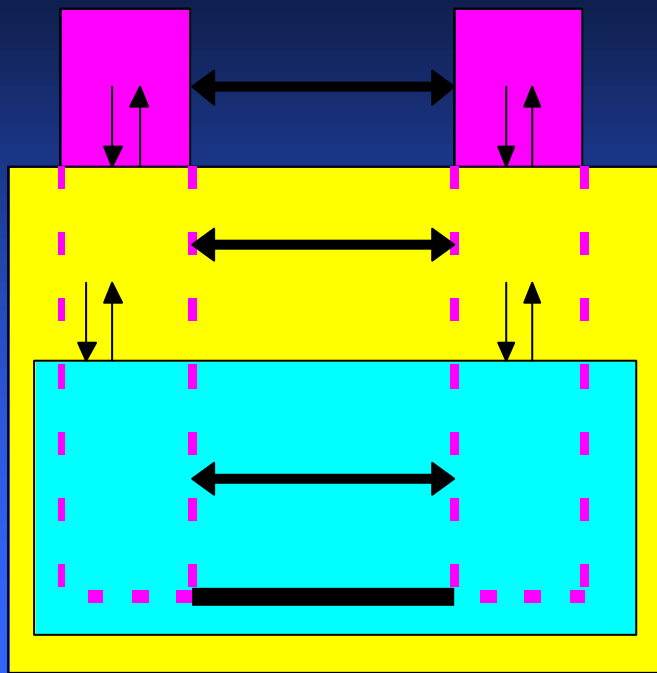


1.4. Tietoliikenneohjelmistot eli protokollat

- 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

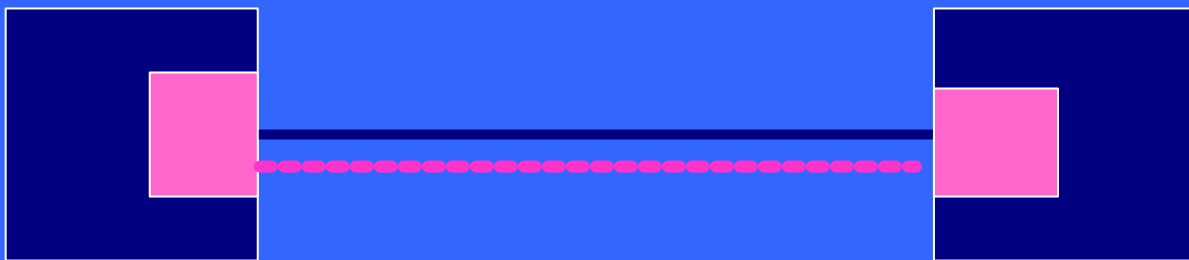


- monimutkaisuuden hallinta =>
jaetaan kerroksiin (layer)
 - kerros ~ abstrakti kone
- tietokoneverkot <=> verkkoprotokollat

Mitä monimutkaisuutta?

kaksipisteysteys

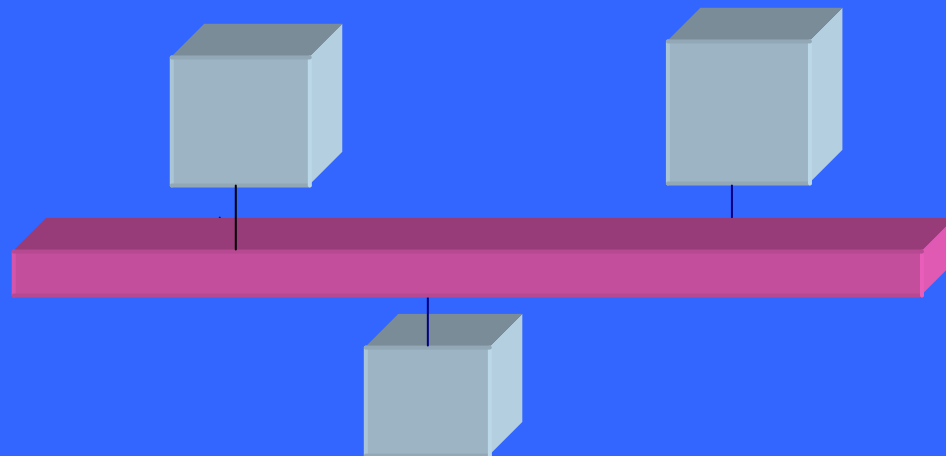
- datan koodaus sähköisiksi signaaleiksi
- siirtovirheiden havaitseminen ja korjaaminen
- lähettäjä ei saa lähettää enempää kuin vastaanottaja voi käsitellä



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

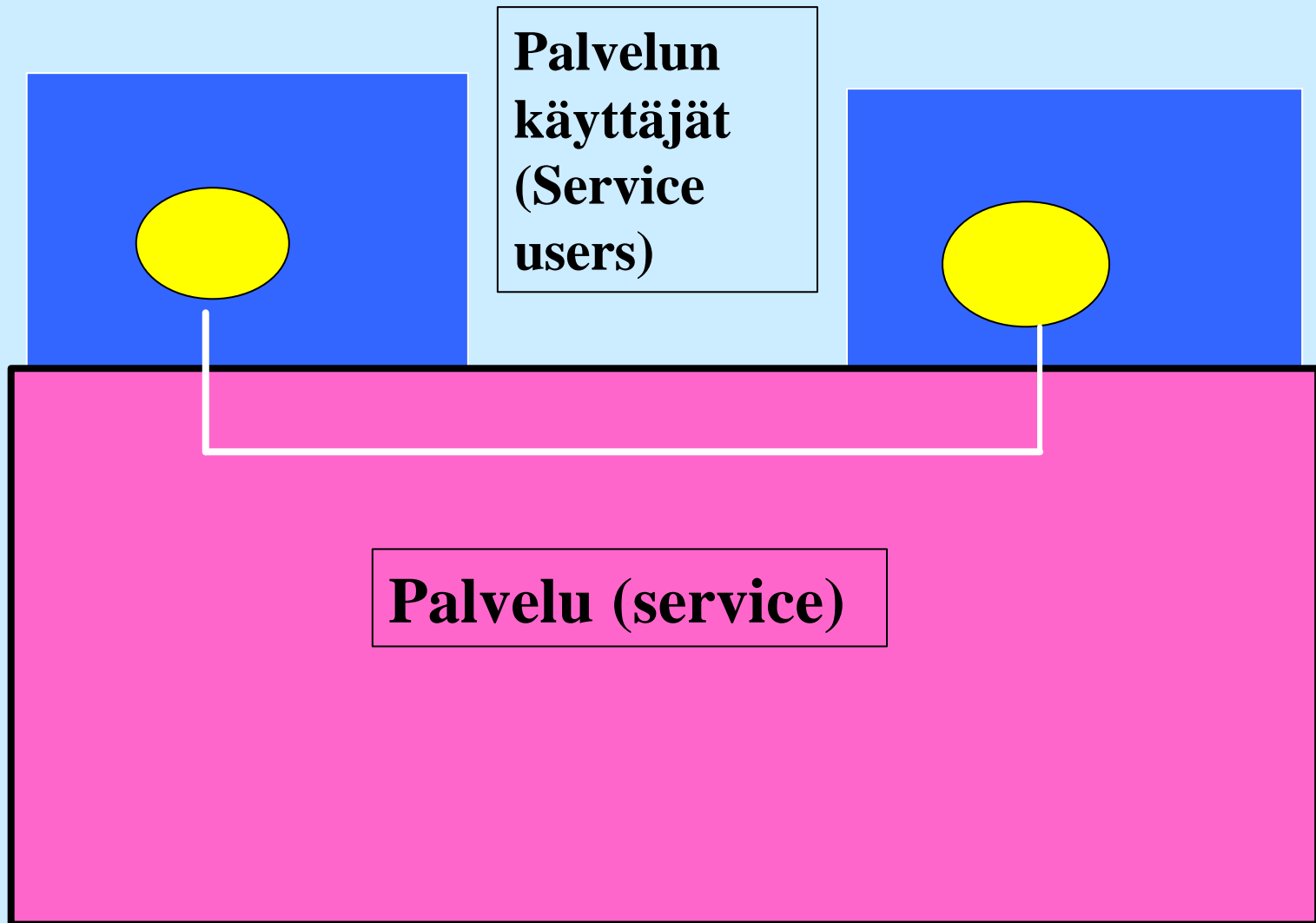
- ~ abstrakti datatyyppi, olio

- **protokolla**

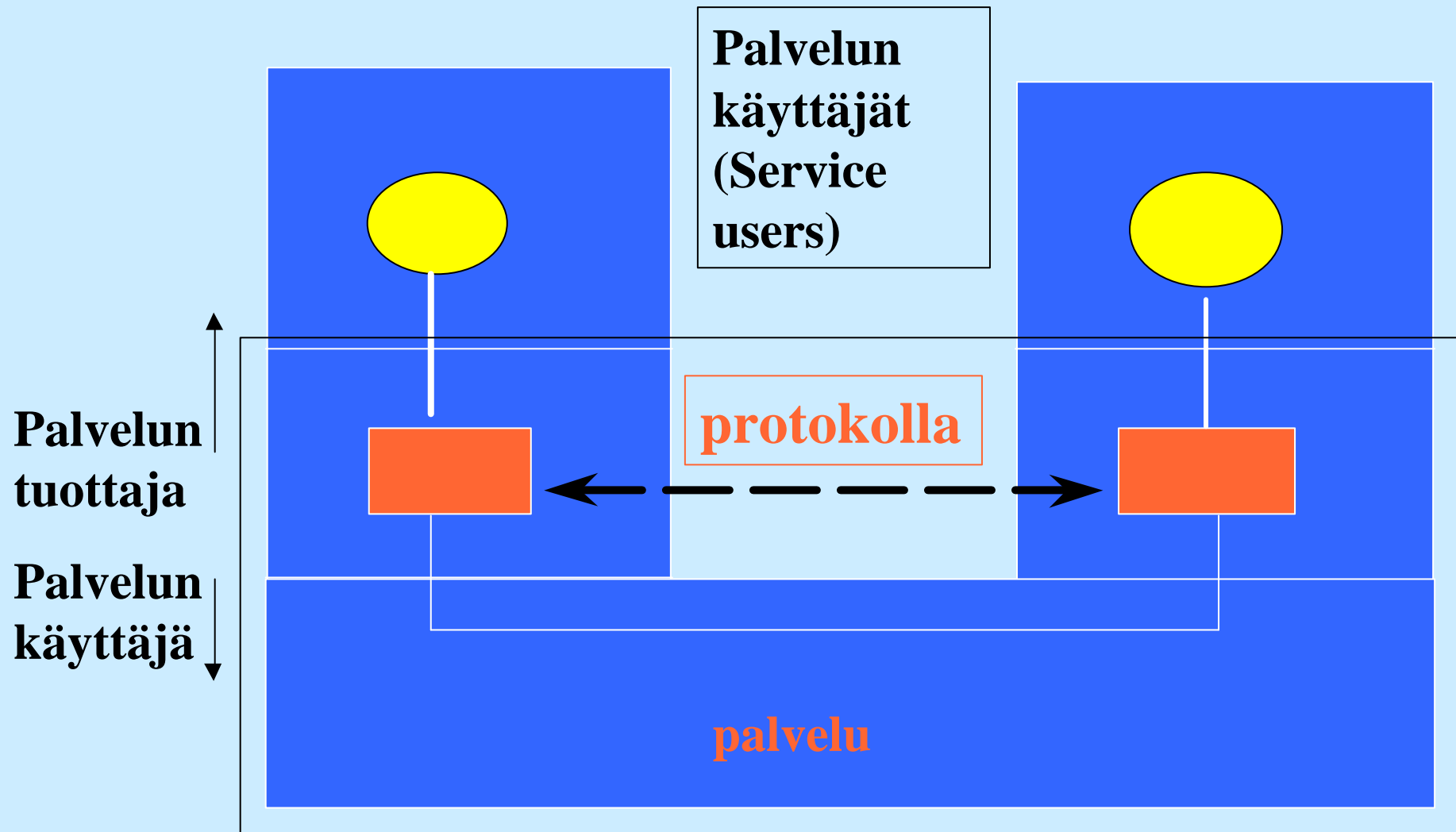
joukko sääntöjä, jotka määräävät, miten vaihdetaan sanomia (muoto, järjestys, ..)

- ~ palvelun toteutus, joka ei näy käyttäjälle

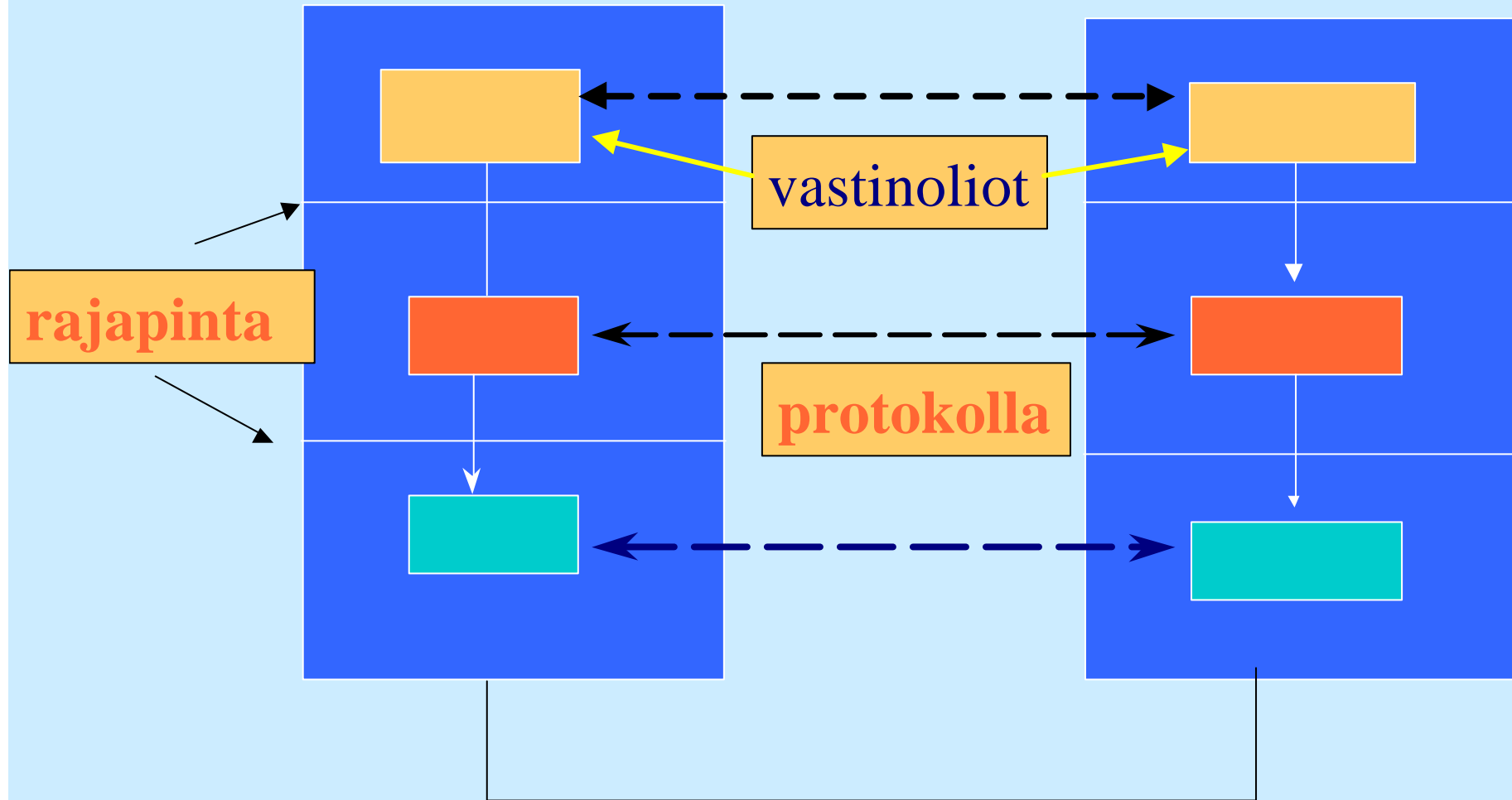
Service user /service



Service /service user/ service provider



Interface / peer entity / protocol



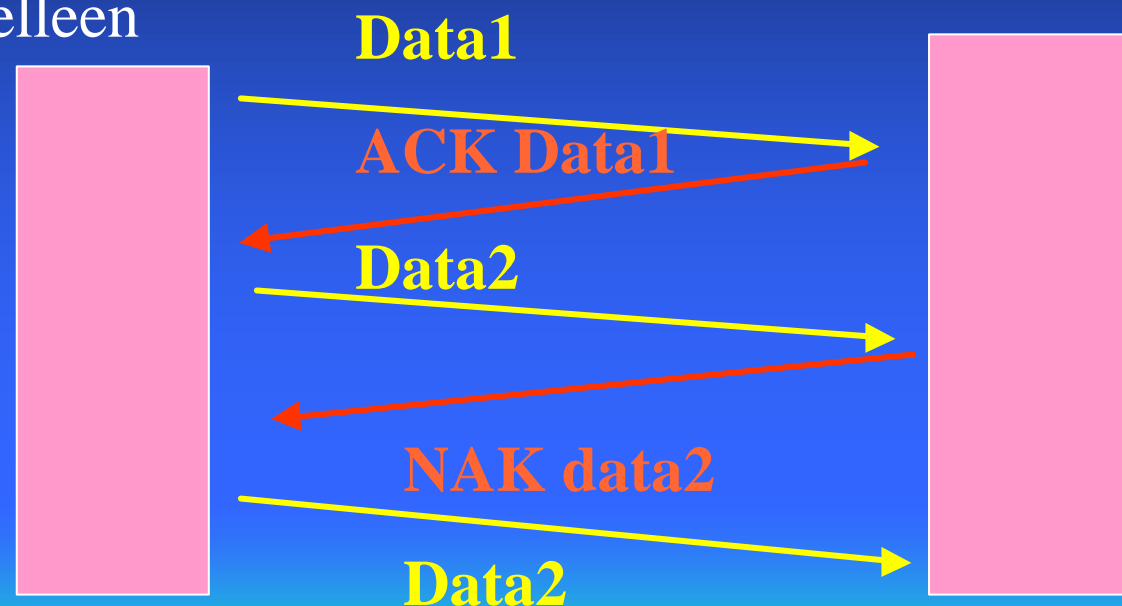
Protokollakerrosten tehtävät yleisesti

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)
 - kuitaan 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 lähettämäänsä 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

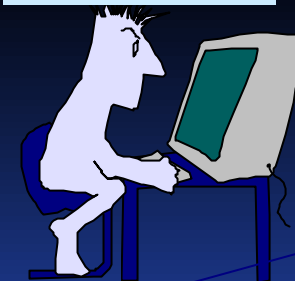
Pohdittavaa!

- 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?

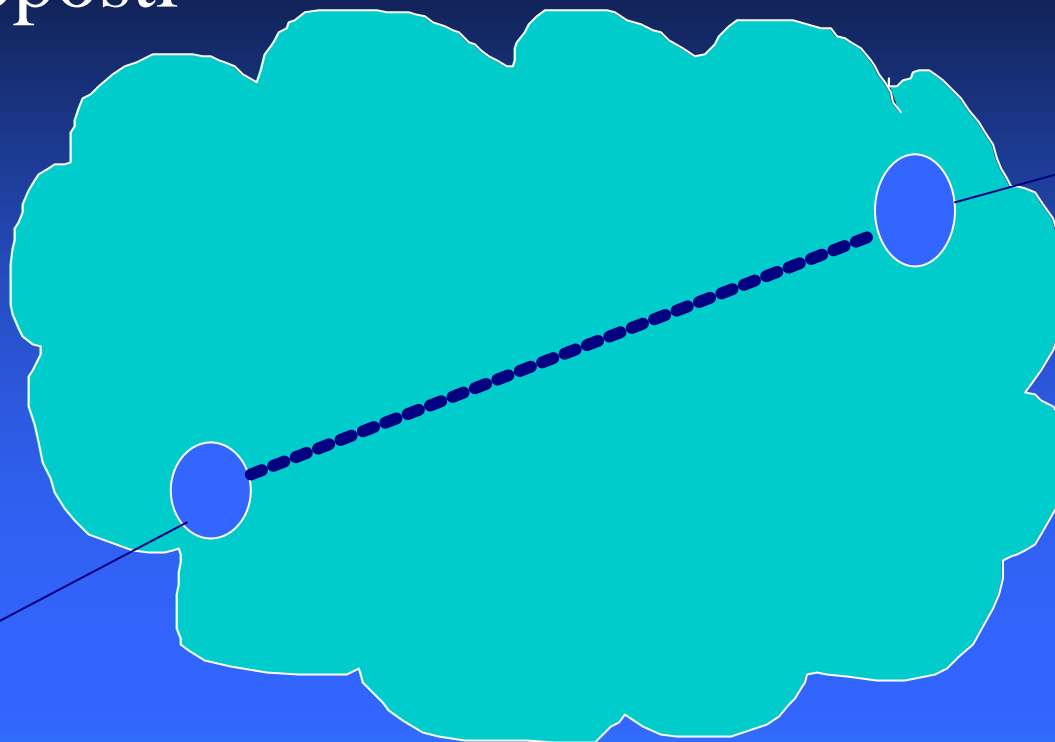
Etäsovelluksen tietoliikennepalvelut

- sähköposti

*HEI,
mites
menee?*



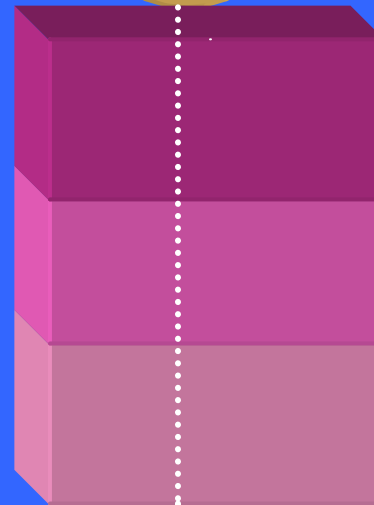
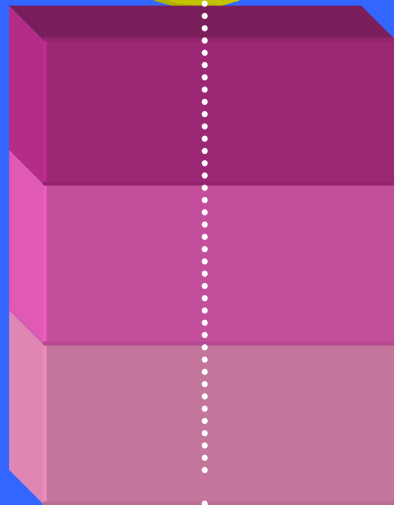
*HEI,
mites
menee?*





**Mail
system**

**Mail
system**



yhteydenotto

Tarkistukset,
korjaukset

Bittien lähetys
ja vastaanotto

..00100100100011101101011..

1.5 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

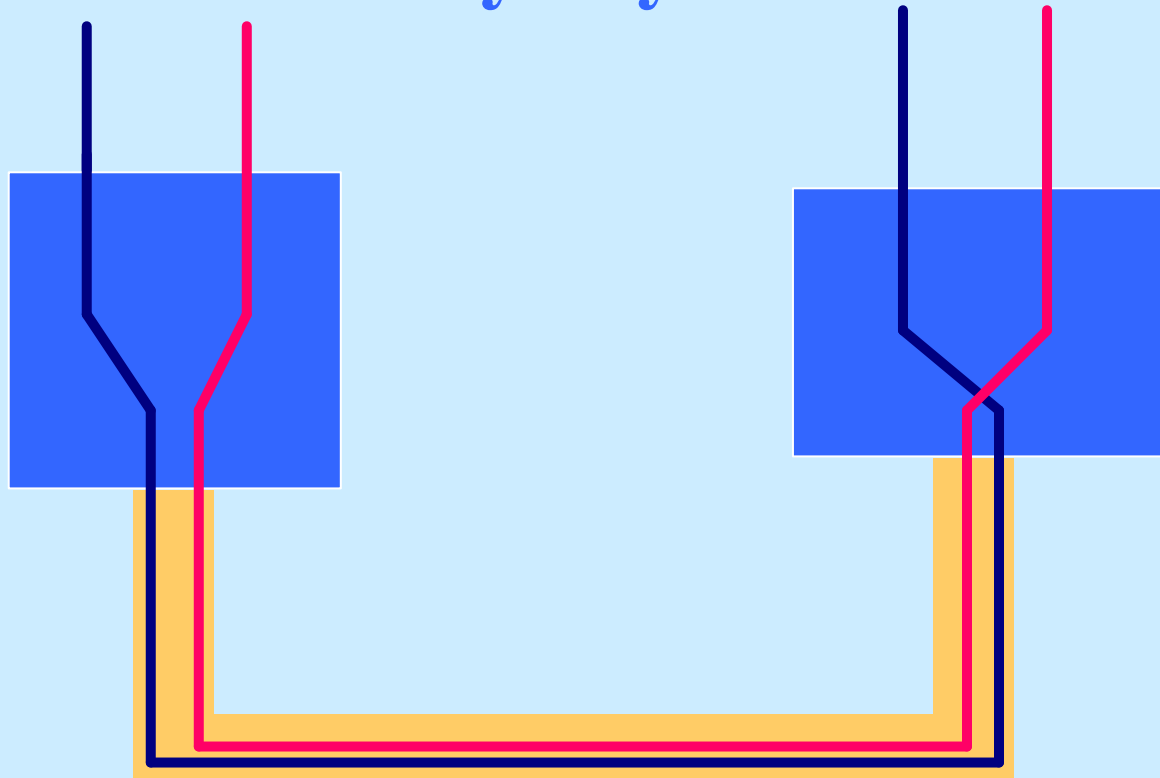
- sanomien jako paketeiksi
- pakettien reititys verkon läpi lähdekoneelta kohdekoneelle
 - verkkojen heterogeisuus
 - erilaisia tiedonsiirto ja kytkentäteknologioita
 - osoittaminen, protokollat, paketin koko
- verkon ruuhkautumisen estäminen
- laskutus

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

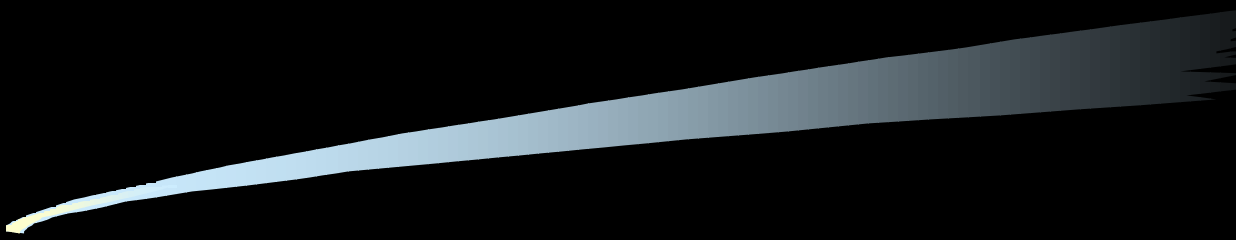
- jäsentää ja tahdistaa tietojen vaihtoa
- istunnossa
 - kommunikointitapa
 - kaksisuuntainen / yksisuuntainen
 - lähetysvuoronsäätely yksisuuntaisessa kommunikoinnissa
 - vuoromerkki varmistaa, että vain toinen osapuoli tekee tietyn toiminnon
 - kommunikoinnin tahdistus
 - esim tiedostonsiirrossa

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** ,

1.6. 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
 - $\Rightarrow 8$ Mbps
- Kaapeli-TV
 - kaapelimodeemi, yleislähetys
- lähiverkosta
- langaton yhteys: GSM, WAP, GRPS, UMTS

Palvelut käyttäjän näkökulmasta

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