



1. Tietokoneverkot ja Internet

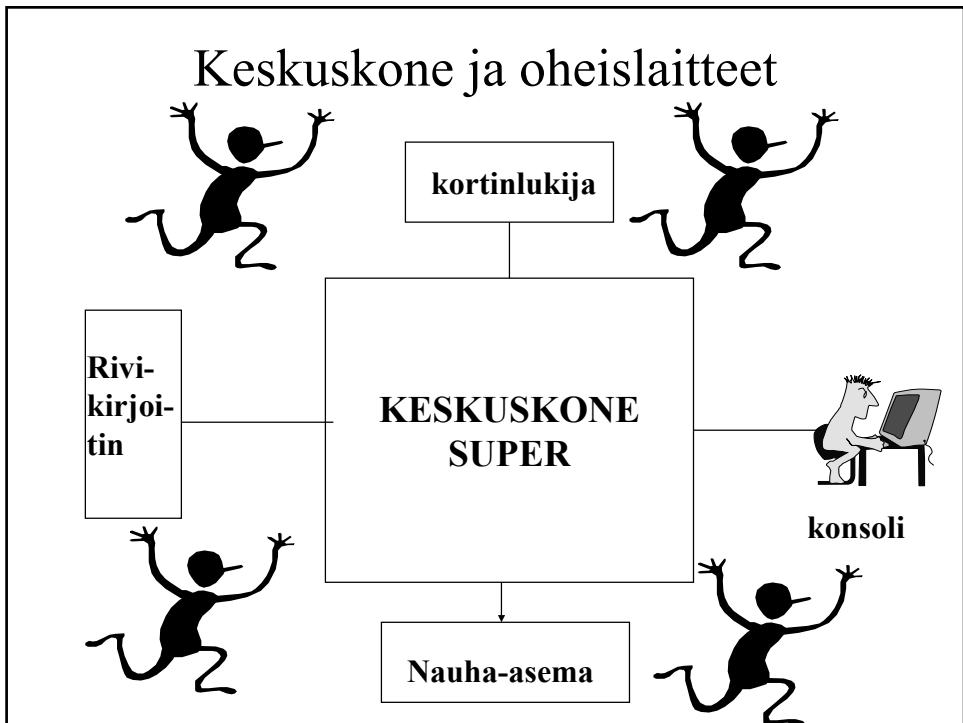
- 1.1. Tietokoneesta tietoverkkoon
- 1.2. Tietoliikenneverkon rakenne
- 1.3. Siirtomedia
- 1.4. Tietoliikenneohjelmisto eli protokolla
- 1.5. Viitemallit: OSI-malli, TCP/IP-malli
- 1.6. Esimerkkejä verkoista
 - Internet ja sen käyttö



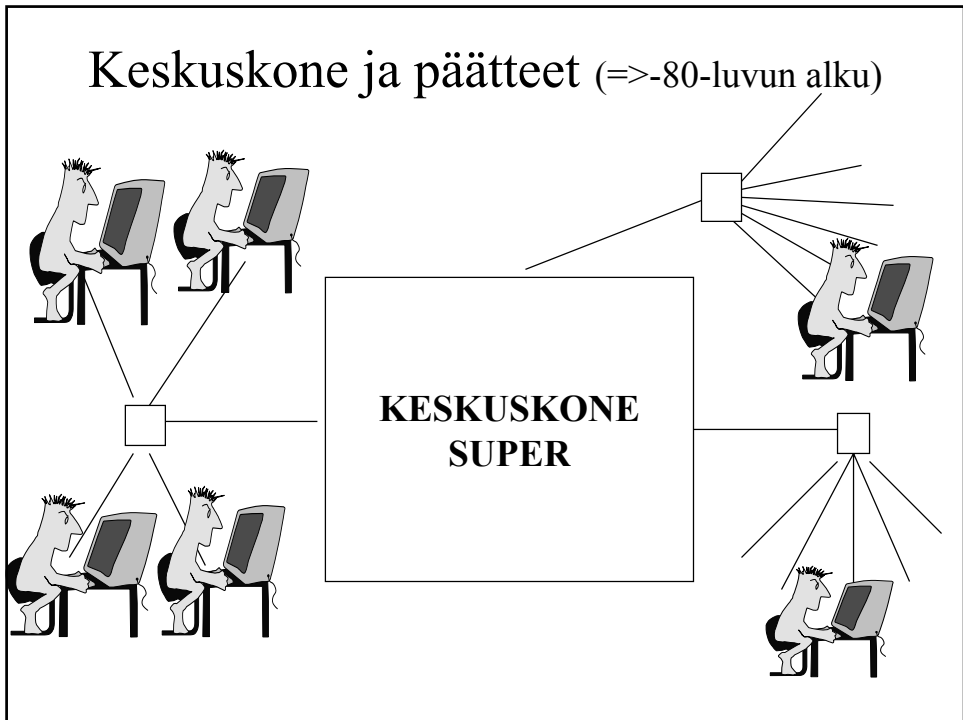
1. 1. Tietokoneesta tietoverkkoon

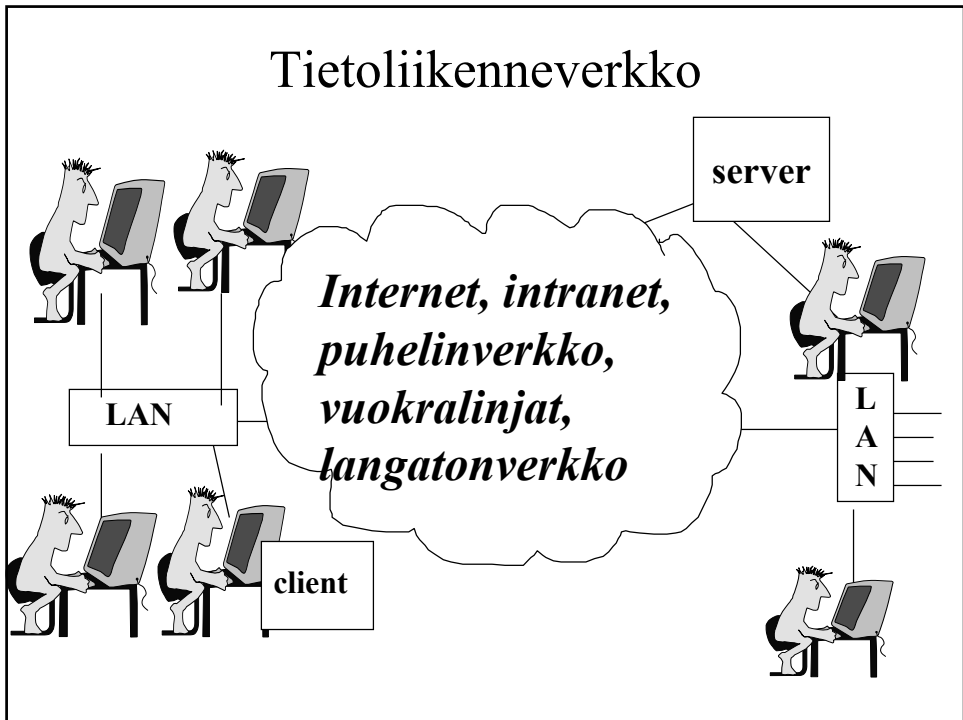
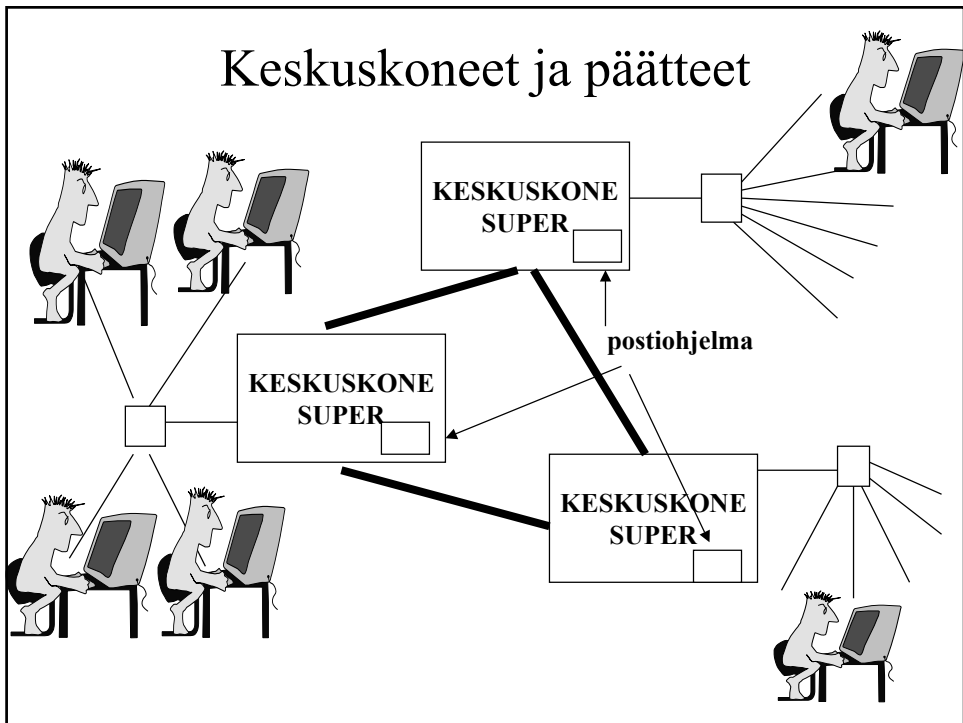
- Tietojenkäsittelyn siirtyminen tietokoneesta tietokoneverkkoon
- Yleinen käytötapa
 - Asiakas-palvelin-kommunikointi

Keskuskone ja oheislaitteet

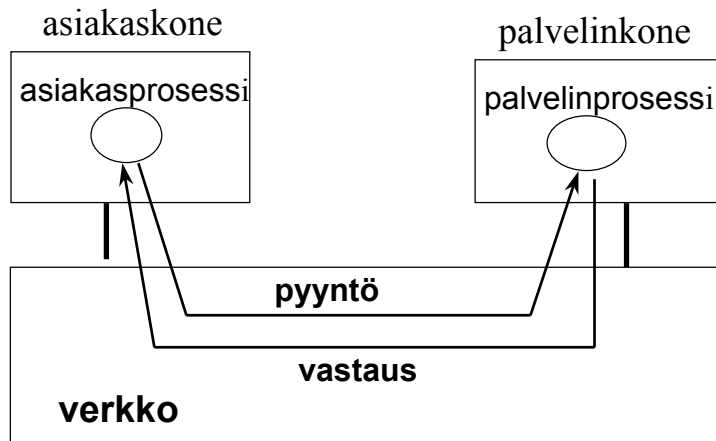


Keskuskone ja päätteet (=>-80-luvun alku)





Asiakas-palvelin-malli



Asiakas-palvelinsovellus

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

Asiakas-palvelin-mallin hyötyjä

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

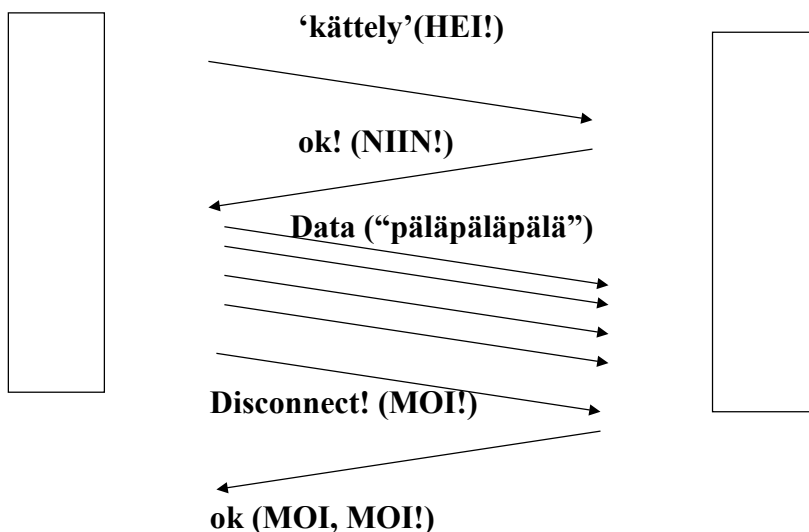
P2P

- 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



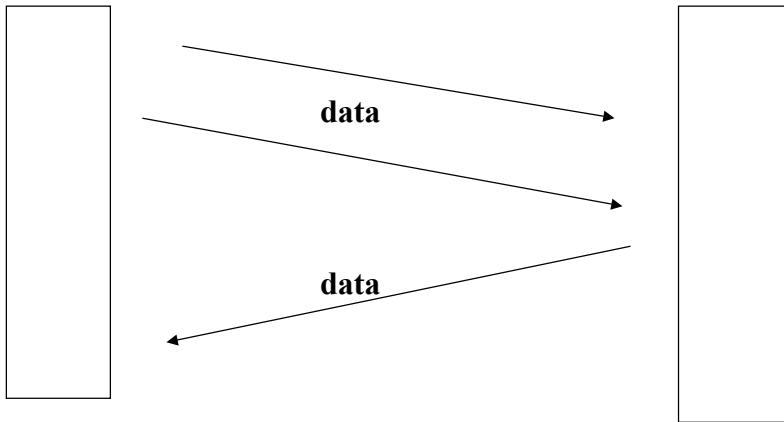
Yhteydellinen palvelu

- 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



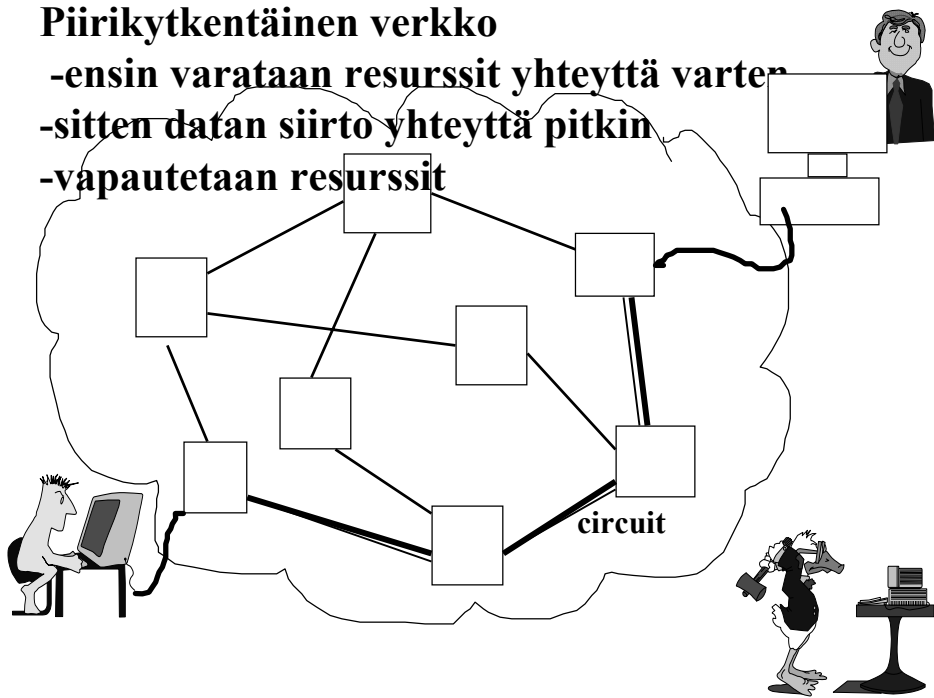
Verkkoteknologiat:

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 välivälin 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

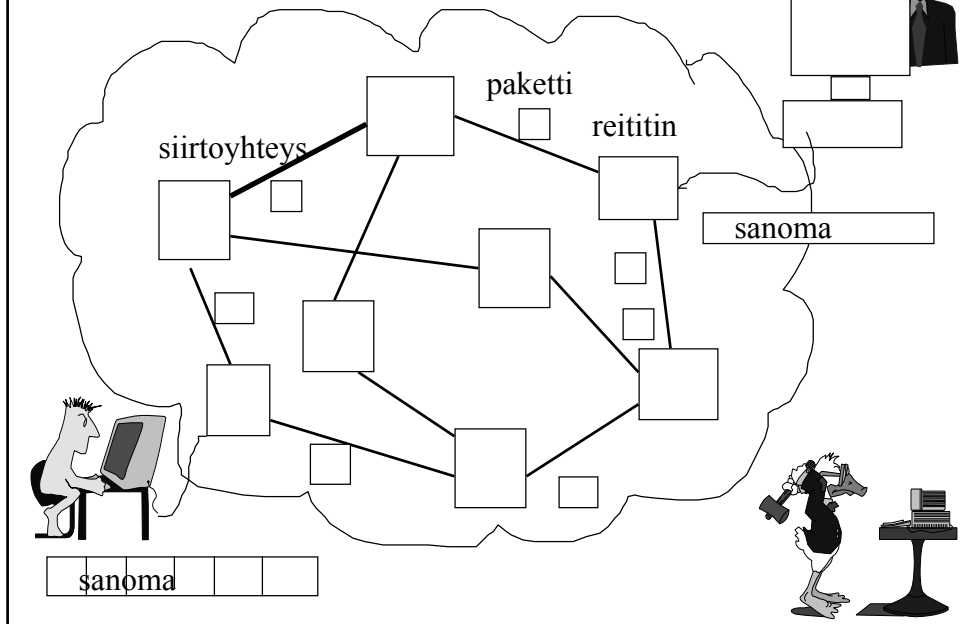
- **Siirtonopeus** (data rate, transmission rate)
 - miten nopeasti dataa pystytään lähettämään (siirtämään) linjalla
 - bps = bittejä sekunnissa
- **Siirtoaika**
 - kauanko datamäärän siirtäminen kestää
 - 10 Mb dataa ja siirtonopeus on 1 Mbs => siirtoviive = 10 sekuntia

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

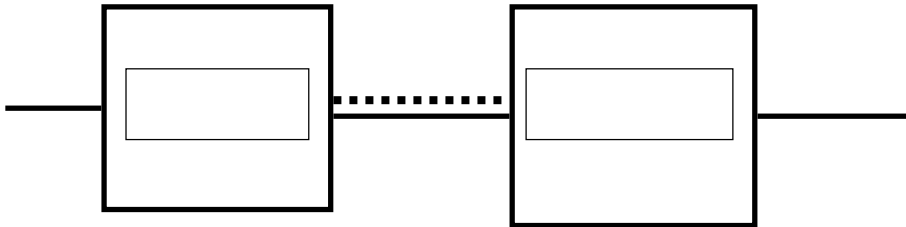
isäntäkone



Etappivälitteinen (store-and-forward)

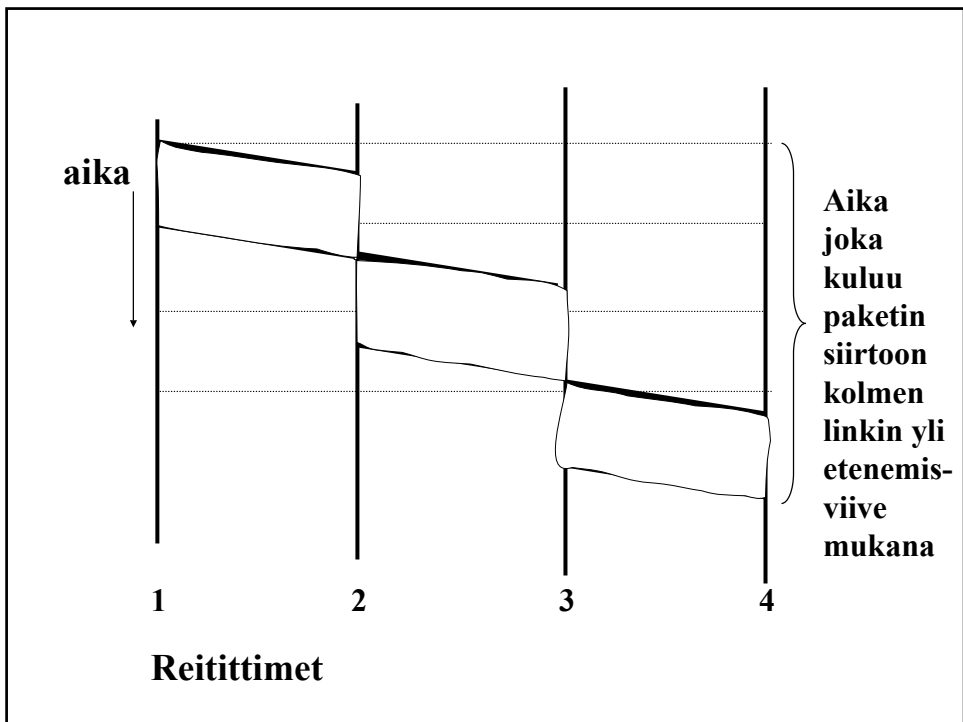
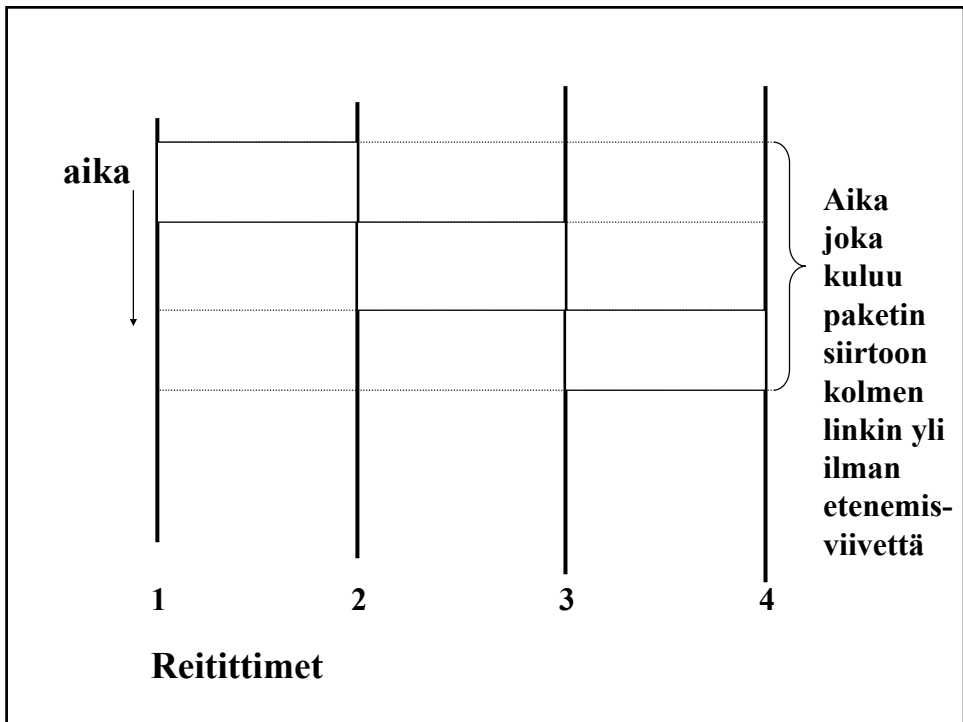
- Reititin vastaanottaa koko paketin ennenkuin lähettää sen eteenpäin
 - siirtoaika joka linkillä, koska paketti lähetetään aina uudestaan
 - L = paketin koko bitteinä
 - R = lähtölinkin siirtonopeus
 - siirtoaika = L/R
 - jonotusviive reitittimessä, jos paketti joutuu odotamaan, koska reititin lähettää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

etappivälitteinen



Etenemisviive (propagation delay)

- Miten nopeasti bitit (signaalit) etenevät siirtomediassa
 - mediasta riippuen noin $2/3$ valonnopeudesta , joka on ~ 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 kattonopeus 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 linjakapasiteetti riittää hyvin. Näin on todennäköisyydellä 0.9983!
- Purskeinen käyttö tyypillistä Internetissä!

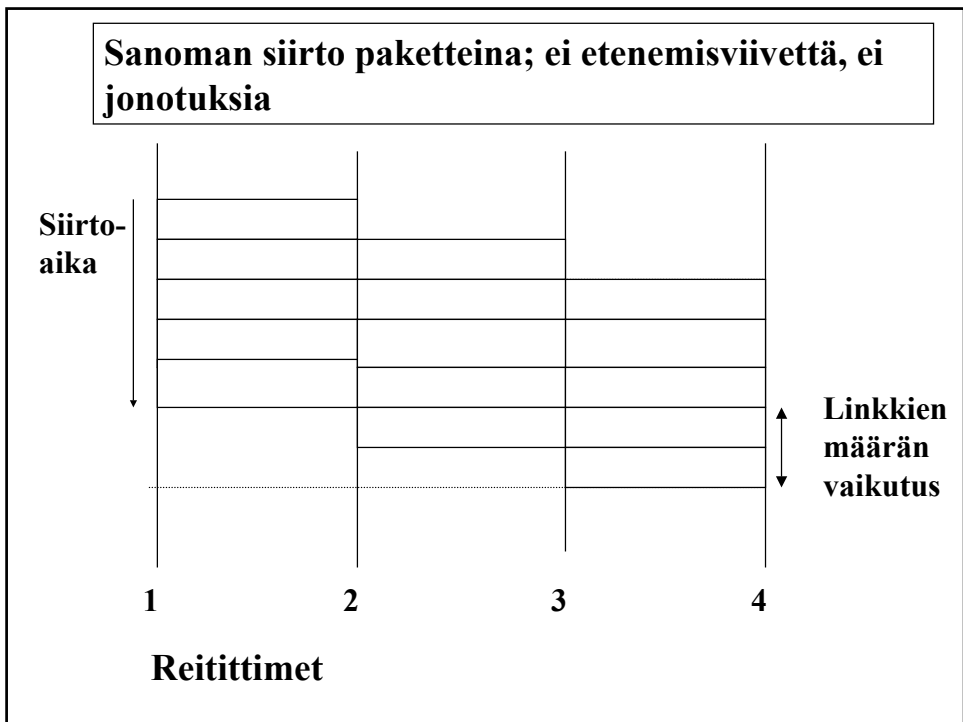
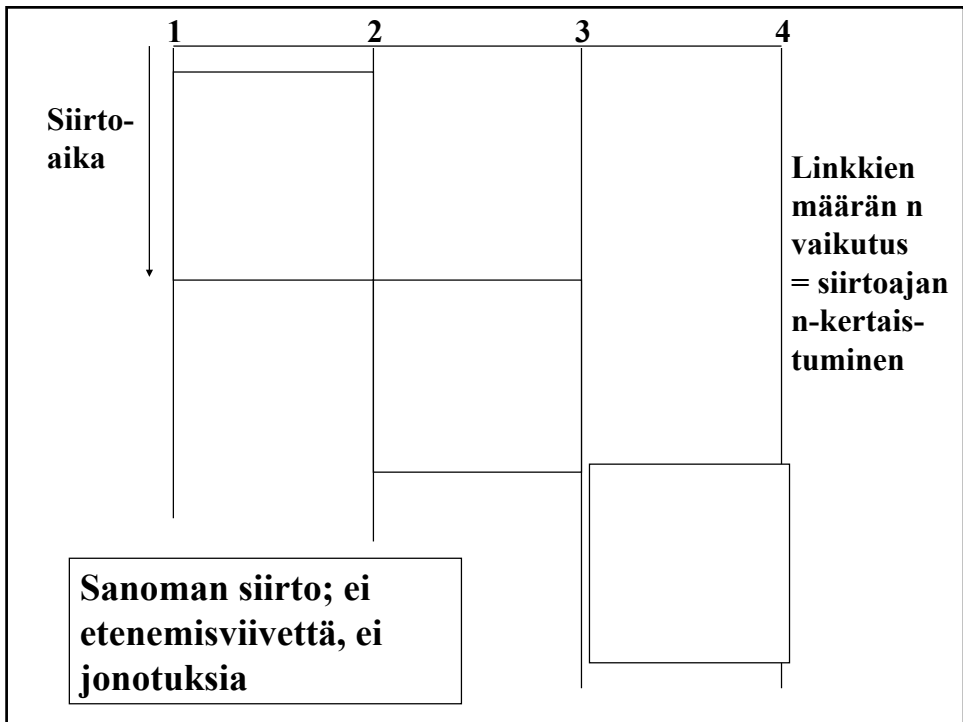
Sanoman pilkkominen paketeiksi

- 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 Kbtin paketti siirretään 4:n linkin yli = 16 ms



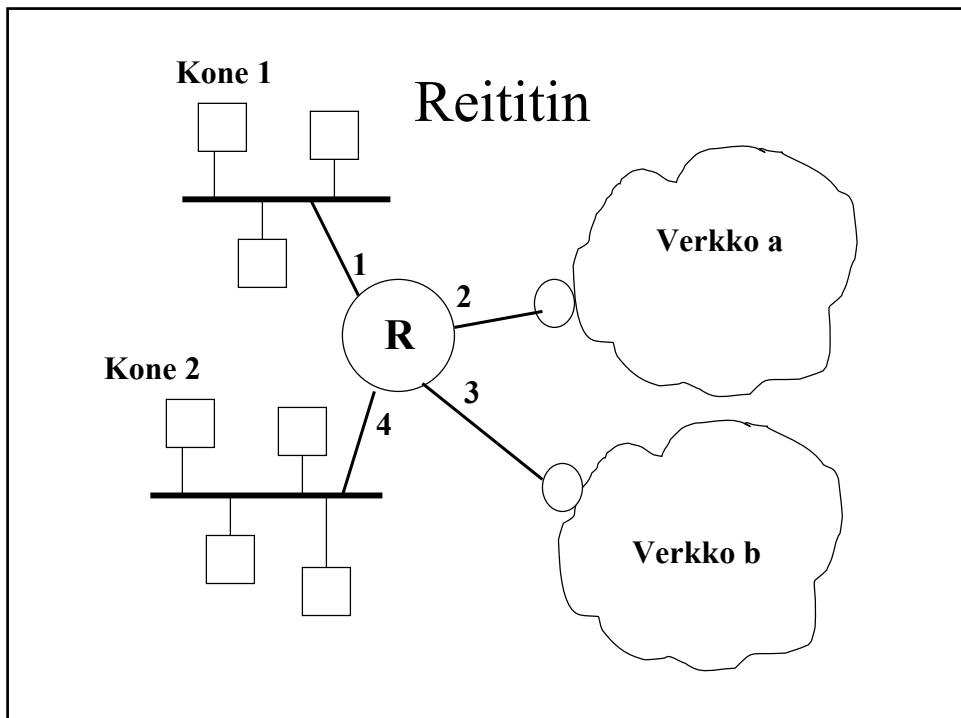
Reititys

- **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

