

1. Johdanto

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

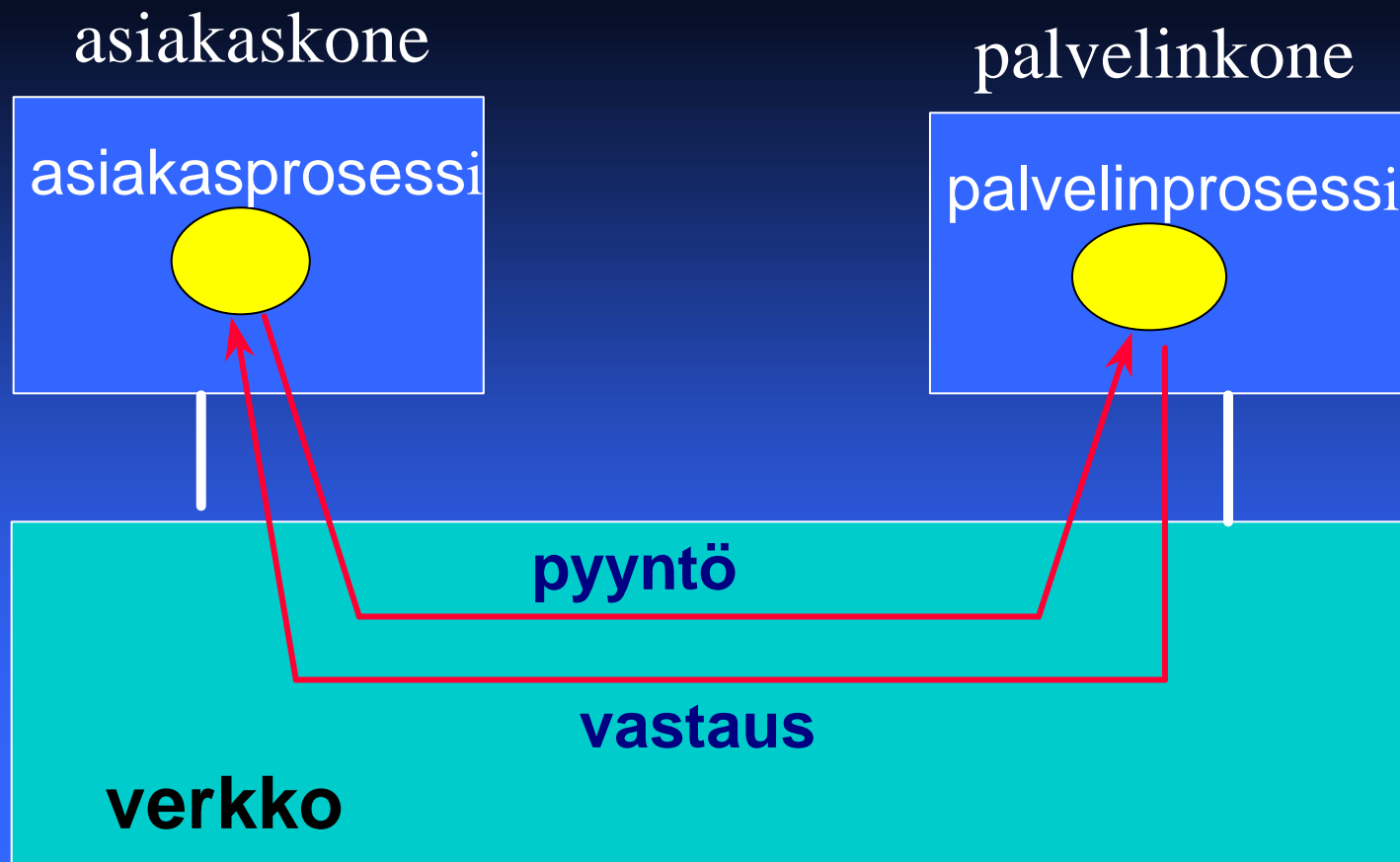
Keskuskone ja päätteet (=>-80-luvun alku)



Tietoliikenneverkko



1.1. Asiakas-palvelin -malli



Asiakas/palvelinsovellus

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

Asiakas-palvelin -mallin hyötyjä

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

Lisää mallin hyötyjä

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

1.2. Fyysinen verkko

Luokittelua, termejä

- siirtotapa
 - kaksipisteyhteys (point-to-point)
 - yleislähetys (broadcast)
 - monilähetys (multicast)
 - väylä
 - rengas
- etäisyys

Yleislähetys

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

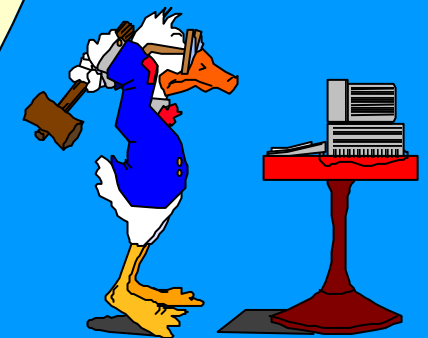
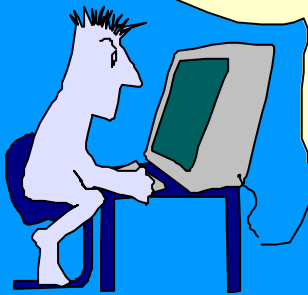
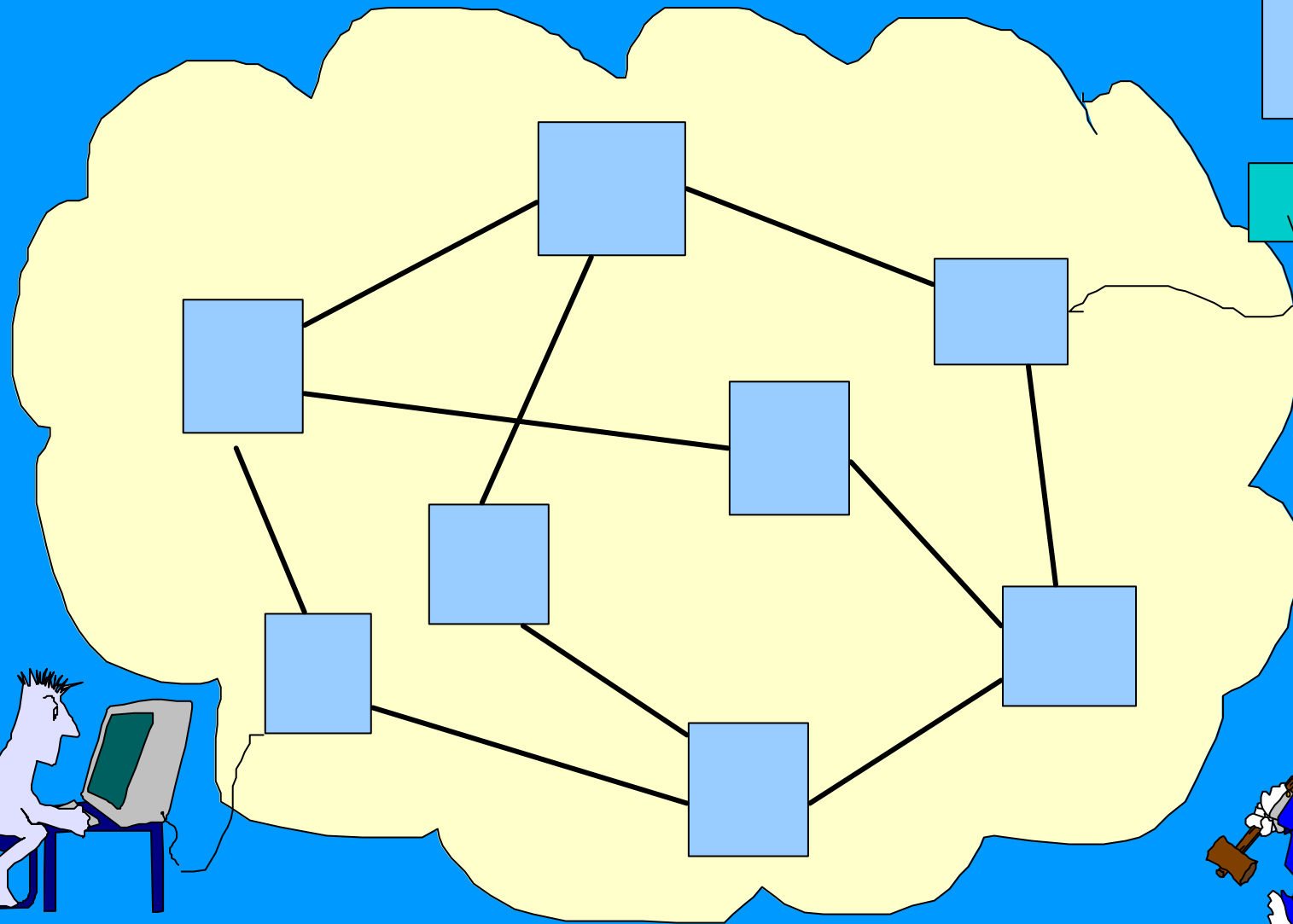


Kaksipisteysteys

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



Kaksipisteyhteyksistä rakennettu verkko



Fyysinen verkko

Erilaisia toteutustapoja

- lähiverkot (LAN)
- MAN
- WAN
- langattomat verkot
- internet

Lähiverkot (LAN) (Local Area Network)

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

Lähiverkot

- topologia
 - väylä, esim. Ethernet
 - rengas, esim. IBM Token Ring
 - kaksipisteyhteysverkko, ~ mini WAN
- lähetysvuorojen jako
 - staattinen/dynaaminen
 - keskitetty/hajautettu

MAN-verkko

(Metropolitan Area Network)

- LAN:n kaltainen, mutta isompi
- Man-standardeja
 - DBDQ (Distributed Queue Dual Bus)
 - FDDI (Fiber Distributed Data Interface)

Laajaverkko (WAN)

(Wide Area Network)

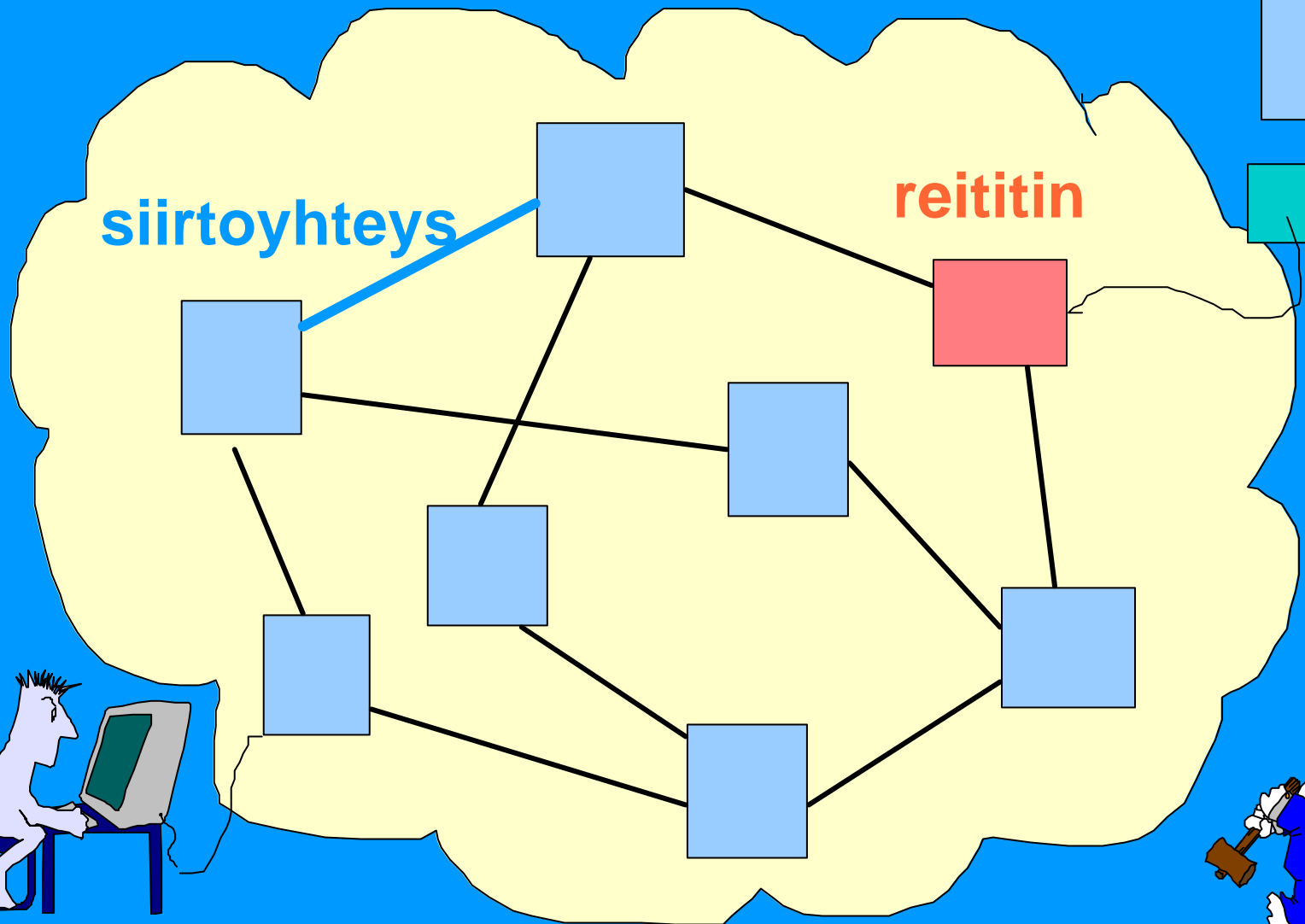
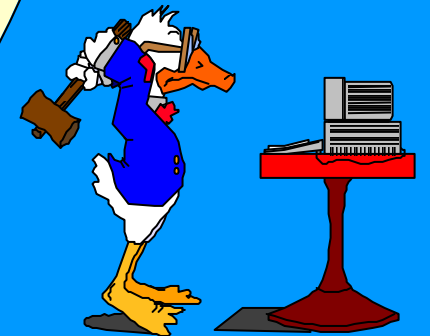
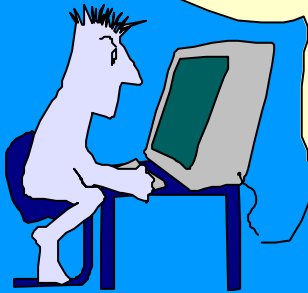
- kattaa laajan maantieteellisen alueen
- yhdistää isäntäkoneet (host) **tiedonsiirtoverkon** (communication subnet) avulla
- siirtoverkko koostuu
 - siirtolinjoista
 - reitittimistä (kytkimistä)

Tiedonsiirtoverkko

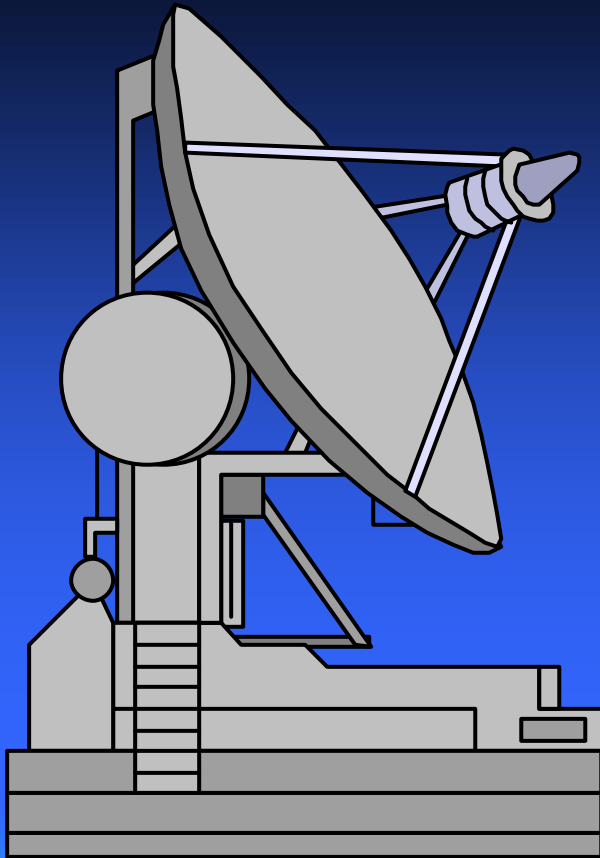
isäntäkone 

siirtoyhteys

reititin

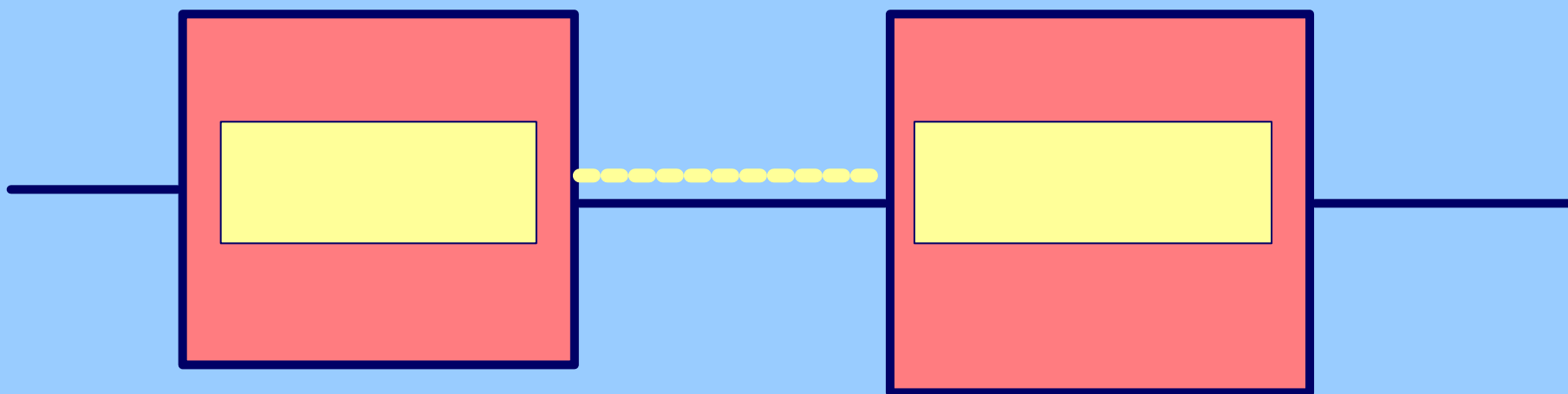


WAN (jatkoa)



- etappivälitteinen (store-and-forward)
- piirikytkentäinen
<=>
pakettivälitteinen
- satelliittiverkko

etappivälitteinen



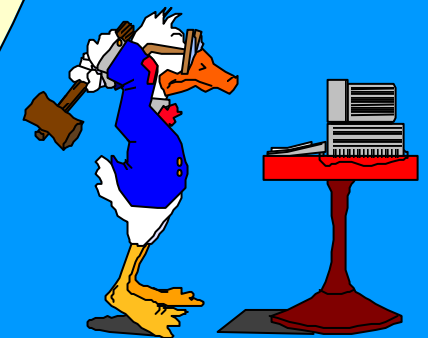
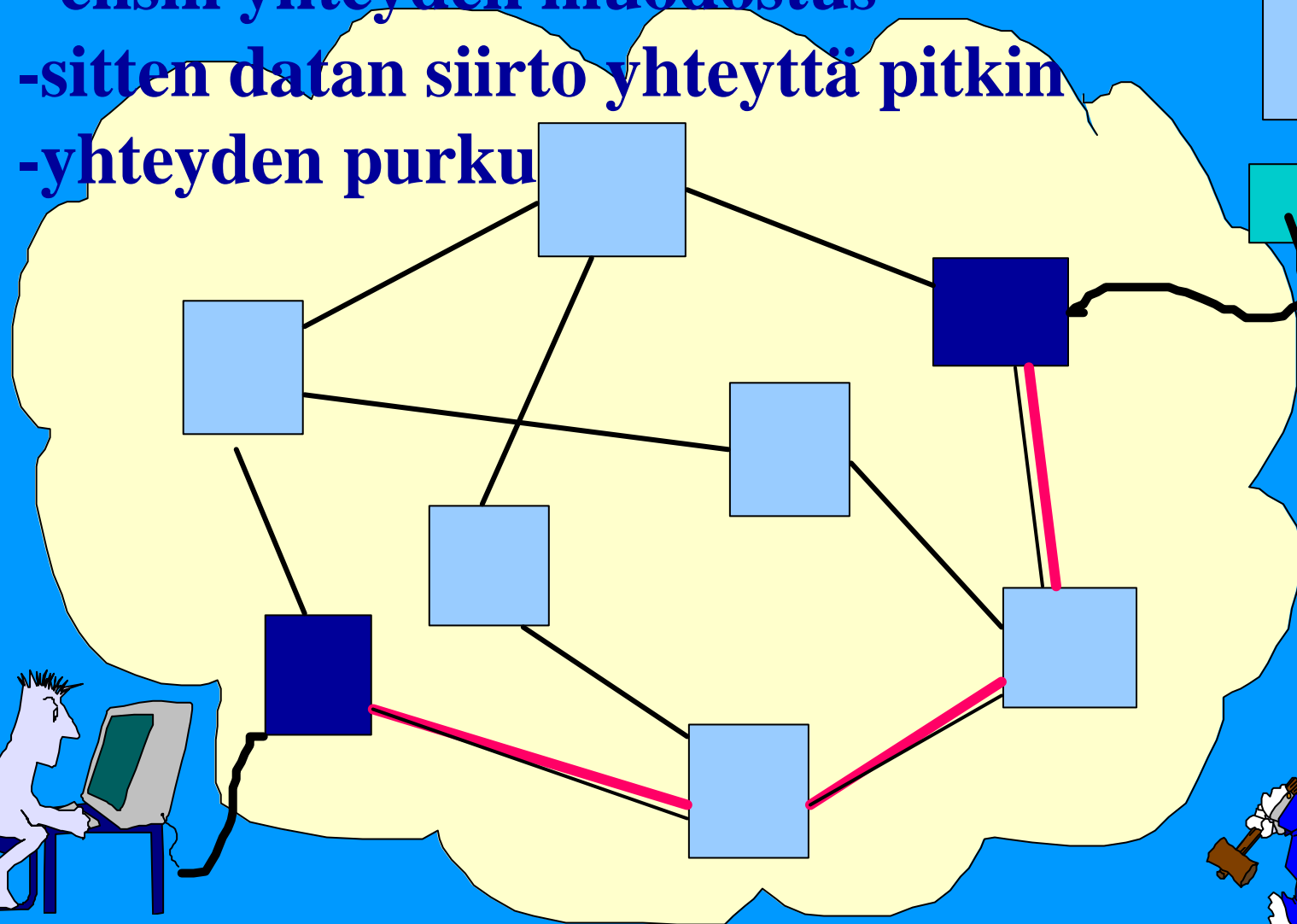
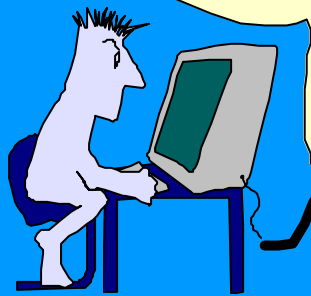
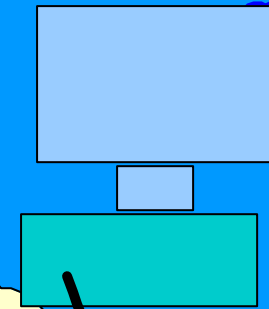
Piirikytkentäinen/pakettivälitteinen

(Circuit switching, packet switching)

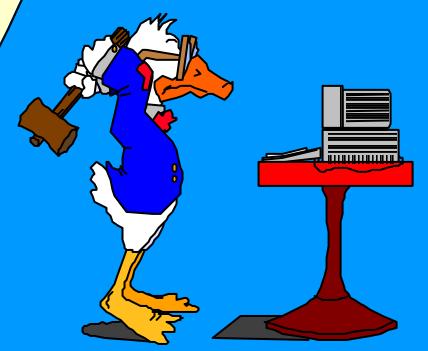
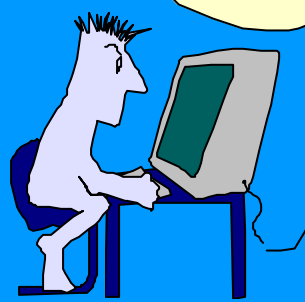
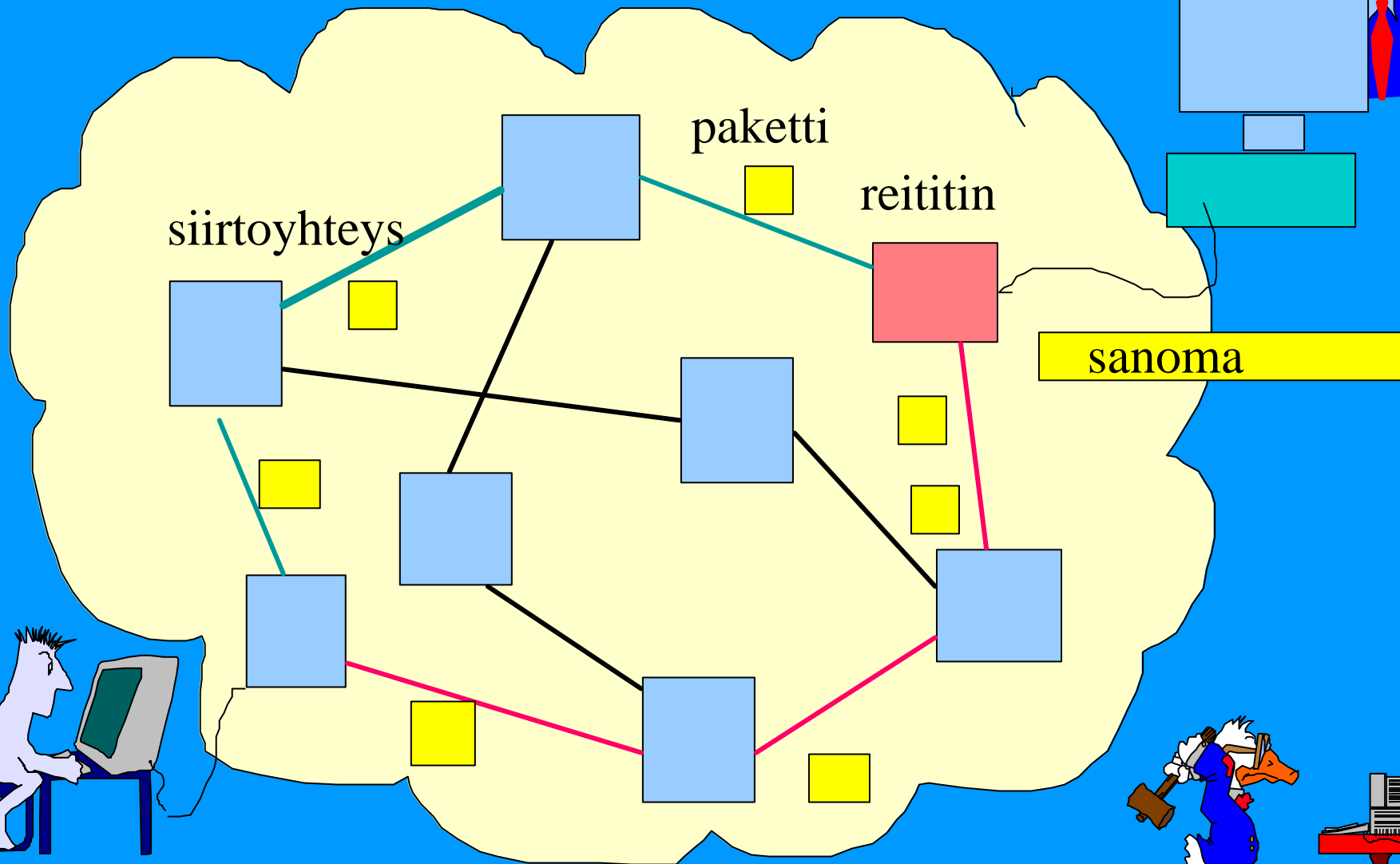
- Varataanko resurssit etukäteen vai ei?
 - puskurit, siirtokapasiteetti
- piirikytkentäinen varaa
 - => lähetys heti, järjestys säilyy
 - esim. puhelinverkko
- pakettikytkentäinen ei varaa
 - => voi joutua odottamaan, järjestys ei säily
 - Internet

Piirikytkentäinen verkko

- ensin yhteyden muodostus
- sitten datan siirto yhteyttä pitkin
- yhteyden purku



Pakettivälitteinen tiedonsiirtoverkko



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

Langattomat verkot: käyttö

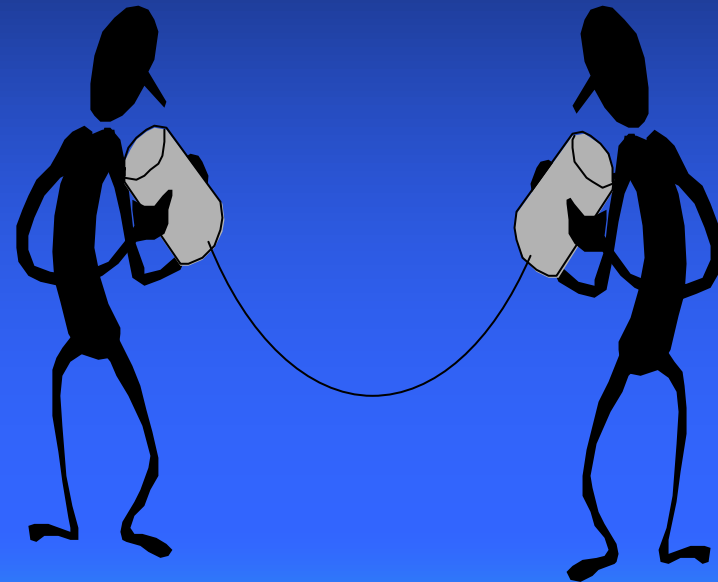
- käyttö
 - liikkuva toimisto
 - liikkuvat sovellukset
 - rekka
 - metsätyökone
 - kauppamatkustaja
 - varastomies
 - aavikon sheikki Saharassa
 - WAP-puhelin

Langattomat verkot

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

Huom:

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

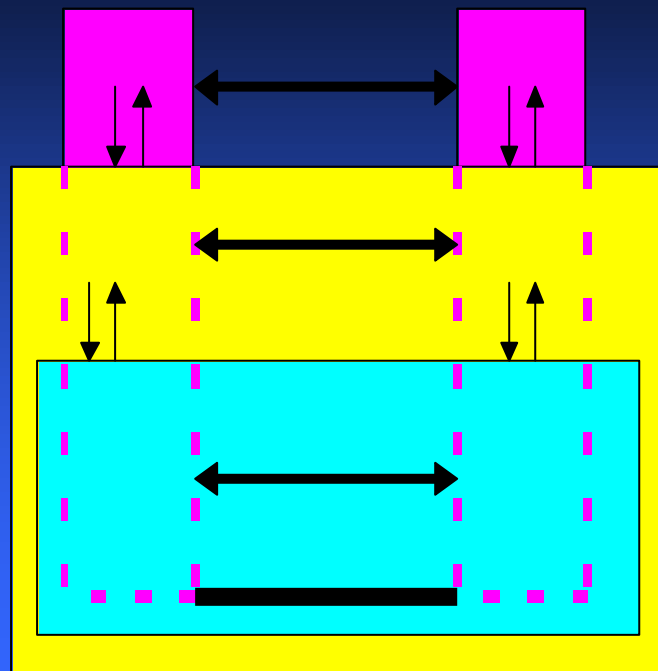


INTERNET

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



1.3. Tietoliikenneohjelmistot

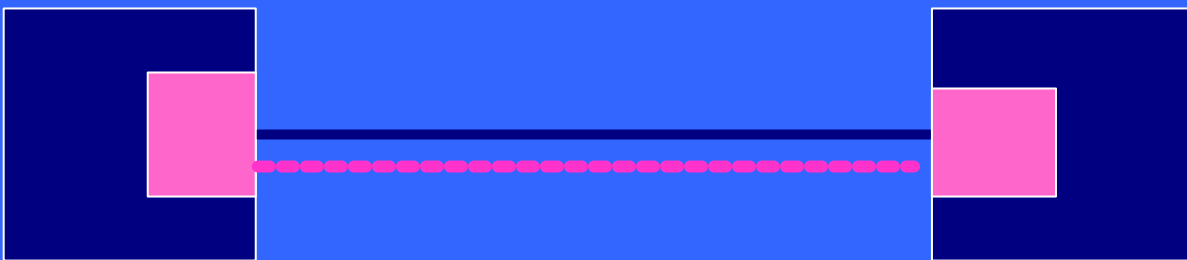


- Protokollien kerrosrakenne
 - monimutkaisuuden hallinta => jaetaan kerroksiin (layer)
 - kerros ~ abstrakti kone

Mitä monimutkaisuutta?

kaksipisteysteys

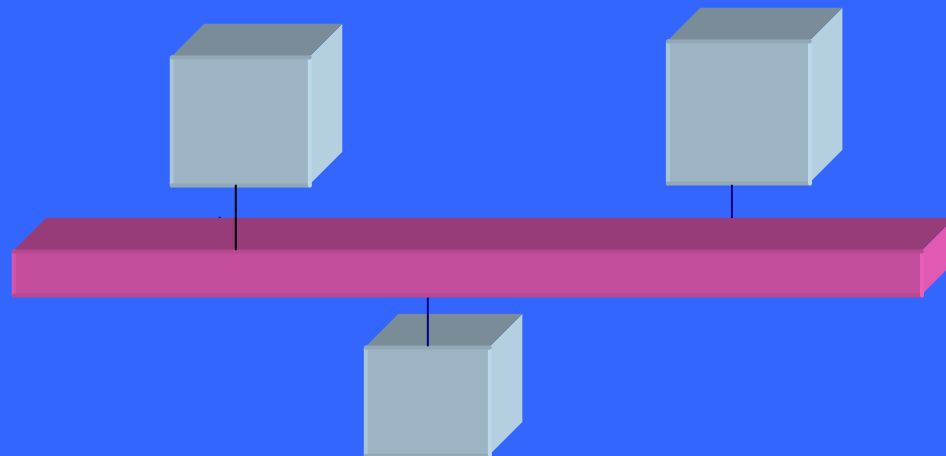
- datan koodaus sähköisiksi signaaleiksi
- siirtovirheiden havaitseminen ja korjaaminen
- lähettäjä ei saa lähettää enempää kuin vastaanottaja voi käsitellä



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 (yhteyskäytäntö)

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

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

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**

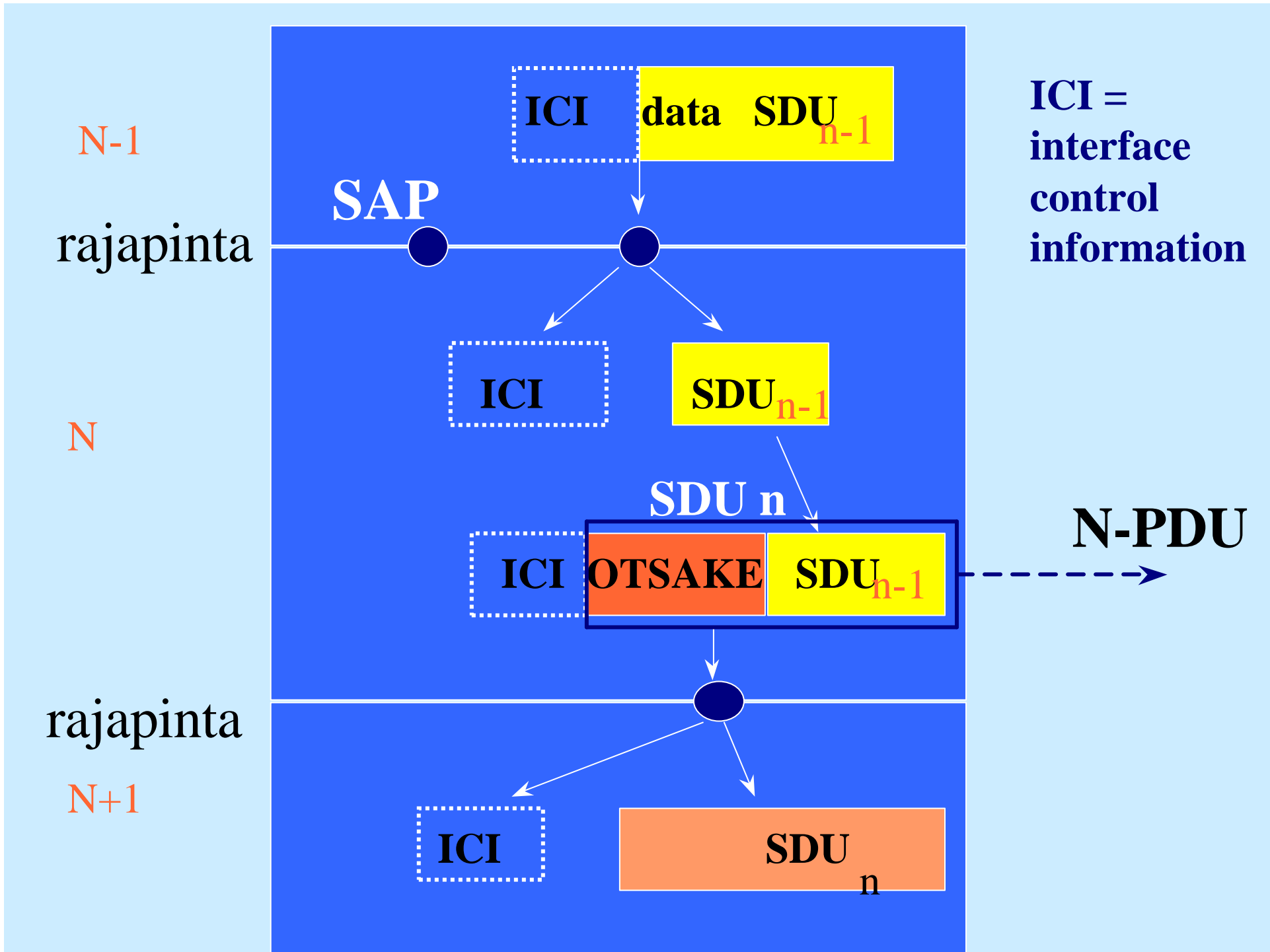
joukko toimintoja (primitiivejä), jotka ylemmän kerroksen käytettävissä

- ~ abstrakti datatyyppi, olio

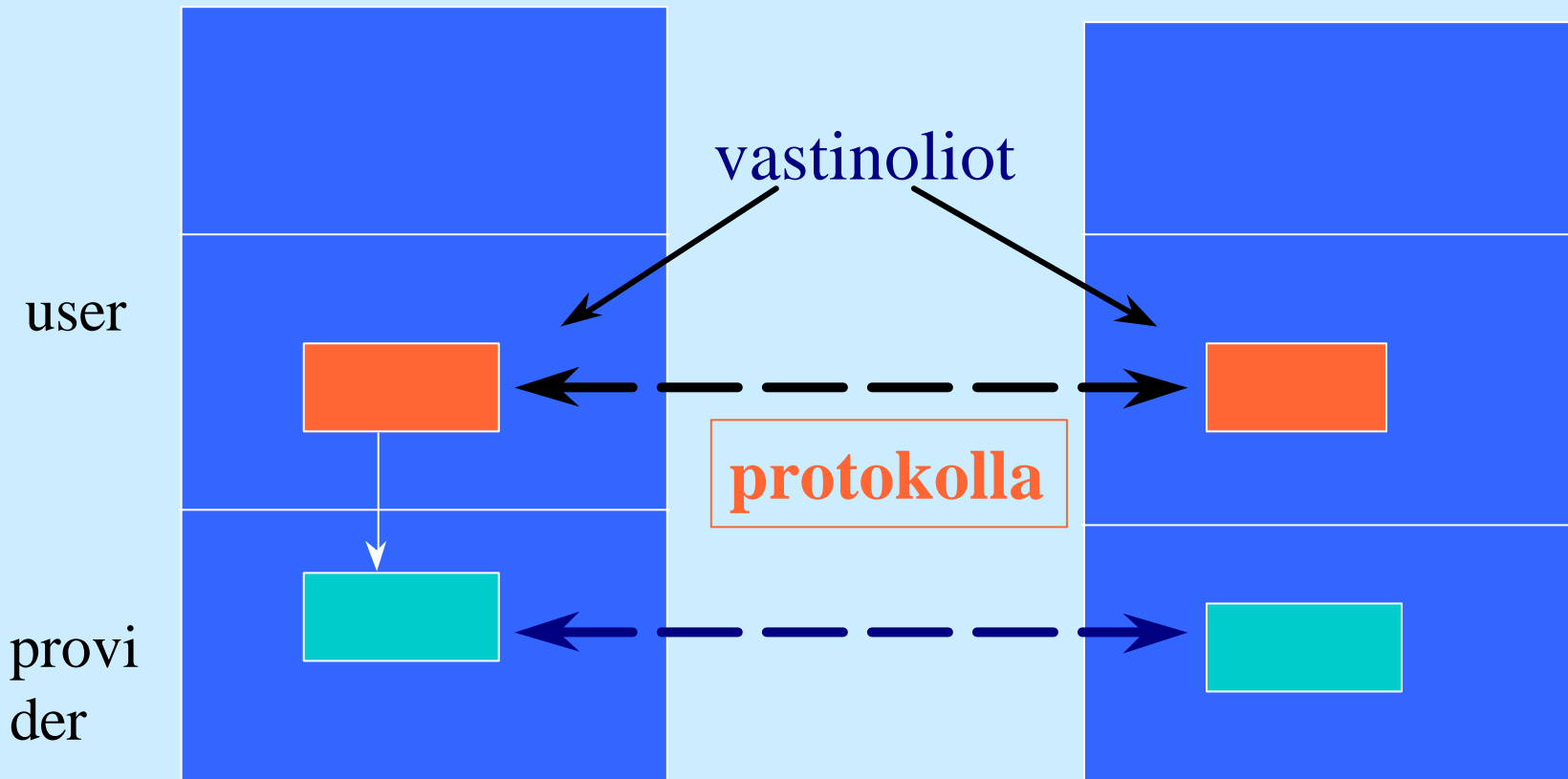
- **protokolla**

joukko sääntöjä, jotka määräävät, miten vaihdetaan sanomia (muoto, järjestys, ..)

- ~ palvelun toteutus, joka ei näy käyttäjälle



Service user /service provider /peer entity/protocol



Protokolla kerrosten tehtävät yleisesti

Kukin kerros voi suorittaa yhden tai useamman seuraavista tehtävistä

- Virhevalvonta
- vuonvalvonta
- sanoman paloittelu ja kokoaminen
- kanavointi
- yhteydenmuodostus

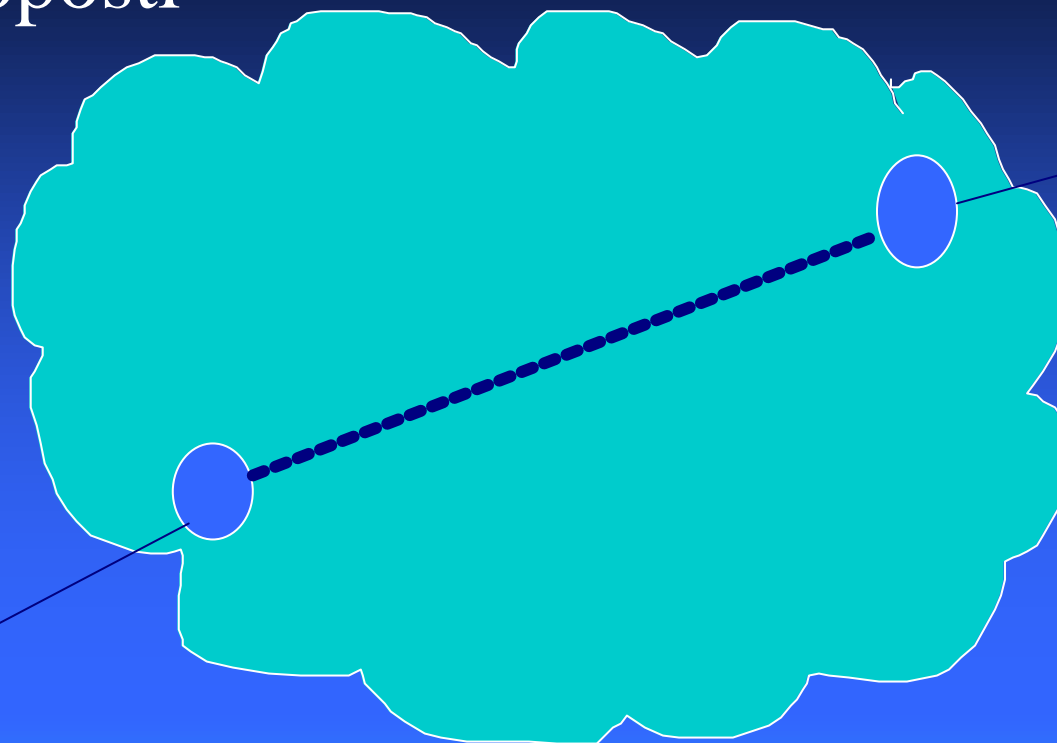
Etäsovelluksen tietoliikennepalvelut

- sähköposti

*HEI,
mites
menee?*



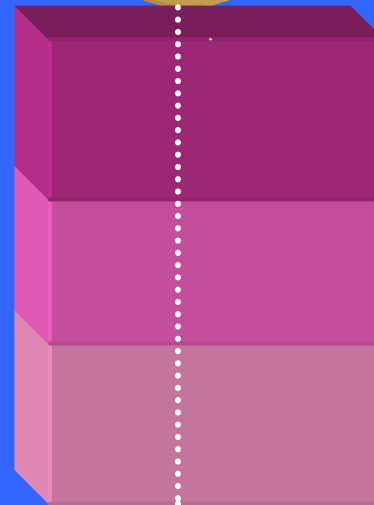
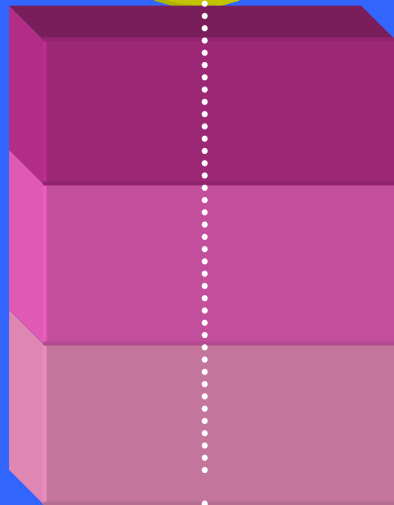
*HEI,
mites
menee?*





**Mail
system**

**Mail
system**



yhteydenotto

Tarkistukset,
korjaukset

Bittien lähetys
ja vastaanotto

..00100100100011101101011..

1.4. Viitemalleja

- **OSI-viitemalli**
(Open Systems Interconnection)

- **TCP/IP -viitemalli**
(Transmission Control Protocol
/Internet Protocol)

OSI-viitemalli

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

TCP/IP -viitemalli

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

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)

Peruskerros

- fyysisen yhteyden muodostus
 - kumpi puoli muodostaa ja purkaa yhteyden
 - verkkoliitännän piikkien määrä ja merkitys
- bittien siirto
 - bittien esitystapa (esim. voltteina)
 - ajoitukset

Siirtoyhteyskerros

- siirtokanavien hallinta
 - yleislähetyskanavan lähetysvuorot
 - vuonvalvonta
- siirtovirheiden havaitseminen ja niistä toipuminen
 - tiedon kehystys
 - kuittaukset
 - uudelleenlähetykset

Verkkokerros

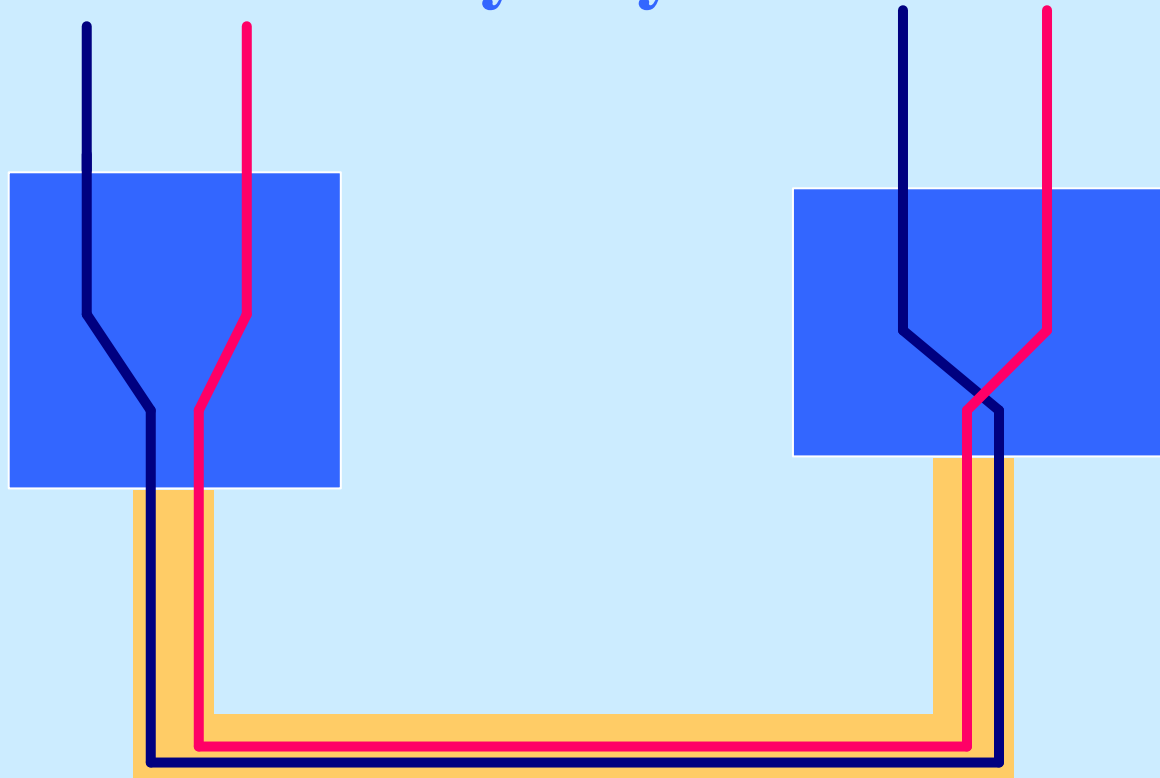
- sanomien jako paketeiksi
- pakettien reititys verkon läpi lähdekoneelta kohdekoneelle
 - verkkojen heterogeisuus
 - erilaisia tiedonsiirto ja kytkentäteknologioita
 - osoittaminen, protokollat, paketin koko
- verkon ruuhkautumisen estäminen
- laskutus

Kuljetuskerros

- tiedonsiirtopalvelu
 - verkosta riippumaton
 - lähettäjältä vastaanottajalle (end-to-end)
- erityyppisiä kuljetuspalveluja
 - esim. luotettava ja järjestyksen säilyttävä
- erilaisia toimintoja
 - virheiden havaitseminen ja korjaus
 - järjestyksen säilyttäminen
 - vuonvalvonta
 - kanavointi

kanavointi (multiplexing)

- useita ylemmän tason yhteyksiä yhdellä alemman tason yhteydellä



(tai päinvastoin)

Istuntokerros

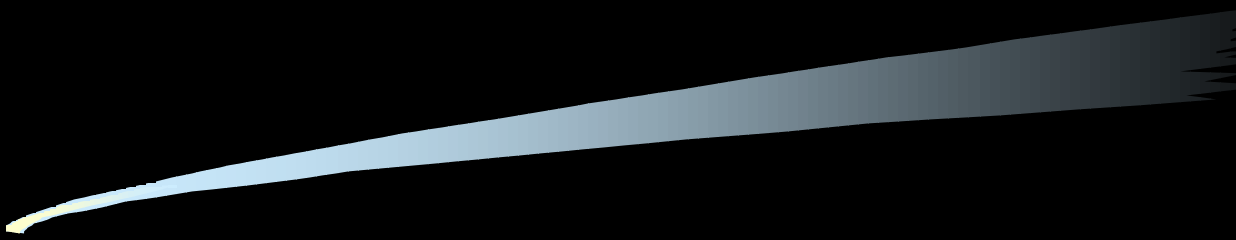
- jäsentää ja tahdistaa tietojen vaihtoa
- istunnossa
 - kommunikointitapa
 - kaksisuuntainen / yksisuuntainen
 - lähetysvuoronsäätely yksisuuntaisessa kommunikoinnissa
 - vuoromerkki varmistaa, että vain toinen osapuoli tekee tietyn toiminnon
 - kommunikoinnin tahdistus
 - esim tiedostonsiirrossa

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

Sovelluskerros

- yleisesti käytettyjä protokollia
 - tiedostonsiirto
 - sähköposti
 - virtuaalipääteprotokolla
 - jne
- peruspalvelut sovellusyhteydelle
 - yhteyden muodostus

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

==> virheen havaitsemista ja virheestä toipumista joka kerroksella

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'

IP- ja TCP-viitemallin protokollat 1

- Peruskerros, linkkiyhteyskerros
 - mitä tahansa linkkiprotokollia
 - esim. PPP, Ethernet
- Verkkokerros
 - **IP-protokolla**
 - eri verkot yhdistävä protokolla
 - useita reititysprotokollia
 - reititystä varten

TCP/IP-viitemallin protokollia 2

- Kuljetuskerros
 - **TCP**-protokolla
 - luotettava yhteydellinen protokolla
 - **UDP**-protokolla
 - epäluotettava yhteydetön protokolla
- Sovelluskerros
 - **FTP, TELNET**
 - **DNS**
 - **SMTP**
 - **HTTP** ,

1.5. Esimerkkejä verkoista

- Joitakin esimerkkejä käsitellään harjoituksissa
 - laitosten (osastojen) verkkoja
 - yliopistojen / yritysten verkkoja
 - FUNET, NORDUNET
- 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
 - 2.4% maailman väestöstä

1.6. Tietoliikennepalveluja

- Kytöntavat
 - SMDS
 - X.25
 - Frame Relay (kehysvälitys)
 - B-ISDN ja ATM
- puhelinverkko, GSM-verkko,
- FUNET, yliopiston verkko, mikroverkko, firman LAN-verkko

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
- langaton yhteys: WAP

Palvelut käyttäjän näkökulmasta

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

1.7. Standardointi

- ISO
- Internet
- De jure / de facto standardit



Kansainväliset standardointiorganisaatiot

- ISO = The International Organization for Standardization
 - lähes kaikkia standardeja
- ITU = International Telecommunication Union
 - telealan standardeja
 - tunnettiin aikaisemmin nimellä CCITT
 - ITU-T Telecommunications Standardization Sector

Lisää organisaatioita

- ETSI = European Telecommunication Standards Institute
 - Euroopan telealan standardit
- EIA = Electrical Industries Association
 - sähköalan standardeja
- IEEE = Institution of Electrical and Electronics Engineering
 - esim. LAN-standardeja

- ATM Forum
 - edistämään ATM-standardointia
- OMG = Object Management Group
 - hajautettu tietojenkäsittely, CORBA
- WAP Forum
 - WAP-standardointi
- UMTS Forum
 - Universal Mobile Telecommunications System

ISO

- standardeja kaikille aloille
 - yli 200 teknista komiteaa
 - yli 100.000 ‘vapaaehtoista’ osallistujaa
- JTC 1 Information technology
 - J= joined: yhdessä IEC:n (International Electrotechnical Commission) kanssa
 - tietokone- ja tietojenkäsittelystandardit
- TC ==> alikomitea (SC) ==> työryhmä (WG)

ISO:n jäsenet

- kansalliset standardointiorganisaatiot
 - SFS = Suomen Standardisoimisliitto
 - ANSI = The American National Standards Institute
 - BSI
 - AFNOR
 - DIN
 -
- muut standardointiorganisaatiot
 - ITU, IEEE, ECMA,...

ISO-standardointityö

- uusi työaihe NWI

==>

komitealuonnos (CD) ==>

standardiluonnos (DIS) ==>

kansainvälinen standardi (IS)

- pyrkimyksenä yhteistyö muiden organisaatioiden kanssa



Internet-standardointi

- aluksi hyvin löyhä organisaatio
 - IAB (Internet Activities Board, ==> Internet Architecture Board)
 - tutkimuksen suuntaus
 - noin 10 henkeä, jotka kokoontuivat melko usein
 - korvasi 1983 alkuperäisen epävirallisen komitean
 - Task Forces (lähinnä jatko-opiskelijoita)
 - **RFC (Request for Comments)**
 - yli 2000 kpl

Internet Society

- perustettiin 1989
- laajapohjaisempi IAB
- Internet Research Task Force
 - long-term research
- Internet Engineering Task Force
 - Working Groups
 - Areas of WG
 - Steering Committee

