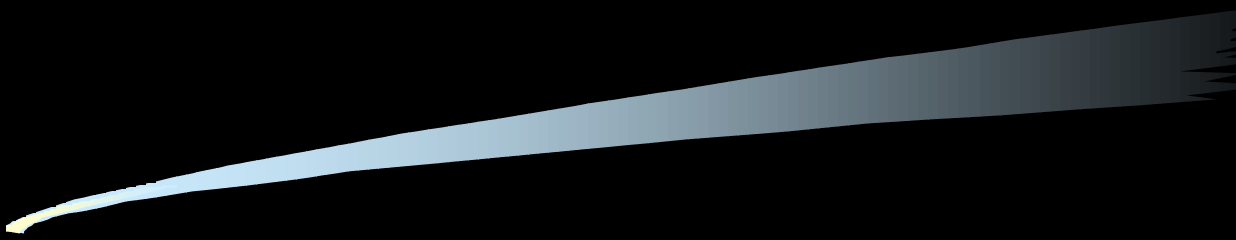


Kohina (Noise)

- Signaalia häiritsee kohina
 - aina taustalla esiintyvää sähkömagneettista aaltoliikettä
 - **terminen kohina**
 - elektronien liikkeestä johtuva,
 - **ylikuuluminen**
 - johdin sieppaa viereisen johtimen signaalin
 - **impulssikohina**
 - salamat, vanhat puhelinkeskukset

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

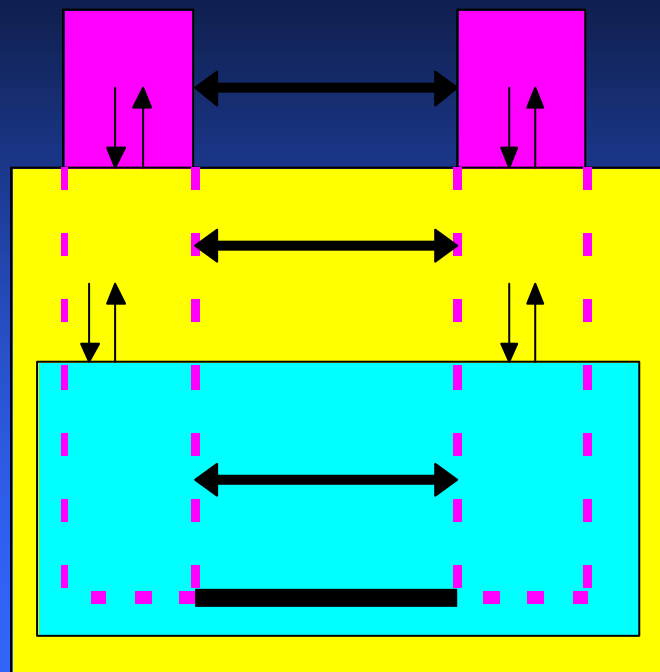
Signaalin vahvistaminen

- vahvistimet ja toistimet
 - eri komponentteja vahvistettava eri tavoin
 - puhelininsinöörin tehtäviä
- analoginen signaali
 - vääristyy joka kerralla yhä enemmän ja enemmän
- digitaalinen signaali
 - vahvistus uudistaa signaalin

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
 - verkkosamoilu: http-protokolla

Protokollien kerrosrakenne

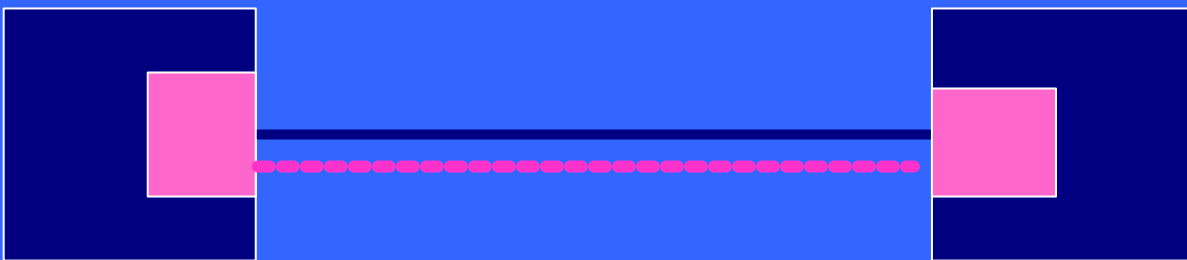


- monimutkaisuuden hallinta =>
jaetaan kerroksiin (layer)
 - kerros ~ abstrakti kone
- tietokoneverkot <=> verkkoprotokollat

Mitä monimutkaisuutta?

kaksipisteysteys

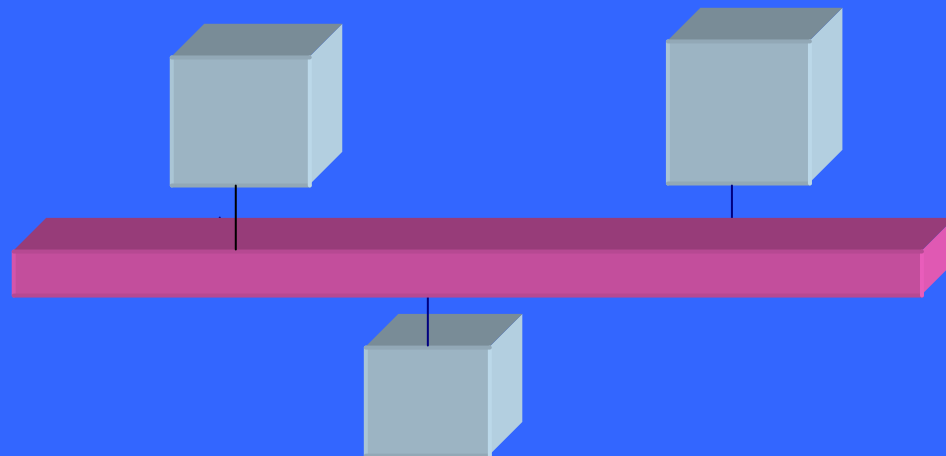
- datan koodaus sähköisiksi signaaleiksi
- siirtovirheiden havaitseminen ja korjaaminen
- lähettäjä ei saa lähettää enempää kuin vastaanottaja voi käsitellä



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

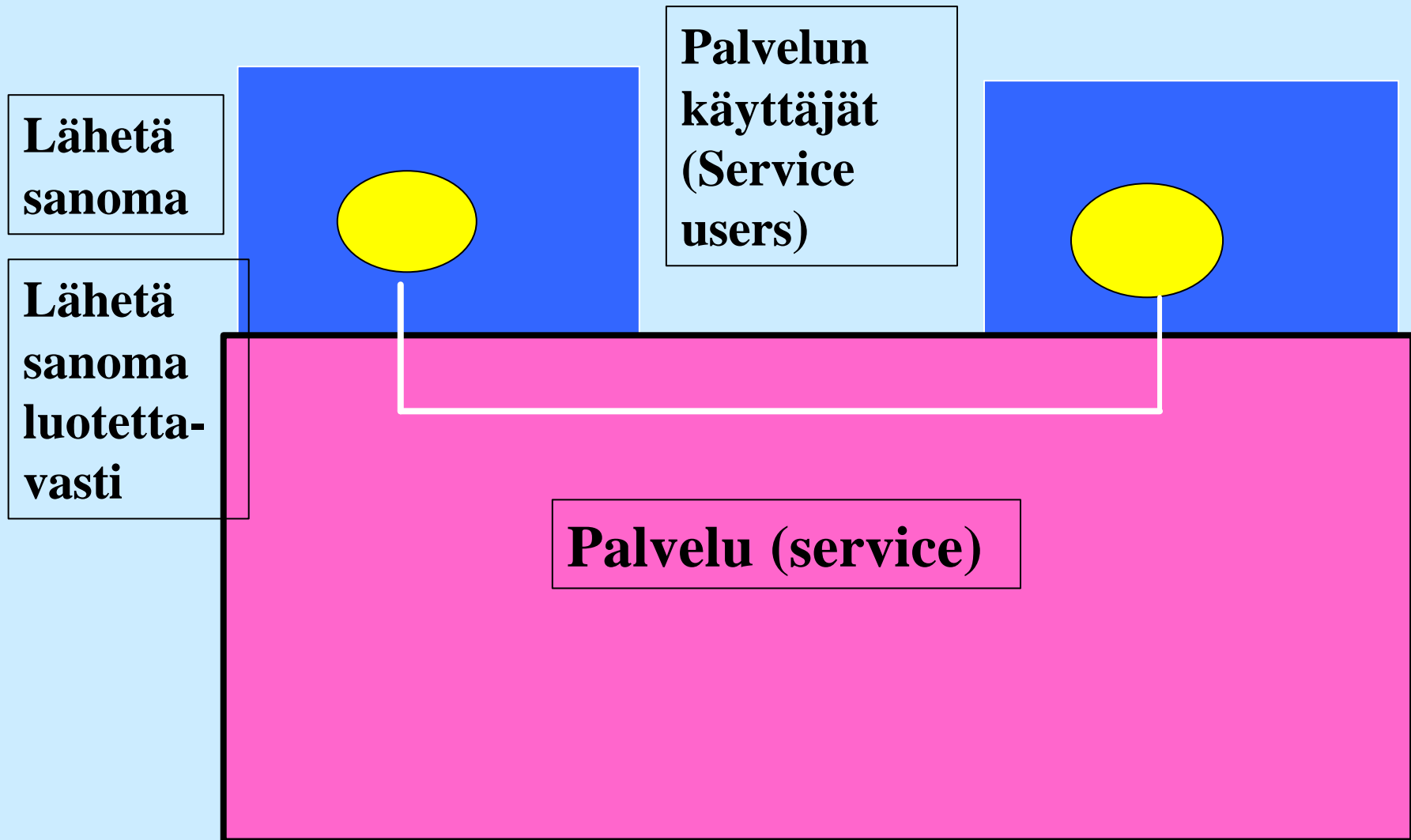
- ~ abstrakti datatyyppi, olio

- **protokolla**

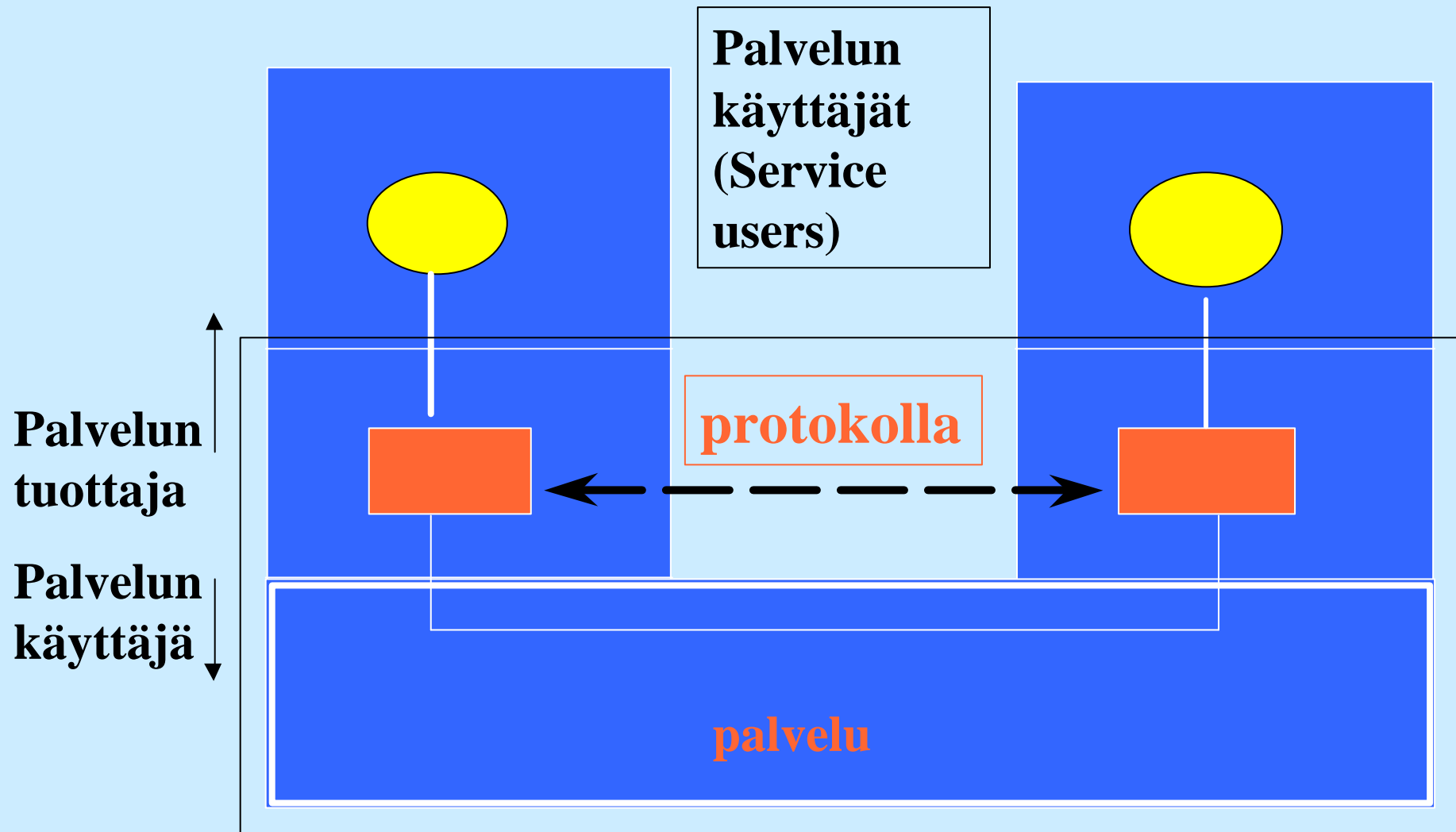
joukko sääntöjä, jotka määräävät, miten vaihdetaan sanomia (muoto, järjestys, ..)

- ~ palvelun toteutus, joka ei näy käyttäjälle

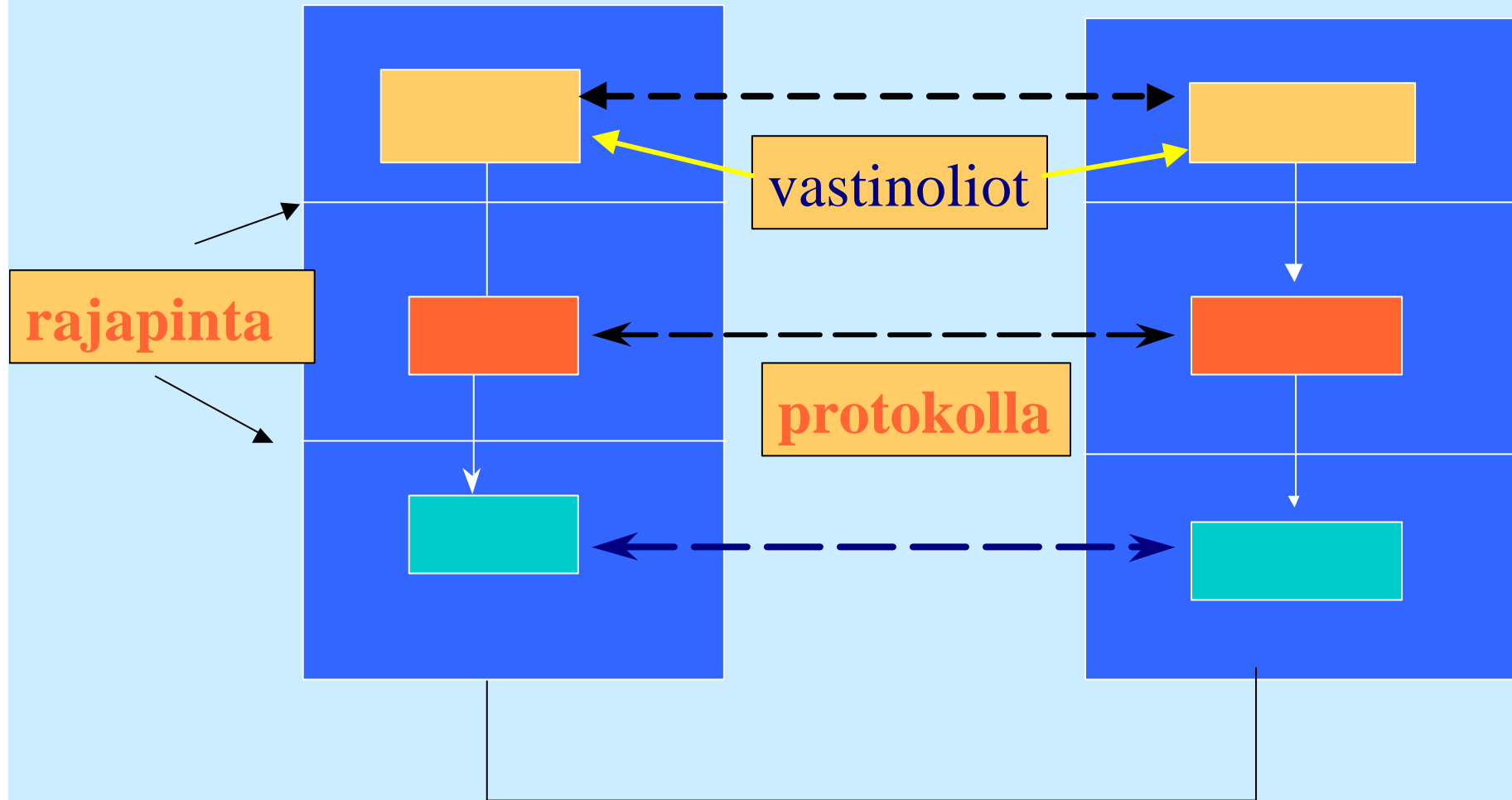
Service user /service



Service /service user/ service provider



Interface / peer entity / protocol



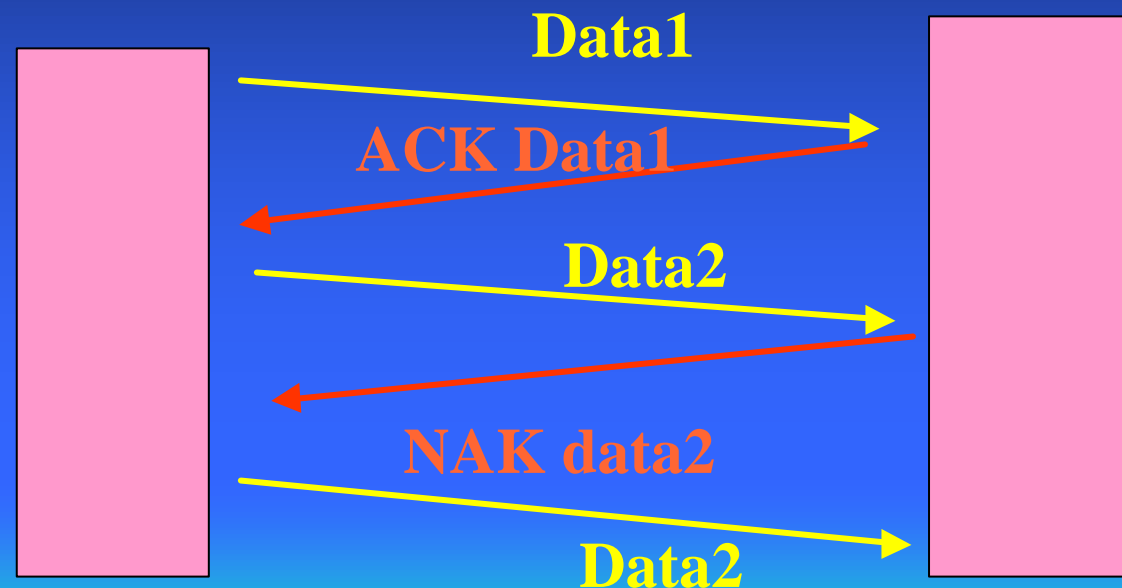
Yleisiä protokollakerroksen tehtäviä

Kukin kerros voi suorittaa yhden tai useamman seuraavista tehtävistä

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

Virhevalvonta (error control)

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



Pohdittavaa!

- Mistä vastaanottaja voi tietää onko sanoma virheellinen vai ei?
- Entä, jos sanoma tai sen kuittaus katoaa kokonaan eikä lähettäjä saa mitään vastausta lähettämänsä sanomaan. Miten tällöin lähettäjän tulisi toimia?
- Missä tilanteissa on mahdollista, että vastaanottaja saa useaan kertaan saman sanoma (kaksoiskappale eli duplikaatti)?

Vuonvalvonta (flow control)

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



Ruuhkanvalvonta (congestion control)

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

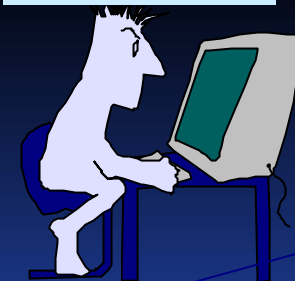
Pohdittavaa!

- 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?

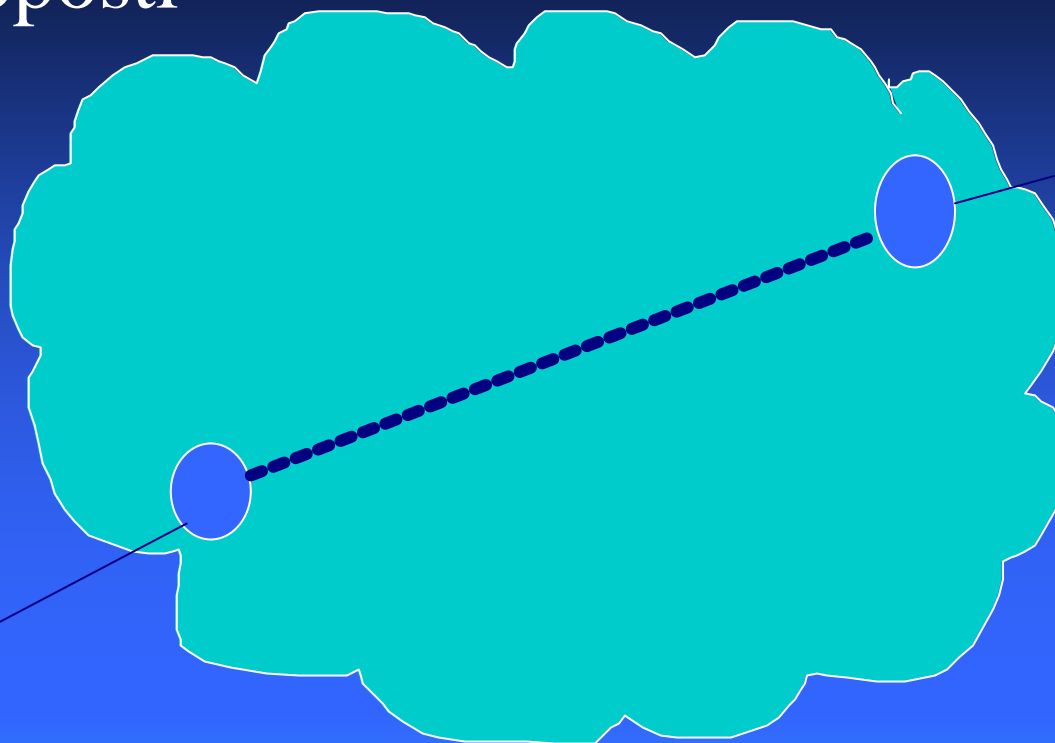
Etäsovelluksen tietoliikennepalvelut

- sähköposti

*HEI,
mites
menee?*



*HEI,
mites
menee?*





sanoma



Mail system

Mail system

postiprotokolla



siirtoprotokolla



lähetysprotokolla



yhteydenotto

Tarkistukset,
korjaukset

Bittien lähetys
ja vastaanotto

..00100100100011101101011..



sanoma

sanoma



3-PDU



2-PDU



1-PDU



1.5 Viitemalleja

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

TCP/IP -viitemalli

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

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'

5

Sovelluskerros

PDU:t

sanoma

4

Kuljetuskerros

segmentti

3

Verkkokerros

datagrammi

2

Linkkikerros

kehys

1

Fyysinen kerros

1-PDU

Internet-protokollapino

Internet-pinon kerrokset

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



- **Kuljetuskerros**

- sovelluskerroksen sanomat asiakkaalta palvelimelle ja päinvastoin

- **TCP**-protokolla

- luotettava yhteydellinen protokolla

- **UDP**-protokolla

- epäluotettava yhteydetön protokolla

- 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



- Linkkikerros

- kehyksen siirto yhden linkin yli
- mitä tahansa linkkiprotokollia
 - esim. PPP, Ethernet, atm

- Fyysinen kerros

- bittien siirto
- riippuu käytetystä siirtomediasta

OSI-viitemalli

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

OSI-mallin kerrokset

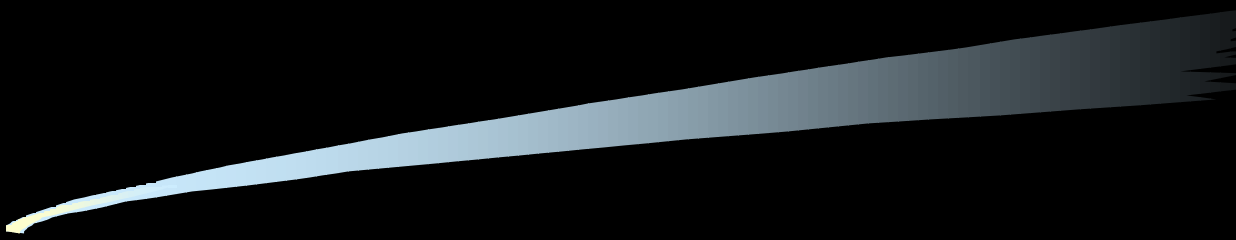
- Sovelluskerros (Application layer)
- **Esitystapakerros** (Presentation layer)
- **Istuntokerros** (Session layer)
- Kuljetuskerros (Transport layer)
- Verkkokerros (Network layer)
- Siirtoyhteyskerros (Data link layer)
- Peruskerros (Physical layer)

Istuntokerros

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

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

==> virheen havaitsemista ja virheestä toipumista joka kerroksella

1.6. Esimerkkejä verkoista

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

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: GSM, WAP, GRPS, UMTS

Palvelut käyttäjän näkökulmasta

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