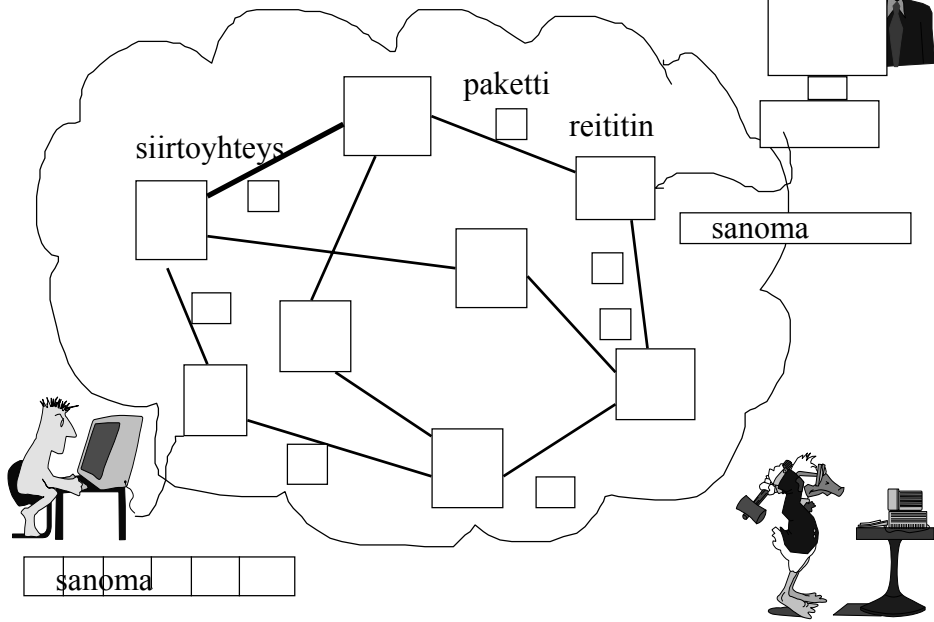
- **Siirtonopeus** (data rate, transmission rate)
  - miten nopeasti dataa pystytään lähettämään (siirtämään) linjalla
  - bps = bittejä sekunnissa
- **Siirtoaika**
  - kauanko datamäärän siirtäminen kestää
  - 10 Mb dataa ja siirtonopeus on 1 Mbs => siirtoaika = 10 sekuntia

## Ratkaistaan!

- 1.536 Mbps yhteydellä on käytössä 24 aikaviipaletta => yhdelle yhteydelle on käytössä  $1.536 \text{ Mbps} / 24 = 64 \text{ kbps}$
- Siirrettävä tiedosto on 640 Kbittiä.  
Siirtoon kuluu  $640 \text{ Kb} / 64 \text{ Kbps} = 10 \text{ s.}$
- Lisäksi yhteyspiirin muodostukseen kuluu 0.5 s eli yhteensä 10.5 s.
- Huom! Aika ei riipu välissä olevien linkkien lukumäärästä.

# Pakettivälitteinen tiedonsiirtoverkko

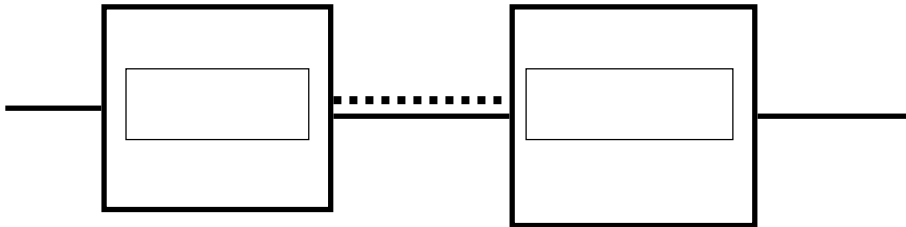
isäntäkone



## Etappivälitteinen (store-and-forward)

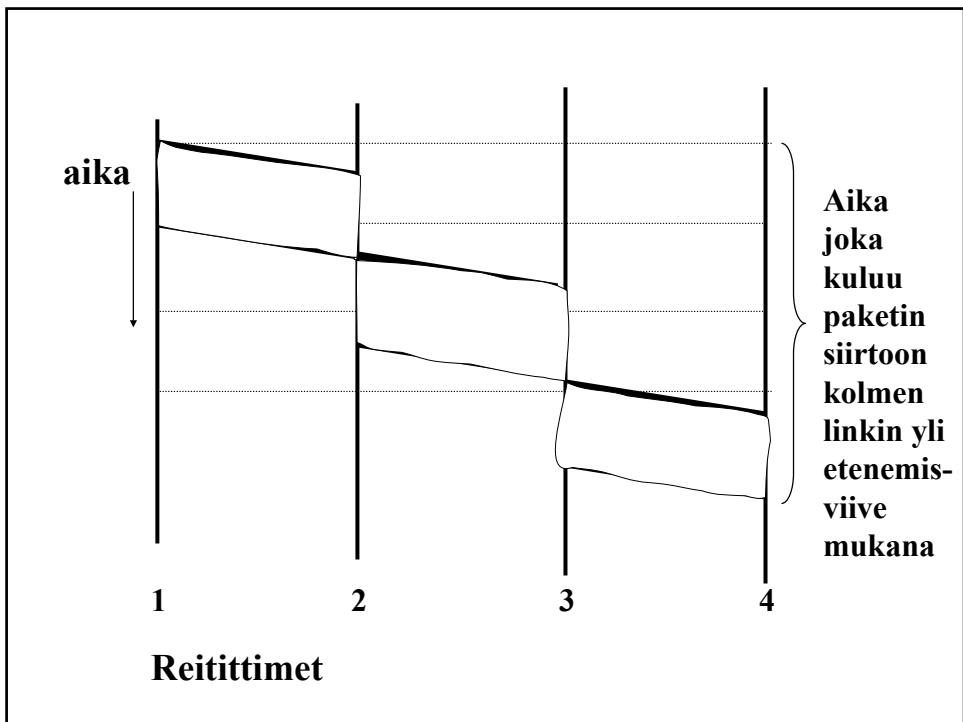
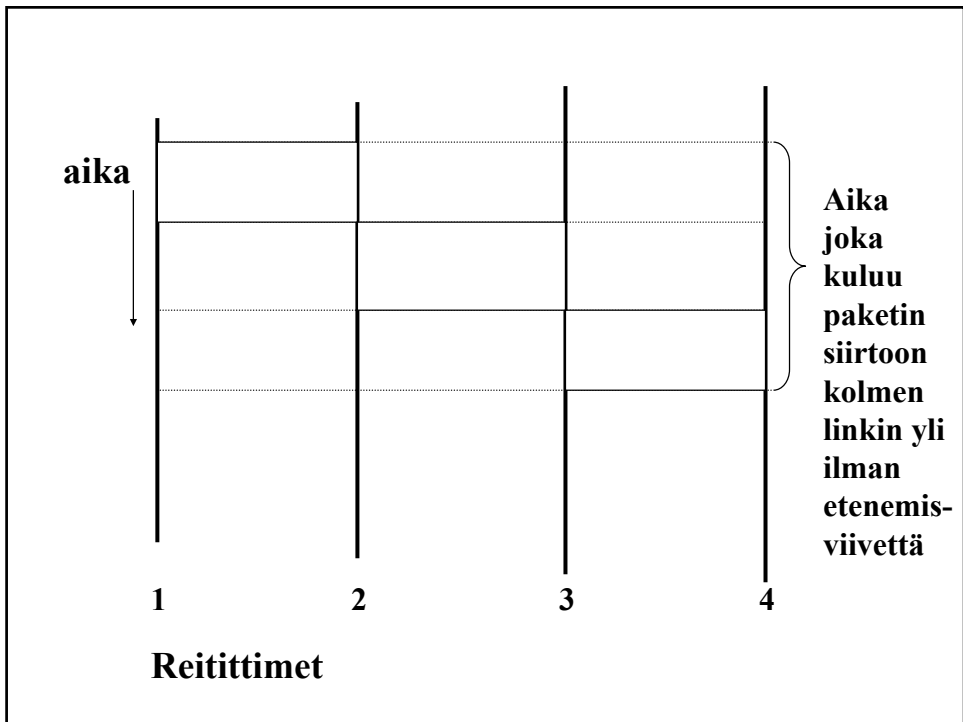
- Reititin vastaanottaa koko paketin ennenkuin lähettää sen eteenpäin
  - siirtoaika joka linkillä, koska paketti lähetetään aina uudestaan
    - $L$  = paketin koko bitteinä
    - $R$  = lähtölinkin siirtonopeus
    - siirtoviive =  $L/R$
  - jonotusviive reitittimessä, jos paketti joutuu odotamaan, koska reititin lähettää linkille muita paketteja

## etappivälitteinen



## Etenemisviive (propagation delay)

- Miten nopeasti bitit (signaalit) etenevät siirtomediassa
  - mediasta riippuen noin  $2/3$  valonnopeudesta , joka on  $\sim 300.000$  km/s
    - Tyhjiössä valonnopeus on  $299.795.458$  m/s.
- **riippuu etäisyydestä ja hieman siirtomediasta**
  - merkitystä etenkin satelliittilinkeillä, myös mannerten välisissä yhteyksissä
  - **Valonnopeus on katto nopeus kaikelle viestiliikenteelle**



## Lasketaan!

- Paketti lähetetään pakettivälitteisessä verkossa, jossa se kulkee 5 linkin yli lähettäjältä vastaanottajalle. Paketin koko on 4 Kbittiä ja linkin siirtonopeus on 1 Mbps. Kuinka kauan kestää paketin siirtäminen lähettäjältä vastaanottajalle?

## Ratkaistaan:

- Paketin koko = 4 Kb, siirtonopeus = 1 Mbps = 1000 Kbps
- siirtoaika yhdellä linkillä =  $4 \text{ Kb} / 1000 \text{ Kb/s} = 0.004 \text{ s} = 4 \text{ ms}$
- 5 linkkiä ja jokaisella linkillä sama siirtoaika  
=>  $5 * 4 \text{ ms} = 20 \text{ ms}$
- Huom. Ei otettu huomioon etenemisviivettä eikä mahdollisia jonotusviiveitä.

## Miksi pakettivälitys on tehokkaampaa?

- Käyttäjät käyttävät yhdessä 1 Mbps linjaa.
- Kukin käyttäjä joko lähettää 100 Kbps tai on kokonaan lähettämättä.
- Piirikytkennässä
  - jokaiselle on varattava 100 Kbps linjakapasiteettia.
  - 1 Mbps linja riittää 10 käyttäjälle!

11/23/2002

31

## Pakettivälitteisessä verkossa

- Jos esim. käyttäjiä on 35 ja jokainen on lähettämässä 10 % ajasta ja joutilaana 90% ajasta, niin todennäköisyys sille, että samanaikaisesti on lähettämässä 10 tai enemmän, on pienempi kuin 0.0017!
- Jos aktiiveja lähettäjiä on vähemmän kuin 10, niin linjakapsiteetti riittää hyvin. Näin on todennäköisyydellä 0.9983!
- Purskeinen käyttö tyypillistä Internetissä!

11/23/2002

32

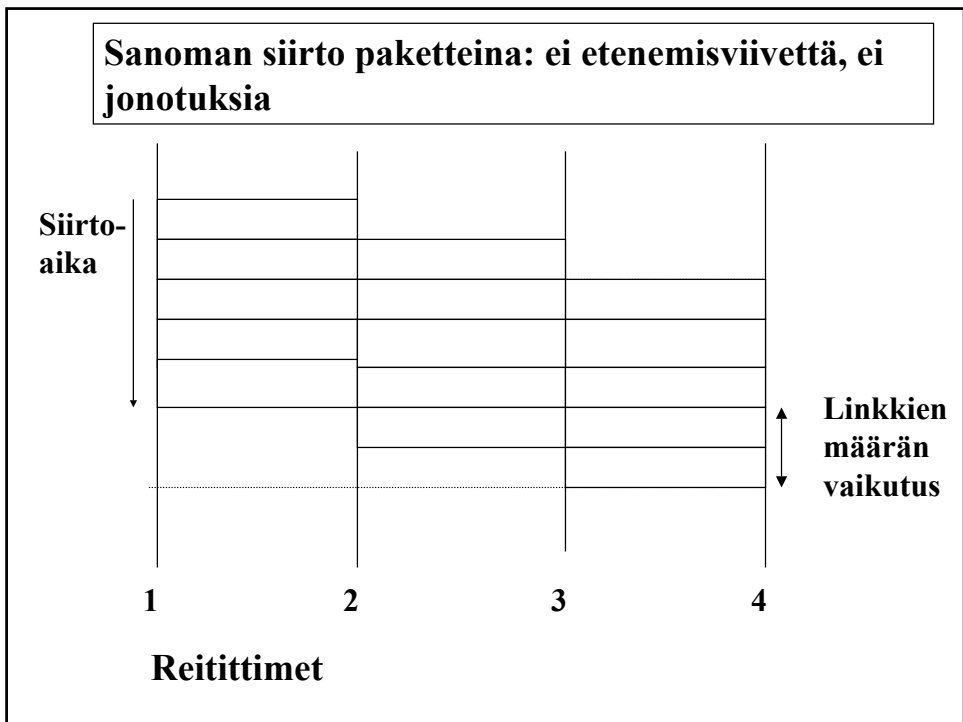
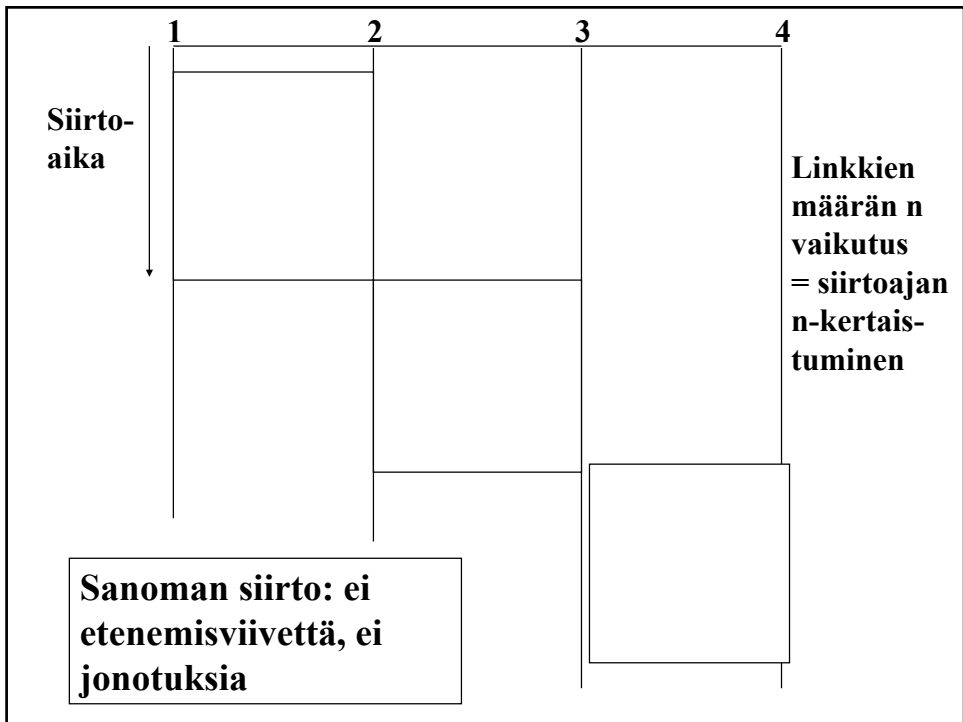


## Sanoman pilkkominen paketeiksi

- Miksi ei lähetetä koko sanomaa kerralla?
- Olkoon sanoman koko 400 Kb ja linkin nopeus on 1 Mbps.
- Kun koko sanoma lähetetään 5 linkin yli, niin aikaa kuluu  $5 * 400 \text{ ms} = 2000 \text{ ms}$
- Kun sanoma pilkotaan sadaksi 4 Kb:n paketeiksi, niin aikaa kuluu paljon vähemmän eli vain 416 ms!

## Miksi näin?

- Paketteja voidaan lähettää rinnakkain eri linkeillä,.
- 400 Kb:n sanoma siirtyy 1 Mbps linkillä 400 ms:ssa.
- Tämän ajan lisäksi joudutaan odottamaan vain sen ajan kun 4 Kbtin paketti siirretään 4:n linkin yli = 16 ms



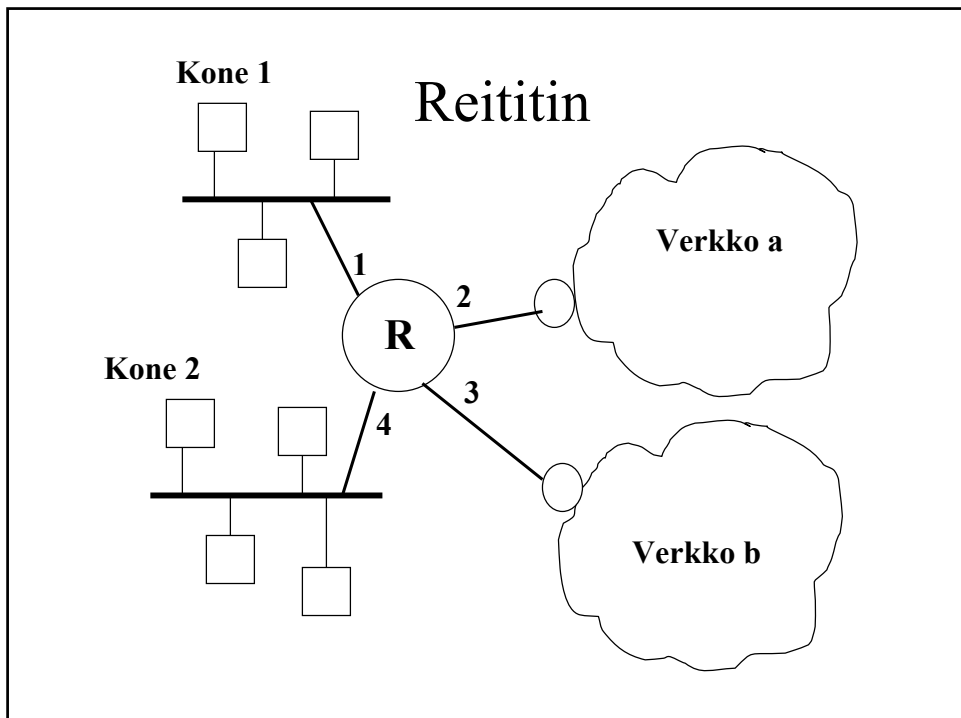
# Reititys

- **Datasähkeverkko**

- kukin paketti reititetään jokaisessa reitittimessä erikseen => voivat kulkea eri reittiä
- jokaisessa paketissa osoite
- reititystaulu kertoo ulosmenon

- **virtuaalipiiriverkko**

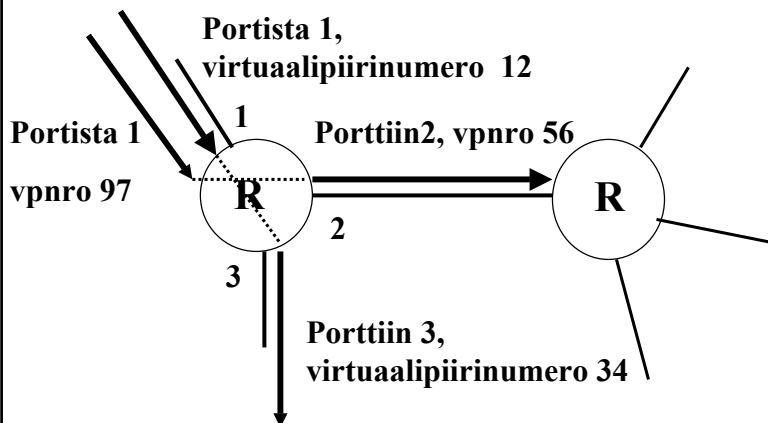
- ensimmäinen paketti muodostaa virtuaalipiirin
- muut paketit reititetään samaa reittiä virtuaalipiirinumeron mukaan
- joka linkillä oma virtuaalipiirinumero
- virtuaalipiirien muunnostaulukko



# Reititystaulukko

Osoite	ulosmenoportti
verkko a	2
verkko b	3
.....	
oma, kone1	1
oma, kone 2	4

# Virtuaalipiirireititys

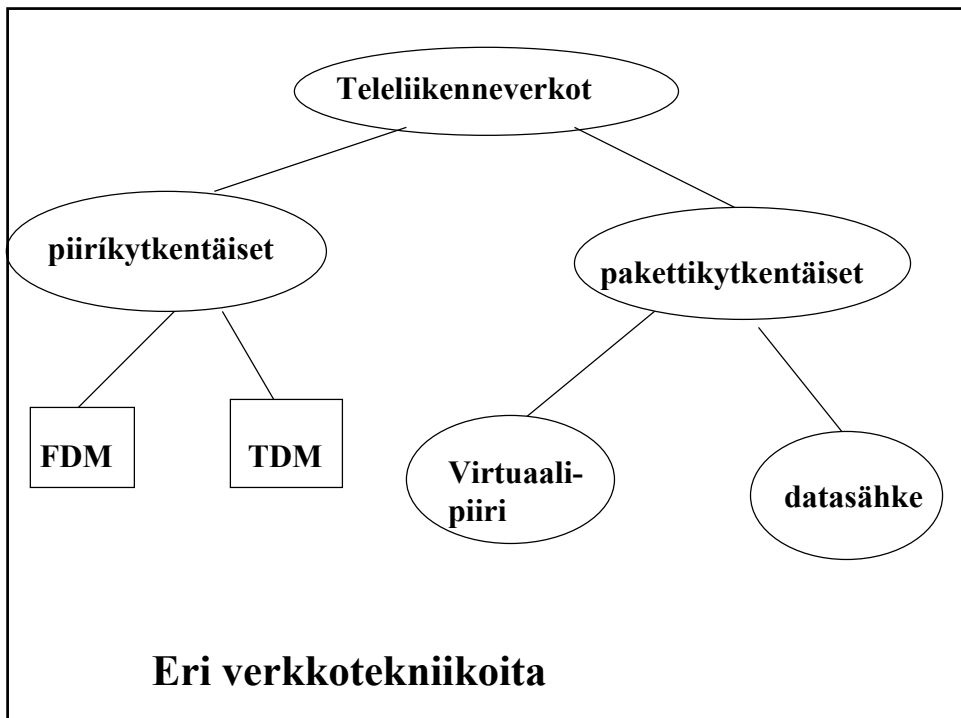


# Virtuaali-piirin muunnostaulukko

Sisääntulo tuleva VC	lähtevä VC	ulosmeno
1	12	34
1	97	56
2	42	101
2	10	78
3	12	65

**Taulukkoa päivitettävä aina kun uusi yhteys on muodostettu tai vanha purettu!**

**Miksi ei käytetä koko yhteydellä samaa VP-numeroa?**



## 1.3. Siirtomedia

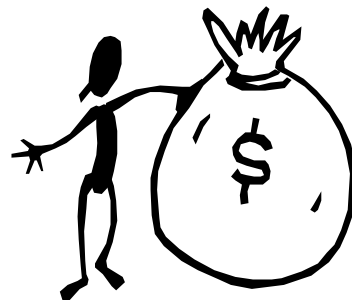
- Siirtomedian tehtävä
  - siirtää bittivirtaa koneelta toiselle
- käytettävissä erilaisia siirtovälineitä
  - johdollinen
    - kuparijohto, optinen kuitu, kaapeli
  - johdoton
    - radio, satelliitti, matkapuhelin
    - magneettinauha, cd-levy

11/23/2002

43

## Magneettinen ja optinen media

- ‘talleta, kanna ja lataa’
- suuri siirtonopeus
  - hyvin suuria tietomääriä siirtyy kohtalaisella nopeudella
    - rekallinen cd-levyjä
- pitkä viive
  - ensimmäisen bitin saapuminen kestää pitkään
- edullinen



11/23/2002

44

## Kierretty pari (twisted pair)

- kaksi eristettyä kuparijohtoa kierretty yhteen (vähentää häiriöitä)
  - yleensä useita kaapelissa
- yleisesti käytetty
  - puhelinverkko (jo yli 100 vuotta), paikallisilmukka, rakennusten sisällä
- hintaan nähden hyvä suorituskyky
  - useita kilometrejä ilman vahvistinta
  - useita Mbps parin kilometrin matkalla
  - analoginen tai digitaalinen siirto

11/23/2002

45

- Suojattu /suojaamaton
  - UTP yleisesti käytetty LAN:eissa (Unshielded twisted pair)
- eri luokkia (category)
  - luokka 3: puhelinyhteydet, LAN => 16 Mbps
    - kotiyhteydet verkkoon: ISDN (128 Kbps), ADSL (6 Mbps)
  - luokka 5: uusiin toimistoihin => 100 Mbps
    - enemmän kierteitä ja teflon-eriste

11/23/2002

46

# Koaksiaalikaapeli

- paremmin suojattu häiriöiltä
  - suuret nopeudet
    - 1-2 Gbps, 1-2 km -kaapelilla
  - pitkät etäisyydet
    - tarvitaan vahvistimia ja nopeus laskee
  - kaistanleveys
    - 300 (450) MHz
  - käyttö
    - TV-kaapelit, lähiverkot

11/23/2002

47

# Koaksiaalikaapelin käyttötavat

- **kantataajuusmoodi** (Baseband)
  - 50-ohmin kaapeli, käytössä lähiverkoissa
    - kaapelissa vain yksi bittivirta (signaali)
    - nopea tiedonsiirto ~10 Mbps,
    - digitaalinen signaali
- **laajakaistamoodi** (Broadband)
  - 75-ohmin kaapeli, käytössä kaapeliTV:ssä
    - kaista jaetaan kanaviin, 6 MHz
    - useita signaaleja samaan aikaan
    - analoginen signaali

11/23/2002

48



## Kantataajuuskaapeli

- digitaalitekniikka
  - volttipulsseja
- yksinkertainen, halpa
- halvat liittymät
- sekä kaksipisteyhteyksissä että monipisteyhteyksissä

## Laajakaistakaapeli

- analoginen siirtotekniikka
  - jopa 500 km kaapeleita
    - pitkillä etäisyyksillä vahvistimia
  - ei sovi niin hyvin digitaaliseen tiedonsiirtoon
- TV-kaapelit
  - lähes joka kotiin jo valmiina
- käyttö
  - rinnan TV-kuvaa, CD-tason ääntä ja digitaalista bittivirtaa

# Valokaapeli

- erittäin puhdasta kvartssia
  - 1 km kuitua vaimentaa valoa vähemmän kuin 3 mm ikkunalasi
- lasersäteitä
- ei sähkömagneettisia häiriöitä
- jopa 100 Gbps 30 km kaapelilla
- suuri kaistanleveys
  - useita GHz

11/23/2002

51

# Valokaapelin rakenne

- lähetin
  - muuttaa sähköpulssit valoksi
    - LED, laserdiodi
- vastaanotto fotofiodi
  - muuttaa valopulssit sähköpulsseiksi
  - vasteaika  $\sim 1$  ns  $\Rightarrow \sim 1$  Gbps
  - kohina haittaa  $\Rightarrow$  riittävän voimakas säde
- valokuitu
  - ensiosuoja suojaa mekaanisilta vaurioilta
  - toisosuoja yhdistää useita kuituja

11/23/2002

52

# Valokuitutyypit

- **monimuoto** (multimode)
  - valo hajaantuu (dispersion)
  - halpa, ei kovin nopea
  - paikallisverkoissa
- **yksimuotokuitu** (monomode)
  - kuidun paksuus vain muutama valon aallonpituus  
(8-10 mikronia, hius ~50 mikronia) => valo etenee kuidussa suoraan
  - kallein, nopein (~30 Gbps)
  - pitkän matkan puhelinlinjoissa (~30 km, jopa 100 km mahdollista)

11/23/2002

53

# Langaton tiedonsiirto

- sähkömagneettinen aaltoliike
  - käytössä laaja spektri
  - aaltoliikkeeseen koodattavissa tietoa
    - amplitudi, taajuus vaihe
  - rajoituksia
    - generoitavuus
    - moduloitavuus
    - kuuluvuus/näkyvyys
    - tunkeutuvuus
    - vaarallisuus



11/23/2002

54

# Radioaallot

- helppo generoida
- etenevät pitkiä matkoja
- tunkeutuvat kaikkialle
- etenevät kaikkiin suuntiin
- rajallinen resurssi
  - niukkuutta
  - käyttö säänneltyä



11/23/2002


55

# Mikroaallot (> 100 MHz -> 10 GHz)

- etenee suoraan
  - sietää hyvin häiriöitä
  - antenni suunnattava
- tunkeutuvuus pienempi
  - heijastuksia (kiinteät esteet, sääilmiöt)
  - vesisade
- pulaa ilmatilasta => luvanvaraista
  - NMT: 450 MHz, GSM: 900 MHz, 1800 MHz
- verkkojen perustaminen 'halpaa'

11/23/2002

56



## Infrapuna & millimetriaallot

- etenee suoraan
- tunkeutuvaisuus ‘olematon’
- heijastuksia
- halpa
- käytetään
  - kauko-ohjaimet
  - langattomat lähiverkot (wireless LAN)

11/23/2002

57



## Satelliitit

- Satelliitti
  - LEO (Low Earth Orbit)
    - 150-1500 km korkeudessa
  - MEO (Middle Earth Orbit)
    - 1500- km korkeudessa
  - GEO ( Geosynchronous Earth Orbit)
    - geostationaarinen
    - noin 36000 km korkeudessa
- maa-asema

11/23/2002


58

## Häiriöt siirtotiellä

- Lähetetty signaali (aalto tai pulssi) vaimenee ja vääristyy kulkiessaan siirtomediassa
  - **vaimeneminen** (attenuation)
    - eri taajuudet heikkenevät eri tavoin; suuret taajuudet vaimenevat enemmän
      - => **signaali paitsi vaimenee, myös vääristyy**
  - **viivevääristyminen** (delay distortion)
    - signaalin eri taajuuksiset komponentit etenevät hieman eri nopeuksilla ja saapuvat vastaanottajalle eri aikaan
      - => **signaali vääristyy**

## Kohina (Noise)

- Signaalia häiritsee kohina
  - aina taustalla esiintyvää sähkömagneettista aaltoliikettä
    - **terminen kohina**
      - elektronien liikkeestä johtuva,
    - **ylikuuluminen**
      - johdin sieppaa viereisen johtimen signaalin
    - **impulssikohina**
      - salamat, vanhat puhelinkeskukset

- 
- kahdenlaisia tiedonsiirtokanavia
  - digitaalinen
    - bittiputki, energiapulssi
  - analoginen
    - jatkuvaa aaltomuotoista signaalia
    - digitaalinen kanava toteutetaan usein analogisen avulla



## Signaalin vahvistaminen

- vahvistimet ja toistimet
  - eri komponentteja vahvistettava eri tavoin
  - puhelininsinöörien tehtäviä
- analoginen signaali
  - vääristyy joka kerralla yhä enemmän ja enemmän
- digitaalinen signaali
  - vahvistus uudistaa signaalin

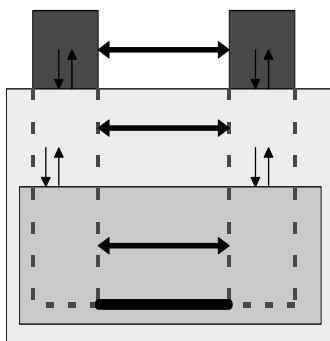
## 1.4. Tietoliikenneohjelmistot eli protokollat

- Protokolla eli yhteyskäytäntö
  - Mitä sanomia lähetetään ja missä järjestyksessä
  - Missä tilanteessa sanoma lähetetään
  - Miten saatuihin sanomiin reagoidaan
- tietoliikenteessä on hyvin paljon erilaisia protokollia
  - Internet: TCP-, UDP- ja IP-protokolla
  - verkkosamoilu: http-protokolla

11/23/2002

63

## Protokollien kerrosrakenne



- monimutkaisuuden hallinta =>
  - jaetaan kerroksiin ( layer)
  - kerros ~ abstrakti kone
- tietokoneverkot <=> verkkoprotokollat

11/23/2002

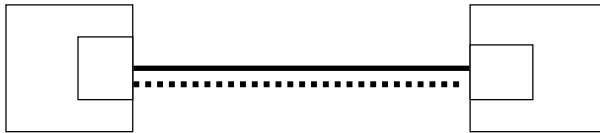
64



## Mitä monimutkaisuutta?

### kaksipisteyhteys

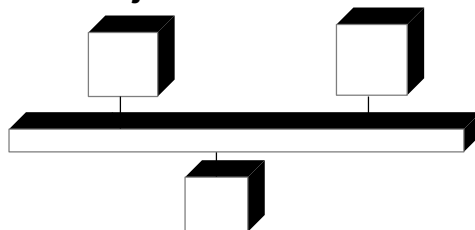
- datan koodaus sähköisiksi signaaleiksi
- siirtovirheiden havaitseminen ja korjaaminen
- lähettäjä ei saa lähettää enempää kuin vastaanottaja voi käsitellä



## Mitä monimutkaisuutta?

### yleislähetys

- datan koodaus sähköisiksi signaaleiksi
- **datan lähetys: lähetysvuorot**
- siirtovirheiden havaitseminen ja korjaaminen
- lähettäjä ei saa lähettää enempää kuin vastaanottaja voi käsitellä



## Entä tietoliikenneverkko?

- miten pystytään sanoma/paketit kuljettamaan lähettäjältä vastaanottajalle?
  - yhden verkon sisällä
  - monen verkon kautta
- verkon ruuhkautumisongelmat?
- sanoman virheettömyys?
- liikenteen kapasiteetti ja nopeus, tehokkuus
- laitteiden määrä ja heterogeenisyys

## Protokolla (yhteyskäytäntö)

- **protokolla**
  - määrää kerroksen keskustelusäännöt ja -tavan
  - protokollapino
    - verkkoarkkitehtuuri
- **palvelu (service)**
  - alemman kerroksen palvelut ylemmän käytössä
  - palvelun käyttäjä /palvelun tuottaja

# Rajapinta

(interface)

- samassa koneessa, vierekkäisten kerrosten välillä
- määrittelee operaatiot, joilla ylemmän kerroksen **olio** (entity) voi käyttää alemman palveluja
- **SAP** (Service Access Point)
  - “palveluluukku”
  - yksikäsitteinen osoite
  - esim. puhelinverkossa
    - puhelinpistoke

11/23/2002 • osoitteena puhelinnumero

69

# Palvelu

- **yhteydellinen palvelu** (connection-oriented)
  - esim. puhelin
- **yhteydetön palvelu** (connectionless)
  - esim. posti
- kumpi valitaan?
  - vaadittu **palvelutaso** (QoS)
  - kustannus
- Valinta voi olla erilainen eri kerroksilla

11/23/2002

70

# Palvelu $\Leftrightarrow$ protokolla

- **palvelu**

joukko toimintoja (primitiivejä), jotka ylempään kerroksen käytettävissä

- ~ abstrakti datatyyppi, olio

- **protokolla**

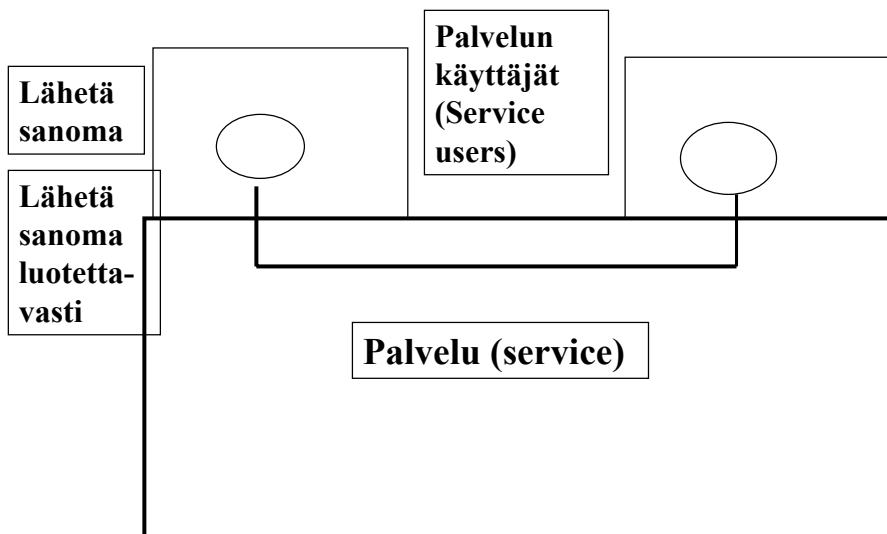
joukko sääntöjä, jotka määräävät, miten vaihdetaan sanomia (muoto, järjestys, ..)

- ~ palvelun toteutus, joka ei näy käyttäjälle

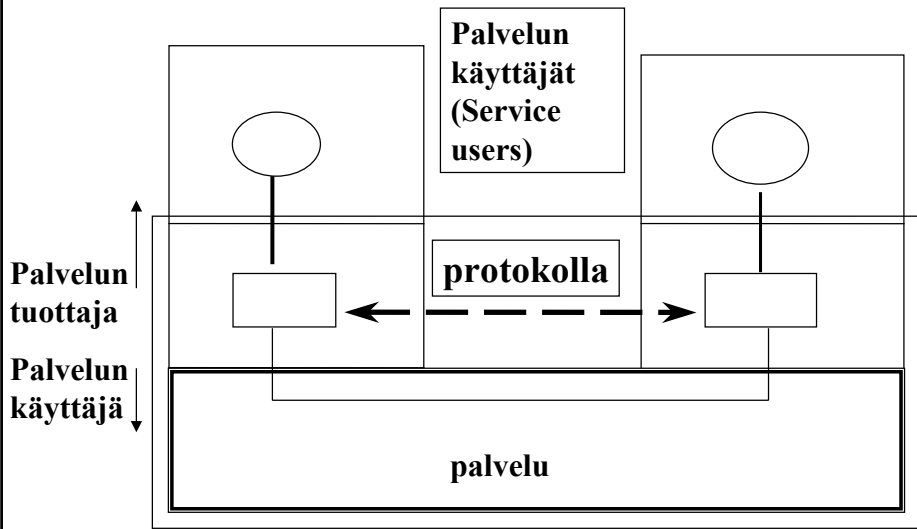
11/23/2002

71

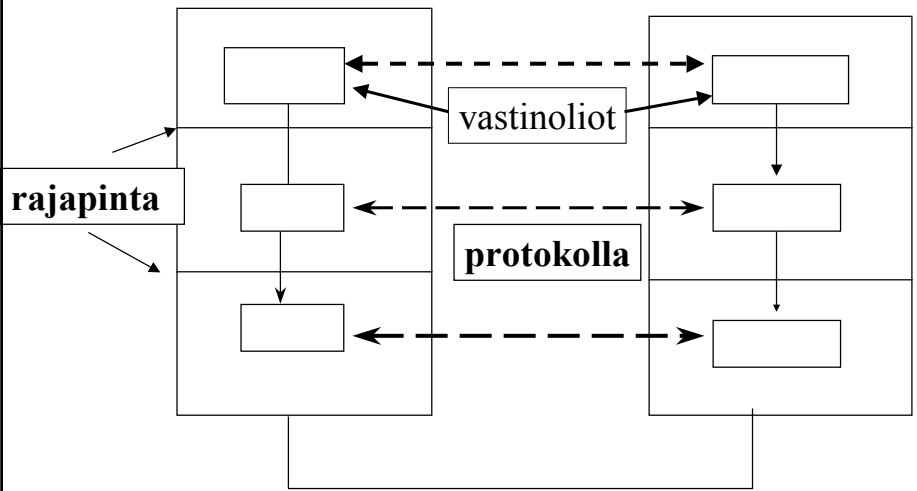
## Service user /service



# Service /service user/ service provider



# Interface / peer entity / protocol



## Yleisiä protokollakerroksen tehtäviä

**Kukin kerros voi suorittaa yhden tai useamman seuraavista tehtävistä**

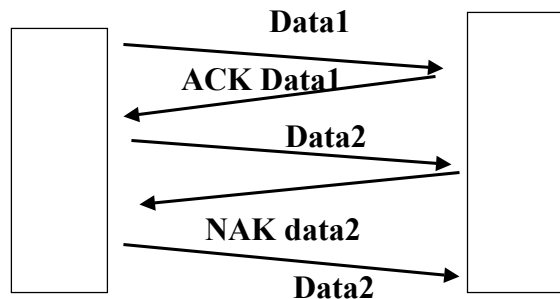
- virhevalvonta
- vuonvalvonta
- sanoman paloittelu ja kokoaminen
- ruuhkanvalvonta
- kanavointi (multiplexing)
- yhteydenmuodostus

11/23/2002

75

## Virhevalvonta (error control)

- kaikki sanomat virheettöminä ja oikeassa järjestyksessä
  - luotettava tiedonsiirto (reliable data transfer)
  - esim. kuitataan saadut sanomat ja tarvittaessa lähetetään uudelleen



11/23/2002

76

## Pohdittavaa!

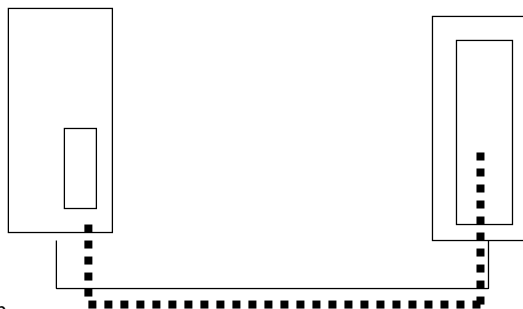
- Mistä vastaanottaja voi tietää onko sanoma virheellinen vai ei?
- Entä, jos sanoma tai sen kuittaus katoaa kokonaan eikä lähettäjä saa mitään vastausta lähettämäänsä sanomaan. Miten tällöin lähettäjän tulisi toimia?
- Missä tilanteissa on mahdollista, että vastaanottaja saa useaan kertaan saman sanoma (kaksoiskappale eli duplikaatti)?

11/23/2002

77

## Vuonvalvonta (flow control)

- Lähettäjä ei saa lähettää enemmän tai nopeammin paketteja kuin vastaanottaja ehtii niitä käsitellä.



11/23/2002

78



## Ruuhkanvalvonta (congestion control)

- Ruuhkatilanteessa verkkoon tulee liian paljon sanomia lähettäjiltä.
- Reitittimet eivät ehdi käsitellä sanomia riittävän nopeasti. Niiden puskurit puskurit täyttyvät, jolloin sanomia häviää.
- Lähettäjät täytyy saada hiljentämään lähettämistään.
  - Internetissä TCP huomaa ruuhkan siitä, ettei se saa kuittauksia sanomiinsa



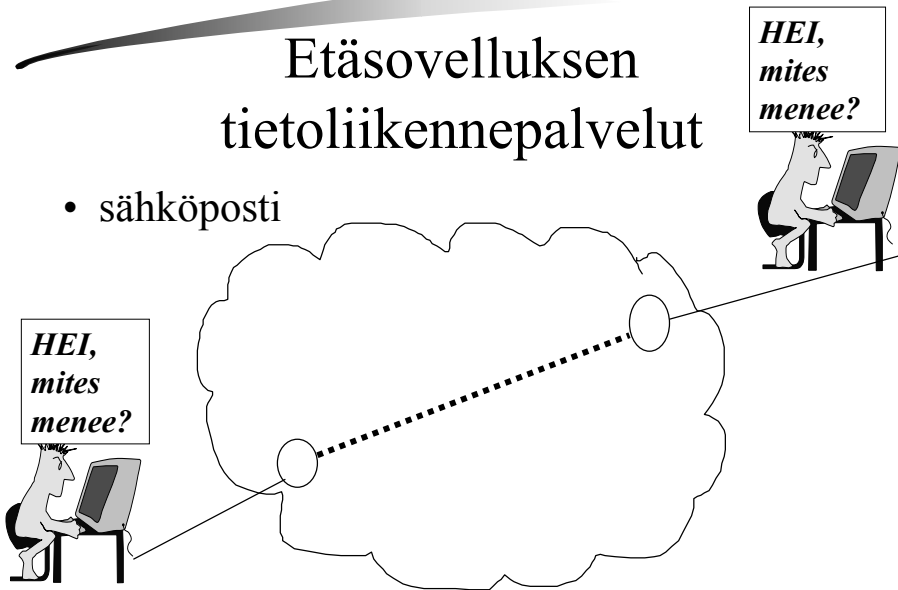
## Pohdittavaa!

- Kun puskurit valuvat yli, olisiko parempi hävittää uudet juuri saapuvat sanomat vai ne, jotka ovat ensimmäisinä jonossa?  
Perustele vastauksesi.
- Onko ruuhkanvalvonta tarpeellista, jos mikään sovellus ei koskaan lähetä enempää sanomia kuin hitain reititin ehtii käsitellä?



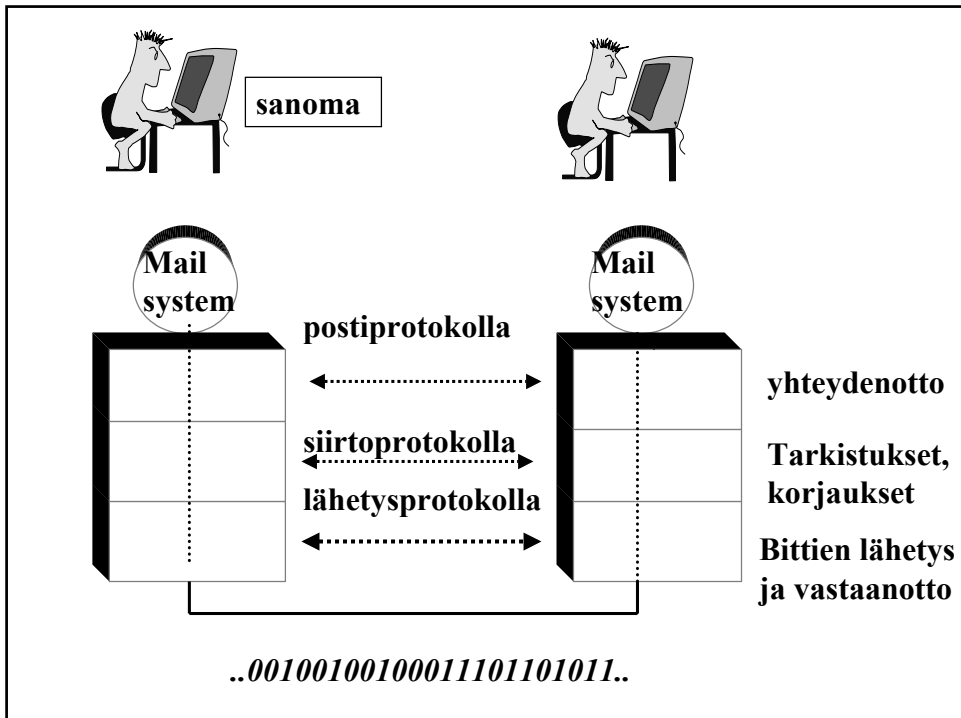
# Etäsovelluksen tietoliikennepalvelut

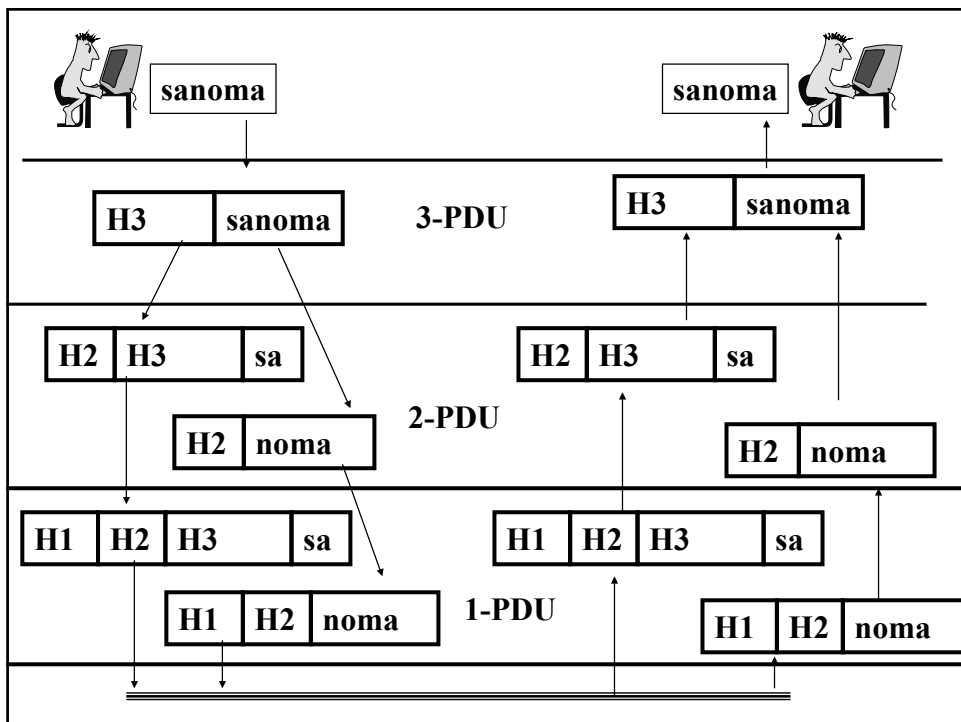
- sähköposti



11/23/2002

81





## 1.4 Viitemalleja

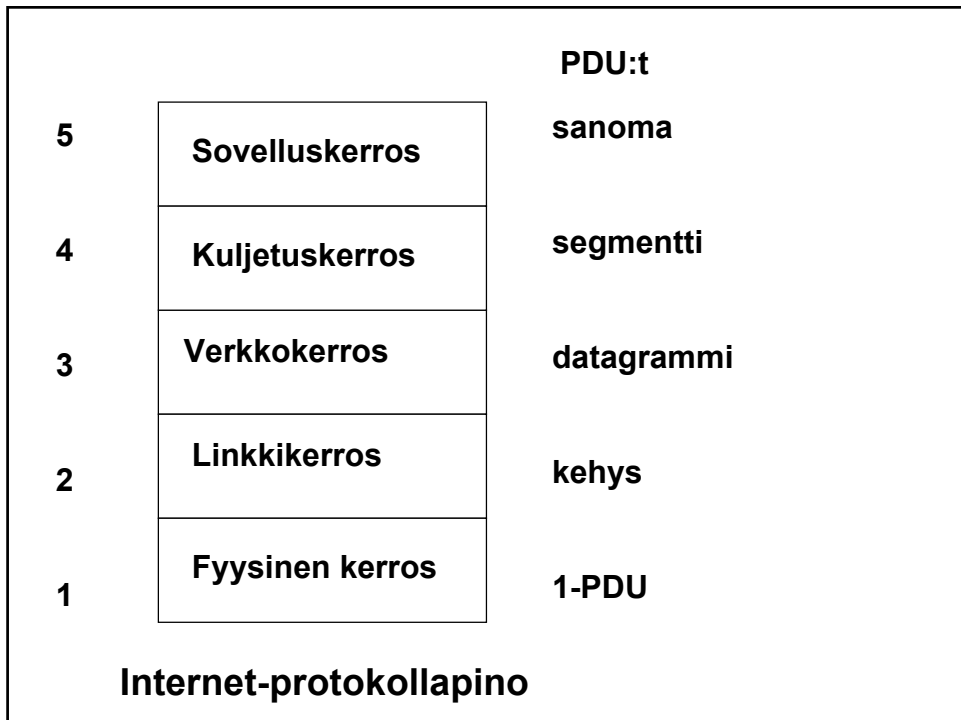
- **TCP/IP -viitemalli**  
(Transmission Control Protocol /Internet Protocol)
- **OSI-viitemalli**  
(Open Systems Interconnection)

## TCP/IP -viitemalli

- Internet-protokollastandardi
  - ei niinkään viitemalli
- RFC-julkaisuja, standardeja
  - 1969 ->
- De facto -standardi

## TCP/IP -viitemalli

- Lähtökohdat
  - yhdistää monia hyvin erilaisia verkkoja
  - vikasietoisuus (DoD)
  - joustavuus
    - monia uusia sovelluksia
- Tulos
  - pakettikytkentäinen
  - yhteydetön verkko
- ensin tehtiin toimivat protokollat, sitten vasta 'viitemalli'



## Internet-pinon kerrokset

- Sovelluskerros
  - Sovelluksen eri komponenttien väliseen viestintään
  - paljon erilaisia sovelluksia => paljon protokollia
  - **FTP, TELNET**
  - **DNS**
  - **SMTP**
  - **HTTP, ....**




- Kuljetuskerros

- sovelluskerroksen sanomat asiakkaalta palvelimelle ja päinvastoin
- **TCP**-protokolla
  - luotettava yhteydellinen protokolla
- **UDP**-protokolla
  - epäluotettava yhteydetön protokolla



- Verkkokerros eli IP-kerros

- reitittää datagrammit lähettävältä isäntäkoneelta vastaanottavalle isäntäkoneelle
- **IP-protokolla**
  - eri verkot yhdistävä protokolla
  - kaikkien Internet-verkon komponenttien ymmärtettävä
- useita reititysprotokollia
  - reititystä varten

- 
- Linkkikerros
    - kehyksen siirto yhden linkin yli
    - mitä tahansa linkkiprotokollia
      - esim. PPP, Ethernet, atm
  - Fyysinen kerros
    - bittien siirto
    - riippuu käytetystä siirtomediasta



## OSI-viitemalli

- käsitteellisesti ehjä malli
  - 1978 -> 1982 viitemalli
  - 1983 -> toiminnallisia standardeja
- kerrosmalli
  - 7 kerrosta
- ISO ==> kansainväl. standardeja
  - mutta ei paljoakaan käytössä

## OSI-mallin kerrokset

- Sovelluskerros (Application layer)
- **Esitystapakerros** (Presentation layer)
- **Istuntokerros** (Session layer)
- Kuljetuskerros (Transport layer)
- Verkkokerros (Network layer)
- Siirtoyhteyshakerros (Data link layer)
- Peruskerros (Physical layer)

11/23/2002

93

## Istuntokerros

- jäsentää ja tahdistaa tietojen vaihtoa
- istunnossa
  - kommunikointitapa
    - kaksisuuntainen / yksisuuntainen
    - lähetysvuoronsäätely yksisuuntaisessa kommunikoinnissa
  - vuoromerkki varmistaa, että vain toinen osapuoli tekee tietyn toiminnon
  - kommunikoinnin tahdistus tarkistuspisteiden avulla
    - esim tiedostonsiirrossa

11/23/2002

94

## Esitystapakerros

- huolehtii tiedon esitysmuodosta siirrettäessä tietoa kahden koneen välillä
  - tiedon esitystapa koneessa
  - abstraktisyntaksi
  - siirtosyntaksi
- sopii käytettävästä siirtosyntaksista
- muuttaa tiedon tarvittaessa siirtosyntaksin mukaiseksi
- salaus ja tiivistys haluttaessa

11/23/2002

95

- kukin kerros korjaa omat virheensä.
- jos ei pysty, ilmoitus ylemmälle kerrokselle

==> virheen havaitsemista ja virheestä toipumista joka kerroksella

11/23/2002

96



## 1.5. Esimerkkejä verkoista

- Joitakin esimerkkejä käsitellään harjoituksissa
  - laitosten (osastojen) verkkoja
  - yliopistojen / yritysten verkkoja
  - **FUNET**, NORDUNET
  - puhelinverkko
- INTERNET

## Internet

- 1969: 4 konetta (ARPANET)
- 1972: 30 konetta, 1. Sähköpostiohjelma
- 1979: 1988 konetta
- 1985: 2000 konetta (1983: TCP/IP)
- 1989: 160 000 konetta
- 1995: 6 miljoonaa konetta
- 1998: 37 miljoonaa konetta
- 2000: arviolta 142 miljoonaa käyttäjää
  - 2.4% maailman väestöstä

## Pääsy Internetiin

- Modeemilla puhelinverkon yli
  - tiedonsiirtonopeus < 56 Kbps
- ISDN-teknologia käyttäen < 128 Kbps
- ADSL (asymmetric digital subscriber line)
  - kehittynyt modeemitekniologia
  - => 8 Mbps
- Kaapeli-TV
  - kaapelimodeemi, yleislähetys
- lähiverkosta
- langaton yhteys: GSM, WAP, GRPS, UMTS

11/23/2002

99

## Palvelut käyttäjän näkökulmasta

- Sovellukset
  - sähköposti
  - internetsivujen lukeminen
    - pankkipalvelut
    - sähköinen kaupankäynti
    - verkkoyliopisto
    - verkkokirjasto
    - ...

11/23/2002

100