



# 6. Erilaisia verkkoja

---

**LAN, MAN ja WAN**

# SOVELLUKSI

SOVELLUSPROTOKOLLI:  
HTTP, SMTP, SNMP, FTP, TELNET, ..

TCP (UDP)

IP

**Erilaisia verkkoja:** kuulosteluverkko ('Ethernet'),  
vuororengas, *vuoroväylä*, atm, fddi, *dqdb*, X.25, puhelinverkko,  
satelliittiverkko, **gsm**, valmistajien omat verkot, ...

Erilaisia linkkikerroksia

HDLC, PPP

MAC-protokollia

Erilaisia tapoja lähettää generoida ja siirtää bittejä

# Paljon erilaisia verkkoja!

## □ LAN

- **Ethernet**
- **Vuororengas (802.4, Token Ring)**
- **langaton lähiverkko WLAN (wireless LAN, 802.11)**
- **Atm (?)**

## □ MAN

- **FDDI, DQDB**

## □ WAN

- **puhelinverkko, X.25, kehysvälitys (frame relay)**
- **atm**

# 6.1 Lähiverkkostandardi IEEE 802:

## LAN- ja MAN-verkoille

- 802.1 Johdanto, rajapintaprimitiivit
- 802.2 LLC (Logical Link Control)
- 802.3 CSMA/CD (kuulosteluväylä)
- 802.4 Token bus (vuoroväylä)
- 802.5 Token ring (vuororengas)
- 802.6 DQDB (Distributed Queue Dual Bus)
- **802.11 langaton LAN**

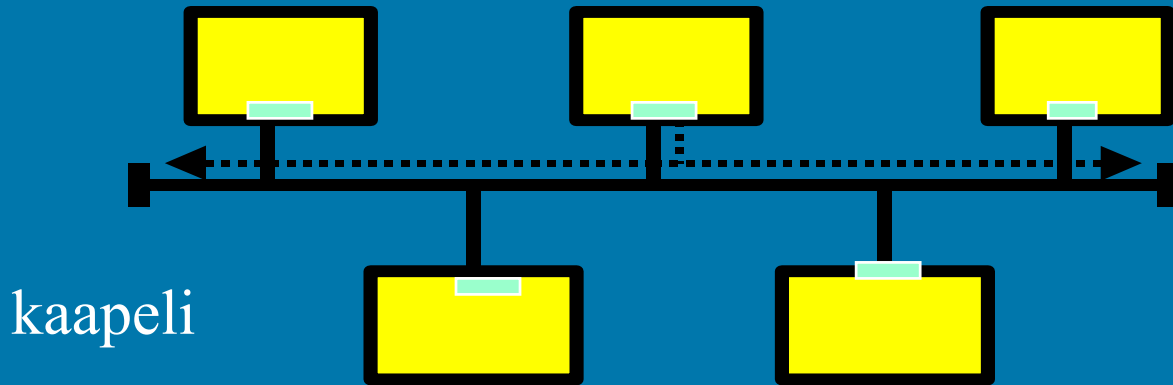
# Ethernet-lähiverkko

## □ Yleisin lähiverkkoteknologia

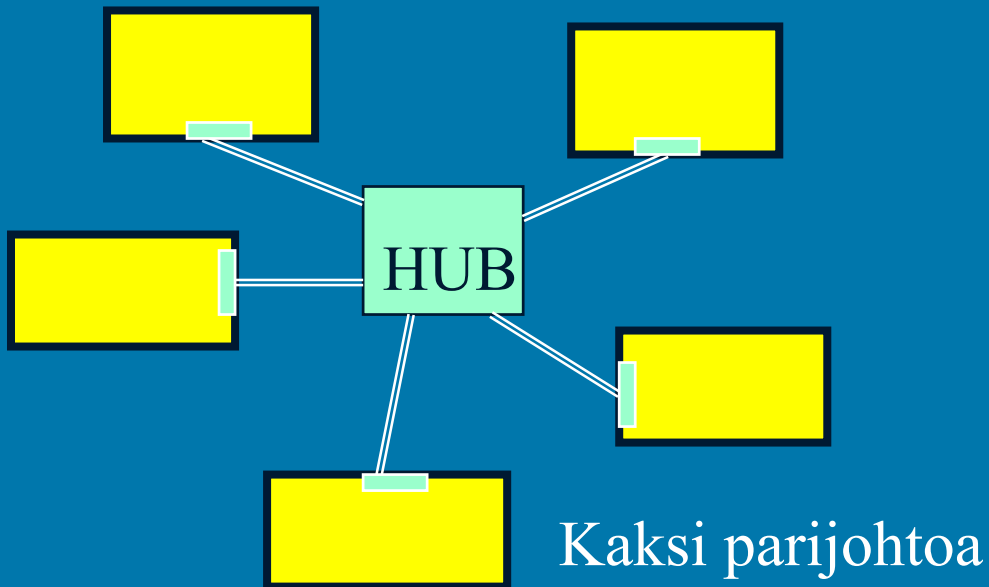
- CSMA/CD (kuulosteluväylä)
  - kuunnellaan, ja jos vapaa, lähetetään
  - jos syntyy törmäys, odotetaan satunnainen aika
    - binary exponential backoff
- ei kuittauksia, ei prioriteettejä
- paljon erilaisia kokoonpanoja
  - 10BASE5, 10BASE2, 10BASE-T, 10BROAD36, 10BASE-F
  - 100BASE-T
  - 1000BASE-LX, 1000BASE-SX (kuitu)

# Eetteriverkon rakenne

□ väylä



◆ Kytкин tai keskitin



# Erittäin nopeat Ethernet-verkot

- ❑ Klassisen version nopeus 10 Mbps
- ❑ 100 Mbps (fast Ethernet)
- ❑ Gigabit Ethernet
- ❑ 10 Gigabit Ethernet
- ❑ 100 Gigabit Ethernet
- ❑ Terabit Ethernet

# Vuororengas (802.5)

- rengas on ketju kaksipisteyhteyksiä
  - ei siis yleislähetystä
  - tekniikka hallussa
    - digitaalitekniikkaa (melkein kokonaan)
      - kierretty pari
      - koaksiaalikaapeli
      - valokuitu
  - IBM:n valinta
  - enää melko vähäisessä käytössä



# Lähetys vuororenkaassa

- ❑ renkaassa kiertää vuoromerkki
  - erityinen bittikuvio
- ❑ vuoromerkin tulee mahtua renkaaseen
  - kunkin aseman aiheuttama viive (1 bitti)
    - öisin keinotekoinen viive
  - siirtoviive
- ❑ kuuntelumoodi
  - kopioi bittejä sisääntulosta ulosmenoon

## □ lähetysmoodi

- vain jos on vuoromerkki
- omaa dataa siirretään ulosmenoon

## □ lähetetyt bitit kiertävät koko renkaan ja lähettäjä poistaa ne

– voi tutkia, onko kehyksissä virheitä

## □ lopetettuaan lähettäjä lähettää vuoromerkin renkaaseen

10/9/2003 – rengas ei rajoita kehyksen kokoa



□ jos kevyt kuorma

- vuoromerkki kiertelee renkaassa
- joskus joku lähettää

□ jos raskas kuorma

- kaikilla asemilla jonoa
- kaikki lähettävät maksimimäärän ja siirtävät vuoromerkin seuraavalle

- **renkaan suoritusteho lähes 100%**

# FDDI (Fiber Distributed Data Interface)

## □ vuororengas

- valokuitu
- 100 Mbps
- => 200 km
- 500 asemaa,
  - asemien väli < 2 km, kun monimuotokuitu + LED
  - yksimuotokuidulla ja laserille voi olla suurempi

## □ käyttö LANeja yhdistävänä runkolinjana

# synkronista ja asynkronista dataa

- ISDN
  - ääntä PCM-koodattuna
  - dataa
- ❑ BER < 1 virhe /  $2.5 \cdot 10^{10}$  bittiä
  - ❑ maksimi kehys 4599 tavua

# FDDI: rakenne

- kaksi valokuiturengasta
  - toisessa myötäpäivään
  - toisessa vastapäivään
- renkaan katkeaminen
  - tarvittaessa renkaat voidaan yhdistää yhdeksi
- asemat
  - A: kiinni molemmissa renkaissa
  - B: kiinni vain yhdessä renkaassa

# FDDI: protokolla

- Vuororenkään johdannainen
  - renkaassa useita lähetyksiä
    - vuoromerkki heti renkaaseen, kun oma lähetys loppunut
  - kehys hyvin samanlainen kuin vuororenkässa

# 6.2. WLAN langaton lähiverkko (Wireless LAN)

- ❑ **IEEE 802.11-standardi**
  - **IEEE 802.11: 1 ja 2 Mbps**
  - IEEE 802.11a: 6, 12, 24, 54 Mbps
  - **IEEE 802.11b: 5.5, 11 Mbps**
  - IEEE 802.11g: ~ 25 Mbps
- ❑ **ETSI: HiperLan, HiperAccess**
  - HiperLAN1: 20 Mbbps, HiperLAN2: 25 -54 Mbps
  - HiperAccess: 25 Mbps
  - HiperLink: 155 Mbps
- ❑ **Bluetooth, HomeRF**



# IEEE 802.11-standardi

- Ratifioitu 1997
  - 7 vuoden kehitystyön jälkeen
- nopeus 1 tai 2 Mbps
- 2.4 GHz:n lisenssivapaa alue
  - **MAC-kerros ~ Ethernetin kaltainen**
    - CSMA/CA (Collision Avoidance)
      - piilolähetäjäongelma (hidden terminal )
  - **fyysinen kerros**
    - kaksi eri ratkaisua radioaalloille
      - hajaspektritekniikkoja (Spread spektrum), jotka hajauttavat lähetyksen laajalle taajuusalueelle
    - infapuna-aallot

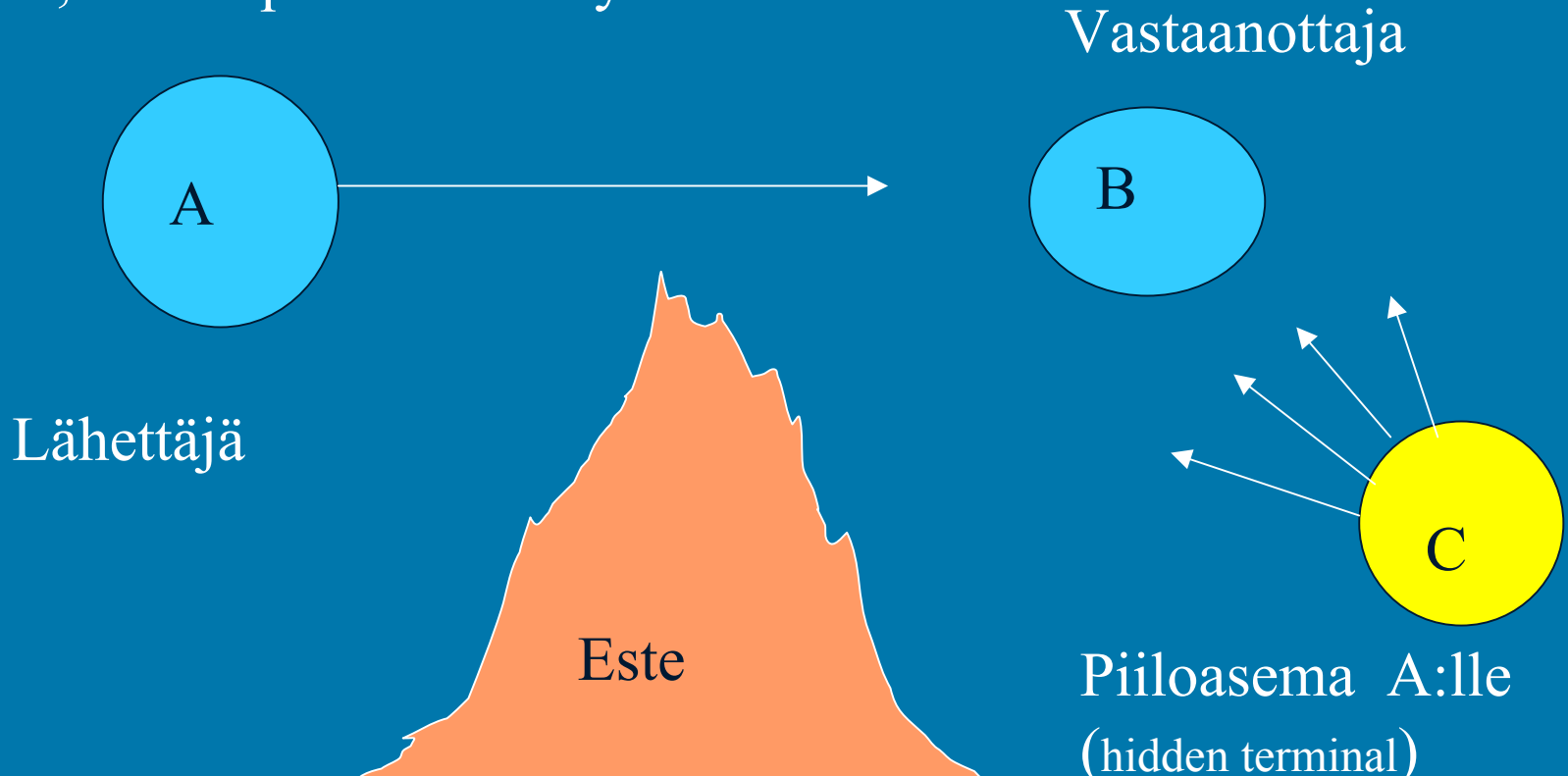
# ISM

(Industrial, Scientific, and Medical)

- Radiotaajuudet ovat säänneltyjä ja luvanvaraisia
  - ‘rajallinen luonnonvara: UMTS-lisenssit’
- ISM: Vapaassa käytössä olevia radiotaajuuksia mm. :
  - 902-928 MHz,
  - 2.4-2.483 GHz,
  - 5.15-5.35 GHz,
  - 5.725-5.875 GHz.
- Eri maissa alueiden rajat ja säännökset ovat erilaisia
- yleensä paljon häiritseviä muita laitteita
  - esim. 2.4 GHz:n taajuudelle toimivat monet mikroaaltouun
  - hyvin korkeiden taajuuksien käyttö teknisesti vaativaa

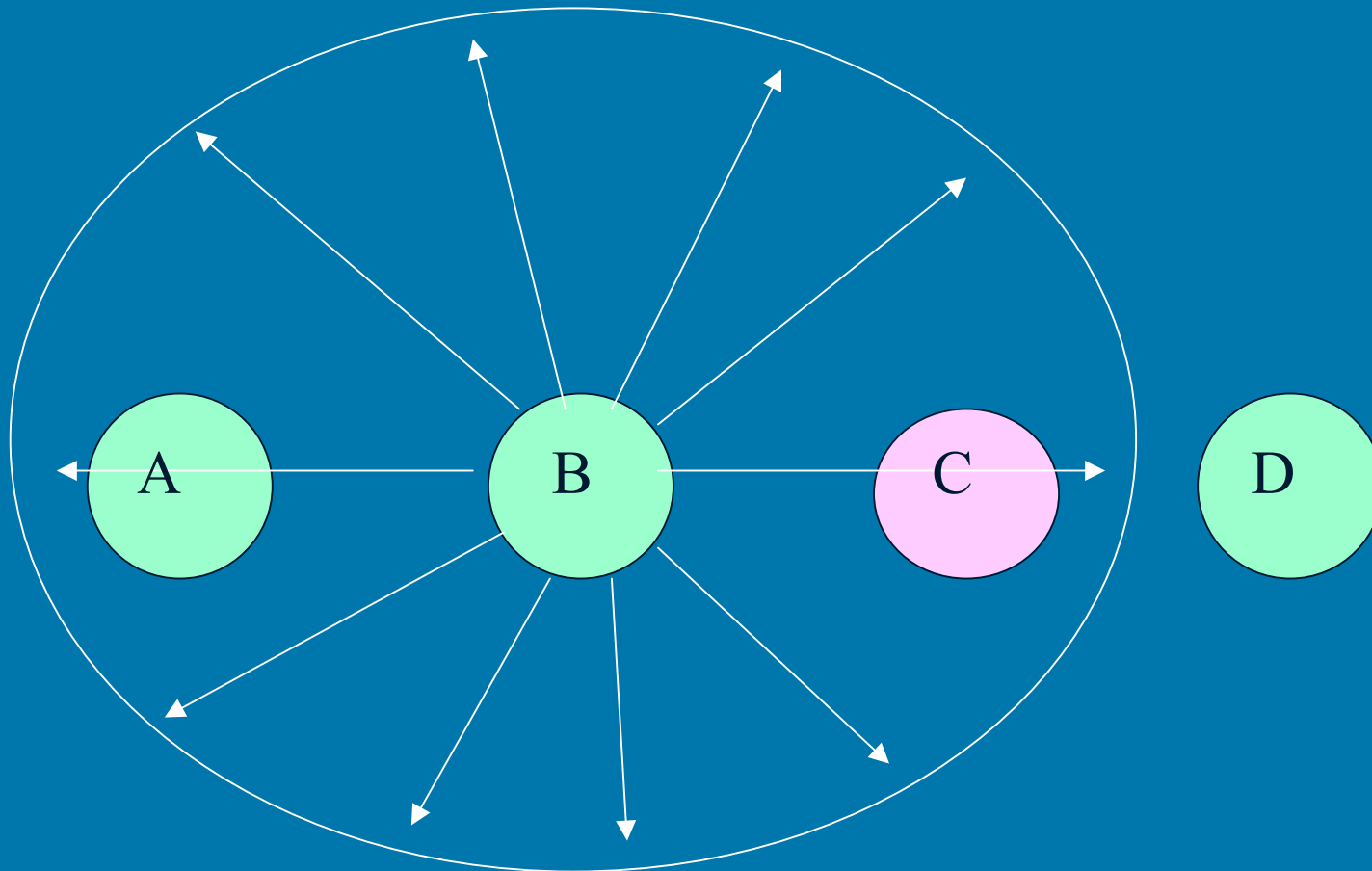
# Piiloasemaongelma (Hidden terminal)

Lähettäjä ei kuule C:n lähetystä. Jos A lähettää B:lle, niin tapahtuu törmäys!



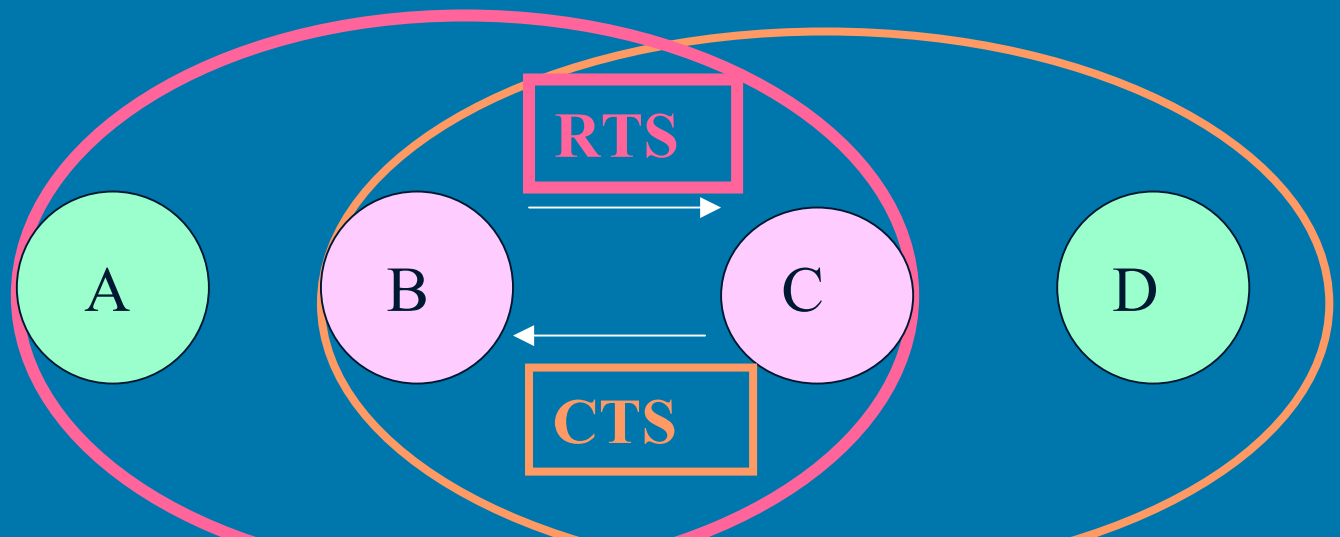
## □ exposed station problem:

- B:n lähetys A:lle estää turhaan C:tä lähettämästä D:lle



# CSMA/CA (Collision avoidance): lähetysvuoron varaaminen

- RTS (Request to send)
  - lähettäjä kysyy vastaanottajalta lähetyslupaa
- CTS (Clear to send)
  - vastaanottaja antaa luvan lähettää



# Datan lähetys B --> C

- B lähettää C:lle RTS-kehyksen (Request To Send)
  - kehyksessä datalähetyksen pituus
  - => A:n naapurit osaavat varoa
  
- C lähettää B:lle CTS-kehyksen (Clear To Send)
  - datalähetyksen pituus
  - => B:n naapurit osaavat varoa

# CSMA/CA: Lähetyksen koordinointi

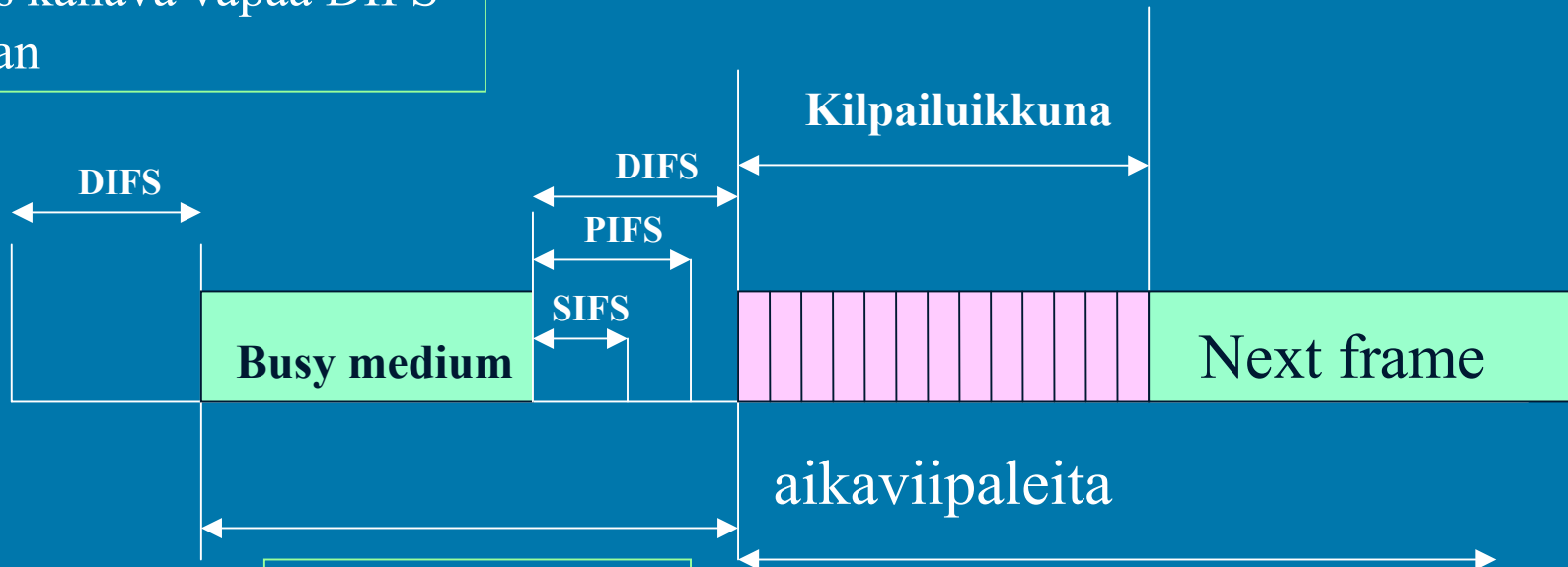
## □ IFS (Interframe space)

- erilaisia aikavälejä
  - mitä lyhyempi aika sitä suurempi prioriteetti
  - **DIFS (Distributed IFS)**
    - määrää kuinka pitkään aseman on kuunneltava ennenkuin se voi valmistautua lähettämään tavallista dataa
  - **SIFS (short IFS)**
    - määrää kuinka pitkään on kuunneltava ennen kuittauksen lähettämistä
  - **PIFS**
    - odotusaika ei -kilpaileville lähetyksille

# SIFS < DIFS

## CSMA/CA: lähettäminen

Voi lähettää vapaasti,  
jos kanava vapaa DIFS-  
ajan



Odotetaan  
kanavan  
vapautumista

Kun kanava vapautuu, valitaan  
satunnainen aikaviipale ja  
odotellaan