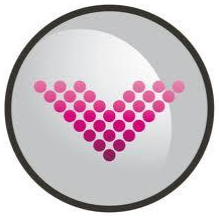
Sammanfattning av kursen

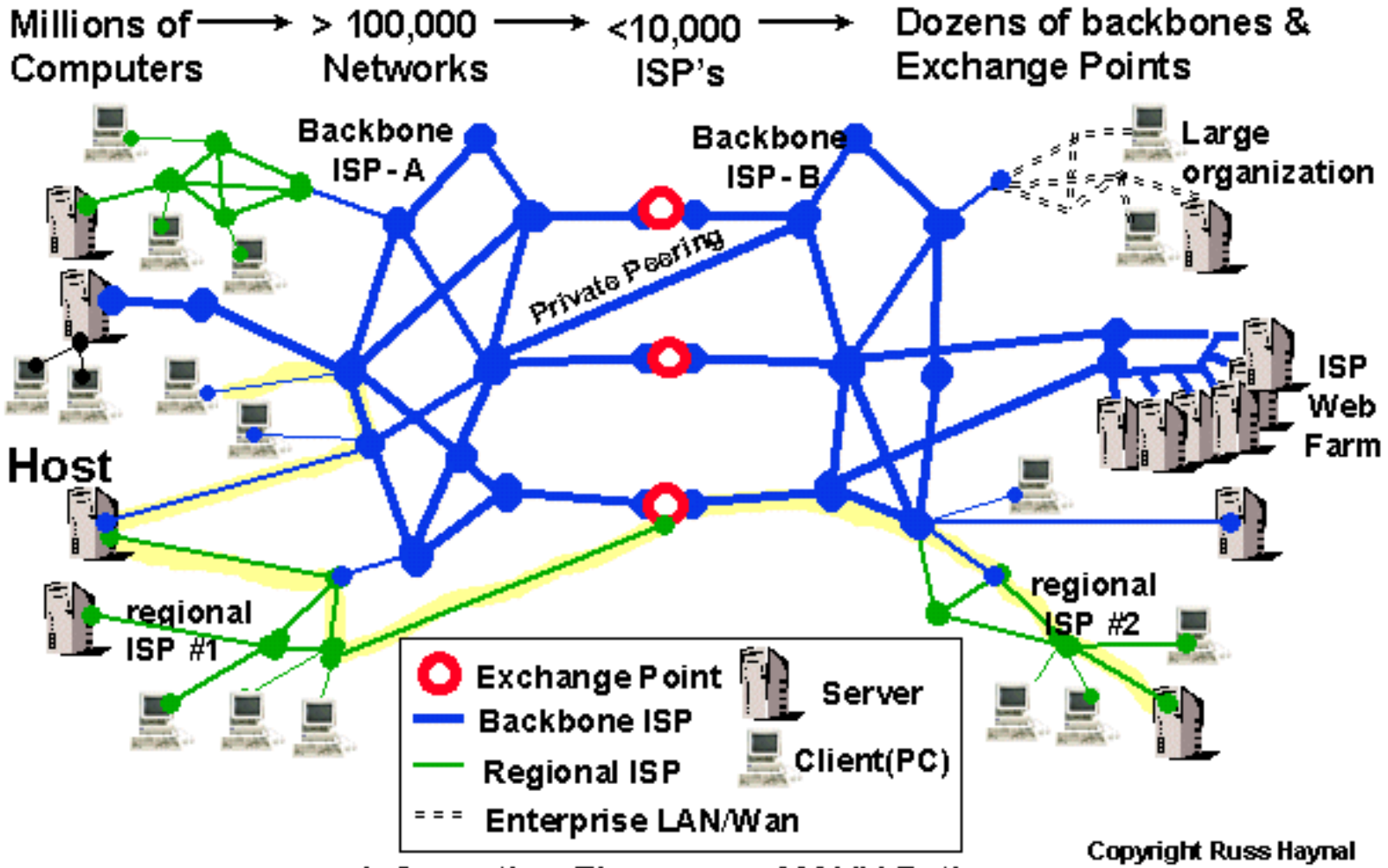
Maria Kihl

LUND
UNIVERSITY

Internet för er (innan kursen)

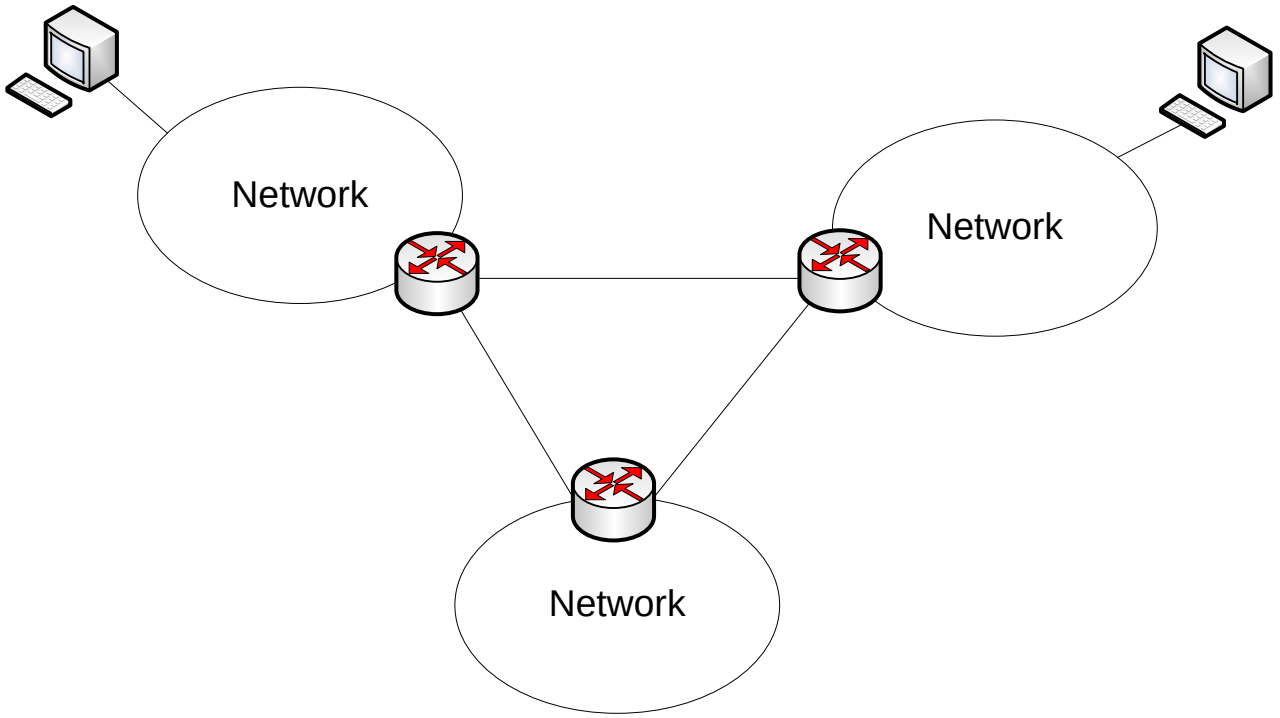


Internet för er nu (?)



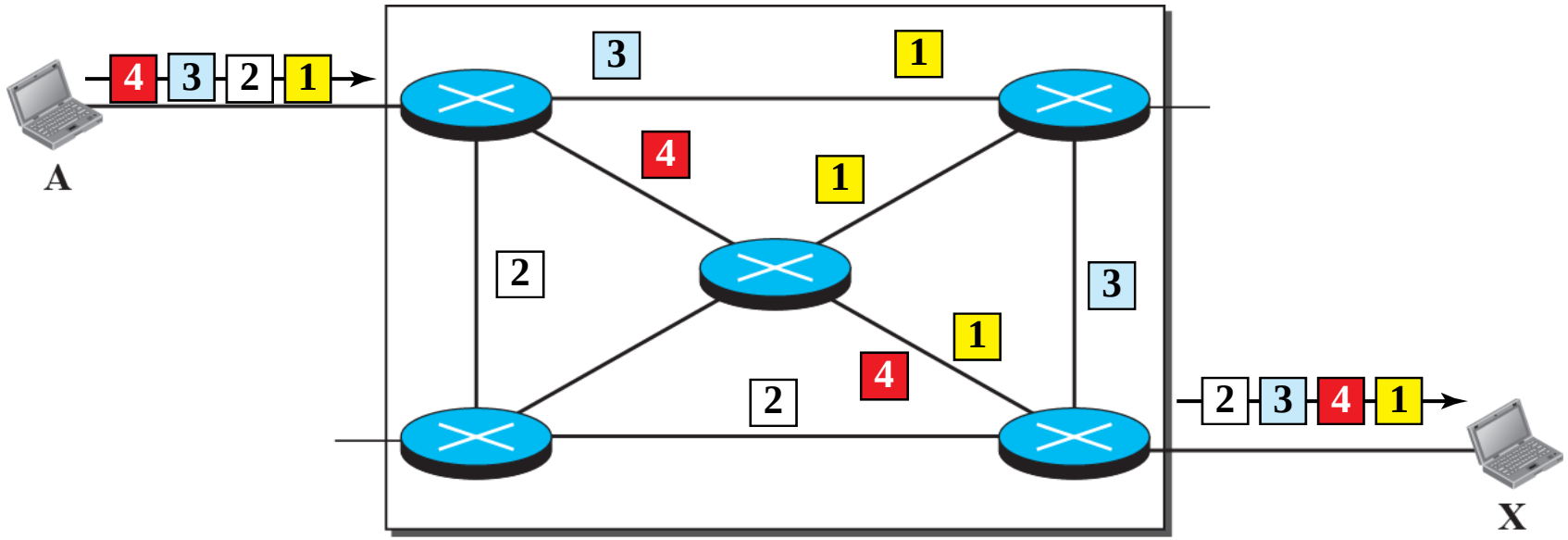
Internetworking

De protokoll och funktioner som behövs för att skicka data över olika nät.



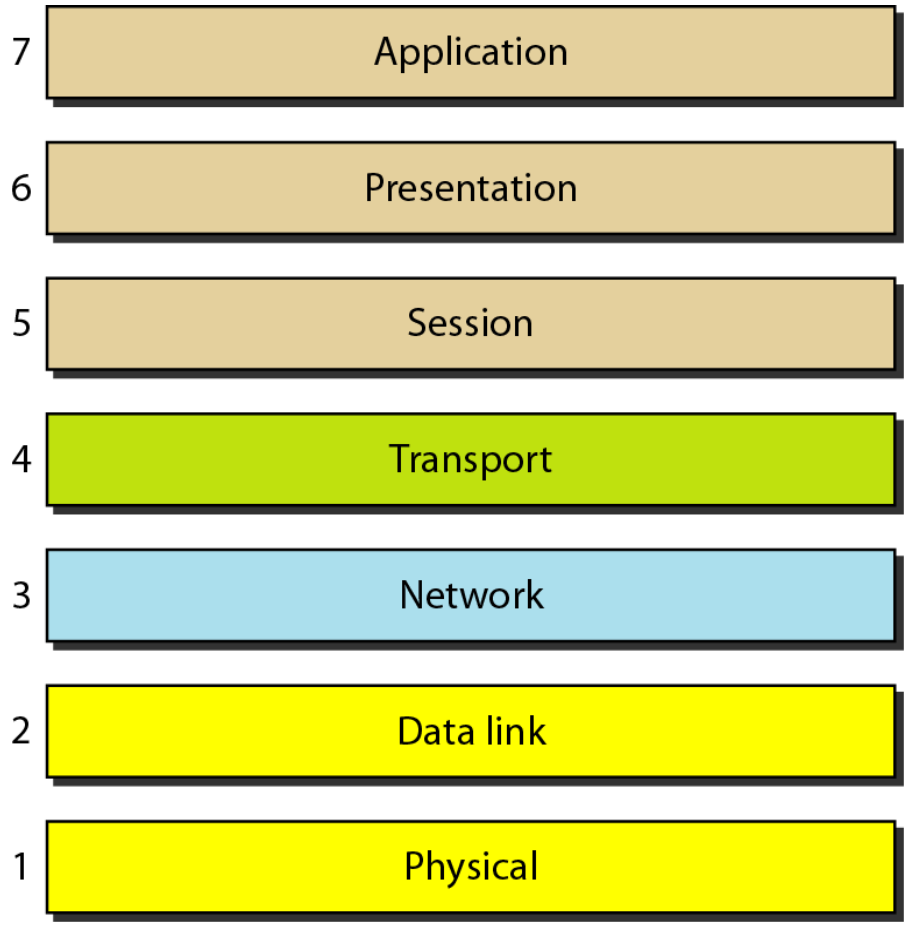
Paketförmedlande nät

Denna kurs handlar till största delen om paketförmedlande nät där varje paket behandlas oberoende av varandra.

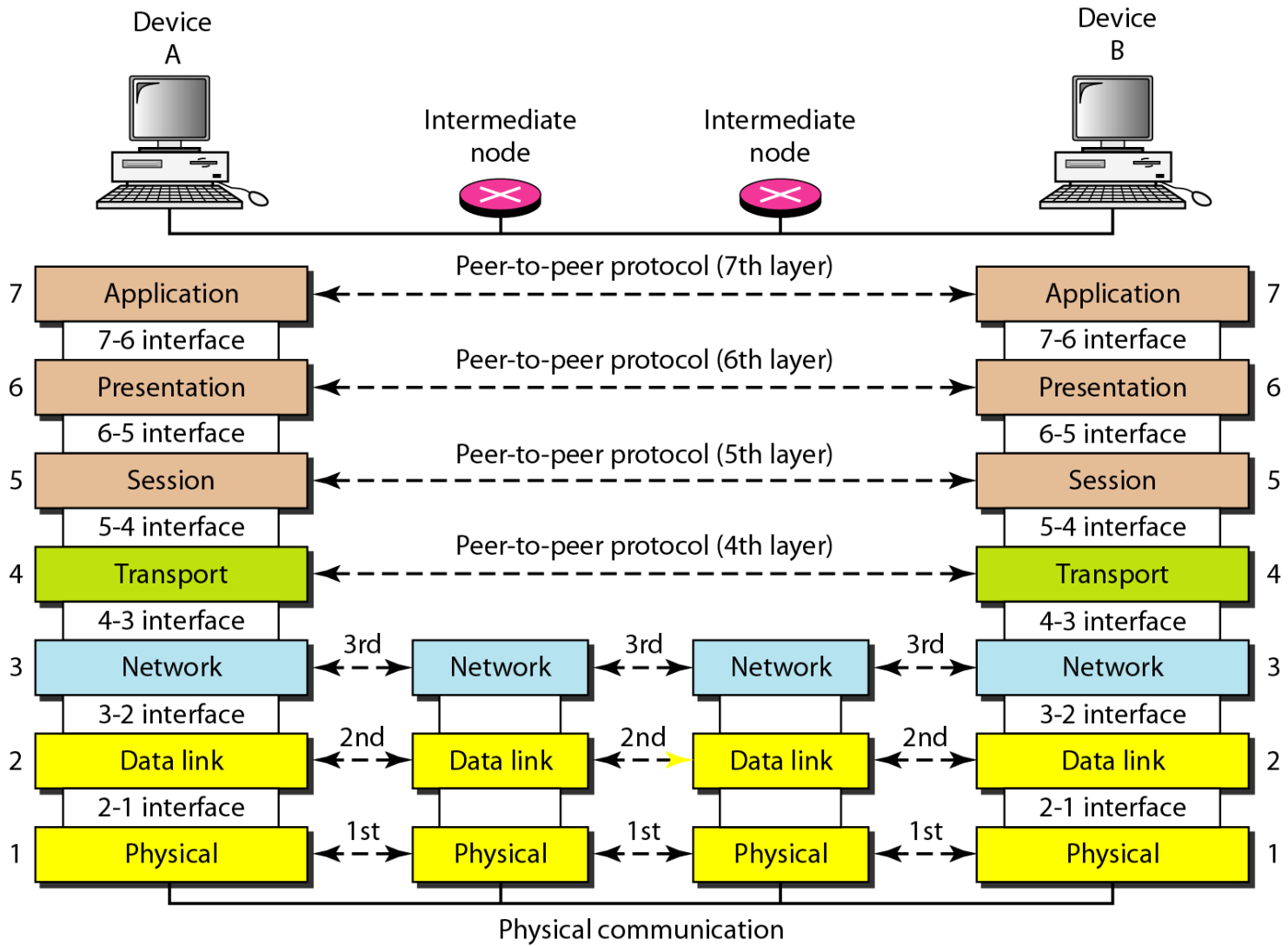


Datagram network

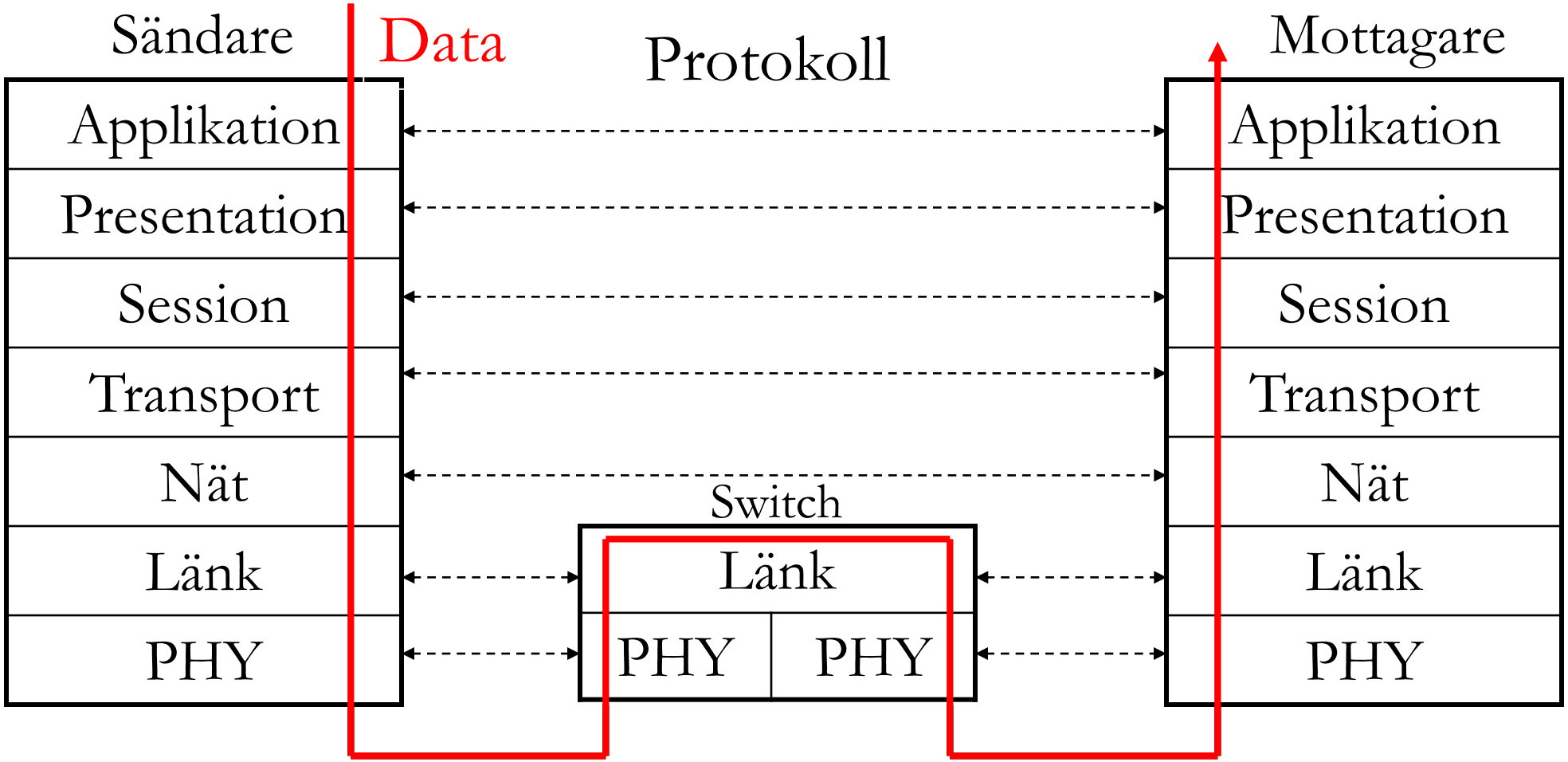
OSI-modellen



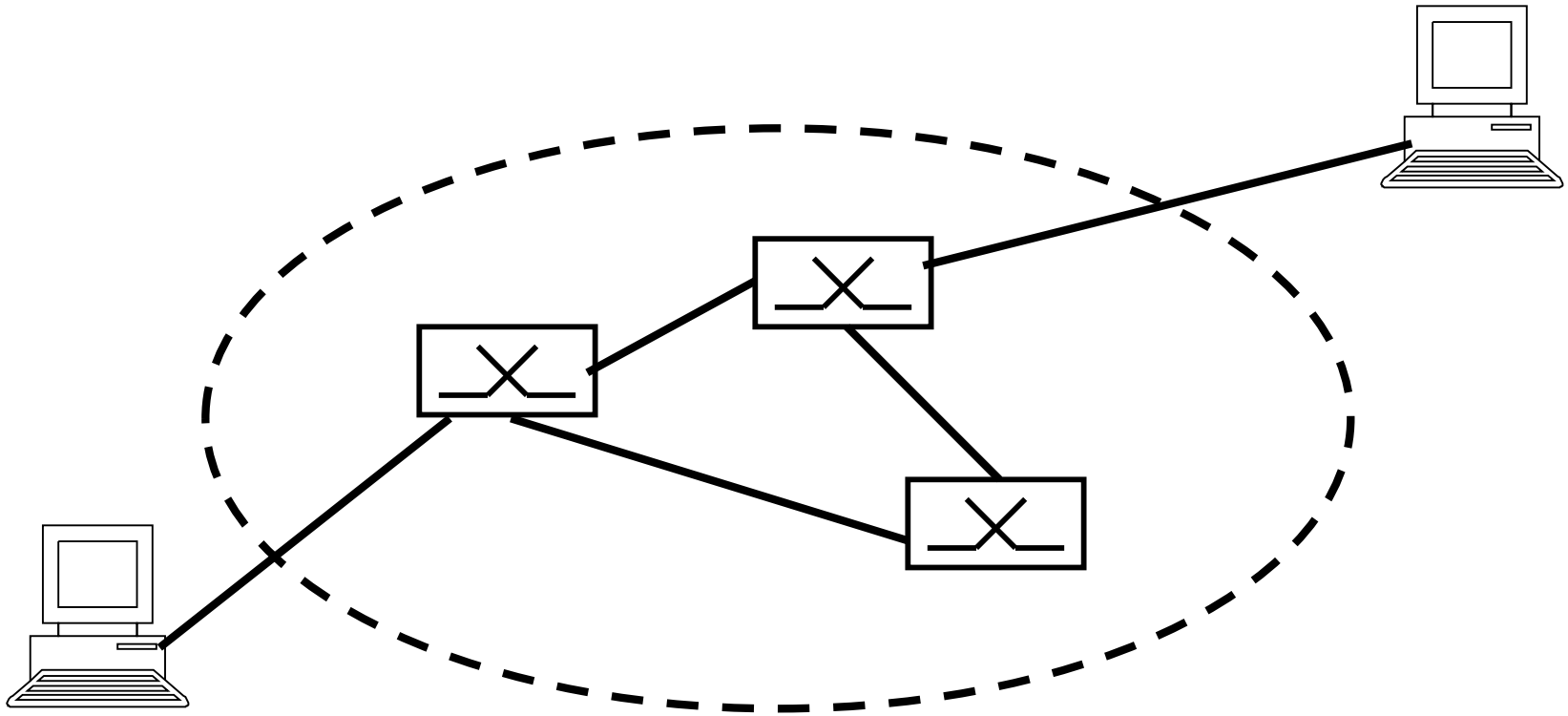
Protokollhantering i flera skikt



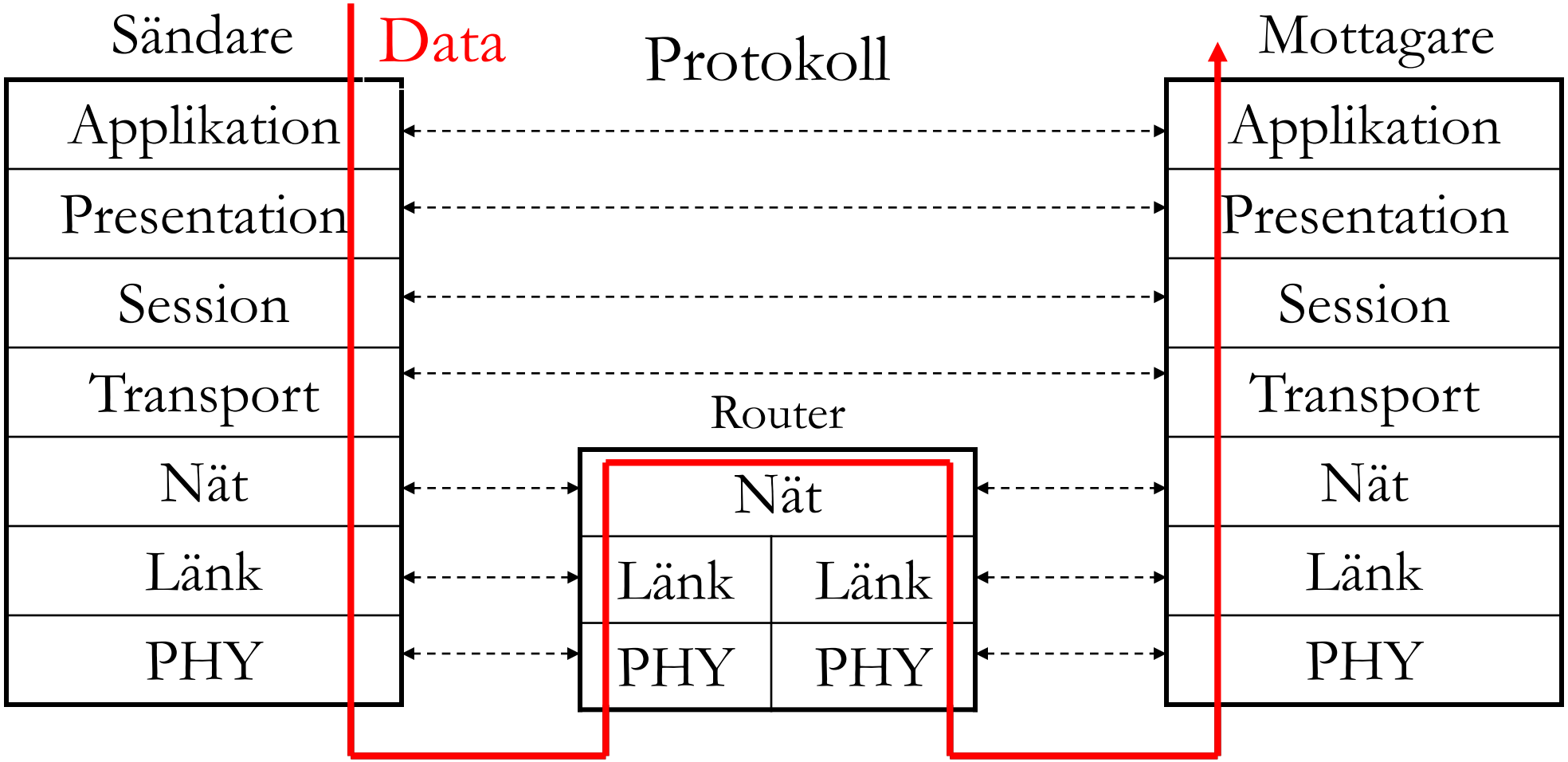
Vägväljare (1)



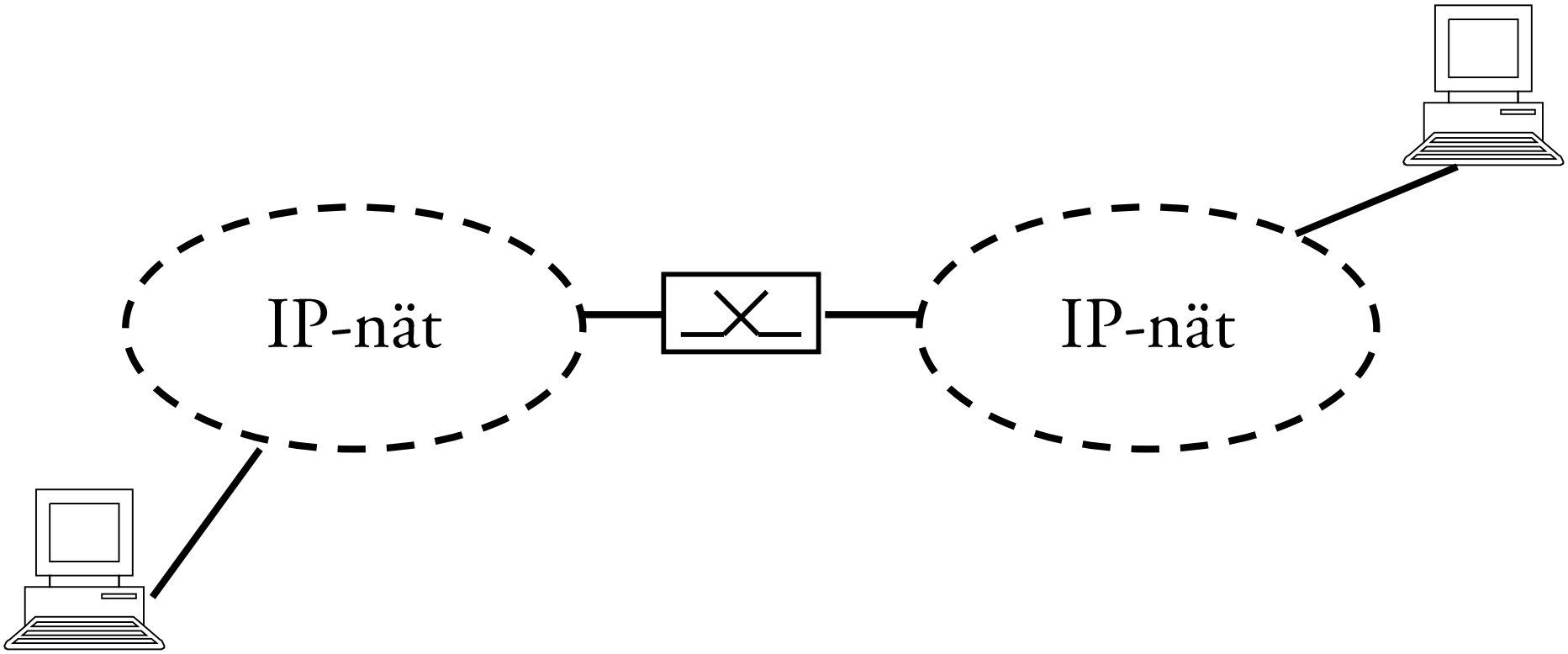
Switchar används inom nät



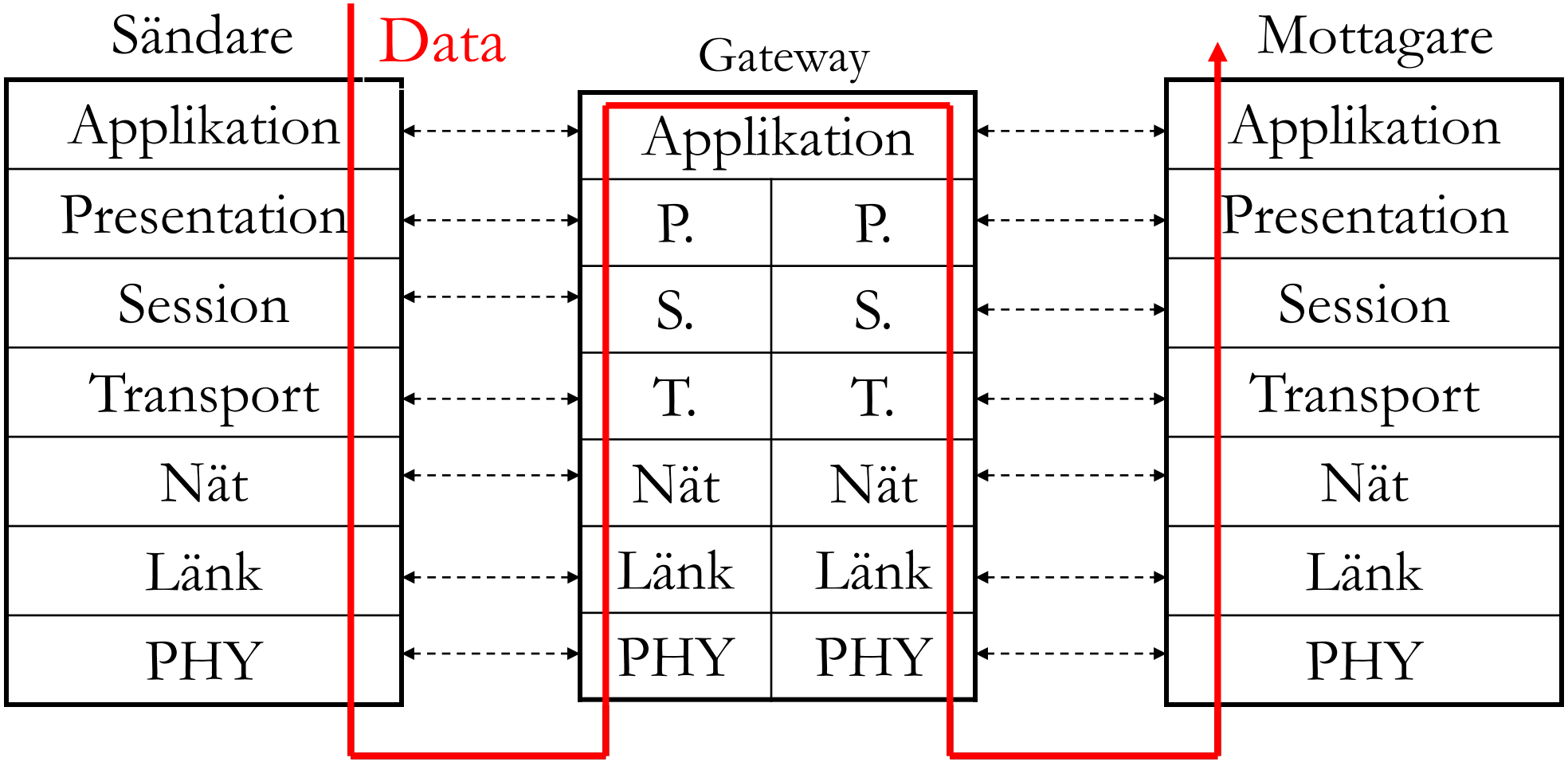
Vägväljare (2)



Routers används mellan olika nät med samma nätprotokoll

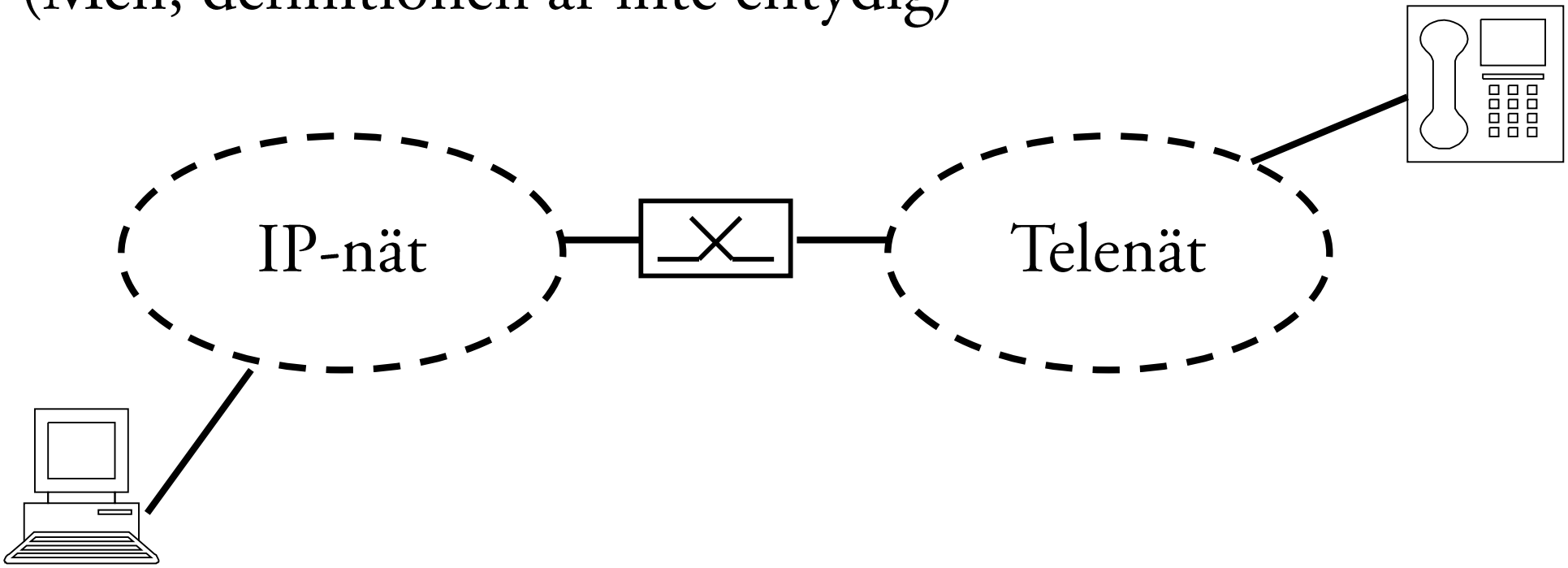


Vägväljare (3)



Gateways används mellan nät av olika typ

(Men, definitionen är inte entydig)



Datasäkerhet

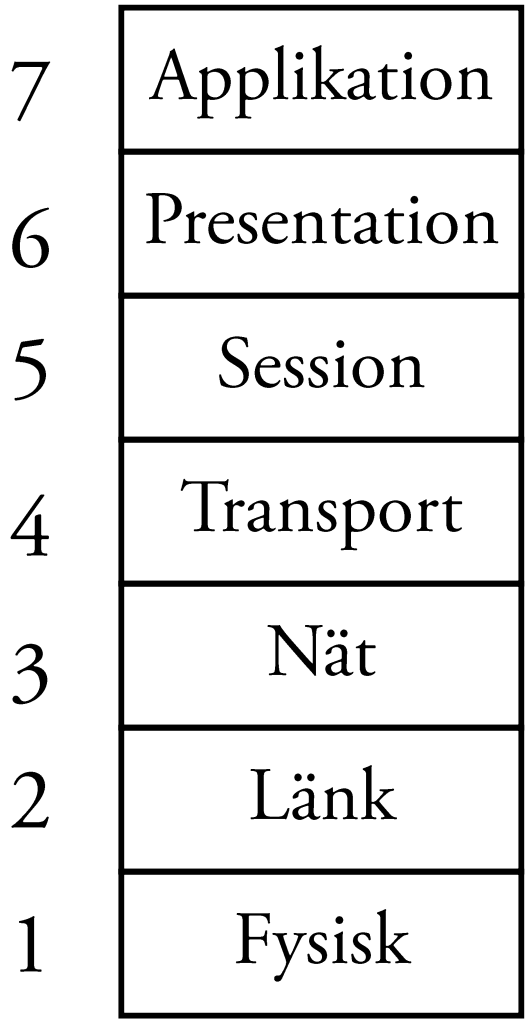
Datasäkerhet handlar om hur man säkerställer att sändare och mottagare vet vem det är de pratar med, samt hur man säkerställer att meddelandet inte kan läsas eller ändras av någon på vägen.

Datasäkerhet

Det finns tre viktiga koncept vad det gäller datasäkerhet:

1. Skydd mot avlyssning (Privacy)
   - Kryptering
2. Skydd mot ändrad data (Integrity)
   - Message Digest
3. Autentisering (Authentication)
   - Challenge-response (enheter)
   - Digital signatur (meddelanden)

OSI-modellen

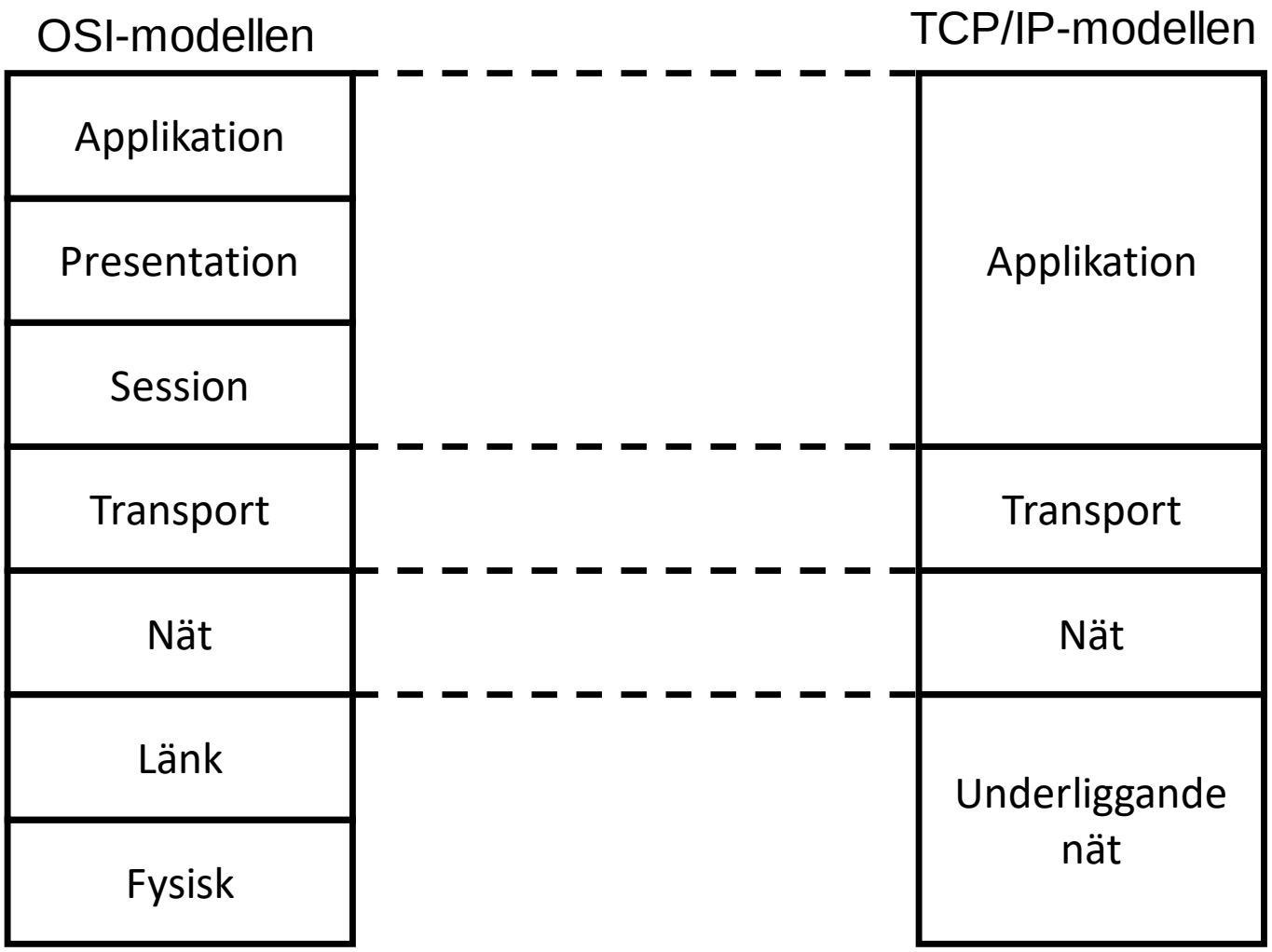


Dugga uppgift 4

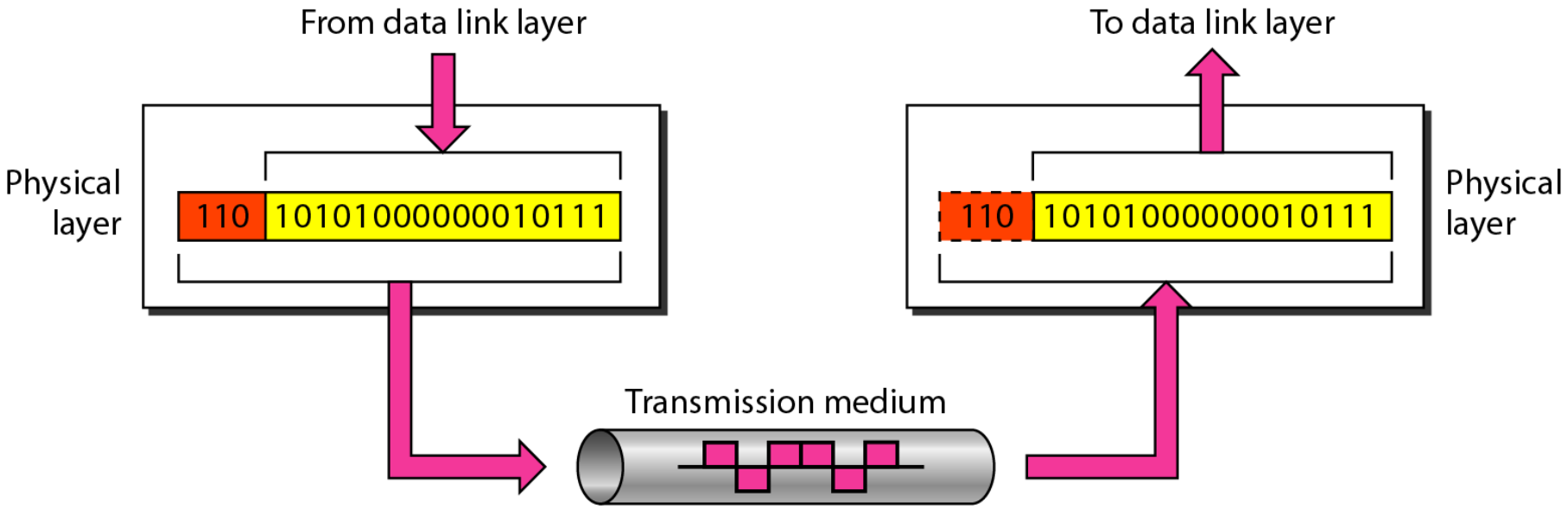
Namnge och numrera alla skikt i OSI-modellen.

Lösning: Se föregående slide.

TCP/IP-modellen v. OSI-modellen



1. Fysiska skiktet (Physical layer)



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

Data och signaler

Data = Informationen vi vill överföra.

Signal = Så som data är representerat när det skickas över en länk.

Digitalisering av ljud

Omvandling av ljud till binär data sker i tre steg:

1. Sampling
2. Kvantisering
3. Kodning

Detta kallas för Pulse Code Modulation (PCM).

Dugga uppgift 10

Anta att en ljudsignal använder frekvensområdet 0-10 kHz. Förklara hur denna ljudsignal kan kodas med 6 bitars datasegment på ett sätt som gör att mottagaren kan återskapa signalen. Vad blir den minsta bithastigheten?

Lösning:

Använd PCM.

Signal 10 kHz => vi måste sampla med minst 20 kHz.

Koda varje sampel som ett 6 bitars datasegment.

Minsta bithastighet = 20 kHz x 6 bitar = 120 kbit/s.

Bandbredd

- Analog definition: Frekvensbandet på kanalen (mäts i *Hz*).
- Digital definition: Antalet bitar per sekund som kanalen kan överföra (mäts i *bps*). Kallas också för *bit rate*.

Störningar

När en signal färdas över en länk kommer den att försämras pga störningar (transmission impairments).

- Dämpning (attenuation): Energiförlust
- Distortion: Signalförändring
- Brus (noise): Signalen blir förstörd tex av termiskt brus eller överhörning (crosstalk).

$$\text{Signal-to-noise ratio (SNR)} = \frac{\text{Average signal power}}{\text{Average noise power}}$$

Prestanda

- Throughput: "Verkliga" transmissionskapaciteten mellan en sändare och mottagare (bitar/sekund).
- Fördröjning (Latency): Tiden det tar att skicka ett meddelande mellan sändare och mottagare. Summa av *utbredningstid*, *transmissionstid*, *kötid* och *betjäningstid*.

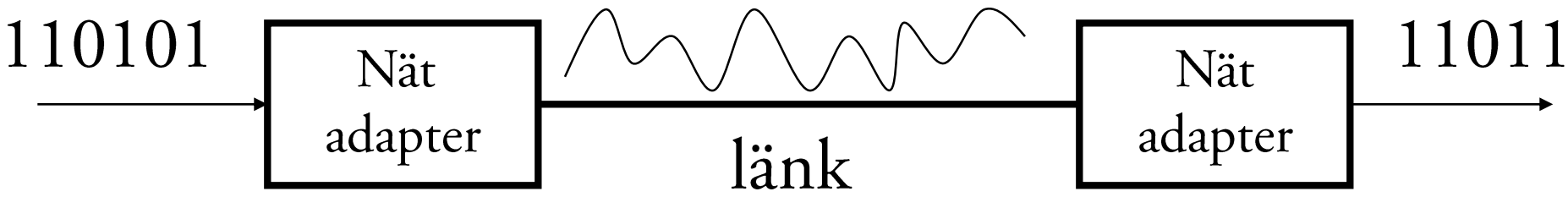
Att skicka data över en länk

Bitströmmen måste representeras av signaler när den ska skickas över en länk.

Sändare och mottagare måste använda samma regler!

➔ Protokoll för Fysiska skiktet (Physical layer protocol).

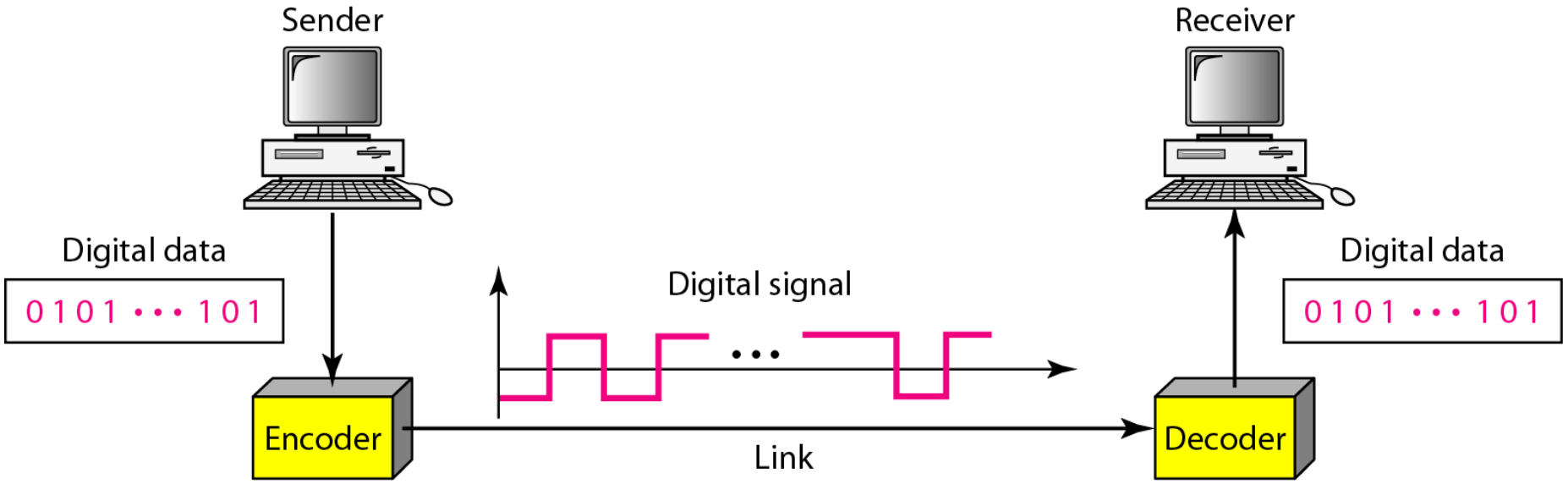
Digital kommunikation



- Digital transmission: Bitarna är representerade av digitala signaler (olika spänningsnivåer).
- Analog transmission: Bitarna är representerade av analoga signaler (modulerade sinusvågor).

Digital transmission

Linjekodning kallas processen att konvertera digital data till digitala signaler. Bitarna representeras av olika spänningsnivåer.



Tre metoder för linjekodning

- Non-Return-to-Zero Level (NRZ-L)
- Manchester
- Differential Manchester

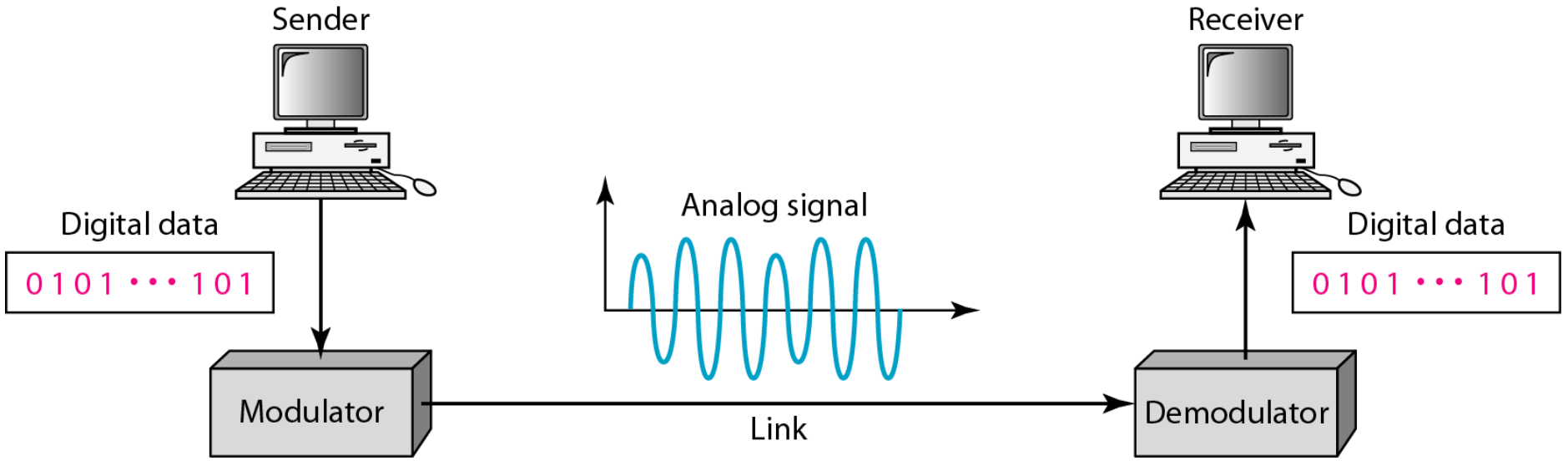
Dugga uppgift 7

Beskriv kortfattat en typ av linjekodning på det fysiska skiktet.

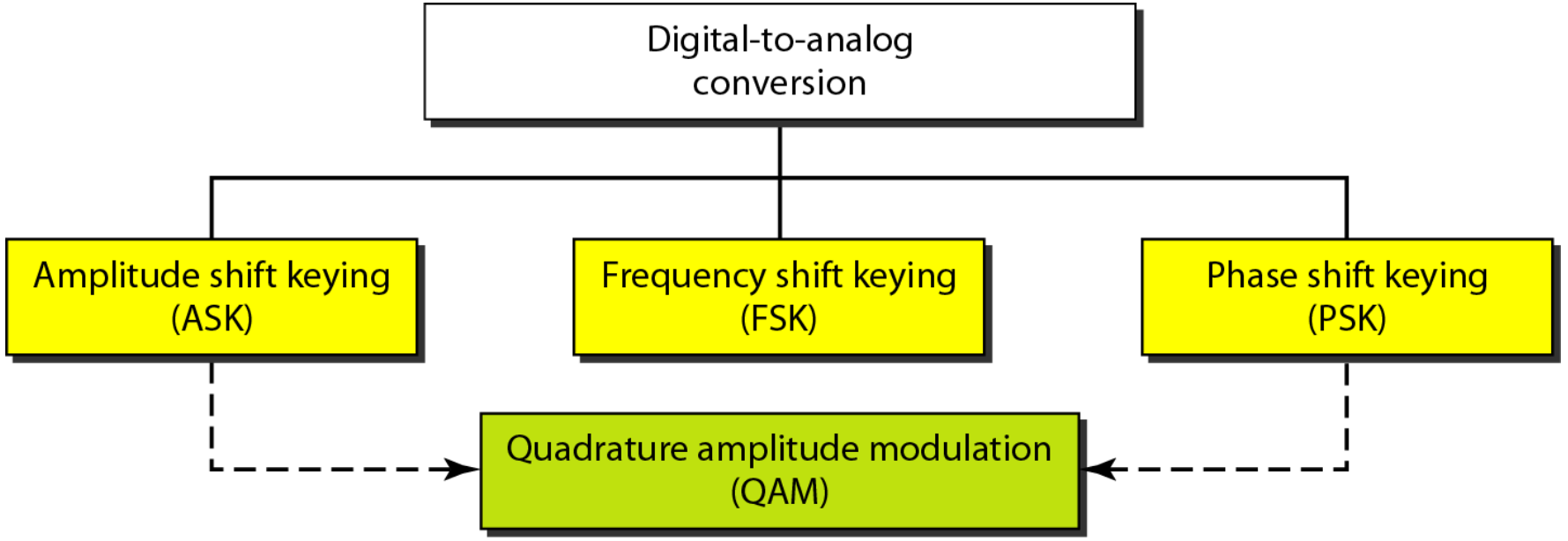
Lösning: Beskriv en av metoderna på föregående slide.

Analog transmission

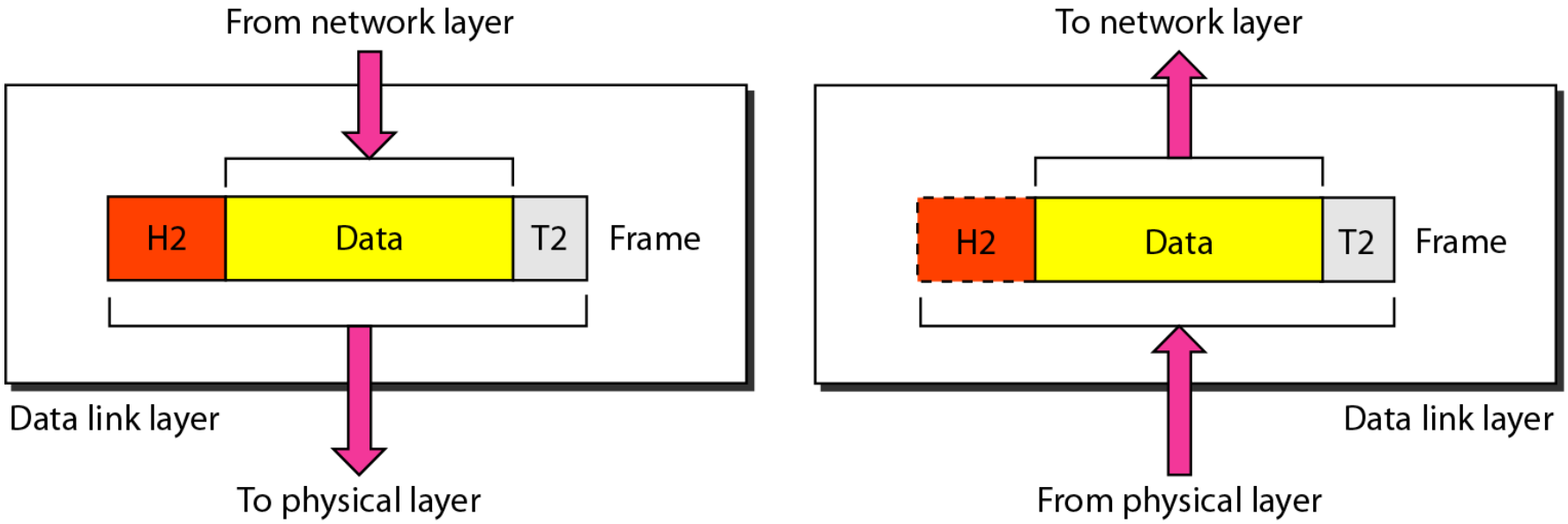
Analog transmission använder modulering. Digital data representeras av sinusvågor med en viss bärfrekvens.



Metoder för Modulering



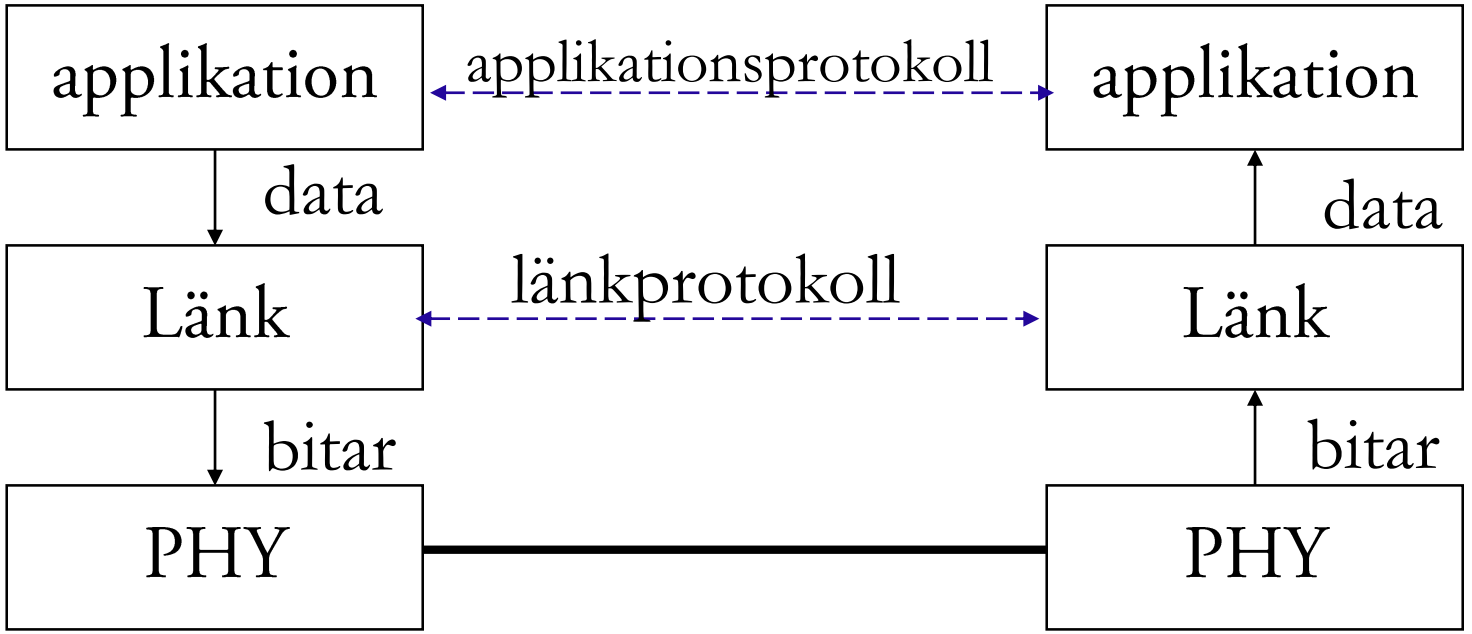
2. Länkskiktet



Länkskiktet är ansvarigt för att överföra ramar från en nod till nästa nod över en länk.

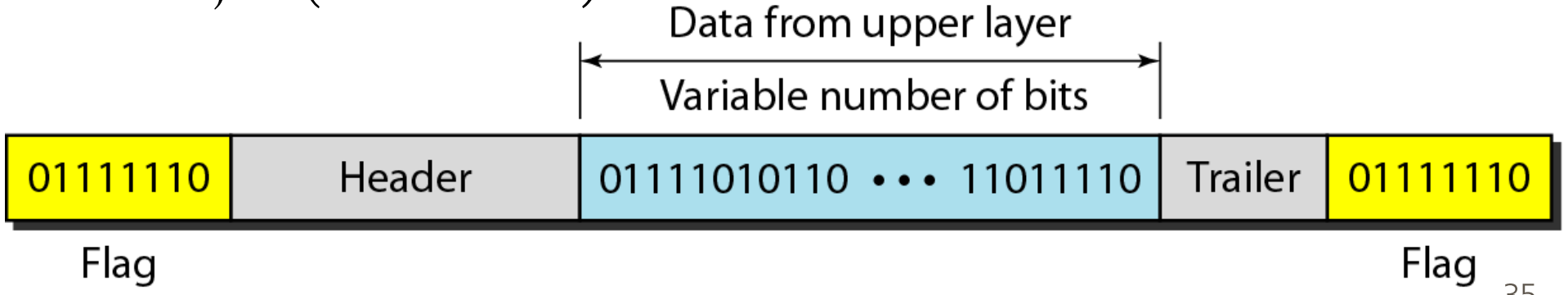
Länkprotokoll

Länkprotokollet tillhandahåller funktioner för att hantera en länkförbindelse, samt feldetektering, felhantering, och flödeskontroll för data som skickas över denna förbindelse.



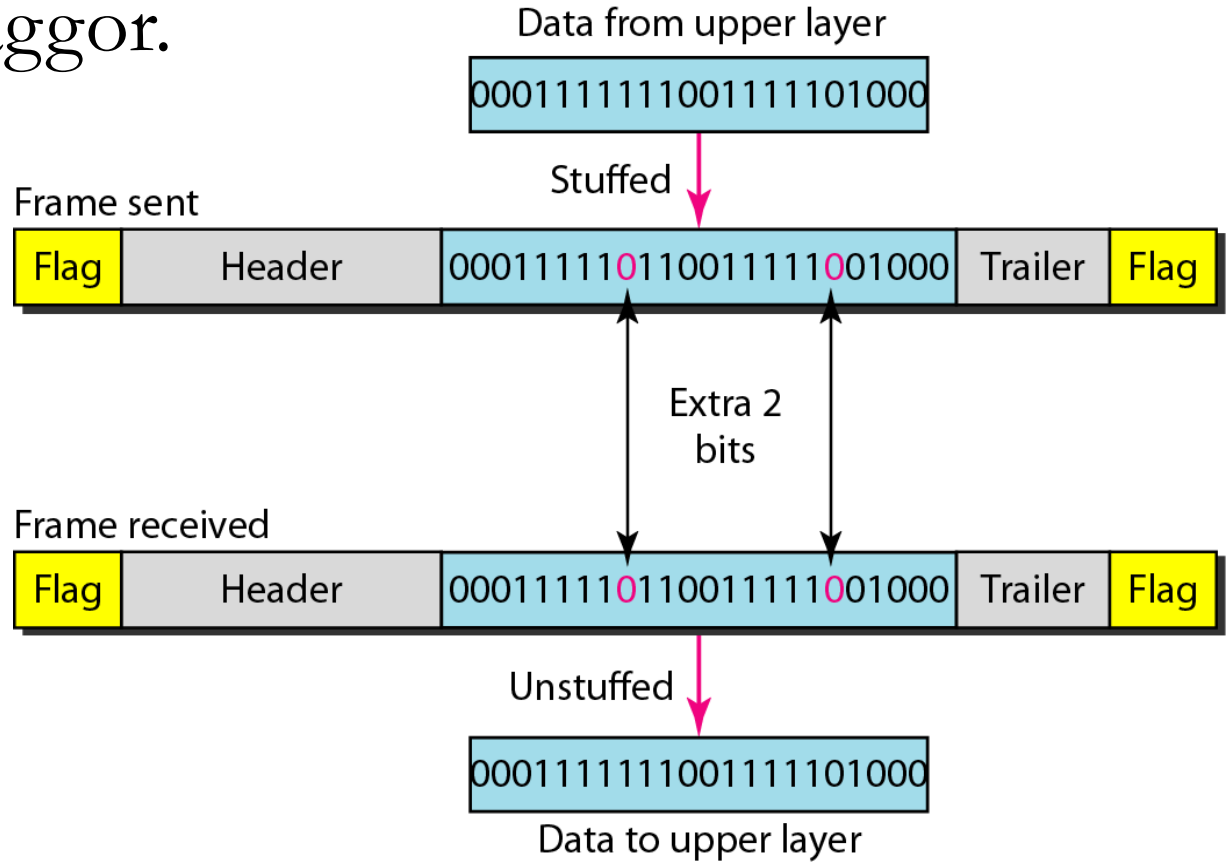
Framing

- Protokollet för det fysiska skiktet hanterar en bitström. Mottagarens länkprotokoll måste kunna identifiera ramar i denna bitström.
- Länkprotokollet paketerar data i ramar med hjälp av flaggor så att mottagaren kan veta var nästa ram börjar (och slutar).



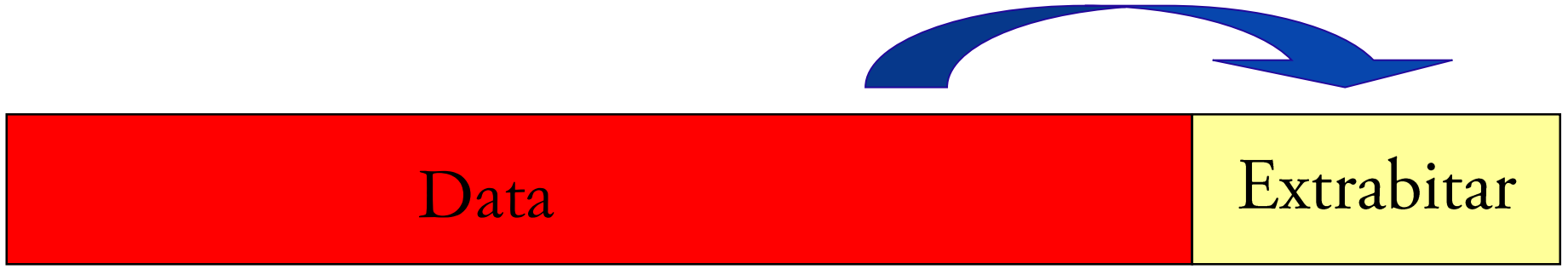
Bitstuffing

Bitstuffing används så att data inte ska kunna förväxlas med flaggor.



Feldetektering

För att kunna detektera bitfel, adderas redundanta bitar till meddelandet på ett smart sätt.



Värdet på extrabitarna beror på data.

Metoder för feldetektering

- Paritetsbit (Simple Parity-Check Code)
- Cyclic Redundancy Check (CRC)
- Kontrollsumma (Checksum)

Dugga uppgift 1:

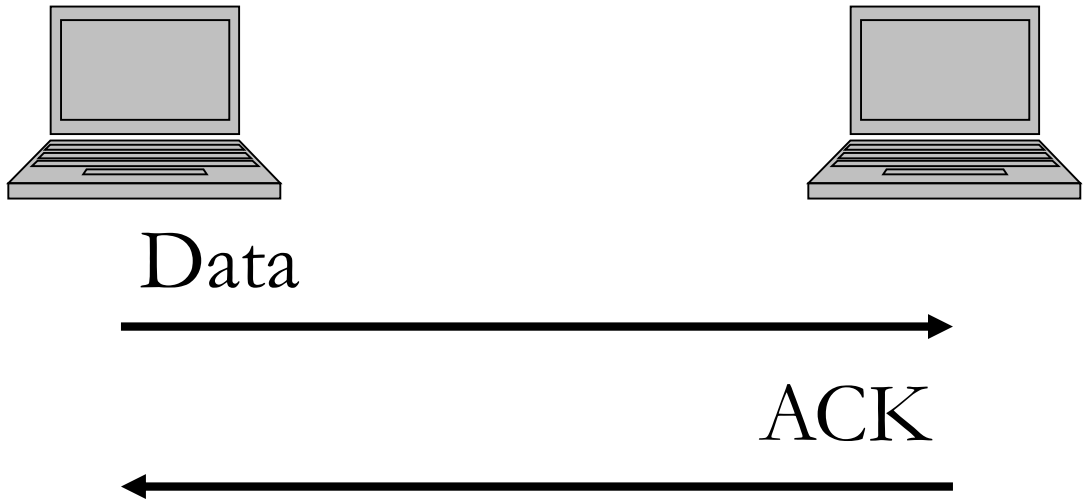
Antag att en dator har tagit emot meddelandet 1100 101 som skickats med en CRC med generatorpolynom x^2+1. Har meddelandet tagits emot korrekt?

Lösning:
P(x) (mottaget kodord) = $x^6+x^5+x^2+1$
C(x) = x^2+1

Om meddelandet tagits emot korrekt är resten 0 vid division P(x)/C(x) => nej, det är inte korrekt mottaget.

Felhantering

- Mottagaren skickar bekräftelse (ACK) för alla korrekt mottagna paket.
- Regler för omsändning när sändaren inte får förväntade ACK.



Metoder för Automatic Repeat Request (ARQ)

- Stop-and-wait ARQ
- Go-back-N ARQ
- Selective Repeat ARQ

Dugga uppgift 8

Givet att Go-back-N används med 16 sekvensnummer [0,15] och en fönsterstorlek på 3. Sändaren har skickat ramar med sekvensnummer {5,6,7}, därefter får sändaren ett ACK som anger att mottagaren har tagit emot ramen med sekvensnummer 6. Hur ser sändfönstret ut efter ACK:et och vilka ramar (med sekvensnummer) skickas?

Lösning:
Sändaren får ett ACK att ram 6 är mottagen => även ram 5 är mottagen (enligt Go-back-N). Detta innebär att sändfönstret kan flyttas fram två steg.

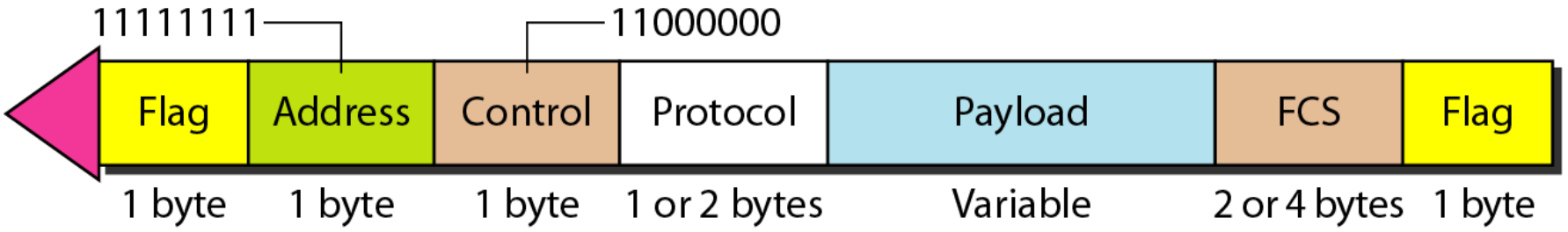
Nytt sändfönster: {7, 8, 9}.
Ramarna 8 och 9 skickas (ram 7 är redan skickad men inte ACK:ad).

Point-to-Point Protocol (PPP)

Point-to-point protocol (PPP) används som ett exempel på hur ett länkprotokoll kan fungera.

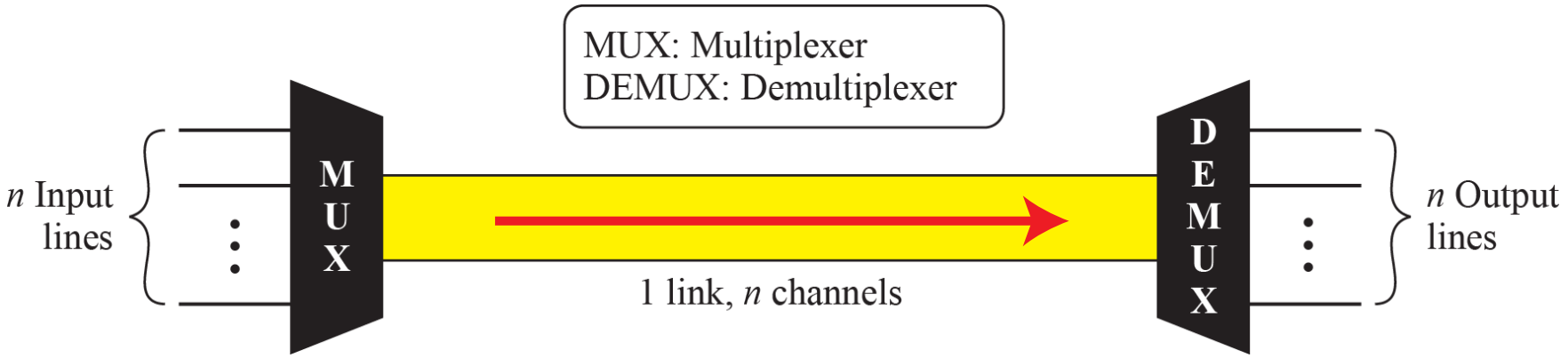
PPP är ett byte-baserat (character-oriented) protokoll, vilket innebär att all data i en ram hanteras i bytes (använder även byte-stuffing).

Ramformat:



Multiplexering

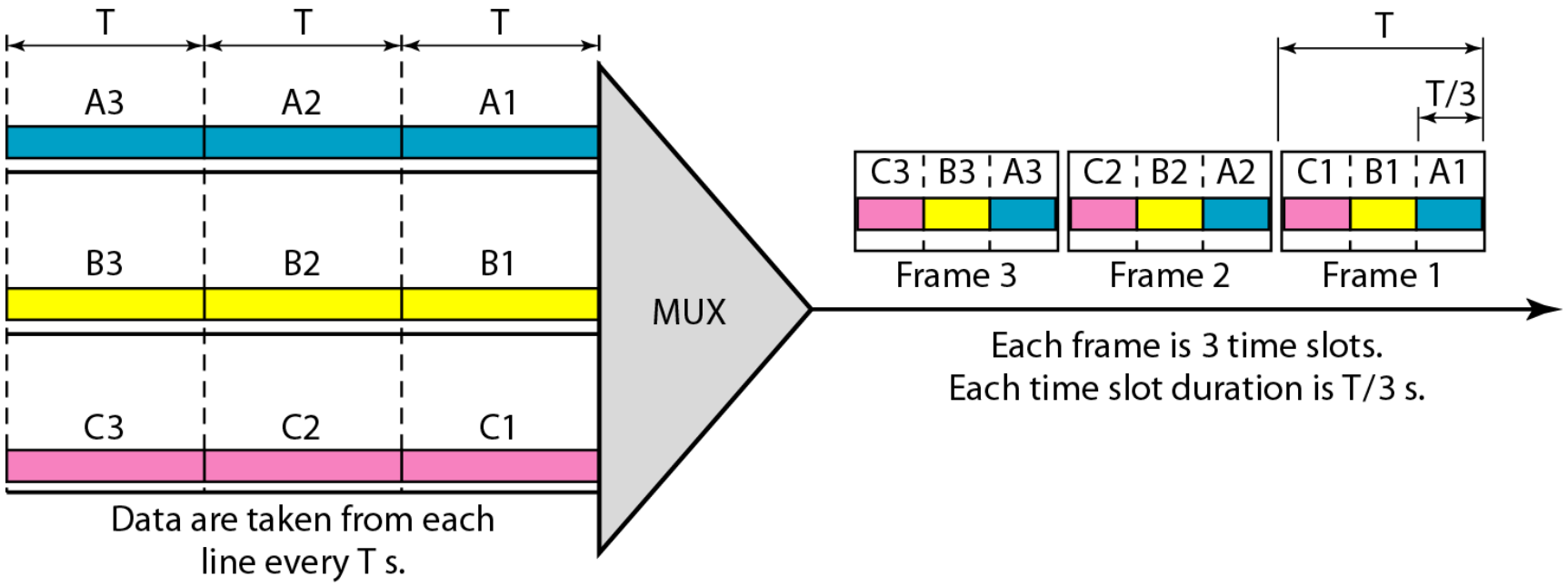
Fysiska länkar behöver delas av flera förbindelser. Detta kallas *multiplexering*. En fysisk länk delas upp i flera *kanaler*.



Metoder för multiplexering

- Frekvensmultiplexering (Frequency-Division Multiplexing, FDM)
- Tidsmultiplexering (Time-Division Multiplexing, TDM)
  - Synkron tidsmultiplex (STDM)
  - Statistisk multiplexering

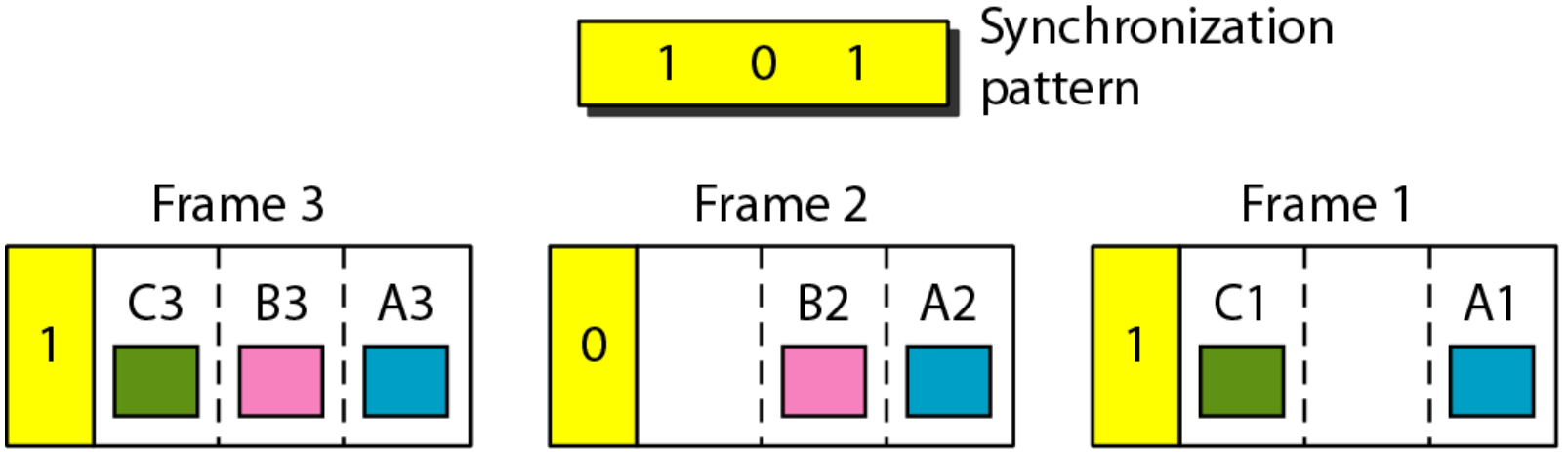
Synkron tidsmultiplex (STDM)



Om en kanal inte har något att skicka så kommer tidsluckan att vara tom!

Synkronisering av ramar i STDM

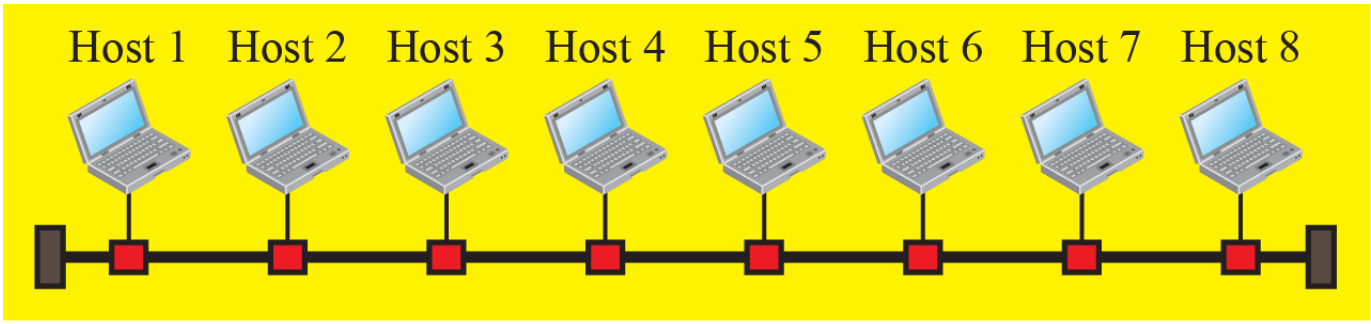
Om multiplexor och demultiplexor inte är synkroniserade i STDM, kan bitar hamna på fel kanal. Därför används synkroniseringsbitar (framing bits) i början av varje ram (jämför med flaggor i länkprotokoll).



Lokala nät

- Ett lokalt nät (Local Area Network, LAN) är ett datanät med en begränsad storlek.
- Kan i sin enklaste form bestå av endast *en* fysisk länk som flera datorer är kopplade till.
- Kan också bestå av flera fysiska länkar som är sammankopplade med så kallade bryggor.

Grundprincip för ett delat utbredningsmedium

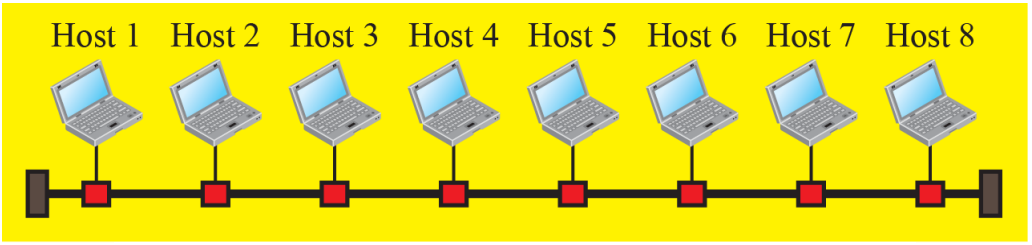


a. LAN with a common cable (past)

Idag delar vi oftast inte på ett trådat utbredningsmedium, utan istället trådlösa länkar. Men grundprincipen är fortfarande den samma (så i alla bilder med en trådad länk kan du tänka dig en trådlös länk istället)

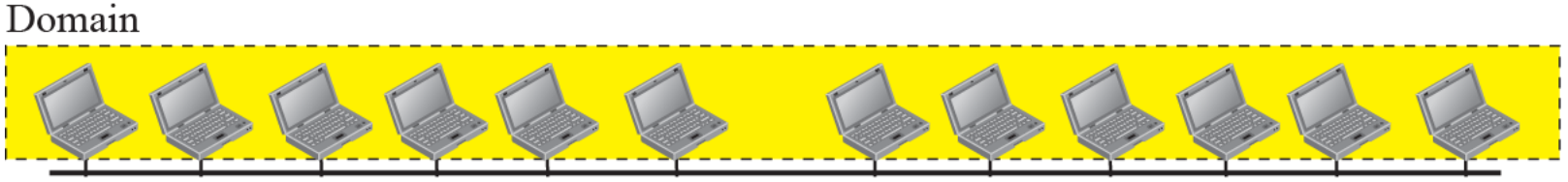
Egenskaper för ett enlänks-LAN

- All data som skickas på länken når alla terminaler (broadcast).
- På grund av dämpningen på länken så har nätet en begränsad geografisk storlek.
- Länken kan förlängas med en repeterare (repeater) som förstärker signalen.
- Den del av länken där en kollison kan inträffa kallas för kollisionsdomän.



Kollisionsdomän

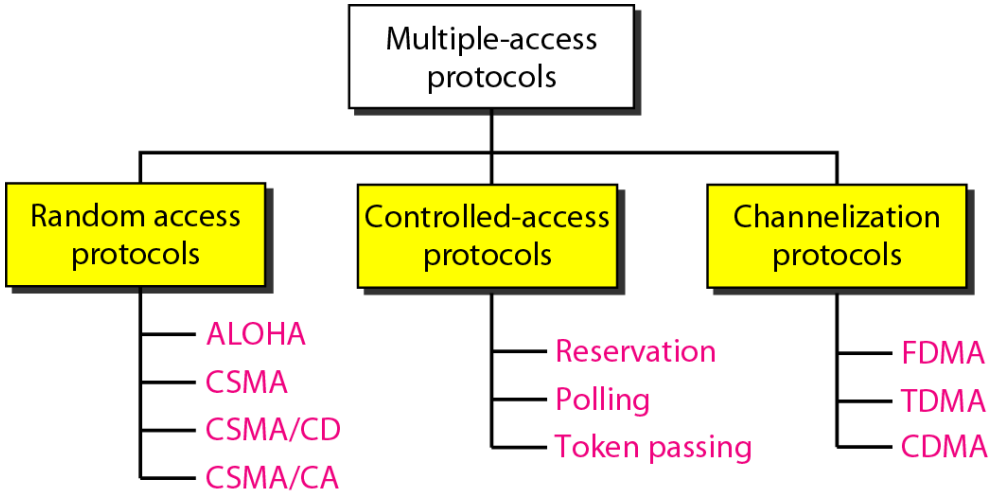
Alla hosts som delar samma länk tillhör samma kollisionsdomän (*collision domain)*. Detta medför begränsningar i hur många hosts som kan tillhöra samma länk.



a. Without bridging

Medium Access Control (MAC) Protokoll

- Alla hosts som delar en länk måste ha samma regler för att skicka och ta emot data.
- Detta kallas för Multiple-Access Protocol eller Medium access control (MAC) protocol.



Metoder med “Controlled access”

I metoder med controlled access, kommer terminalerna överens i förväg om vem som får skicka när eller så finns det en central enhet som bestämmer. En terminal får inte skicka data om inte de andra (eller den centrala enheten) har godkänt det.

Denna typ av accessmetoder används i olika delar av de mobila näten samt i andra typer av nät, tex i fordon och produktionssystem.

Exempel: *Reservation, Polling, Token ring, FDMA, TDMA*

Dugga uppgift 2

Vad innebär det att en accessmetod är ”Controlled”? Ge även ett exempel på en sådan accessmetod (endast namn).

Lösning: Se föregående slide.

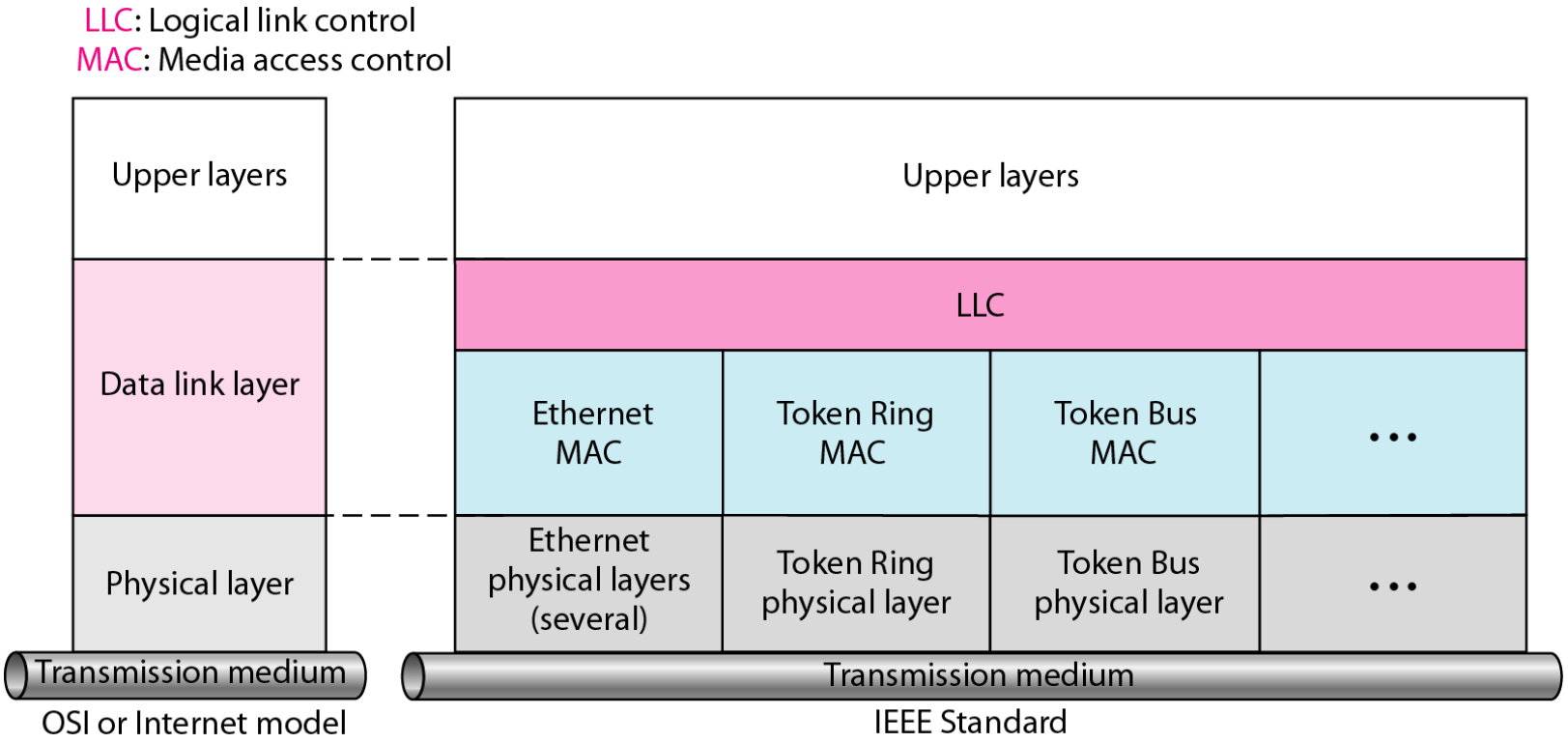
Metoder med “Random access”

I metoder med random access eller contention based access, bestämmer ingen terminal över de andra. Alla terminaler sköter sig själva och tar egna beslut om när de ska skicka utifrån en överenskommen algoritm.

Varje terminal använder en förutbestämd procedur för att ta beslut om huruvida den ska sända data eller ej.

Exempel: Aloha, CSMA/CD, CSMA/CA

IEEE standardiseringsprojekt 802



IEEEs projekt 802 startade 1985.

Fysisk adress (MAC-adress)

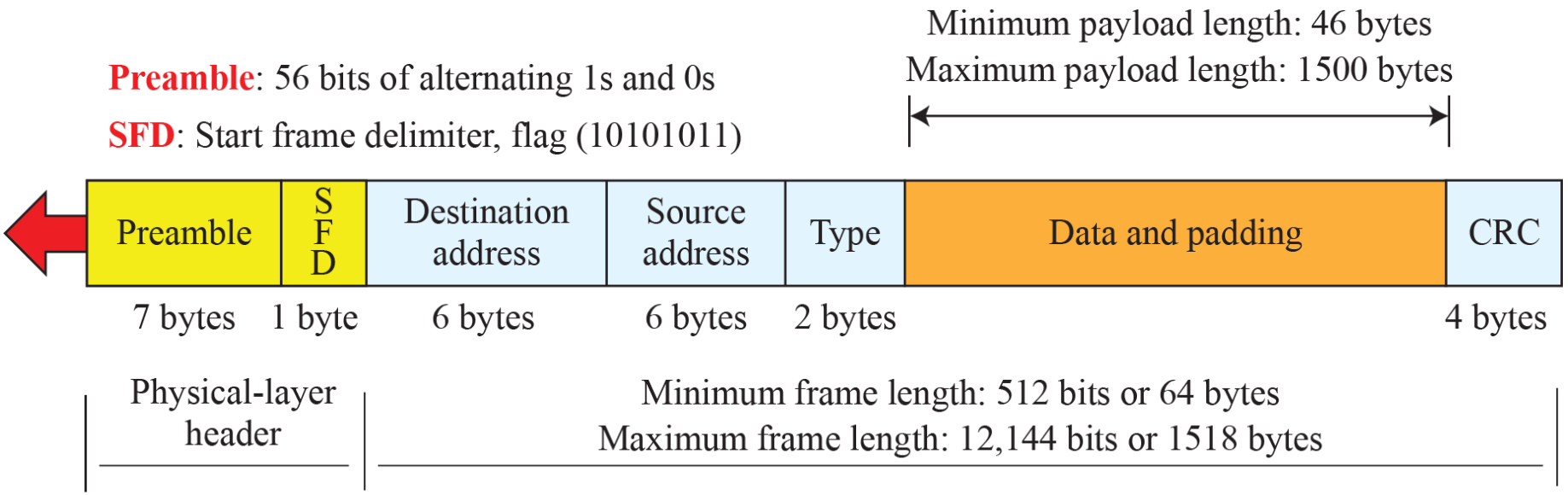
Alla terminaler med ett nätverkskort för IEEE 802.x fysisk adress, kallad MAC-adress. Har terminalen flera nätverkskort har den flera MAC-adresser.

Unicast och Broadcast-adresser

- Dataöverföringen sker normal i *unicast*, dvs det finns en sändare och en mottagare.
- En del ramar skickas i *broadcast*, vilket innebär att en sändare skickar till alla terminaler inom nätet.
- I 802-nät, är broadcast-adressen satt till bara 1:or (FF:FF:FF:FF:FF:FF).

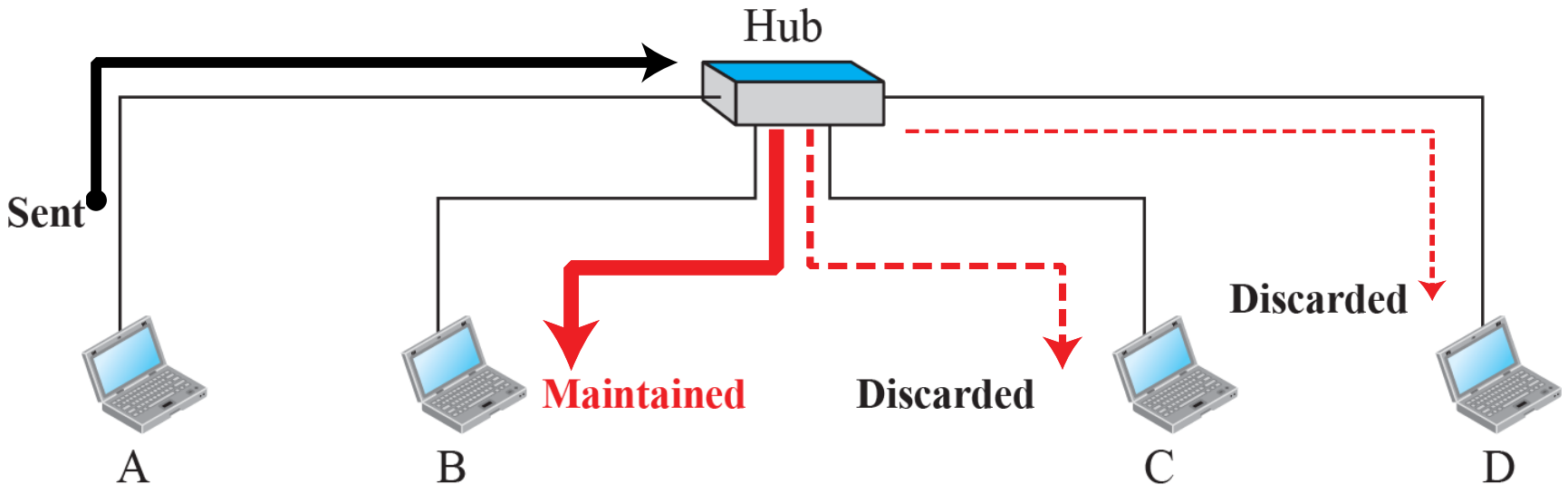
Ethernet

Ethernet är den dominerande (enda?) standarden för trådade LANs.



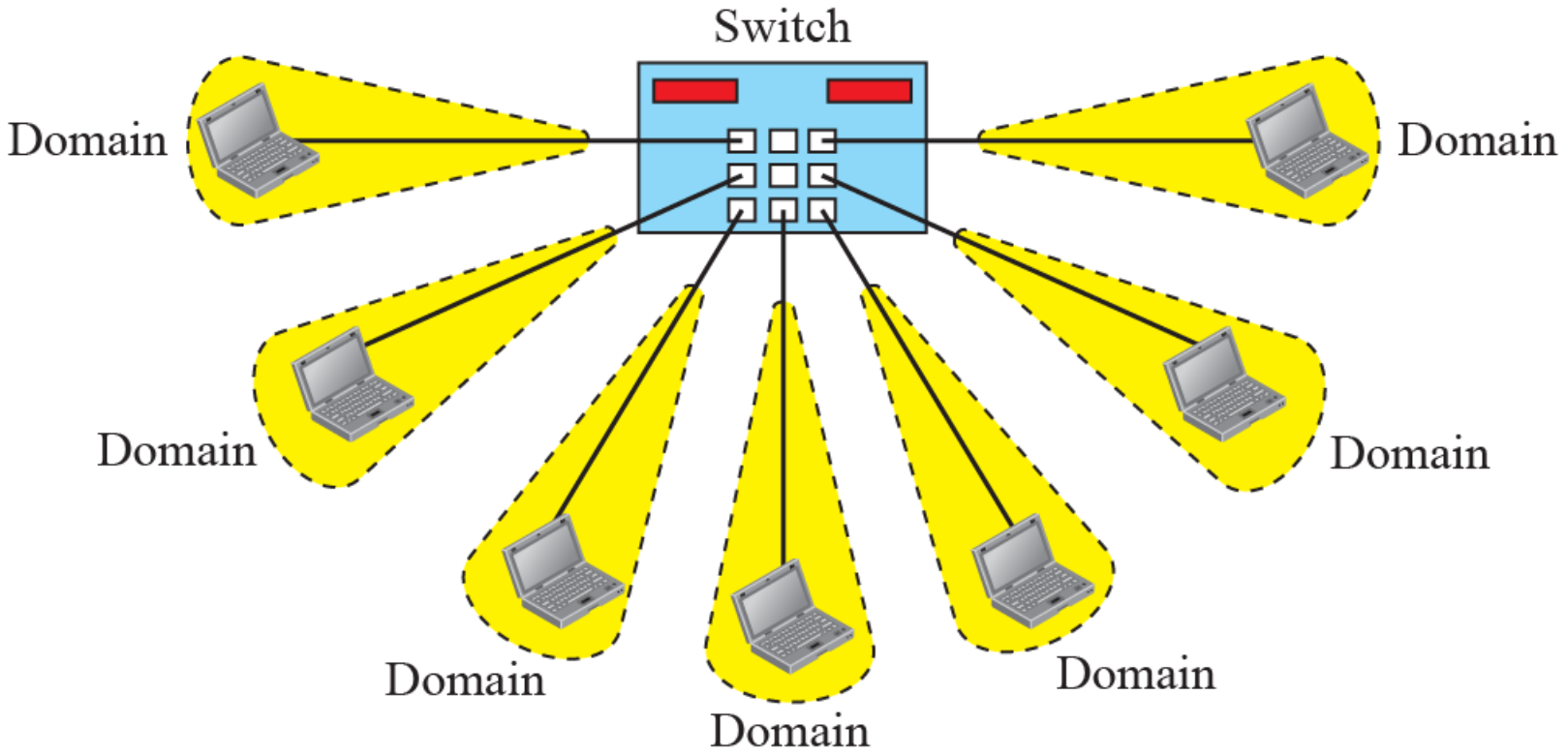
Hubs

Senare versioner av Ethernet använde hubs (nätnav). En hub skickar data från en inkommande länk till alla andra länkar. Den arbetar därför på det fysiska lagret.



Switchat Ethernet

Moderna Ethernet-implementationer är switchade.
Varje host har sin egen länk.

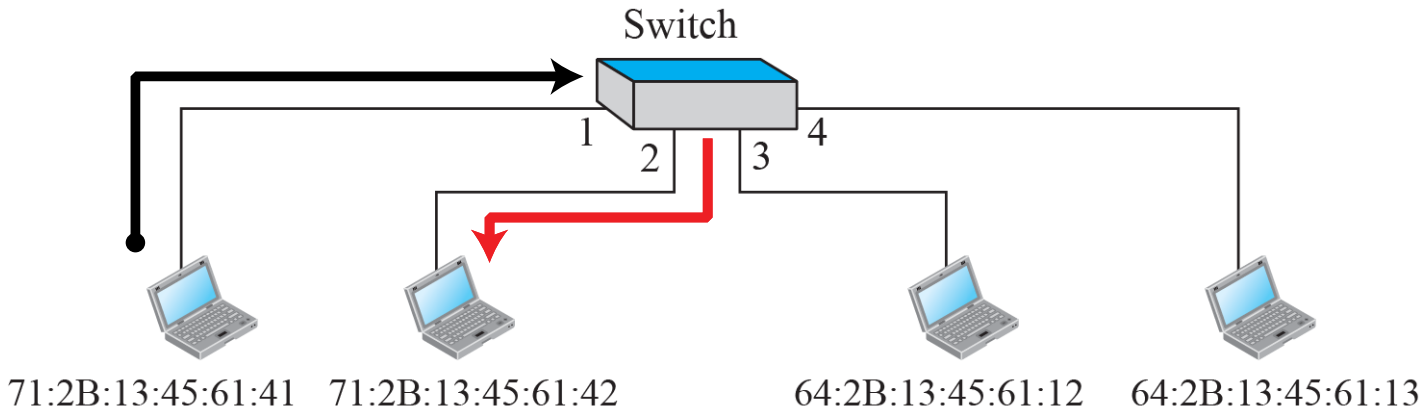


Grundfunktion för en switch

En switch har en adresstabell för att kunna skicka vidare ramar till rätt mottagare. Switchen är lärande, vilket innebär att den lär sig adresser den ”ser”. En switch med endast två portar kallas för en brygga.

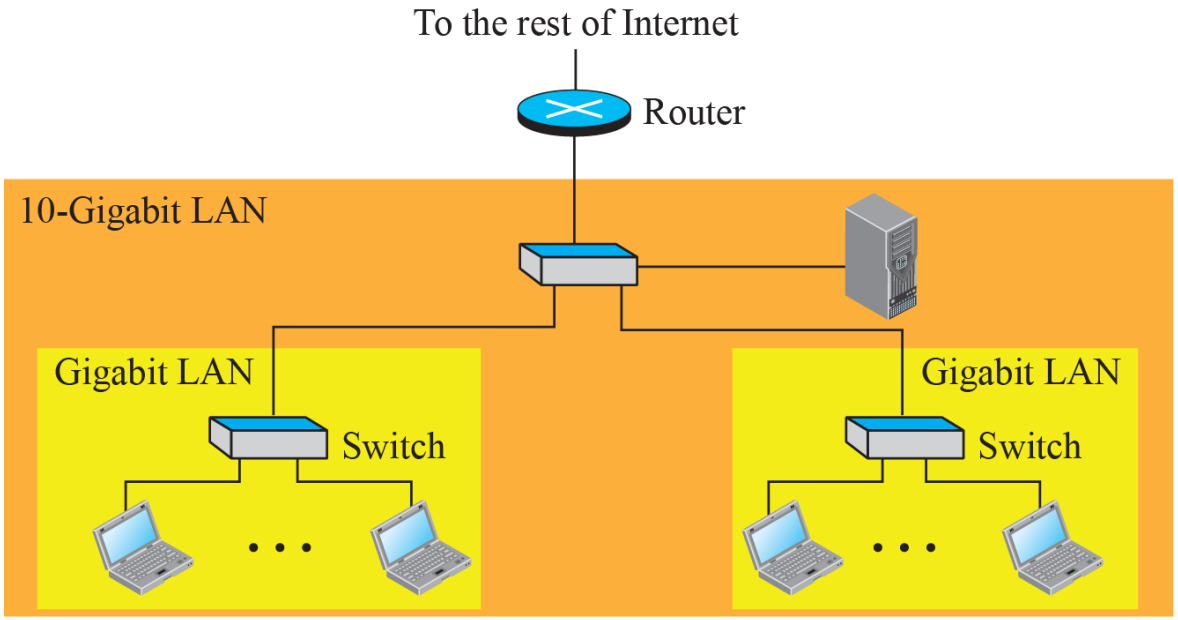
Switching table

Address	Port
71:2B:13:45:61:41	1
71:2B:13:45:61:42	2
64:2B:13:45:61:12	3
64:2B:13:45:61:13	4



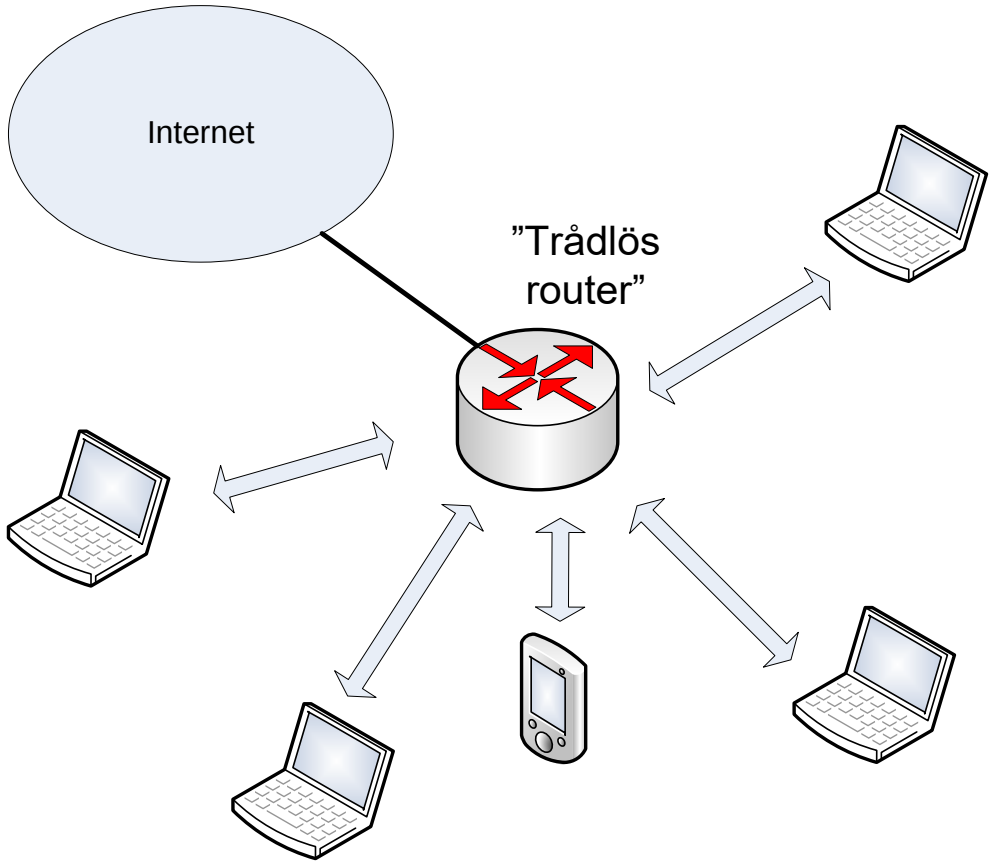
Switchade Ethernets

Ethernet-switchar kan användas för att bygga större nät. Broadcast-ramar skickas till alla hosts inom samma nät (nätet avslutas med en router).

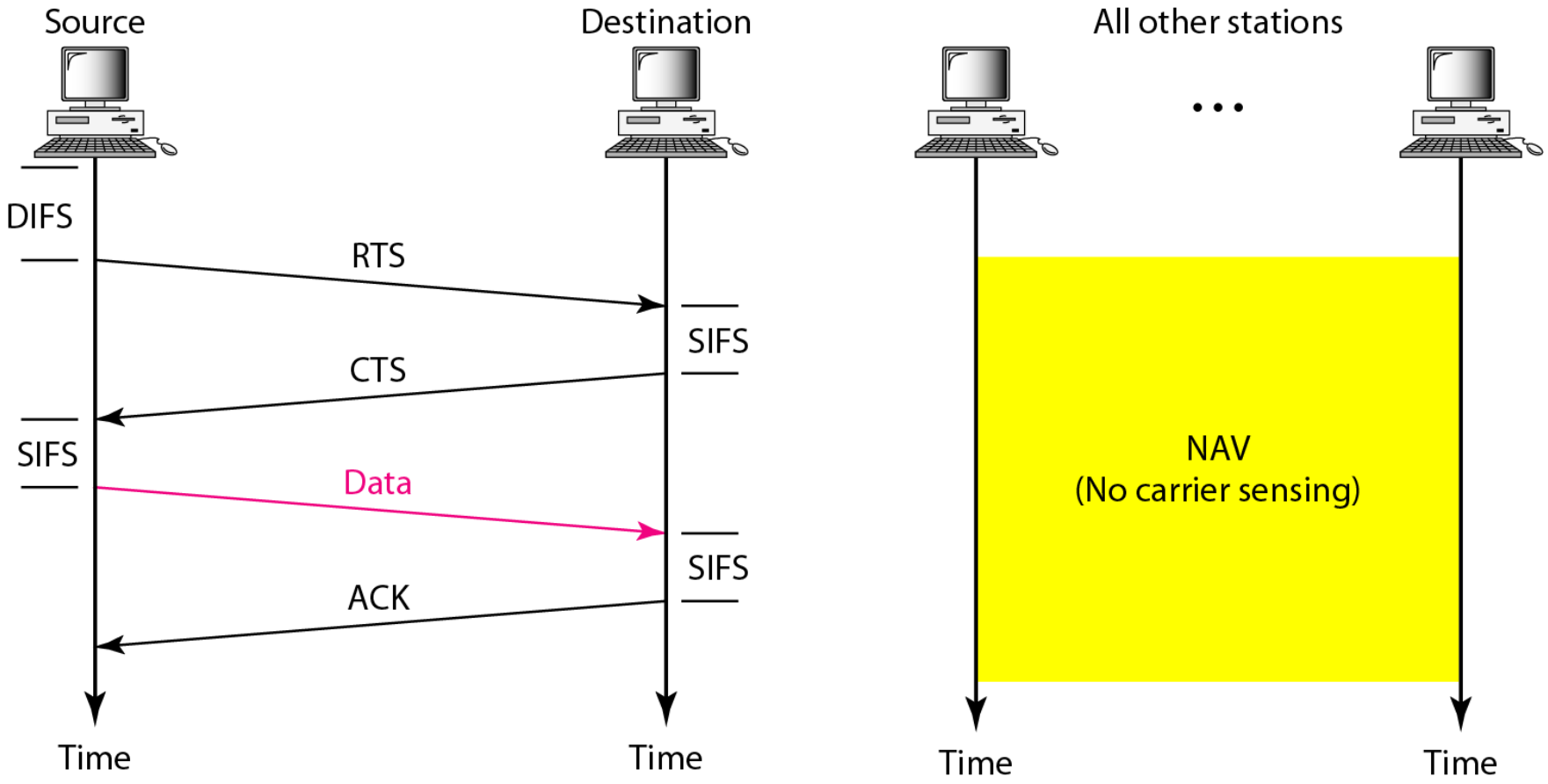


Trådlös access (WiFi), IEEE 802.11

Nätaccess sker ofta trådlöst med IEEE 802.11 WLAN

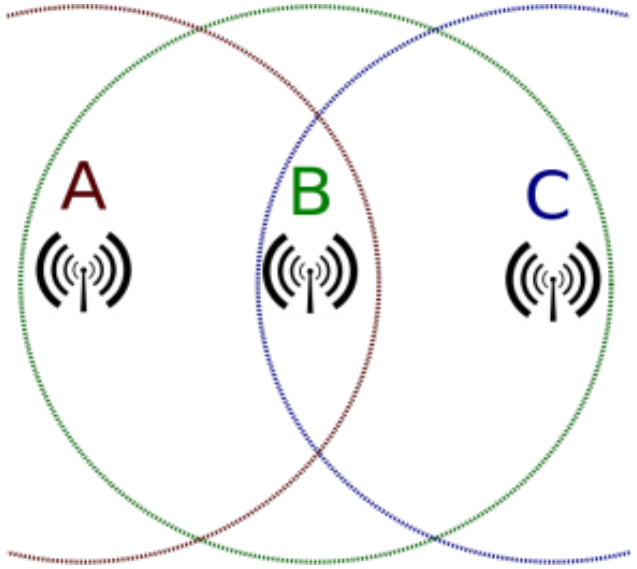


802.11 DCF används hemma



CSMA/CA kombinerat med en reservationsmetod (RTS/CTS)

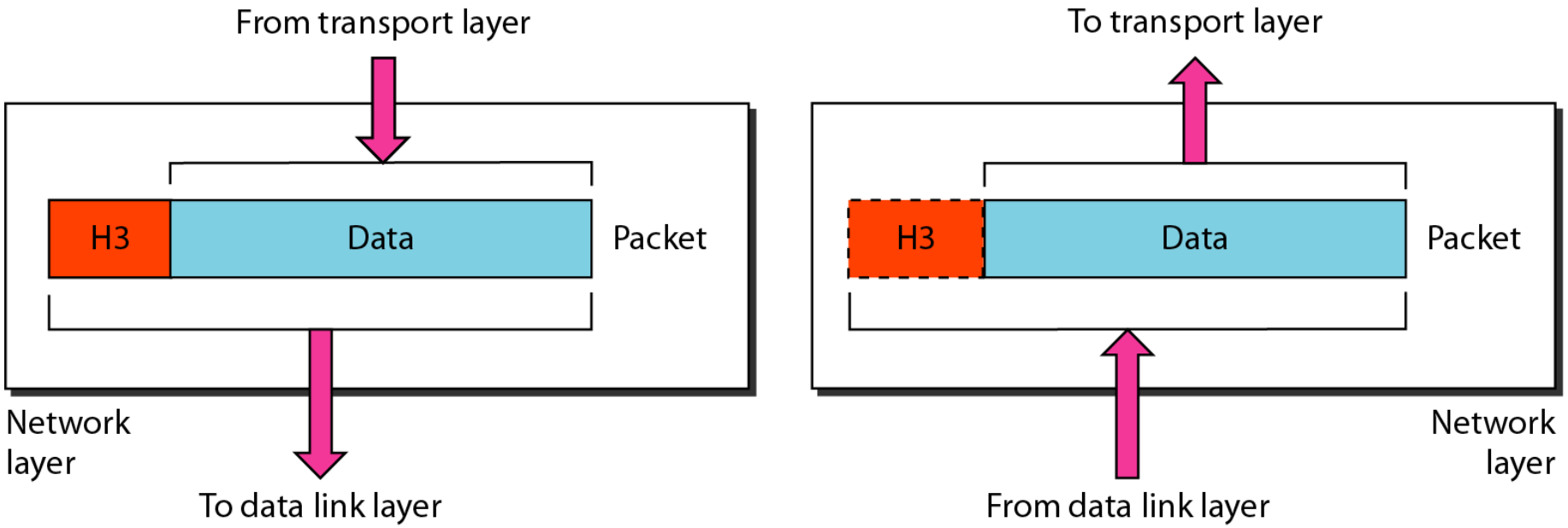
Hidden terminal problem



B = Basstation/
Accesspunkt

RTS/CTS löser problemet med ”hidden terminals”, dvs
att två terminaler kan höra basstationen men inte varandra.

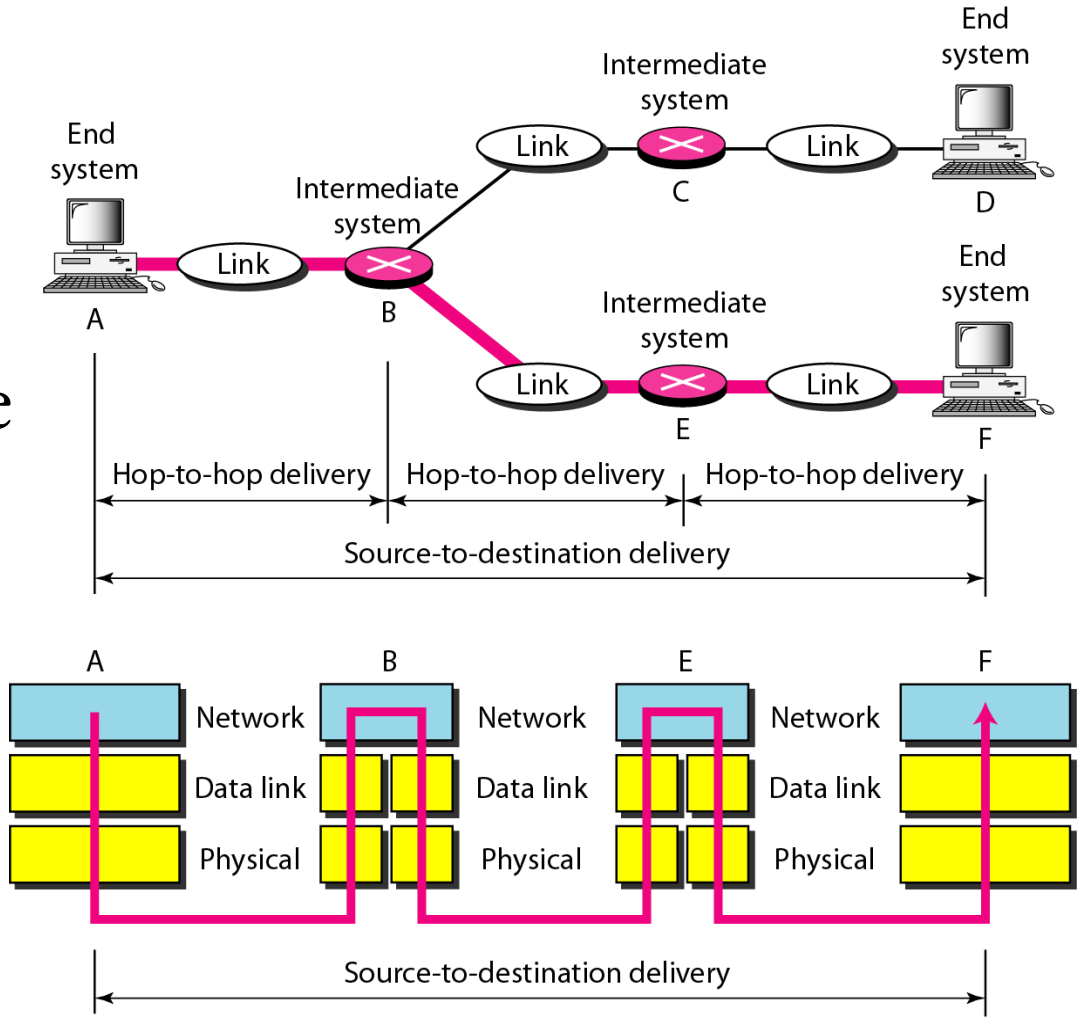
3. Nätskiktet (Network layer)



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

Host-to-host delivery

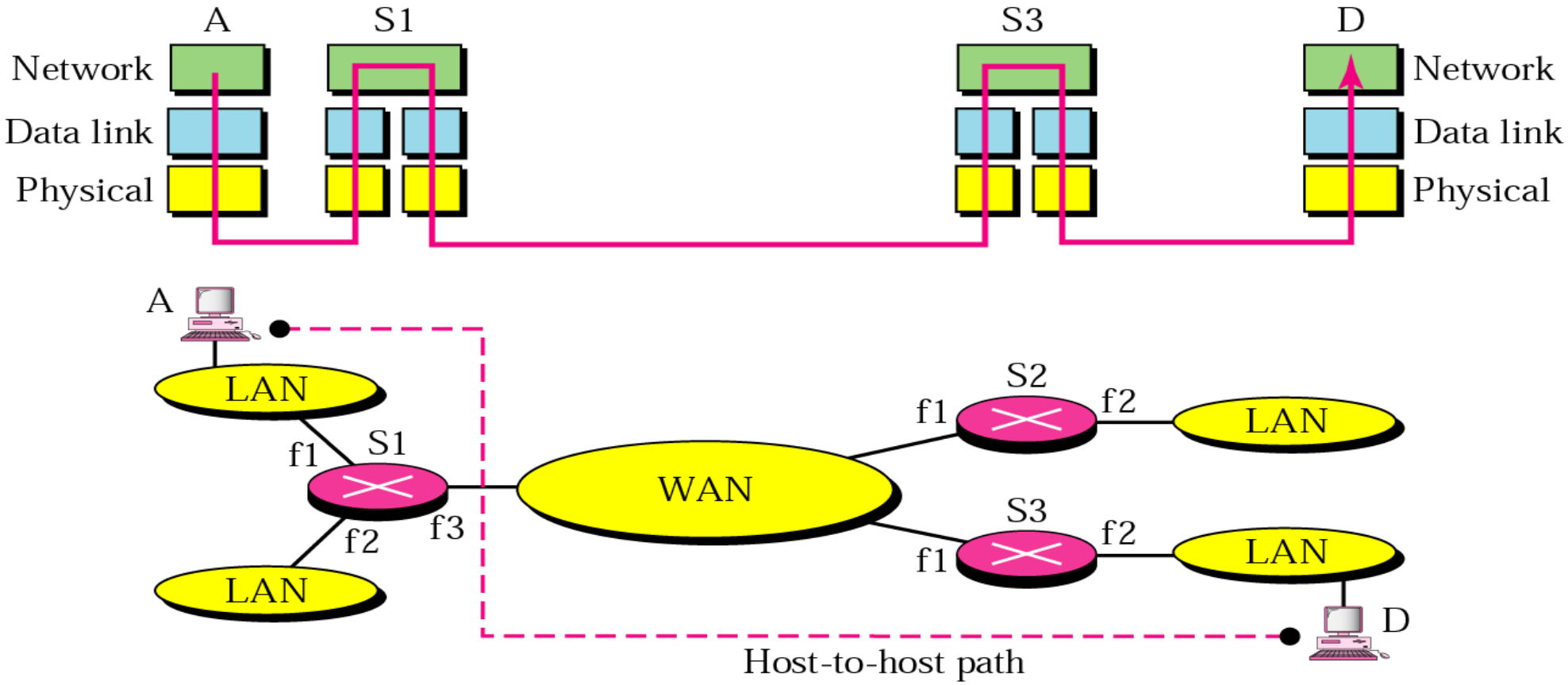
Nätprotokollet har ansvar för att skicka ett paket från en sändare till en mottagare över flera nät, så kallad host-to-host delivery.



Adressering och routing

- Vi behöver en adressering som är gemensam för alla nät. Detta kallas för nätaddress.
  - Nätadressen måste bestå av en nät-id och en host-id, jämför med postadresser.
- Vi behöver regler för hur data skickas mellan nät till destinationen. Detta kallas för routing.
- Vi behöver en nätenhet som är kopplade till flera nät och som kan skicka data mellan näten. Denna enhet kallas för router.

Behovet av routrar



Router

En router förmedlar paket mellan nätverk baserat på nätadresserna.

- En router gör ”intelligenta” beslut om bästa väg för paketets vidare leverans mot slutdestinationen.
- Routing-beslut fattas utifrån nät-identitet, inte värd-identitet (*host id*)
  - Sista steget (för att hitta rätt host inom ett nät) görs med hjälp av fysiska adressen eftersom det är länkprotokollets uppgift.

Ett nätprotokoll: IP

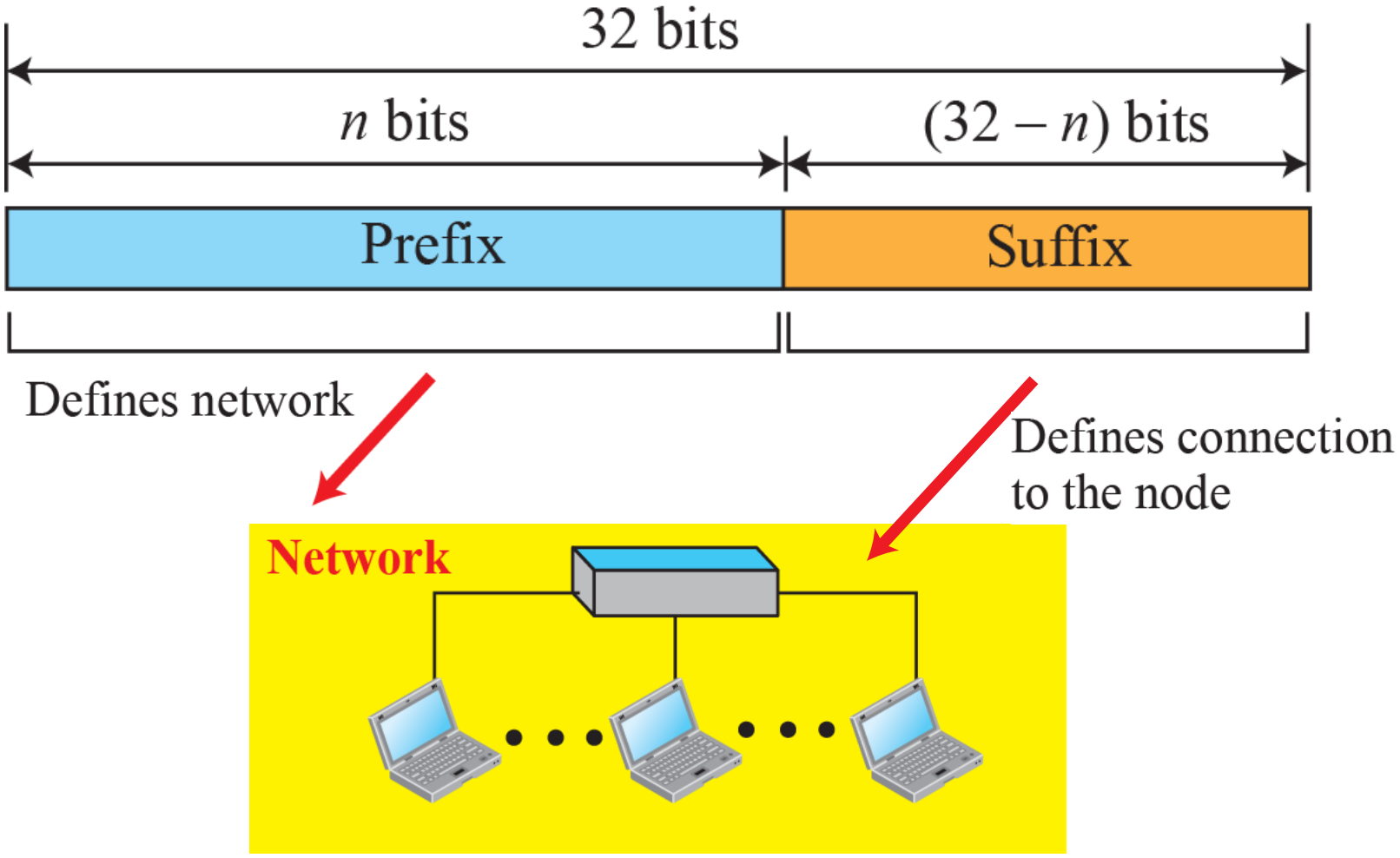
- Internet protocol (IP) är det enda nätprotokoll som får användas på Internet.
- Två versioner: IPv4 och IPv6.
- Adressering med IP-adresser
  - Exempel: 130.235.18.158 (IPv4)
- Data skickas som IP-paket (eller datagram)
- Förbindelsefri dataöverföring
- Checksum används men ingen felhantering eller flödeskontroll.

IPv4-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.

IPv4-adresser



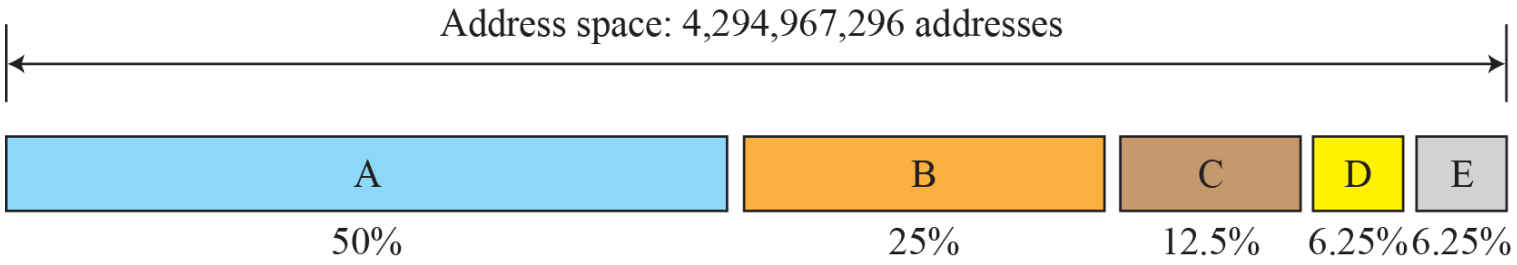
Adress-metoder

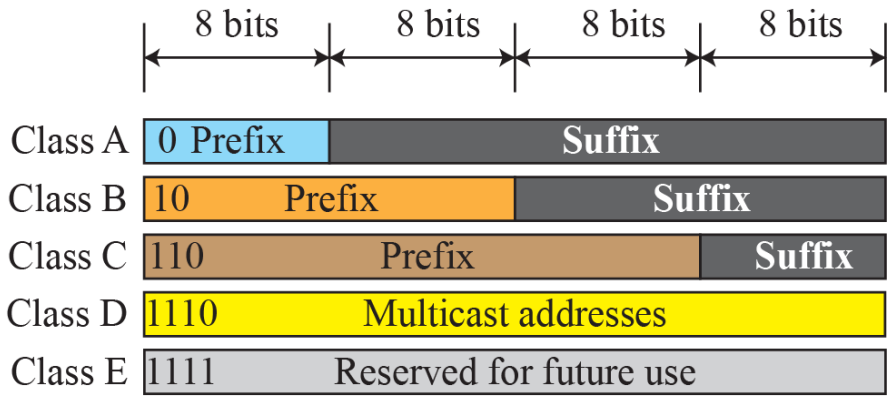
Det finns två sätt att definiera adresser:

- Klassindelad adressering (Classful addressing)
- Klassslös adressering (Classless addressing)

Klassindelad adressering

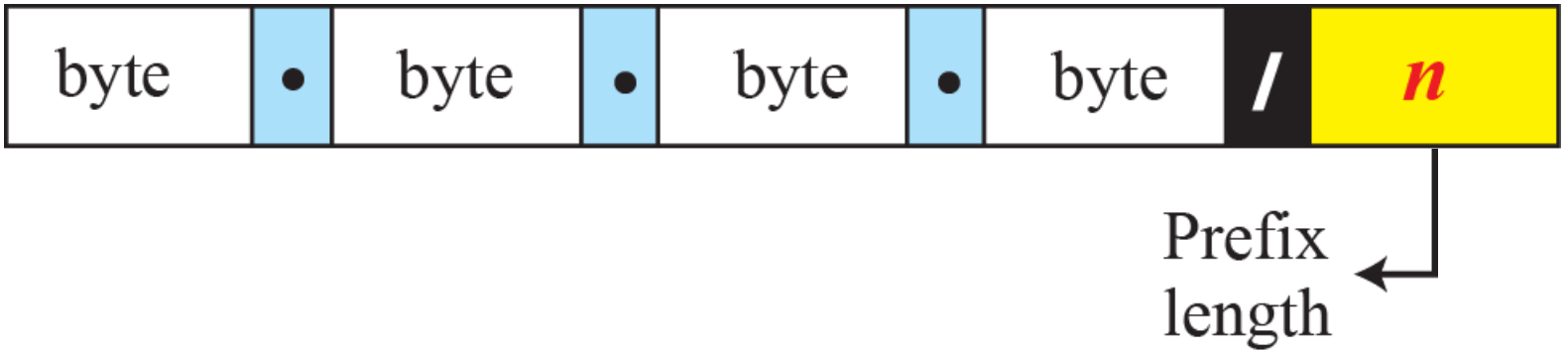
Fem adressklasser: A, B, C, (D, and E)





Class	Prefixes	First byte
A	n = 8 bits	0 to 127
B	n = 16 bits	128 to 191
C	n = 24 bits	192 to 223
D	Not applicable	224 to 239
E	Not applicable	240 to 255

Klasslös addressering (CIDR)



Examples:

12.24.76.8/**8**

23.14.67.92/**12**

220.8.24.255/**25**

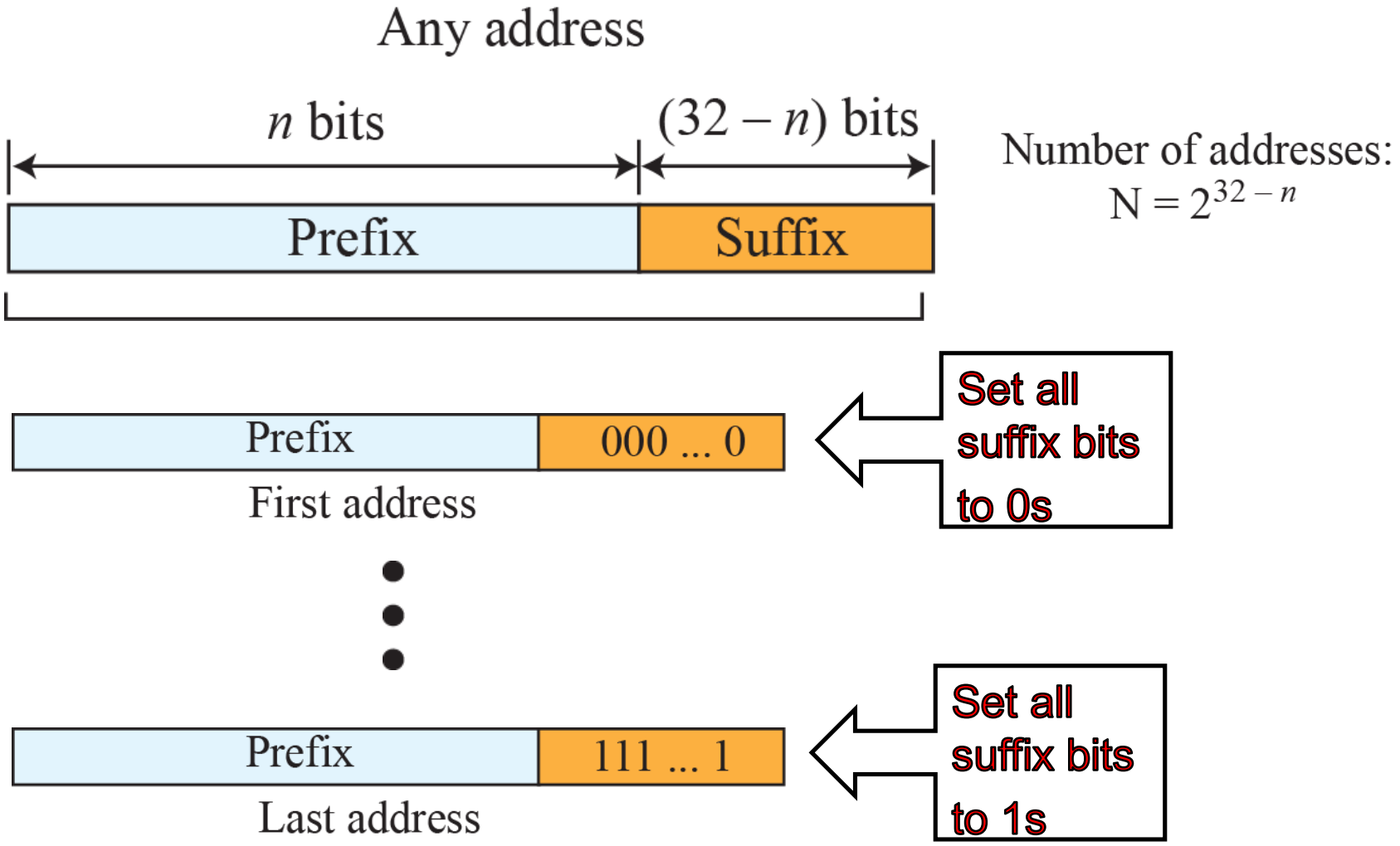
Dugga uppgift 3

Ange nät-id och värd-id för adressen 160.184.66.53/24.

Lösning:
/24 => 24 första bitarna tillhör nät-id och 8 sista bitarna tillhör värd-id.

Nät-id: 160.184.66.0
Värd-id: 0.0.0.53

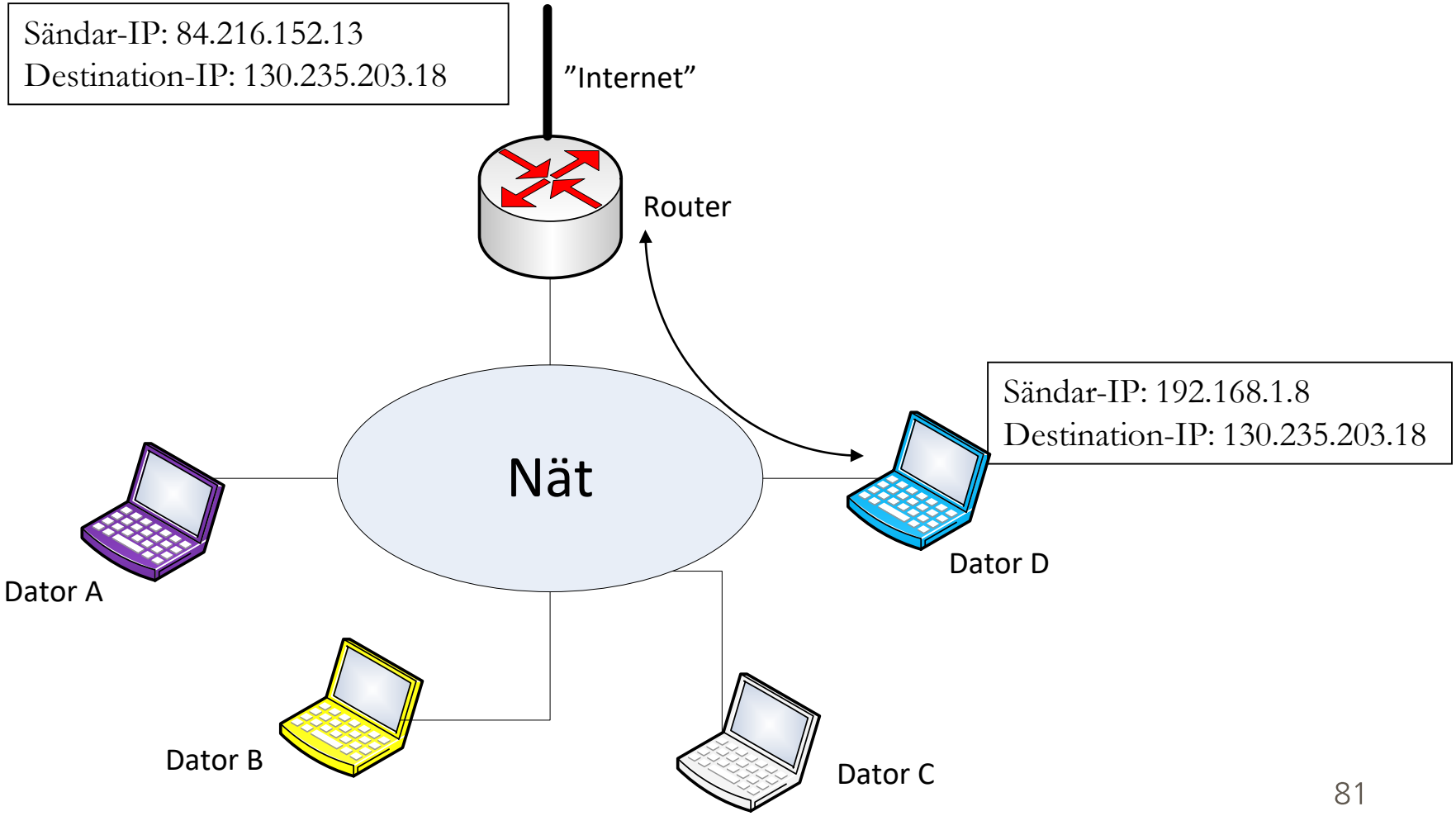
CIDR adressblock



Privata och publika IP-adresser

- Idag är IPv4-adresserna slut eftersom det finns fler anslutna enheter än det finns möjliga adresser.
- Därför används ett system med **privata** och **publika** IP-adresser.
- Inom ett lokalt nät (tex hemma) används en privat adress inom följande adressområden:
  10.0.0.0 - 10.255.255.255 (10/8 prefix)
  172.16.0.0 - 172.31.255.255 (172.16/12 prefix)
  192.168.0.0 - 192.168.255.255 (192.168/16 prefix)

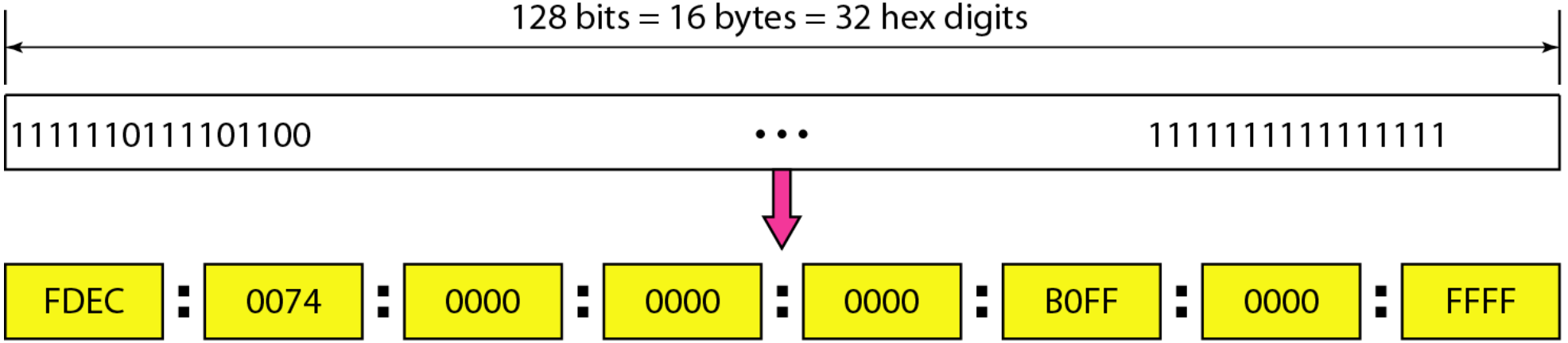
Network Address Translation (NAT)



Några fördelar med IPv6

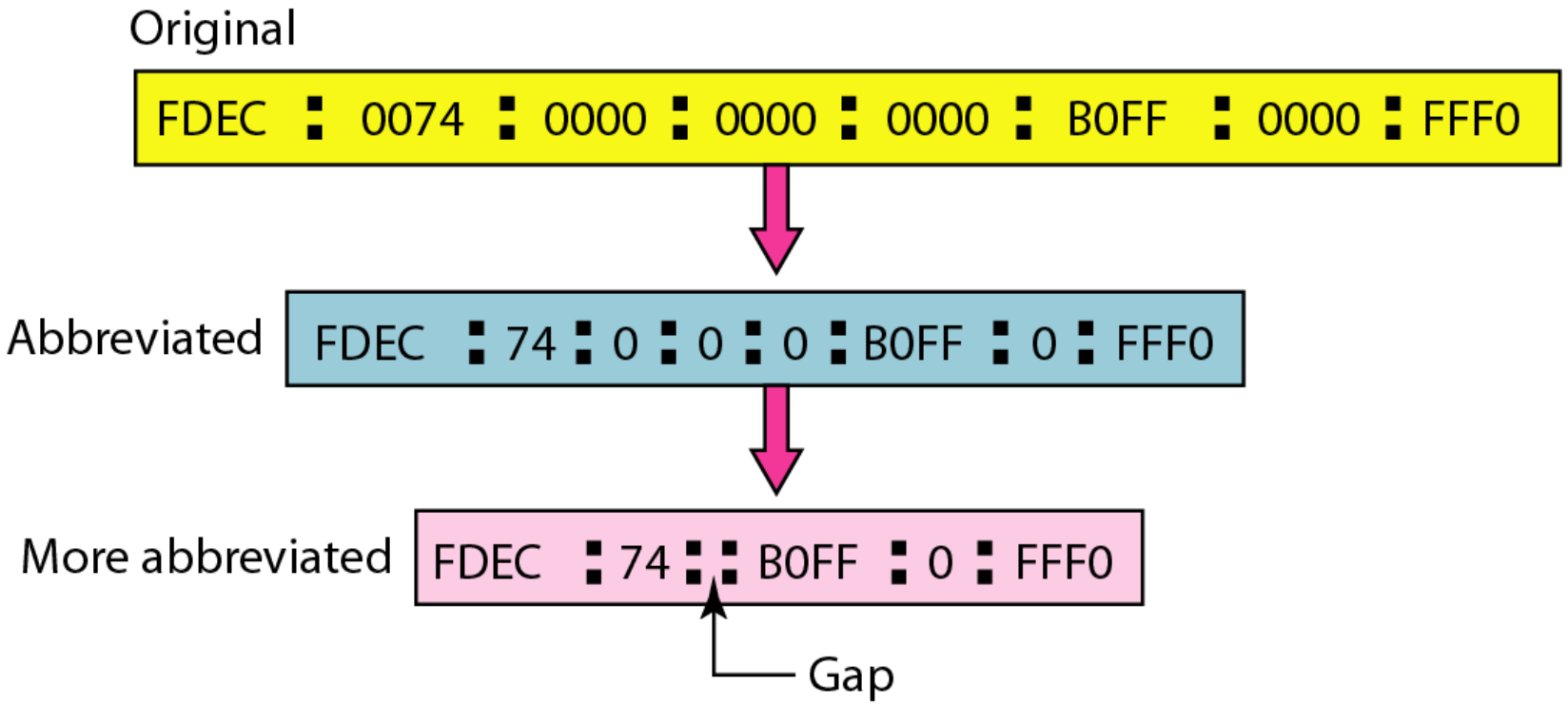
- Mycket fler adresser: 128 bitars adresser.
- Bättre headerformat: Basheader på 40 bytes vilket gör forwarding lättare.
- Stöd för datasäkerhet: IPv6 innehåller funktioner för kryptering och autentisering.
- Stöd för realtidsapplikationer: Prioritet i routrar av streaming-datagram kan begäras (flödeshantering).

IPv6-adresser



Hexadecimal colon notation

Förkortning av IPv6-adresser



Man kan bara ta bort hela sektioner av 0:or en gång.

Att få en IP-adress: Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)

1. När en terminal kopplas in i ett nät skickar terminalens DHCP-klient ett broadcast meddelande med en **DHCP-förfrågan**.
2. DHCP-servern i nätet (tex default router) svarar med ett **erbjudande om IP-adress** och annan information (tex nätverksadress, Default router, DNS-server etc.).
3. Terminalen kan tacka ja till detta erbjudande och får därmed en IP-adress som gäller en viss tid.

Dugga uppgift 6

Vad används protokollet DHCP till?

Lösning: Se föregående slide.

Att mappa IP-adresser mot MAC-adresser

För att en host/router ska kunna hitta en annan host/router inom samma nät måste IP-adressen ”översättas” till en fysisk adress.

Adress Resolution Protocol (ARP) används för att mappa IP-adresser mot MAC-adresser inom ett LAN.

En host i ett LAN vet alltid IP-adressen till den router (default router/gateway) som är kopplad till ”resten av Internet”.

ARP

- Varje host/router har en ARP-cache (tabell) som används för att lagra MAC/IP-adresspar.
- En host/router broadcastar en ARP query packet varje gång den behöver mappa en IP-adress mot en MAC-adress.
- Den host som har IP-adressen svarar med en ARP response packet.

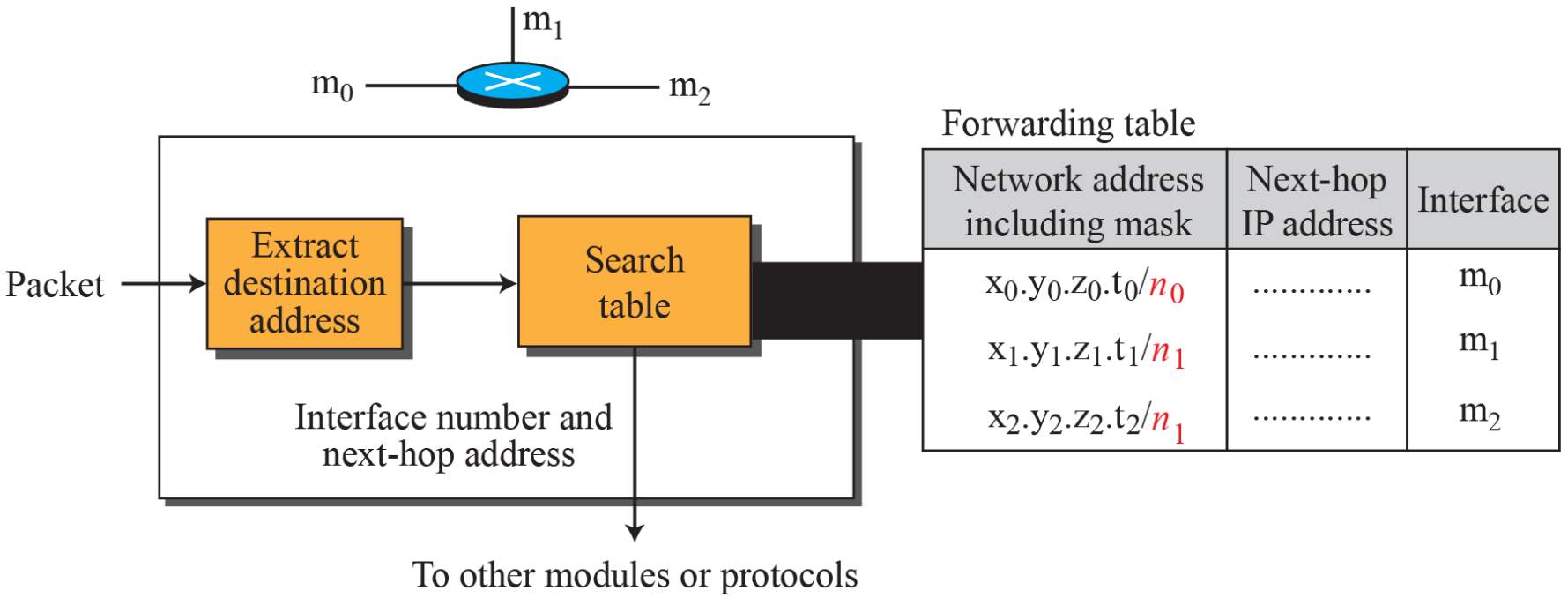
Dugga uppgift 4

Antag två hosts (A och B) kopplade via en Ethernet-switch (som sedan är kopplad till en router till ”resten” av Internet). Antag att alla adress-cacher är tomma. Ange de meddelanden (med dess tillhörande Ethernet- och IP-adresser) som skickas via switchen om A ska skicka ett IP-paket till B.

Lösning:

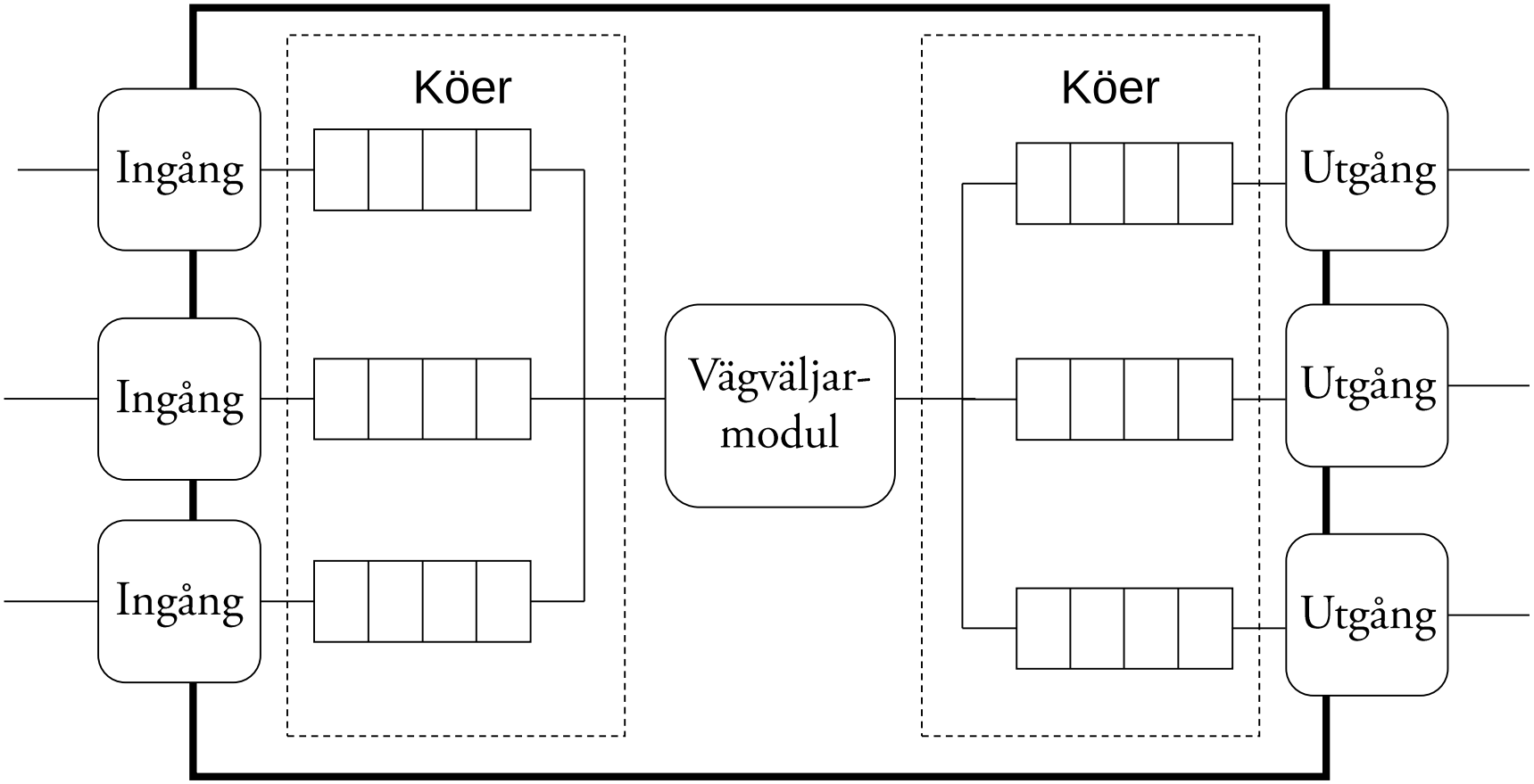
ARP Request från MAC A, IP A till MAC Broadcast, IP B
ARP Reply från MAC B, IP B till MAC A, IP A
IP-paket från MAC A, IP A till MAC B, IP B

Routrar använder nätadressen

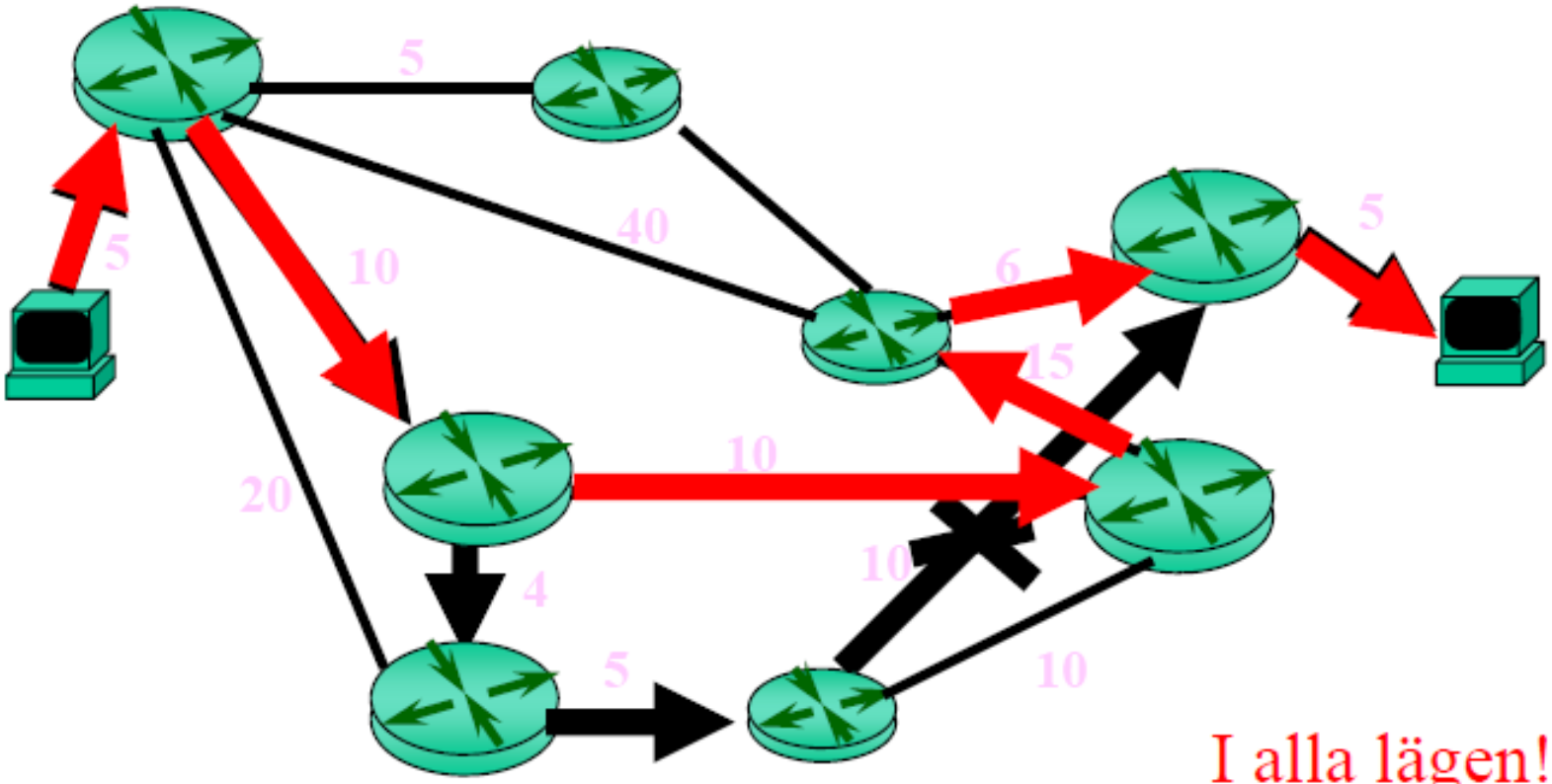


Alla routrar måste kunna så kallad forwarding, dvs skicka vidare paket baserat på nätadressen.

Illustration av en router



Routing: Välj bästa väg!



Distribuerad routing

- Distance Vector
  - Varje nods information om bästa vägar distribueras till nodens grannar
  - Bästa väg end-to-end fås fram genom jämförelse med alla möjliga *next hop*
  - Enkelt, låga krav på processor och minne
- Link State
  - Lokal information om topologi flödas (*flooding*) till alla noder
  - Bästa väg end-to-end till alla noder beräknas lokalt i varje nod (trädbyggnad)
  - Komplicerat med krav på processorkraft och minne

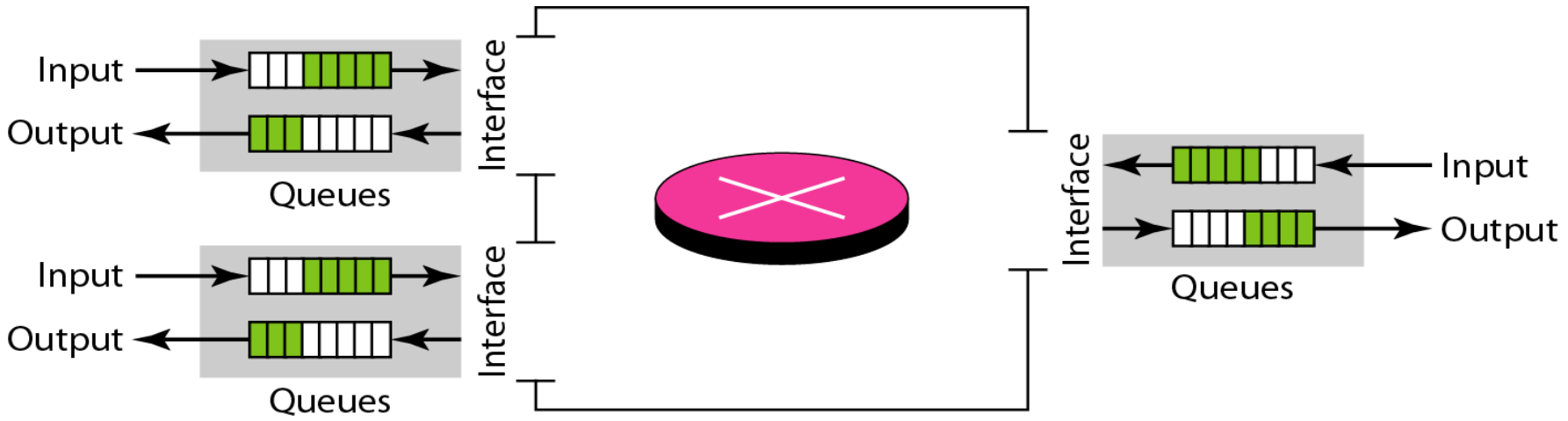
Länkkostnad

Länkkostnaden kan bero på flera saker:

- Kapacitet
- Belastning
- Sträcka
- Utbredningsmedium
- Osv..

Vad händer när något går fel i IP?

Alla routrar har buffertar där paket lagras i väntan på processering. När lasten ökar i nätet fylls buffertarna, och paketfördröjningen ökar. Till slut kan paket kastas på grund av överfulla buffertar. Eftersom IP inte har någon felhantering måste ett annat protokoll ta hand om detta.

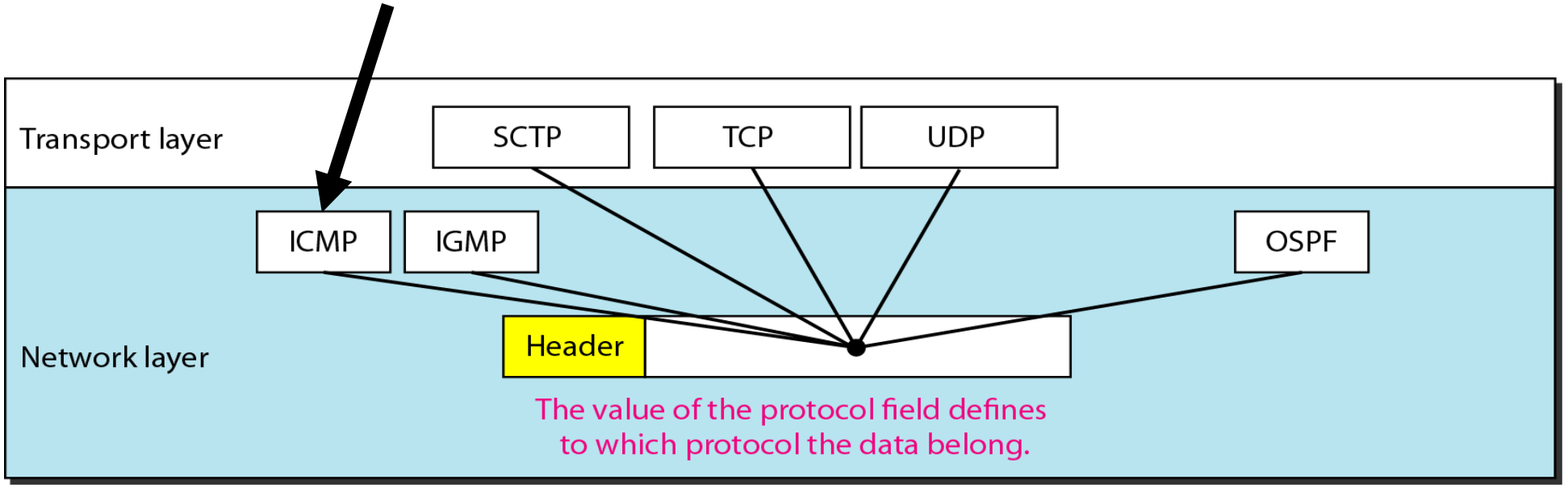


Internet Control Message Protocol (ICMP)

- IP har inga funktioner för fel-rapportering eller fel-hantering. IP saknar också funktioner för förfrågningar till/från hosts och routrar.
- Internet Control Message Protocol (ICMP) har utvecklats för att kompensera för detta.
- Man brukar säga att ICMP är ett hjälpprotokoll till IP.

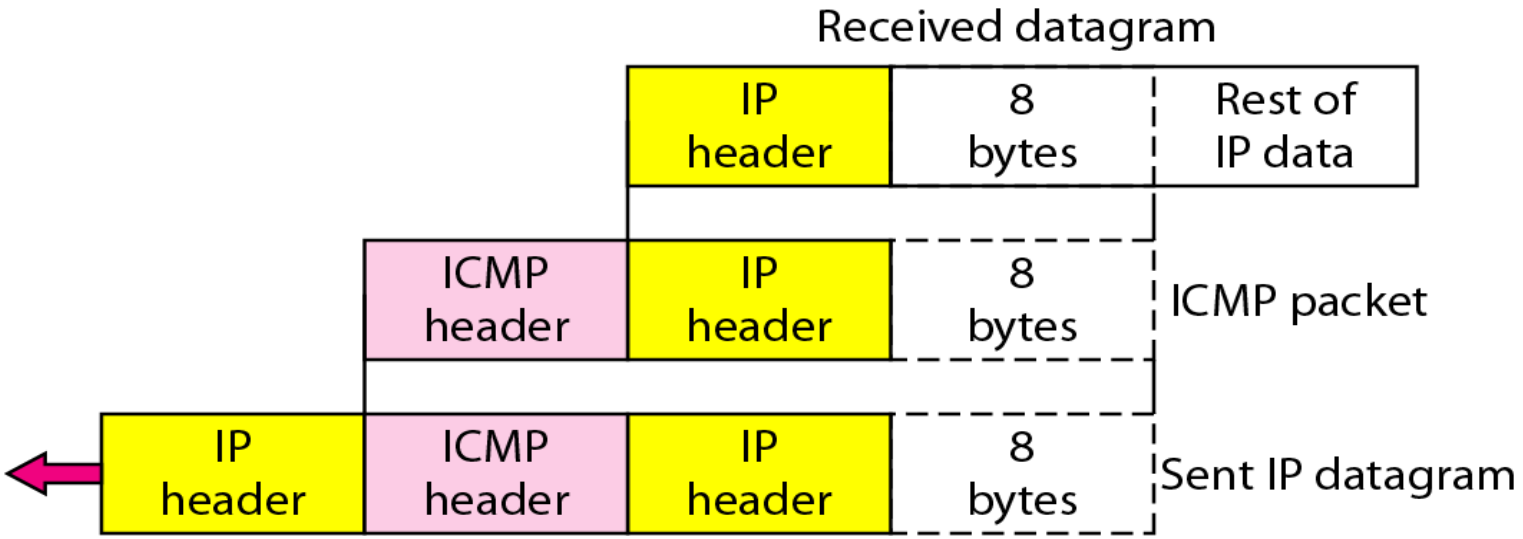
Encapsulation

Ett ICMP-meddelande skickas i ett IP-paket:



Fel-rapportering

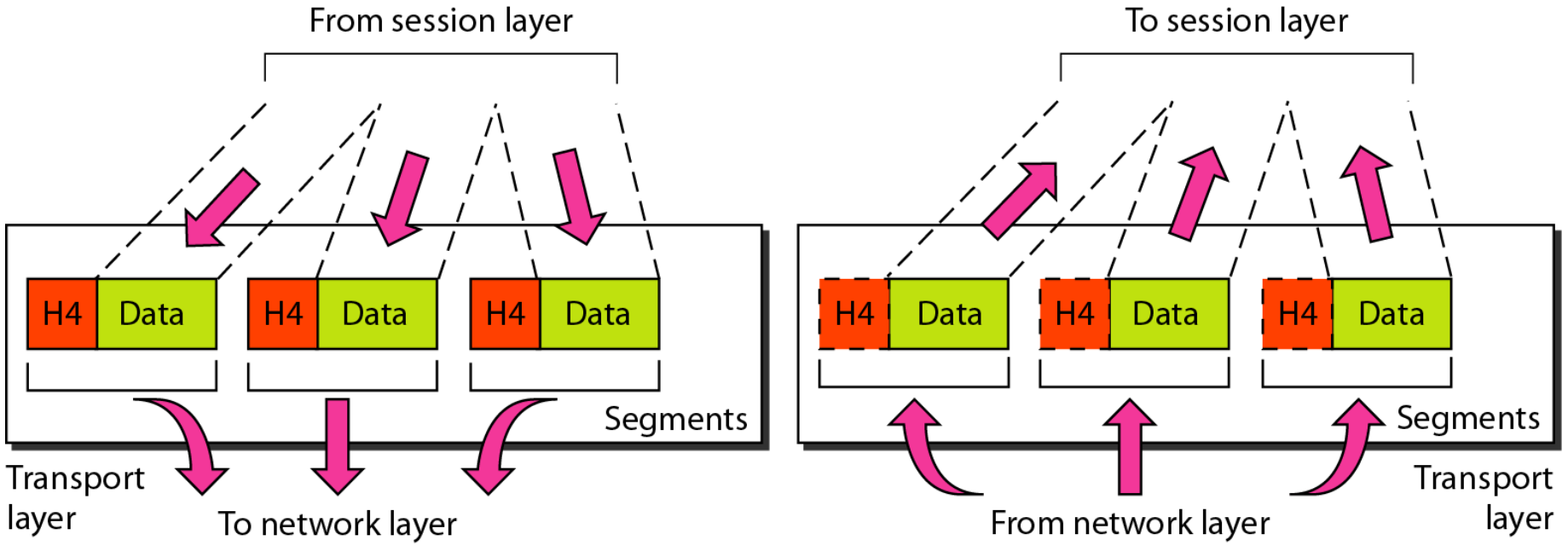
När ett IP-paket inte kan komma fram till sin destination, används ICMP för att rapportera felet till sändar-hosten. Felmeddelandet innehåller IP-headern + de första 8 byten av det ursprungliga IP-paketet.



ICMP Query medelanden

- En host/router kan skicka en ICMP query till en annan host/router:
  - Echo-request and Reply: Används för att kolla om två hosts/routers har en fungerande kommunikation på IP-nivån (tex. ping).
  - Timestamp request and reply: Används för att estimera round-trip time (RTT) mellan två hosts/routers.
  - Router-Solicitation and Advertisment: Används av en host för att identifera vilka routers som sitter på samma nät.

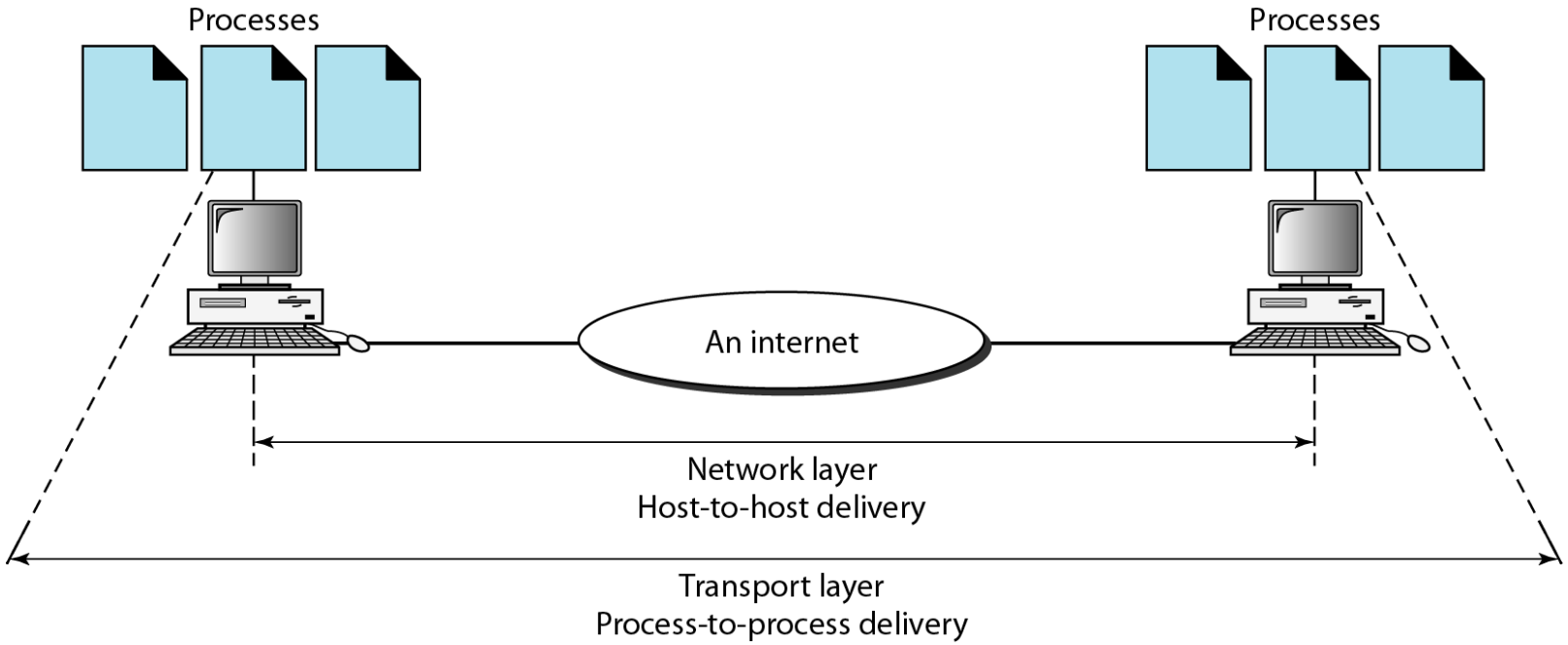
4. Transportskiktet (Transport layer)



Transportskiktet är ansvarigt för att skicka meddelanden mellan två applikationsprocesser.

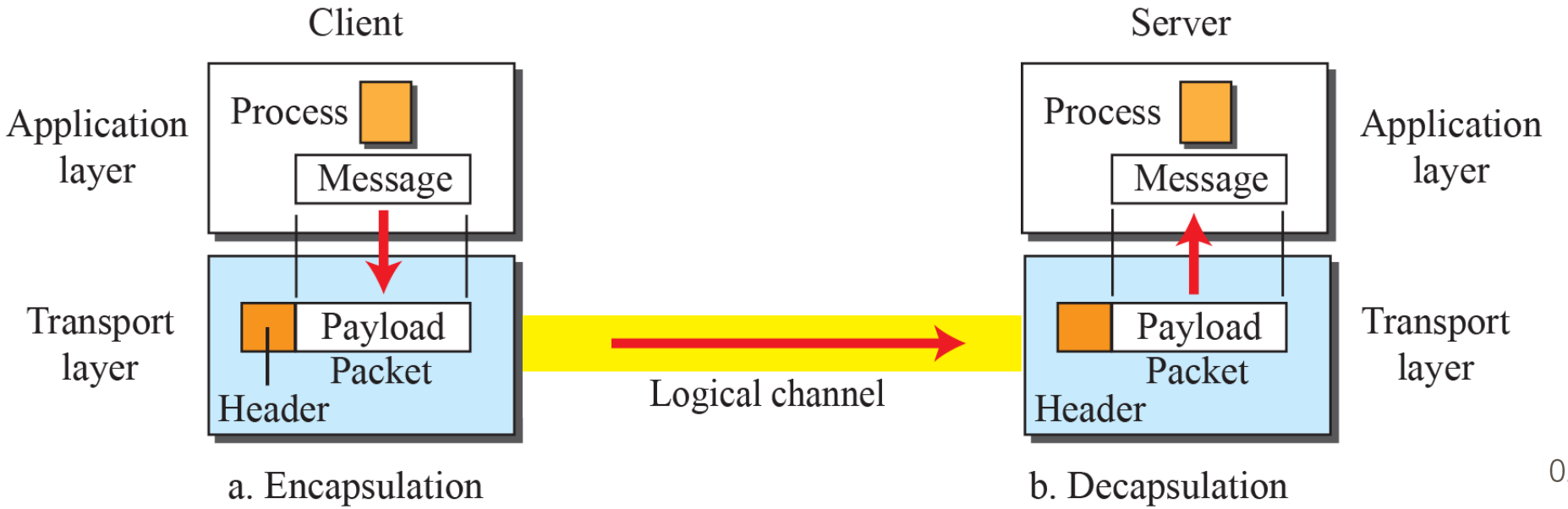
Process-to-process delivery

Transportprotokollet sköter process-to-process delivery.



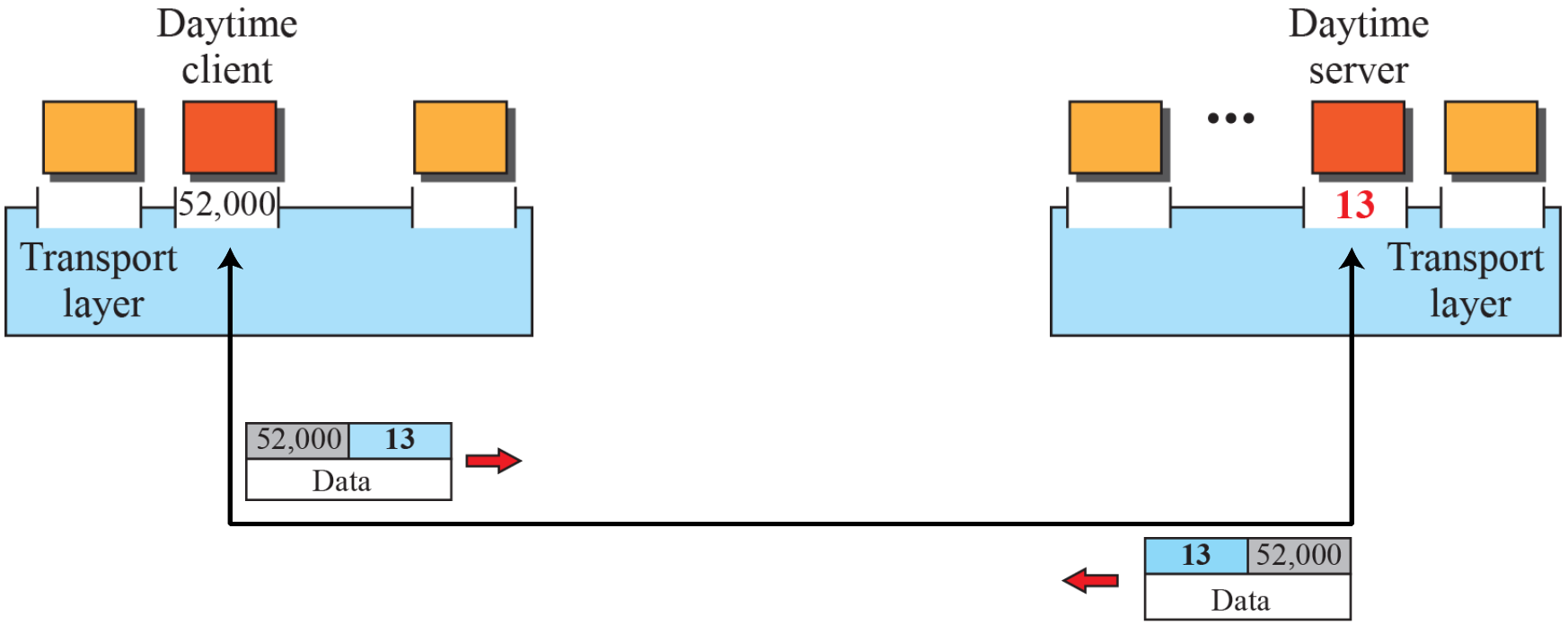
Transportprotokollet

Transportprotokollet ”packar in” (enkapsulerar) data från applikationen och ser till att det skickas till rätt mottagarapplikation. Mottagarens transportprotokoll ”packar upp” datan igen.



Portnummer

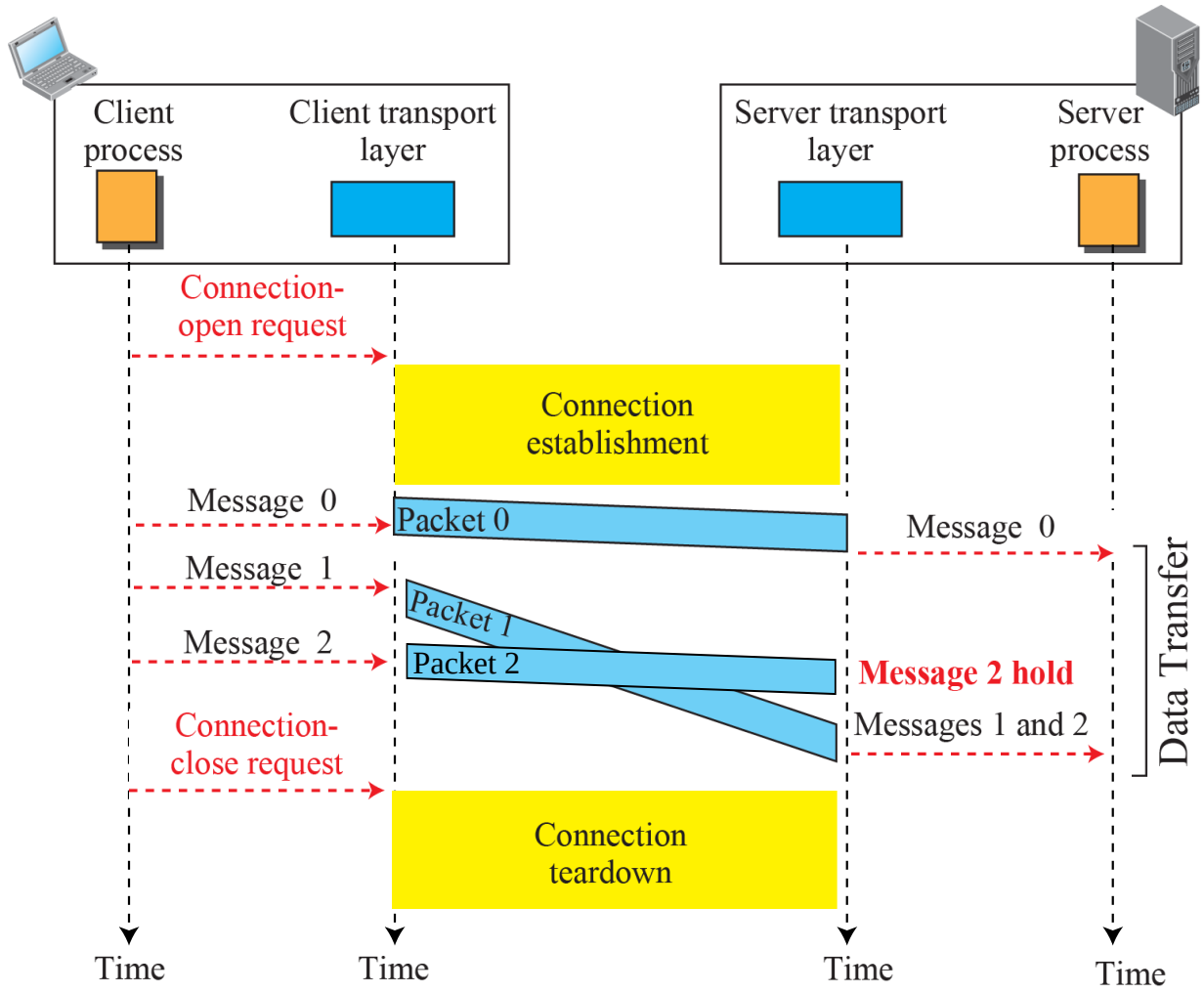
Transportprotokollet använder portnummer (portadresser) för att separera applikationer på en viss host.



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.

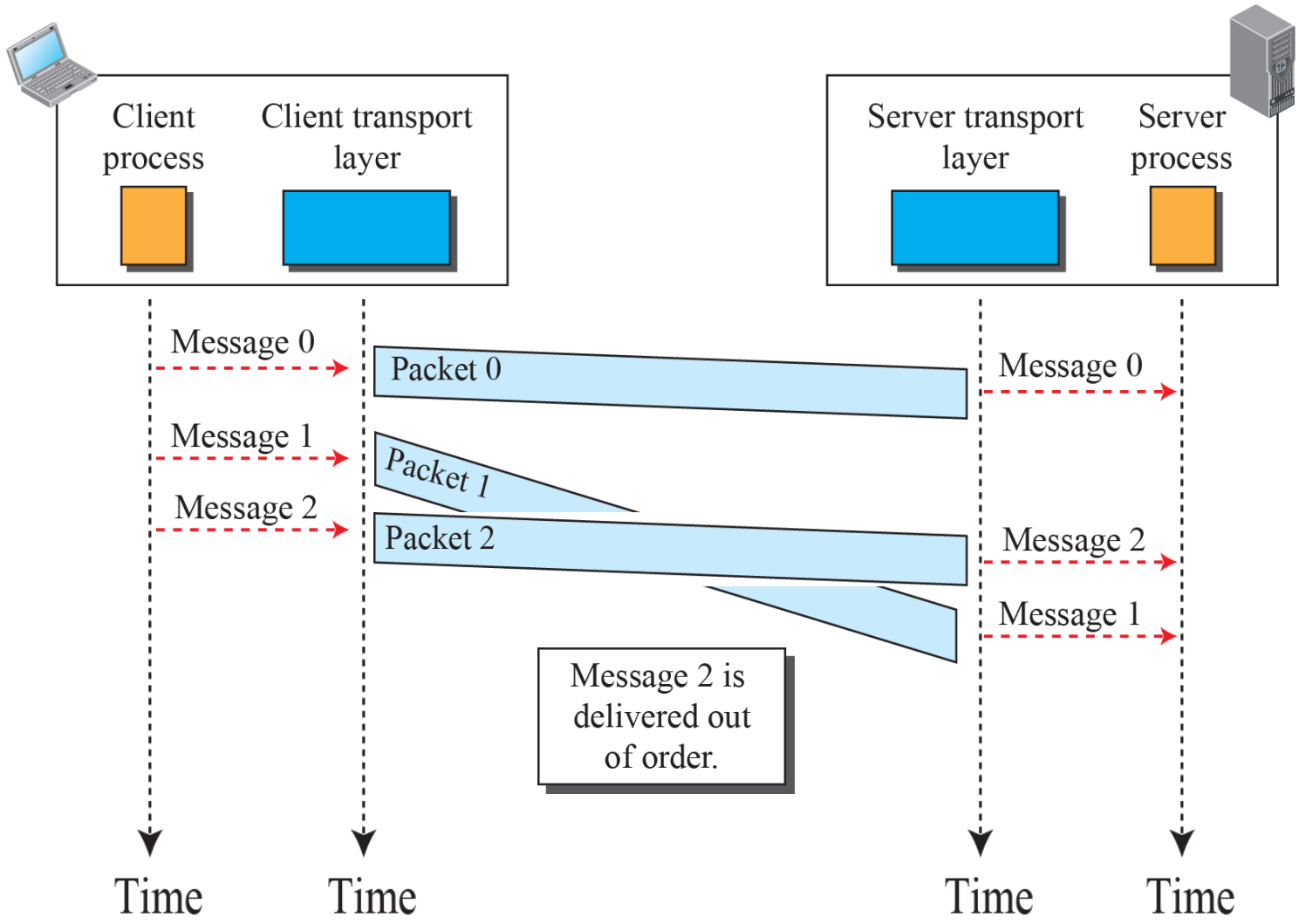
TCPs förbindelseorienterade dataöverföring



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.

UDPs förbindelsefria dataöverföring



Dugga uppgift 9

Följande bitström inleds med en Ethernet-header (utan SFD, Preamble). Vilket **transportprotokoll** används? Motivera ditt svar!

```
00 00 0c 07 ac 01 00 08 74 41 af a7 08 00 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 40 00 2f a2 00 00 02 04 05 b4 01 01
04 02
```

Lösning

```
00 00 0c 07 ac 01 00 08 74 41 af a7 08 00
```

Type => IPv4

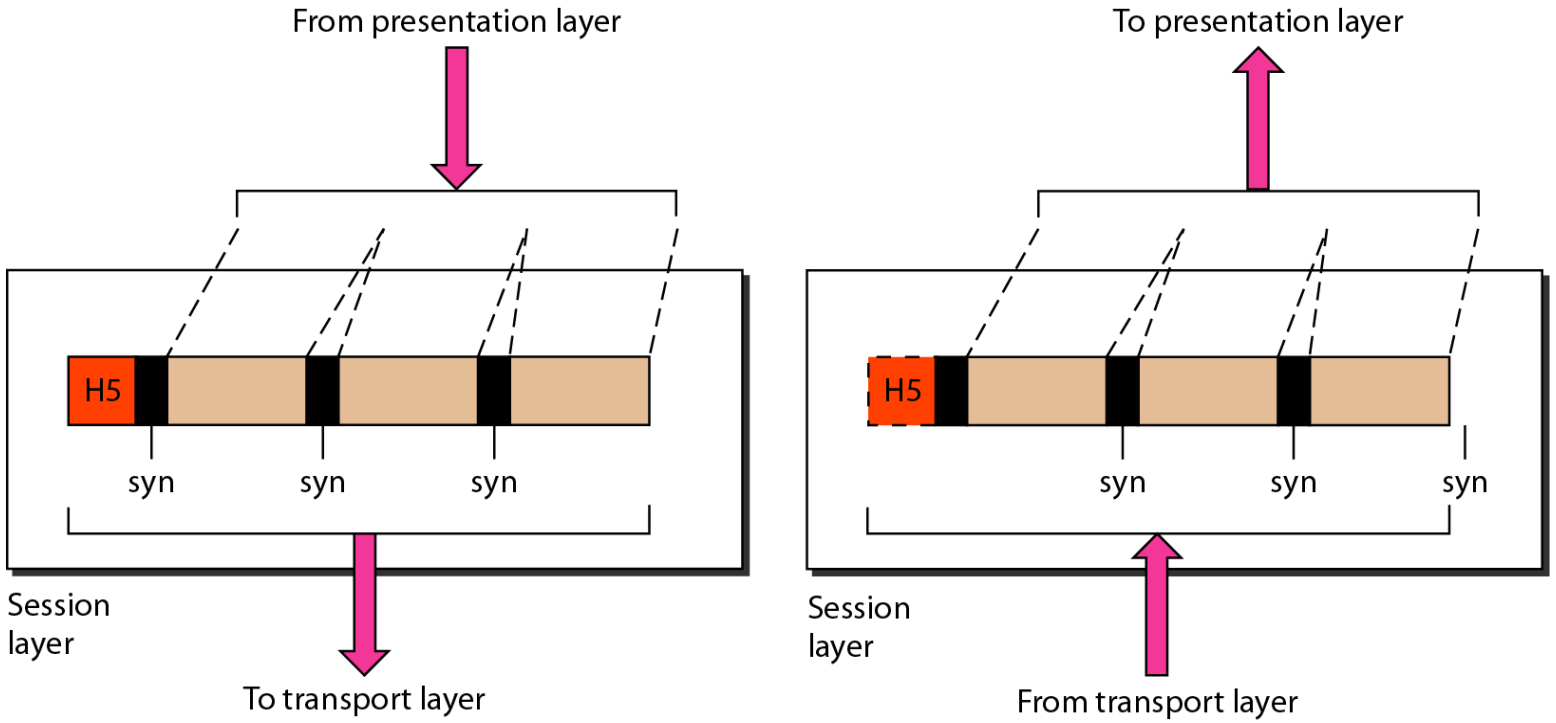
```
45 00 00 30 88 14 40 00 80 06 d5 dc 82 eb 12
bd 82 eb 84 43
```

Protocol => TCP

```
09 93 00 17 f2 d2 7a 29 00 00 00 00 70 02 40
00 2f a2 00 00 02 04 05 b4 01 01 04 02
```

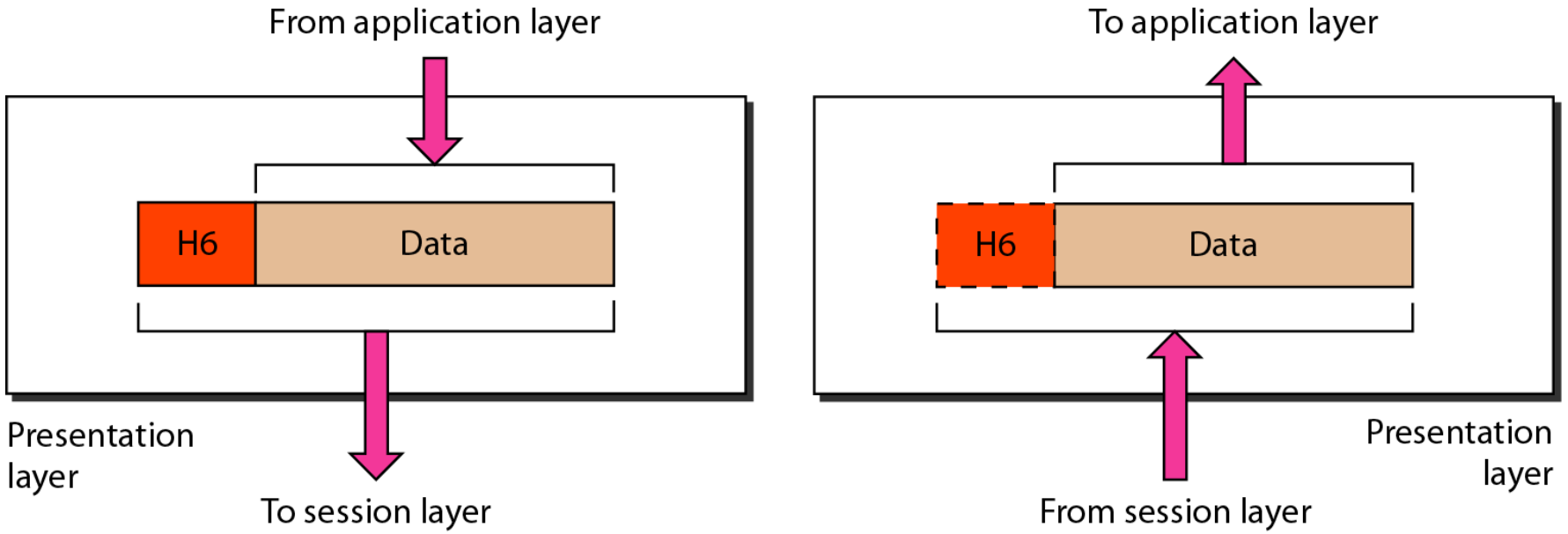
Svar: TCP

5. Sessions-skiktet (Session layer)



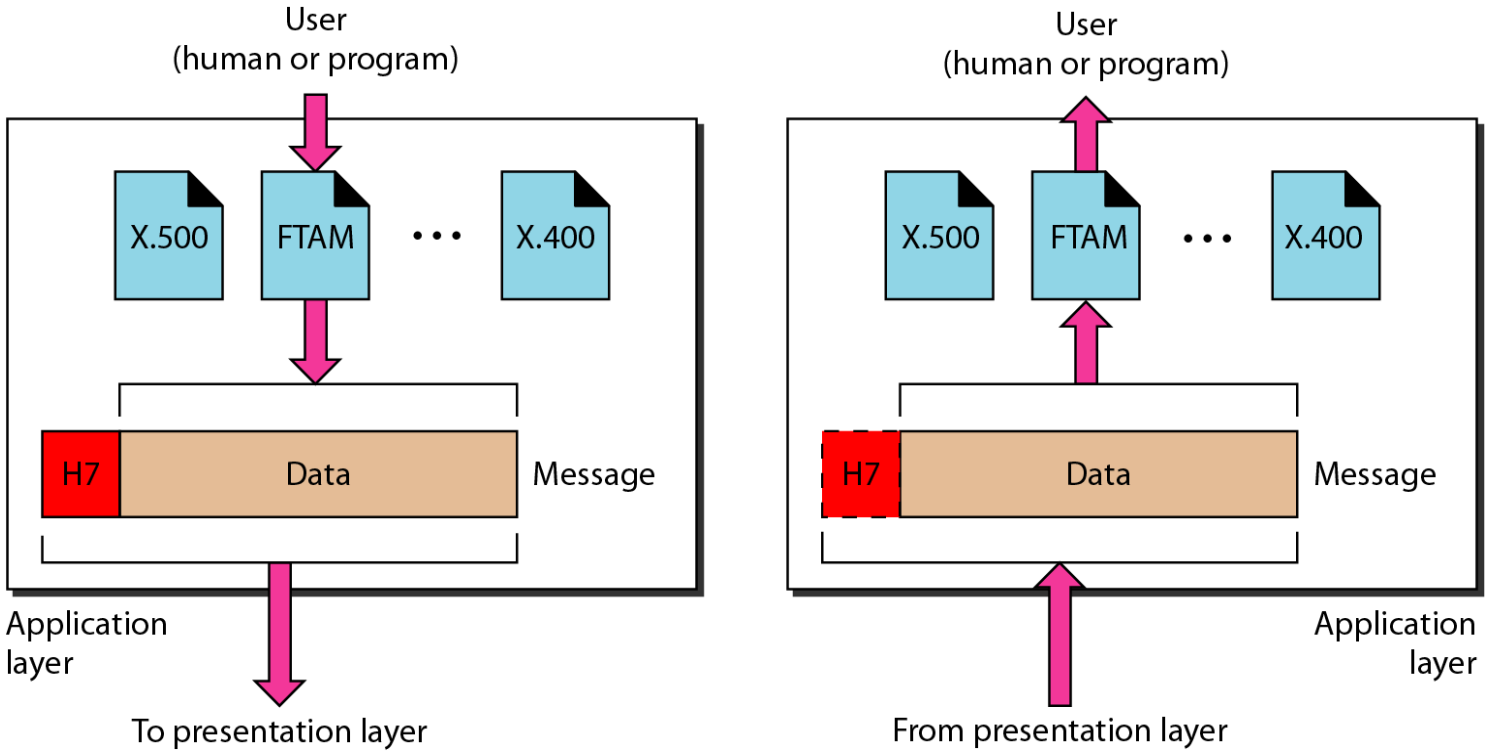
Sessions-skiktet är ansvarigt för styrning och synkronisering av dialogen mellan sändar- och mottagarprocess.

6. Presentations-skiktet (Presentation layer)



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

7. Applikations-skikt (Application layer)



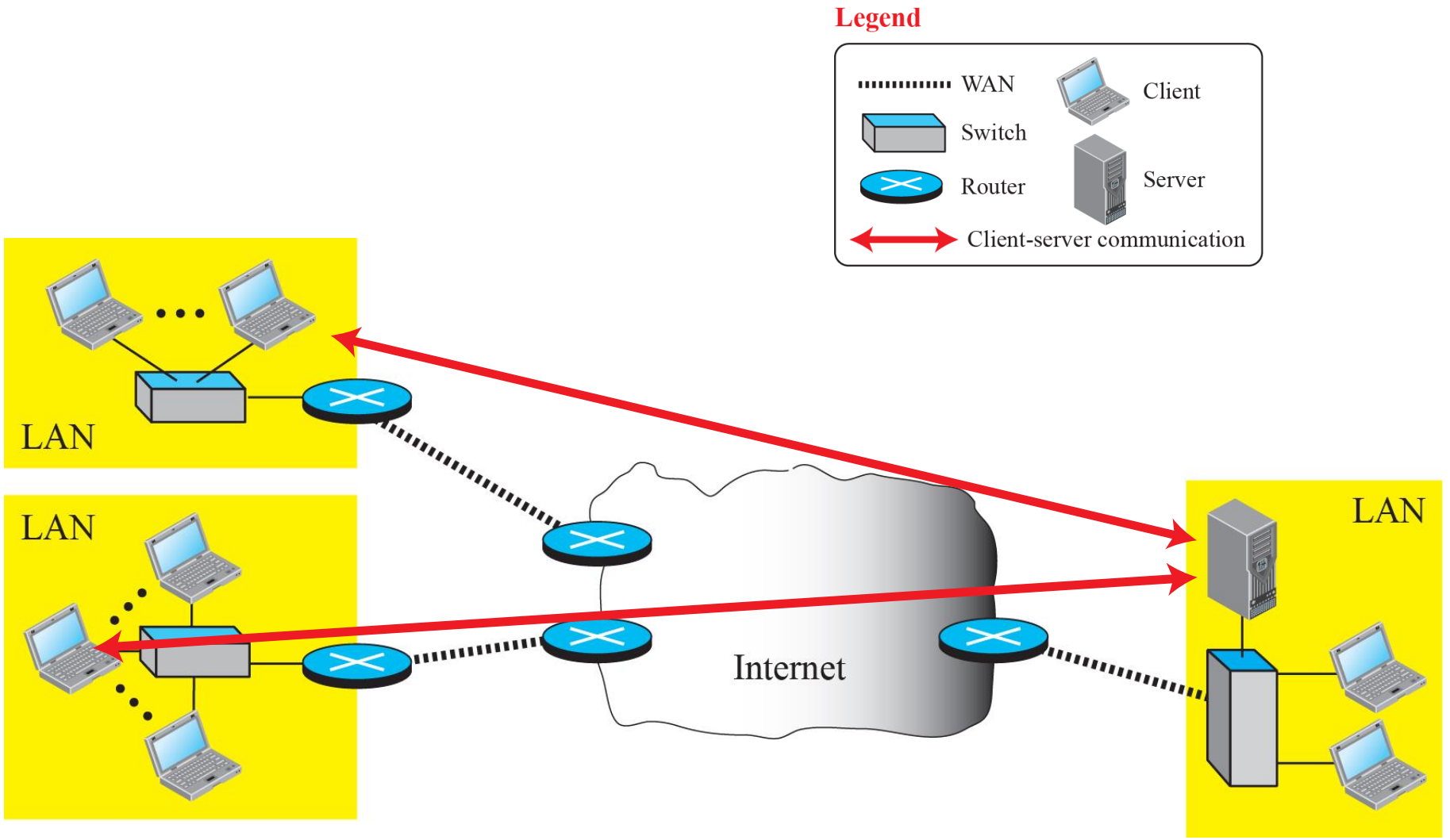
Applikations-skiktet är ansvarigt för att tillhandahålla användartjänster.

Användarmodeller för applikationer

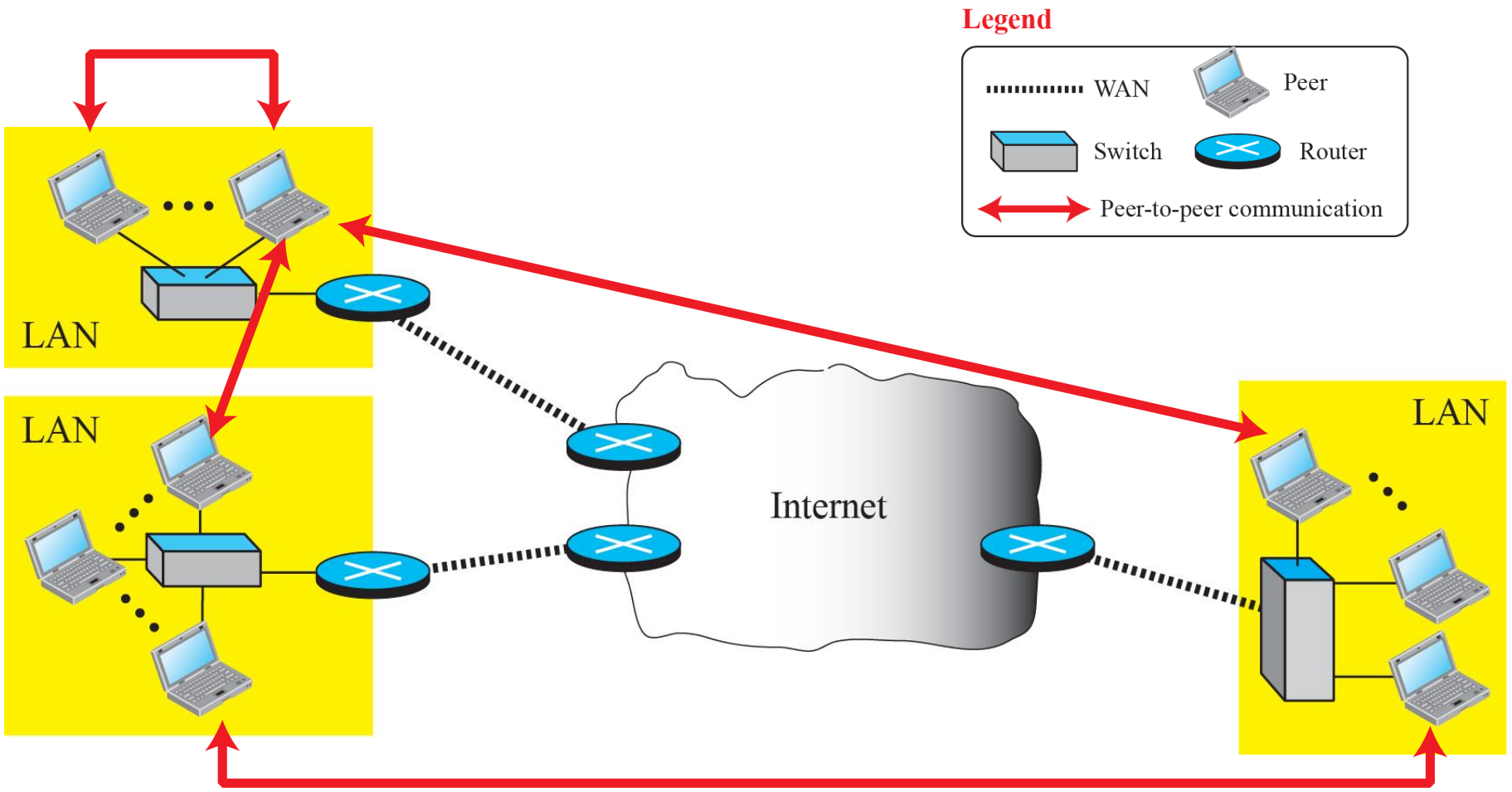
Det finns två grundläggande användarmodeller för applikationer:

- Client-server modellen
  - Tex. WWW, Online-spel, Web TV, Facebook
- Peer-to-peer modellen
  - Tex. BitTorrent, Popcorn Time, Ace Stream

Client-server modellen



Peer-to-peer (P2P)-modellen



World Wide Web (WWW)

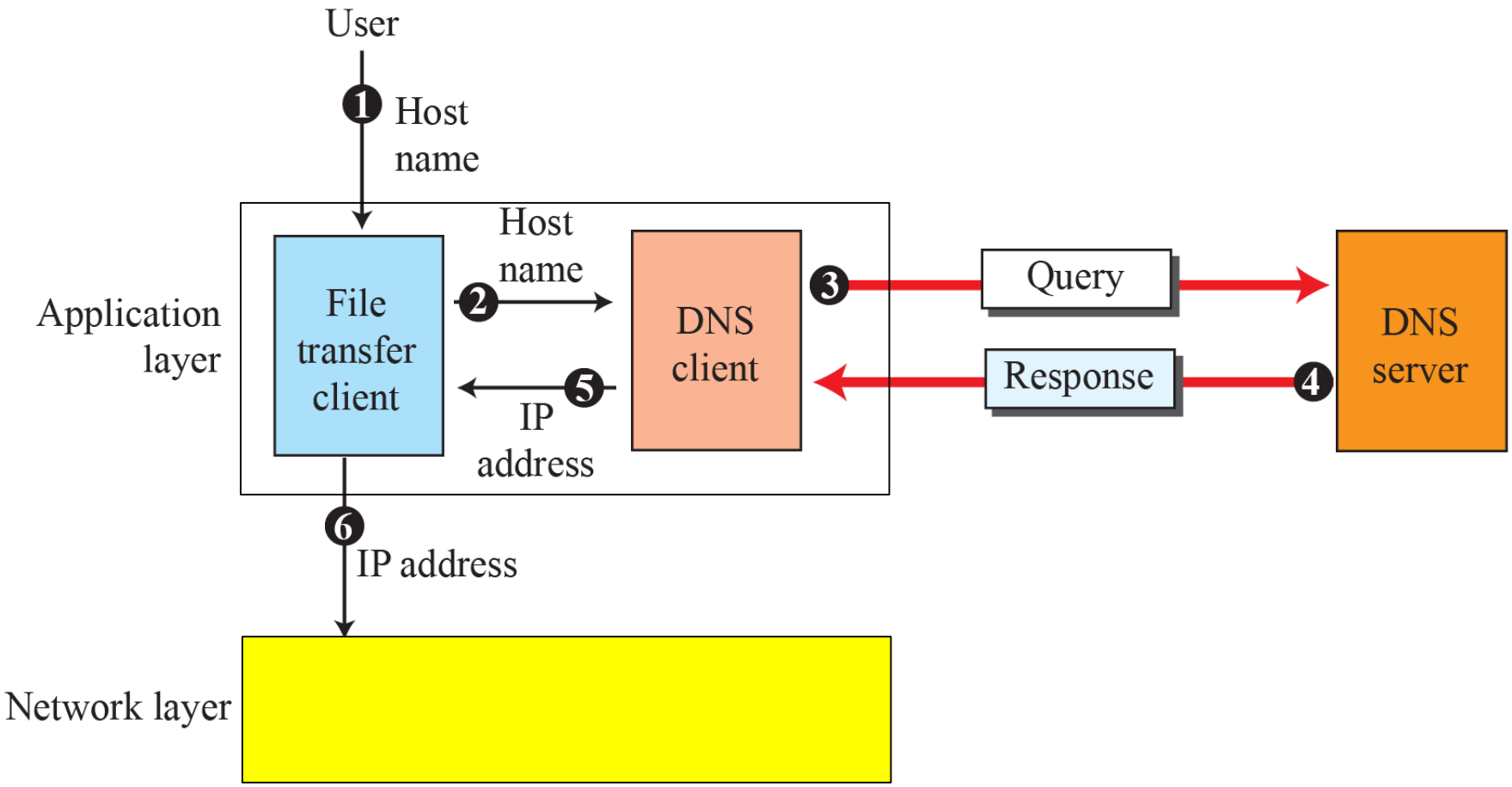
WWW består av tre delar:

- Webbsidor (web pages)
  - HyperTextMarkup Language (HTML) används för statiska webbsidor
  - Dynamiska webbsidor skapas med något scriptspråk (JSP, CGI, ASP, etc.)
- Universal Resource Locator (URL)
  - Standard för att namnge webbsidor.
- HyperText Transfer Protocol (HTTP)
  - Applikationsprotokoll för att hämta webbsidor från en webbserver.

Från host-namn till IP-adress

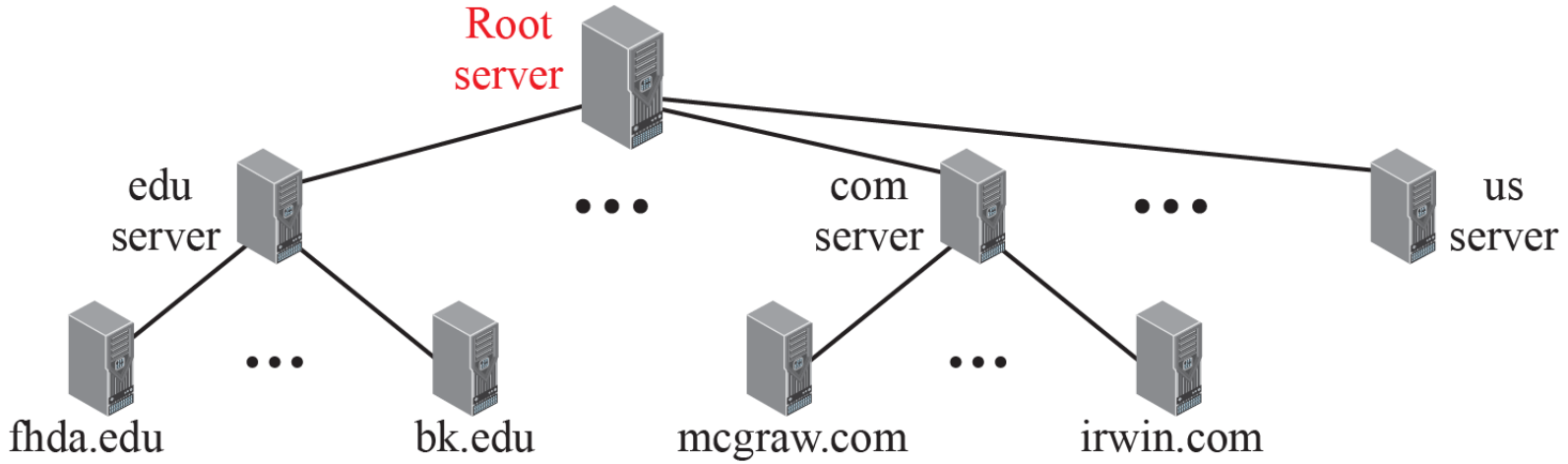
- Applikationsprotokoll, tex HTTP, använder host-namn (tex. www.lth.se).
- Men, TCP/IP använder IP-adresser.
- Domain Name System (DNS) sköter mappningen från ett host-namn till en IP-adress.

DNS


User
1
Host name
Application layer
File transfer client
Host name
2
DNS client
3
Query
DNS server
Response
4
5
IP address
6
IP address
Network layer

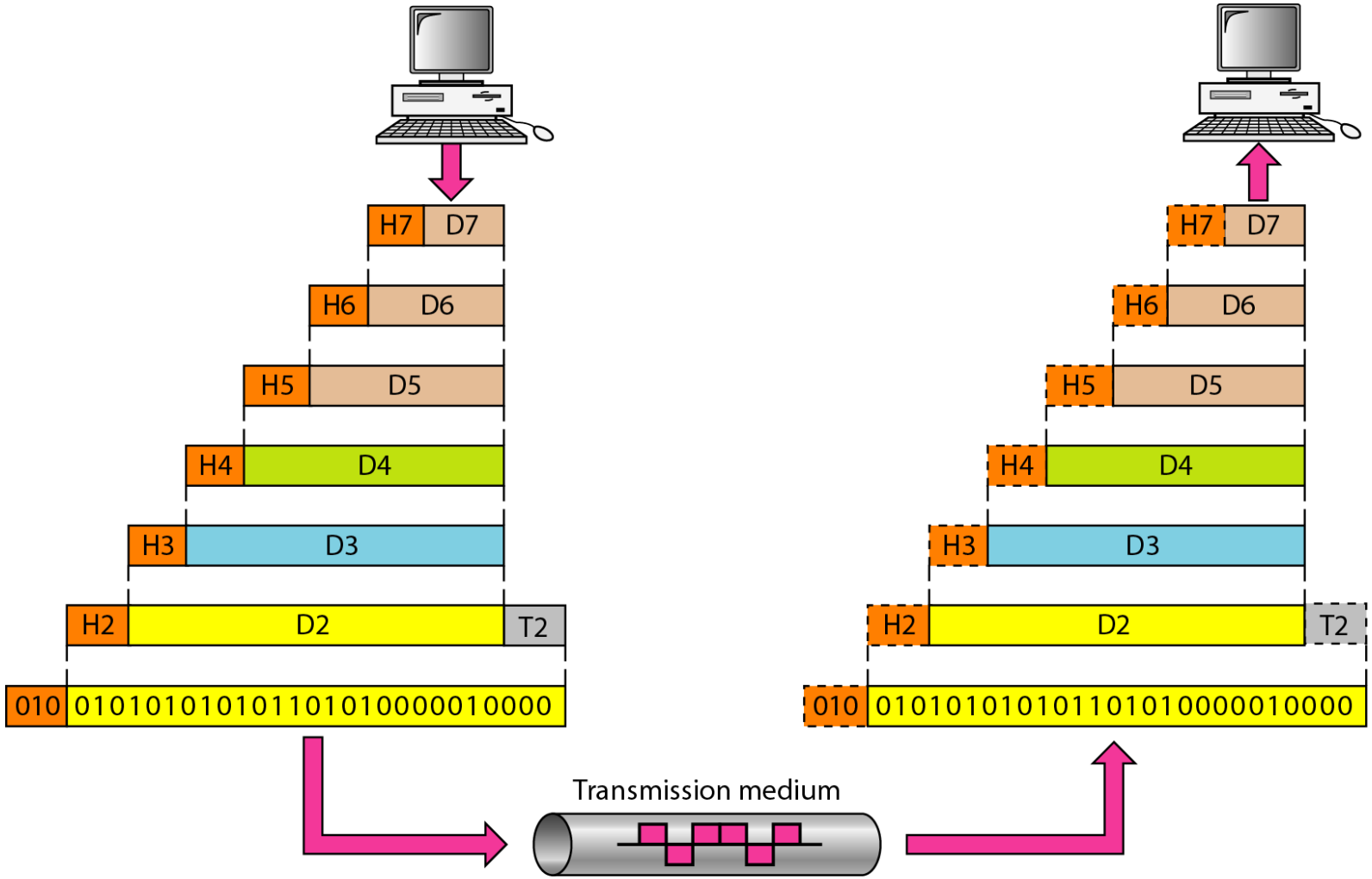
Domain Name Servrar

DNS servrar finns i alla domäner och de kommunicerar med varandra för att kunna mappa host-namn mot IP-adresser.



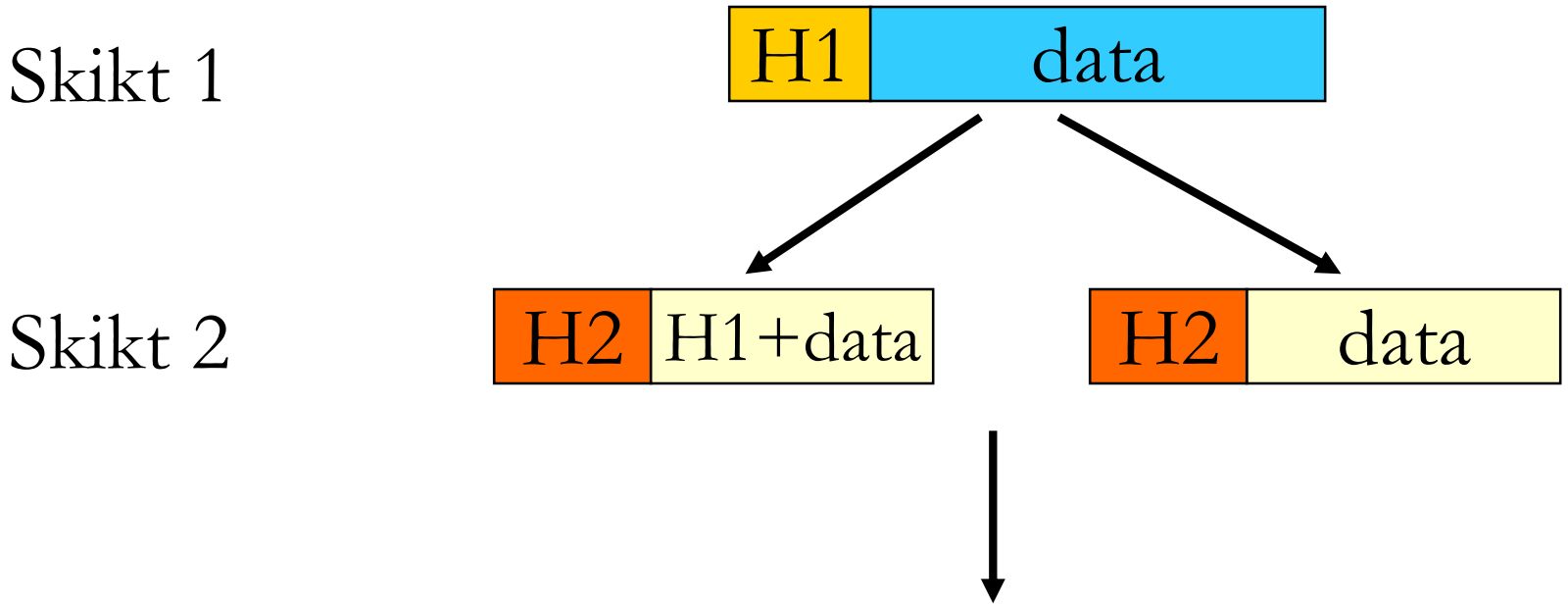
En host vet alltid IP-adressen till sin närmaste DNS-server.

Datakommunikation i flera skikt



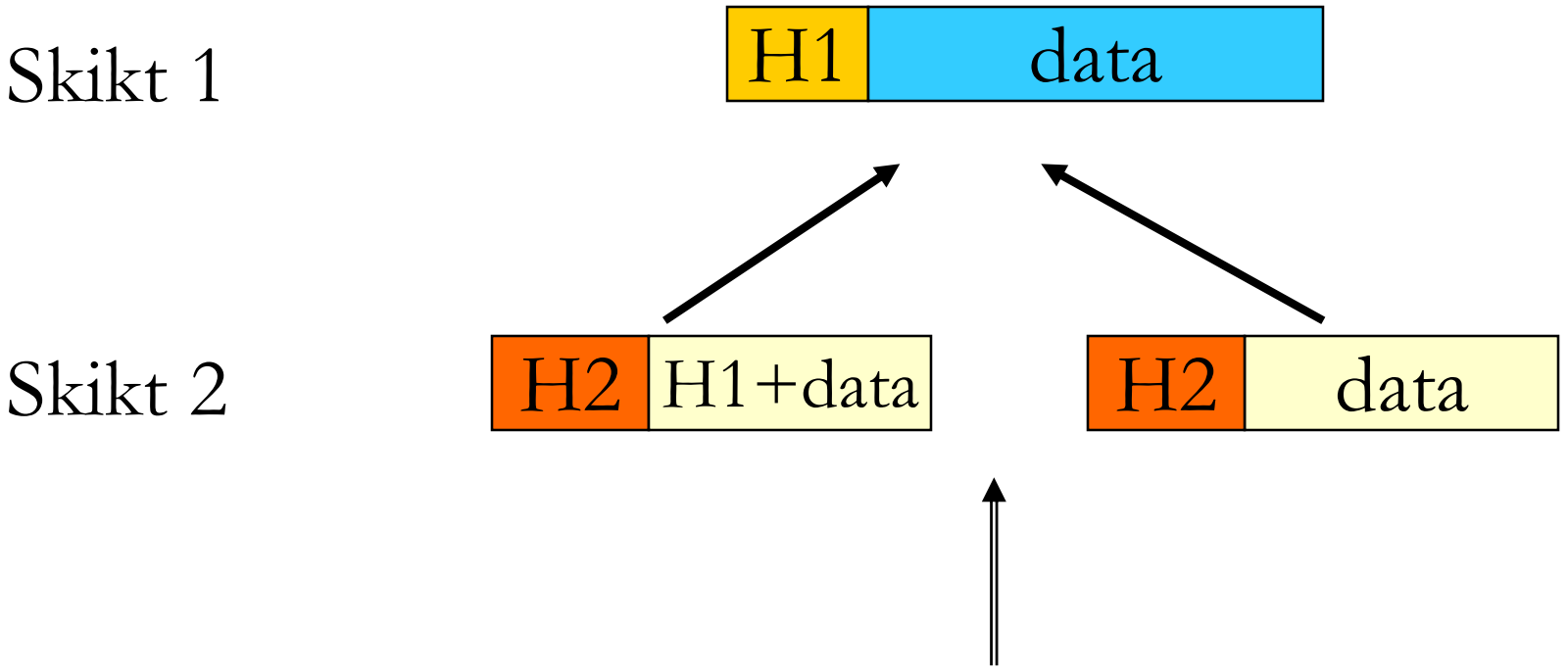
Fragmentering

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



Hopsättning

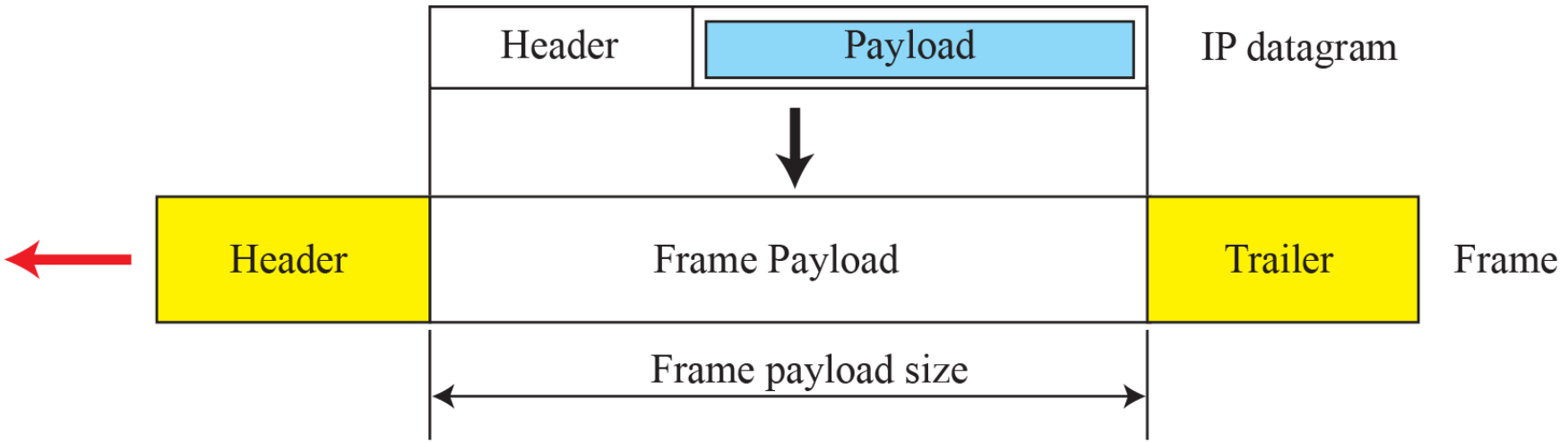
På mottagarsidan sätts datan ihop igen.



Maximum transfer unit (MTU)

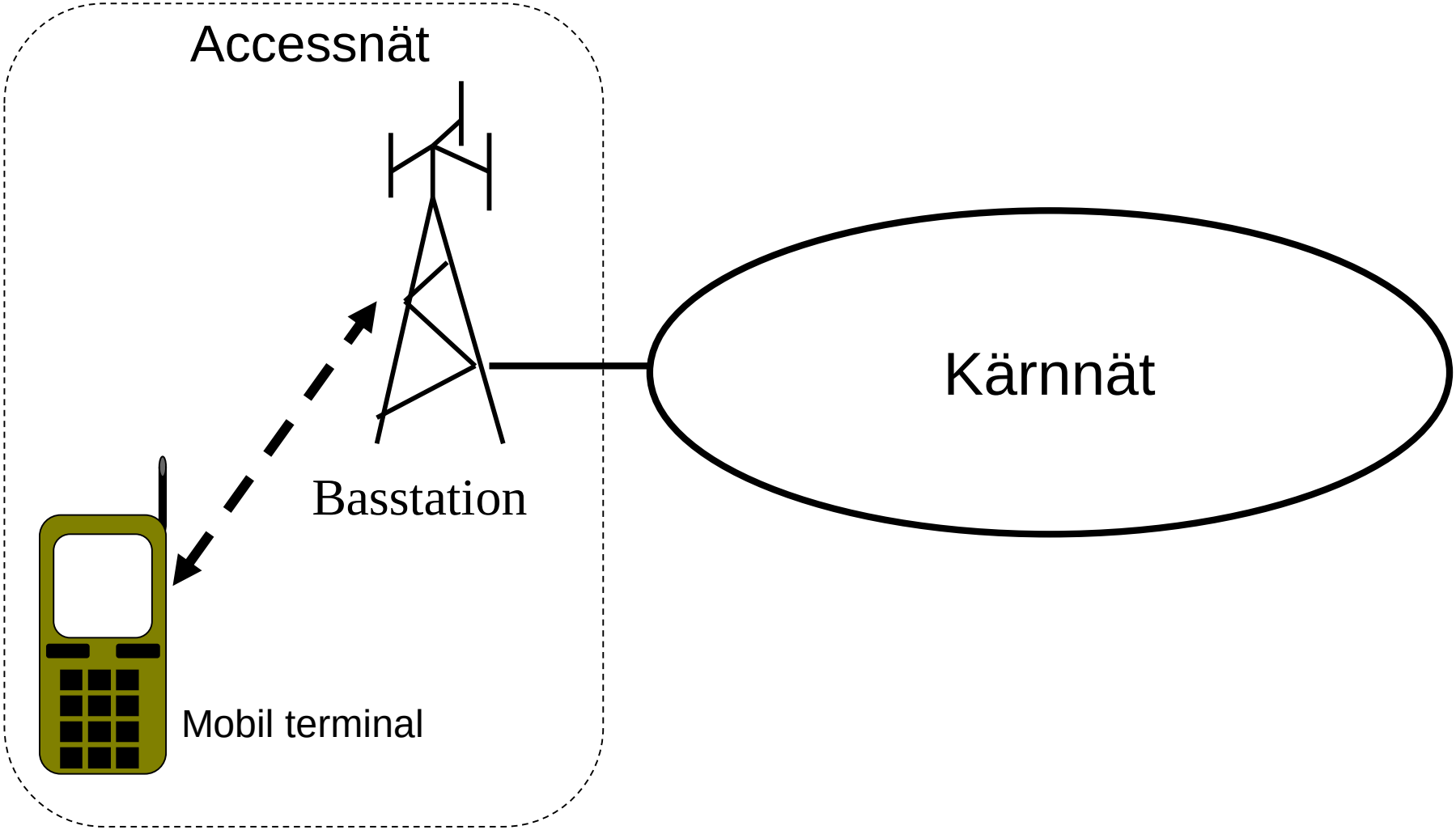
Ett protokoll kan specificera en Maximum Transfer Unit (MTU) som sätter en maxlängd på den payload som kan skickas med protokollet.

Exempel:

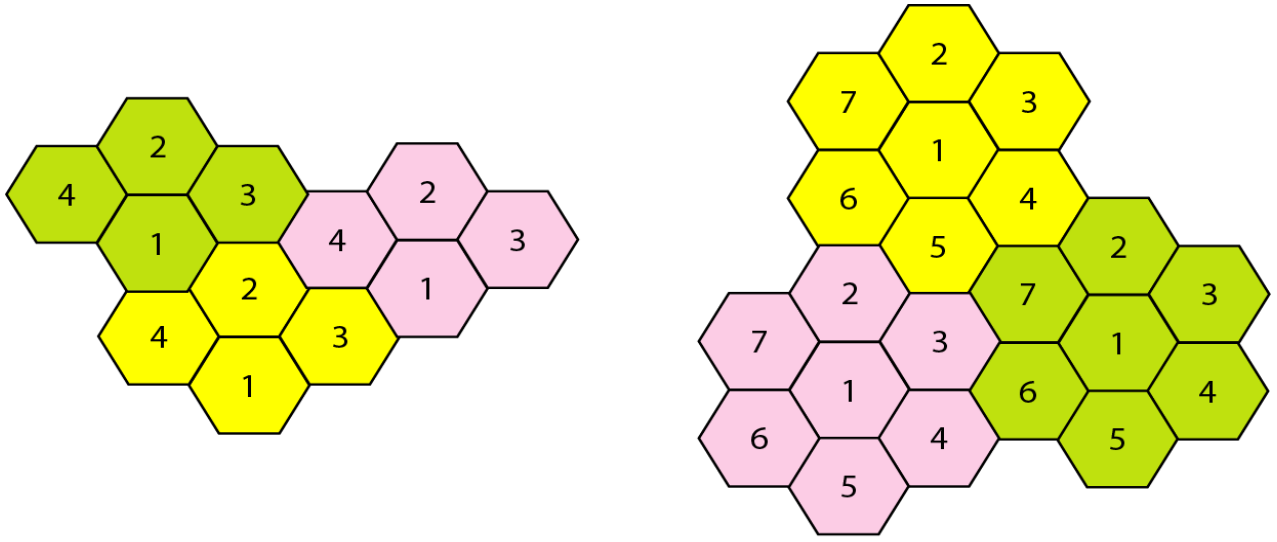


MTU: Maximum size of frame payload

Cellulära nät (mobilnäten)



Celler och frekvenser



a. Reuse factor of 4

b. Reuse factor of 7

- Nätet är geografiskt indelat i celler.
- I varje cell finns det en basstation.
- Varje cell får ett visst frekvensband. Frekvensbanden återanvänds i andra celler enligt vissa mönster som ska minimera interferens.

Multipel access (channelization)

- Flera mobilterminaler måste dela på samma frekvensband i en cell.
  - Metoder för multipel access behövs.
- I mobilnäten används tre metoder (ofta kombinerat):
  - Frequency-Division Multiple Access (FDMA)
  - Time-Division Multiple Access (TDMA)
  - Code-Division Multiple Access (CDMA)
- All access i mobilnäten är ”Controlled”

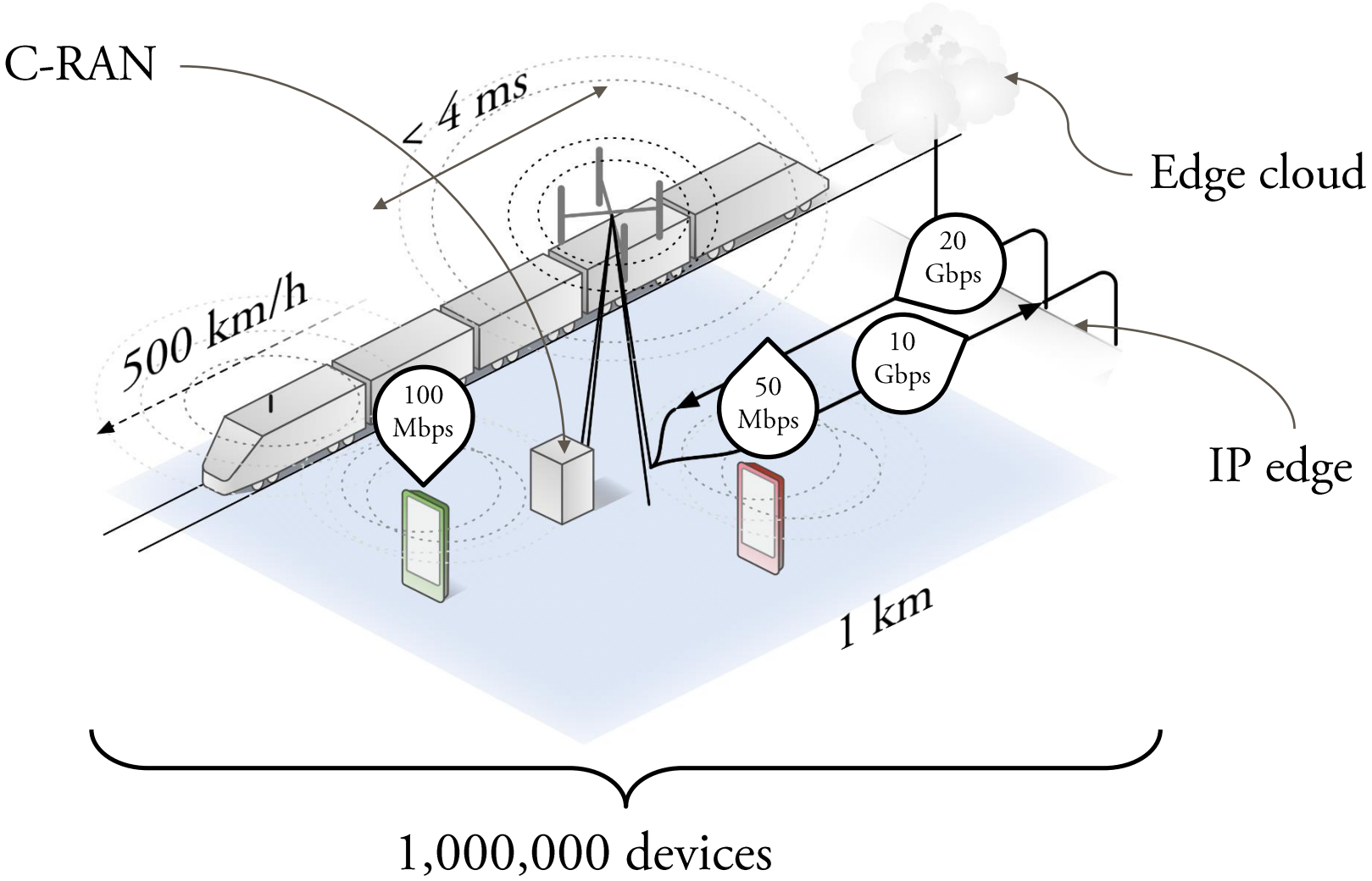
2G/3G-system

- GSM (Global System for Mobile Communication) brukar kallas för 2G.
  - GSM använder främst TDMA/FDMA.
  - Frekvensband: 900 MHz, 1.8 GHz.
- UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) brukar kallas för 3G.
  - UMTS använder främst CDMA.
  - Frekvensband: 900 MHz (GSM), 2.1 GHz
- GSM/UMTS är utvecklade främst för telesamtal och använder liknande arkitektur för kärnnätet.

Long Term Evolution (LTE), 4G

- Skillnader jämfört med GSM/UMTS:
  - Paketkopplat nät!
  - Byggt för Internetaccess, inte telefoni!
- Frekvensband: 800MHz, 900MHz (GSM), 1.8 GHz, 2.6 GHz.
- Högre datahastigheter med OFDMA istället för CDMA.
- Kräver lösningar för telefoni
  - Circuit switched fallback: Telesamtal kopplas via 3G-nätet.
  - VoIP, typ andra Internet-appar för telefoni.
- Högre datahastighet och högre frekvenser innebär mycket mindre celler än 2G/3G.

ITU: 5G wish list / Requirements



Användarscenarios (User scenarios) för 5G

- **Enhanced Mobile Broadband (eMBB):** ”Vanligt” användande, med högre datahastighet.
- **Ultra-reliable Low Latency Communication (URLLC)**: För extremt tidskritiska applikationer, till exempel ”Control over the cloud” och självkörande bilar.
- **Massive Machine Type Communication (mMTC)**: Riktat mot Internet of Things (IoT).
- 5G ska kunna ha 1 miljon uppkopplade enheter per kvadratkilometer med fördröjningar på millisekund-nivå för att möjliggöra URLLC- och IoT-applikationer.

Internet of Things (IoT)

Väldigt brett område som idag saknar gemensamma standarder. Två typer av IoT-system med standarder:

- Low-Power Wide Area Networks (LPWAN)
  - System som ska kunna skicka med låg datahastighet över stora avstånd med extremt låg energiförbrukning.
  - Exempel: LoRaWAN, NB-IoT (föreslaget för mMTC i 5G)
- Personal Area Networks (PAN)
  - System som kopplar ihop enheter på väldigt korta avstånd.
  - Exempel: Bluetooth, Zigbee

Det var allt för i år!