

**Föreläsning 4:**  
**Lokala nät (forts...)**  
**Ethernet o 802.x**  
**Stora nät och behovet av**  
**nätprotokoll**  
**Transportprotokoll**

Jens A Andersson



# Att hitta bitfel

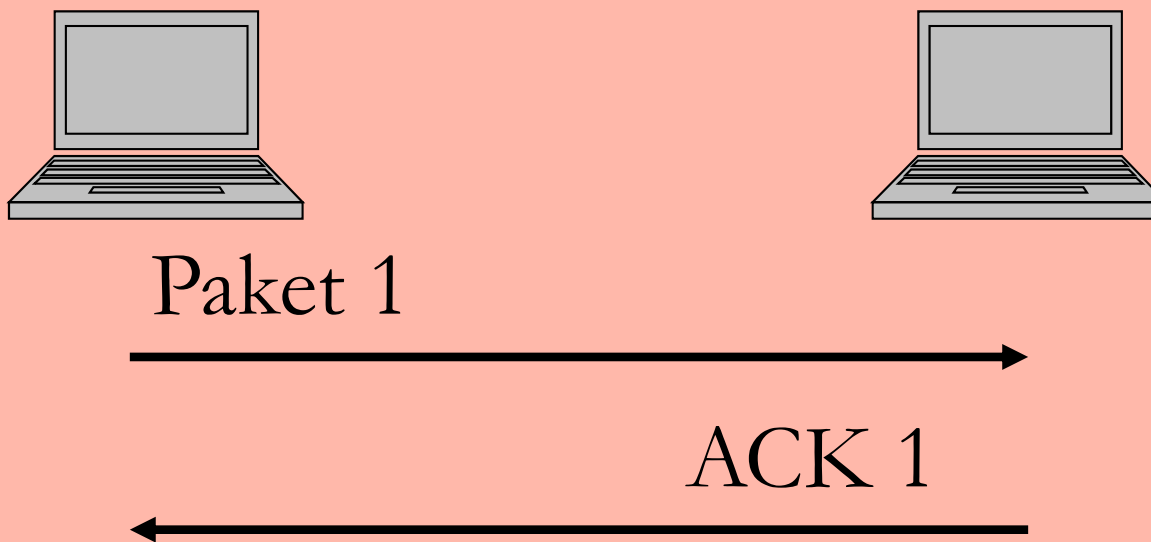
- Checksumma
- CRC, Cyclic Redundancy Check
  - Paritetsbit(ar)

# Felkorrektion

- ◆ (Felrättande kod, FEC)
- ◆ Omsändning
  - Stop-and-wait
  - Go-back-n
  - Selective-repeate

# Att bekräfta paket

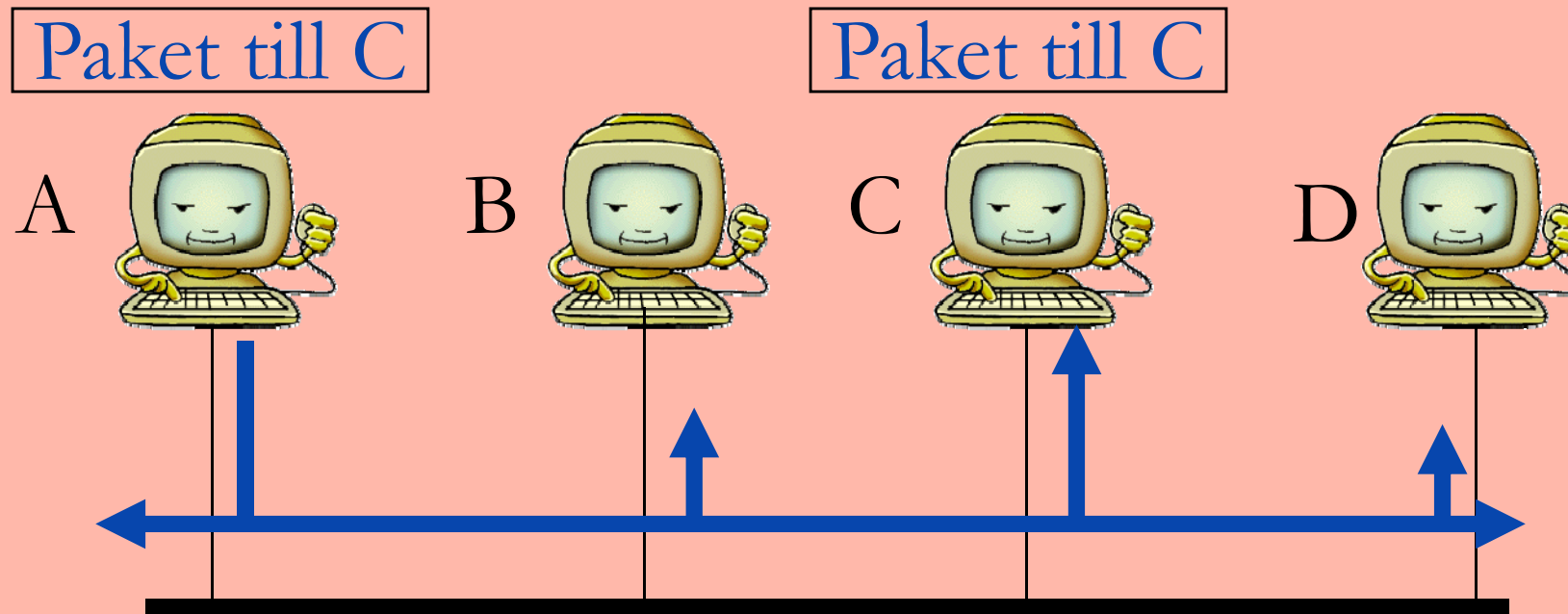
Grundprincipen i omsändningsproceduren är att mottagaren **bekräftar** alla paket som kommer fram korrekt.



# Egenskaper hos en länk

- ⌘ All information som skickas på länken når samtliga datorer (broadcast).
- ⌘ En länk har en begränsad storlek eftersom en signal som skickas på länken
  - dämpas efter hand.
  - tar tid på sig att nå från ena änden till den andra.
- ⌘ Länken kan förlängas med en **repeaterare**, som ”förstärker” signalen på länken.  
(återskapar signalen, regenerering)

# Att sända data på en länk



- ◆ Alla datorer måste ha en unik adress.
- ◆ Den dator som har rätt mottagaradress läser in paketet.

# Några accessmetoder

- Polling
- ALOHA
- Slotted ALOHA
- CSMA/CD

# Kapacitetuppdelning

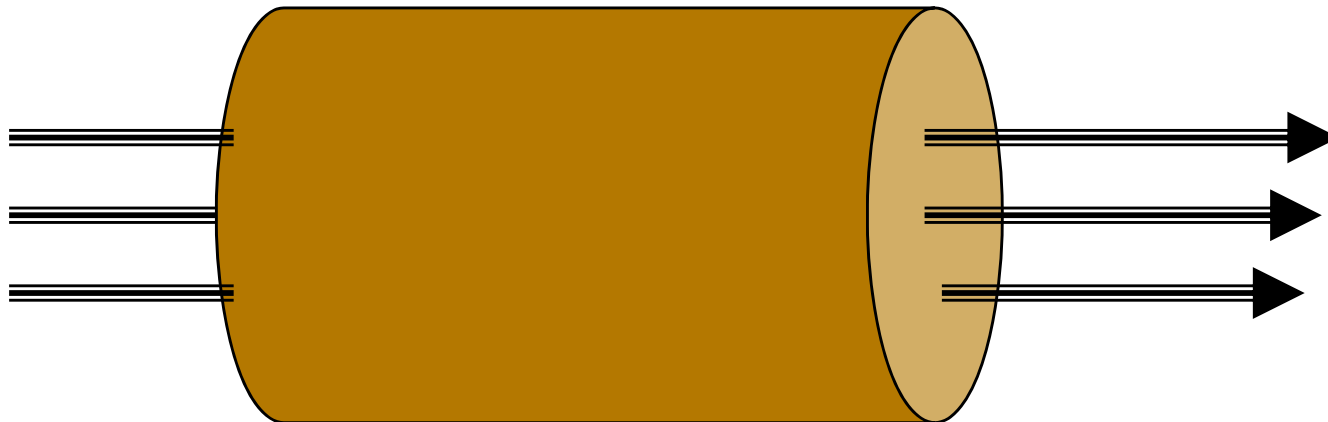
Länkens kapacitet kan delas upp på minst tre sätt:

1. Rumsmultiplex
2. Frekvensmultiplex
3. Tidsmultiplex
  - ⌘ Synkron
  - ⌘ Statistisk
4. Koduppdelad multiplexering



# Generell multiplexering

Man delar in länken i **kanaler** och låter en förbindelse kommunicera över en av dessa kanaler.



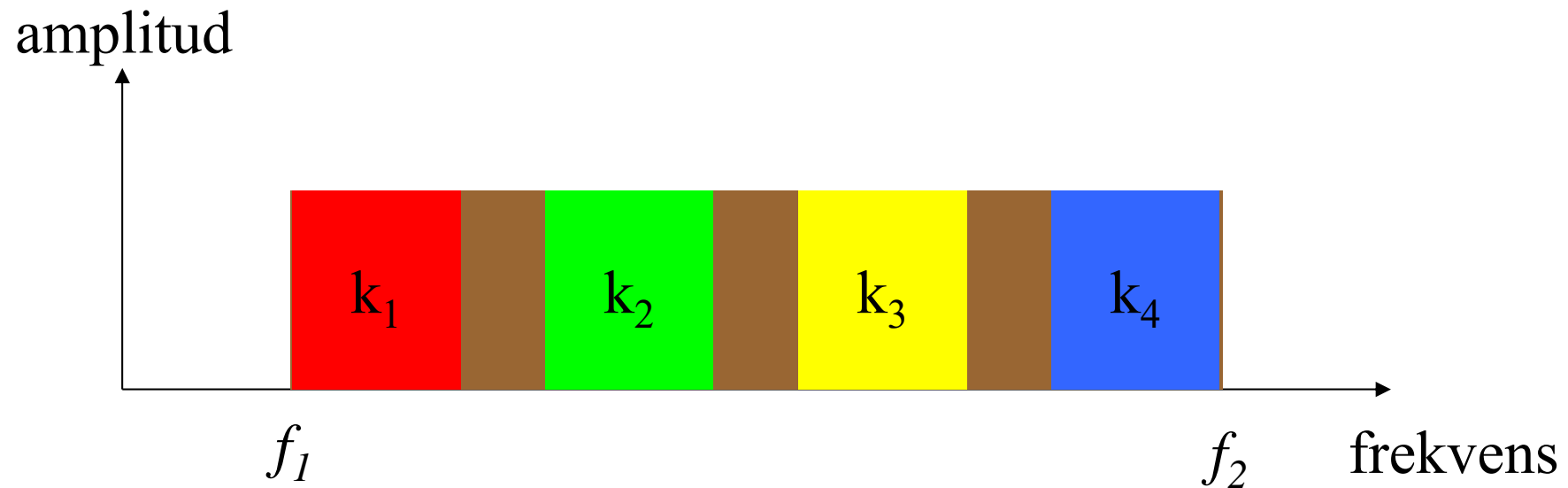
# Rumsmultiplex

Används i tex. optiska fiberkablar som består av flera optiska fibrer.



Varje förbindelse får sin egen fiber (eller fiberpar).

# Frekvensmultiplex

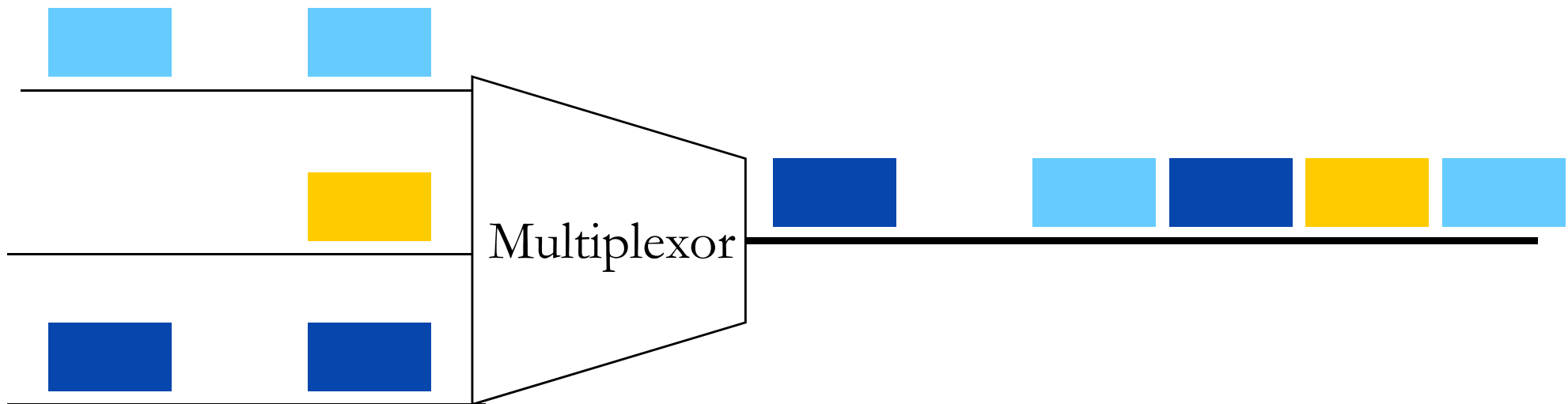


En fysisk länk kan delas in i flera *logiska kanaler* med olika frekvensband.

# Synkron tidsmultiplex

Multiplexorn skickar ut paketen i tur och ordning.

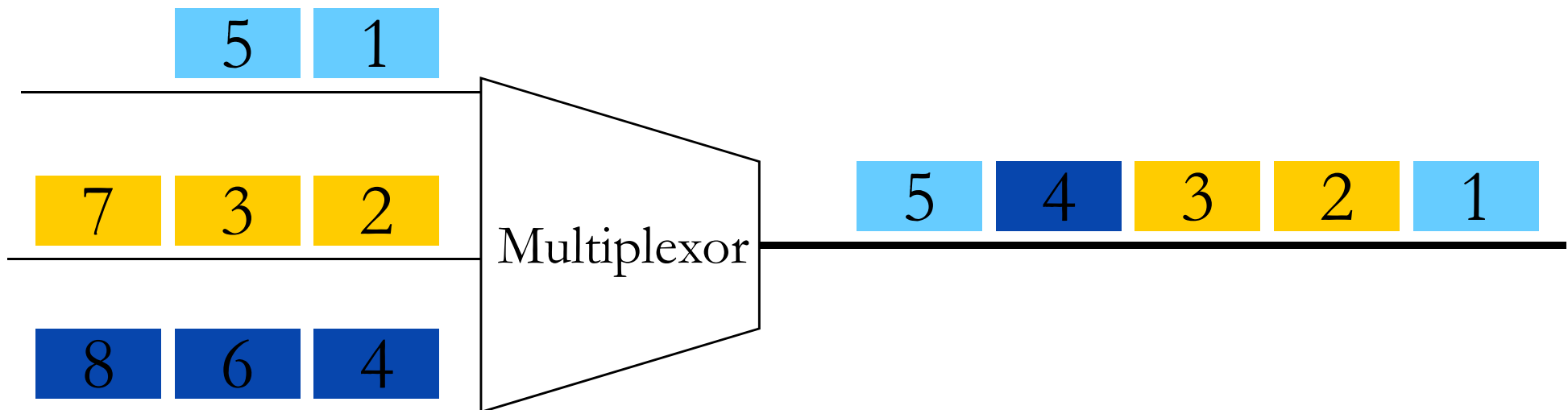
Om en kanal inte har något att sända kommer länken att vara tom.



# Statistisk multiplexering

Paketen skickas ut på länken efterhand som de kommer till multiplexorn.

De kan behöva vänta ett tag innan de kan skickas vidare.



# Koduppdelad multiplexering

⌘ Endast trådlösa länkar

⌘ Många använder samma länk och samma frekvensband samtidigt genom Spread Spectrum

⌘ FHSS: Koden är hoppsekvensen

⌘ DSSS: Koden är bit-sekvenser (chip)

# Kontroll av dataöverföring (på varje kanal)

- Simplex:

- ◆ Endast en sändningsriktning är möjlig.

- Halv duplex:

- ◆ Överföring i båda riktningarna, men inte samtidigt.

- Full duplex:

- ◆ Båda sändningsriktningarna samtidigt.
- ◆ Kräver uppdelning i två kanaler, där varje sändare/dator har en egen kanal.

# Ett länkprotokoll: HDLC

HDLC = High-level Data Link Control



Flagga = 01111110

16- eller 32-bitars CRC

Go-back-N eller Selective-repeat ARQ



# Bitstuffing

För att inte flaggans bitmönster skall finnas i själva datan används så kallad **bitstuffing**.

011111101111100111000111111

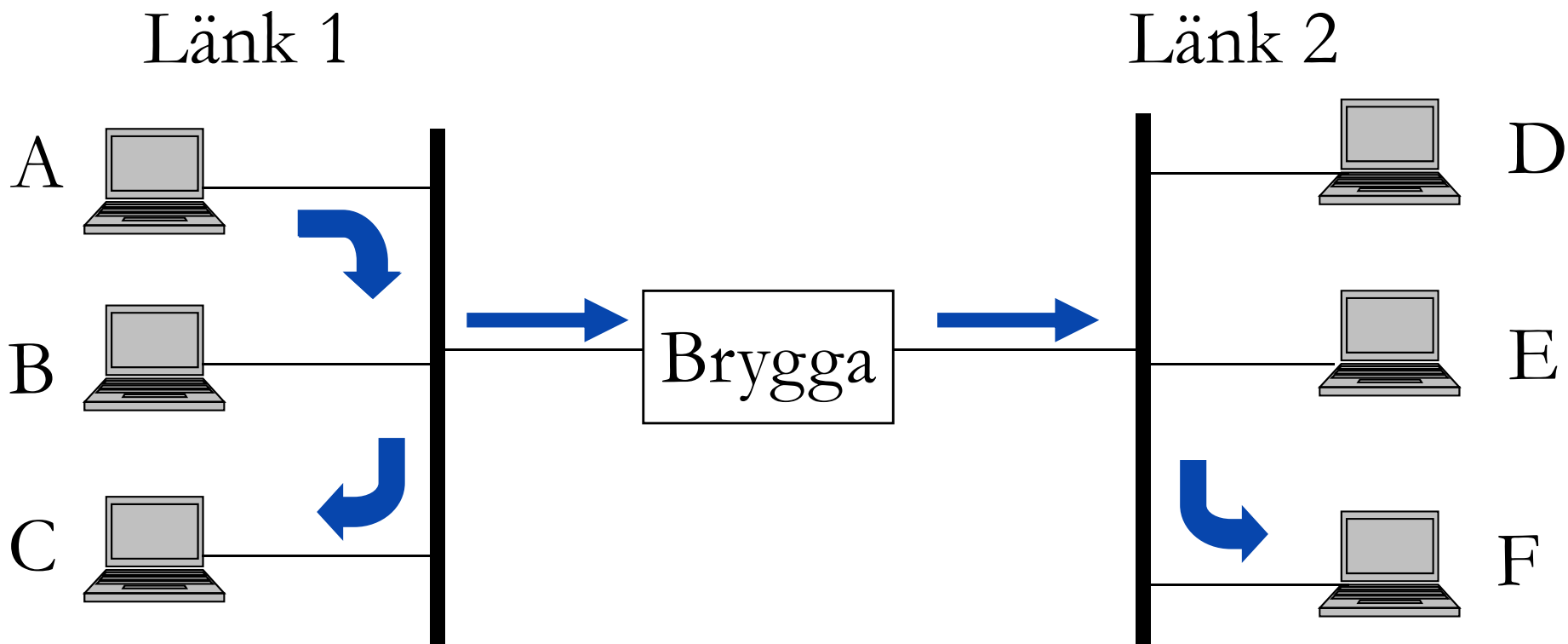


011111**0**1011111**0**0011100011111**0**1

# Lokala nät

- ⌘ Ett lokalt nät (Local Area Network, LAN) är ett datanät med en begränsad storlek.
- ⌘ Ett LAN kan i sin enklaste form bestå av endast *en* länk som flera datorer är kopplade till.
- ⌘ Ett LAN kan också bestå av flera länkar som är sammankopplade med **bryggor**.
- ⌘ Bryggan förstår länkprotokoll (= bl.a. ramar och adresser)!

# Bryggan, en enkel vägväljare



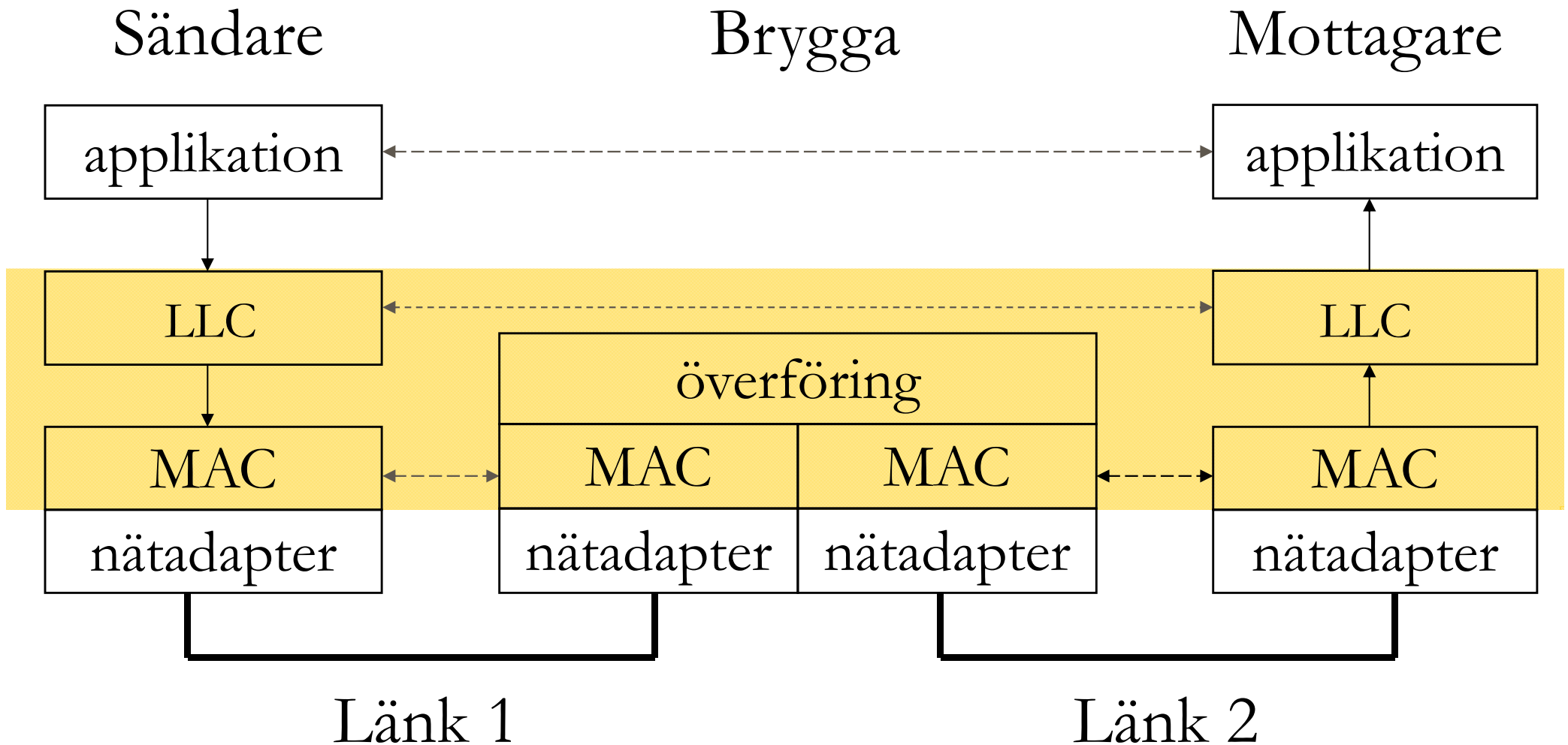
Bryggan ser till att paketen skickas ut på rätt länk när sändare och mottagare finns på olika länkar.

# Bryggans funktion forts.

Bryggan har en adresstabell som talar om till vilket nät samtliga datorer är anslutna.

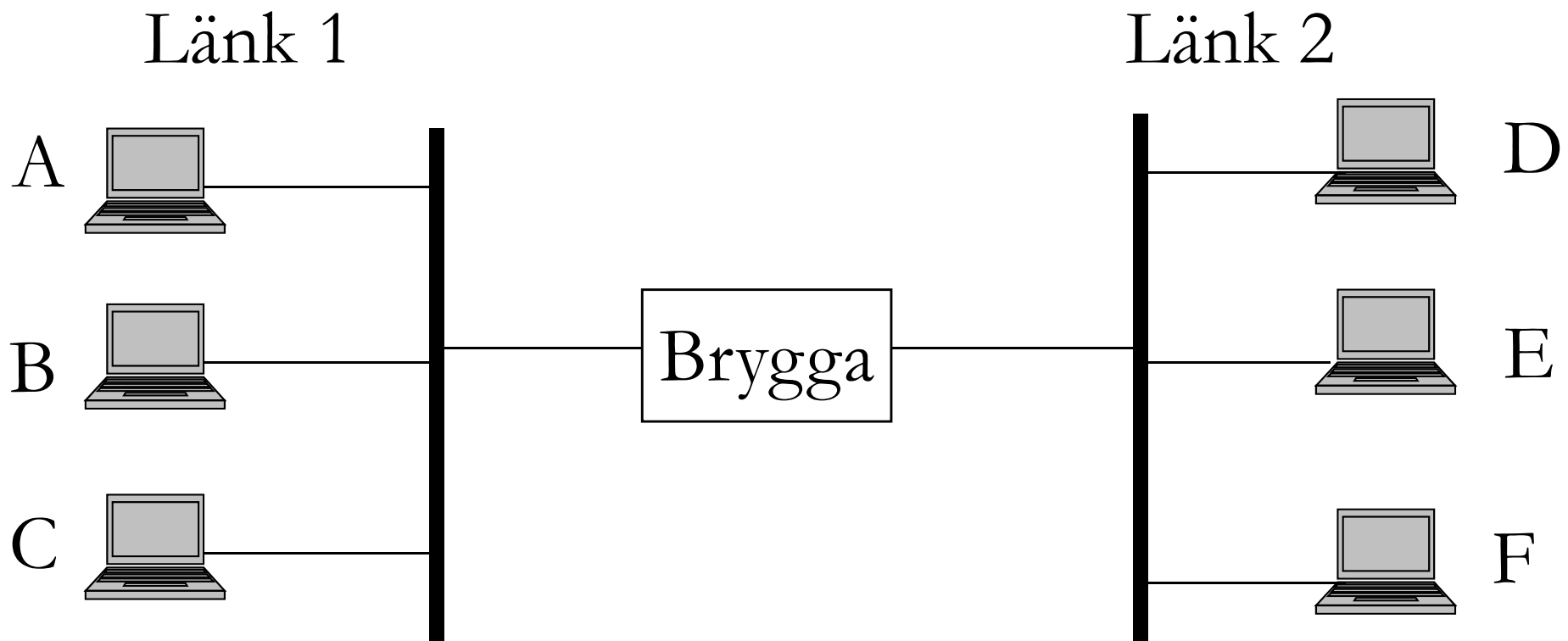
| Adress | Länk |
|--------|------|
| A      | 1    |
| B      | 1    |
| C      | 1    |
| D      | 2    |
| E      | 2    |
| F      | 2    |

# Protokollstruktur i en brygga



# Kollisionsdomän

\* Alla stationer måste upptäcka kollisioner.



# Broadcast-domän

- ⌘ Ett lokalt nät som består av länkar, repeterare och bryggor utgör en så kallad *broadcast-domän*.
- ⌘ En broadcast-ram som skickas ut på det nätet, når samtliga datorer.
- ⌘ En broadcast-domän kan inte bli hur stor som helst, den skulle i så fall bli helt översvämmad av broadcast-ramar.

# IEEE 802.x standarder för länkar/LAN

- 1985 startades ett projekt för att standardisera lokala nät.
- Länkhanteraren delas in i två skikt:
  - Logical Link Control (LLC)
  - Medium Access Control (MAC)
- Alla 802.x-nät använder samma LLC-protokoll (802.2).
- MAC-protokollet beror på det fysiska nätet.



# Standardiserade MAC-adresser

- En MAC-adress består av 48 bitar.
- Skrivs som en sekvens av sex hexadecimala siffror, separerade med kolon (eller punkt eller bindestreck).

Exempel:

00 : 00 : 0C : 1A : E4 : BD

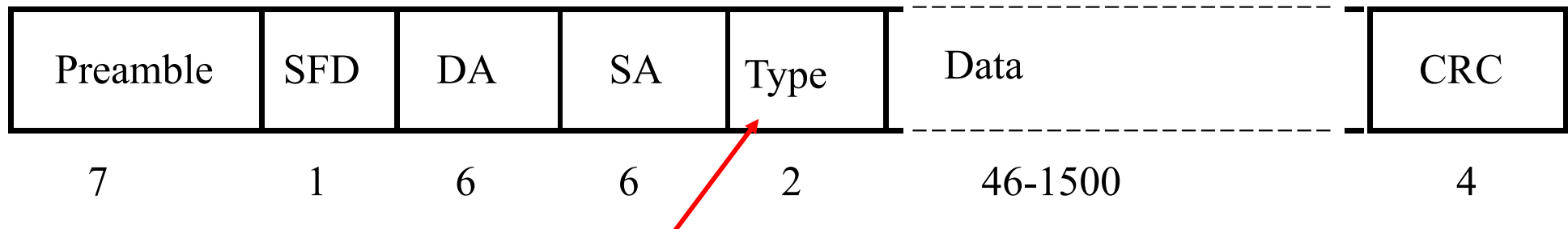
- Adressen ff:ff:ff:ff:ff:ff (dvs. bara ettor) används då ett paket skall nå samtliga datorer inom nätet (*broadcast*).

# IEEE 802.3

- Länken har kapaciteten 10 Mbitar per sekund
  - Koaxialkabel
  - Tvinnad partråd
  - Fiberkabel
- Bitarna omvandlas till signaler med hjälp av Manchesterkodning.
- MAC-protokollet är CSMA/CD.

# Ethernet

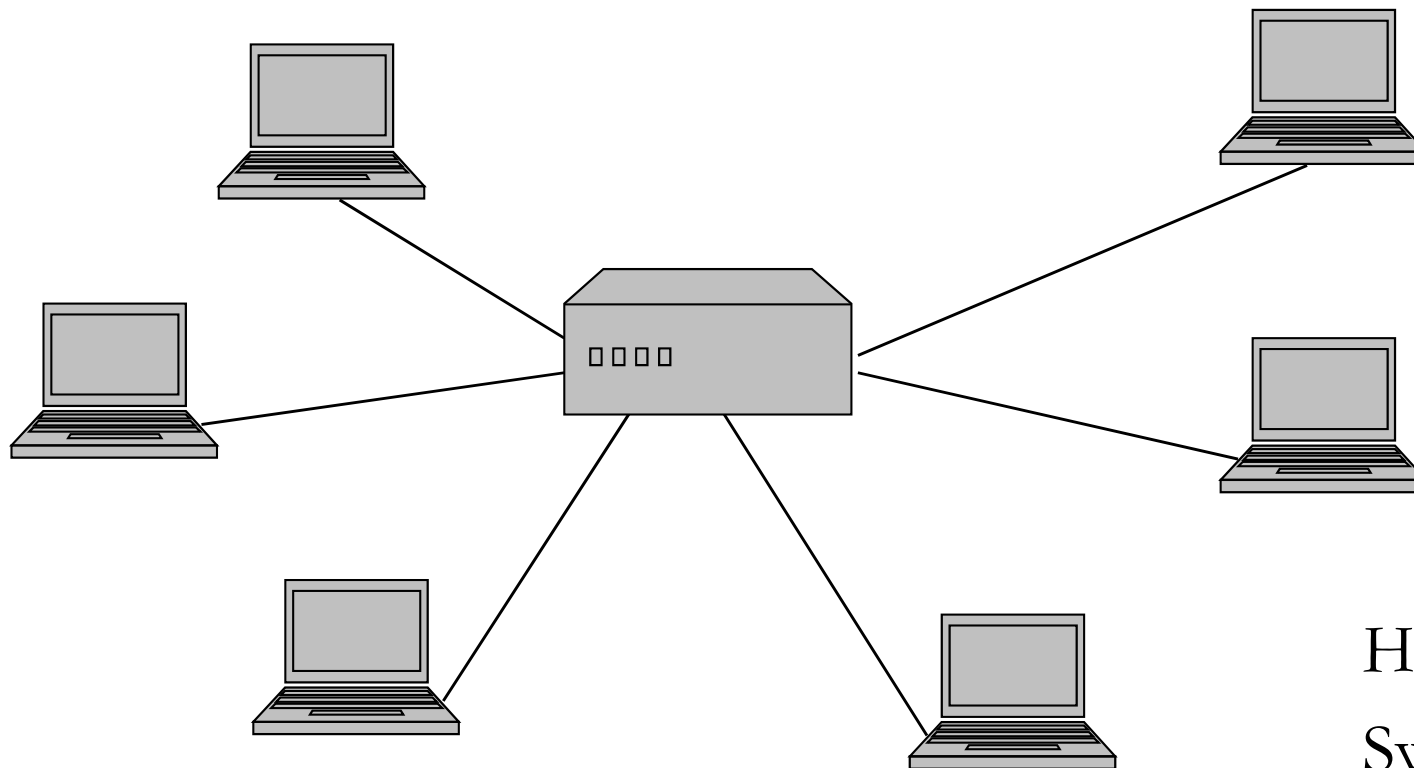
- Ethernet utvecklades av Xerox, Intel och DEC redan 1976.
- IEEE 802.3 bygger på Ethernet.
  - Ethernet version II ingår i 802.3
- Annat ramformat (men kan samexistera med 802.3).



SFD=Start frame delimiter DA=Destination address SA=Source address

# Hub - Ethernet-switch

Istället för att koppla datorerna på en buss, kan man i Ethernet använda en **hub** eller en **switch**.



Hub – repeterare

Switch - brygga

# Ethernet-varianter

## ⌘ Fast Ethernet

- ◆ 100 Mbps

## ⌘ Gigabit Ethernet

- ◆ 1 Gbps

## ⌘ 10Gbit Ethernet

- ◆ 10 Gbps

# IEEE 802.11

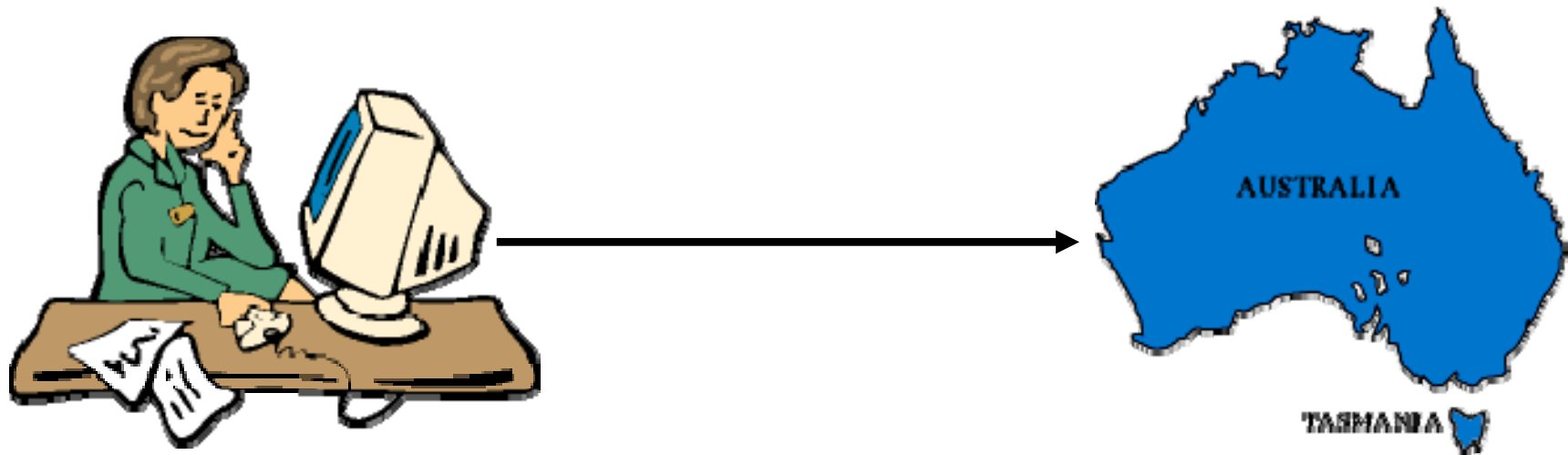
- 1997 kom den första IEEE-standarden för ett trådlöst lokalt nät.
- Kan vara uppbyggt kring en **basstation** eller fungera som ett **ad-hoc nät**.
- Använder MAC-protokollet CSMA/CA som är en ”snällare” version av CSMA/CD.

# Behovet av stora datanät

⌘ LAN har en begränsad storlek.

⌘ Behov:

En person i Lund skall lika enkelt kunna hämta information från en dator i Eslöv som en dator i Australien.



# Dataöverföring i stora datanät

Det finns två typer av datanät:

## ⌘ Kretskopplade nät

- En direkt fysisk väg kopplas upp mellan sändare och mottagare

## ⌘ Paketförmedlande nät

- Data skickas i form av paket, ingen egen fysisk väg
- Kan använda logiska vägar, så att alla paket går samma väg.



# Exempel på stora nät

## ⌘ SONET/SDH

- ◆ ”förpackar” flera telesamtal (64kbps) i en hierarki av flöden
- ◆ flöden kan läggas till och tappas av

## ⌘ ATM

- ◆ celler, dataramar med samma storlek
- ◆ packet switching

## ⌘ Ethernetbaserade nät

## ⌘ WDM – Wavelength-Division Multiplexing

# Lite olika begrepp

⌘ LAN = Local Area Network

⌘ MAN = Metropolitan Area Network

⌘ WAN = Wide Area Network

⌘ Accessnät

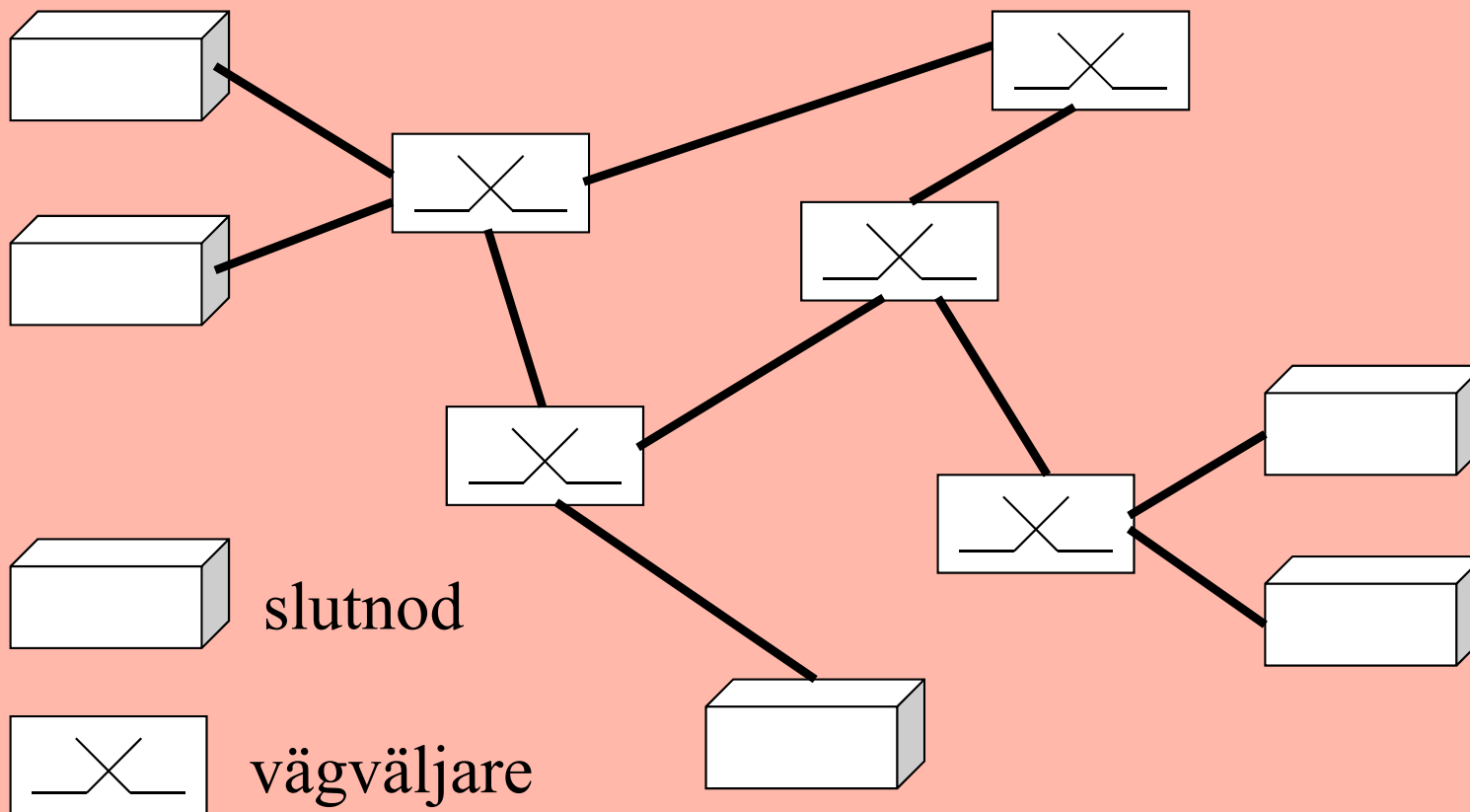
⌘ Distributionsnät

⌘ Stamnät

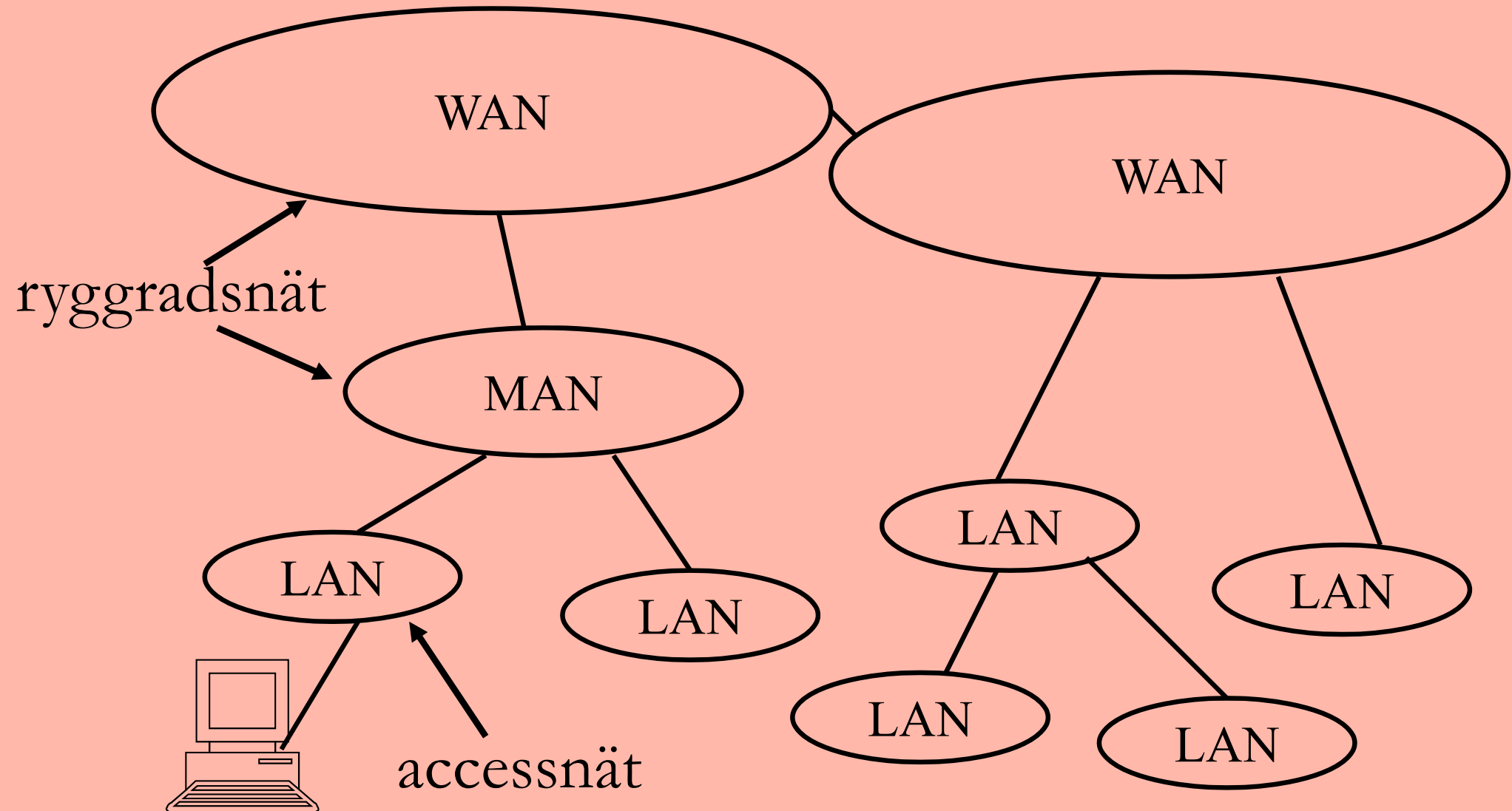
# Nätarkitektur

⌘ Således: **Vi måste koppla ihop LAN**

⌘ Alla stora datanät består av noder och länkar.



# Sammankoppling av nät



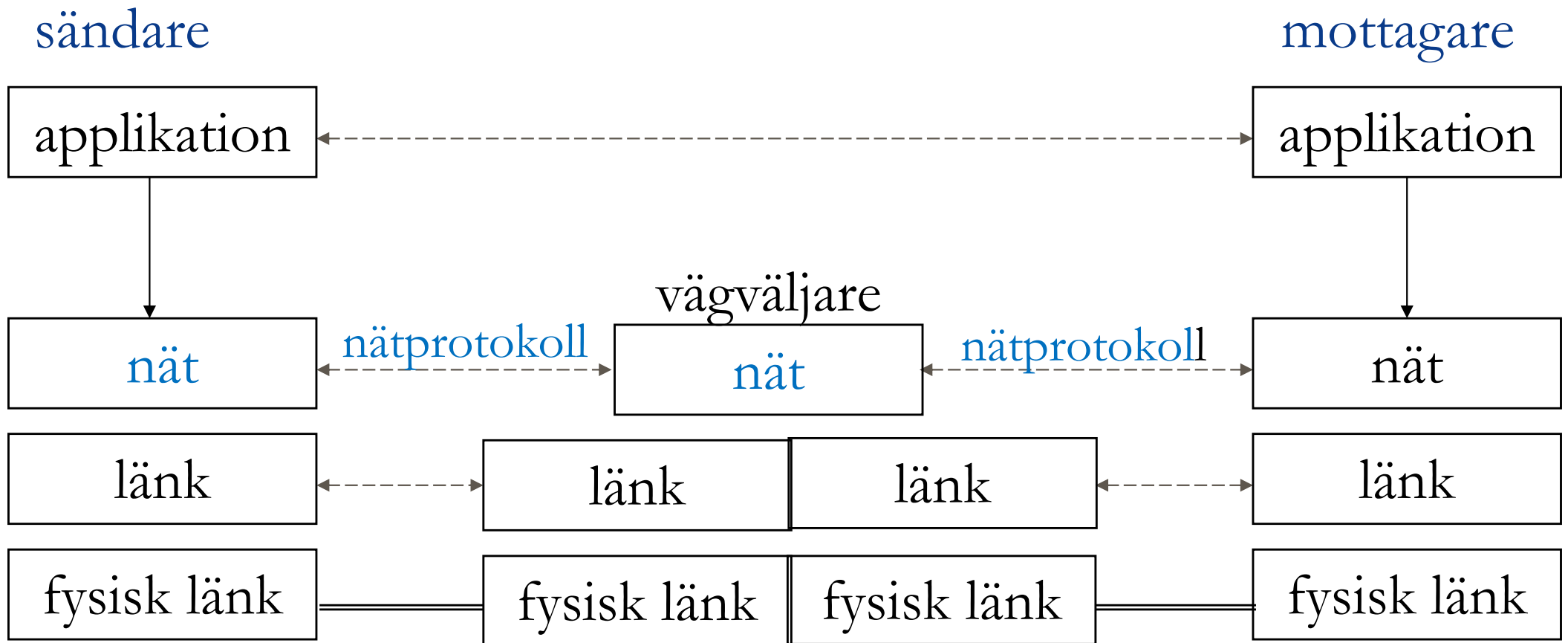
# Problem!

- ◆ Olika utbredningsmedier
- ◆ Signalerna ser inte likadana ut
- ◆ Ramarna ser inte likadana ut
- ◆ Adresser på MAC-lagret ser inte likadana ut

# Lösning: Nätprotokoll

- För att ett paket skall kunna komma fram till rätt mottagare, finns det i varje nod ett **nätprotokoll** som tar hand om till exempel adresseringen.
- Alla nät mellan sändare och mottagare måste använda samma nätprotokoll för att kommunikationen skall fungera.
- Tack vare nätprotokollet kan olika länkar/länkprotokoll användas mellan noderna!

# Nätprotokoll



# Global adressering

- När en dator skall hittas i ett annat nät räcker inte längre den lokala länk-adressen (MAC-adressen).
- Alla datorer som skall kommunicera måste därför ha en **nätadress**, som är uppbyggd som postadresser.
- Nätadressen talar även om i vilket nät som mottagaren befinner sig.



# Ett nätprotokoll: IP

- IP = Internet Protocol
- IP är det nätprotokoll som används på Internet.
- Adresseringen sker med hjälp av **IP-adresser**.
- Data överförs i form av **IP-paket**.
- Förbindelsefri dataöverföring.
- Ingen felhantering eller kontroll att mottagaren kan ta emot datan.
- Sådan dataöverföring kallas för ”best-effort”.

# Internet Protocol

- Det finns idag två versioner av IP: version 4 (IPv4) och version 6 (IPv6). Alla datorer och vägväljare mellan sändare och mottagare måste använda samma version. Annars måste man översätta mellan versionerna.
- IPv4 är den ”gamla” versionen utvecklad på 70-talet. Alla IPv4-adresser är nu utdelade!
- IPv6 innehåller fler adresser, stöd för nya tillämpningar tex realtidsapplikationer samt funktioner för kryptering och autentisering.

# IPv4-paket



20-60 bytes

0-65.516 bytes

# Innehållet i IPv4 pakethuvudet

|                |           |     |               |                  |
|----------------|-----------|-----|---------------|------------------|
| 0              | 4         | 8   | 16            | 31               |
| vers.          | hl.       | typ | paketlängd    |                  |
| sekvensnummer  |           |     | frg.          | fragmentposition |
| livstid        | protokoll |     | kontrollsumma |                  |
| sändaradress   |           |     |               |                  |
| mottagaradress |           |     |               |                  |
| ev. tillval    |           |     | utfyllnad     |                  |

# Exempel: Internetadresser (IPv4)

IPv4 använder en nätadress som består av 32 bitar.

Adressen skrivs som fyra tal med punkter emellan.

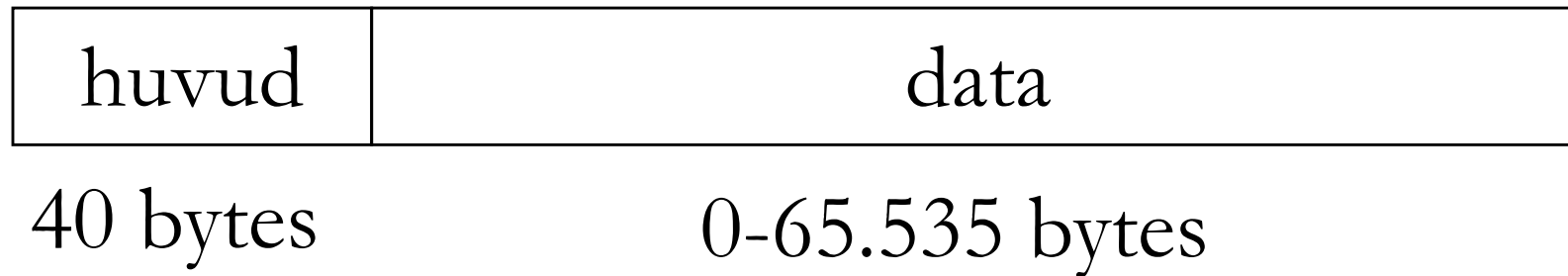
Exempel:

$10000010\ 11101011\ 00010010\ 10011110_2$

=

$130.235.18.158_{10}$

# IPv6-paket



# Innehållet i IPv6 pakethuvudet

0            4                    12            16                    24                    31

|                           |               |             |           |  |
|---------------------------|---------------|-------------|-----------|--|
| Vers.                     | Traffic class | Flow label  |           |  |
| Payload length            |               | Next header | Hop limit |  |
| Sändaradress (16 bytes)   |               |             |           |  |
| Mottagaradress (16 bytes) |               |             |           |  |

# Exempel: Internetadresser (IPv6)

IPv6 använder en nätadress som består av 128 bitar.

Adressen skrivs som åtta hexadecimala tal med : (kolon) emellan.

Exempel:

010A : 1234 : E4F5 : 1003 : 4567 : BC98 : 0000 : 2341<sub>16</sub>

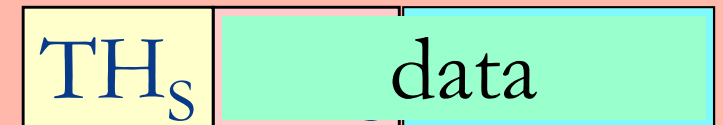


# Sändarsidan

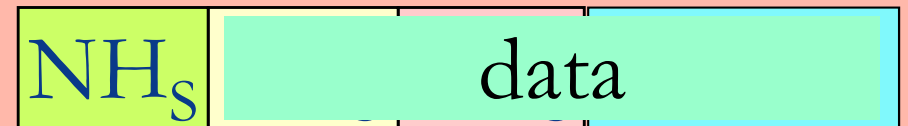
applikation



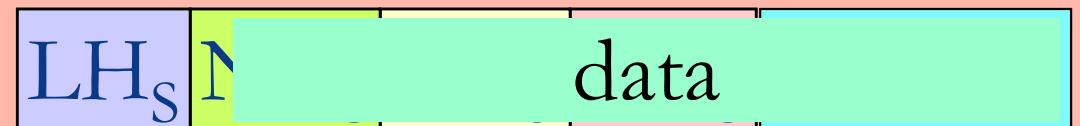
transport



nät



länk



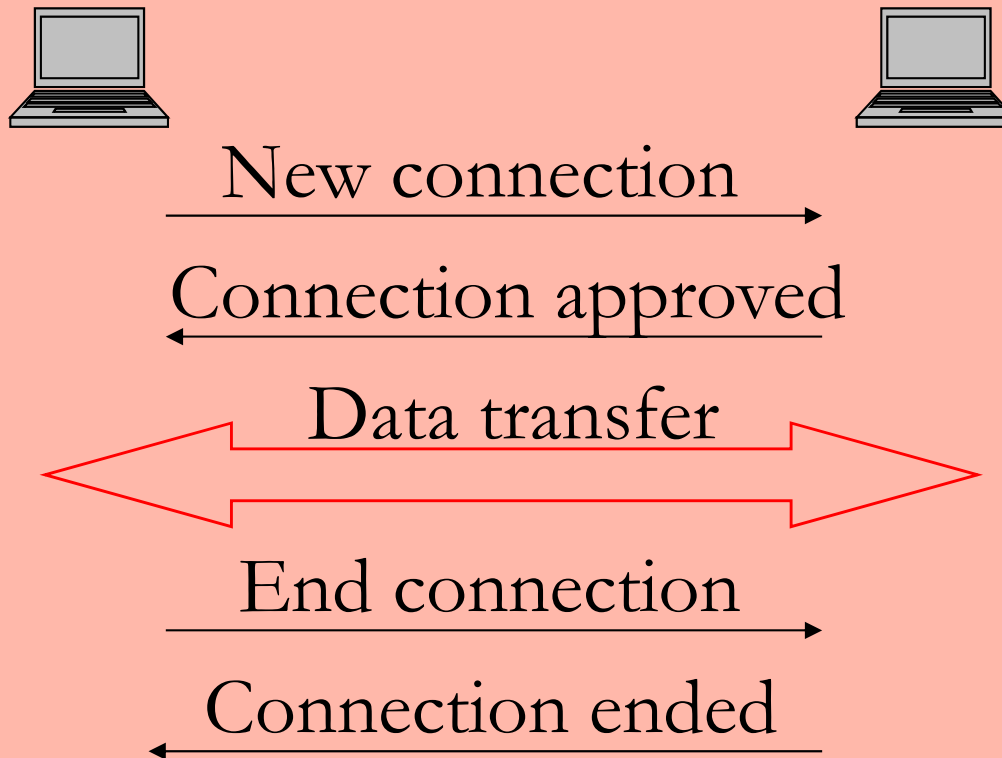
fysisk länk

11010101100011100011....



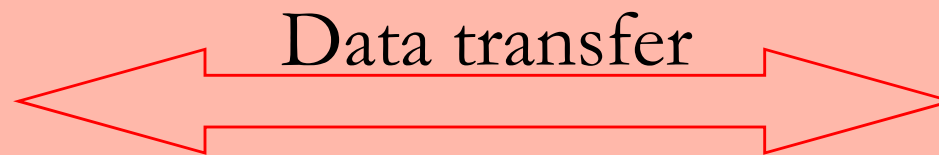
# Förbindelseorienterad dataöverföring

I förbindelseorienterad dataöverföring kopplas först en förbindelse upp mellan sändare och mottagare.



# Förbindelsefri dataöverföring

I förbindelsefri dataöverföring sätts ingen förbindelse upp utan all data skickas direkt.



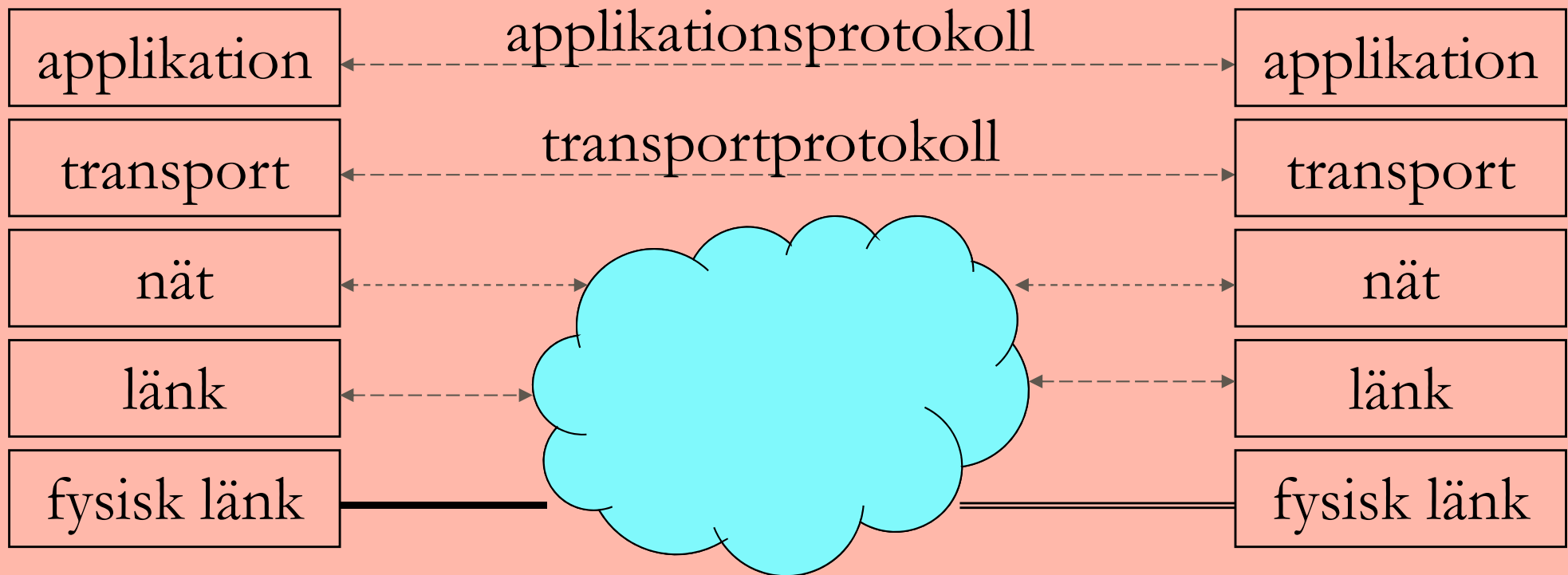
# Problem!

⌘ Hur många samtidiga applikationer i en dator?

# Transportprotokoll

- För att en användarapplikation inte skall behöva bry sig om vilka nät som kommunikationen sker över, finns det i varje värddator ett transportprotokoll.
- Transportprotokollets uppgift är att få över informationen till mottagarapplikationen.

# Transportprotokoll



- TCP: Förbindelseorienterat
- UDP: Förbindelsefritt

# Ett transportprotokoll: TCP

- TCP = Transport Control Protocol.
- TCP är ett av de transportprotokoll som används på Internet.
- Används för **förbindelseorienterad dataöverföring**.
- Tillförlitlig dataöverföring.

# Ett annat transportprotokoll: UDP

- UDP = User Datagram Protocol.
- UDP är det andra transportprotokollet som används på Internet.
- Förbindelsefri dataöverföring.
- Ingen felhantering eller kontroll att mottagaren kan ta emot datan.
- ”best effort”



# Portadresser

- För att flera applikationer skall kunna vara igång samtidigt på en dator använder TCP och UDP sig av så kallade [portadresser](#).
- Det finns ett antal fördefinierade portadresser så att tex. ett email alltid kan komma fram till email-applikationen.