



# 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

24.9.2001

1

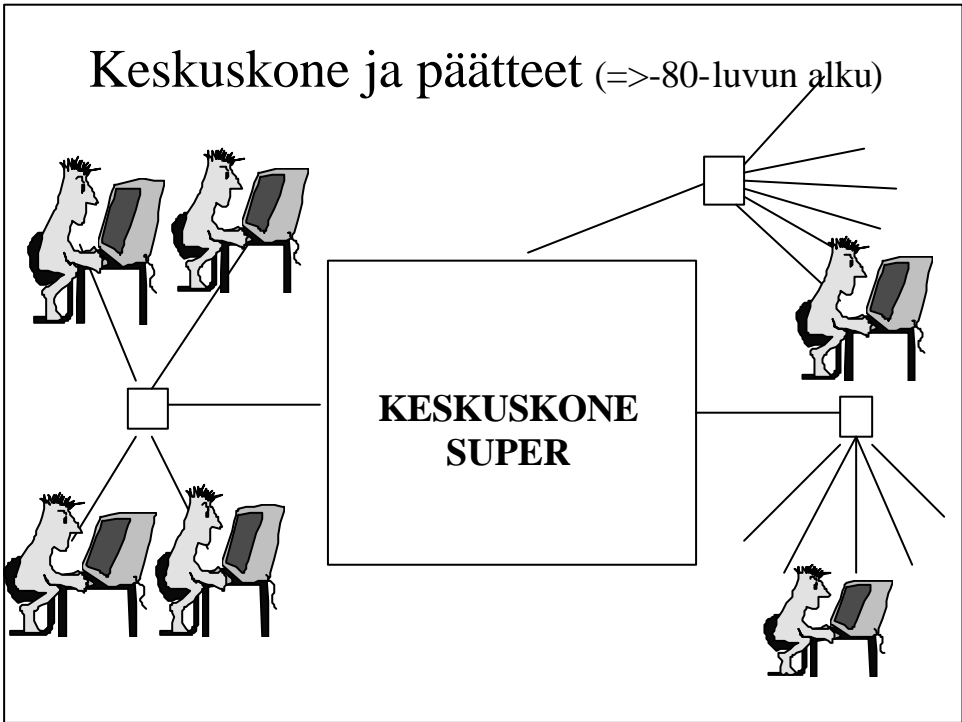
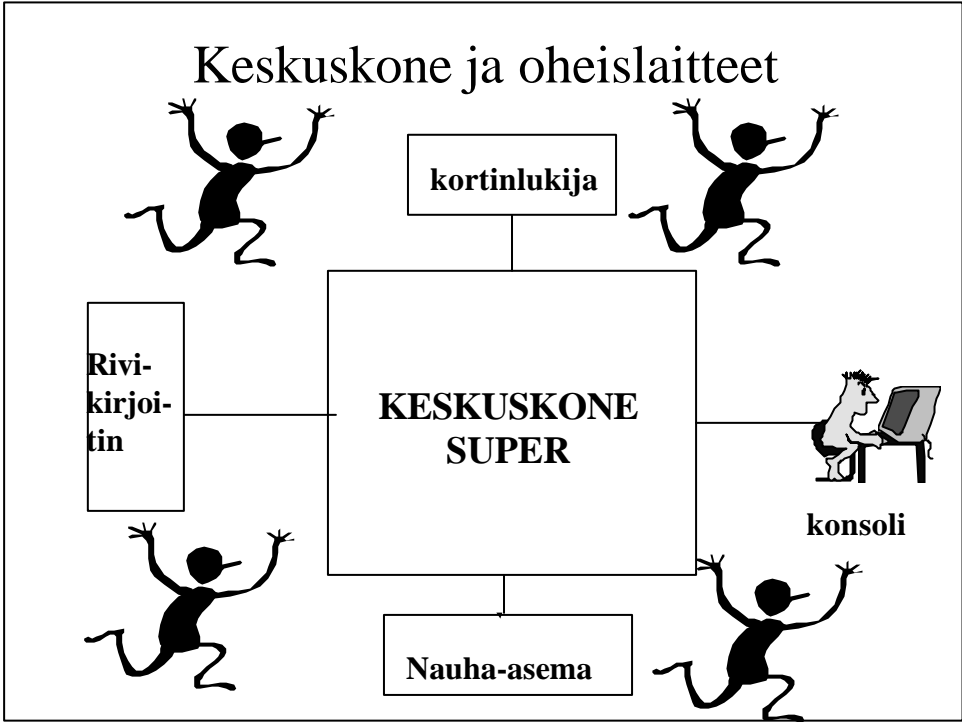


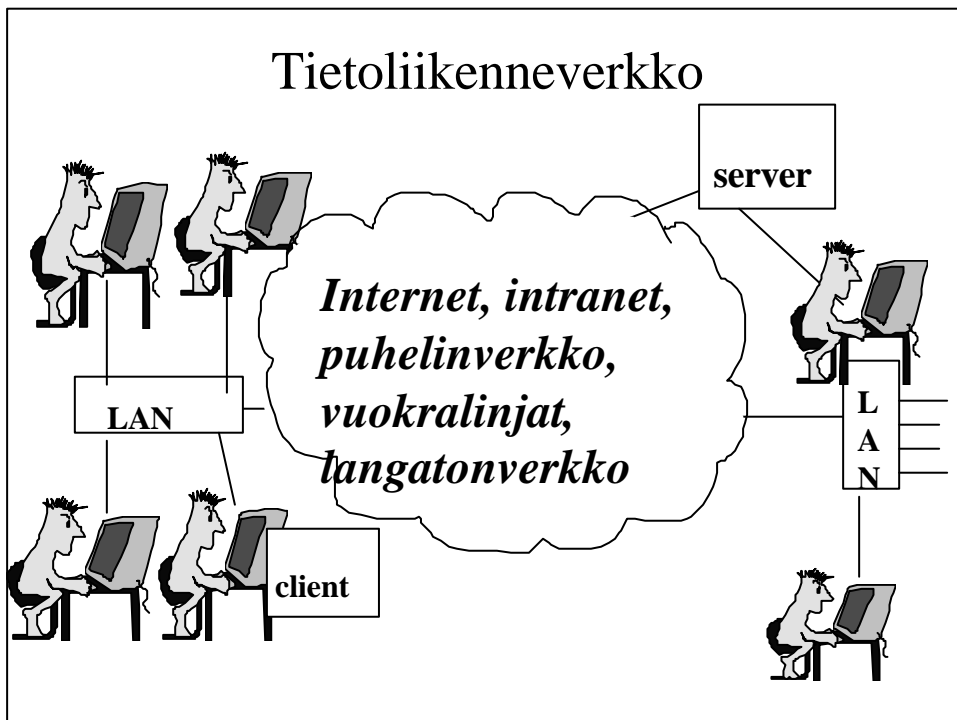
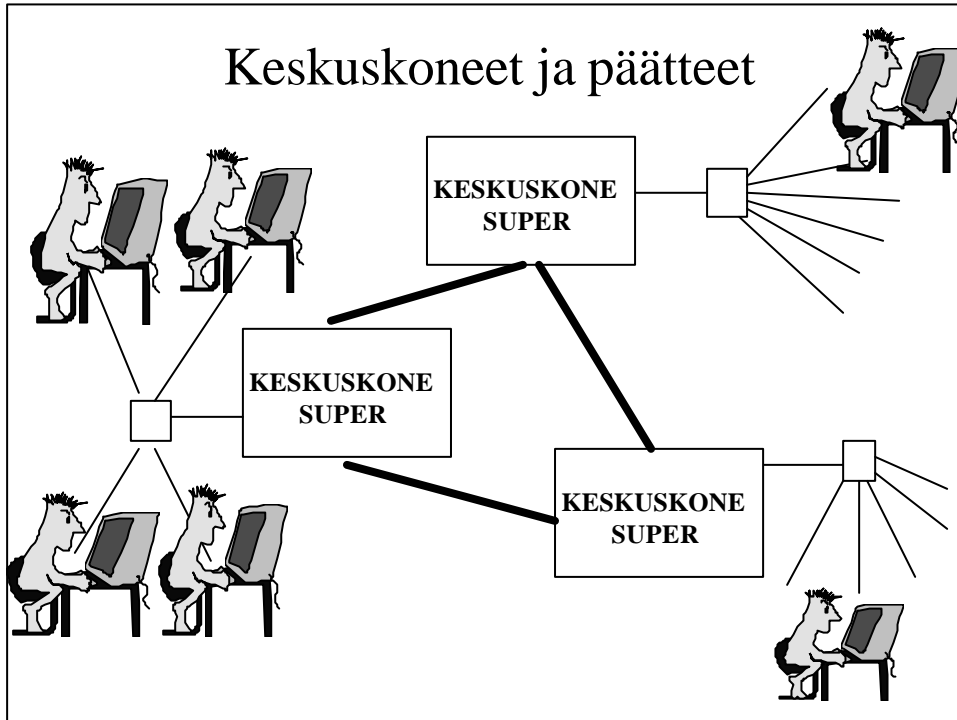
## 1. 1. Tietokoneesta tietoverkkoon

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

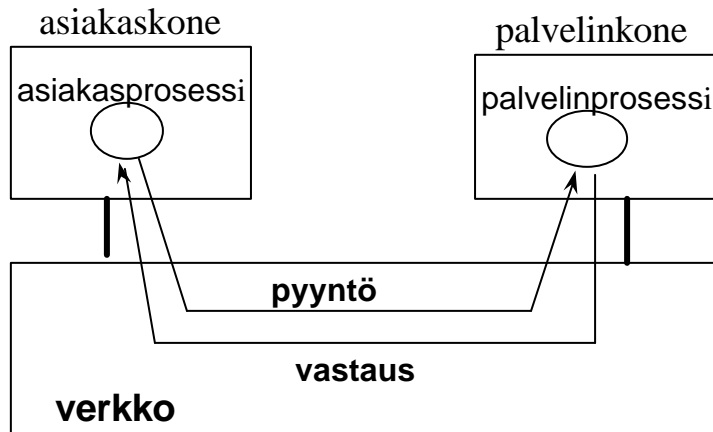
24.9.2001

2





## Asiakas-palvelin -malli



24.9.2001

7

## Asiakas/palvelinsovellus

- Hajautettu sovellus
  - asiakasprosessi toisessa koneessa, palvelin toisessa koneessa
- useimmat Internet-sovellukset
  - sähköposti
  - tiedostonsiirto
  - uutisryhmät
  - weppi

24.9.2001

8

## Asiakas-palvelin -mallin hyötyjä

- resurssien yhteiskäyttö
  - tiedon
  - palvelun
- palvelun parantuminen
  - saatavuus
  - skaalautuvuus
  - hallittavuus

24.9.2001

9

## Lisää mallin hyötyjä

- kustannustehokkuus
  - pienet koneet suhteessa tehokkaampia
- uusi kommunikointiväline
  - nopeus/tiheys => esim. VoIP
  - integroituvuus
  - saavutettavuus
  - viihde/ajanvieteteollisuus

24.9.2001

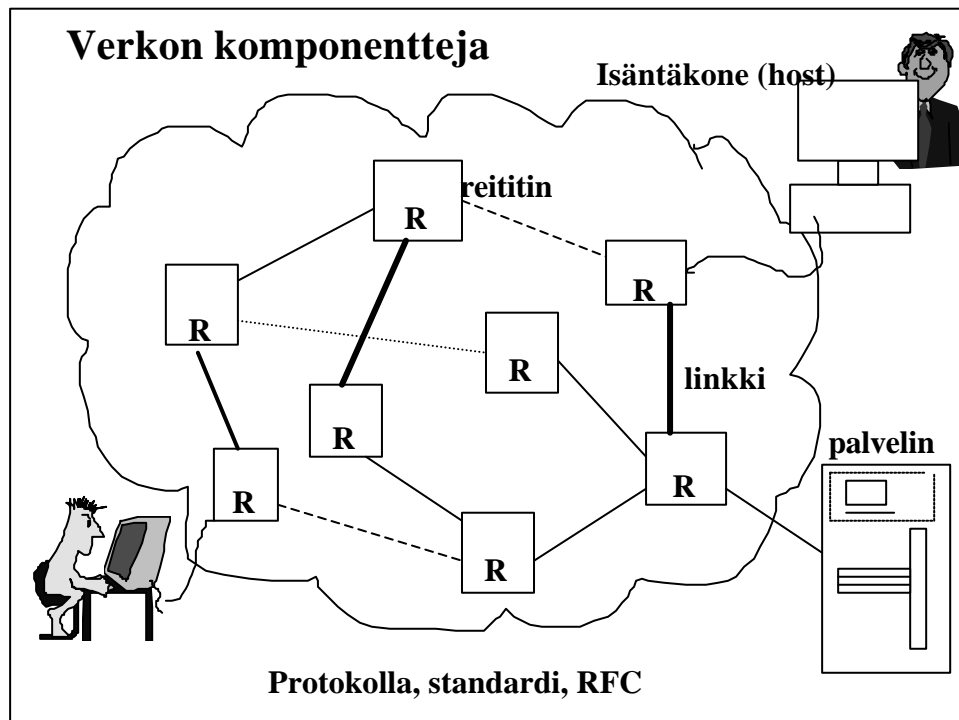
10

## 1.2 Tietoliikenneverkon rakenne

- isäntäkone
  - palvelin
- reititin
- tietoliikennelinkit
  - langaton, langallinen
- protokollat
  - internetprotokollat
- sovellusohjelmat

24.9.2001

11



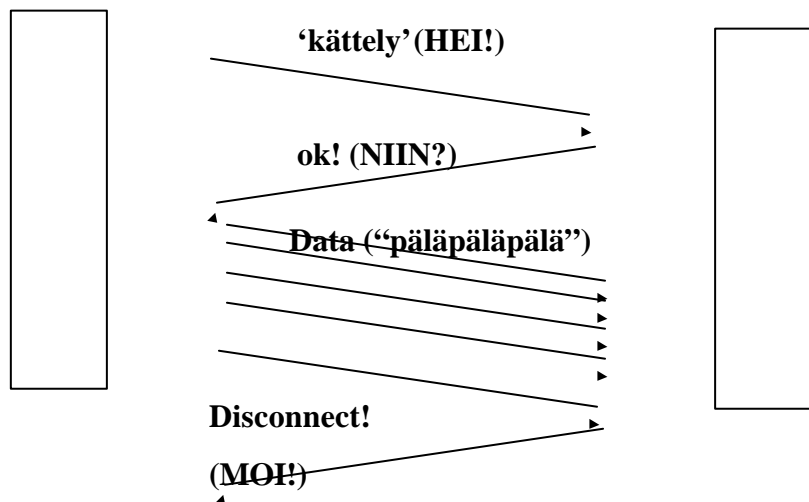
## Yhteydellinen ja yhteydetön palvelu

- 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 perillemenosta ei ole takeita

24.9.2001

13

## Yhteydellinen palvelu



24.9.2001

14

## Yhteydellinen palvelu

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

24.9.2001

15

## Yhteydetön palvelu

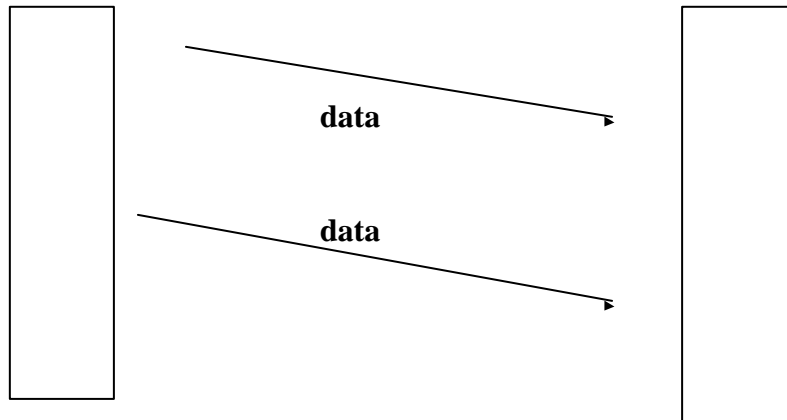
- Ei takaa tiedon perillepääsyä, ei vuonvalvontaa, ei ruuhkavalvontaa
- nopeampi, koska ei tarvita kättelyä
- data lähetetään heti
- UDP
- sähköposti (SMTP), HTTP

24.9.2001

16



## Yhteydetön palvelu



24.9.2001

17

## Tietoliikennelinkki

- siirtotapa
  - kaksipisteyhteys (point-to-point)
  - yleislähetys (broadcast)
    - monilähetys (multicast)
    - väylä
- käytetty siirtomedia
  - langaton: radio, infrapuna
  - langallinen: kaapeli, valokuitu, puhelinjohto

24.9.2001

18

## Yleislähetys

- yhteinen kommunikointi -kanava
- kaikki "kuulevat" sanomat
- siihen reagoivat vain ne, joille se on osoitettu
  - yksi / usea / kaikki

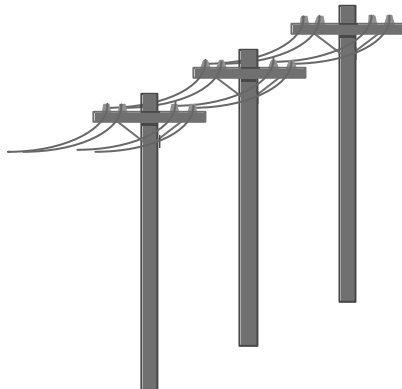


24.9.2001

19

## Kaksipisteyhteys

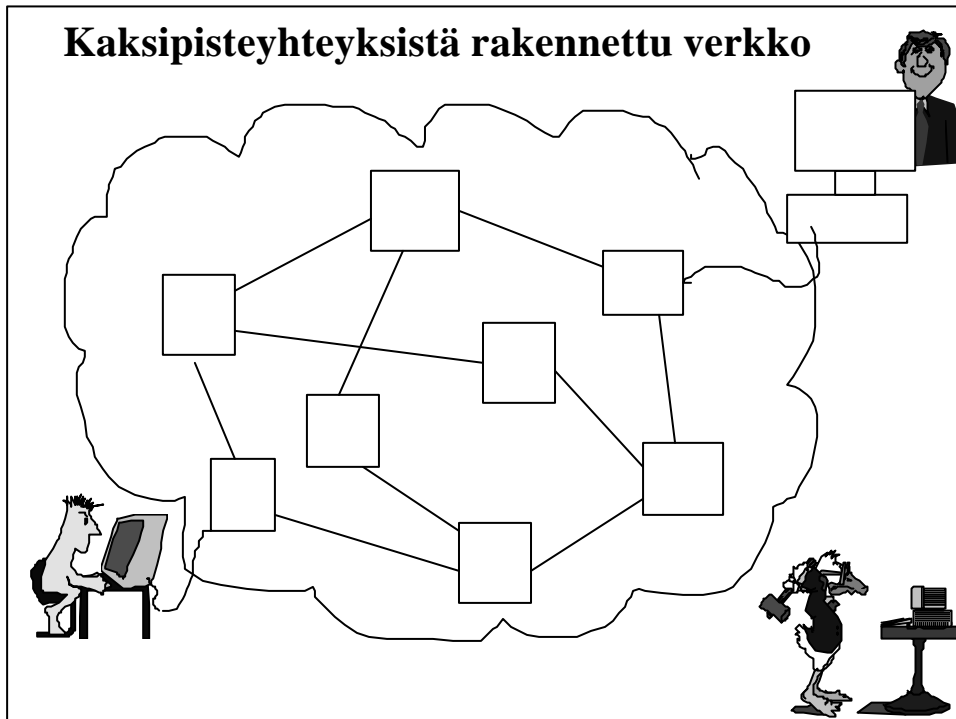
- erillisiä kommunikointi-kanavia
- viestintä vain kahden välistä
- osoite tarpeeton (tällä tasolla)



24.9.2001

20

## Kaksipisteyhteysistä rakennettu verkko



## Fyysinen verkko

Erilaisia toteutustapoja

- lähiverkot (LAN)
- MAN
- WAN
- langattomat verkot
- internet
  - Internet, intranet

## Lähiverkot (LAN) (Local Area Network)

- koko rajoitettu
  - tiedetään maksimi siirtoaika
    - Internetissä ei tiedetä
- lähetystekniikka
  - kaapeli, johon kaikki koneet liitetty
  - nopeus 10-100 Mbps
  - pieni siirtoviive
  - vähän siirtovirheitä

24.9.2001

23

## MAN-verkko (Metropolitan Area Network)

- LAN:n kaltainen, mutta isompi
  - voi kattaa kaupungin tai kaupungin osan
- Man-standardeja on useita

24.9.2001

24

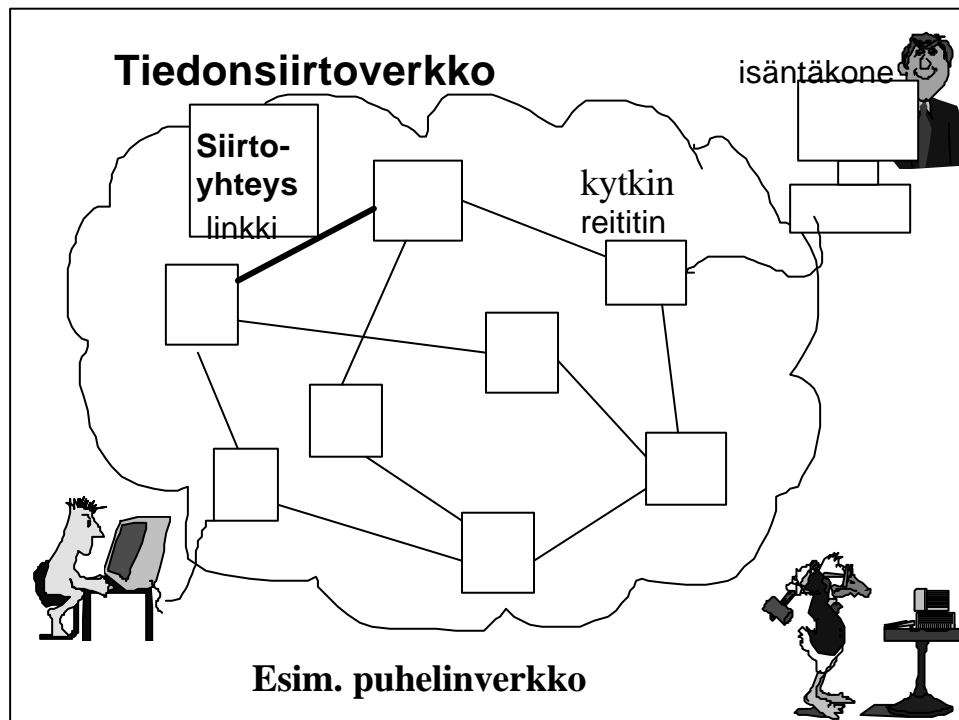
# Laajaverkko (WAN)

(Wide Area Network)

- kattaa laajan maantieteellisen alueen
- yhdistää isäntäkoneet (host, end system) tiedonsiirtoverkon (communication subnet) avulla
- siirtoverkko koostuu
  - siirtolinjoista (communication link)
    - kaapeli, johto, radioaalto, satelliittiyhteys, ...
  - reitittimistä (router)
    - siirtää sisääntulevasta siirtolinjasta sanoman oikeaan ulosmenolinjaan

24.9.2001

25



## Langattomat verkot (Cellular /wireless networks)

- Kattavuus
  - rakennus, solun koko 1-10 m
    - langaton lähiverkko (wireless LAN)
  - kaupunkialue, 20-100 m
    - kampusverkko, matkapuhelin
  - valtakunnallinen, 20-30 km
    - matkapuhelin
  - globaali
    - matkapuhelin, satelliitti

24.9.2001

27

## Langattomat verkot: käyttö

- käyttö
  - liikkuva toimisto
  - liikkuvat sovellukset
    - rekka
    - metsätyökone
    - kauppamatkustaja
    - varastomies
    - aavikon sheikki Saharassa
  - WAP-puhelin, GPRS-puhelin

24.9.2001

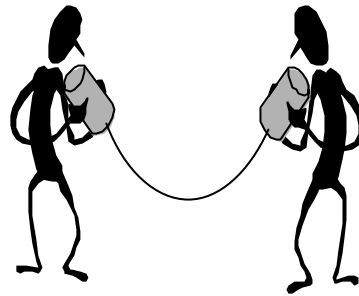
28

## Langattomat verkot

- Peitto
  - GSM yms. ==> 90% ihmisistä
  - 5% alueesta
    - satelliitti 90% alueesta

Huom:

- langattomuus <=> liikkuvuus ( wireless <=> mobile)



24.9.2001

29

## INTERNET

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



24.9.2001

30

## Tehtävä 1

Selvitä verkosta hakemalla

- Kuinka paljon isäntäkoneita, verkkoja ja reitittimiä tällä hetkellä Internetissä on?
  - Miksi muuten tätä on vaikea tietää?
- Miten Internet on vuosien varrella kasvanut?
- Miten Internetiä hallitaan?

24.9.2001

31

## Verkkoteknologiat:

### Piirikytkentäinen $\Leftrightarrow$ pakettivälitteinen

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

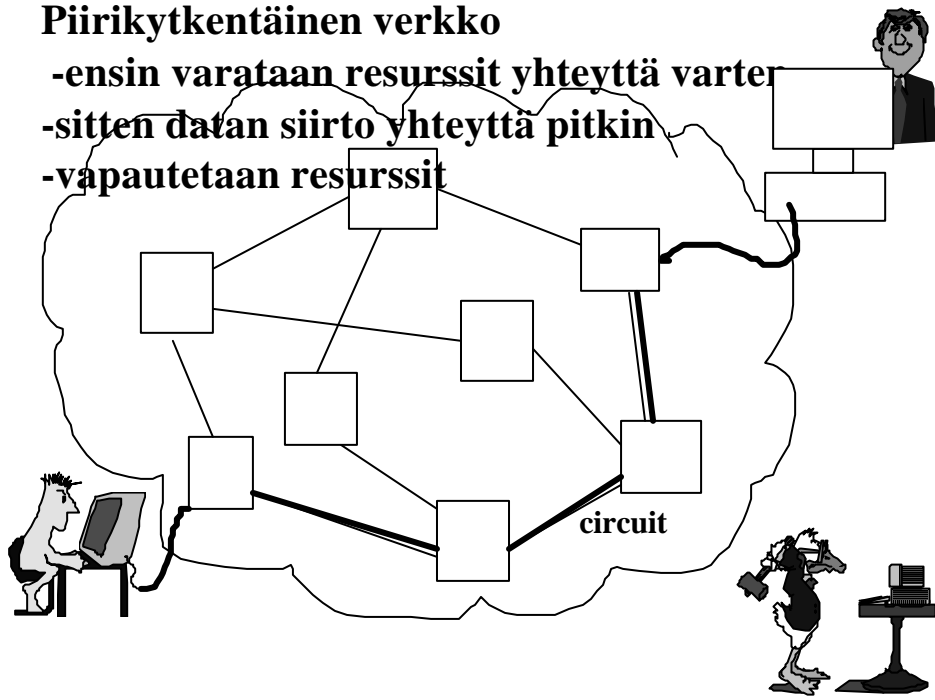
24.9.2001

32



## 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) jaetaan usealle käyttäjälle**



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

24.9.2001

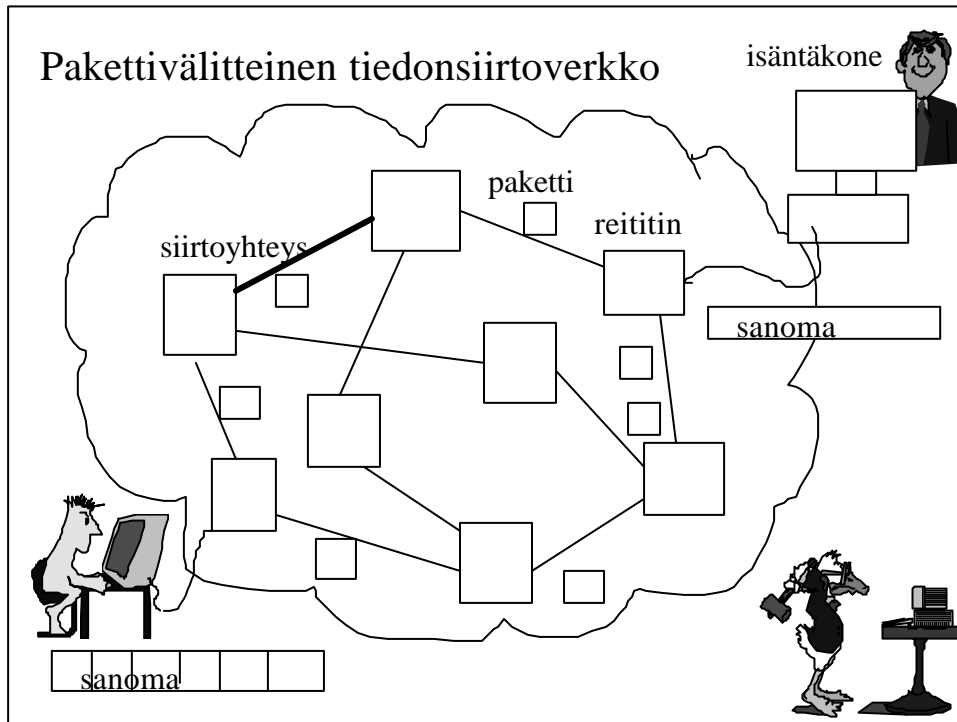
35

## 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.

24.9.2001

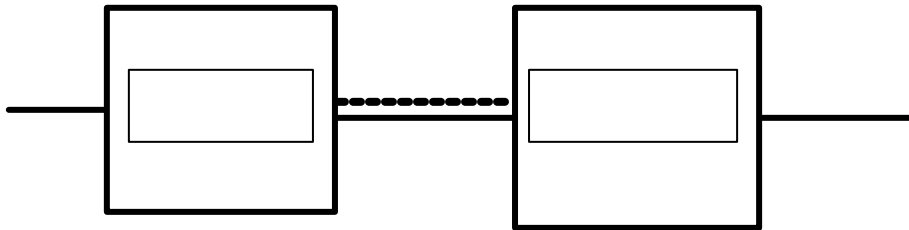
36



## Etappivälitteinen (store-and-forward)

- Reititin vastaanottaa koko paketin ennenkuin lähettää sen eteenpäin
  - siirtoviive 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



## Siirtonopeus, siirtoaika

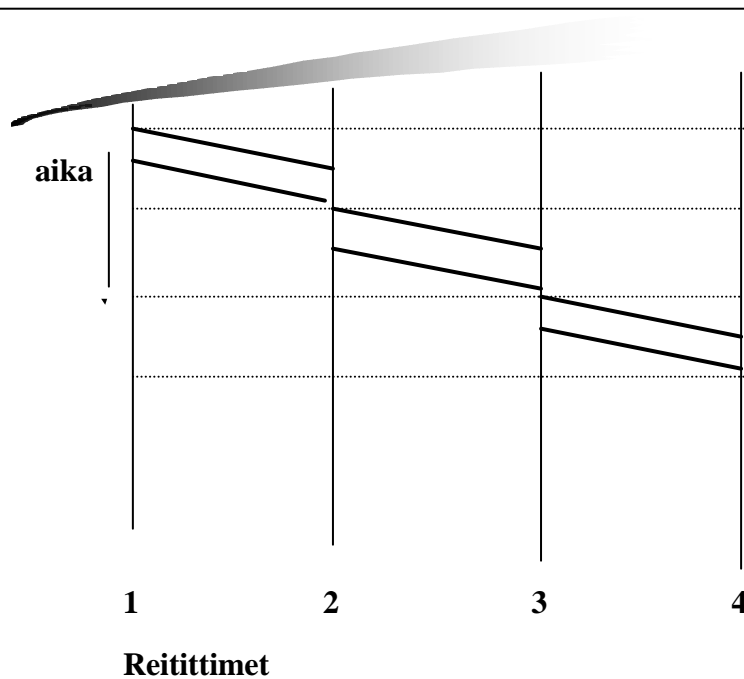
- Siirtonopeus (data rate, transmission rate)
  - miten nopeasti dataa pystytään lähettämään (siirtämään) linjalla
  - bps = bittejä sekunnissa
- Siirtoaika
  - kauanko datamäärän siirtäminen kestää
  - 10 Mb dataa ja siirtonopeus on 1 Mbs => siirtoviive = 10 sekuntia

## 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 siirtomediasta ja etäisyydestä**
  - merkitystä etenkin satelliittilinkeillä, myös mannerten välisissä yhteyksissä
  - **Valonnopeus on kattonopeus kaikelle viestiliikenteelle**

24.9.2001

41



24.9.2001

42

## 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?

24.9.2001

43

## 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.

24.9.2001

44

## Miksi pakettivälitys on tehokkaampaa?

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

24.9.2001

45

## 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!

24.9.2001

46

## Sanoman pilkkominen paketeiksi

- Miksi ei lähetetä koko sanomaa kerralla?
- Olkoon sanoman koko 400 Kbp 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!

24.9.2001

47

## 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

24.9.2001

48