

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://no.wikipedia.org/wiki/OSI-modellen>

<http://no.wikipedia.org/wiki/IP>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Routing>

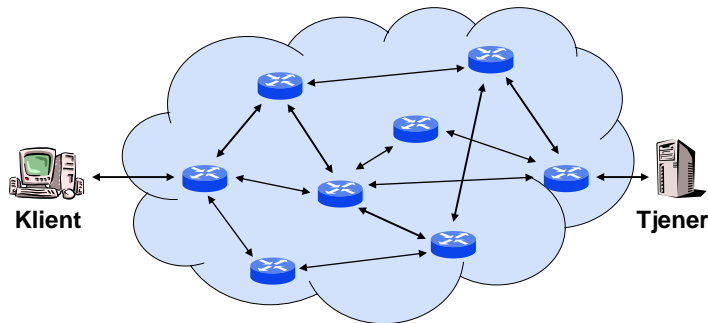
http://no.wikipedia.org/wiki/Network_Address_Translation

http://www.vmware.com/support/ws55/doc/ws_net_configurations_nat.html

http://en.wikipedia.org/wiki/Internet_Protocol

<http://no.wikipedia.org/wiki/IP-adresse>

Klient-tjener prinsippet (repetisjon)

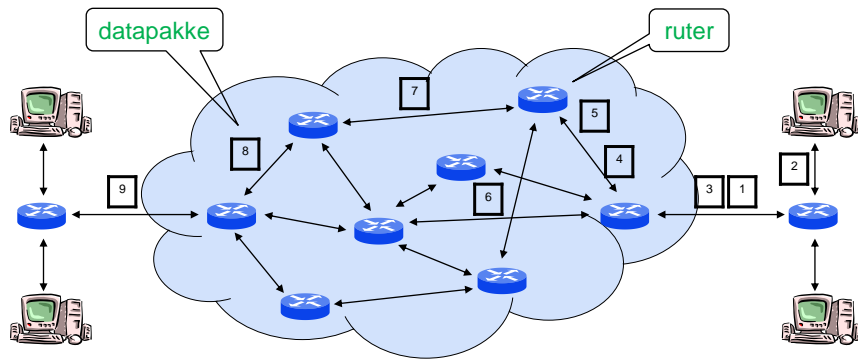


© Bjørn Klefstad: Innføring i datakommunikasjon

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**

6105 Windows Server og datanett

© Jon Kvisli, USN

Nettverkslaget IP - 5

5

Lagdelte modeller for datakommunikasjon

OSI modellen

Applikasjon
Presentasjon
Sesjon
Transport
Nettverk
Lenke
Fysisk

Forenklet OSI

Applikasjon
Transport
Nettverk
Lenke
Fysisk

TCP/IP modellen

Applikasjons/ protokoller
Transport
Nettverk
Nettverks- grensesnitt

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

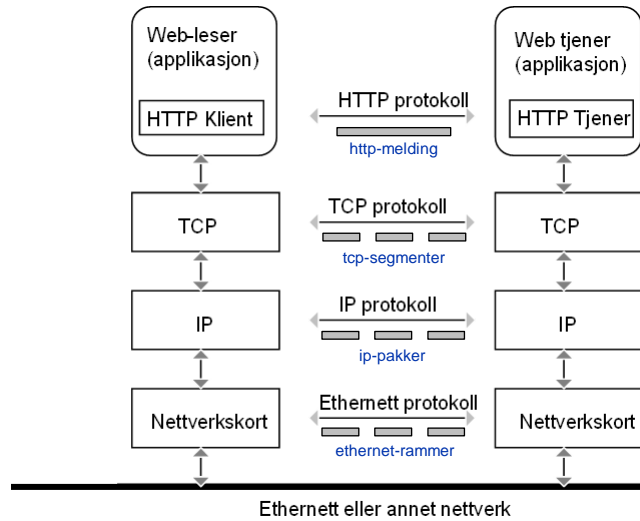
6105 Windows Server og datanett

© Jon Kvisli, USN

Nettverkslaget IP - 6

6

Samarbeid og arbeidsdeling mellom lagene



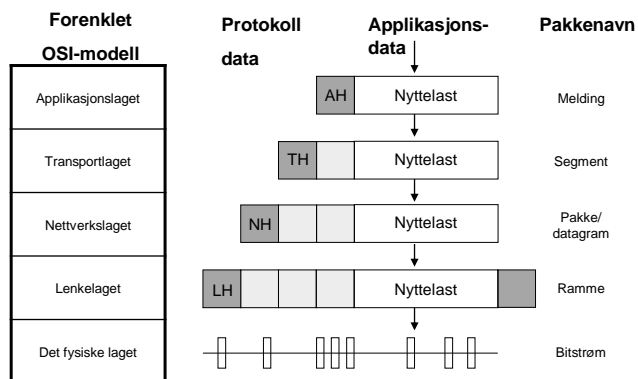
6105 Windows Server og datanett

© Jon Kvisli, USN

Nettverkslaget IP - 7

7

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.

6105 Windows Server og datanett

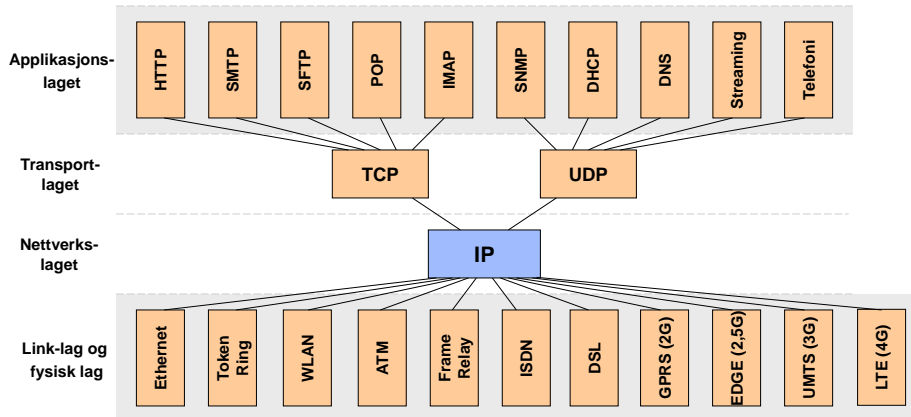
© Jon Kvisli, USN

Nettverkslaget IP - 8

8

Nettverkslaget og IP

I Internett brukes IP-protokollen på nettverkslaget



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

6105 Windows Server og datanett

© Jon Kvisli, USN

Nettverkslaget IP - 9

9

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

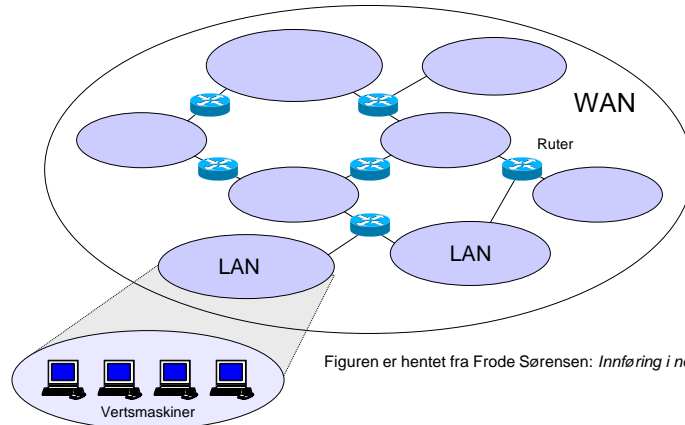
6105 Windows Server og datanett

© Jon Kvisli, USN

Nettverkslaget IP - 10

10

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)

6105 Windows Server og datanett

© Jon Kvisli, USN

Nettverkslaget IP - 11

11

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 ulike 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

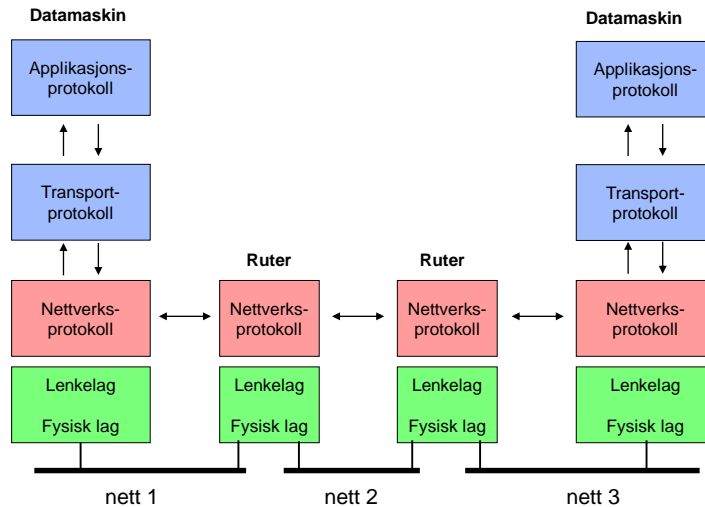
6105 Windows Server og datanett

© Jon Kvisli, USN

Nettverkslaget IP - 12

12

Hvor finner vi IP?



6105 Windows Server og datanett

© Jon Kvisli, USN

Innføring i datakommunikasjon

Nettverkslaget IP - 13

13

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 ruterene 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

6105 Windows Server og datanett

© Jon Kvisli, USN

Nettverkslaget IP - 14

14

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)

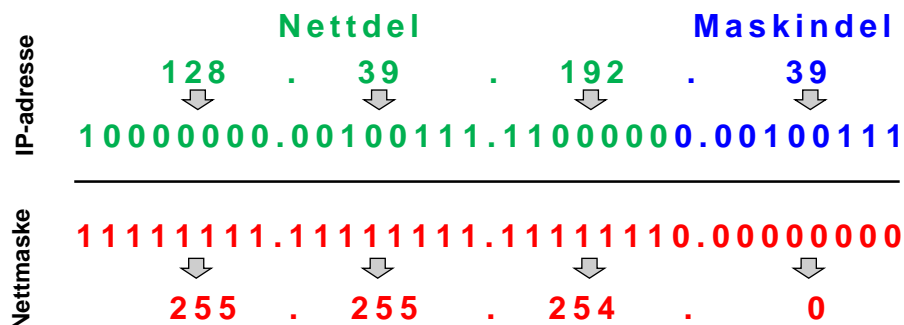
Nettverksmaske (repetisjon)

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

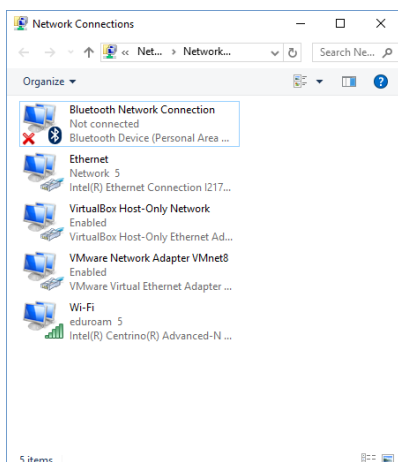
Class	Leading bits	Size of network number bit field	Size of rest bit field	Number of networks	Addresses per network
Class A	0	8	24	128 (2^7)	16.777.216 (2^{24})
Class B	10	16	16	16.384 (2^{14})	65.536 (2^{16})
Class C	110	24	8	2.097.152 (2^{21})	256 (2^8)

Se: https://en.wikipedia.org/wiki/Classful_network

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

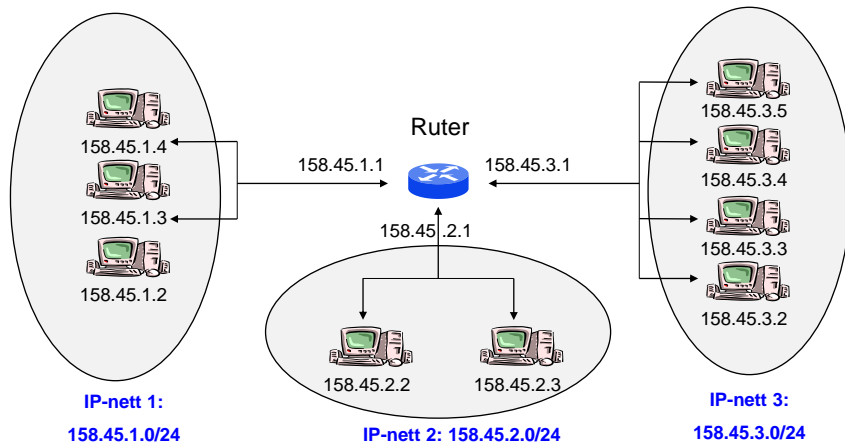


```
C:\WINDOWS\system32>ipconfig
Windows IP Configuration

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

6105 Windows Server og datanett

© Jon Kvisli, USN

Nettverkslaget IP - 19

19

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 til 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

6105 Windows Server og datanett

© Jon Kvisli, USN

Nettverkslaget IP - 20

20

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 ²⁴

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!



23

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)

6105 Windows Server og datanett

© Jon Kvisli, USN

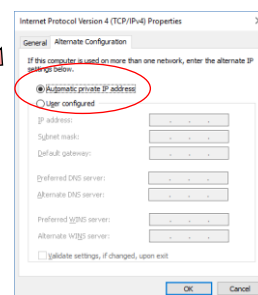
Nettverkslaget IP - 24

24

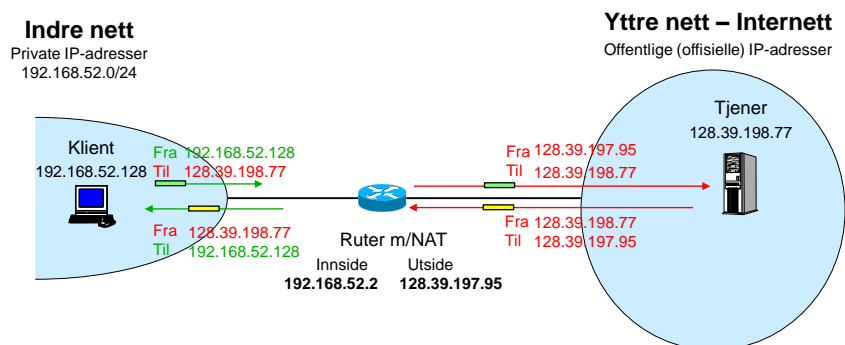
Private IP-adresser (repetisjon)

Reserverte adresseområder	Nettverk	Kommentar
10.0.0.0 - 10.255.255.255	10.0.0.0/8	2 ²⁴ adresser
172.16.0.0 - 172.31.255.255	172.16.0.0/12	2 ²⁰ adresser
192.168.0.0 - 192.168.255.255	192.168.0.0/16	2 ¹⁶ 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)

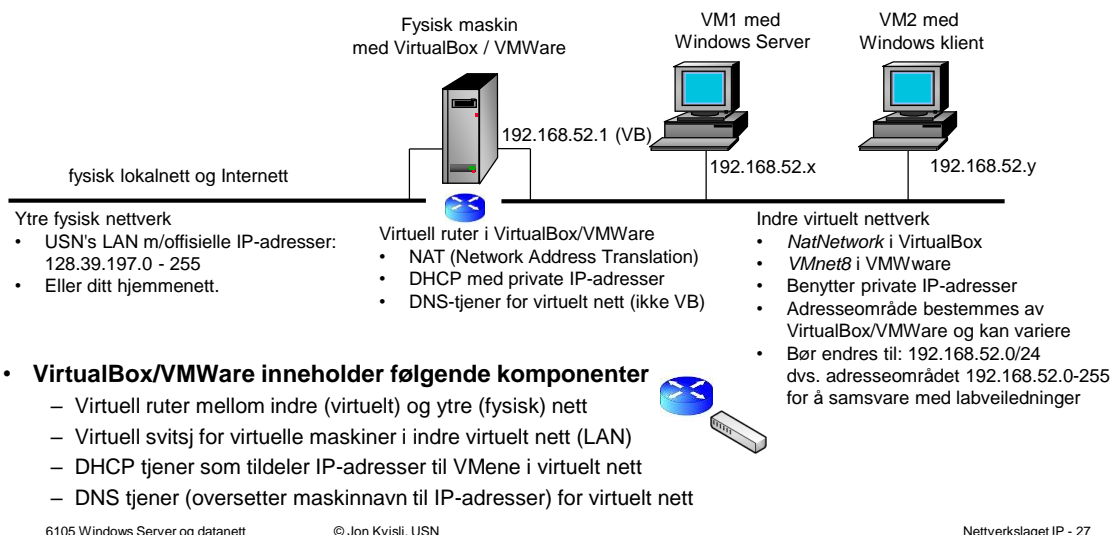


NAT = Network Address Translation

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

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

Virtuelt nettverk i VirtualBox / VMWare Player (repetisjon)



27

Nettverk og NAT Settings i Oracle VirtualBox (repetisjon)

1. Menyvalg File → Preferences...

- Network
- NAT Networks

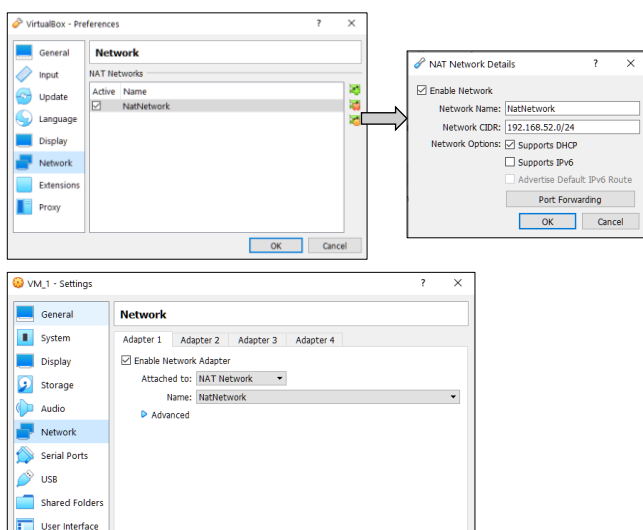
2. Legg til nytt NAT Network:

- 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 !



6105 Windows Server og datanett

© Jon Kvisli, USN

Nettverkslaget IP - 28

28



vmnetcfg.exe

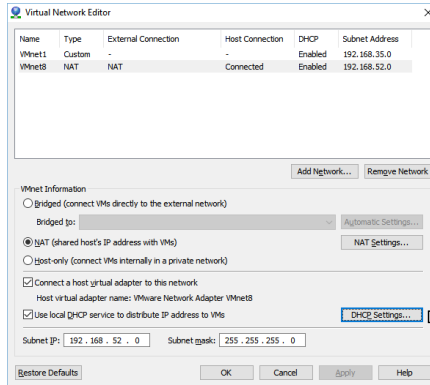
Følger med VMWare Workstation og Fusion, men ikke Player!

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.

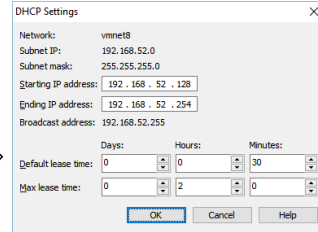
Nettverk og NAT konfigurering med VMWare Virtual Network Editor (repetisjon)



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 nettmasker for det indre virtuelle nettet, dvs. for de virtuelle maskinene

6105 Windows Server og datanett

© Jon Kvisli, USN

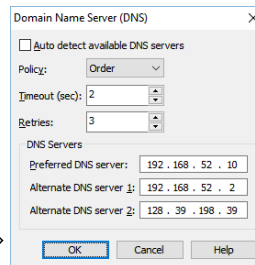
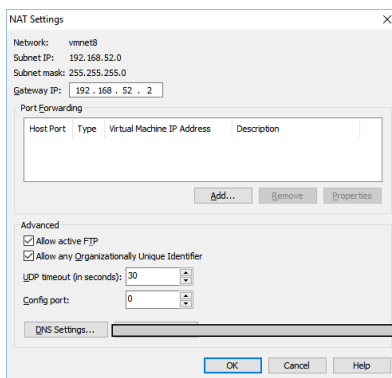
Nettverkslaget IP - 29

29



vmnetcfg.exe

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



- **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

6105 Windows Server og datanett

© Jon Kvisli, USN

Nettverkslaget IP - 30

30

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
 - Videresender 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



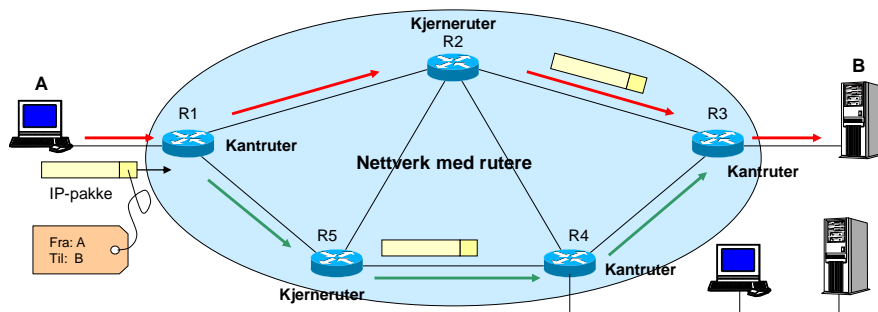
6105 Windows Server og datanett

© Jon Kvisli, USN

Nettverkslaget IP - 31

31

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 (rutes og videresendes) uavhengig av andre**

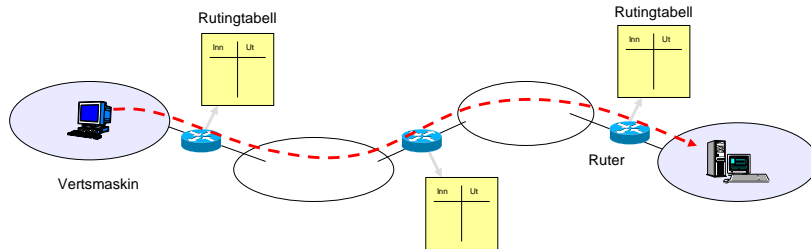
6105 Windows Server og datanett

© Jon Kvisli, USN

Nettverkslaget IP - 32

32

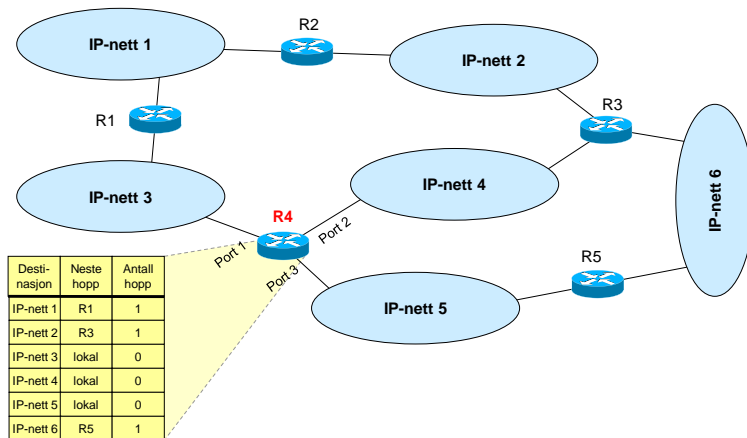
Videresending (Forwarding)



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 ruter), eller direkte til mottaker hvis hopp = 0
- B. Hvis ikke, leter ruter en etter nettdelen av mottakeradressen i tabellen
 - » Dersom den finnes, sendes pakken til den tilhørende ruteradressen (next-hop ruter), eller direkte til mottaker hvis hopp = 0
- C. Hvis ikke A eller B, sendes pakken til ruter en 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 ruterer (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 veien fram til maskinen `home.hit.no`
- **pathping**
 - likner `tracert`, men viser også statistikk over pakkeap (tar lengre tid)
 - Eks: `pathping home.hit.no` – viser alle rutere på veien fram til maskinen `home.hit.no`
- **netstat**
 - viser statistikk over etablerte TCP/IP forbindelser
 - Eks: `netstat -a` viser alle sockets som er i bruk på maskinen