



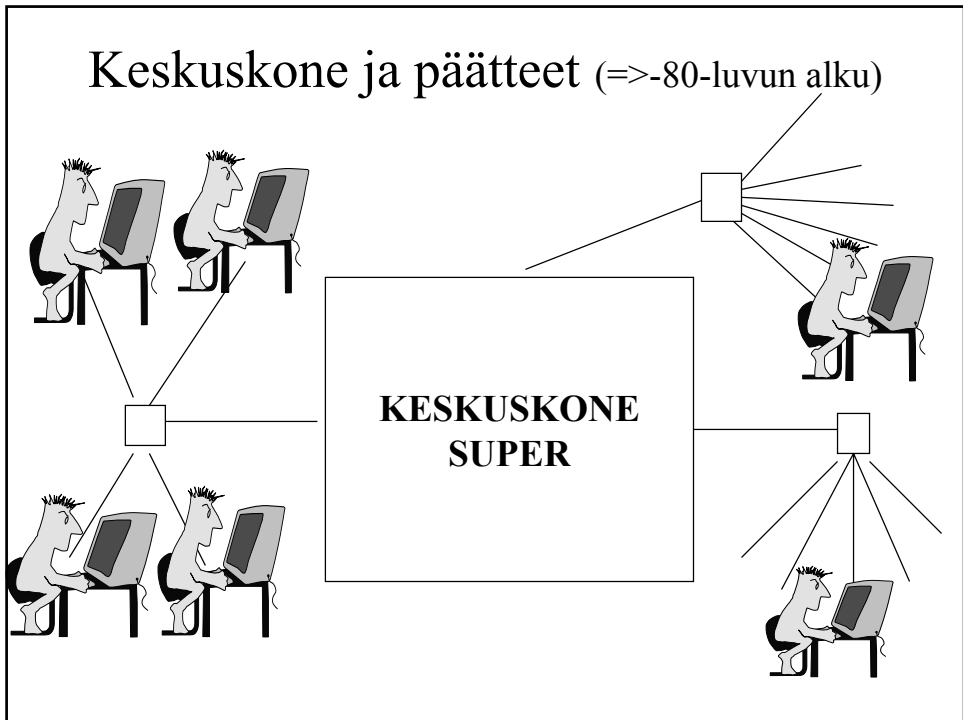
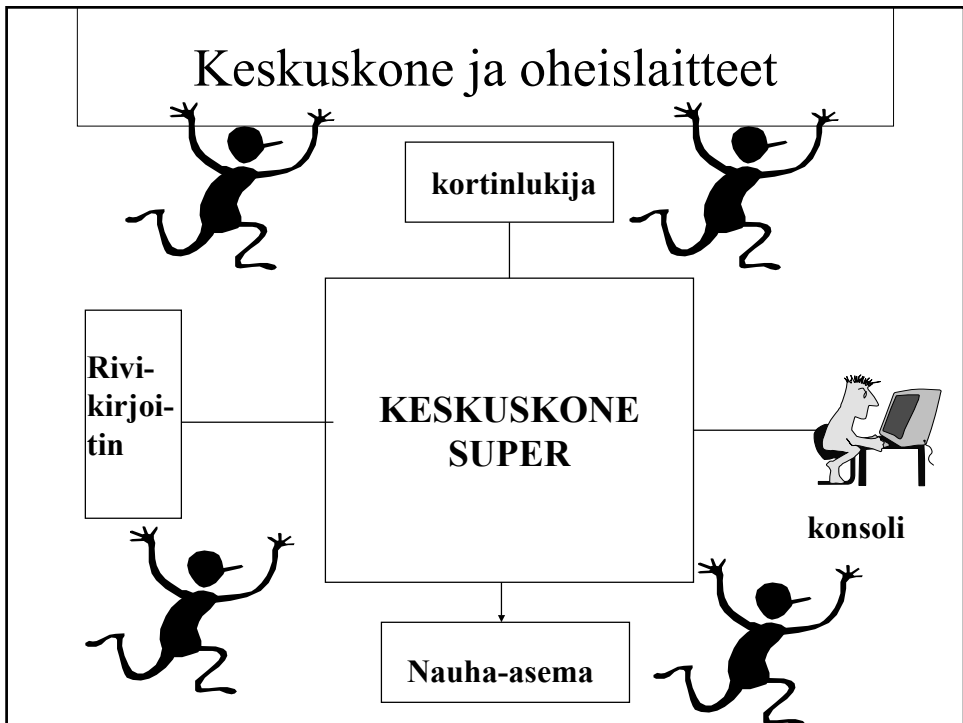
# 1. Tietokoneverkot ja Internet

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

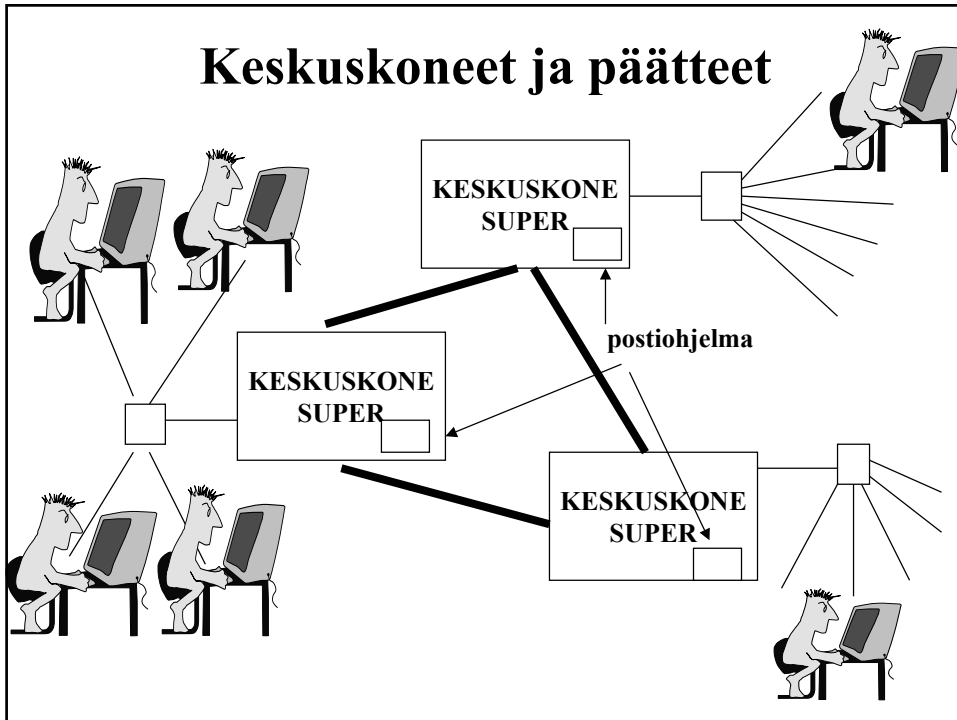


## 1. 1. Tietokoneesta tietoverkkoon

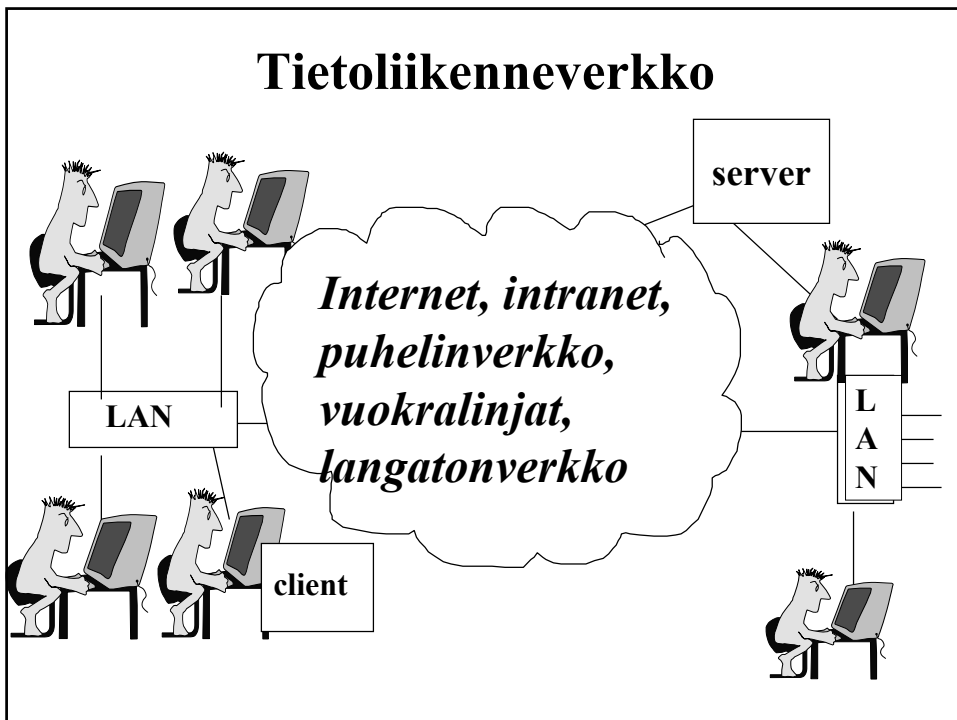
- Tietojenkäsittelyn siirtyminen tietokoneesta tietokoneverkkoon
- Yleinen käytötapa
  - Asiakas-palvelin-kommunikointi



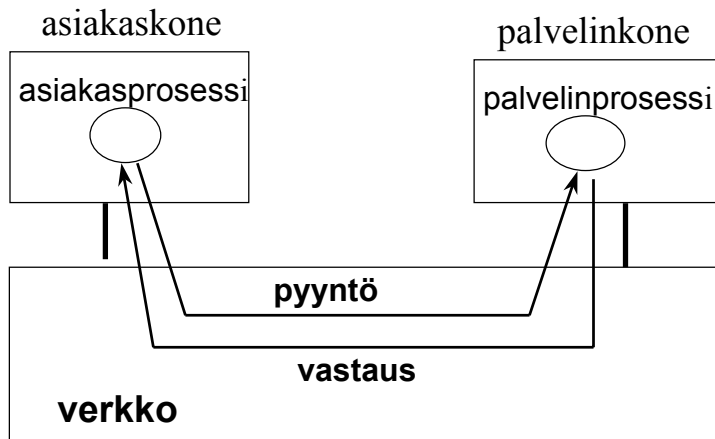
# Keskuskoneet ja päätteet



# Tietoliikenneverkko



# Asiakas-palvelin-malli



## Asiakas-palvelinsovellus

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

# Asiakas-palvelin-mallin hyötyjä

- resurssien yhteiskäyttö
  - tiedon
  - palvelun
- palvelun parantuminen
  - saatavuus
  - skaalautuvuus
  - hallittavuus
- kustannustehokkuus
  - pienet koneet suhteessa tehokkaampia

## P2P

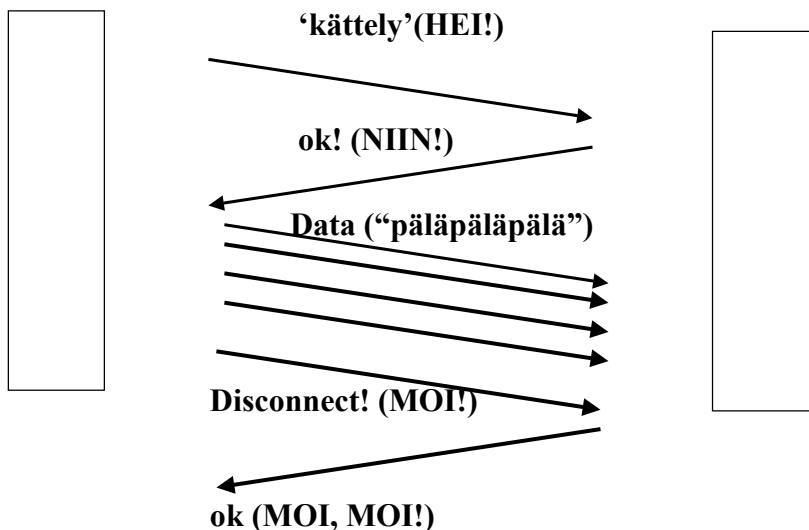
- **Vertaisverkko (peer –to –peer)**
  - suora kommunikointi koneiden välillä ⇔ kommunikointi palvelutarjoajien ja telelaitosten kautta (Kolumbus, Sonera , ..)
  - PC:t sekä asiakkaita että palvelimia ⇔ PC:t pelkkiä asiakkaita
  - vastareaktio suuria yhtiöitä vastaan => vapaa verkko
  - Napster, Gnutella, KaZaA...



# Yhteydellinen ja yhteydetön palvelu

- Yhteydellinen:
  - ensin muodostetaan yhteys, jossa sovitaan monesta yhteyteen liittyvästä asiasta
  - sitten lähetetään sanomia
  - lopuksi puretaan yhteys
  - kaikki sanomat järjestyksessä ja oikein perille
- Yhteydetön:
  - sanomat lähetetään, mutta niiden järjestys voi muuttua eikä perillemenoä pyritä varmistamaan

## Yhteydellinen palvelu



## **Yhteydellinen palvelu**

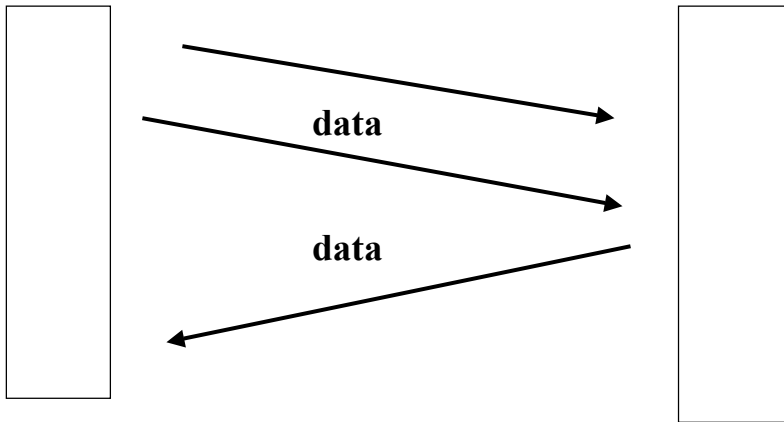
- **Yhteys olemassa, sillä osapuolet tietävät olevansa yhteydessä**
  - verkko ja sen reitittimet eivät välttämättä tiedä yhteydestä mitään
- **yhteyteen voidaan liittää muita palvelupiirteitä**
  - luotettava tiedonsiirto
    - kuittauksia ja uudelleenlähetyksiä
  - vuonvalvonta
  - ruuhkanvalvonta
- TCP-kuljetuspalvelu, IP-puhelin, videokonferenssi

## **Yhteydetön palvelu**

- **Ei takaa tiedon perillepääsyä, ei vuonvalvontaa, ei ruuhkavalvontaa**
- **nopeampi, koska ei tarvita kättelyjä**
- **data lähetetään heti**
- **UDP-kuljetuspalvelu**
- **sähköposti (SMTP), HTTP**



## Yhteydetön palvelu



## INTERNET

- internet, “verkkojen verkko”
  - world-wide internetwork
  - yleisnimitys
- **Internet**
  - erisnimi
- Internet2



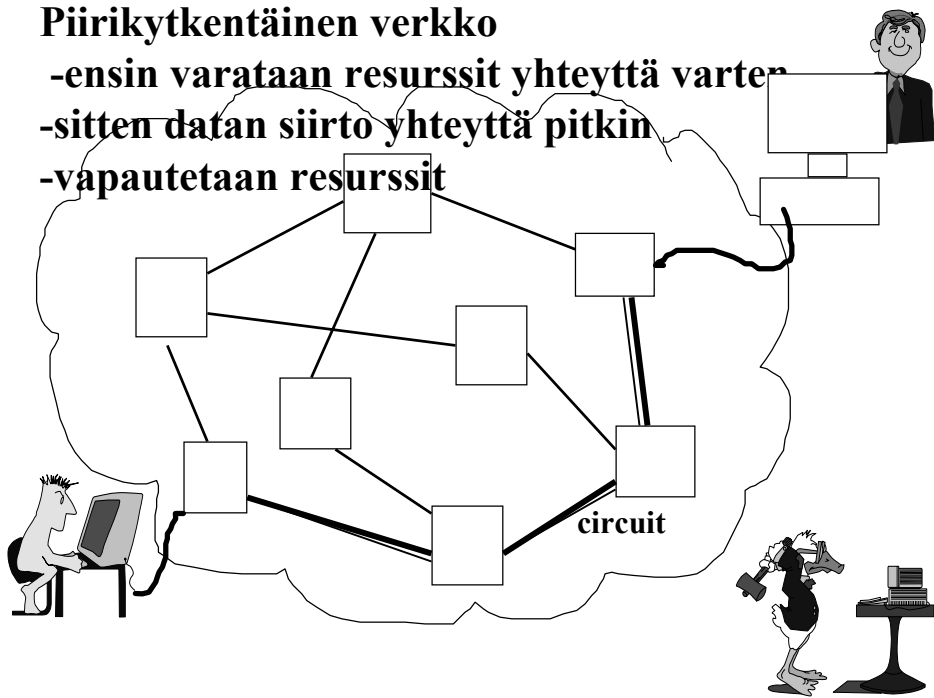
# Verkkoteknologiat:

## Piirikytkentäinen $\Leftrightarrow$ pakettivälitteinen

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

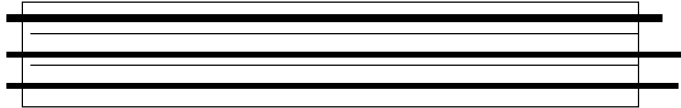
### Piirikytkentäinen verkko

- 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 väliälin 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

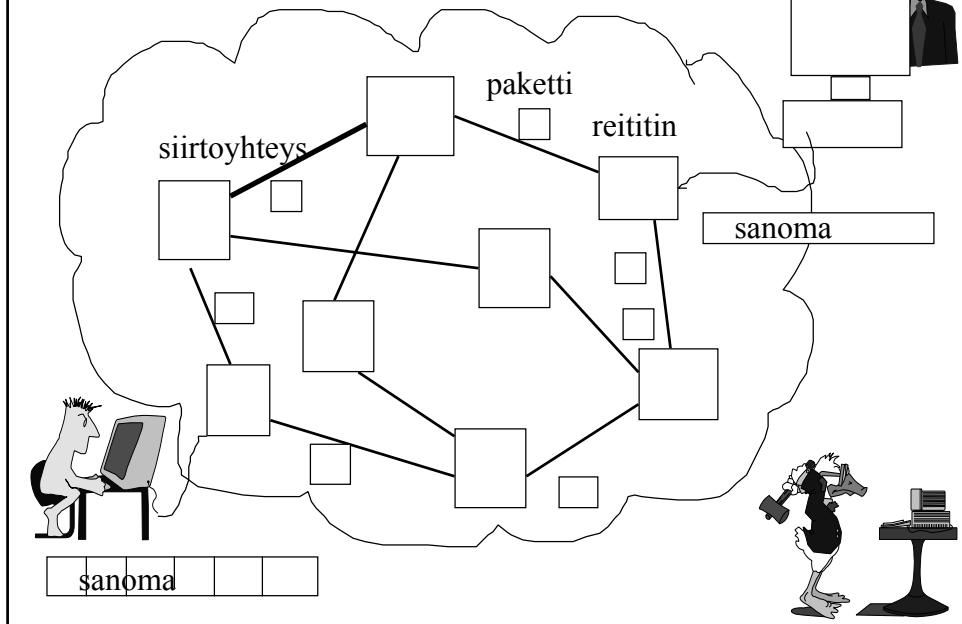
- **Siirtonopeus** (data rate, transmission rate)
  - miten nopeasti dataa pystytään lähettämään (siirtämään) linjalla
  - bps = bittejä sekunnissa
- **Siirtoaika**
  - kauanko datamäärän siirtäminen kestää
  - 10 Mb dataa ja siirtonopeus on 1 Mbs => siirtoviive = 10 sekuntia

## 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

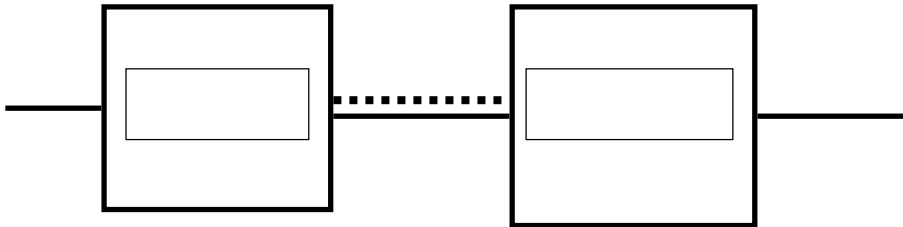
isäntäkone



## Etappivälitteinen (store-and-forward)

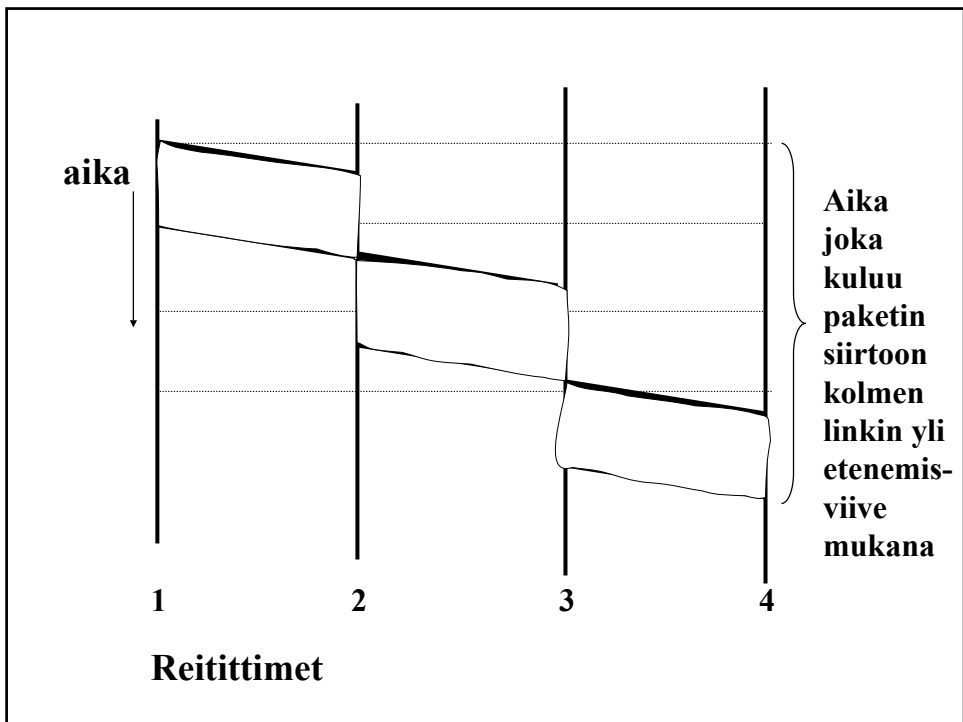
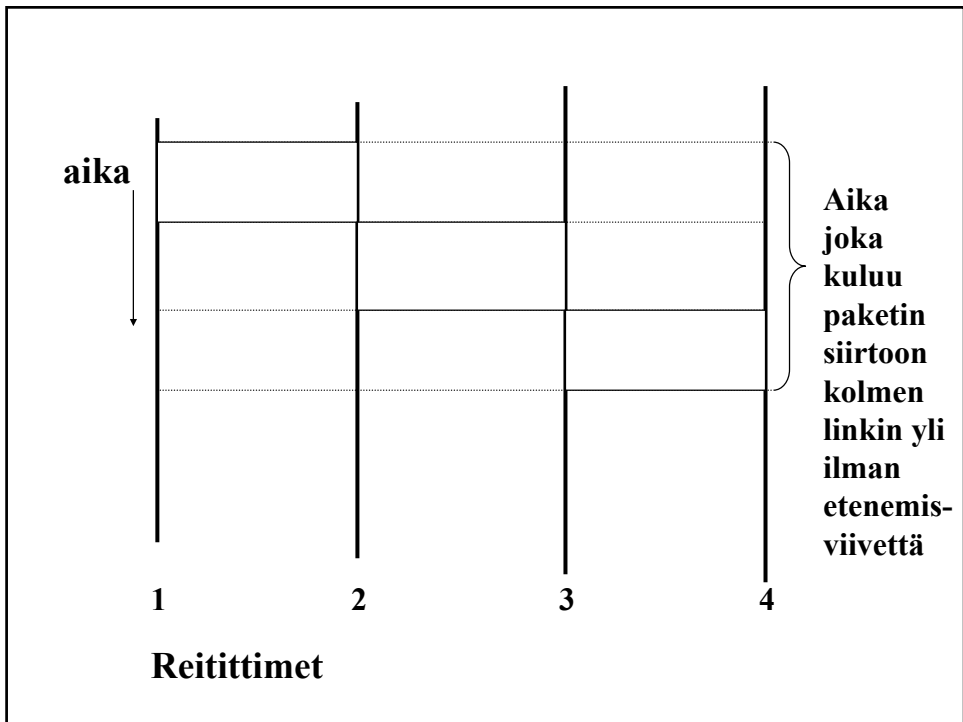
- **Reititin vastaanottaa koko paketin ennenkuin lähettää sen eteenpäin**
  - siirtoaika joka linkillä, koska paketti lähetetään aina uudestaan
    - $L$  = paketin koko bitteinä
    - $R$  = lähtölinkin siirtonopeus
    - siirtoaika =  $L/R$
  - jonotusviive reitittimessä, jos paketti joutuu odotamaan, 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  $\Rightarrow 5 * 4 \text{ ms} = 20 \text{ ms}$**
- **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!**

## **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!**

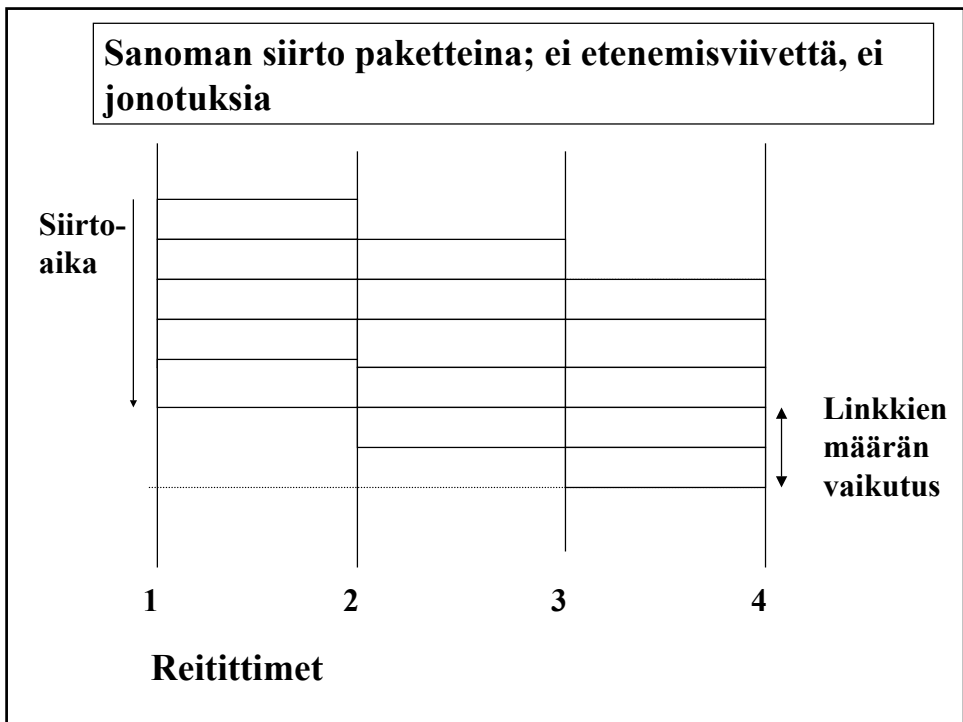
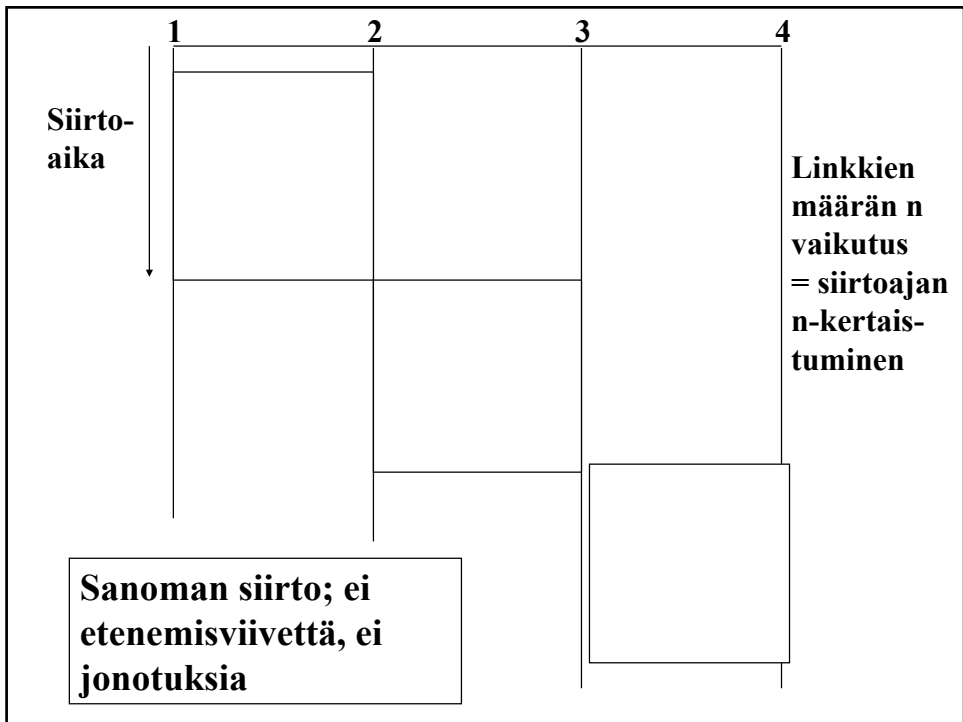
## **Sanoman pilkkominen paketeiksi**

- **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!**



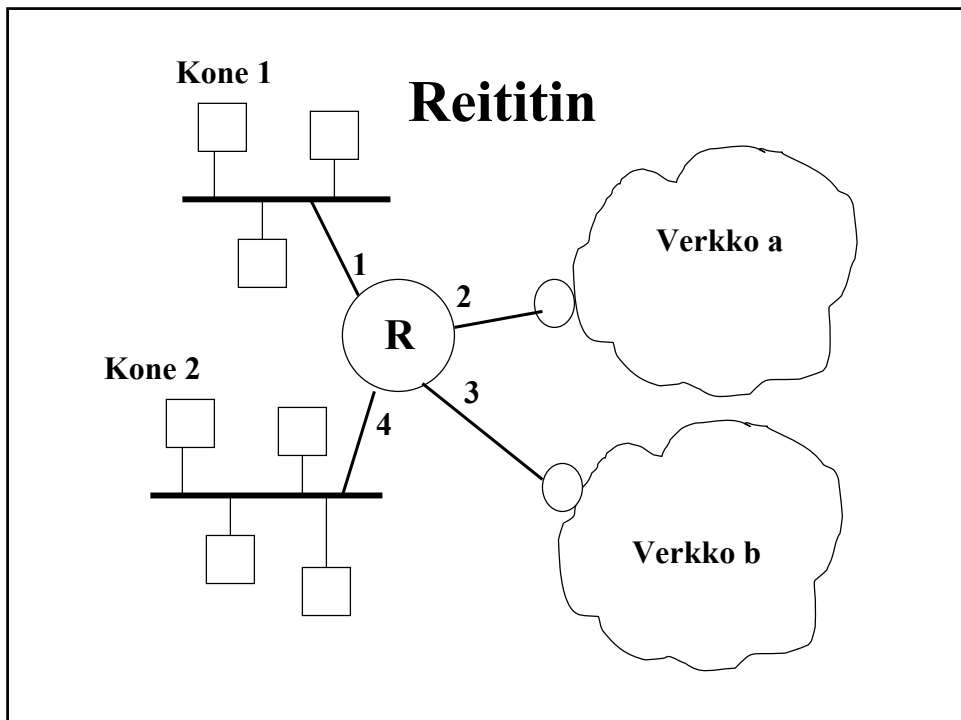
## **Miksi näin?**

- **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

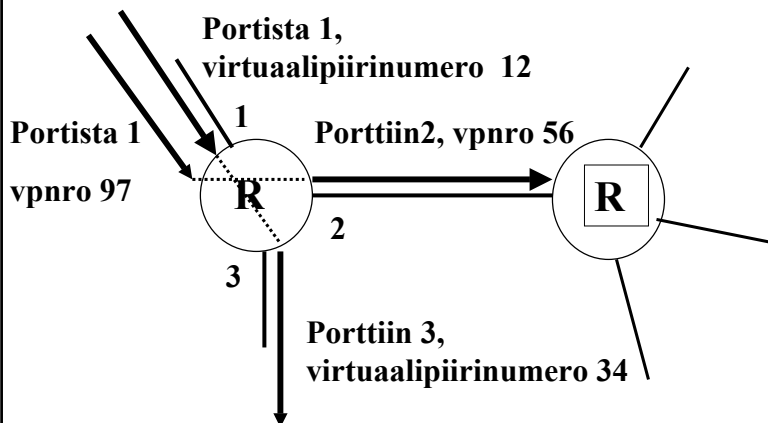
- **Datasähkeverkko**
  - kukin paketti reititetään jokaisessa reitittimessä erikseen => voivat kulkea eri reittiä
  - jokaisessa paketissa osoite
  - reititystaulu kertoo ulosmenon
- **virtuaalipiiriverkko**
  - ensimmäinen paketti muodostaa virtuaalipiirin
  - muut paketit reititetään samaa reittiä virtuaalipiirinumeron mukaan
  - joka linkillä oma virtualipiirinumero
  - virtuaalipiirien muunnostaulukko



# Reititystaulukko

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

# Virtuaalipiirireititys

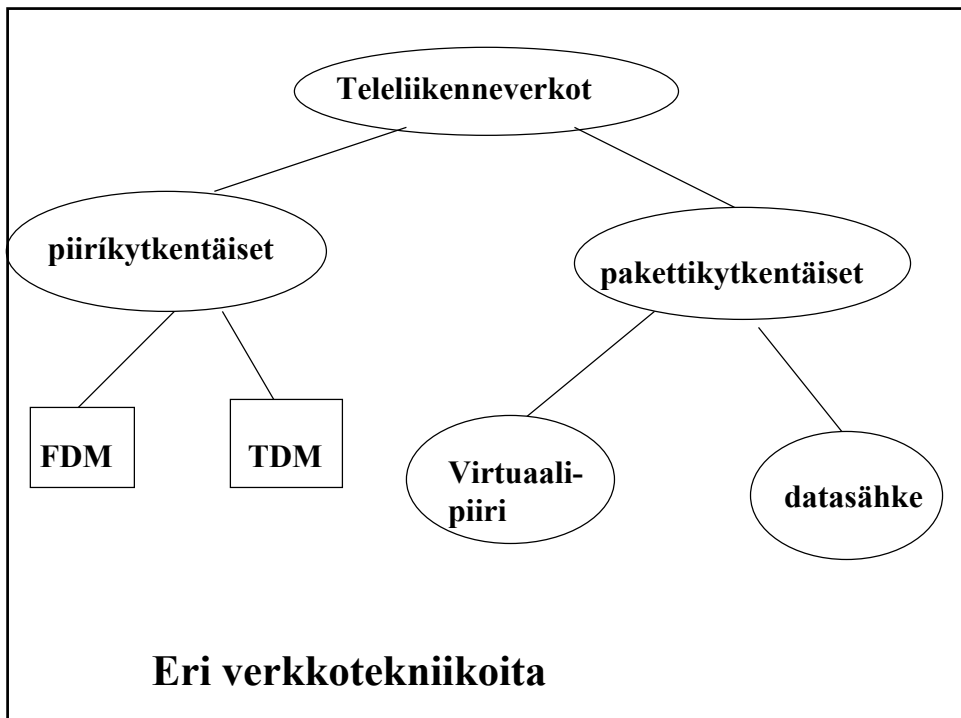


# Virtuaalipiirin muunnostaulukko

Sisääntulo tuleva VC	lähtävä 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

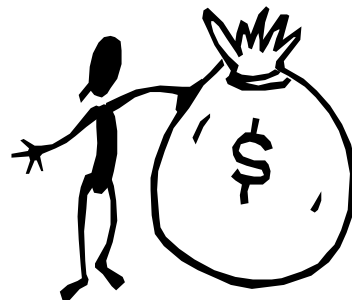
- **Siirtomedian tehtävä**
  - siirtää bittivirtaa koneelta toiselle
- **käytettävissä erilaisia siirtovälineitä**
  - **johdollinen**
    - kuparijohto, optinen kuitu, kaapeli
  - **johdoton**
    - radio, satelliitti, matkapuhelin
    - magneettinauha, cd-levy

1/23/2003

45

## Magneettinen ja optinen media

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



1/23/2003

46

## **Kierretty parihohto (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

- **Suojattu /suojaamaton**
  - UTP (Unshielded twisted pair) yleisesti käytetty LAN:eissa (10 Mbps -1 Gbps)
- **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



# Koaksiaalikaapeli

- paremmin suojattu häiriöiltä
  - suuret nopeudet
    - 1-2 Gbps, 1-2 km -kaapelilla
  - pitkät etäisyydet
    - tarvitaan vahvistimia ja nopeus laskee
  - käyttö
    - TV-kaapelit, lähiverkot

1/23/2003

49

# Koaksiaalikaapelin käyttötavat

- **kantataajuusmoodi** (Baseband)
  - 50-ohmin kaapeli, käytössä lähiverkoissa
    - kaapelissa vain yksi bittivirta (signaali)
    - nopea tiedonsiirto ~10 Mbps,
    - digitaalinen signaali (voltage pulses)
- **laajakaistamoodi** (Broadband)
  - 75-ohmin kaapeli, käytössä kaapeliTV:ssä
    - kaista jaetaan kanaviin, 6 MHz
      - rinnan TV-kuvaa, CD-tason ääntä ja digitaalista bittivirtaa
    - useita signaaleja samaan aikaan
    - analoginen signaali

1/23/2003

50

# Valokaapeli

- erittäin puhdasta kvartssia
  - 1 km kuitua vaimentaa valoa vähemmän kuin 3 mm ikkunalasi
- lasersäteitä
- ei sähkömagneettisia häiriöitä
- jopa 100 Gbps 30 km kaapelilla
- Internetin runkoverkko, puhelinverkot

1/23/2003

51

# Valokaapelin rakenne

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

1/23/2003

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)

1/23/2003

53

# Langaton tiedonsiirto

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



1/23/2003

54

# Radioaallot

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



1/23/2003

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'

1/23/2003

56

## Infrapuna & millimetriaallot

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

## 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

## 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
  - vääristy joka kerralla yhä enemmän ja enemmän
- digitaalinen signaali
  - vahvistus uudistaa signaalin

## Pääsy Internetiin

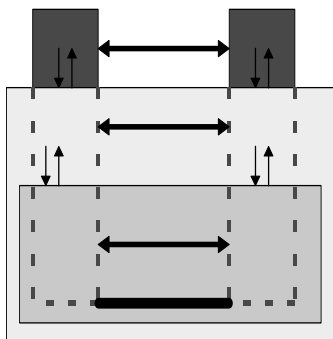
- Modeemilla puhelinverkon yli
  - tiedonsiirtonopeus < 56 Kbps
- ISDN-teknologia käyttäen < 128 Kbps
- **ADSL** (asymmetric digital subscriber line)
  - kehittynyt modeemitekhnologia => 8 Mbps
- Kaapeli-TV
  - kaapelimodeemi, yleislähetys
- lähiverkosta (Ethernet)
- langaton yhteys:
  - WLAN (wireless LAN)
  - WAP, imode, GSM, GRPS, 3G (UMTS)

## 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



# Protokollien kerrosrakenne



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

1/23/2003

65

## Mitä monimutkaisuutta?

### kaksipisteyhteys

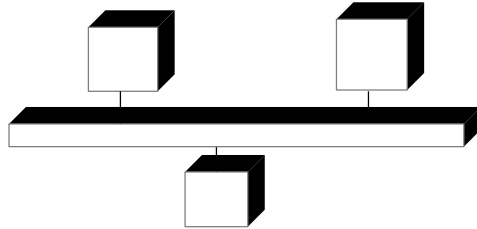
- datan koodaus sähköisiksi signaaleiksi
- siirtovirheiden havaitseminen ja korjaaminen
- lähettäjä ei saa lähettää enempää kuin vastaanottaja voi käsitellä



## 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 heterogeenisuus

# Protokolla (yhteyskäytäntö)

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

1/23/2003

69

# 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

1/23/2003 • osoitteena puhelinnumero

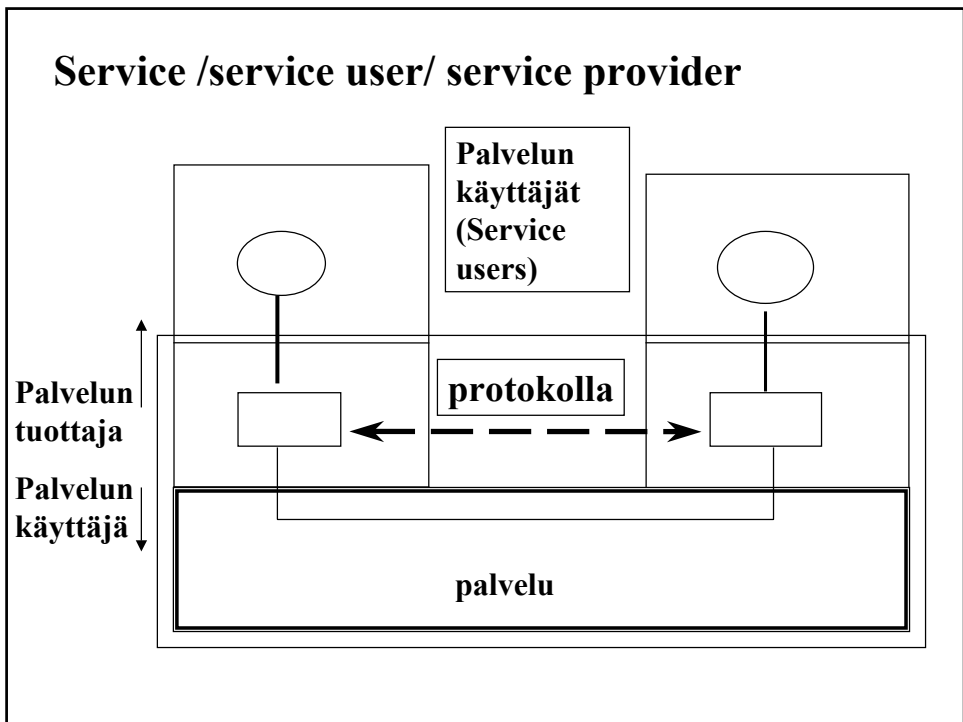
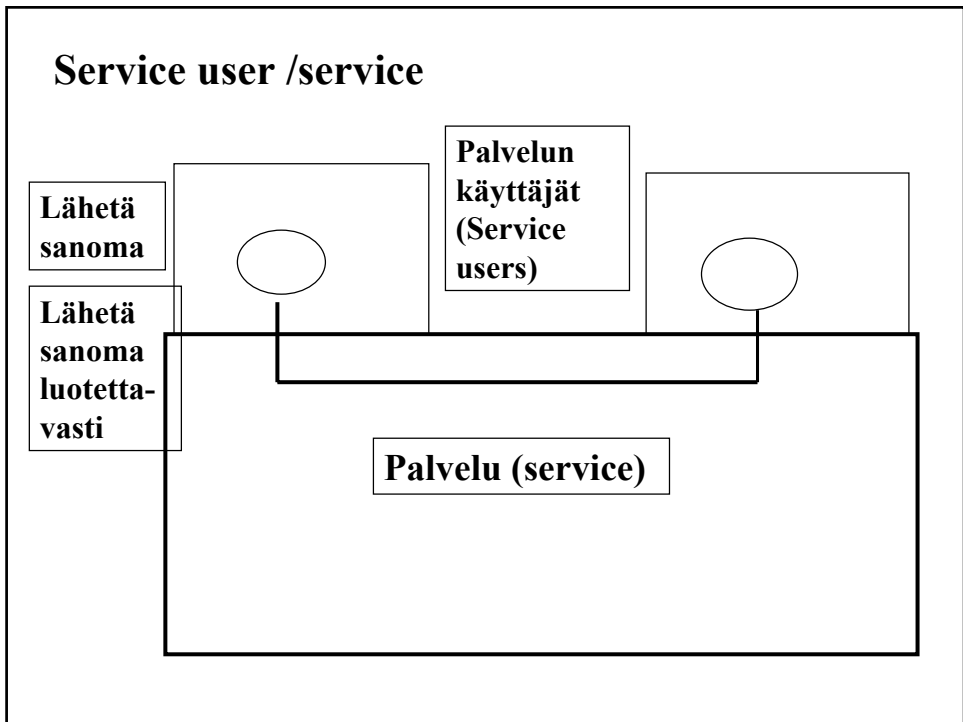
70

# Palvelu

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

# Palvelu $\Leftrightarrow$ protokolla

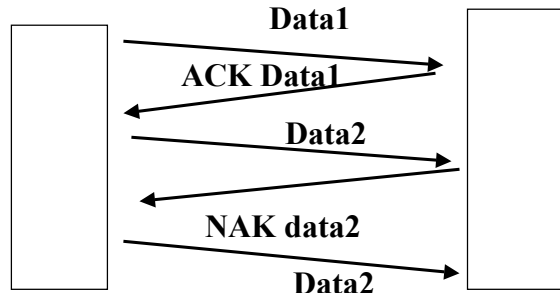
- **palvelu**  
joukko toimintoja (primitiivejä), jotka ylemmän kerroksen käytettävissä
  - ~ abstrakti datatyyppi, olio
- **protokolla**  
joukko sääntöjä, jotka määräävät, miten vaihdetaan sanomia (muoto, järjestys, ..)
  - ~ palvelun toteutus, joka ei näy käyttäjälle





# Virhevalvonta (error control)

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



1/23/2003

77

## Pohdittavaa!

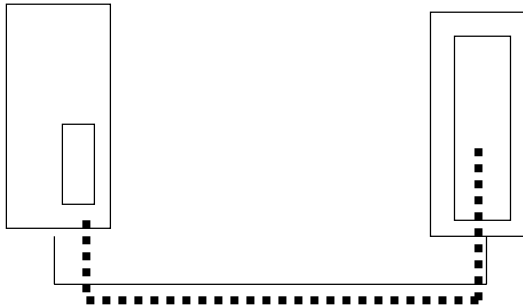
- Mistä vastaanottaja voi tietää onko sanoma virheellinen vai ei?
- Entä, jos sanoma tai sen kuittaus katoaa kokonaan eikä lähettäjä saa mitään vastausta lähettämänsä sanomaan. Miten tällöin lähettäjän tulisi toimia?
- Missä tilanteissa on mahdollista, että vastaanottaja saa useaan kertaan saman sanoma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

1/23/2003

78

## Vuonvalvonta (flow control)

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



1/23/2003

79

## 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

1/23/2003

80



## Pohdittavaa!

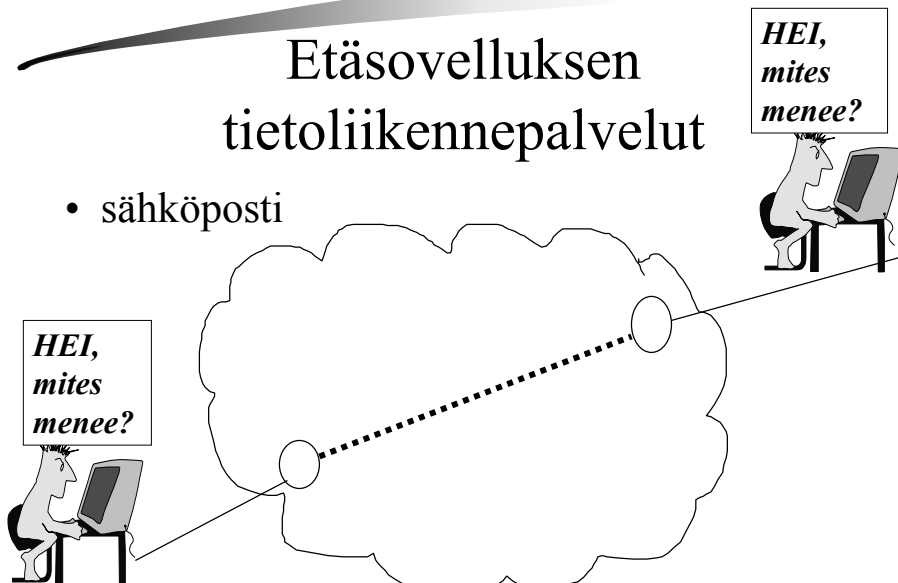
- Kun puskurit valuvat yli, olisiko parempi hävittää uudet juuri saapuvat sanomat vai ne, jotka ovat ensimmäisinä jonossa?  
Perustele vastauksesi.
- Onko ruuhkanvalvonta tarpeellista, jos mikään sovellus ei koskaan lähetä enempää sanomia kuin hitain reititin ehtii käsitellä?

1/23/2003

81

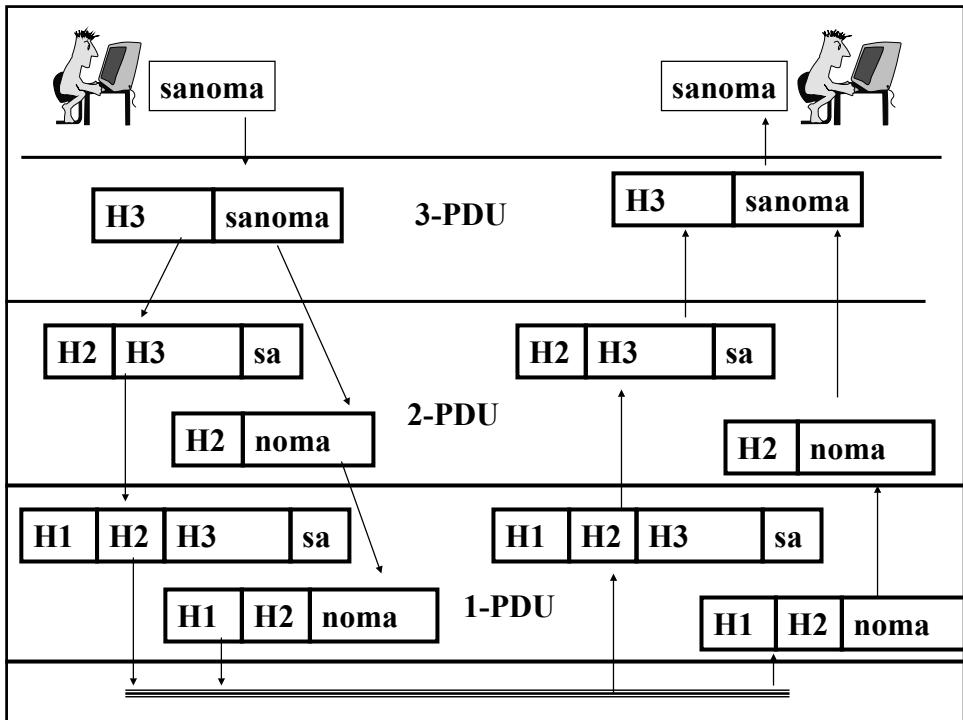
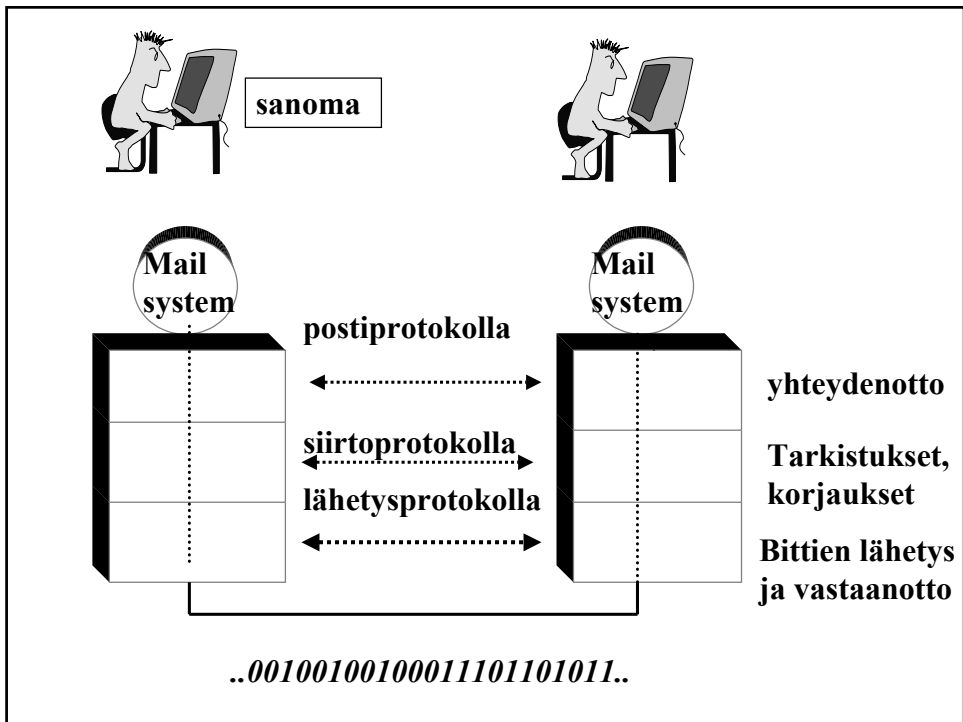
## Etäsovelluksen tietoliikennepalvelut

- sähköposti



1/23/2003

82



## 1.5 Viitemalleja

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

## TCP/IP -viitemalli

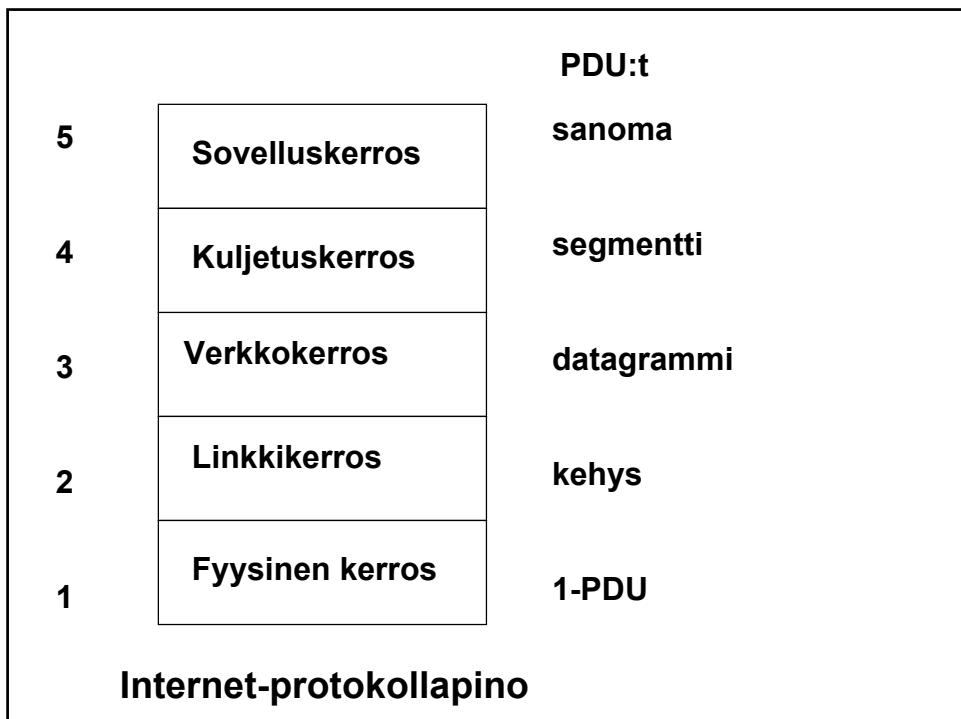
- Internet-protokollastandardi
  - ei niinkään viitemalli
- RFC-julkaisuja, standardeja
  - 1969 ->
- De facto -standardi

# 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'

1/23/2003

87



# Internet-pinon kerrokset

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


1/23/2003


89

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

1/23/2003

90

- 
- 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)
- Siirtoyhteyskerros (Data link layer)
- Peruskerros (Physical layer)

## Istunterros

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

1/23/2003

95


## 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

1/23/2003

96



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

==> virheen havaitsemista ja virheestä toipumista joka kerroksella



## 1.6. 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
- 2002: 162 miljoonaa konetta
  - 2.4% maailman väestöstä

# Palvelut käyttäjän näkökulmasta

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