

UiO • **Institutt for informatikk**

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

IN1020 - Introduksjon til datateknologi

Forelesning – 19.10.2018

Lagdeling i Internettarkituren

Håkon Kvale Stensland & Andreas Petlund



simula



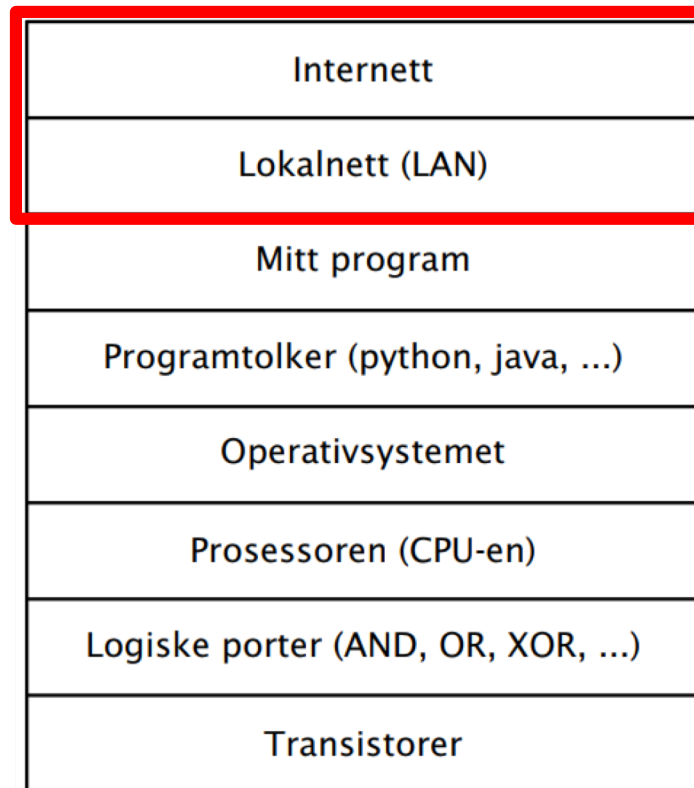
Plan for ”nettverksdelen” av IN1020

- *21. september – Kryptering til hverdags og fest*
- **19. oktober** – *Historien til datanettverk*
Lagdeling i Internettarkitekturen
- 24. oktober – Lagene i Internett spiller sammen (*Presentasjon av Oblig 3*)
- 26. oktober – Lagene i Internett spiller sammen
- 31. oktober – Pustepause: Spørsmål & repetisjon om datanettverk
- 2. november – Tjenester i Internett

Lagdelingen i datakommunikasjon

- Hva er en nettverksprotokoll, og hvorfor trenger vi det?
- Komponenter i nettverket.
- Forskjellige typer nettverk.
- Nettverkslagskonseptet.
- Lagdelingen – TCP/IP modellen (Internettmodellen).
- Lagene i Internettmodellen.

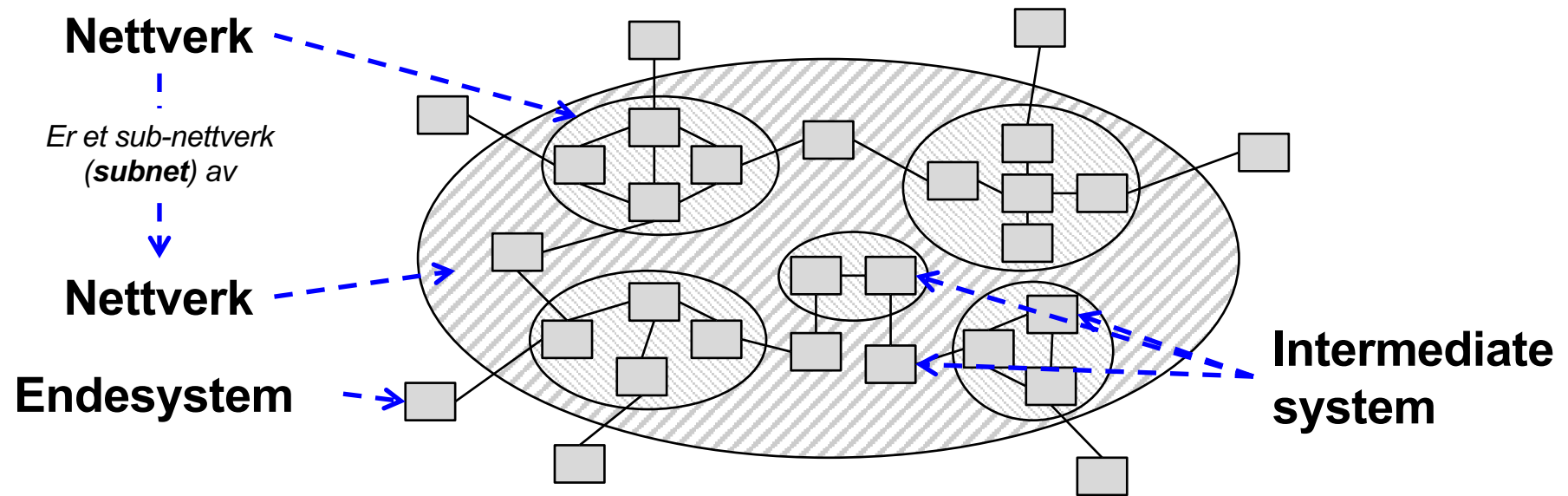
Hvor i ”stakken” er vi nå?



Hva er en protokoll, og hvorfor trenger vi det?

- En protokoll definerer strukturen på beskjeder sendt over et nettverk
- Trenger i tillegg å adressere mange kompleksiteter...
 - Hvordan skal maskinvaren oppføre seg?
 - Hvordan skal beskjeden finne frem?
 - Er det noen garantier for levering?
 - Hvordan håndtere kø, tap og andre problemer?

Nettverkskomponenter



Endesystemer:

- Endesystemer finnes helt ytterst i nettverket
- For eksempler: datamaskiner, mobiltelefoner, sensorer, skrivere

Intermediate system:

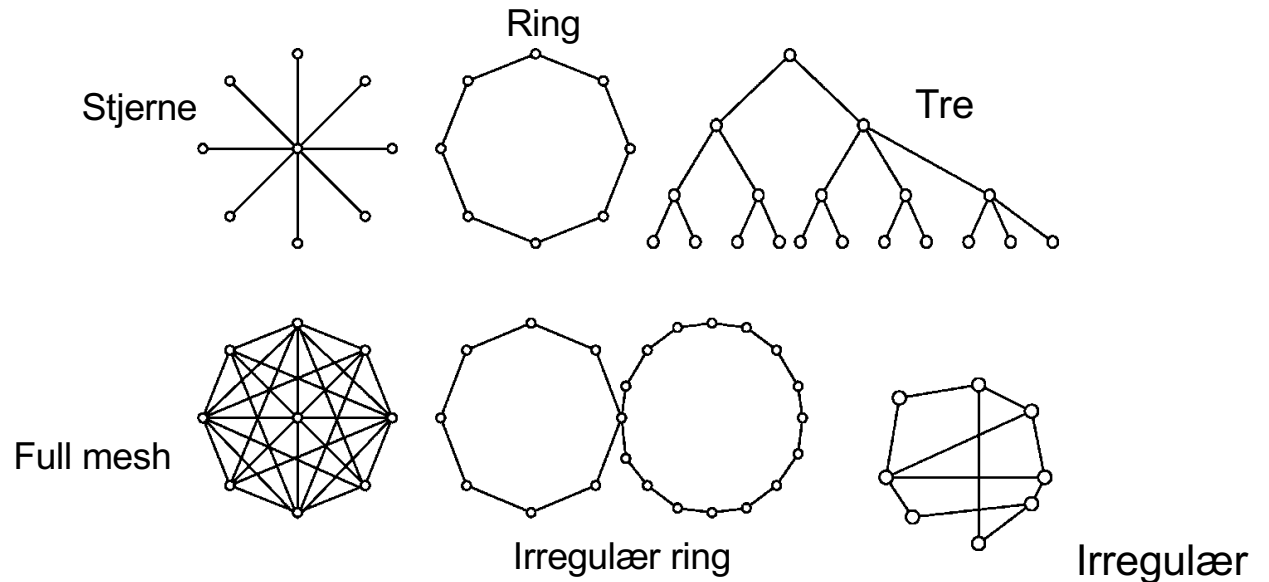
- For eksempel:
 - ruter, switch
 - gateway
 - repeater, bridge

Nettverksstrukturer

Punkt til punkt:

- Flere forskjellige kabler, kabeltyper eller radiolinker som kommuniserer fra punkt til punkt.
- Kabel eller radiolink kobler alltid sammen to noder.
- En-til-en overføring.

Topologieksempler:



Nettverksstrukturer

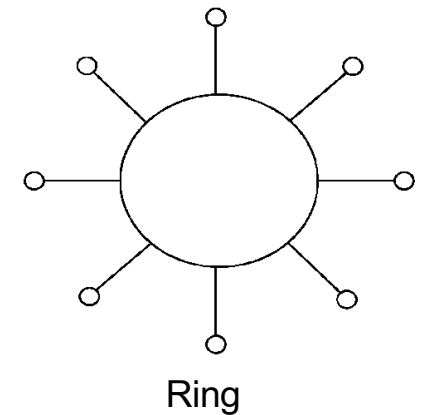
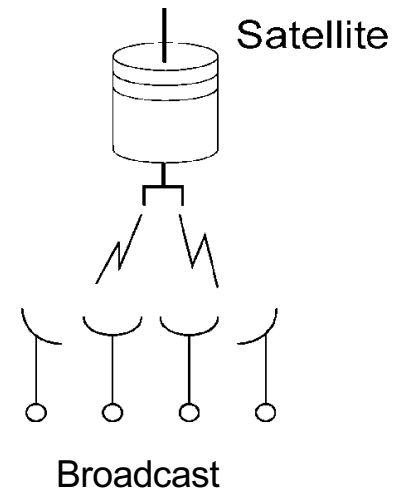
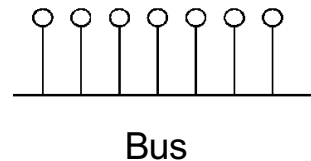
Broadcast-systemer:

- Nettverk som deler kommunikasjonsmedium.
- En sender, alle lytter (en-til-mange).

Bruk:

- *Trådløs*: Eneste mulighet (mobiltelefoner, satellitter, radio, NFC, ...)
- *Kablet*: Gamle nettverk (Coax, Token ring)

Eksempler



Nettverkstyper

Avstand mellom punktene	Lokasjon	Eksempel
0,1 m og lavere	Kretskort	Multi-core prosessorer
1 m	Systemer	NFC, BAN, PAN
10 m	Rom	LAN, SAN
100 m	Bygninger	
1 km	Campus	
10 km	Byer	MAN
100 km	Land	WAN
1.000 km	Kontinenter	
10.000 km +	Planeter	

- *NFC*: near field communication, *BAN*: body area network, *PAN*: personal area network
- *LAN*: Local Area Network: IEEE 802.3 (Ethernet), IEEE 802.11 (“WiFi”, “WLAN”), ...
- *SAN*: storage area network (iSCSI, NVMe-oF)
- *MAN*: Metropolitan Area Network: DSL, EPON, ...
- *WAN*: Wide Area Network: Frame Relay, SDH, ATM, optiske nettverk (WDM)
- Interplanetært Internett: <http://www.ipnsig.org/>

Protokoller og lag

Utfordring:

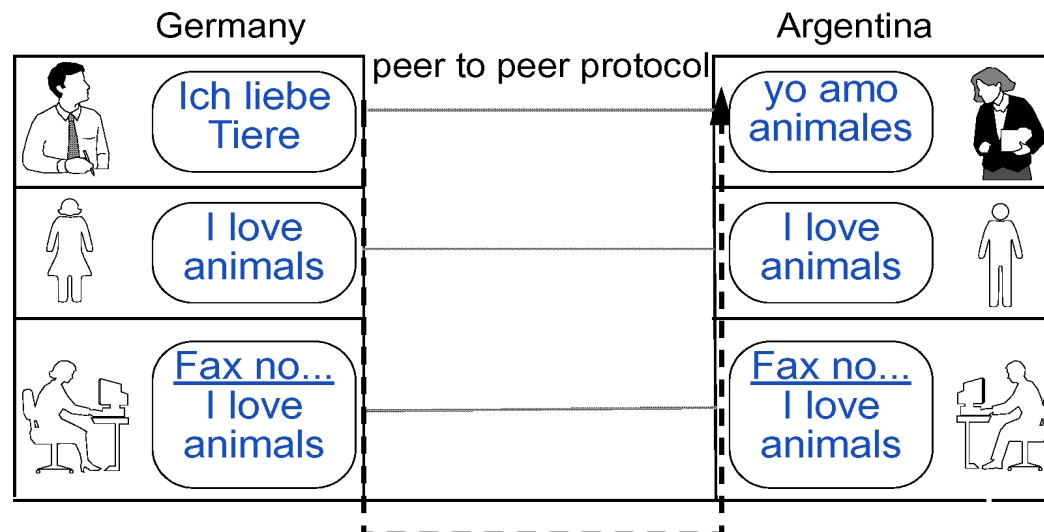
- Potensielt veldig komplisert med kommunikasjon til fremmede maskiner på nettet
- Interaksjon mellom forskjellige typer system og/eller nettverk

Forenkling:

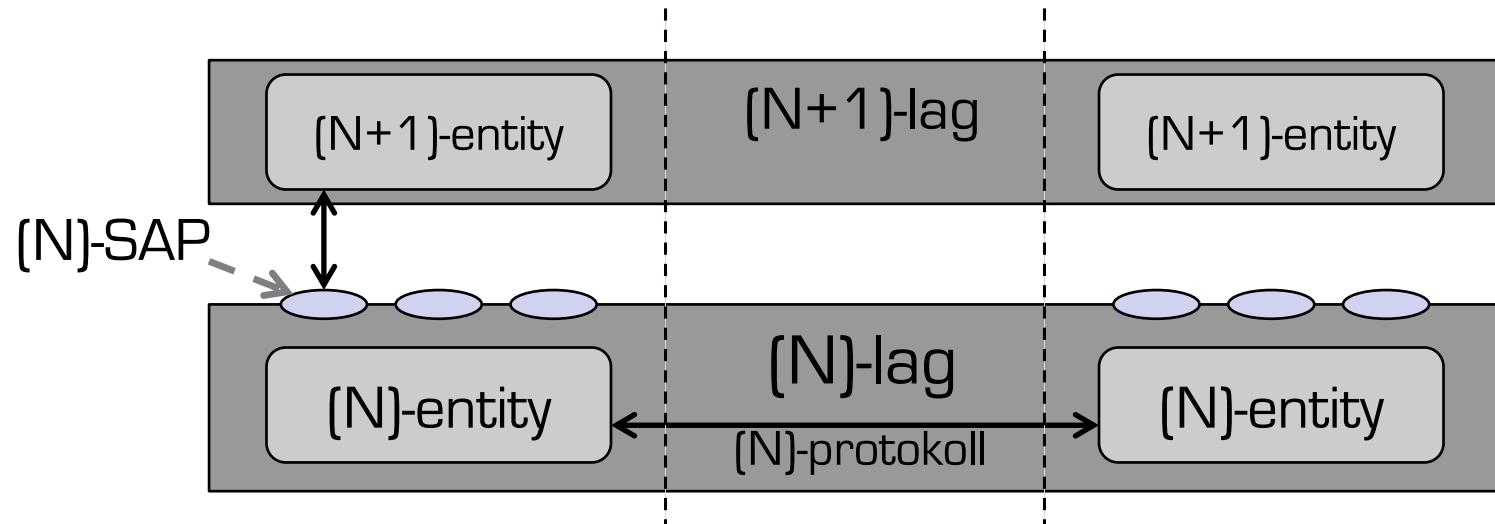
- Introdusere standardiserte abstraksjonsnivåer
- Generelt: «modul», «lag» eller «nivå»

Eksempel:

- En biolog med en oversetter og en kryptert faks for å sende data over nettet.



Lag i nettverket



(N)-Lag

- Bestemt abstraksjonsnivå

(N)-Entity

- Oppgaven til laget
- Er ofte en prosess eller IO modul.
- **Peer entities:** Andre siden skal også kunne løse samme oppgave.

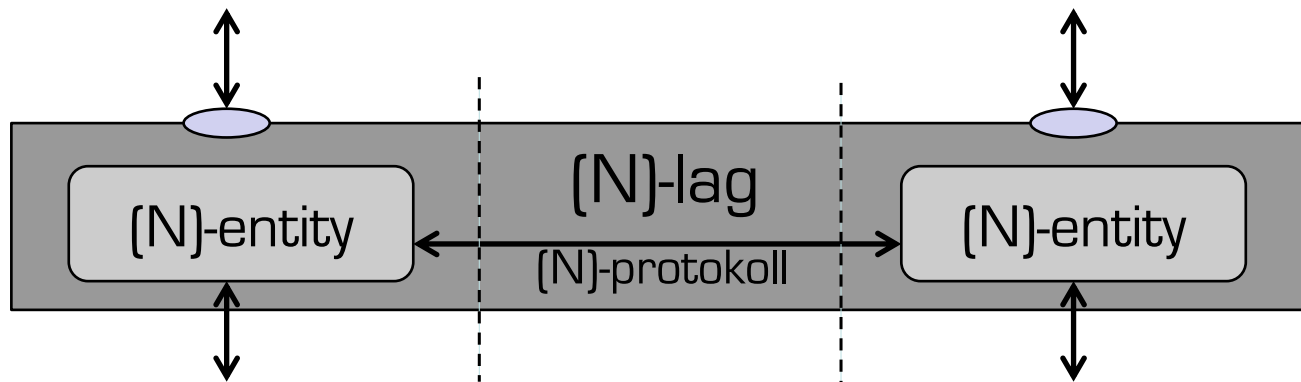
(N)-Service Access Point, (N)-SAP

- Tjenesteidentifikasjon
- Beskriver hvordan lag N tilbyr en tjeneste til lag N+1
- En *Entity* kan tilby flere tjenester.

(N)-Protokoll

- Et sett med regler for hvordan data skal overføres mellom *entity* på samme nivå.

Protokoll: Kommunikasjon mellom samme lag



Hva definerer en protokoll?

- *Definerer:*
 - Formatet på beskjedene og header (konvolutt).
 - Rekkefølgen på beskjedene.
 - Utvekslingen av beskjedene mellom to eller flere kommunikasjonssystemer.
 - Hva skal skje ved mottak eller sending av en beskjed.
- *Definerer ikke:*
 - Tjenestene tilbudt til laget over (N+1)
 - Tjenestene brukt i laget under (N-1)-SAP

Referansemodellen for OSI (ikke pensum)

ISO Open Systems Interconnection – også kjent som OSI-modellen

- Modell for lagdelte kommunikasjonssystemer
- Grunnleggende konsepter og terminologi
- Definerer syv lag med funksjonalitet

7	Applikasjonslaget
6	Presentasjonslaget
5	Sesjonslaget
4	Transportlaget
3	Nettverkslaget
2	Linklaget
1	Fysisk lag

Fem-lags referansemodellen – TCP/IP modellen

4	5	Applikasjonslaget
3	4	Transportlaget
2	3	Nettverkslaget
1	1/2	Nettverksgrensesnitt

Forskjell på TCP/IP modellen og ISO-OSI

- Presentasjon, sesjon og applikasjonslagene slås sammen til ett lag.
- Litt ut i fra hvem du spør så slås også linklaget og det fysiske laget sammen til ett lag kalt nettverksgrensesnittet.

OSI versus TCP/IP

ISO-OSI: Standardisert for sent

- Tar ofte tid fra et prosjekt er standardisert til gode implementasjoner er klare.

TCP/IP (Internett)

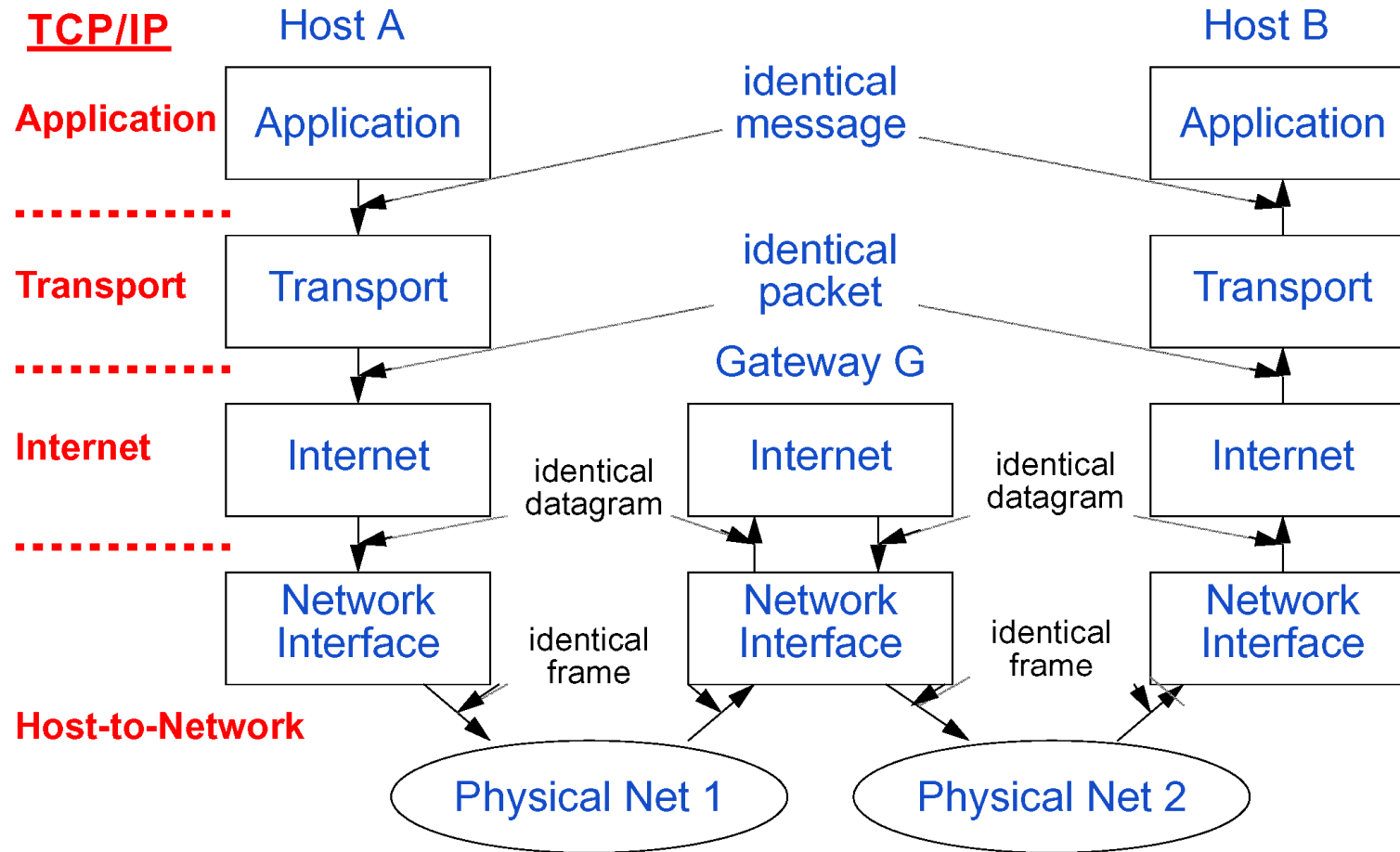
- TCP/IP er allerede over alt: WWW, E-post, etc.

Lag		Funksjon
5	Applikasjon	Applikasjonsrelaterte tjenester, og eventuell funksjonalitet fra OSI lag 5 og 6.
4	Transport	Kobler sammen systemene ende-til-ende (TCP/UDP)
3	Nettverk	Sende data fra ende-til-ende systemer (IP)
2	Link	Pålitelig overføring mellom to noder
1	Fysisk	Sender bit ut på mediet (kablet eller trådløst)

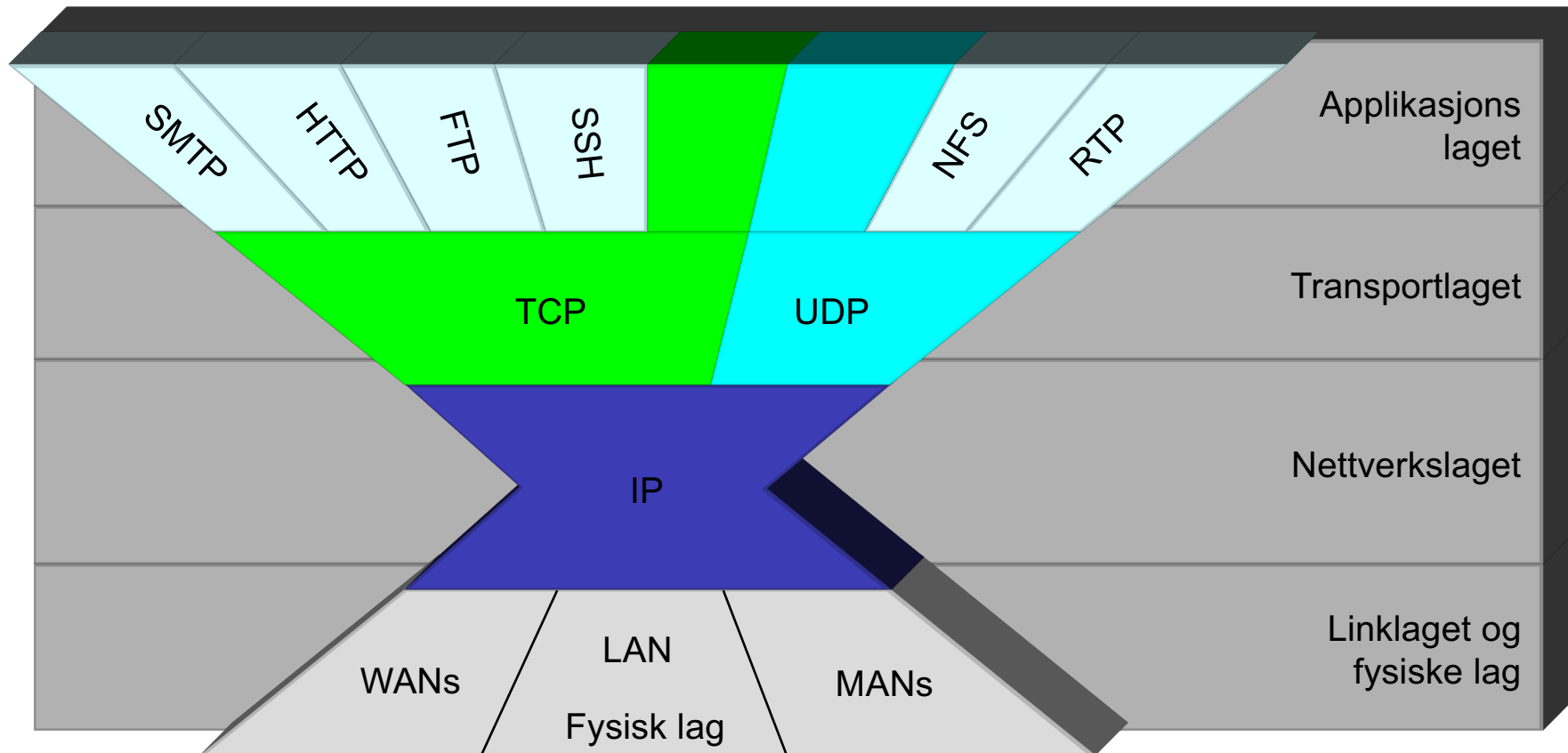
Dataenheter i TCP/IP-modellen

- “Beskjeder” fra applikasjonslaget defineres som «data units».
- **Data units** har forskjellige navn, avhengig av hvilket lag vi befinner oss i:
 - **Segments**: Brukes på transportlaget (kan inneholde fragmenter)
 - **Packets**: Brukes på nettverkslaget
 - **Frame**: Brukes på linklaget
 - **Bits**: Brukes på det fysiske laget

TCP/IP modellen: Internettarkitekturen

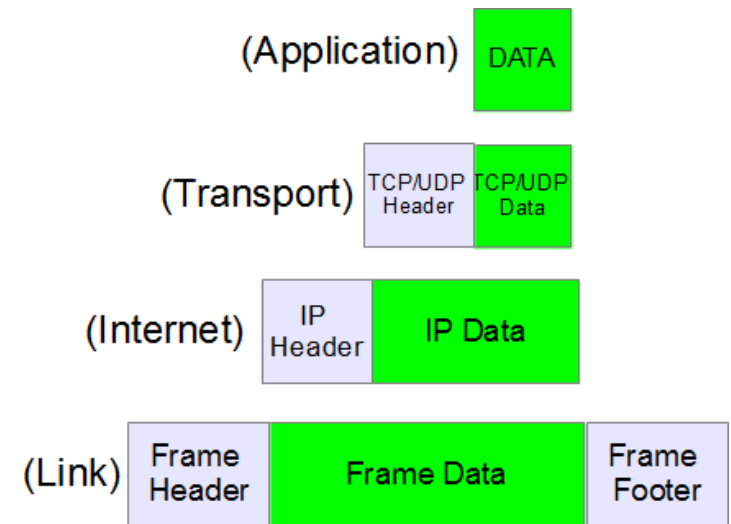


Internet Protocol Stack



Kallenavn: "Timeglass-modellen"

Eksempel: Lagene i bruk



Hva skjer i de forskjellige lagene når vi prøver å åpne en nettside?

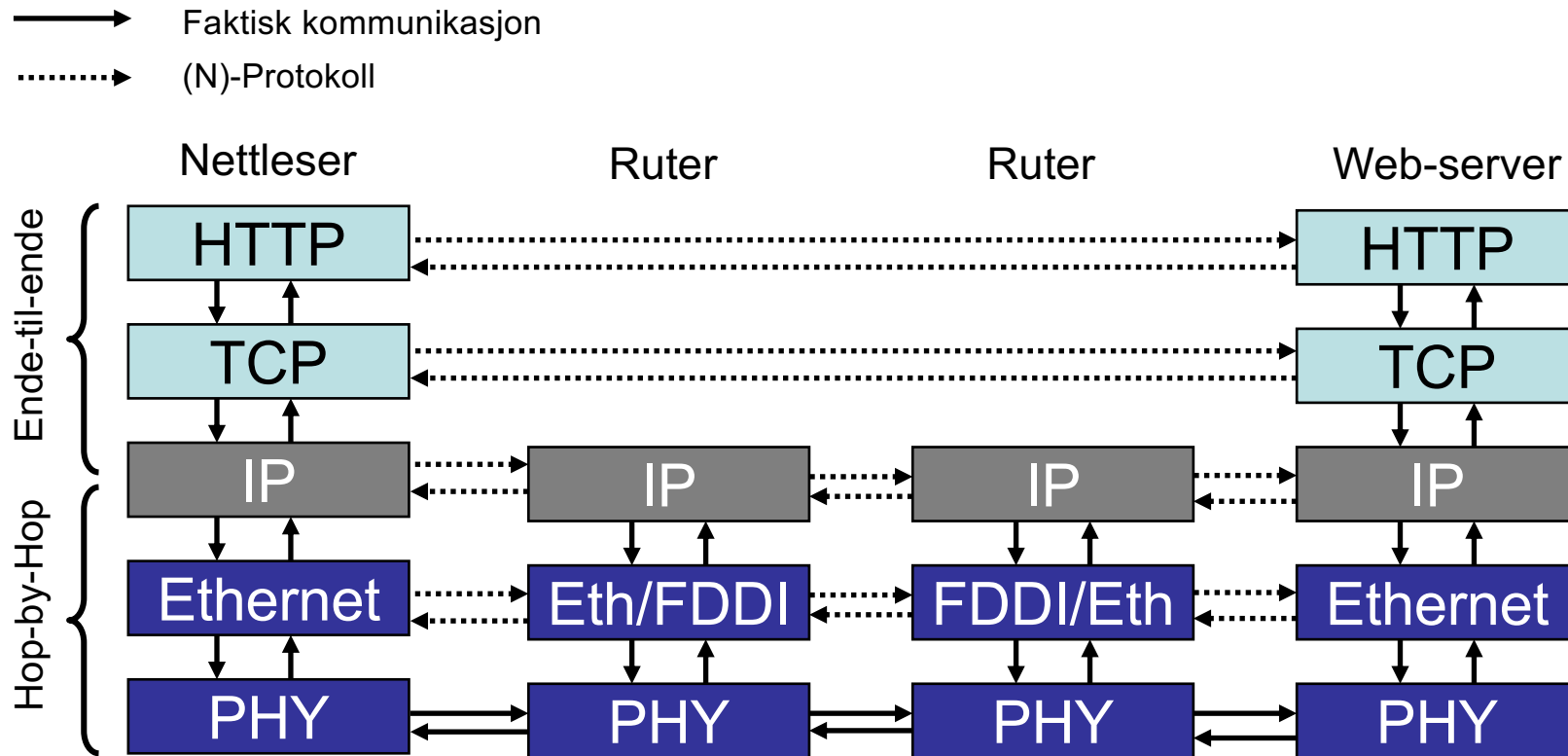
Husk: Internett har kun 5 lag (eller 4)

- Lag 5, 6 og 7 fra OSI er implementert som *ett* applikasjonslag
 - Vi kommer tilbake til applikasjonslaget i senere forelesninger!

På Internett blir ofte lag 3 (nettverk) og 4 (transport) blandet:

- Transportprotokoll **TCP** (eller **UDP**) og nettverksprotokoll **IP**
- Kan i flere tilfeller være utfordrerne å trekke linjen hvor TCP slutter og IP begynner

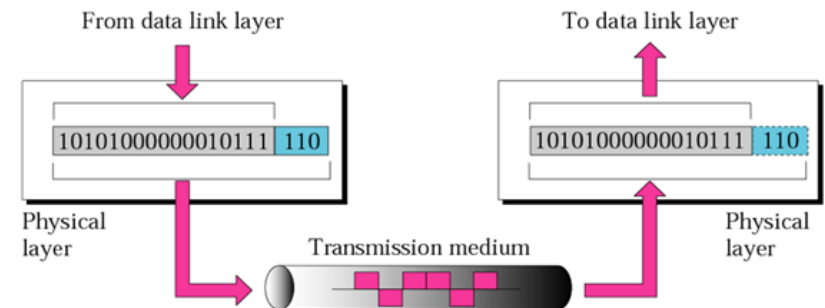
Eksempel: Lagene i bruk

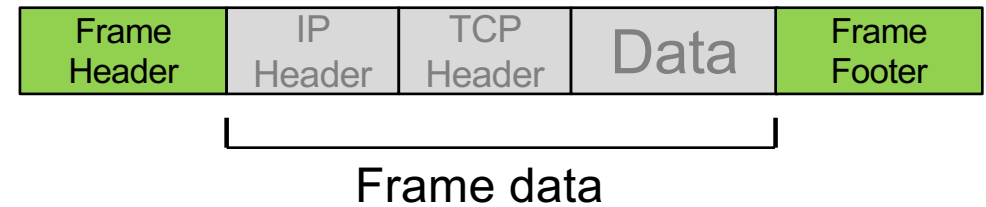


- Forespørselen går nedover lagene på "nettleser"-siden.
- Det fysiske laget håndterer selve sendingen til neste (nabo) node.
- Nettverksprotokollen (IP) tar hånd om rutingen til endelig destinasjon.
 - På hver ruter så går pakken opp til nettverkslaget for prosessering.
- Transport og applikasjonslaget kommuniserer ende-til-ende.

Lag 1 – Det fysiske laget

- **Signalrepresentasjonen av bits:**
 - Sørger for at 1-bit også blir mottatt som 1-bit (og ikke et 0-bit):
 - Mekanikk: Koblingstype, kabler/medium,..
 - Elektronikk: spenning, bit-lengde,..
 - Formelle regler for kommunikasjon:
 - Unidirectional (enveis) eller bidirectional (toveis) kommunikasjon
 - Hva skal markere starten og slutten på overføringer
- Eksempler: RS-232-C, 1000BASE-X,

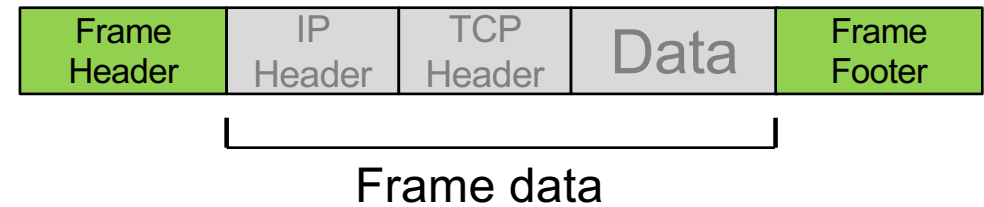




Lag 2 - Linklaget

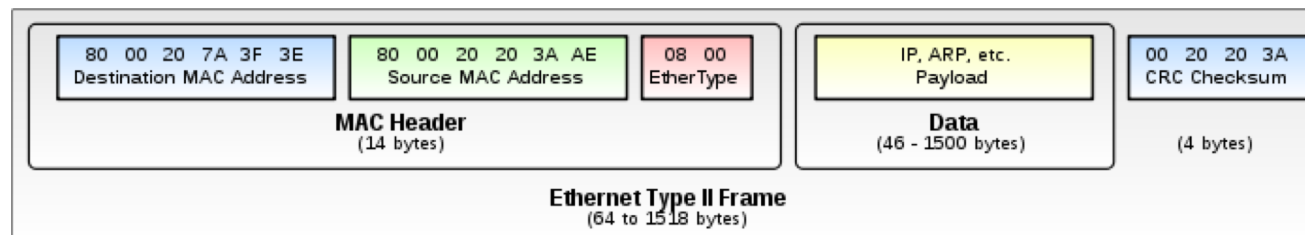
- **Pålitelig overføring mellom to enheter.**
 - Pakker som overføres i linklaget kalles “frames”
 - Feildeteksjon or retting innenfor en frame
- En «switch» vil kun jobbe på lag 2
- Lag 2 vil kunne ha enkel flytkontroll
 - Rask sender, treg mottaker
- Medium Access Control (MAC)





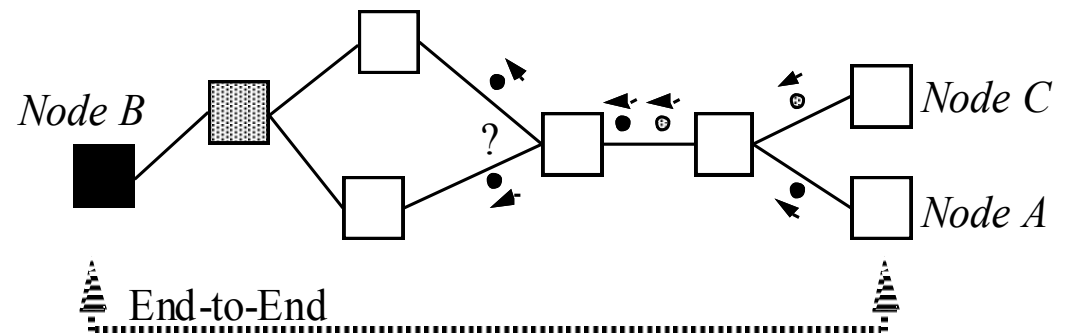
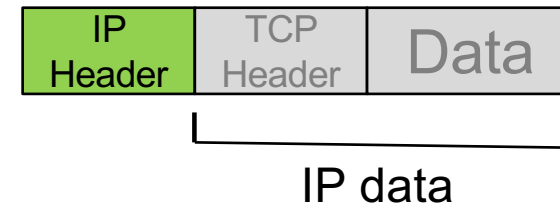
Lag 2 - Linklaget

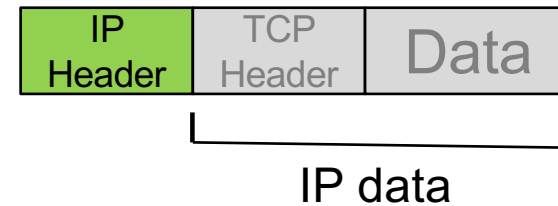
- Det vanligste linklagene er "Ethernet", og "WiFi". Disse er ganske like, men har noen forskjeller.
- Bruker en 6-byte adresse (48-bit) som ofte er lagret i nettverkskortet
 - MAC-adresse, brukes både på WiFi og Ethernet.
 - Hver *byte* representeres med en *heksadesimal* verdi: 07:01:02:01:2C:4B



Lag 3 - Nettverkslaget

- Kobler sammen ende-til-ende systemer
- Ruting
 - Statisk, definert under tilkobling eller dynamisk
 - Meningskontroll (for mange pakker på en sti)
 - Tjenestekvalitet (QoS)
- En «ruter» jobber på lag 3
- Eksempler:
 - IP (tilkoblingsløst)
 - X.25 (tilkoblingsorientert)

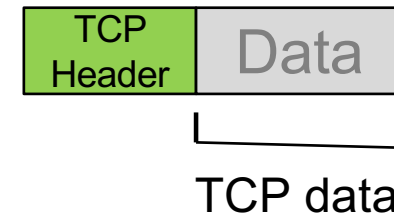




Lag 3 - Nettverkslaget

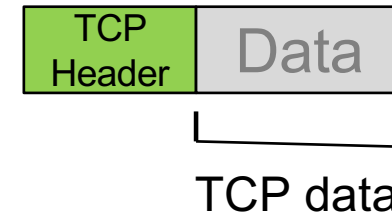
- Den mest brukte nettverkslagsprotokollen i dag er Internet Protocol (IP). Den mest brukte versjonen er IPv4.
- IPv4 bruker en 32-bit adresse, (4.3×10^9)
- Den nye versjonen, IPv6 har 128-bit adresser (3.4×10^{38})
 - Representeres med fire 8-bit heltall: 192.168.1.101

Bit Position: 0		4	8	16	24	31
Version	IHL	Type of Service		Total Length		
Identification				Flags	Fragment Offset	
Time to Live		Protocol		Header Checksum		
Source IP Address						
Destination IP Address						
IP Options (optional)					Padding	
Data						
More Data...?						



Lag 4 - Transportlaget

- **TCP:**
 - Oppsett av forbindelse (3-way handshake)
 - Garanterer at pakkene leveres i riktig rekkefølge
 - *Pålitelighet* – Pakker sendes på nytt hvis kvitteringen (ACK) ikke kommer frem
 - Flytkontroll og meningskontroll
- **UDP:**
 - Tilkoblingsløs forbindelse
 - Ingen garantier
 - «Best-effort» levering av data



Lag 4 - Transportlaget

- TCP: HTTP, E-post, filoverføring, etc.
- UDP: Strømming av video og lyd
- Bruker «port» som en unik identifikator.
 - Representeres med et 16-bit heltall

TCP Segment Header Format								
Bit #	0	7	8	15	16	23	24	31
0	Source Port			Destination Port				
32	Sequence Number							
64	Acknowledgment Number							
96	Data Offset	Res	Flags		Window Size			
128	Header and Data Checksum				Urgent Pointer			
160...	Options							

UDP Datagram Header Format								
Bit #	0	7	8	15	16	23	24	31
0	Source Port			Destination Port				
32	Length						Header and Data Checksum	

*Kan også inneholde en header,
men det bestemmer applikasjonen*

Lag 5 - Applikasjonslaget

- Lag med tjenester for applikasjoner:
- Eksempler:
 - Nettlesere (WWW)
 - E-post
 - Filoverføring
 - P2P
- *Mer om dette 2. november (Tjenester i Internett)!*

Ekstramateriale:

- *Bøker og artikler:*

- Andrew S. Tanenbaum: Computer Networks (5th edition), 2010. Prentice Hall International Edition
- James F. Kurose, Keith W. Ross: Computer Networking: A Top-Down Approach (6th edition), 2012. Pearson
- TCP/IP modellen: https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_protocol_suite