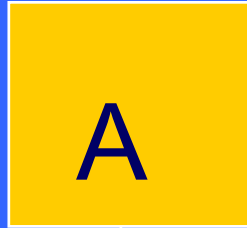


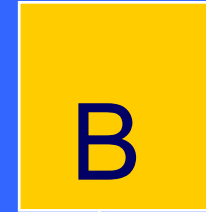
..128.214.4.29 ..

IP-paketissa
on vain
vastaan-
ottajan IP-
osoite



B:n
verkko-
osoite

..128.214.4.29 ..



128.214.4.2
66-55-44-33
22-11

Pitää saada selville
IP-osoitetta vastaava
verkko-osoite.

Yleislähetystenä
kysely: 'Kenen IP-
osoite 128.214.4.29 ?'



Jokaisella koneella
oma ethernet-osoite
(48 bittiä), jota
käytetään MAC-
kehyksessä

- **Jos A:lla ei ole tietoa ARP-taulussaan, niin A lähettää ARP-kysely yleislähetyksenä**
 - » **“Kenen IP-osoite on 128.214.4.29?”**
- **Kone B, joka tunnistaa oman IP-osoitteensa lähettää A:lle vastauksena ARP-paketin**
 - » **“Koneen 66-55-44-33-22-11 IP-osoite on 128.214.4.29!”**
- **A lähettää IP-paketin B:n LAN-osoitteella MAC-kehyksessä.**

- **optimointia:**

- **kyselyn tulos välimuistiin**

- » **talletetaan muutaman minuutin ajan**

- **tyypillisesti 20 minuuttia**

- **kyselijä liittää omat osoitteensa kyselyyn**

- **alustettaessa jokainen laite ilmoittaa osoitteensa muille**

- » **kysyy omaa osoitettaan**

- » **jos tulee vastaus, niin konfigurointivirhe**

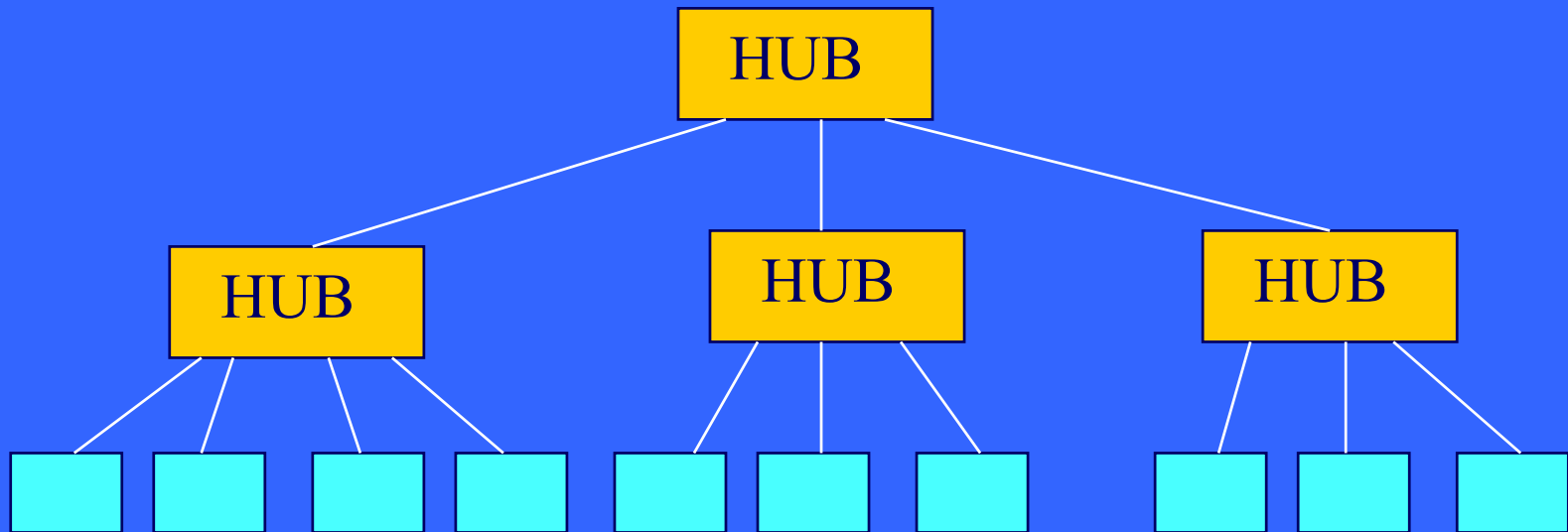
5.6 Keskitin (hub), silta (bridge) ja kytkin (switch)

- LAN-verkkojen yhdistäminen
- keskittimillä (hub)
 - » toistin, toimii perustasolla, käsittelee bittejä
 - » lähettää vastaanottamansa bitit kaikille muille
 - » yhteinen **törmäysalue** => vain pieniin verkkoihin
 - » vain samanlaisiin verkkoihin
- silloilla ja kytkimillä
 - » linkkitason olioita
 - » voivat **periaatteessa** yhdistää myös erilaisia verkkoja
 - mitä erilaisempia sen hankalampaa

Käyttötarpeita

- osastoverkot
- maantiede: hajautus
- etäisyydet: yhdistäminen
- kuormituksen jakaminen
- häiriöiden rajoitus paikalliseksi
- suojaus: lähiverkkojen looginen eristäminen

Yhdistäminen keskittimillä



Yhteinen törmäysalue: vain yksi koneista voi samaan aikaan lähettää. Jos usea lähettää, tuloksena törmäys.

Keskitinyhdistämisen

- Etuja

- voidaan yhdistää eri osastojen lähiverkot
- suuremmat etäisyydet
- rajoitetummat vikatilanteet

- Haittoja

- sama kapasiteetti jaetaan useammalle
- teknologialtaan erilaisia verkkoja ei voida yhdistää
- vain rajallinen määrä laitteita

SILTA (Tuntumaton silta)

(transparent bridge, spanning tree bridge)

- tavoitteena tuntumattomuus
 - » ‘plug and play’
 - ei mitään muutoksia laitteistoon, ohjelmistoon
 - ei reititystaulujen ja parametrien asettelua
 - ei vaikuta itse LANien toimintaan
- tuntumaton silta
 - vastaanottaa kaikki siihen kytketyiltä LANeilta tulevat kehykset
 - joko hylkää tai ohjaa edelleen

- Tuntumaton silta
 - tekee itse kaikki ohjausratkaisut
 - silta alustaa itse itsensä
 - silta sopeutuu dynaamisesti verkon muutoksiin
- eri LANeista voi tulla sanomia yhtäaikaa
 - talletetaan puskureihin
- edelleen lähetettävistä sanomista valmistetaan niiden kohdeverkkoa vastaava kehys

Sillan portit

- Lähiverkko liitetään siltaan **portin** kautta
 - yksinkertaisissa silloissa vain kaksi porttia
 - monipuolisissa useita => kytkimiä (switch)
- Portti
 - MAC-piiri
 - noudattaa lähiverkon protokollaa
 - esim. CSMA/CD
 - ohjelmisto
 - huolehtii alustuksesta
 - puskurin hallinnasta

Sillat ohjaavat kehykset toisiin LANeihin

- siltojen siltataulut

laite-
osoite portti

A	1
B	1
C	2
D	2
F	2

Silta B1

Laite-
osoite portti

B	1
C	1
D	2
H	3

Silta B2

okaisella
itteella oma
ksikäsittei-
en osoite

Siltataulut

- Alkutilanteessa kaikkien siltojen siltataulut ovat tyhjiä.
- Siltataulua päivitetään aina, kun kehys saapuu.
- Vanhentuneet tiedot poistetaan.
 - ajastin laukeaa

Silta käsitlee kaikki kehukset:

Kehys: lähdeLAN X; kohdeLAN Y; tuloportti I;

- Lähde ja kohde siltataulussa

- X ja Y samassa portissa => hylkää kehys
- X ja Y eri porteissa => lähetä eteenpäin
- päivitä X, I

- Lähde ei taulussa

- lisää X, I, aika => silta oppii (backward learning)

- Kohde ei taulussa

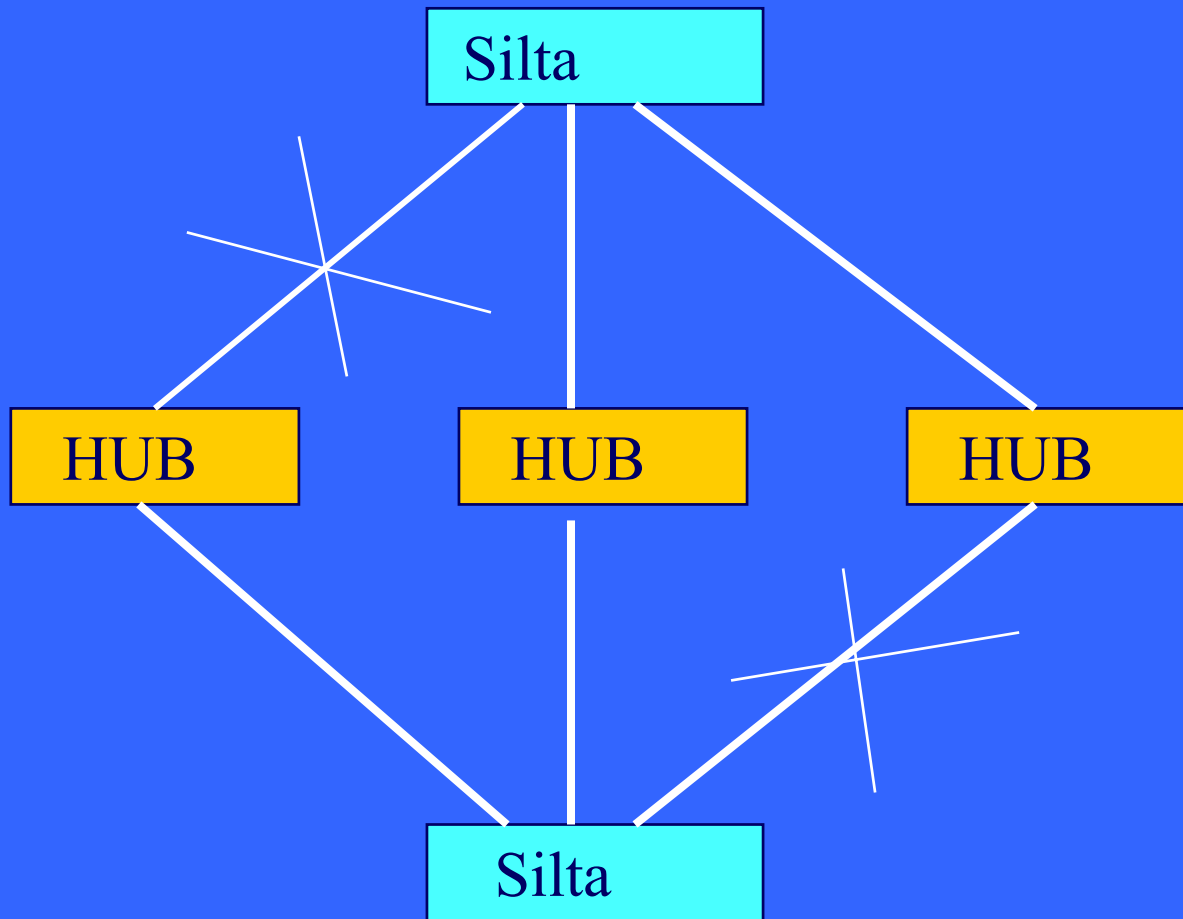
- lähetä Y kaikista muista porteista => tulvitus
- päivitä X, I

Tulvitus (flooding)

- tulvitus on ongelma
 - sanomat jäävät kiertämään silmukoissa
 - koko verkko tukkeutuu
- **siis silmukoita ei saa muodostua!**
 - eli verkon loogisen rakenteen pitää olla puu
 - muodostetaan verkolle ns. virittävä puu (spanning tree)

Virittävä puu

- sillat muodostavat ja ylläpitävät
 - valitse juuri
 - silta, jolla pienin sarjanumero
 - valitse kustakin sillasta/ LAN:ista lyhin reitti juureen
 - ⇒ **virittävä puu**
 - muut sillat jäävät käyttämättä
 - tulvitus vain **virittävän puun siltoja pitkin**



Siltojen edut

- verkkojen ja asemien määrää helppo kasvattaa
- erilaisia lähiverkkoa
- sillat eivät näy ylemmille kerroksille
- voidaan kerätä tietoja ja säädellä pääsyä
- luotettavuus ja suorituskyky kasvaa

Siltojen haitat

- sillat puskuroivat ja aiheuttavat viivettä
- ei vuonsäätelyä \Rightarrow sillan kapasiteetti voi ylittyä
- kehysrakenteen muuttaminen \Rightarrow virheitä jää havaitsematta
- **Yleisesti edut selvästi suuremmat kuin haitat**

Kytkin (switch)

- Erittäin suorituskykyisiä, moniporttisia siltoja
 - silloissa muutamia portteja
 - kytkimissä kymmeniä portteja (liitännöjä)
 - portit voivat olla erinopeuksisia
 - kaksisuuntainen lähetys (full-duplex)
 - verkohallintapiirteitä, **suorakytkentä** (cut-through)
- Koneet voidaan liittää suoraan kytkimeen
 - kukin kone voi lähettää täydellä nopeudella
 - ei törmäyksiä!

Erittäin nopeat lähiverkot (High-speed LANs)

- nopeus \gg 10 Mbps, 100 Mbps - 10 Gbps
- eri ratkaisuja
 - **Fast Ethernet, Gigabit Ethernet**
 - FDDI, HIPPI, WLAN, atm, jne
 - Näitä ei käsitellä kurssilla!

5.8. PPP-protokolla

- Linkkitason protokollia on useita
 - **HDLC** (High-level Data Link Control)
 - useita, enemmän tai vähemmän toisistaan poikkeavia yhteensopimattomia versioita
 - ei käsitellä kurssilla
 - **PPP** (Point-to-Point Protocol)
 - soittoyhteys modeemin tai ISDN:n kautta tietokoneeseen
 - yleisimmin käytettyjä linkkiprotokollia

PPP (Point-to-Point Protocol)

- IETF:n vaatimuksia
 - hyvin toimiva kehystys
 - kehysten virhetarkistus (virheellinen kehys tuhotaan!)
 - havaitsee, jos yhteys ei toimi ja ilmoittaa tästä verkkokerrokselle
 - useat verkkokerroksen protokollat voivat käyttää
 - verkko-osoitteista sopiminen: mm. IP-osoitteet neuvoteltavissa yhteyden muodostuksen aikana
 - autentisointi mahdollista
 - **ei vuonvalvontaa**

PPP-kehys

Tavuja 1 1 1 1-2 vaihtelee 2-4 1

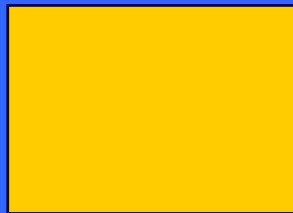


- **lipputavu 01111110,**
 - **tavunlisäys (byte stuffing) DLE = 01111101**
- **osoitekenttä aina 11111111 (=yleislähetys)**
- **kontrollikenttä aina 00000011**
 - **osoite- ja kontrollikenttä voidaan jättää kokonaan pois**
- **protokolla: mille protokollalle data on tarkoitettu**
 - **esim. IP, IP:n Control Protocol, PPP:n Link Control Protocol**
- **data: sisältää ylemmälle protokollalle tarkoitettua dataa**
 - **maksimi sovitaan, oletusmaksimi 1500 tavua**
- **CRC: tarkistusbitit;**

Tavunlisäys

jos datassa on lipputavu 01111110 ?

... 01111110....

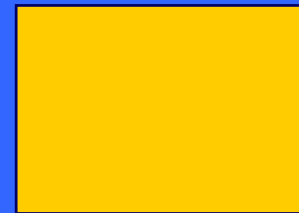


Lisätään eteen DLE-tavu = 01111101

... 0111111001111101...



... 01111110....



Entä, jos datassa on ..0111101 ...?

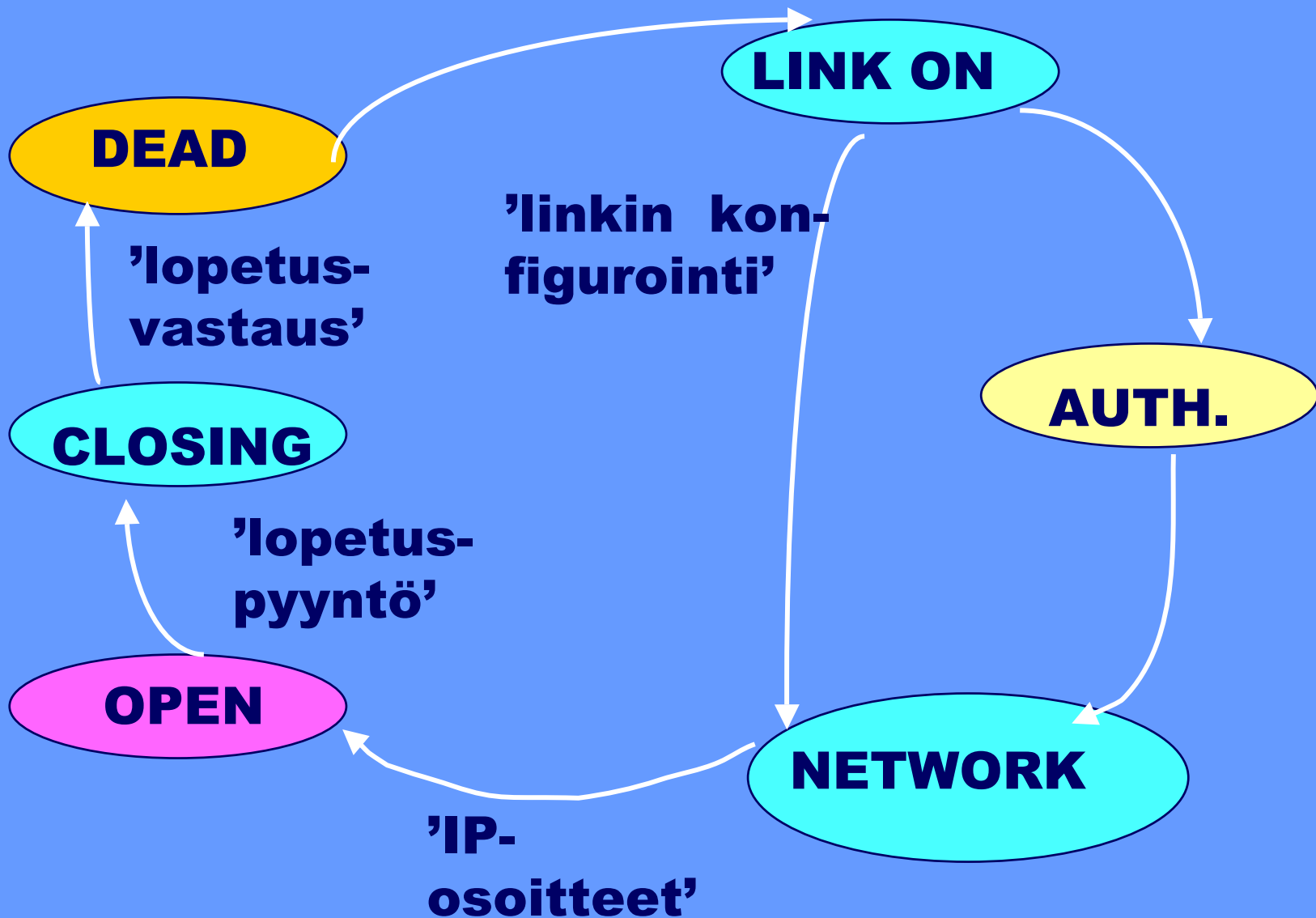
- **LCP (Link Control Protocol)**

- » muodostaa ja testaa linjayhteyksiä
- » neuvottelee yhdeyden ominaisuuksista
- » purkaa yhteyden, kun sitä ei enää tarvita
- » vrt. TCP-yhteys

- **NCP (Network Control Protocol)**

- » neuvottelee verkkokerroksen optioista
- » oma NCP kullekin verkkoprotokollalle
- » TCP/IP: tärkein tehtävä IP-osoitteen antaminen päätteelle dynaamisesti

**'soitto
modeemilla'**



Yhteydenotto PPP:llä

- soitto modeemilla reitittimeen
 - » fyysinen yhteys
- PPP-parametrien valinta
 - » LCP-paketteja vaihtamalla
- verkkokerroksen konfigurointi
 - » TCP/IP: IP-osoitteen antaminen PC:lle
 - » PC => tilapäinen Internet isäntäkone
- PC voi lähettää ja vastaanottaa tavallisen isäntäkoneen tapaan

Yhteyden purku

- **NCP purkaa verkkoyhteyden ja vapauttaa IP-osoitteen**
- **LCP purkaa siirtoyhteyskerroksen**

Linjayhteyden muodostus

- **Dead**
 - » ei kantaaltoa, ei peruskerroksen yhteyttä
- **Link (Established)**
 - » peruskerroksen yhteys muodostettu
 - » sovitaan LPC-optioista
- **Authenticate**
 - » osapuolet varmistuvat toistensa identiteetistä
- **Network**
 - » NCP konfiguroi verkkokerroksen

- **Open**
 - » **tiedonsiirto voi alkaa**
- **Closing**
 - » **kun tiedonsiirto suoritettu => lopetustilaan**
 - » **tästä palataan alkutilaan lopettamalla kantoaalto**

LPC-pakettityypit

- optioista ja niiden arvoista sopiminen

- **Configure-**

- » request ehdotettuja optioita ja arvoja
 - » ack kaikki hyväksytään
 - » nak optioita, joita ei voida hyväksyä
 - » reject optioita, joista ei voida neuvotella

- linjan sulkeminen

- **Terminate-**

- » request linjan sulkemispyyntö
 - » ack OK, linja suljetaan

- **tuntemattomat sanomat**

- **Code-reject** tuntematon pyyntö
- **Protocol-reject** tuntematon protokolla

- **linjan testaus**

- **Echo-request** palauta tämä kehys
- **Echo-reply** tässä kehys takaisin
- **Discard-request** hylkää tämä testisanoma

Yhteenveto

- **Sovelluskerros: sovelluksen tarpeet**
 - HTTP, DNS, SMTP
- **Kuljetuskerros: sanomien kuljetus prosessien välillä luotettavasti**
 - TCP: virheet, vuon- ja ruuhkanvalvonta; UDP
- **Verkkokerros: reititys koneiden välillä**
 - IP, osoitteet, reititysprotokollat, reititin
- **Siirtoyhteyskerros: kahden solmun välillä**
 - MAC: CSMA/CD, CDMA; PPP
 - Ethernet, silta

Kiitos kestävyydestä!

