

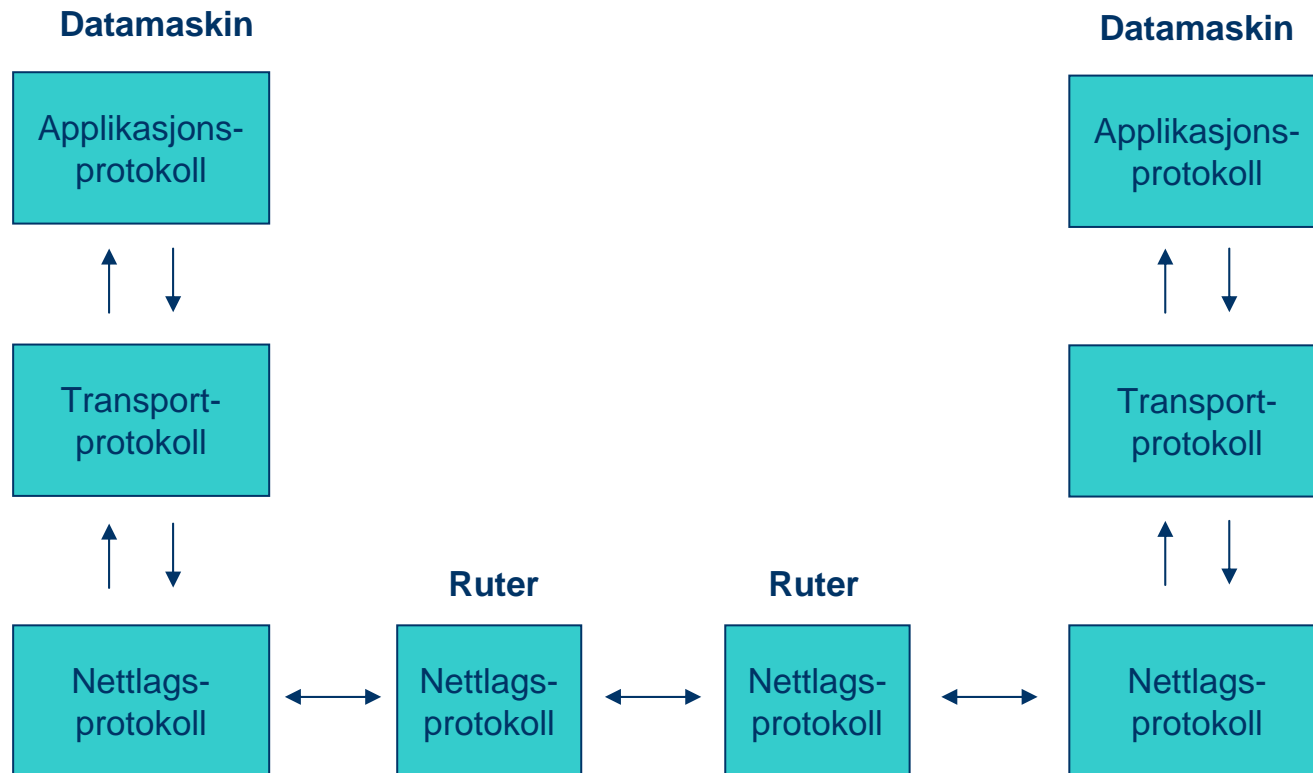
# Kapittel 5 Nettverkslaget

- I dette kapitlet ser vi nærmere på:
  - Nettverkslaget
  - IP-protokollen
    - Format
    - Fragmentering
    - IP-adresser
  - Ruter
    - Hierarkisk ruting og ruteaggregering
    - Autonome soner

# Nettverkslaget

- Skal overføre data fra transportlaget som pakker gjennom nettverket (Internett)
  - IP-protokollen med pakker og adresser
  - Ruting
  - Feilrapp. og informasjonsprotokoller
- En protokoll må være implementert i alt utstyr som pakkene passerer
- Internett tilbyr en datagramtjeneste (IP-pakke) på nettverkslaget

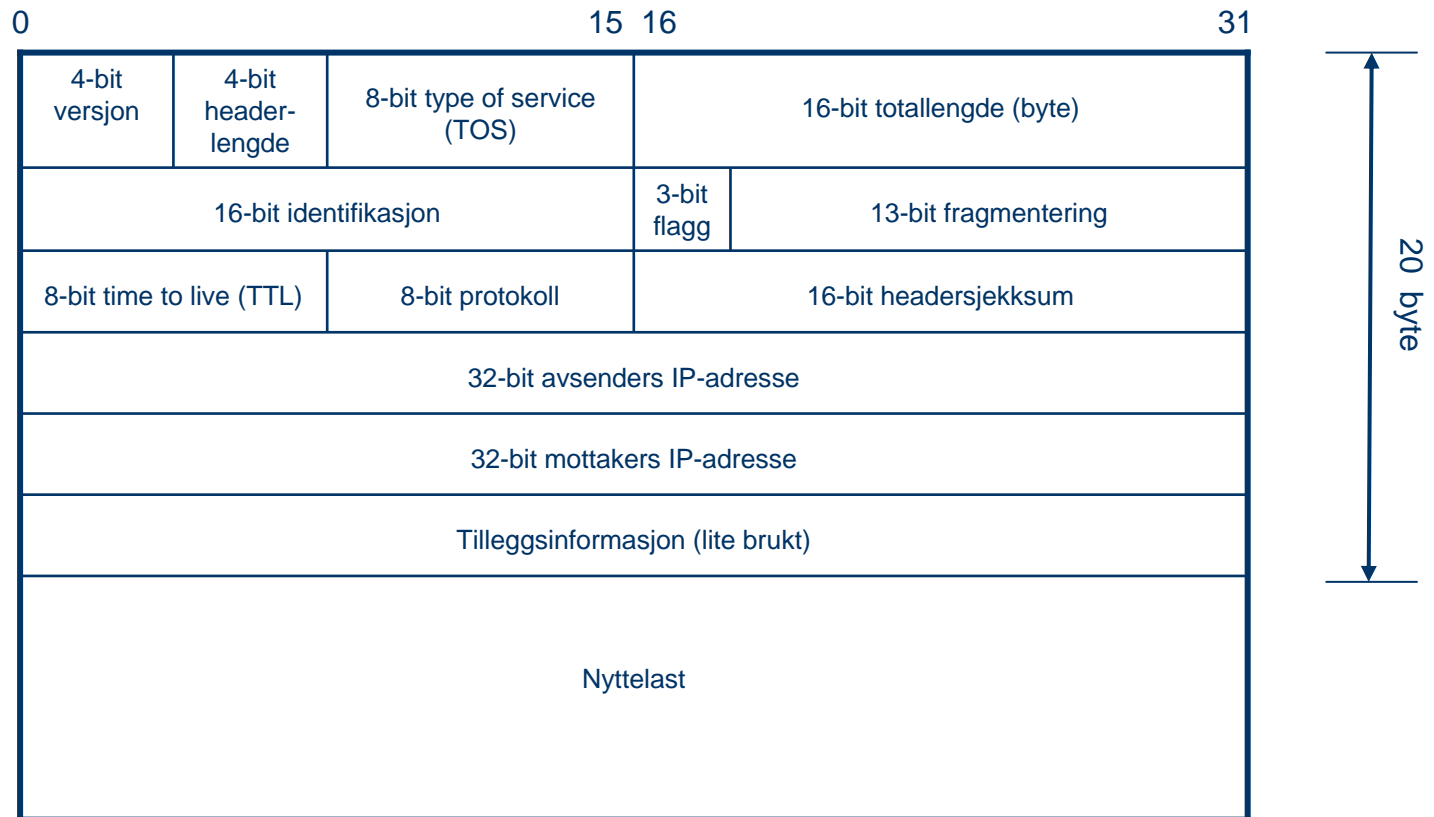
# Nettverkslaget



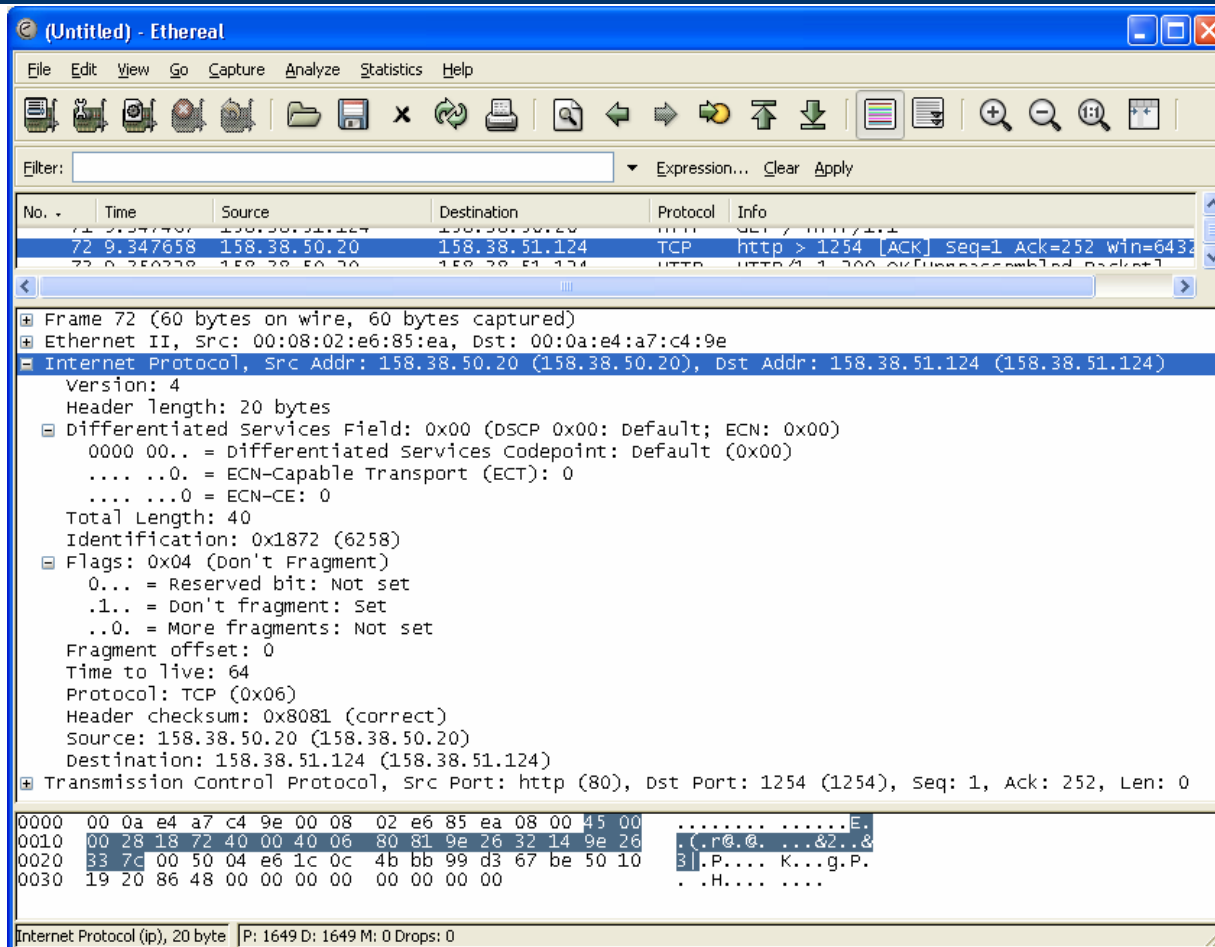
# IP-protokollen (IPv4)

- Er en upålitelig protokoll
  - Ingen sekvenskontroll, feil eller flytkontroll
- Opererer forbindelsesløst
  - Ingen oppkobling av en forbindelse
- Nyttelasten i en IP-pakke kan være hva som helst
  - TCP, UDP, ICMP og IGMP benytter IP-pakker

# Formatet på en IP-pakke (IPv4)



# Faktiske verdier i en IP-pakke (IPv4)



The screenshot shows the Wireshark interface with the following details for the selected packet (Frame 72):

- Ethernet II**, Src: 00:08:02:e6:85:ea, Dst: 00:0a:e4:a7:c4:9e
- Internet Protocol**, Src Addr: 158.38.50.20 (158.38.50.20), Dst Addr: 158.38.51.124 (158.38.51.124)
  - Version: 4
  - Header length: 20 bytes
  - Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP 0x00: Default; ECN: 0x00)
    - 0000 00.. = Differentiated Services Codepoint: Default (0x00)
    - .... ..0. = ECN-Capable Transport (ECT): 0
    - .... ..0. = ECN-CE: 0
  - Total Length: 40
  - Identification: 0x1872 (6258)
  - Flags: 0x04 (Don't Fragment)
    - 0... = Reserved bit: Not set
    - .1.. = Don't fragment: Set
    - ..0. = More fragments: Not set
  - Fragment offset: 0
  - Time to live: 64
  - Protocol: TCP (0x06)
  - Header checksum: 0x8081 (correct)
  - Source: 158.38.50.20 (158.38.50.20)
  - Destination: 158.38.51.124 (158.38.51.124)
- Transmission Control Protocol**, Src Port: http (80), Dst Port: 1254 (1254), Seq: 1, Ack: 252, Len: 0

Hex dump (0000-0030):

```

0000  00 0a e4 a7 c4 9e 00 08 02 e6 85 ea 08 00 45 00  .....E.
0010  00 28 18 72 40 00 40 06 80 81 9e 26 32 14 9e 26  (.r@.@. ...&..&
0020  33 7c 00 50 04 e6 1c 0c 4b bb 99 d3 67 be 50 10  3|.P....K...g.P.
0030  19 20 86 48 00 00 00 00 00 00 00 00  .....
    
```

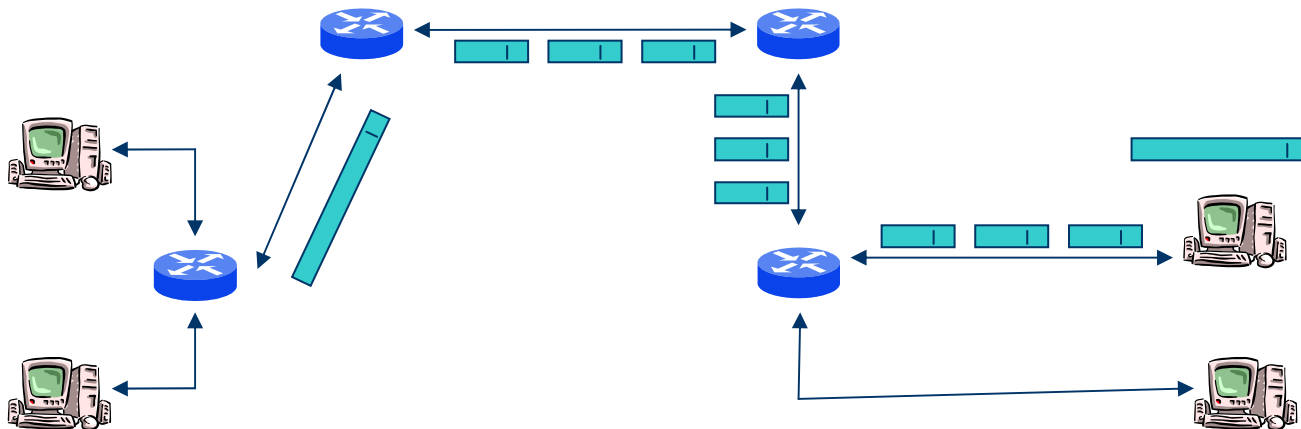
Internet Protocol (IP), 20 byte | P: 1649 D: 1649 M: 0 Drops: 0

# Fragmentering av IP-pakker (IPv4)

- Pakker for store for en lenkelagsramme må fragmenteres
- Hvert fragment har fullstendig header og rutes som en vanlig pakke
- Fragmentene settes sammen igjen hos mottakeren (forenkler ruterne)
- Feltene identifikasjon, flagg og fragmentering benyttes for å sette pakkene sammen igjen

# Fragmentering av IP-pakker (IPv4)

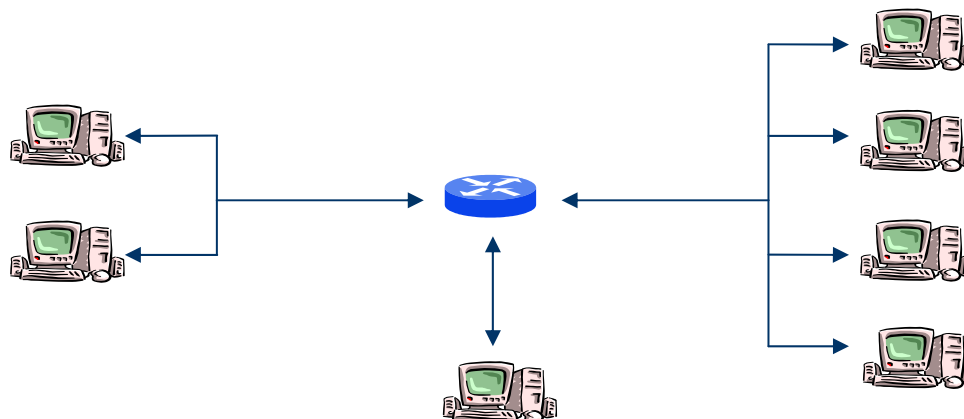
- Avsender eller mellomliggende rutere kan fragmentere pakker
- Mottaker setter fragmentene sammen igjen





# IP-adressering (IPv4)

- Kommunikasjon krever adressering
- I Internett brukes IP-adresser som er hierarkisk oppbygd for å fordele trafikken
- Alle nettverkskort har sin unike IP-adresse

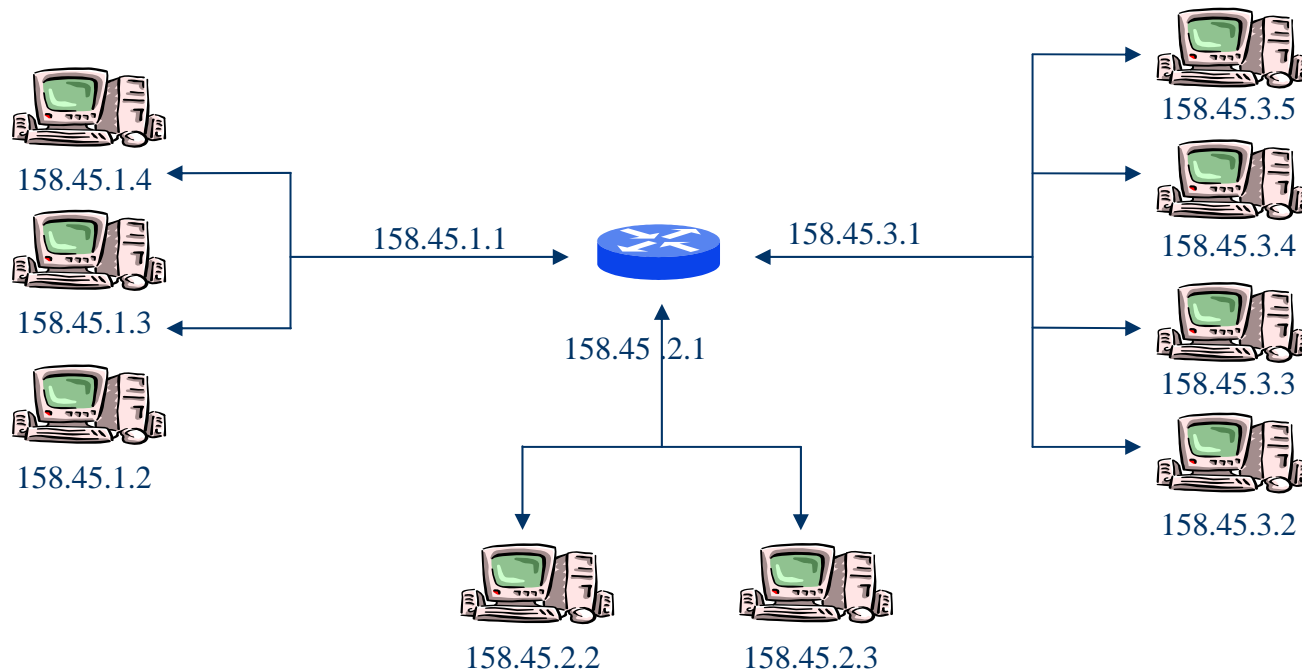


# IP-adressering (IPv4)

- En IP-adresse er 32 bit
- Består av en nettadressedel og en nodeadressedel
- Eks 200.193.2.3 (punktum desimal form)
- 11001000 11000001 00000010 00000011
- Adresseområde 0.0.0.0 – 255.255.255.255
- 0'te bit (lengst til venstre) overføres først

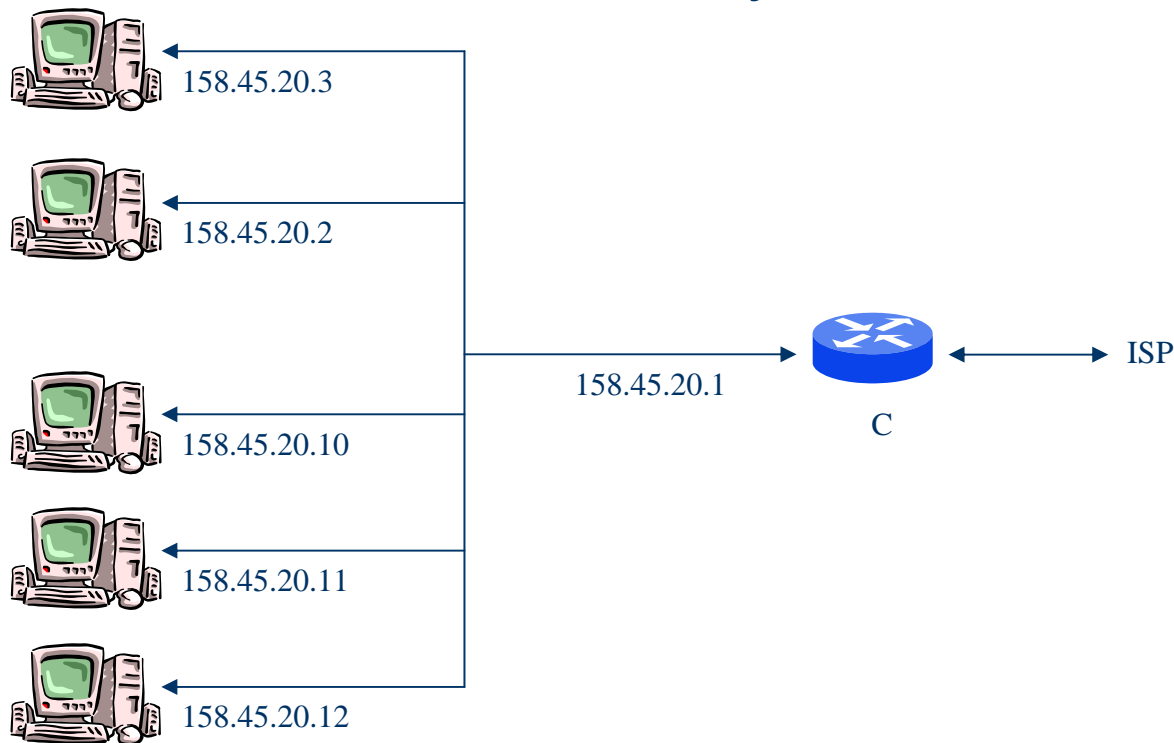
# IP-adressering (IPv4)

- 3 ulike nettverk koblet sammen med en ruter



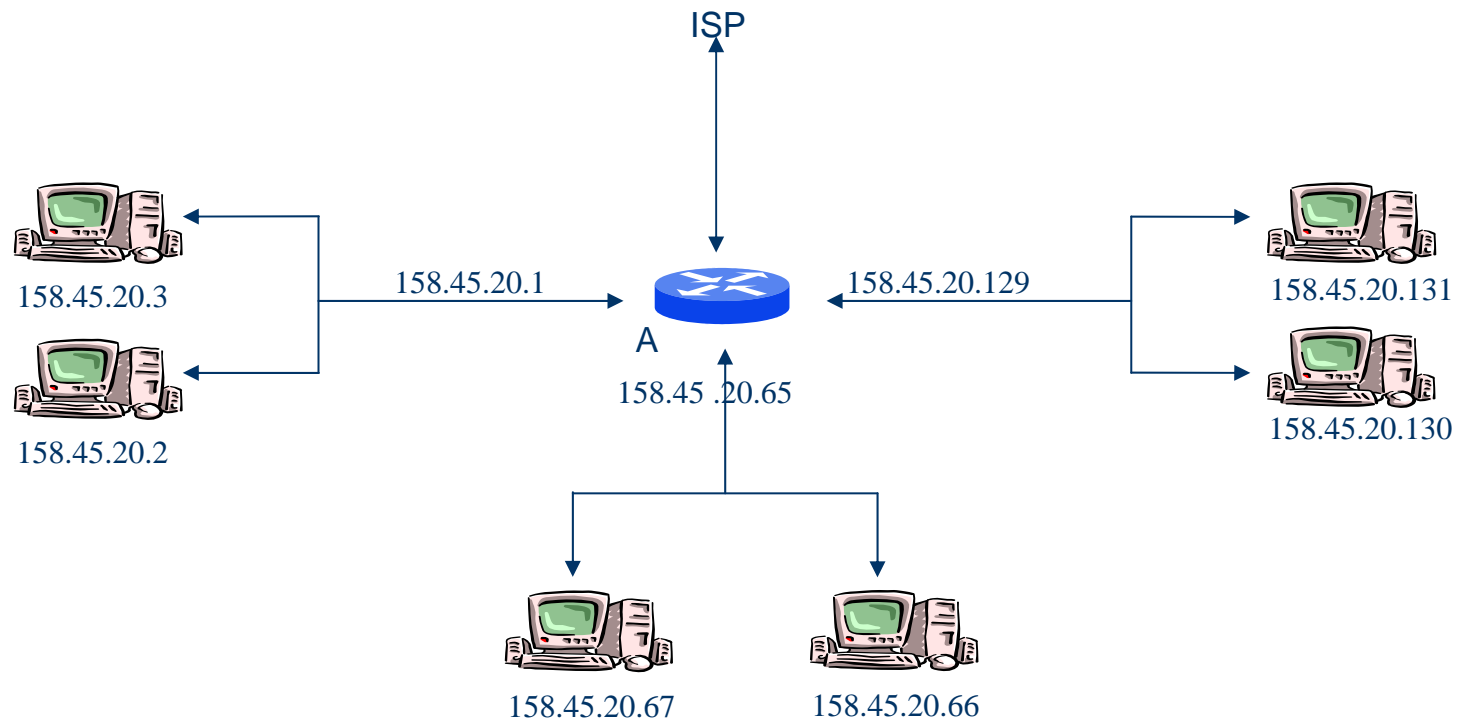
# IP-adressering (IPv4)

- Hele adresserommet benyttes til et lokalnett



# IP-adressering (IPv4)

- Adresserommet er delt opp i flere subnett



# IP-adressering (IPv4)

- Inndeling av adresserom ved klassebasert adressering

				Nettadresserom
Klasse A	0	7 bit nett-id	24 bit nodeid	0–127
Klasse B	10	14 bit nett-id	16 bit nodeid	128–191
Klasse C	110	21 bit nett-id	8 bit nodeid	192–223
Klasse D	1110	28 bit mulitcasting gruppe-id		224–239
Klasse E	11110	27 bit reservert fremtidig bruk		240–247

# IP-adressering (IPv4)

- Dette adresserommet er avsatt til private adresser

10.0.0.0 – 10.255.255.255  
172.16.0.0 – 172.31.255.255  
192.168.0.0 – 192.168.255.255

- Private adresser brukes i interne nettverk
- Private adresser eksisterer ikke på Internett
- Interne nettverk med privat adresser kan kobles til Internett via en NAT-ruter

# Rutere

- Videresender pakker på den antatt mest gunstige måten ut ifra rutingtabellen
- Bestemmer ruter - ruting
- I lokalnettrutere settes tabellen opp manuelt
- I kjernenettrutere brukes rutingprotokoller



# Videresende pakker

- En ruter tester følgende:
  - Er pakken adressert til ruterens selv
  - Sjekksummen for pakkeheader
  - Reduserer TTL-feltet med 1 og sjekker  $>0$
  - Mottakeradressen opp i mot rutertabellen
  - Størrelsen på pakken i forhold til lenkelagsrammen

# Ruting

- Hvordan bestemme veien gjennom nettverket? Vi ønsker å velge rute med minst mulig kostnad
- Kostnad kan være en funksjon av
  - Korteste vei målt, i antall hopp
  - Raskeste vei, målt i kapasitet
  - Strategiske vei, andre hensyn

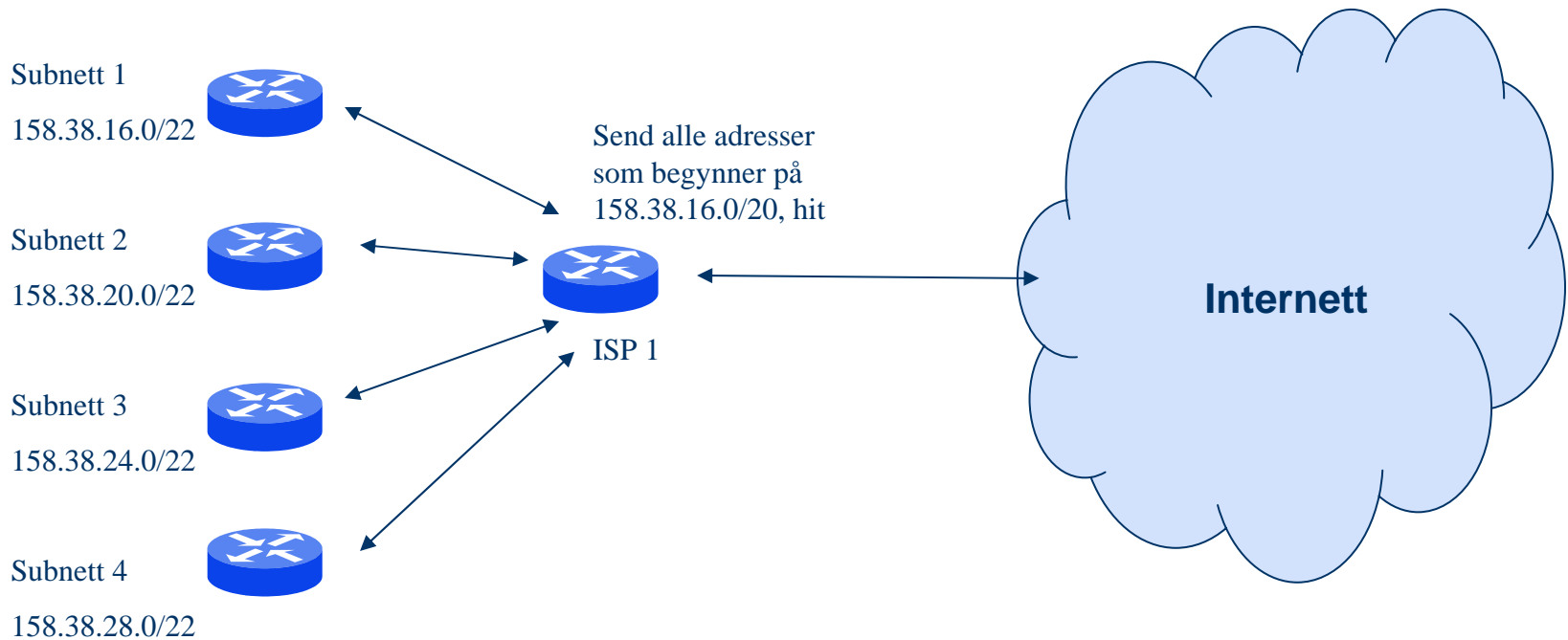
# Ruting

- Rutingtabeller settes ved statiske- eller dynamiske rutingalgoritmer
- Statiske rutingalgoritmer betyr manuelt
- Dynamiske rutingalgoritmer betyr at rutingtabellene endres etter trafikkbelastning og topologi
  - Globale rutingalgoritmer setter opp rutingtabellen på bakgrunn av kjennskap til hele nettverket, link-tilstandsalgoritme
  - Desentraliserte rutingalgoritmer utveksler rutingtabeller med sine naborutere, distanse-vektoralgoritme

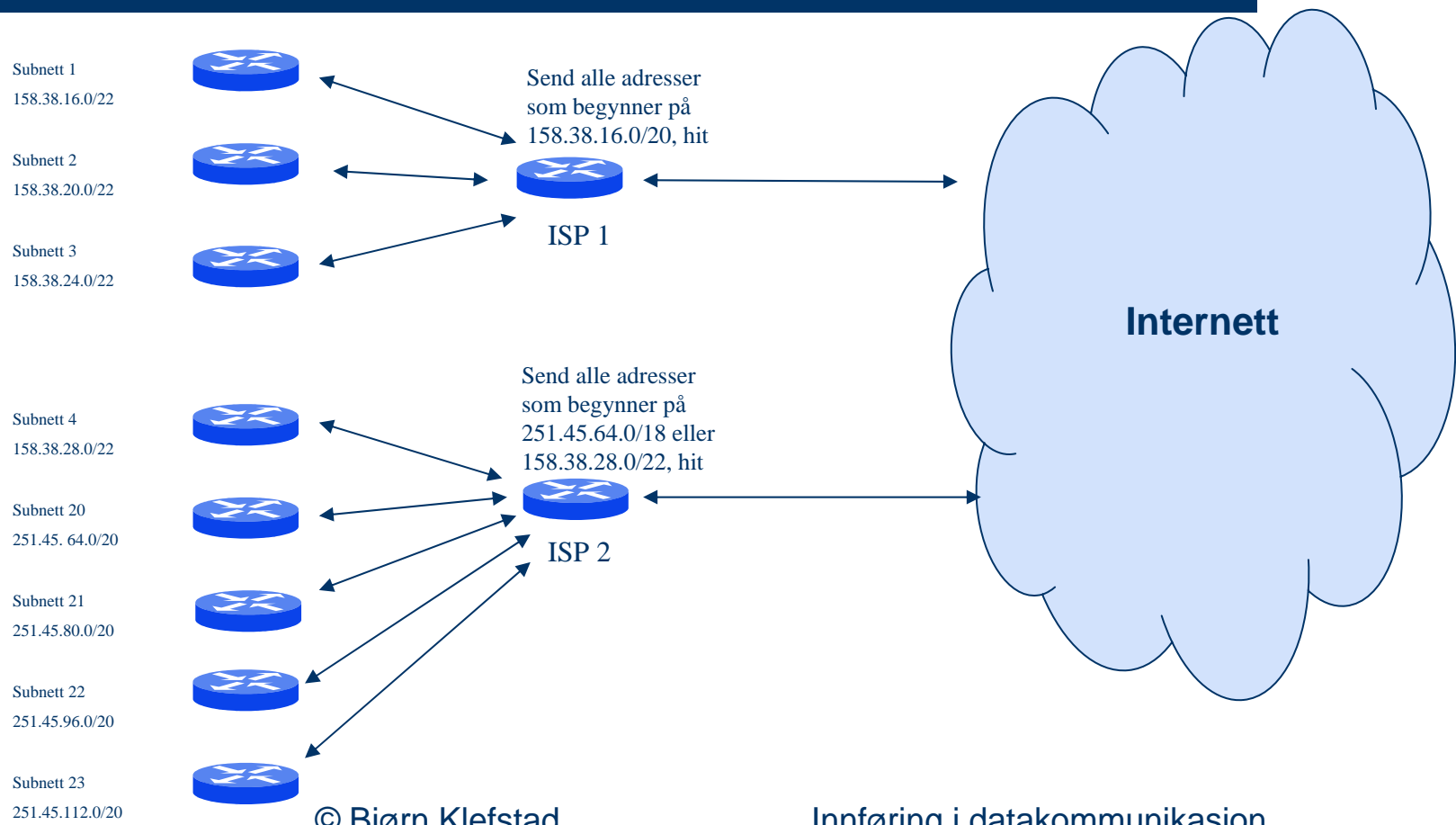
# Hierarkisk ruting

- Tildeling av IP-adresser foregår hierarkisk
- Enkle IP-adresser representerer hele adresserom
- Forenkler rutingtabellene i de globale ruterne
- Adressen 158.38.16.0/20 representerer alle adresser som har de 20 første bitene identisk med denne adressen

# Hierarkisk rutning



# Ruteaggregering



# Hierarkisk ruting

- Alle noder i samme nett må kjøre må kjøre samme rutingalgoritme for å gi mening
- Dette medfører problemer med volum (skalering) og administrasjon (hvem bestemmer)
- Organiserer Autonome Systemer (AS)
  - Hvert AS administreres av en bedrift eller en ISP
  - Innenfor hvert AS brukes samme rutingprotokoll
  - Hver ruter lagrer inform. om de andre ruterne i samme AS
  - AS kobles sammen med gateway rutere
  - Gateway rutere snakker sammen med en egen protokoll

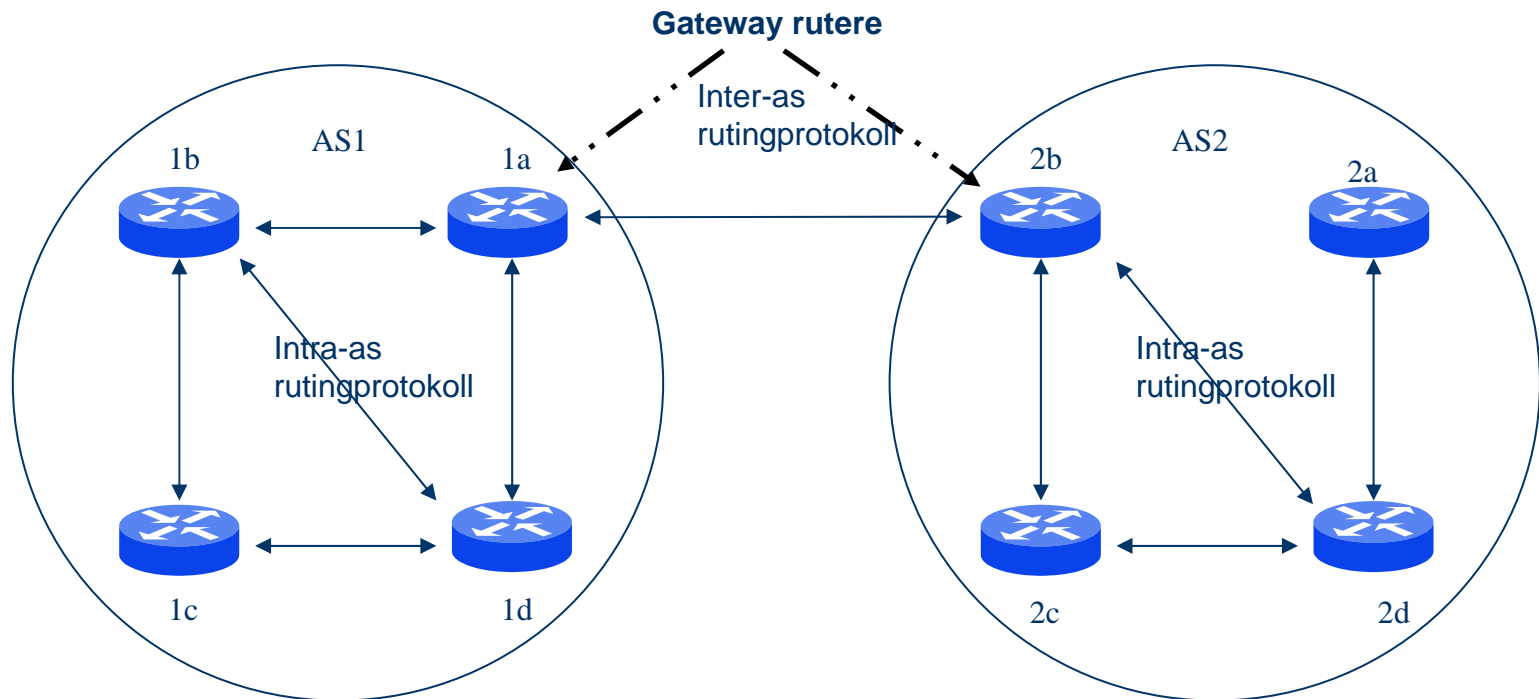
# Organisering av nettverk

- De globale ruterne er organisert i autonome systemer (AS)
- Hvert AS administreres av en bedrift eller en ISP
- Innenfor hvert AS brukes samme rutingprotokoll
- Hver ruter lagrer informasjon om de andre ruterne i samme AS



# Organisering av nettverk

- Ulike AS kobles sammen av gateway rutere



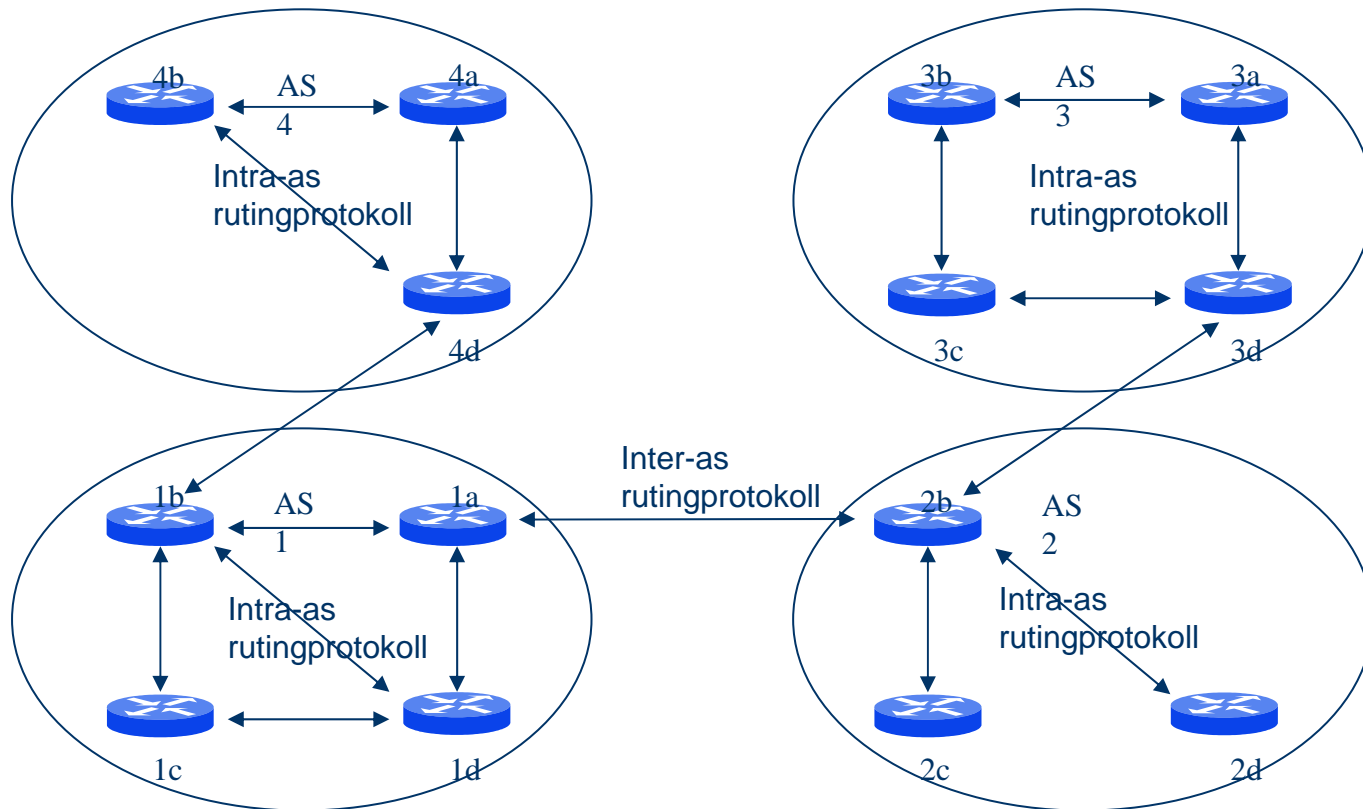
# Organisering av nettverk

- Hvert AS kjører sin intra-AS rutingprotokoll
- I Internett brukes RIP eller OSPF
  - Routing Information Protocol. En distansevektoralgoritme som bruker antall ruterhopp til å bestemme kostnaden (maks 15)
  - Open Shortest Path First. Link-tilstands algoritme der hver ruter konstruerer et kart over hele subnettet. Kostnader bestemmes av nettadministrator. Tar over for RIP

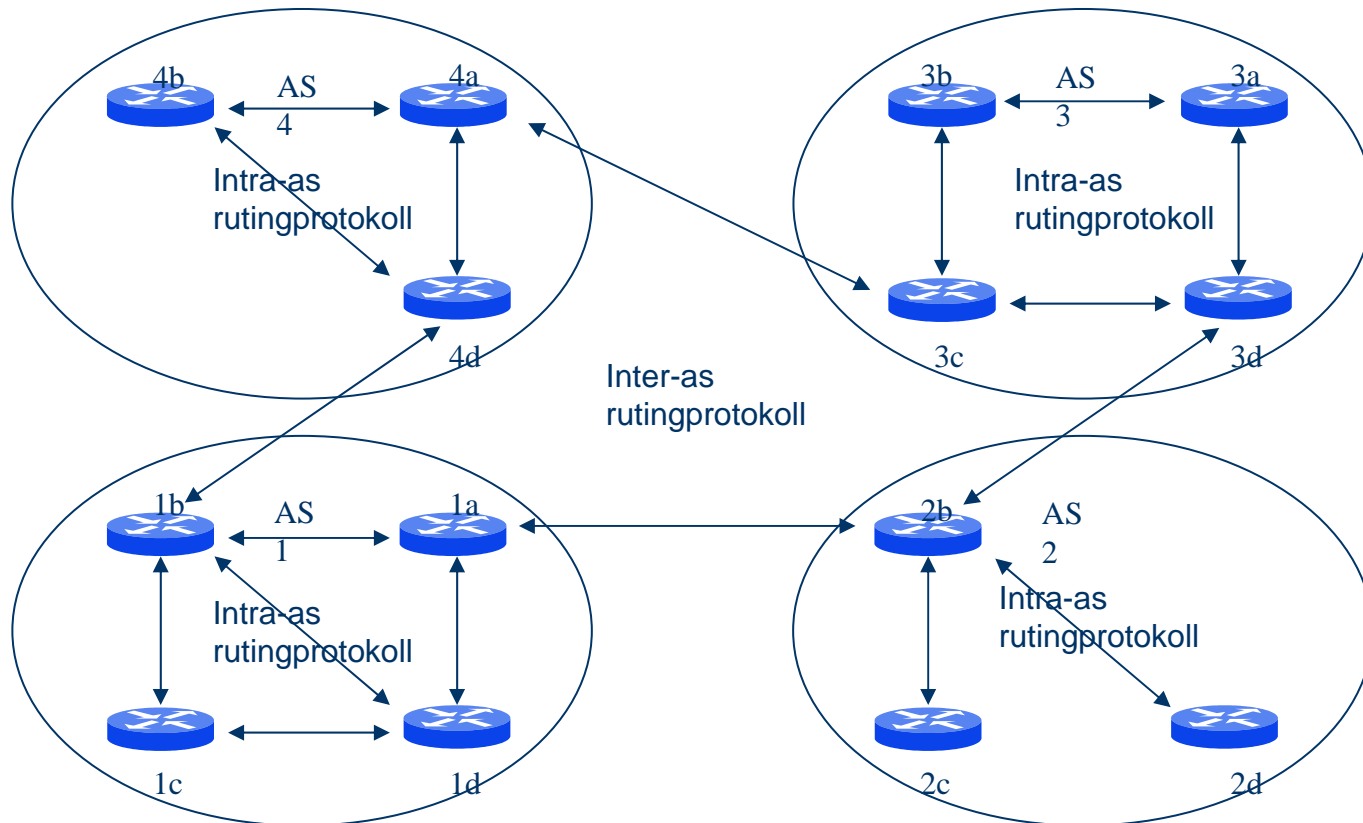
# Organisering av nettverk

- For å kartlegge ruter mellom ulike AS brukes inter-AS rutingprotokoller
- Alle AS må bruke samme inter-AS rutingprotokoll
- I Internett brukes BGP4
  - Hvilke andre AS kan nås fra nabo-AS
  - Sprer informasjon om hvilke subnett som kan nås til interne rutere
  - Finner de beste rutene til de ulike subnettene

# Organisering av nettverk



# Organisering av nettverk



# Samtrafikk mellom AS i Norge

- Alle autonome soner i Norge er direkte eller indirekte koblet opp imot NIX'en i Oslo

