

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

2.4.2002

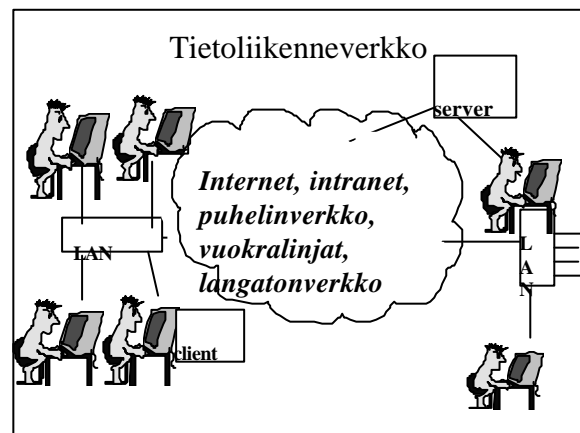
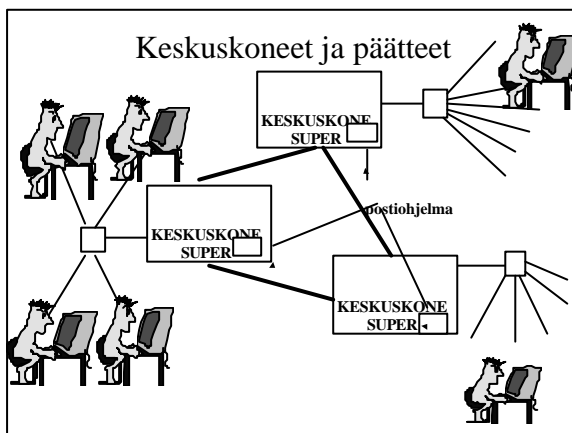
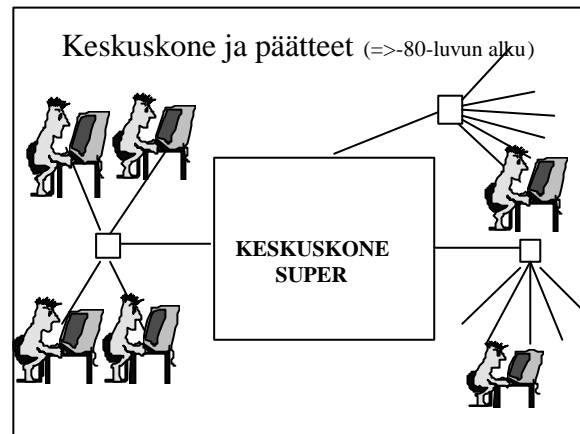
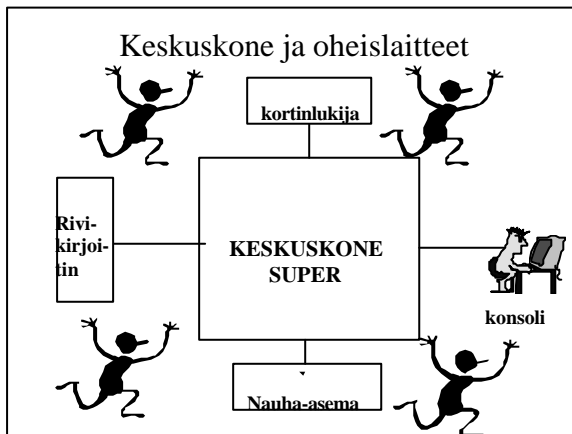
1

1. 0. Tietokoneesta tietokoneverkkoon

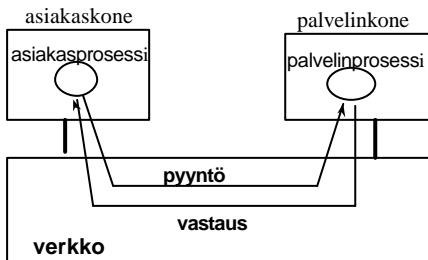
- Tietojenkäsittelyn siirtyminen tietokoneesta tietokoneverkkoon
- Yleinen käytötapa
 - Asiakas-palvelin-kommunikointi

2.4.2002

2



Asiakas-palvelin-malli



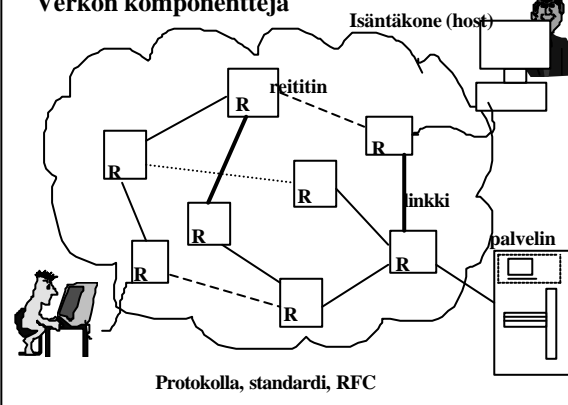
Asiakas-palvelinsovellus

- 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

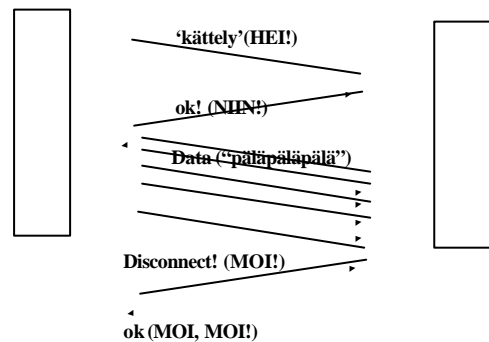
Verkon komponentteja



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



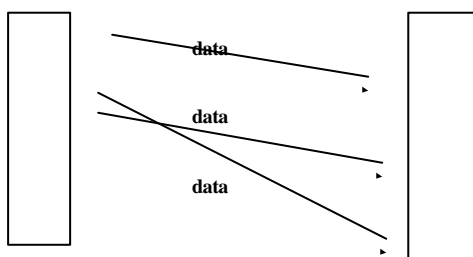
Yhteydellinen palvelu

- Yhteys olemassa, sillä **osapuolet** tietävät olevansa yhteydessä
 - verkko ja sen reitittimet eivät välttämättä tiedä yhteydestä mitään
- yhteyteen voidaan liittää muita palvelupirteitä
 - luotettava tiedonsiirto
 - kuittauksia ja uudelleenlähetystyksiä
 - 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



2.4.2002

16

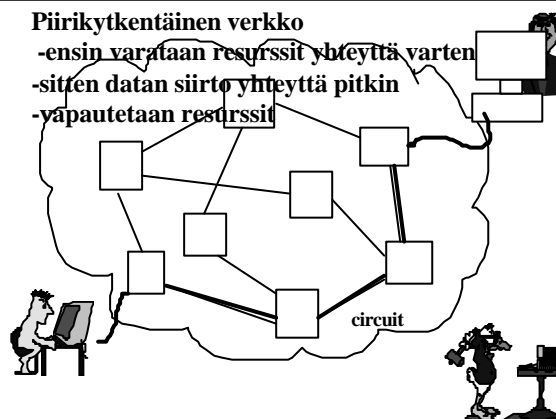
Verkkoteknologiat:

Piirikytkentäinen <=> pakettivälitteinen

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

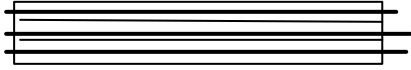
Piirikytkentäinen verkko

- 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 piiriyhteyksistä 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.

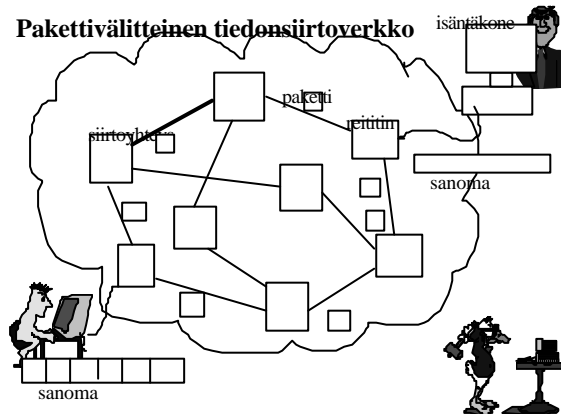
Siirtonopeus, siirtoaika

- **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 Mbps => 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 Kbittia. Siirtoon kuluu $640 \text{ Kb} / 64 \text{ Kbps} = 10 \text{ s}$.
- Lisäksi yhteyspiiriin muodostukseen kuluu 0.5 s eli yhteensä 10.5 s.
- Huom! Aika ei riipu välissä olevien linkkien lukumäärästä.

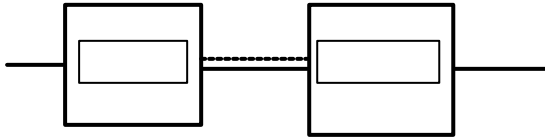
Pakettivälitteinen tiedonsiirtoverkko



Etappivälitteinen (store-and-forward)

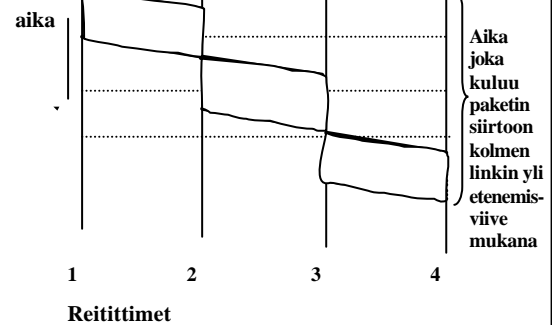
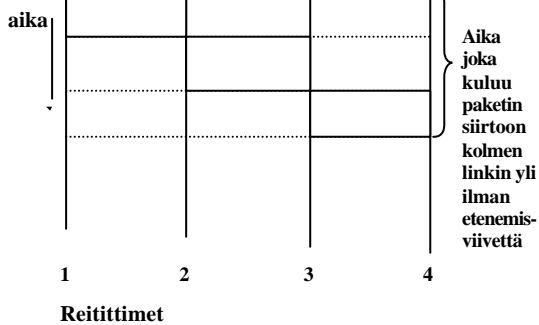
- Reititin vastaanottaa koko paketin ennenkuin lähettää sen eteenpäin
 - siirtoaika joka linkillä, koska paketti lähetetään aina uudestaan
 - L = paketin koko bitteinä
 - R = lähtölinkin siirtonopeus
 - siirtoviive = L/R
 - jonotusviive reitittimessä, jos paketti joutuu odotamaan, koska reititin lähettää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

etappivälitteinen



Etenemisviive (propagation delay)

- Miten nopeasti bitit (signaalit) etenevät siirtomediassa
 - mediasta riippuen noin 2/3 valonnopeudesta, joka on $\sim 300.000 \text{ km/s}$
 - Tyhjiössä valonnopeus on $299.795.458 \text{ m/s}$.
- 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!

2.4.2002

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 linjakapasiteetti riittää hyvin. Näin on todennäköisyydellä 0.9983!
- Purskeinen käyttö tyypillistä Internetissä!

2.4.2002

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 pilkkotaan sadaksi 4 Kb:n paketeiksi, niin aikaa kuluu paljon vähemmän eli vain 416 ms!

2.4.2002

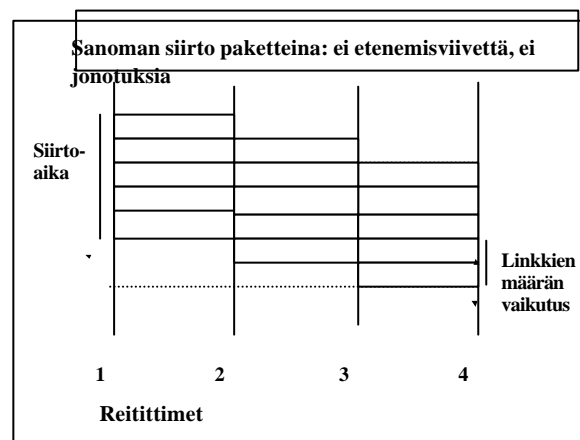
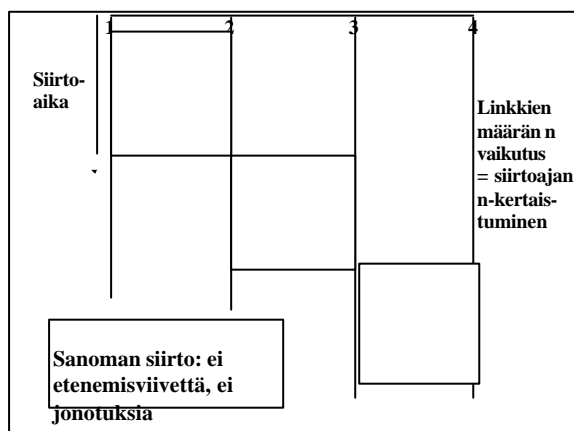
33

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

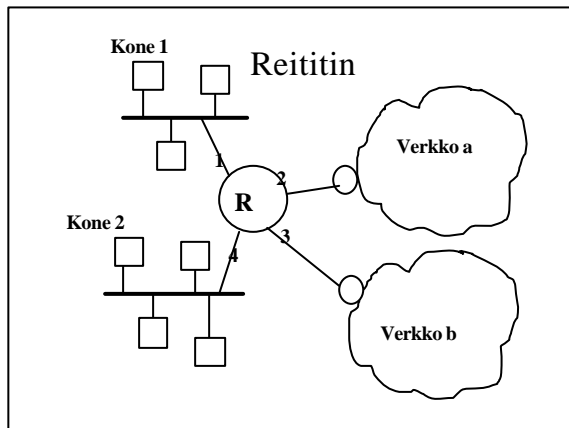
2.4.2002

34



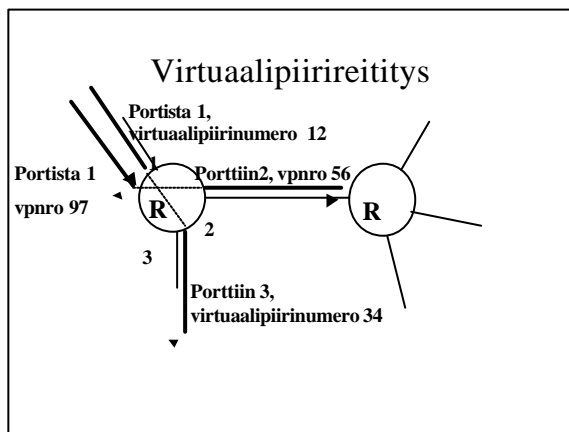
Reititys

- **Datasähkeverkko**
 - kukin paketti reititetään jokaisessa reitittimessä erikseen => voivat kulkea eri reittiä
 - jokaisessa paketissa osoite
 - reititystaulu kertoo ulosmenon
- **virtuaaliipiiriverkko**
 - ensimmäinen paketti muodostaa virtuaaliipiirin
 - muut paketit reititetään samaa reittiä virtuaaliipiirinumeron mukaan
 - joka linkillä oma virtuaaliipiirinumero
 - virtuaaliipiirin muunnostaulukko



Reititystaulukko

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

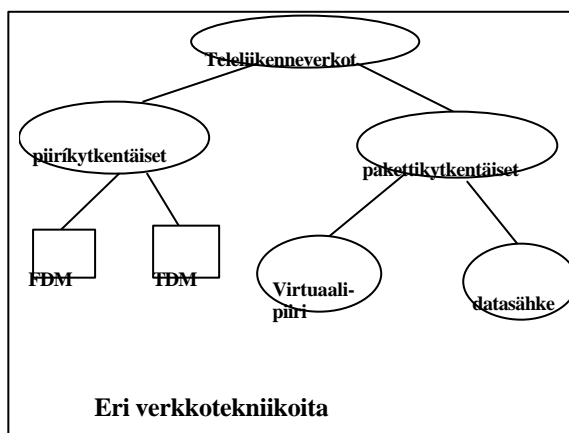


Virtuaaliipiirin muunnostaulukko

Sisaantulo	tuleva VC	lähteva VC	ulosmeno
1	12	34	3
1	97	56	2
2	42	101	3
2	10	78	1
3	12	65	2

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

Miksi ei käytetä koko yhteydellä samaa VP-numeroa?



Eri verkkotekniikoita

1.3. Siirtomedia

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

2.4.2002

43

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



2.4.2002

44

Kierretty pari (twisted pair)

- kaksi eristettyä kuparijohtoa kierretty yhteen (vähentää häiriötä)
 - 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

2.4.2002

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

2.4.2002

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

2.4.2002

47

Koaksiaalikaapelin käyttötavat

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

2.4.2002

48

Kantataajuuskaapeli

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

2.4.2002

49

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

2.4.2002

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
- suuri kaistanleveys
 - useita GHz

2.4.2002

51

Valokaapelin rakenne

- lähtin
 - muuttaa sähköpulsit valoksi
 - LED, laserdiodi
- vastaanotto fotofiodi
 - muuttaa valopulsit sähköpulsseiksi
 - vasteaika ~ 1 ns $\Rightarrow \sim 1$ Gbps
 - kohina häittää \Rightarrow riittävän voimakas säde
- valokuitu
 - ensiosuoja suojaa mekaanisilta vaurioilta
 - toisiosuoja yhdistää useita kuituja

2.4.2002

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) \Rightarrow valo etenee kuidussa suoraan
 - kallein, nopein (~ 30 Gbps)
 - pitkän matkan puhelinlinjoissa (~ 30 km, jopa 100 km mahdollista)

2.4.2002

53

Langaton tiedonsiirto

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



2.4.2002

54

Radioaallot

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



2.4.2002

55

Mikroaallot (> 100 MHz -> 10 GHz)

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

2.4.2002

56

Infrapuna & millimetriaallot

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

2.4.2002

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

2.4.2002

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**

2.4.2002

59

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

2.4.2002

60

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

2.4.2002

61

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

2.4.2002

62

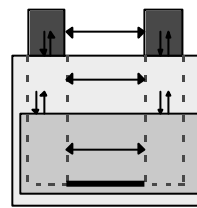
1.4. Tietoliikenneohjelmistot eli protokollat

- 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
 - verkkosamoiu: http-protokolla

2.4.2002

63

Protokollien kerrosrakenne



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

2.4.2002

64

Mitä monimutkaisuutta?

kaksipisteysteys

- 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 (yhteyksikäytäntö)

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

2.4.2002

68

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
- osoitteena puhelinnumero

2.4.2002

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

2.4.2002

70

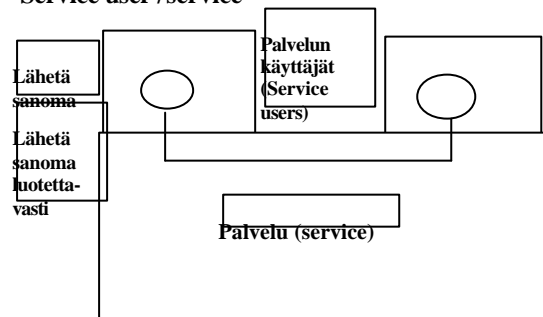
Palvelu <=> protokolla

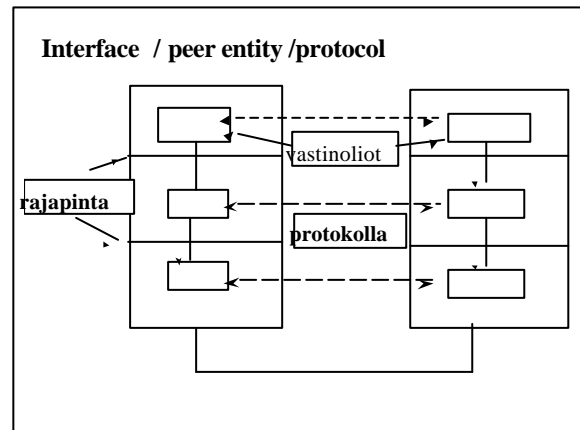
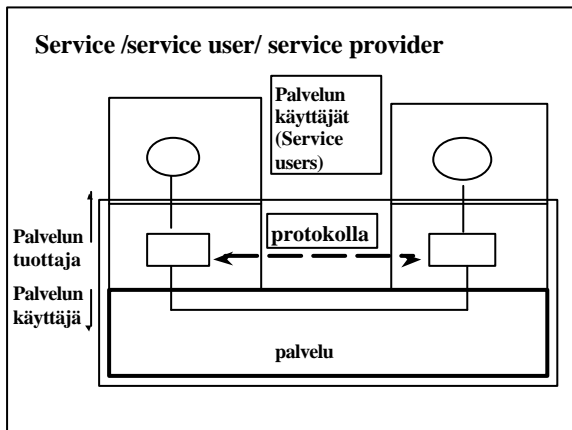
- **palvelu**
 - joukko toimintoja (primitiivejä), jotka ylemmän kerroksen käytävissä
 - - abstrakti datatyyppejä, olio
- **protokolla**
 - joukko sääntöjä, jotka määräävät, miten vaihdetaan sanomia (muoto, järjestys, ..)
 - - palvelun toteutus, joka ei näy käyttäjälle

2.4.2002

71

Service user /service





Yleisiä protokollakerroksen tehtäviä

Kukin kerros voi suorittaa yhden tai useamman seuraavista tehtävistä

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

2.4.2002 75

Virhevalvonta (error control)

– kaikki sanomat virheettöminä ja oikeassa järjestyksessä

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

The diagram shows two vertical rectangles representing communicating entities. The left entity sends 'Data1' to the right. The right entity sends 'ACK Data1' back. The left entity sends 'Data2' to the right. The right entity sends 'NAK data2' back. The left entity then resends 'Data2'.

2.4.2002 76

Pohdittavaa!

- Mistä vastaanottaja voi tietää onko sanoma virheellinen vai ei?
- Entä, jos sanoma tai sen kuitaus 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)?

2.4.2002 77

Vuonvalvonta (flow control)

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

The diagram shows two vertical rectangles representing communicating entities. The left entity has a buffer (a smaller rectangle) and a sender (a larger rectangle). The right entity has a receiver (a larger rectangle). A dashed line connects the sender to the receiver, representing the communication channel. The buffer is positioned between the sender and the channel.

2.4.2002 78

Ruuhkanvalvonta (congestion control)

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

2.4.2002

79

Pohdittavaa!

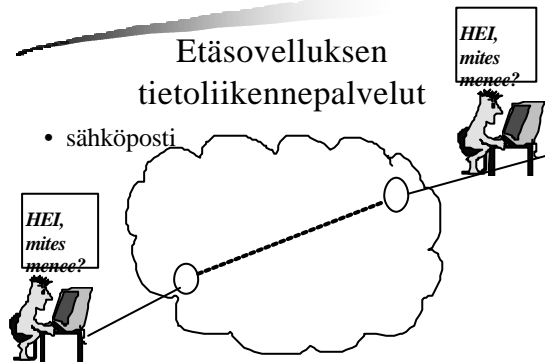
- Kun puskurit valuvat yli, olisiko parempi hävittää uudet juuri saapuvat sanomat vai ne, jotka ovat ensimmäisinä jonossa? Perustele vastauksesi.
- Onko ruuhkanvalvonta tarpeellista, jos mikään sovellus ei koskaan lähetä enempää sanomia kuin hitain reititin ehtii käsitellä?

2.4.2002

80

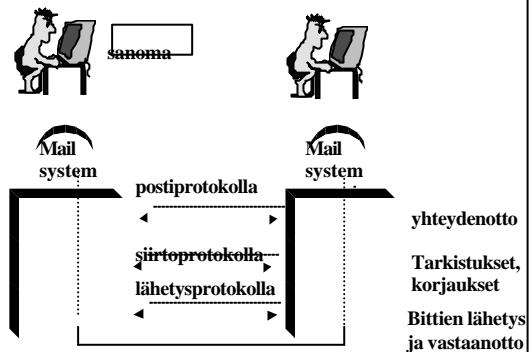
Etäsovelluksen tietoliikennepalvelut

- sähköposti

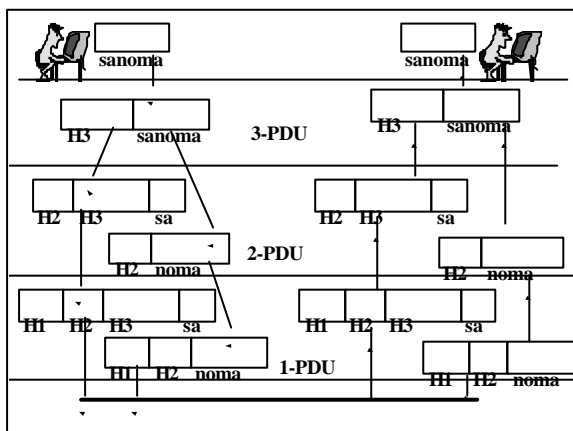


2.4.2002

81



..00100100100011101101011..



1.4 Viitemalleja

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

2.4.2002

84

TCP/IP -viitemalli

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

2.4.2002

85

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'

2.4.2002

86



Internet-protokollapino

Internet-pinon kerrokset

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

2.4.2002

88

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

2.4.2002

89

- 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

2.4.2002

90

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

2.4.2002

91

OSI-viitemalli

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

2.4.2002

92

OSI-mallin kerrokset

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

2.4.2002

93

Istuntokerros

- 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

2.4.2002

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

2.4.2002

95

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

==> virheen havaitsemista ja virheestä toipumista joka kerroksella

2.4.2002

96

1.5. Esimerkkejä verkoista

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

2.4.2002

97

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

2.4.2002

98

Pääsy Internetiin

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

2.4.2002

99

Palvelut käyttäjän näkökulmasta

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

2.4.2002

100