

Stora datanät

Maria Kihl



LUND
UNIVERSITY

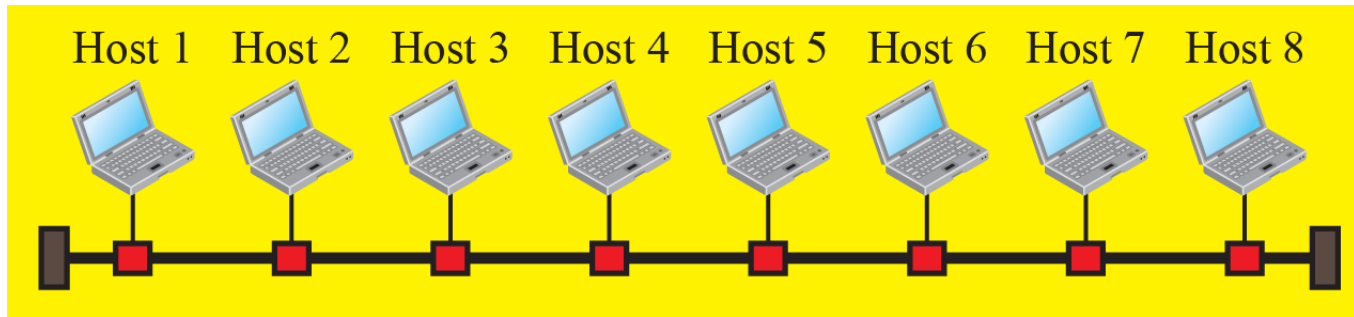
Läsanvisningar

Kihl & Andersson: Kapitel 6, 7.1-7.7, 7.9, 9.6, 10.1-3, 11.1+ intros i 11.2-4, 12.1, 12.4, 17.1, 18.1 (endast ping och traceroute).

Stallings: 9.5, 14.1-4, 15.1-3, 16.1, 21.5, 24.2, 24.3.

Läsanvisningarna gäller för föreläsning 6 (denna föreläsning), 7 och halva 8.

Repetition



a. LAN with a common cable (past)

- Lokala nät, ofta med delad länk (tex WiFi)
- Accessmetoder (Polling, ALOHA, CSMA/CD+CA)
- Adressering (MAC-adresser)
- IEEE 802.x-standarder (802.3, 802.11)
- Hubbar och Switchar
- VLAN

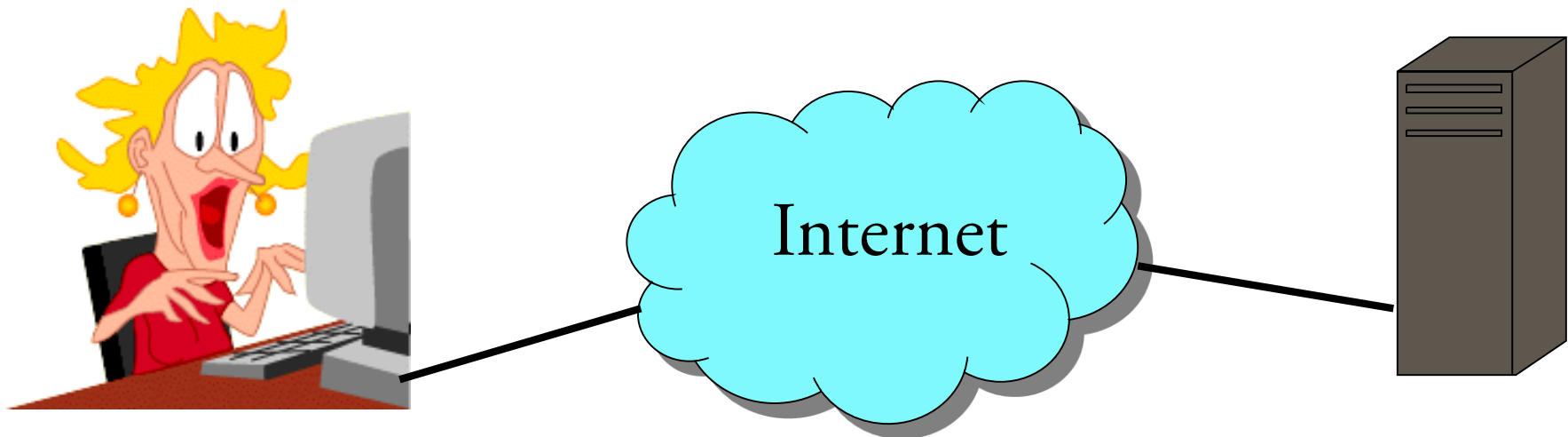
Uppgift

Ta reda på vilken typ av Internetaccess du har hemma:

- ADSL+WLAN (teleledningen)
- Ethernet över optisk fiber (+ WLAN) (FTTH)
- Internetaccess via kabel-TV
- Mobil access (3G, 4G)
- Annat?

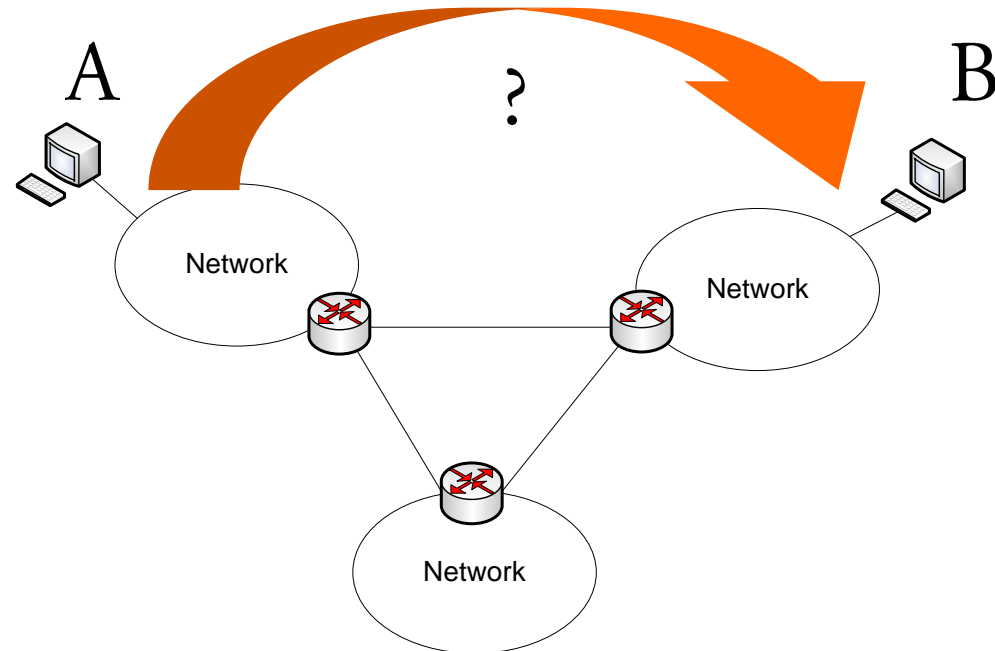
Datakommunikation i praktiken

Sändare och mottagare sitter sällan på samma nät. Så vi måste ha protokoll som kan sköta kommunikationen över flera nät.



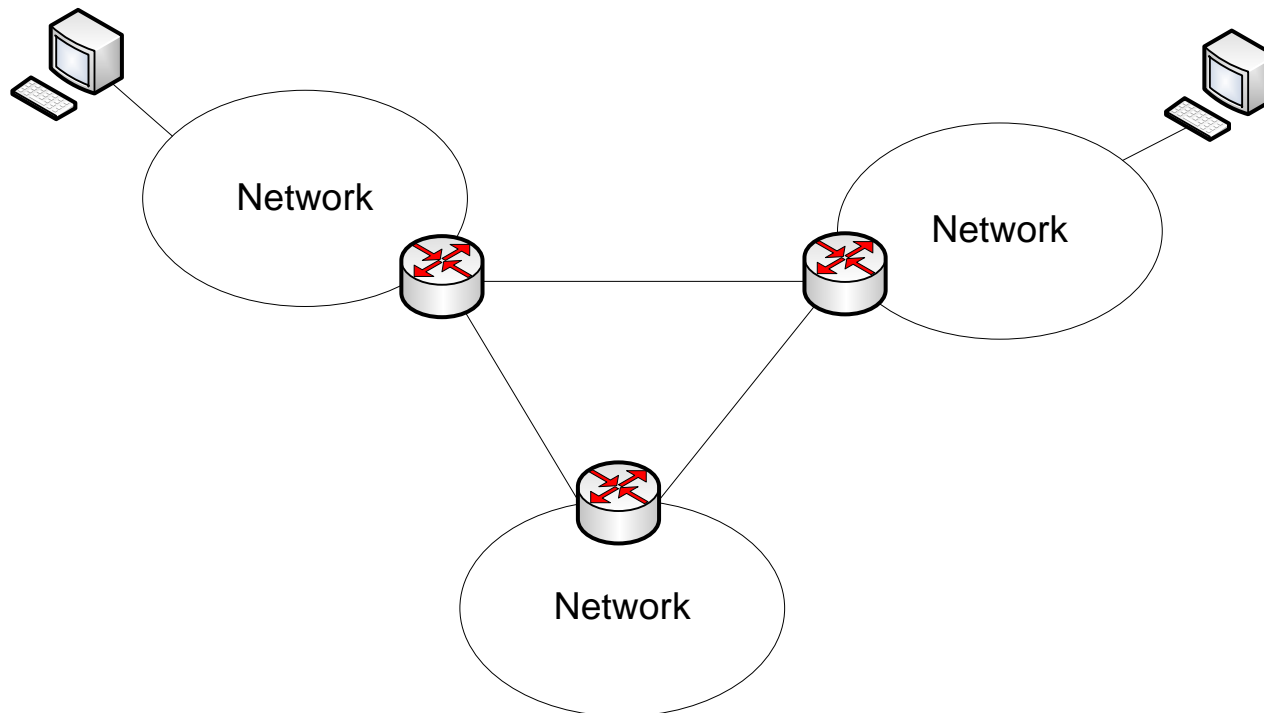
Länkprotokoll räcker inte

- Länkprotokollen, till exempel Ethernet, innehåller inga funktioner för att hitta en dator på ett annat nät.
- Den fysiska adressen talar inte om på vilket nät en dator finns.
- Olika nät kan ha olika address-system.



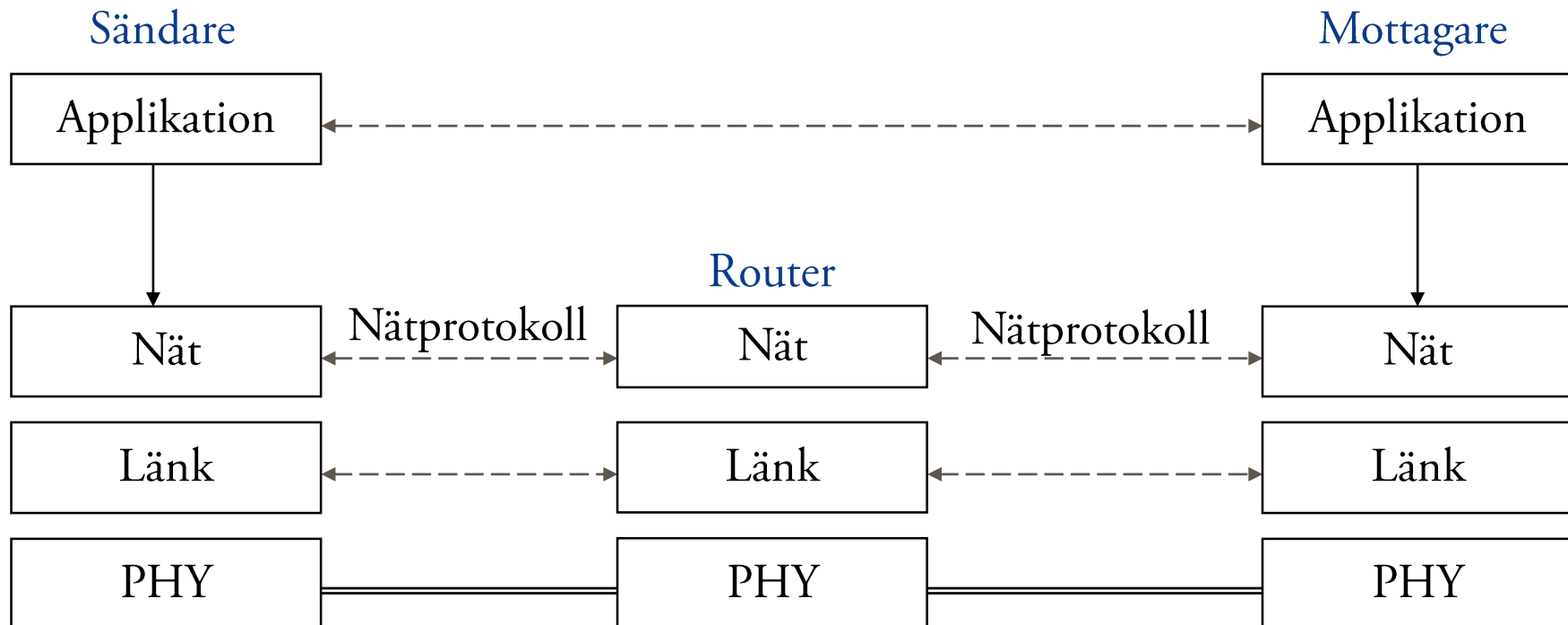
Internetworking

Hela grundidén med Internet är att få olika nät att kommunicera med varandra.



Nätprotokoll

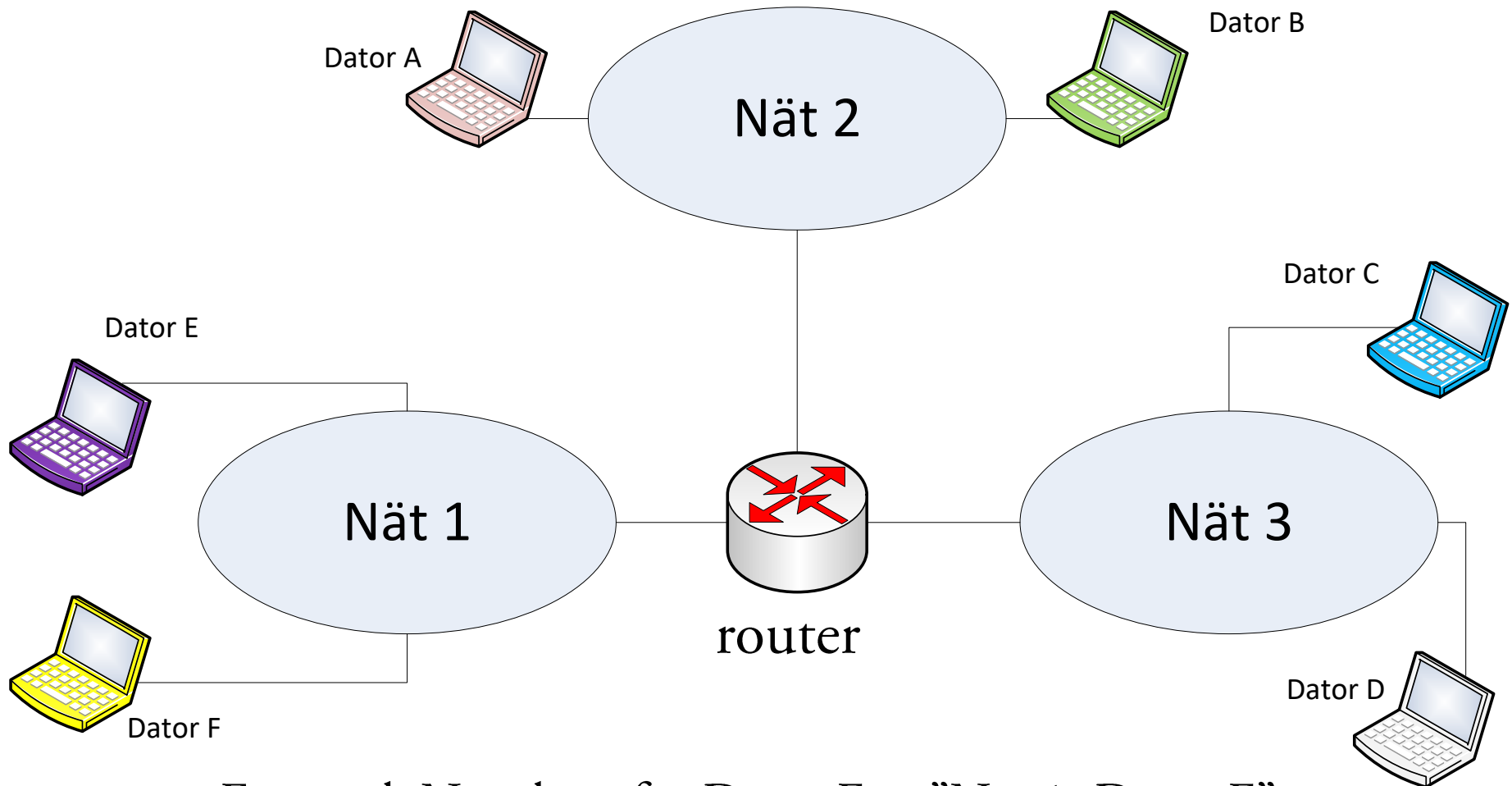
Vi behöver ett gemensamt **nätprotokoll** som hanterar datakommunikationen över flera nät.



Nätprotokoll

- Adresseringsmetod som är gemensam för alla nät. Detta kallas för **nätadress**.
 - Nätadressen fungerar som en postadress. Byter man nät, byter man adress.
- Regler för hur data skickas mellan nät till destinationen. Detta kallas för **routing**.
- Nätenhet som är kopplade till flera nät och som kan skicka data mellan näten. Denna enhet kallas för **router**.

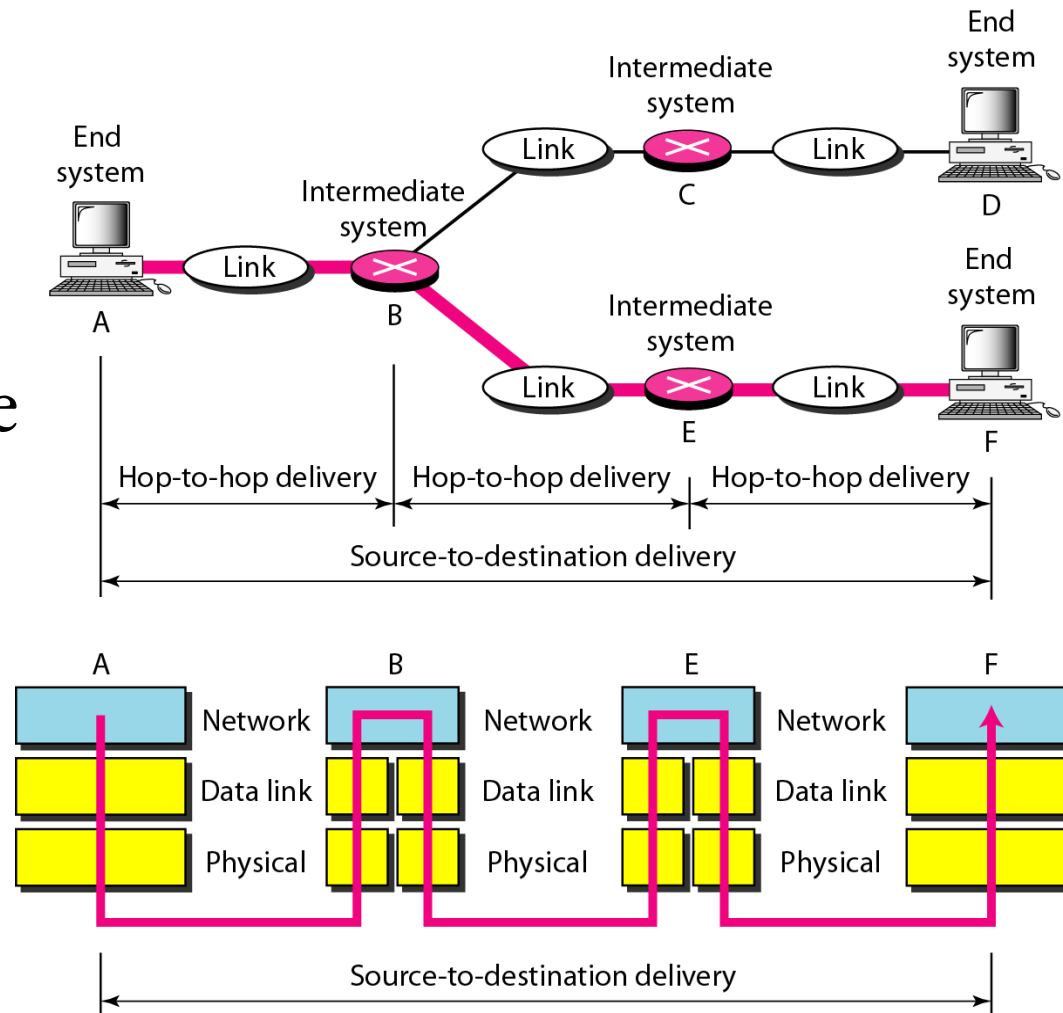
Sammankoppling av nät



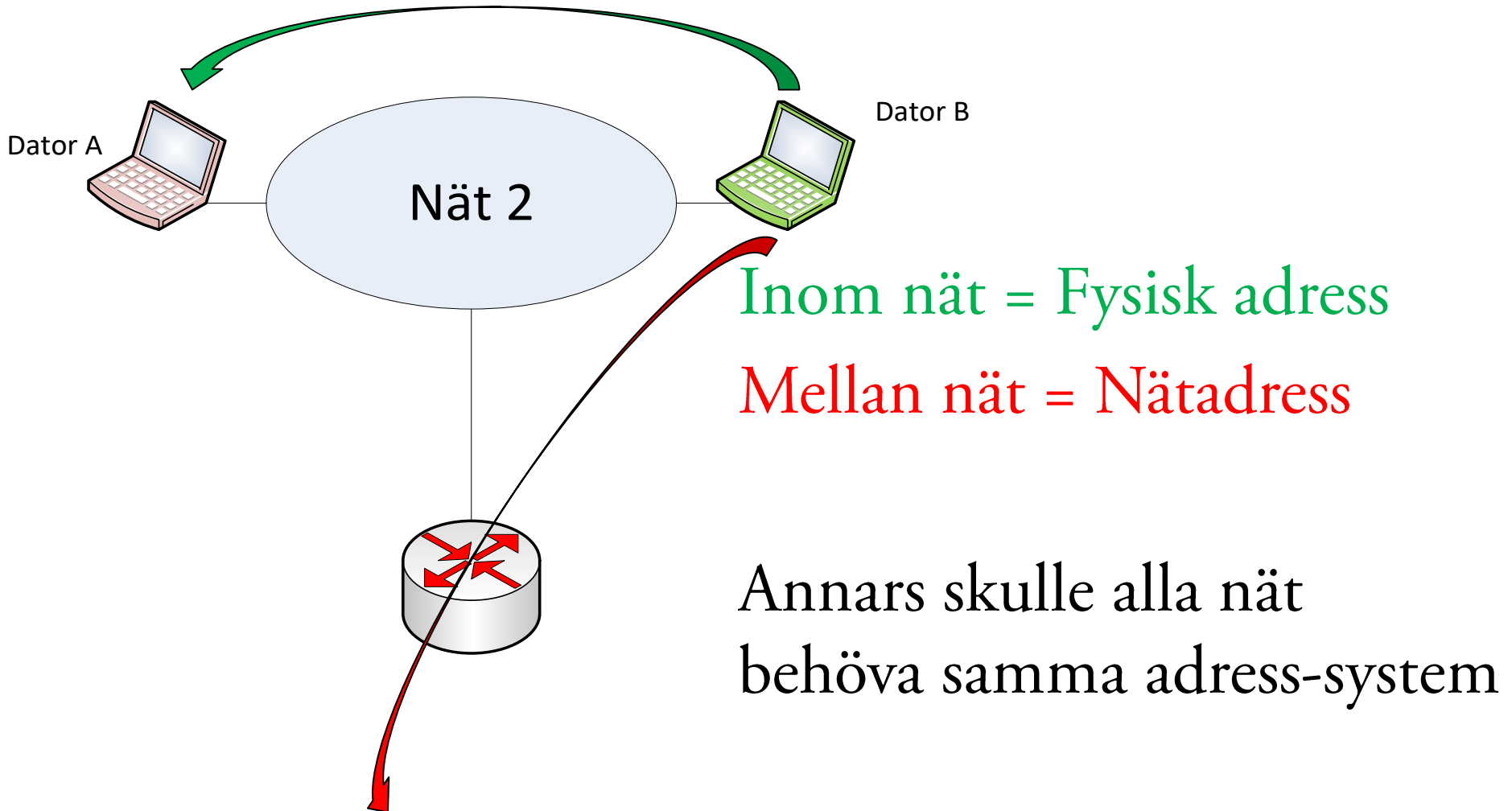
Exempel: Nätadress för Dator F är "Nät 1, Dator F"

Host-to-host delivery

Nätprotokollet har ansvar för att skicka ett paket från en sändare till en mottagare över flera nät, så kallad host-to-host delivery.

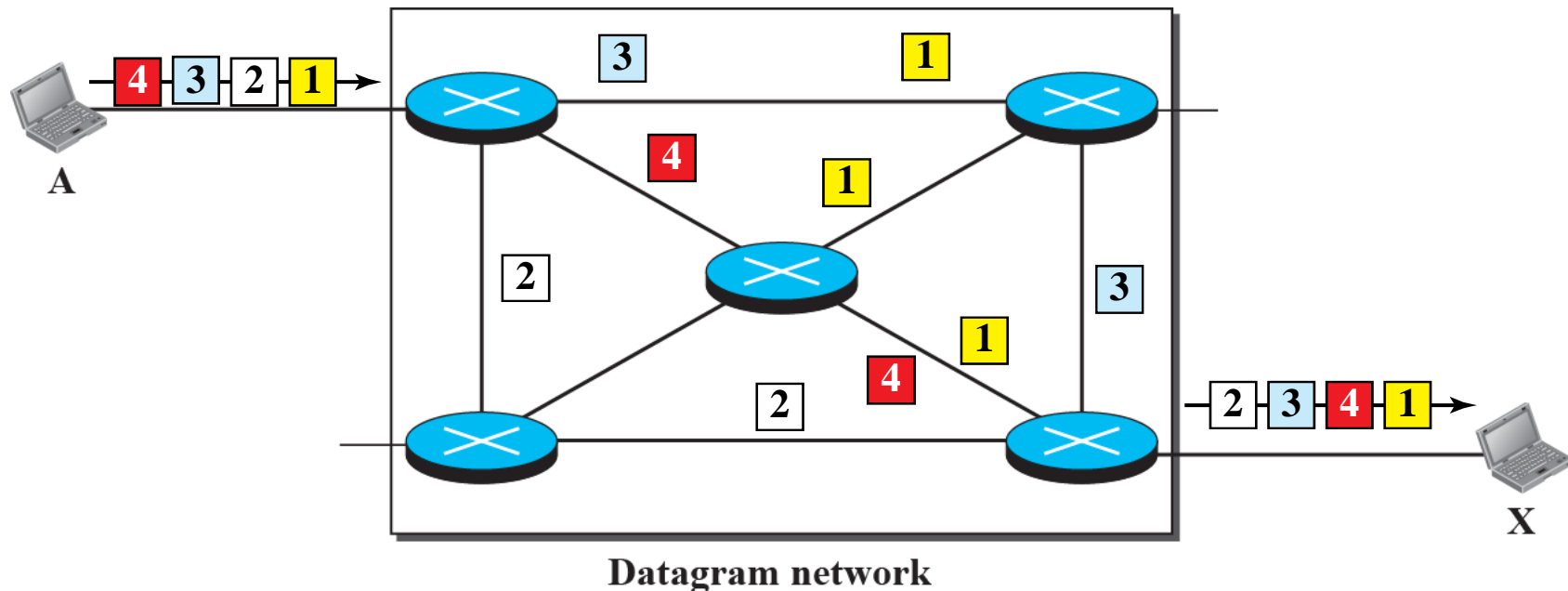


Nätadress v. Fysisk adress



Paketförmedlade nät

I denna kursen behandlar vi framför allt paketförmedlande nät där varje paket behandlas oberoende av de andra.



Router

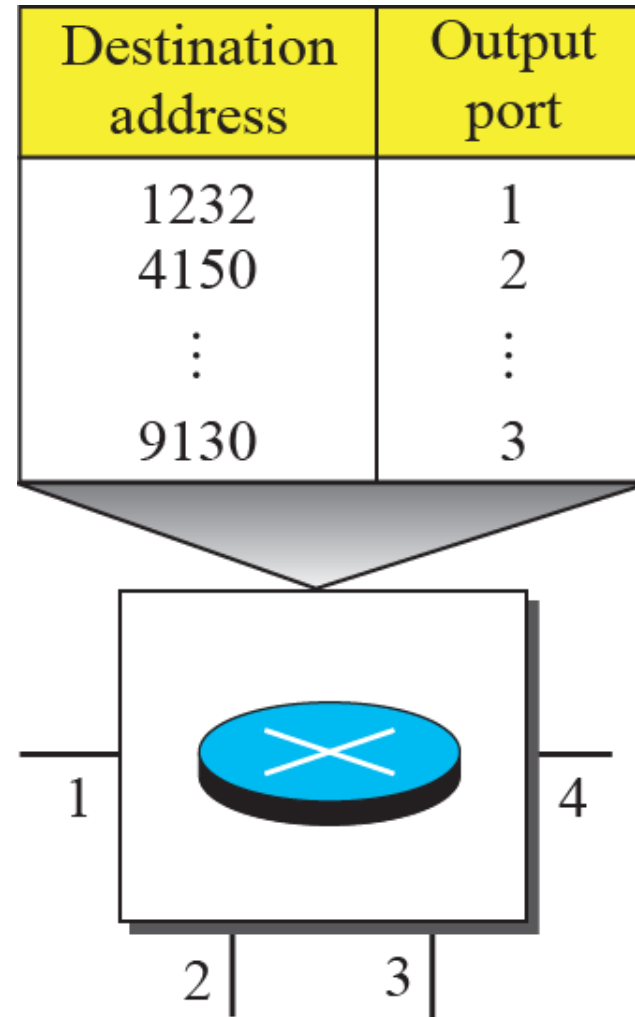
Varje inkommande och utgående länk har paketbuffertar.



Routing-tabell

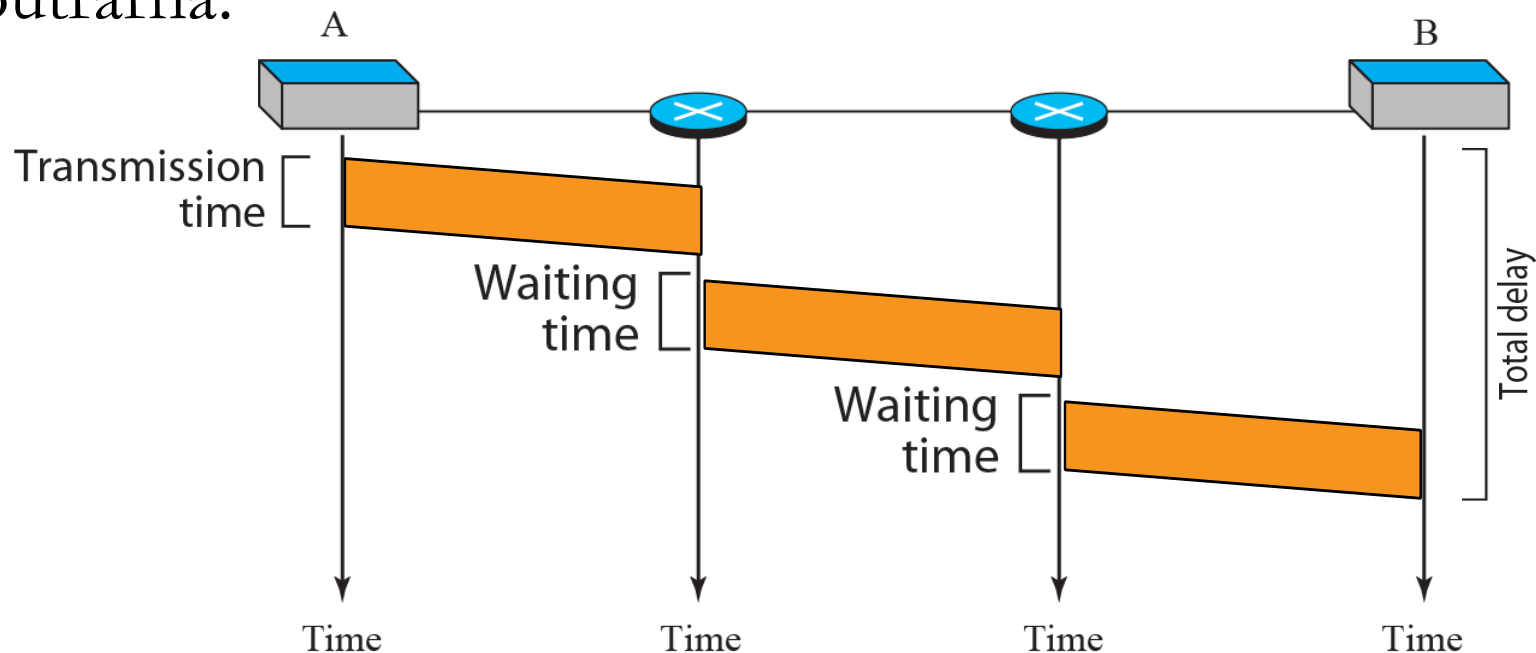
Varje router har en tabell med information om nästa ”hopp”. Routingbesluten är baserade på **destinationsadressen**.

Sändar-och mottagaradressen finns i **paketheadern**.



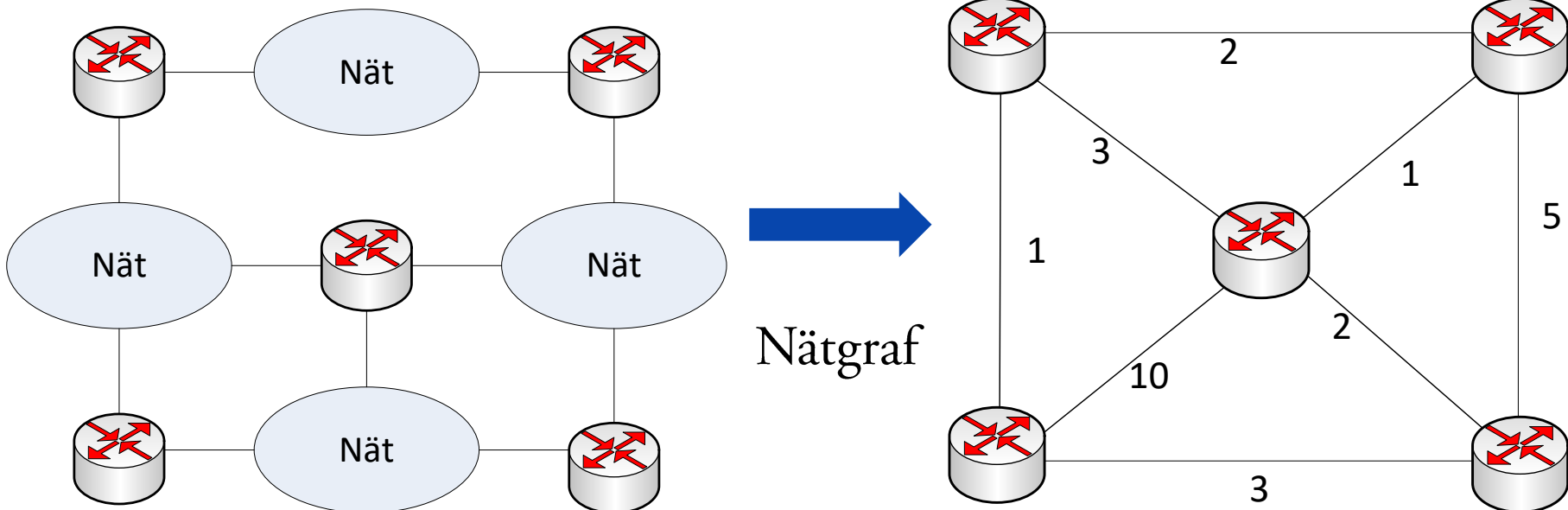
Överföringstid (transmission delay)

Varje router har buffertar där paket kan få köa innan de kan skickas vidare. Överföringstiden från sändare till mottagare består både av transmissionstiden på varje länk och på kötiden i routrarna.

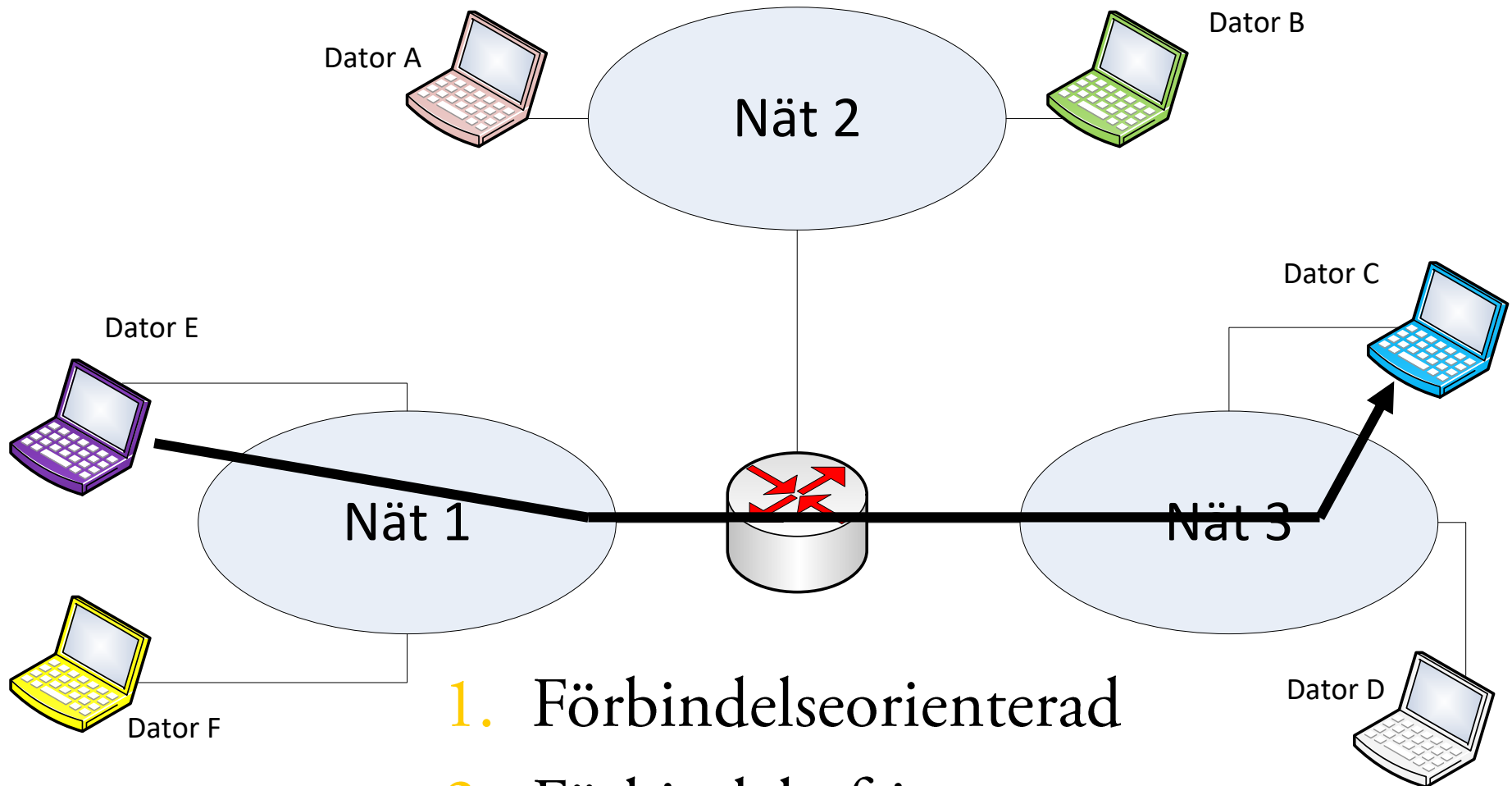


Routingalgoritm

Routing-tabellerna uppdateras med hjälp av en routingalgoritm. Grundprincipen är att hitta den väg (**path**) mellan sändare och mottagare som har lägst kostnad (**least-cost**).



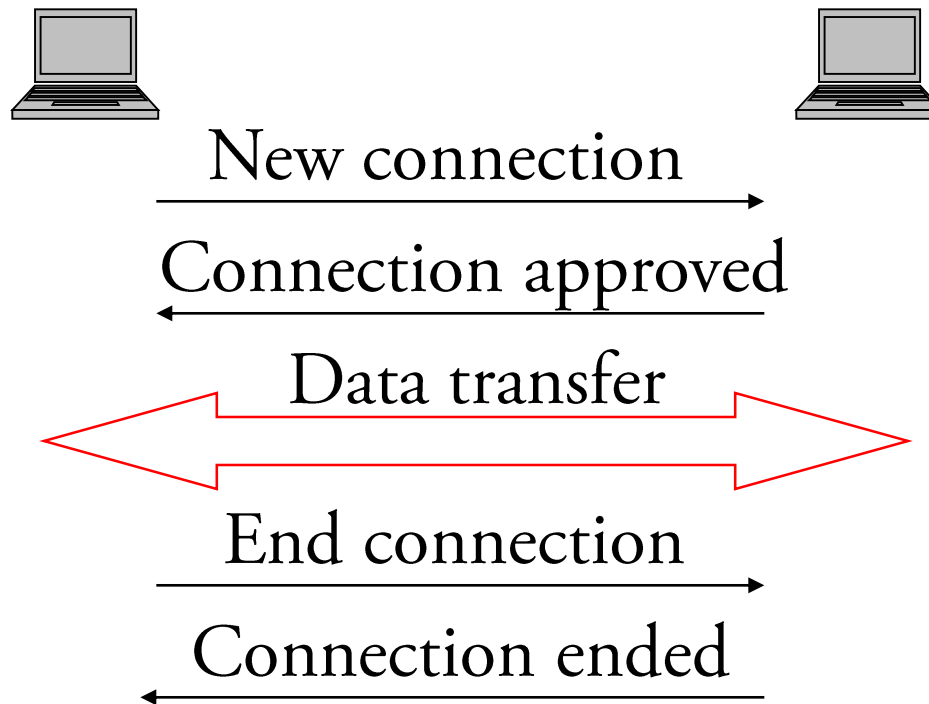
Principer för dataöverföring



1. Förbindelseorienterad
2. Förbindelsefri

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.



Nätprotokoll: Internet Protocol

- Internet protocol (IP) är det enda nätprotokoll som får användas på Internet.
- Data skickas som IP-paket (eller datagram)
- Förbindelsefri dataöverföring
- Checksum används men ingen felhantering eller flödeskontroll (**Best effort**).

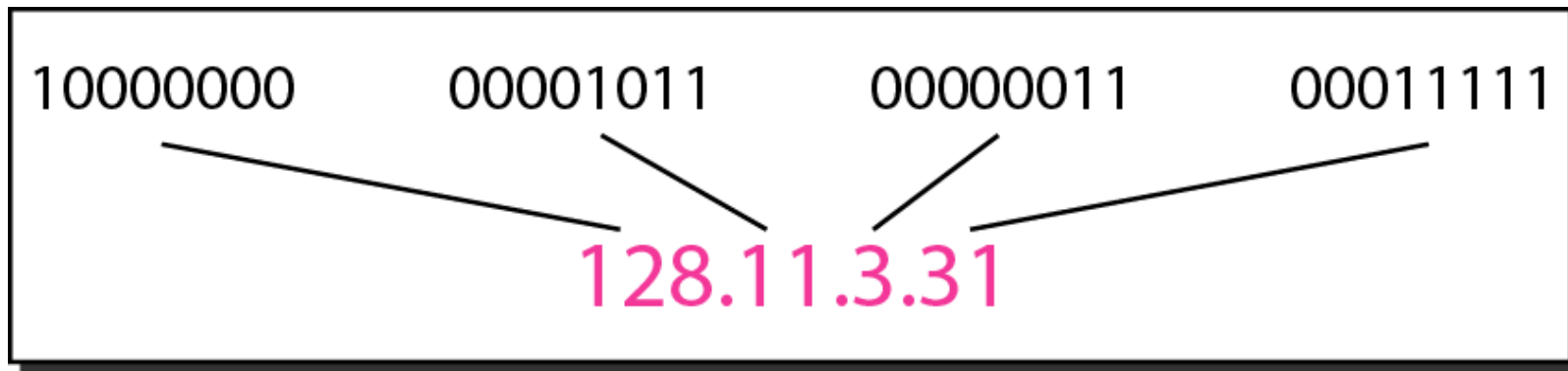
Internet protocol (IP)

Två versioner av IP:

- IPv4 används i de flesta nät idag och kommer vara huvudfokus i denna kurs.
- IPv6 är en förbättrad version av IP som just nu införs i näten och som introduceras i denna kurs.

IP-adresser (IPv4)

Varje värddator och routrar som är ansluten till Internet har en unik **IP-adress** på 32 bitar.



Adressen skrivs i så kallat **dotted-decimal format**.

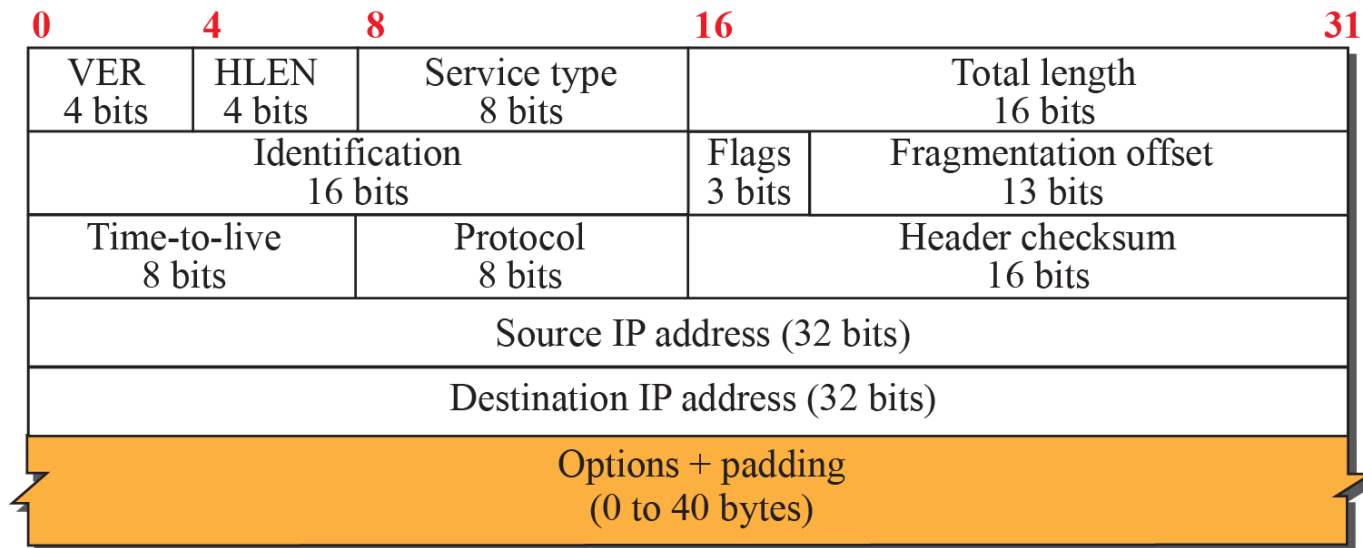
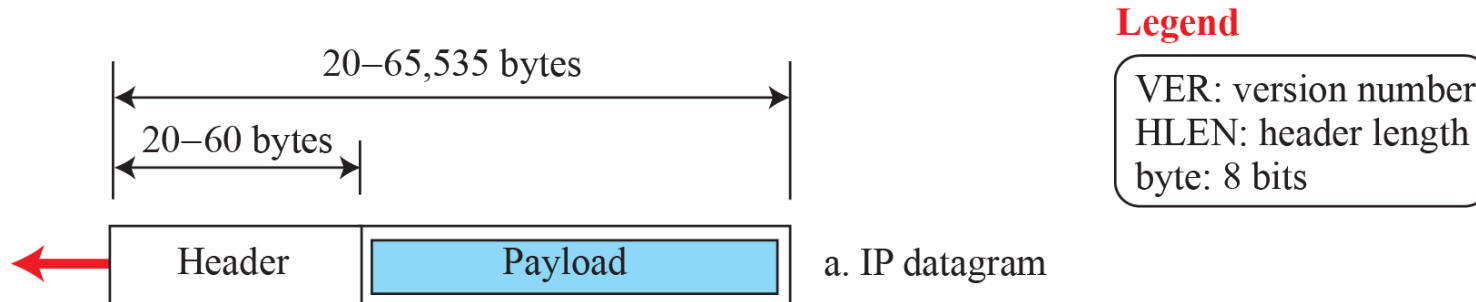
IP-adresser

IPv4-adressen består av två delar:

- **Nät-id** (netid, prefix) identifierar det nät som enheten är kopplad till.
- **Värd-id** (hostid, suffix) identifierar enheten själv inom detta nät.

Hur adressen delas upp i nät-id och värd-id kommer att beskrivas i nästa föreläsning.

Format för IPv4-datagram



b. Header format

Exempel: ipconfig /all på min laptop på mitt kontor (kopplad till Ethernet)

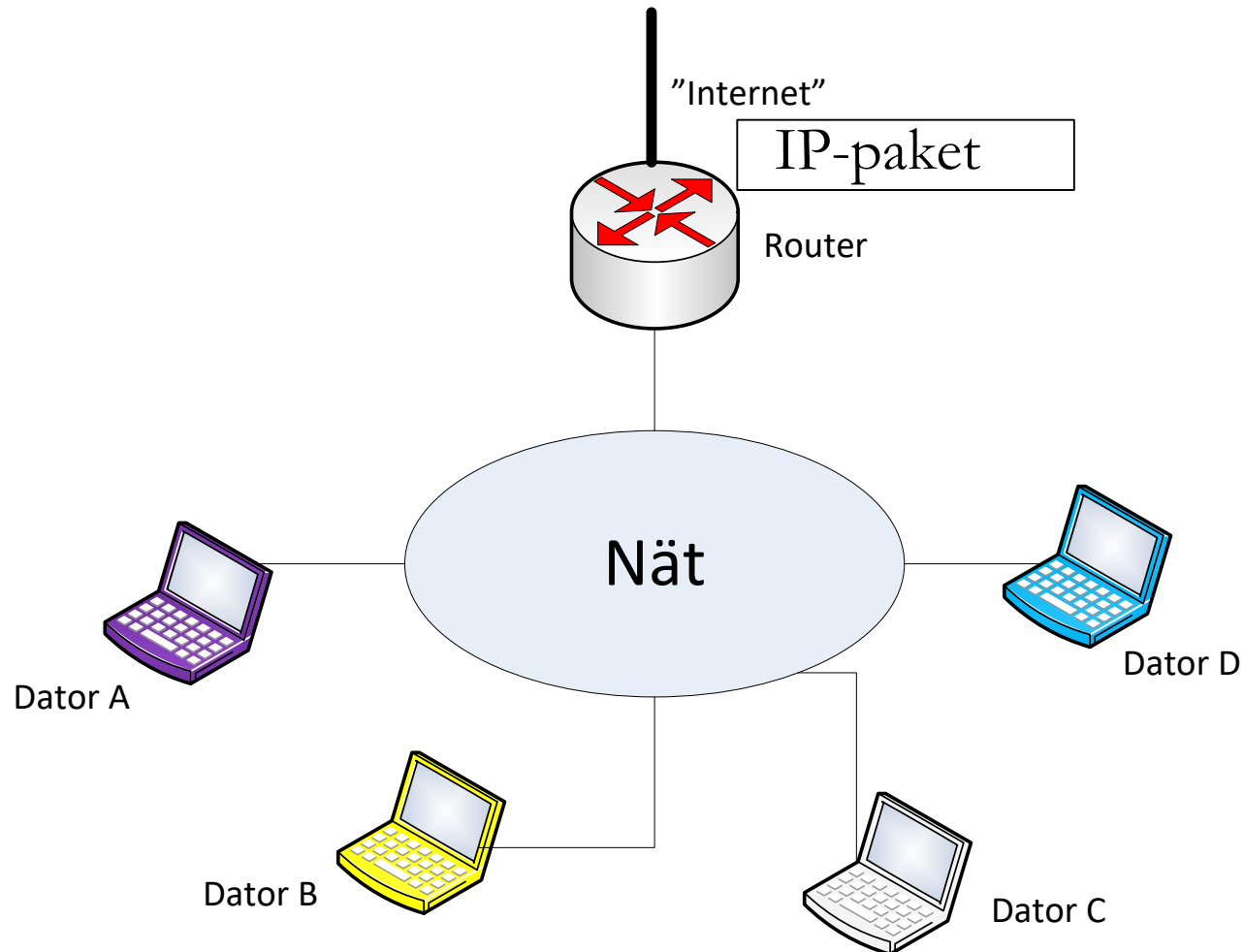
```
Connection-specific DNS Suffix . : eit.lth.se
Description . . . . . : Intel(R) Ethernet Connection (4) I219-LM
Physical Address. . . . . : 9C-7B-EF-9A-50-C8 MAC-adress
DHCP Enabled. . . . . : Yes
Autoconfiguration Enabled . . . . : Yes
Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::6595:206:97c4:1a89%18(Preferred)
IPv4 Address. . . . . : 130.235.201.210(Preferred) IPv4-adress
Subnet Mask . . . . . : 255.255.252.0
Lease Obtained. . . . . : den 14 november 2019 08:50:27
Lease Expires . . . . . : den 15 november 2019 08:50:26
Default Gateway . . . . . : 130.235.200.1
DHCP Server . . . . . : 130.235.63.228
DHCPv6 IAID . . . . . : 110918639
DHCPv6 Client DUID. . . . . : 00-01-00-01-24-6B-18-EE-9C-7B-EF-9A-50-C8
DNS Servers . . . . . : 130.235.63.228
                        130.235.63.232
NetBIOS over Tcpi . . . . . : Enabled
```

Tentaexempel: IPv4-header

Följande bitström börjar med en IPv4-header. Identifiera sändarens och mottagarens IP-adresser.

```
45 00 00 30 88 14 40 00 80 06 d5 dc 82
eb 12 bd 82 eb 84 43 09 93 00 17 f2 d2
7a 29 00 00 00 00 70 02 00 30 40 00 2f
a2 00 00 02 04 05 b4 01 01 04 02
```

Hur mappar man en IP-adress till en MAC-adress?



Address Resolution Protocol (ARP)

För att hitta en specifik host inom ett nät krävs det att alla enheter kopplade till nätet kan mappa IP-adresser till de fysiska adresser som används inom nätet.

Adress Resolution Protocol (ARP) används för detta inom nät som bygger på IEEE 802.x standarder.

Notering: En host i ett nät vet alltid IP-adressen till den router som är kopplad till "resten av"

Internet. Denna router kallas **Default router/gateway**.

Exempel: ipconfig /all på min laptop på mitt kontor (kopplad till Ethernet)

```
Connection-specific DNS Suffix . : eit.lth.se
Description . . . . . : Intel(R) Ethernet Connection (4) I219-LM
Physical Address. . . . . : 9C-7B-EF-9A-50-C8
DHCP Enabled. . . . . : Yes
Autoconfiguration Enabled . . . . : Yes
Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::6595:206:97c4:1a89%18(Preferred)
IPv4 Address. . . . . : 130.235.201.210(Preferred)
Subnet Mask . . . . . : 255.255.252.0
Lease Obtained. . . . . : den 14 november 2019 08:50:27
Lease Expires . . . . . : den 15 november 2019 08:50:26
Default Gateway . . . . . : 130.235.200.1 Min router ut till resten av Internet
DHCP Server . . . . . : 130.235.63.228
DHCPv6 IAID . . . . . : 110918639
DHCPv6 Client DUID. . . . . : 00-01-00-01-24-6B-18-EE-9C-7B-EF-9A-50-C8
DNS Servers . . . . . : 130.235.63.228
                        130.235.63.232
NetBIOS over Tcpip. . . . . : Enabled
```

ARP-funktioner

- Varje host/router har en ARP-cache (tabell) som används för att registrera MAC/IP-adresspar.
- En *ARP query* broadcastas varje gång en host/router behöver mappa en IP-adress till en MAC-adress (**ARP broadcasts stoppas vid varje router**).
- Den host som har den efterfrågade IP-adressen skickar tillbaka en *ARP response* med sin MAC-adress i unicast.
- Ett ARP-paket skickas i en Ethernet-ram.

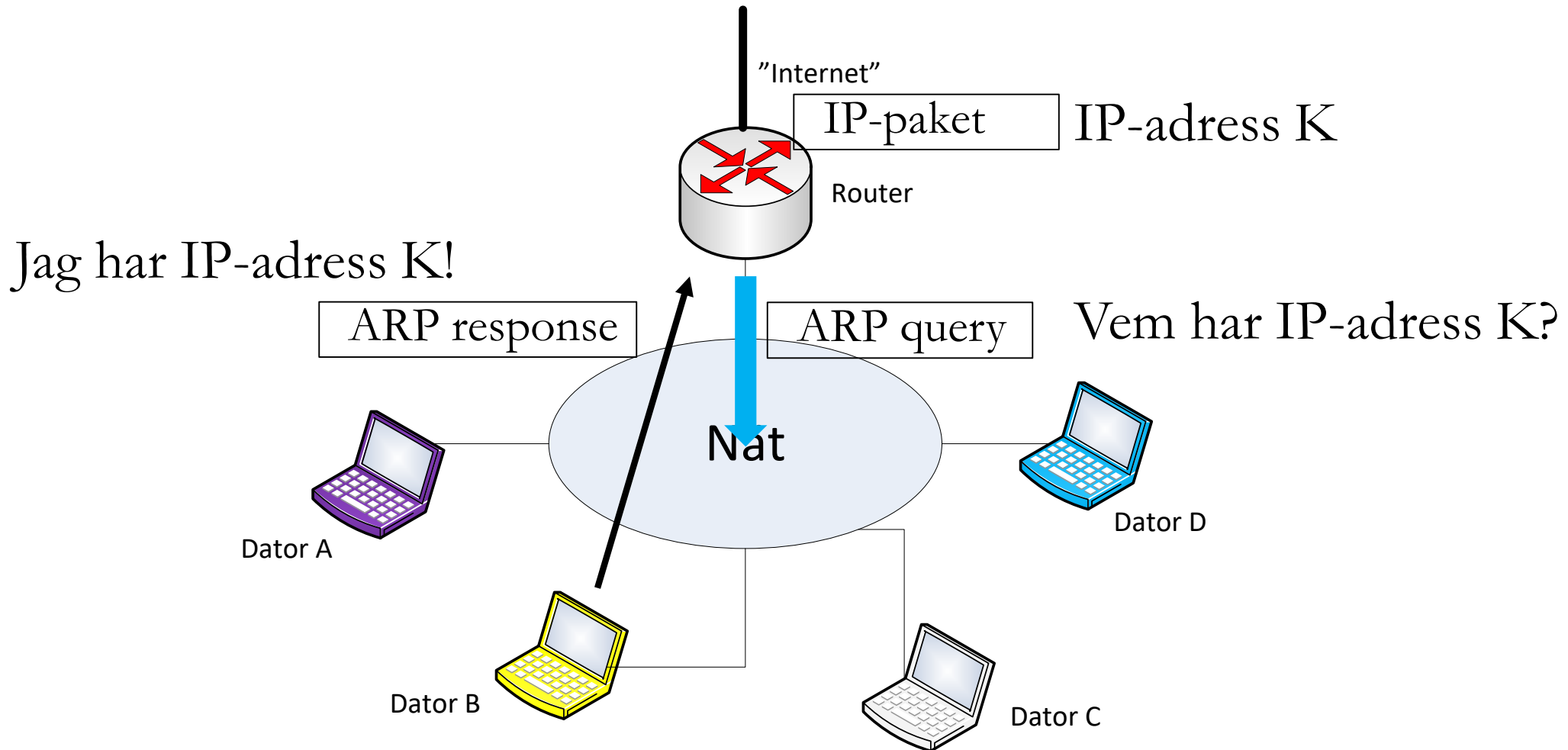
ARP-paket

Hardware: LAN or WAN protocol (Ethernet = 1)

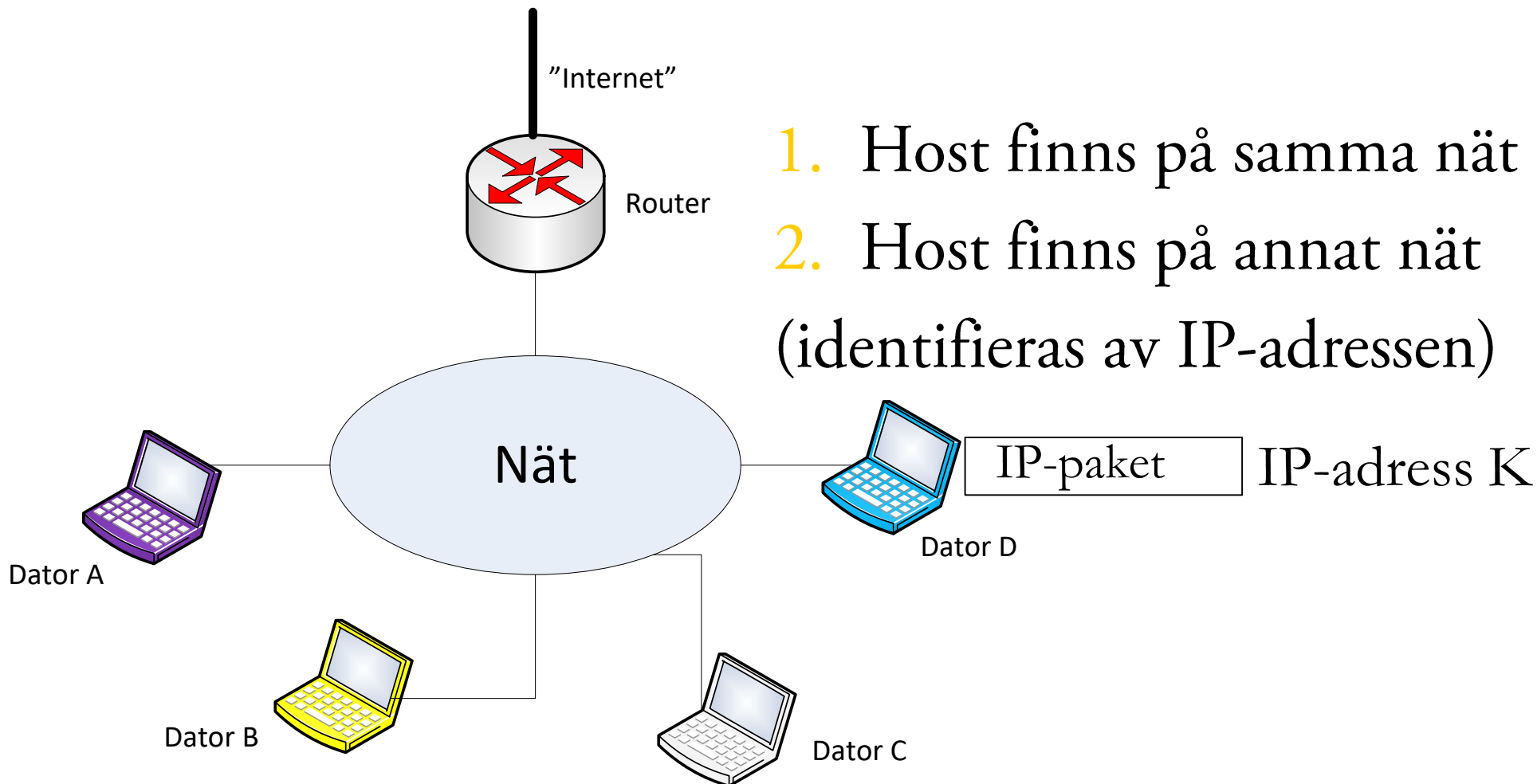
Protocol: Network-layer protocol (IPv4 = $(0800)_{16}$)

0		8	16	31
Hardware Type		Protocol Type		
Hardware length	Protocol length	Operation Request:1, Reply:2		
Source hardware address				
Source protocol address				
Destination hardware address (Empty in request)				
Destination protocol address				

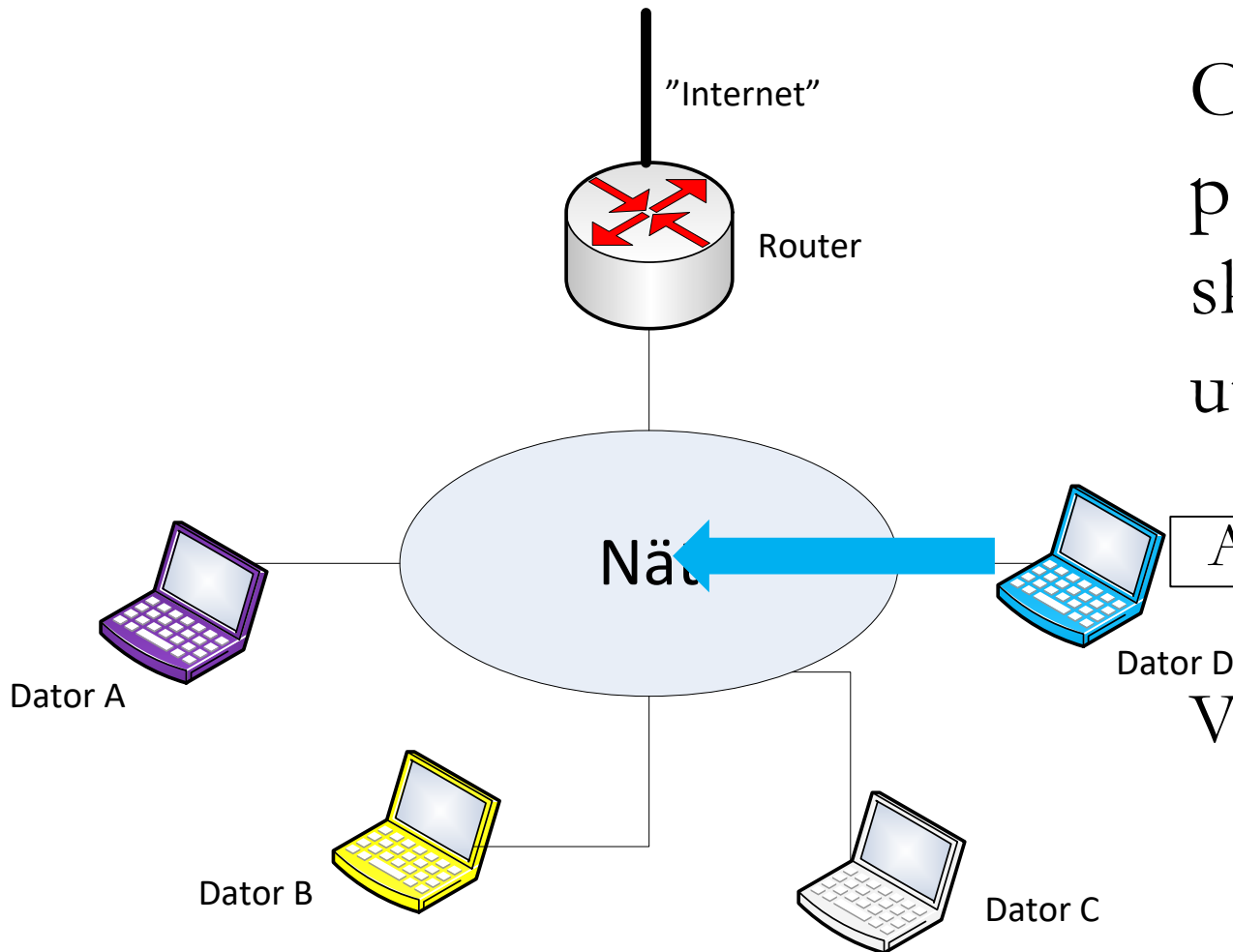
ARP-funktion (1)



ARP-funktion (2)



1. Host finns på samma nät

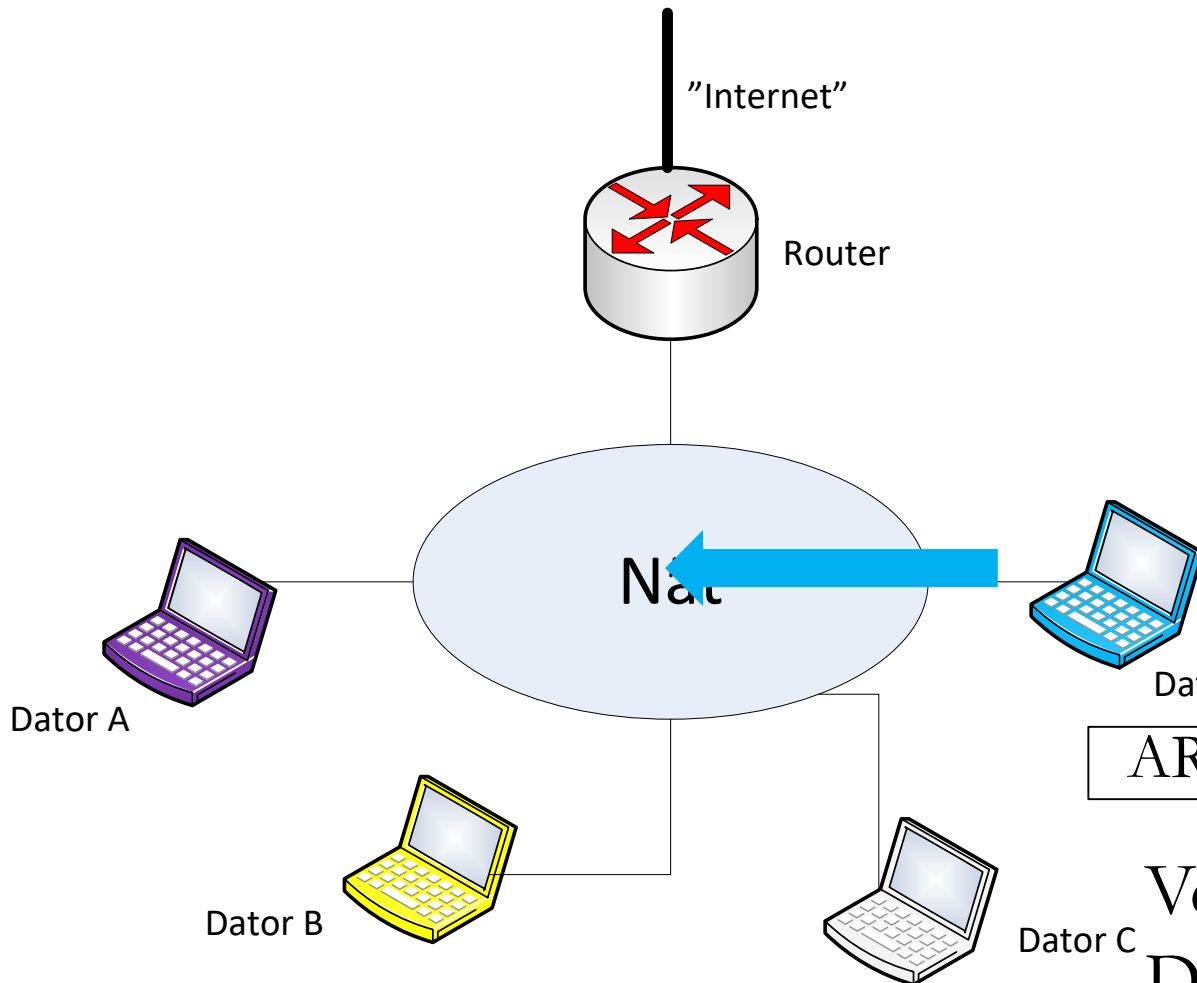


Om en host sitter på samma nät skickas en ARP ut som vanligt.

ARP query

Vem har IP-adress K?

1. Host finns på annat nät



Om en host sitter på ett annat nät skickas paketet till Default gateway. ARP skickas om det behövs.

ARP query

Vem har IP-adress
Default gateway?

Transportprotokoll

En användare kan ha flera applikationer igång samtidigt. För att inte varje applikationsprotokoll ska behöva ha koll på dataöverföringen end-to-end så används ett [transportprotokoll](#).



facebook

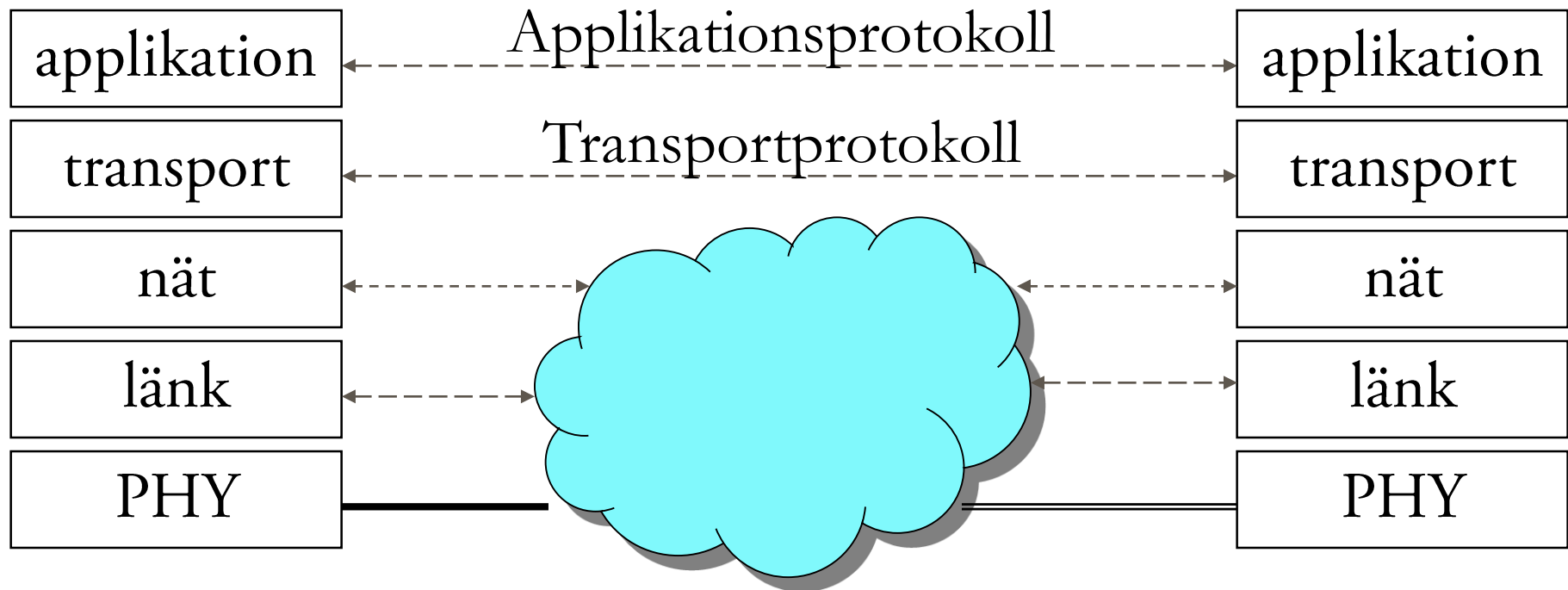
You Tube



Spotify

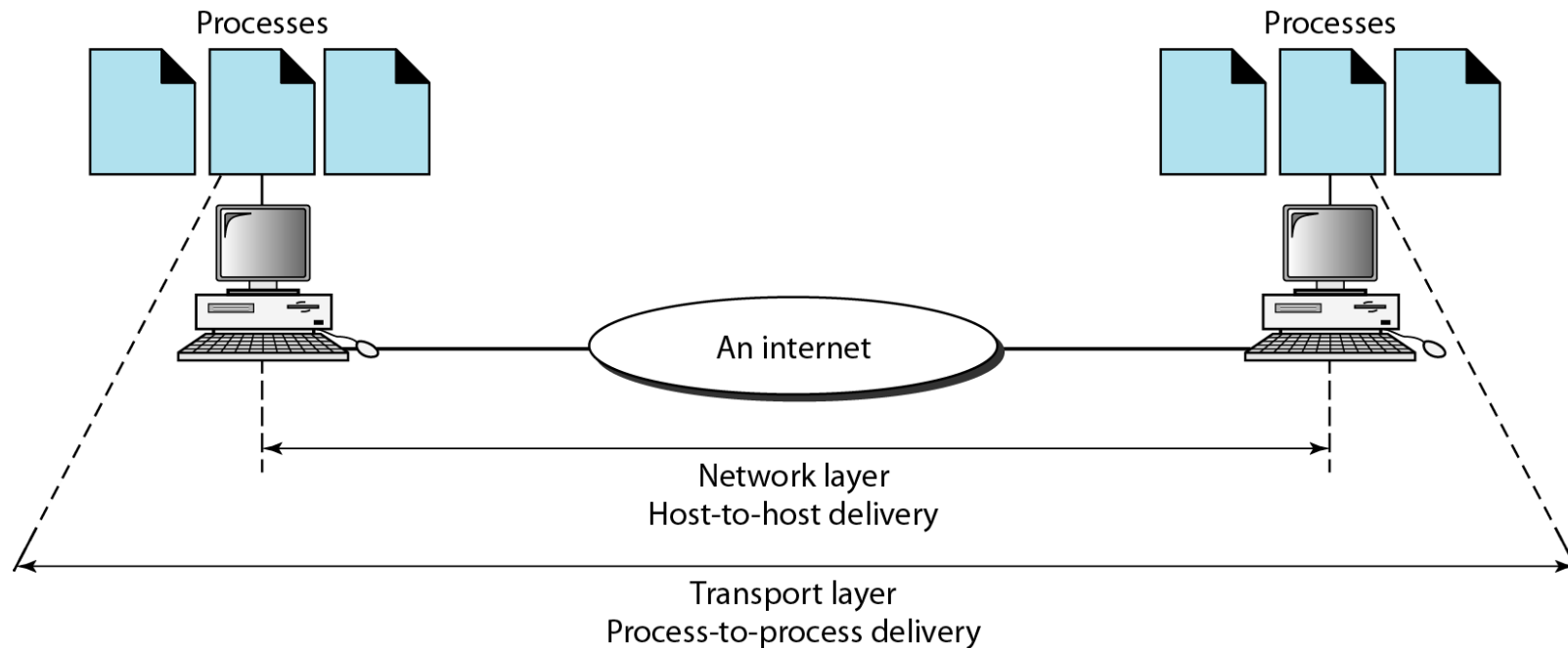


Transportprotokoll



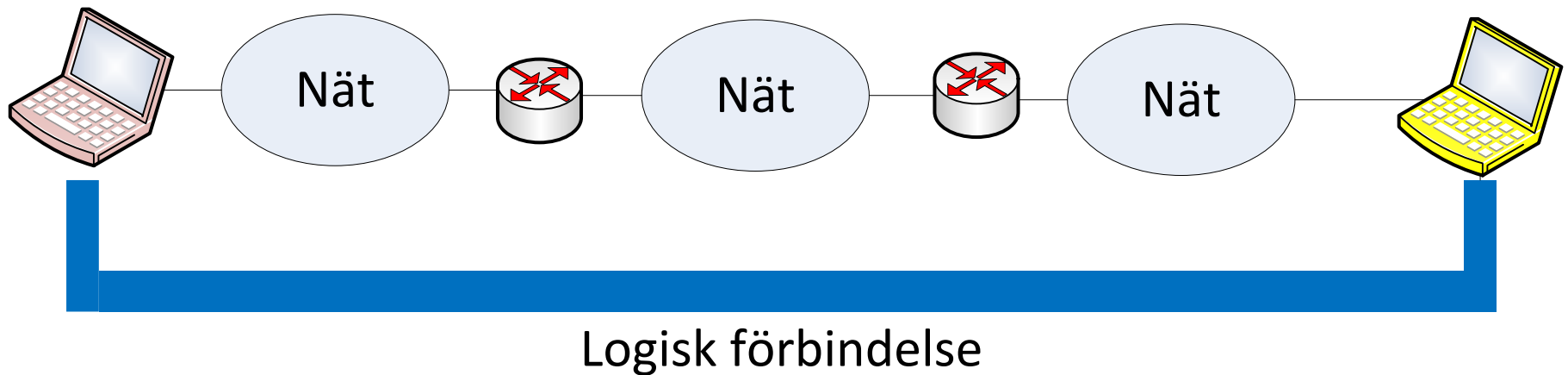
Process-to-process delivery

Transportprotokollet sköter **process-to-process delivery**.



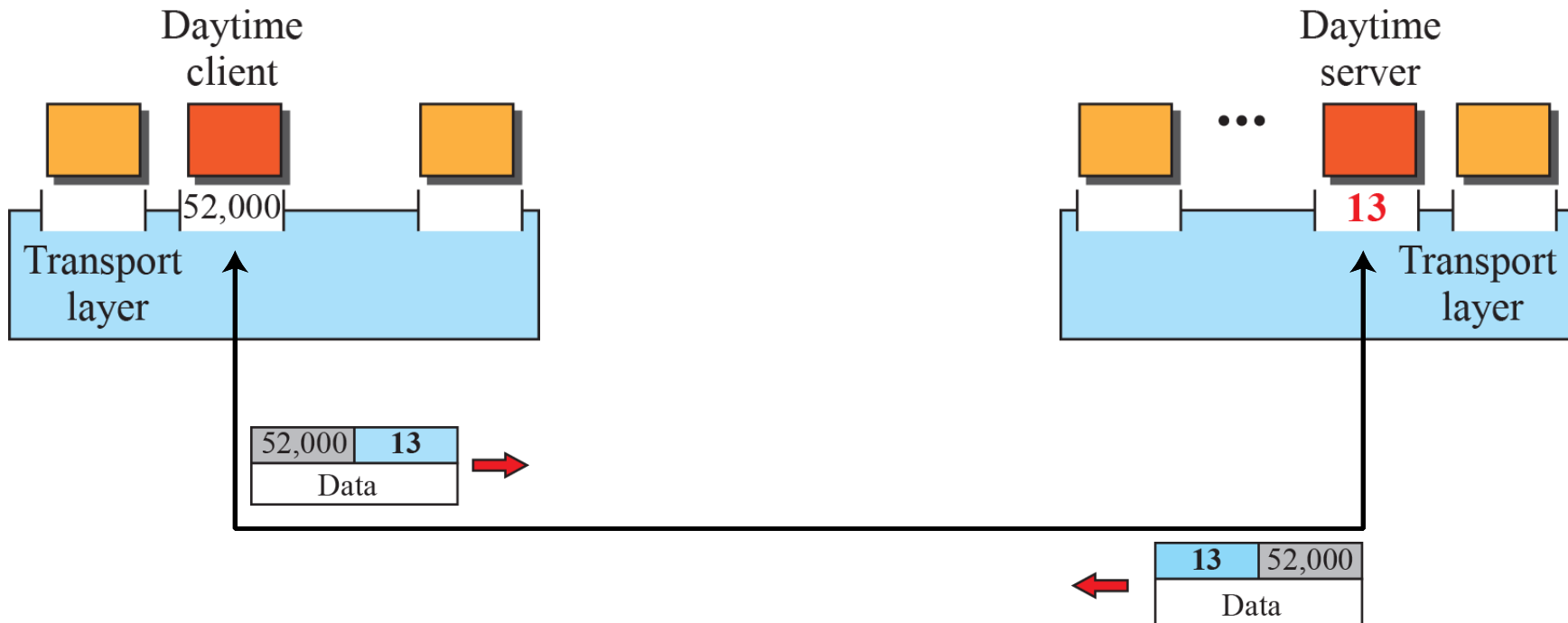
Logisk förbindelse

Transportprotokollet skapar en logisk (virtual) förbindelse mellan sändare och mottagare.



Portnummer

Transportprotokollet använder **portnummer** (portadresser) för att separera applikationer på en viss host.



Port nummer

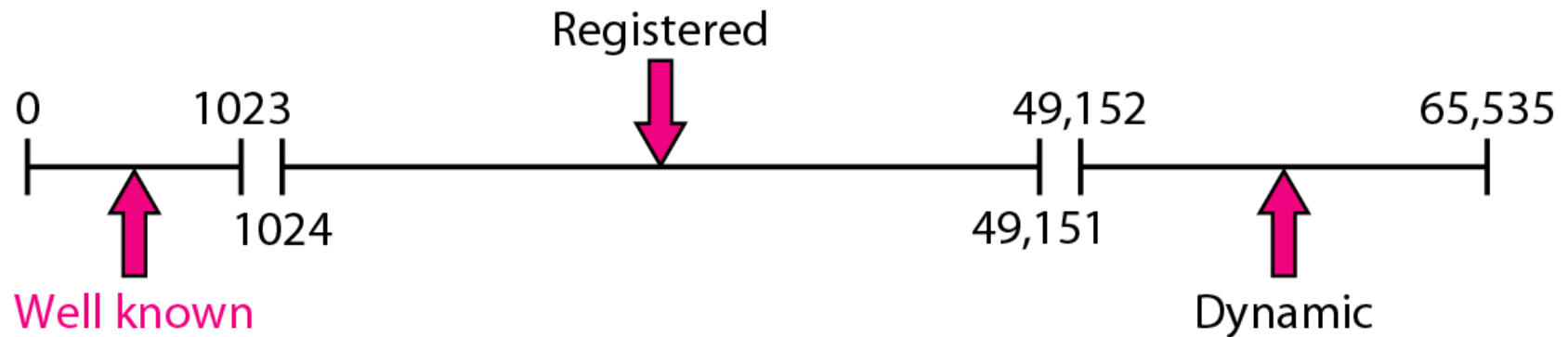
Internet Cooperation for Assigned Names and Numbers Authority (ICANN) har definierat tre typer av portnummer:

- **Well-known ports** tilldelas och styrs av IANA.
- **Registered ports** registreras hos IANA.
- **Dynamic ports** kontrolleras eller registreras inte. De kallas också för **ephemeral ports**.

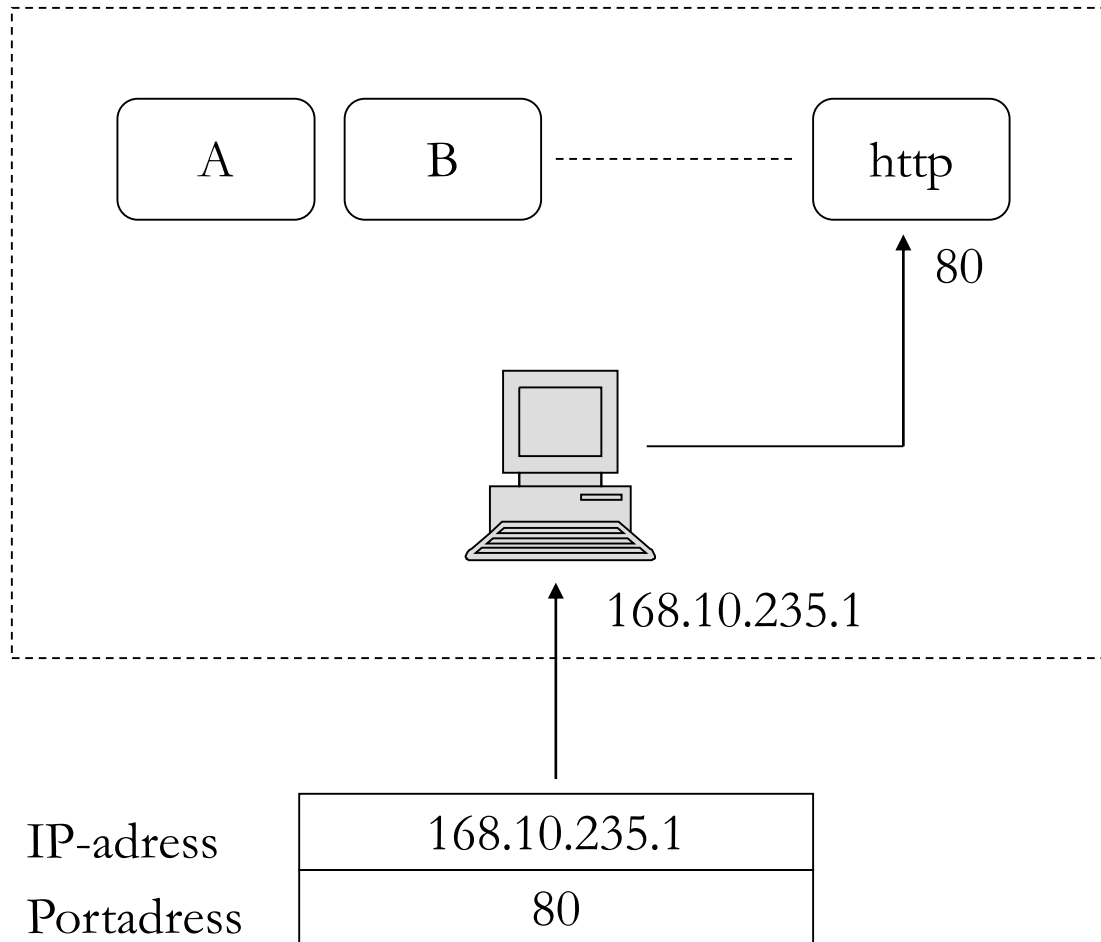
IANA = Internet Assigned Numbers Authority

Portnummer

Alla portnummer är inom följande intervall:

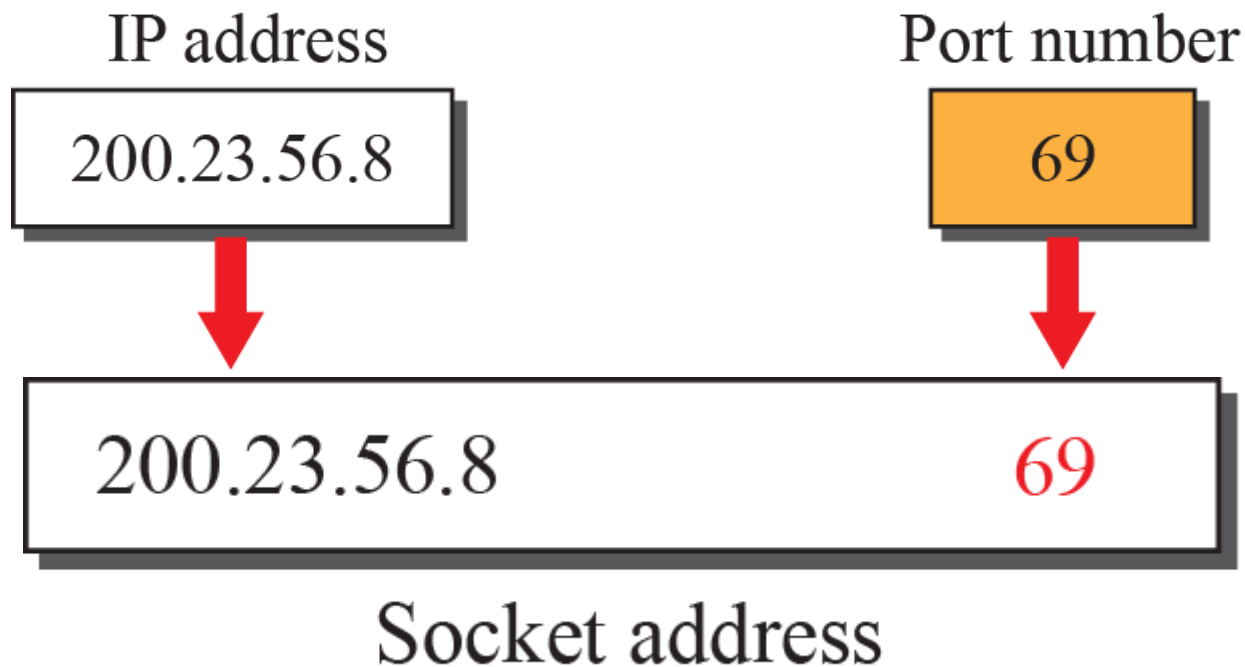


Att hitta rätt applikation



Socketadress

IP-adressen + portnummer bildar en **socketadress**.



Ett transportprotokoll: TCP

- Transmission Control Protocol (TCP) är ett av de transportprotokollen som används på Internet.
- Tillhandahåller en förbindelseorienterad dataöverföring med felhantering och flödeskontroll.
- TCP använder Checksum och en Go-back-N ARQ algoritm.

Ett transportprotokoll: UDP

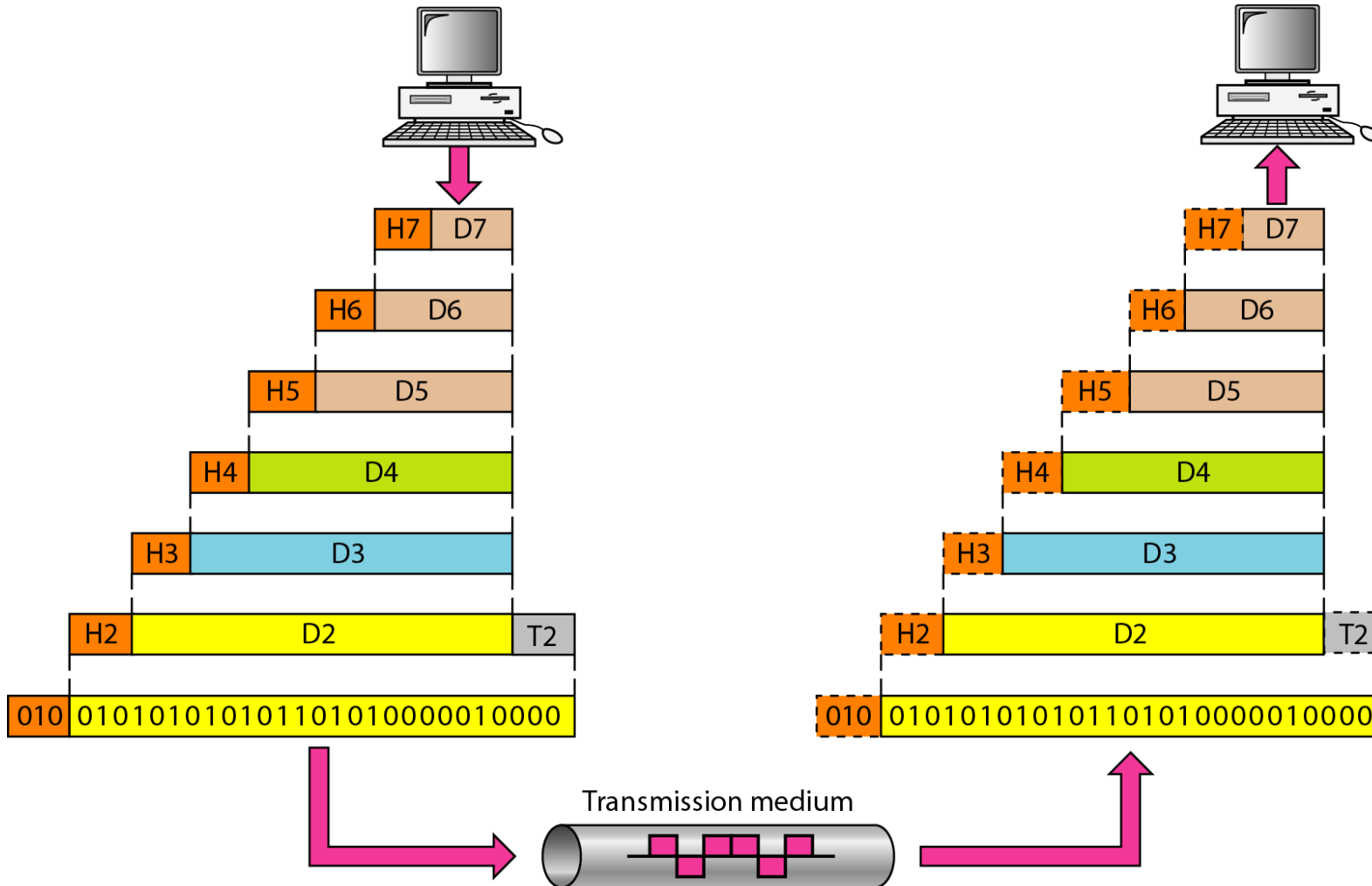
- User Datagram Protocol (UDP) är ett annat transportprotokoll som används på Internet.
- UDP tillhandahåller en förbindelsefri dataöverföring utan felhantering eller flödeskontroll.
- UDP använder en Checksum.

Protokoll i flera skikt

Genom att använda flera protokoll som har sina specifika uppgifter kan dataöverföringen bli enklare och mer flexibel.

Det blir lättare att utveckla nya applikationer och protokoll eftersom de inte behöver kunna allt.

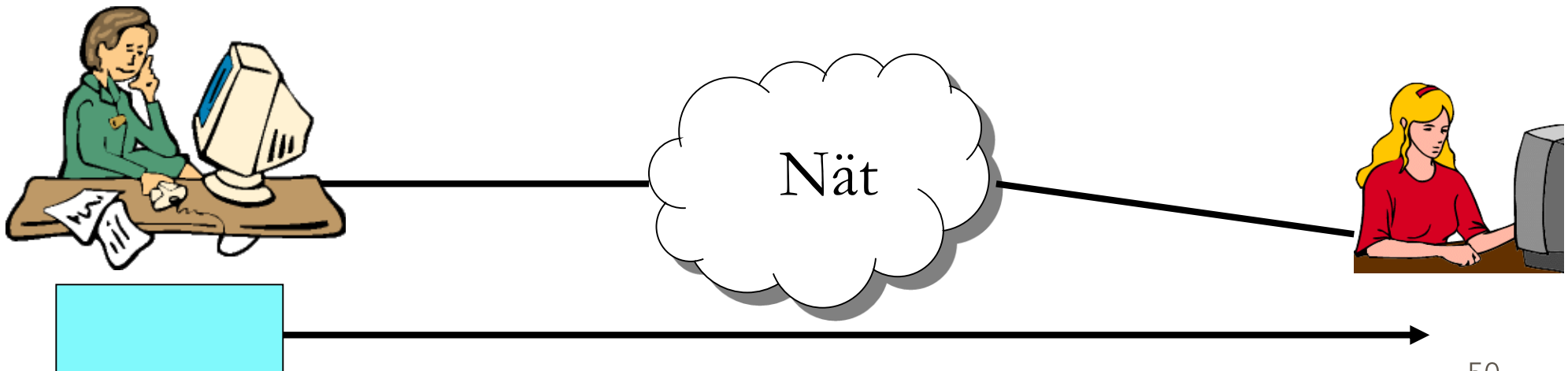
Datakommunikation i flera skikt



Vad händer med informationen?

Antag att ett användarapplikation har ett **meddelande** den vill sända till en annan användare.

Vad händer med detta meddelandet i de olika protokollen hos sändare och mottagare?



Sändarsidan

applikation



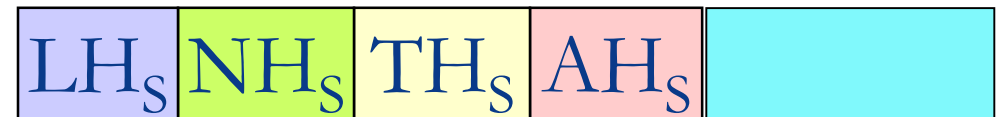
transport



nät



länk

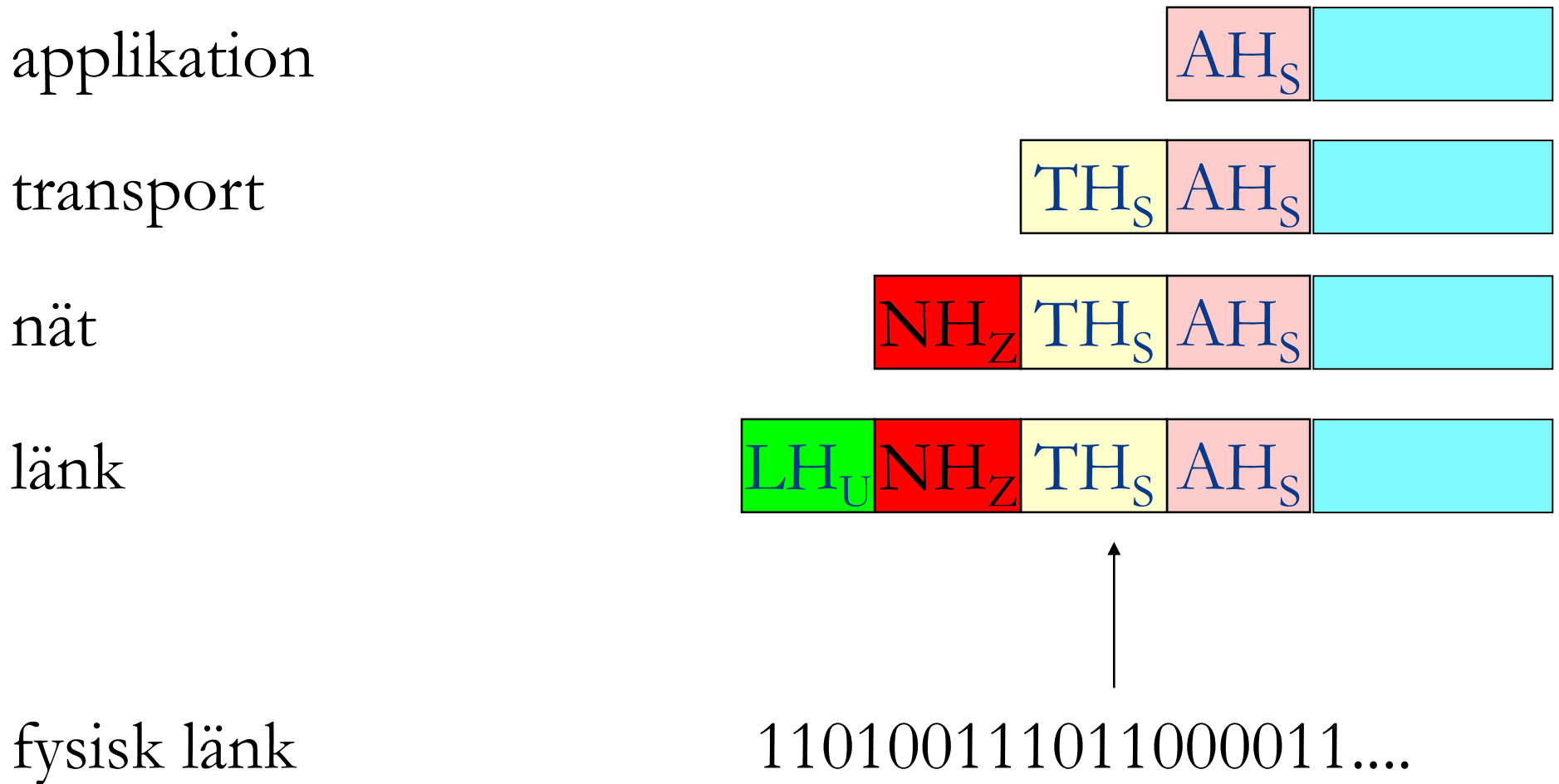


fysisk länk

11010101100011100011....

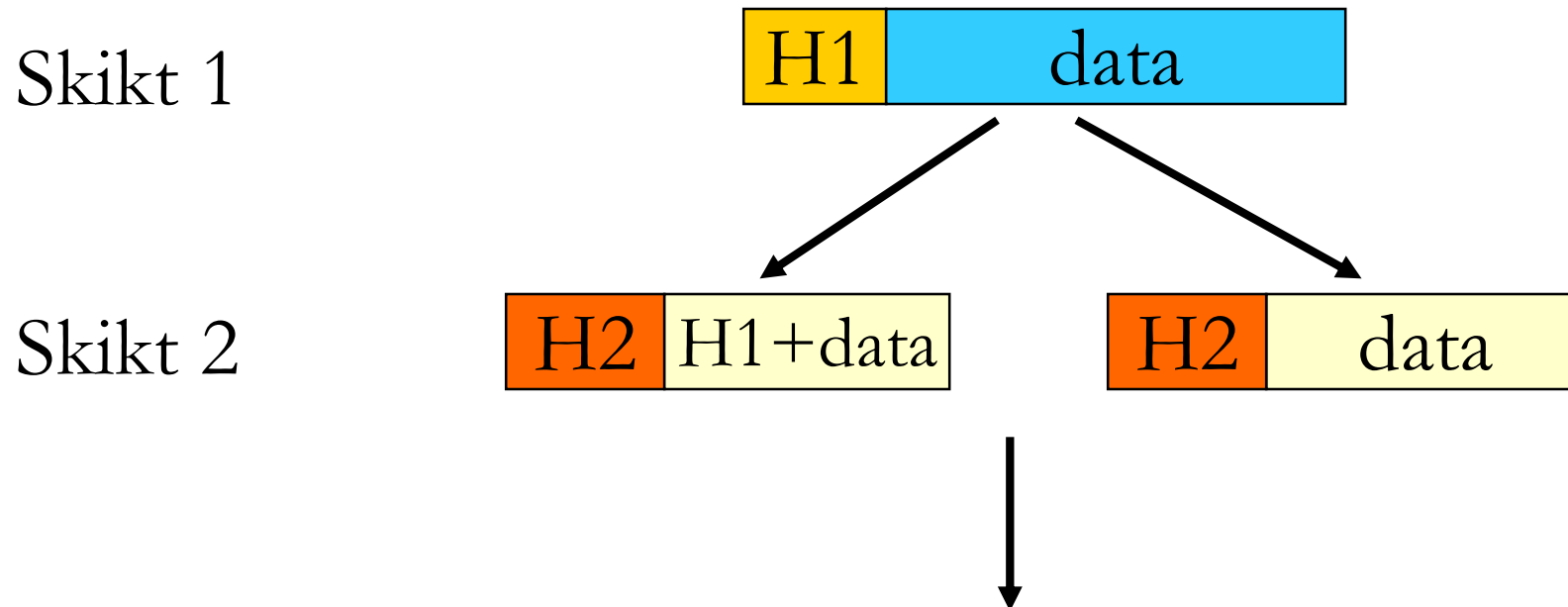


Mottagarsidan



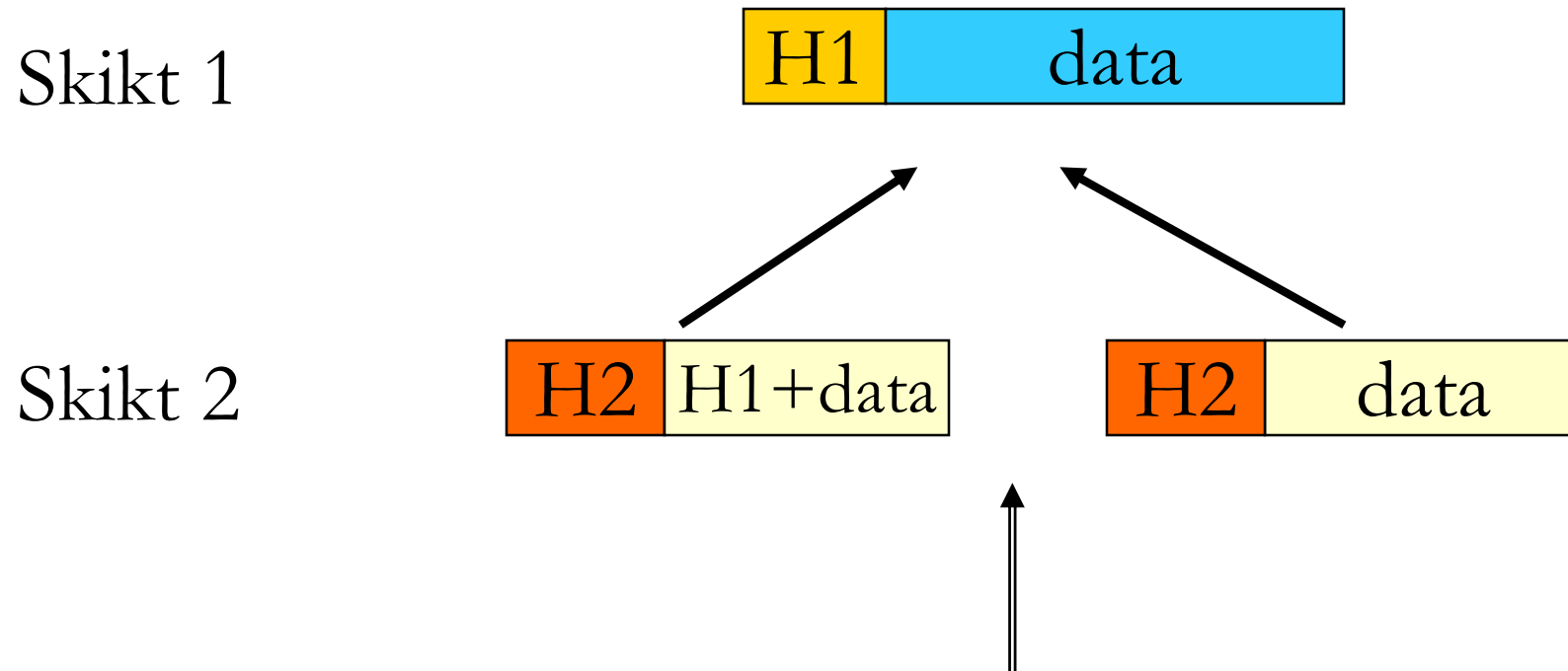
Fragmentering

Om det kommer data från ett övre skikt som inte får plats i ett enda datapaket sker så kallad **fragmentering** (enligt förutbestämda regler).



Hopsättning

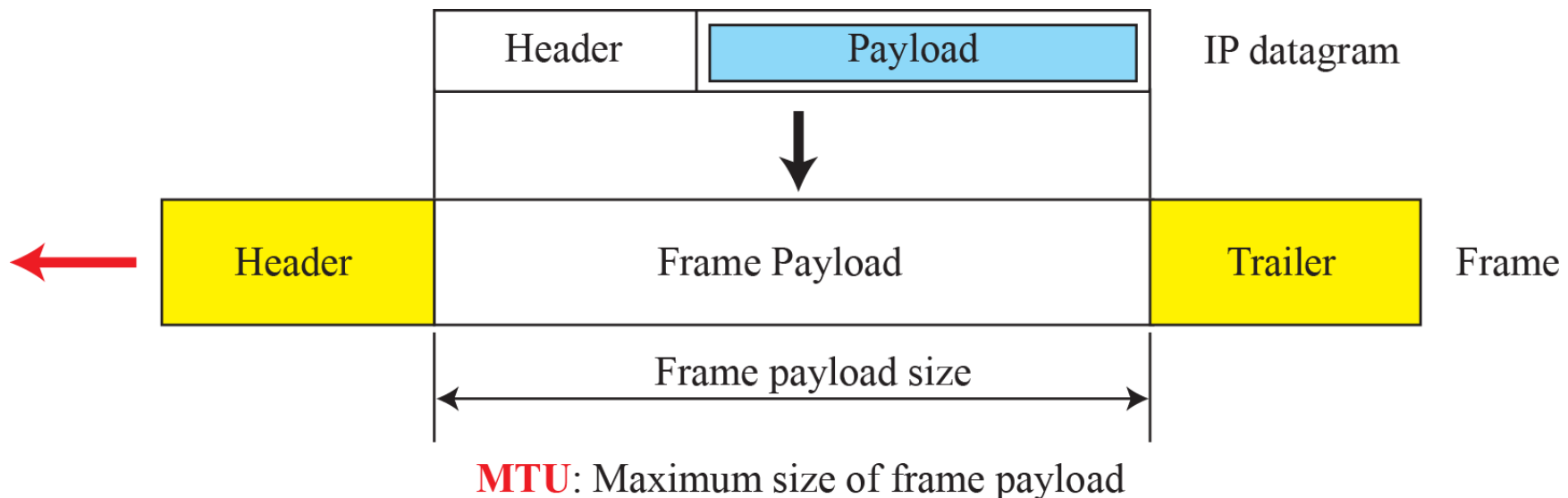
På mottagarsidan sätts datan ihop igen.



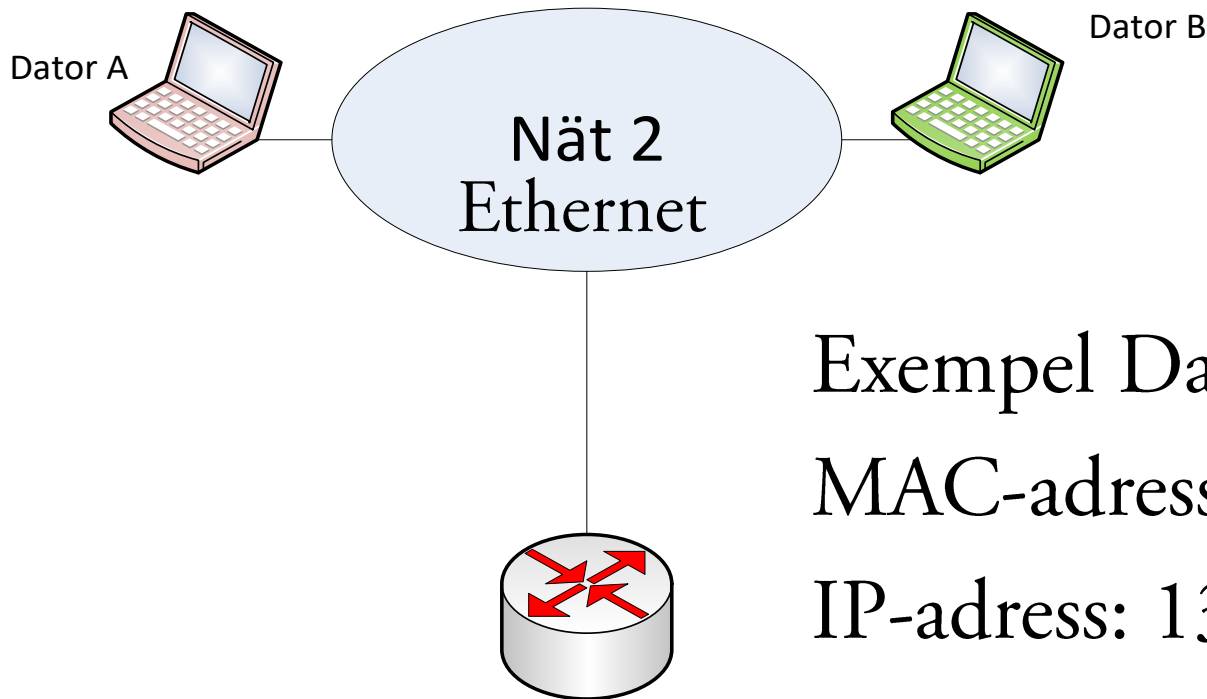
Maximum transfer unit (MTU)

Ett protokoll kan specificera en Maximum Transfer Unit (MTU) som sätter en maxlängd på den payload som kan skickas med protokollet.

Exempel:



Adresser i flera lager



Exempel Dator A

MAC-adress: 00:25:22:81:dd:39

IP-adress: 130.235.18.189

Om Dator A kör HTTP:

Portadress: 80

Tentaexempel: Protokoll i olika lager

Följande bitström börjar med en Ethernet-header (utan Preamble, SFD, CRC). Vilket nätprotokoll och transportprotokoll används?

```
00 09 0f ce 1f 59 e0 db 55 e4 6c 7e 08 00 45 00
00 28 48 4b 40 00 80 06 00 00 0a fe 01 e7 86 19
04 97 d5 34 00 50 31 40 0c e5 46 6b c1 43 50 10
02 99 97 af 00
```

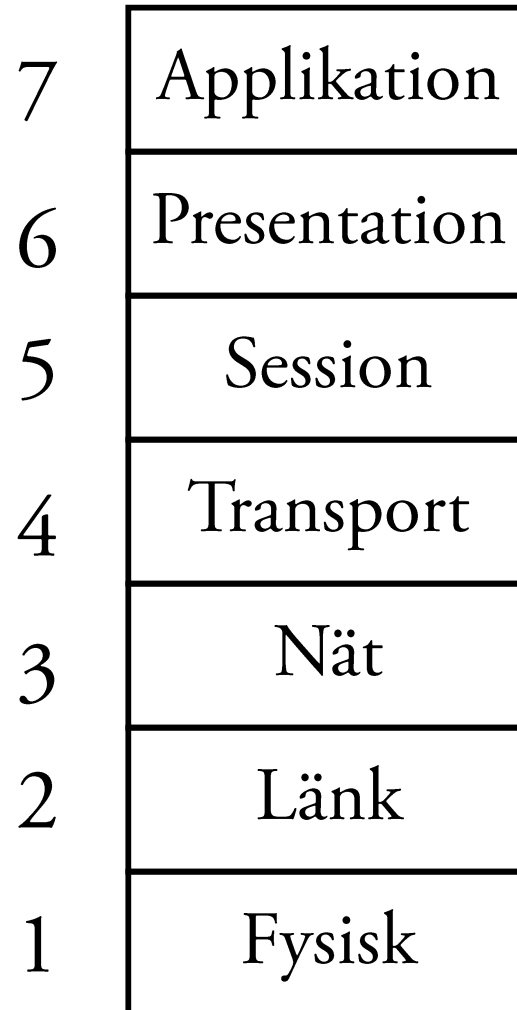
OSI-modellen

I mitten på 70-talet startade ISO ett projekt för att standardisera datorprotokollen.

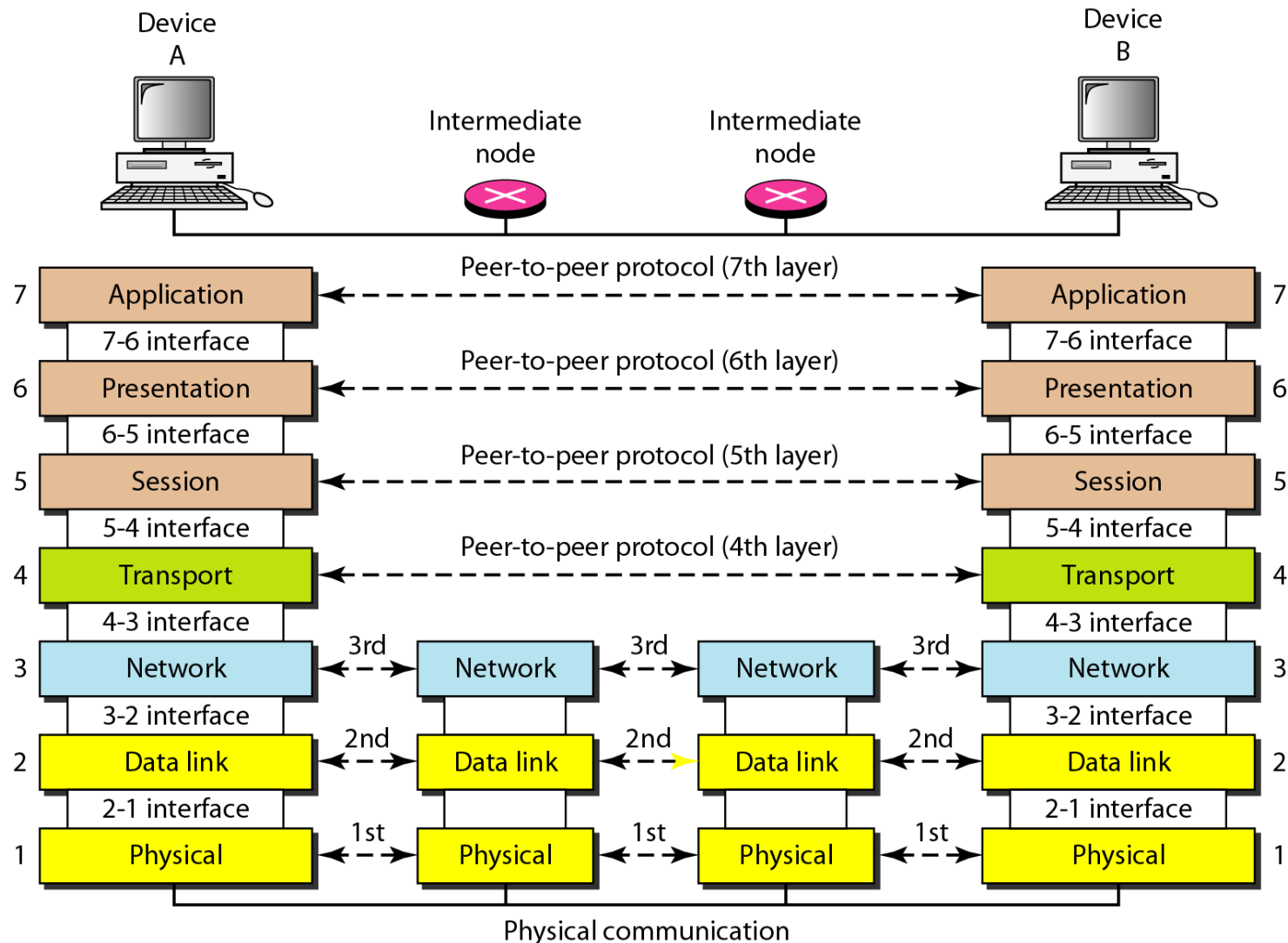
1983 presenterades Open Systems Interconnection (OSI) Reference Model.

OSI-modellen är modell ([framework](#)) för hur datorprotokoll skall utvecklas.

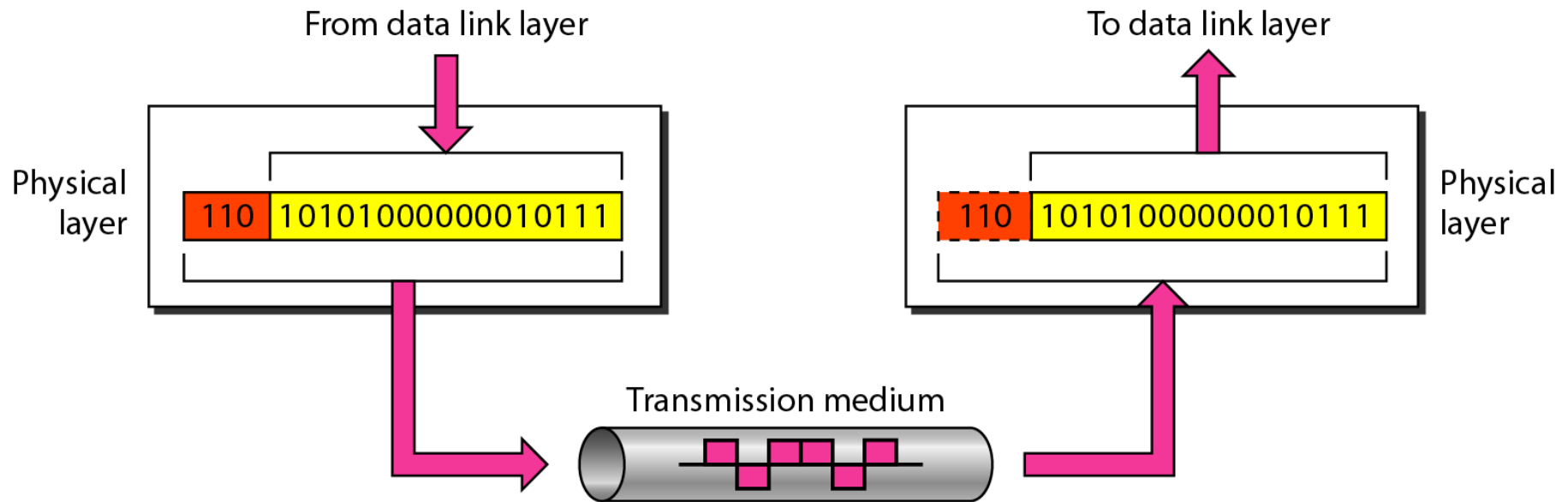
OSI-modellen



Protokollinteraktion i flera skikt

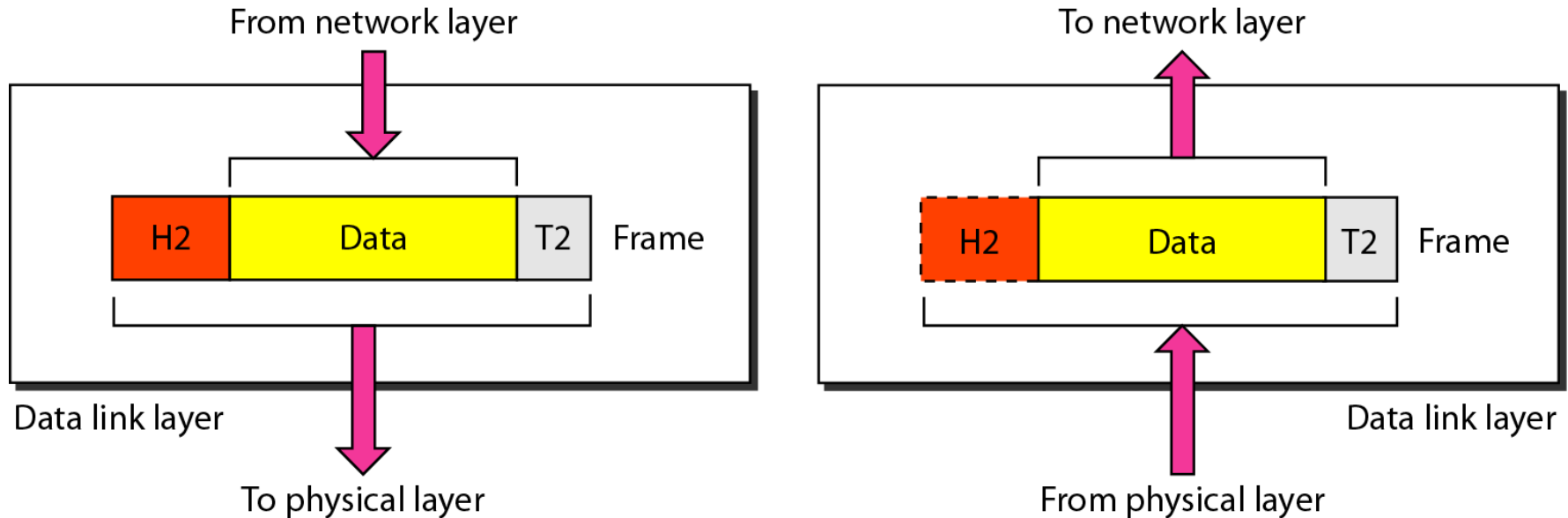


Fysiska skiktet (Physical layer)



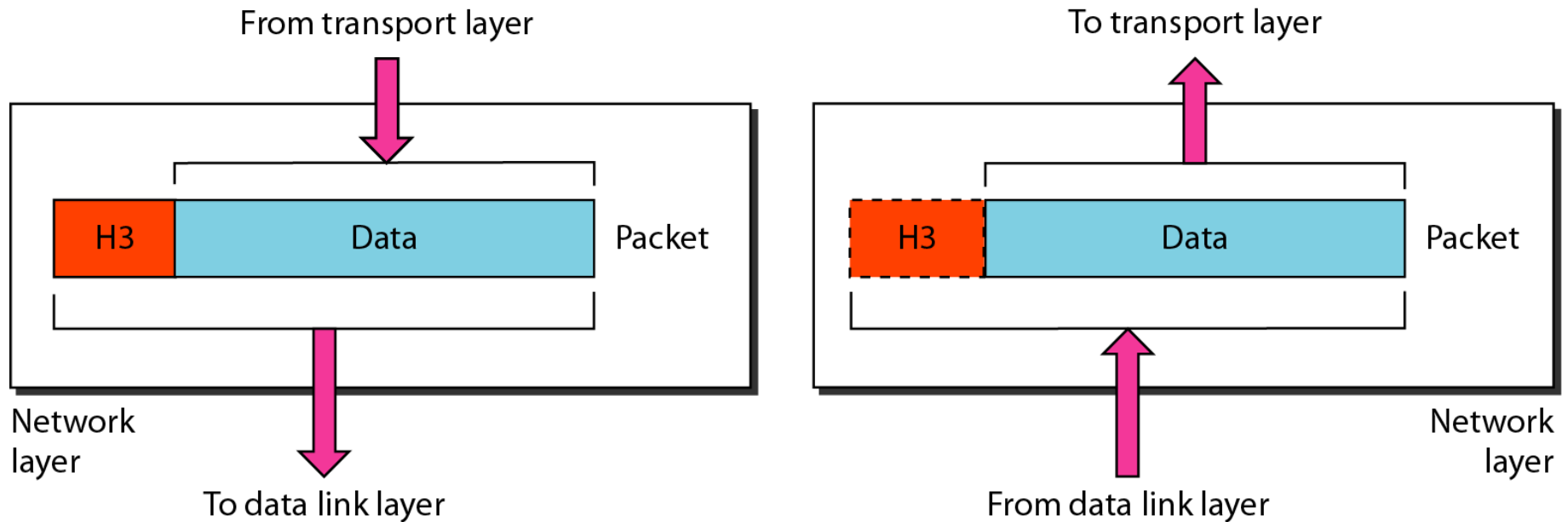
Det fysiska skiktet är ansvarigt för att skicka bitar mellan två noder som är kopplade via en fysisk länk.

Länkskiktet (Data link layer)



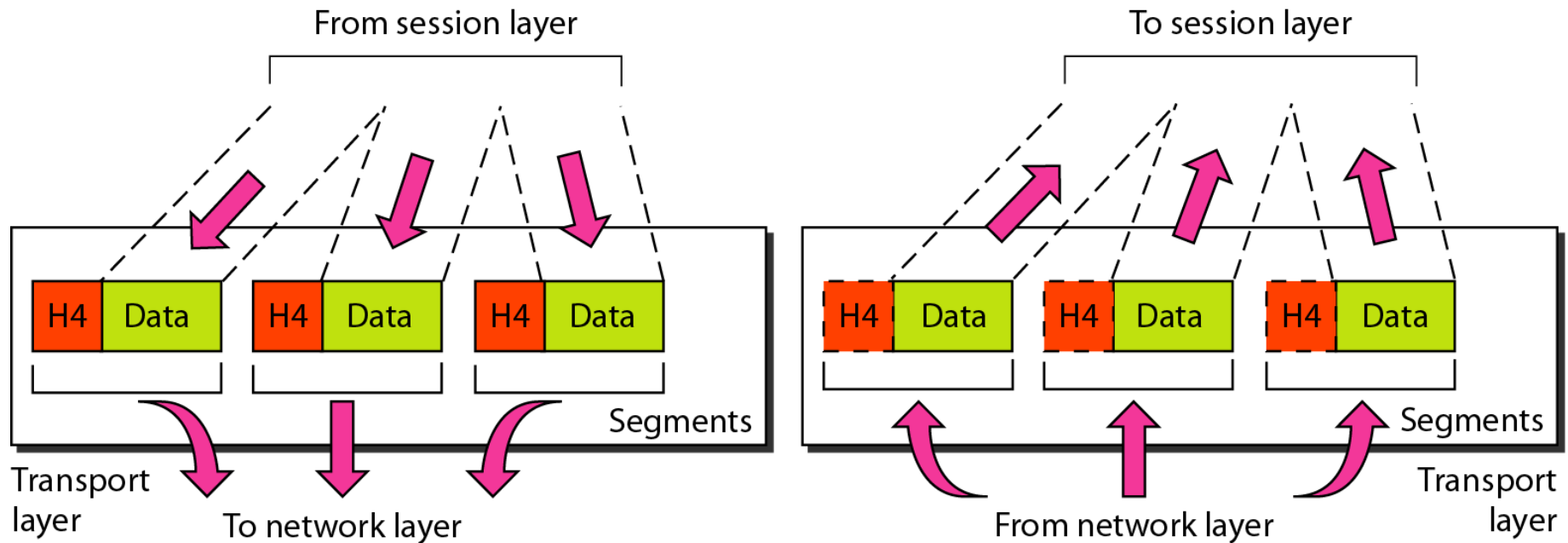
Länkskiktet är ansvarigt för att skicka ramar mellan två noder kopplade via en fysisk länk.

Nätskiktet (Network layer)



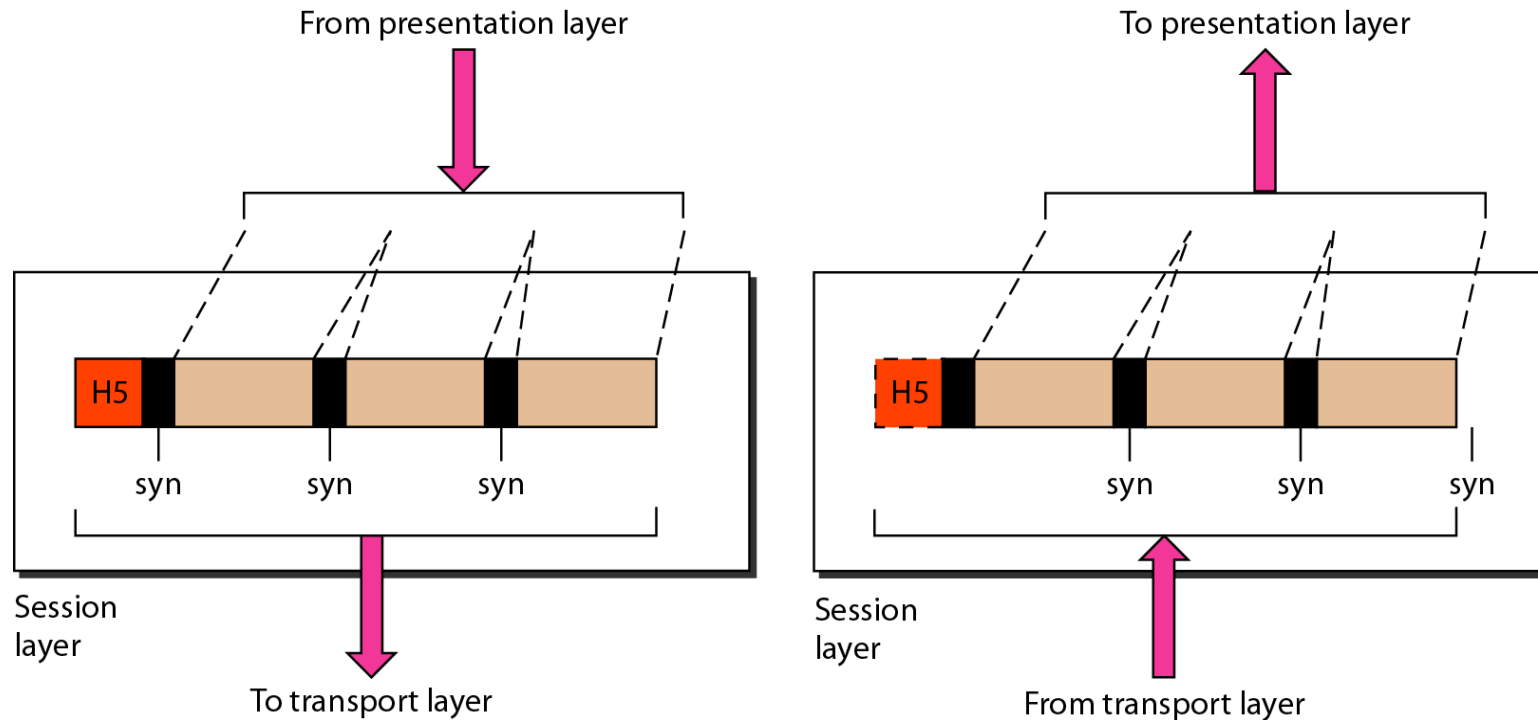
Nätskiktet är ansvarigt för att skicka paket mellan en sändar-host och en mottagar-host (som kan vara kopplade på olika nät).

Transportskiktet (Transport layer)



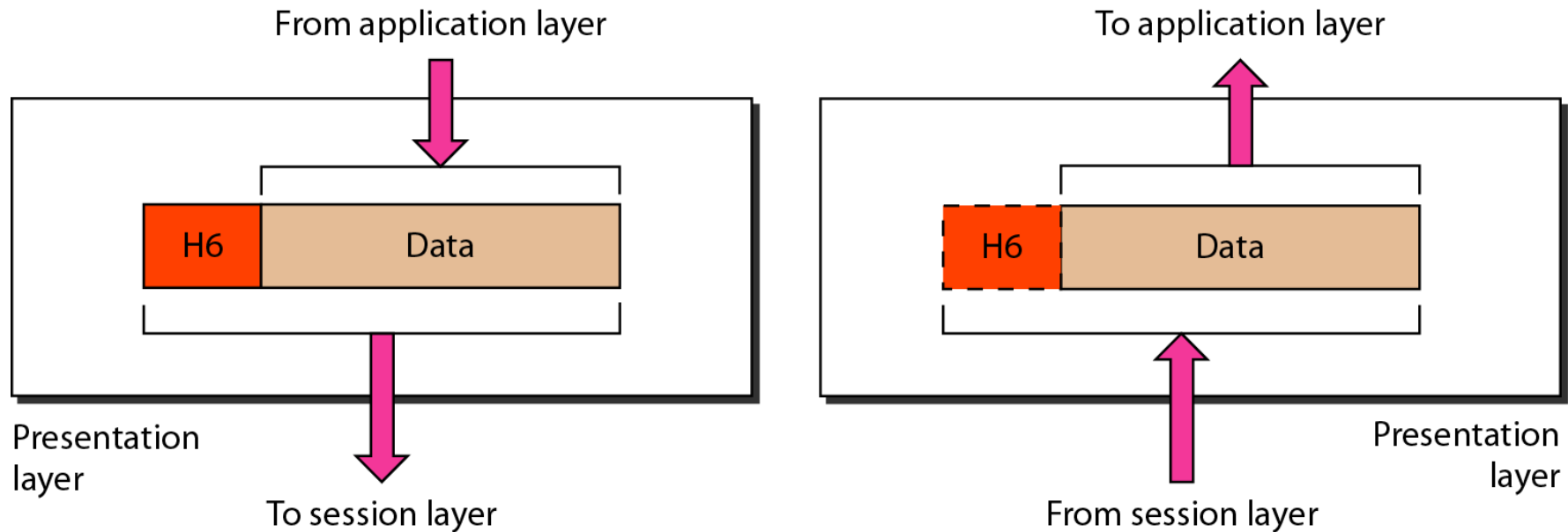
Transportskiktet är ansvarigt för att skicka meddelanden mellan två applikationsprocesser.

Sessions-skiktet (Session layer)



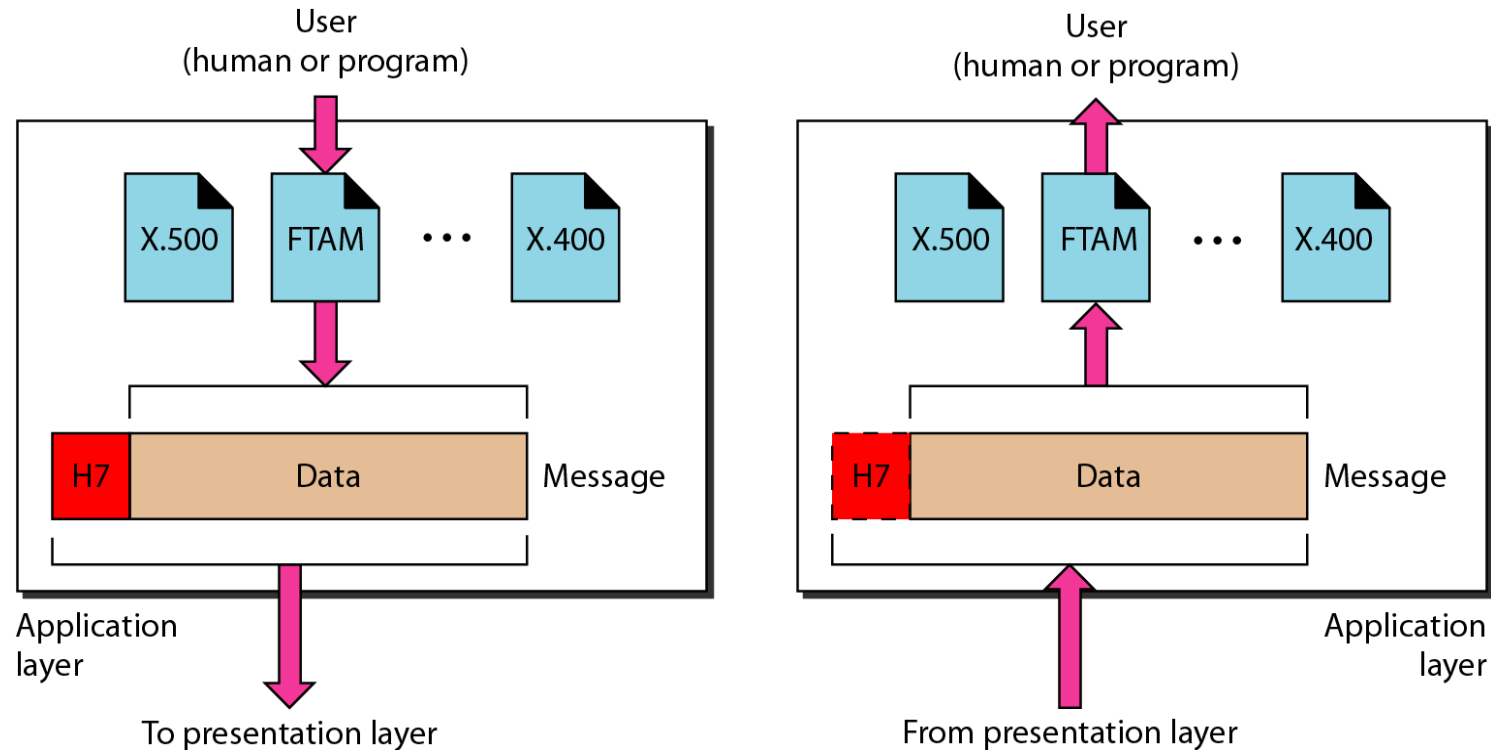
Sessions-skiktet är ansvarigt för styrning och-synkronisering av dialogen mellan sändar- och mottagarprocess.

Presentations-skiktet (Presentation layer)



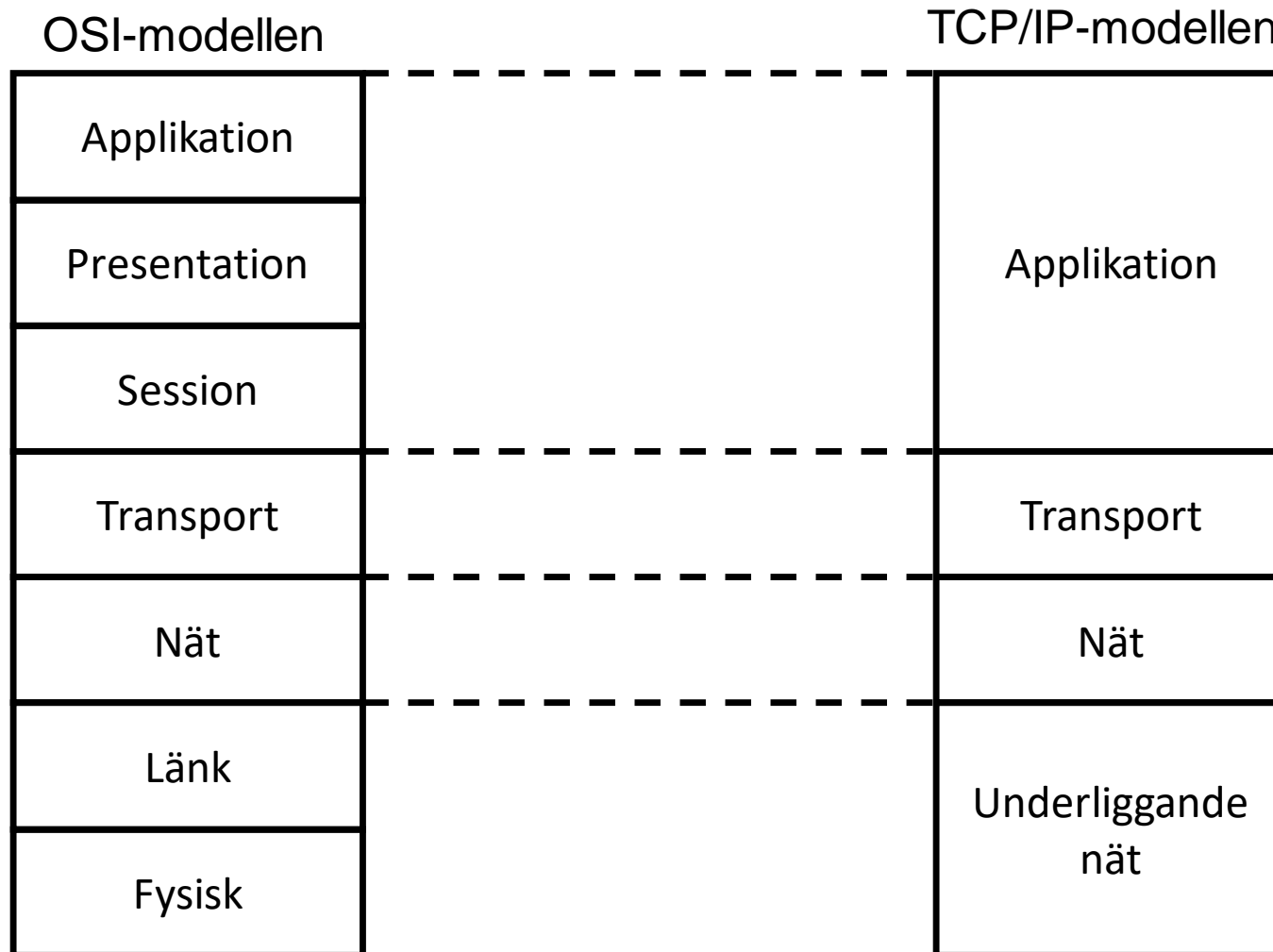
Presentations-skiktet är ansvarigt för översättning, komprimering och kryptering av applikationsdata.

Applikations-skikt (Application layer)



Applikations-skiktet är ansvarigt för att tillhandahålla användartjänster.

TCP/IP-modellen v. OSI-modellen

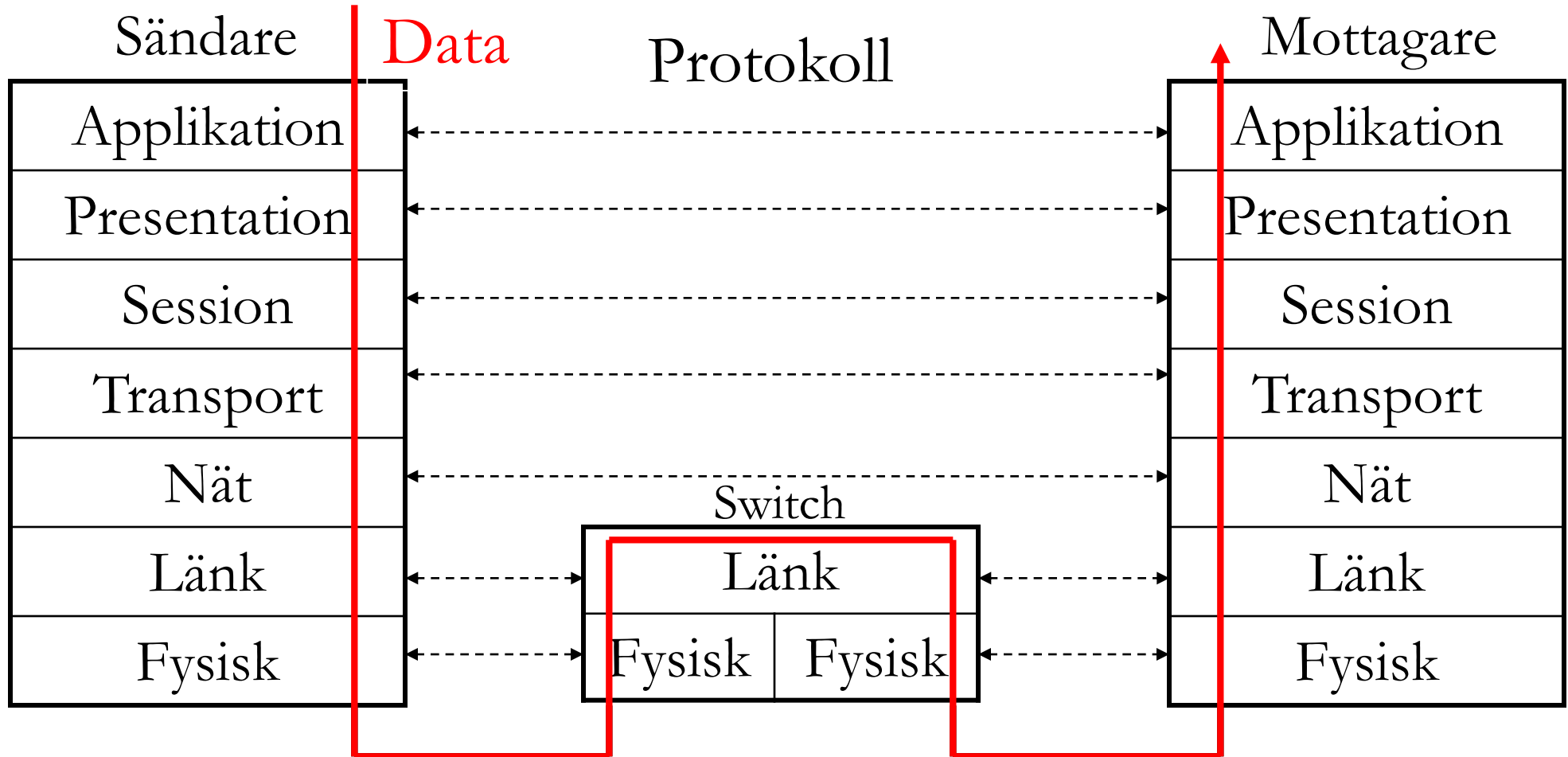


Vägväljare (switch)

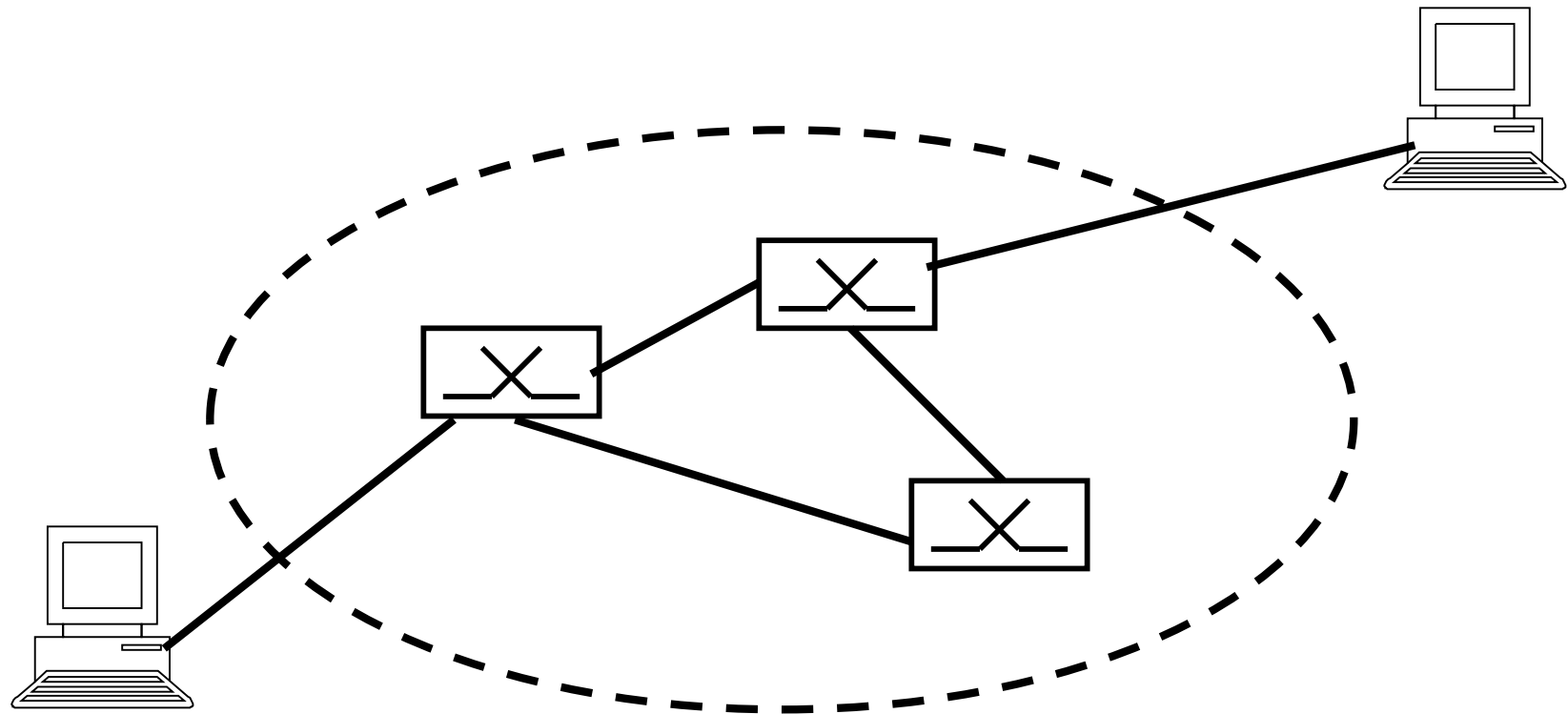
Begreppet vägväljare (switch) är inte entydigt, men i den här kursen använder vi följande termer:

- Switch
- Router
- Gateway

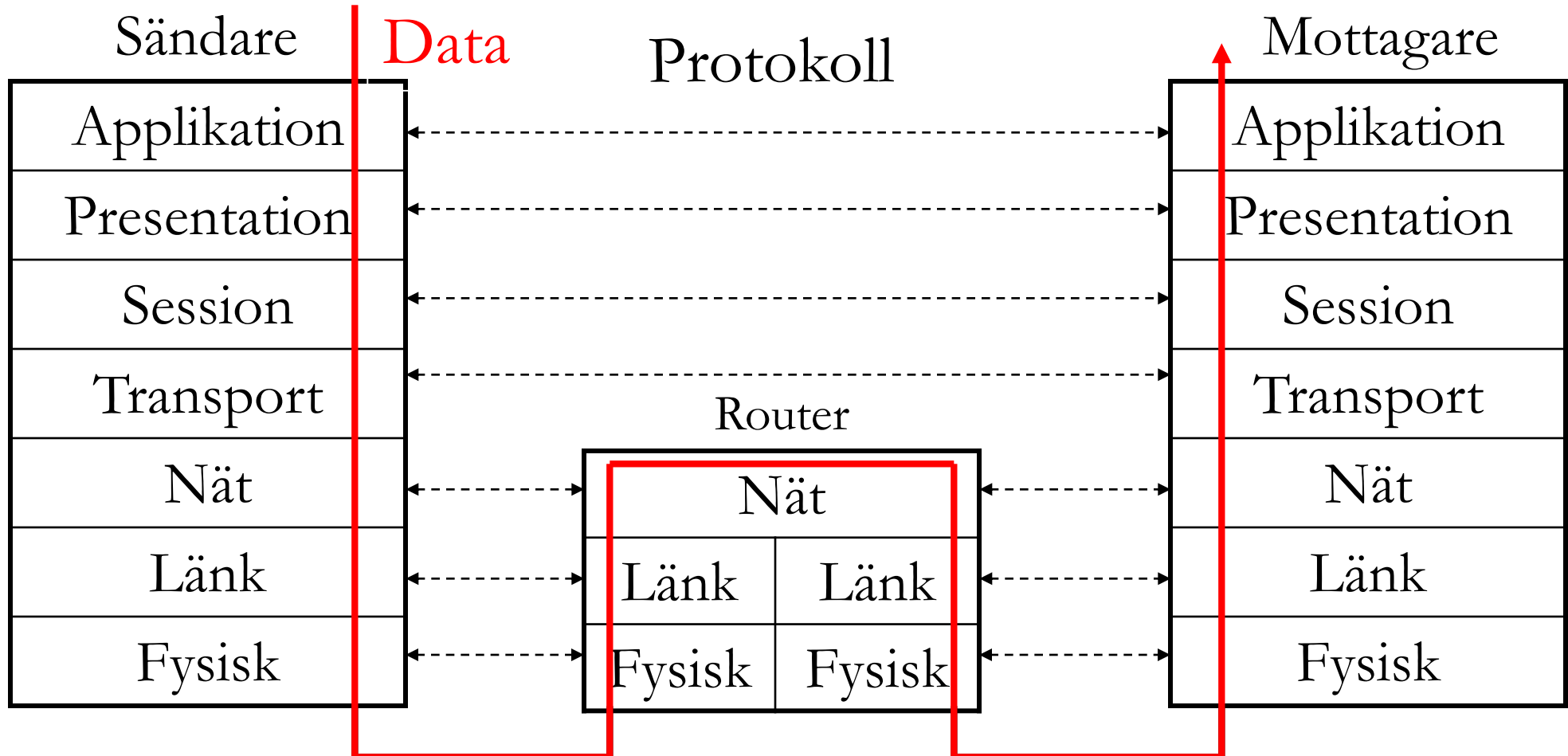
Switch



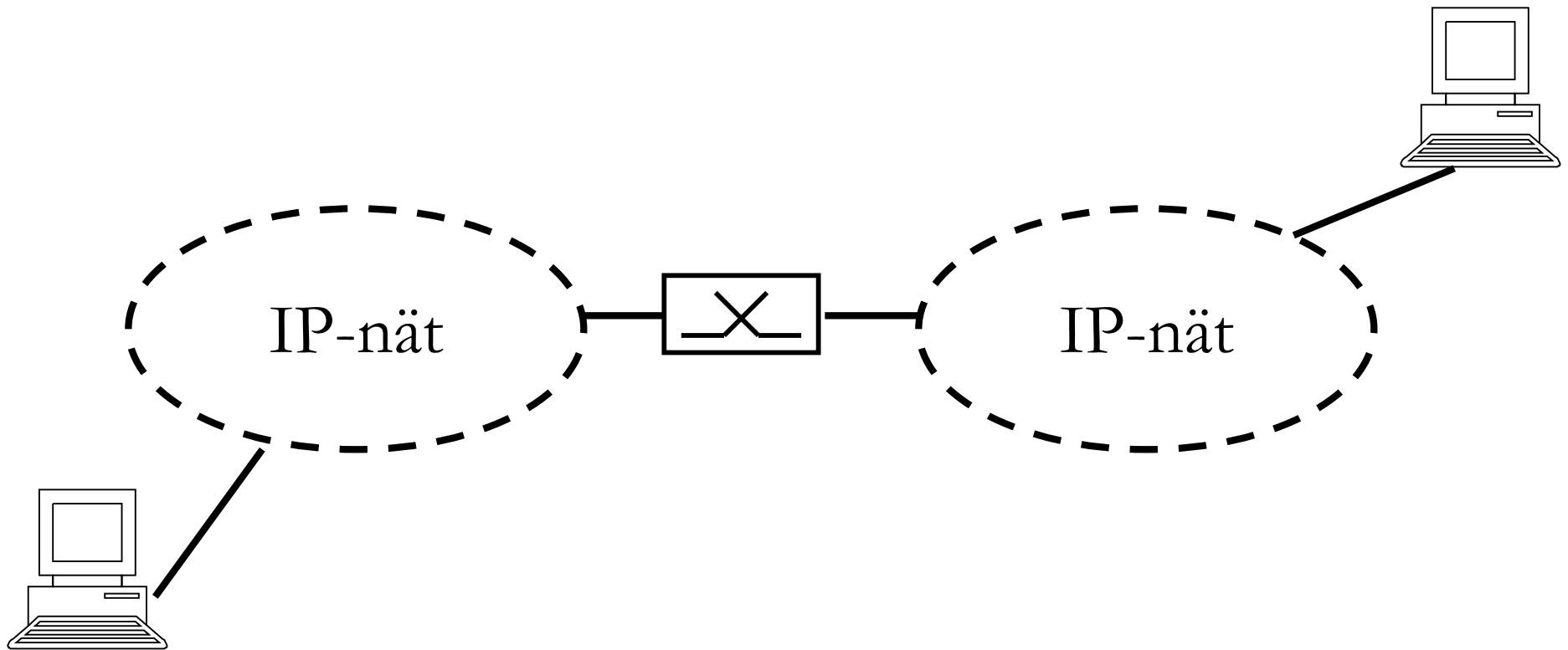
Switchar används inom ett nät



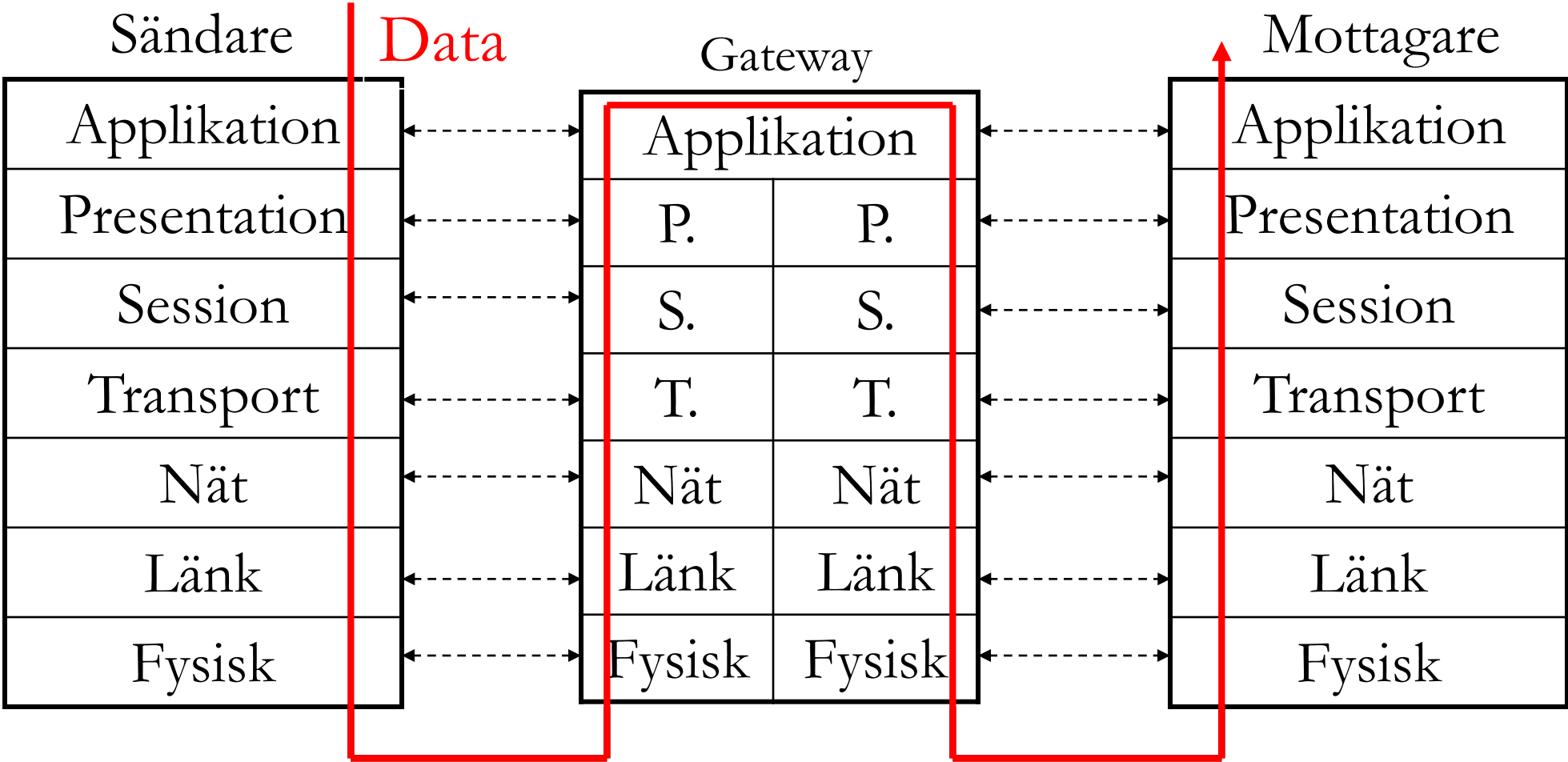
Router



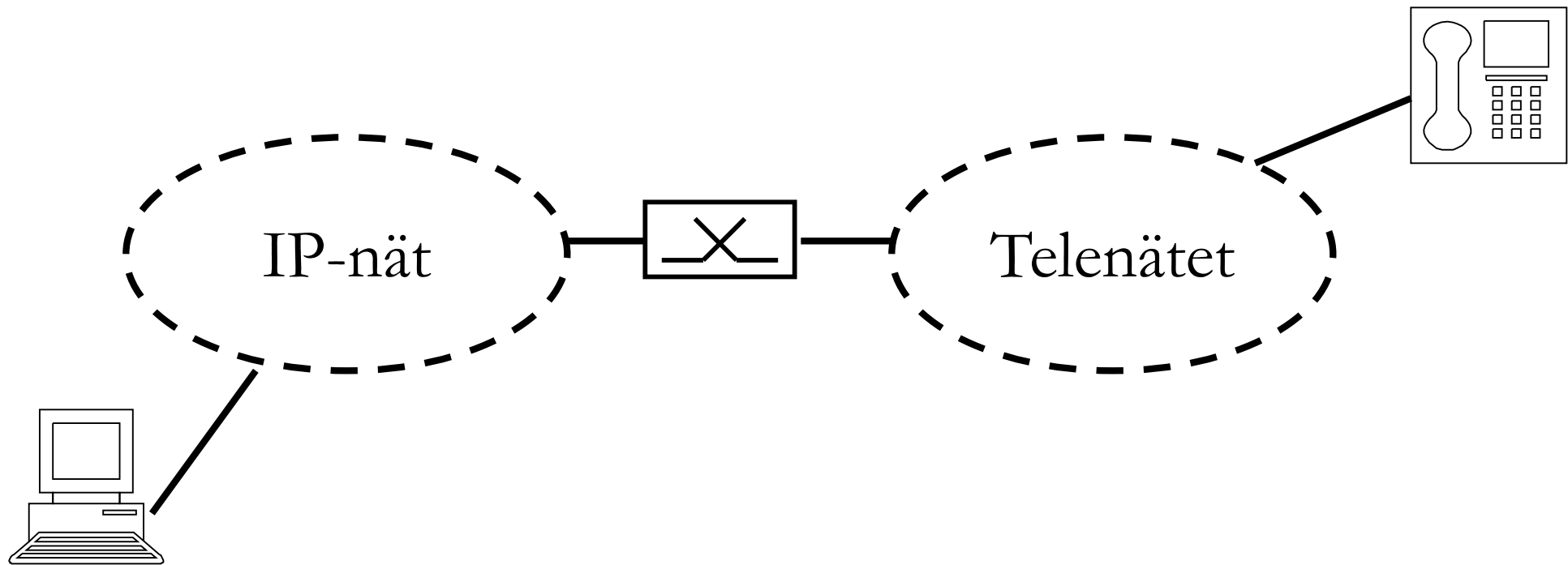
Routers används mellan nät med samma nätprotokoll.



Gateway



Gateways används mellan nät med olika applikationsprotokoll



Tentaexempel: Hub/Switch/Router

Antag det enkla nätet nedan. A ska skicka ett paket till C. Vilka adresser behöver A veta för att paketet ska hitta rätt om Gizmo är en (a) hub (b) switch (c) router ?

