

# 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

1/12/2003

1

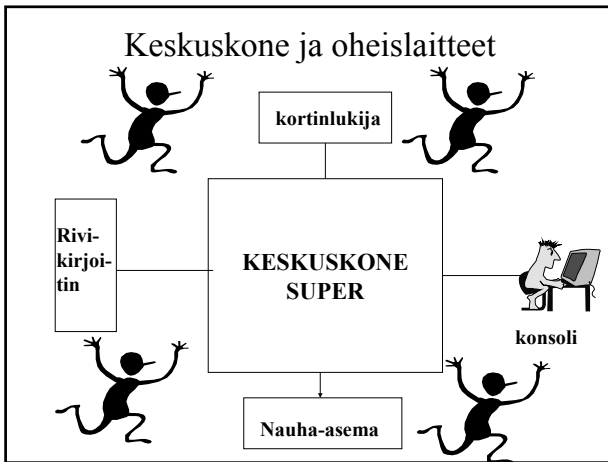
# 1. 1. Tietokoneesta tietoverkkoon

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

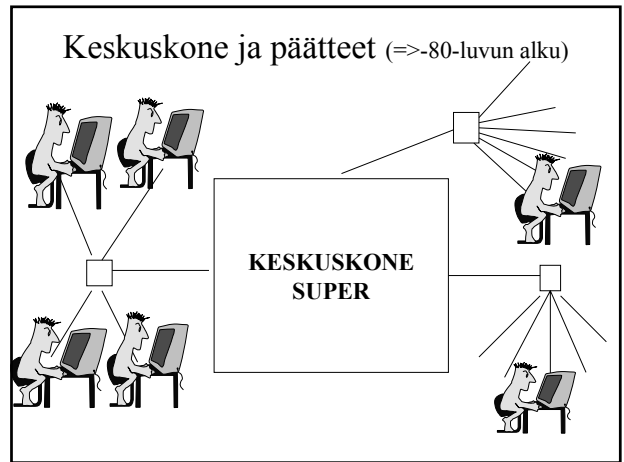
1/12/2003

2

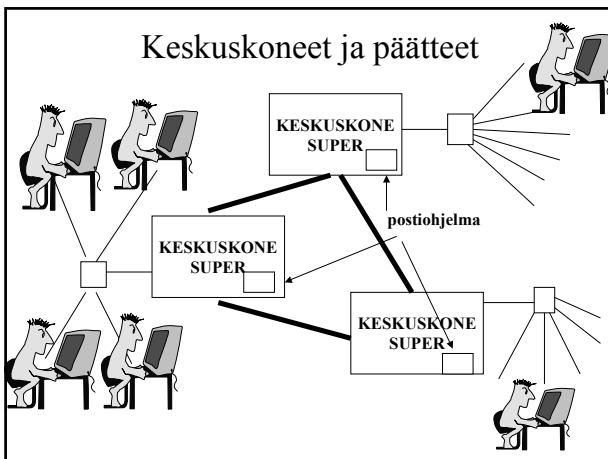
## Keskuskone ja oheislaitteet



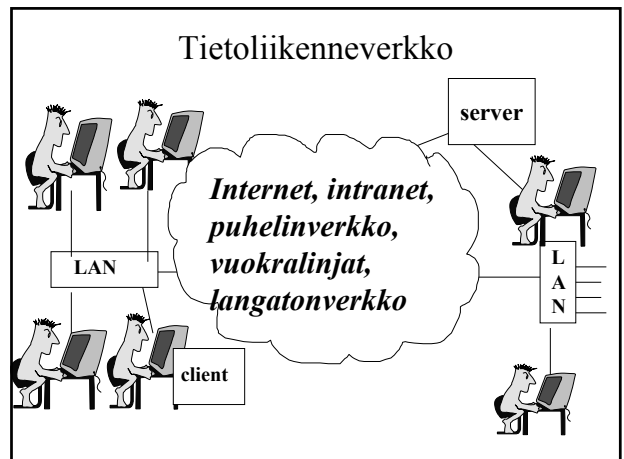
## Keskuskone ja päätteet (=>-80-luvun alku)



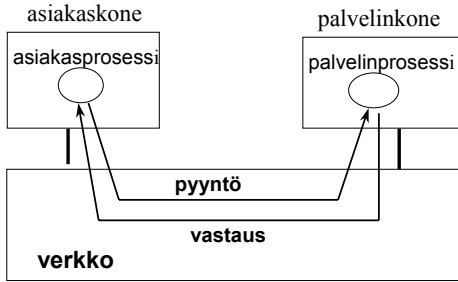
## Keskuskoneet ja päätteet



## 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

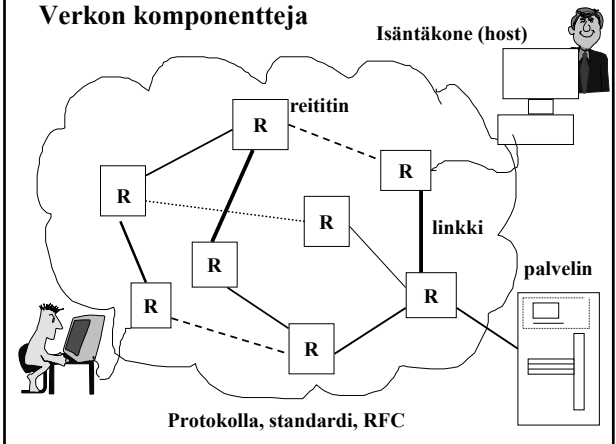
## P2P

- 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...

## 1.2 Tietoliikenneverkon rakenne

- Isäntäkone (host)
  - palvelin
- reititin (router)
- tietoliikennelinkit (link)
  - langaton, langallinen
- protokollat
  - internet-protokollat
- sovellusohjelmat
  - esim. sähköposti

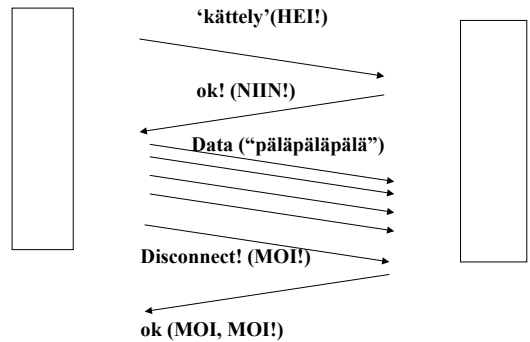
## Verkon komponentteja



## 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 perillemenoa pyritä varmistamaan

## Yhteydellinen palvelu



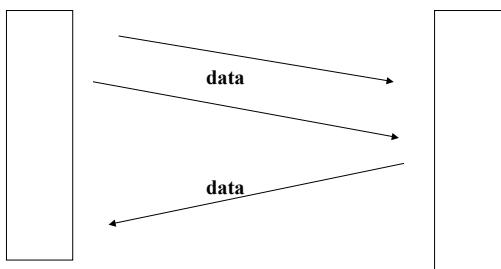
## Yhteydellinen palvelu

- 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 uudelleenlähetyskiä
  - vuonvalvonta
  - ruuhkanvalvonta
- TCP-kuljetuspalvelu, IP-puhelin, videokonferenssi

## Yhteydetön palvelu

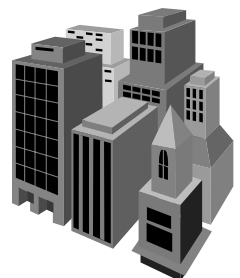
- Ei takaa tiedon perillepääsyä, ei vuonvalvontaa, ei ruuhkavalvontaa
- nopeampi, koska ei tarvita kättelyjä
- data lähetetään heti
- UDP-kuljetuspalvelu
- sähköposti (SMTP), HTTP

## Yhteydetön palvelu



## INTERNET

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

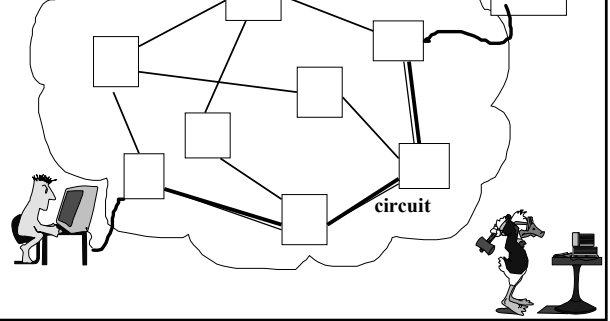


## Verkkoteknologiat: Piirikytkentäinen $\Leftrightarrow$ pakettivälitteinen

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

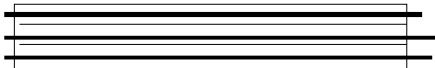
## Piirikytkentäinen verkko

- 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 väliä ajan

## Lasketaan!

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

## Siirtonopeus, siirtoaika

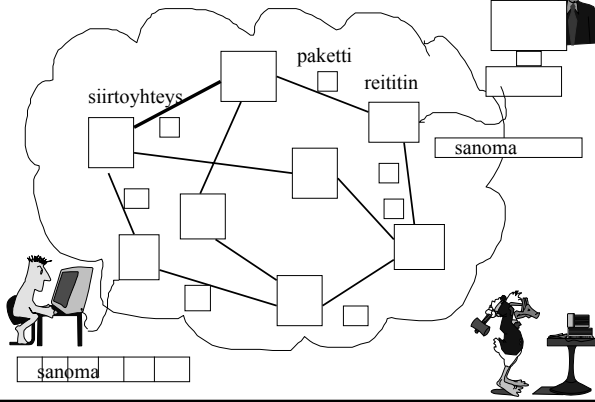
- **Siirtonopeus** (data rate, transmission rate)
  - miten nopeasti dataa pystytään lähettämään (siirtämään) linjalla
  - bps = bittejä sekunnissa
- **Siirtoaika**
  - kauanko datamäärän siirtäminen kestää
  - 10 Mb dataa ja siirtonopeus on 1 Mbs => siirtoviive = 10 sekuntia

## 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

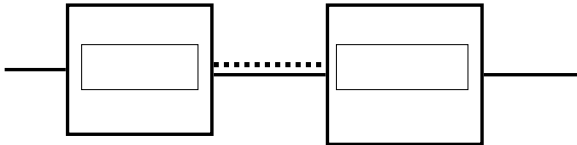
isäntäkone



## 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

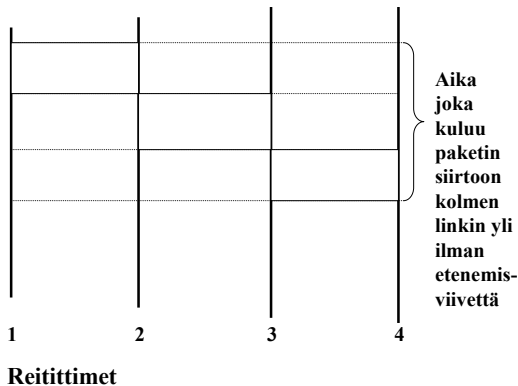
## etappivälitteinen



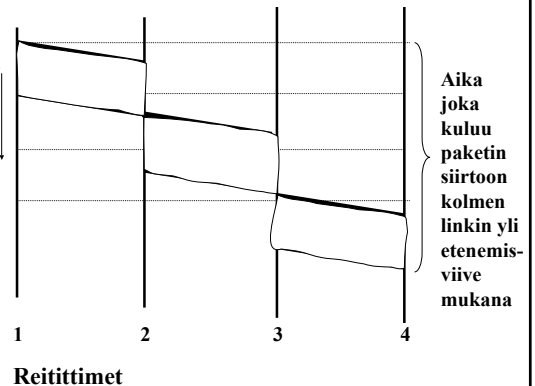
## Etenemisviive (propagation delay)

- 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 katonnopeus kaikelle viestiliikenteelle**

aika



aika



## Lasketaan!

- Paketti lähetetään pakettivälitteisessä verkossa, jossa se kulkee 5 linkin yli lähettäjältä vastaanottajalle. Paketin koko on 4 Kbitiä 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 jonotusviivettä.

## Miksi pakettivälitys on tehokkaampaa?

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

## Pakettivälitteisessä verkossa

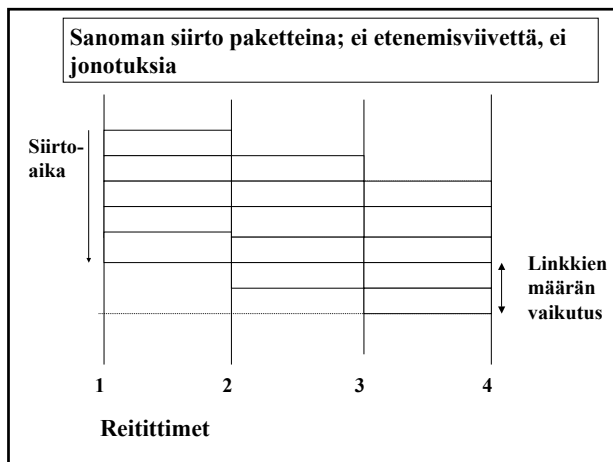
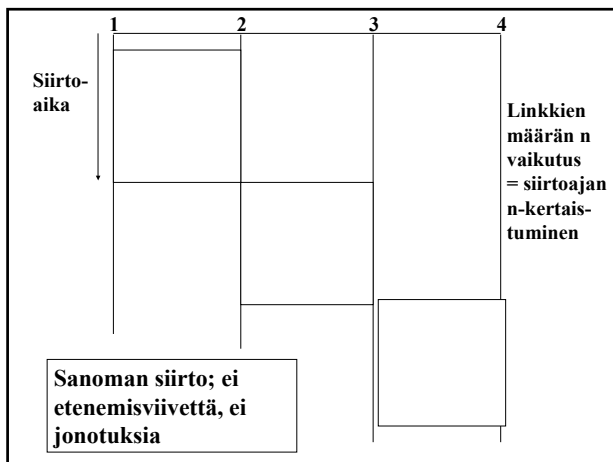
- Jos esim. käyttäjiä on 35 ja jokainen on lähettämässä 10 % ajasta ja joutilaana 90% ajasta, niin todennäköisyys sille, että samanaikaisesti on lähettämässä 10 tai enemmän, on pienempi kuin 0.0017!
- Jos aktiiveja lähettäjiä on vähemmän kuin 10, niin linjakapasiteetti riittää hyvin. Näin on todennäköisyydellä 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 Kbitin paketti siirretään 4:n linkin yli = 16 ms



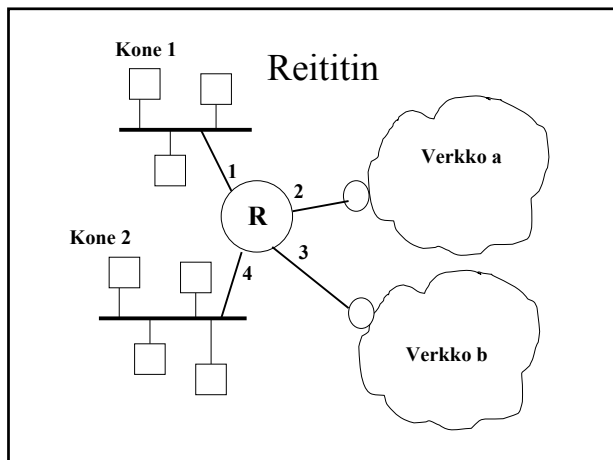
## Reititys

### • 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

