

# 6105 Windows Server og datanett

## Leksjon 8a TCP/IP del 1: Nettverkslaget – IP

- Klient-tjener prinsippet (repetisjon) og pakkesvitsjede nettverk
- Lagdelte modeller for datakommunikasjon og innkapslingsprinsippet
- Nettverkslaget og Internet Protocol (IP)
- IP-adresser, nettmasker, nettverksgrensesnitt og IP-nett (delvis repetisjon)
- Administrasjon og tildeling av IP-adresser
- Private IP-adresser og adresseoversetting/NAT (repetisjon)
- Virtuelle IP-nett og NAT i VMWare / VirtualBox (repetisjon)
- Rutere, ruting, videresending og rutingtabeller
- TCP/IP verktøy i Windows

## Pensum:

- Kvisli: *Datakommunikasjon og maskinvare*, kap. 3.1 og 3.2

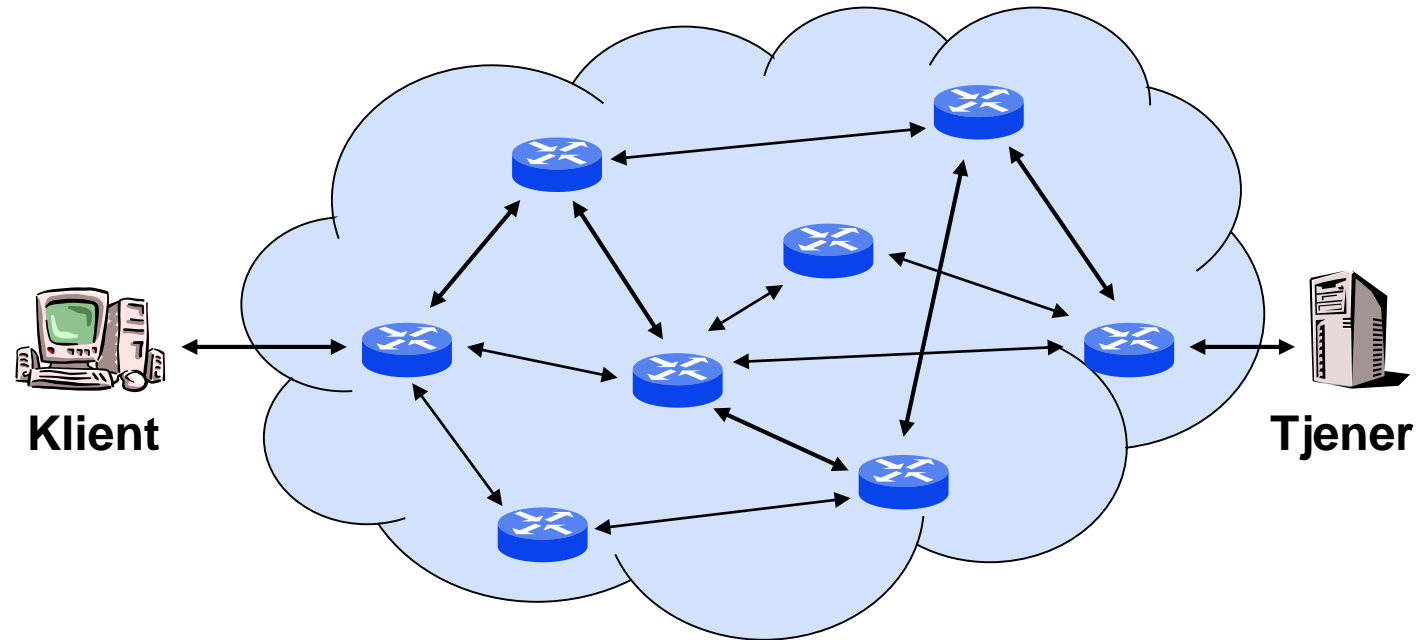
## Linker:

<http://no.wikipedia.org/wiki/Pakkesvitsjing>  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Packet\\_switching](http://en.wikipedia.org/wiki/Packet_switching)  
<http://no.wikipedia.org/wiki/OSI-modellen>  
<http://no.wikipedia.org/wiki/IP>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Routing>  
[http://no.wikipedia.org/wiki/Network\\_Address\\_Translation](http://no.wikipedia.org/wiki/Network_Address_Translation)  
[http://www.vmware.com/support/ws55/doc/ws\\_net\\_configurations\\_nat.html](http://www.vmware.com/support/ws55/doc/ws_net_configurations_nat.html)  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Internet\\_Protocol](http://en.wikipedia.org/wiki/Internet_Protocol)  
<http://no.wikipedia.org/wiki/IP-adresse>



# Klient-tjener prinsippet (repetisjon)

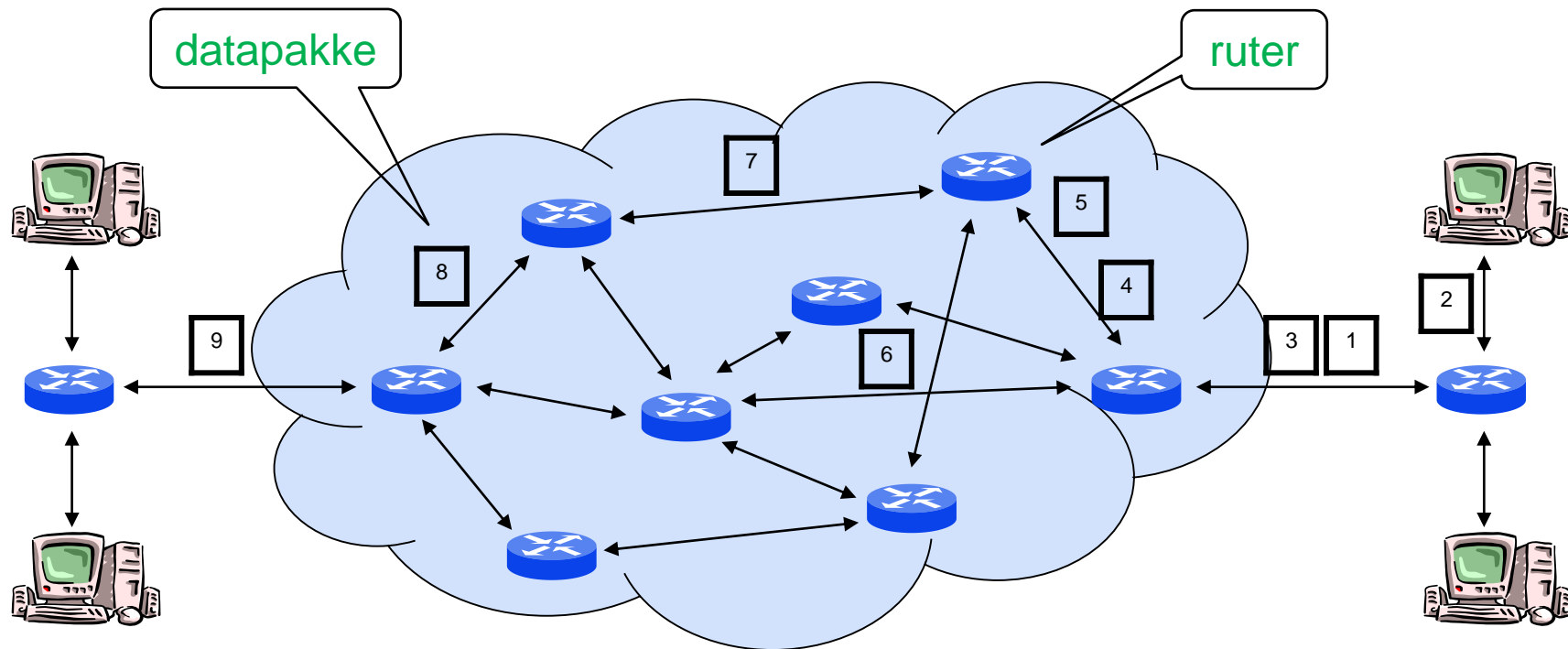


© Bjørn Klefstad: Innføring i datakommunikasjon

# Klient-tjener prinsippet (repetisjon)

- **Tjener(-applikasjon)**
  - alltid på / startet og koblet til nett
  - fast IP-adresse
  - lytter etter henvendelser fra klienter
  - takler flere klienter på en gang
  
- **Klient(-applikasjon)**
  - ikke alltid på/startet – startes av bruker ved bruk
  - kan bytte IP-adresse (DHCP) og nettverk
  - kontakter tjenermaskin ved behov for tjenester
  - kan henvende seg til flere tjenere samtidig

# Pakkesvitsjede nettverk



© Bjørn Klefstad: Innføring i datakommunikasjon

- **Kalles også "datagramnettverk"**
  - Data overføres som separate pakker med begrenset størrelse
  - Pakkene kan sendes (rutes) forskjellige veier gjennom nettet
  - Ruterne sørger for at pakkene sendes "beste" veg gjennom nettet
- **Internett (IP-protokollen) er et pakkesvitsjet nettverk**

# Lagdelte modeller for datakommunikasjon

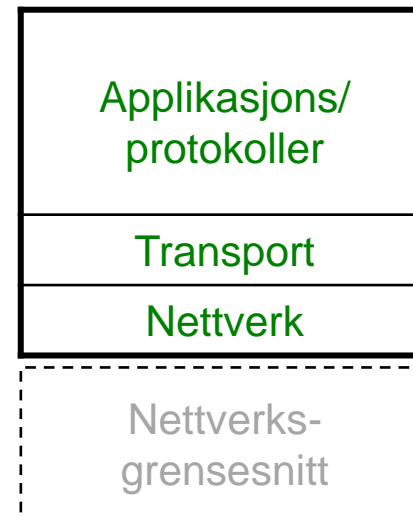
OSI modellen



Forenklet OSI

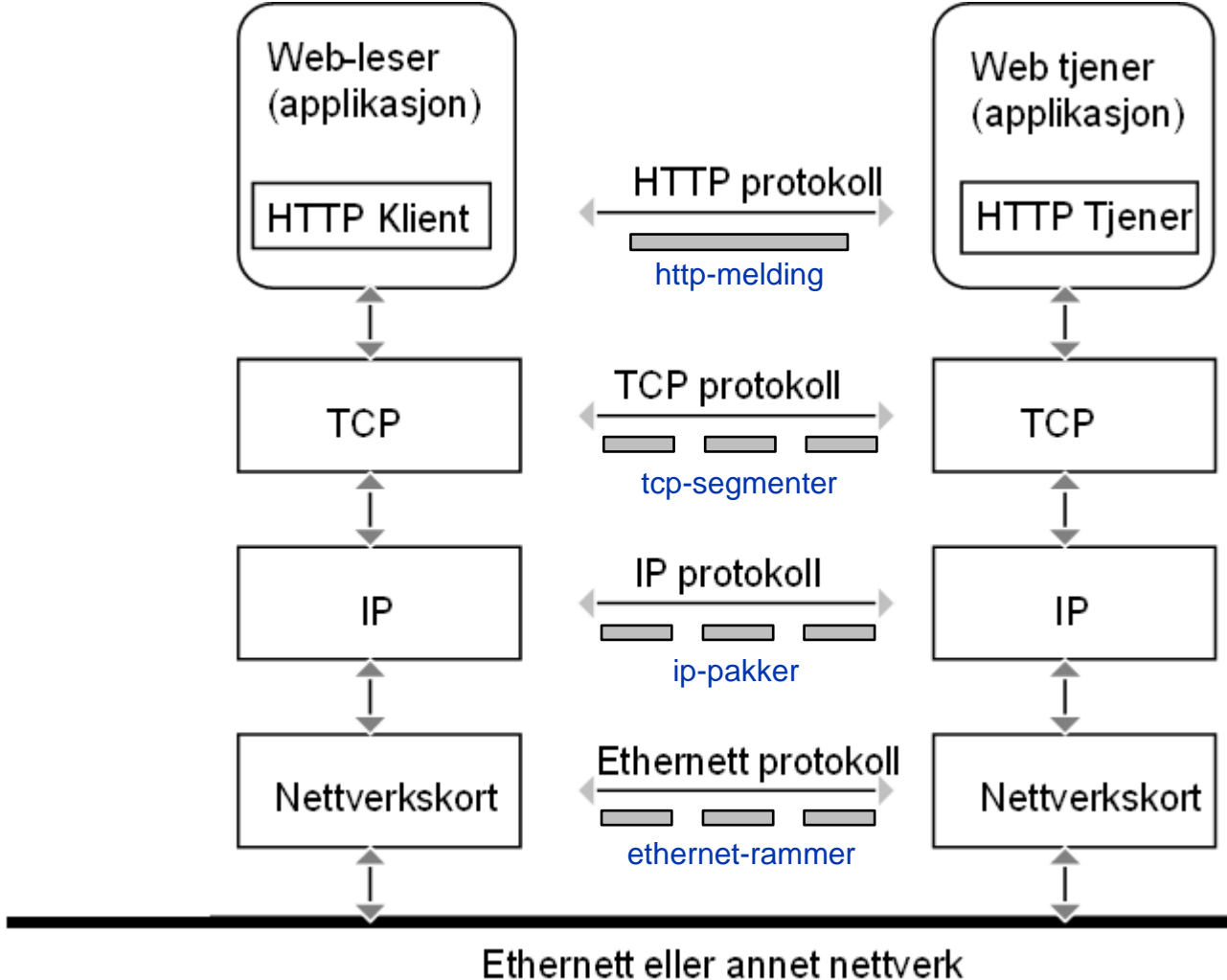


TCP/IP modellen

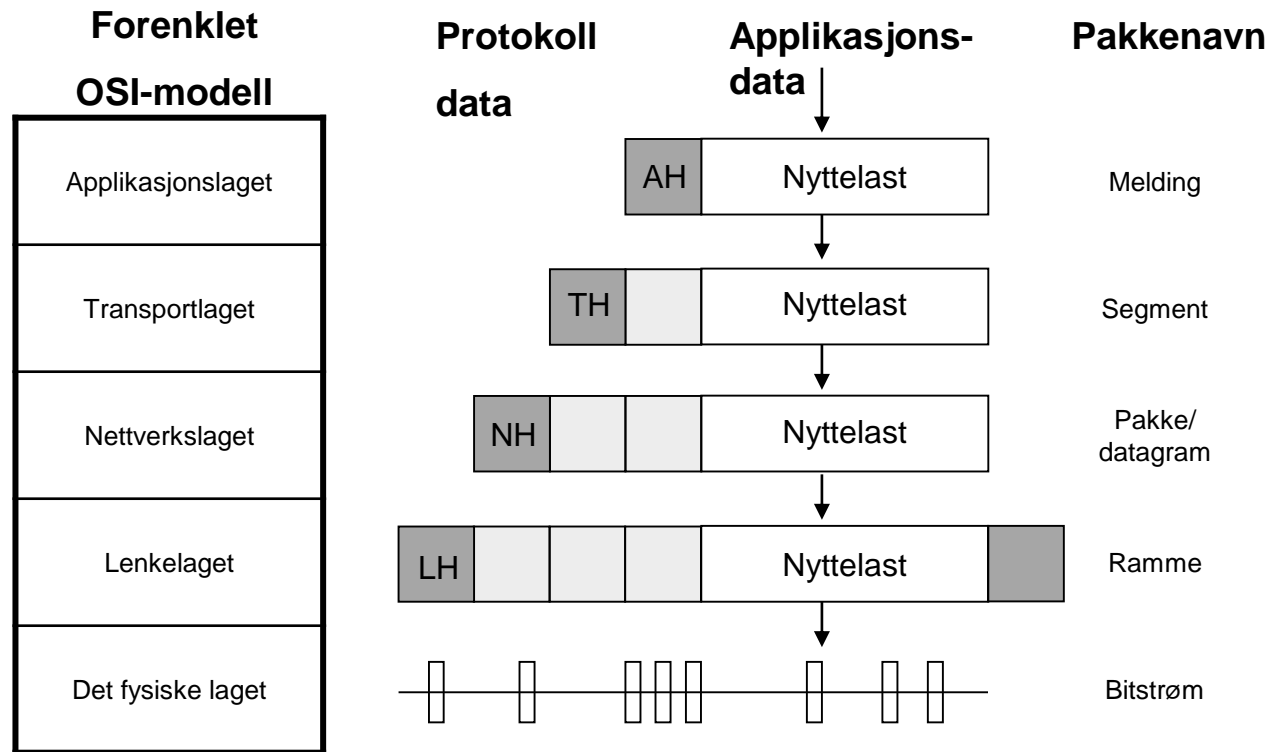


- Oppgavene i nettverkskommunikasjon fordeles på flere lag
- Alle lag er involvert i dataoverføringen
  - Hvert lag utfører en begrenset del av "jobben"

# Samarbeid og arbeidsdeling mellom lagene



# Innkapslingsprinsippet



- **På avsendermaskin:**

- Datapakkene sendes nedover i lagene til de når fysisk lag som sender dem ut på kommunikasjonsmediet (kabelen)
- Hvert lag legger på ekstra informasjon i hver pakke, bl.a. adresser til avsender og mottaker

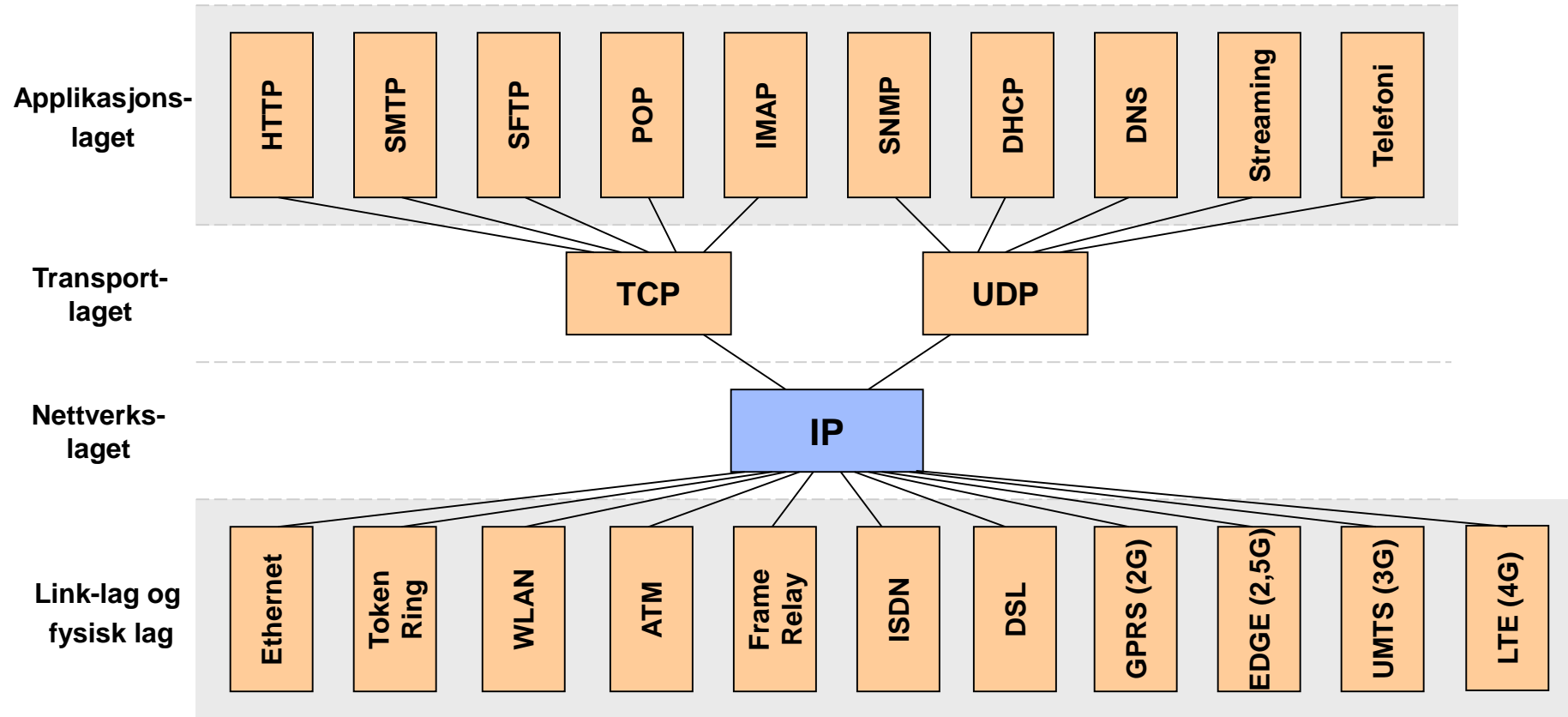
- **På mottakermaskin:**

- Datapakkene mottas av fysisk lag og sendes oppover i lagene til de når applikasjonen som skal ha dem
- hvert lag fjerner "sin" tilleggsinformasjon fra pakkene.



# Nettverkslaget og IP

I Internett brukes IP-protokollen på nettverkslaget



Figuren er hentet fra Frode Sørensen: *Innføring i nettverk*, IDG Books Norge

# Nettverkslaget og IP

- **Nettverkslagets oppgaver**

- Overføre datapakker fra transportlaget gjennom nettverket fra avsenders maskin til mottakers maskin
- Rute pakkene riktig/beste vei gjennom nettverket

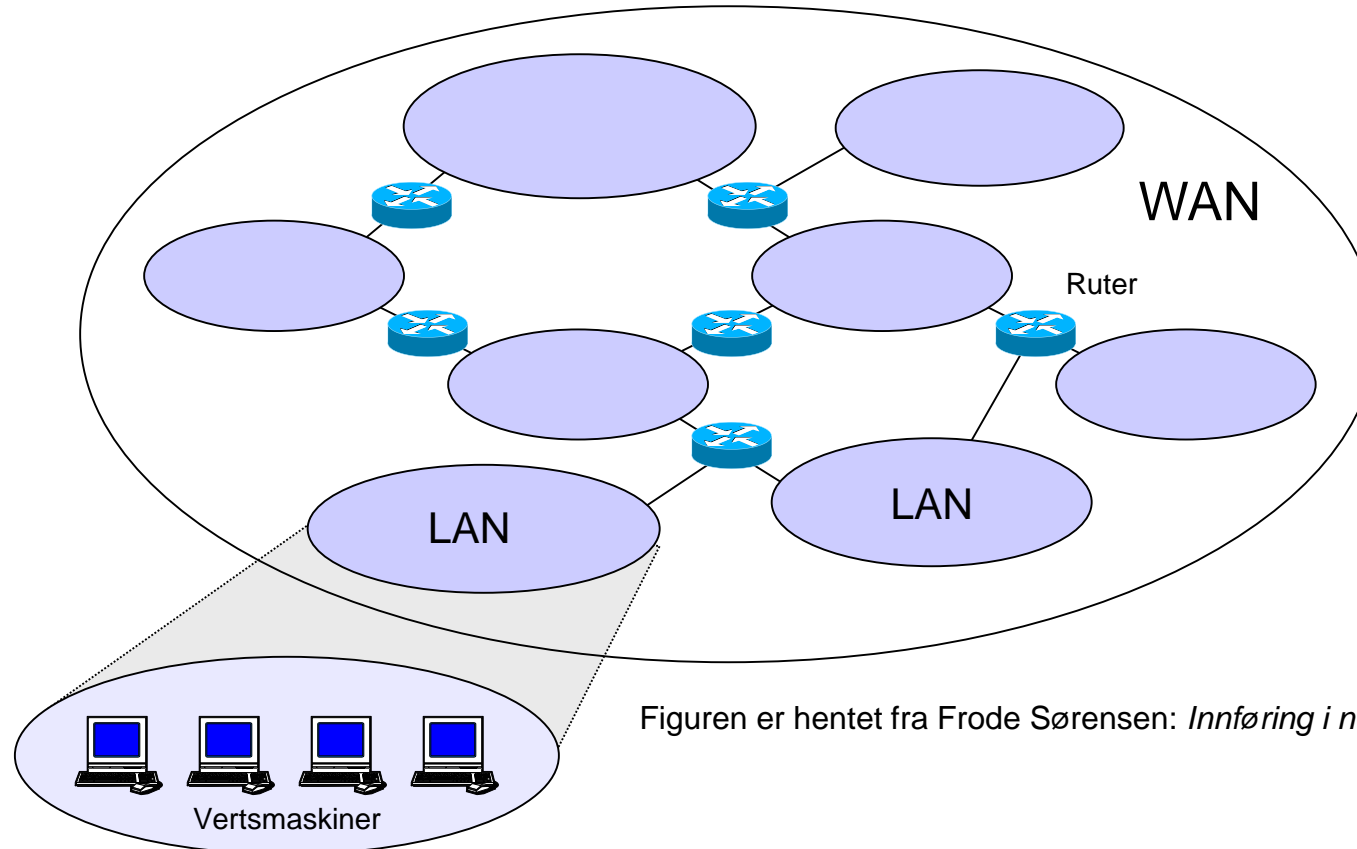
- **Timeglassmodellen (se forrige foil)**

- "Alt over IP"
  - » IP frakter pakker for "alle" overliggende protokoller
- "IP over alt"
  - » IP kan transportere pakker gjennom "alle" typer fysiske nettverk (lag 1 og 2 nett)

- **IP kan betraktes som Internettets "postvesen"**

- "Alle" nettverkspakker må behandles av IP
- Det finnes andre nettverksprotokoller også, men i dag er IP "enerådende"

# Hvorfor behøver vi IP?



Figuren er hentet fra Frode Sørensen: *Innføring i nettverk*, IDG Books Norge

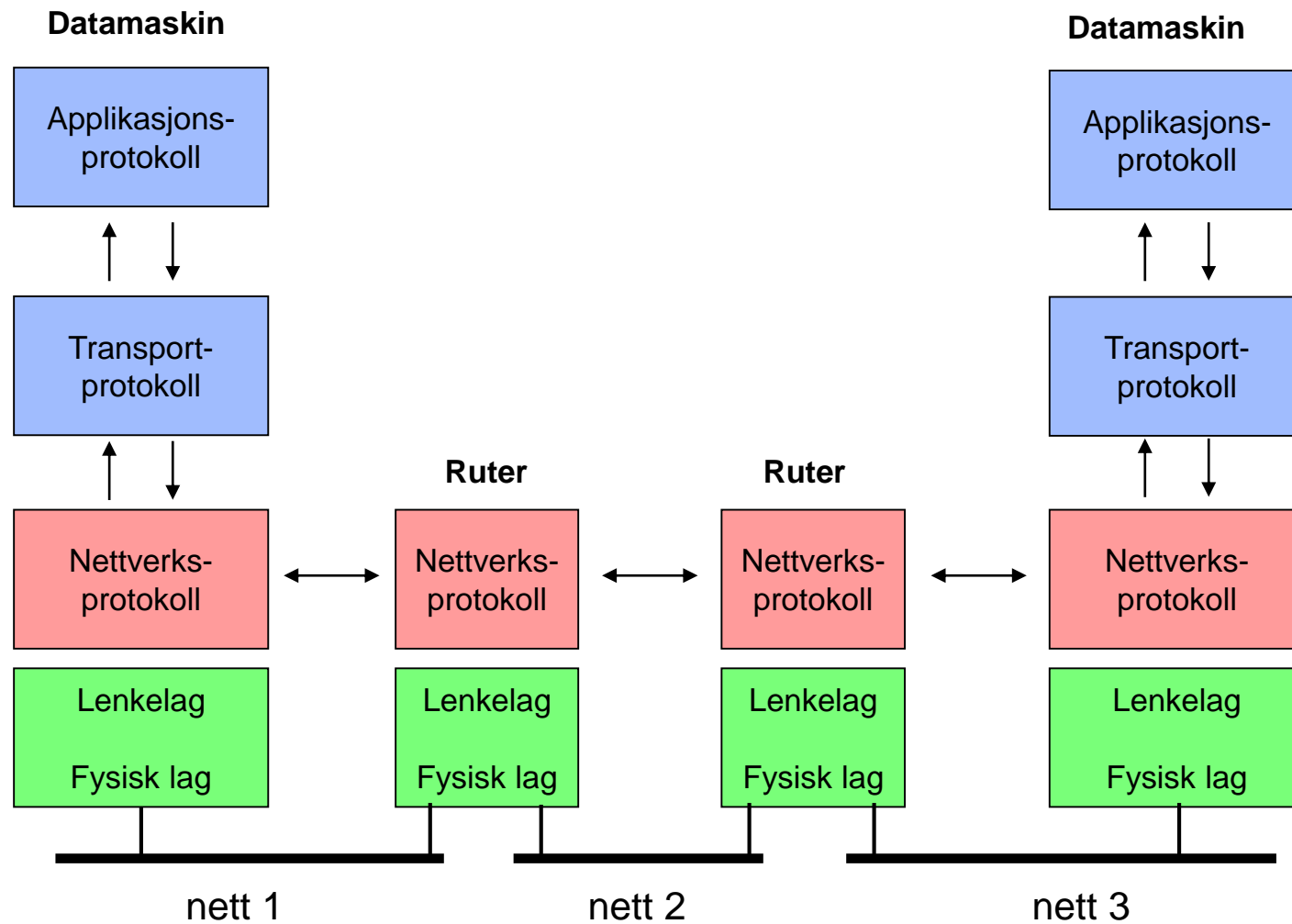
**IP = Internet Protocol**

**Protokoll beregnet for å sende trafikk gjennom nett-av-nett (internett)**

# Hvorfor behøver vi IP?

- **Internett består av mange sammenkoblede nettverk**
- **Nettverkslaget kobler sammen flere (ulike) nettverk**
  - Kobler sammen flere LAN til et WAN
  - Kobler sammen flere LAN med ulik teknologier på lag 1 og 2
  - Ruter med ett "bein" (nettkort) i hvert nett
- **For å kunne transportere data til maskiner i andre nett**
  - Lenkelaget (lag 2) transporterer data bare innenfor samme LAN
  - Ruter (lag 3) kan videresende data til et hvilket som helst nett
- **For å kunne adressere data uten for LAN**
  - Fysiske adresser / MAC adresser (lag 2) fungerer bare i samme LAN
  - IP-adresser fungerer globalt i hele Internett

# Hvor finner vi IP?



# Hvor finner vi IP?

- **På datamaskiner (endemaskiner)**

- Alle maskiner må ha IP-protokollen for å kunne sende og motta IP-pakker
- Maskiner med flere nettkort har én IP-adresse for hvert nettkort

- **I rutere**

- Ruterne må ha IP-protokollen for å kunne behandle IP-pakkene
- Høyere lags protokoller behøves ikke i rutere
  - » De skal kun videresende IP-pakker, ikke behandle innholdet!
  - » Transport og applikasjonslaget er ikke involvert her!
- Ruterne har også én IP-adresse for hvert nett de er koblet til

Mange **hjemmerutere** har en innebygget webtjener slik at de kan administreres fra en nettleser. Da har ruterne også applikasjonslag og transport-lag, men disse er **ikke** involvert i rutingen av pakker.

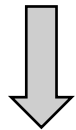
- **IKKE i svitsjer**

- Svitsjer behandler pakker (rammer) på lenkelaget (lag 2) og bruker ikke IP-protokollen
  - » Mange svitsjer kan administreres med et (innebygget) webbasert administrasjonsprogram. Dette krever da både TCP og IP på svitsjen, men disse er ikke involvert i selve svitsjingen

# IP-adresser (repetisjon)

**32 bits binære tall (4 bytes) som skrives på denne formen:**

**som 32 bits binærtall: 10000000.00100111.11000000.00100111**



**som 4 desimaltall:**

**128**

.

**39**

.

**192**

.

**39**

1. byte

2. byte

3. byte

4. byte

**Maskinene kan få IP-adresse (og DNS-tjeners adresse) på to måter:**

- Automatisk tildelt fra en DHCP tjener (På klientmaskiner)
- Manuelt konfigurert på hver maskin (På tjenermaskiner)

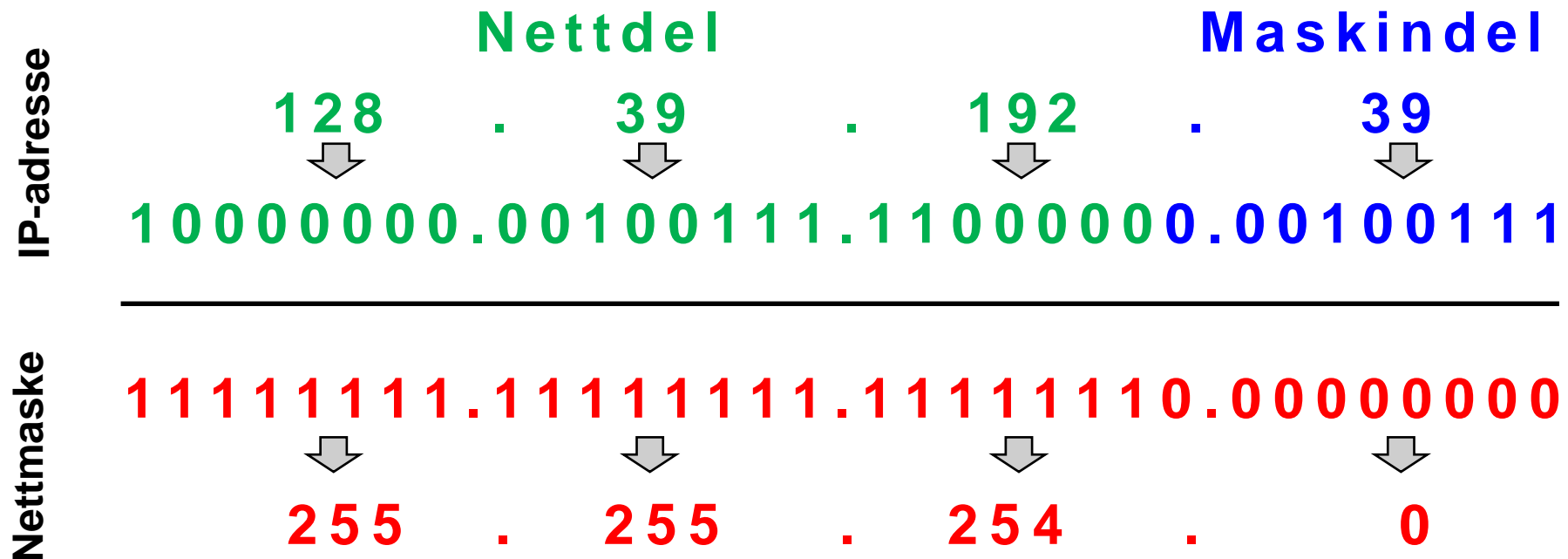
# Nettverksmaske (repetisjon)

IP-adressen består av to deler:

- **Nettdel** angir adressen til IP-nettet der maskinen er tilkoblet
- **Maskindel** - angir adressen til hver maskin i IP-nettet
- Lengden på hver del kan variere for ulike IP-nett
- **Nettmasken** bestemmer hvor lang nettadressen er

Maskiner med lik nettadresse tilhører samme IP-nett.

Eksempel:





# CIDR-notasjon for IP-nett

- **CIDR = Classless Internet Domain Routing**
- **Nettmasken kan også angis som antall 1-er bit, f.eks. slik /24**
- **Adressen til IP-nettet på forrige foil kan da skrives slik: 128.39.192.0/23**

– Angir et IP nett der:

- » adresseområdet starter på 128.39.192.0
- » det er 23 1-er bit i nettverksmasken
- » de 23 første bitene er nettdelen
- » de 9 siste bitene er maskindelen, dvs.  $2^9=512$  adresser i nettet
- » IP-adressene i nettet er **128.39.192.0 – 128.39.193.255**

IP-nettet som brukes i det virtuelle lokalnettet i labøvingene skrives slik:

**192.168.52.0/24**

- adresseområdet starter på 192.168.52.0
- det er 24 1-er bit i nettverksmasken
- de 24 første bitene (3 byte) er nettadressen
- de 8 siste bitene (1 byte) er maskinadressen
- IP-adressene i nettet er 192.168.52.0 – 192.168.52.255

- **Tidligere ble IP adressene organisert i ”klasser”**
  - Klasse A-, B-, og C-nett med ”faste størrelser”
- **I dag benyttes bare klasseløse nett (CIDR)**
  - Gir full fleksibilitet i hvordan IP-nettene deles opp

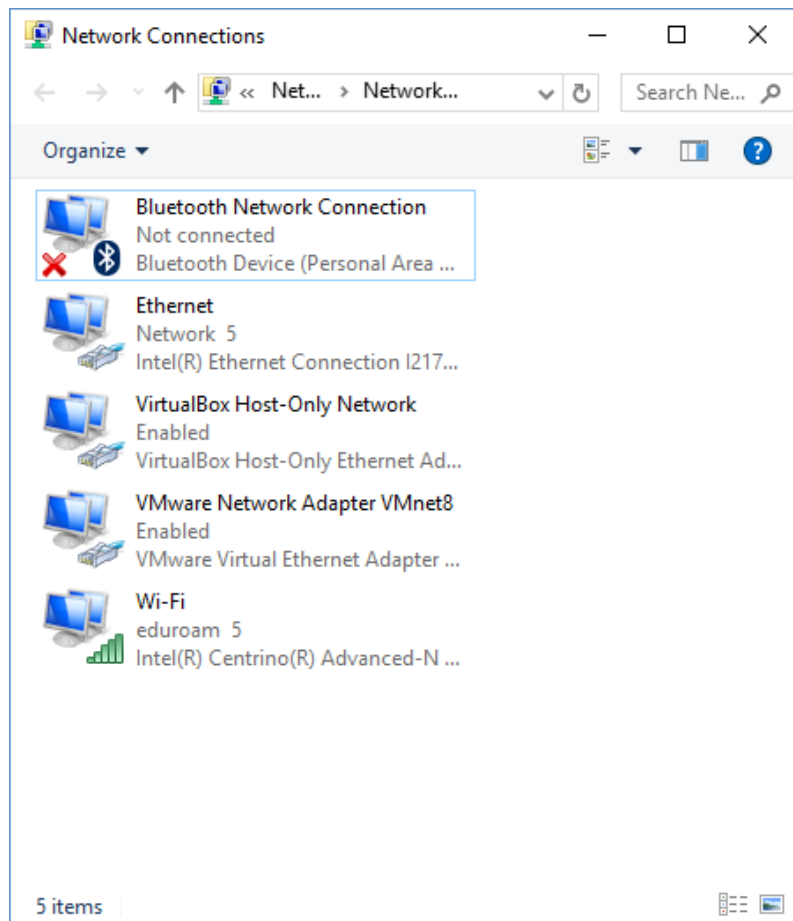
Class	Leading bits	Size of network number bit field	Size of rest bit field	Number of networks	Addresses per network
Class A	0	8	24	128 ( $2^7$ )	16.777.216 ( $2^{24}$ )
Class B	10	16	16	16.384 ( $2^{14}$ )	65.536 ( $2^{16}$ )
Class C	110	24	8	2.097.152 ( $2^{21}$ )	256 ( $2^8$ )

Se: [https://en.wikipedia.org/wiki/Classful\\_network](https://en.wikipedia.org/wiki/Classful_network)

# Nettverksgrensesnitt

## Nettverksgrensesnitt (network interface)

- Hver nettverkskort er et interface
- En IP-adresse er knyttet til et interface.
- Hver maskin kan altså ha flere IP-adresser



```
C:\WINDOWS\system32>ipconfig

Windows IP Configuration

Ethernet adapter Bluetooth Network Connection:
    Media State . . . . . : Media disconnected
    Connection-specific DNS Suffix . :

Ethernet adapter Ethernet:
    Connection-specific DNS Suffix . : hit.local
    IPv4 Address. . . . . : 192.168.1.102
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . . : 192.168.1.1

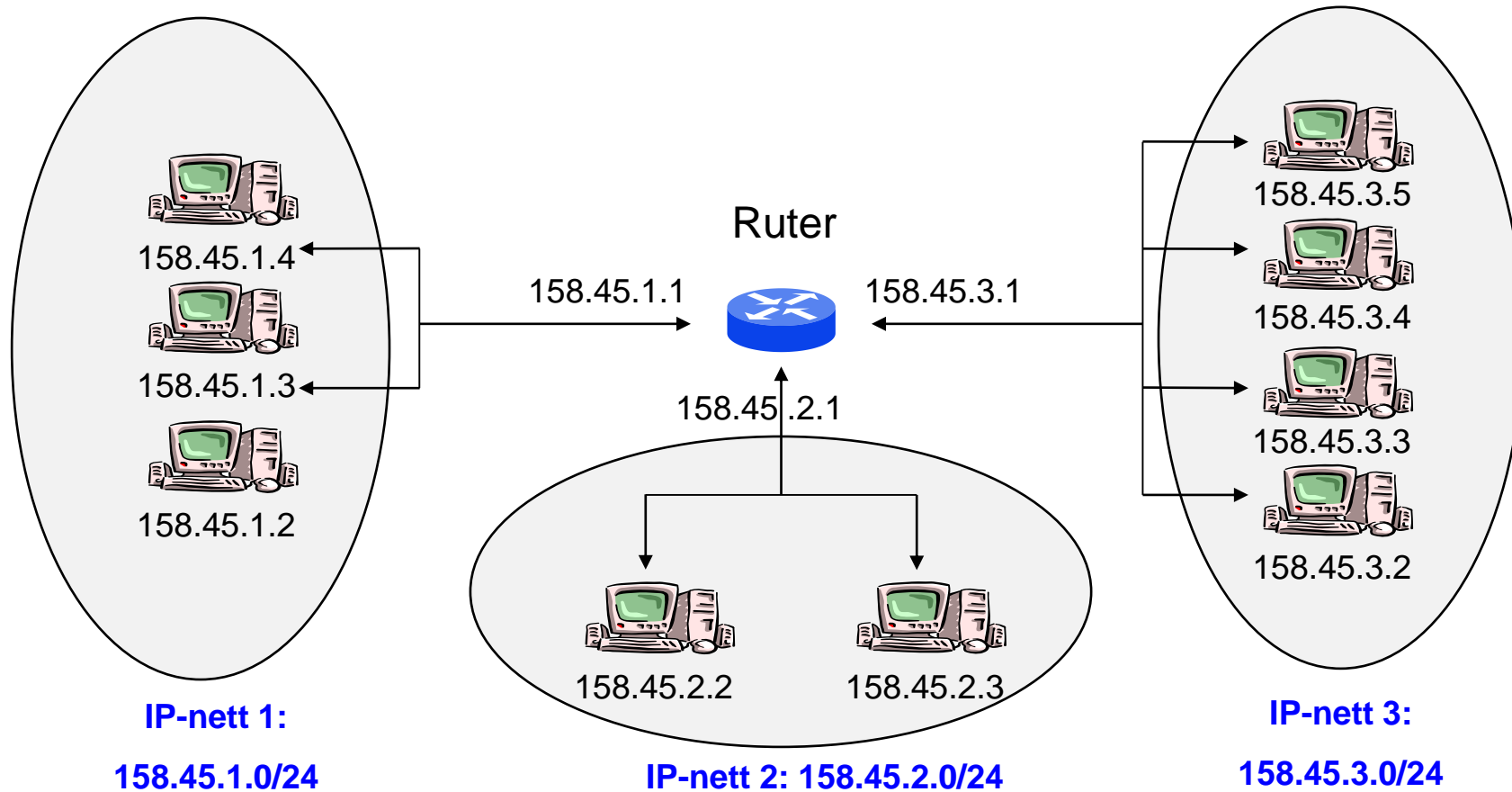
Ethernet adapter VirtualBox Host-Only Network:
    Connection-specific DNS Suffix . :
    Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::bd86:373d:63cd:8e89%13
    IPv4 Address. . . . . : 192.168.56.1
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . . :

Ethernet adapter VMware Network Adapter VMnet8:
    Connection-specific DNS Suffix . :
    Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::20dc:5168:2821:ecf8%15
    IPv4 Address. . . . . : 192.168.52.1
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.192
    Default Gateway . . . . . :

Wireless LAN adapter Wi-Fi:
    Connection-specific DNS Suffix . : hit.no
    IPv4 Address. . . . . : 128.39.128.74
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . . : 128.39.128.1
```

# IP-nett

Tre IP-nett koblet sammen med en ruter:



© Bjørn Klefstad: Innføring i datakommunikasjon, Tisip, 2008

# IP-nett

- **Med et "IP-nett" menes et "logisk nett" der**
  - alle maskiner har IP-adresser i samme *adresseområde* dvs. der *nettdelen* av IP-adressene og *nettmasken* er lik for alle maskiner
  - maskinene kan sende data direkte til hverandre uten å gå via en ruter
  - maskinene har felles *kringkastingsdomene*, dvs. de kan sende data til alle andre maskiner i nettet ved hjelp av en kringkastingsadresse
- **Internett og WAN er satt sammen av mange IP-nett**
  - Hvert IP-nett har en unik *nettadresse*
  - Ruterne bruker nettadressen til mottaker når de videresender IP-pakker
- **En bedrift / organisasjon kan ha ett eller flere IP-nett**
- **Et IP-nett kan deles i flere mindre nett – subnett**
  - Et subnett er et selvstendig IP-nett

# IP nett og nettmaske

- **Nettmasken kan ha vilkårlig lengde**
  - Skillet mellom nettadresse og maskinadresse kan settes hvor som helst !
- **Alle nett kan deles ytterligere opp (i subnett) ved å utvide nettmasken**
  - Hvis en organisasjon ønsker å dele sitt adresseområde i flere nett
  - F.eks. hvis en har svært få maskiner i hvert nett
    - » Enkelte ADSL leverandører tildeles små nett med 4 IP adresser til abonnentene

Nettmaske desimal	Nettmaske binær	Maskelengde	Nodeadr.	IP-adresser
255.255.255.252	11111111.11111111.11111111.11111100	/30	2 bit	4
255.255.255.248	11111111.11111111.11111111.11111000	/29	3 bit	8
255.255.255.240	11111111.11111111.11111111.11110000	/28	4 bit	16
255.255.255.224	11111111.11111111.11111111.11100000	/27	5 bit	32
255.255.255.192	11111111.11111111.11111111.11000000	/26	6 bit	64
255.255.255.128	11111111.11111111.11111111.10000000	/25	7 bit	128
255.255.255.0	11111111.11111111.11111111.00000000	/24	8 bit	256
255.255.240.0	11111111.11111111.11110000.00000000	/20	12 bit	4096
255.255.0.0	11111111.11111111.00000000.00000000	/16	16 bit	65536
255.0.0.0	11111111.00000000.00000000.00000000	/8	24 bit	2 <sup>24</sup>

# Reserverte IP-adresser

I alle IP-nett er to adresser reservert til:

- **Nettverksadressen**

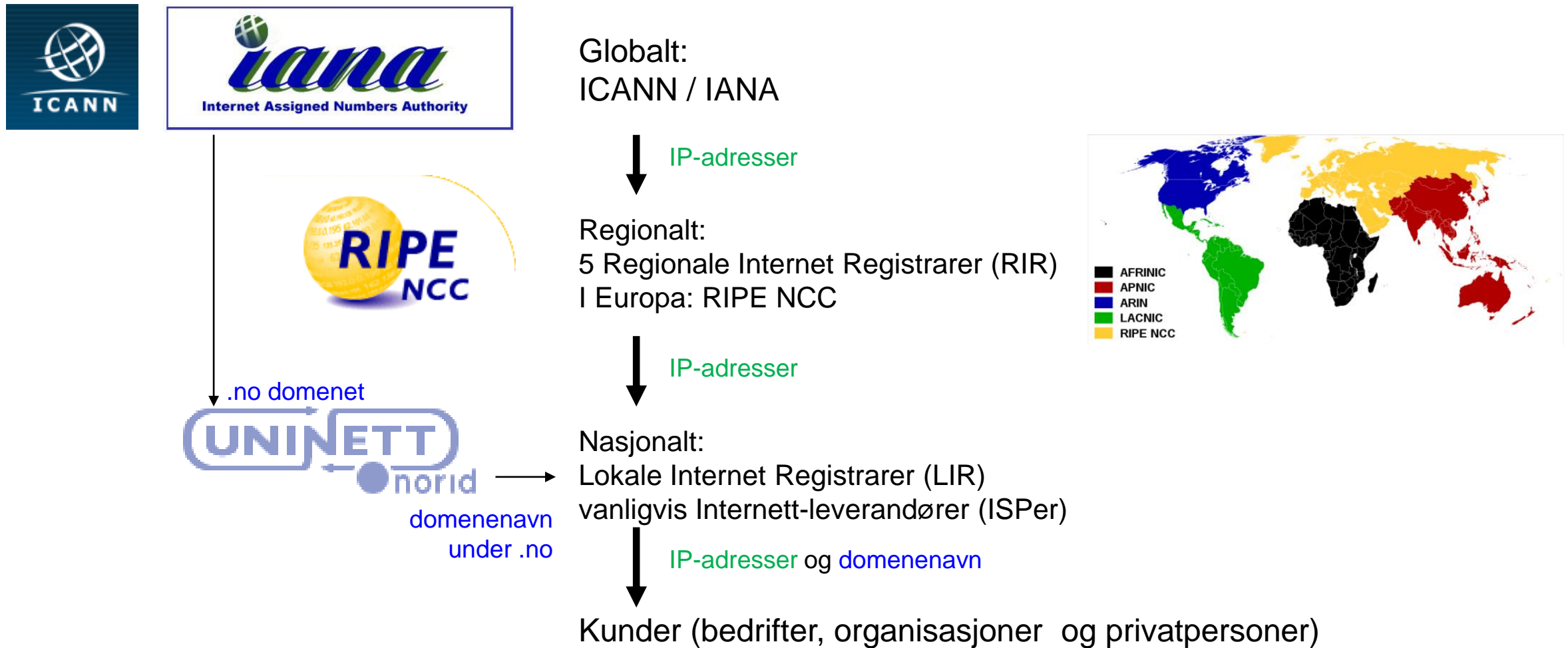
- Angir adressen til **IP-nettet** (ikke noen enkelt maskin)
- Alle bit nodeadressen er 0, dvs. den **laveste** nodeadressen i IP-nettet
- I det virtuelle labnettet: 192.168.52.**0**

- **IP-kringkastingsadresse**

- Brukes for å adressere pakker til **alle** maskiner i IP-nettet
- Alle bit i nodeadressen er 1, dvs. den **høyeste** nodeadresse i IP nettet
- I det virtuelle labnettet: 192.168.52.**255**

# Administrasjon og tildeling av offentlige (offisielle) IP-adresser

Offentlige (offisielle) IP-adresser kan bare brukes av den som har fått tildelt adressen!



# Administrasjon og tildeling av offentlige (offisielle) IP-adresser

- **IP-adresser og domenenavn i Internett administreres av organisasjoner på flere nivåer**
  - Globalt: Internet Assigned Numbers Authority (IANA) Se: <http://www.iana.org/>
  - 5 Regionale Internett Registratorer (RIR) i hver verdensregion
    - » I Europa: RIPE NCC Se: <http://www.ripe.net/>
- **IP-nettverk og adresseområder tildeles etter søknad**
  - Størrelsen på IP-nettet tilpasses søkerens behov
  - Enkelte leverandører kan få store nett som deles opp og tildeles deres kunder
- **I Norge:**
  - UNINETT - NORID (<http://www.norid.no/>) administrerer .no domenet
    - » Tildeler domenenavn (men ikke IP-adresser) i Norge
    - » Tildeling av IP-adresser er nå overlatt til RIPE NCC på Europeisk nivå
  - Lokale Internett Registrarer (LIR)
    - » Bedrifter / organisasjoner som kan tildele IP-adresser lokalt innen et land
    - » Vanligvis medlem av RIPE NCC, og må søke RIPE om adresser
    - » Ca. 400 registrarer i Norge. Se liste på <http://www.norid.no>

**Problem:** Den siste offentlige (offisielle) IPv4 adresse ble delt ut fra IANA 3.2.2011 !

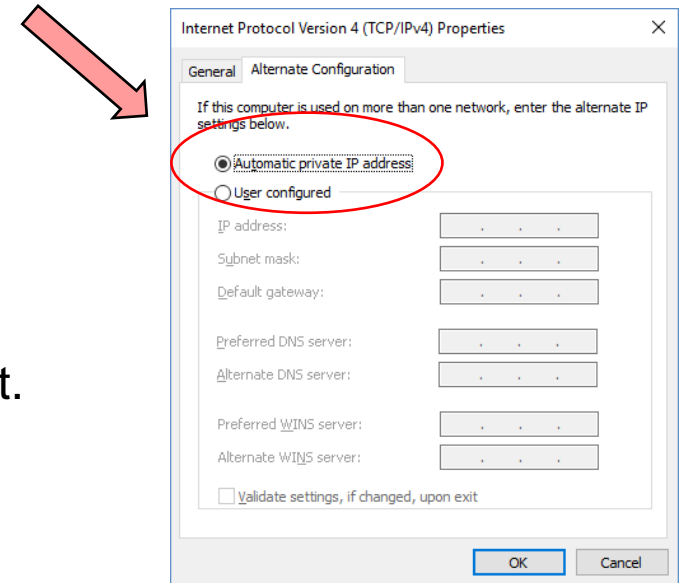
**Løsning:** Private IP-adresser og IP versjon 6 (se senere foiler)



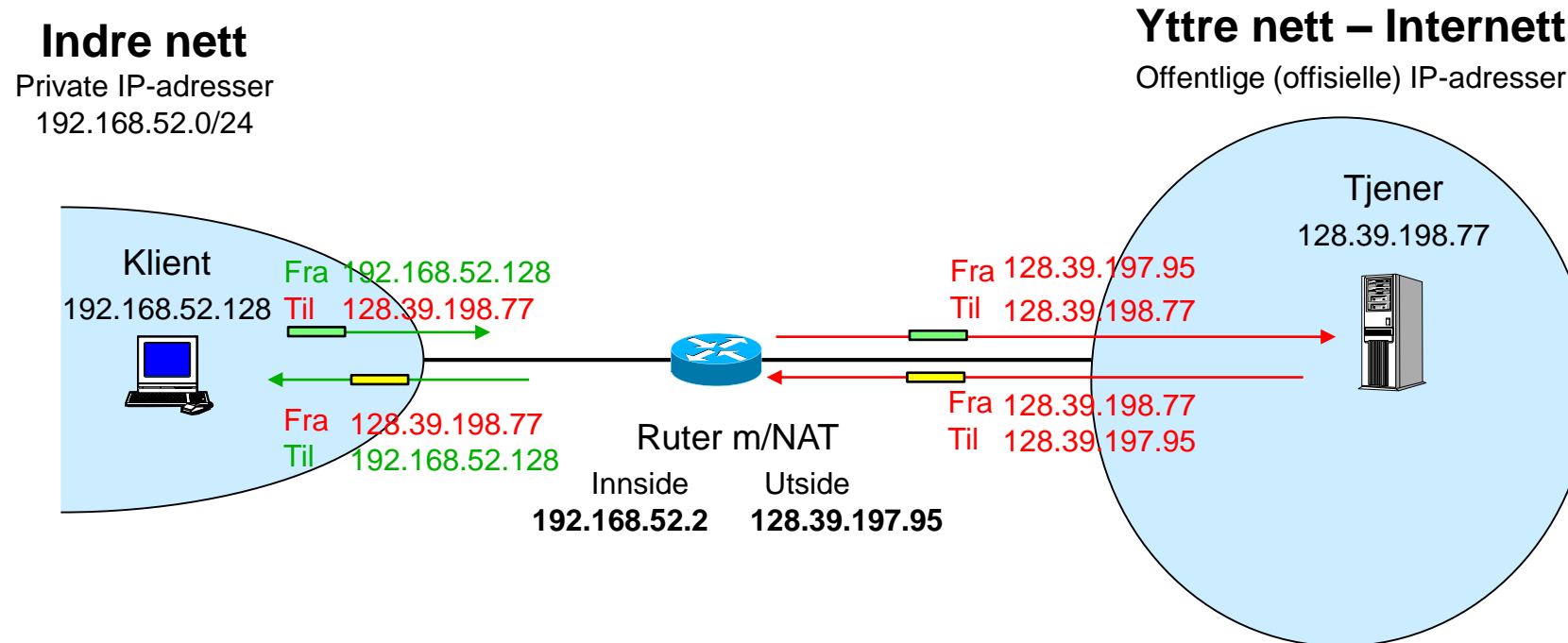
# Private IP-adresser (repetisjon)

Reserverte adresseområder	Nettverk	Kommentar
10.0.0.0 - 10.255.255.255	10.0.0.0/8	2 <sup>24</sup> adresser
172.16.0.0 - 172.31.255.255	172.16.0.0/12	2 <sup>20</sup> adresser
192.168.0.0 - 192.168.255.255	192.168.0.0/16	2 <sup>16</sup> adresser
169.254.0.0 - 169.254.255.255	169.254.0.0/16	(Automatisk privat IP-adr.)

- **Private IP-adresser skal ikke brukes på Internett**
  - Dvs. ikke på maskiner/nettkort som er knyttet direkte til Internett
  - Private IP-adresser videresendes ikke av rutere i Internett !
- **Beregnet for bruk i "lukkede" IP-nett**
  - IP-nett som er "gjemt" bak en ruter, og "usynlige" for Internett.
  - Ruteren gjør adresseoversetting (NAT) for pakkene rutes ut på Internett.
  - Private IP-nett er "usynlige" for hverandre – unngår adressekonflikt med like private adresser
  - Private IP-adresser kan brukes "fritt" av alle.
- **Hvorfor?**
  - "Sparer" offentlige (offisielle) adresser på maskiner som ikke har behov for det.
  - Har begrenset problemet med for få adresser i IP versjon 4



# Adresseoversetting – NAT (repetisjon)

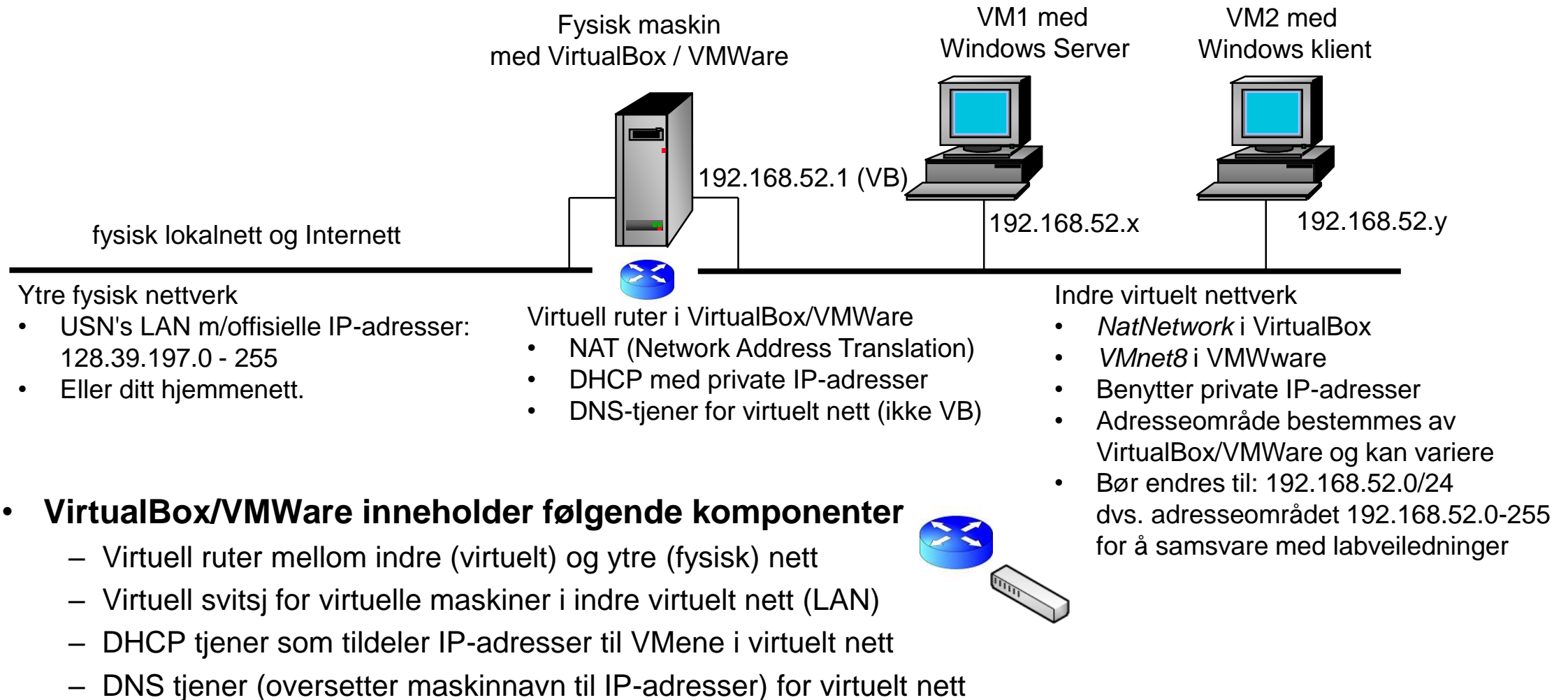


Figuren er modifisert fra Frode Sørensen:  
*Innføring i nettverk*, IDG Books Norge

## NAT = Network Address Translation

- Ruter med NAT oversetter private adresser til sin offentlige (offisielle) IP-adresse
- Bare ruterens offentlige (offisielle) IP-adresse er "synlig" på Internett.

# Virtuelt nettverk i VirtualBox / VMWare Player (repetisjon)





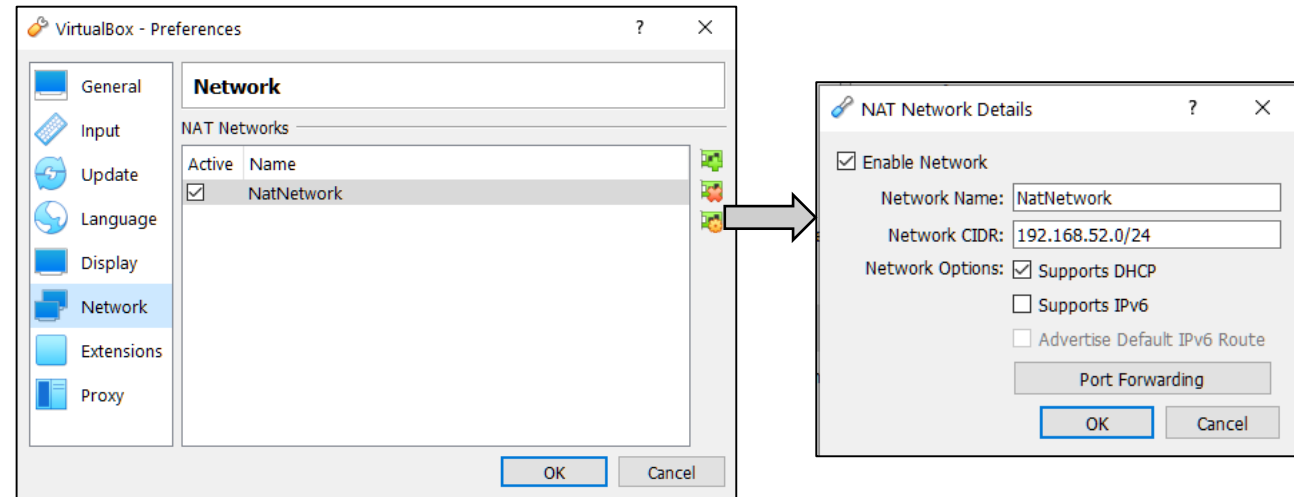
# Nettverk og NAT Settings i Oracle VirtualBox (repetisjon)

## 1. Menyvalg File → Preferences...

- Network
- NAT Networks

## 2. Legg til nytt NAT Network:

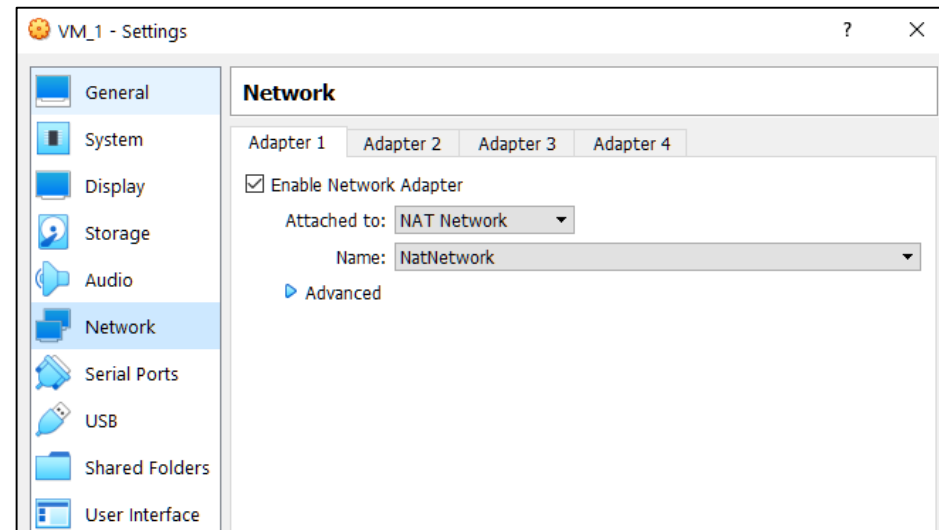
- Default IP-nett er 10.0.2.0/24
- Endre til 192.168.52.0/24 for å samsvare med kommende labveiledninger



## 3. For begge VMene

- Velg **Settings** og **Network**
- Koble *Adapter 1* til det nye **NAT Network**

## 4. Husk å oppdatere IP-adresse i Windows på VMene !





vmnetcfg.exe

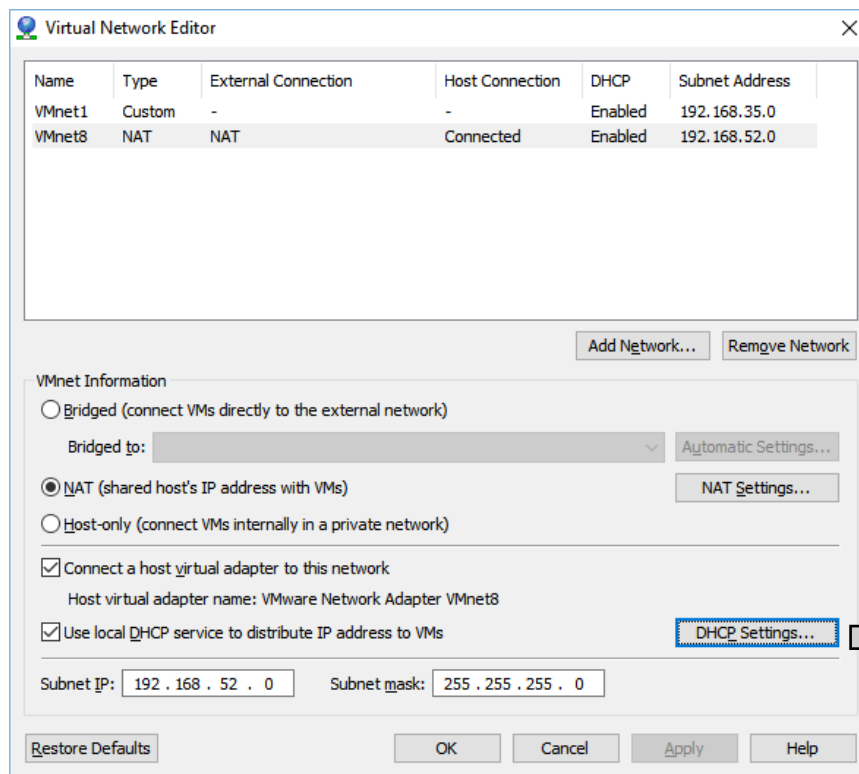
Følger med VMWare Workstation og Fusion, men ikke Player!

Installert på HiTs lab. Kan lastes ned fra Fronter.

Nyttig for å se på eller endre nettverks-konfigurasjon i det virtuelle nettet

Må kjøres som administrator på fysisk maskin for å kunne endre.

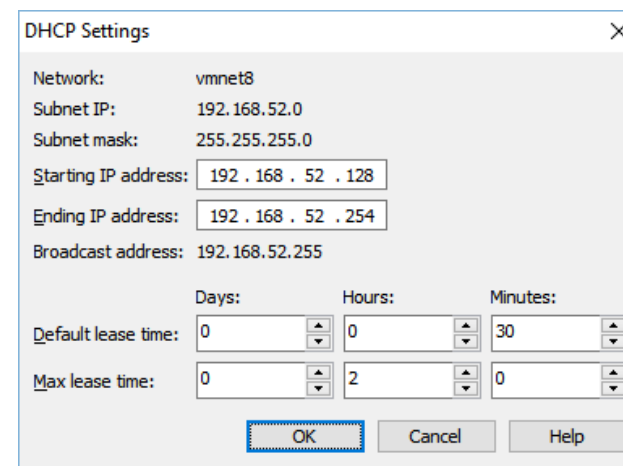
# Nettverk og NAT konfigurering med VMWare Virtual Network Editor (repetisjon)



## DHCP settings

Bestemmer hvilke IP-adresser DHCP tjeneren skal dele ut i virtuelt nett

- Start IP address
- End IP address



## Tre virtuelle nett som default

- **VMNet0 Bridget (broet):** Virtuell maskin tilhører samme IP-nett som fysisk maskin
- **VMNet1 Host-only:** Virtuell maskin tilhører et lukket privat IP-nett uten NAT / ruter
- **VMNet8 NAT:** Virtuell maskin tilhører privat IP-nett med NAT / ruter i VMWare

Ingen Internett-tilgang

Bruk dette !

## Subnet IP & Subnet mask:

- Bestemmer IP-adresse og nettmaske for det indre virtuelle nettet, dvs. for de virtuelle maskinene



vmnetcfg.exe

# Nettverk og NAT konfigurering med VMWare Virtual Network Editor (repetisjon)

NAT Settings

Network: vmnet8  
Subnet IP: 192.168.52.0  
Subnet mask: 255.255.255.0  
Gateway IP: 192.168.52.2

Host Port	Type	Virtual Machine IP Address	Description
-----------	------	----------------------------	-------------

Advanced

Allow active FTP  
 Allow any Organizational Unique Identifier  
UDP timeout (in seconds): 30  
Config port: 0

DNS Settings...

Domain Name Server (DNS)

Auto detect available DNS servers  
Policy: Order  
Timeout (sec): 2  
Retries: 3

DNS Servers

Preferred DNS server: 192.168.52.10  
Alternate DNS server 1: 192.168.52.2  
Alternate DNS server 2: 128.39.198.39

OK Cancel Help

- VMWare fungerer som ruter med adresseoversetting (NAT)
- Du kan konfigurere:
  - IP-adresse for default ruter (gateway)
  - IP-adresse til DNS-tjenere

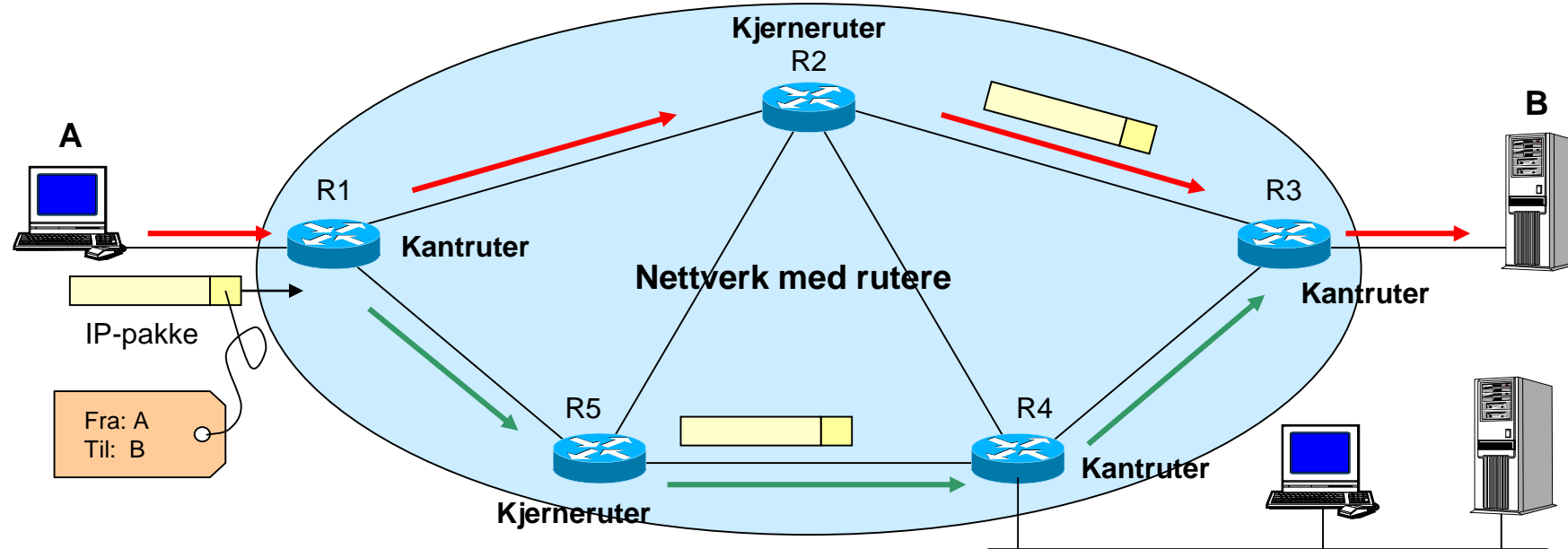
DHCP tjeneren i VMWare vil dele ut disse sammen med IP-adresse til virtuelle maskiner

# Rutere

- **Datamaskin med**
  - Minst to nettverkskort (interface) - koblet til hvert sitt IP-nett
  - IP-protokoll installert, men ikke høyere lags protokoller
- **Ruterens oppgaver**
  - Mottar IP-pakker og tolker felt i IP-hodet
  - Bestemmer hvilket nett pakken skal sendes ut på
  - Videre sender pakken til neste ruter, eller endelig mottaker
- **Flere typer rutere**
  - Små "hjemmerutere"
  - Store kjernenettrutere i Internett
  - "Kanrutere" – kobler lokalnett til internett
  - "Vanlige" PC'er kan konfigureres som rutere
    - » Windows og Linux



# Ruting (Routing)

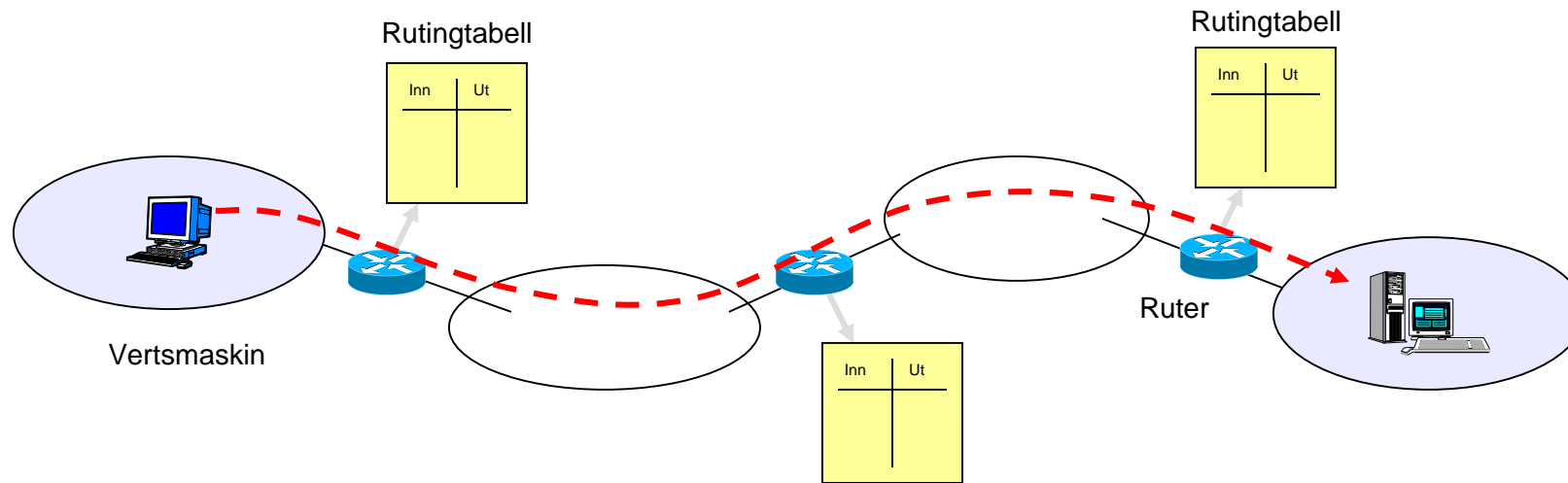


Figuren er hentet fra Frode Sørensen: *Innføring i nettverk*, IDG Books Norge

- **Rutere finnes beste vei gjennom nettet fram til mottaker**
  - Beste = raskeste, billigste, sikreste .....
  - Beste vei kan endre seg over tid – linjer kan endres eller gå ned
  - Rutere må kunne takle slike endringer
- **Hver IP pakke behandles (routes og videresendes) uavhengig av andre**



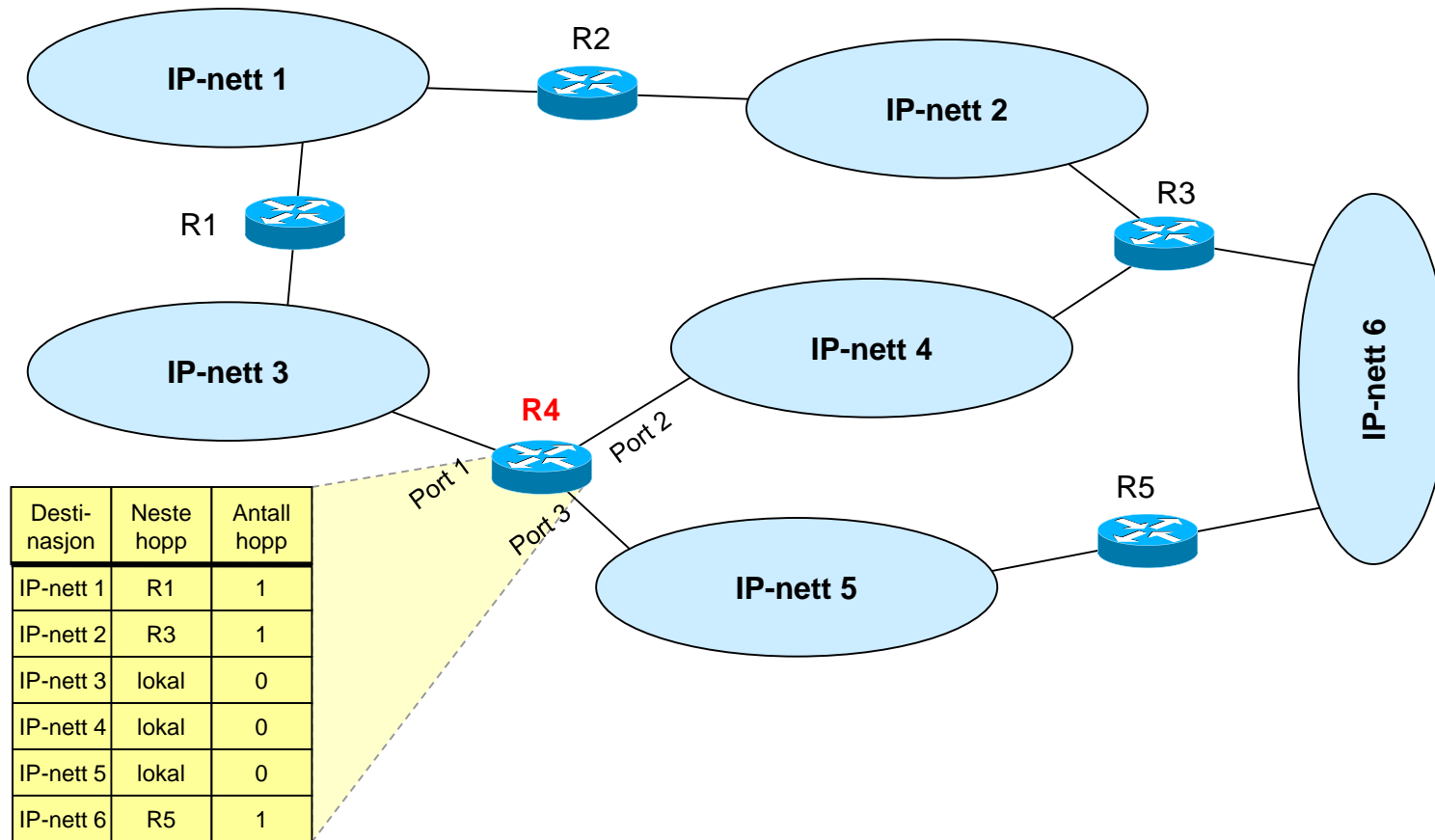
# Videresending (Forwarding)



Figuren er hentet fra Frode Sørensen: *Innføring i nettverk*, IDG Books Norge

**Ruting og videresending er "to sider av samme sak"**

# Rutingtabell



Figuren er hentet fra Frode Sørensen: *Innføring i nettverk*, IDG Books Norge

# Rutingtabell

- **Sending fra avsender**

- A. Hvis mottakeradressen er i samme nett sendes IP pakken direkte dit
- B. Hvis ikke, sendes IP pakken til "standard gateway" (default ruter)

- **Behandling i ruter**

- A. Ruter leter etter mottakeradresse i rutingtabellen

- » Dersom mottaker finnes i tabellen sendes pakken til den tilhørende ruteradressen (next-hop router), eller direkte til mottaker hvis hopp = 0

- B. Hvis ikke, leter rutereren etter nettdelen av mottakeradressen i tabellen

- » Dersom den finnes, sendes pakken til den tilhørende ruteradressen (next-hop router), eller direkte til mottaker hvis hopp = 0

- C. Hvis ikke A eller B, sendes pakken til rutereren merket "default" i tabellen

- » Alle pakker med "ukjent" mottaker sendes dit
- » Antar at dette er "vegen ut" til alle andre (ukjente) nett

# Rutingtabell i Windows

Alle maskiner som bruker IP-protokollen har en rutingtabell.

Eksempel: Vise rutingtabellen på Windows Server:

```
C:\Users\Administrator>route print
IPv4 Route Table
=====
Active Routes:
Network Destination        Netmask          Gateway          Interface        Metric
1) 0.0.0.0                  0.0.0.0          192.168.52.2     192.168.52.10    266
2) 127.0.0.0                255.0.0.0        On-link          127.0.0.1        306
3) 127.0.0.1                255.255.255.255  On-link          127.0.0.1        306
4) 127.255.255.255          255.255.255.255  On-link          127.0.0.1        306
5) 192.168.52.0             255.255.255.0    On-link          192.168.52.10    266
6) 192.168.52.10           255.255.255.255  On-link          192.168.52.10    266
7) 192.168.52.255          255.255.255.255  On-link          192.168.52.10    266
8) 224.0.0.0                240.0.0.0        On-link          127.0.0.1        306
8) 224.0.0.0                240.0.0.0        On-link          192.168.52.10    266
9) 255.255.255.255          255.255.255.255  On-link          127.0.0.1        306
9) 255.255.255.255          255.255.255.255  On-link          192.168.52.10    266
=====
Persistent Routes:
Network Address            Netmask  Gateway Address  Metric
1) 0.0.0.0                0.0.0.0   192.168.52.2    Default
=====
```

# Rutingtabell i Windows

## Innhold i hver kolonne:

- Network Destination      Adresse til ett av nettene/maskinene som maskinen kjenner til
- Netmask      Nettverksmaske for Network Destination
- Gateway      IP-adresse til ruter (maskinen) som pakker må sendes via for å nå Network Destination
- Interface      IP-adresse til det (lokale) nettverkskortet (interfacet) som pakken må sendes ut via
- Metric      Et tall som angir "kostnad" (tidsbruk) for å nå Network Destination via denne ruten

## Forklaring til hver rad i rutingtabellen:

- 1) **Default rute. Pakker med adresse som ikke matcher andre ruter sendes via default ruter på adressen 192.168.52.2**
- 2) Loop-back nett. Pakker til dette sendes ikke videre til lenkelaget men direkte via loop-back adressen (127.0.0.1)
- 3) Loop-back adresse som tilsvarer maskinnavnet *localhost*
- 4) Kringkastingsadresse for loop-back nettet. Pakker til dette sendes direkte via loop-back adressen (127.0.0.1)
- 5) **Maskinens eget IP-nett. Pakker adressert til maskiner i dette nettet sendes direkte til mottakermaskin, dvs. ikke via ruter**
- 6) Maskinens egen IP-adresse
- 7) **Kringkastingsadresse for eget IP-nett. Pakker adressert til denne sendes direkte ut via lenkelaget.**
- 8) Gruppeadresse (multicastadresse). Pakker til denne sendes ut via alle maskinens nettverkskort (127.0.0.1 og 192.168.52.10)
- 9) Global kringkastingsadresse. Sendes ut via alle maskinens nettverkskort (127.0.0.1 og 192.168.52.10)

# TCP/IP verktøy i Windows

- **ipconfig**
  - vise eller endre lokal TCP/IP konfigurasjon på maskinen
  - Eks: ipconfig /all – viser all konfigurasjonsinformasjon om alle nettkort
- **ping**
  - Sjekker om en maskin kan nås på nettet og er i stand til å svare
  - Eks: ping home.hit.no – ber om svar fra maskinen home.hit.no
- **route**
  - viser innholdet i maskinens lokale IP rutertabell
  - Eks: route PRINT – viser alt innhold i rutingtabellen
- **tracert**
  - sjekker og viser ruten fra lokal maskin til en angitt maskin
  - Eks: tracert home.hit.no – viser alle rutere på vegen fram til maskinen home.hit.no
- **pathping**
  - likner tracert, men viser også statistikk over pakketap (tar lengre tid)
  - Eks: pathping home.hit.no – viser alle rutere på vegen fram til maskinen [home.hit.no](http://home.hit.no)
- **netstat**
  - viser statistikk over etablerte TCP/IP forbindelser
  - Eks: netstat -a viser alle sockets som er i bruk på maskinen