HOUSE OF TECHNOLOGY

en del af mercantec

# Data kommunikation

Lkaa 2012

# Indholdsfortegnelse:


| Emne: | Side: |
|---|---|
| Repetition | 2 |
| TCP/IP's udvikling | 11 |
| IP og klasseopdelingen | 29 |
| IP og routingen | 38 |
| DNS introduktion | 50 |
| DHCP introduktion | 63 |
| OSI referencemodellen | 66 |
| NetBIOS, deling på net | 72 |
| Netværkstopologi | 79 |
| LAN transmissionsteknik | 89 |
| Ethernet | 98 |
| ARP protokollen | 105 |
| Hub og lag 2 Switch | 108 |

| Emne: | Side: |
|---|---|
| IPv4 protokollen | 113 |
| Routere og lag 3 Switch | 117 |
| Wireless LAN | 121 |
| Subnetting på IPv4 | 134 |
| Routingsteknik | 140 |
| WAN teknologi | 150 |
| TCP og UDP protokollerne | 157 |
| SOHO routere & NAT/PAT | 164 |
| Applikationslagsprotokoller | 169 |
| TCP port forwarding | 171 |
| Firewalls | 173 |
| IP Telefoni | 176 |
| Større net: STP & VLAN | 183 |

# Lidt om Bits & Bytes

HOUSE OF TECHNOLOGY
– en del af mercantec

En hurtig genopfriskning af:

- Talsystemer…
- Bits, bytes, kilobytes …
- Megahertz, bps, Bps ...
- ASC-II tegnsættet

–hvor det bruges, samt Codepages og Unicode

# Binære og hexadecimale talsystemer

- Har du prøvet en lignende fejl:
  - Der er sket en hukommelses-overskridelse på adresse 10A7:9CBA76F3
- Det er den Hexadecimale repræsentation

| Binær | | | | decimal | Hexa-decimal |
|---|---|---|---|---|---|
| D | C | B | A | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 2 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 4 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 5 | 5 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 6 | 6 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 7 | 7 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 8 | 8 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 9 | 9 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 10 | A |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 11 | B |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 12 | C |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 13 | D |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 14 | E |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 15 | F |

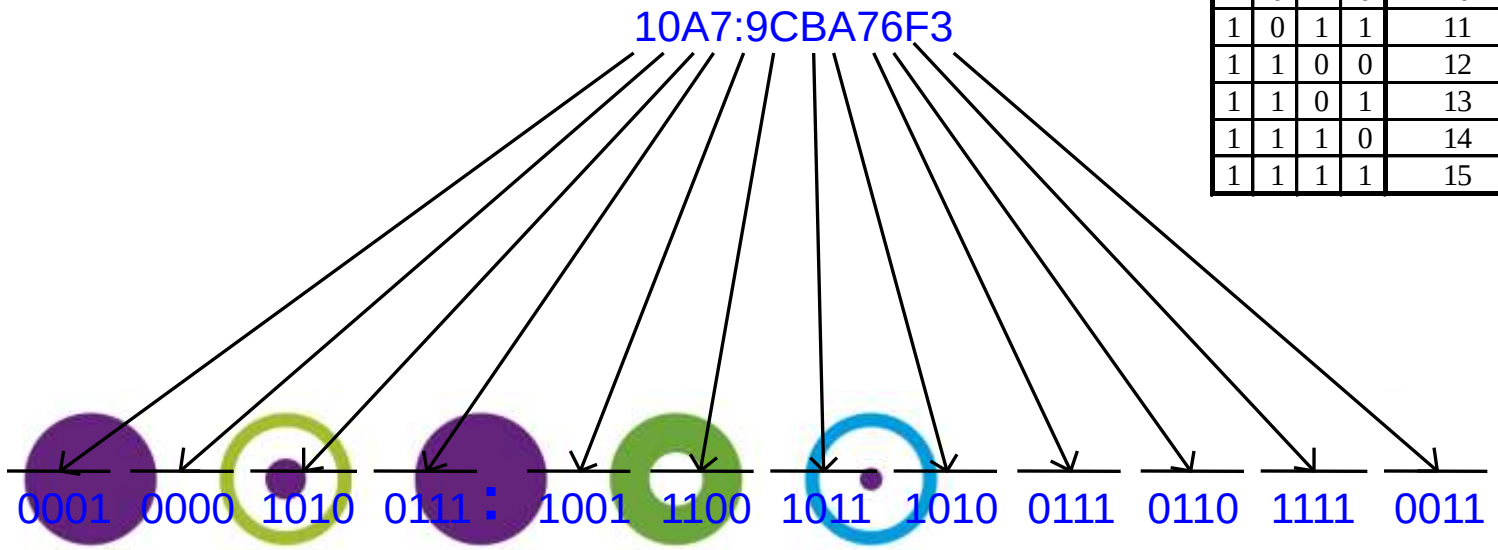
# Binære og hexadecimale talsystemer

HOUSE OF TECHNOLOGY
- en del af mercantec

Et eksempel:

- Fra hexadecimal til binær

| Binær | | | | decimal | Hexa-decimal |
|---|---|---|---|---|---|
| D | C | B | A | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 2 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 4 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 5 | 5 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 6 | 6 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 7 | 7 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 8 | 8 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 9 | 9 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 10 | A |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 11 | B |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 12 | C |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 13 | D |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 14 | E |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 15 | F |



# Notationsformer

- Binær (2-tals talsystem)
  - $10011101_2$ = 10011101B (B for Binær)
- Decimal (10-tals talsystem)
  - $157 = 157_{10}$
- Hexadecimal (16-tals talsystem)
  - $9D_{16}$ = 9DH = 0x9D

# Lagerkapacitet - Bits og Bytes

En Byte er 8 bit

–For eksempel 1010 1101

Lagerkapacitet (datamængder) måles typisk i Bytes:

- 1 KiloByte = 1.024 bytes = $2^{10}$ bytes
- 1 MegaByte = 1.048.576 bytes = $2^{20}$ bytes
- 1 GigaByte = 1.073.741.824 bytes = $2^{30}$ bytes
- 1 TeraByte = 1.099.511.627.776 bytes = $2^{40}$ bytes
- 1 PetaByte = 1.125.899.906.842.624 bytes = $2^{50}$ bytes

# Transmissionshastighed

- På en seriel data-linie omtaler man transmissionshastigheden som Baud-rate eller 'bits per sekund', forkortet 'bps'
  - 10 Mbps = 10 Mega bits per sekund
  - (10 mbps = 10 milli bits per sekund ???)
- Som eksempel på en seriel datatransmission kan nævnes standarden Ethernet, 10 Mbps, hvor der flyttes 10.000.000 bits per sekund på selve kablet.

# Overførselshastighed

- Ved flytning af et antal bytes, f.eks. flytning af et Word-dokument mellem 2 harddiske via IDE-bussen, taler man om overførselshastighed eller 'bytes per sekund'.
- 10 MBps = 10 MegaBytes per sekund

# Bemærk: Hastighedsforskel!

Der er forskel på transmissionshastigheden og overførselshastigheden mellem systemer.

Lad os tage et praktisk eksempel:

- Når man flytter f.eks. 100 MB data mellem 2 PC'er via netværk og gør det på et ældre Ethernet-netværk, så er transmissionshastigheden, dvs. antal bits per sekund, fastlagt til 10 Mbps af den gældende standard.
- Men hvad bliver overførselshastigheden, dvs. antal bytes per sekund - teoretisk set - når man flytter de 100 MB data ???

# Bemærk: Hastighedsforskel!

HOUSE OF TECHNOLOGY
– en del af mercantec

For at regne overførselshastigheden ud gøres følgende:

- Beregn først antal bytes der skal flyttes i alt:
  - 100 MB * 1.048.576 Bytes per Mega = 104.857.600 Bytes
- Beregn så antal databits der skal flyttes i alt:
  - 104.857.600 Bytes * 8 bits per Byte = 838.860.800 bits
- Beregn overførselstiden ved at dividere med 10 Mbps
  - 838.860.800 bits / 10.000.000 bps ≅ 84 sekunder
- Beregn antal MBps ved at dividere 100 MB med tiden
  - 100 MB / 84 sekunder ≅ 1,2 MB/s

# Bemærk: Hastighedsforskel!

Resultatet af vores udregninger skulle gerne blive:

- Det tager teoretisk set godt 1½ minut (ca. 84 sekunder) at få overført de 100 MB data via et 10 Mbps netværk.
- Den teoretiske overførselshastighed mellem de 2 PC'er er på ca. 1,2 MBps

Hvilke andre faktorer, som vi ikke har taget hensyn til i dette eksempel, har betydning for overførselshastigheden?

Går det så hurtigere eller langsommere i virkeligheden?

# Morse alfabetet

- et 'digitalt' tegnsæt!

| K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| - . - | . - . . | - - | - . | - - - | . - - . | - - . - | . - . | . . . | - |
| U | V | w | X | Y | Z | Æ | Ø | Å | |
| . . - | . . . - | . - - | - . . - | - . - - | - - . . | . - . - | - - - . | . - - . - | |
| ñ | Ü | CH | | | | | | | |
| - - . - - | . . - - | - - - - - | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| .---- | ..--- | ...-- | ....- | ..... | -.... | --... | ---.. | ----. | ----- |
| . | , | : | >< | ? | ´ | - | okey | | |
| .-.-.- | --..-- | ---... | .-.-. | ..--.. | .----. | -....- | ...-. | | |

# ASC-II tegnsættet

HOUSE OF TECHNOLOGY
- en del af mercantec

- American Standard Code for Information Interchange

Tips: Se jeres bilag!

| DEC | HEX | OKT | ASC-II TEGN | DEC | HEX | OKT | ASC-II TEGN | DEC | HEX | OKT | ASC-II TEGN | DEC | HEX | OKT | ASC-II TEGN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | NULL | 32 | 20 | 40 | SPACE | 64 | 40 | 100 | @ | 96 | 60 | 140 | ` |
| 1 | 1 | 1 | SOH | 33 | 21 | 41 | ! | 65 | 41 | 101 | A | 97 | 61 | 141 | a |
| 2 | 2 | 2 | STX | 34 | 22 | 42 | " | 66 | 42 | 102 | B | 98 | 62 | 142 | b |
| 3 | 3 | 3 | ETX | 35 | 23 | 43 | # | 67 | 43 | 103 | C | 99 | 63 | 143 | c |
| 4 | 4 | 4 | EOT | 36 | 24 | 44 | $ | 68 | 44 | 104 | D | 100 | 64 | 144 | d |
| 5 | 5 | 5 | ENQ | 37 | 25 | 45 | % | 69 | 45 | 105 | E | 101 | 65 | 145 | e |
| 6 | 6 | 6 | ACK | 38 | 26 | 46 | & | 70 | 46 | 106 | F | 102 | 66 | 146 | f |
| 7 | 7 | 7 | BELL | 39 | 27 | 47 | ´ | 71 | 47 | 107 | G | 103 | 67 | 147 | g |
| 8 | 8 | 10 | BS | 40 | 28 | 50 | ( | 72 | 48 | 110 | H | 104 | 68 | 150 | h |
| 9 | 9 | 11 | HT | 41 | 29 | 51 | ) | 73 | 49 | 111 | I | 105 | 69 | 151 | i |
| 10 | A | 12 | LF | 42 | 2A | 52 | * | 74 | 4A | 112 | J | 106 | 6A | 152 | j |
| 11 | B | 13 | VT | 43 | 2B | 53 | + | 75 | 4B | 113 | K | 107 | 6B | 153 | k |
| 12 | C | 14 | FF | 44 | 2C | 54 | , | 76 | 4C | 114 | L | 108 | 6C | 154 | l |
| 13 | D | 15 | CR | 45 | 2D | 55 | - | 77 | 4D | 115 | M | 109 | 6D | 155 | m |
| 14 | E | 16 | SO | 46 | 2E | 56 | . | 78 | 4E | 116 | N | 110 | 6E | 156 | n |
| 15 | F | 17 | SI | 47 | 2F | 57 | / | 79 | 4F | 117 | O | 111 | 6F | 157 | o |
| 16 | 10 | 20 | DLE | 48 | 30 | 60 | 0 | 80 | 50 | 120 | P | 112 | 70 | 160 | p |
| 17 | 11 | 21 | DC1/XON | 49 | 31 | 61 | 1 | 81 | 51 | 121 | Q | 113 | 71 | 161 | q |
| 18 | 12 | 22 | DC2 | 50 | 32 | 62 | 2 | 82 | 52 | 122 | R | 114 | 72 | 162 | r |
| 19 | 13 | 23 | DC3/XOFF | 51 | 33 | 63 | 3 | 83 | 53 | 123 | S | 115 | 73 | 163 | s |
| 20 | 14 | 24 | DC4 | 52 | 34 | 64 | 4 | 84 | 54 | 124 | T | 116 | 74 | 164 | t |
| 21 | 15 | 25 | NAK | 53 | 35 | 65 | 5 | 85 | 55 | 125 | U | 117 | 75 | 165 | u |
| 22 | 16 | 26 | SYN | 54 | 36 | 66 | 6 | 86 | 56 | 126 | V | 118 | 76 | 166 | v |
| 23 | 17 | 27 | ETB | 55 | 37 | 67 | 7 | 87 | 57 | 127 | W | 119 | 77 | 167 | w |
| 24 | 18 | 30 | CAN | 56 | 38 | 70 | 8 | 88 | 58 | 130 | X | 120 | 78 | 170 | x |
| 25 | 19 | 31 | EM | 57 | 39 | 71 | 9 | 89 | 59 | 131 | Y | 121 | 79 | 171 | y |
| 26 | 1A | 32 | SUB | 58 | 3A | 72 | : | 90 | 5A | 132 | Z | 122 | 7A | 172 | z |
| 27 | 1B | 33 | ESC | 59 | 3B | 73 | ; | 91 | 5B | 133 | [ | 123 | 7B | 173 | { |
| 28 | 1C | 34 | FS | 60 | 3C | 74 | < | 92 | 5C | 134 | \ | 124 | 7C | 174 | \| |
| 29 | 1D | 35 | GS | 61 | 3D | 75 | = | 93 | 5D | 135 | ] | 125 | 7D | 175 | } |
| 30 | 1E | 36 | RS | 62 | 3E | 76 | > | 94 | 5E | 136 | ^ | 126 | 7E | 176 | ~ |
| 31 | 1F | 37 | US | 63 | 3F | 77 | ? | 95 | 5F | 137 | _ | 127 | 7F | 177 | DELETE |

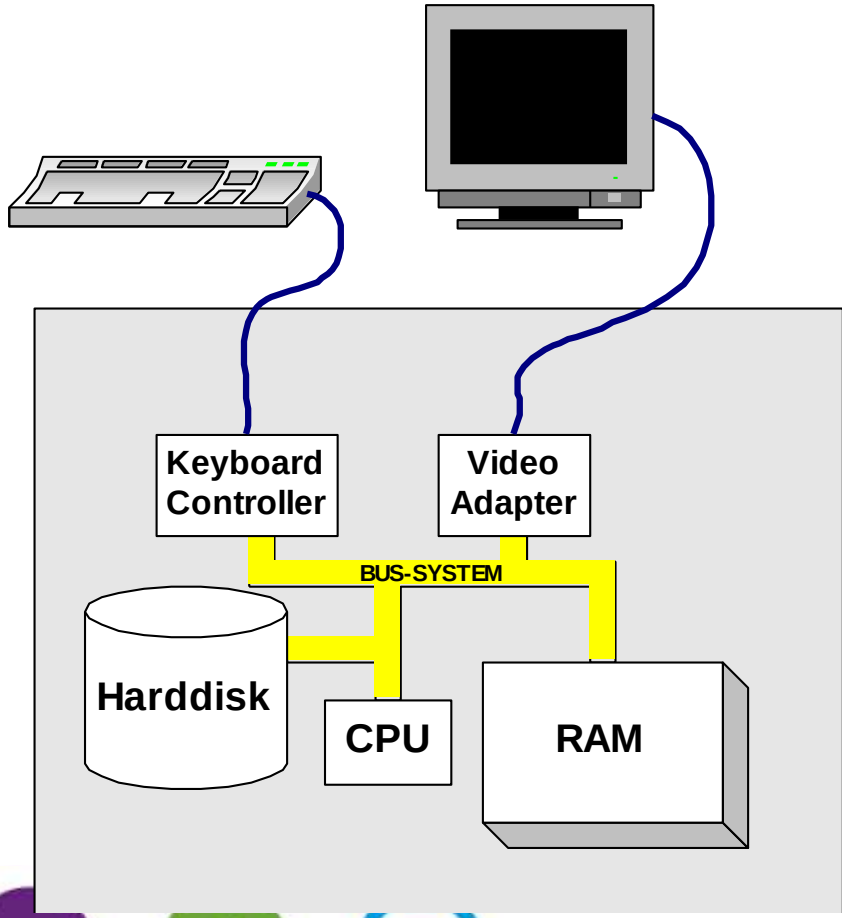
# ASC-II tegnsættet

Et udsnit af en ASCII-tabel

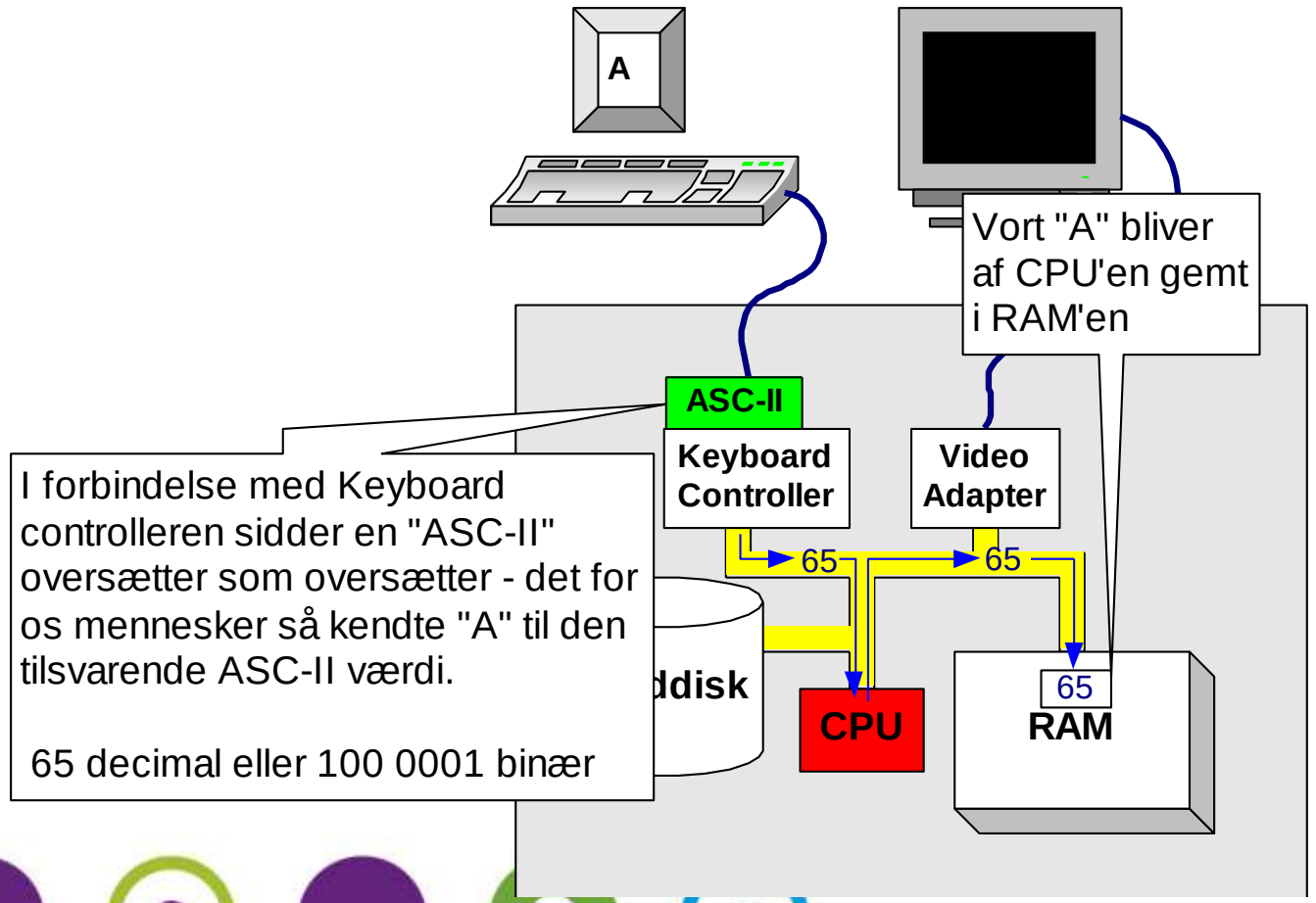
ASC-II tegnet Stort ”A”
Decimalværdi: $65_{10}$
Hexadecimalværdi: $41_{16}$
Oktal (8 tal system): $101_8$

| DEC | HEX | OKT | ASC-II TEGN | DEC | HEX | OKT | ASC-II TEGN | DEC | HEX | OKT | ASC-II TEGN | DEC | HEX | OKT | ASC-II TEGN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | NULL | 32 | 20 | 40 | SPACE | 64 | 40 | 100 | @ | 96 | 60 | 140 | ` |
| 1 | 1 | 1 | SOH | 33 | 21 | 41 | ! | 65 | 41 | 101 | A | 97 | 61 | 141 | a |
| 2 | 2 | 2 | STX | 34 | 22 | 42 | " | 66 | 42 | 102 | B | 98 | 62 | 142 | b |
| 3 | 3 | 3 | ETX | 35 | 23 | 43 | # | 67 | 43 | 103 | C | 99 | 63 | 143 | c |
| 4 | 4 | 4 | EOT | 36 | 24 | 44 | $ | 68 | 44 | 104 | D | 100 | 64 | 144 | d |

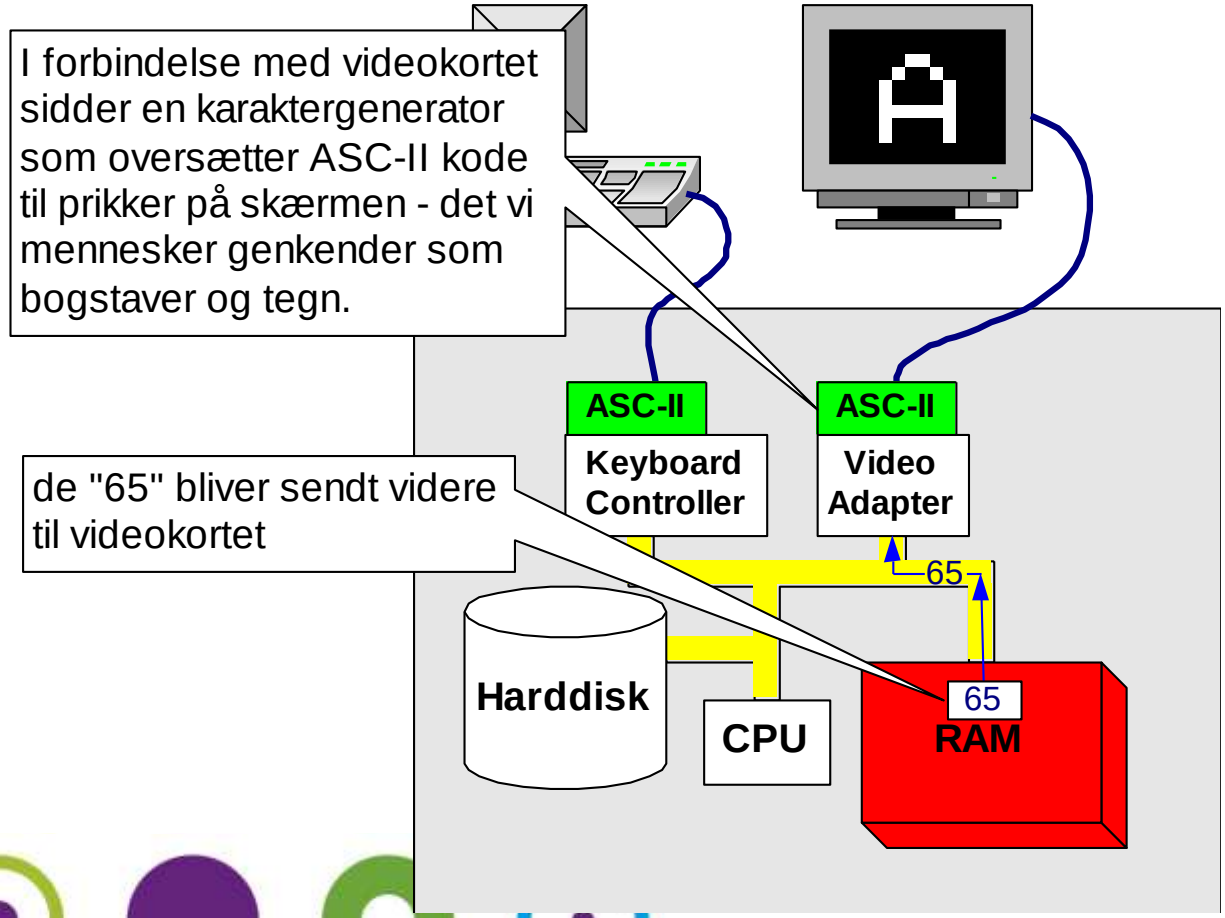
# En simplificeret PC



# Der tastes et "A"



# A'et vises på skærm

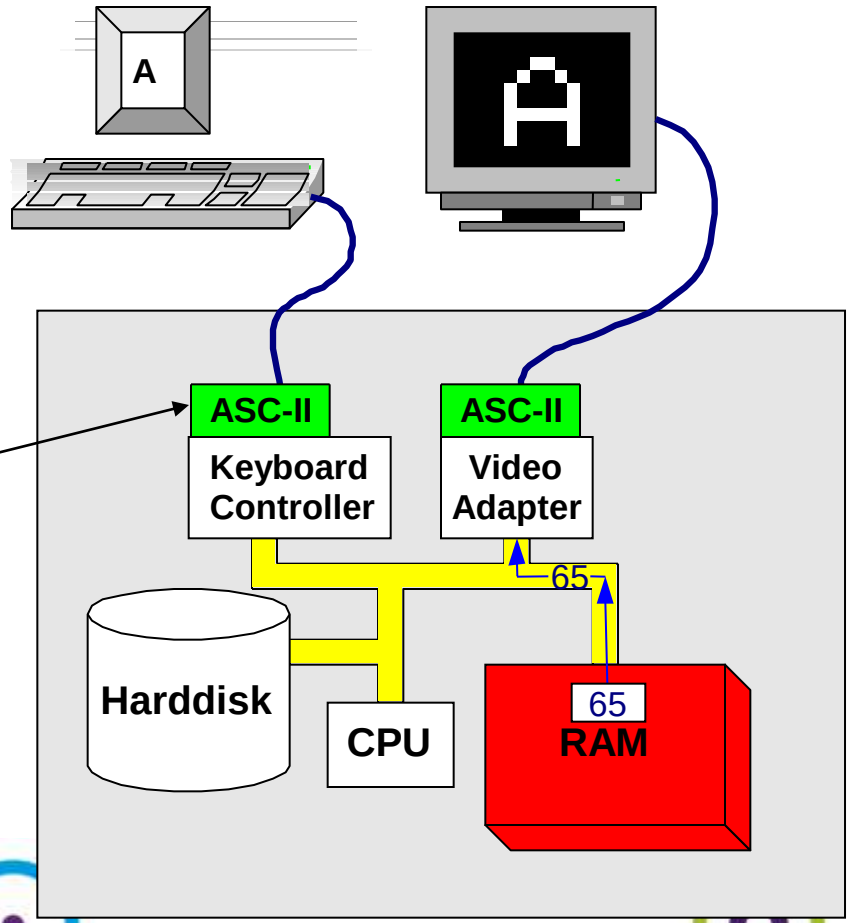


# ASCII & Unicode

HOUSE OF TECHNOLOGY
- en del af mercantec

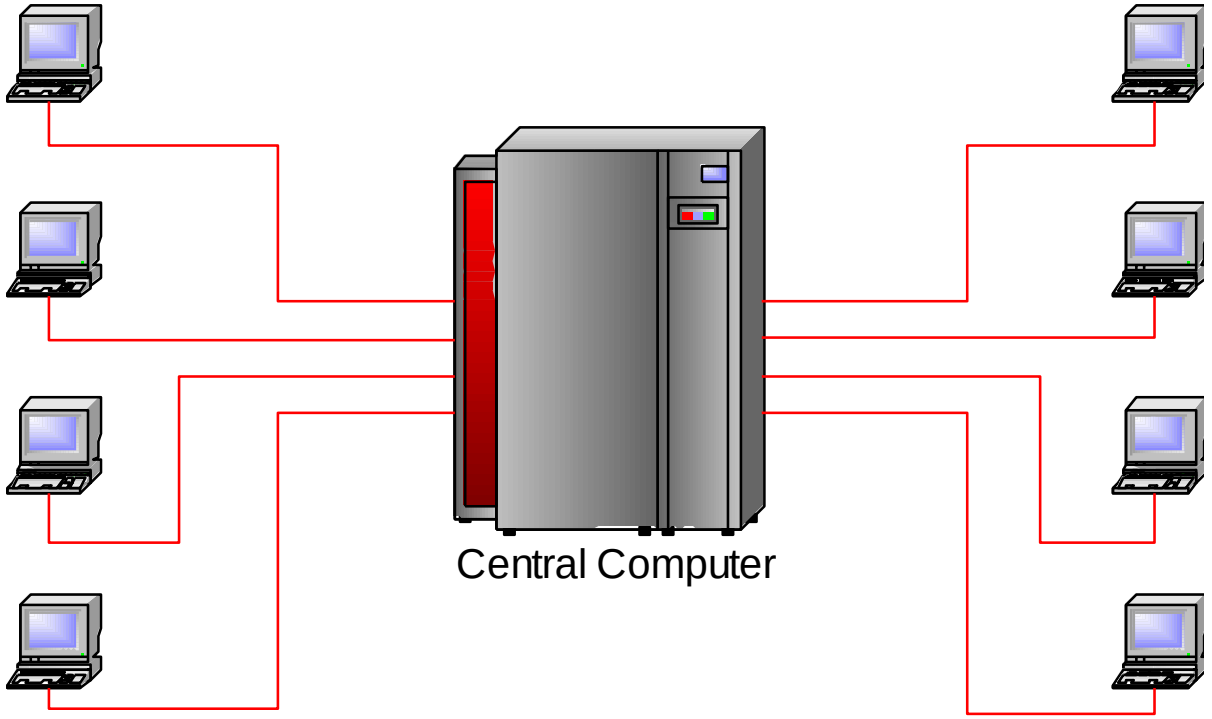
ASC-II er en 8-bit Codepage, eller tegntabel, hvilket giver 256 mulige tegn.

Unicode er en nyere 16-bit Codepage, som giver 65.536 mulige tegn!

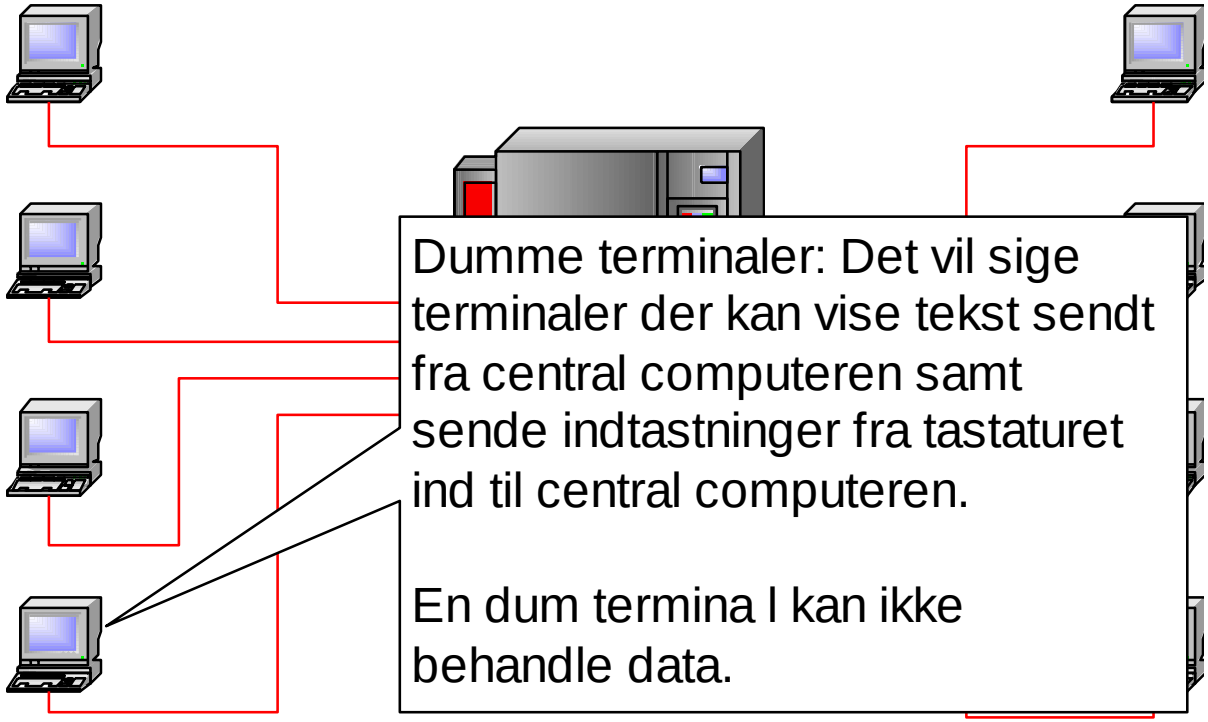


# Egne notater:

# Der var engang



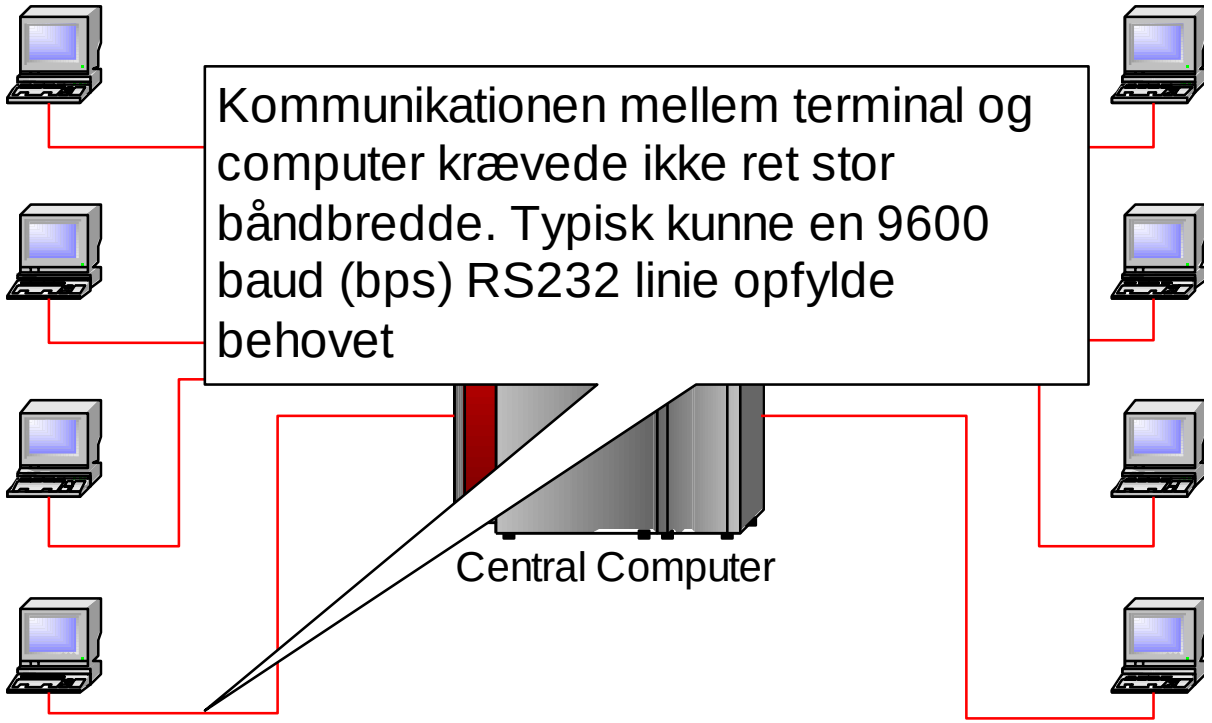
# ”Dumme” Terminaler



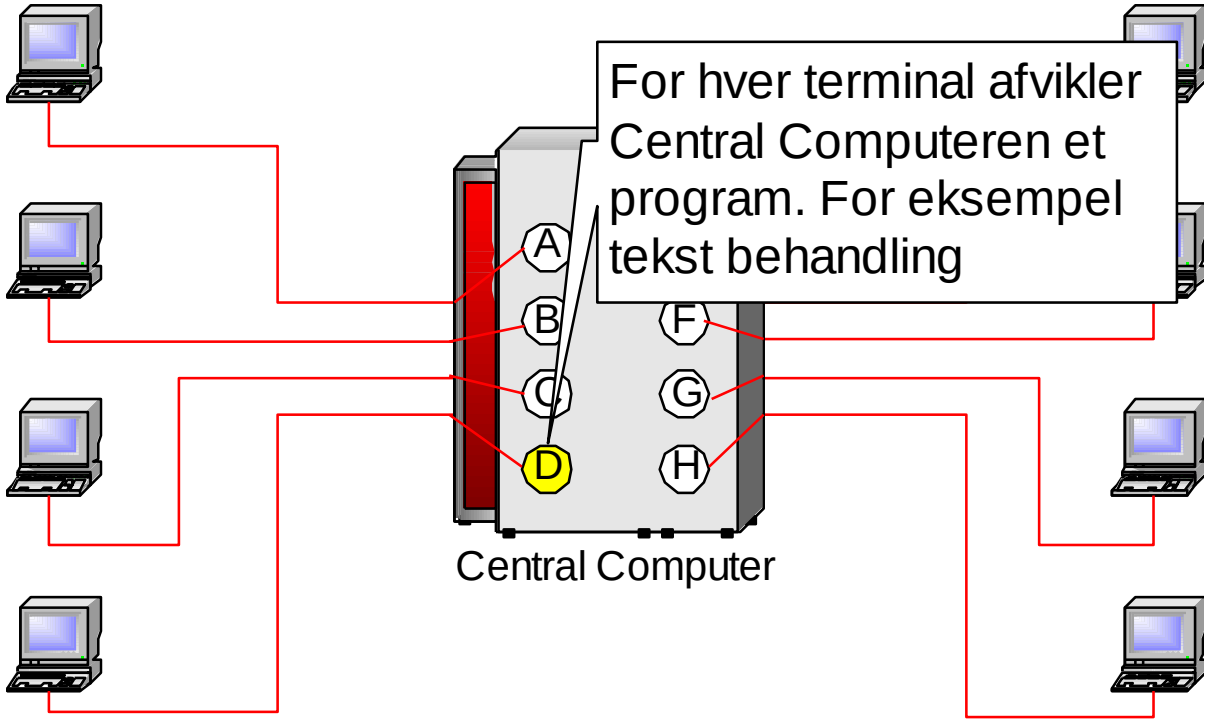
Dumme terminaler: Det vil sige terminaler der kan vise tekst sendt fra central computeren samt sende indtastninger fra tastaturet ind til central computeren.

En dum termina l kan ikke behandle data.

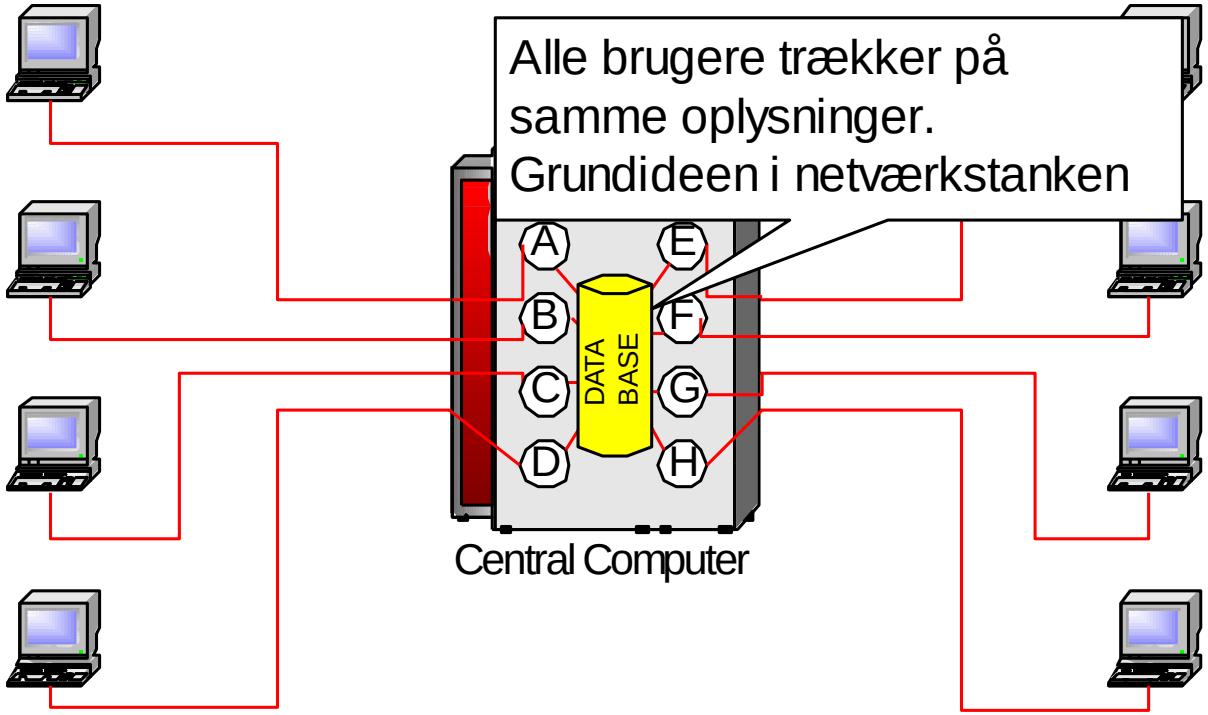
# Lille båndbredde



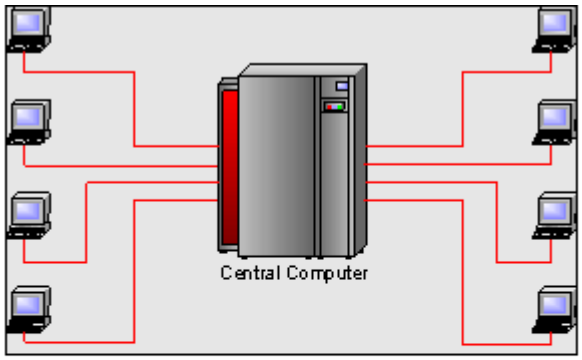
# Multiuser operativsystem



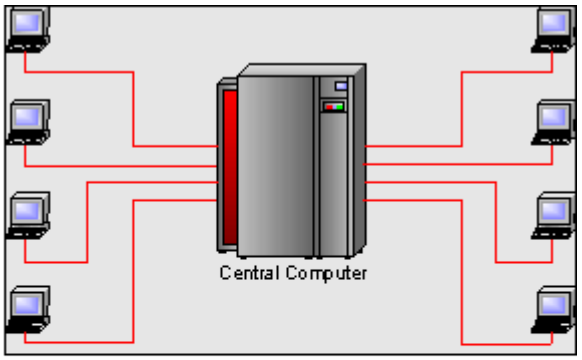
# Samtidig adgang til fælles data



# Dobbelt-registrering af data



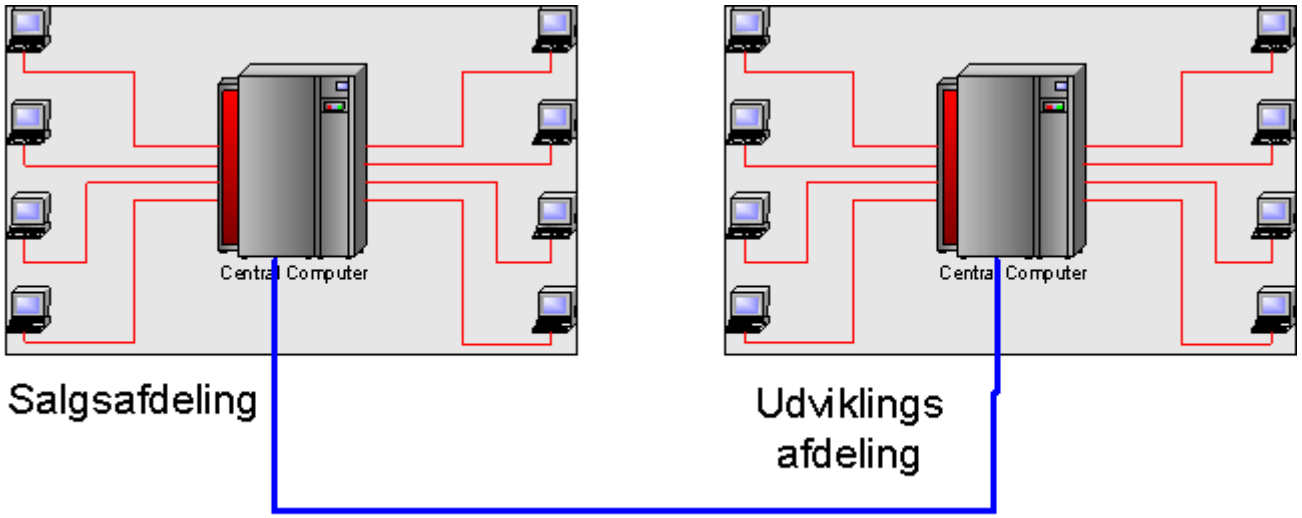

Salgsafdeling



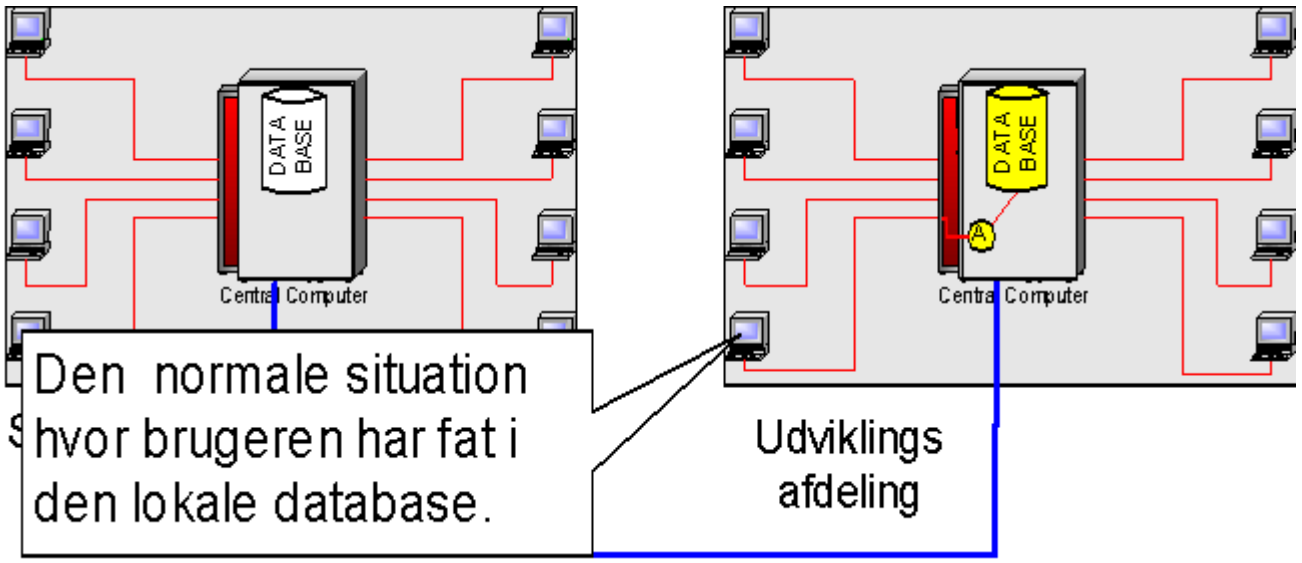

Udviklings
afdeling

- et problem!

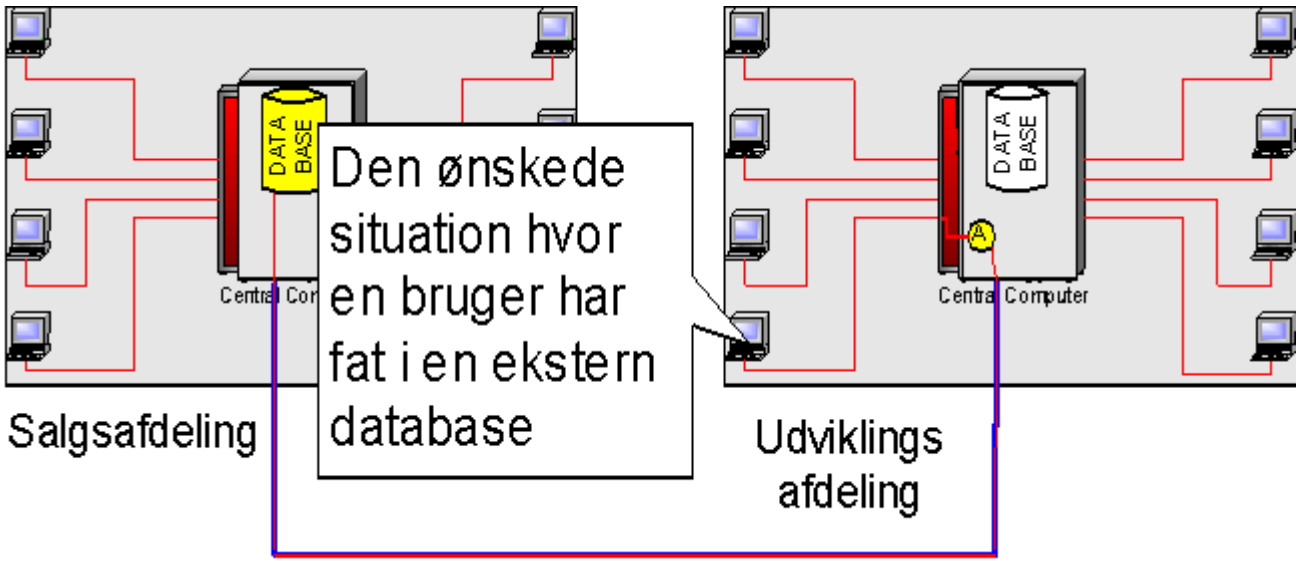
# Point-to Point forbindelse



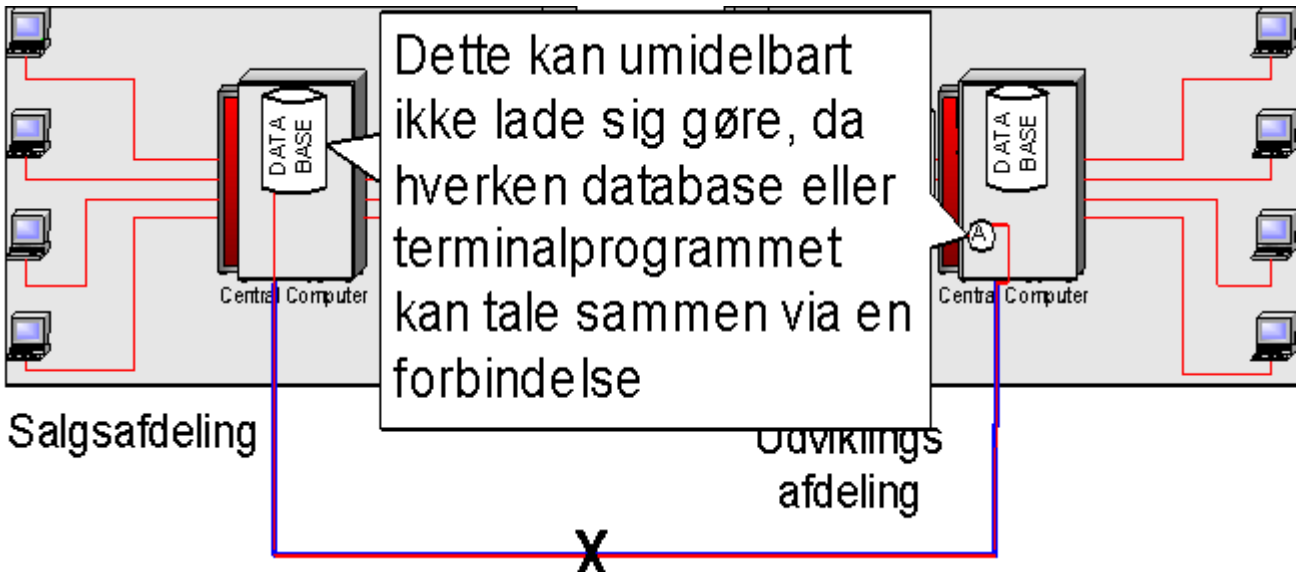
# Den 'normale' situation



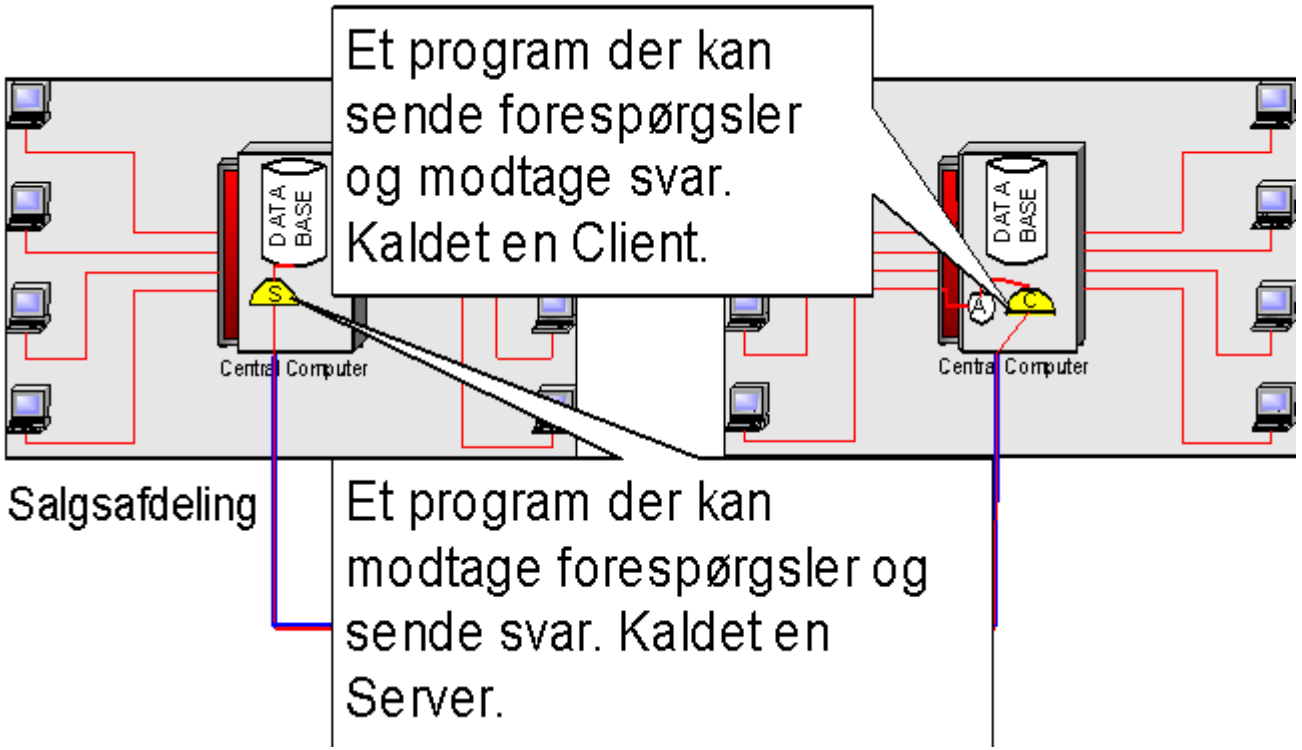
# Vores mål


DATA BASE
Central Computer
DATA BASE
Central Computer
A
Den ønskede situation hvor en bruger har fat i en ekstern database
Salgsafdeling
Udviklings afdeling

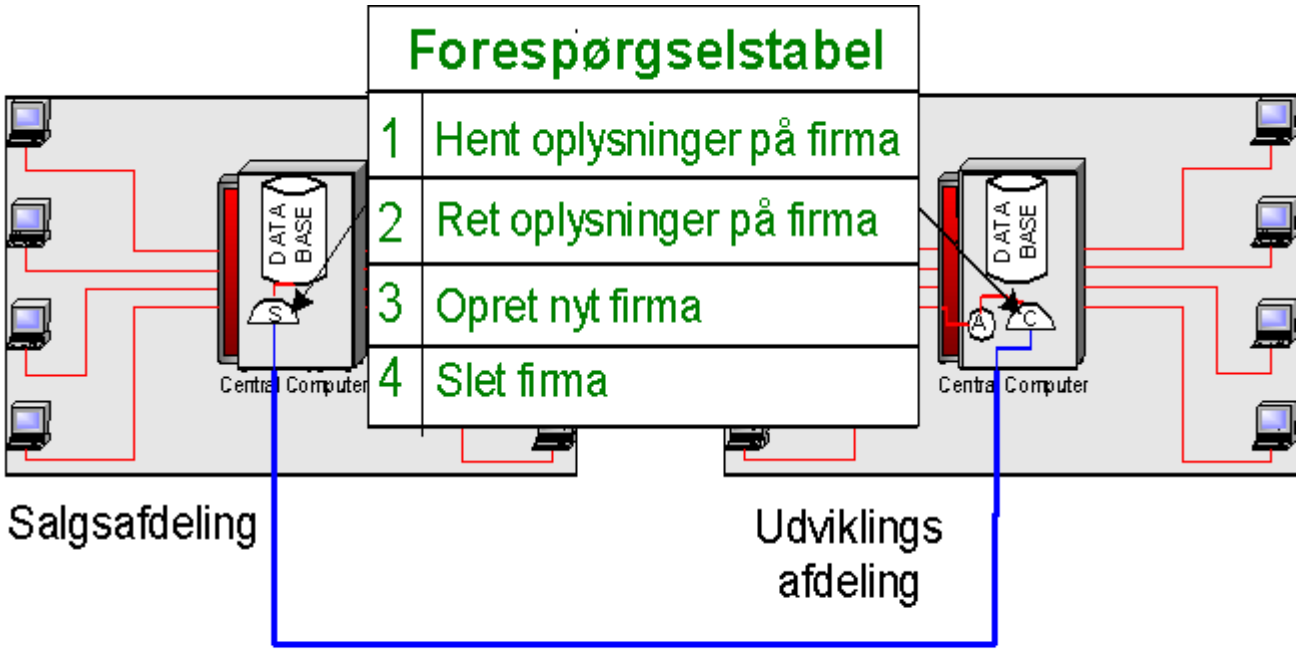
# Behovet for en netværksprotokol



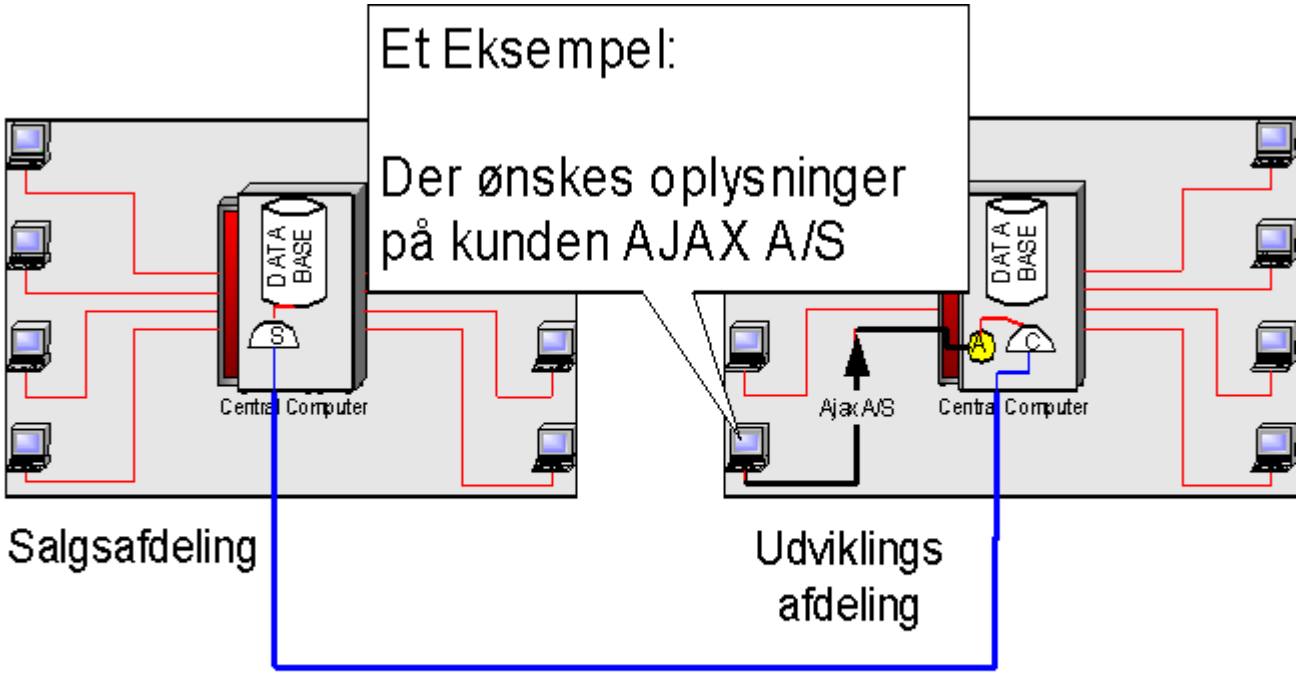
# Client/Server princippet



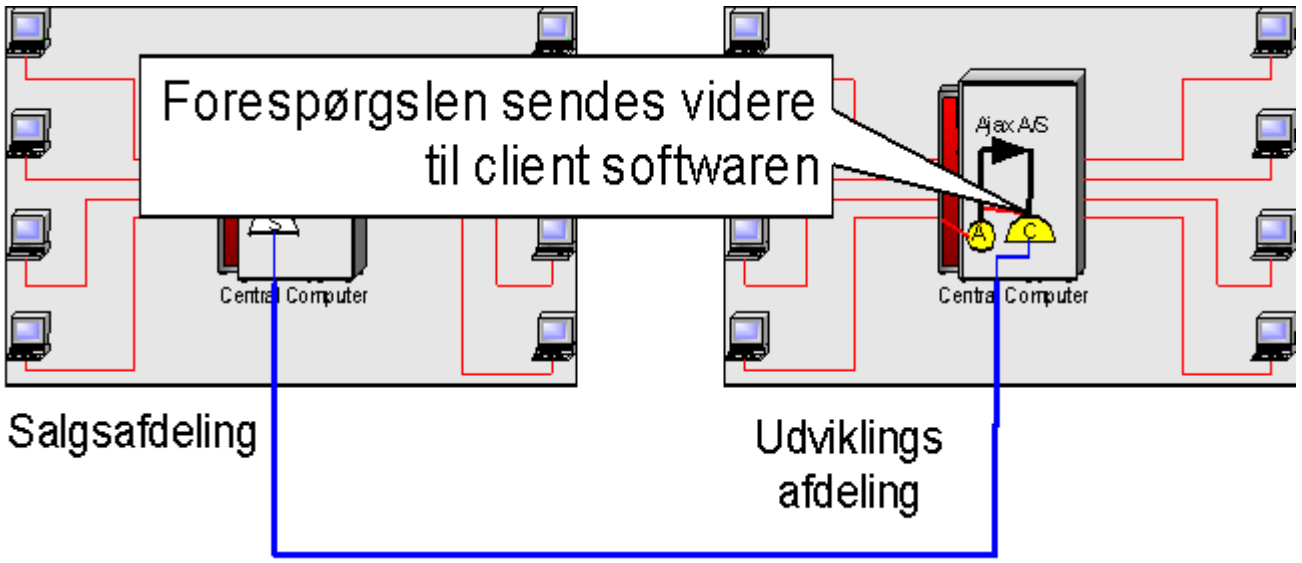
# En protokol er fælles regler



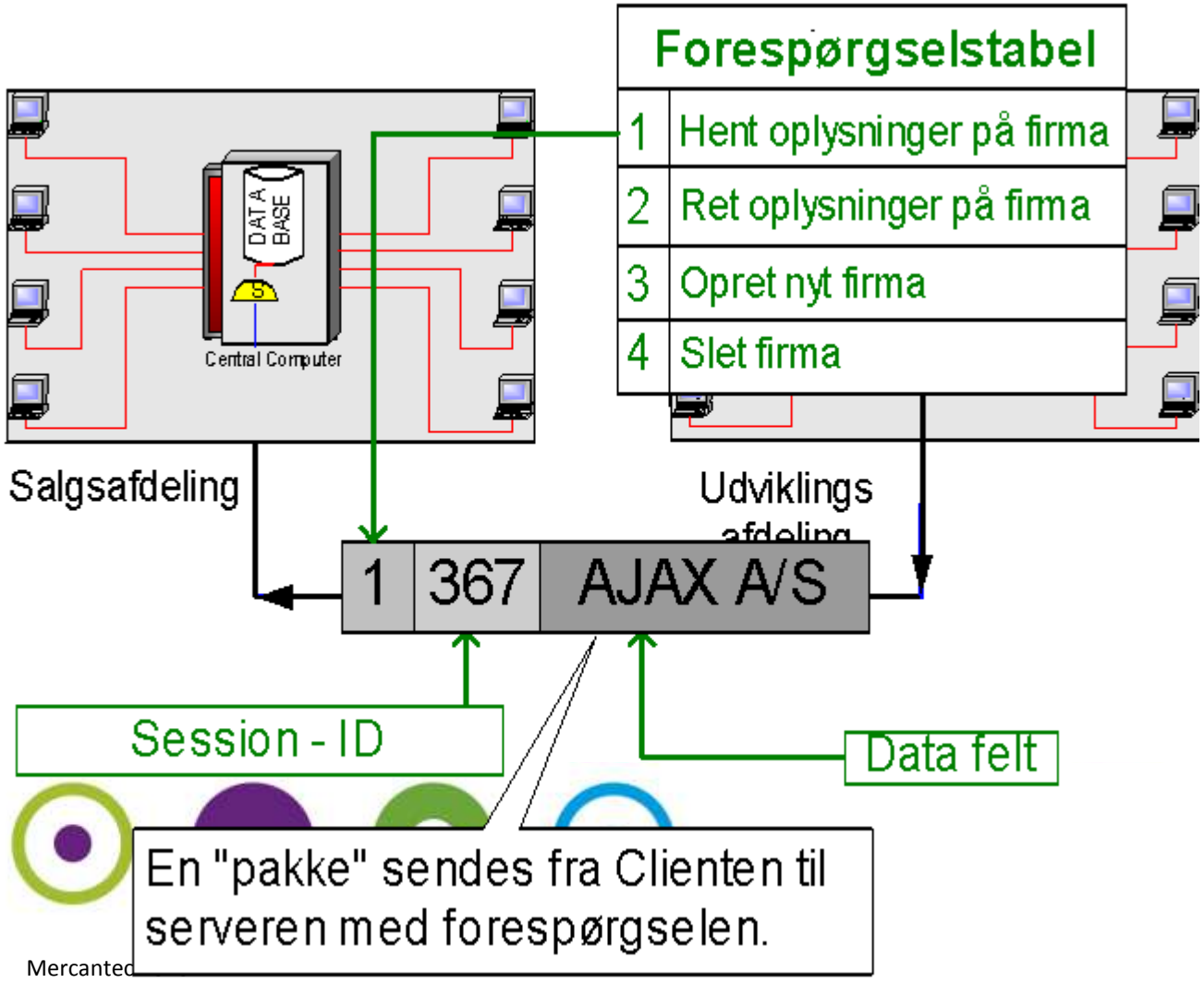
# En forespørgsel sendes



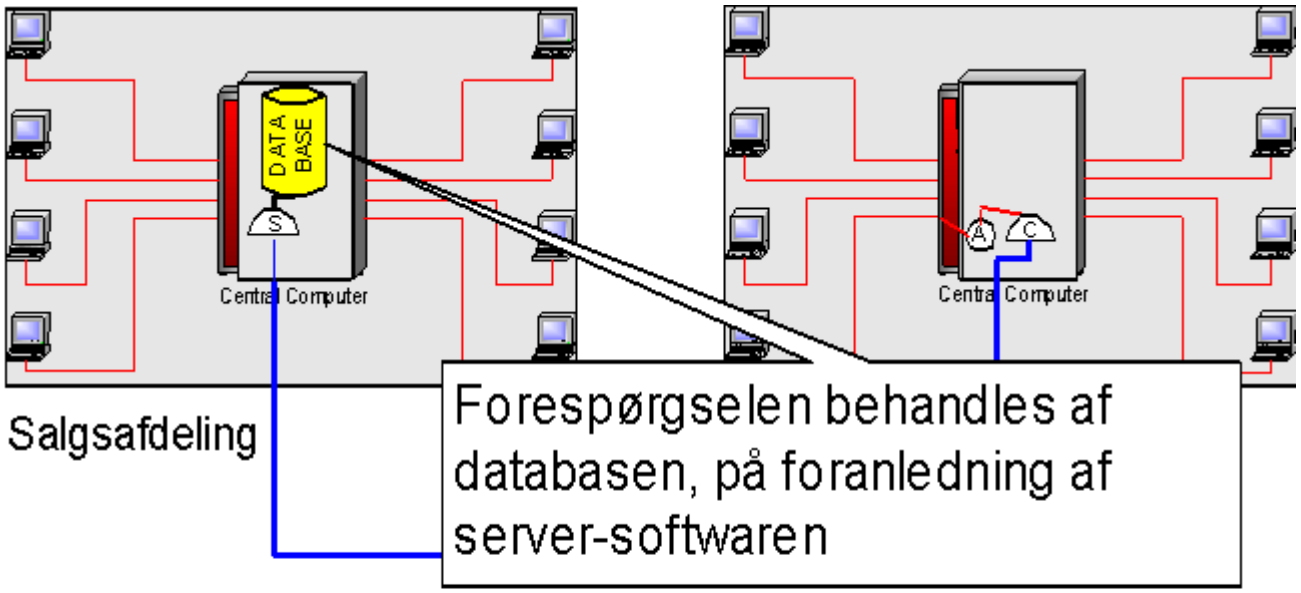
# En forespørgsel sendes



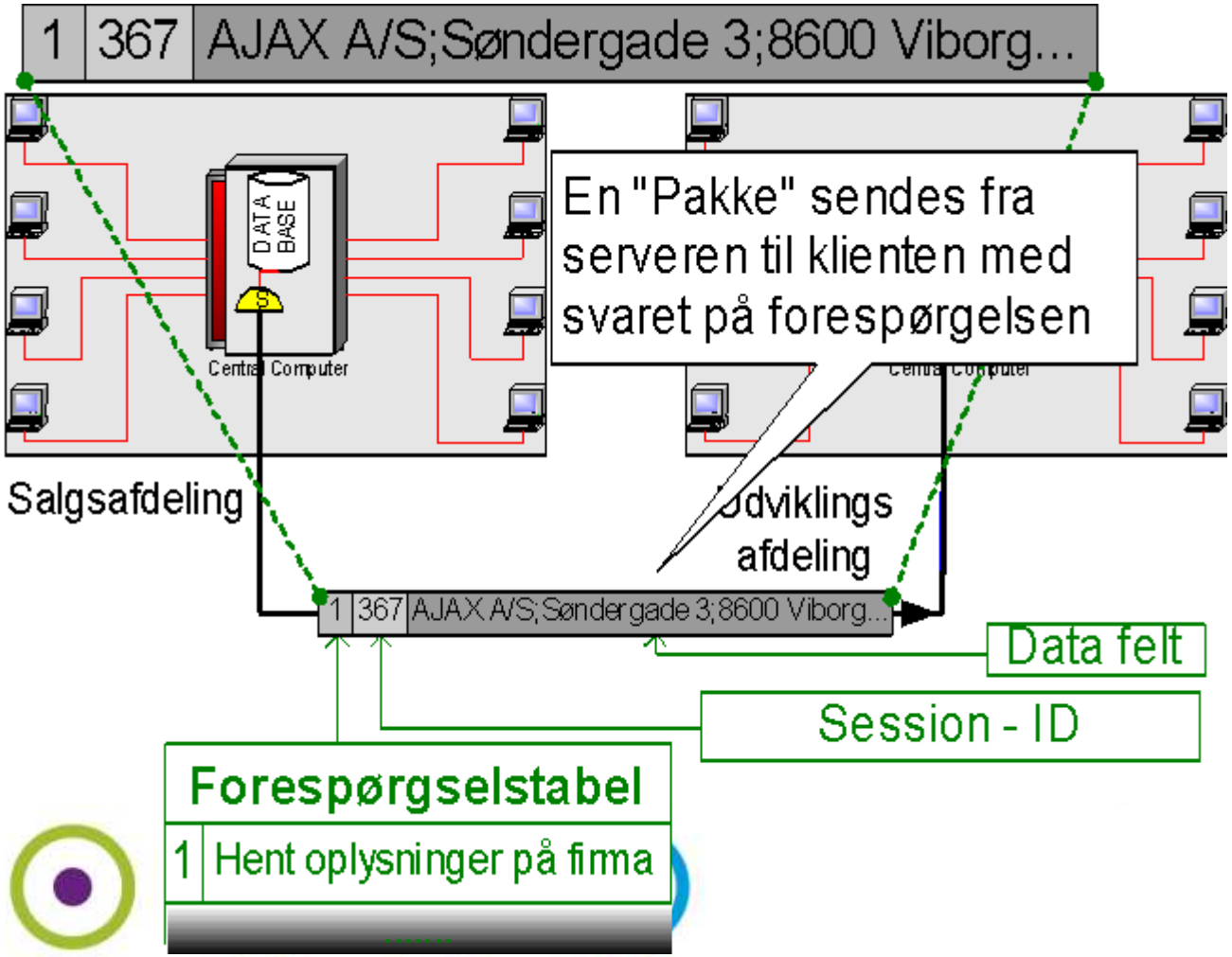
# En 'datapakke' er på vej



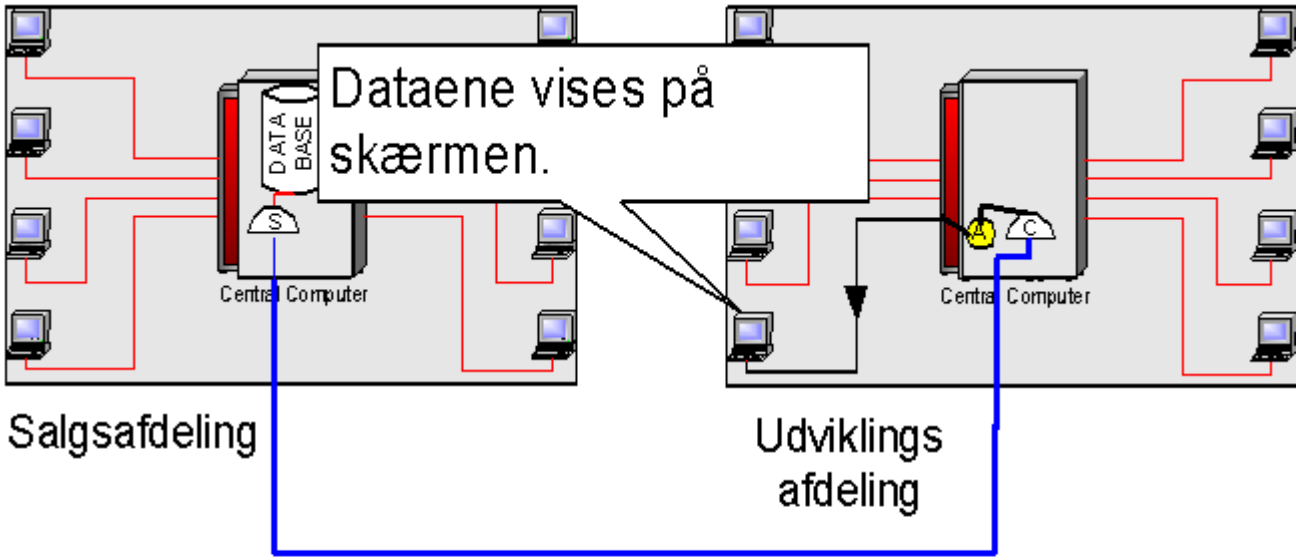
# En forespørgsel behandles



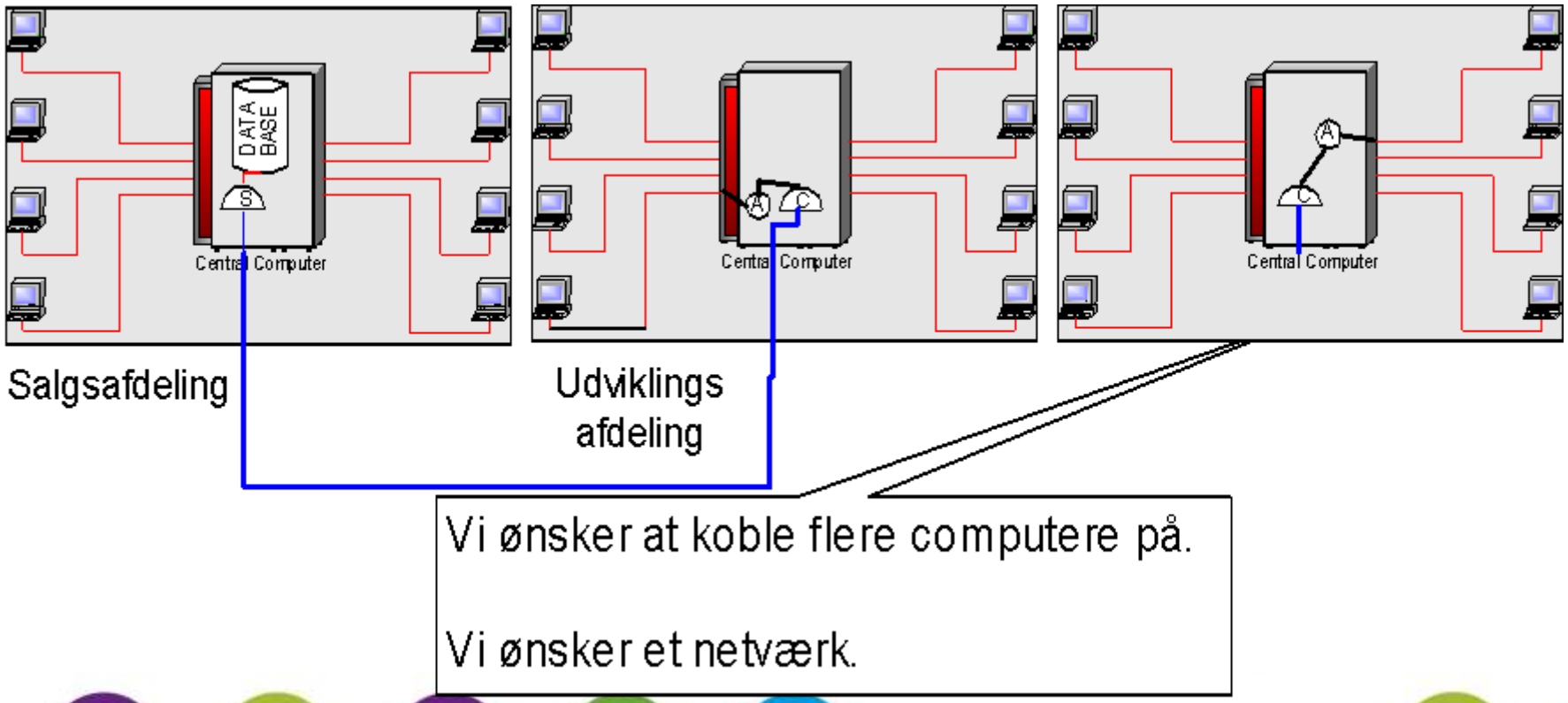
# En forespørgsel besvares



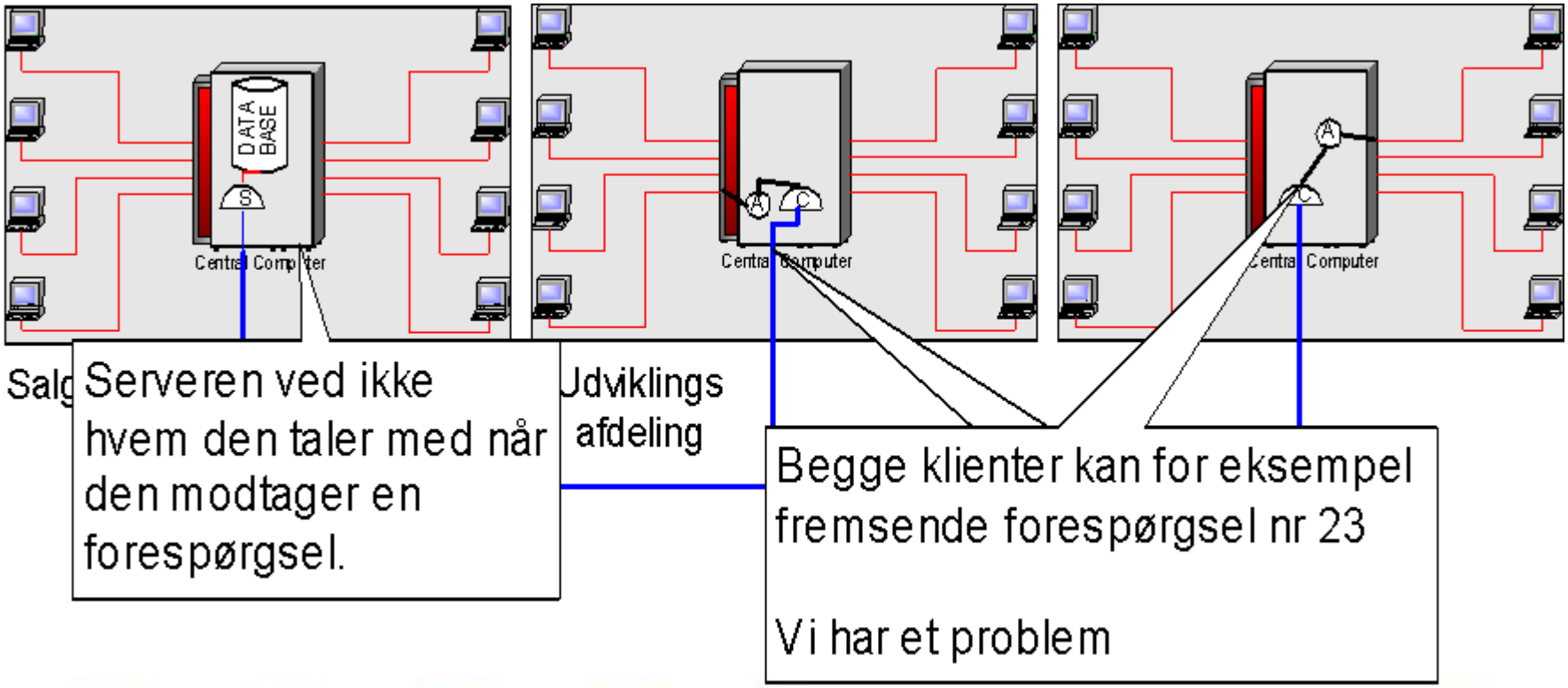
# En forespørgsel lykkes



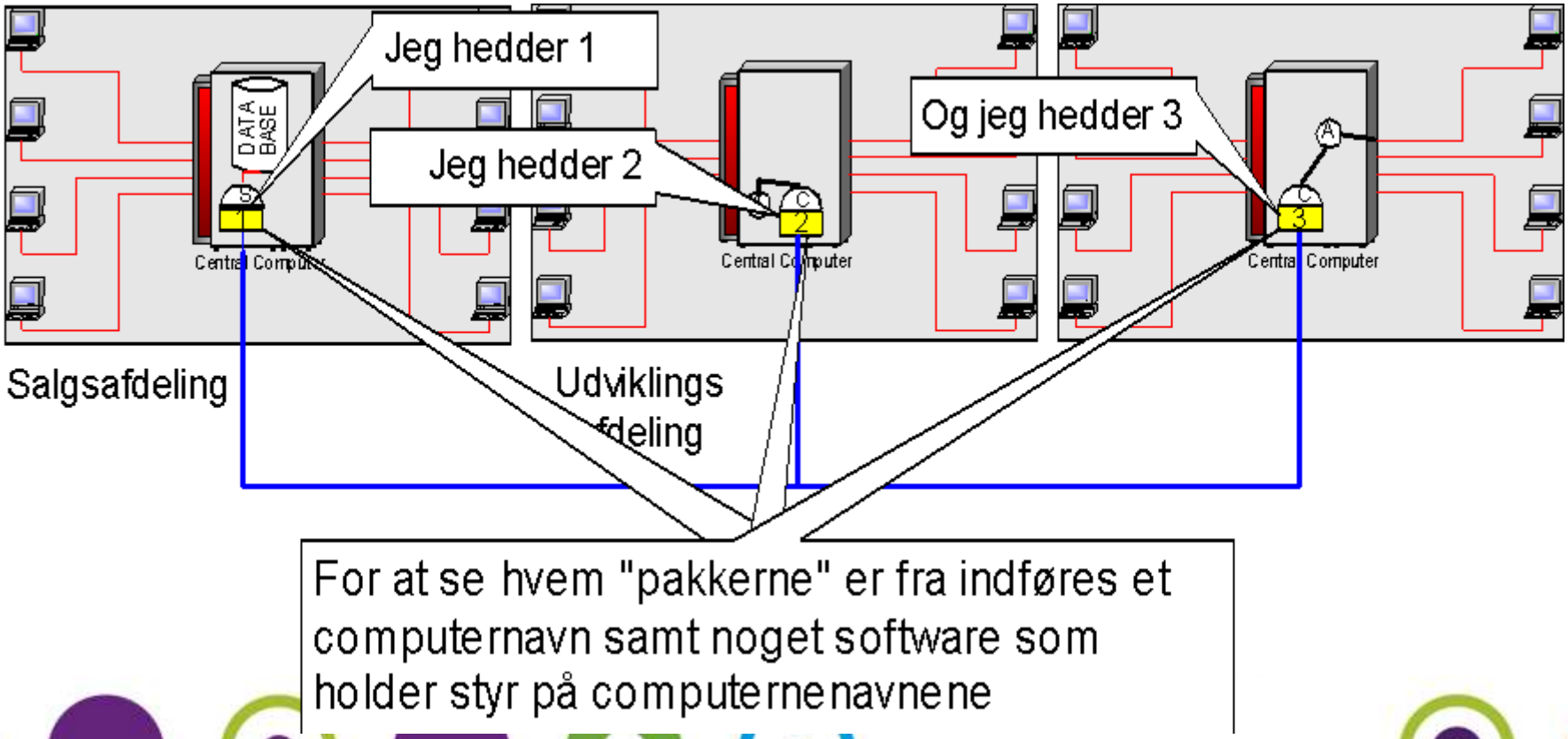
# Situationen ændrer sig



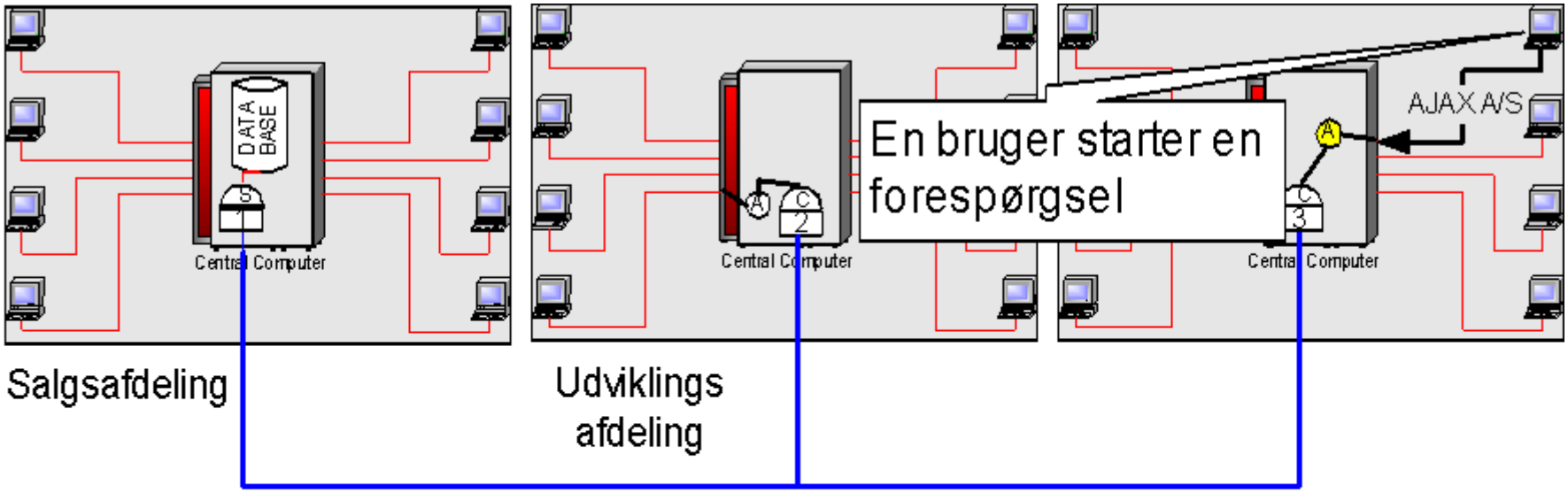
# Fra point-to-Point til Multipoint



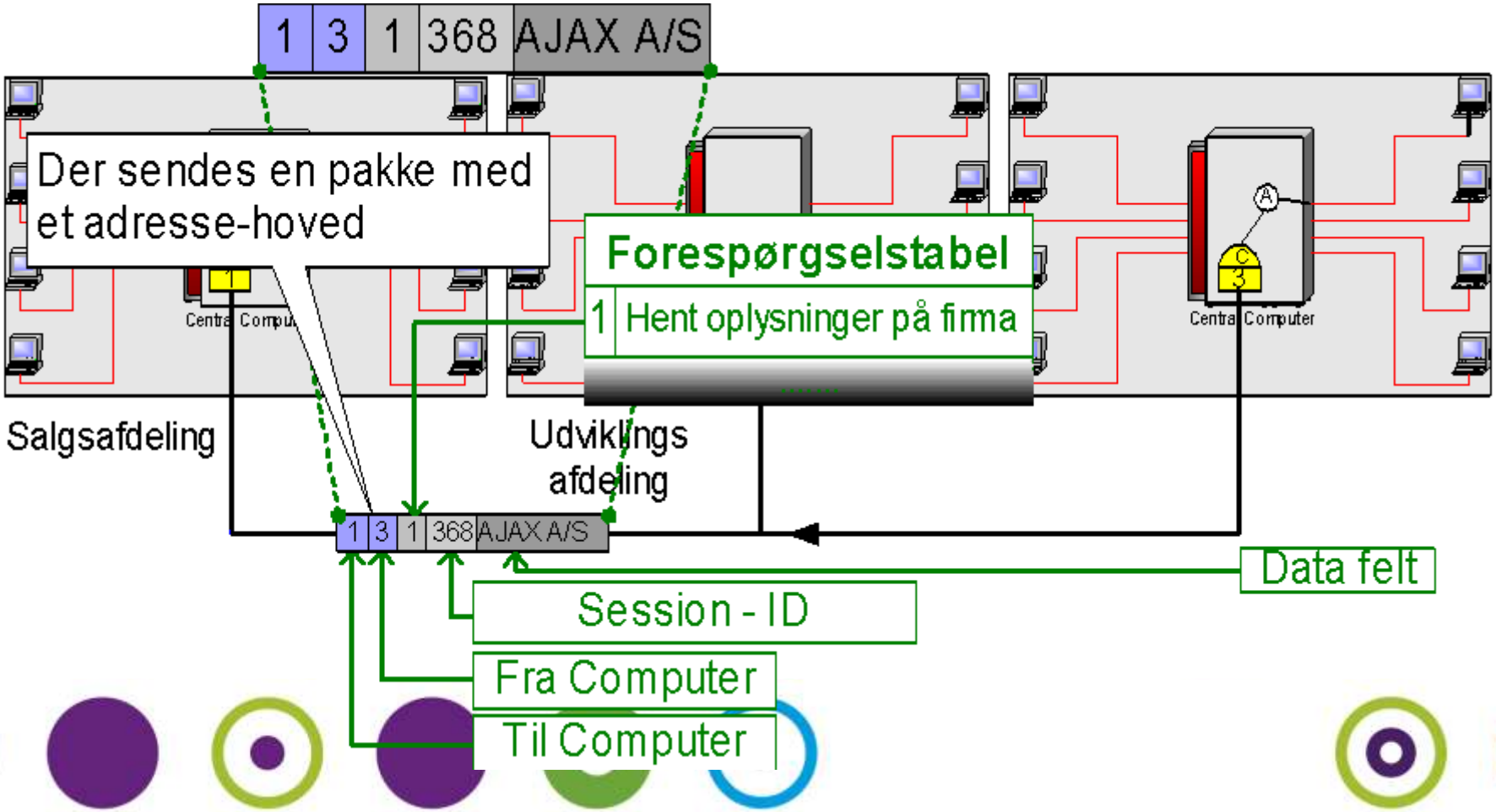
# Hvem er hvem


Jeg hedder 1
Jeg hedder 2
Og jeg hedder 3
DATA BASE
Central Computer
Central Computer
Central Computer
Salgsafdeling
Udviklings
fdeling
For at se hvem "pakkerne" er fra indføres et computernavn samt noget software som holder styr på computernenavnene

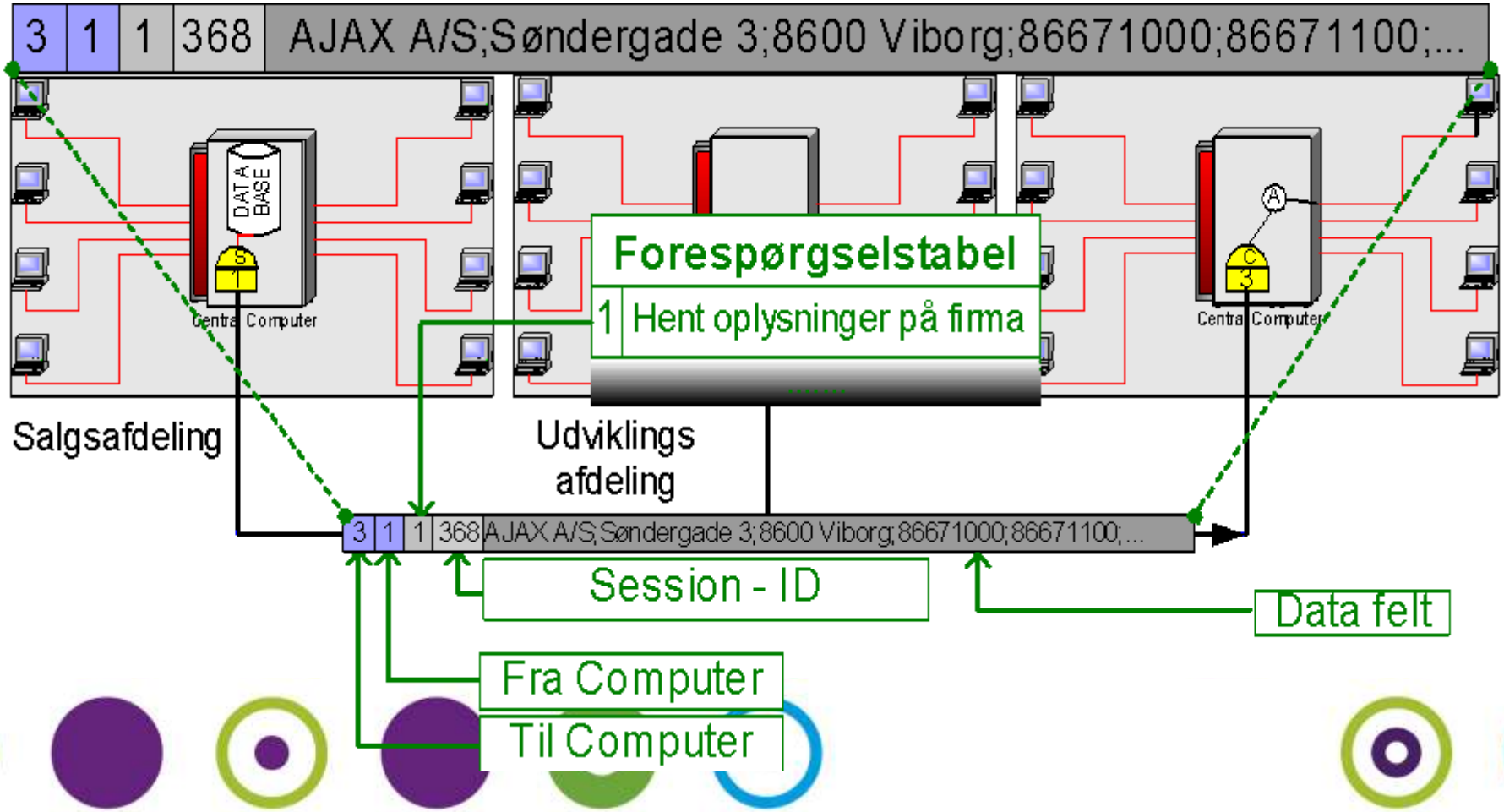
# Et netværk er født



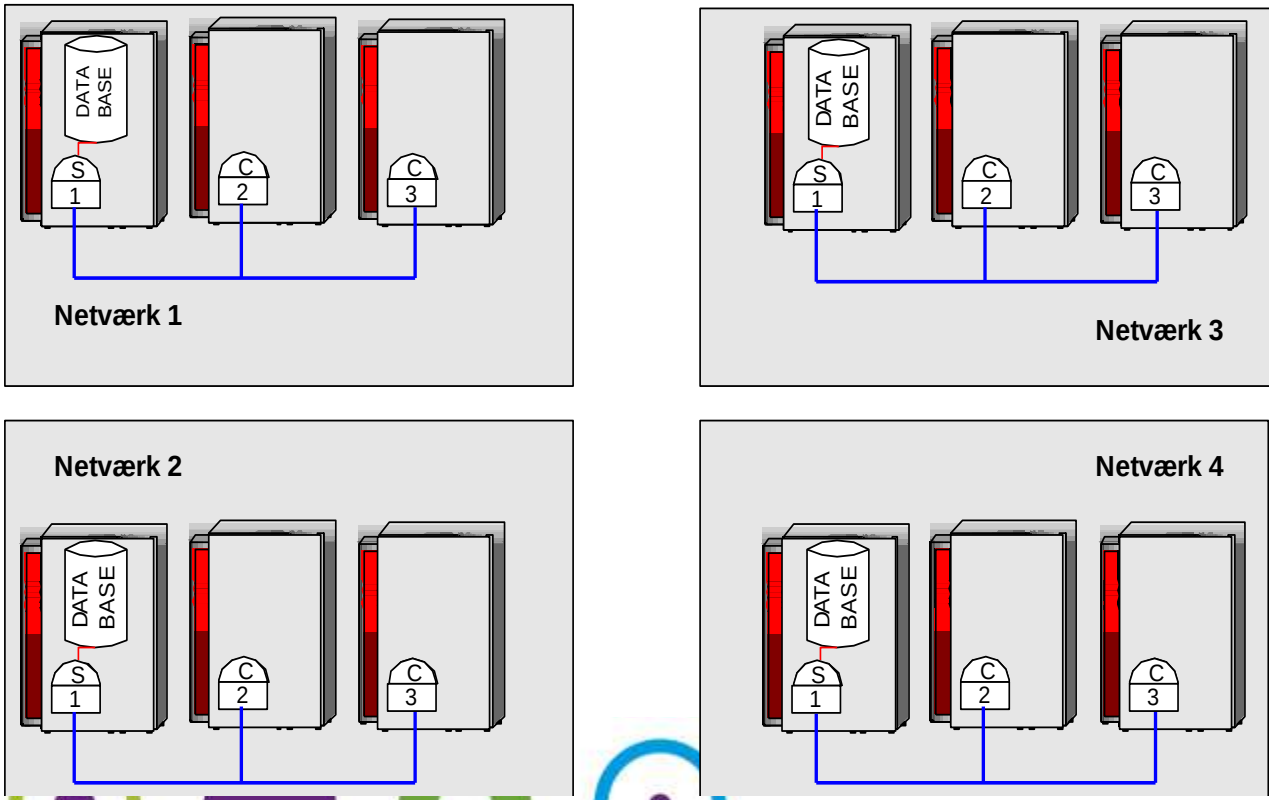
# Address-header



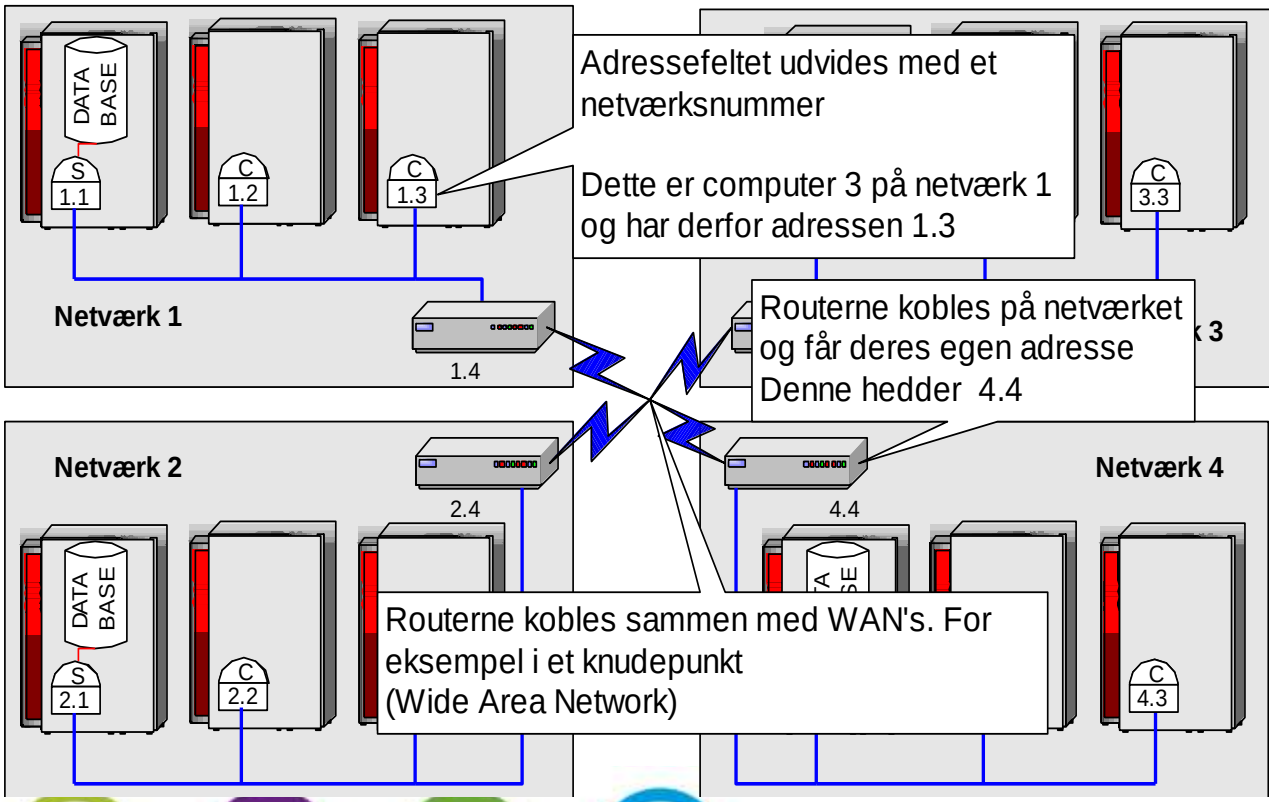
# Adresserings-mekanismen



# Flere netværk kobles sammen

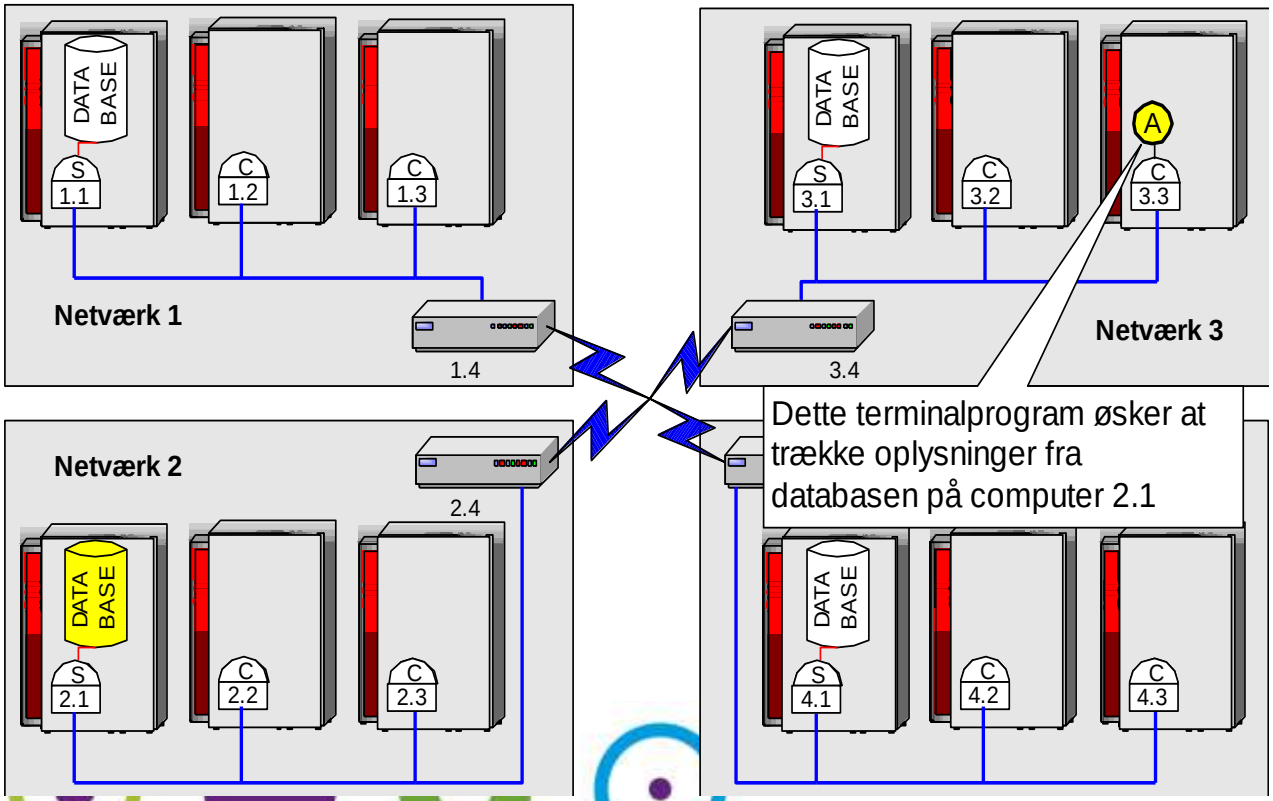


# Routeren introduceres



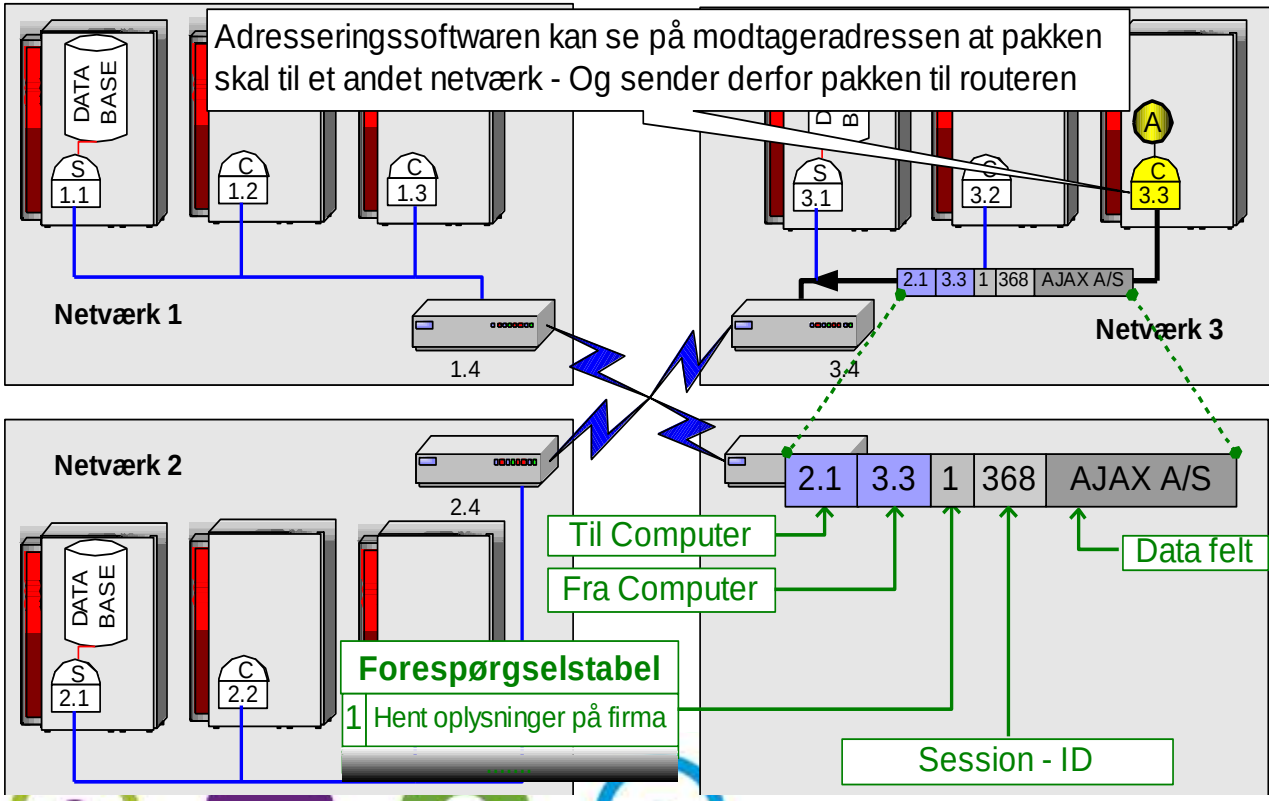
# Routningens princip

- terminalprogrammet kender ikke de andre netværk:



# Routeren er 'Default gateway'

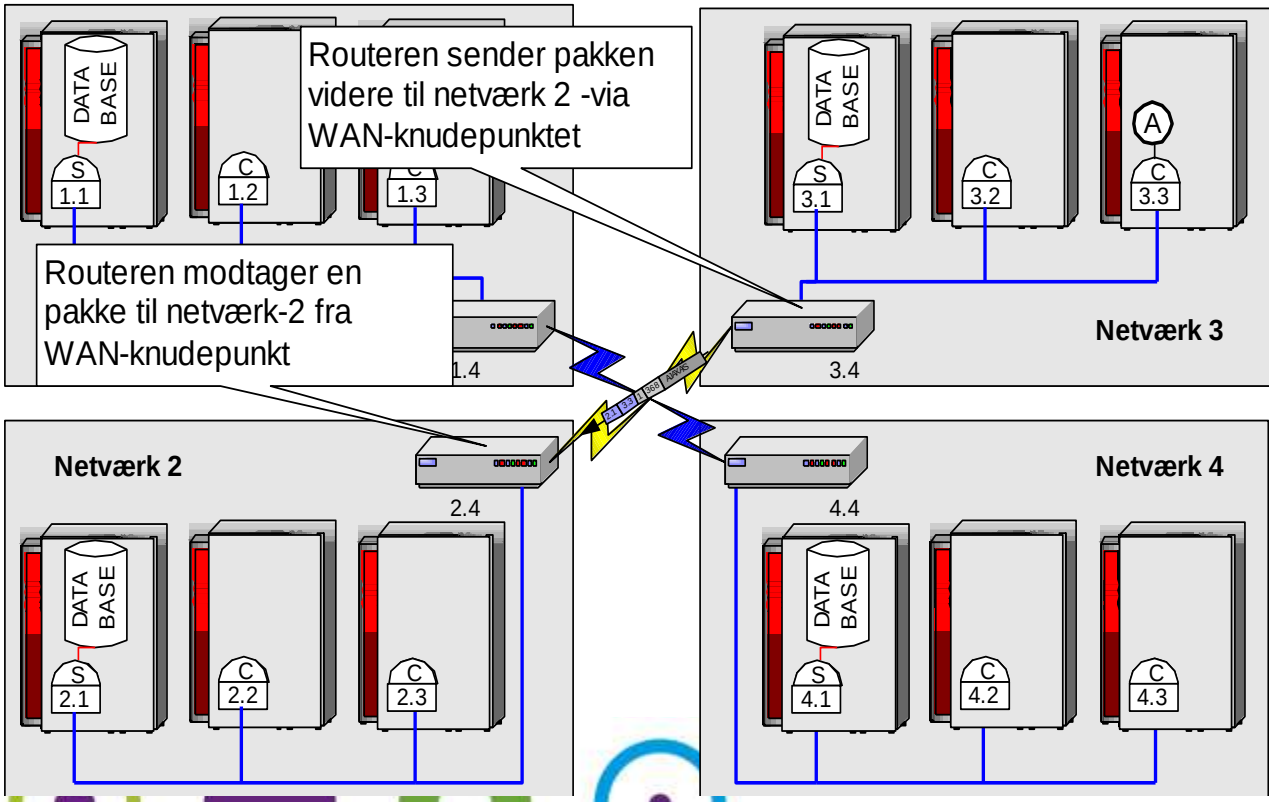
- adresseringssoftwaren kender vejen til routeren:



# Routere ”snakker” sammen

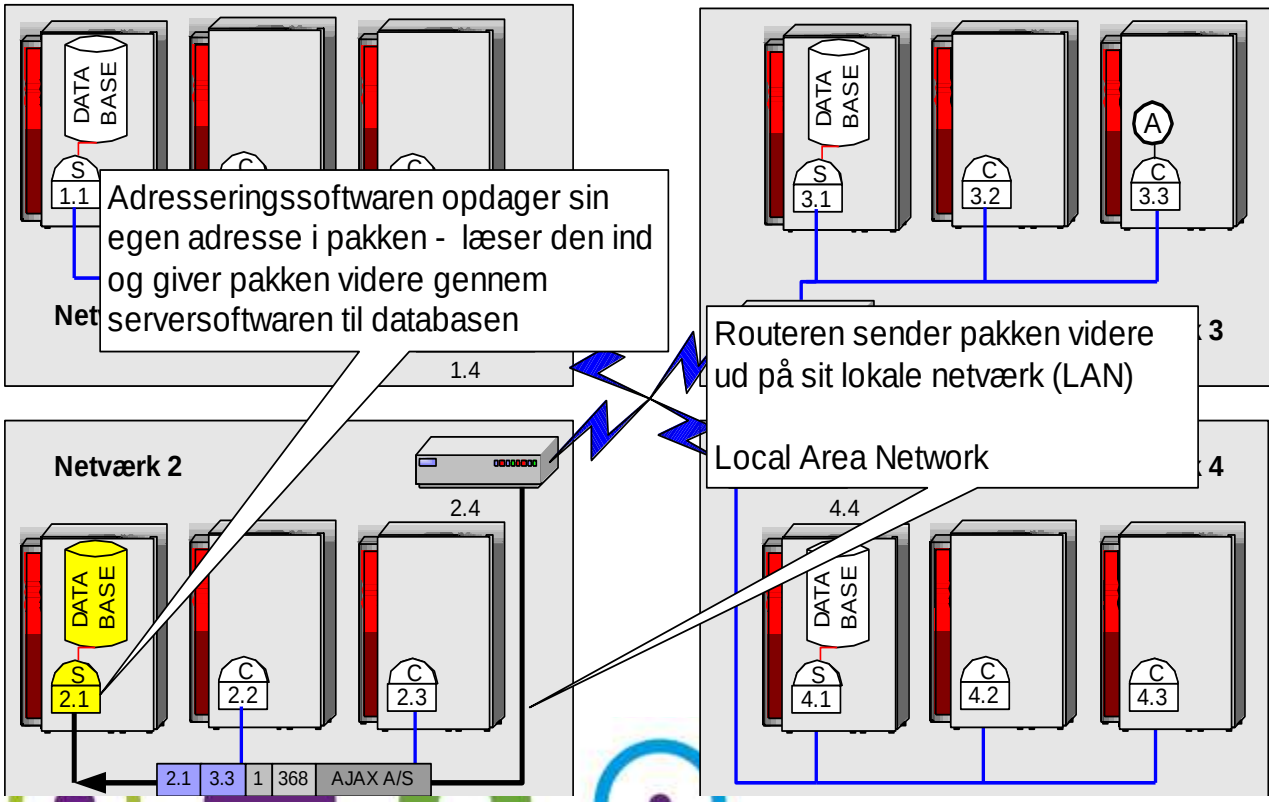
HOUSE OF TECHNOLOGY
- en del af mercantec

- så de kender hinandens netværk:



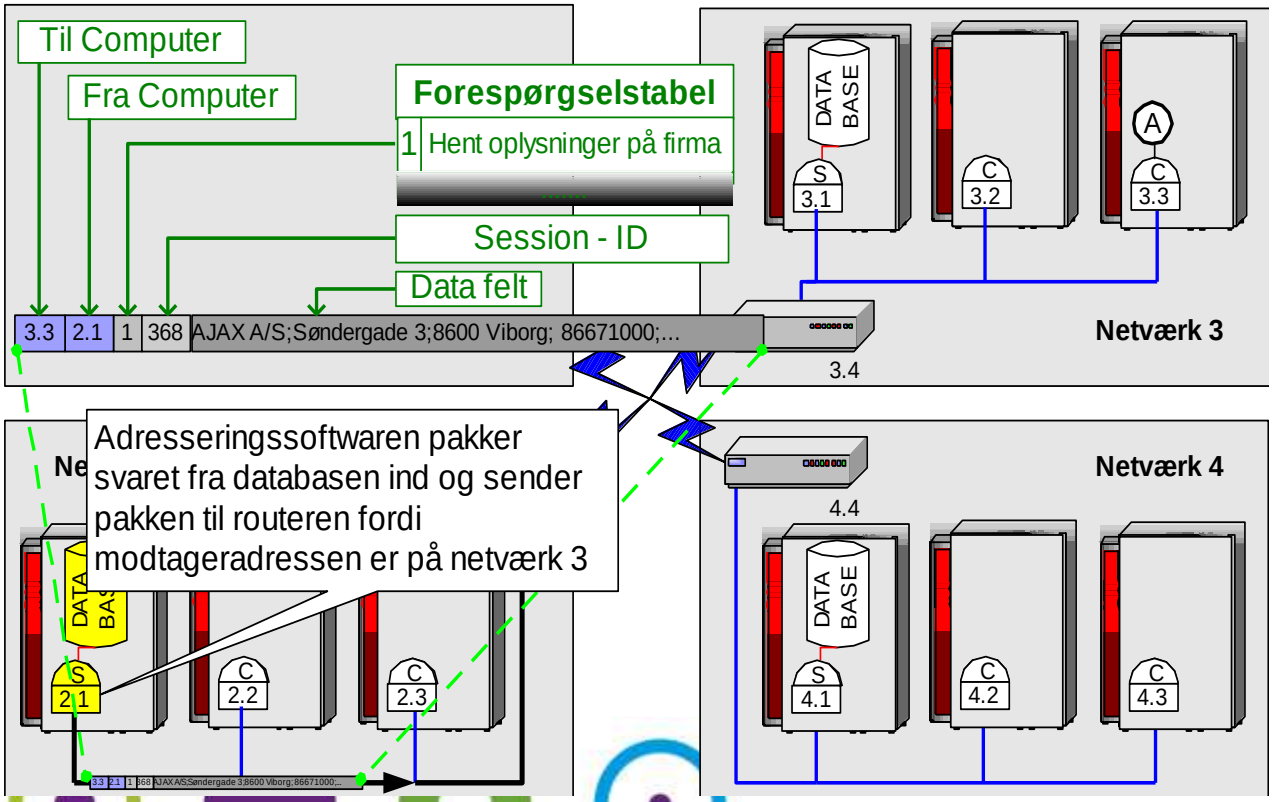
# LAN og WAN

En router har typisk forbindelse til to net; et LAN og et WAN:



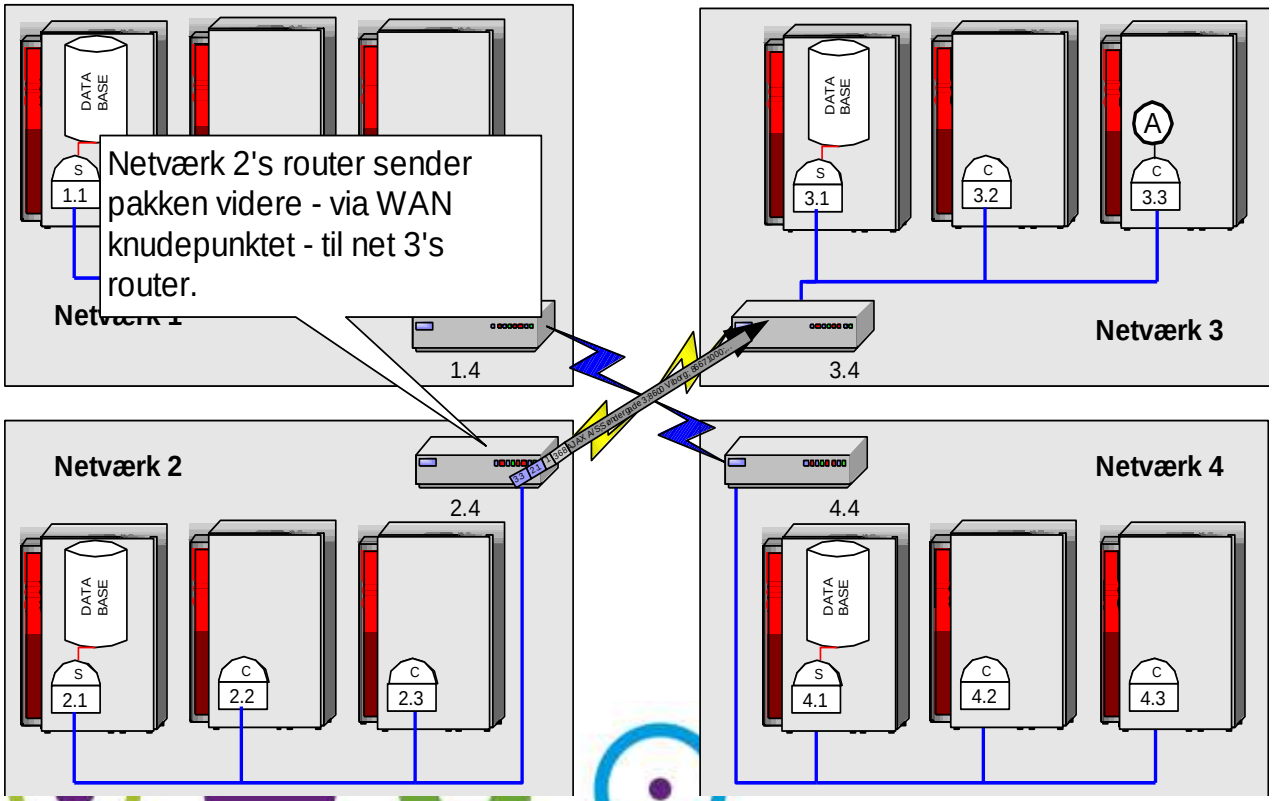
# Adresseringsmekanismen

Når pakken besvares kender afsender adressen på modtager:



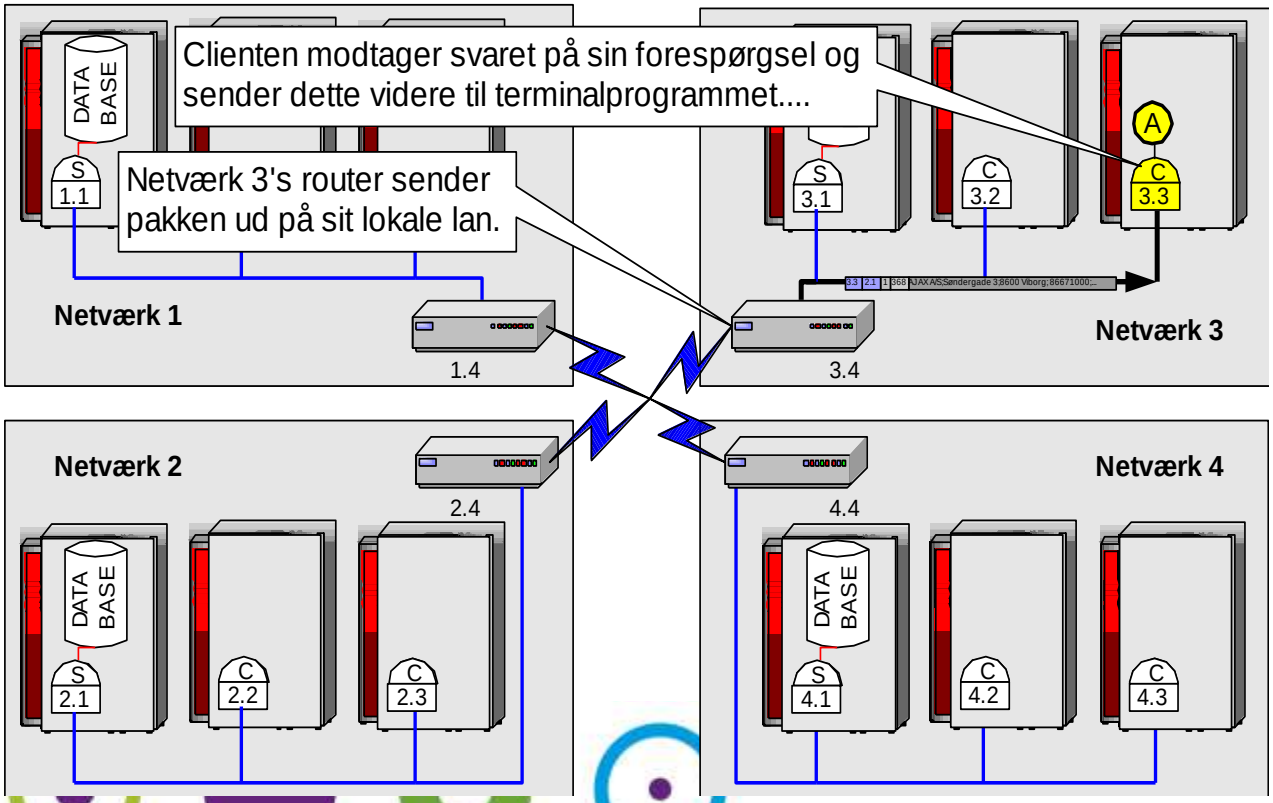
# Routningsprotokoller

Routere ”snakker” sammen med routeningsprotokoller, f.eks. RIP:



# Routetabellen

Routere og computere husker netværksadresser i en Routetabel:



# Hvad var det lige vi gennemgik

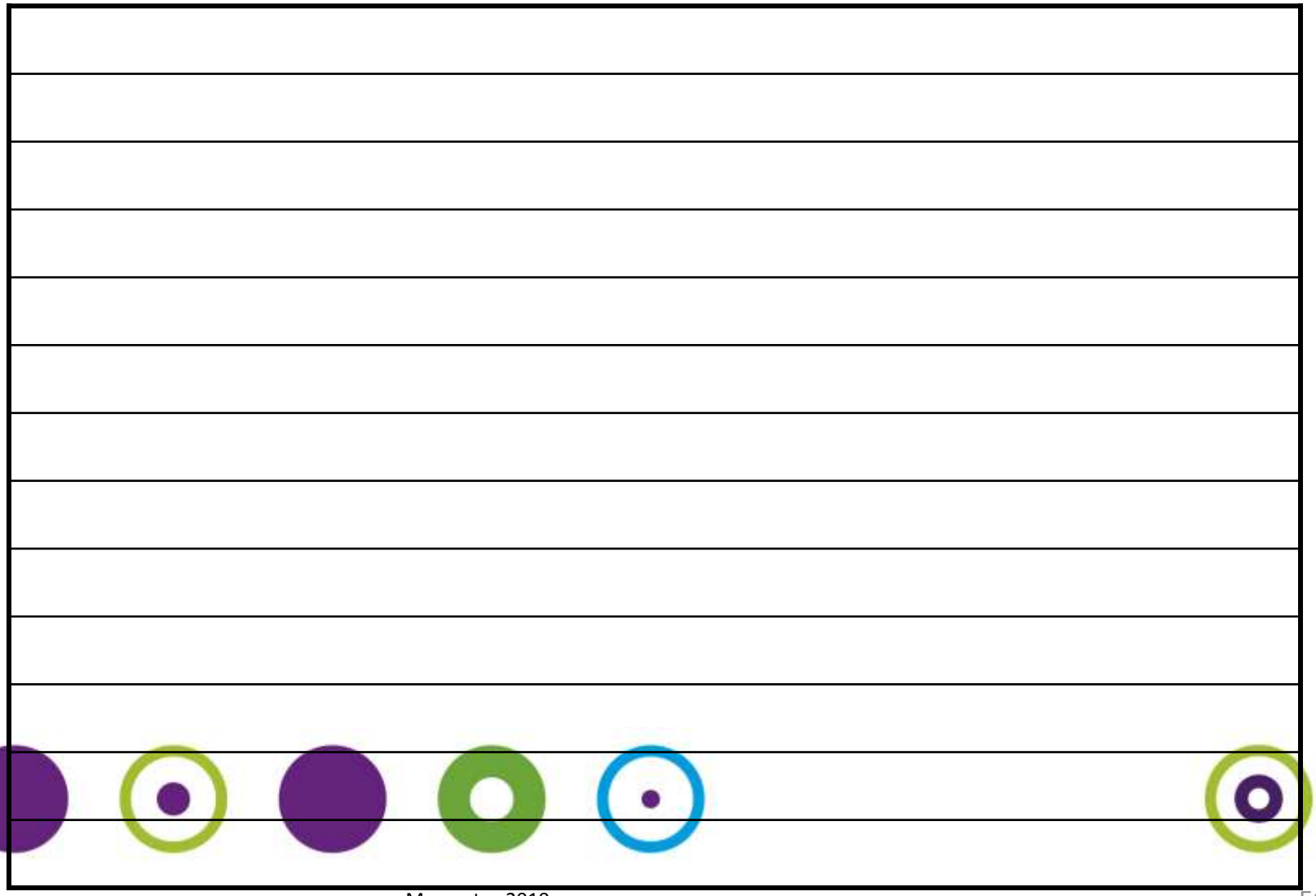
- En Client kan sende forespørgsler til en Server
  - princippet kaldes Client/Server eller C/S.
- Ved flere end 2 deltagere er det nødvendigt med en maskine-adressering.
- Ved sammenkobling af flere net er det også nødvendigt med en net-adressering.
- For tillade flere samtidige forespørgsler fra samme maskine er det også nødvendigt med et forespørgselsnummer
  - også kaldet en Session-ID.

# Og - sådan fungerer Internettet

HOUSE OF TECHNOLOGY
– en del af mercantec

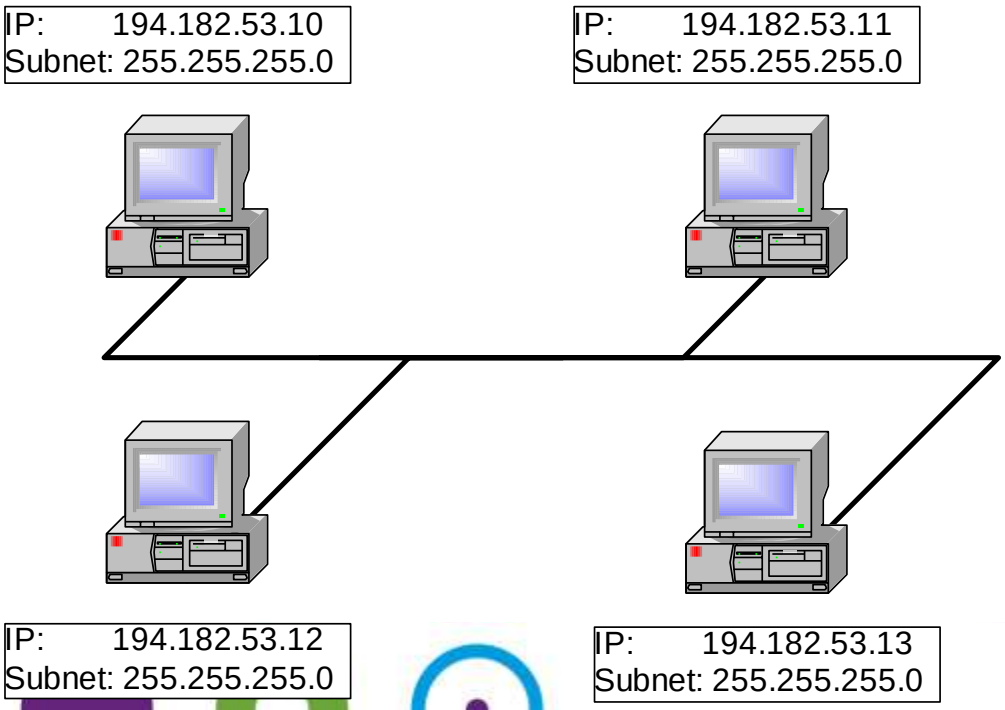
- En IP-adresse fylder 4 bytes.
  - For eksempel 194.182.53.14
- En IP-adresse er sammensat af to adresser:
  - En net-adresse **194.182.53**.14
  - En maskine-adresse 194.182.53.**14**
- Sagt på en anden måde:
  - Maskinen hedder 14 og er medlem af netværket 194.182.53

# Egne notater:



# IP version 4

- om IP adressen & den gamle klasse-opdeling



# IP-adressen i version 4 (IPv4)

- Består af 4 bytes - eller 32 bit.
- Angives i decimal
  - For eksempel **194.182.53.13**
- Kan også angives i andre talsystemer
  - Decimal **194.182.53.13**
  - Binær **11000010.10110110.00110101.00001101**
  - Hexadecimal **C2.B6.35.D**

# Adresse klasser

IPv4 adressen blev oprindelig inddelt i 3 hovedklasser, som stadigvæk kan benyttes:

- **Klasse A** - Meget store netværk
- **Klasse B** - Store netværk
- **Klasse C** - Mindre netværk

# Klasseforskel !

Værdien af første byte i IP adressen angiver klassen (S 601 del 2):

- Klasse A
  - Den første byte er imellem 0 og 127
- Klasse B
  - Den første byte er imellem 128 og 191
- Klasse C
  - Den første byte er imellem 192 og 223

# Et par eksempler på klasser

IP adressen 13.2.3.4

og

194.182.53.13

Klasse C adresse
- da 194 er imellem 192 og 223

Klasse A adresse
- da 13 er imellem 0 og 127

# Host

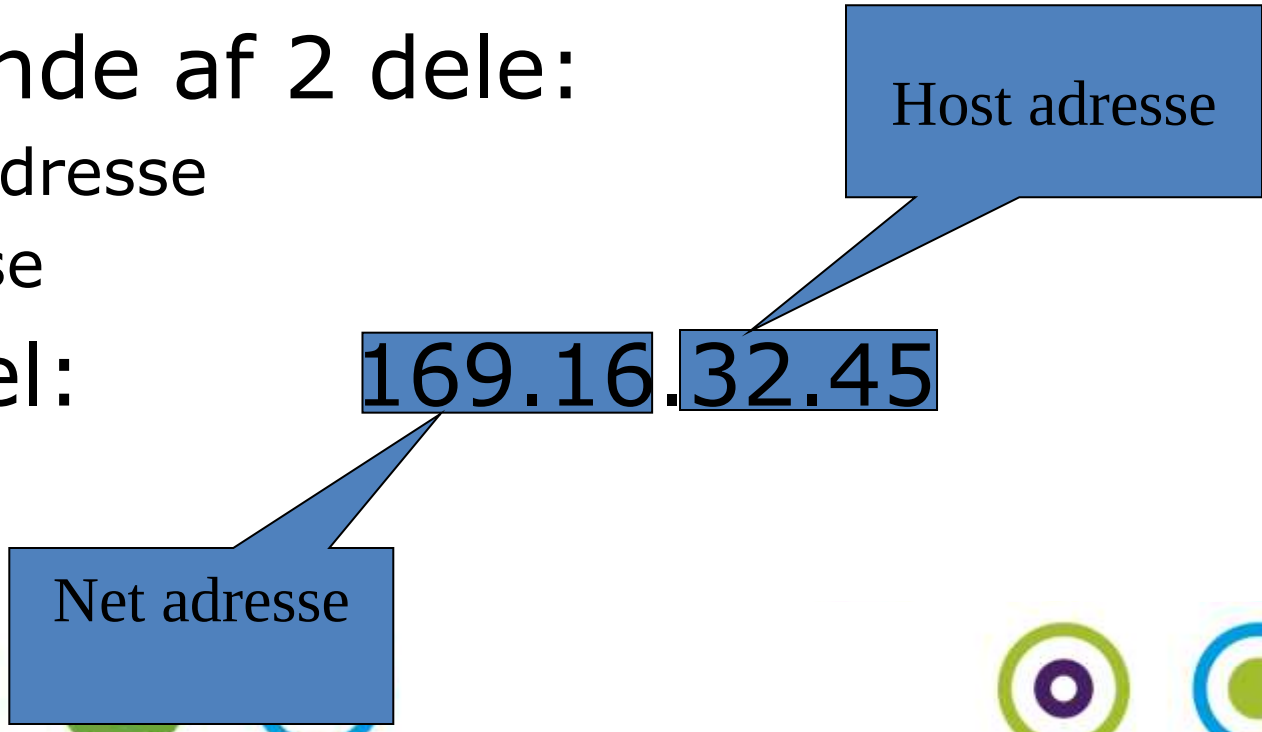
- Host betyder egentlig vært
- I TCP/IP sammenhænge er en host en enhed med en IP-adresse
- For eksempel
  - Computer, Printer, Router, Coca-Cola automat kaffemaskine, WEB-camera …….

# IP adressens Net og Host-del

- En IP-adresse består grundlæggende af 2 dele:
  - En netværksadresse
  - En hostadresse

# IP adressens Net og Host-del

- En IP-adresse består grundlæggende af 2 dele:
  - En netværksadresse
  - En hostadresse
- For eksempel:



# Klasse A - Net og Host del

- Klasse A er til meget store net
- Første byte er mellem 0 og 127
- Net delen består af een byte
  - Der findes kun 128 klasse A-net

13.2.3.4

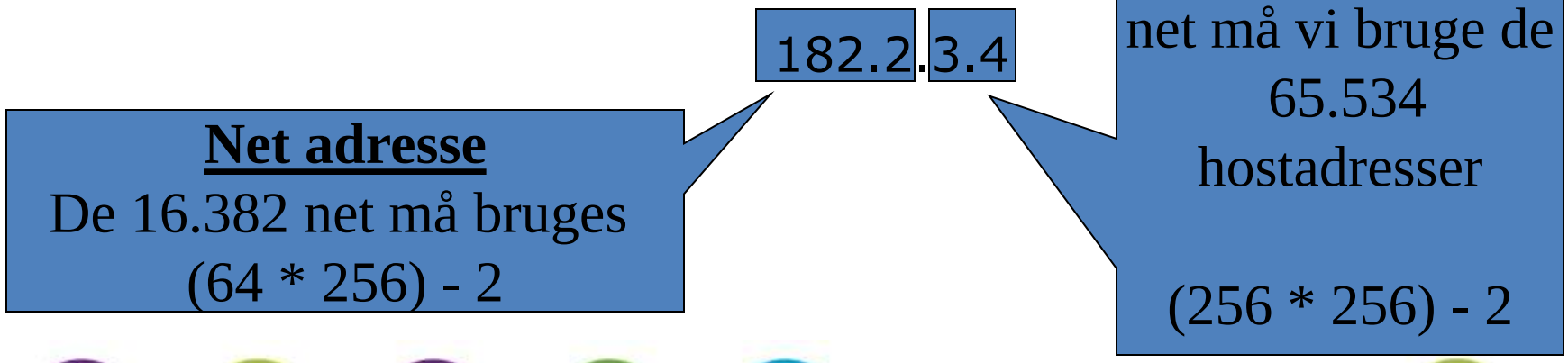
**Net adresse**
De 126 net må bruges

**Host adresse.**
På hvert klasse A net må vi bruge de 16.777.214 hostadresser

(256 * 256 * 256) - 2

# Klasse B - Net og Host del

- Klasse B er til store net
- Første byte er mellem 128 og 191
- Net delen består af to bytes
  - Der findes 16.384 klasse B-net



# Klasse B - Net og Host del

- For eksempel
  - A.P.Møller's net: 182.13.x.x
  - Danmarks Radio's net: 182.14.x.x
  - Shell's net: 182.15.x.x
  - ……...

# Klasse C - Net og Host del

- Klasse C er til mindre net
- Første byte er mellem 192 og 223
- Net delen består af tre bytes
  - Der findes 2.097.152 klasse C-net

218.2.3.4

**Net adresse**
De 2.097.150 net må bruges
(32*256*256) - 2

**Host adresse.**
På hvert klasse C net må vi bruge 254 hostadresser

(256) - 2

# Klasse C - Net og Host del

- For eksempel
  - Malermester Jensen's net:218.13.7.x
  - Revisor Hansen's net:  218.13.8.x
  - Dyrlæge Knurre's net: 218.13.9.x
  - ……..

# Standard subnet masker

- Kaldes på dansk undernet maske
- Bruges til at fortælle host hvilken del af IP-adressen der er host del og hvilken del der er net del.
- Subnet masken er på 32 bit som IP-adressen
  - For eksempel 255.255.0.0

# Standard subnet masker

- Angives normalt decimalt
  - Decimal 255.255.0.0
  - Binær 11111111.11111111.00000000.00000000
- $255_{10} = 11111111_2$

# Standard subnet masker

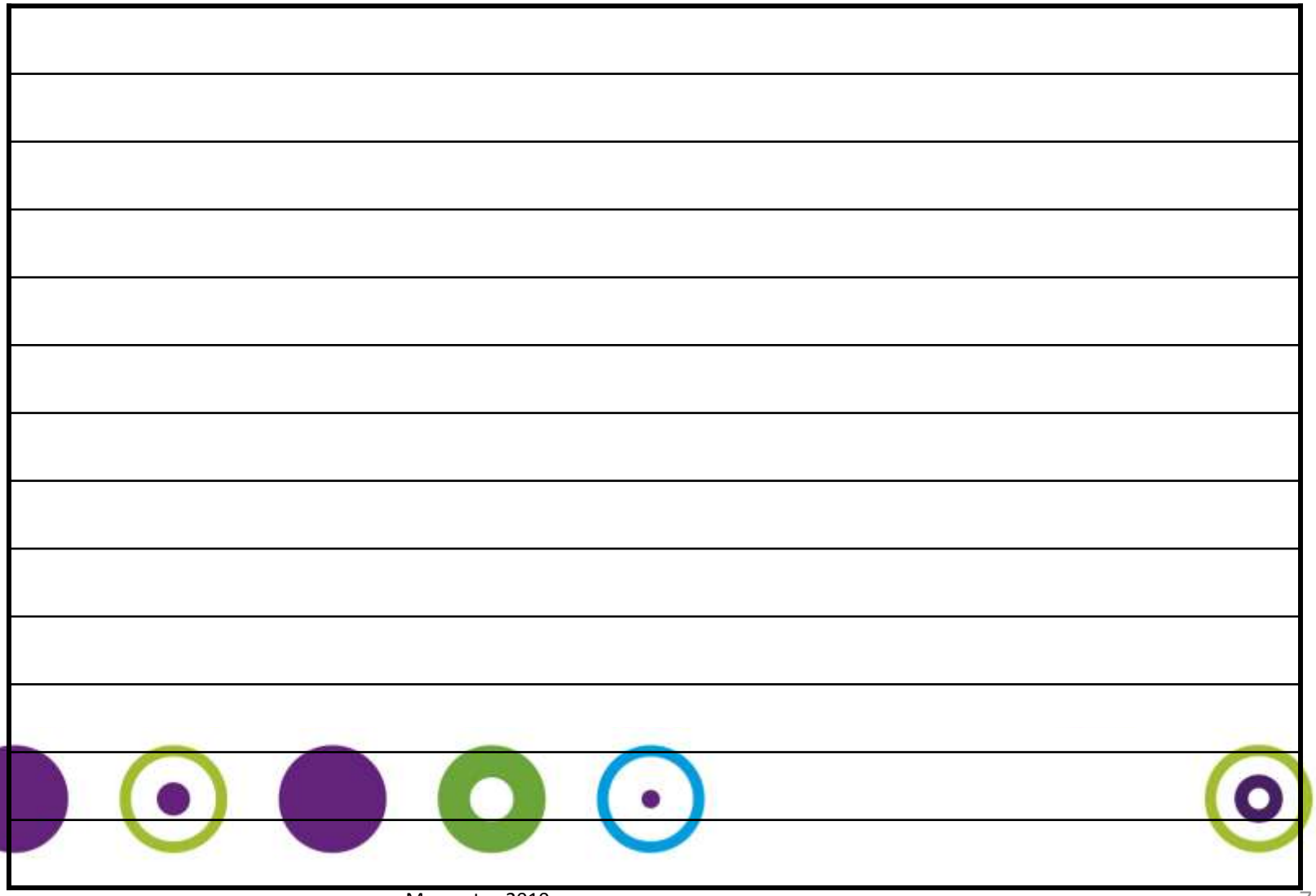
- Klasse A subnet mask **255.0.0.0**
- Klasse B subnet mask **255.255.0.0**
- Klasse C subnet mask

  **255.255.255.0**

# Opsummering

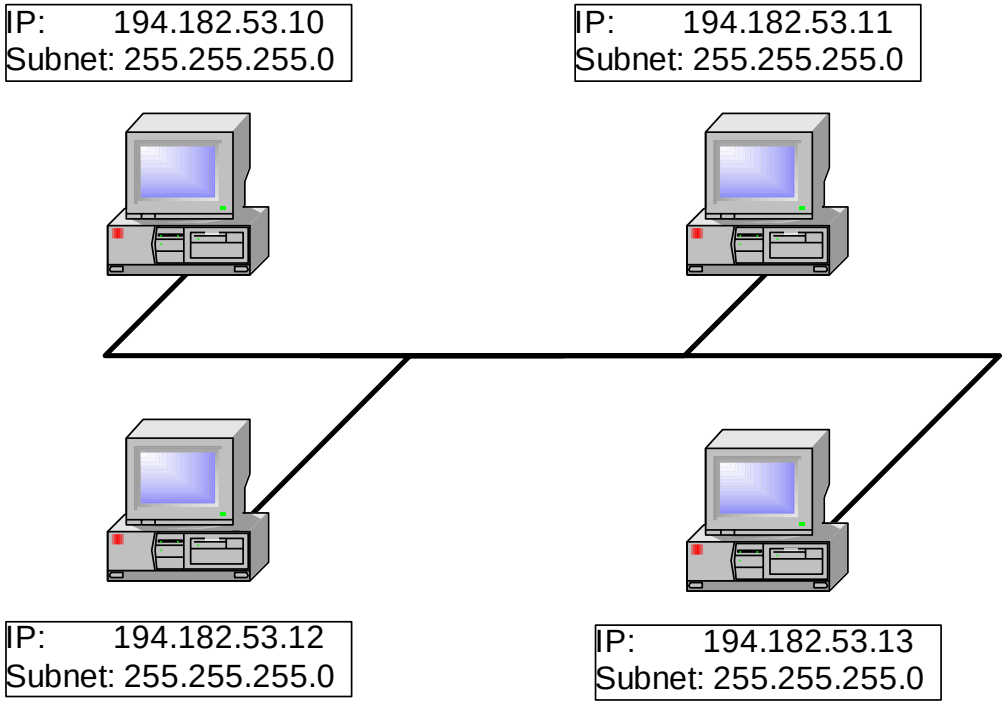
- Klasse A er til meget store net
  - Første byte er net-del (Første byte 0 - 127)
  - Subnet mask = 255.0.0.0
- Klasse B er til store net
  - Første 2 bytes net-del. (Første byte 128 - 191)
  - Subnet mask = 255.255.0.0
- Klasse C er til mindre net
  - Første 3 bytes net-del. (Første byte 192-223)
  - Subnet mask = 255.255.255.0

# Egne notater:



# En netværkskonfiguration

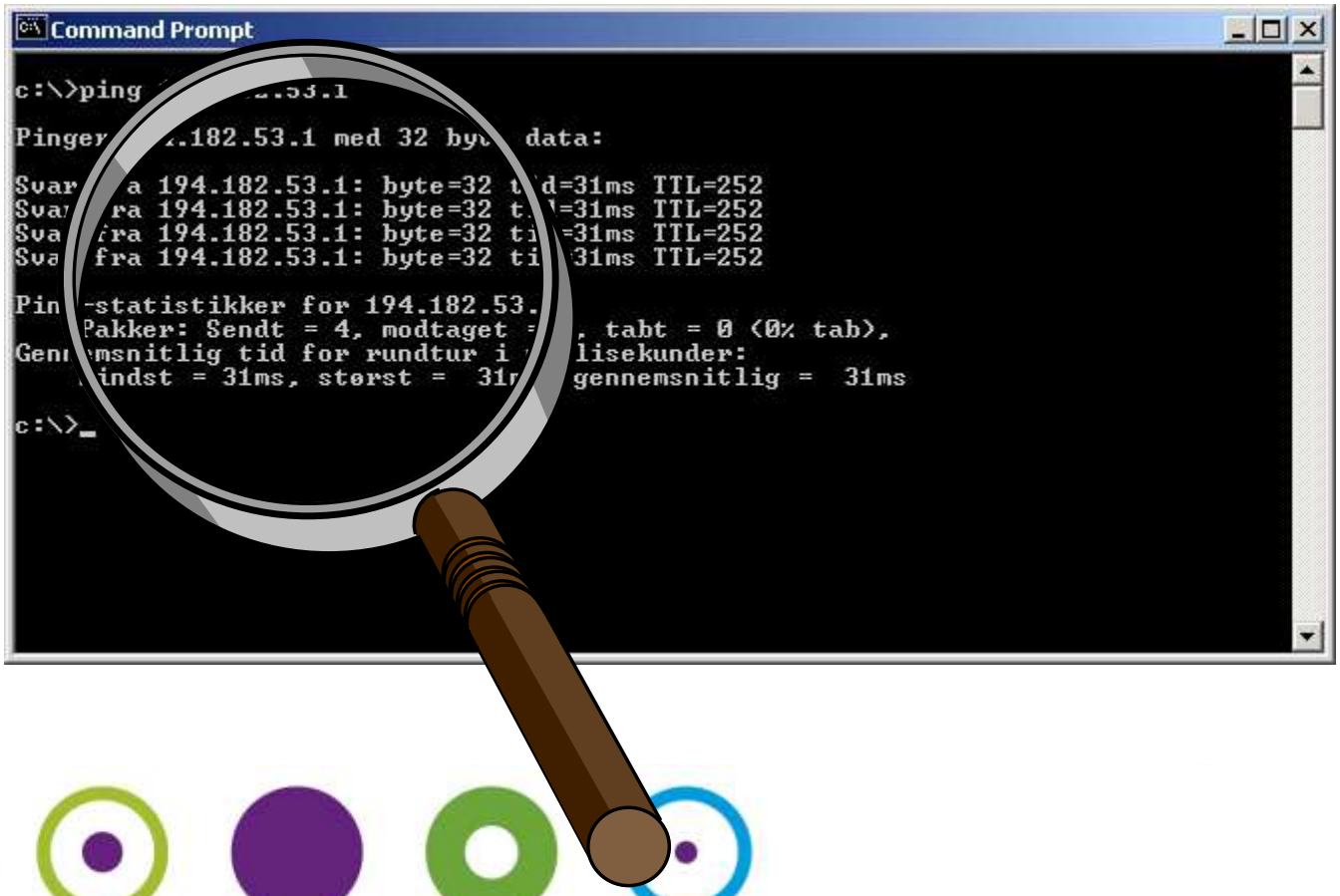
- Computerne sidder på samme fysiske net.
- Computerne er medlem af det samme logiske net 194.182.53.0
- Computernes host navn er forskellige



# Ping kommandoen

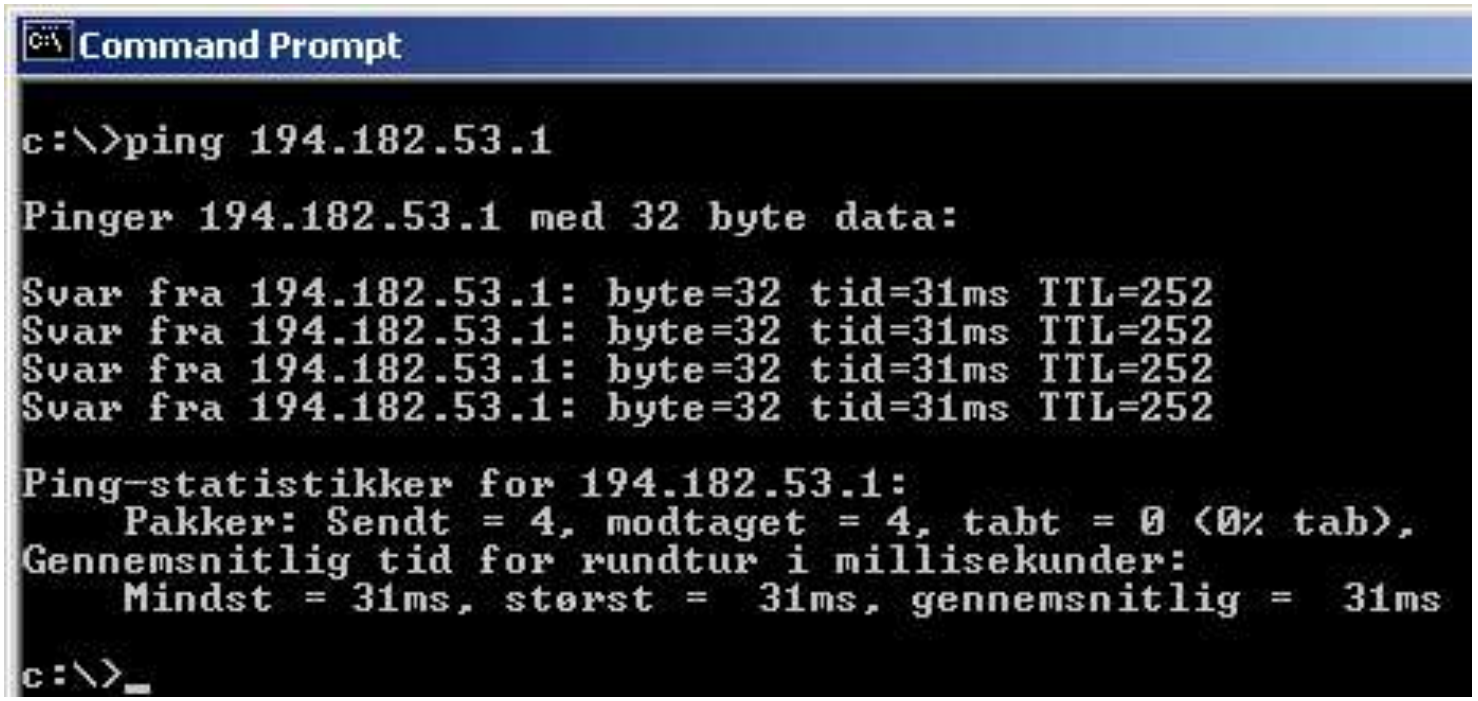
- En indbygget testfunktion i TCP/IP
- Ping kommandoen findes i næsten alt TCP/IP udstyr
- Sender en testpakke til modtager som besvarer med en testpakke.

# Ping kommandoen

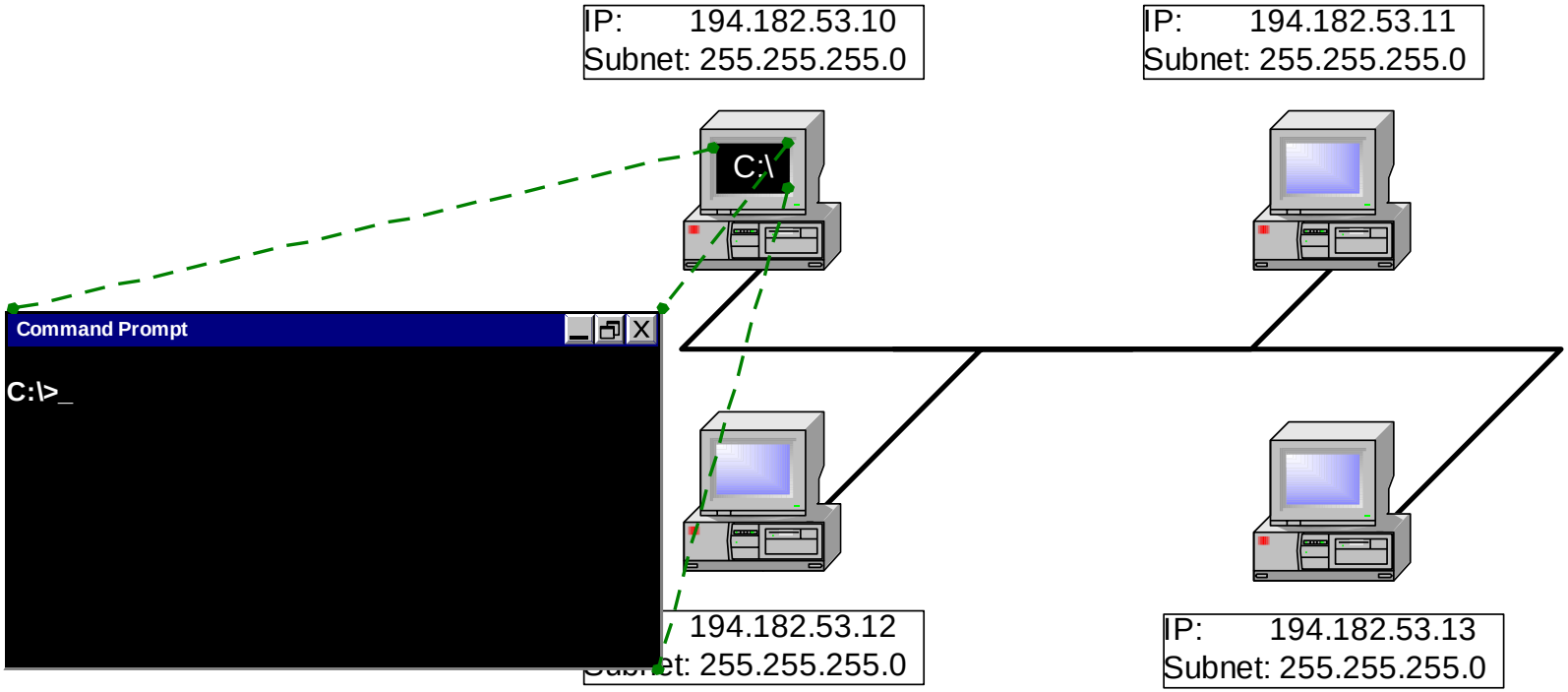


# Ping kommandoen

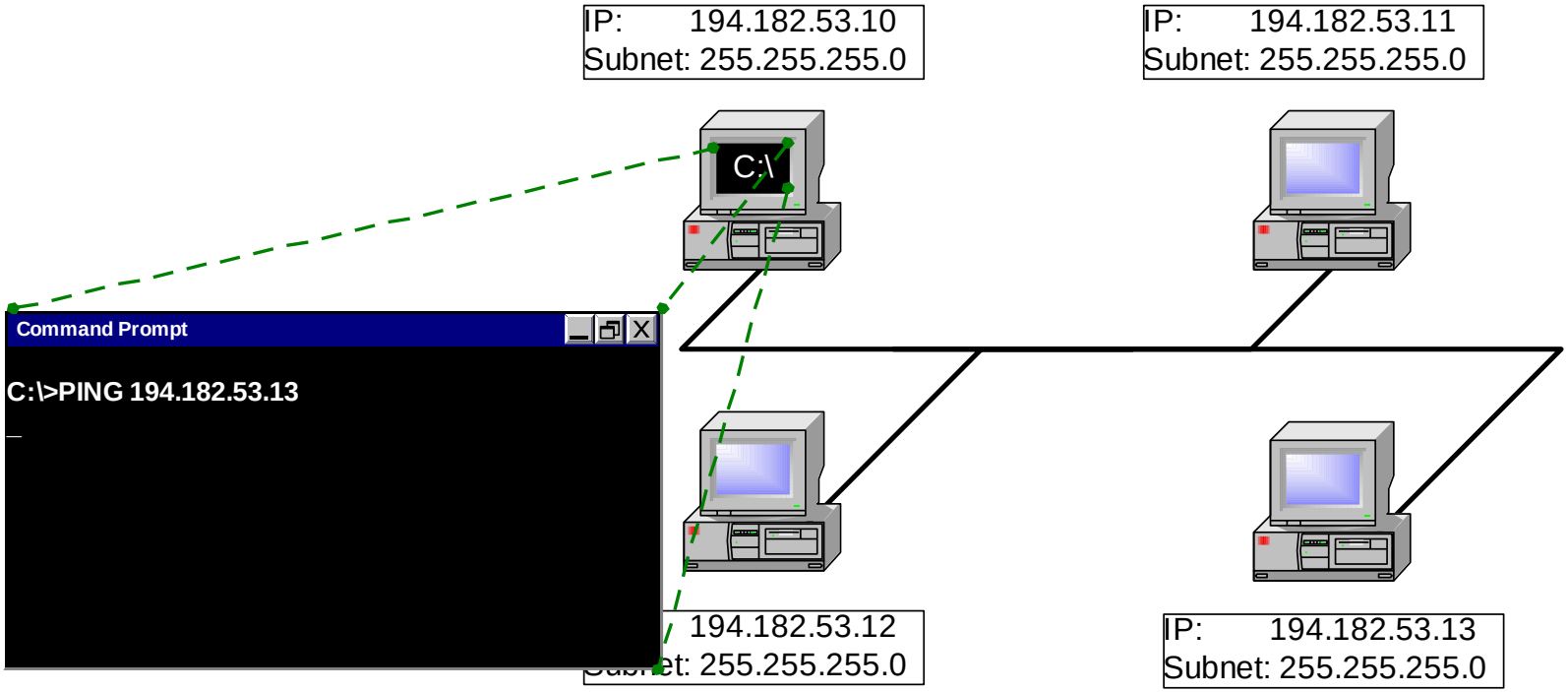
HOUSE OF TECHNOLOGY
– en del af mercantec



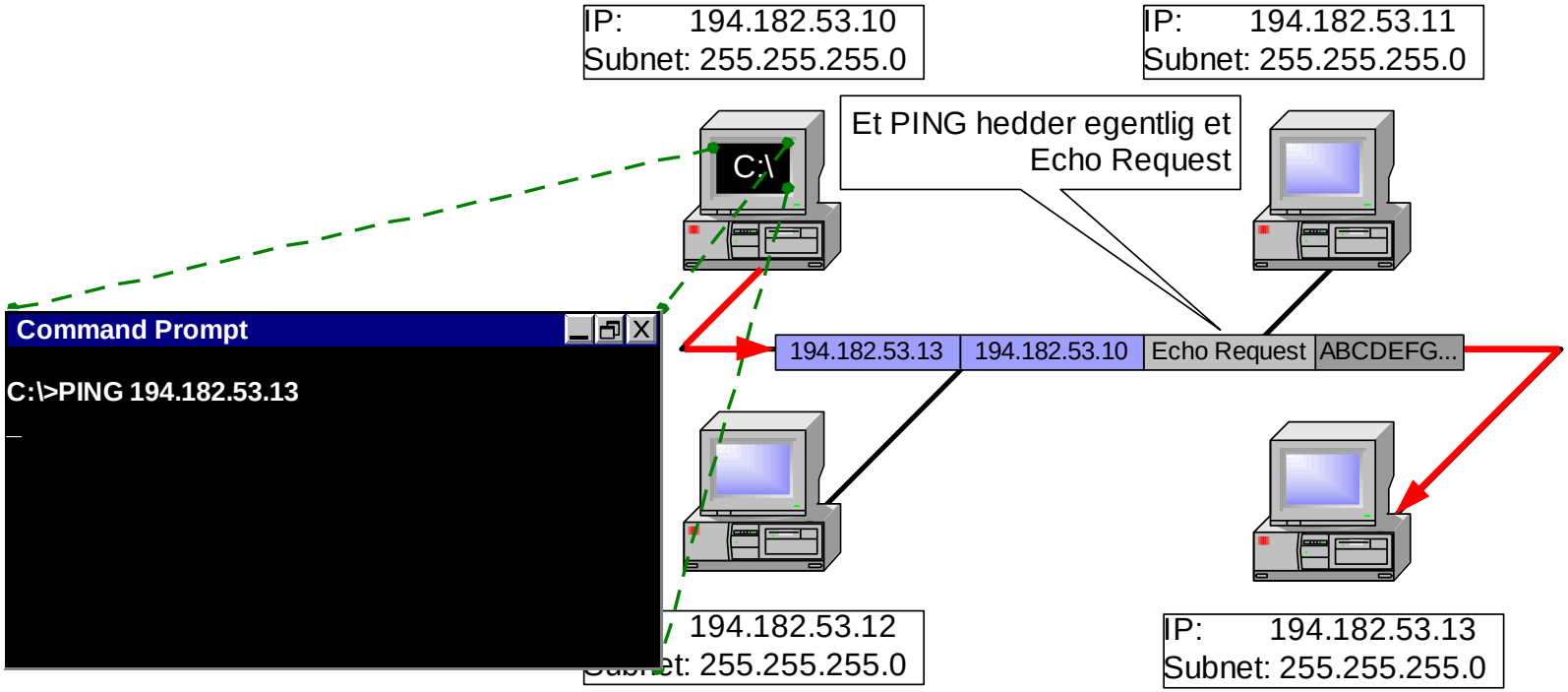
# En kommando prompt åbnes



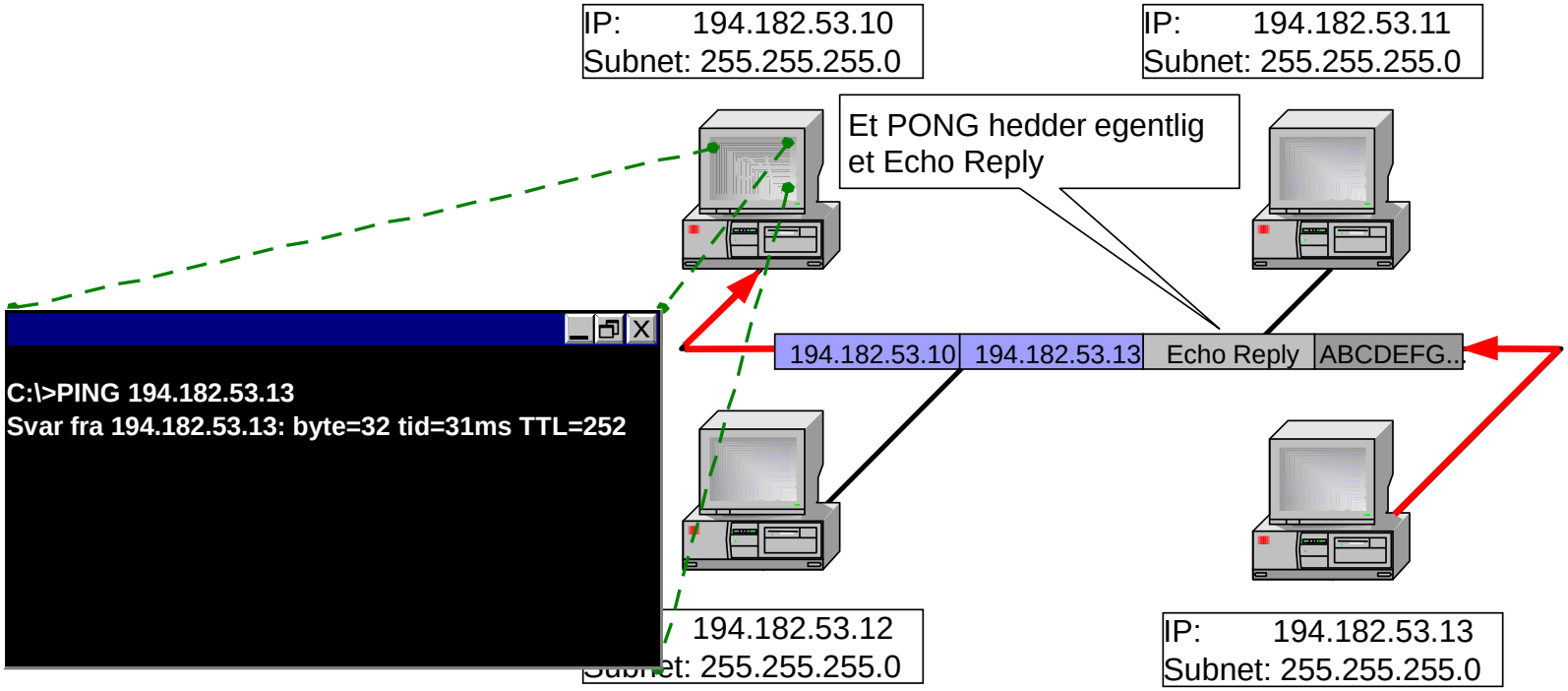
# Ping kommandoen indtastes



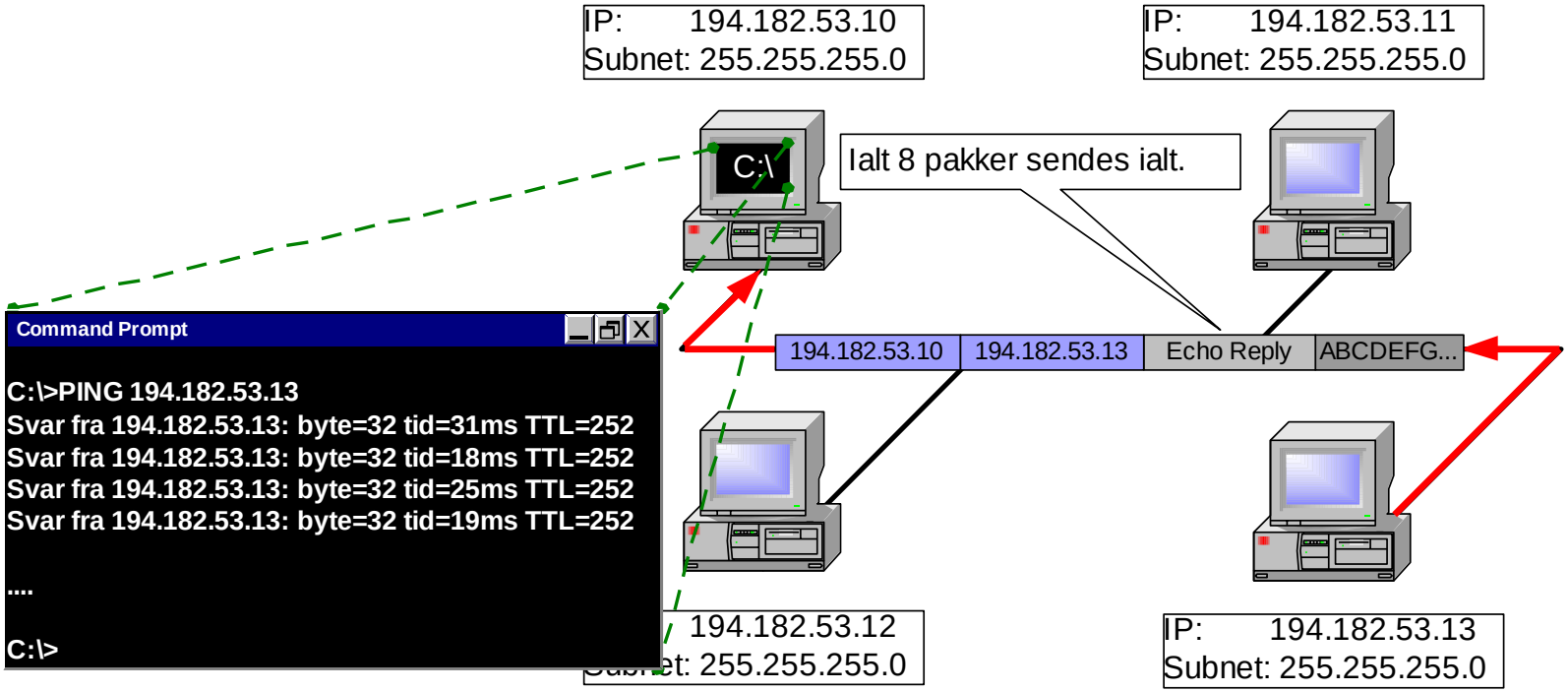
# Det første PING sendes



# Det første "PONG" modtages



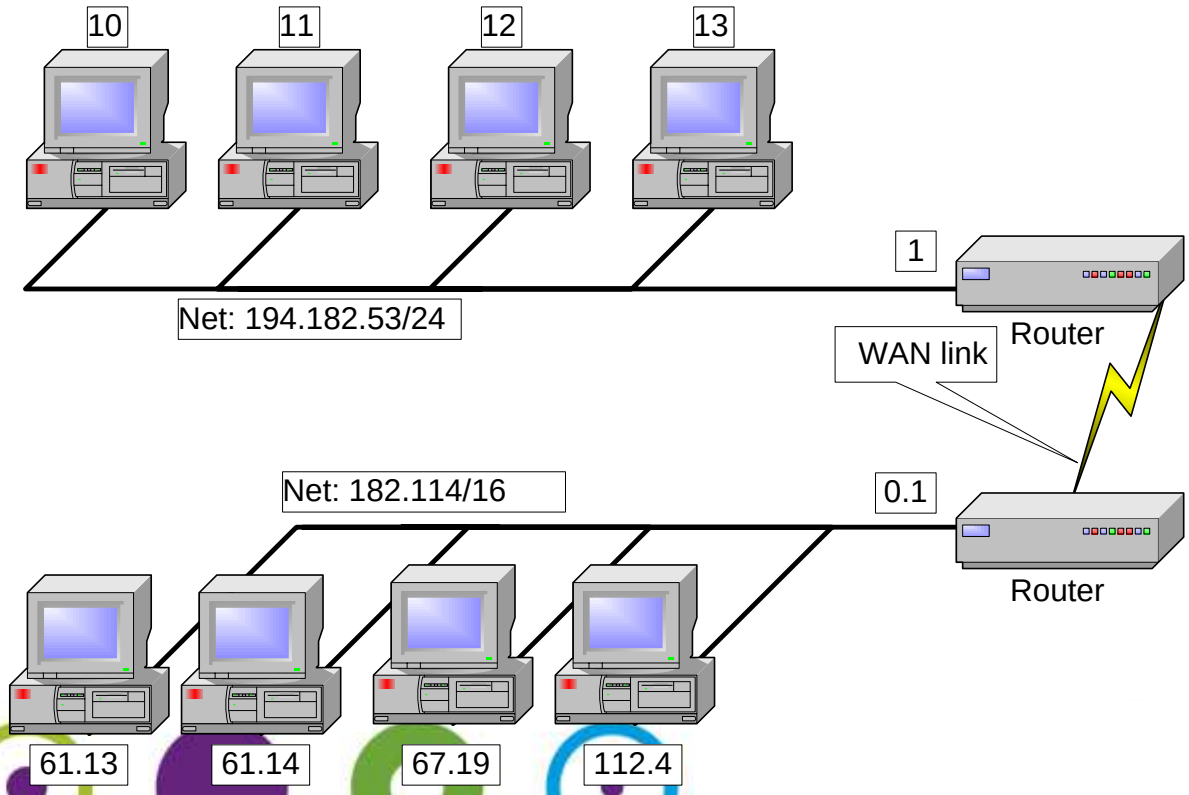
# Her sendes i alt 8 pakker



# IP version 4

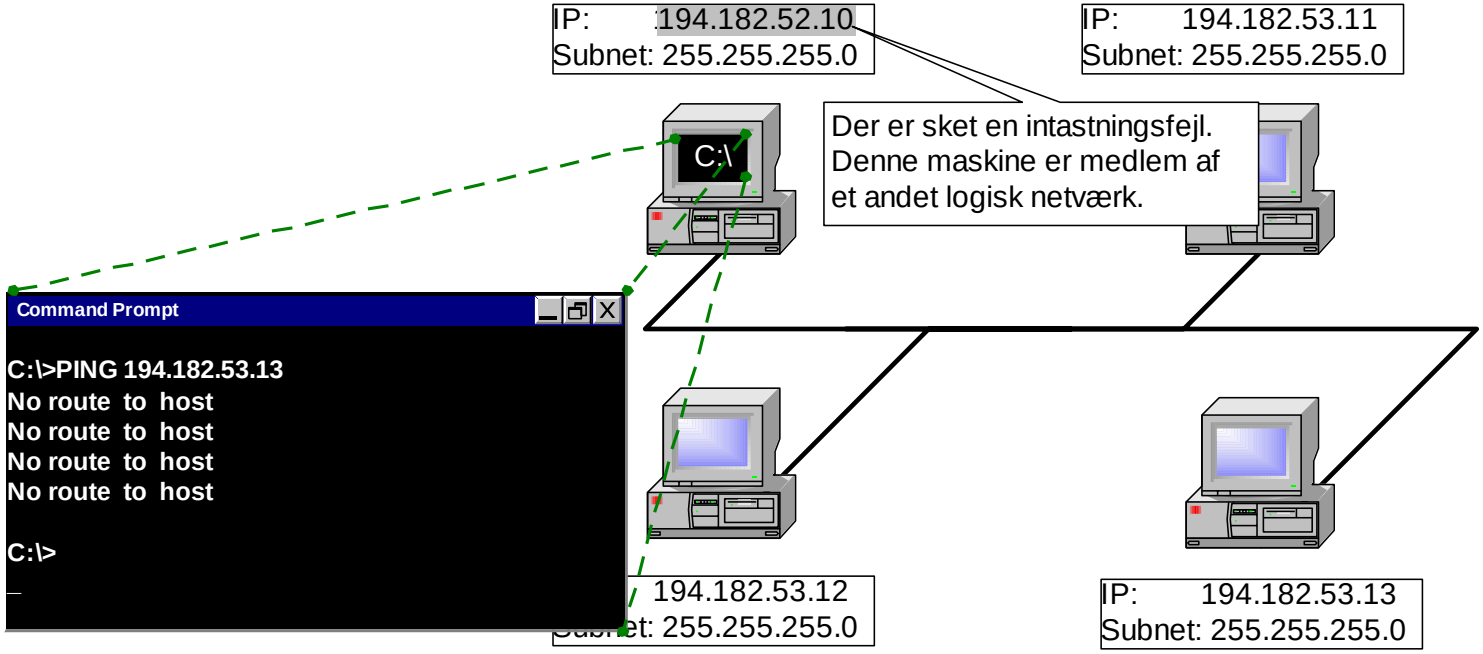
HOUSE OF TECHNOLOGY
- en del af mercantec

## - og routningen



# IP kommunikation på lokalnet

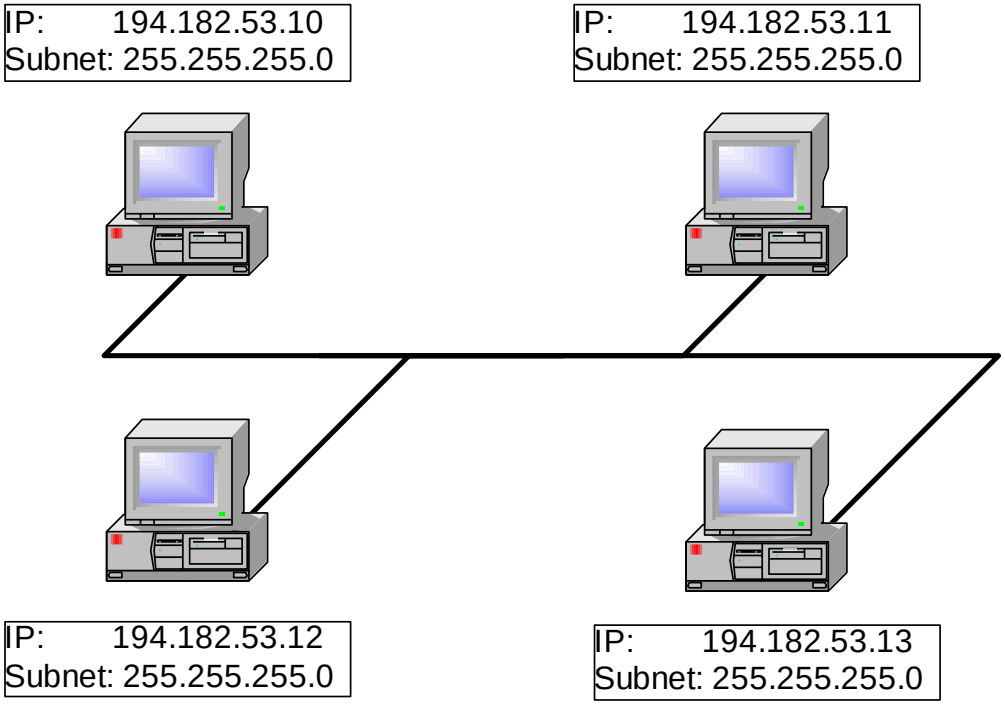
Maskiner på et lokalnetværk skal være medlem af samme IP netværk før de kan kommunikere direkte:




Bemærk: Logisk netværk = IP netværk

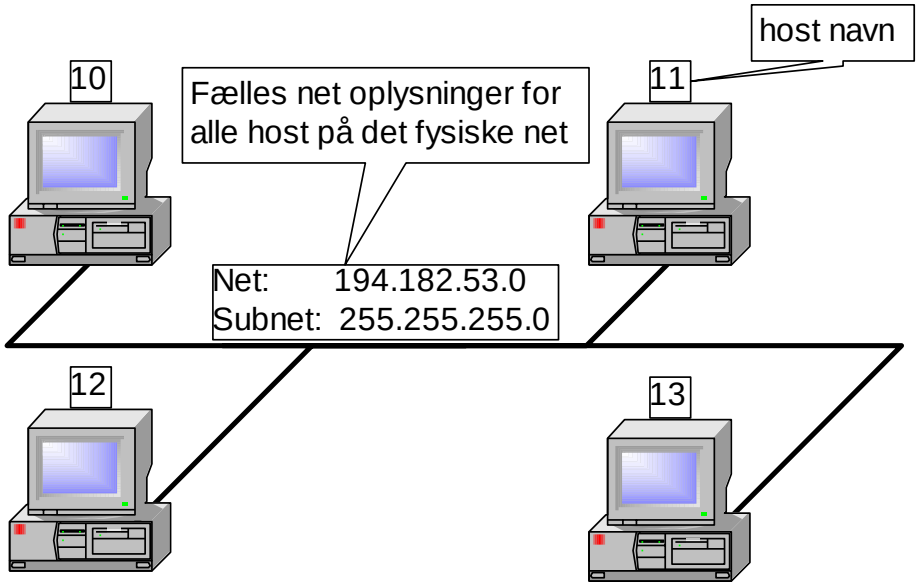
# Behov for en ny notationsform

- Der er for mange tal på tegningen
- Netværksdokumentation bliver svær at tyde
- Stort arbejde at ændre



# Den nye notationsform

- Nemmere at overskue
- Nemmere at ændre



# Det bliver ”nemmere” endnu

HOUSE OF TECHNOLOGY
– en del af mercantec

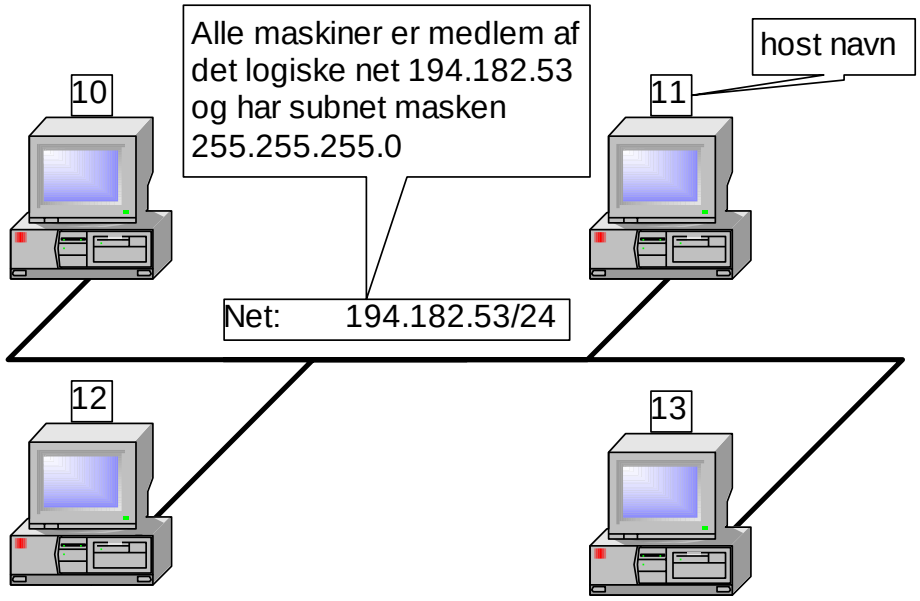
- Subnet masken er på 32 bit
  - for eksempel 255.255.255.0
    - 11111111.11111111.11111111.00000000
  - De første 24 bit er 1’taller

Net: 194.182.53.0
Subnet: 255.255.255.0

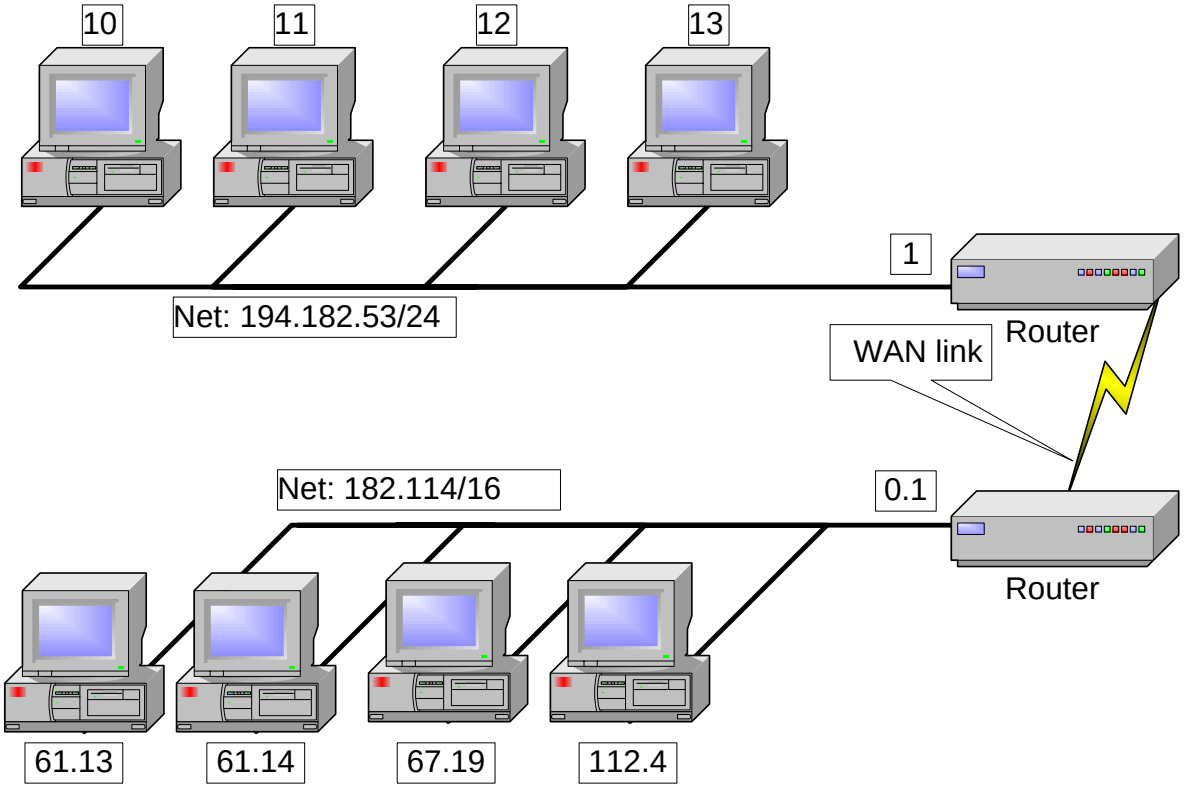
=

194.182.53/24

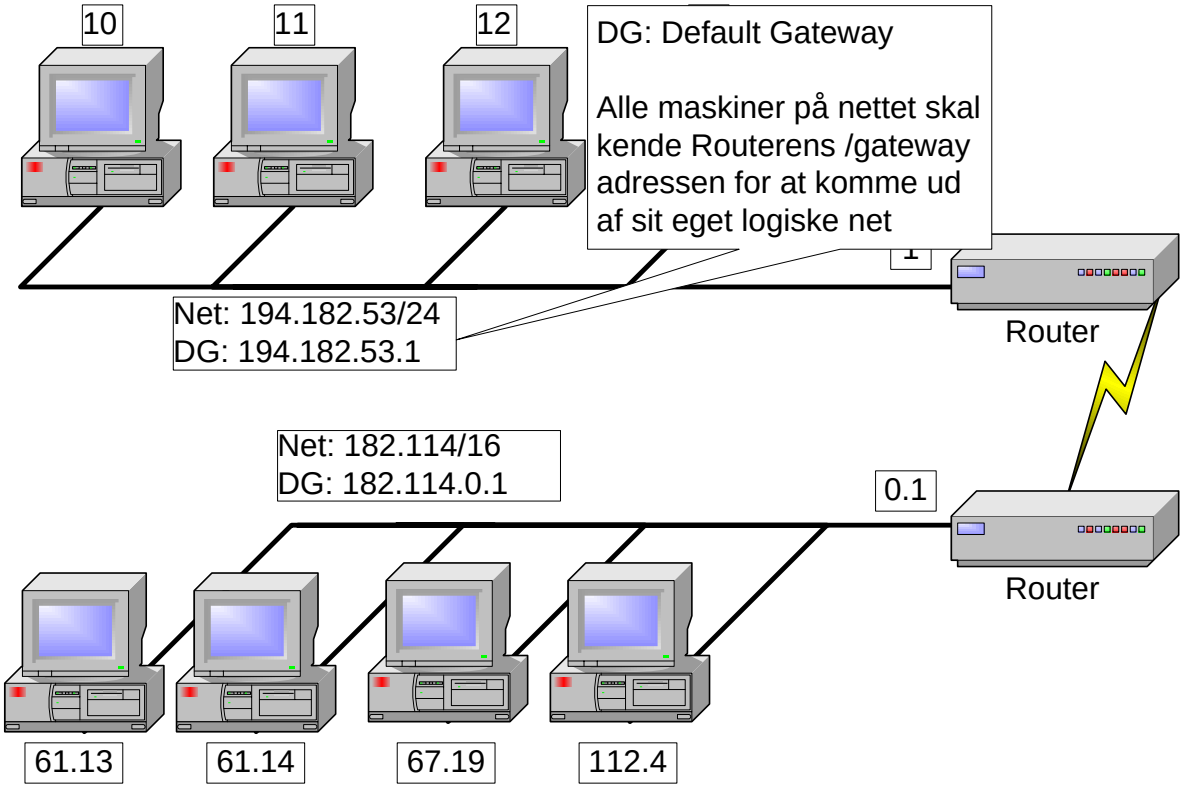
# Den nye metode



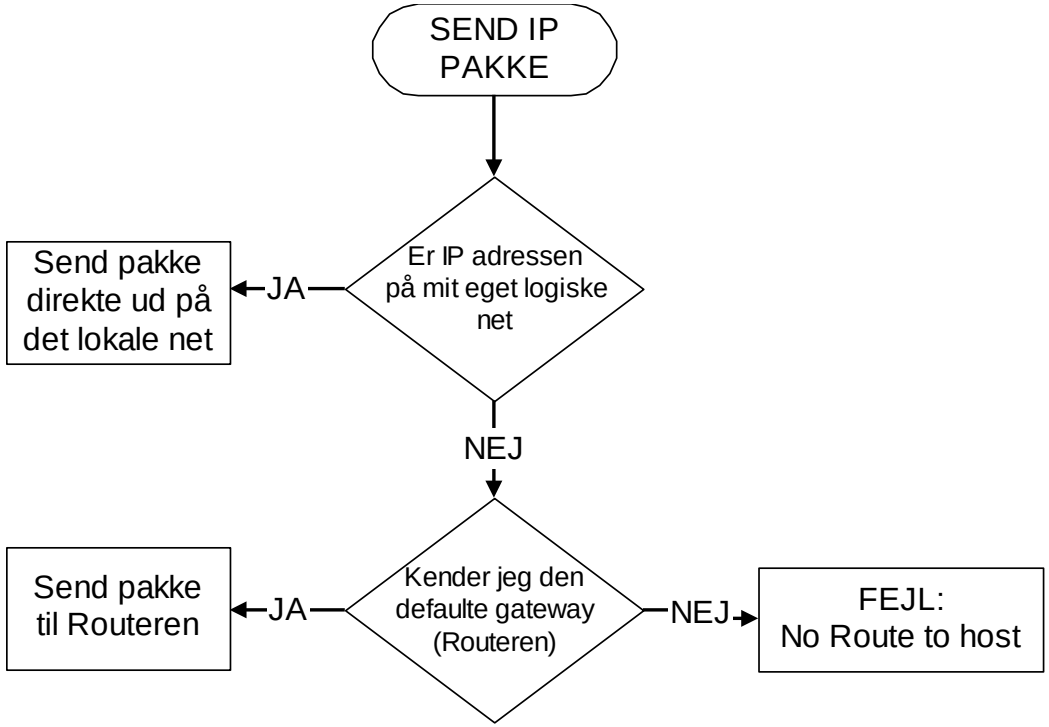
# Flere net kobles sammen



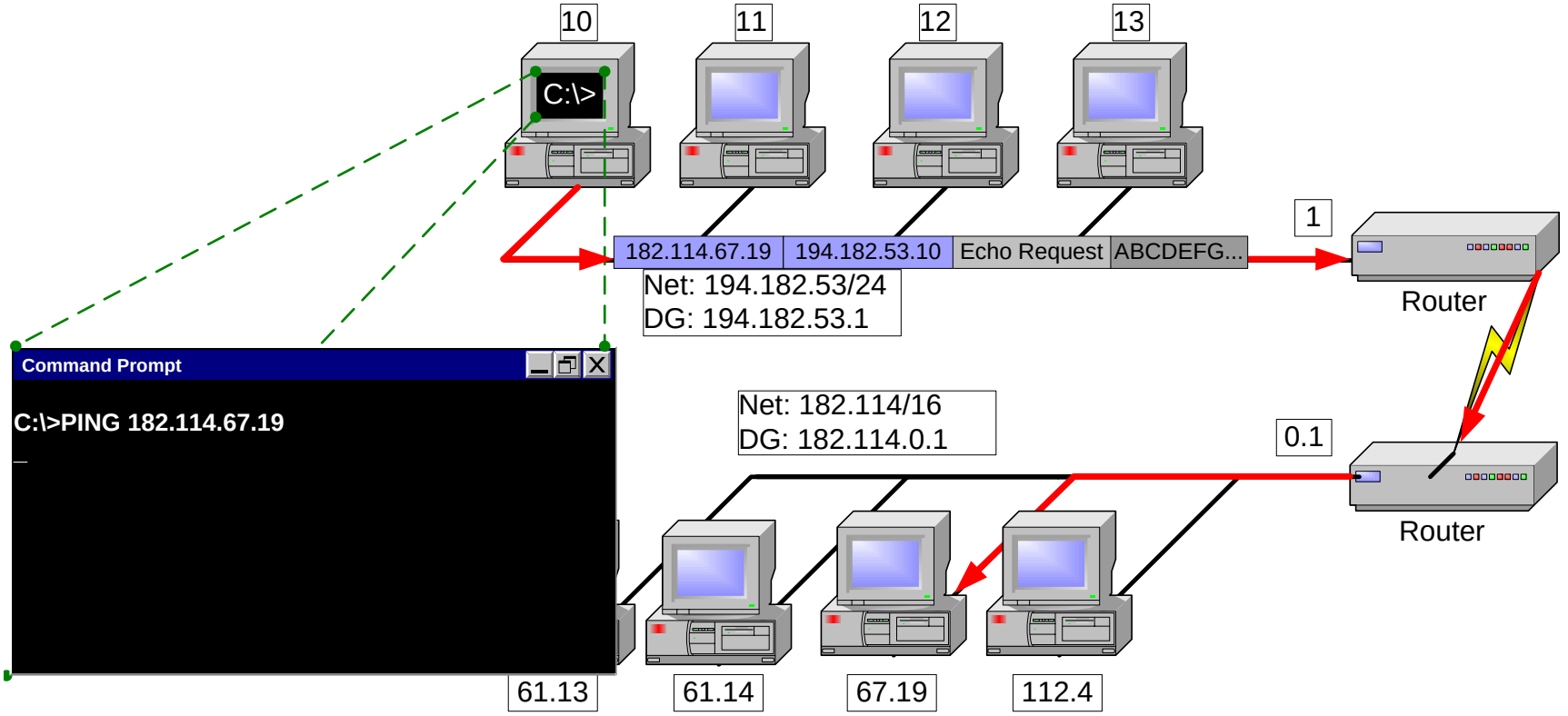
# Host skal kende Routeren



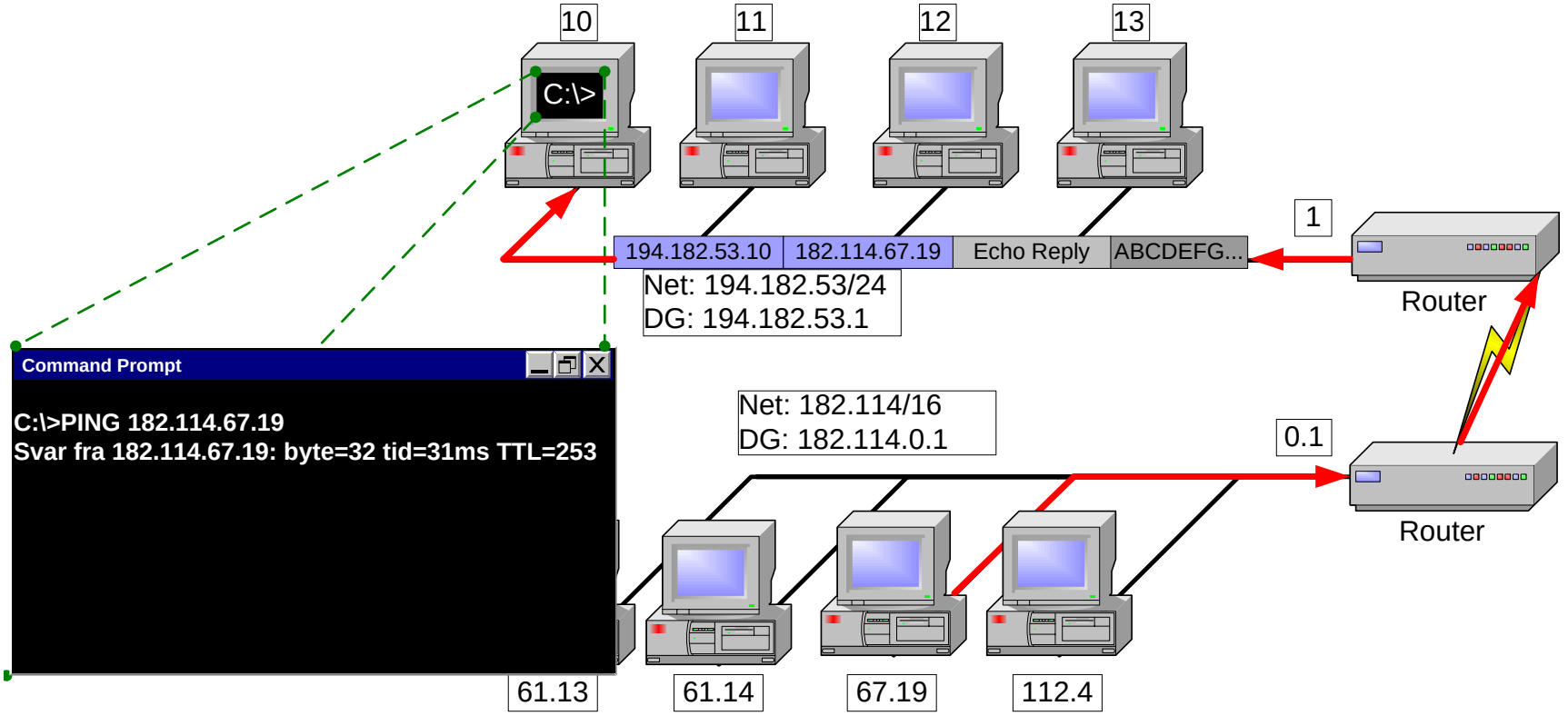
# Hvad host ”tænker”



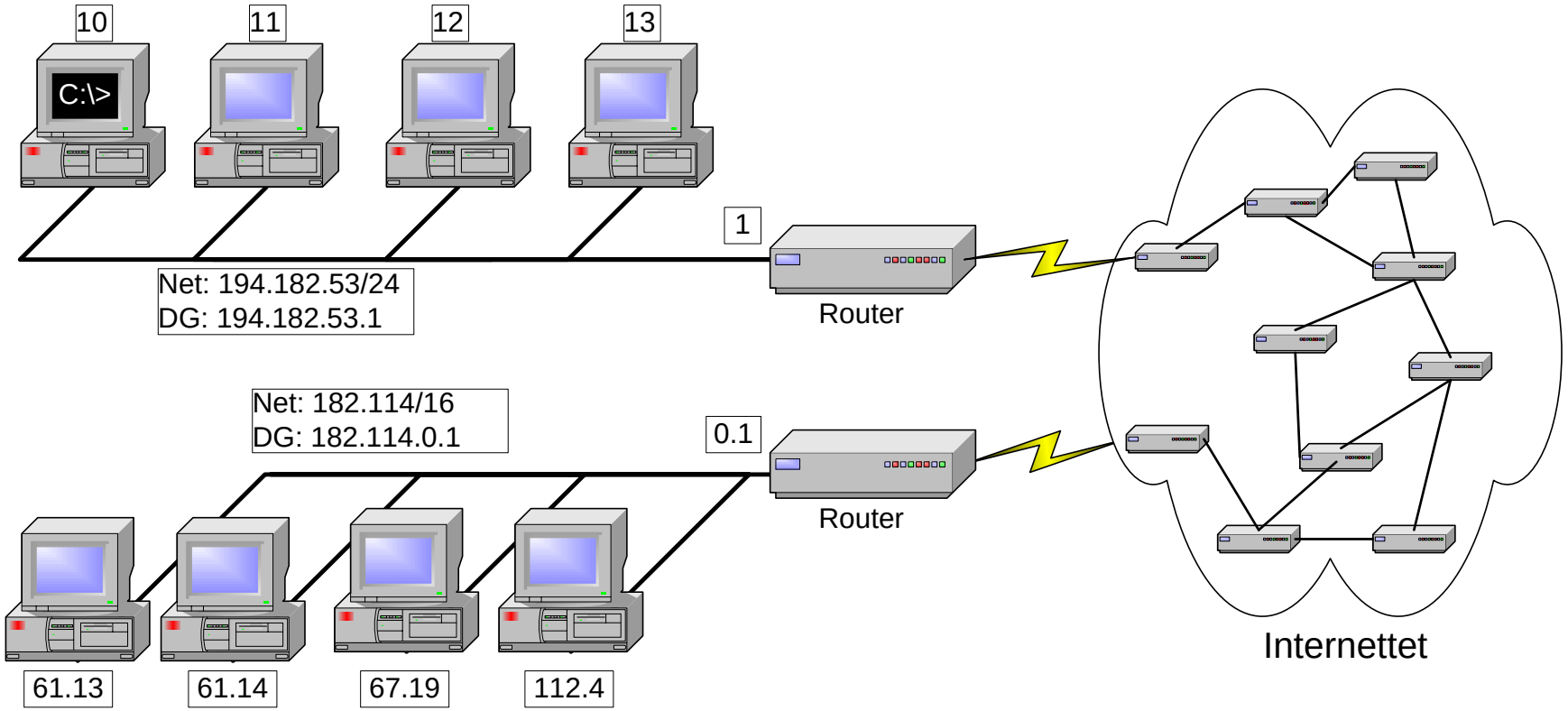
# Internet working



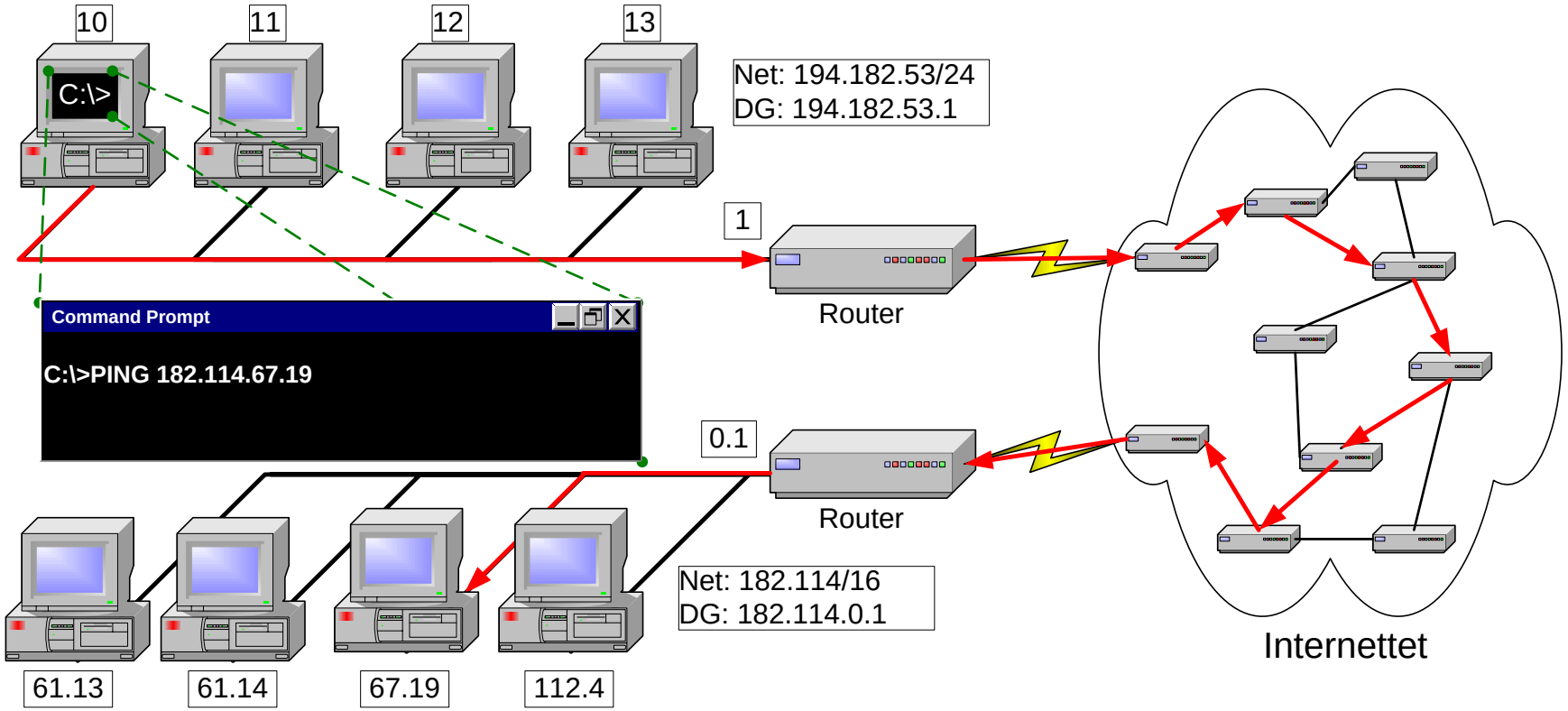
# Nu er der ”hul” igennem



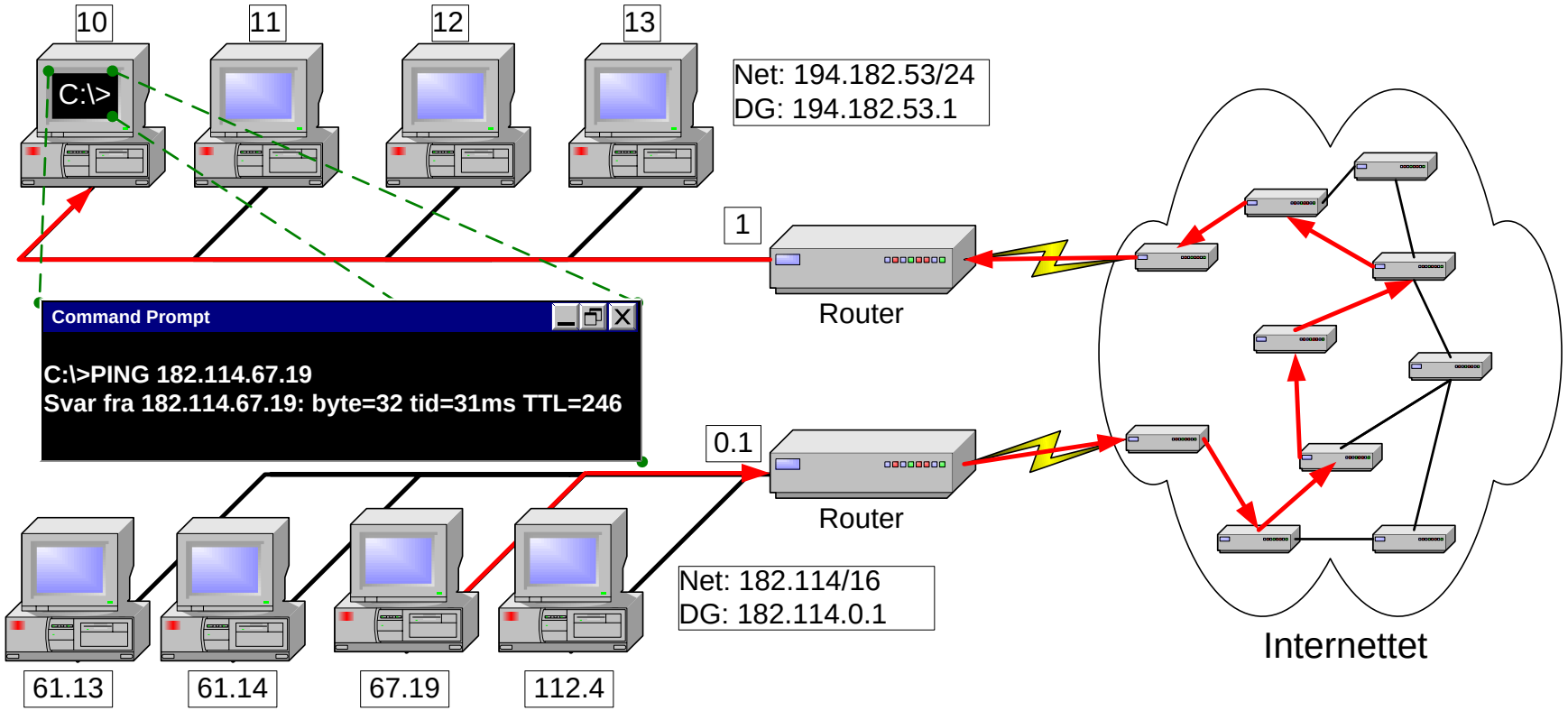
# Internettet består af mange routere



# Routerne kender hinanden



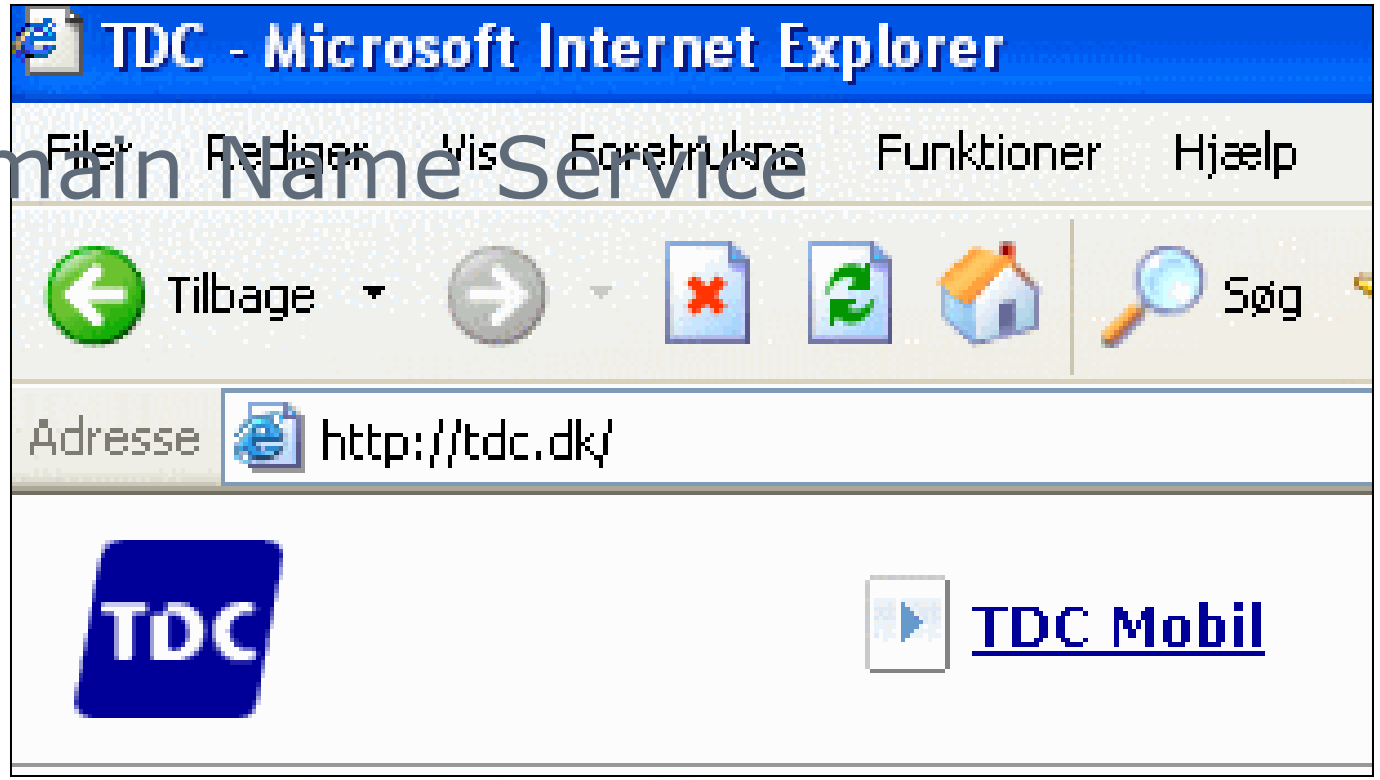
# Der er flere alternative ruter



# Opsummering

- En host kan sende direkte til andre host på sit eget logiske net.
- For at sende til host på andre logiske net skal hosten kende en rute ud af nettet
- 172.16/16 er et klasse B net
  - Net navn:  172.16.0.0
  - Subnet mask:  255.255.0.0

# Domain Name Service




- en introduktion!

# Domain Name Service - DNS

- Oversætter domænenavne til IP-adresser
  - F.eks: www.jp.dk oversættes til 80.80.12.116
  - Bruges dagligt i Internet Browsere
- Oversætter IP-adresser til domænenavne
  - F.eks: 80.80.12.116 til www.jp.dk
  - Bruges ofte til at finde afsender af data

# Før vi havde DNS = Hosts filen

- Internettet var ikke større end 100 maskiner!
- Langsomt opstod et behov for at have en liste over maskiner og deres IP-adresser.
- Hosts filen indførtes – og den virker stadig
  - UNIX/Linux: /etc/hosts
  - Windows 9x: C:\WINDOWS\HOSTS
  - W2K/XP: C:\WINNT\system32\drivers\etc\hosts

# Formatet på hosts-filen

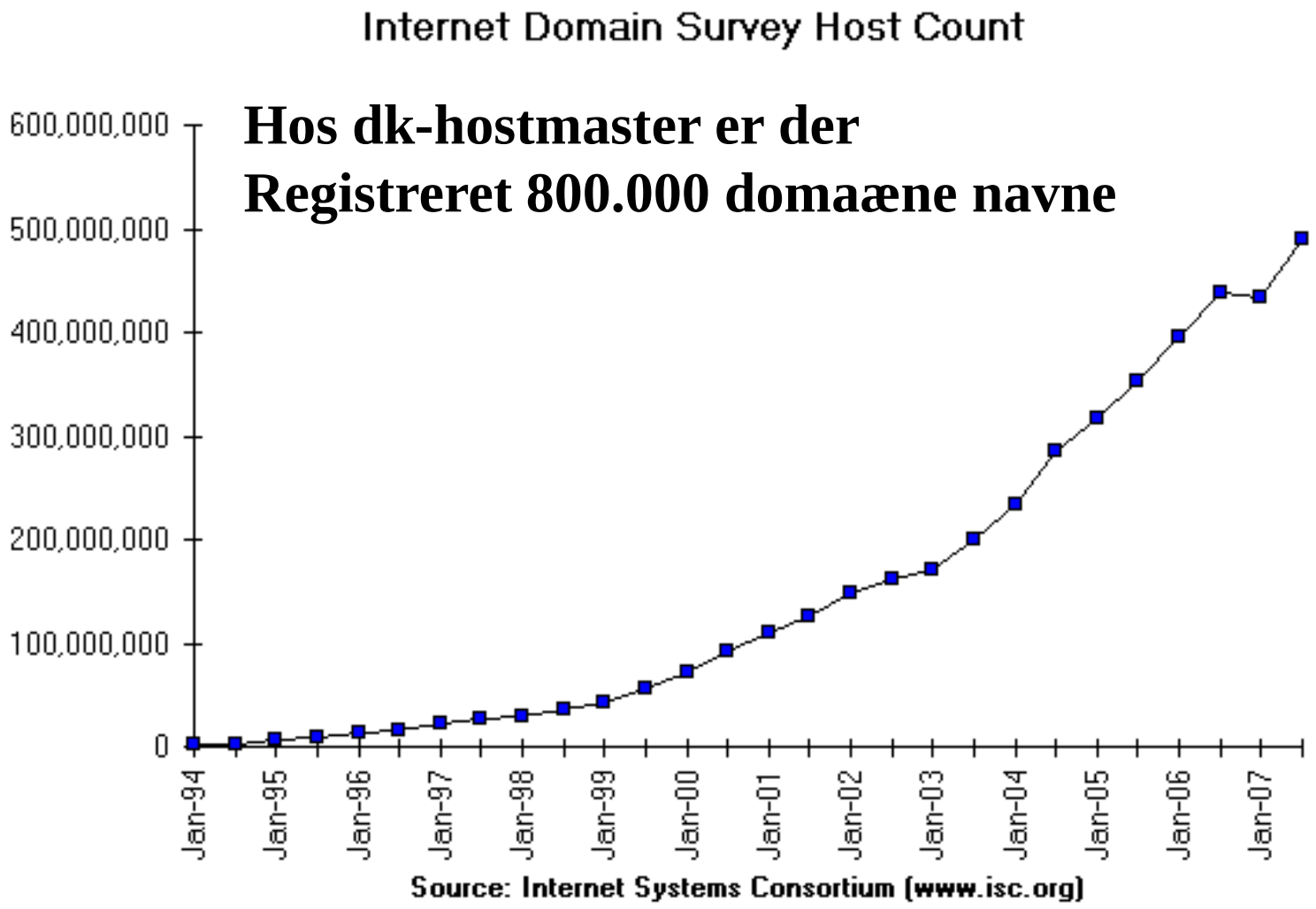
HOUSE OF TECHNOLOGY
– en del af mercantec

Indeholder felterne:

IP-Adresse  Hostnavn  nickname….

```
172.16.4.4     h4
172.16.4.10    tkgw    heth
172.16.0.1     eucmidtgateway gw udafhuset
……
```

# Antal hosts med domænenavne




**Hos dk-hostmaster er der**
**Registreret 800.000 domaæne navne**

# Før vi havde DNS = Begyndende kaos…

- Antallet af IP Hosts steg eksplosivt på Internettet
- Daglig opdatering af hosts-fil på alle hosts!
- Hosts-filen selv vokser ukontrolleret.
- Et behov for helt ny metode for at oversætte menneskevenlige host-navne til IP-adresser opstod.
- DNS er svaret herpå – designet i 1984

# Designkravene til DNS

- Skal være skalerbart.
  - (dvs. kan vokse ind i en ukendt fremtid)
- Skal være decentralt.
  - (dvs. ikke ligge et sted men ligger spredt over hele nettet)
- Skal være decentralt administreret.
  - (dvs. at kontrol kan uddelegeres i flere led)
- Skal være robust

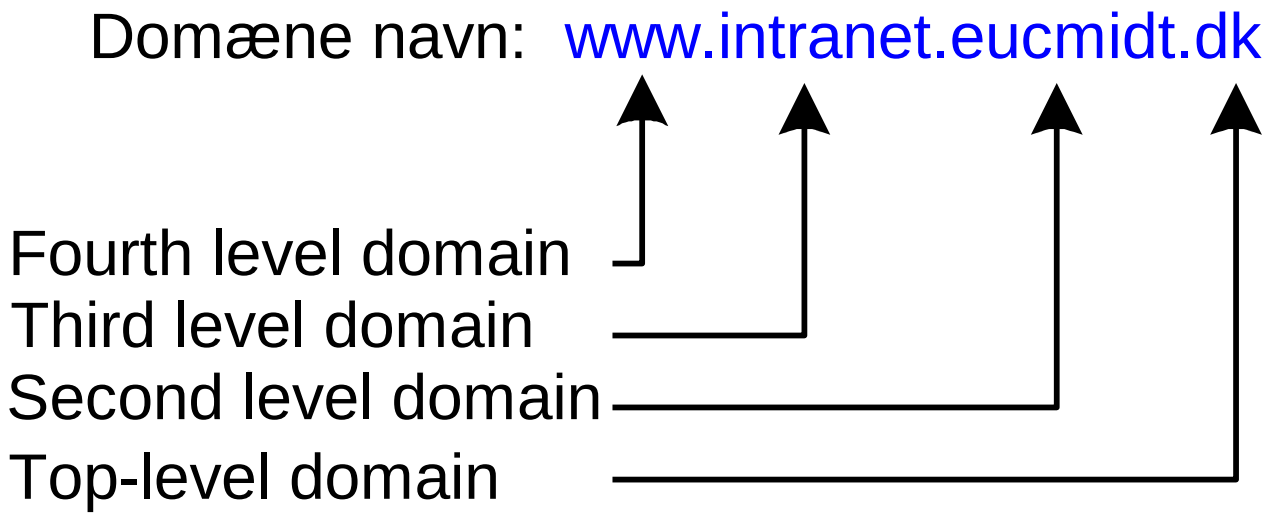
HOUSE OF TECHNOLOGY

– en del af mercantec

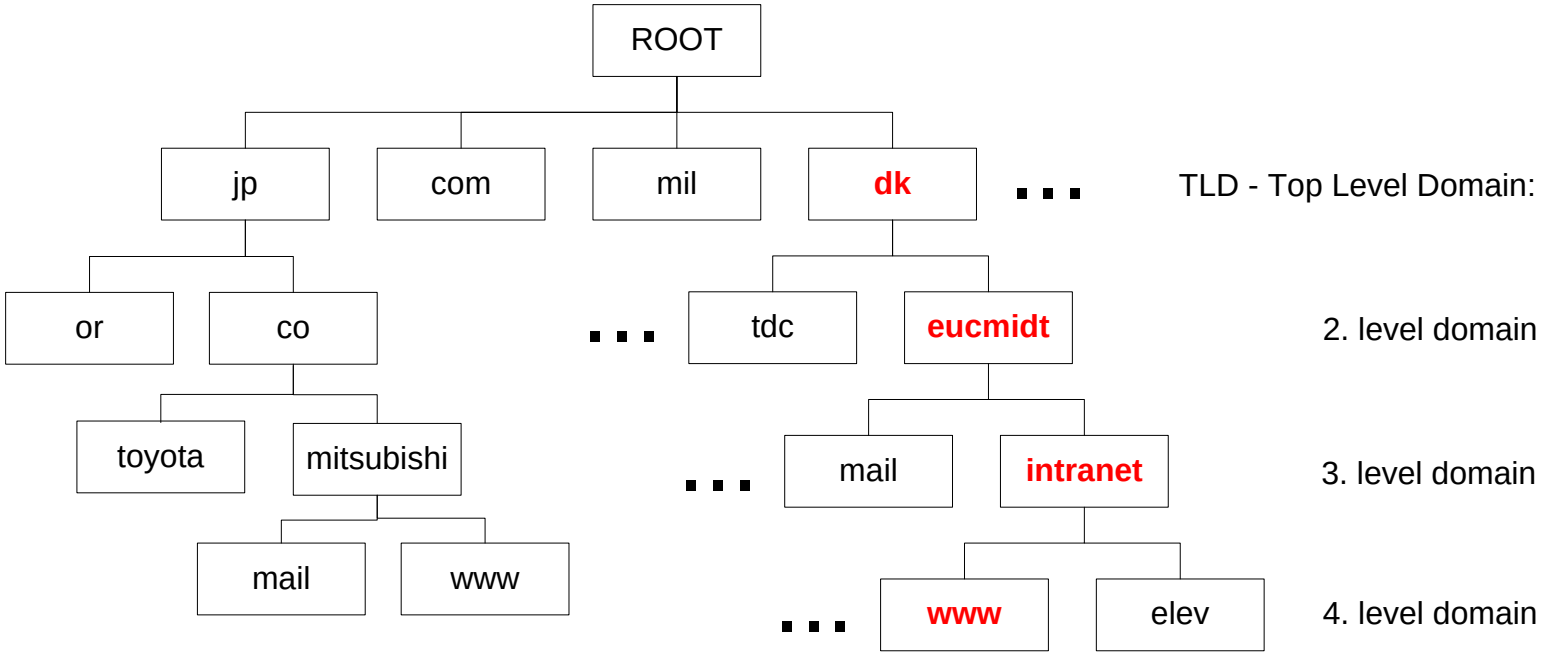
# Det er flere samtidige ønsker end et Kinderæg..

Men det virker – gør det ikke?

# Domæne navnet



# Domænet www.intranet.eucmidt.dk



# DNS - pause!

HOUSE OF TECHNOLOGY
– en del af mercantec

Resten af præsentationen kommer lidt senere!

# Videre med domæne navnet

- Domænenavne er delt op med punktum.
  - Et punktum betyder en uddelegering
- Domænenavne læses fra højre mod venstre
  - www.teknik.intranet.eucmidt.dk.
    - Punktum er root-server (Højeste autoritet)
    - .dk er barn af forfaderen punktum
    - .eucmidt er barn af .dk og har flere forfædre
    - ….

# . = root-serverne

HOUSE OF TECHNOLOGY
– en del af mercantec

- Der findes pt. 13 root server installationer spredt rundt om i verden (se www.root-servers.org )
- Der kan være flere kopier af hver server.
- Root-serverne administrer zonerne
  - .com, .org, .mil, .dk, .biz, .info …….
- Root-serverne har store databaser
- ISP'erne har DNS-servere for at aflaste root-serverne

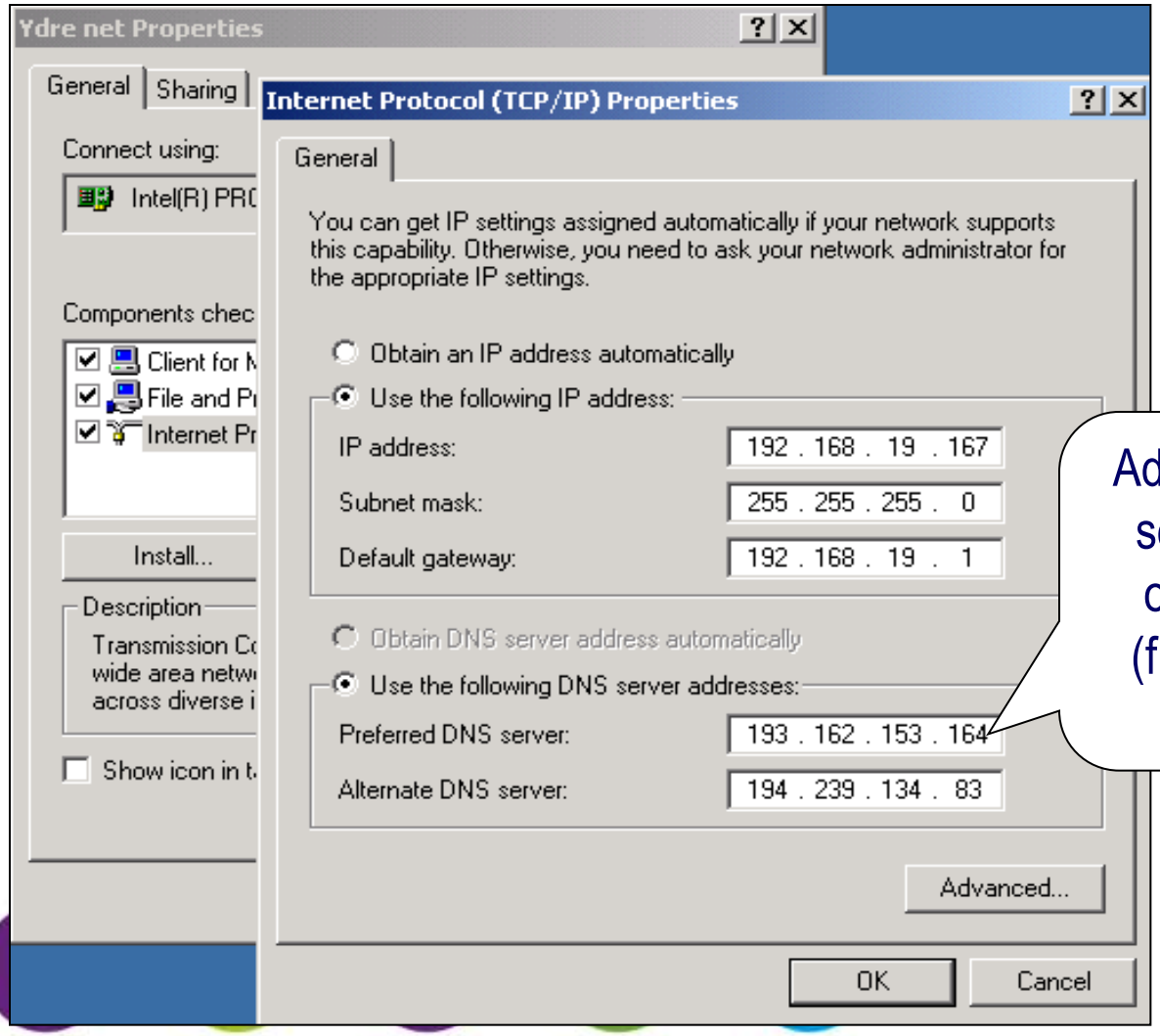
# . – root-serverne

- Root-serverne bliver drevet af organisationer på alle kontinenter
- Så lang tid én server fungerer er fortsat drift af hele nettet muligt
- Eksempelvis driver isc.org F-ROOT
  - F-ROOT har mere end 270.000.000 opslag om dagen !!!

# Regler for domæne navngivning

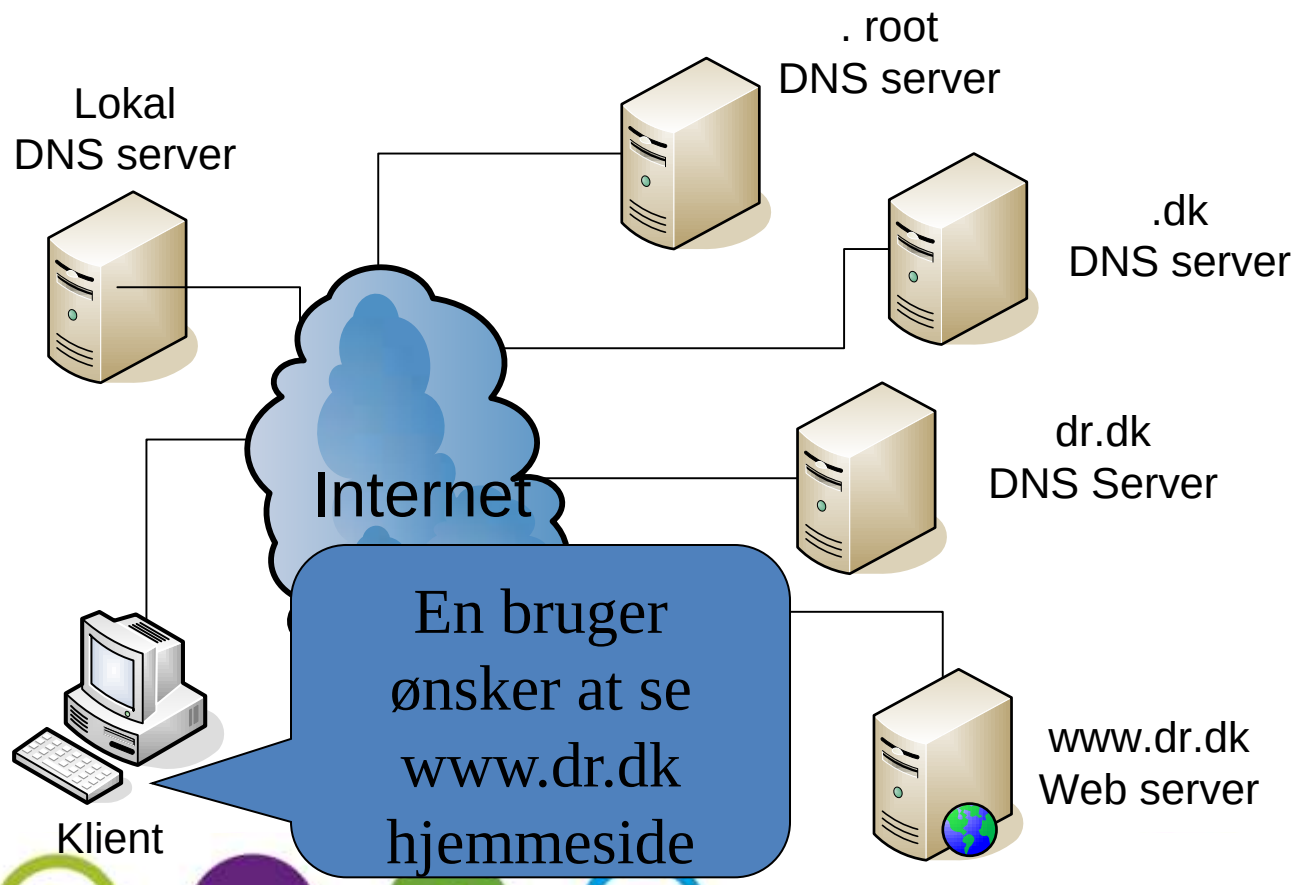
- Når man opretter domain navne er der følgende regler der skal overholdes:
  - Domain navne kan max. være på 63 karakterer incl. punktummer.
  - Den samlede længde på et FQDN kan max. være på 255 karakterer.
  - Der skelnes ikke mellem store og små bogstaver.
  - Karaktersættet som må anvendes er fra a-å, 0-9, bindestreg og unicode tegnsæt.

# DNS server adresse opsætning på PC

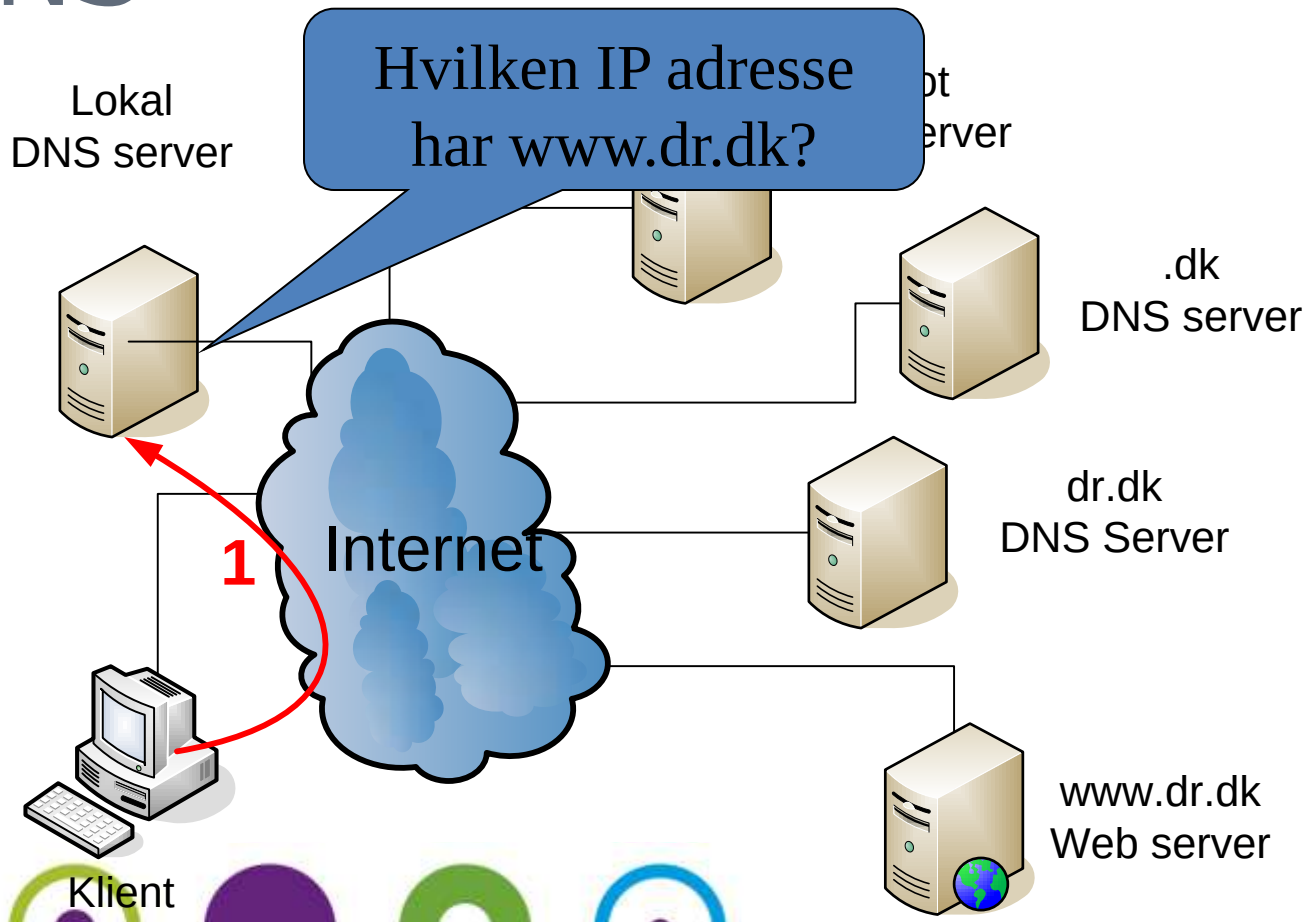



Adresser på DNS servere som PC'en anvender til oversættelse af FQDN (f.eks. www.eucmidt.dk) til en IP adresse.

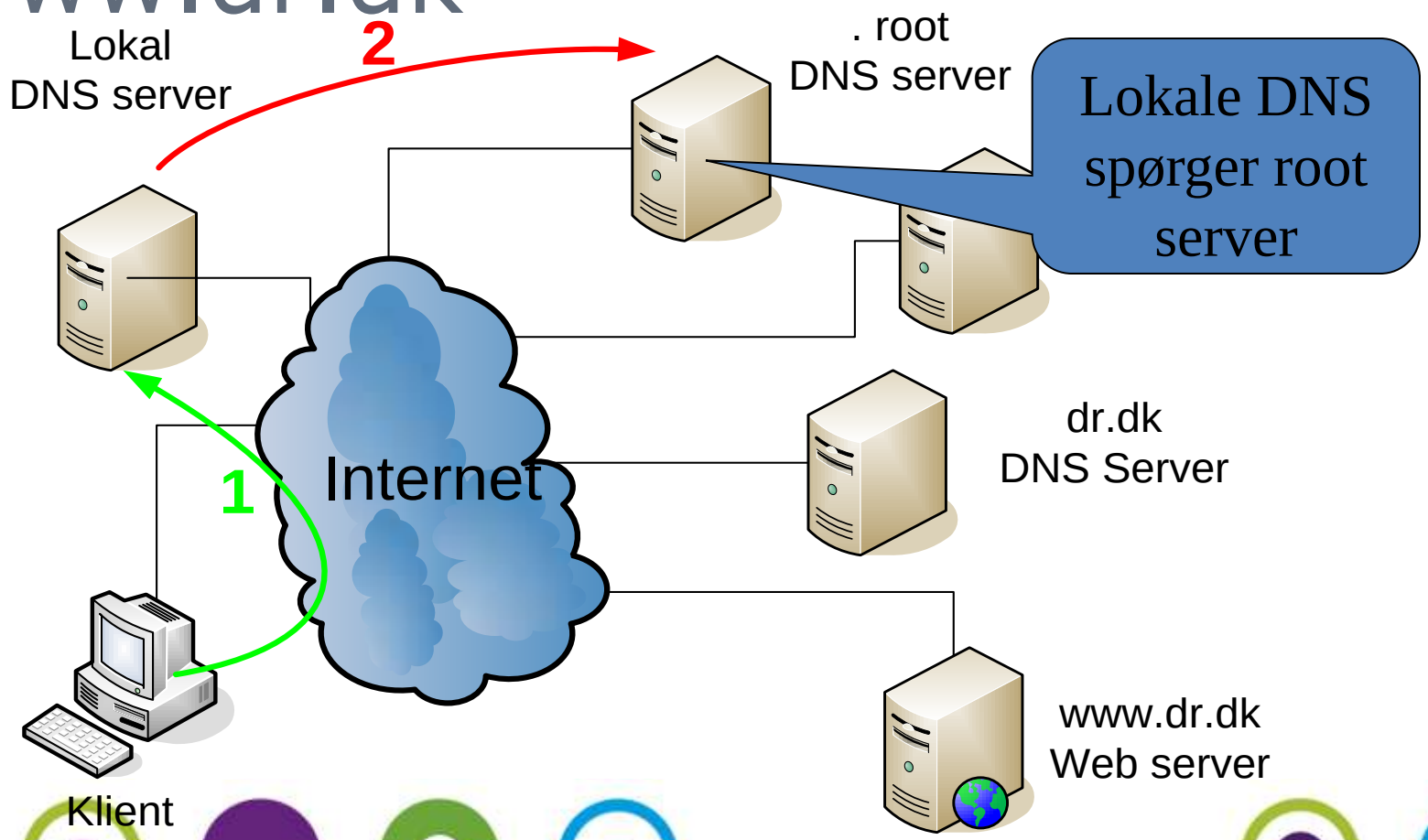
# DNS- opslags eksempel



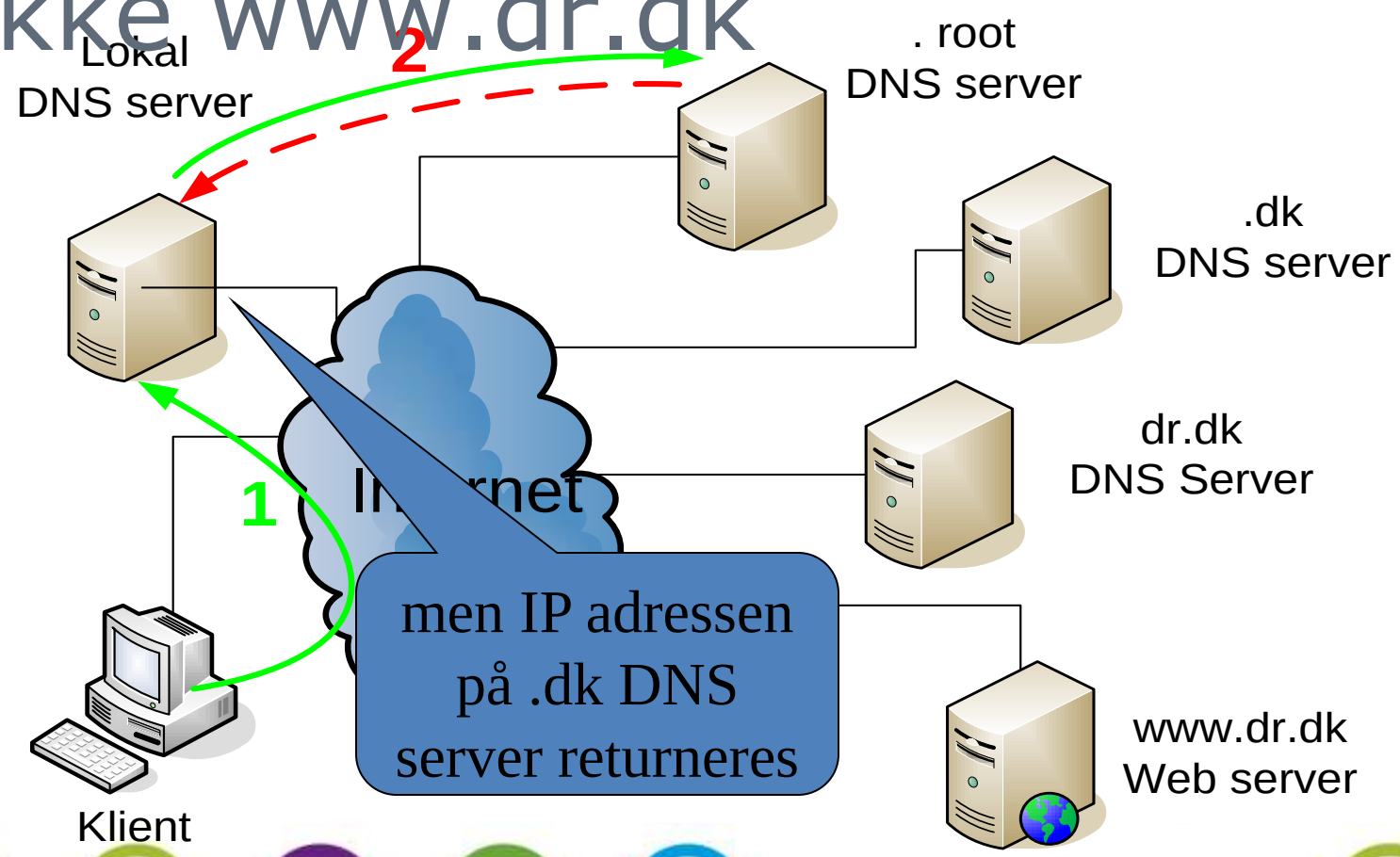
# 1: Klient spørger lokal DNS



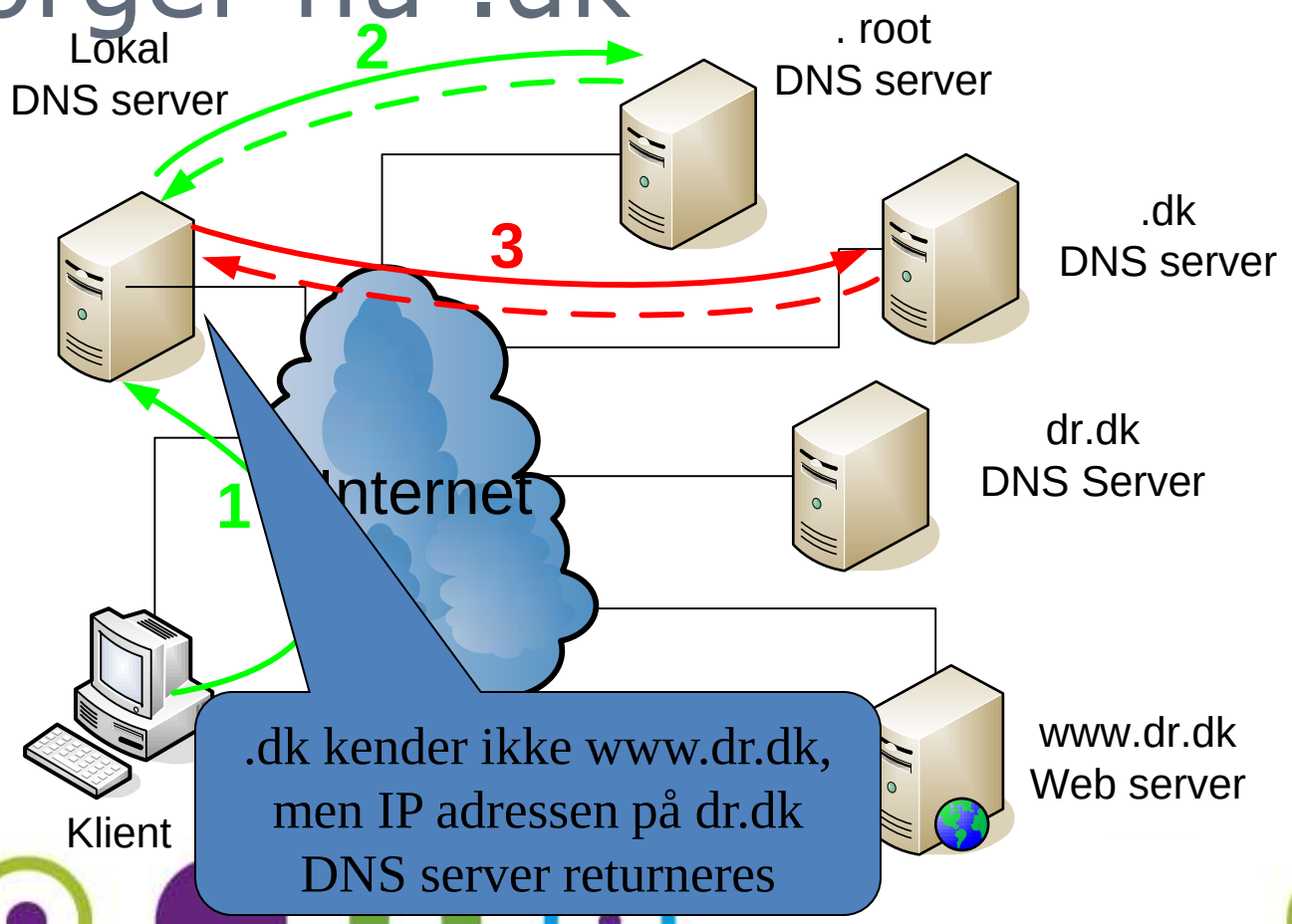
# 2: Lokal DNS kender ikke www.dr.dk



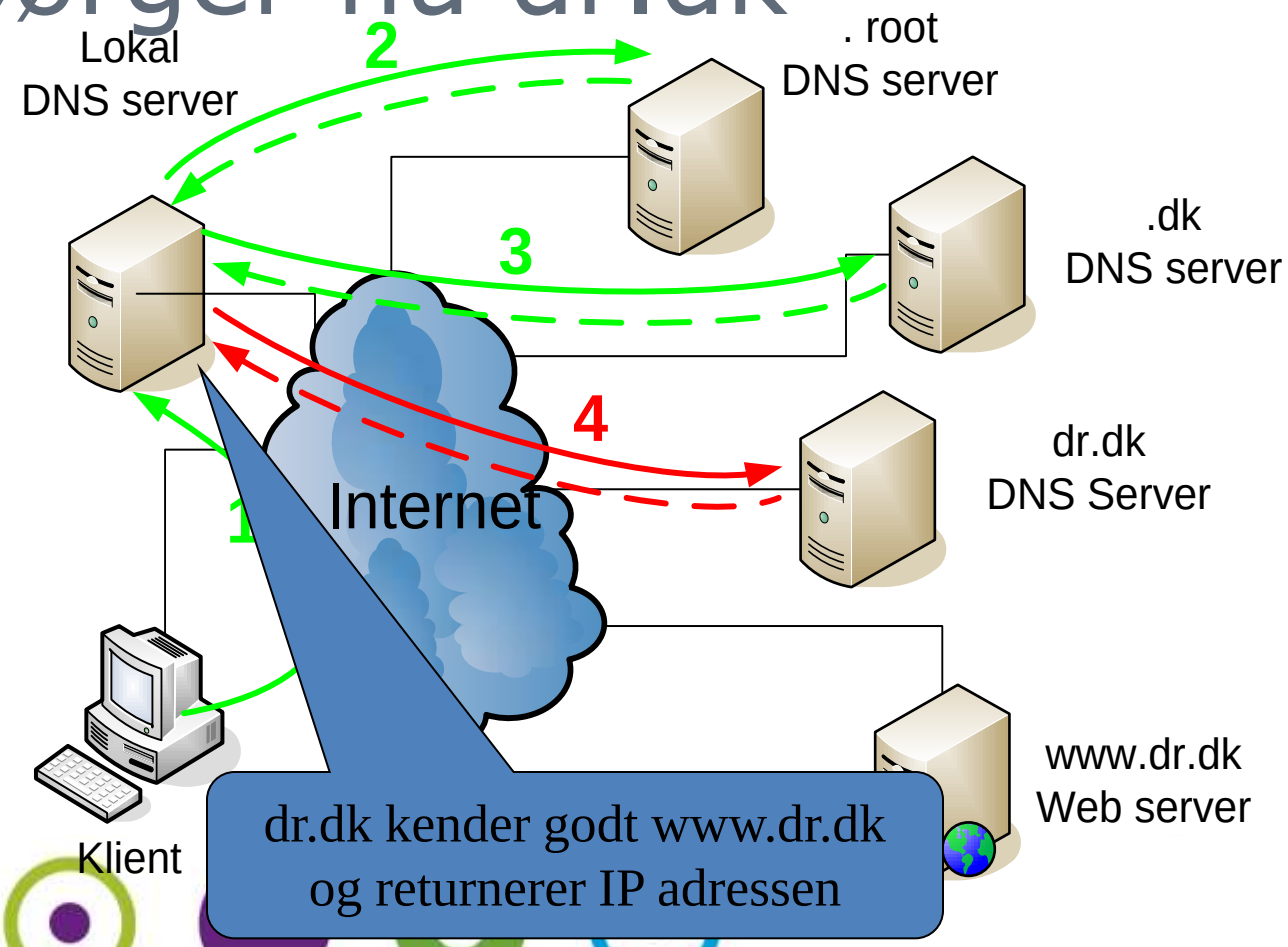
# 2: Root server kender ikke www.dr.dk



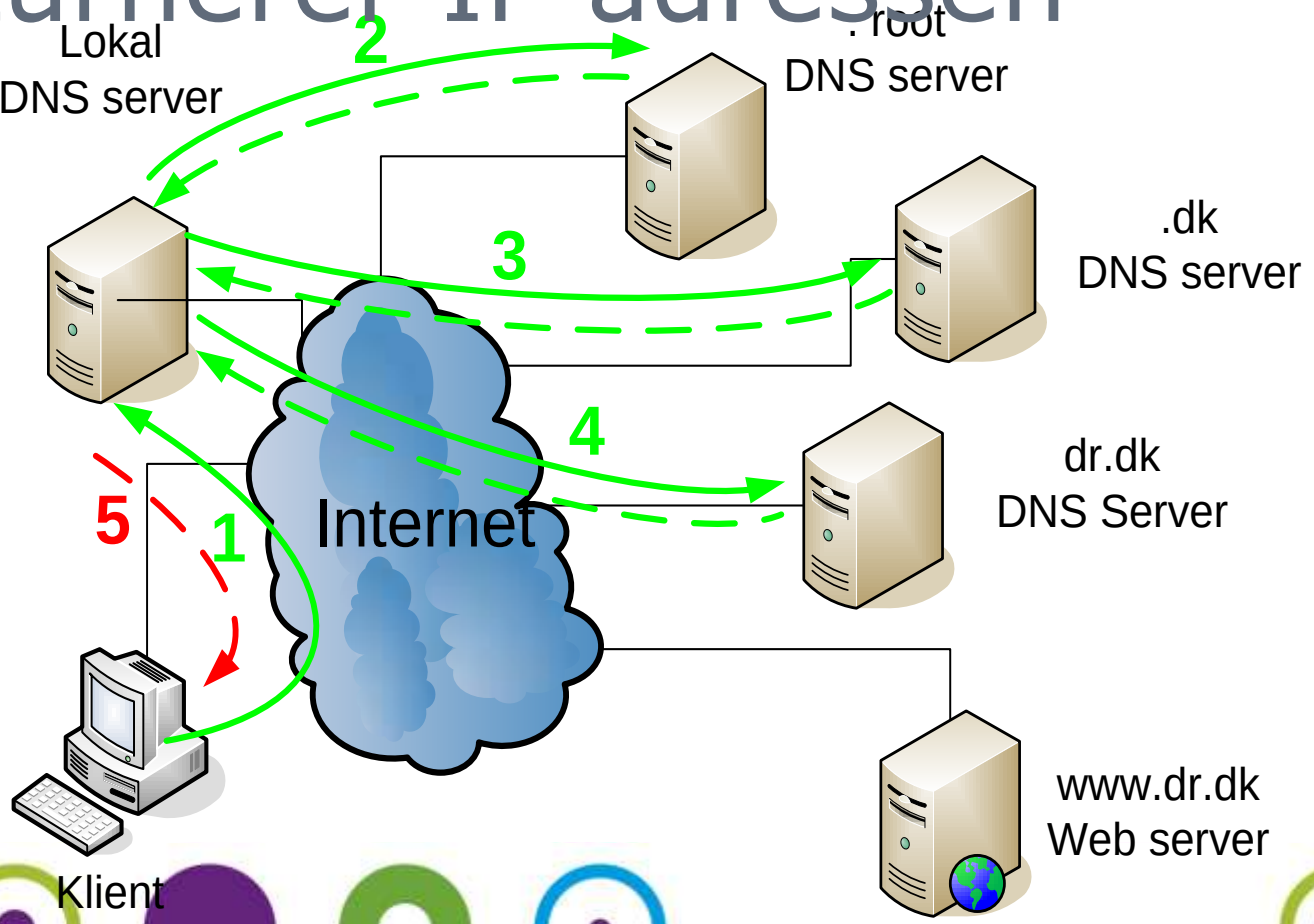
# 3: Den lokale DNS server spørger nu .dk



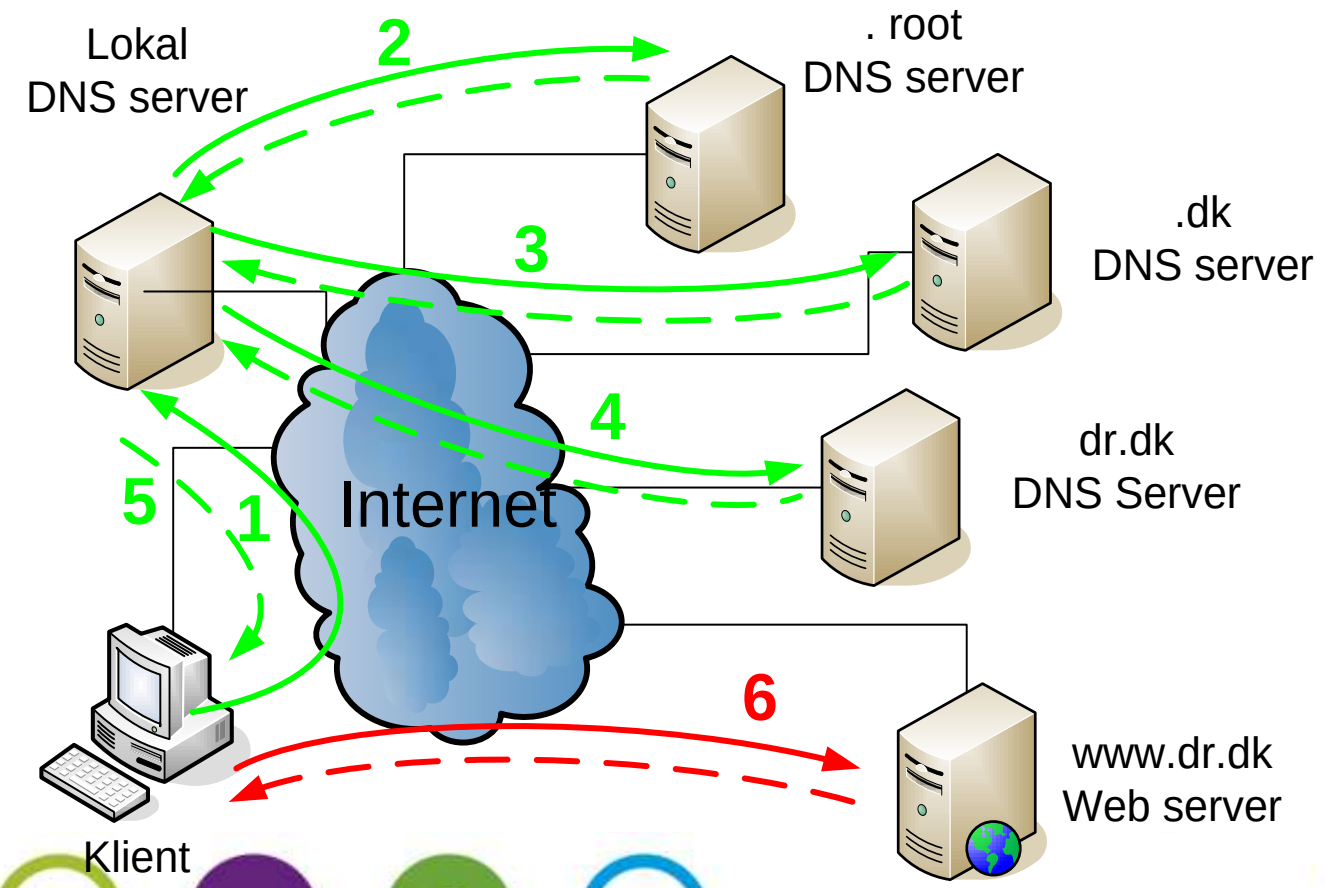
# 4: Den lokale DNS server spørger nu dr.dk



# 5: Den lokale DNS returnerer IP adressen

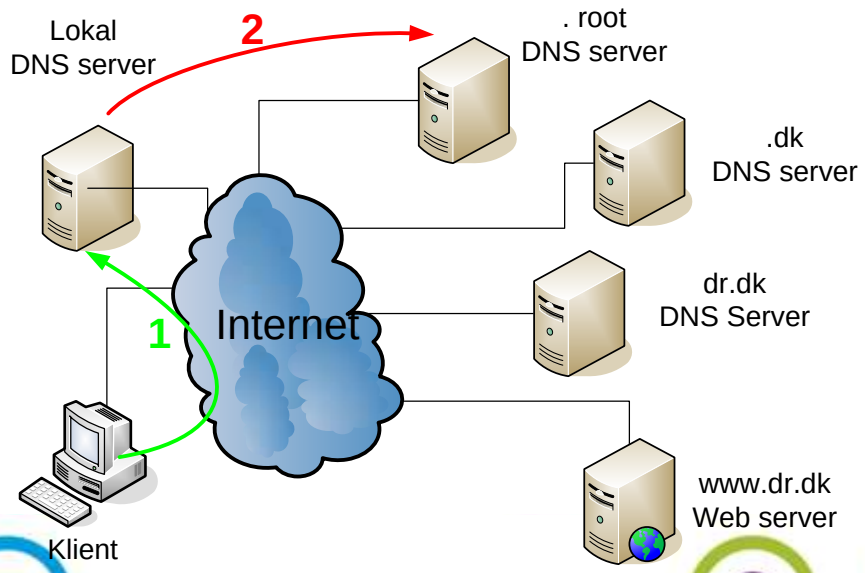


# 6: Hjemmesiden hentes



# DNS server princip

- En DNS server software består af to dele:
  - En server del som har database over domain-navne / IP-adresser
  - En resolver-del som kan spørge andre DNS servere såfremt server delen ikke har svar.

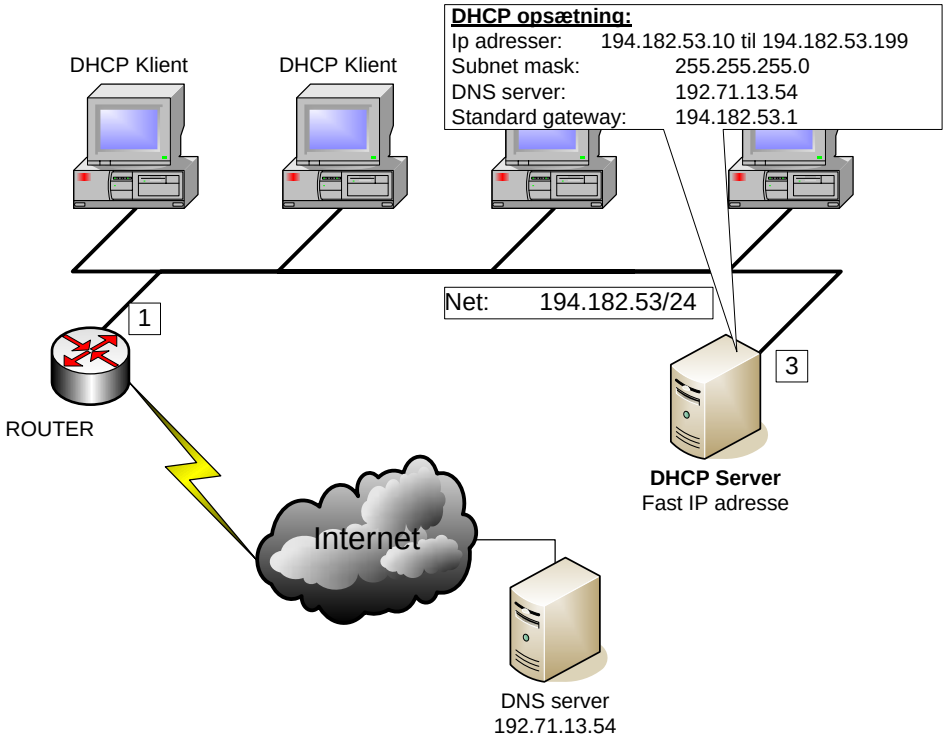


# Links til gode informationer

- www.isc.org/products/bind
- www.tldp.org
- www.menandmice.com
- www.redhat.com
- www.tkgw.dhs.org/HOWTOS
- www.openna.com

# DHCP

- Dynamic Host Configuration Protocol




- automatisk tildeling af IP konfiguration

# Uden DHCP service på nettet

- Hver maskine har en fast IP konfiguration
- Stort arbejde at konfigurere klienter med IP adresse, subnetmaske, gateway etc.
- Det er nemt (og menneskeligt) at lave fejlindtastninger
  - Resultatet er ofte IP adressekonflikter og netværk der pludselig ikke virker
- Stort arbejde at skifte et logisk netværk

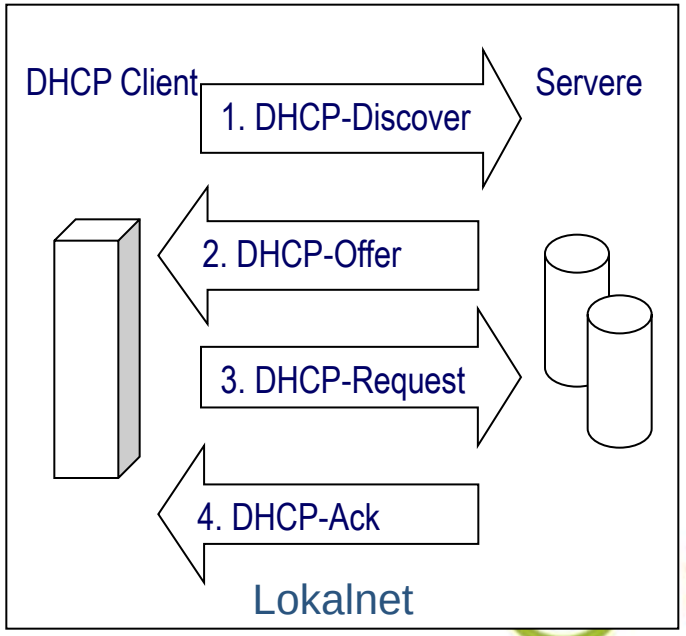
# Med DHCP service på nettet

- En DHCP server uddeler IP adresser til mange DHCP klienter:
  - Det bliver nemt at styre klienternes IP konfiguration
- Der sker ikke så mange fejl fordi det er en maskine der tildeler konfigurationen…
  - Der bliver næsten aldrig adressekonflikt
- Det er nemt at ændre logiske net centralt på serveren.
- Det er dog meget vigtigt at DHCP serveren er korrekt konfigureret

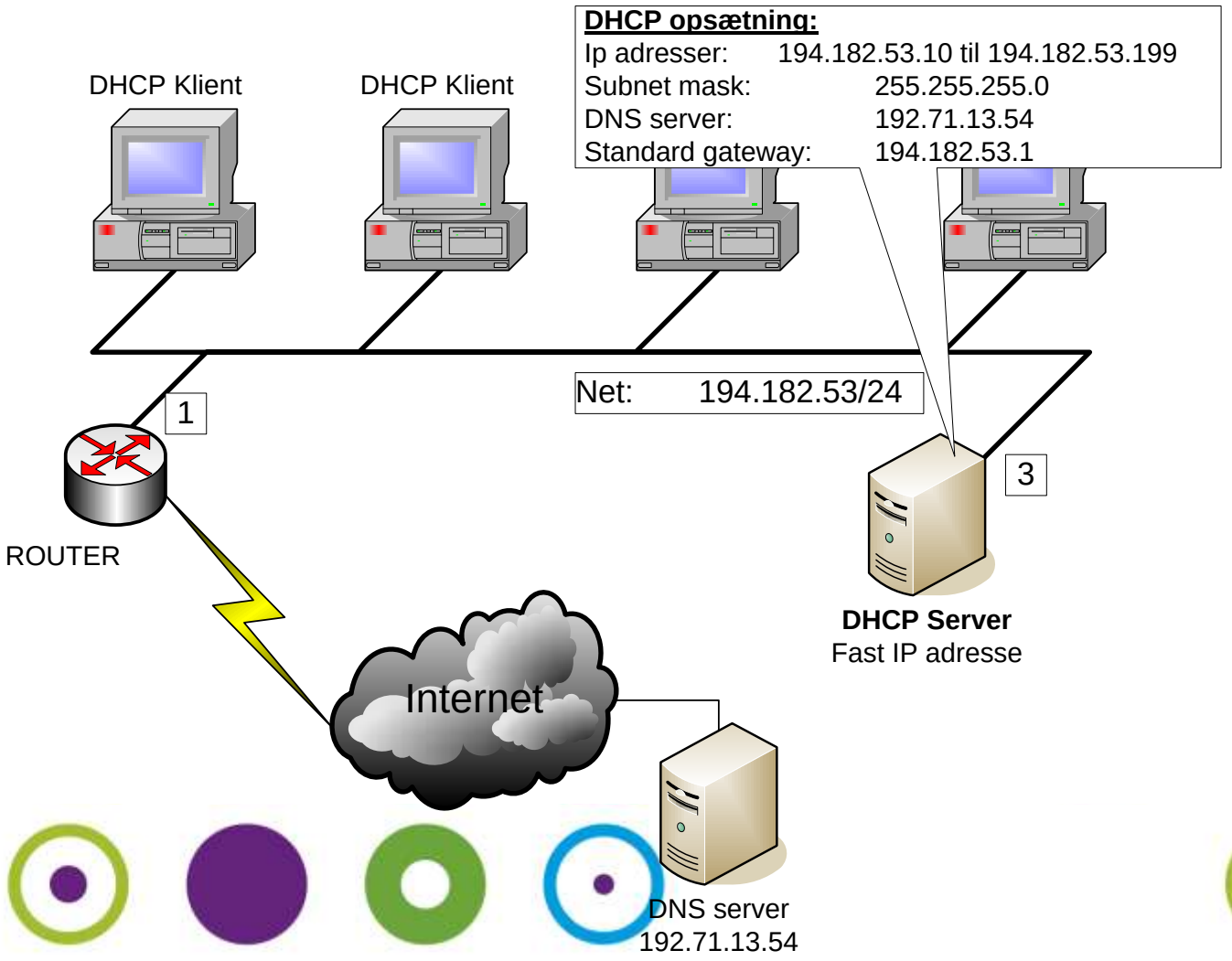
# DHCP systemets opbygning

- En DHCP servers funktion er at styre og konfigurere TCP/IP opsætningen på computere/klienter som selv anmoder om det.
- DHCP serveren er ofte placeret direkte på lokalnettet, men den kan også godt placeres på den anden side af et antal router. Mange ISP'ers DHCP servere sidder centralt i deres IP net.
- DHCP klienterne kan være alle IP hosts: Pc'er, printere, routere etc.
- En DHCP server kan konfigurere DHCP klienter med mange forskellige parametre som fx:
  - En IP adresse
  - Subnet maske
  - Gateway adresse
  - En eller flere DNS servere
  - WINS servere
  - Proxy server

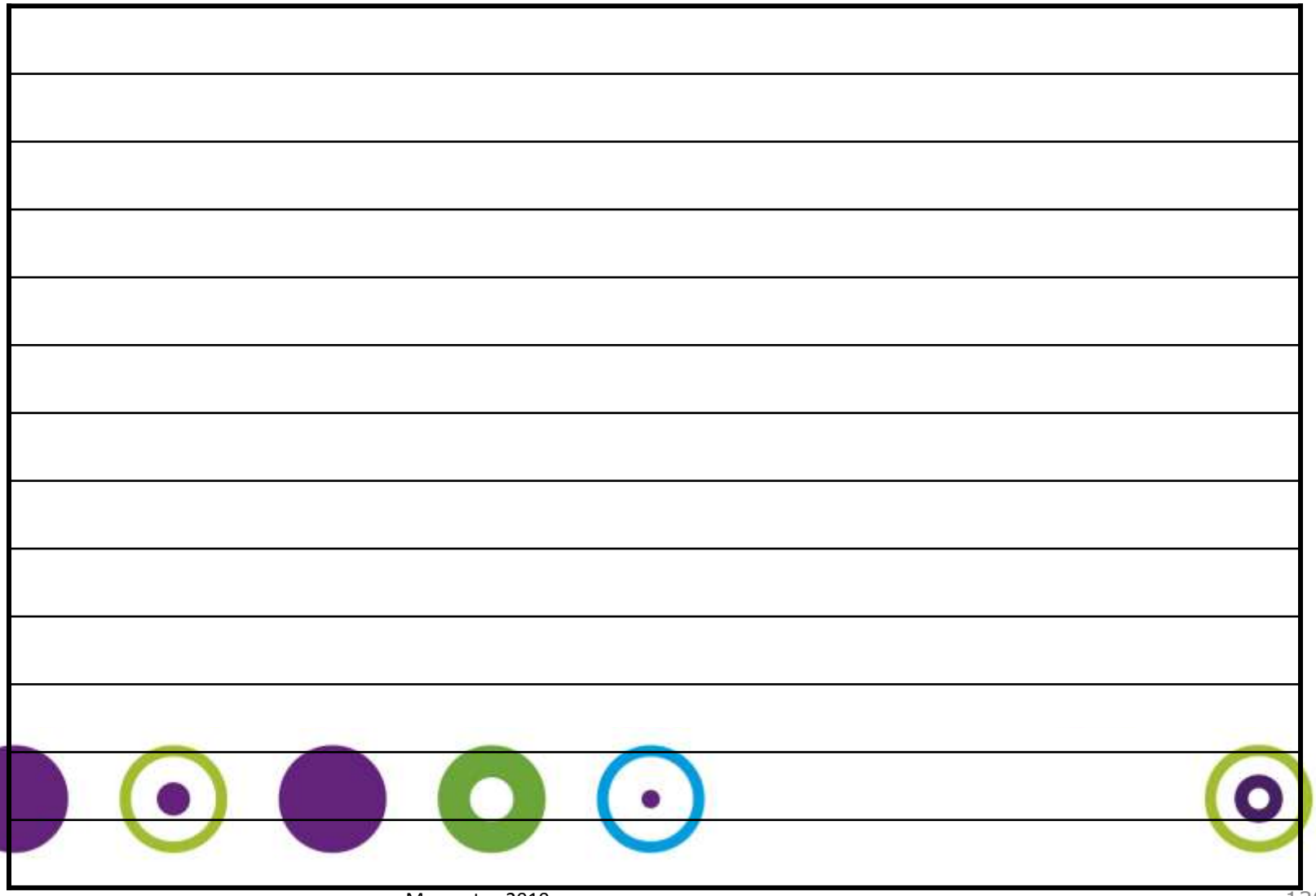
- DHCP server-klient kommunikationen foregår via specielle datapakker transmitteret over netværket i følgende rækkefølge:



# Et DHCP eksempel



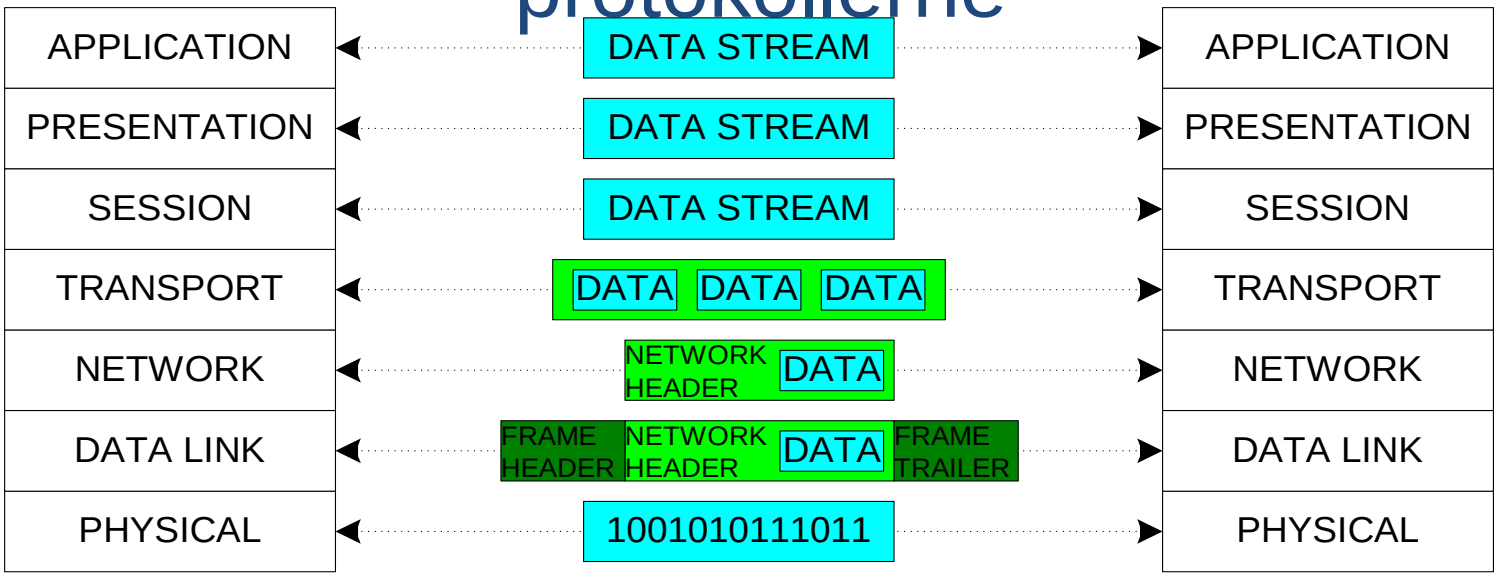
# Egne notater:



# OSI referencemodellen

HOUSE OF TECHNOLOGY
- en del af mercantec

## - anvendt sammen med TCP/IP og Ethernet-protokollerne

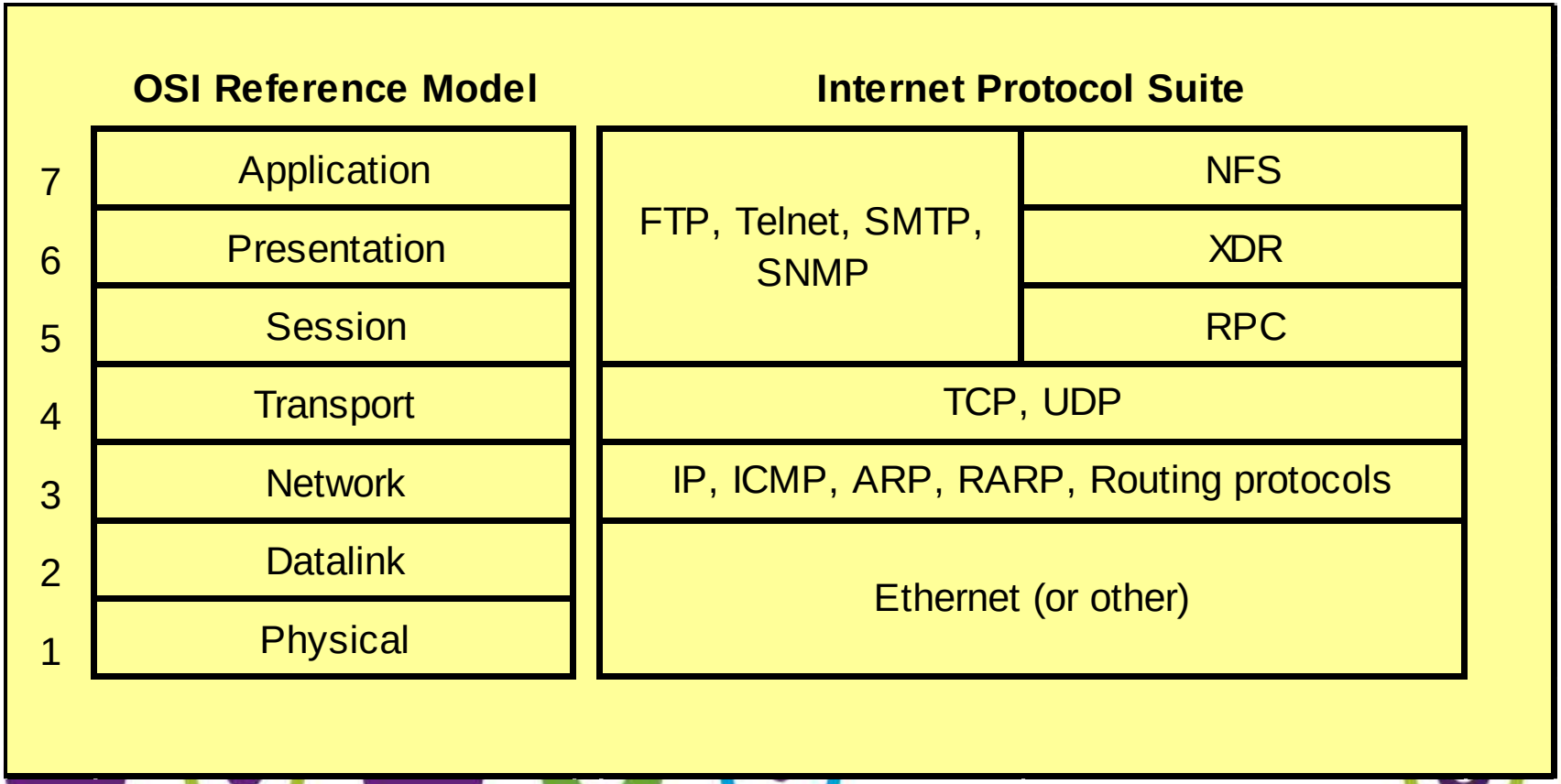


# Først om protokoller generelt

- Protokoller er regelsæt som bestemmer hvordan enheder på et netværk skal kommunikere.
- Først når 2 enheder bruger den samme protokol kan de kommunikere hen over et netværk.
- Protokoller findes på alle lag og niveauer.
- Samarbejdende protokoller på flere niveauer kaldes en protokol stak.
- Protokoller som er i familie samles i protokol suites.
- Proprietære protokoller er firma/produkt relaterede.
  - De er ikke kompatible med andre producenter/produkter.
  - F.eks. IGRP (Interior Gateway Routing Protocol) fra Cisco.
- Eksempler på standard protokoller:
  - IEEE 802.3, IP, TCP

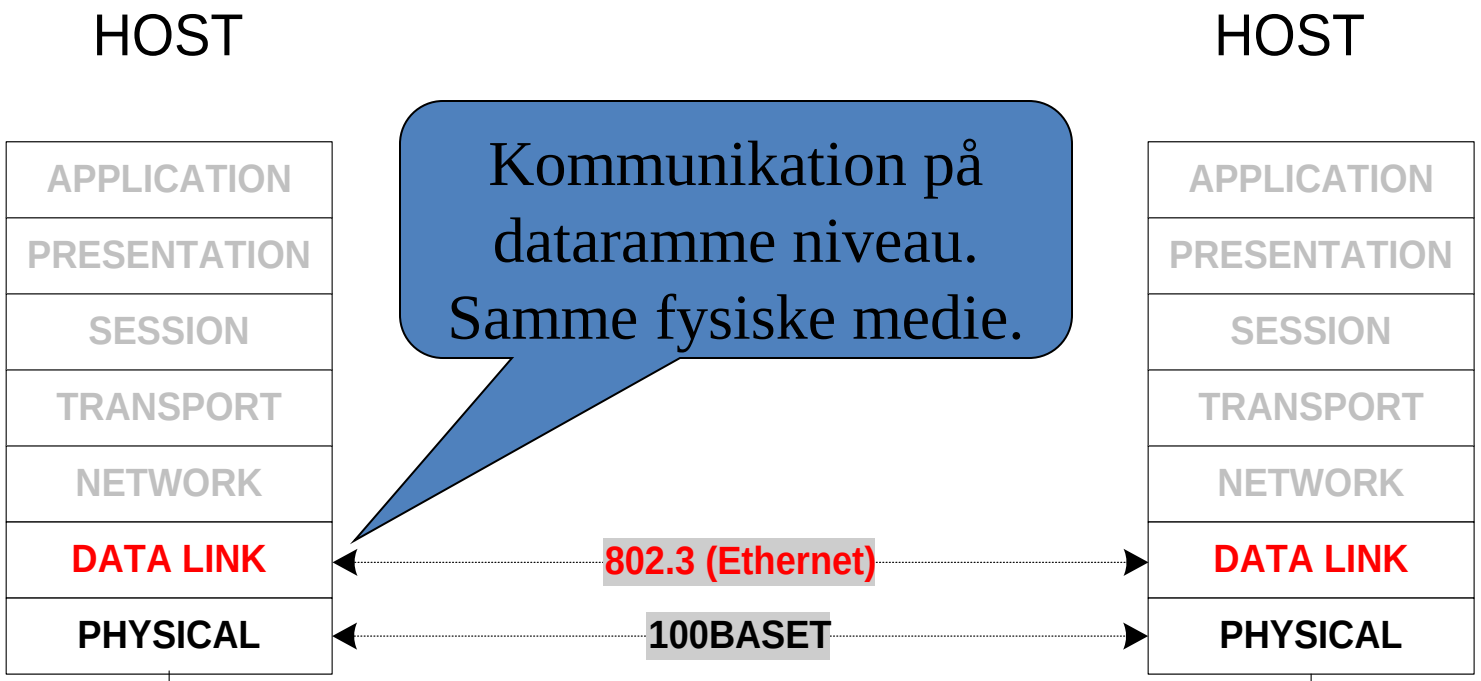
# OSI og TCP/IP protokollerne

Sammenligning mellem OSI modellen og TCP/IP protokollerne:

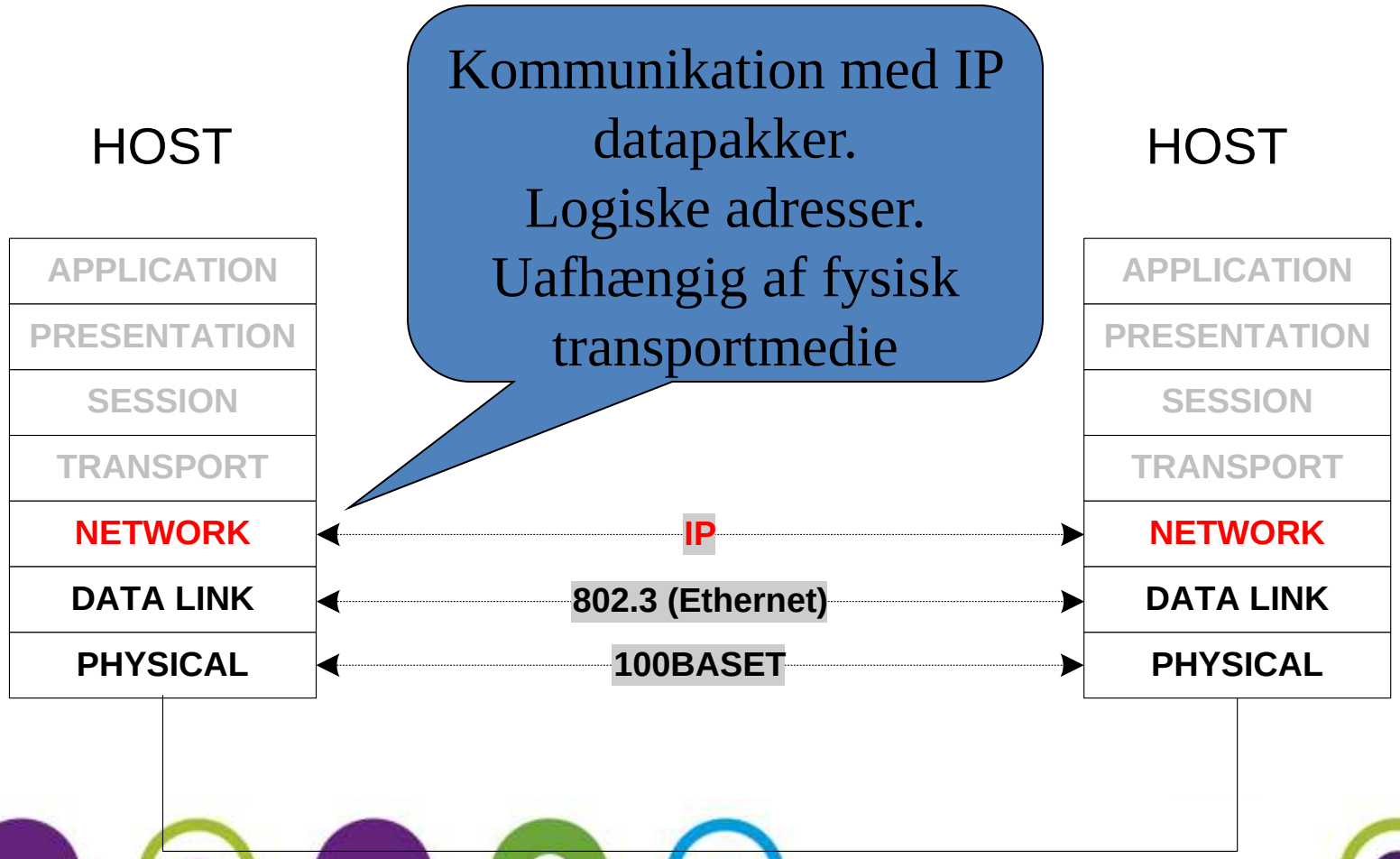


# Det Fysiske Lag

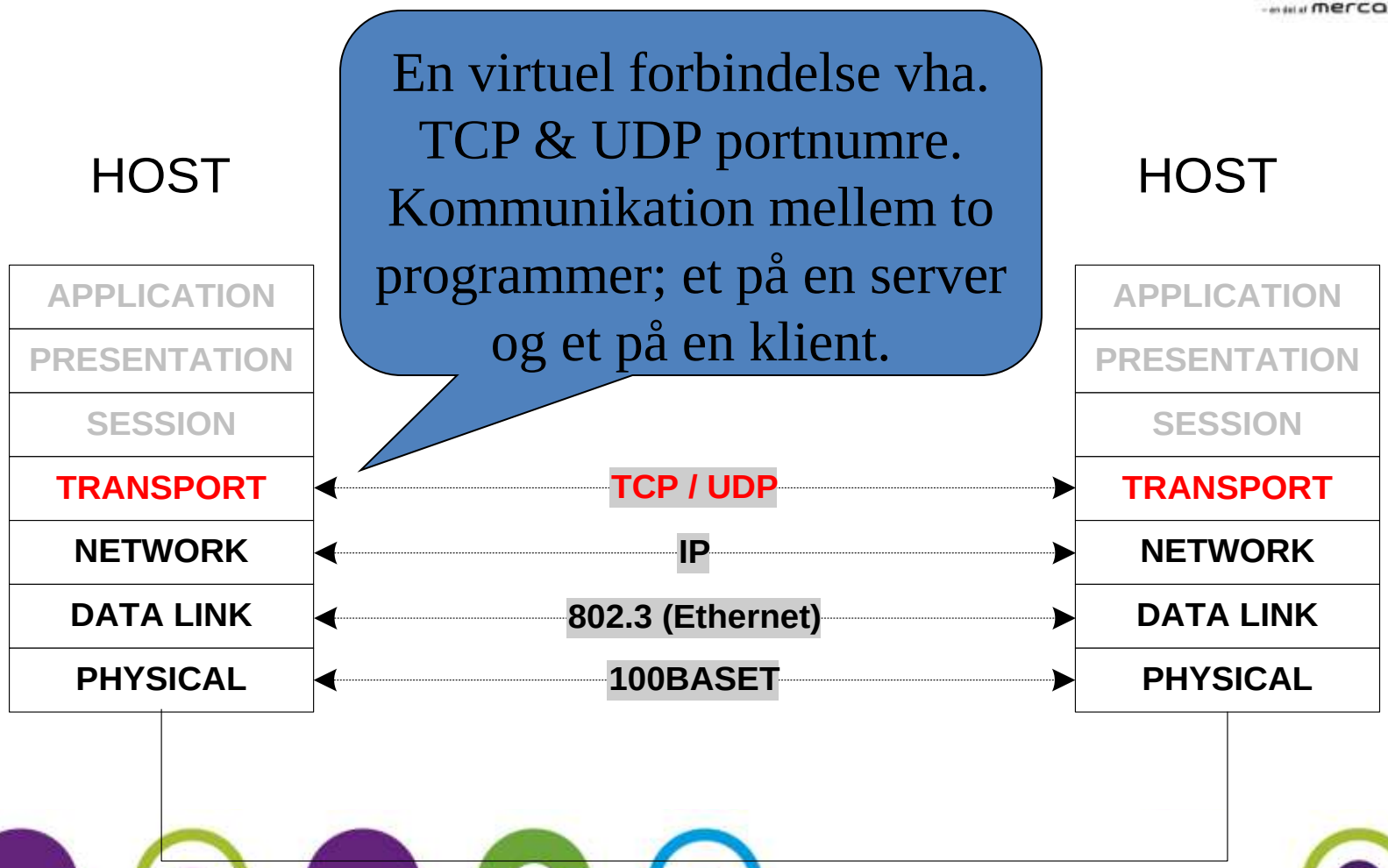
# Data Link laget



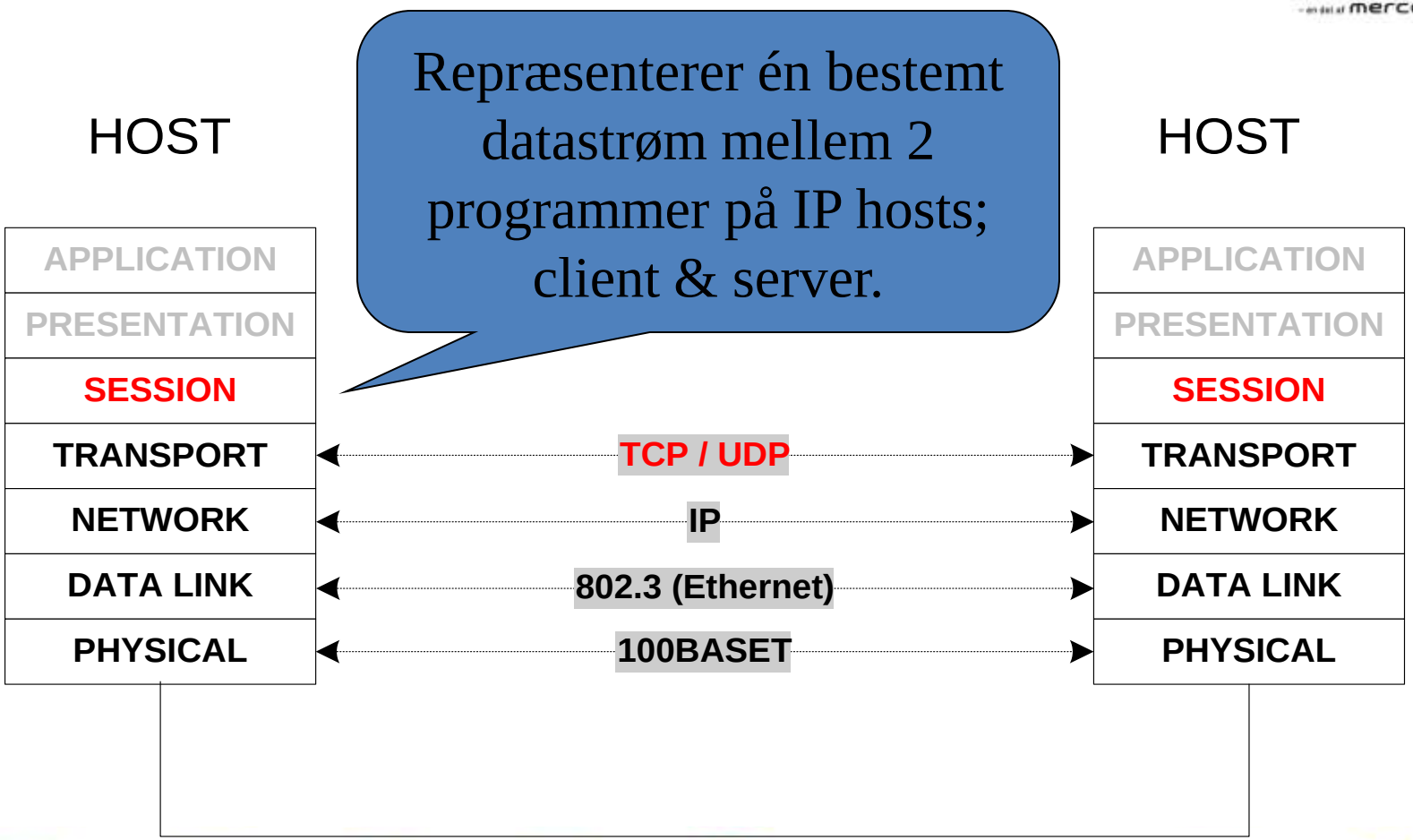
# Netværks laget



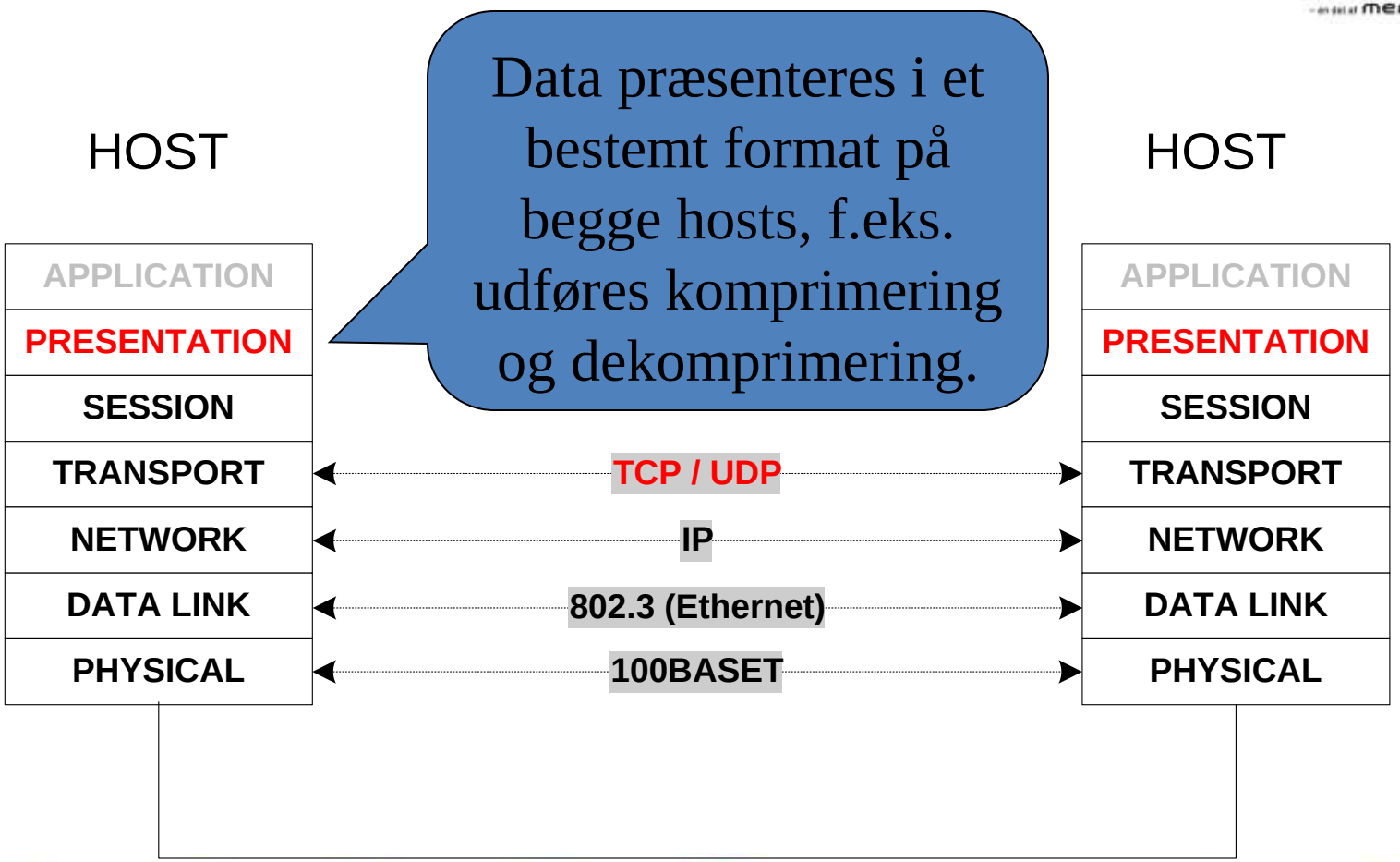
# Transport laget



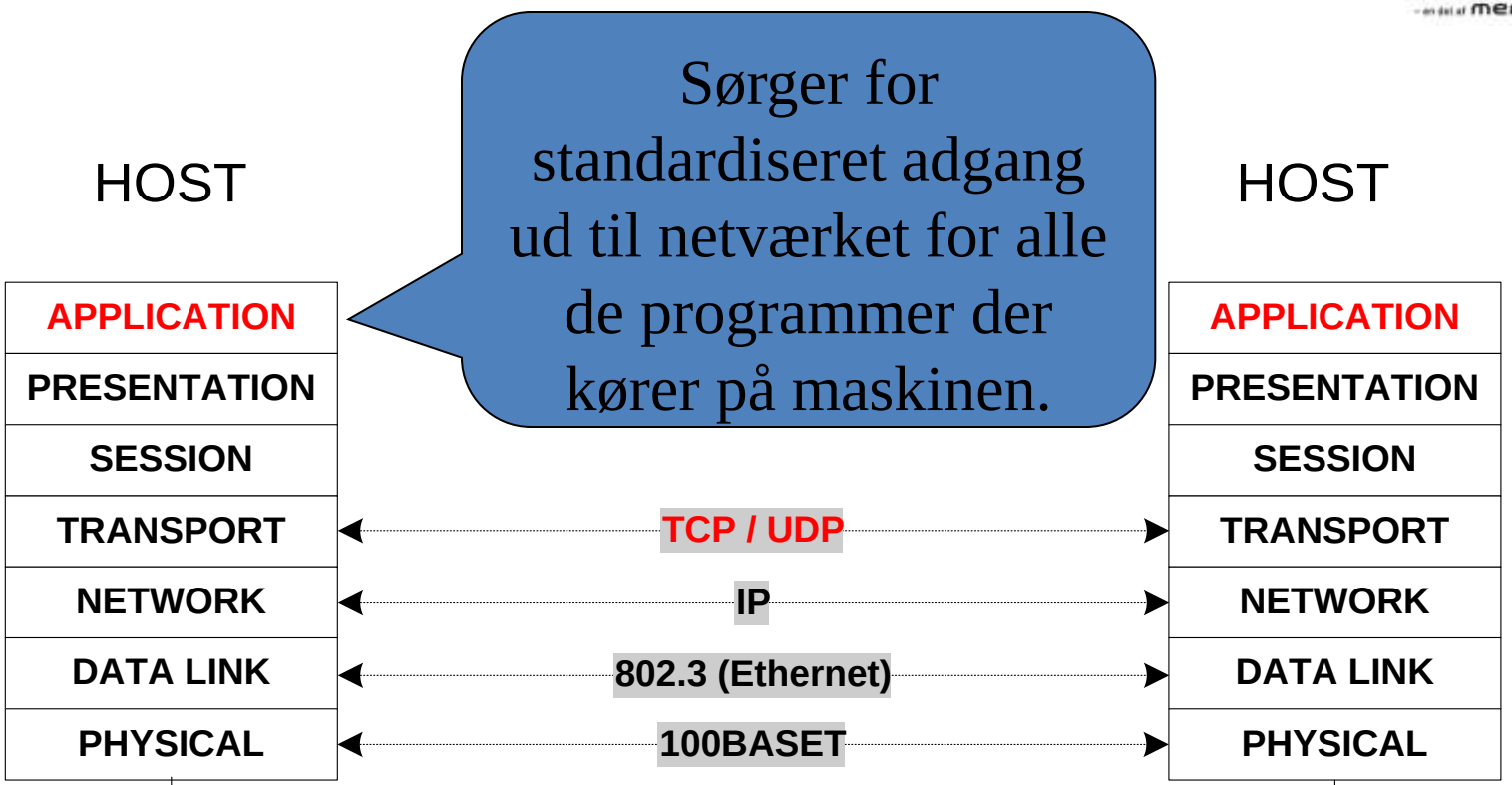
# Sessions laget



# Præsentations laget



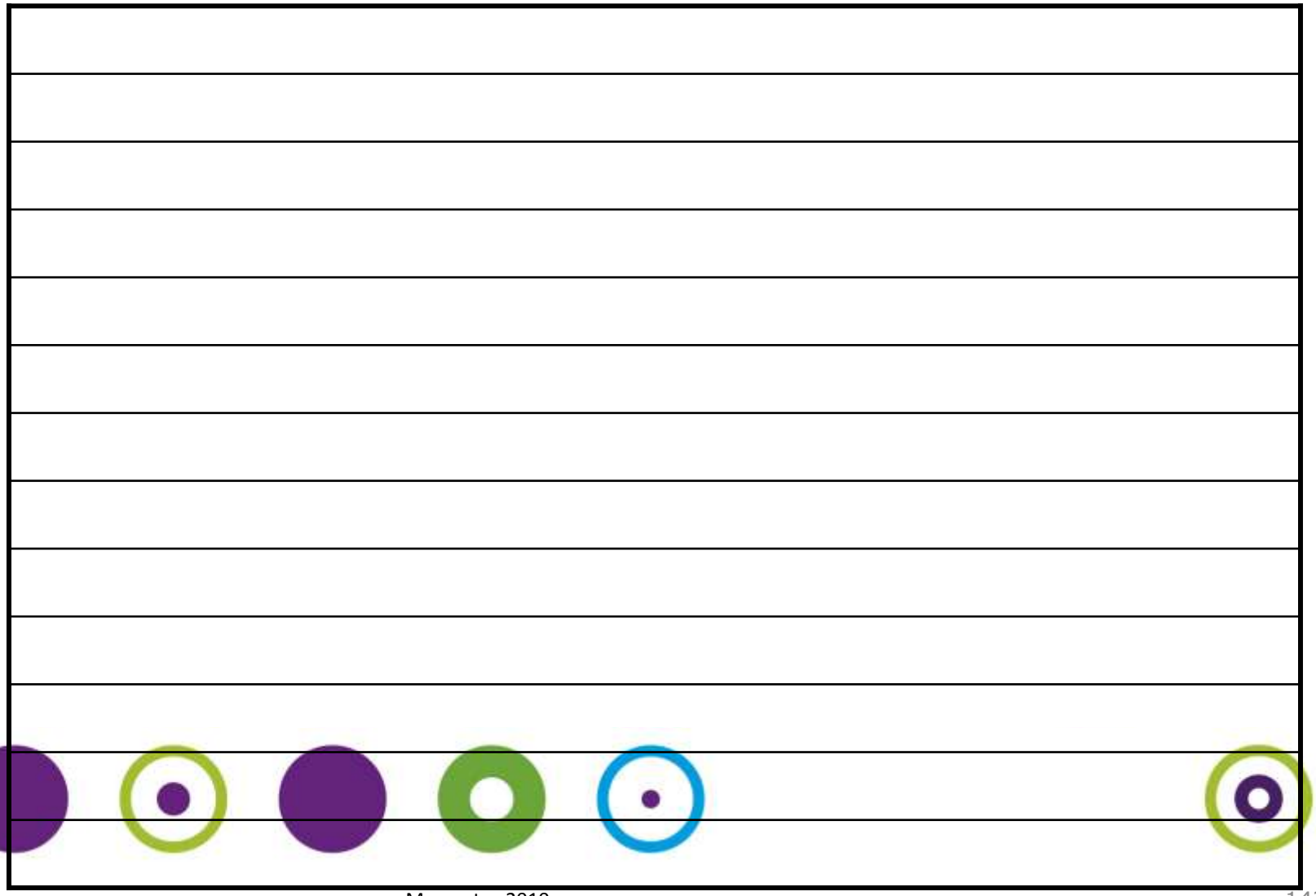
# Applikations laget



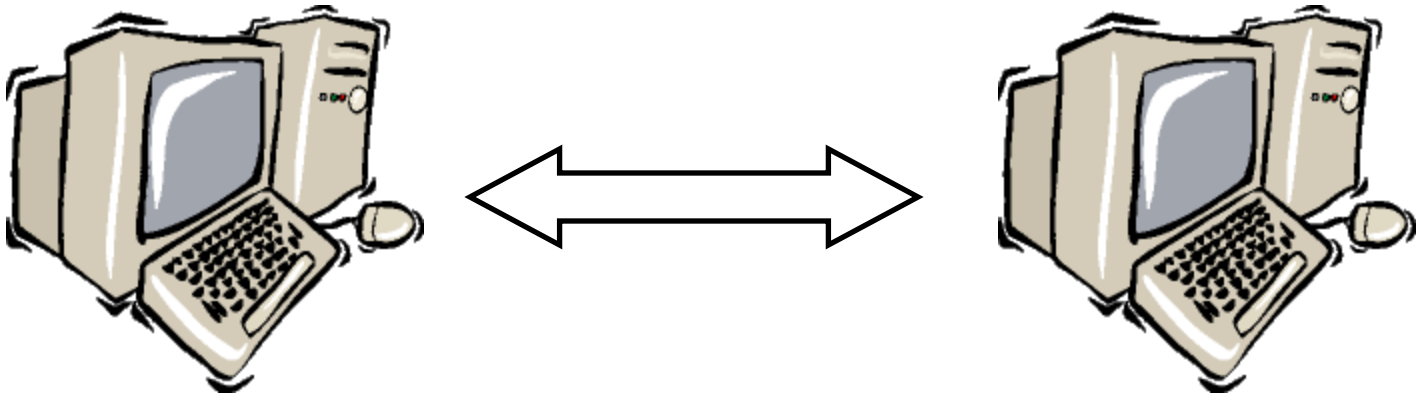
# OSI modellen i skemaform

| | | |
|---|---|---|
| **Lag 7** | **Applikation** | **Giver netværks adgang for programmer uden for OSI modellen<br>fx til fil overførsel, regneark, ETB og terminal emulering.** |
| **Lag 6** | **Præsentation** | **Kode konvertering (MP3, TIFF), kryptering – dekryptering og komprimering – de komprimering af data.** |
| **Lag 5** | **Session** | **Etablerer, styre og afslutter sessioner (kommunikation) mellem applikationer (Simplex, half duplex, fuld duplex ).** |
| **Lag 4** | **Transport** | **End to end forbindelser. Opbygger virtuelle forbindelser. Flow kontrol. Fejl kontrol og korrigering.** |
| **Lag 3** | **Netværk** | **Adressere og router pakker på nettet.<br>Forbindelsesløs kommunikation. Logiske adresser.** |
| **Lag 2** | **Data Link** | **Kontrollere adgang til det fysiske medie. Fejl og flow kontrol. Fysisk adressering. Pakker data i frames.** |
| **Lag 1** | **Fysisk** | **Kabler, stik, datahastighed. Sender og modtager elektriske signaler.** |

# Egne notater:

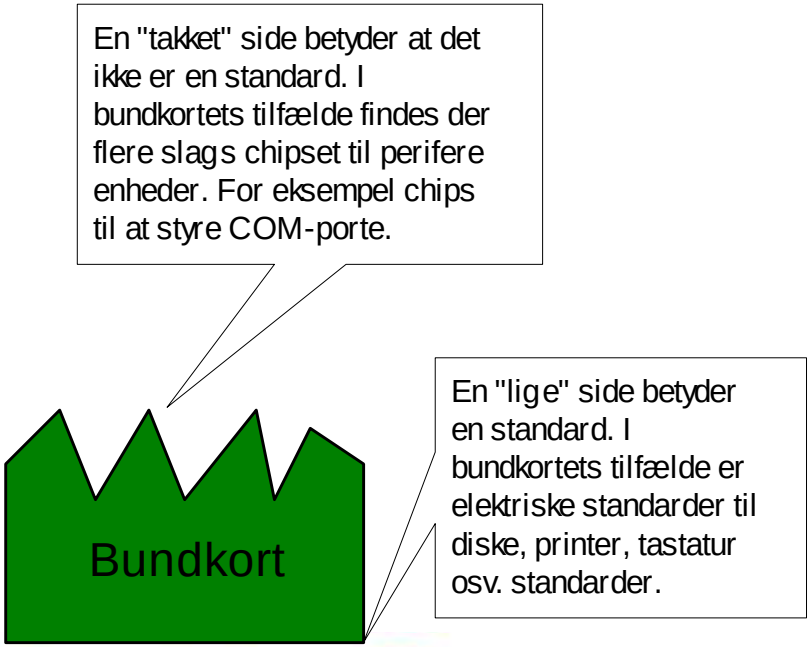


# NetBIOS

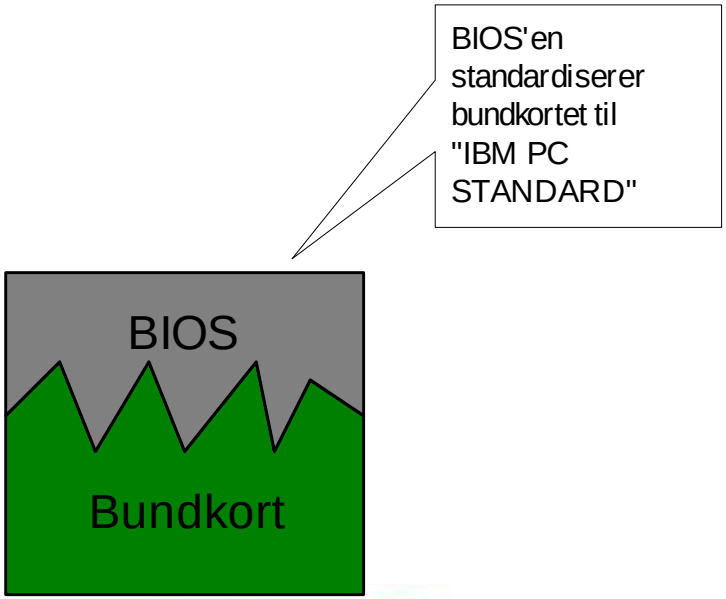


- NetBIOS - Network Basic Input Output System
- Giver mulighed for deling af ressourcer mellem Pc'er hen over et netværk

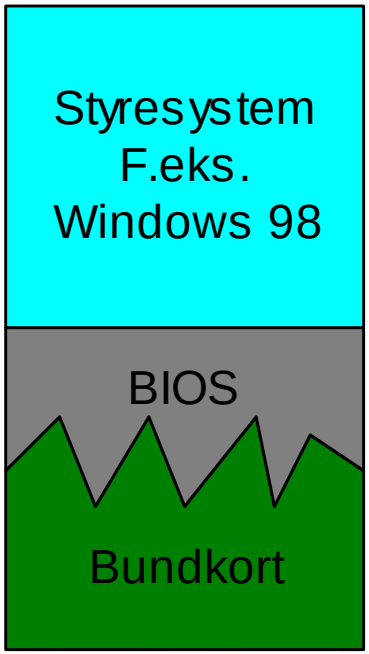
# Modulær opbygning af PC



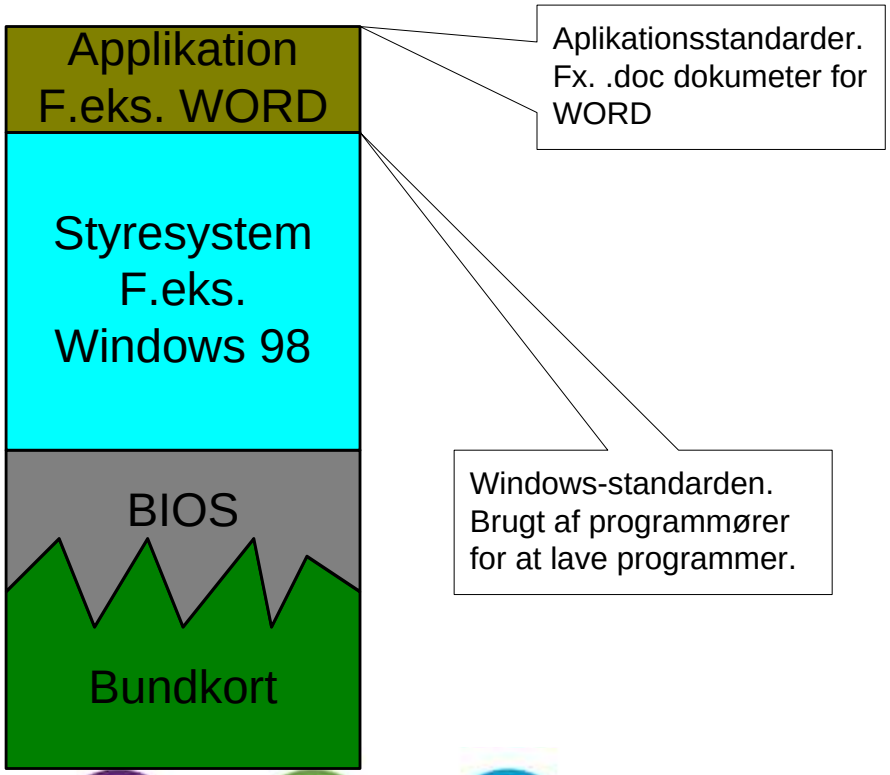
# Et bundkort med BIOS



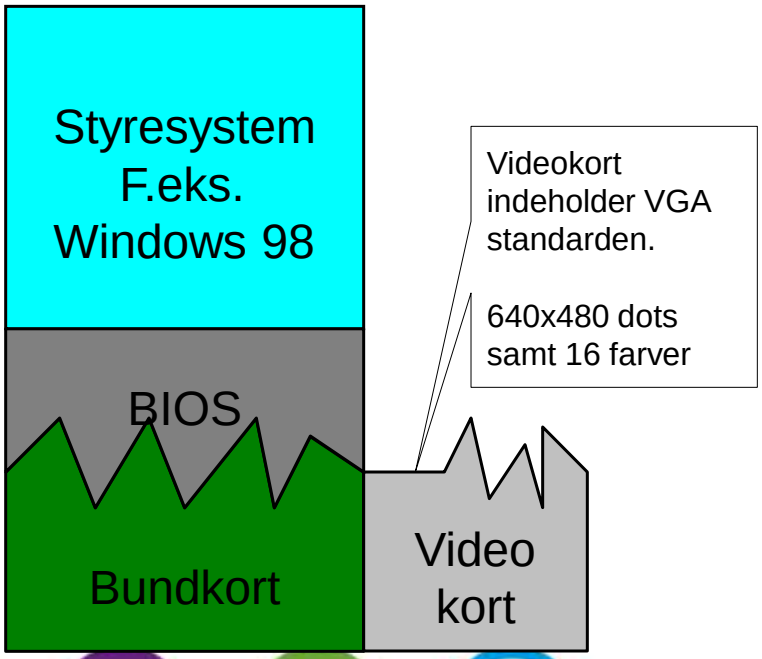
# Styresystemets platform



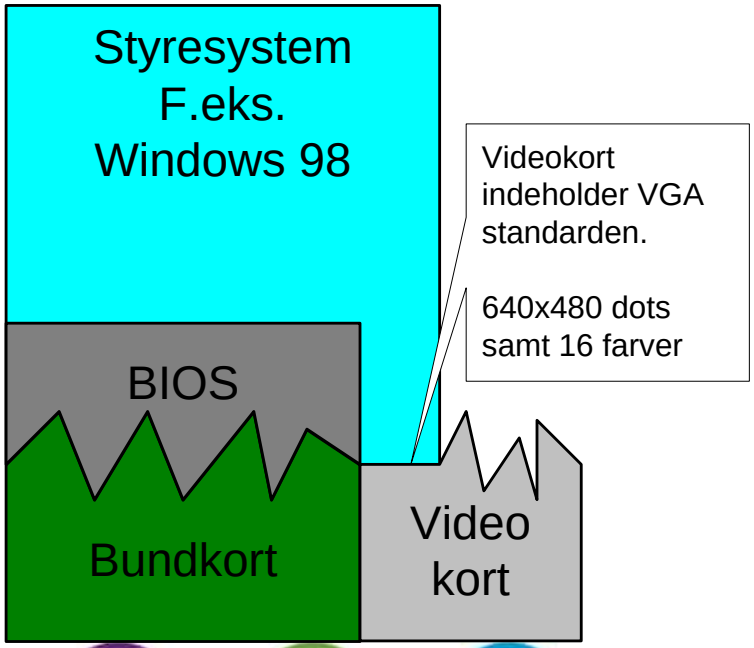
# PC ”4-lags modellen”



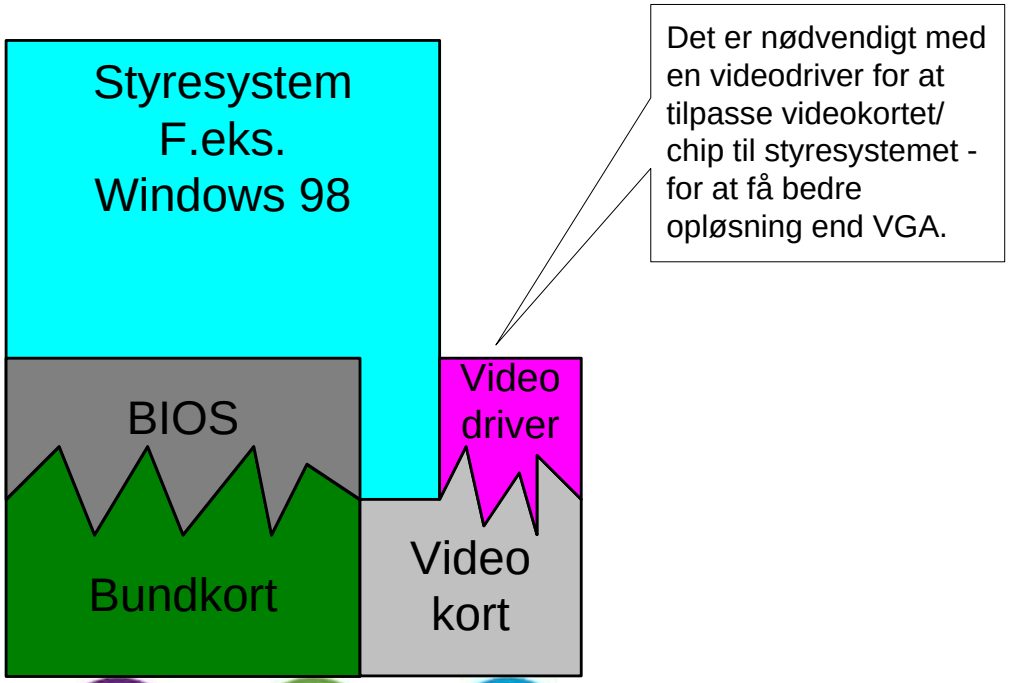
# Der tilføjes noget hardware



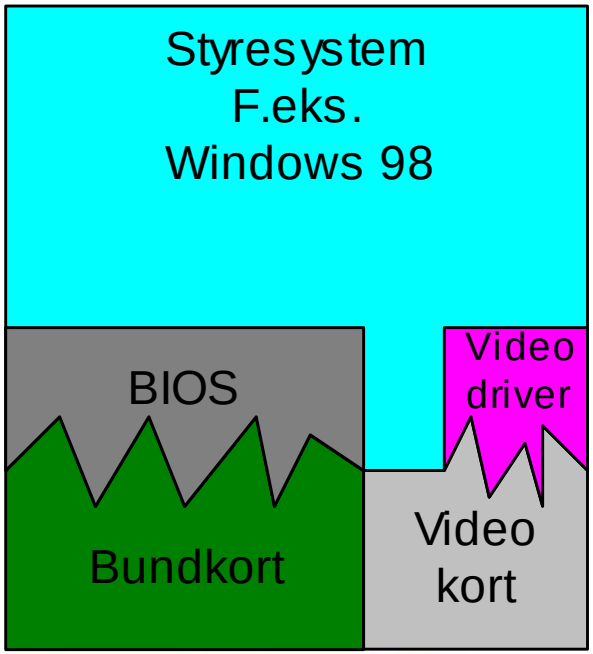
# VGA er en fælles standard



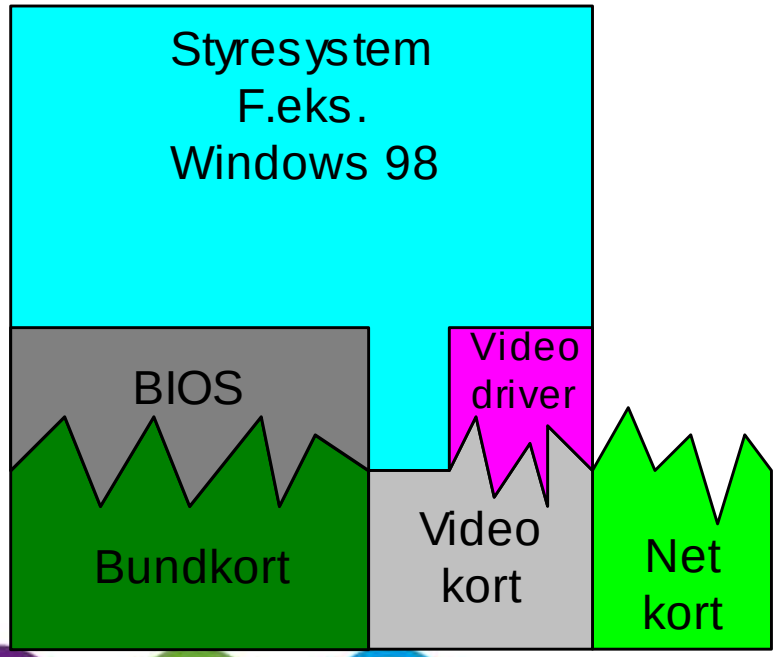
# Tilpasning til fælles høj videostandard



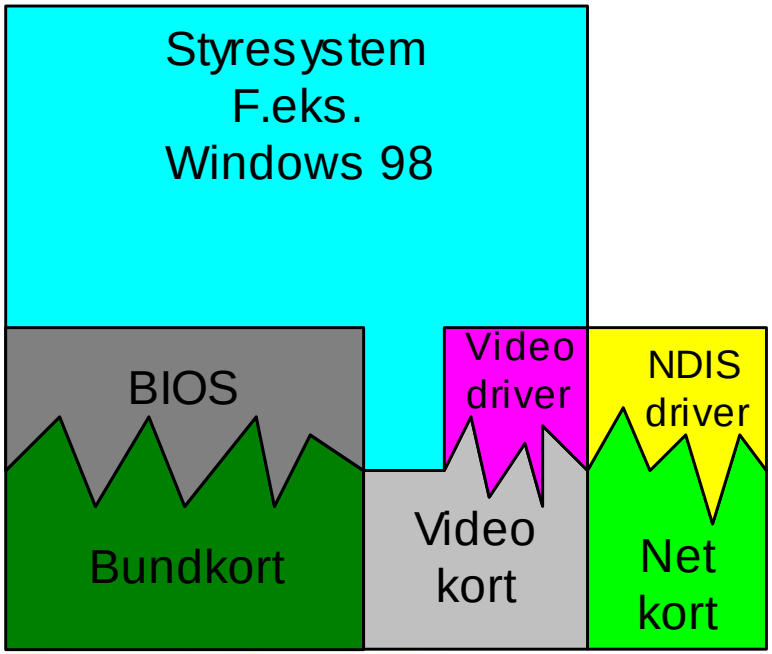
# Fuld udnyttelse af videokortet



# Der sættes et netkort i maskinen

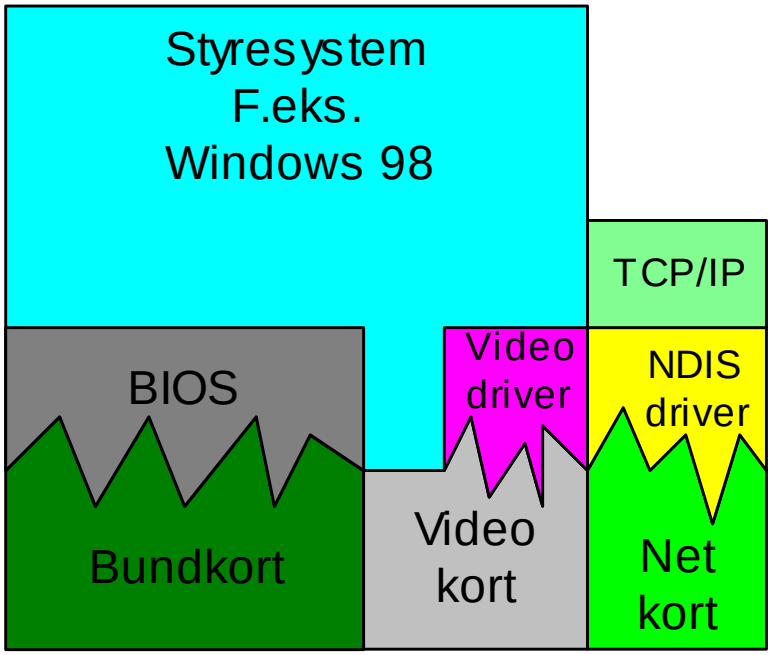


# NDIS - Network Driver Interface Specification



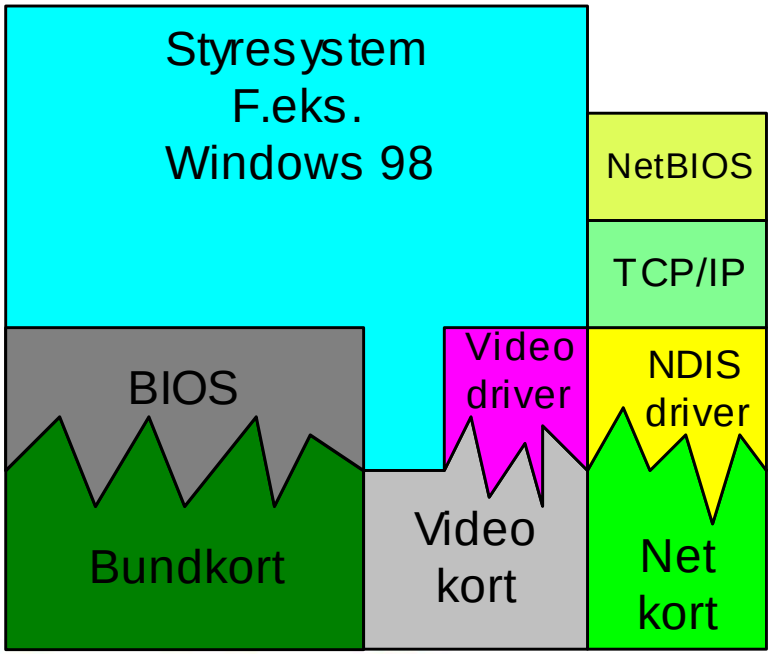
# Windows forstår NDIS

- men mangler et fælles sprog ud mod nettet: TCP/IP



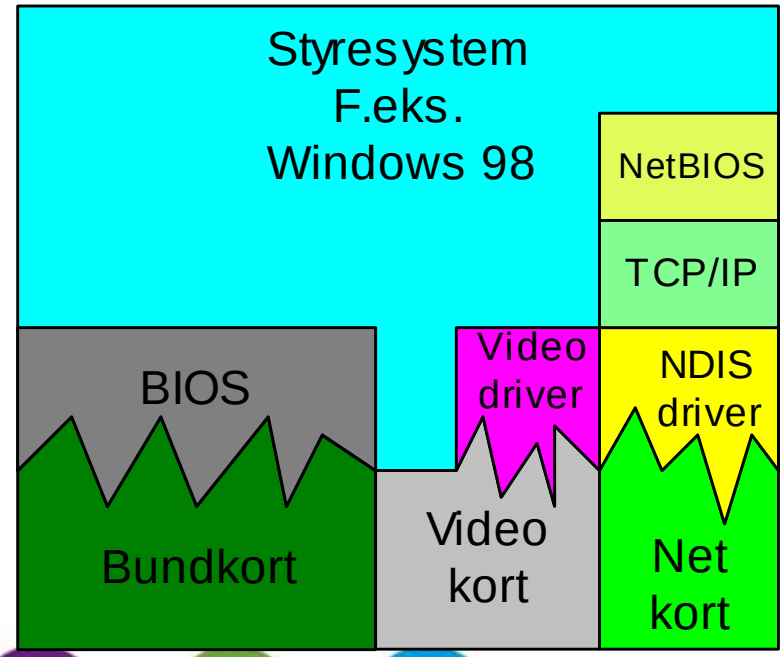
# NetBIOS installeres

- og NetBIOS protokollen benytter oftest TCP/IP til at kommunikere med de andre computere med

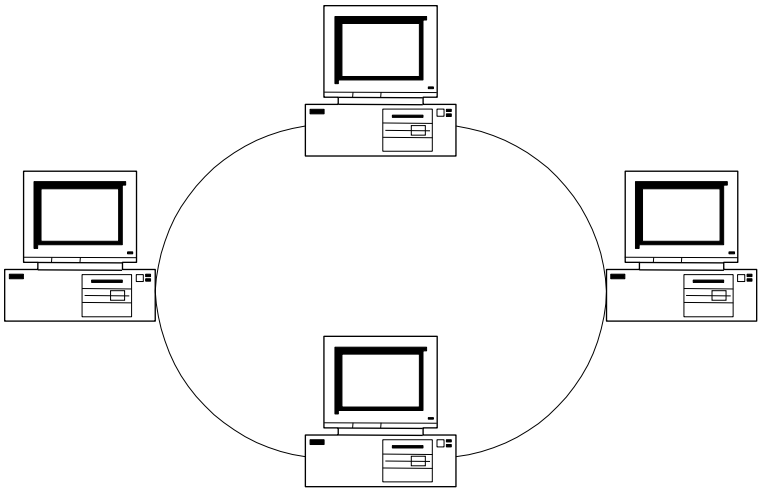


# Ikonet 'Andre computere' dukker op

- og nu kan man dele filer, printere etc. med nettets andre Pc'er



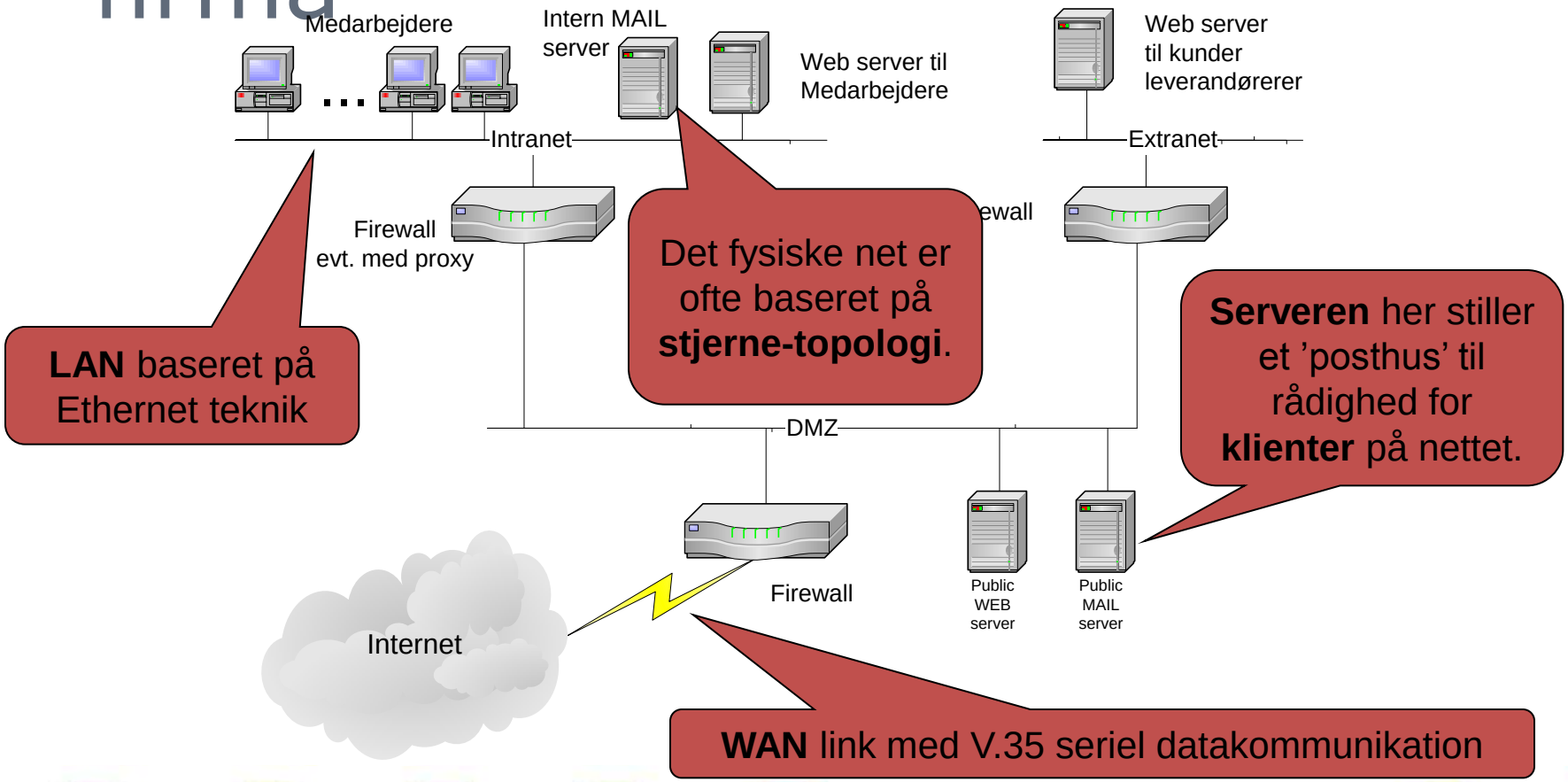
# Netværkstopologi



-en introduktion til netværkets grundbegreber

(Topologi betyder geometri, dvs. netværkets udseende)

# Et moderne netværk i et firma

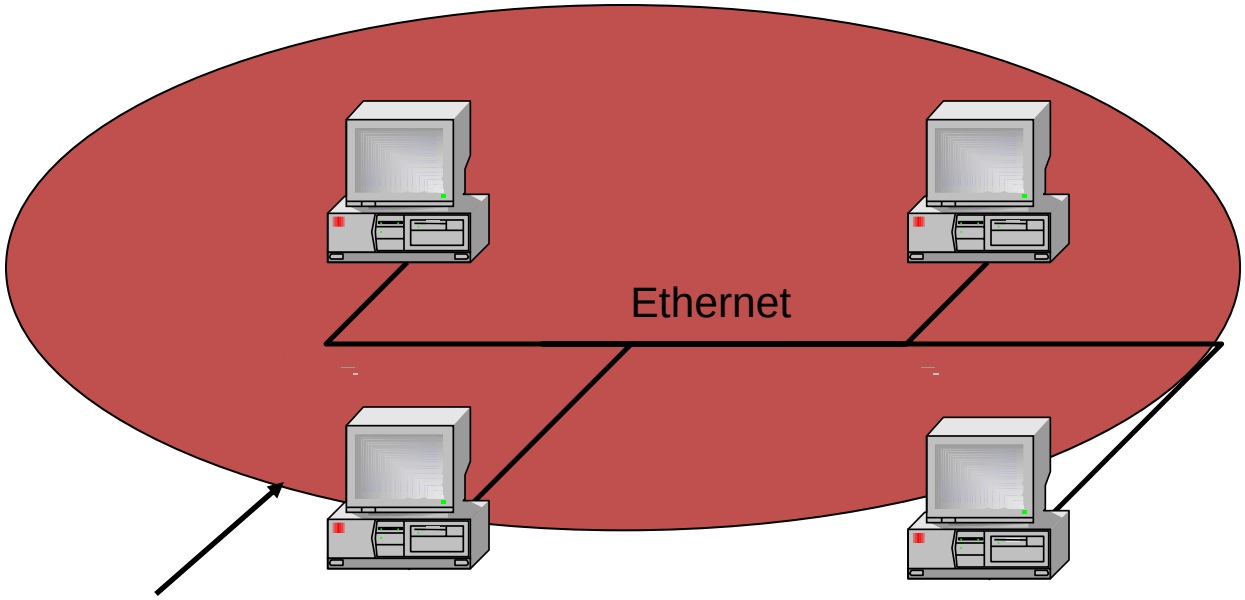



- er sammensat af mange forskellige typer teknologi og

# Vi skal derfor se på

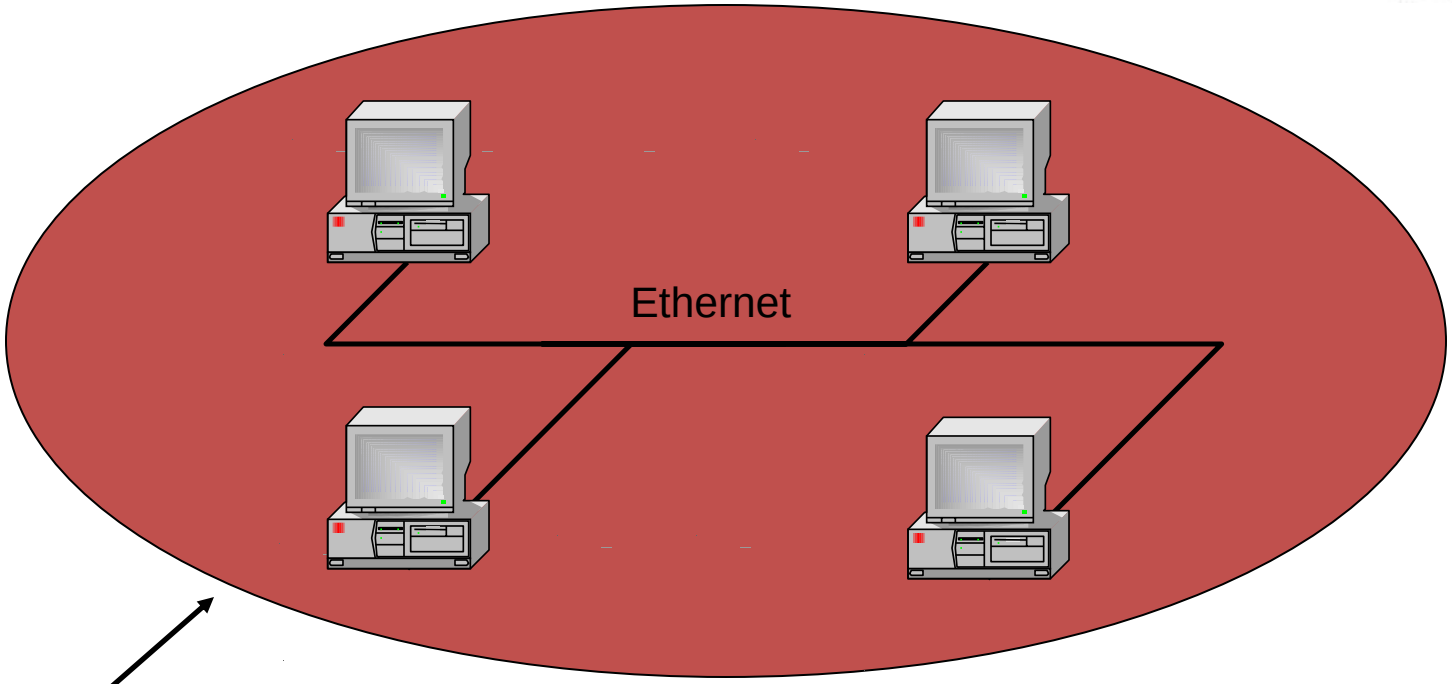
- LAN, MAN, WAN & Internet begreberne
- Peer-to-Peer og Client/Server baserede netværk
- Point-to-Point og Multipoint baseret net-teknologi
- Bus-, Stjerne- og Ring-topologi på netværk

# Ved et LAN forstår man



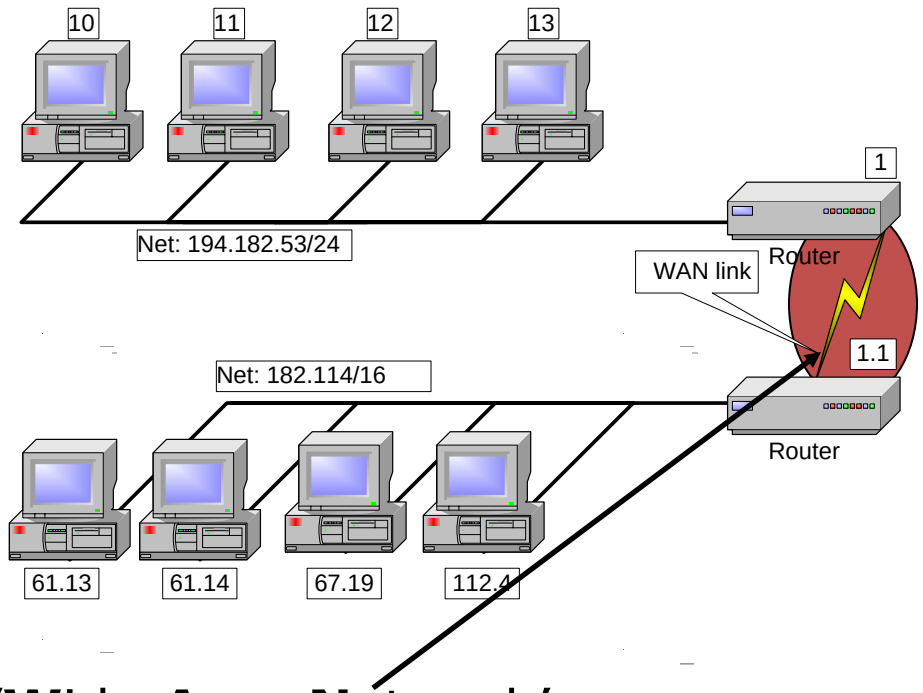

- **LAN** = ’**L**ocal **A**rea **N**etwork’
- To eller flere Pc’er placeret indenfor et mindre geografisk område, hvor maskinerne fysisk er forbundet via deres netværkskort ved optimal hastighed.

# Ved et MAN forstår man



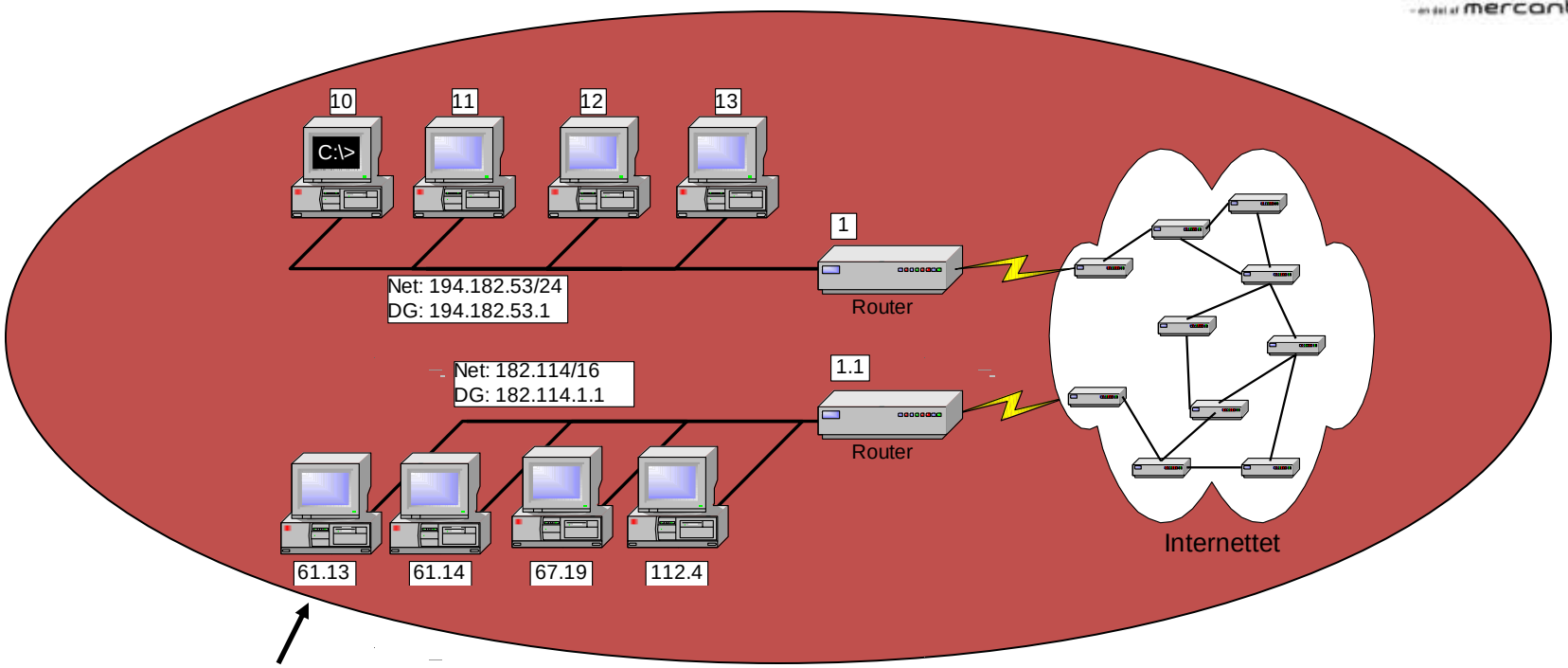

- **MAN** = '**M**etropolitan **A**rea **N**etwork'
- Betegnelsen dækker et helt **by-område** (metropolitan) med et fælles fysisk netværk og med direkte Ethernet-opkoblede enheder.

# Ved et WAN forstår man




- **WAN** = ’**W**ide **A**rea **N**etwork’
- WAN links forbinder en række LANs og WAN rækker typisk over meget store geografiske afstande. Før i tiden benyttede man ofte modem-til-modem dataforbindelser ved langsom hastighed over kobber. I dag benyttes ofte fiber-teknologi og specielle datatransportnet til WAN.

# Hvad består Internettet af?




- **Internettet** er en kæmpestor samling af 'Wide Area Networks' med en hel masse 'Local Area Networks' knyttet til.
- Hver eneste computer på nettet kan kommunikere med de øvrige.
- Nettet er bundet sammen af Routere, som 'fortæller hinanden' om de netværk de hver især kan se og som derefter beregner bedste vej gennem nettet.

# Hvad er et Peer-to-Peer baseret netværk?

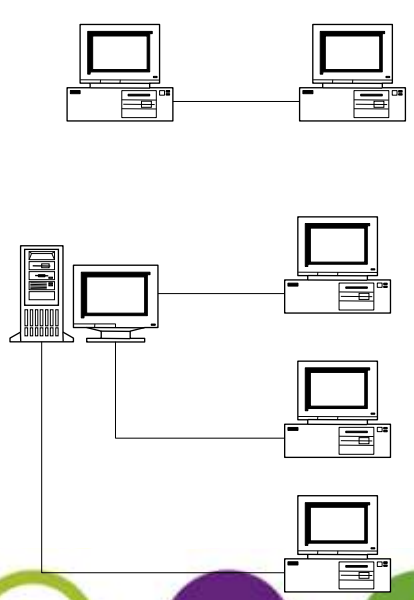
- 'Peer' betyder 'Ligemand'
- Peer-to-Peer netværk betyder at der udelukkende er ligestillede computere med tilhørende programmer på netværket, f.eks. PC'er med Windows98 eller WindowsXP Home/Pro installeret.

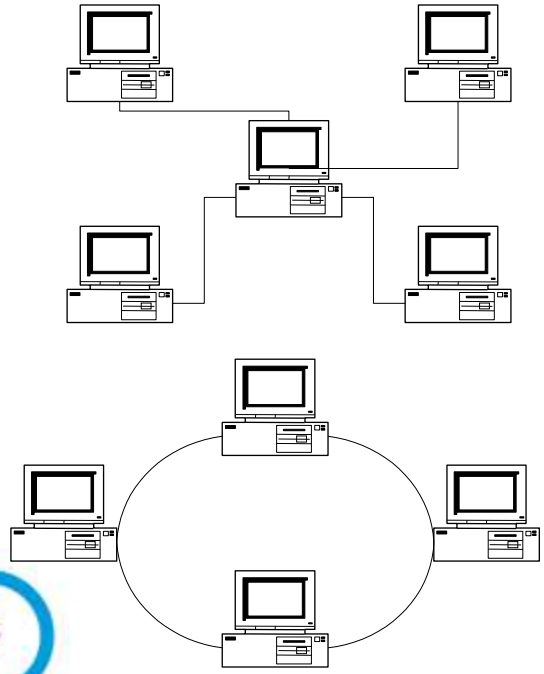
# Hvad er et Server-baseret netværk?

- Vigtigt: Client og Server kan opfattes *enten* som software/programmer *eller* som maskiner/computere. I det følgende forstås det som maskiner/computere.
- Princippet er enkelt: Alle Client-computere på netværket får adgang til netværkets delte ressourcer gennem en eller flere overordnede computere kaldet Servere.
- Serverne konfigureres efter firmaets politik omkring sikkerhed og generelle bestemmelser.
- Der oprettes på serverne typisk et navne-domæne, f.eks. 'eucmidt.dk' og ved at melde sin Client-computer ind i dette domæne underkaster man sig firmaet EUCMIDT's politik for netværk.

# Den fysiske sammenkobling

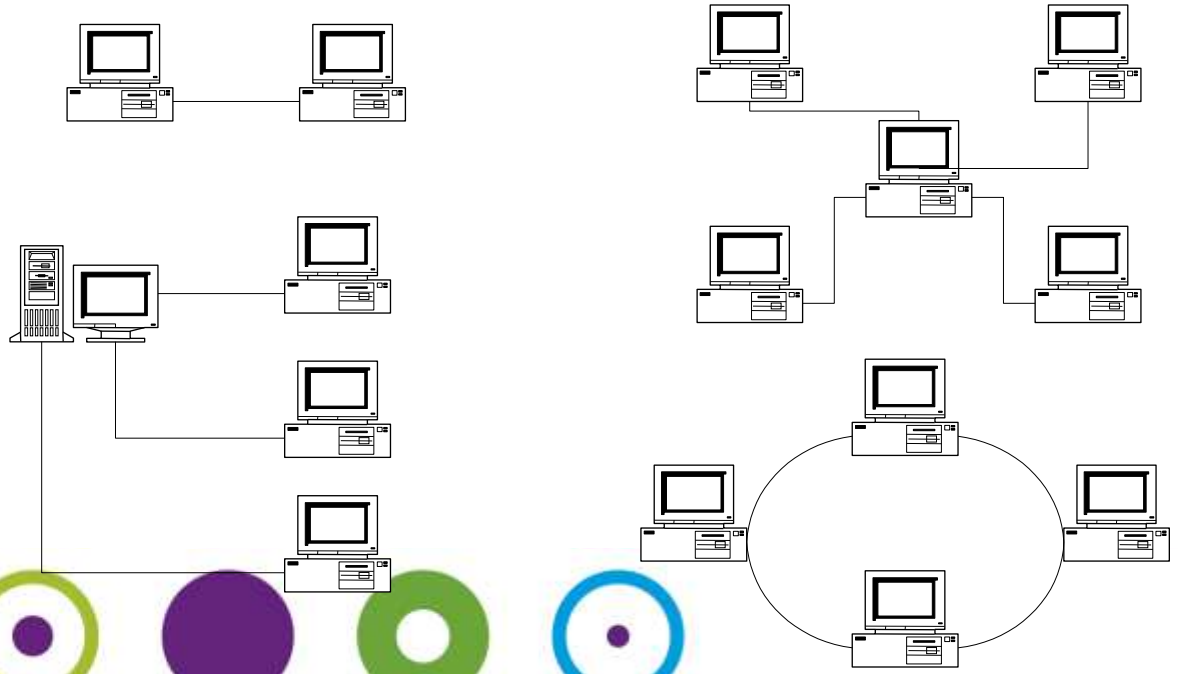
Hvad er **Point-to-Point** ?





# Point-to-point

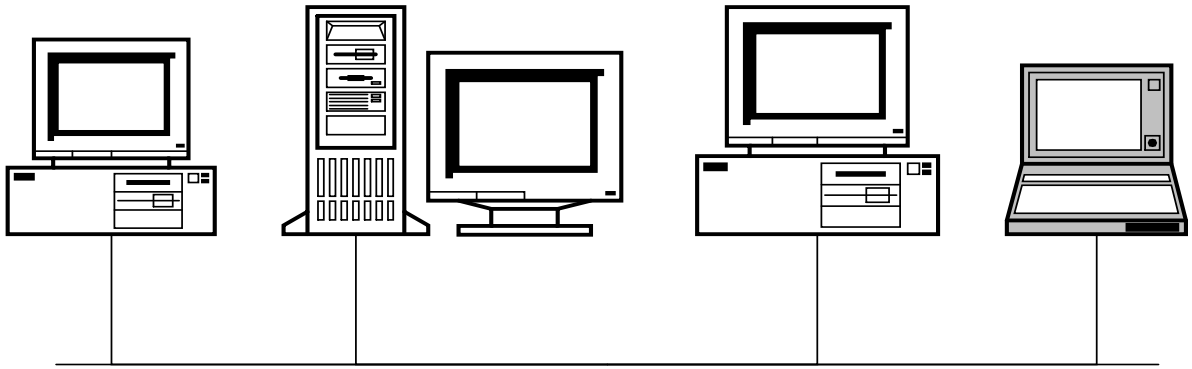
- Hver maskine kommunikerer direkte med kun én maskine på hver forbindelse.



# Den fysiske sammenkobling

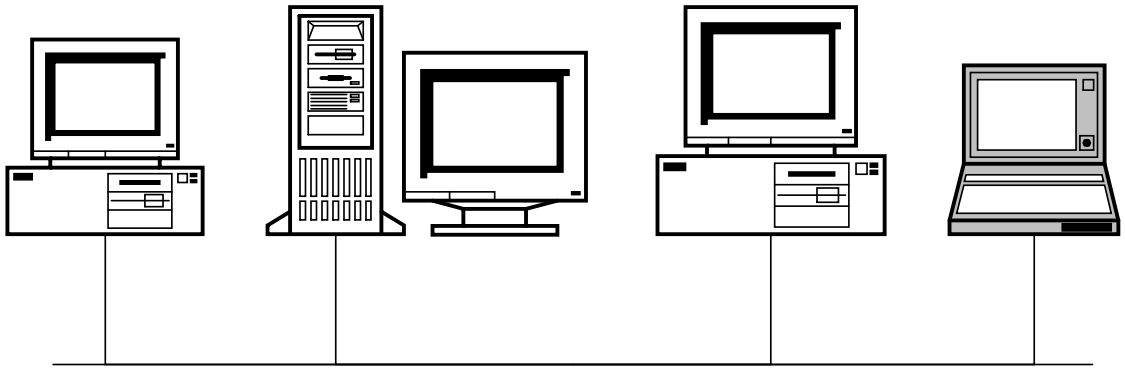
HOUSE OF TECHNOLOGY
– en del af mercantec

Hvad er **Multipoint**?



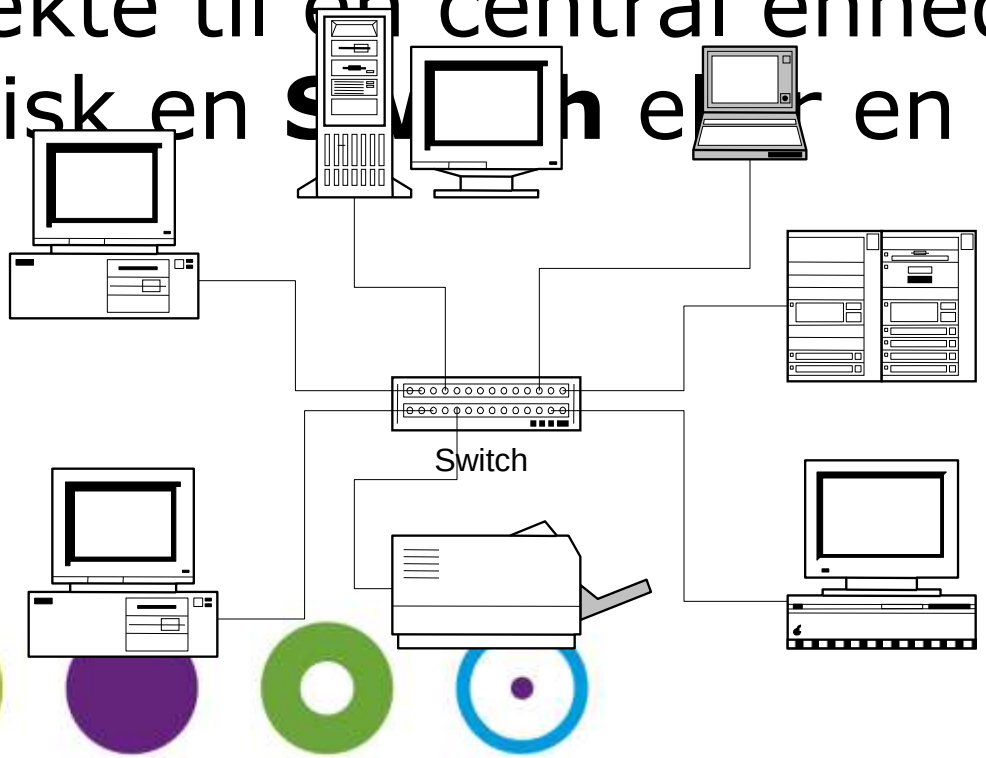
# Multipoint

- Hver maskine kan kommunikere direkte med alle de andre. Her er brug for addressering.



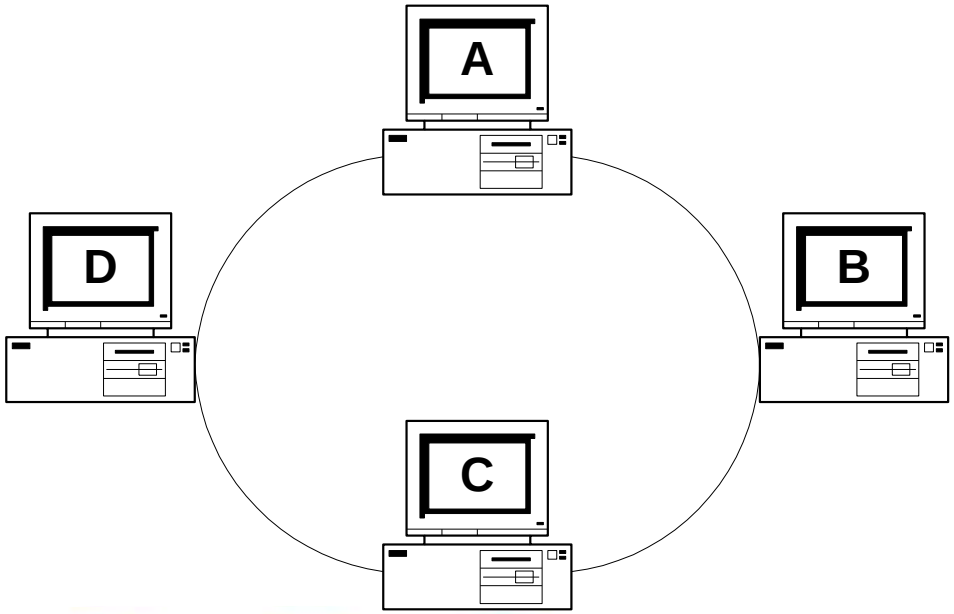
# Det fysiske netværk

- Der er tale om **stjerne-topologi** når hver maskine er koblet direkte til en central enhed, typisk en **Switch** eller en **Hub.**



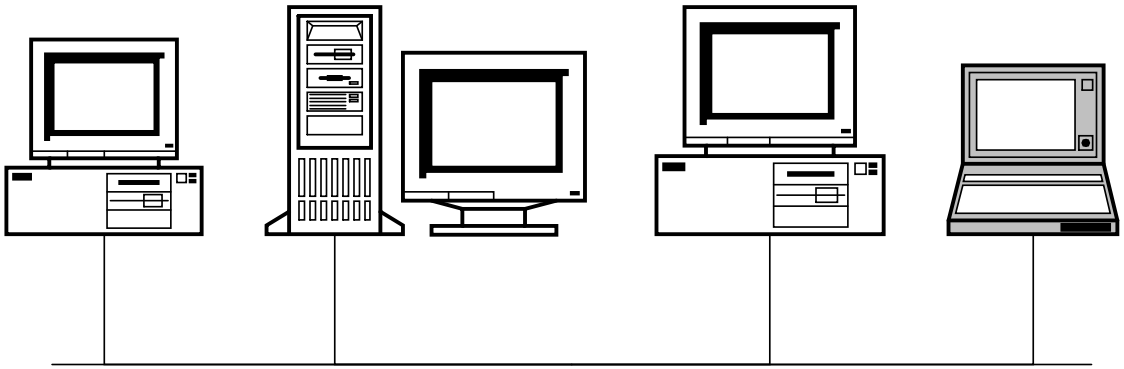
# Det fysiske netværk

- Der er tale om **ring-topologi** når maskinerne sender til hinanden rundt i en ring – énvejs.



# Det fysiske netværk

- Der er tale om **bus-topologi** når hver maskine er koblet op på det samme transmissionsmedie, som perler på en snor, f.eks. **Thin Ethernet (RG58) kabel**

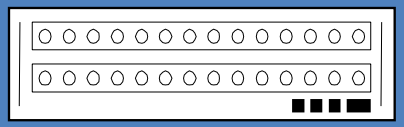


# Logisk contra fysisk topologi

- Et netværks **logiske topologi** fortæller hvordan maskinerne kommunikerer med (og får adgang til)  nettet eller *transmissionsmediet*
- - mens netværkets **fysiske topologi**, som vi lige har set det, fortæller os hvordan maskinerne på nettet rent fysisk er koblet sammen
- Den fysiske topologi og den logiske topologi er ikke altid den samme for et bestemt netværk.

# Topologi for en Hub og en Switch?

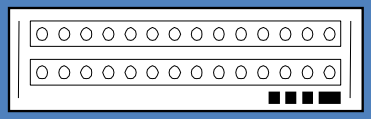
Begge enheder har en fysisk topologi som er en stjerne.



**Hub**

En Hub arbejder internt som et forlænget Thin Ethernet kabel (kun én kan tale ad gangen) og derfor er Hub'ens logiske topologi en **Bus**.

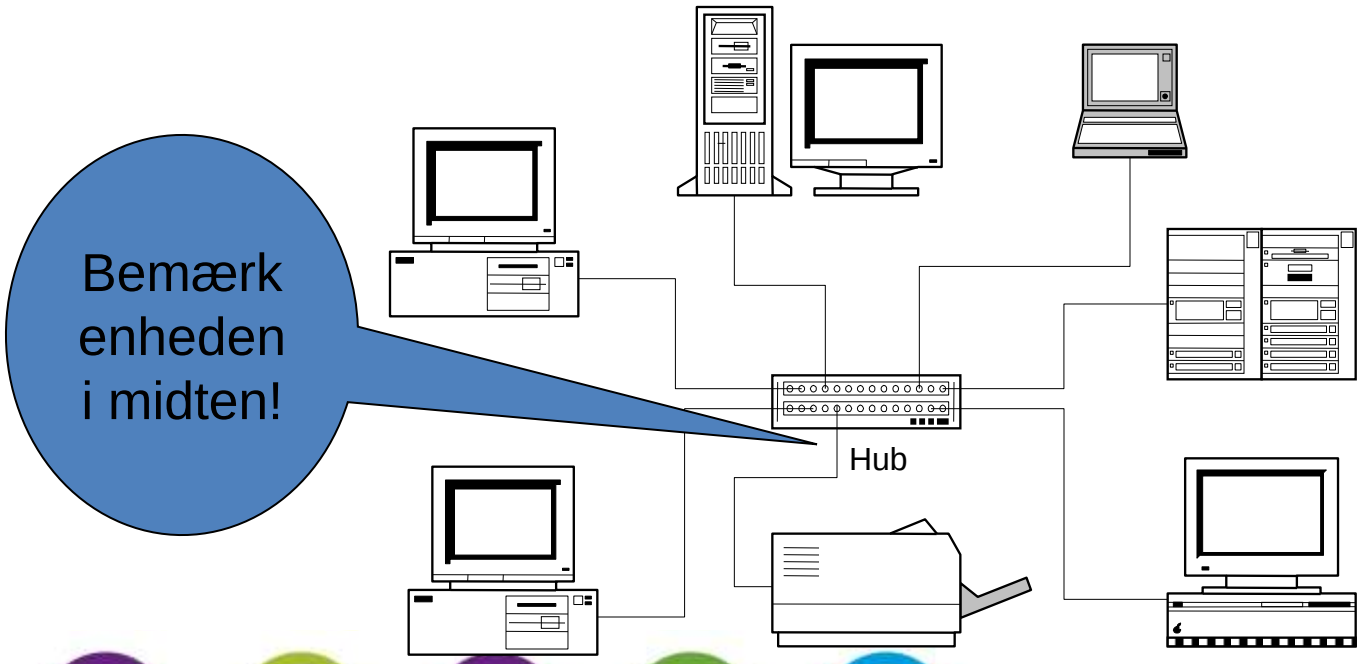
En Switch arbejder internt ved at opdele Ethernetsegmenter i kollisionszoner og adresserer de enkelte porte på MAC-adresser. Derfor er switchens logiske topologi en **Stjerne**.



**Switch**

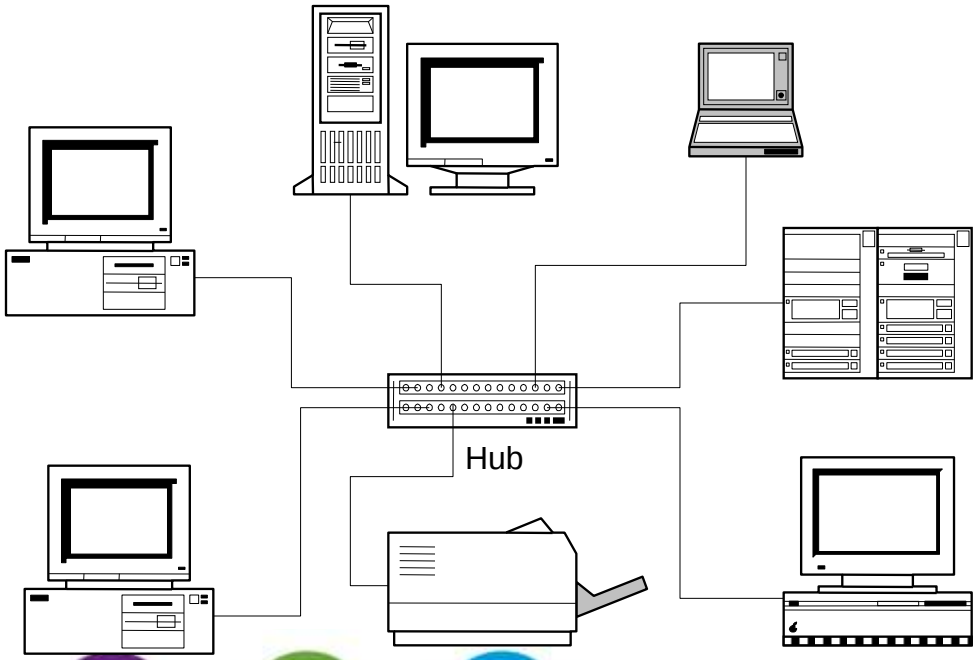
# Logisk & fysisk topologi?

Hvad er netværkets logiske topologi - og dets fysiske?

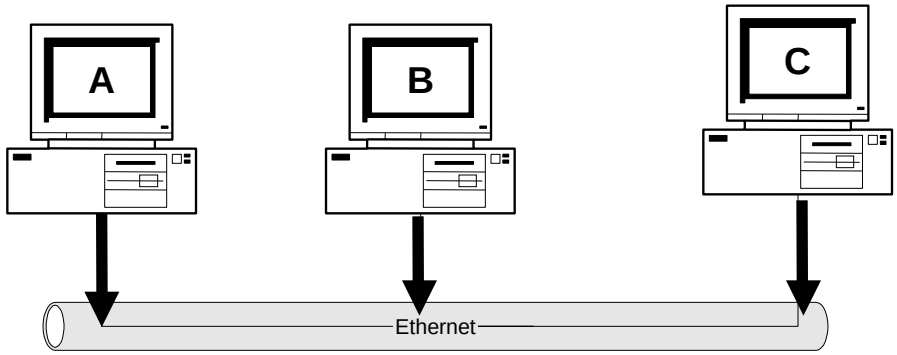


# Logisk & fysisk topologi?

Den fysiske topologi er en **Stjerne** - og den logiske er en **Bus**!



# LAN transmissionsteknologi

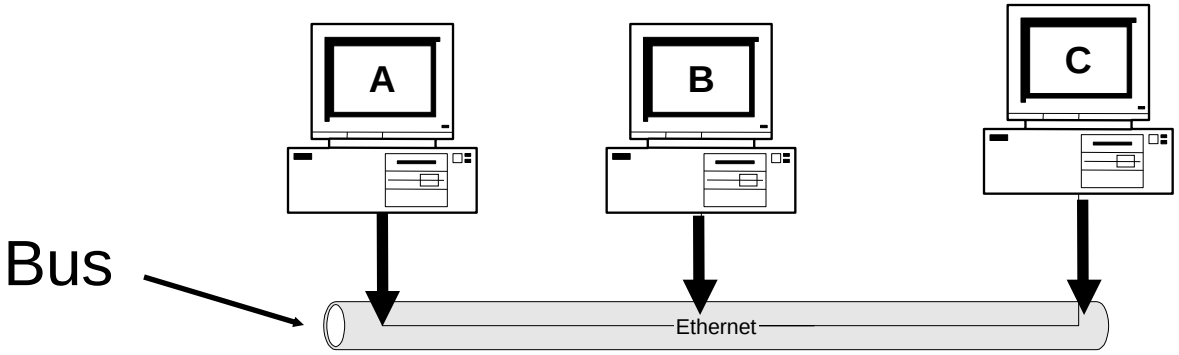



- en introduktion til Ethernet & Token Ring

# Vi skal se på

- Princippet bag Ethernet
- Transmissionsteknikken Carrier Sense, Multiple Access with Collision Detection
  - forkortet CSMA/CD
- Princippet bag Token Ring
- Transmissionsteknikken Token Ring

# Sådan virker Ethernet



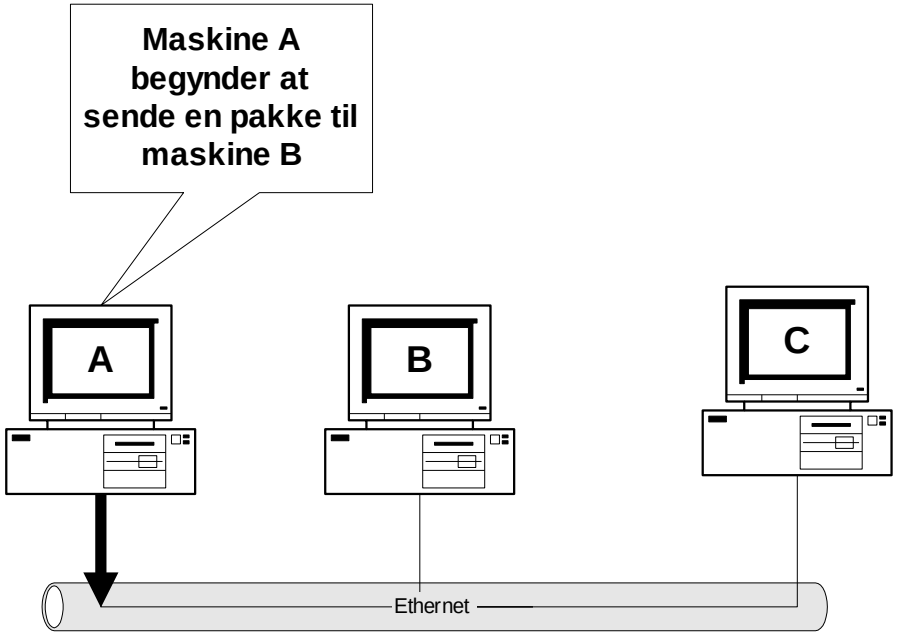

- På et gammeldags Ethernet baseret LAN netværk er alle maskiner koblet direkte på nettet samtidig.
- De lytter altid til nettet og kan frit sende efter behov.
- Trafikken styres ved hjælp af kollisionskontrol.
- Det er ikke umiddelbart muligt at køre i full duplex mode, fordi der kun er eet fælles medie at sende på. Dette betyder at BUS-typen af Ethernet ikke egner til real-time trafik.

# Ethernet Media Access - BUS

HOUSE OF TECHNOLOGY
– en del af mercantec

'Carrier Sense'

## **CS**MA/CD



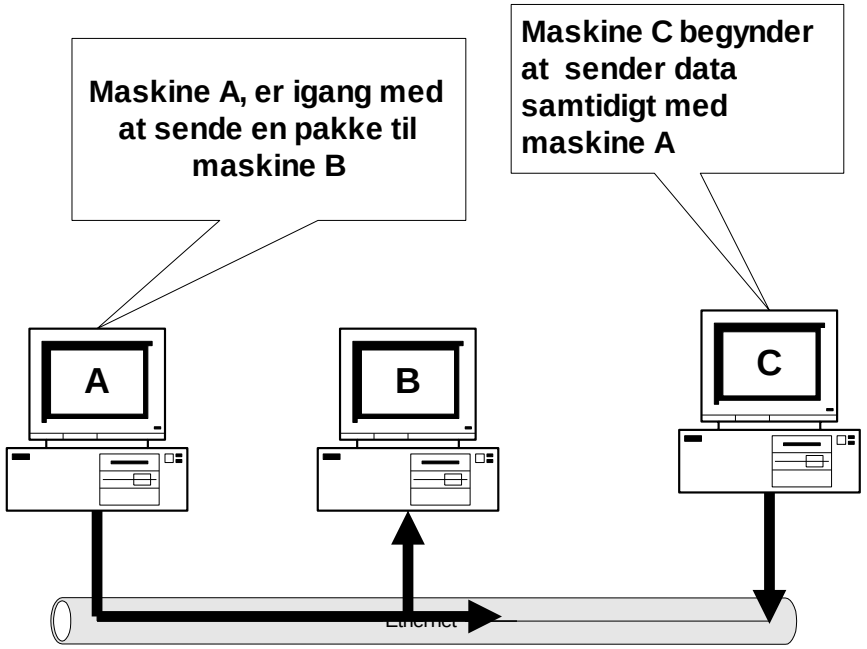

- Når en enhed vil sende, sikrer den sig at mediet er frit før den går i gang

# Ethernet Media Access - BUS

HOUSE OF TECHNOLOGY
– en del af mercantec

## CS**MA**/CD

'Multiple Access'

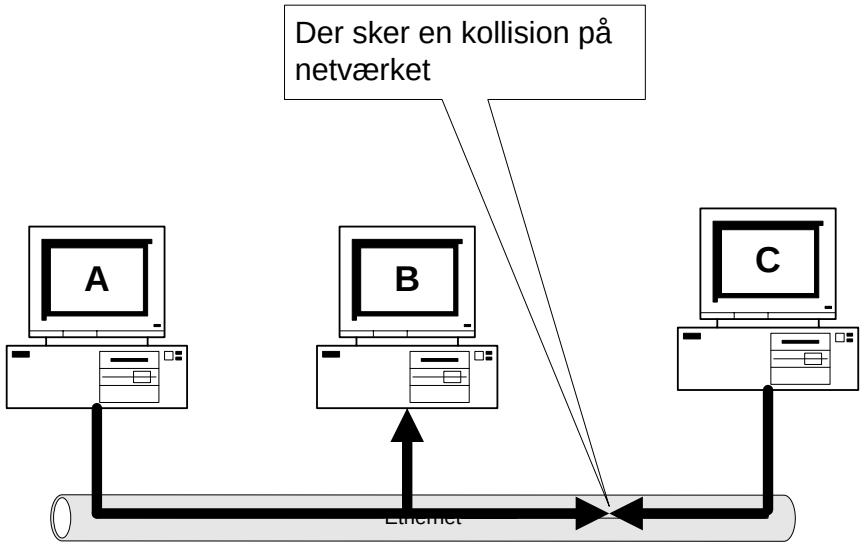



- Elektriske signaler udbreder sig i mediet med ca. 60 – 80% af lysets hastighed og så længe mediet er 'frit' kan alle sende.

# Ethernet Media Access - BUS

HOUSE OF TECHNOLOGY
- en del af mercantec

## CSMA/CD

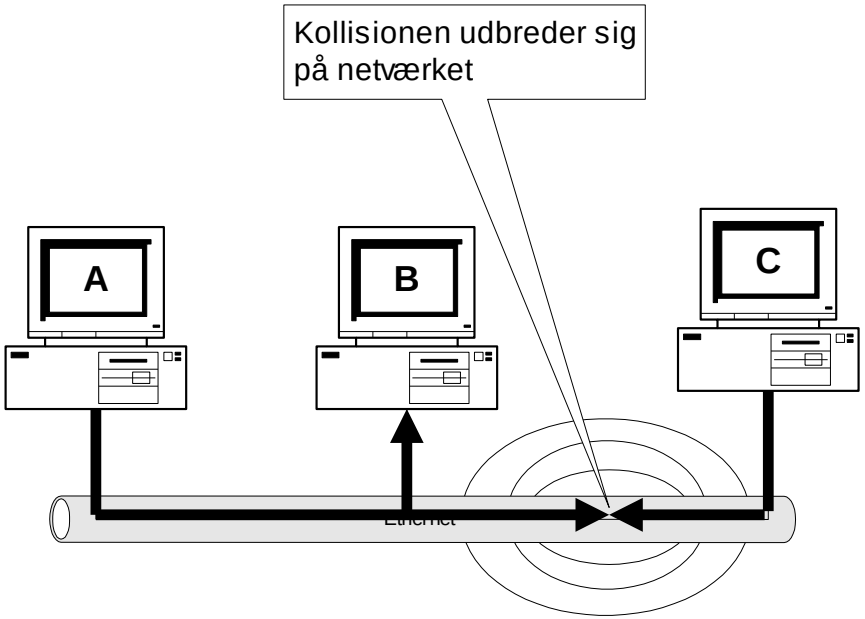



- En kollision er flere elektriske signaler der "blandes". Dette er en fejlsituation.

# Ethernet Media Access - BUS

HOUSE OF TECHNOLOGY
- en del af mercantec

## CSMA/CD

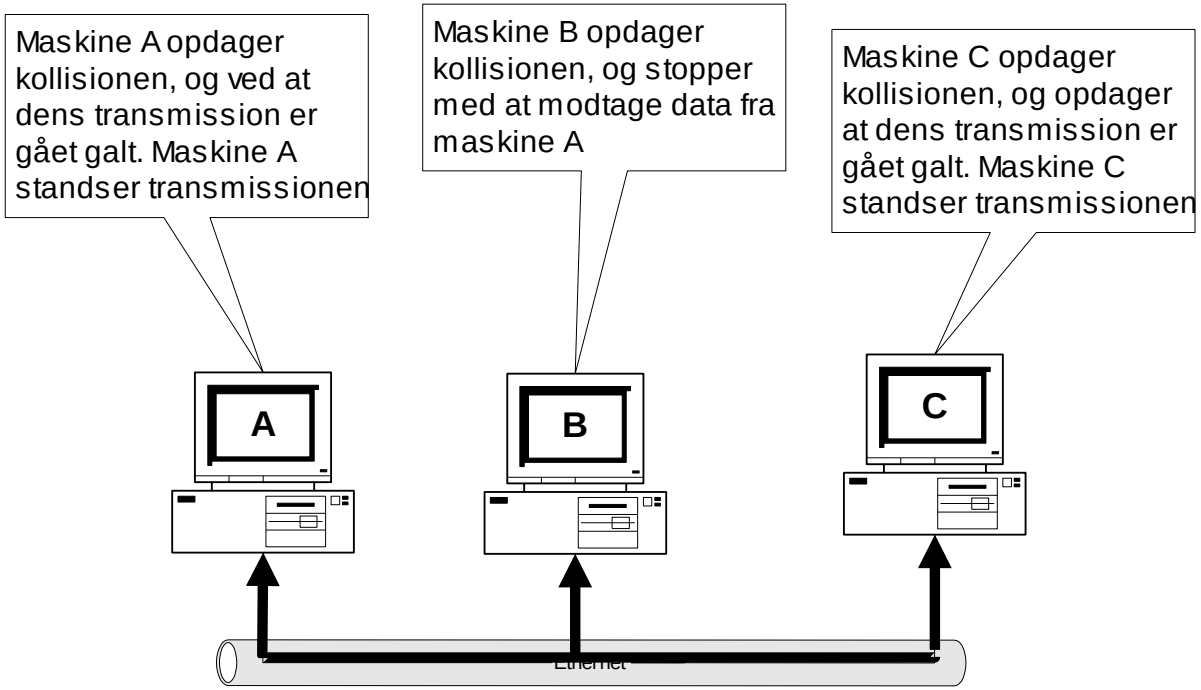



- Kollisionen breder sig ud i kablet med 60-80 % af lysets hastighed. Alle maskiner 'hører' kollisionen.

# Ethernet Media Access - BUS

CSMA/**CD**

'Collision Detection'

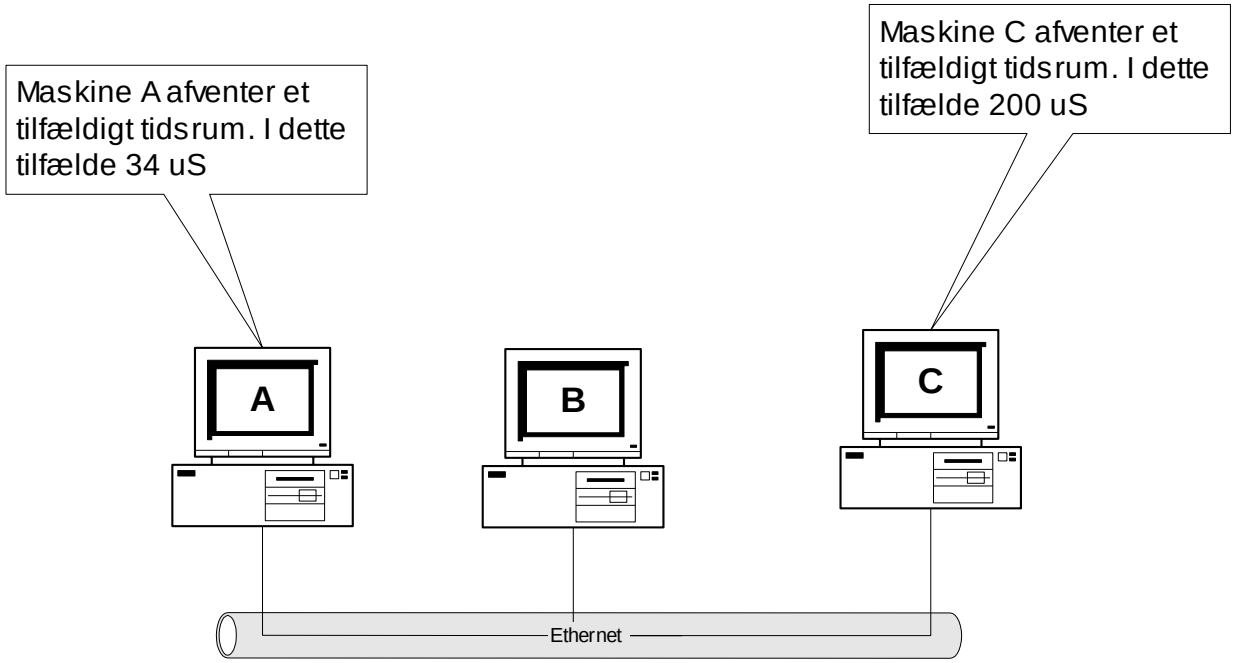



- Samtidigt med en enhed sender, lytter den om det den "siger" er det samme som det den "hører".

# Ethernet Media Access - BUS

HOUSE OF TECHNOLOGY
– en del af mercantec

## CSMA/CD

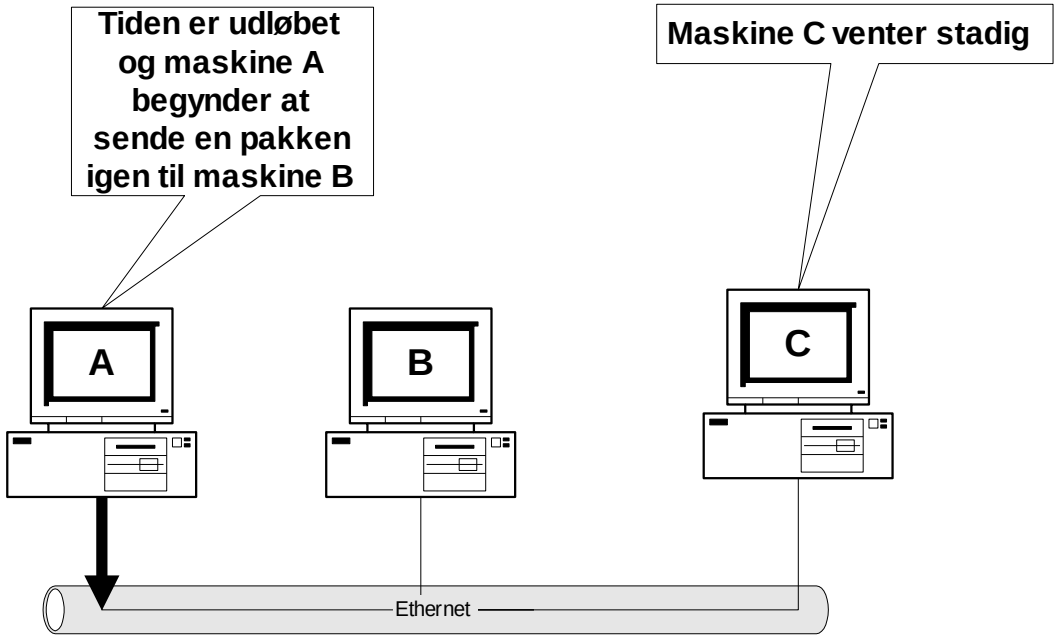



- Fejlsituationen afhjælpes af en tilfældighedsgenerator - indtil næste kollision opstår!

# Ethernet Media Access - BUS

HOUSE OF TECHNOLOGY
– en del af mercantec

## CSMA/CD

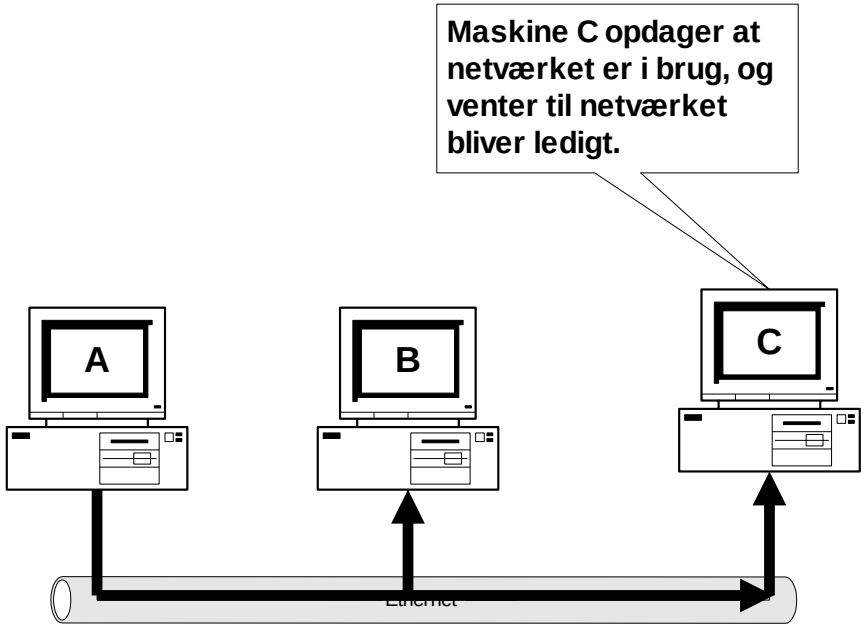



- Maskine A prøver at re-transmittere først på et frit medie.

# Ethernet Media Access - BUS

HOUSE OF TECHNOLOGY
- en del af mercantec

## CSMA/CD




- Nu ved alle enheder at netværket er i brug, og transmissionen skulle gerne lykkes:

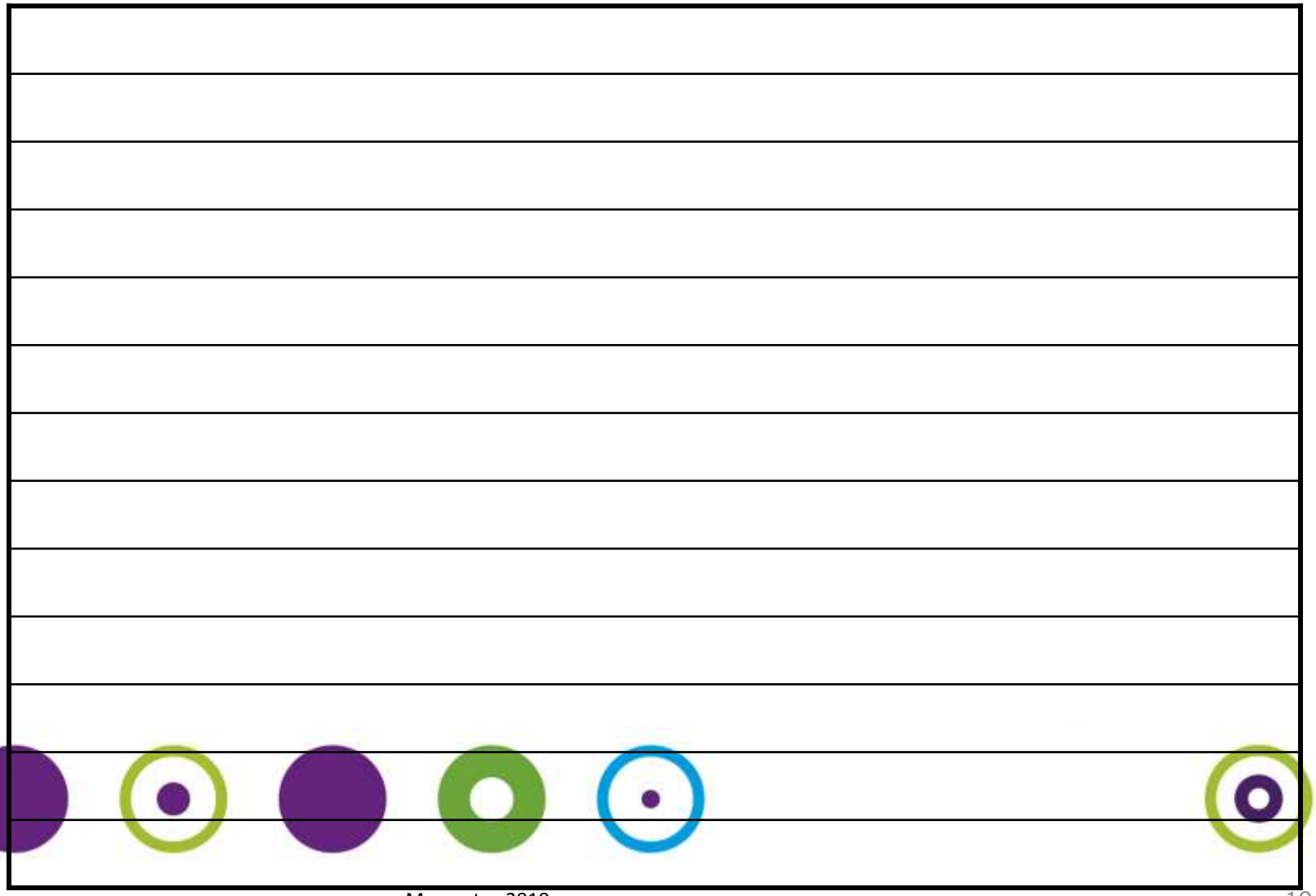
# Ethernet Media Access - BUS

HOUSE OF TECHNOLOGY
– en del af mercantec

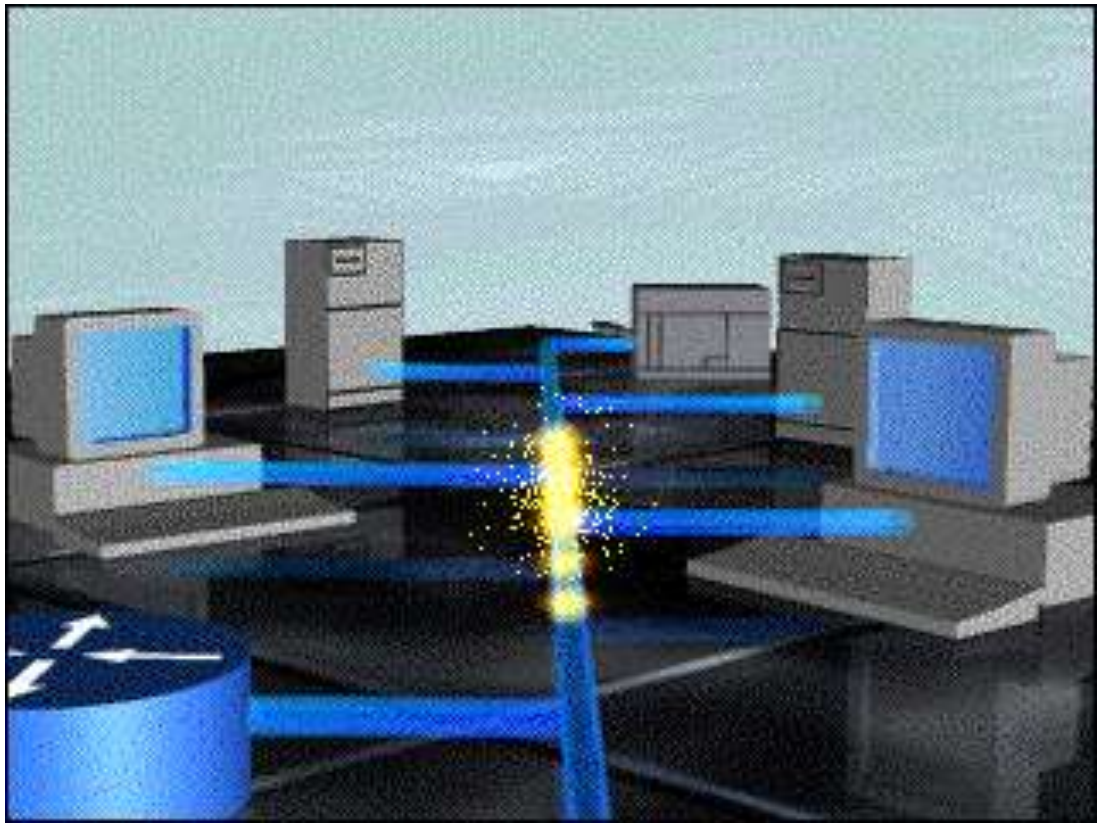
## Opsamling

- Carrier Sense
  - En tilsluttet enhed “lytter” om netværket er frit før det begynder at sende.
- Multiple Access
  - Mange enheder kan være tilsluttet samme kabel
  - Bus topologi
- Collision Detect
  - En tilsluttet enhed lytter medens den sender om der sker en kollision med en anden transmission
- Ingen full duplex mode
  - Dette betyder at Ethernet netværk af BUS-typen ikke egner sig til real-time applikationer, f.eks. IP-telefoni

# Egne notater:



# Ethernet - en LAN teknologi



- Ethernet er den mest udbredte LAN teknologi i dag

# Ethernets placering i OSI modellen

| | | |
|---|---|---|
| Lag 7 | Applikation | Giver netværks adgang for programmer uden for OSI modellen<br>fx til fil overførsel, regneark, ETB og terminal emulering. |
| Lag 6 | Præsentation | Kode konvertering (MP3, TIFF), kryptering – dekryptering og komprimering – de komprimering af data. |
| Lag 5 | Session | Etablerer, styre og afslutter sessioner (kommunikation) mellem applikationer (Simplex, half duplex, fuld duplex ). |
| Lag 4 | Transport | End to end forbindelser. Opbygger virtuelle forbindelser. Flow kontrol. Fejl kontrol og korrigering. |
| Lag 3 | Netværk | Adressere og router pakker på nettet.<br>Forbindelsesløs kommunikation. Logiske adresser. |
| **Lag 2** | **Data Link** | **Kontrollere adgang til det fysiske medie. Fejl og flow kontrol. Fysisk adressering. Pakker data i frames.** |
| **Lag 1** | **Fysisk** | **Kabler, stik, datahastighed. Sender og modtager elektriske signaler.** |

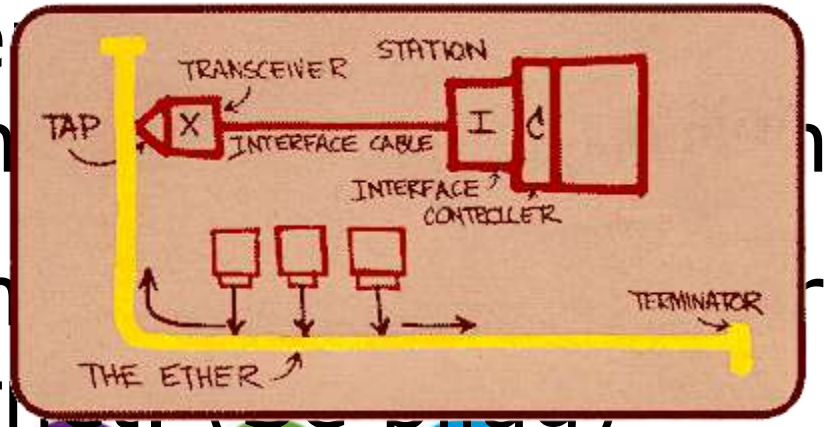
# Ethernet

Udviklet af Xerox sidst i 1970'erne

- I samarbejde med Digital og Intel – kaldenavn Ethernet DIX

Videre organ net II.

Der fin af Ethernet. (Se bilag)




Robert Metcalfes berømte tegning

# Ethernet standarder - et hurtigt overblik

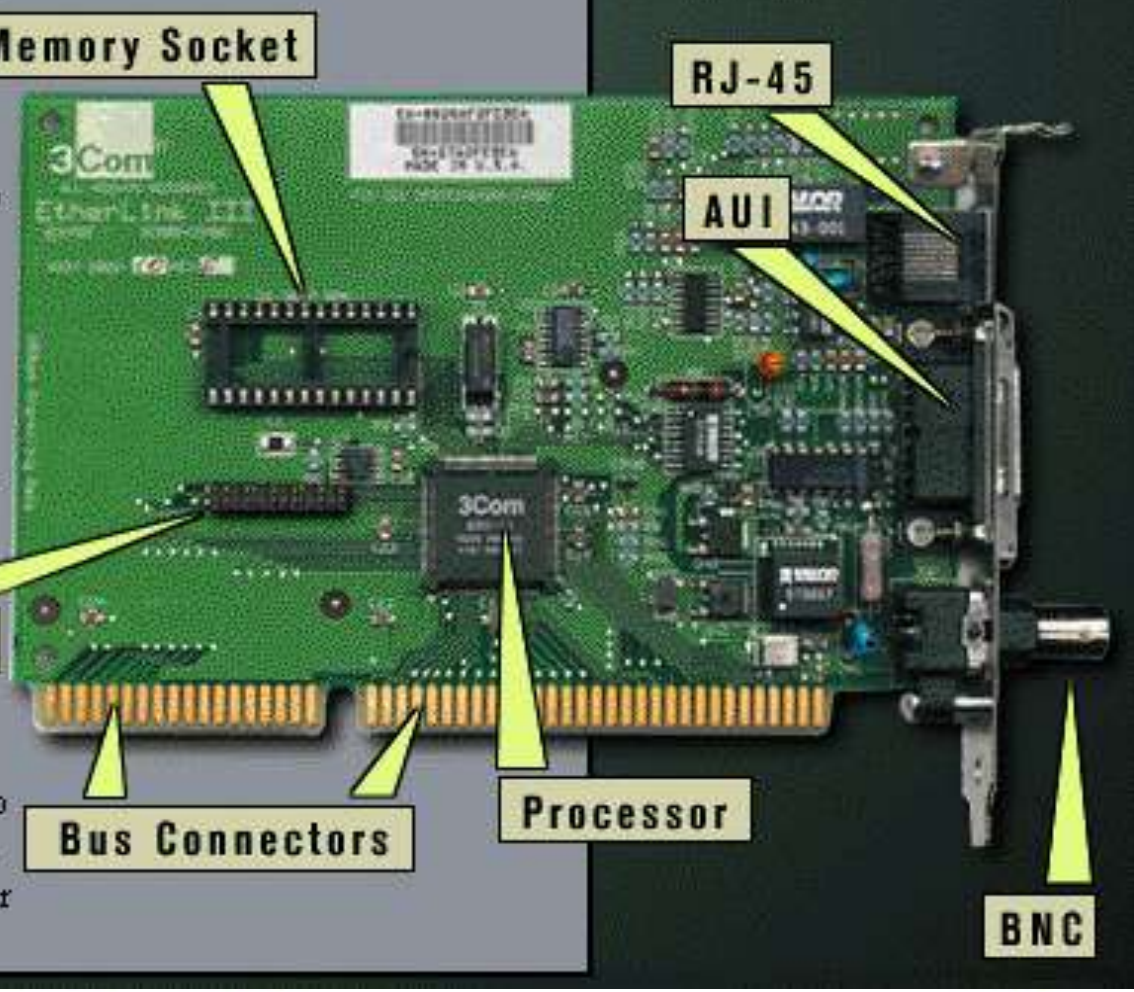
| TEKNOLOGI | NAVN | FART | KABEL |
|---|---|---|---|
| Ethernet | 10BASE-5 | 10 Mbps | COAX |
| Ethernet | 10BASE-2 | 10 Mbps | COAX |
| Ethernet | 10BASE-T | 10 Mbps | UTP |
| Fast Ethernet | 100BASE-T | 100 Mbps | UTP |
| Gigabit Ethernet | 1000BASE-T | 1 Gbps | UTP |
| Gigabit Ethernet | 1000BASE-SX / LX | 1 Gbps | Fiber |
| 10 Gigabit Ethernet | 10Gb Ethernet | 10 Gbps | Fiber |

Flere informationer på http://standards.ieee.org

# Combo Ethernet netkort

HOUSE OF TECHNOLOGY

- **Memory** is where the card temporarily stores messages while waiting for an opportunity to send the message.
- **Cable connectors and plugs** allow network cables to physically attach to the card. This card has an RJ-45 connector, an AUI, and a BNC connector.
- **Processor** completes the final translation of messages into signals that can be put onto the wire, and the first level of translation for messages received over the wire.
- **Bus connectors** are where the card plugs into one of your computer's expansion slots.
- **Jumpers**, or DIP switches, are used to control the settings used by the card, and vary depending on your computer and network.



# Kabelsystemer

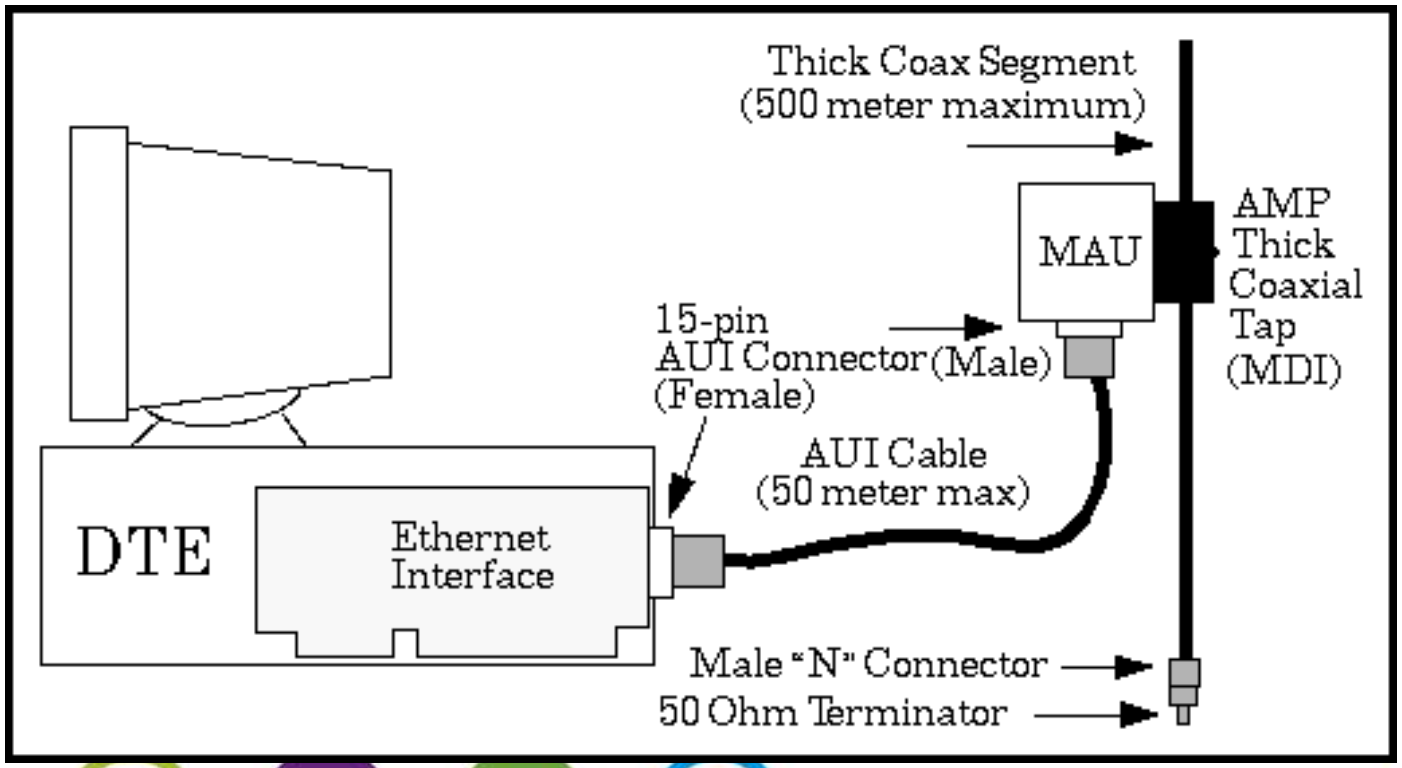
| **Kategori** (Nummer) | **Grade** (Kaldenavn) | **Max. hastighed** (Et par / Samlet kabel) |
|---|---|---|
| 1 | Voice | 1 MHz / 1 Mbps |
| 2 | Data | 1 MHz / 1 Mbps |
| 3 | Lan | 16 MHz / 10 Mbps |
| 4 | Super | 20 MHz / 16 Mbps |
| 5 | Hyper | 100 MHz / 100 Mbps |
| 5E | Premium | 250 MHz / 1000 Mbps |
| 6 | Premium | 250 MHz / 1000 Mbps |
| 7 | ? | 600 MHz / >1000 Mbps? |

Kategori 5E er en forbedret kategori 5, men den er aldrig blevet standardiseret under TIA/EIA. I stedet udviklede og standardiserede man kategori 6, som er en forbedret udgave af 5E.

# Ethernet 10BASE-5

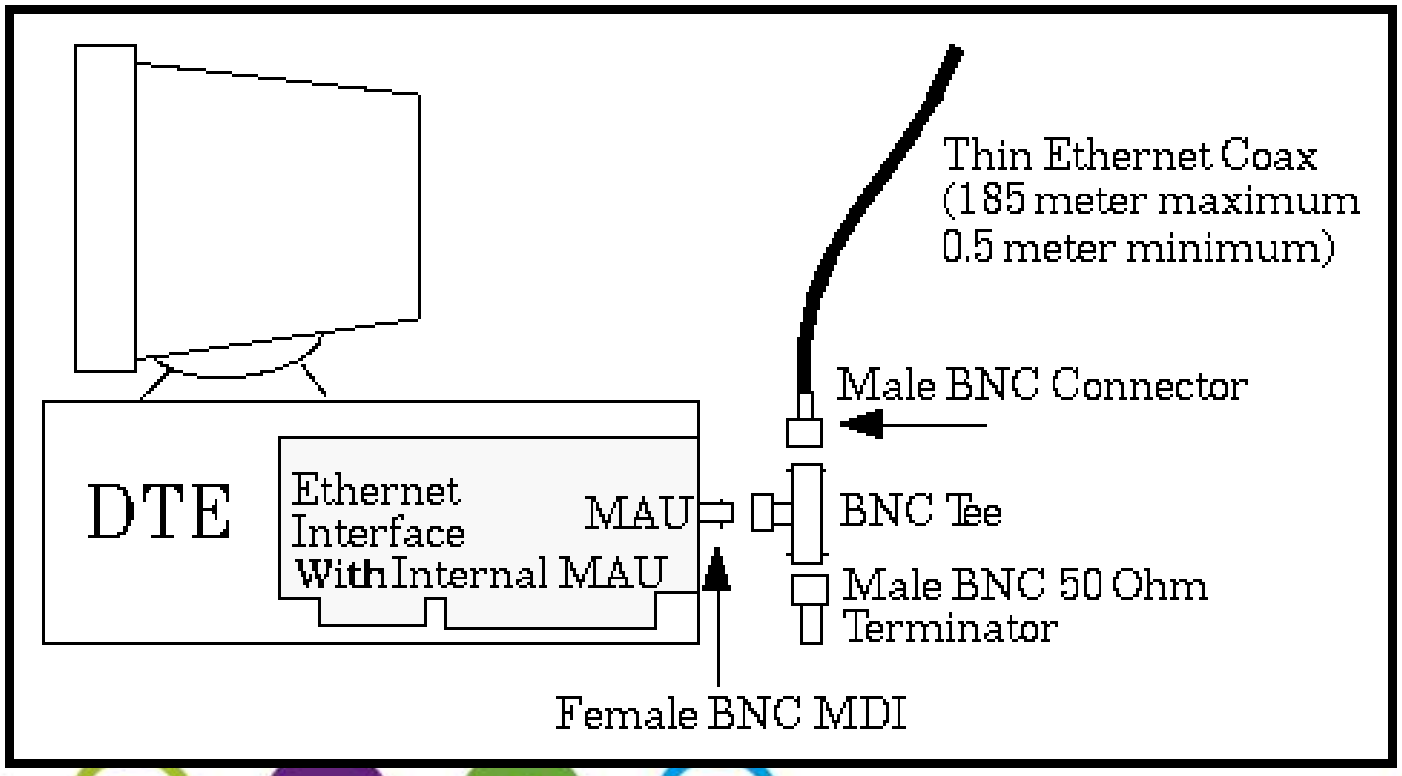
HOUSE OF TECHNOLOGY
- en del af mercantec

Tykt Coaxial kabel - fra cirka 1983:



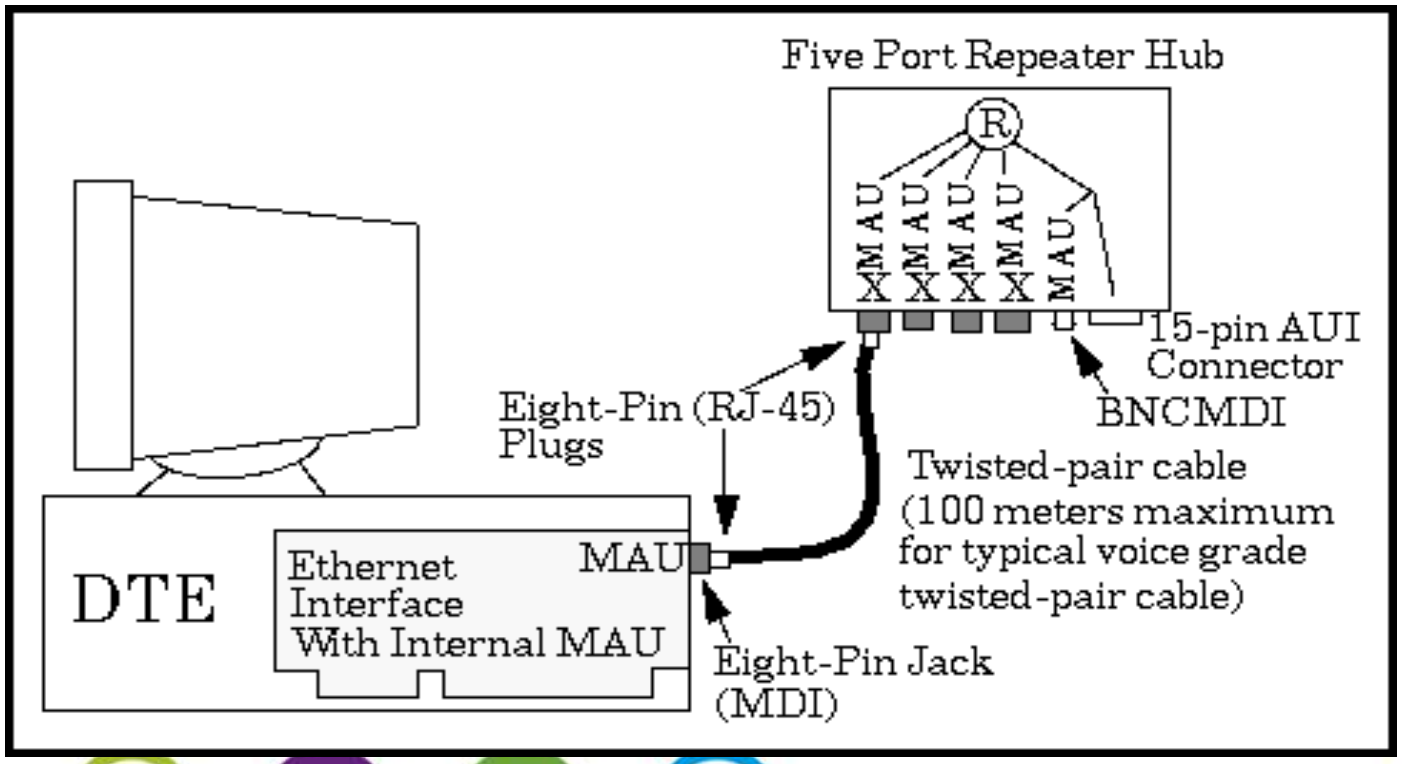
# Ethernet 10BASE-2

Tyndt Coaxial kabel - fra cirka 1985:



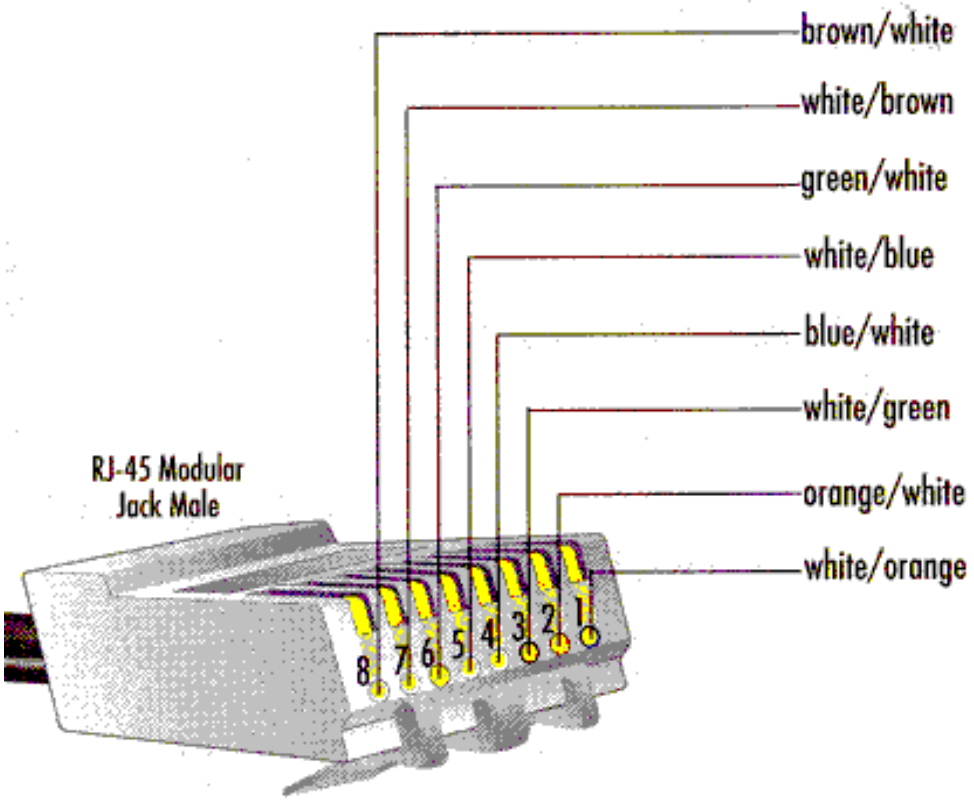
# Ethernet 10BASE-T

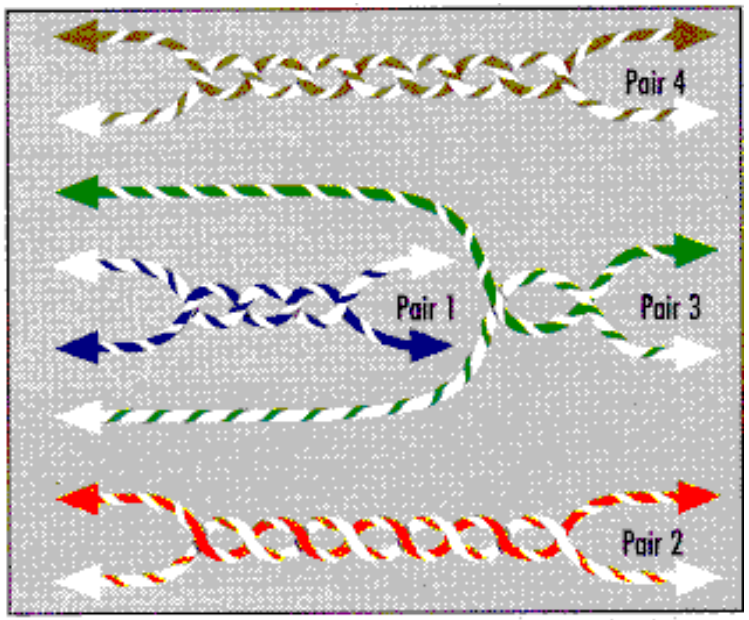
Parsnoet kabel (Twisted Pair) - fra cirka 1990:



# Ethernet kabling - Twisted Pair

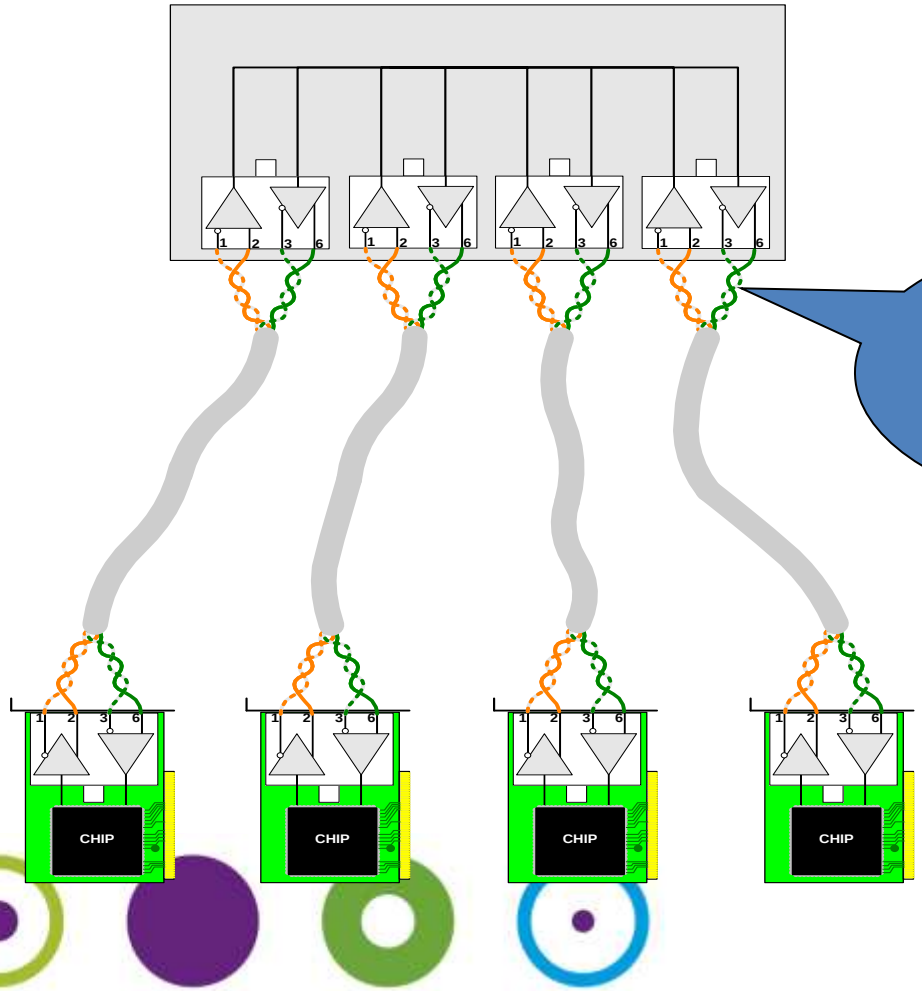
Eksempel på wiringsdiagram for Unshielded Twisted Pair, UTP:




For mere info: Prøv evt. hjemmesiden [www.hardwarebook.net](http://www.hardwarebook.net)

# HUB med netkort




Parsnoet kabel,
et par til TX og
et par til RX.

# Ethernet typer

Her er angivet sammenhængen mellem de forskellige tekniske faktorer der gælder for Ethernet og de respektive navne på den gældende IEEE-standard:

| | Ethernet | Fast Ethernet | Gigabit Ethernet | 10 Gigabit Eth. |
|---|---|---|---|---|
| Hastighed | 10 Mbit/sek. | 100 Mbit/sek. | 1 Gbit/sek. | 10 Gbit/sek. |
| Adgangsmetode | CSMA/CD | CSMA/CD<br>Full duplex MAC | CSMA/CD<br>Full duplex MAC | Full duplex MAC |
| Standard | IEEE 802.3 | IEEE 802.3u | IEEE 802.3z | IEEE 802.3ae |
| Rammestørr. | 64-1518 bytes | 64-1518 bytes | 64-1518 bytes | 64-1518 bytes |
| Topologi | Bus eller Stjerne | Stjerne | Stjerne | Stjerne |
| Kabeltype | Coax,UTP,Fiber | UTP,STP,Fiber | UTP,STP,Fiber | Fiber |

# Fiber stik til Ethernet - et hurtigt overblik

HOUSE OF TECHNOLOGY
- en del af mercantec

## Fiber Connector Styles

**ST Connector**
A slotted bayonet type connector. This connecto is one of the most popular styles.

**SC Connector**
A push/pull type connector. This connector has emerged as one of the most popular styles.

**FC Connector**
A slotted screw-on type connector. This connector is pop-ular in singlemode applications.

**SMA Connector**
A screw-on type connector. This connector is wan-ing in popularity.

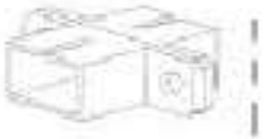
**FDDI Connector**
A push/pull type dual connector. This connector is one of the more popular styles.

**Mini-BNC Connector**
A bayonet style connector using the traditional BNC connection method.

**Biconic Connector**
A screw-on style connector. This connector is almost obsolete.

**MT-RJ Connector**
A new RJ style housing fiber connector with two fiber capability.

**ST Feedthru**
A slotted bayonet type feedthru. ST connectors are one of the most popular styles.

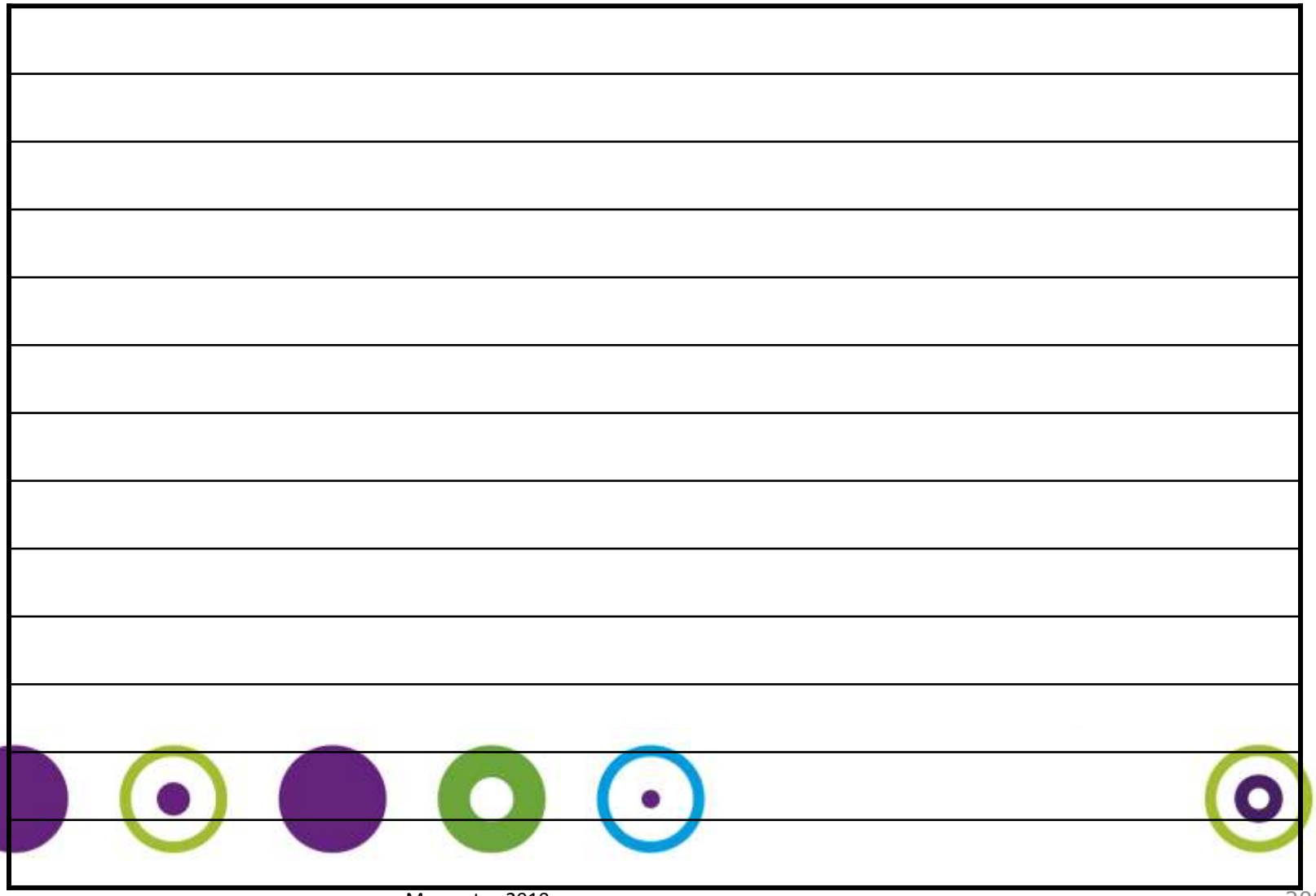


**SC Feedthru**
A push/pull type feedthru. SC connectors are one of the most popular styles.

**FDDI Feedthru**
A push/pull type feedthru. FDDI connectors are popular in both singlemode and multimode applications.

**FC Feedthru**
A slotted screw-on type feedthru. FC connectors are popular in singlemode applications.

# Egne notater:



# ARP protokollen

| | | |
|---|---|---|
| Lag 7 | Applikation | Giver netværks adgang for programmer uden for OSI modellen<br>fx til fil overførsel, regneark, ETB og terminal emulering. |
| Lag 6 | Præsentation | Kode konvertering (MP3, TIFF), kryptering – dekryptering og komprimering – de komprimering af data. |
| Lag 5 | Session | Etablerer, styre og afslutter sessioner (kommunikation) mellem applikationer (Simplex, half duplex, fuld duplex ). |
| Lag 4 | Transport | End to end forbindelser. Opbygger virtuelle forbindelser. Flow kontrol. Fejl kontrol og korrigering. |
| | værk | Adressere og router pakker på nettet.<br>Forbindelsesløs kommunikation. Logiske adresser. |
| Lag 2 | Data Link | Kontrollere adgang til det fysiske medie. Fejl og flow kontrol. Fysisk adressering. Pakker data i frames. |
| Lag 1 | Fysisk | Kabler, stik, datahastighed. Sender og modtager elektriske signaler. |

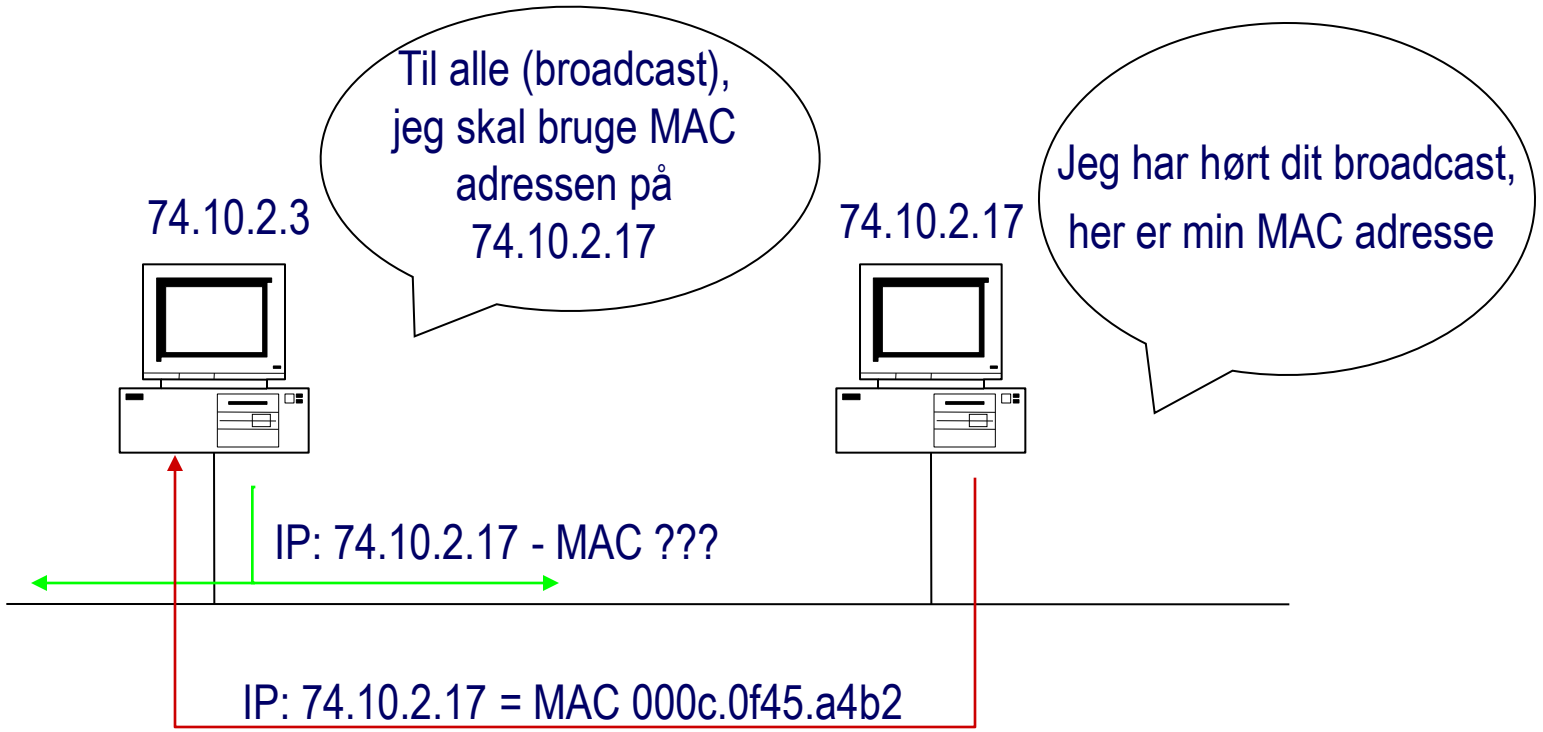
ARP protokollen

- en service-protokol, der skaber sammenhæng mellem MAC- og IP-adresser

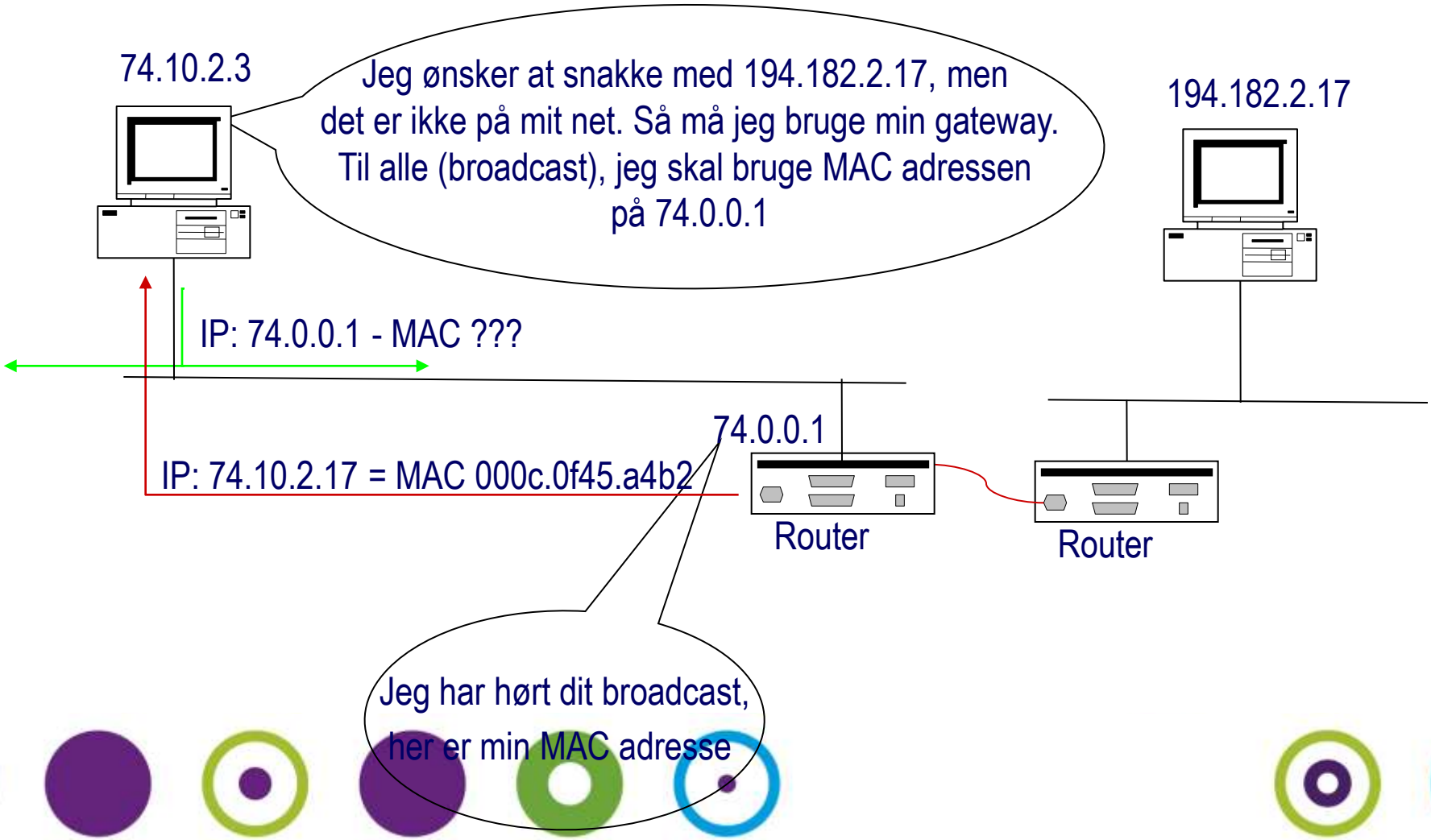
# ARP protokollen

- ARP - Address Resolution Protocol
  - kan opfattes som et 'bindeled' mellem adresserne på OSI lag 2 (datalink) og adresserne på OSI lag 3 (netværk), f.eks. mellem Ethernet- og IP-adresser.
  - er en fast del af TCP/IP protokol suiten
  - dækker over en række af standarder, f.eks. er RFC 826 navnet på standarden for Ethernet Address Resolution Protocol.
  - Prøv at se på hjemmesiden:
    - http://www.ietf.org/rfc.html

# ARP's funktion på LAN:



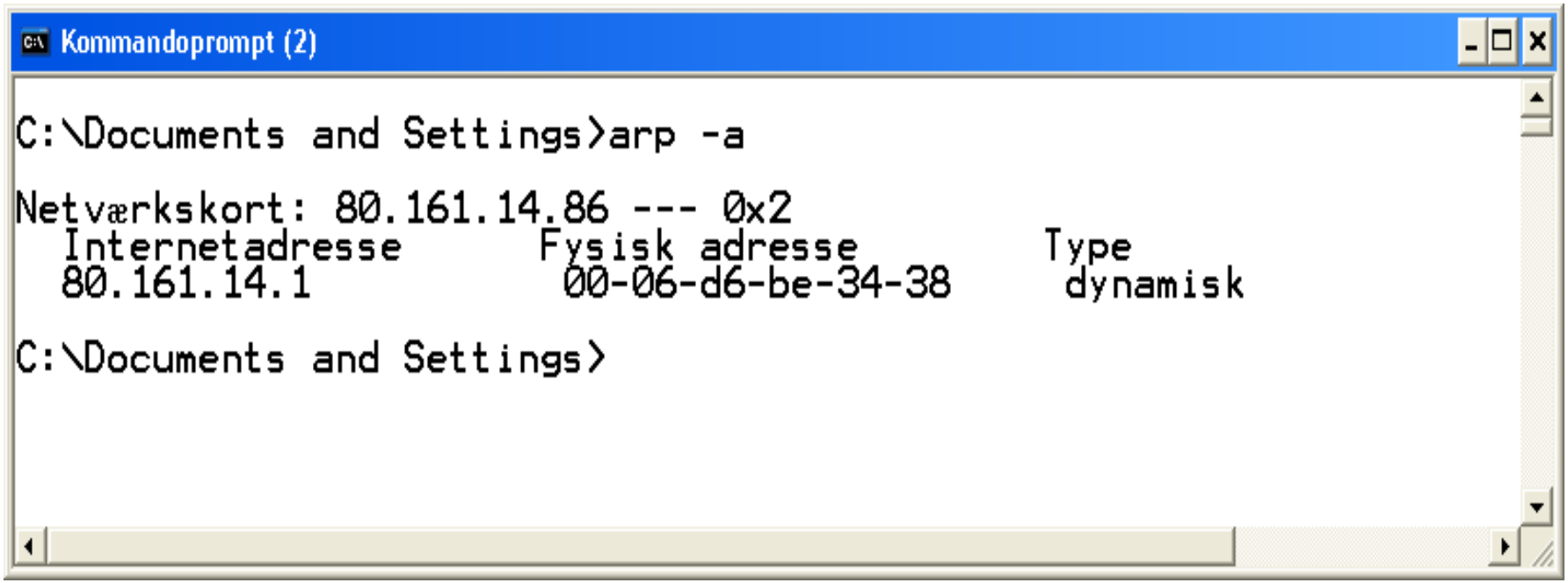
# ARP's funktion på Internet:



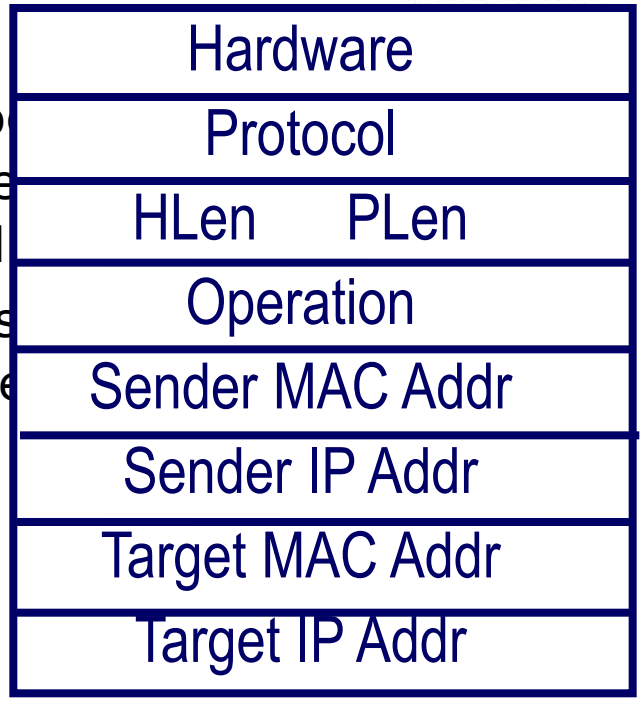
# ARP -a kommando

HOUSE OF TECHNOLOGY
– en del af mercantec

Visningen af ARP cache på en Pc:

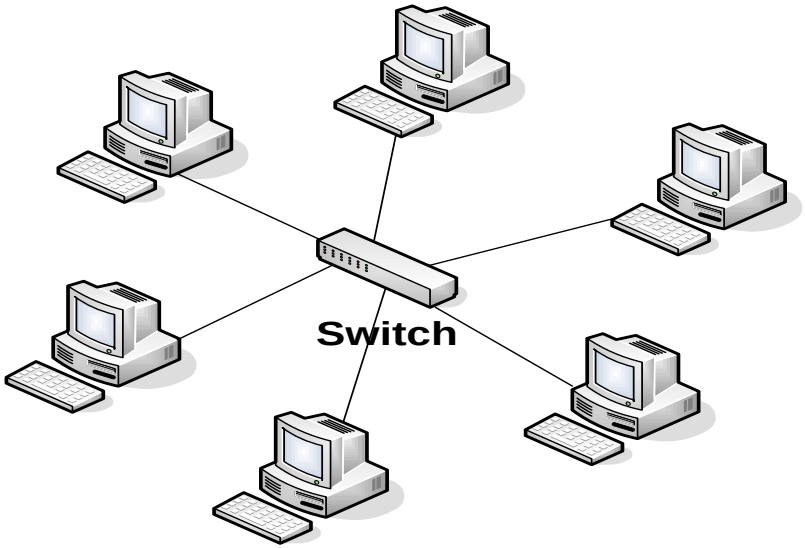


# ARP - teknisk set




- ARP kommandoen både anmoder, svarer o
  overfører adresser, som alle hosts på kable
  bruge til at opdatere deres ARP cache med
- Eventuelle oplysninger i ARP cachen slettes
  en host er flyttet eller har fået nyt interface
  (hvilket vil ændre MAC adressen).
- Værdien 1 i 'Hardware' indikerer at der anvendes Ethernet.
- 'Protocol' som spørger kan fx være IP.
- 'Operation' feltet specificere om det er en anmodning eller et svar.
- HLen (Hardware address Length) og PLen (Protokol address Length) anvendes hvis der er tale om vilkårlige adresselængder. I f.eks. Ethernet er værdierne Hlen= 6 bytes og Plen = 4 bytes.

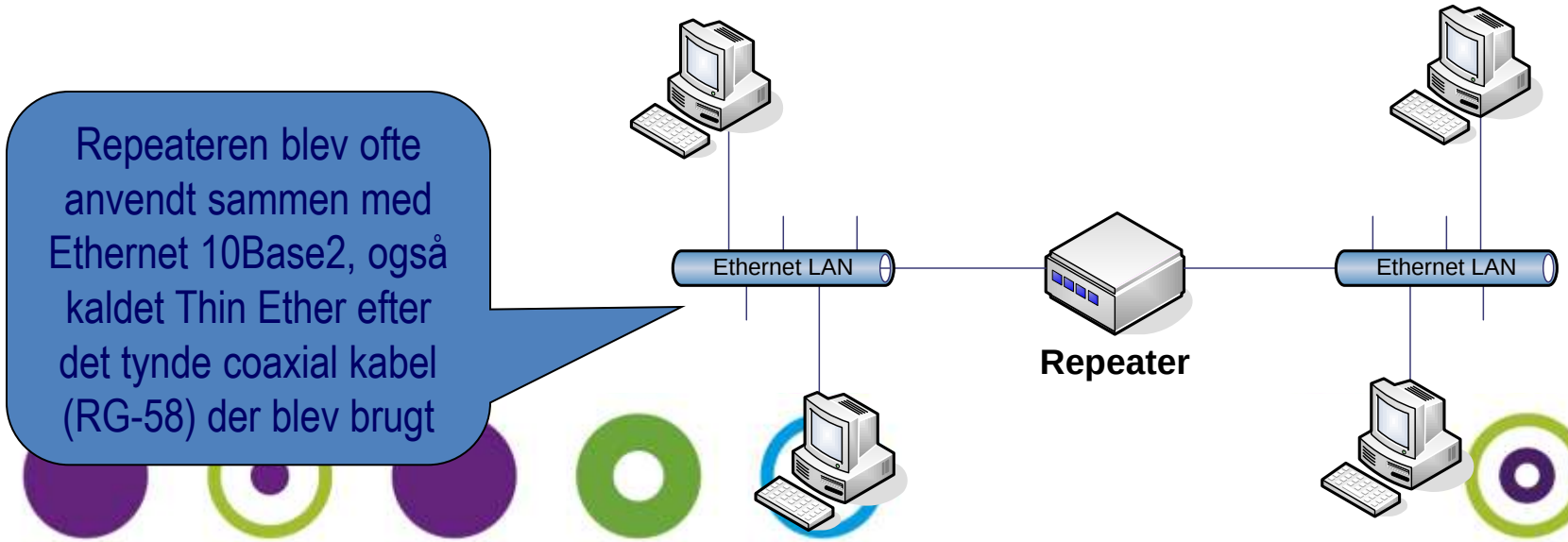
# Ethernet HUB's og Switche




- netværksenhederne på OSI lag 2

# Ethernet Repeater

- Repeateren er i dag en historisk enhed, men dens grundlæggende funktion finder man stadigvæk i nyere enheder.
- En repeater er en netværkskomponent der regenerere indkommende signaler og videresender (gentager) dem.
- En repeater har kun 2 porte og bruges til at forlænge udstyrets og kablernes fysiske begrænsninger.
- En repeater er placeret på det fysiske lag i OSI modellen og er at betragte som et stykke kabel.



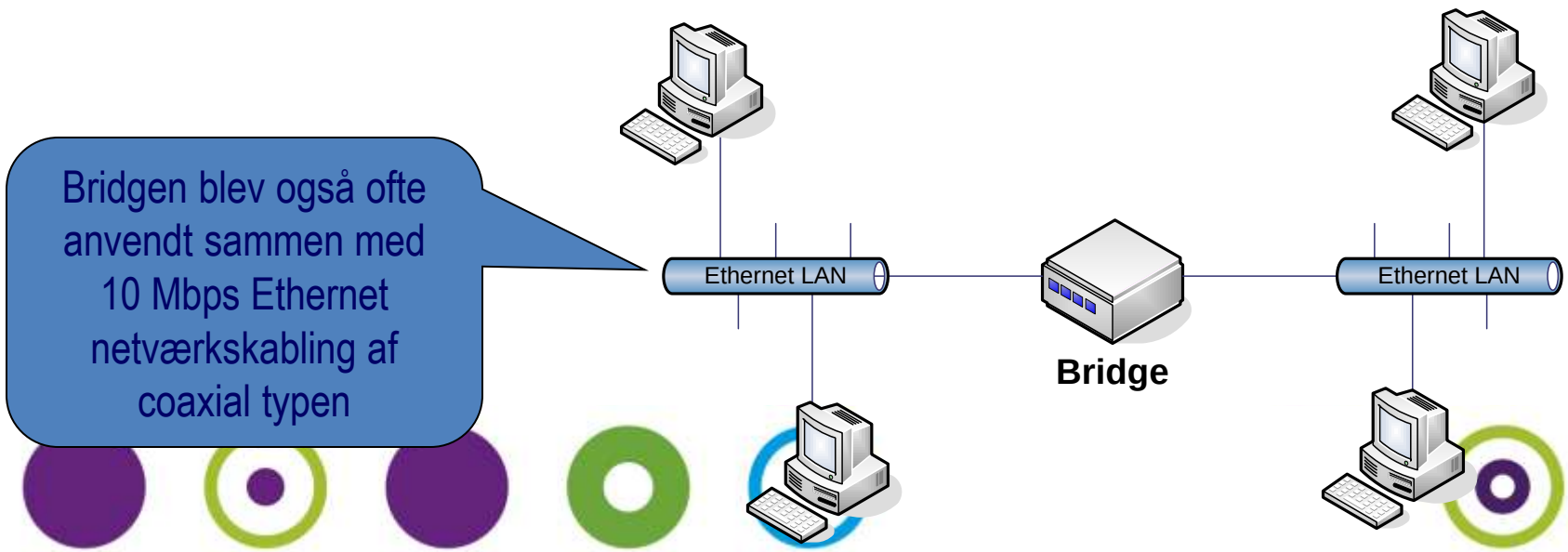
# Ethernet Hub

- En hub har samme funktion som en repeater, men med flere porte.
- En hub er en multiport repeater
- Hub er det engelske ord for ”hjul nav”
- Alle enheder der er tilsluttet en hub modtager de samme "pakker" og det kaldes derfor et delt medie eller et kollisionsdomæne.
- I Ethernet - CSMA/CD er kollisioner en naturlig del og portene kan derfor kun operere i halv duplex.

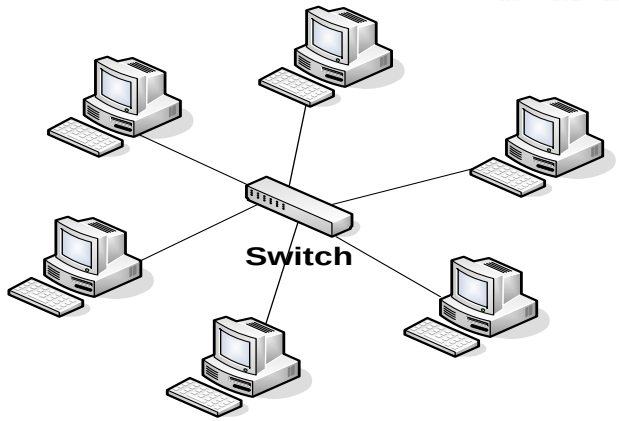
- En hub benyttes til at forbinde computere i et netværk.
- For 10 Mbps Ethernet gælder 5-4-3 reglen:
  - et net kan højst bestå af 5 segmenter forbundet via 4 repeatere og kun på 3 af segmenterne må der tilsluttes computere.

# Ethernet Bridge

- Bridgen er også en historisk enhed, hvis grundlæggende funktionalitet dog stadigvæk ses i de nyere enheder.
- Den har normalt kun 2 porte og segmenterer netværket i 2 kollisionsdomæner, et pr. port
- En bridge er placeret på lag 2 i OSI-modellen og den benytter hardwareadresser (MAC-adresser) til at segmentere trafikken.
- Hver port har en ARP-tabel med en oversigt over de MAC-adresser der er aktive på portens kollisionsdomæne



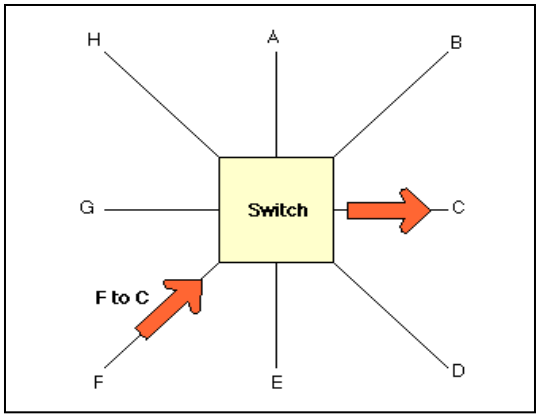
# Ethernet Switch

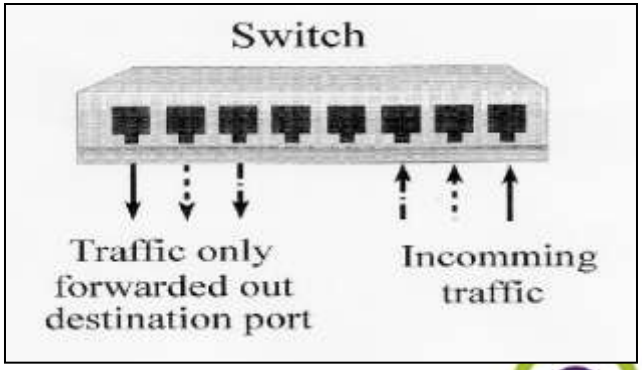



- En switch er en multiport bridge (bro)
- En switch kan køre halv og fuld duplex.
- En switch er placeret på lag 2 i OSI-modellen og den benytter hardwareadresser MAC-adresser til at segmentere trafikken.
- Hver port på switchen er et kollisionsdomæne, hvis der køres half duplex.
- Hvis der anvendes fuld duplex er kollisioner ikke mulige, CSMA/CD er afbrudt og der sendes på et tråd par og modtages på et andet.
- Switchen er i et broadcastdomæne (eller en del af et broadcastdomæne hvis der er flere switche).
- Switche har samme funktion som hubs men er teknisk set meget forskellige.

# Switch funktion

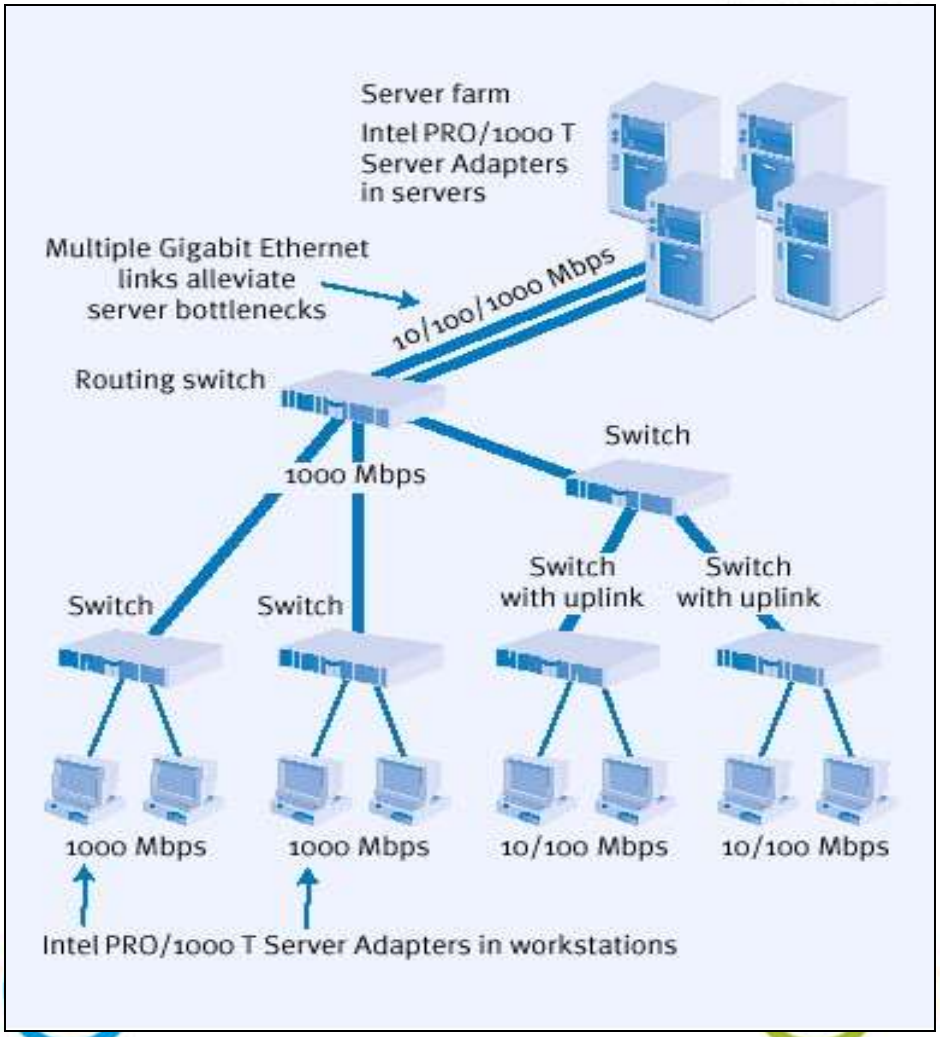
- Switchen fungerer på den måde at når en computer sender en pakke bliver afsenderadressen registreret i en tabel sammen med hvilken port pakken kom fra og tidspunktet. Denne registrering har en vis levetid, typisk 2 til 20 minutter, og vil efterfølgende automatisk blive slettet fra tabellen.
- Switchen lærer hvilke MAC-adresser der er tilsluttet hver port og gemmer det i en dynamisk tabel. Trafik mellem to maskiner på netværket vil kun blive sendt mellem de porte på switchen maskinerne er tilsluttet og ikke belaste de øvrige porte.
- Hvis switchen ikke kender MAC-adressen på modtageren vil den sende pakken til alle porte og registrere fra hvilken port svaret kommer, det kaldes at floode (overstrømme) unicast. Små switche med få porte 4-5 kan typisk huske et sted mellem 1000 og 10000 MAC-adresser, hvilket er mere end rigeligt til de netværk hvor de anvendes. Store switche har meget store adressetabeller, så man i praksis ikke skal bekymre sig om dem.



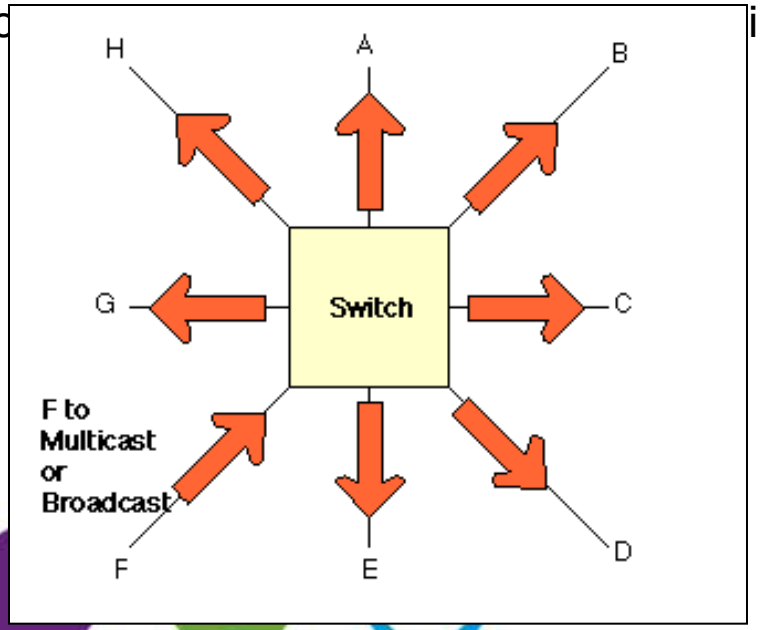
# Switching typer

- **Store and forward**
  - switchen læser hele Ethernet pakken før den videresendes.
- **Cut-through**
  - switchen læser kun Ethernet pakken indtil modtager adressen før den videresendes.
- **Og der findes flere metoder...**
  - bl.a. Fragment-free, som vi ikke gennemgår her!



# Broadcast på Switch

- Broadcasts på switch (OSI lag 2 med MAC-adresser) er en meget vigtig del af et lokalnetværks virkemåde. Ved at udsende en broadcast kan en host sikre sig at en meddelelse når frem til modtageren, også selvom host'en ikke kender adressen på modtageren.
- Broadcasts vil - uanset hvad - blive sendt til alle switchporte, det er en naturlig del af broadcasting.
- Broadcasts er dog uønskede i store mængder fordi det belaster netværket og fordi enhver ho il enhver broadcastpakke.

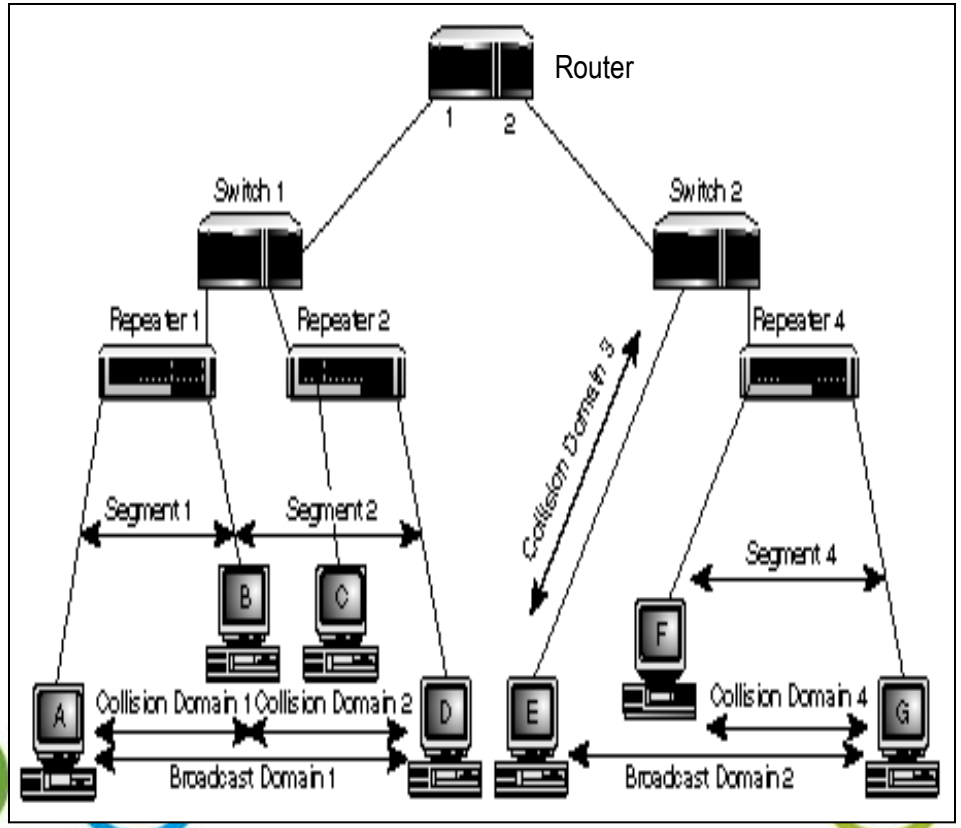


# Broadcast domain

- Et broadcastdomæne er en afgrænset del af et netværket hvor et broadcast fra en vilkårlig maskine vil nå frem til en vilkårlig anden maskine i domænet.

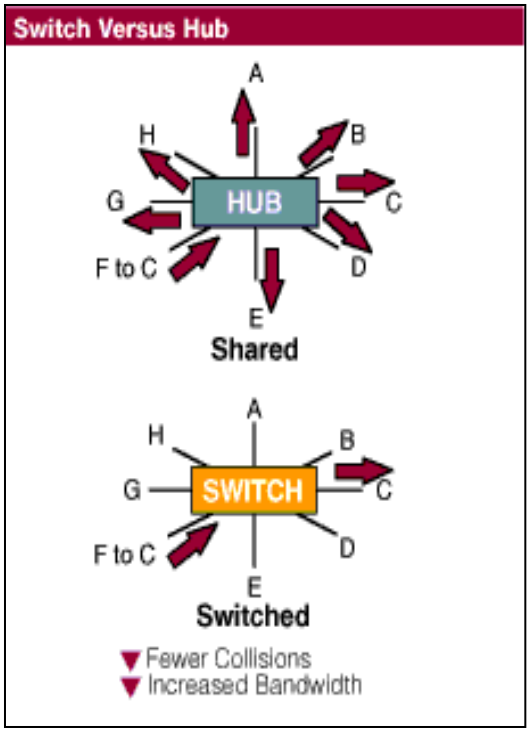
- Et switched netværk udgør et broadcastdomæne. På samme måde som routere adskiller fysiske og logiske netværk adskiller de også broadcastdomæner.

- Broadcasts kan udgøre en stor del af den samlede netværkstrafik på store switchede netværk og der er derfor meget fornuft i at opdele det i mindre enheder (segmenter). Det gøres i praksis ved at etablere et antal VLAN og route imellem dem.

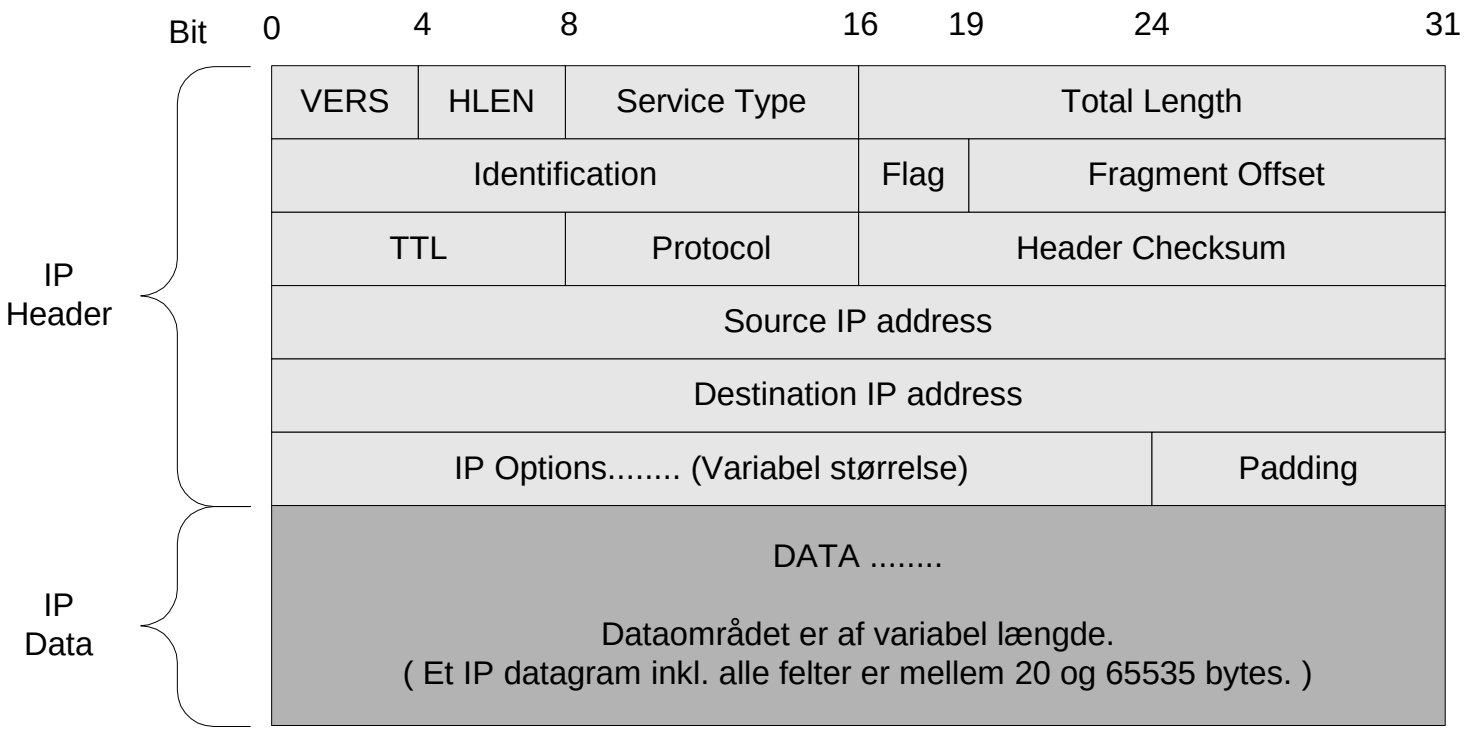


# Switch kontra hub

- En switch kan køre fuld duplex, det kan en hub ikke.
- En switch sender kun trafik ud på en given port, hvis trafikken er tiltænkt den enhed der sidder på den port, en hub sender på alle porte. Altså, på en hub deles man om de fx 100 Mbps, på en switch har du fuld båndbredde på alle porte.
- Desuden er det meget svært at sniffe på et switched netværk. Det har betydning, hvis du f.eks. skal dele en internetforbindelse med naboen. Sniffing på et hub-baseret netværk er derimod nemt.
- Hvis du tilslutter en 10 Mbps "dims" til en 10/100 switch sænkes hastigheden kun på den port "dimsen" er tilsluttet, og ikke på alle porte, som på en 10/100 hub



# Internet Protocol – IPv4




- en introduktion !

# Overblik: TCP/IP er

- navnet på en samling (suite) af netværksprotokoller som har været brugt til at opbygge Internettet.
- navnemæssigt sat sammen af de to fundamentale protokoller IP (Internet Protocol) og TCP (Transmission Control Protocol).
- den mest brugte protokolsuite i verden, både på LAN og WAN.
- udviklet af firmaet Bolt, Beranek og

# Overblik: TCP/IP standarderne

- Alle protokoller i TCP/IP suiten er defineret i dokumenter som kaldes Request For Comments, RFC (se www.rfc-editor.org).
- Styring af RFC'er og Internettet fortages af The Internet Society ISOC (www.isoc.org).
- Følgende organisationer:
  - IAB (Internet Architecture Board) overvåger kvaliteten af standarderne.
  - IETF (Internet Engineering Task Force), udvikler Internet standarder

www.isoc.org www.iab.org www.iana.org www.ripe.net

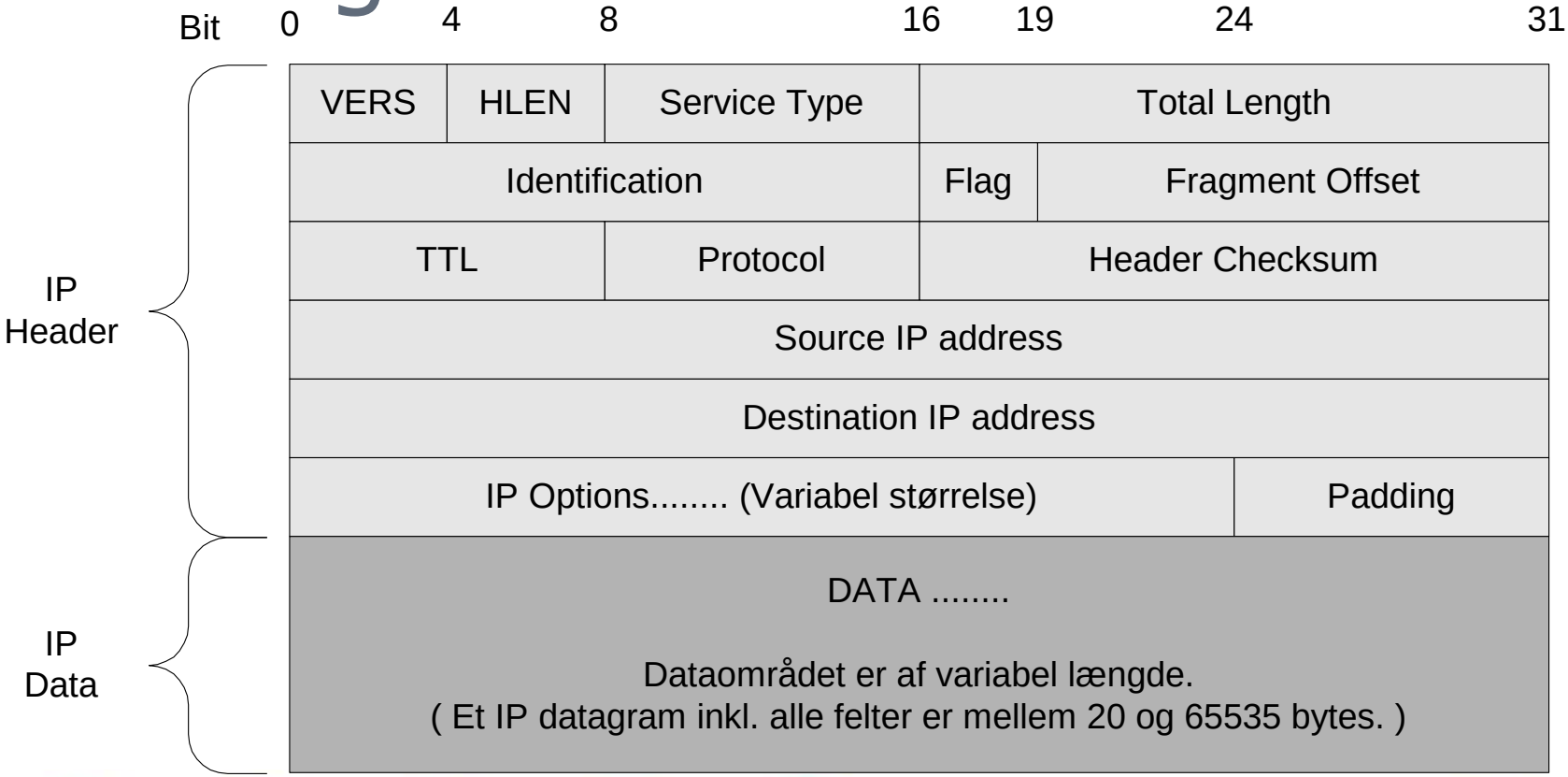
# Internet Protocol – IPv4

- IP protokollen:
  - er arbejdsprotokollen i moderne netværks-kommunikation; al kommunikation går gennem den.
  - adresserer pakkerne på lag 3 (netværkslaget).
  - arbejder med forbindelsesløs kommunikation, dvs:
    - protokollen er upålidelig (unreliable).
    - enhver IP pakke kan forsvinde, dubleres eller afleveres et forkert sted, uden at nogen (afsenderen) får det at vide.
  - specificerer dataformat, pakkehåndtering, og fejlcheck
  - sørger for fragmentering og defragmentering.

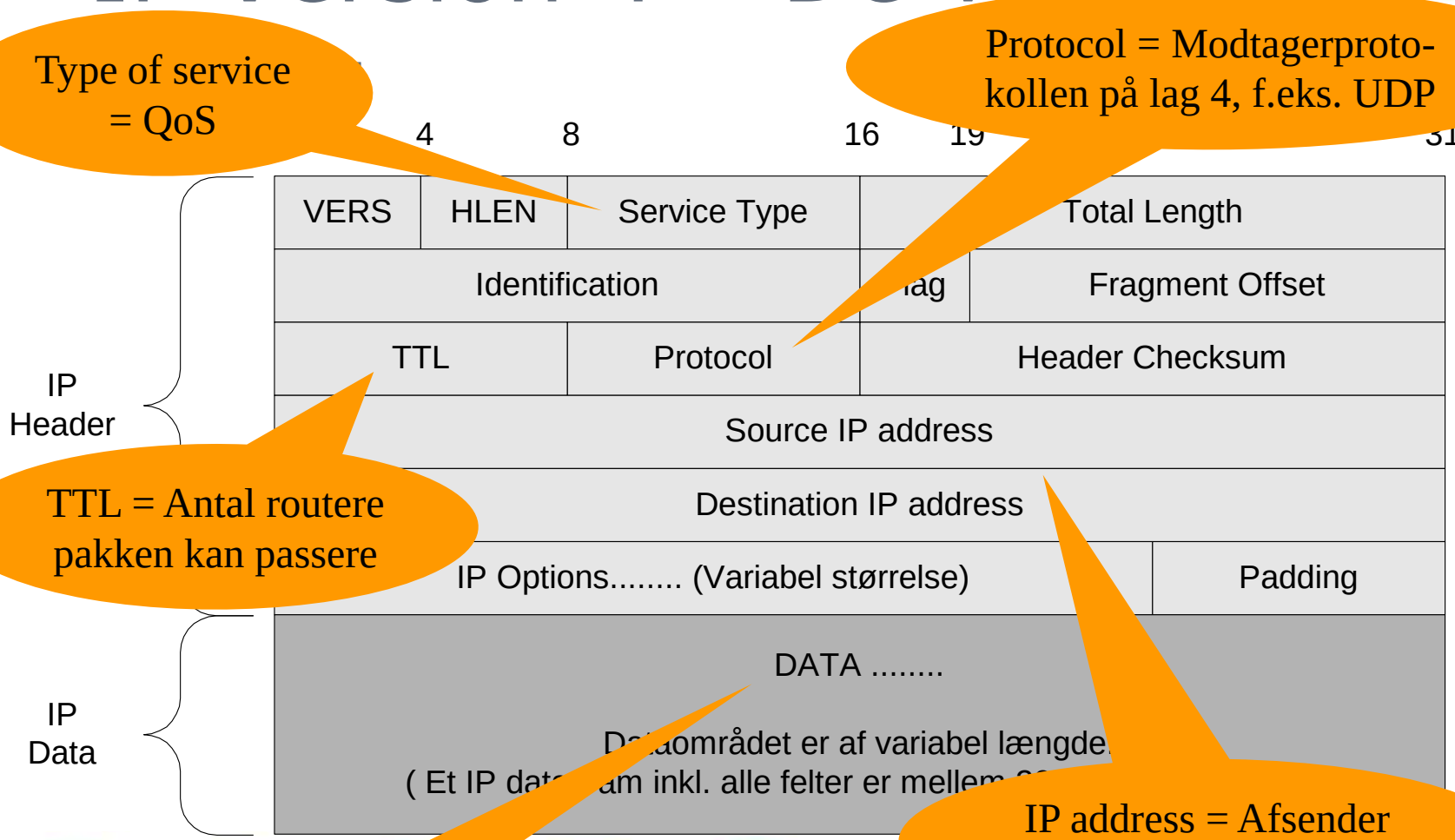
# Internet Protocol – IPv4

- IPv4 er vores standard Internet Protocol
- Beskrevet i RFC 791 af Jon Postel.
  - Jon Postel er betragtet som Internettets opfinder.
    [ *1943 – †1998 ]
- RFC 791 er fra 1981
- Bestilt af den militære organisation DoD i USA
  og lavet til organisationen DARPA
  - Department of Defence
  - Defense Advanced Research Projects Agency

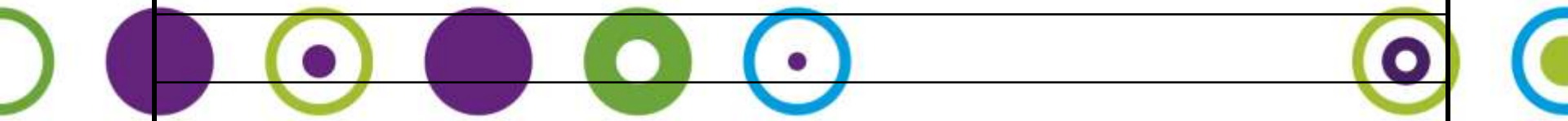
# IP Version 4 - Datagrammet



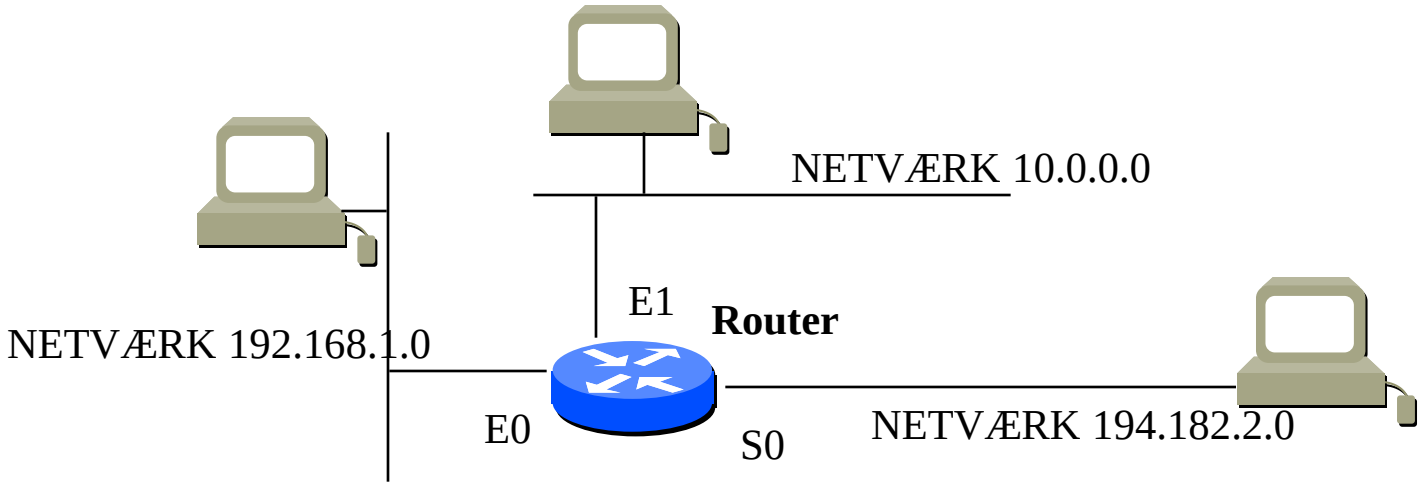
# IP Version 4 – De vigtigste



# Egne notater:



# - Routere & OSI lag 3 switche




# - netværksenhederne på OSI lag 3

# Overblik: Routetabellen

- Alle Host har en routetabel
- Routetabellen indeholder liste over alle kendte logiske net.
- Routetabellen indeholder ofte også en Default Route til alle andre net
- Routetabellen bruges til bestemme hvor den enkelte Host skal sende IP-pakker hen.

# Overblik: Routed contra Routing protokoller

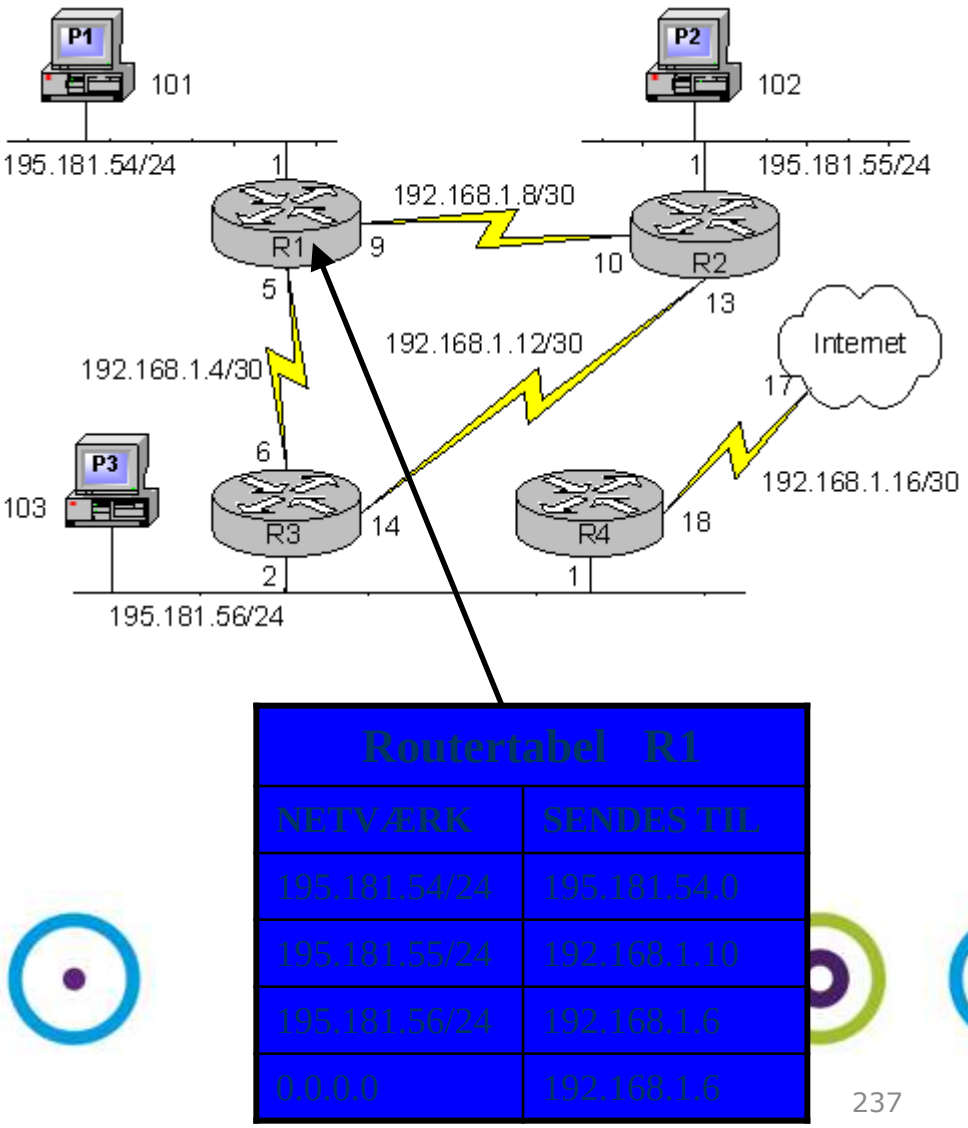
- **<u>En routed protokol</u>** er enhver netværks protokol som har information om netværks adresser, så data kan sendes fra node til node og fra netværk til netværk. Eksempler på routede protokoller er:
  - IP (Internet Protokol).
  - IPX (Internetwork Packet eXchange).
- Men protokollen NetBEUI (Net BIOS Extended User Interface) er ikke fordi den mangler netværks adresser.
- **<u>En routing protokol</u>** tillader routere at kommunikere med andre routere for at opdatere og vedligeholde deres router tabeller. På den måde deles router informationen mellem routerne. Eksempler på routing protokoller er:
  - RIP (Routing Information Protocol)
  - IGRP (Interior Gateway Routing Protocol)
  - OSPF (Open Shortest Path First)
  - IS-IS (Intermediate System to Intermediate System)

# Overblik: Opbygning af Routetabellen

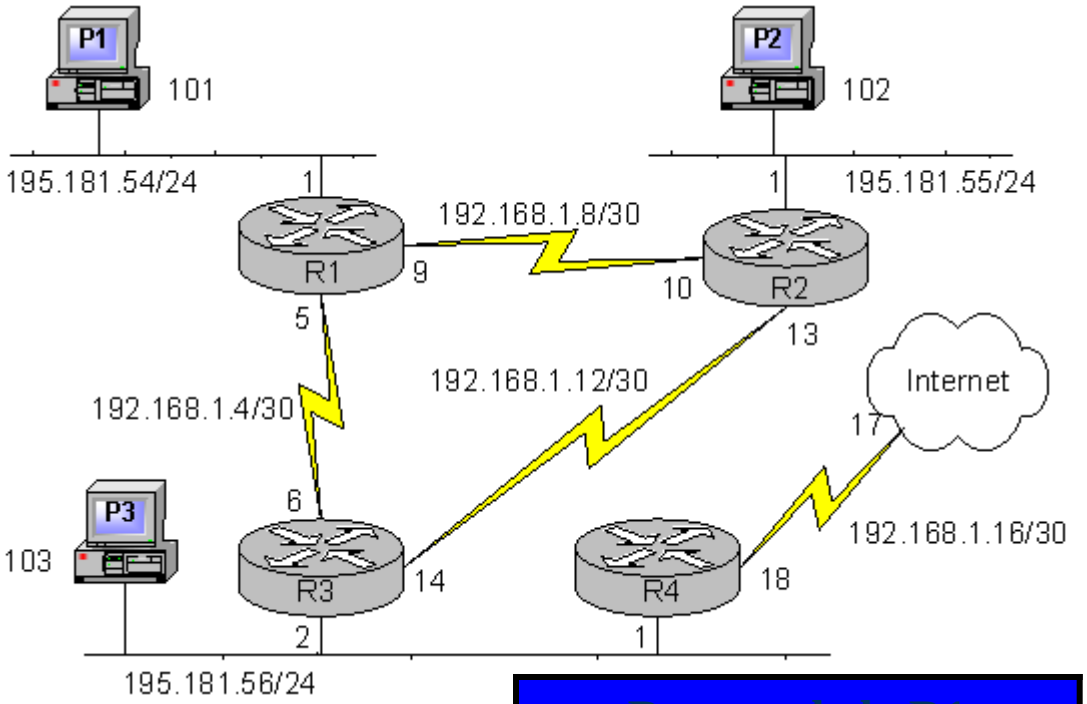
- Routetabellen kan modtage informationer både statisk og dynamisk:
  - Statisk opbygning
    - Informationer til tabellen indtastes manuelt.
  - Dynamisk
    - Informationer til tabellen modtages automatisk via routningsprotokollerne:
      - RIP, OSPF, IGRP, BGP….
    - Der er 2 typer dynamiske routningsprotokoller:
      - Distance Vector
      - Link State

# Routere

- Routere bruger lag 3 adresser, eller IP adresser, til at finde den bedste vej at route data. At route kan betegnes som at flytte IP datapakker en bestemt vej gennem et net.
- Routere skal grundlæggende sættes op med routerprotokoller, interface og adresser.
- Routere opbygger og vedligeholder en routetabel som indeholder information om hvordan data skal routes.



# Én routetabel i hver router




| Routertabel R2 | |
|---|---|
| NETVÆRK | SENDES TIL |
| 195.181.54/24 | 192.168.1.9 |
| 195.181.55/24 | 195.181.55.0 |
| 195.181.56/24 | 192.168.1.14 |
| 0.0.0.0 | 192.168.1.14 |

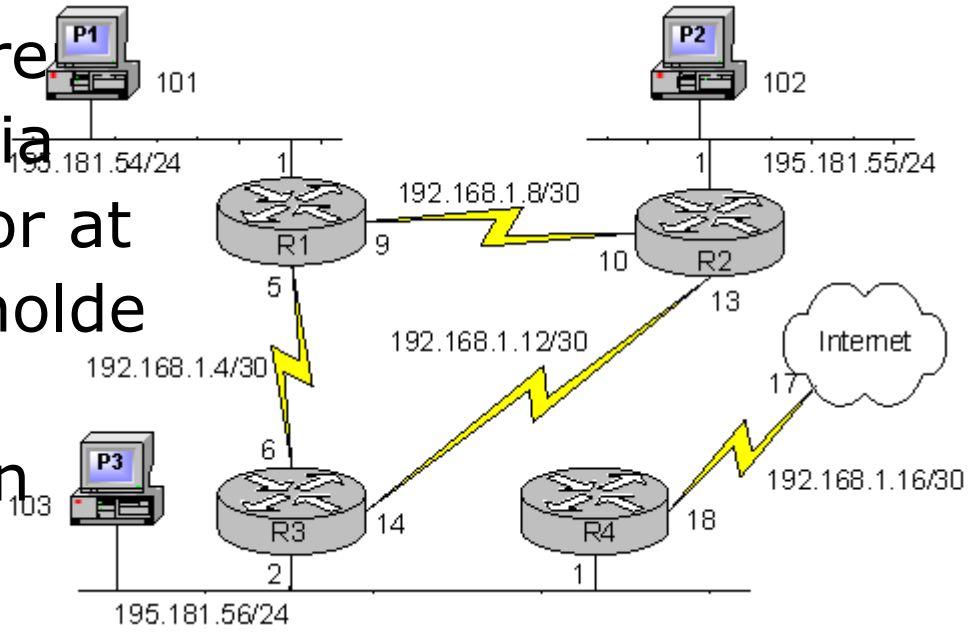
| Routertabel R3 | |
|---|---|
| NETVÆRK | SENDES TIL |
| 195.181.54/24 | 192.168.1.5 |
| 195.181.55/24 | 192.168.1.13 |
| 195.181.56/24 | 195.181.56.0 |
| 0.0.0.0 | 195.181.56.1 |

| Routertabel R1 | |
|---|---|
| NETVÆRK | SENDES TIL |
| 195.181.54/24 | 195.181.54.0 |
| 195.181.55/24 | 192.168.1.10 |
| 195.181.56/24 | 192.168.1.6 |
| 0.0.0.0 | 192.168.1.6 |

| Routertabel R4 | |
|---|---|
| NETVÆRK | SENDES TIL |
| 195.181.54/24 | 195.181.56.2 |
| 195.181.55/24 | 195.181.56.2 |
| 195.181.56/24 | 195.181.56.0 |
| 0.0.0.0 | 192.168.1.17 |

# Routere

- Routere kommunikere med andre routere via routing protokoller for at opdatere og vedligeholde deres routetabel.
- Routere sender enten statusmeddelelser (Link state) eller hele routetabeller (distance vector) fra router til router for at give et detaljeret billede af netværket.



# Router vs. Lag 3 Switch

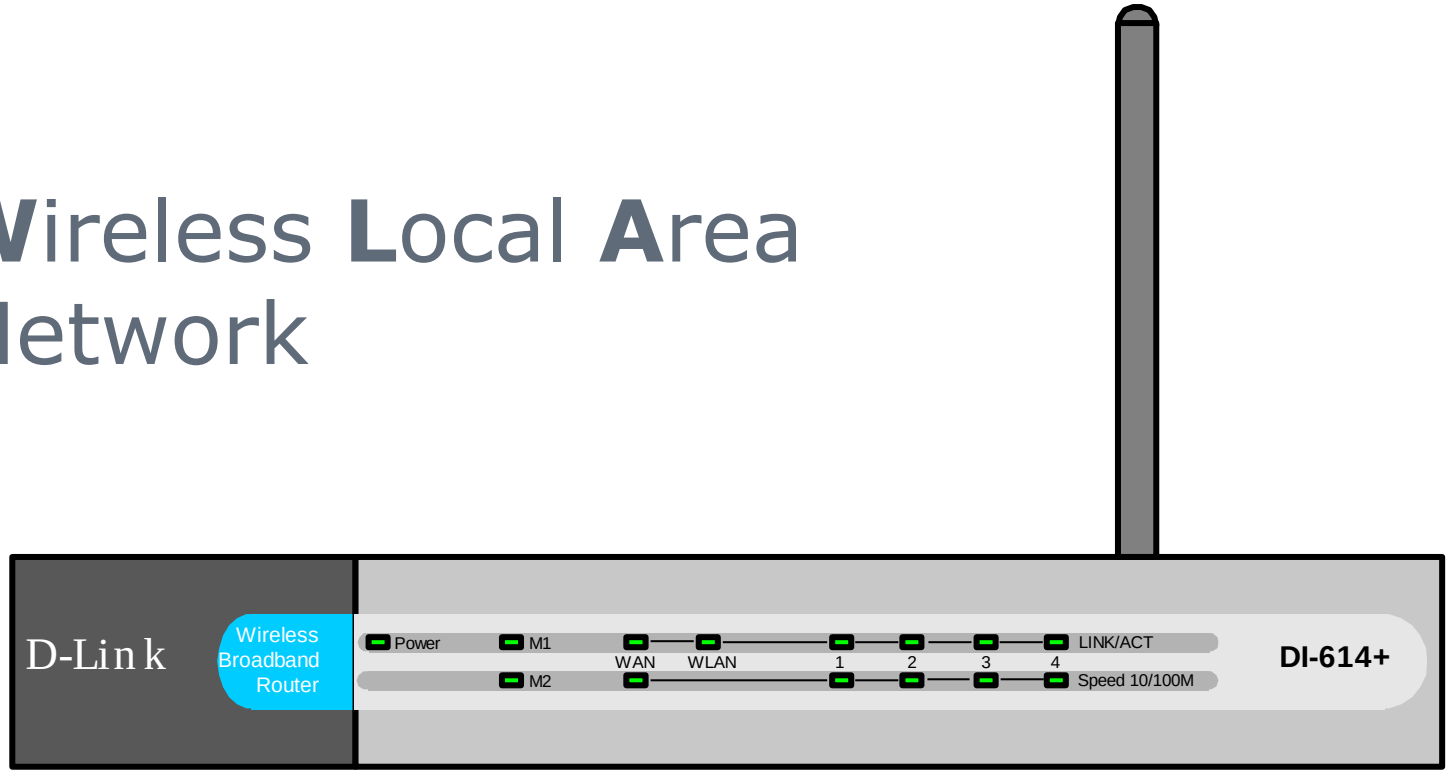
- Routeren
  - arbejder aktivt på lag 3
  - er meget fleksibel. Hvad den kan, det afhænger stort set blot af hvilke programmer der er installeret!
  - flytter IP pakker ved hjælp af CPU, RAM og software - temmelig langsomt i forhold til Lag 3 Switchen…
  - arbejder typisk imellem hurtige LANs og langsomme WANs

- Lag 3 Switchen
  - arbejder aktivt på både lag 2 og 3.
  - er ikke særlig fleksibel- den er primært opbygget i hurtig elektronik.
  - den switcher ethernet frames når den kan og router kun IP pakker når den er nødt til det - meget hurtigt i forhold til en router.
  - arbejder typisk imellem hurtige LANs og WANs.

# WLAN

HOUSE OF TECHNOLOGY
een deel van mercantec

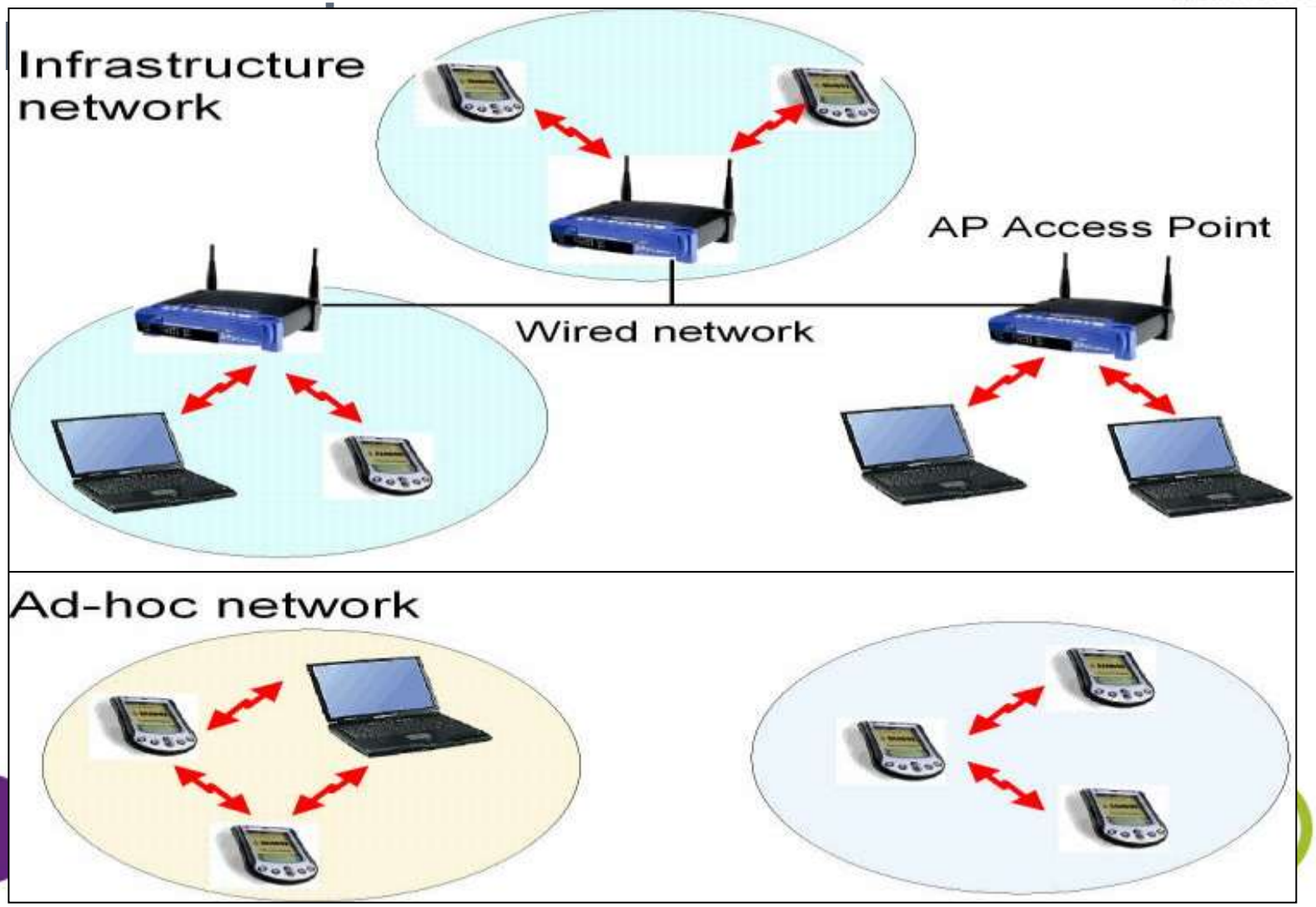
**W**ireless **L**ocal **A**rea **N**etwork



# Hvad er WLAN?

- Et Wireless Local Area Network er et netværk som
  - modtager og sender data med radio signaler i stedet for kobber ledninger.
  - har samme funktionalitet som et netværk med kobber ledninger.

# Infrastructure kontra ad-hoc

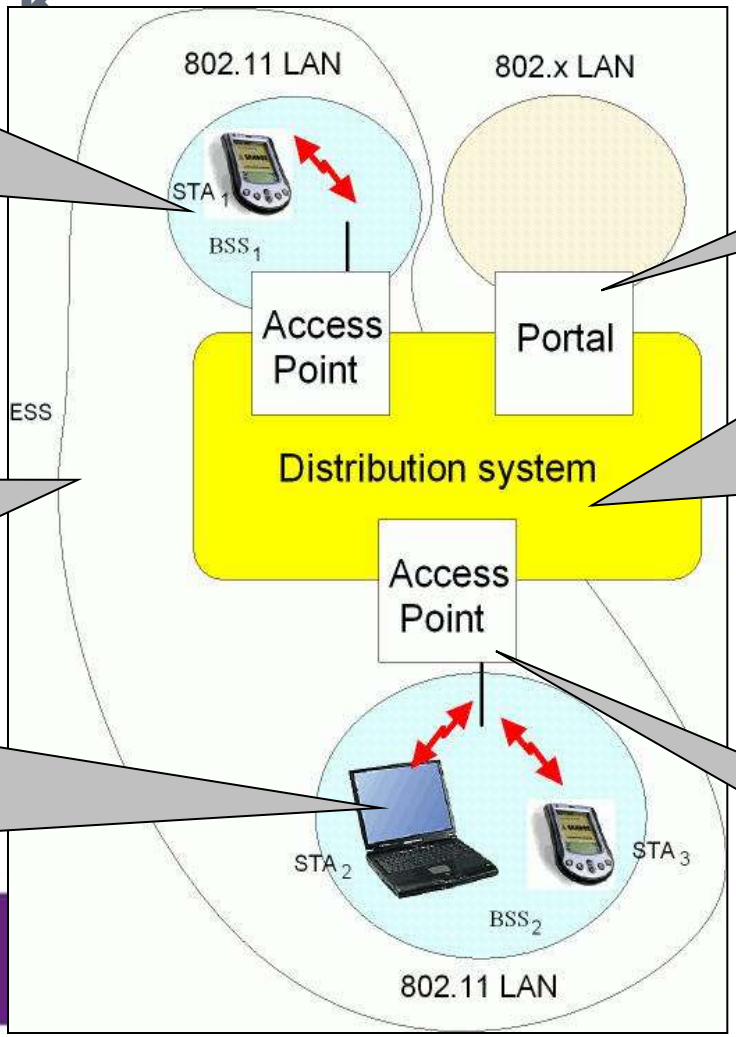


# IEEE 802.11 - Infrastructure

Basic Service Set (BSS) - En gruppe stationer som anvender den samme radio frekvens

Extended Service Set - (ESS) baseret på flere BSS

Station (STA) - Terminal med indbygget trådløst medium og radiokontakt til et Access Point

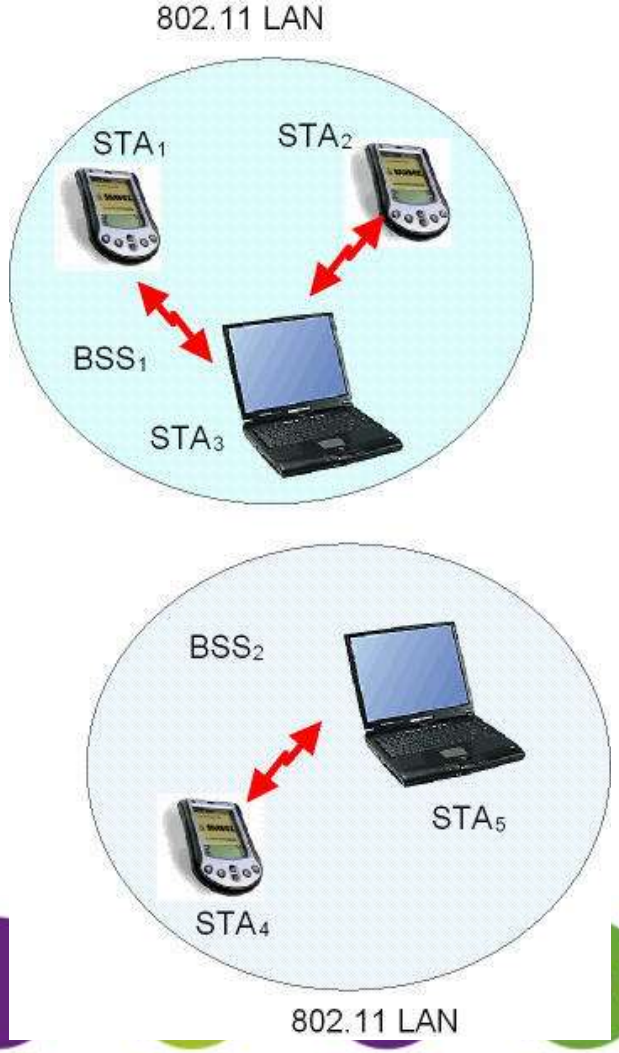



Portal – Bro mellem andre (fasttrådede) netværk

**Distributions system** - De mange forskellige fysiske netværk, som samlet danner eet logisk netværk.

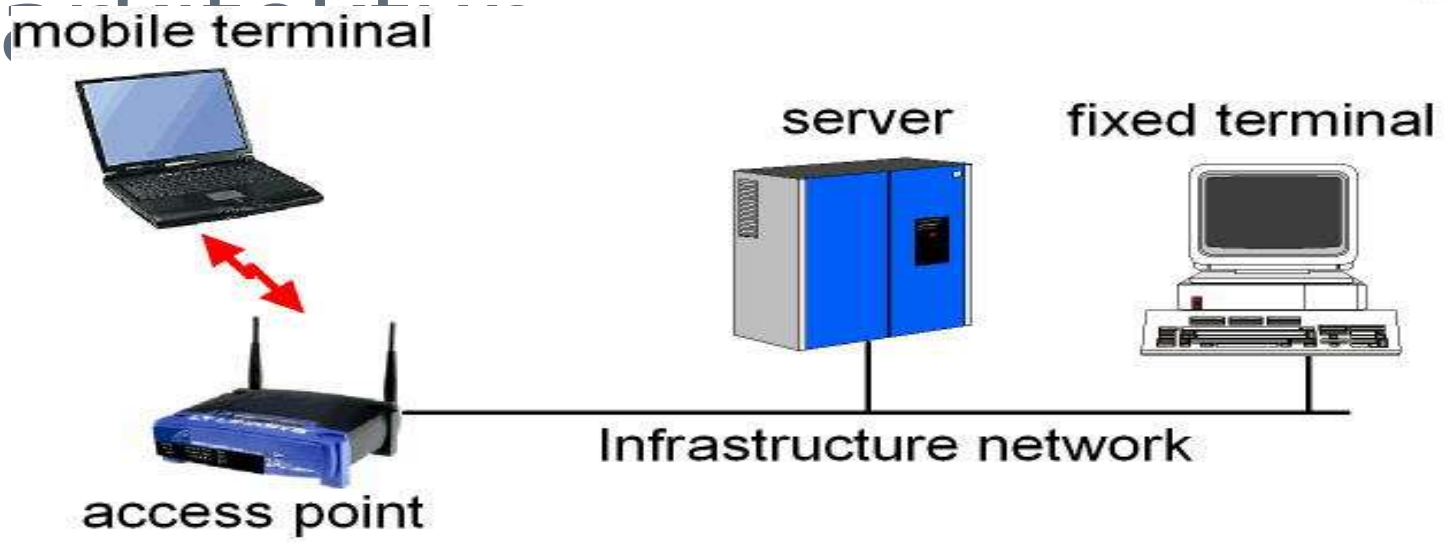
Access Point - Bindeleddet mellem det trådløse og det faste netværk

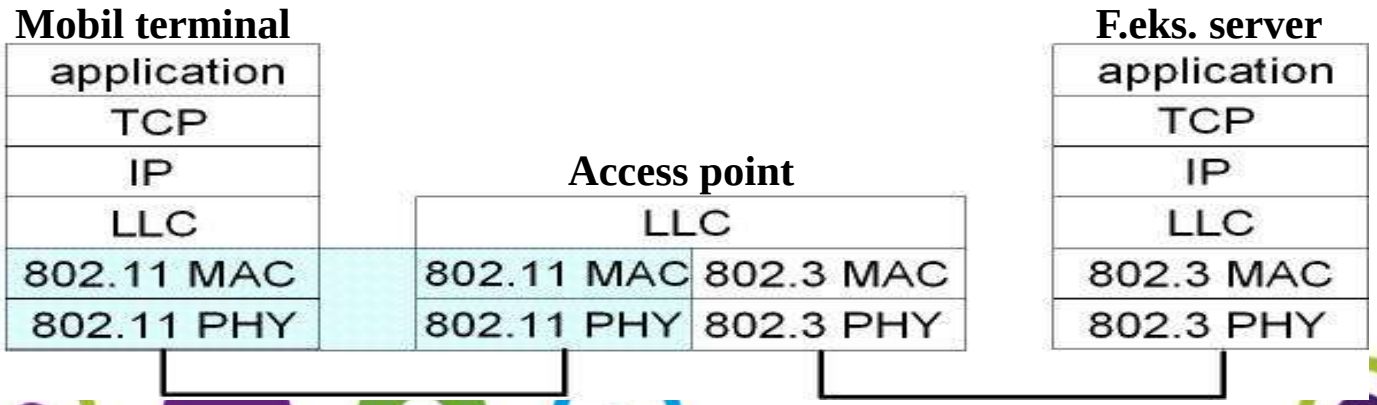
# IEEE 802.11 – Ad-hoc netværk




- Direkte kommunikation med begrænset rækkevide
- Station (STA) - Terminal med indbygget trådløst medium
- Basic Service Set (BSS) - En gruppe stationer som anvender den samme

# IEEE 802.11 – Protokol




Teknologierne er vist i OSI modellen

# IEEE 802.11 - MAC laget

- Media Access Control laget ligger som tilpasning mellem netværkslaget og det fysiske medie
- Infrastructure netværk (med Access Point)
- Ad-hoc netværk (uden Access Point)
- Wireless Equivalent Privacy (WEP)
- MAC Management
- Bemærk: Et Access Point - AP - deler båndbredden mellem klienterne
  - Jo flere klienter - jo mindre båndbredde til hver klient (Bus - topologi)

# IEEE 802.11 Base standard

- 802.11
  - 2.4 GHz Frequency Hopping Spread Spectrum FHSS (1 Mbit/s)
  - 2.4 GHz Direct Sequence Spread Spectrum DSSS (2 Mbit/s)
- 802.11a Wi-Fi 5 GHz DSSS Extention (6, 12, 18 … 54 Mbps)
- 802.11b Wi-Fi 2.4 GHz DSSS Extention (5.5 og 11 Mbps)
- 802.11g Wi-Fi 2.4 GHz DSSS Extention (6, 12, 18 … 54 Mbps)
- Wi-FI = Wireless Fidelity = Godkendt og certificeret udstyr
  - Se liste på hjemmesiden WWW.WECA.NET

# IEEE 802.11 WLANs

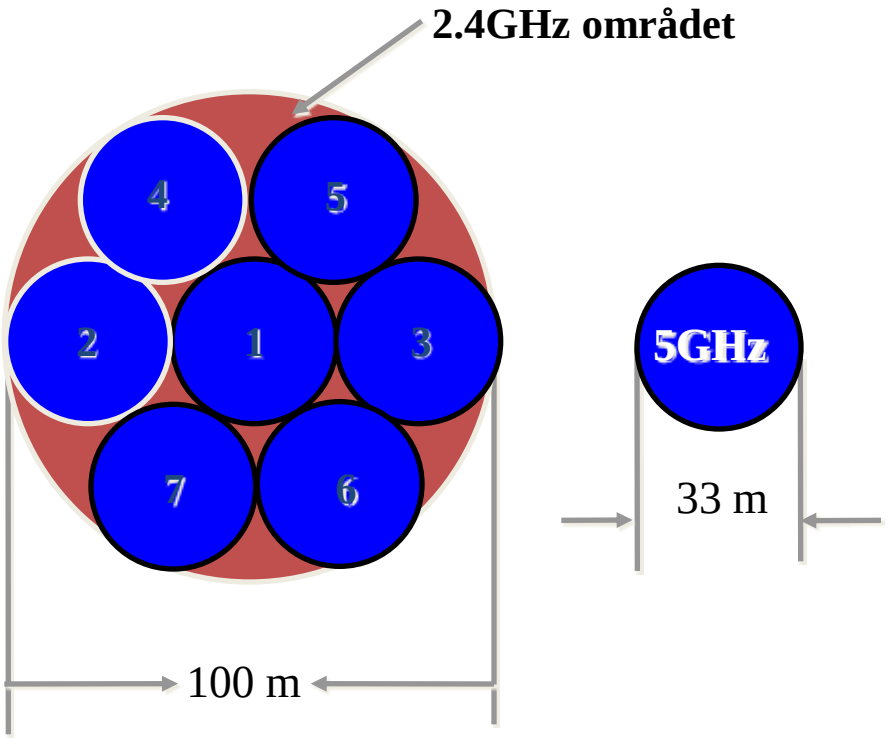
HOUSE OF TECHNOLOGY
- en del af mercantec

- FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum) 802.11
  - 2.4 GHz ISM bånd
  - 1 og 2 Mbit/s
  - 2 eller 4 niveau Gaussian FSK

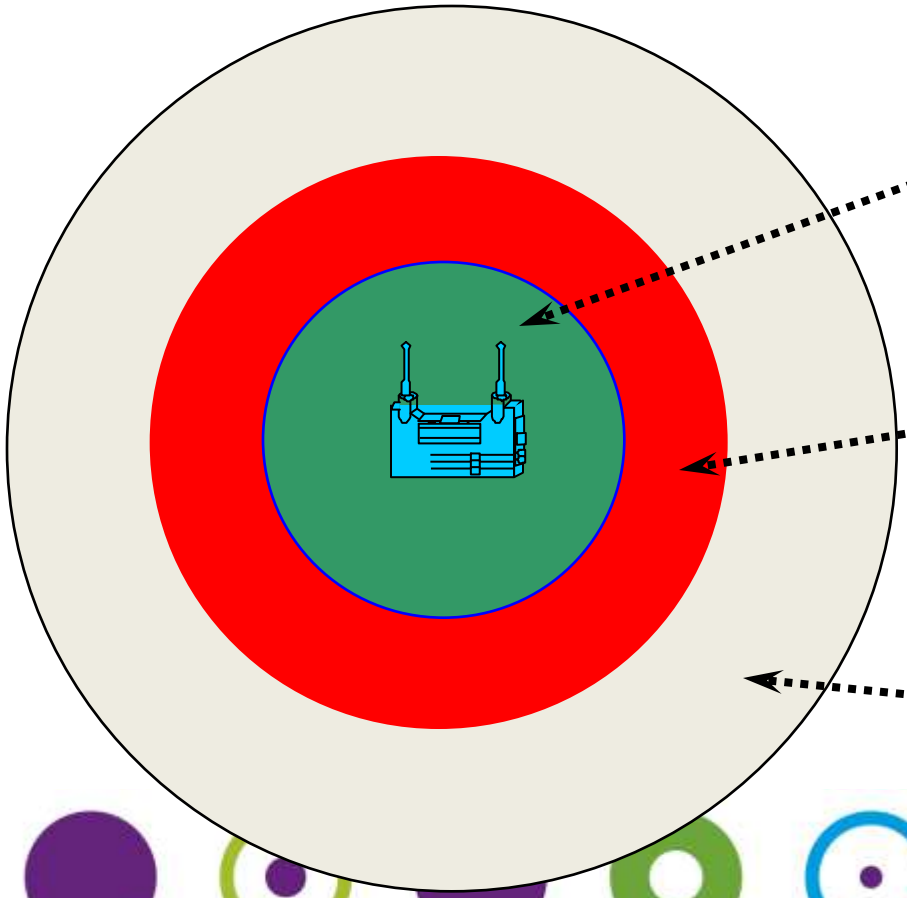
- DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) 802.11x
  - 2.4 GHz ISM bånd
  - 1 og 2 Mbit/s
  - Differential Binær og kvadratur PSK
  - Databehandlings hastighed: 11 chips per bit

# 5GHz contra 2.4GHz frekvensbånd

- Stor forskel i udbredelse.
- Der skal opstilles mange flere Access Points hvis man vælger 5GHz.



# 802.11b - Sendeeffekt og afstand (fri luft)

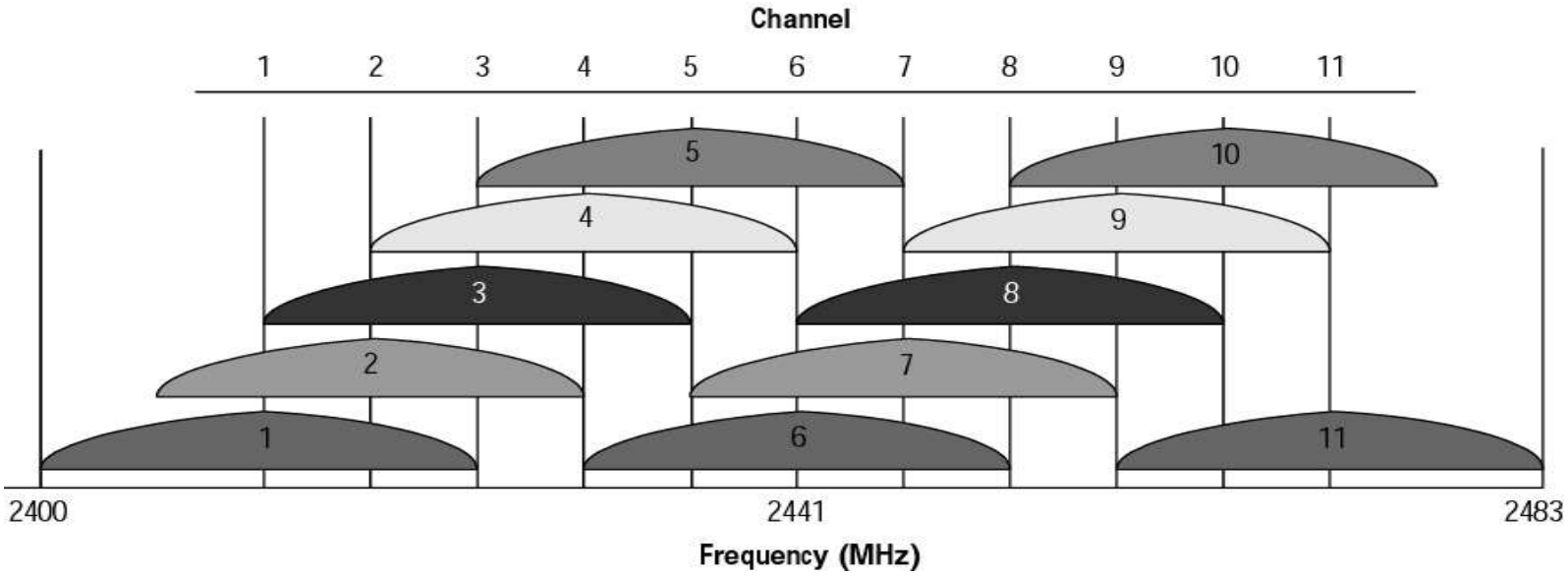


**11 Mbps DSSS**
**33 - 50 meter radius@ 100mW**

**5.5 Mbps DSSS**
**40 - 70 meter radius@ 100mW**

**2 Mbps DSSS**
**75 - 150 meter radius@100mW**

# IEEE 802.11b – DSSS Kanalopdeling




- der er op til 13 kanaler til rådighed

# 802.11b: Sendeeffekt og afstand

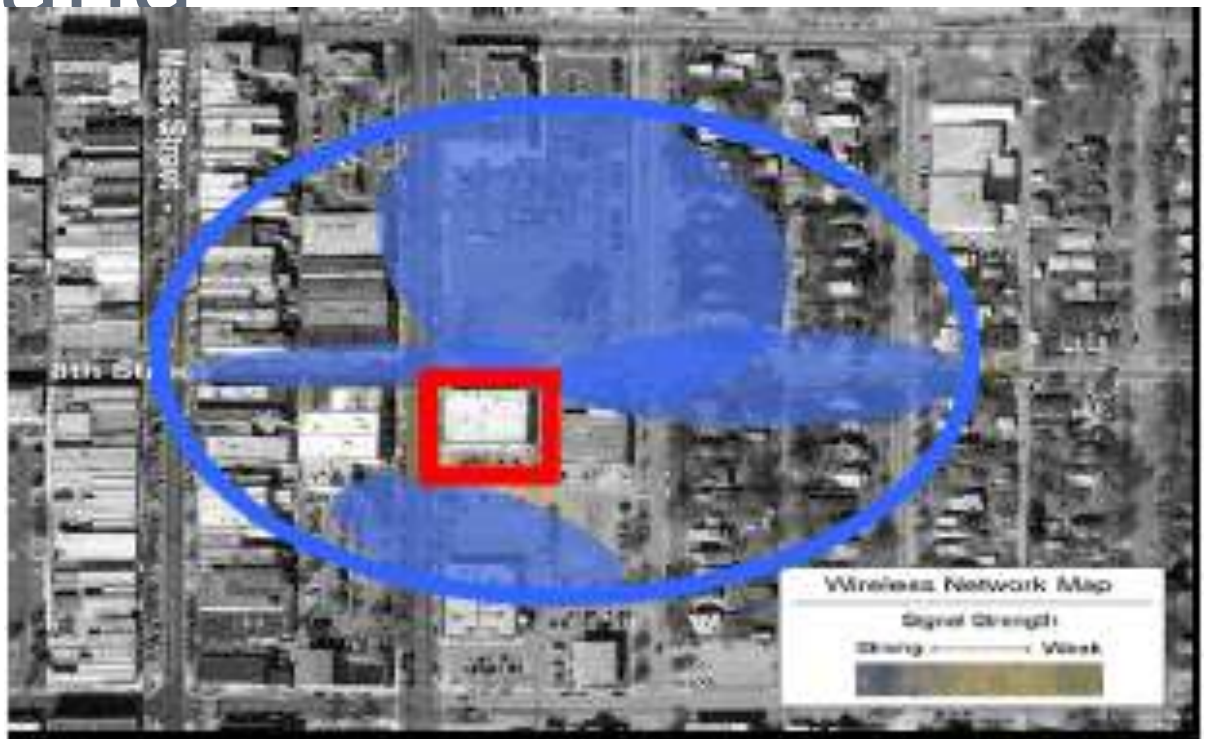
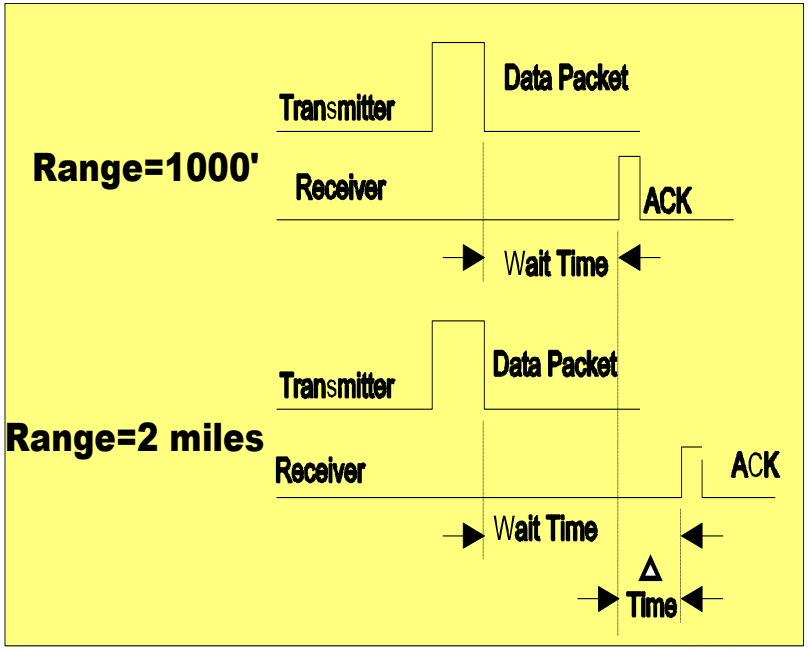



Figure 1: This image represents the signal emitted from a single wireless access point located in downtown Lawrence, KS.

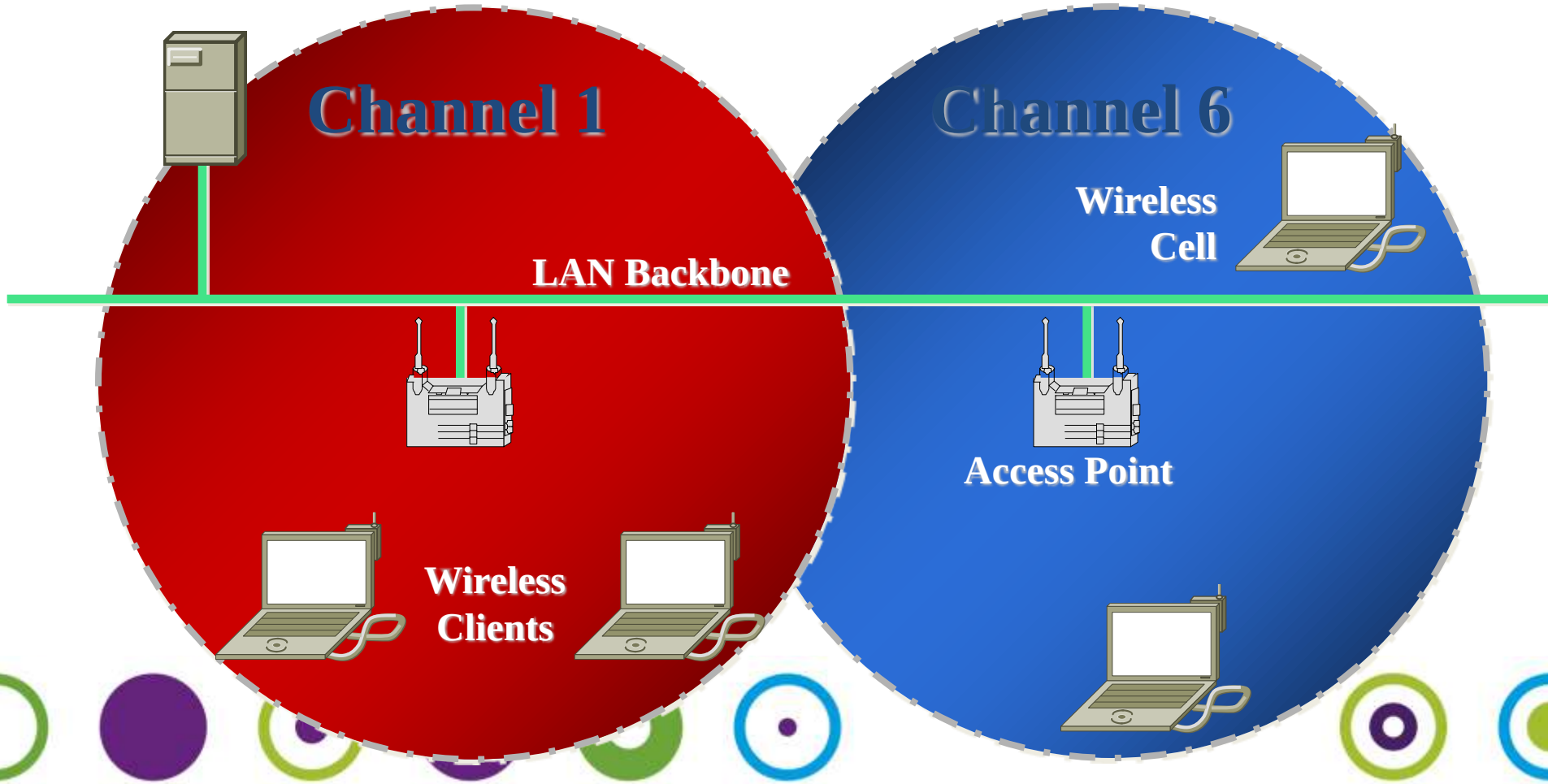
Kilde: AirDefense- W#hat hackers know - that you dont

# Protokollen begrænser afstanden

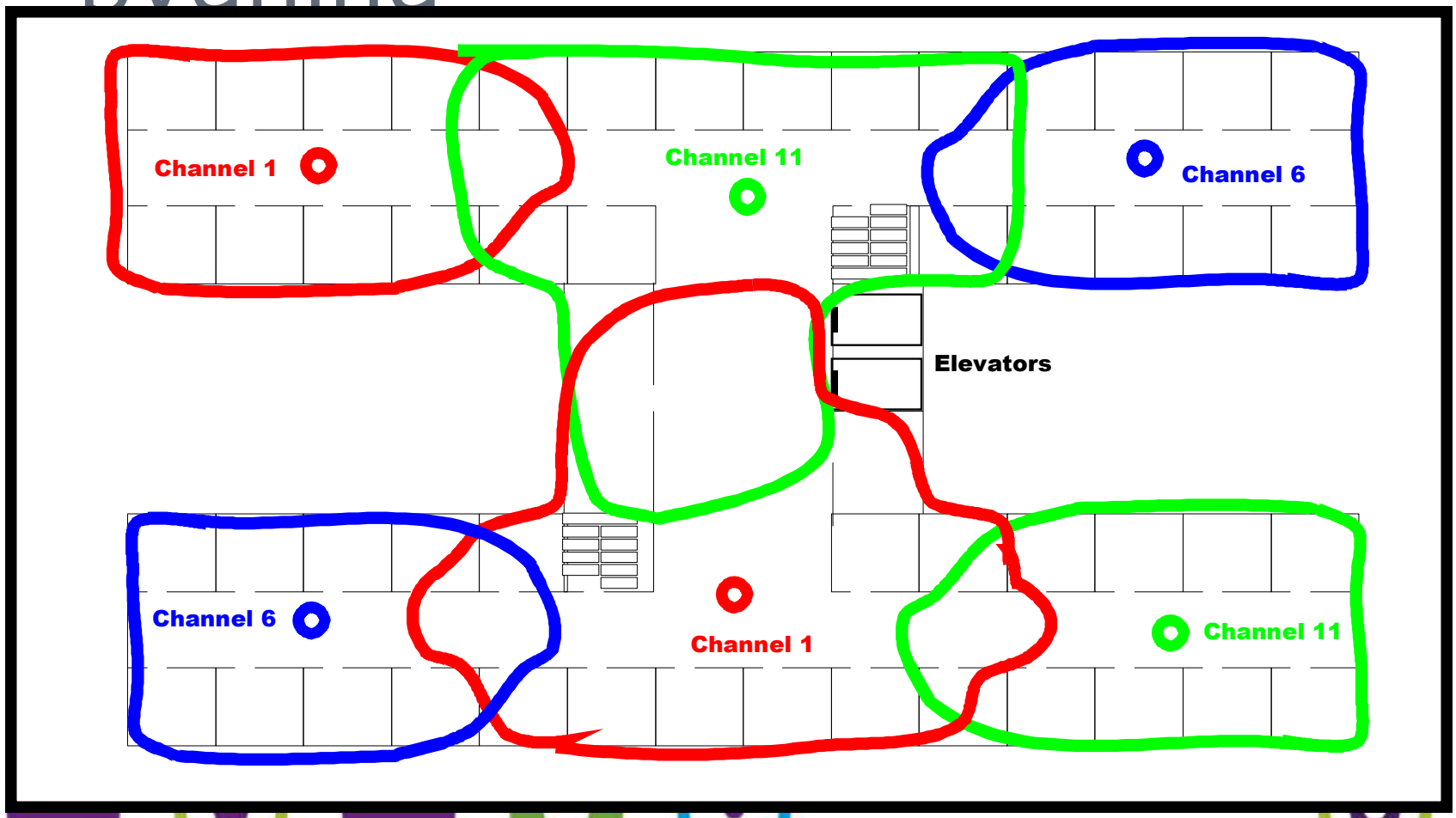
- 802.11 er designet til Wireless LOCAL Area LANs. Egner sig ikke til MANs.
- Tidsgrænsen mellem afsendelse af en pakke og modtagelse af ACK sætter grænsen.
  - ( CSMA/CD)



# Typisk muticelle konfiguration



# Eksempel på dækning i bygning



# WLAN roaming

- Følgende er en betingelse for roaming mellem microceller:
  - SSID (Service Set Identifier) skal være det samme på alle Access Points (AP)
  - Nabo AP'ere skal køre på hver sin faste kanal
  - Stationerne skal indstilles til at vælge kanaler automatisk
  - Mobil hastighed max. 36 km/t

# Rækkevidde for trådløst netværk

| Hastighed: | Omgivelser: | | |
|---|---|---|---|
| **Mbit/s** | **Fri luft** | **Halvåbent** | **Lukket** |
| 54 | 30m | 10m | 5m |
| 22 | 80m | 15m | 10m |
| 11 | 160m | 30m | 20m |
| 5.5 | 270m | 70m | 35m |
| 2 | 400m | 90m | 40m |
| 1 | 550m | 115m | 50m |

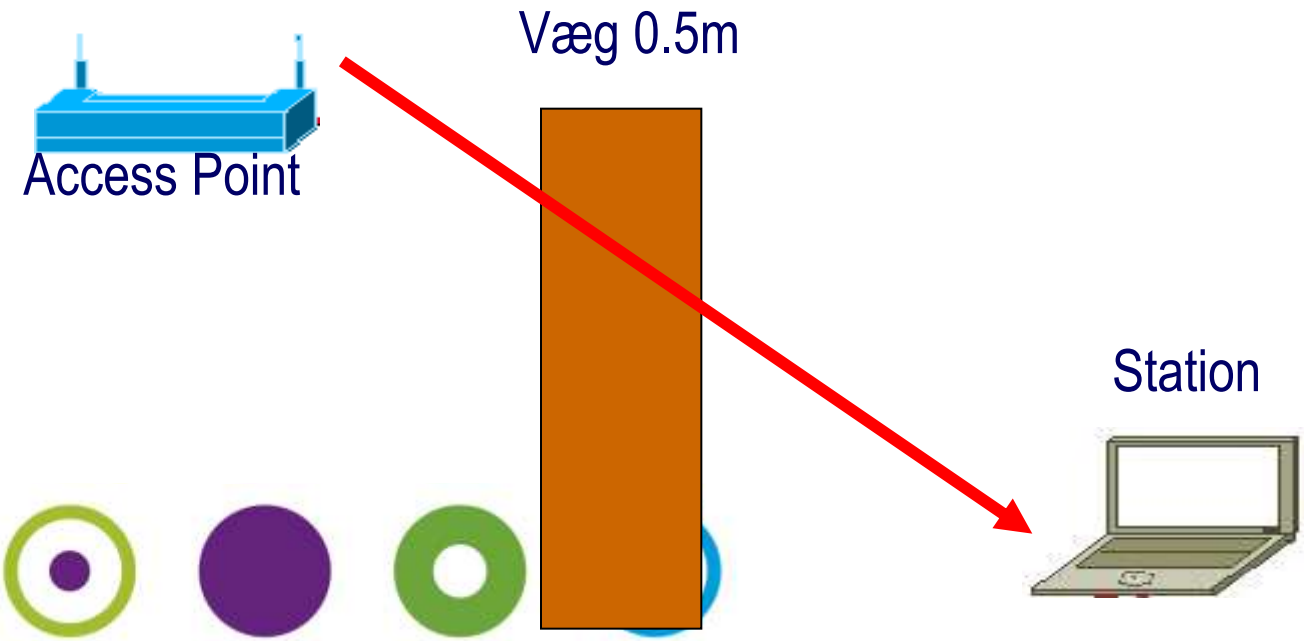
# Forskellige materialers dæmpning

| Materiale: | Dæmper: | Anvendt i: |
|---|---|---|
| Træ: | ringe | døre, møbler |
| Gips: | ringe | skillevægge |
| Glas: | ringe | vinduer, glasvægge |
| Vand: | middel | akvarier |
| Mursten: | middel | vægge |
| Beton: | meget | vægge, gulve |
| Sikkerhedsglas: | meget | banker, forretninger |
| Metal/stål | særdeles meget | udsugning, ventilation |

# Placering af Access Points

- hvis vinklen mellem stationen og access pointet gennem en væg begynder at afvige fra 90° vil dæmpningen stige

- ved en vinkel på 2° vil dæmpningen svare til en væg som er 14 meter tyk!



# SSID - netværkets 'navn'

- SSID - Service Set Identifier
  - En 32 karakter unik identifier som er indsat i pakker der sendes over et WLAN.
  - SSID adskiller WLAN's
  - SSID fungerer som et password når en enhed prøver at koble op.
  - Giver ingen sikkerhed da SSID broadcastes eller kan sniffes i hver pakke.

# WLAN sikkerheds- og driftsaspekter

- Sikkerhedsaspekter ved WLAN
  - Kryptering mv. er absolut nødvendig, da signalet går over fysiske grænser (Emnet gennemgås de næste sider).
- Driftsaspekter ved WLAN
  - Radio signal interferens generer ofte transmissionen (elektromagnetisk støj fra andre enheder/kilder)
  - Power management er nødvendig, da man ofte er afhængig af batterier i f.eks. bærbart udstyr.

# WLAN sikkerhed - WEP EAP & LEAP

- WEP - Wired Equivalency Privacy
  - Den oprindelige WLAN sikkerhedskryptering.
  - Der findes desværre mange Crack programmer på nettet til WEP security (WEPcrack….)
- EAP - Extensible Authentication Protocol
  - Videreudvikling af WEP
  - Standarden kaldes IEEE 802.1X
  - Port baseret authentication til WLAN
  - Usikker
- LEAP - Lightweight Extensible Authentication Protocol
  - Videreudvikling af EAP
  - Bygger på IEEE 802.1X, WEP samt kontrol af MAC adresser
  - Udviklet af Cisco

# WLAN sikkerhed - PEAP og WPA

- PEAP - Protected Extensible Authentication Protocol
  - En udbygning af LEAP protokollen
  - Nyt er kryptering af al brugervalidering med certifikater.
  - Udviklet af Cisco, Microsoft og RSA i samarbejde.
- WPA - Wi-Fi protected Access
  - Bygger på 802.11i sikkerheds standard
  - Erstatning for den usikre WEP sikkerhed
  - Bruger TKIP - Temporal Key Integrity Protocol.
    - Genererer nye nøgler for hver 10KB data.
  - Standardiseret i 2003

# De vigtigste standarder sammenlignet

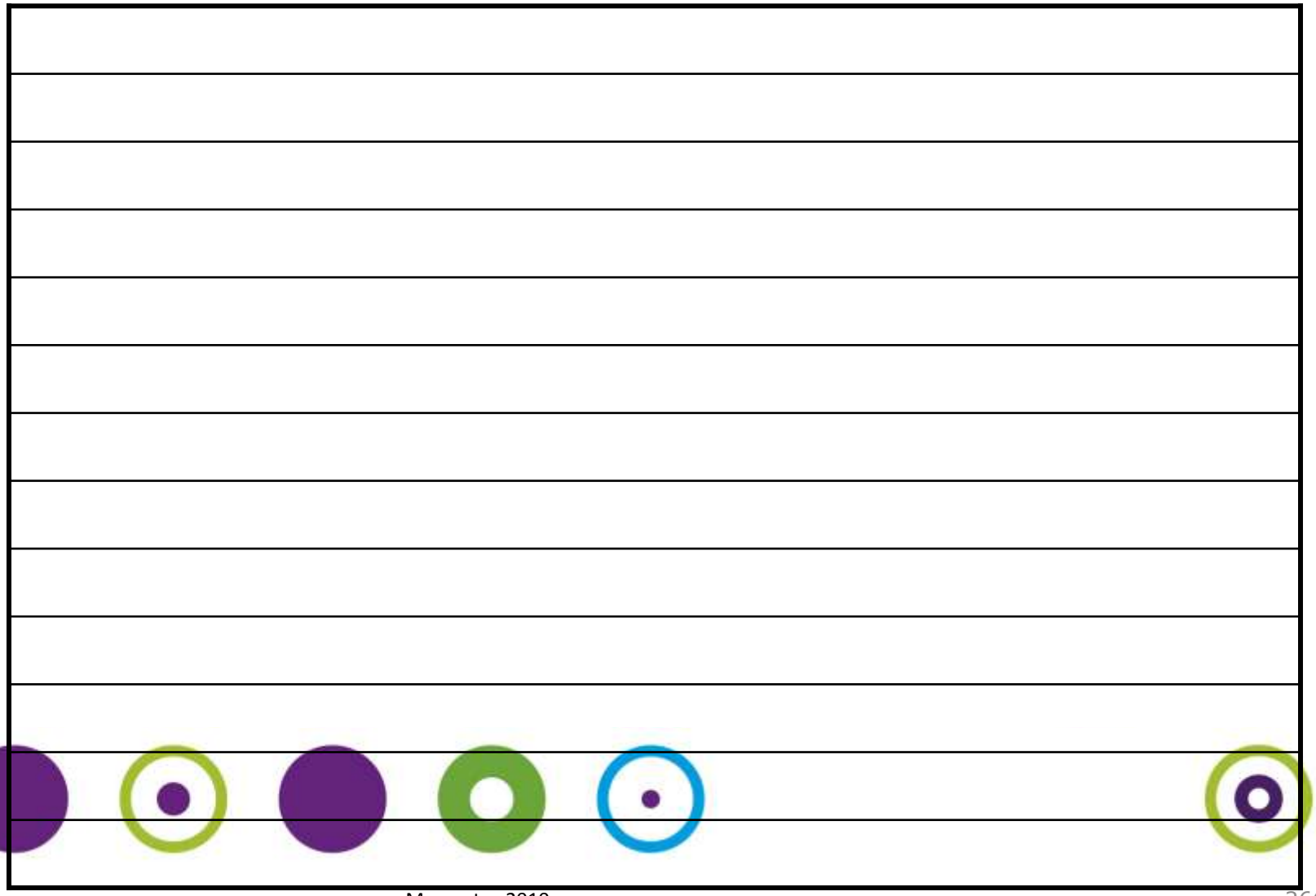
HOUSE OF TECHNOLOGY

## Why Choose A vs B vs G?

### Wireless Technology Comparison Chart

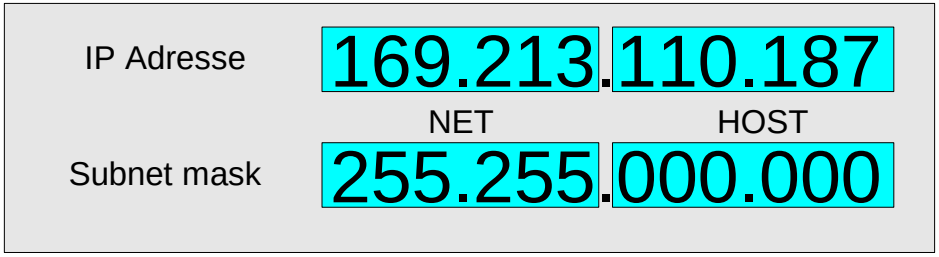
| WIRELESS STANDARD | 802.11B | 802.11A | 802.11G |
|---|---|---|---|
| Popularity | Widely adopted. Readily available everywhere. | Primarily available in corporations. | New technology with rapid growth expected. |
| Speed | Up to 11 Mbps (note: cable modem service typically averages no more than 4 to 5Mbps). | Up to 54Mpx (5X greater than 802.11b). | Up to 54Mpx (5X greater than 802.11b). |
| Relative Cost | Inexpensive. | Relatively more expensive. | Relatively inexpensive. |
| Frequency | More crowded 2.4GHz band. Some conflict may occur with other 2.4GHz devices like cordless phones, microwave ovens, etc. | Less crowded 5GHz band can coexist with 2.4GHz networks without interference. | More crowded 2.4GHz band. Some conflict may occur with other 2.4GHz devices like cordless phones, microwave ovens, etc. |
| Range | Good Range. Typically up to 75-150 feet, depending on construction, building materials, room layout and interference. | Shorter range than 802.11b & 802.11g. Typically 25-75 feet. | Good Range. Typically up to 75-150 feet, depending on construction, building materials, room layout and interference. |
| Public Access | The number of public "hotspots" is growing rapidly, allowing wireless connectivity in many airports, hotels, college campuses, public areas, and restaurants. | unlikely. | Compatible with current 802.11b hotspots (at 11Mbps). Also, it is expected that most 802.11b hotspots will quickly convert to 802.11g. |
| Compatibillity | Widest adoption | Incompatible with 802.11b or 802.11g | Interoperates with 802.11b networks (at 11Mpbs). Incompatible with 802.11a. |

# Egne notater:

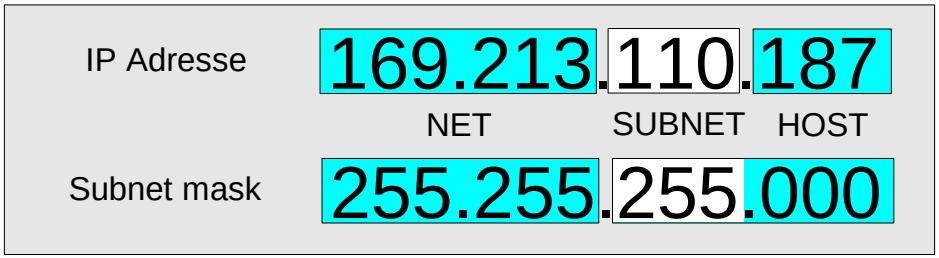


# Subnet Masking

HOUSE OF TECHNOLOGY
- en del af mercantec




**Klasse B adresse med standard subnet mask.**




**Subnettet Klasse B adresse med ny subnet mask.**

- underopdeling af logiske netværk

# Den klassedelte IP adresse

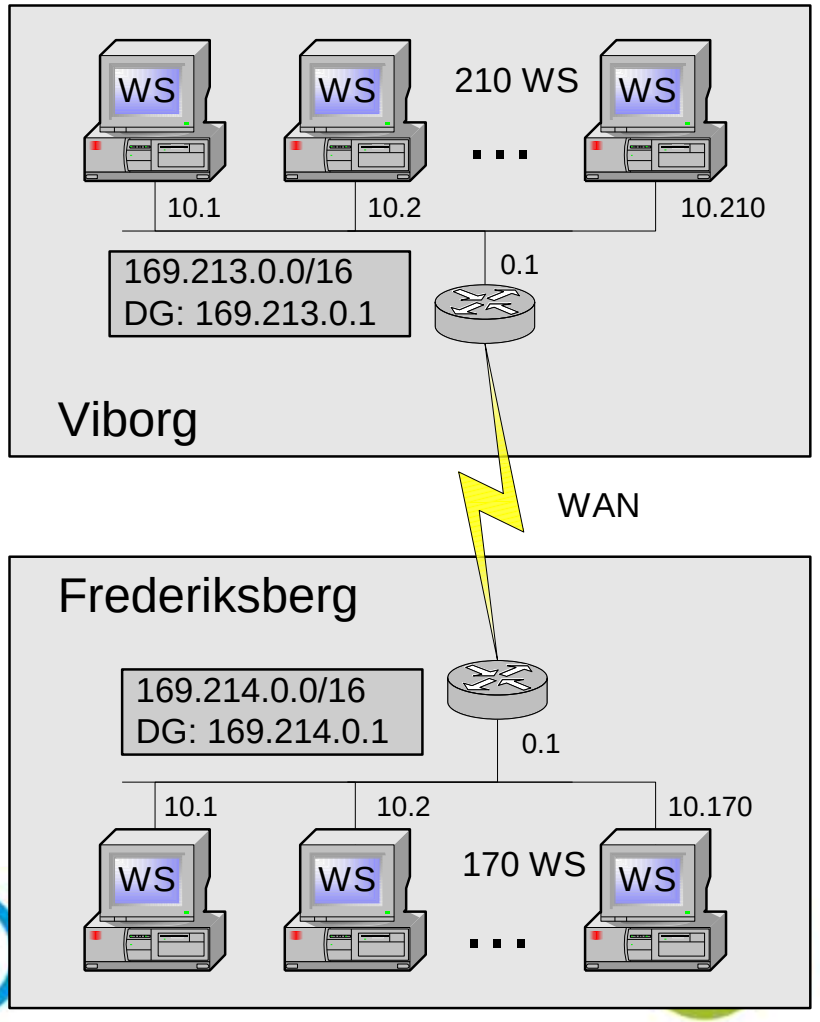
- Klasse A - Unicast adresser
  - Værdien af første byte ligger imellem 0 - 127
- Klasse B - Unicast adresser
  - Værdien af første byte ligger imellem 128 - 191
- Klasse C - Unicast adresser
  - Værdien af første byte ligger imellem 192 - 223
- Klasse D - Multicast adresser
  - Værdien af første byte ligger imellem 224 - 247
- Klasse E - Reserverede adresser

# Klasseinddelt opbygning

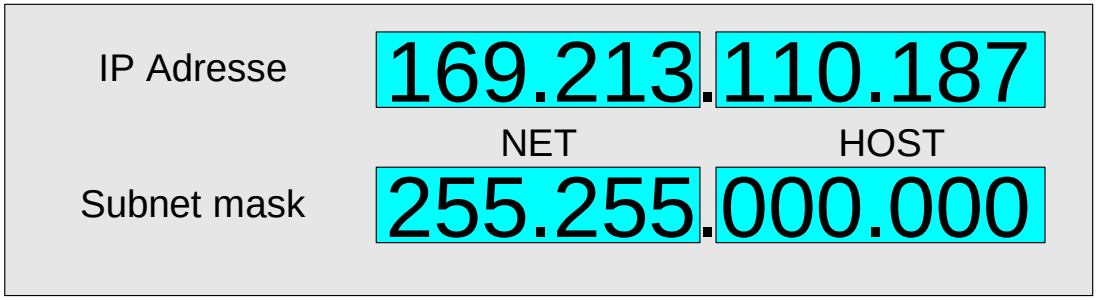
- Fordele
  - Nemt at overskue
  - Mulighed for at udvide afdelinger ( 254 IP )
  - Bagud kompatibelt med alt udstyr
- Ulemper
  - Mange spildte IP adresser

# Et netværkseksempel

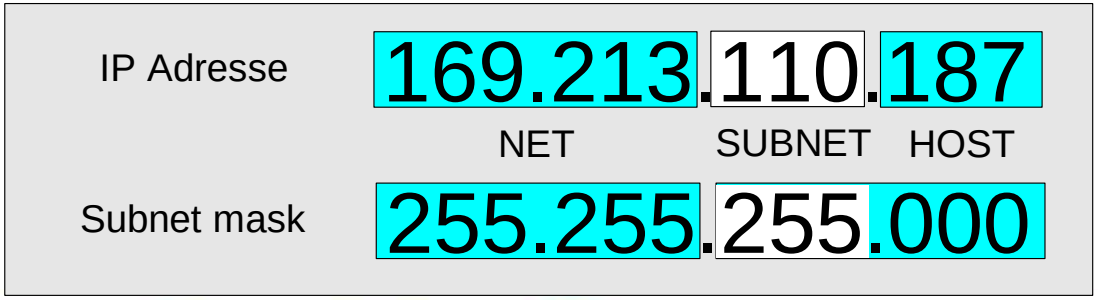
- Hvis man vælger at køre med rene klasse B net og offentlige IP adresser:
  - Man er nødt til at bruge ét klasse B net hvert sted.
  - Stort spild af IP adresser!
  - Bemærk: Man skal benytte standard subnetmask 255.255.0.0 på alle maskiner.



# Et eksempel på subnetting af klasse B net



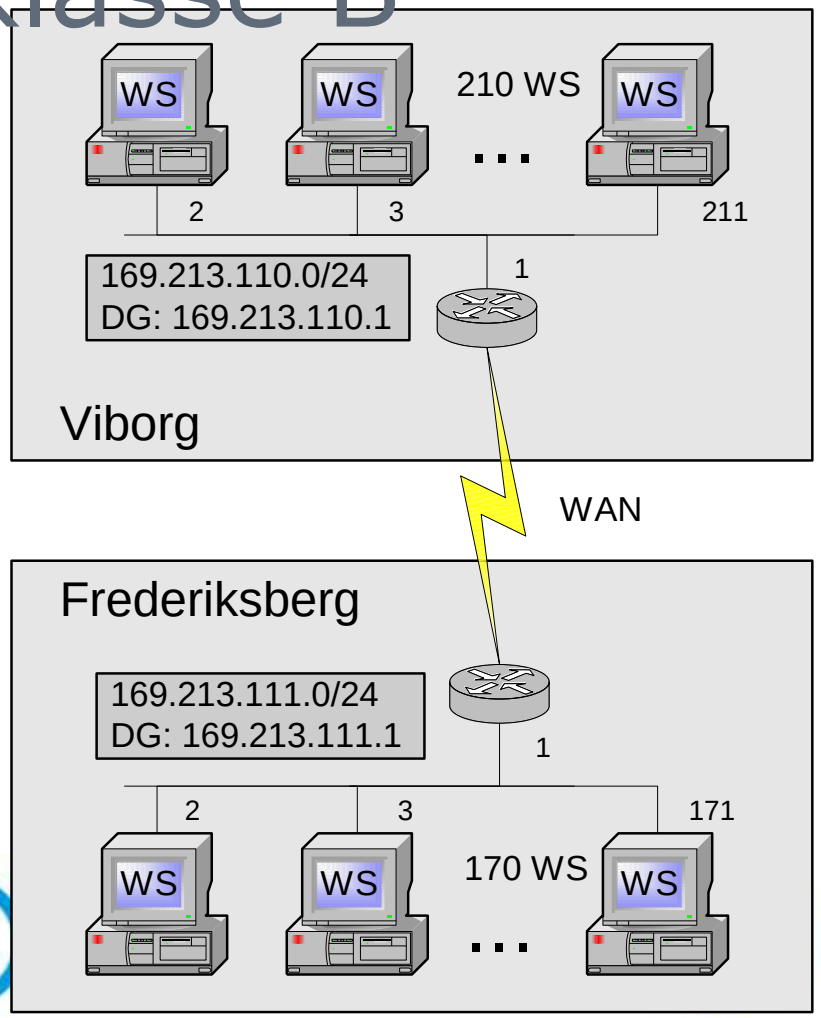

**Klasse B adresse med standard subnet mask.**




**Subnettet Klasse B adresse med ny subnet mask.**

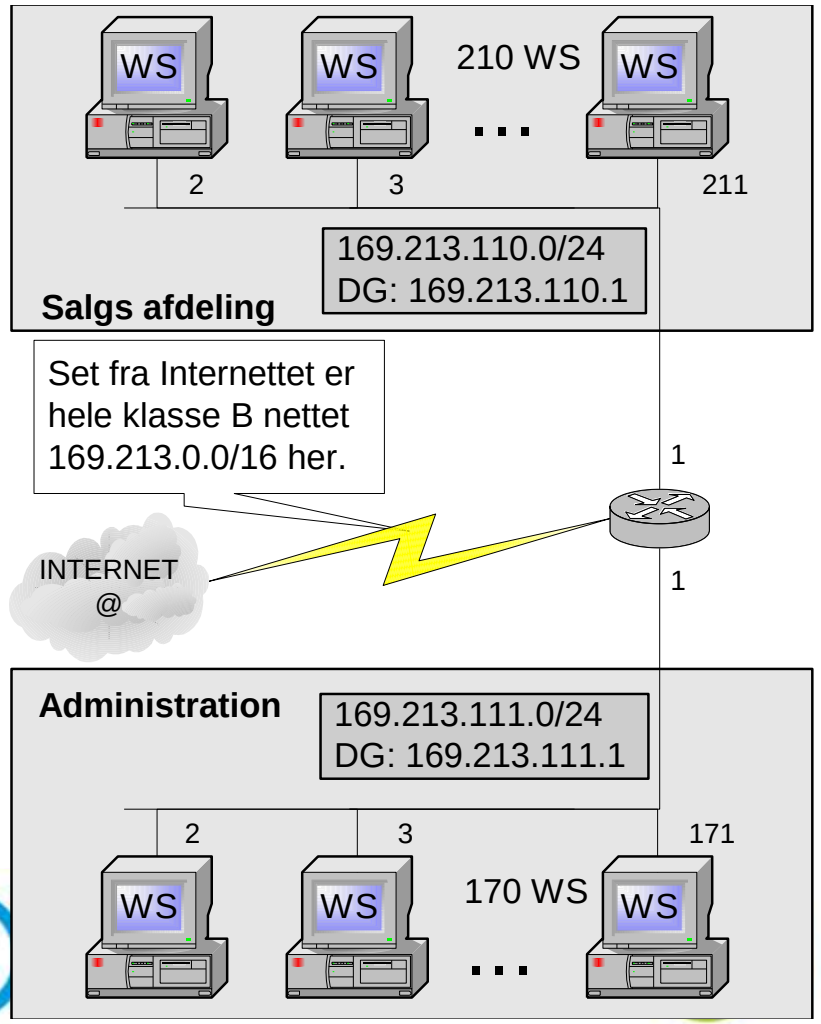
# Et eksempel på subnetting af klasse B

- Hvis man vælger at køre med ét subnettet klasse B net og offentlige IP adresser:
  - Vi har som vist på forrige slide lånt 8 bit fra host-del til subnet-del.
  - Vi har nu sparet et helt offentligt klasse B net.
  - Bemærk: Alle hosts har samme subnet mask på 255.255.255.0



# Et eksempel på intern subnetting

- Hvis man vælger at køre med Intern subnetting, så skal man stadigvæk have ét offentligt klasse B net:
  - Subnetting laves internt i routeren på det lokale netværk. Hvert interface på routeren tildeles de nødvendige subnet.
  - Udefra set er det ét stort net
  - Routeren har en "fod" i hvert af de interne subnet
  - Bemærk: Værdien af subnetmasken bestemmes af størrelsen af subnettet man vælger på de enkelte interfaces.



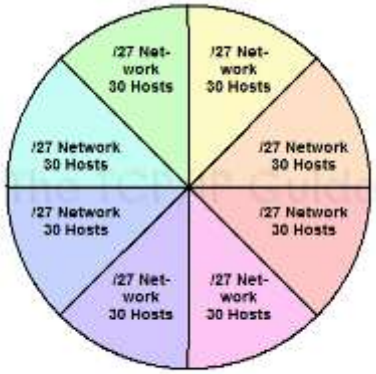
# Subnetting - lidt baggrund

- IP adressen så dagens lys i 1978
  - Før PC'ens fremkomst !

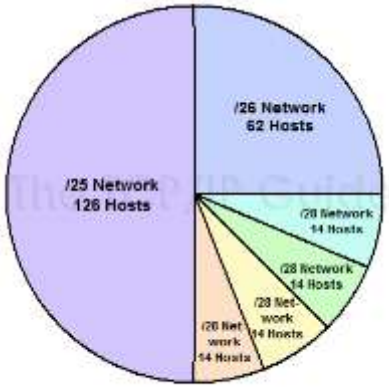
- Udviklerne forestillede sig et Internet med
  - Flere hundrede netværk - og
  - Flere tusinde host.

- Og ikke
  - Flere hundrede tusinde net - og
  - Flere millioner host

# Typer af Subnetting



Class C (/24) Network (254 Hosts)



Class C (/24) Network (254 Hosts)

- Statisk eller Fixed Length Subnetting
  - Ældste version
  - Alle logiske net i en organisation skal have nøjagtig den samme Subnet Mask.
- VLSM - Variabel Length Subnet Mask
  - Nyeste version, også kaldet klasseløse IP

# Fixed Length Subnet

- Tidlig udviklet IP software (ældre software) kræver samme subnetmaske overalt i organisationen

- Fordele
  - Nemmere at overskue
  - Ældre udstyr med ældre IP software virker

- Ulemper
  - Ikke alle logiske net er i virkeligheden lige store
  - Spild af IP adresser

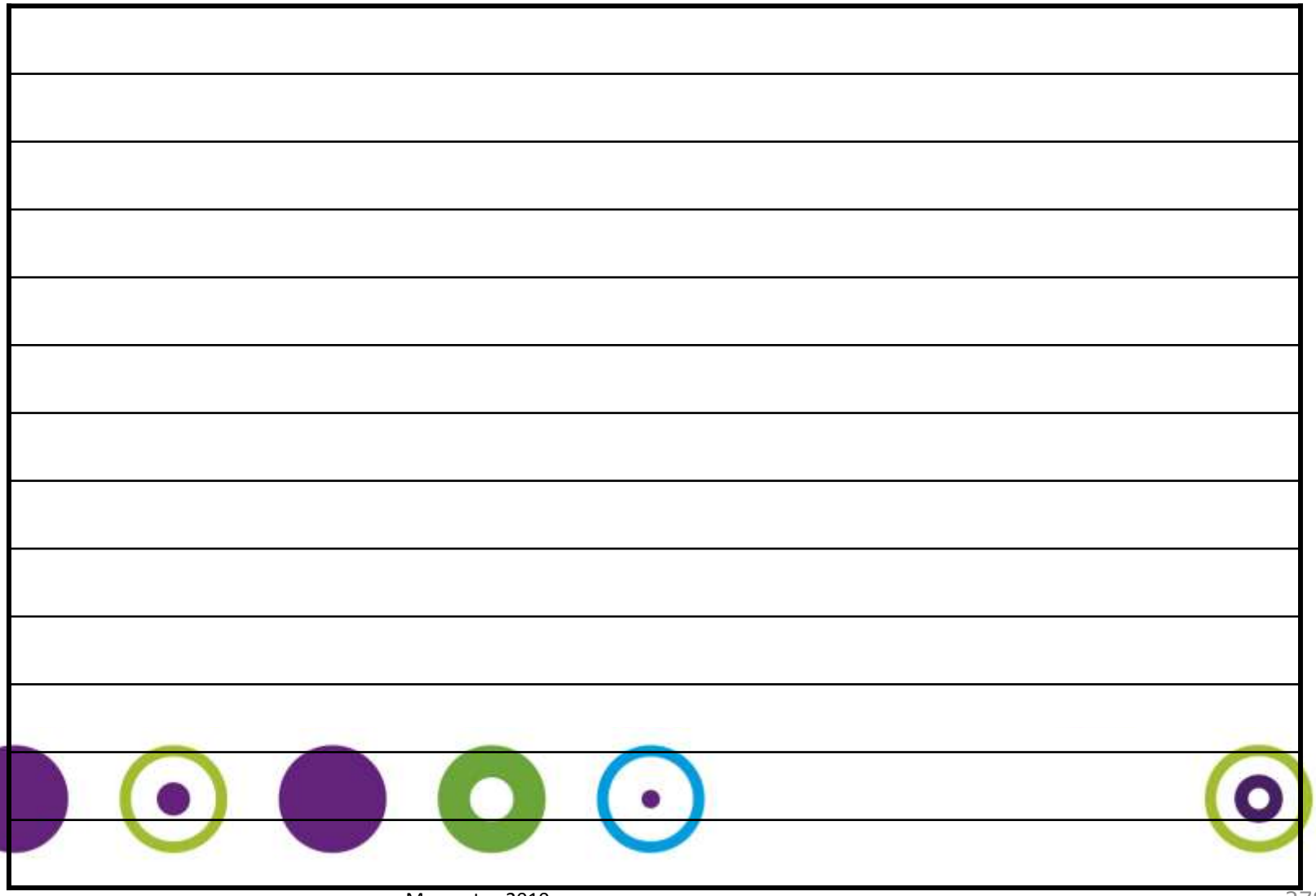
# Variabel Length Subnet Masking

- VLSM - Variable Length Subnet Masking
  - Hvert logisk netværk kan have sin egen subnet mask

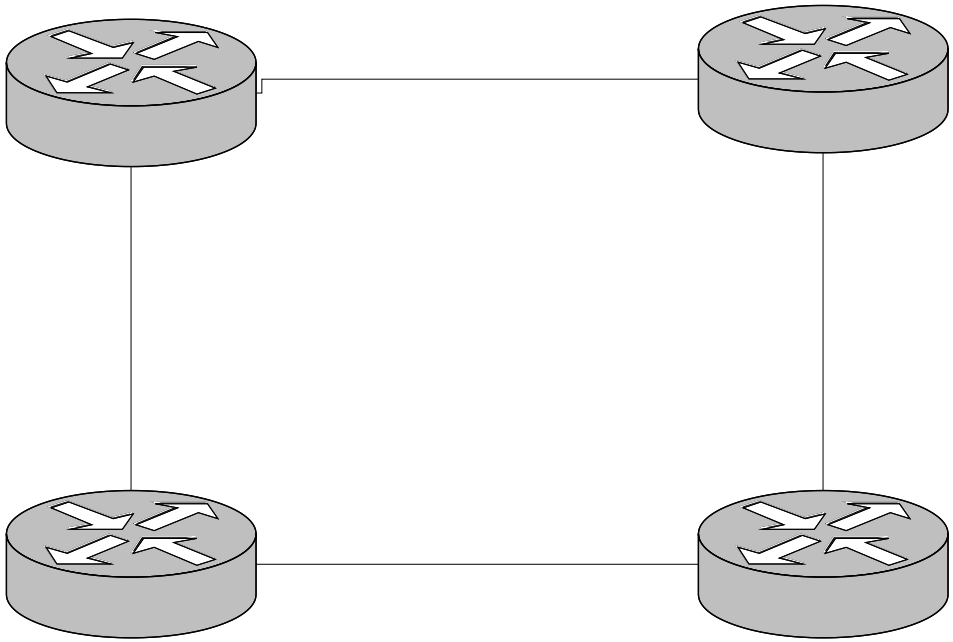
- Fordele
  - Mindre spild af IP adresser - da net tilpasses deres virkelige størrelse.

- Ulemper

# Egne notater:



# Routingsteknik

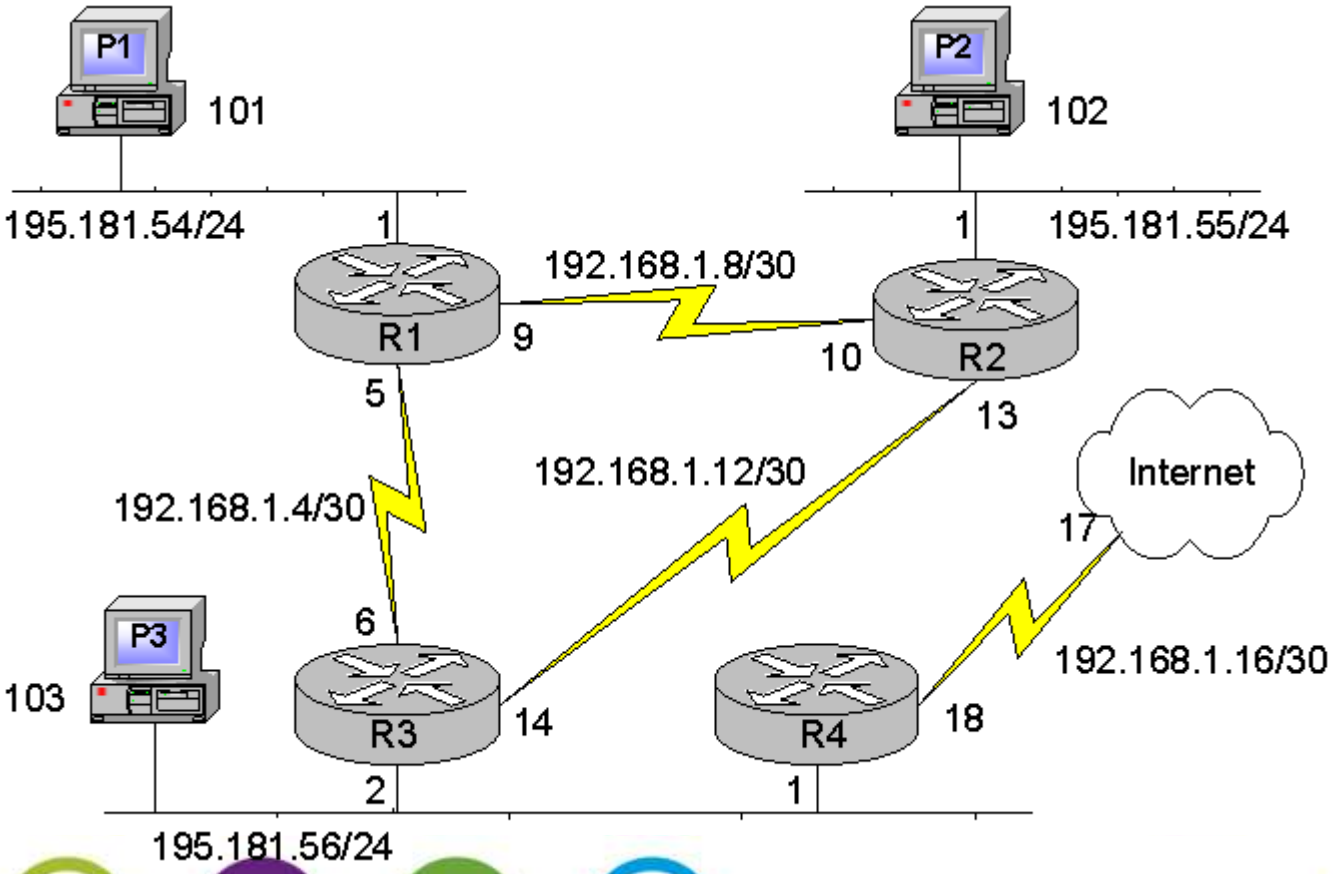


- en introduktion til IP routing

# Routetabellen

- Alle Host har en routetabel
- Routetabellen indeholder liste over alle kendte logiske net.
- Routetabellen indeholder ofte også en Default Route til alle andre net
- Routetabellen bruges til bestemme hvor den enkelte Host skal sende IP-pakker hen.

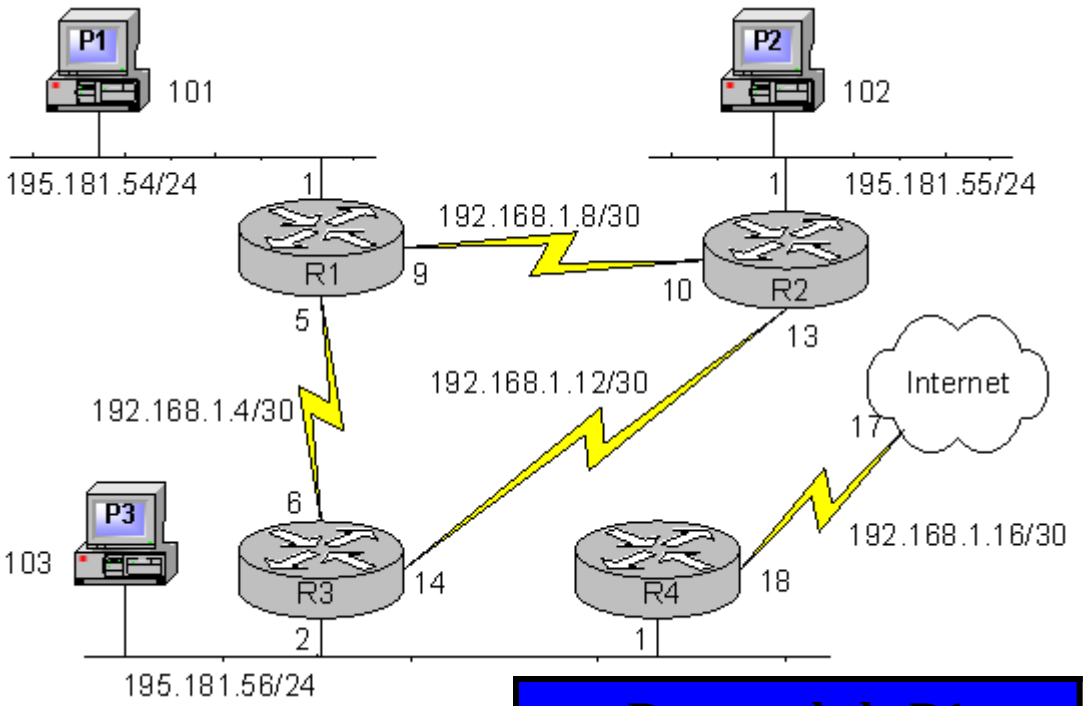
# Netværk til demonstration af RIP



# Opbygning af Routetabellen

- Routetabellen kan modtage informationer både statisk og dynamisk:
  - Statisk opbygning
    - Informationer til tabellen indtastes manuelt.
  - Dynamisk
    - Informationer til tabellen modtages automatisk via routningsprotokollerne:
      - RIP, OSPF, IGRP, BGP….
    - Der er 2 typer dynamiske routningsprotokoller:
      - Distance Vector
      - Link State

# Én routetabel i hver router




| Routertabel R2 | |
|---|---|
| NETVÆRK | SENDES TIL |
| 195.181.54/24 | 192.168.1.9 |
| 195.181.55/24 | 195.181.55.0 |
| 195.181.56/24 | 192.168.1.14 |
| 0.0.0.0 | 192.168.1.14 |

| Routertabel R3 | |
|---|---|
| NETVÆRK | SENDES TIL |
| 195.181.54/24 | 192.168.1.5 |
| 195.181.55/24 | 192.168.1.13 |
| 195.181.56/24 | 195.181.56.0 |
| 0.0.0.0 | 195.181.56.1 |

| Routertabel R1 | |
|---|---|
| NETVÆRK | SENDES TIL |
| 195.181.54/24 | 195.181.54.0 |
| 195.181.55/24 | 192.168.1.10 |
| 195.181.56/24 | 192.168.1.6 |
| 0.0.0.0 | 192.168.1.6 |

| Routertabel R4 | |
|---|---|
| NETVÆRK | SENDES TIL |
| 195.181.54/24 | 195.181.56.2 |
| 195.181.55/24 | 195.181.56.2 |
| 195.181.56/24 | 195.181.56.0 |
| 0.0.0.0 | 192.168.1.17 |

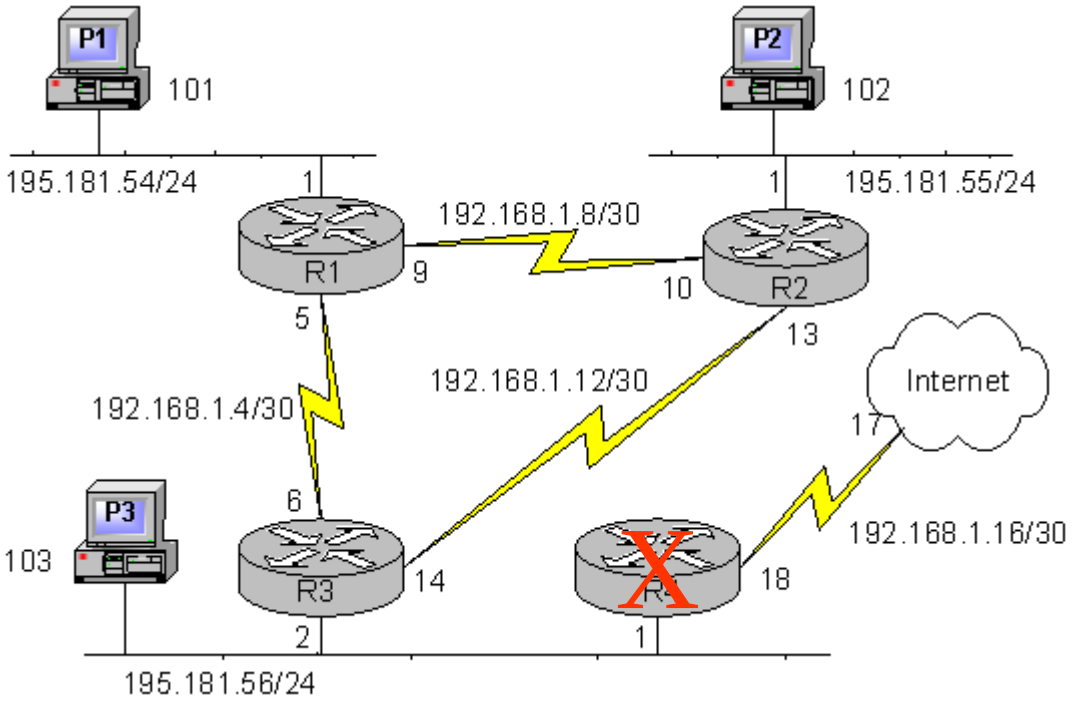
# Dynamiske routningsprotokoller

- En Router kender som udgangspunkt kun sine egne Interfaces logiske net.
- Andre logiske net læres dynamisk fra andre tilsluttede Routere.
- Route-tabellen opbygges og vedligeholdes dynamisk.
- Udvidelse/ændring simplificeres.

# Hvordan virker en routningsprotokol?

- Vi tager udgangspunkt i protokollen RIP
  - en ældre protokol - Routing Information Protocol
  - RIP er en Distance Vector protocol
  - Routere som bruger RIP sender som standard hele sin Routetabel til alle sine naboroutere hvert 30. Sekund.
  - RIP findes i to versioner
    - RIP Version 1. Kan ikke finde ud af subnetting

# R1, R2 og R3 er lige tændt

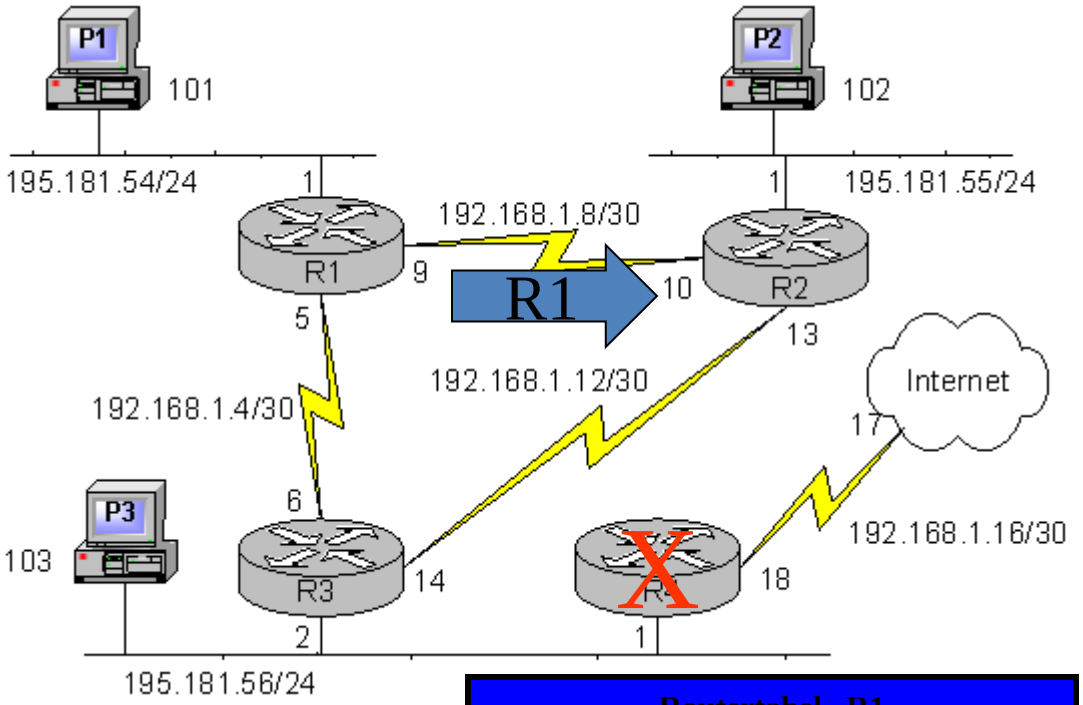



| Routertabel R2 | | |
|---|---|---|
| **NETVÆRK** | **SENDES TIL** | **HOP** |
| 195.181.55/24 | 195.181.55.1 | 1 |
| 192.168.1.8/30 | 192.168.1.10 | 1 |
| 192.168.1.12/30 | 192.168.1.13 | 1 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

| Routertabel R3 | | |
|---|---|---|
| **NETVÆRK** | **SENDES TIL** | **HOP** |
| 195.181.56/24 | 195.181.56.2 | 1 |
| 192.168.1.4/30 | 192.168.1.6 | 1 |
| 192.168.1.12/30 | 192.168.1.14 | 1 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

| Routertabel R1 | | |
|---|---|---|
| **NETVÆRK** | **SENDES TIL** | **HOP** |
| 195.181.54/24 | 195.181.54.1 | 1 |
| 192.168.1.4/30 | 192.168.1.5 | 1 |
| 192.168.1.8/30 | 192.168.1.9 | 1 |
| | | |
| | | |

# Routerne 'snakker' sammen

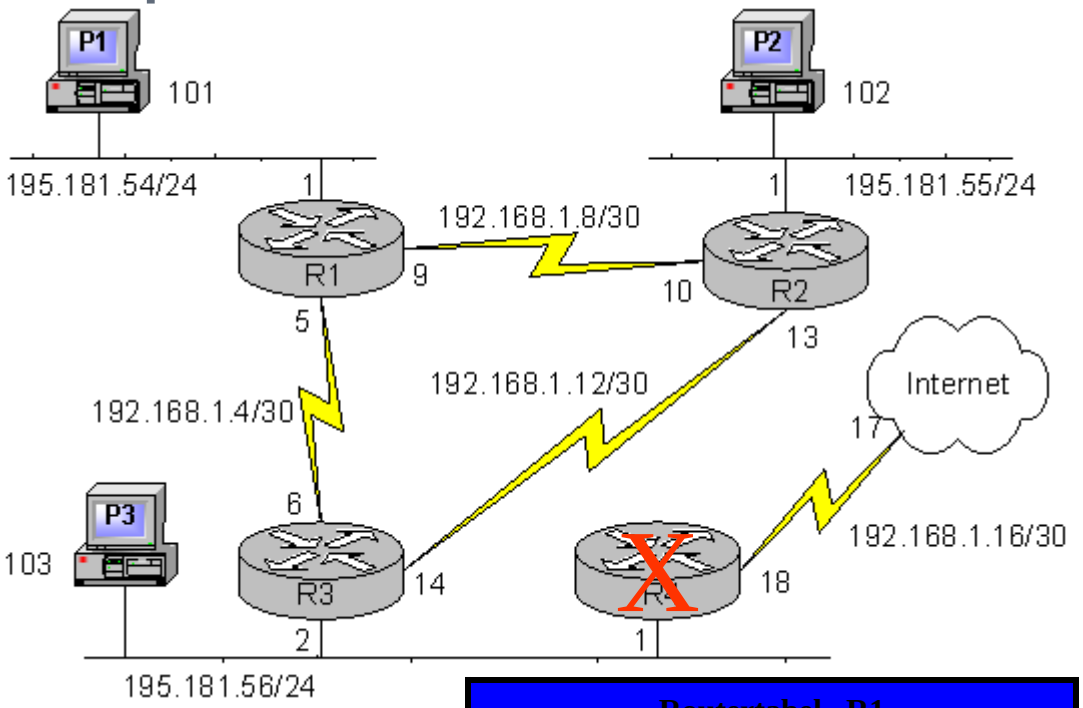



| Routertabel R2 | | |
|---|---|---|
| **NETVÆRK** | **SENDES TIL** | **HOP** |
| 195.181.55/24 | 195.181.55.1 | 1 |
| 192.168.1.8/30 | 192.168.1.10 | 1 |
| 192.168.1.12/30 | 192.168.1.13 | 1 |
| 195.181.54/24 | 192.168.1.9 | 2 |
| 192.168.1.4/30 | 192.168.1.9 | 2 |
| 192.168.1.8/30 | 192.168.1.9 | 2 |
| | | |
| | | |

| Routertabel R3 | | |
|---|---|---|
| **NETVÆRK** | **SENDES TIL** | **HOP** |
| 195.181.56/24 | 195.181.56.2 | 1 |
| 192.168.1.4/30 | 192.168.1.6 | 1 |
| 192.168.1.12/30 | 192.168.1.14 | 1 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

| Routertabel R1 | | |
|---|---|---|
| **NETVÆRK** | **SENDES TIL** | **HOP** |
| 195.181.54/24 | 195.181.54.1 | 1 |
| 192.168.1.4/30 | 192.168.1.5 | 1 |
| 192.168.1.8/30 | 192.168.1.9 | 1 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

# Konvergens: Routere opdateret!

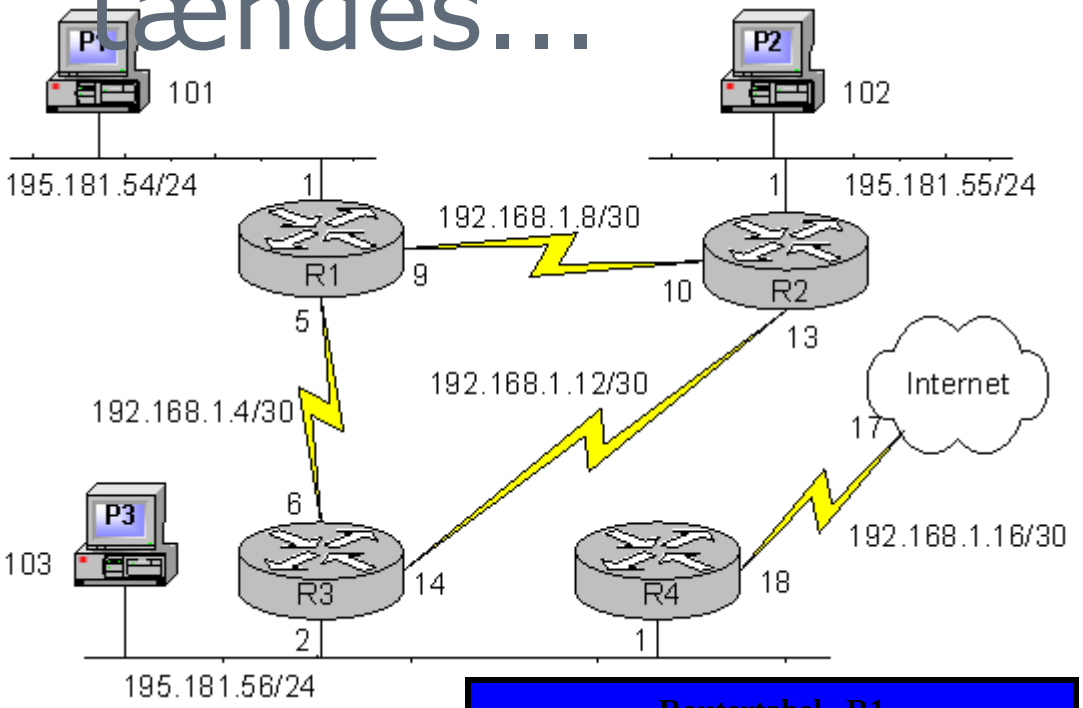



| Routertabel R2 | | |
|---|---|---|
| **NETVÆRK** | **SENDES TIL** | **HOP** |
| 195.181.55/24 | 195.181.55.1 | 1 |
| 192.168.1.8/30 | 192.168.1.10 | 1 |
| 192.168.1.12/30 | 192.168.1.13 | 1 |
| 195.181.54/24 | 192.168.1.9 | 2 |
| 192.168.1.4/30 | 192.168.1.9 | 2 |
| 195.181.56/30 | 192.168.1.14 | 2 |
| | | |
| | | |

| Routertabel R3 | | |
|---|---|---|
| **NETVÆRK** | **SENDES TIL** | **HOP** |
| 195.181.56/24 | 195.181.56.2 | 1 |
| 192.168.1.4/30 | 192.168.1.6 | 1 |
| 192.168.1.12/30 | 192.168.1.14 | 1 |
| 195.181.54/24 | 192.168.1.5 | 2 |
| 192.168.1.8/30 | 192.168.1.5 | 2 |
| 195.181.55/24 | 192.168.1.13 | 2 |
| | | |
| | | |

| Routertabel R1 | | |
|---|---|---|
| **NETVÆRK** | **SENDES TIL** | **HOP** |
| 195.181.54/24 | 195.181.54.1 | 1 |
| 192.168.1.4/30 | 192.168.1.5 | 1 |
| 192.168.1.8/30 | 192.168.1.9 | 1 |
| 195.181.55/24 | 192.168.1.10 | 2 |
| 192.168.1.12/30 | 192.168.1.10 | 2 |
| 195.181.56/24 | 192.168.1.6 | 2 |
| | | |
| | | |

# Default Gateway tændes...



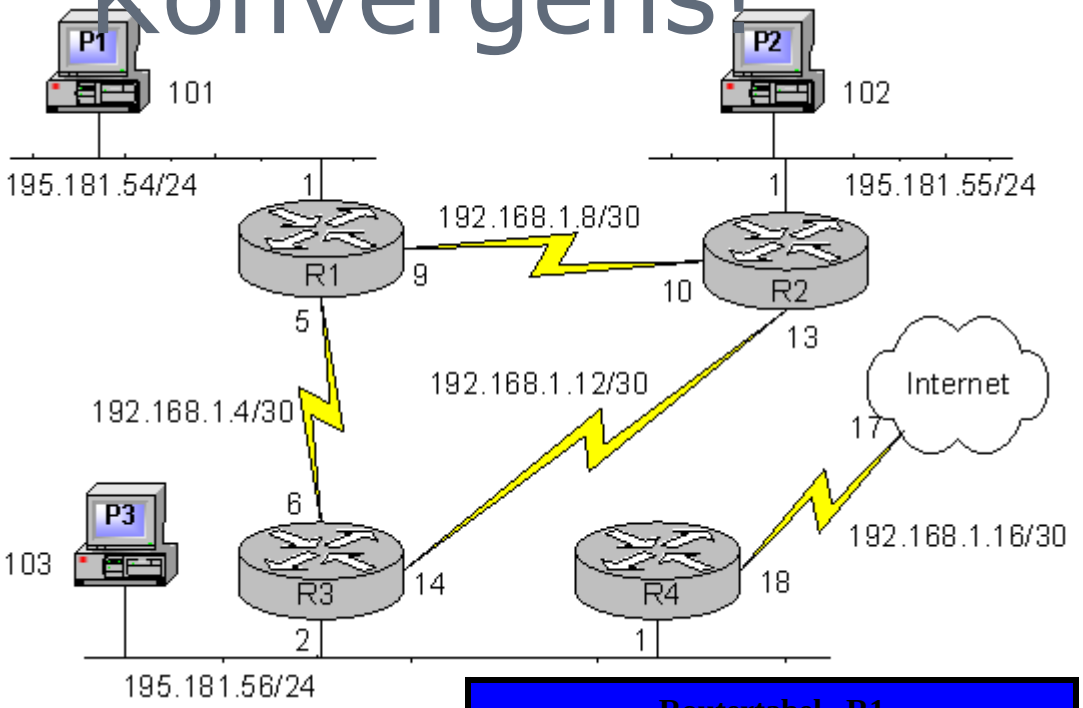

| Routertabel R2 | | |
|---|---|---|
| **NETVÆRK** | **SENDES TIL** | **HOP** |
| 195.181.55/24 | 195.181.55.1 | 1 |
| 192.168.1.8/30 | 192.168.1.10 | 1 |
| 192.168.1.12/30 | 192.168.1.13 | 1 |
| 195.181.54/24 | 192.168.1.9 | 2 |
| 192.168.1.4/30 | 192.168.1.9 | 2 |
| 195.181.56/30 | 192.168.1.14 | 2 |
| | | |
| | | |

| Routertabel R3 | | |
|---|---|---|
| **NETVÆRK** | **SENDES TIL** | **HOP** |
| 195.181.56/24 | 195.181.56.2 | 1 |
| 192.168.1.4/30 | 192.168.1.6 | 1 |
| 192.168.1.12/30 | 192.168.1.14 | 1 |
| 195.181.54/24 | 192.168.1.5 | 2 |
| 192.168.1.8/30 | 192.168.1.5 | 2 |
| 195.181.55/24 | 192.168.1.13 | 2 |
| | | |
| | | |

| Routertabel R1 | | |
|---|---|---|
| **NETVÆRK** | **SENDES TIL** | **HOP** |
| 195.181.54/24 | 195.181.54.1 | 1 |
| 192.168.1.4/30 | 192.168.1.5 | 1 |
| 192.168.1.8/30 | 192.168.1.9 | 1 |
| 195.181.55/24 | 192.168.1.10 | 2 |
| 192.168.1.12/30 | 192.168.1.10 | 2 |
| 195.181.56/24 | 192.168.1.6 | 2 |
| | | |
| | | |

| Routertabel R4 | | |
|---|---|---|
| **NETVÆRK** | **SENDES TIL** | **HOP** |
| 195.181.56/30 | 195.181.56.1 | 1 |
| 192.168.1.16/30 | 192.168.1.18 | 1 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| 0.0.0.0 | 192.168.1.17 | 2 |

# Kort tid efter: Konvergens!




| Routertabel R2 | | |
|---|---|---|
| NETVÆRK | SENDES TIL | HOP |
| 195.181.55/24 | 195.181.55.1 | 1 |
| 192.168.1.8/30 | 192.168.1.10 | 1 |
| 192.168.1.12/30 | 192.168.1.13 | 1 |
| 195.181.54/24 | 192.168.1.9 | 2 |
| 192.168.1.4/30 | 192.168.1.9 | 2 |
| 195.181.56/30 | 192.168.1.14 | 2 |
| 192.168.1.16/30 | 192.168.1.14 | 3 |
| 0.0.0.0 | 192.168.1.14 | 4 |

| Routertabel R3 | | |
|---|---|---|
| NETVÆRK | SENDES TIL | HOP |
| 195.181.56/24 | 195.181.56.2 | 1 |
| 192.168.1.4/30 | 192.168.1.6 | 1 |
| 192.168.1.12/30 | 192.168.1.14 | 1 |
| 195.181.54/24 | 192.168.1.5 | 2 |
| 192.168.1.8/30 | 192.168.1.5 | 2 |
| 195.181.55/24 | 192.168.1.13 | 2 |
| 192.168.1.16/30 | 195.181.56.1 | 2 |
| 0.0.0.0 | 195.181.56.1 | 3 |

| Routertabel R1 | | |
|---|---|---|
| NETVÆRK | SENDES TIL | HOP |
| 195.181.54/24 | 195.181.54.1 | 1 |
| 192.168.1.4/30 | 192.168.1.5 | 1 |
| 192.168.1.8/30 | 192.168.1.9 | 1 |
| 195.181.55/24 | 192.168.1.10 | 2 |
| 192.168.1.12/30 | 192.168.1.10 | 2 |
| 195.181.56/24 | 192.168.1.6 | 2 |
| 192.168.1.16/30 | 192.168.1.6 | 3 |
| 0.0.0.0 | 192.168.1.6 | 4 |

| Routertabel R4 | | |
|---|---|---|
| NETVÆRK | SENDES TIL | HOP |
| 195.181.56/30 | 195.181.56.1 | 1 |
| 192.168.1.16/30 | 192.168.1.18 | 1 |
| 192.168.1.4/30 | 195.181.56.2 | 2 |
| 192.168.1.12/30 | 195.181.56.2 | 2 |
| 195.181.54/24 | 195.181.56.2 | 3 |
| 195.181.55/24 | 195.181.56.2 | 3 |
| 192.168.1.8/30 | 195.181.56.2 | 3 |
| 0.0.0.0 | 192.168.1.17 | 2 |

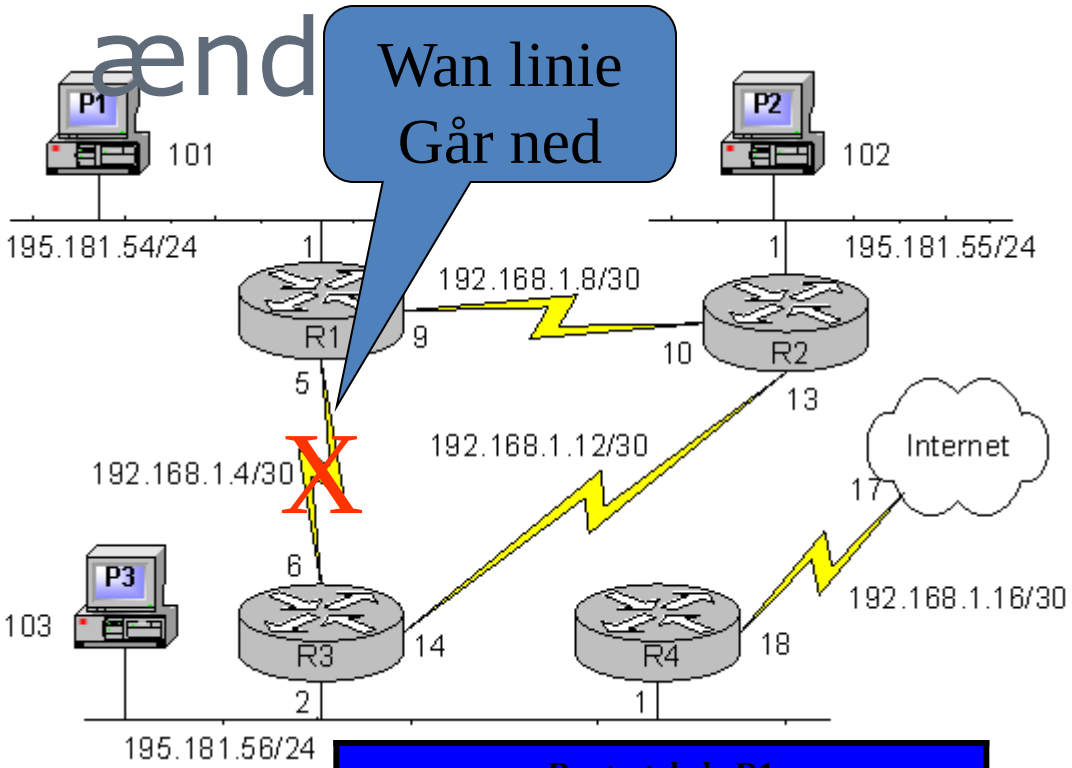
# RIP - teknisk set

- Maksimum HOP-Count = 15
  - Dvs. pakkerne kan maksimalt passere 15 routere på deres vej gennem nettet.
- HOP-Count = 16 betyder uendeligt langt væk
  - I praksis betyder det, at det interface på routeren der normalt har forbindelse med IP nettet (det logiske net) hvor HOP-Count er på 16, ikke har kontakt til nettet. Det logiske netværk kan ikke nås og fjernes derfor fra routetabellen.
- Split-Horizon.
  - En router sender ikke oplysninger tilbage til naboroutere som den har modtaget fra dem.

# RIP - teknisk set

- Fordele
  - Simpel opdatering.
  - Simpel implementering.
  - God til mindre net. Op til Ca. 20 routere
  - Hvis nettet kun består af Cisco-routere se IGRP
- Ulemper
  - Periodiske opdateringer fylder båndbredde
  - Langsom til at ”konvergere”. (Opdatere)
  - Uegnet til større net.
  - Tager ikke hensyn til båndbredde eller andre parametre.

# Når der sker ænd



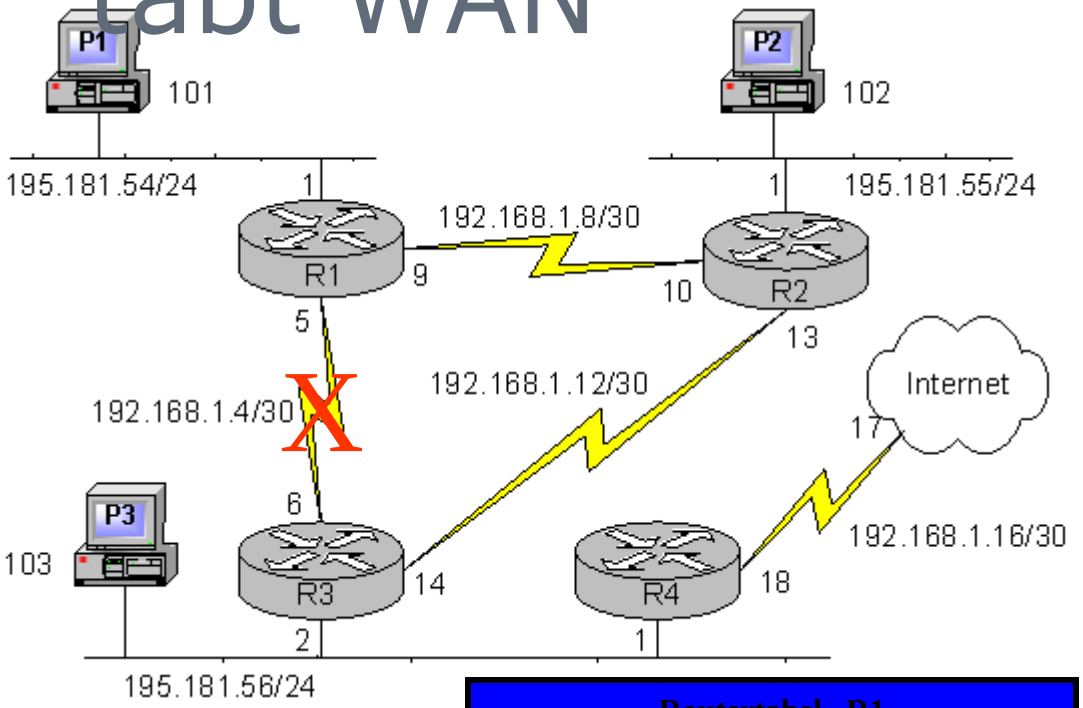

| Routertabel R2 | | |
|---|---|---|
| NETVÆRK | SENDES TIL | HOP |
| 195.181.55/24 | 195.181.55.1 | 1 |
| 192.168.1.8/30 | 192.168.1.10 | 1 |
| 192.168.1.12/30 | 192.168.1.13 | 1 |
| 195.181.54/24 | 192.168.1.9 | 2 |
| 192.168.1.4/30 | 192.168.1.9 | 2 |
| 195.181.56/30 | 192.168.1.14 | 2 |
| 192.168.1.16/30 | 192.168.1.14 | 3 |
| 0.0.0.0 | 192.168.1.14 | 4 |

| Routertabel R3 | | |
|---|---|---|
| NETVÆRK | SENDES TIL | HOP |
| 195.181.56/24 | 195.181.56.2 | 1 |
| 192.168.1.4/30 | 192.168.1.6 | 1 |
| 192.168.1.12/30 | 192.168.1.14 | 1 |
| 195.181.54/24 | 192.168.1.5 | 2 |
| 192.168.1.8/30 | 192.168.1.5 | 2 |
| 195.181.55/24 | 192.168.1.13 | 2 |
| 192.168.1.16/30 | 195.181.56.1 | 2 |
| 0.0.0.0 | 195.181.56.1 | 3 |

| Routertabel R1 | | |
|---|---|---|
| NETVÆRK | SENDES TIL | HOP |
| 195.181.54/24 | 195.181.54.1 | 1 |
| 192.168.1.4/30 | 192.168.1.5 | 1 |
| 192.168.1.8/30 | 192.168.1.9 | 1 |
| 195.181.55/24 | 192.168.1.10 | 2 |
| 192.168.1.12/30 | 192.168.1.10 | 2 |
| 195.181.56/24 | 192.168.1.6 | 2 |
| 192.168.1.16/30 | 192.168.1.6 | 3 |
| 0.0.0.0 | 192.168.1.6 | 4 |

| Routertabel R4 | | |
|---|---|---|
| NETVÆRK | SENDES TIL | HOP |
| 195.181.56/30 | 195.181.56.1 | 1 |
| 192.168.1.16/30 | 192.168.1.18 | 1 |
| 192.168.1.4/30 | 195.181.56.2 | 2 |
| 192.168.1.12/30 | 195.181.56.2 | 2 |
| 195.181.54/24 | 195.181.56.2 | 3 |
| 195.181.55/24 | 195.181.56.2 | 3 |
| 192.168.1.8/30 | 195.181.56.2 | 3 |
| 0.0.0.0 | 192.168.1.17 | 2 |

# R1 og R3 opdager tabt WAN



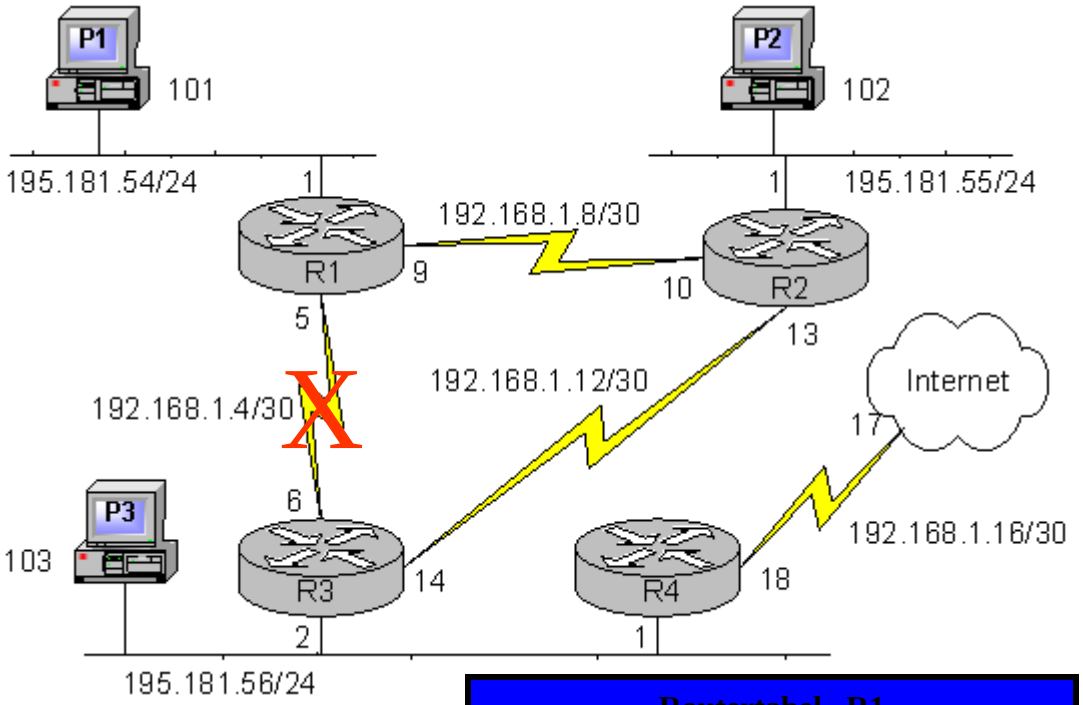

| Routertabel R2 | | |
|---|---|---|
| **NETVÆRK** | **SENDES TIL** | **HOP** |
| 195.181.55/24 | 195.181.55.1 | 1 |
| 192.168.1.8/30 | 192.168.1.10 | 1 |
| 192.168.1.12/30 | 192.168.1.13 | 1 |
| 195.181.54/24 | 192.168.1.9 | 2 |
| 192.168.1.4/30 | 192.168.1.9 | 2 |
| 195.181.56/30 | 192.168.1.14 | 2 |
| 192.168.1.16/30 | 192.168.1.14 | 3 |
| 0.0.0.0 | 192.168.1.14 | 4 |

| Routertabel R3 | | |
|---|---|---|
| **NETVÆRK** | **SENDES TIL** | **HOP** |
| 195.181.56/24 | 195.181.56.2 | 1 |
| 192.168.1.4/30 | 192.168.1.6 | 1 |
| 192.168.1.12/30 | 192.168.1.14 | 1 |
| 195.181.54/24 | 192.168.1.5 | 16 |
| 192.168.1.8/30 | 192.168.1.5 | 16 |
| 195.181.55/24 | 192.168.1.13 | 2 |
| 192.168.1.16/30 | 195.181.56.1 | 2 |
| 0.0.0.0 | 195.181.56.1 | 3 |

| Routertabel R1 | | |
|---|---|---|
| **NETVÆRK** | **SENDES TIL** | **HOP** |
| 195.181.54/24 | 195.181.54.1 | 1 |
| 192.168.1.4/30 | 192.168.1.5 | 1 |
| 192.168.1.8/30 | 192.168.1.9 | 1 |
| 195.181.55/24 | 192.168.1.10 | 2 |
| 192.168.1.12/30 | 192.168.1.10 | 2 |
| 195.181.56/24 | 192.168.1.6 | 16 |
| 192.168.1.16/30 | 192.168.1.6 | 16 |
| 0.0.0.0 | 192.168.1.6 | 16 |

| Routertabel R4 | | |
|---|---|---|
| **NETVÆRK** | **SENDES TIL** | **HOP** |
| 195.181.56/30 | 195.181.56.1 | 1 |
| 192.168.1.16/30 | 192.168.1.18 | 1 |
| 192.168.1.4/30 | 195.181.56.2 | 2 |
| 192.168.1.12/30 | 195.181.56.2 | 2 |
| 195.181.54/24 | 195.181.56.2 | 3 |
| 195.181.55/24 | 195.181.56.2 | 3 |
| 192.168.1.8/30 | 195.181.56.2 | 3 |
| 0.0.0.0 | 192.168.1.17 | 2 |

# Nye router giver konvergens!




| Routertabel R2 | | |
|---|---|---|
| **NETVÆRK** | **SENDES TIL** | **HOP** |
| 195.181.55/24 | 195.181.55.1 | 1 |
| 192.168.1.8/30 | 192.168.1.10 | 1 |
| 192.168.1.12/30 | 192.168.1.13 | 1 |
| 195.181.54/24 | 192.168.1.9 | 2 |
| 192.168.1.4/30 | 192.168.1.9 | 2 |
| 195.181.56/30 | 192.168.1.14 | 2 |
| 192.168.1.16/30 | 192.168.1.14 | 3 |
| 0.0.0.0 | 192.168.1.14 | 4 |

| Routertabel R3 | | |
|---|---|---|
| **NETVÆRK** | **SENDES TIL** | **HOP** |
| 195.181.56/24 | 195.181.56.2 | 1 |
| 192.168.1.4/30 | 192.168.1.6 | 1 |
| 192.168.1.12/30 | 192.168.1.14 | 1 |
| 195.181.54/24 | 192.168.1.13 | 3 |
| 192.168.1.8/30 | 192.168.1.13 | 2 |
| 195.181.55/24 | 192.168.1.13 | 2 |
| 192.168.1.16/30 | 195.181.56.1 | 2 |
| 0.0.0.0 | 195.181.56.1 | 3 |

| Routertabel R1 | | |
|---|---|---|
| **NETVÆRK** | **SENDES TIL** | **HOP** |
| 195.181.54/24 | 195.181.54.1 | 1 |
| 192.168.1.4/30 | 192.168.1.5 | 1 |
| 192.168.1.8/30 | 192.168.1.9 | 1 |
| 195.181.55/24 | 192.168.1.10 | 2 |
| 192.168.1.12/30 | 192.168.1.10 | 2 |
| 195.181.56/24 | 192.168.1.10 | 3 |
| 192.168.1.16/30 | 192.168.1.10 | 4 |
| 0.0.0.0 | 192.168.1.10 | 5 |

| Routertabel R4 | | |
|---|---|---|
| **NETVÆRK** | **SENDES TIL** | **HOP** |
| 195.181.56/30 | 195.181.56.1 | 1 |
| 192.168.1.16/30 | 192.168.1.18 | 1 |
| 192.168.1.4/30 | 195.181.56.2 | 2 |
| 192.168.1.12/30 | 195.181.56.2 | 2 |
| 195.181.54/24 | 195.181.56.2 | 3 |
| 195.181.55/24 | 195.181.56.2 | 3 |
| 192.168.1.8/30 | 195.181.56.2 | 3 |
| 0.0.0.0 | 192.168.1.17 | 2 |

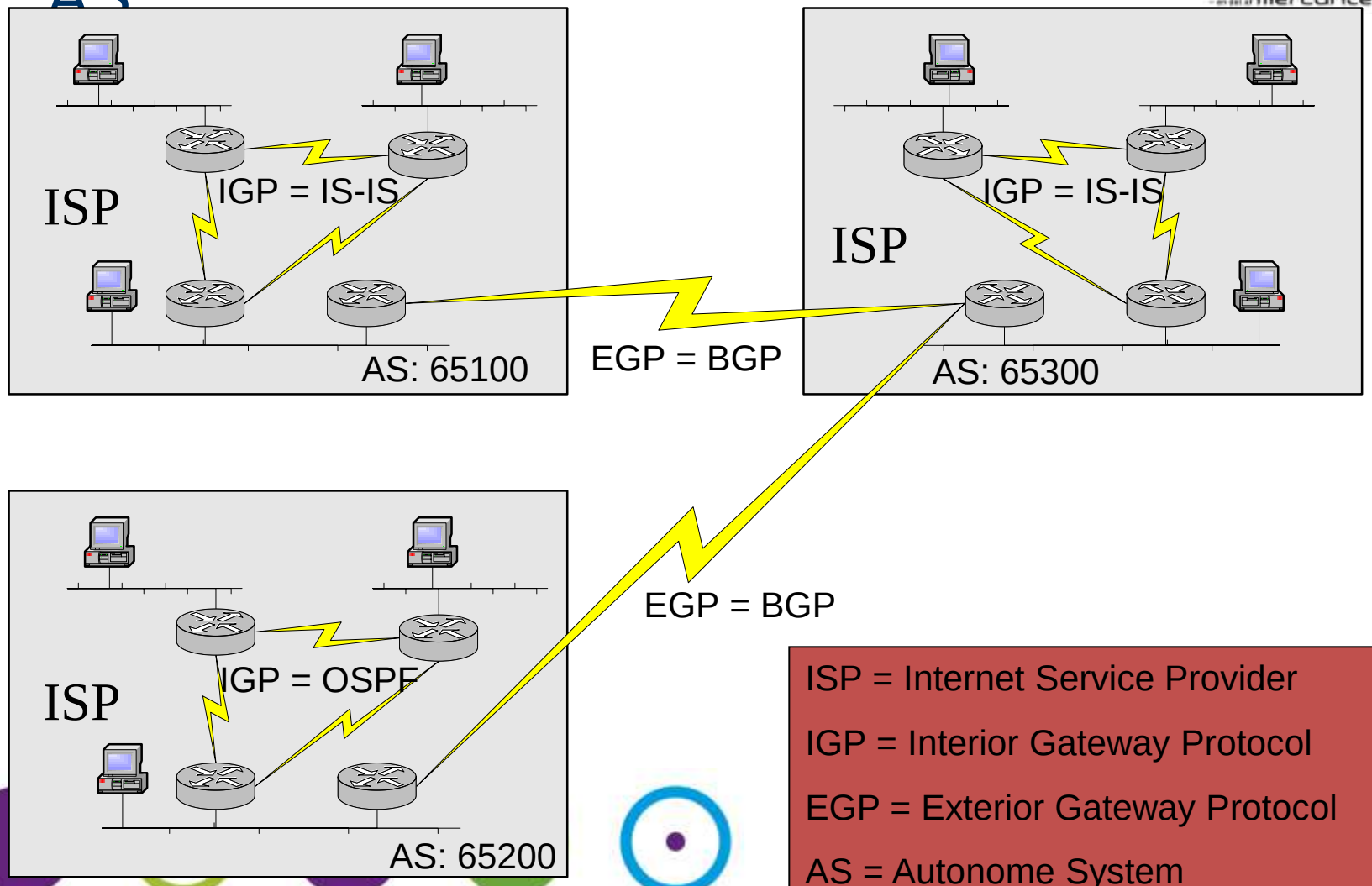
# En anden Distance Vector protokol

- IGRP - Interior Gateway Routing Protocol
  - Den er Cisco proprietær.
  - Det er en forbedret RIP protokol.
- Fordele:
  - Kan finde ud af store net
    - Maksimum HOP-Count = 255
  - Kan ”måle” afstand mellem net på kombinationer opsat af:
    - Hop-count, Båndbredde, forsinkelse, belastning, pålidelighed og pakkestørrelse.

# Link State routings protokoller - SPF

- Link State routings-protokoller er en helt anden type protokol:
  - De sender ikke hele Route-tabeller, men kun Link State Advertisments -LSA'er
  - Hver LSA indeholder liste over tilsluttede netværk til den enkelte Router.
  - Alle Routere sender LSA til alle andre routere
  - Alle Routere lærer alle andre Routere at kende.
  - Bedste Route udregnes på denne baggrund.
    - SPF – Shortest Path First
- Routere på meget store netværk kommunikerer næsten altid ved hjælp af Link State protokoller:
  - Eksempler: OSPF eller IS-IS

# ! Internettet: ISP'er med IGP, EGP og AS



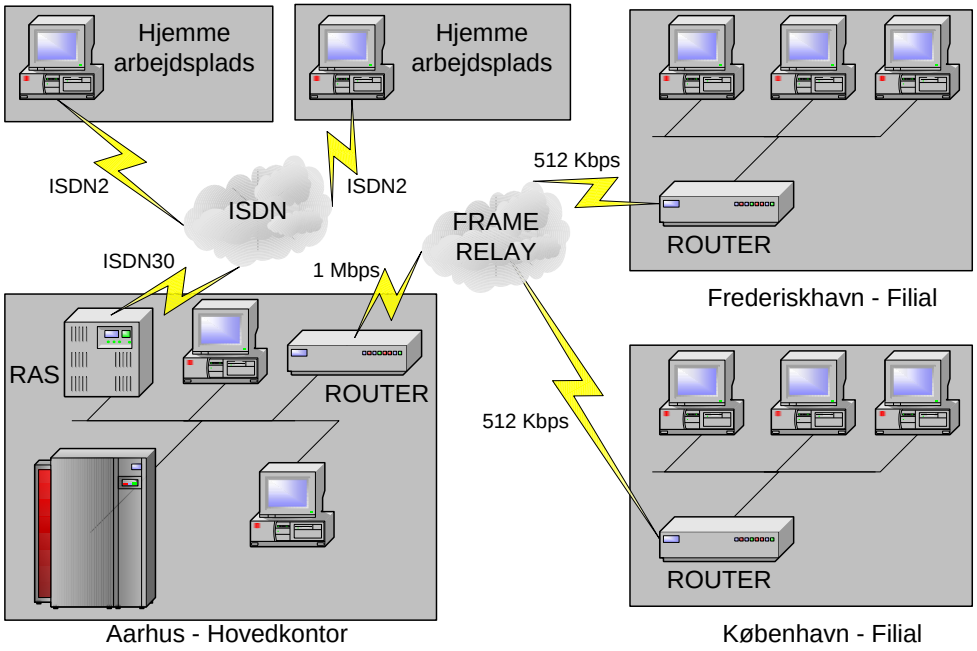

ISP = Internet Service Provider

IGP = Interior Gateway Protocol

EGP = Exterior Gateway Protocol

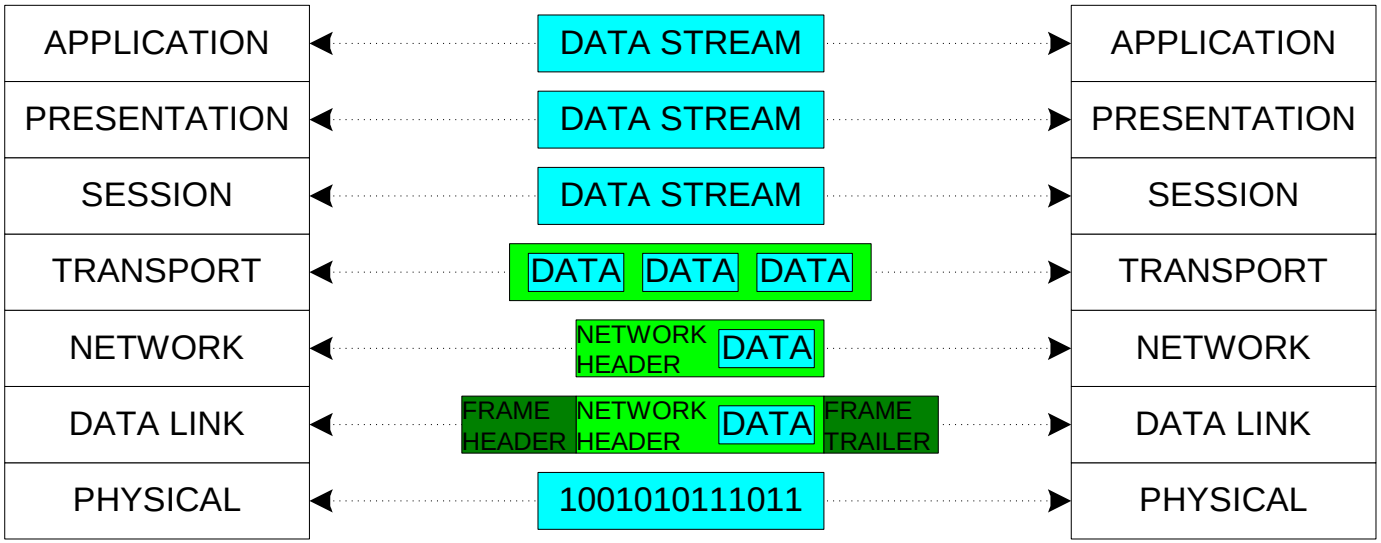
AS = Autonome System

# WAN - Wide Area Network



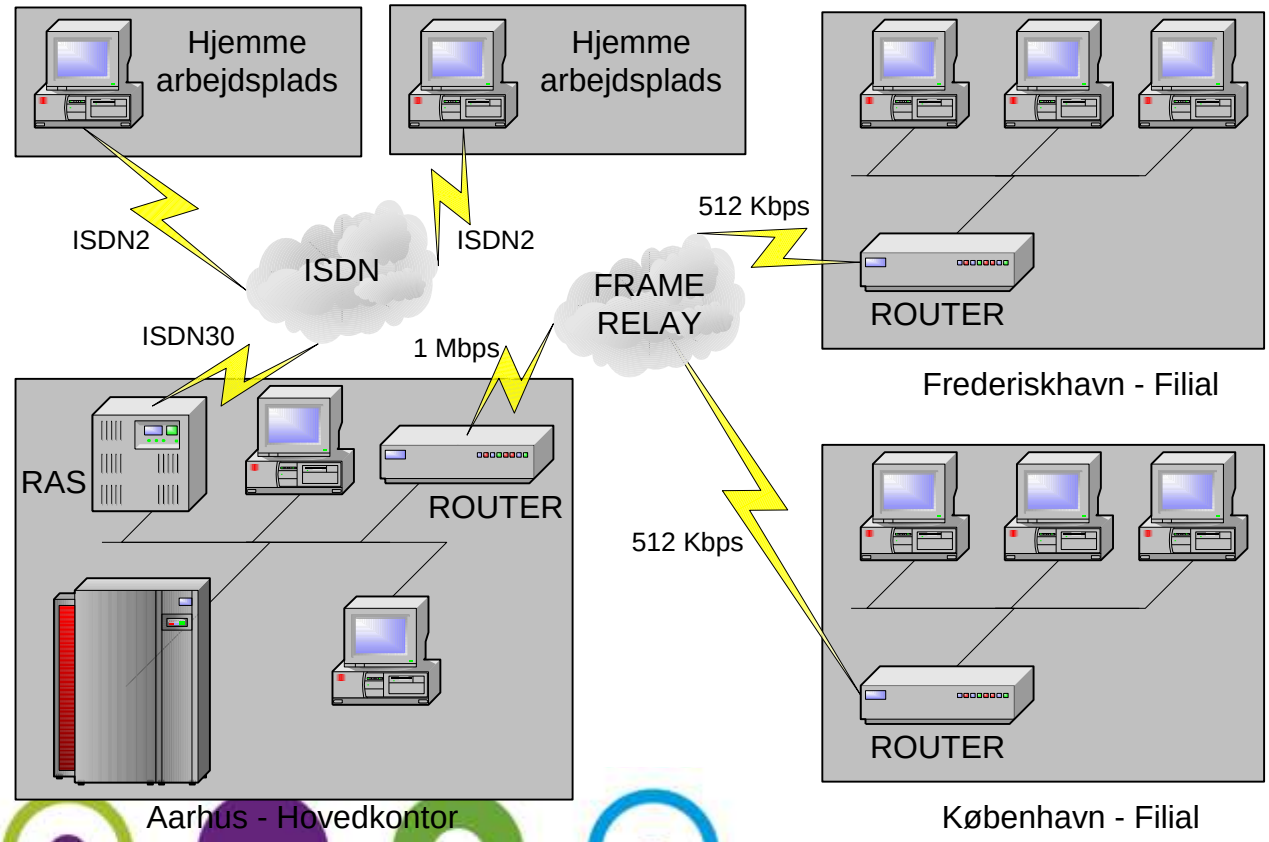

- et netværk der rækker over lange distancer

# WAN - Wide Area Network

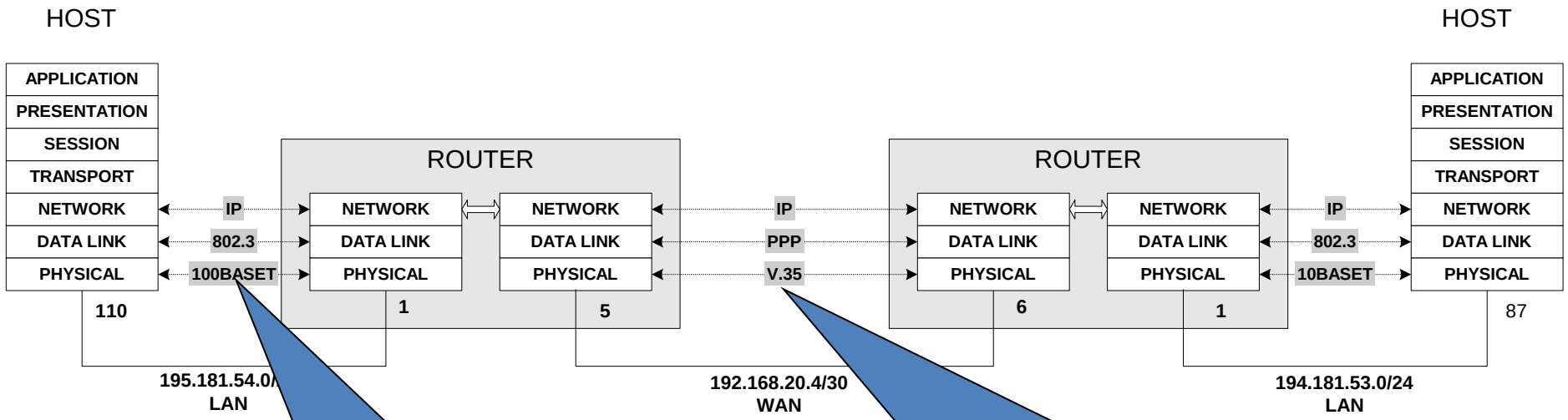



Et spørgsmål om indpakning!

# WAN's for 10 år siden



# Routning vist i OSI modellen



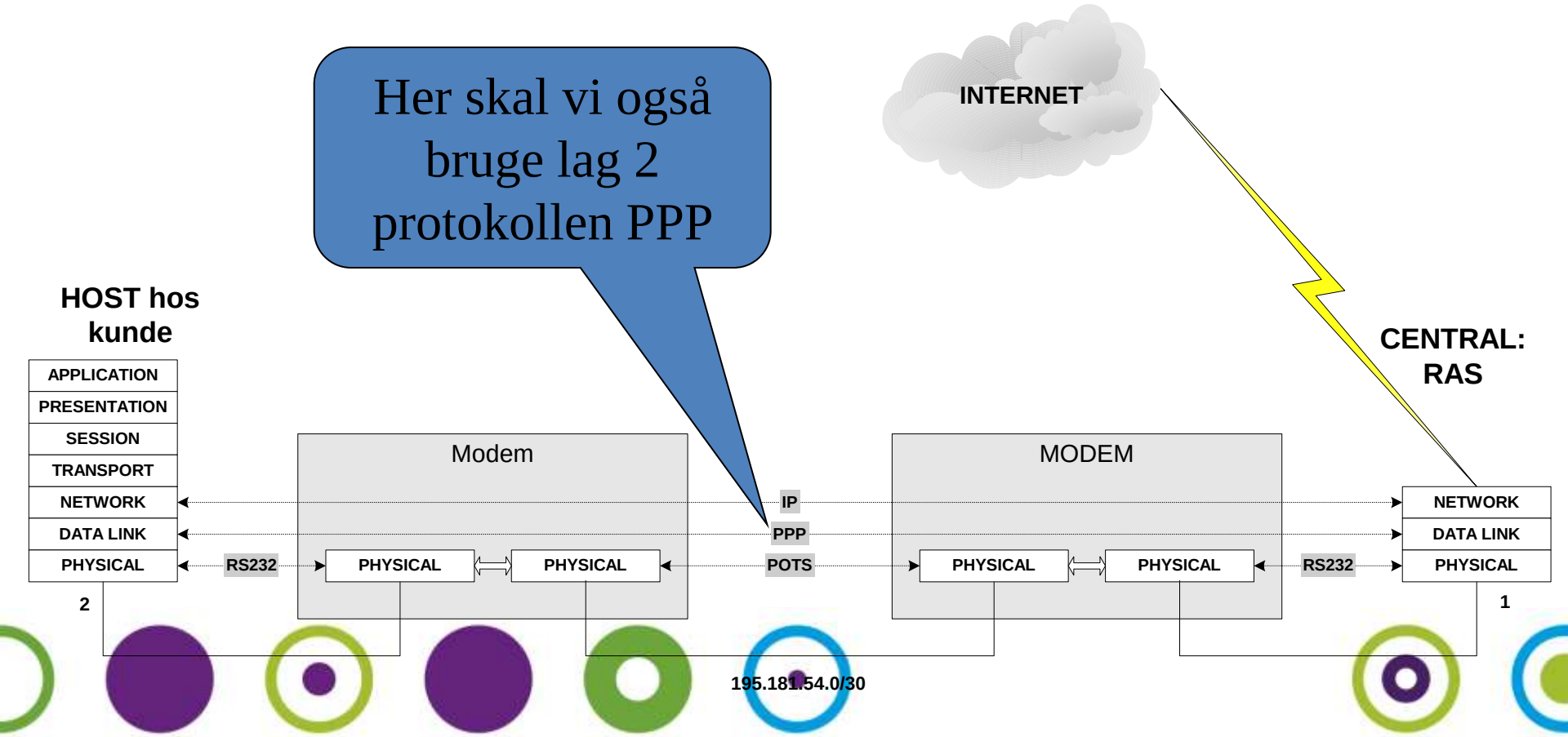

På LAN siden giver Ethernet os OSI lag 1 og 2

På WAN siden skal vi også have OSI lag 1 & 2, men her benyttes V.35 og PPP

# Typiske ældre typer WAN's

- POTS - Plain Old Telephone Service (PSTN)
  - Dial up modem (9600 - 56000 bps)
  - Taksering pr. minut
- ISDN - Integrated Services Digital Network
  - ISDN terminaladapter. ( 2 x 64000 bps)
  - Taksering pr. minut pr. 64000 bps kanal.

# Eksempel: Internet via Dial-up modem



# Point-to-point protokollen PPP er

- en lag 2 (Datalink) protokol der er udviklet til at etablere direkte forbindelse mellem to 'noder' i et netværk.
- designet til at overføre dataframes fra IP, IPX eller AppleTalk protokollerne
- primært brugt til opkobling af computere til forskellige typer netværk, f.eks. Internet, via telefonnettet, men den kan også ses benyttet til at etablere forbindelser med via bredbånd.
- udviklet som afløser for den noget ældre - og mindre sikre - Serial Line Internet Protocol, SLIP.
- oftest brugt sammen med Authentication protokollen **CHAP**, der muliggør kontrol af afsender/modtager, både før og under dataudvekslingen. CHAP er mere sikker end PAP.

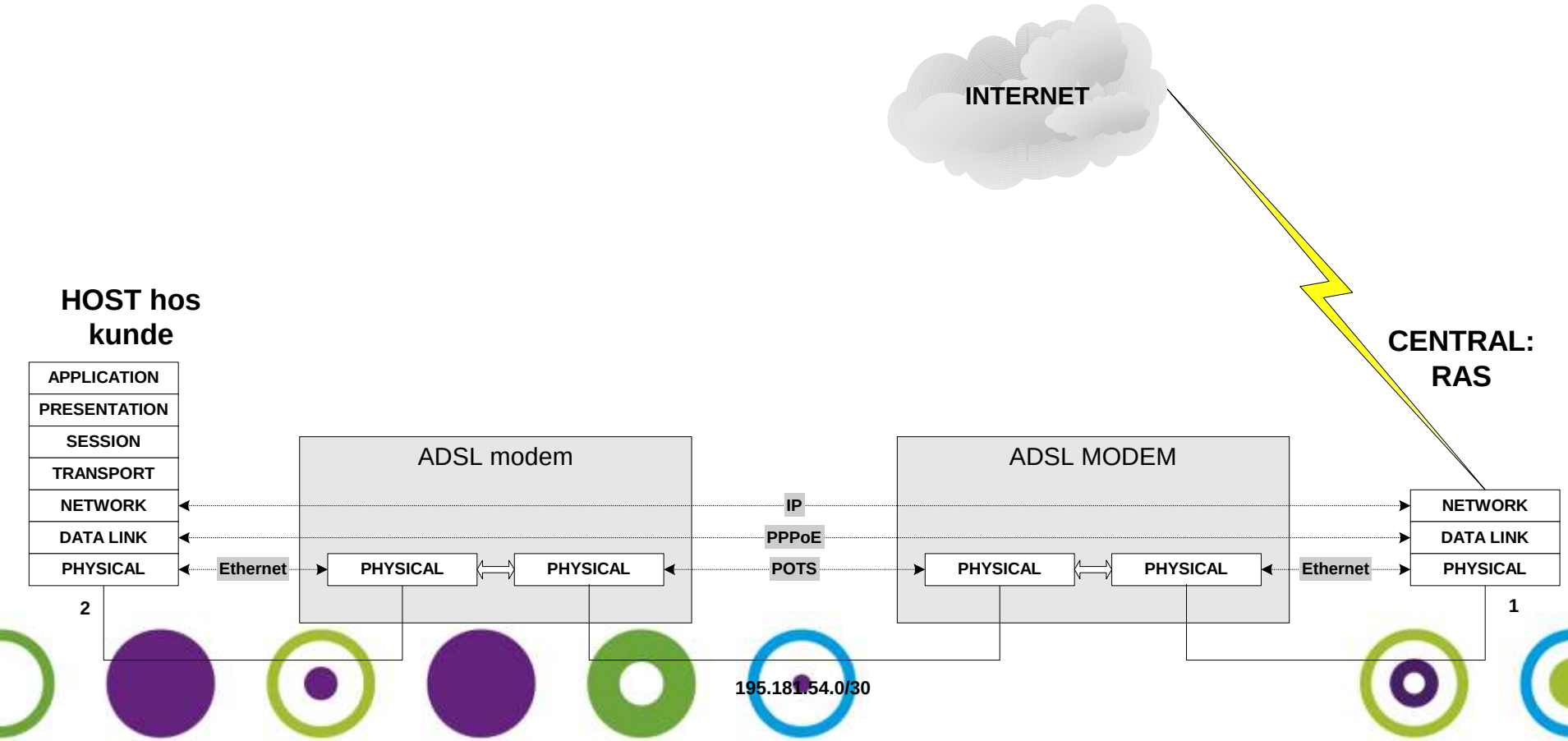
# PPP og Asynkron datatransmission

- PPP protokollen er designet til at blive overført både via Asynkron og Synkron datatransmission på OSI lag 1
- Hvis man anvender Asynkron datatransmission:
  - Data sendes i en kontinuerlig strøm uden naturlig start og slut. For eksempel via en COM-port på en Pc og standarden her kaldes RS232C, seriel datatransmission.

# PPP og Synkron datatransmission

- Hvis man anvender Synkron transmission af data:
  - Data sendes i afgrænsede ”klumper”. For eksempel en Ethernet pakke. (64 - 1518 byte)
  - Eksempler på PPP via synkron teknologi:
    - V.35 - synkron seriel forbindelse.
      - Kan overføre n x 64000 bps.
    - Ethernet
      - 10/100/1000/10000 Mbps
      - Kaldes også PPP over Ethernet - PPPoE

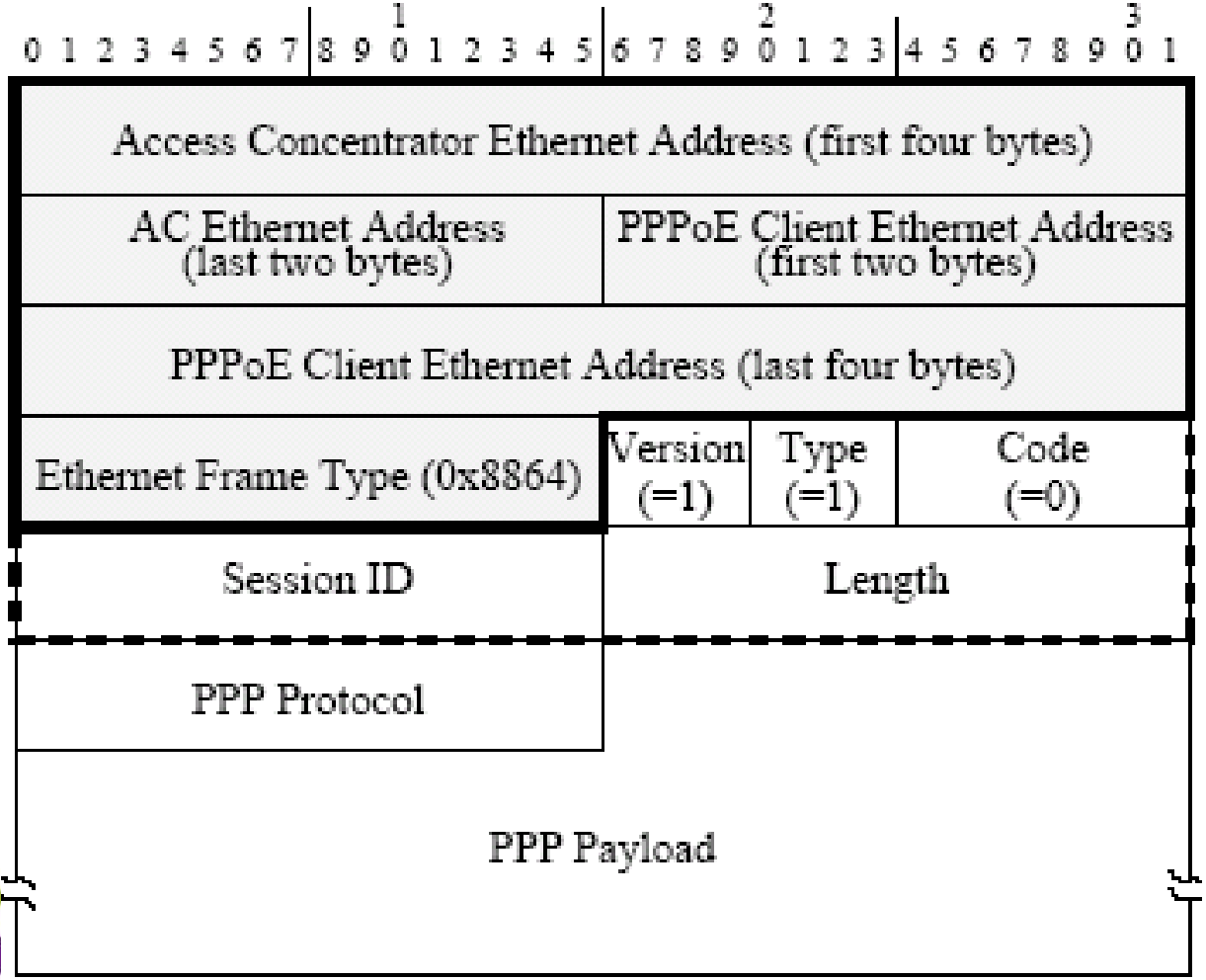
# Et PPPoE eksempel



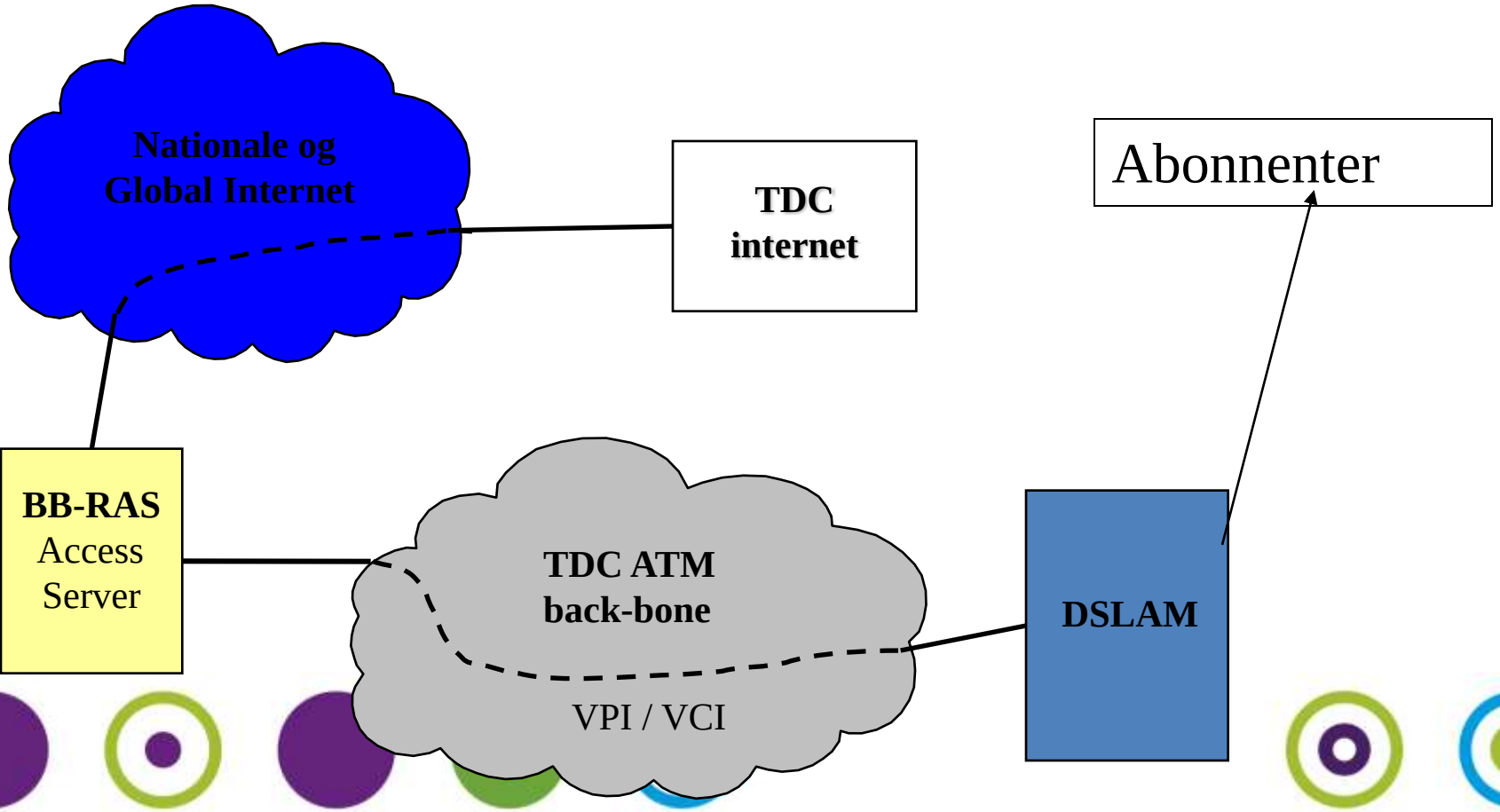
# PPPoE fordele

- Fordele for ISP udbyderen
  - PPPoE sessioner er PPP sessioner, og tildelte IP adresser er dynamiske. (Styres af ISP)
  - PPPoE sessioner kan takseres blandt andet på opkoblingstid
  - PPP's login (PAP,CHAP) kan anvendes til taksering. Kunden identificerer sig ved opkobling.

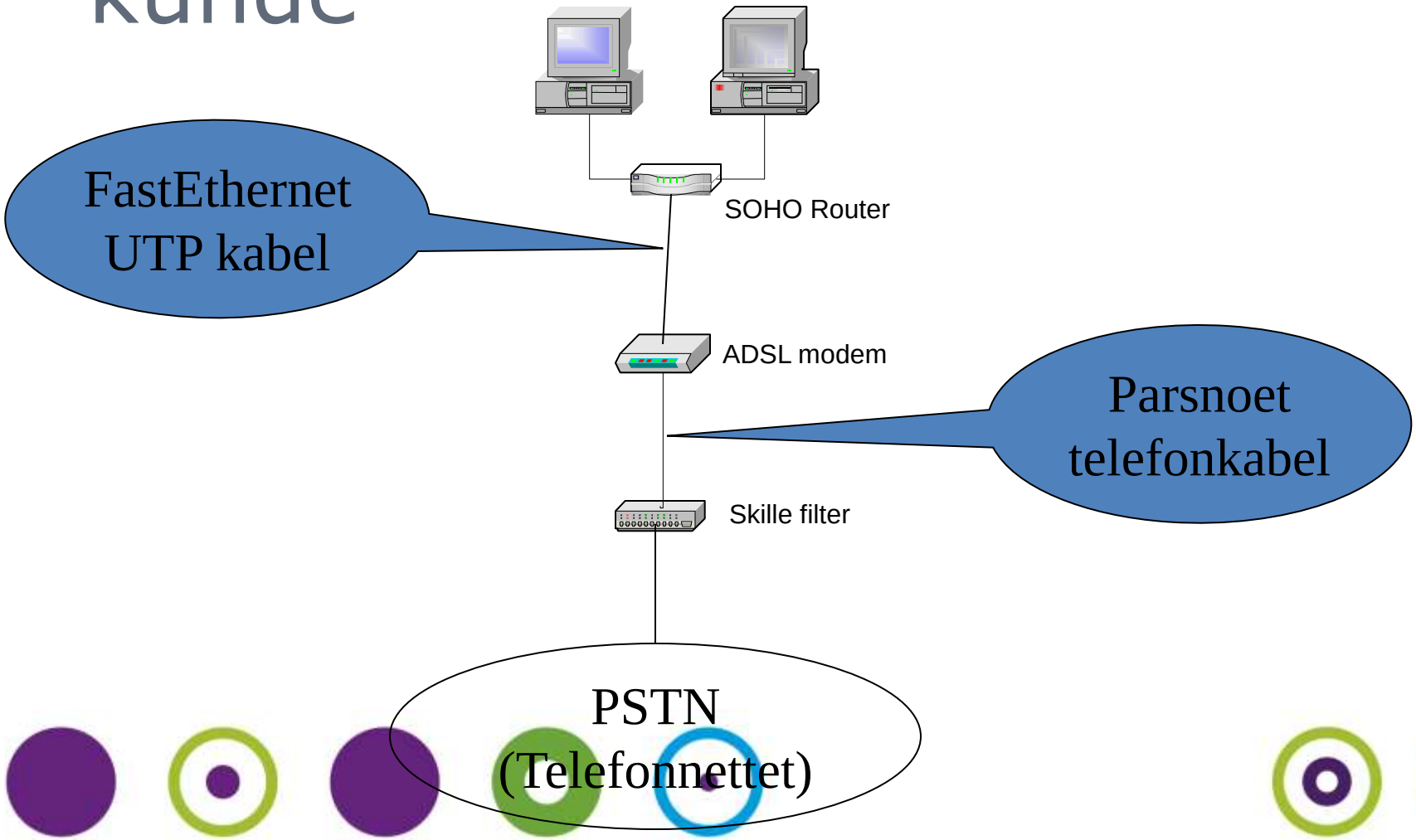
# Ethernet og PPP sammen



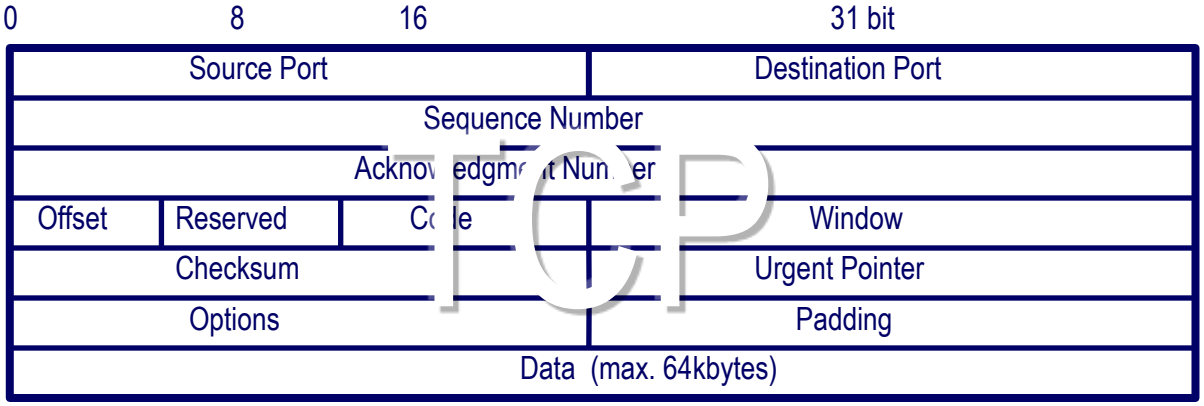
# ADSL system løsning

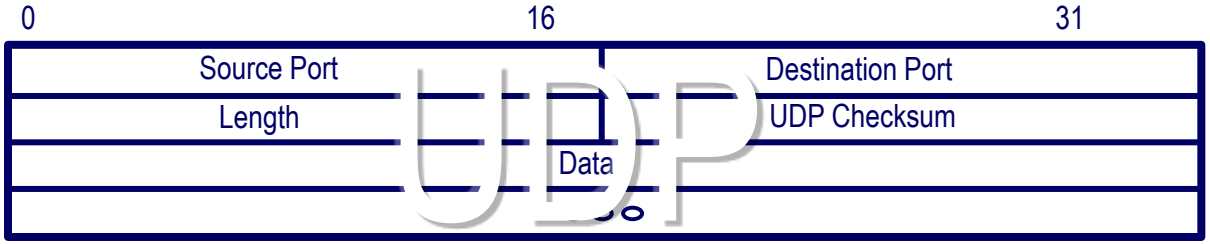


# ADSL løsning ude ved kunde



# TCP & UDP protokollerne




- på OSI lag 4, transportlaget

# Transport lag

Transport lagets funktioner:

- Opbygger data transport forbindelser, som er transparente for de øvre lag.
- Forbindelserne kan betragtes virtuelle, punkt-til-punkt forbindelser.
- De 2 almindeligste

| | |
|---|---|
| Lag 7 | Applikation |
| Lag 6 | Præsentation |
| Lag 5 | Session |
| Lag 4 | Transport |
| Lag 3 | Netværk |
| Lag 2 | Data Link |
| Lag 1 | Fysisk |

# TCP og UDP oversigt

- TCP (Transmission Control Protocol) opbygger virtuelle forbindelser mellem slut bruger applikationer. Karakteristisk for TCP er:
  - Forbindelsesorienteret (virtuel forbindelse).
  - Pålidelig transport.
  - Opdeler data som skal sendes i segmenter.
  - Samler data segmenterne igen hos modtageren.
  - Der kvitteres for alle data og hvis data ikke er modtaget sendes de igen.
- UDP (User Datagram Protocol) transportere data mellem hosts, men der garanteres ikke for om data afleveres. Karakteristisk for UDP er:
  - Forbindelsesløs.
  - Upålidelig - ingen garanti for at data afleveres.

# TCP og UDP port numre

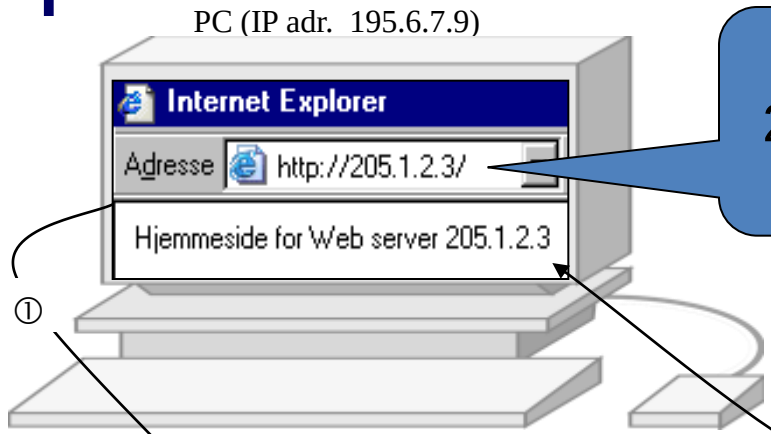
- Et datagram finder modtageren og modtagernettet vha. IP adressen.
- Adressering af applikationer i den enkelte host udføres vha. port numre i TCP og UDP protokollerne.
- En IP adresse med tilhørende port numre kaldes en socket.
- Et port nummer kan have en værdi fra 0–65535, hvor porte fra 0–1023 kaldes kendte porte hvilket vil sige at deres brug er fastlagt (fx 21 ftp port).
- Porte kan være destinations og source porte:
  - En destinations port beskriver hvor i modtager maskinen datagrammet skal hen, dvs. hvilket program eller service det skal adresseres til.
  - Source porte anvendes til at beskrive afsenderens sessions nummer og betyder at man fx kan se på flere hjemmesider (sessioner) på en gang. Source porten vælges af afsenderen og kan være alle ubrugte / ukendte porte, minus destinations porten.
- Den officielle liste over portnumre administreres af IANA og kan ses på hjemmesiden

www.iana.org/assignments/port-numbers

# Eksempler på TCP og UDP portnumre

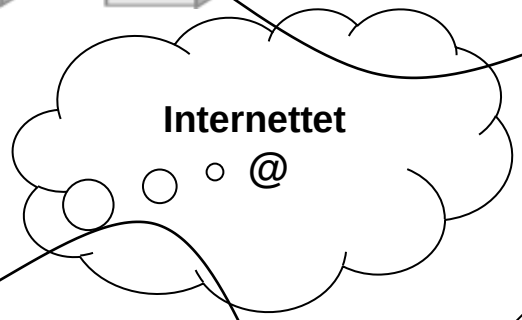
| Navn | Port nr. | Protokol | Beskrivelse af service |
|---|---|---|---|
| Ftp | 21 | tcp | File Transfer Protokol |
| Telnet | 23 | tcp | Telnet remote login |
| Smtp | 25 | tcp | Simple Mail Transfer Protokol |
| Domain | 53 | udp | Domain Name Server |
| Bootps | 67 | udp | Bootstrap Protocol Server / DHCP server |
| Bootpc | 68 | udp | Bootstrap Protocol Client / DHCP client |
| Tftp | 69 | udp | Trivial File Transfer Protocol |
| Www-http | 80 | tcp | World Wide Web http |
| Pop3 | 110 | tcp | Post Office Protocol – Version 3 |
| Nntp | 119 | tcp | Network News Transfer Protocol |
| Netbios-ns | 137 | tcp | NETBIOS Name Service |
| Netbios-ns | 137 | udp | NETBIOS Name Service |
| Netbios-dgm | 138 | tcp | NETBIOS Datagram Service |
| Netbios-dgm | 138 | udp | NETBIOS Datagram Service |
| Netbios-ssn | 139 | tcp | NETBIOS Session Service |
| Netbios-ssn | 139 | udp | NETBIOS Session Service |
| | 1023 | | |
| Frie porte | 1024-65535 | | Kan bruges af alle |

# Sådan benyttes TCP portnummeret

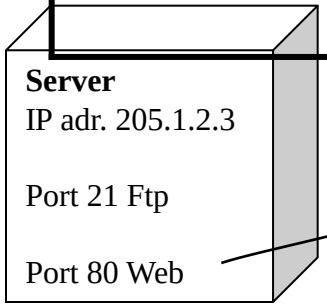



Et Internet-opslag på IP adressen 205.1.2.3 med http-www port 80 som modtager portnummer:

| Destinations IP : port | Source IP : port |
|---|---|
| 205.1.2.3 : 80 | 195.6.7.9 : 1105 |

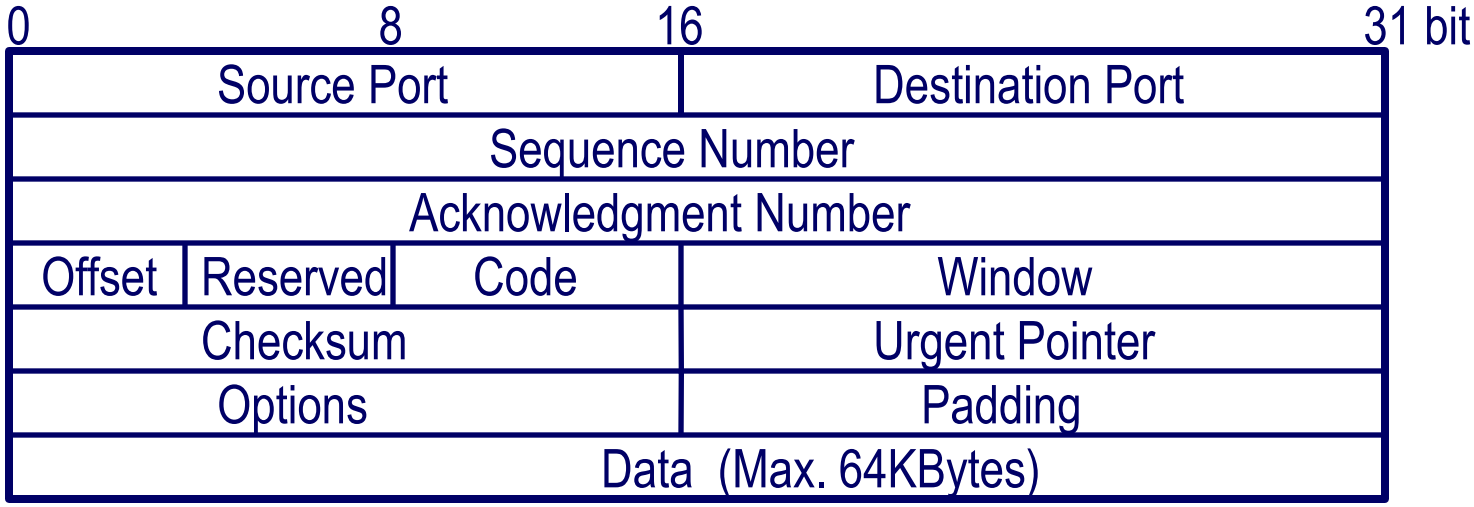



| Destinations IP : port | Source IP : port |
|---|---|
| 195.6.7.9 : 1105 | 205.1.2.3 : 80 |



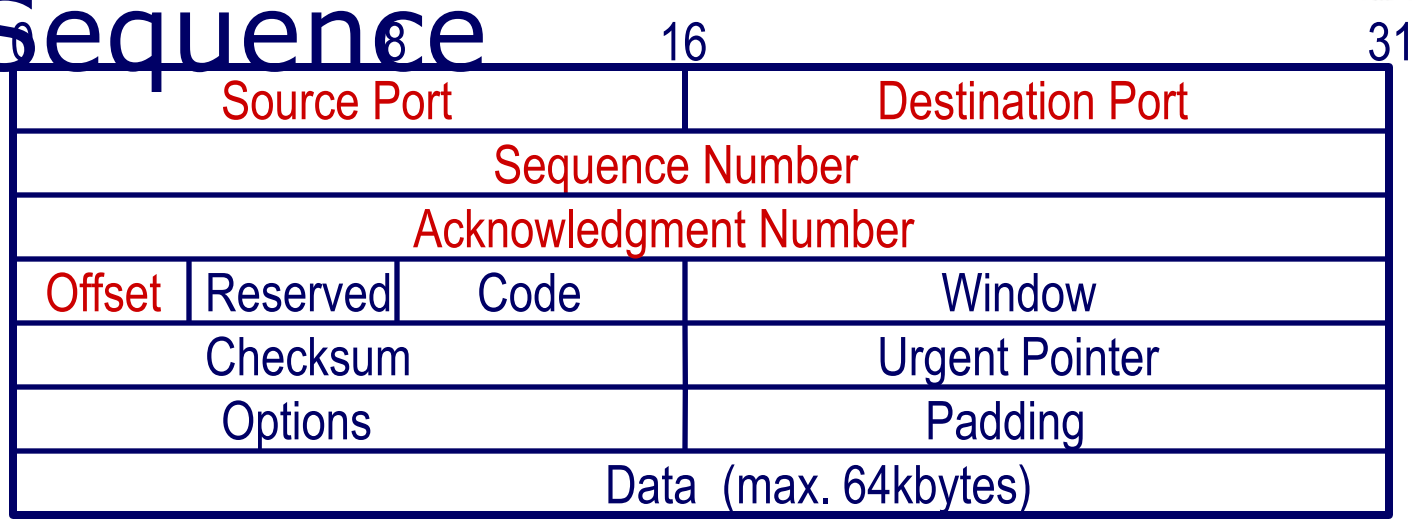

②

# TCP protokollen - Segmentet



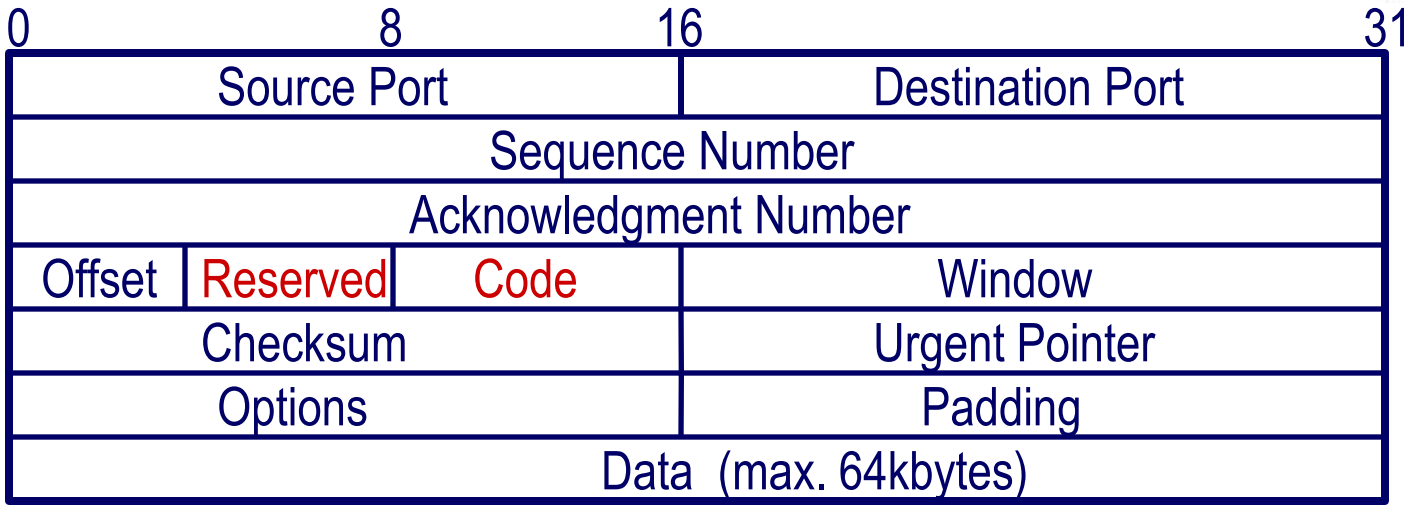

- Alle TCP segmenter opdeles i et antal header-felter, efterfulgt af et stort datafelt.
- Datafeltet er på max. 64KB, hvilket svarer til at et TCP segment præcis kan være i

# TCP protokollen - Porte og Sequence



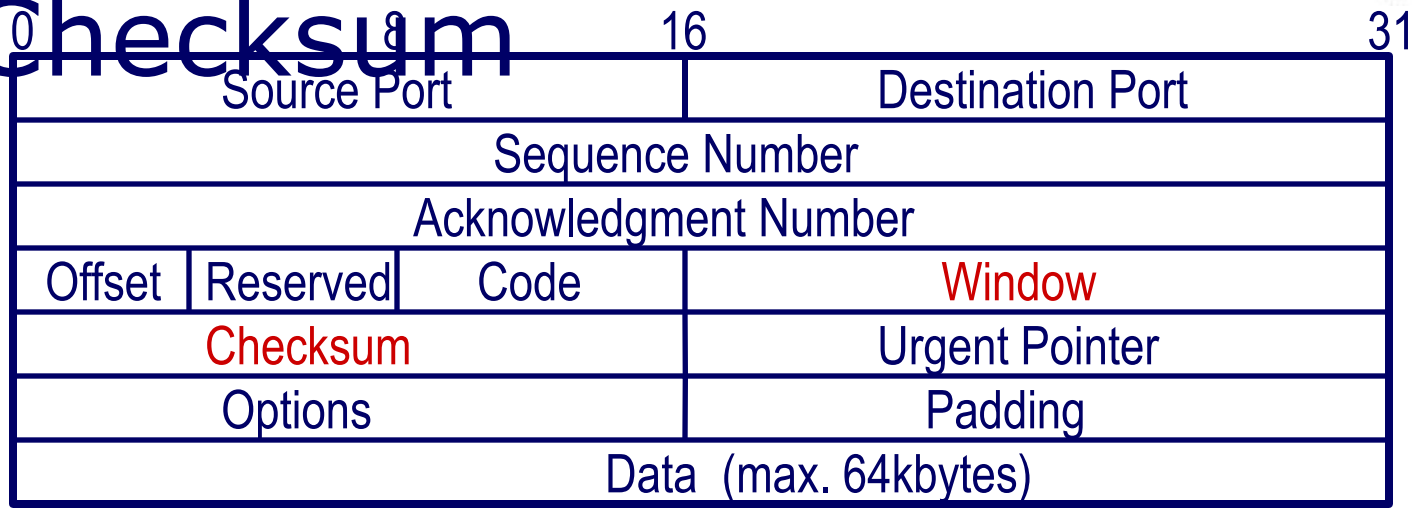

- **Source** og **Destination** porte identificerer applikationen i hver ende af forbindelsen.
- **Sequence Number** er sekvensnummeret på den første byte i det aktuelle data felt. Angiver segmentets nummer i rækkefølgen.
- **Acknowledgment Number** er et kvitteringsnummer som angiver nummeret på det sekvensnummer som senest er modtaget plus 1.
- **Offset** angiver størrelsen på TCP headeren, som er

# TCP protokollen - Code



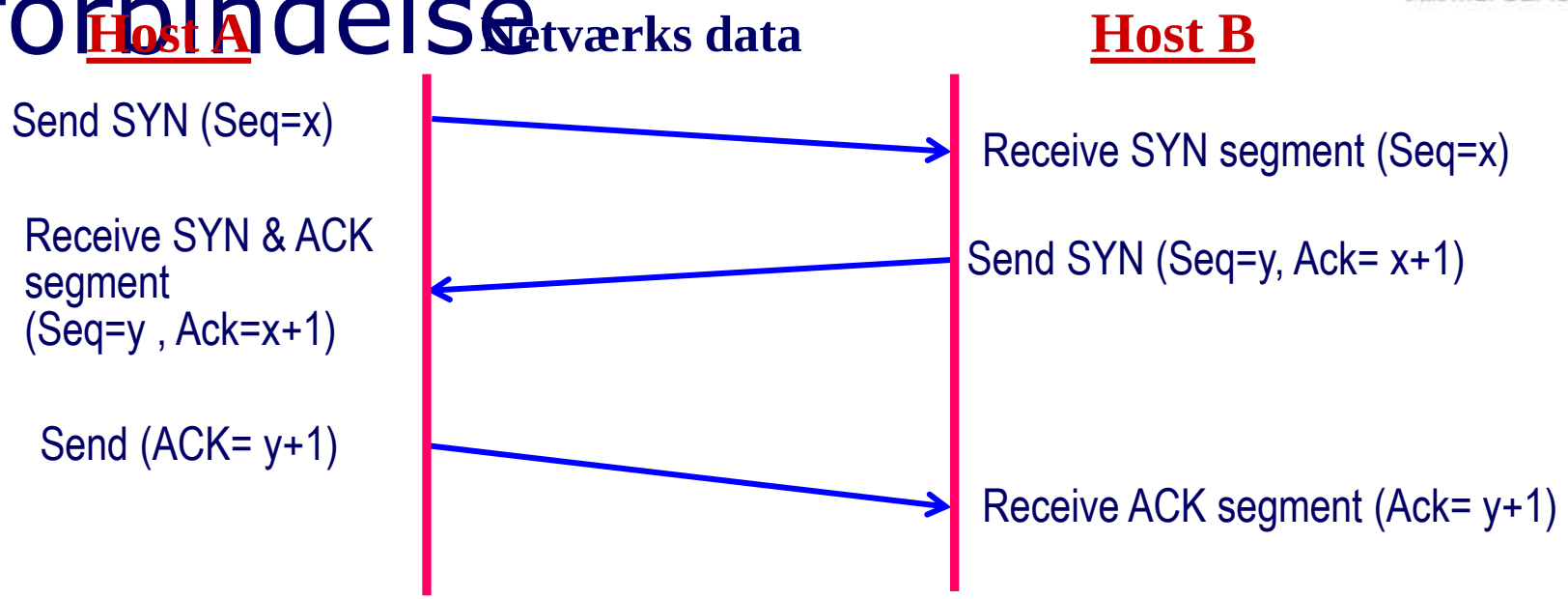

- **Reserved** feltet består af 3 bits reserveret til fremtidige formål
- **Code** feltet består af 6 bits, med hver deres funktion:
  - URGent: Indikerer at data i dette segment er særlig vigtige.
  - ACKnowledgement: Viser at der er tale om en kvittering.
  - PuSH: Viser at data i dette segment skal sendes lige nu.
  - ReSeT: Hvis der har været en fejl, viser bittet at der skal sendes en pakke som sørger for at genoprette sessionen.
  - SYNchronize: Anvendes under etablering af en forbindelse.
  - FINish: Anvendes til at afslutte en forbindelse.

# TCP protokollen - Window & Checksum




- Window feltet:
  - Angiver hvor mange bytes afsenderen kan acceptere før den sender en kvittering.
  - Det er et mål for hvor stor modtagebufferen er på hosten som skal modtage data.
  - Vindues størrelsen kan ændres løbende i TCP, funktion kaldes sliding windows.
  - Window feltet er sammen med Sequence og Acknowledge nummeret TCP's flow kontrol.
- Checksum feltet er checksummen beregnet ud fra segmentet og headeren.

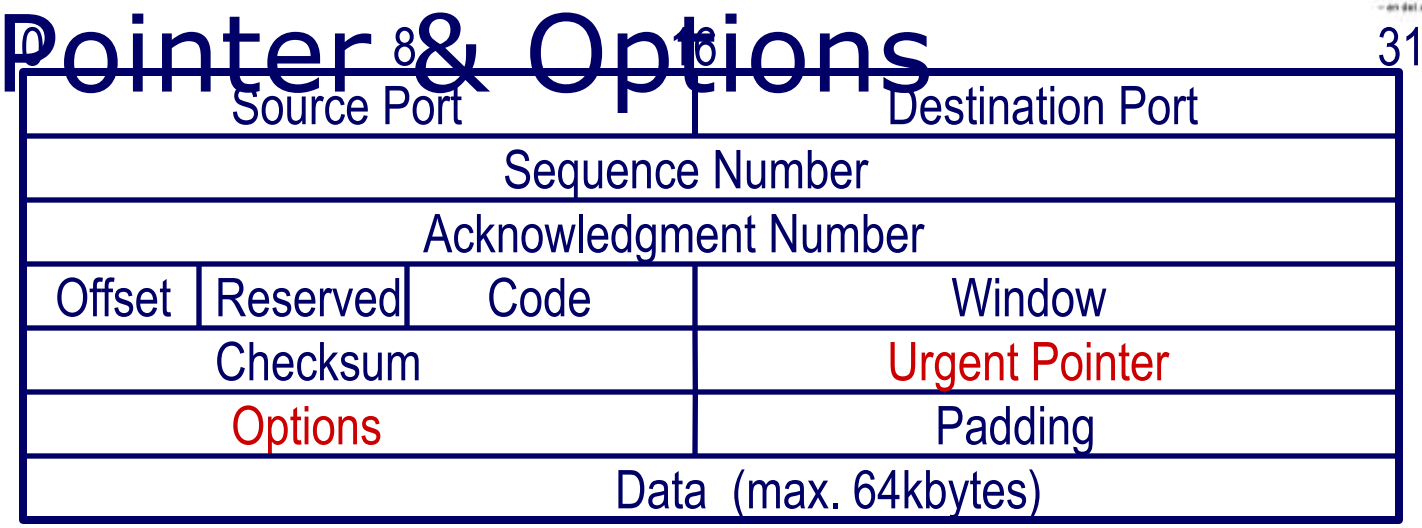
# TCP - etablering af forbindelse




- For at etablere en netværksforbindelse mellem to programmer anvender TCP en 3 vejs handshake rutine:
  - den skal sikre at begge sider er klar til at sende og modtage data.
  - den giver begge sider en mulighed for at acceptere start sekvens numrene.
  - data kan sendes sammen med handshake sekvensen, men skal tilbageholdes indtil handshake proceduren er slut
  - denne 3 vejs handshake funktion er nødvendig at få synkronisering.

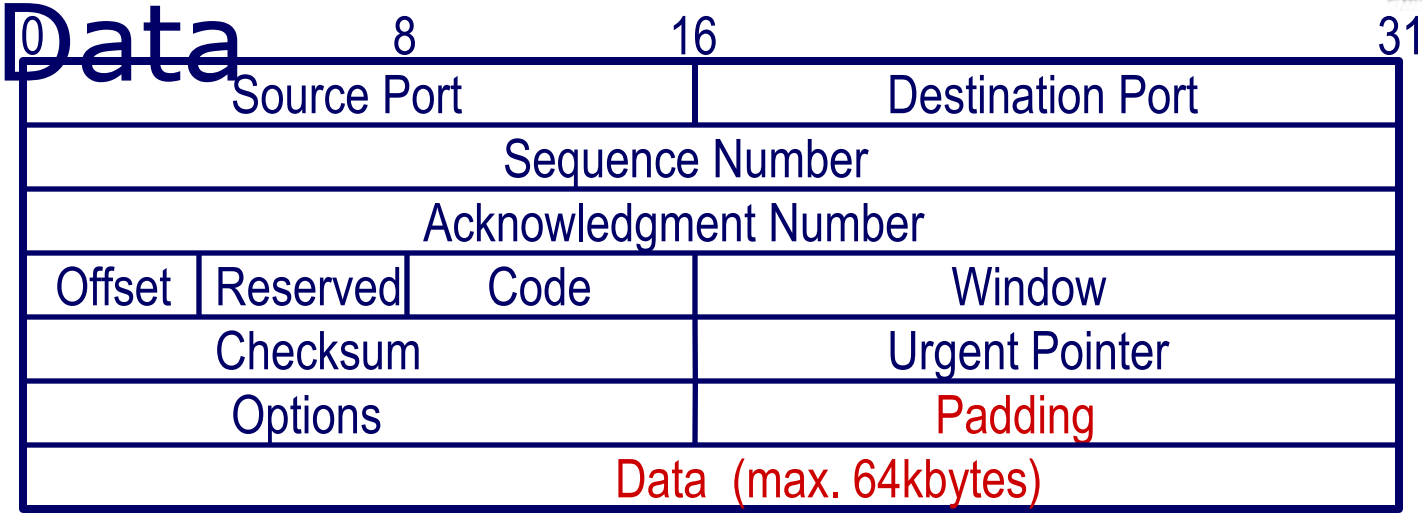
# TCP protokollen - Urgent Pointer & Options

HOUSE OF TECHNOLOGY
- en del af mercantec



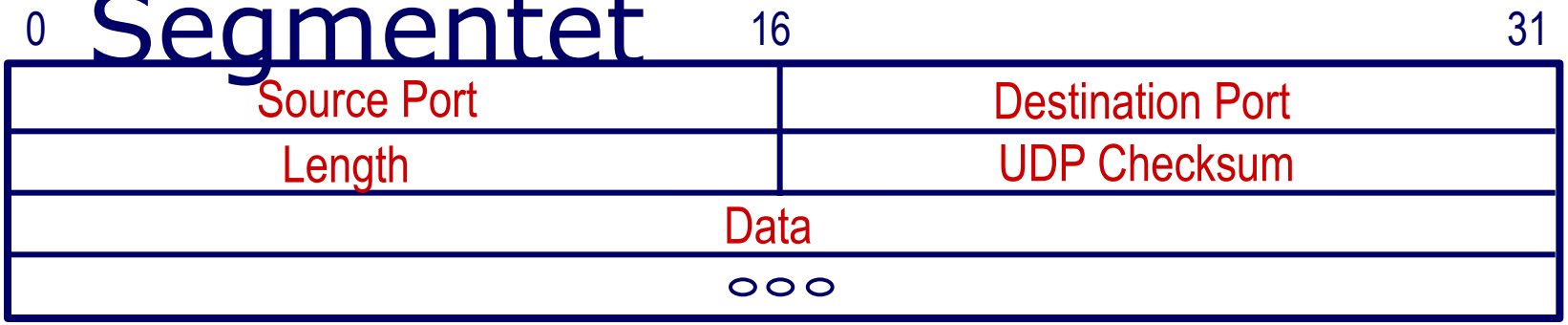

- Urgent Pointer anvendes sammen med sekvens nummeret til at angive hvor vigtige data fx tastatur tryk starter og slutter.
- Options er et felt af variable længde og bruges fx til at åbne

# TCP protokollen - Padding & Data



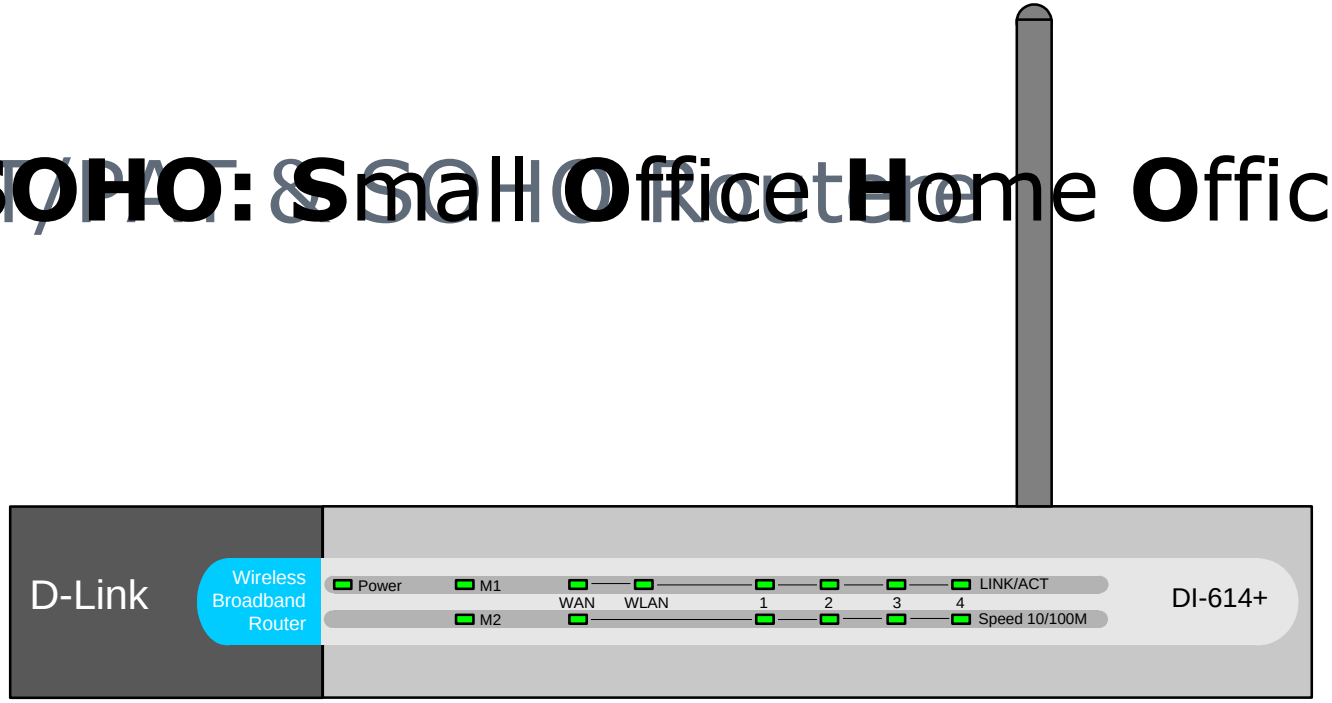

- Padding anvendes til at 'fylde efter' med 'dummy data' så headerfeltets længde bliver præcis et helt antal 32 bits felter (words).
- Data indeholder brugerdata fra et

# UDP protokollen - Segmentet




- Source og destination porte identificere applikationen i hver ende af forbindelsen:
  - Destination Port angiver protokollen i laget over som skal modtage datagrammet.
  - Source Port kan anvendes (sættes til 0 hvis den ikke bruges) og viser hvor datagrammet kommer fra.
- Length er antallet af bytes datagrammet fylder incl. headeren.
- Checksum kan anvendes efter behov, men sættes blot til 0 hvis den ikke bruges.
- Data indeholder brugerdata fra et eller andet program på en maskine, som har haft behov for at sende information ud

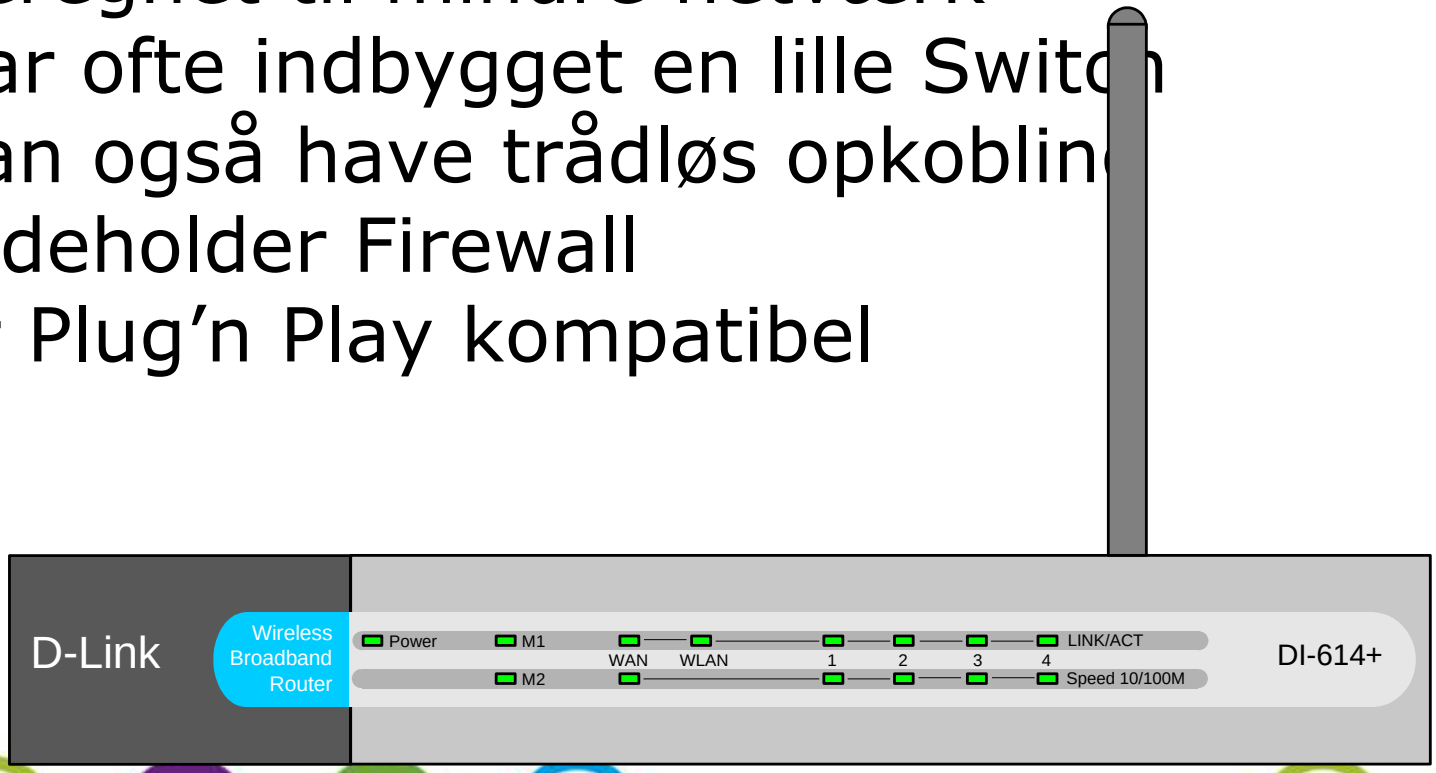
# SOHO: Small Office Home Office




- en introduktion til SOHO-routeren

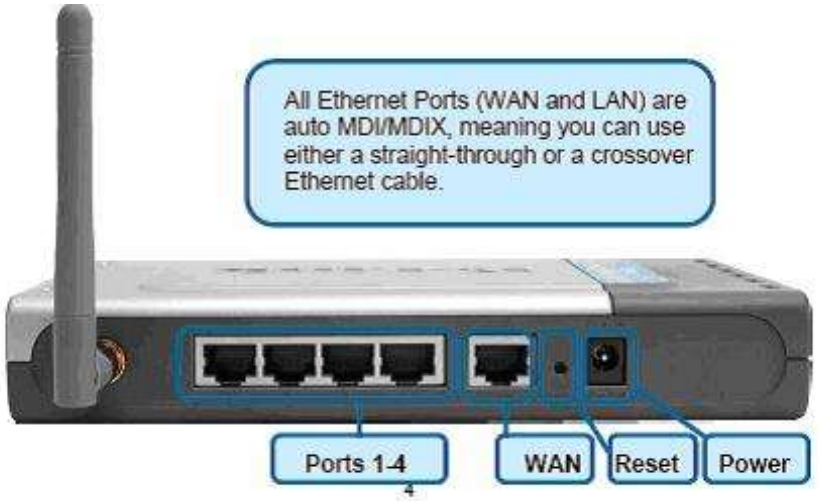
# SOHO Router

- Beregnet til mindre netværk
- Har ofte indbygget en lille Switch
- Kan også have trådløs opkobling
- Indeholder Firewall
- Er Plug'n Play kompatibel




D-Link DI-614+ SOHO Router – Set forfra

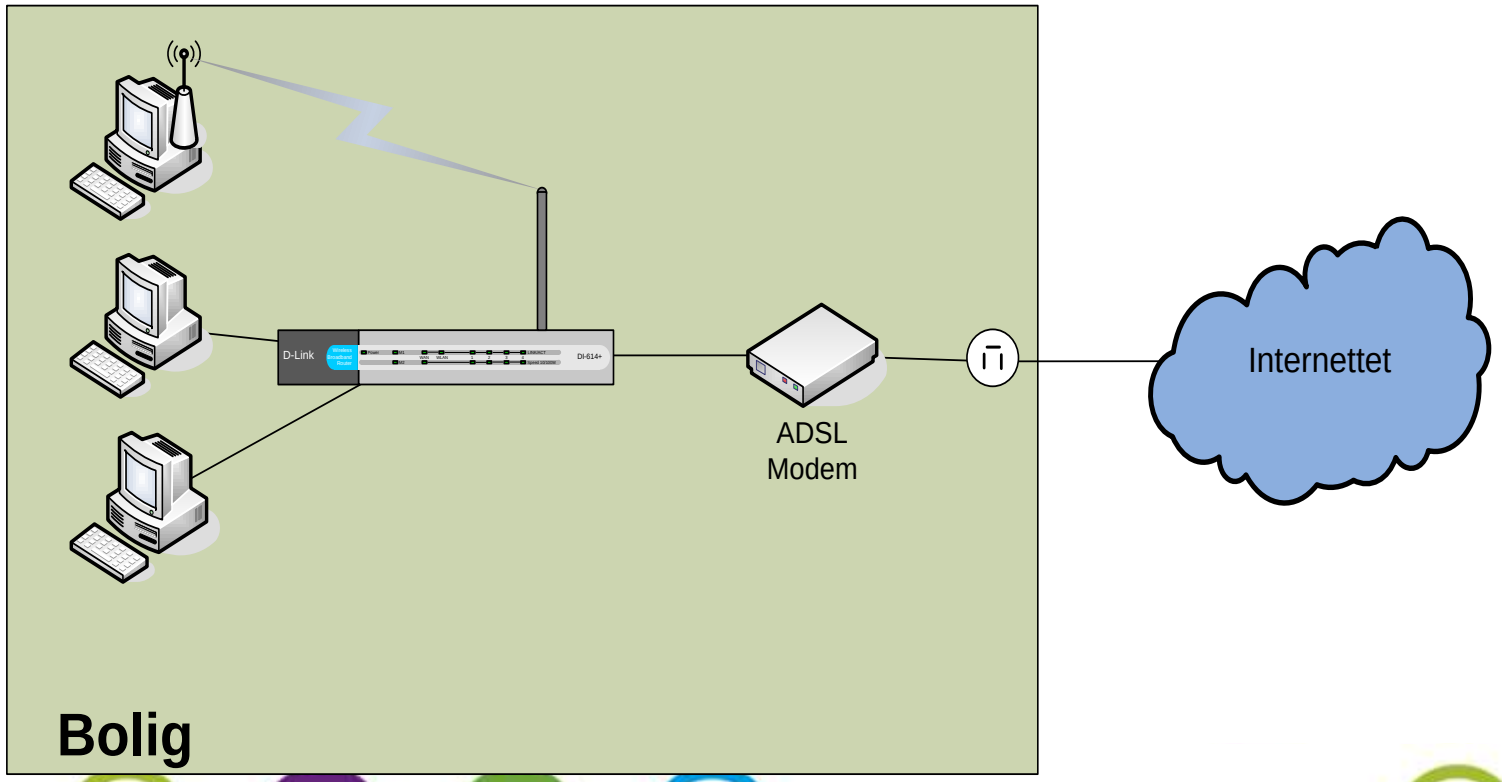
# SOHO Router tilslutning



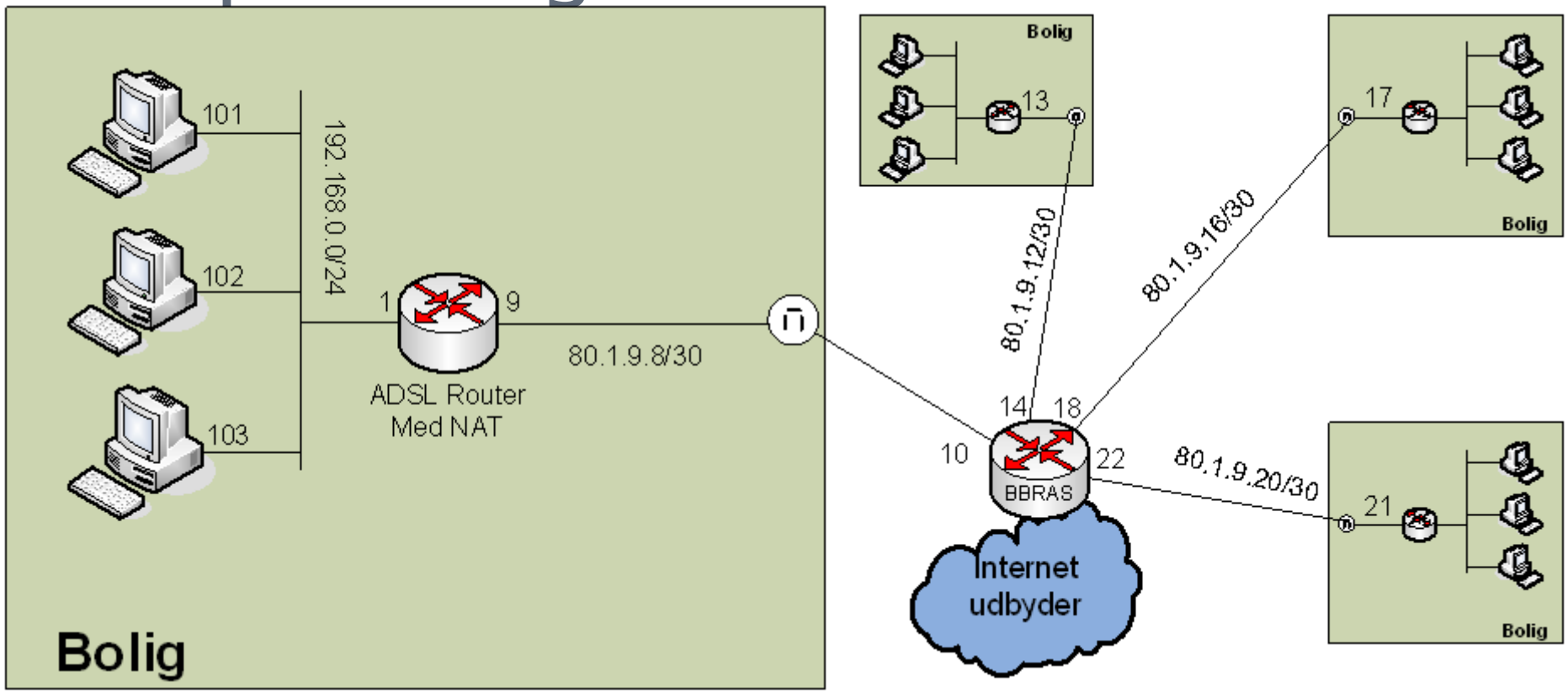

D-Link DI-614+ SOHO Router – Set bagfra

- Indbygget 4 ports FastEthernet Switch til lokalnet
  - også kaldet **Indre Net** (bagved firewallen)
- Indbygget trådløs Access-Point til lokalnet (Obs: Bagved firewallen).

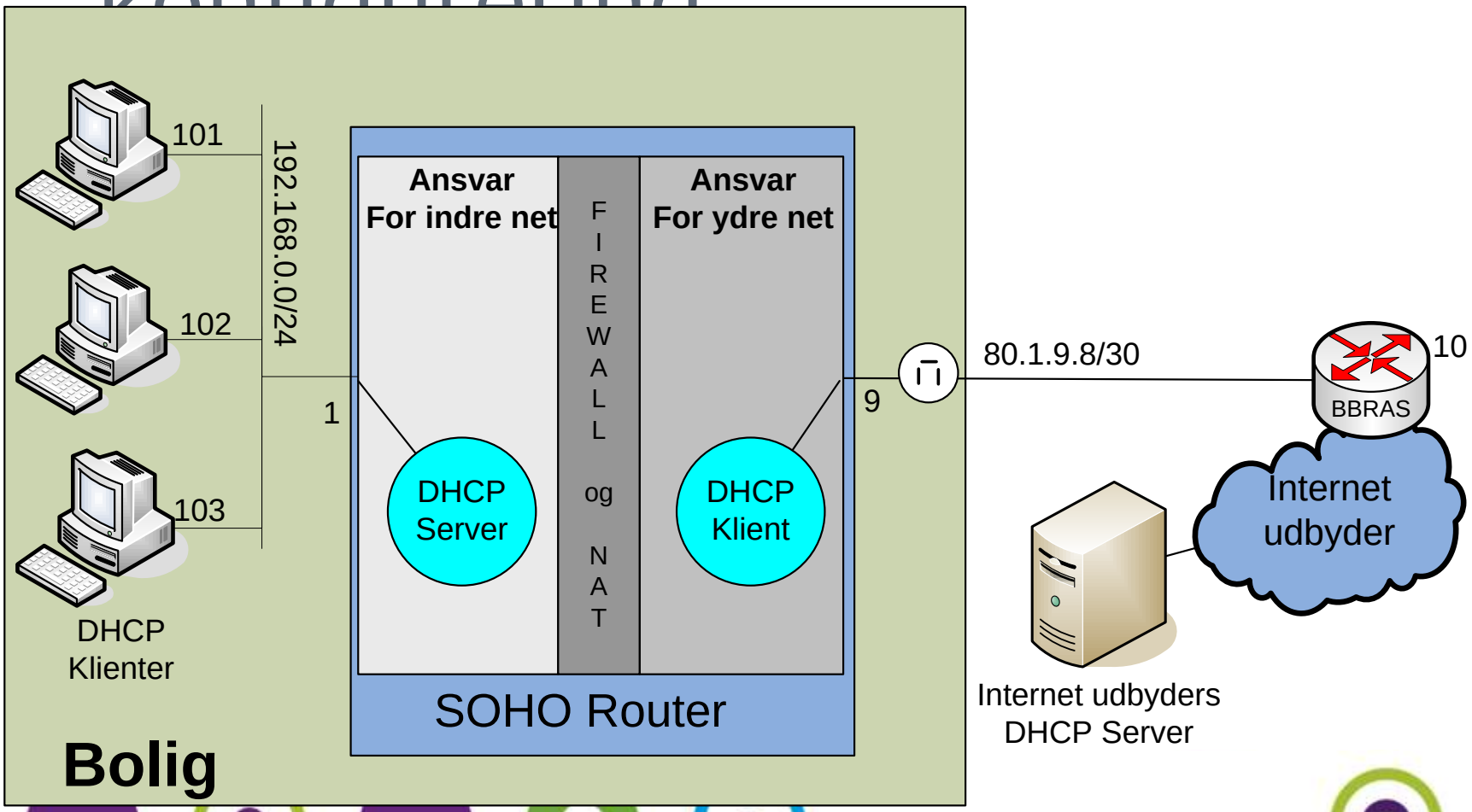
# ADSL og den fysiske opkobling



# ADSL og den logiske opkobling



# SOHO Router IP konfigurering



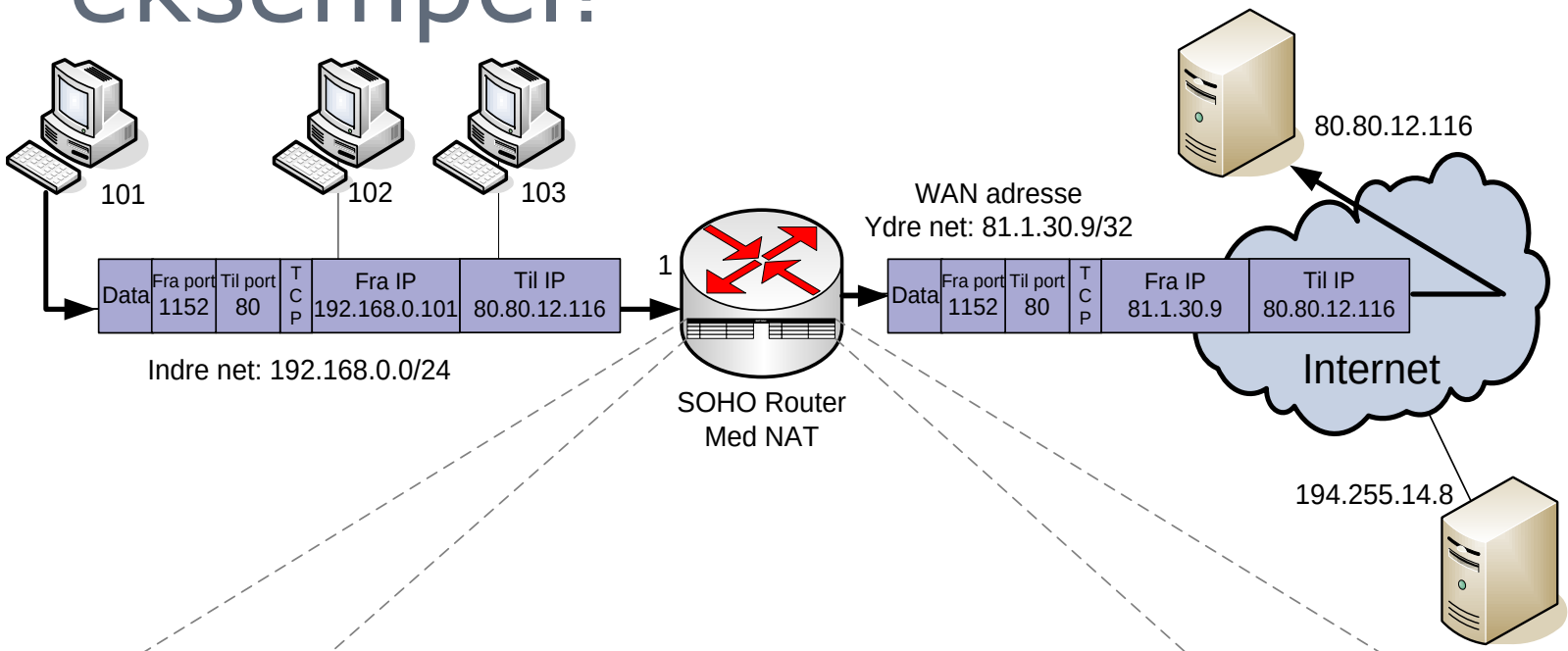
# NAT - omsætning af private IP adresser

- NAT: Network Address Translation
  - -én til én IP adresse omsætning
- Oversætter IP adresser fra Indre net til IP adresse på Ydre net (WAN)
- Private IP adresser benyttes oftest
  - -10.0.0.0/8
  - -172.16.0.0/12
  - -192.168.0.0/16
- NAT skjuler det Indre netværk effektivt for hackeren på Internettet

# NAT med PAT = Plug'n Play router

- PAT: Port Address Translation.
  - Mange til én IP adresseomsætning mulig
- TCP og UDP anvender port numre.
- NAT/PAT software holder rede i forbindelser på:
  - Protokol ( fx TCP)
  - Indre lokal IP ( fx. 192.168.0.101)
  - Indre lokal port ( fx. Port 1152)
  - Ydre global IP ( fx. 80.80.12.116)
  - Ydre global port ( fx port 80)
- De fem parametre skal være unikke både på Indre og Ydre net
- SOHO routeren har indbygget NAT med PAT
- Teknisk forklaring kommer på et senere tidspunkt!

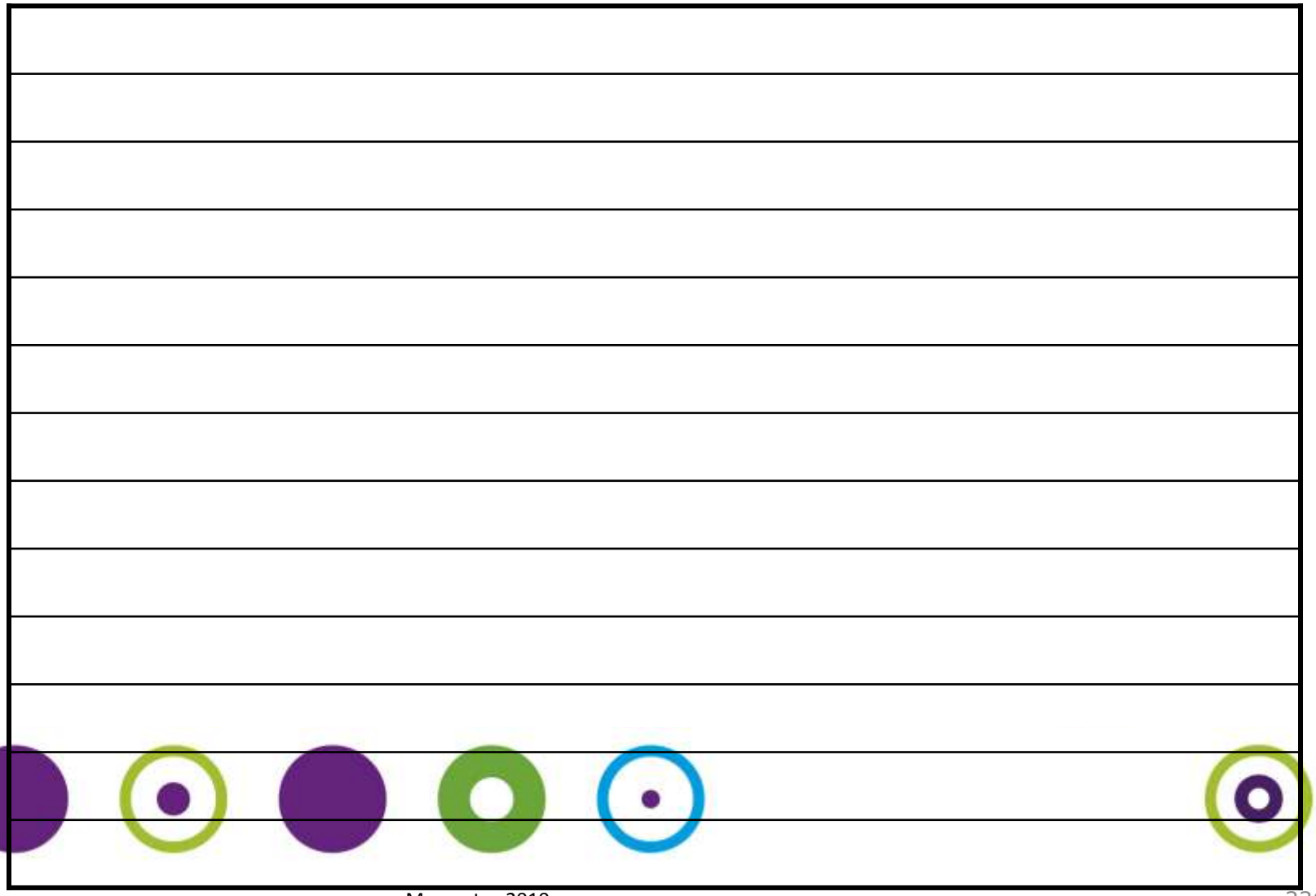
# NAT med PAT – et eksempel!



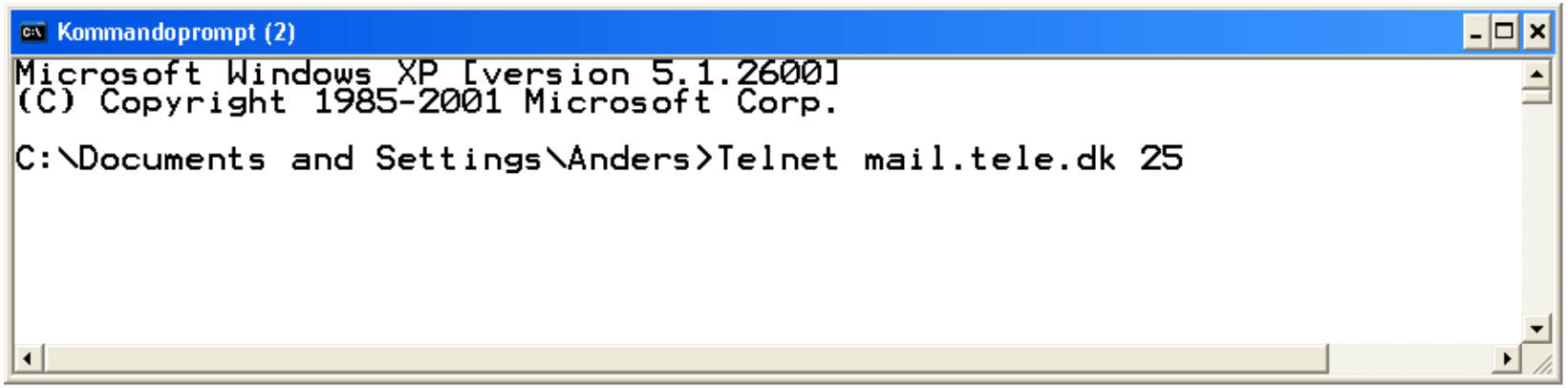

| Indre | | | NAT tabel | Ydre | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Protocol | Indre lokal | Ydre Global | | Protocol | Indre global | Ydre Global |
| TCP | 192.168.0.101:1152 | 80.80.12.116:80 | ⟷ | TCP | 81.1.30.9:1152 | 80.80.12.116:80 |
| | | | ⟷ | | | |
| | | | ⟷ | | | |

Portnummer

# Egne notater:



# Applikationslagets protokoller



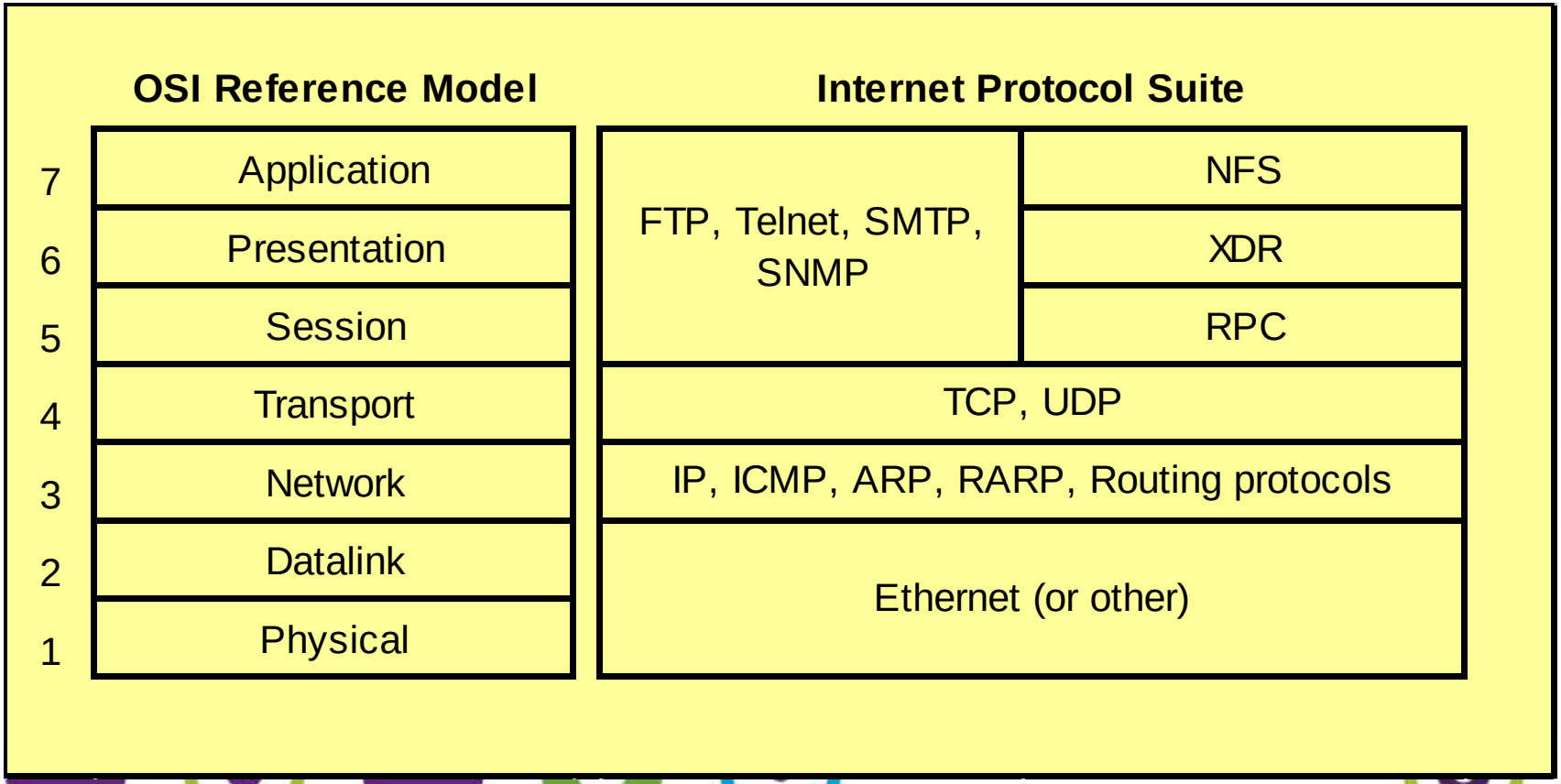

- på OSI lag 5, 6 og 7

# Applikations lagets protokoller

| | | |
|---|---|---|
| Lag 7 | Applikation | Giver netværks adgang for programmer uden for OSI modellen fx til fil overførsel, regneark, ETB og terminal emulering. |
| Lag 6 | Præsentation | Kode konvertering (MP3, TIFF), kryptering – dekryptering og komprimering – de komprimering af data. |
| Lag 5 | Session | Etablerer, styrer og afslutter sessioner (kommunikation) mellem applikationer (Simplex, half duplex, fuld duplex ). |
| Lag 4 | Transport | End to end forbindelser. Opbygger virtuelle forbindelser. Flow kontrol. Fejl kontrol og korrigering. |
| Lag 3 | Netværk | Adresserer og router pakker på nettet.<br>Forbindelsesløs kommunikation. Logiske adresser. |
| Lag 2 | Data Link | Kontrollerer adgang til det fysiske medie. Fejl og flow kontrol. Fysisk adressering. Pakker data i frames. |
| Lag 1 | Fysisk | Kabler, stik, datahastighed. Sender og modtager elektriske signaler. |

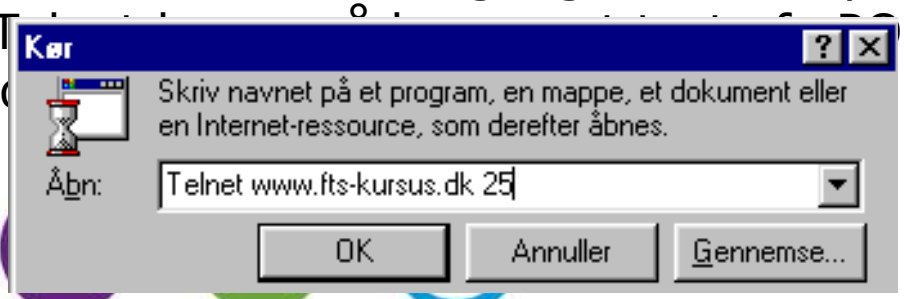
# OSI og TCP/IP protokollerne

Sammenligning mellem OSI modellen og TCP/IP protokollerne:

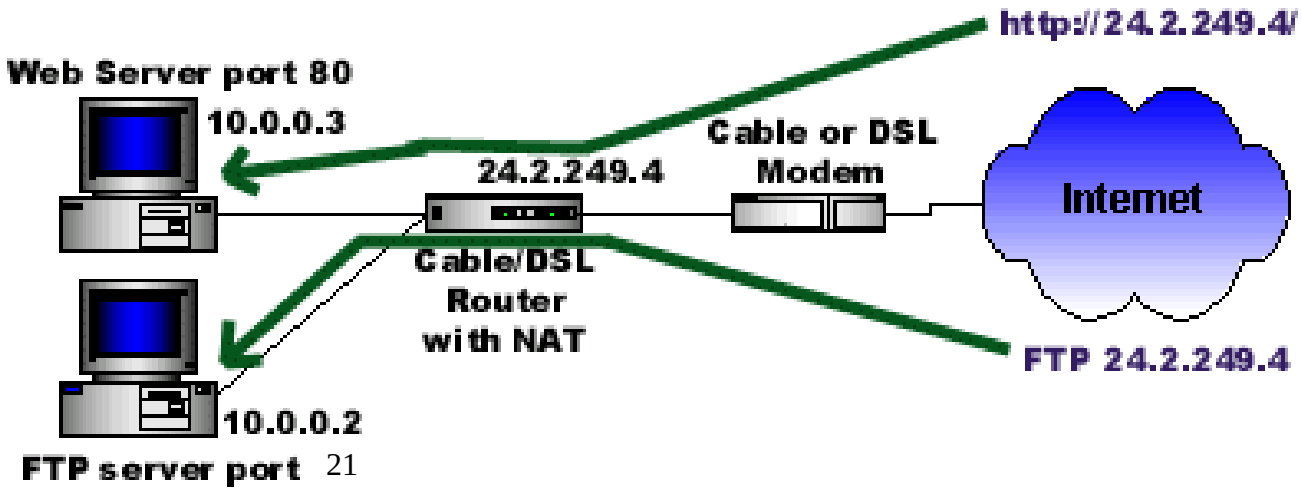


# Applikationslagets protokoller

- **HTTP (HyperText Transfer Protocol)** anvendes til World Wide Web. HTTP er et sæt regler for overførsel af filer som kan være grafik, tekst, lyd, video ol. på fx Internettet. Hypertekst er en tekst der fx kan henvise til en anden tekst. Anvender port 80.
  - HTTP://host.domæne.navn/sti_til_ressourcen, fx HTTP://www.fts.dk/dokumenter/a3.doc
- **FTP (File Transfer Protocol)** bruges til at overføre filer mellem to maskiner på et netværk, fx. Internettet. Anvender port 20 og 21.
  - FTP:// host.domæne.navn/sti_til_ressourcen, fx FTP://www.fts.dk/nyefiler/programmer
- **POP3 (Post Office Protocol ver.3 )** bruges til at hente e-mail fra en mailserver. Anvender port 110.
- **SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)** bruges til at sende e-mail fra en klient maskine og mellem mailservere. Anvender port 25.
- **Telnet** bruges til at få terminal adgang til en computer/host til fx konfigurering. T P3 og SMTP servere. Anven



# TCP/IP port forwarding



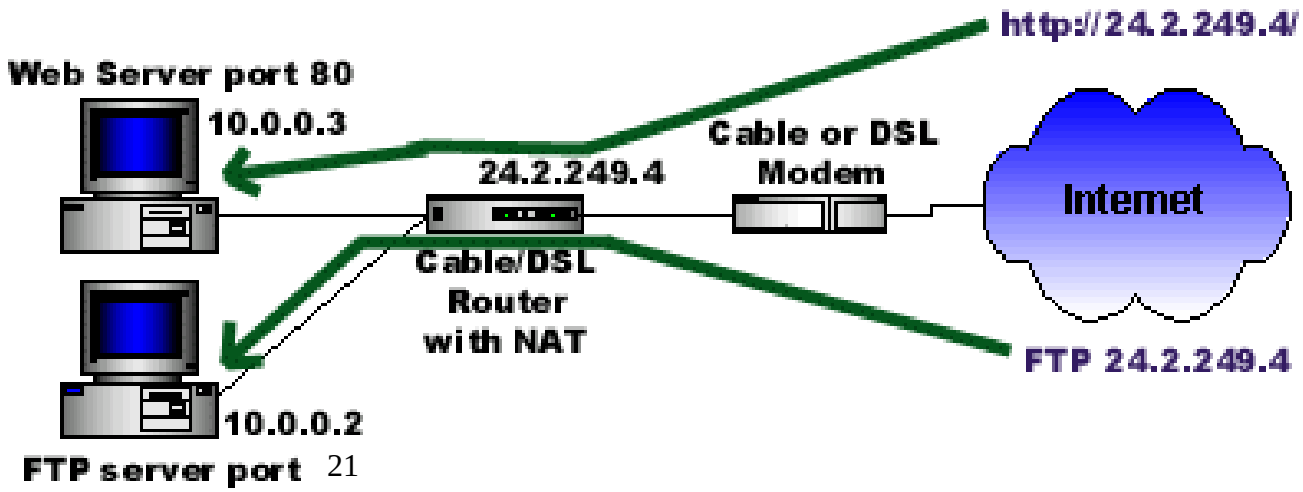

- en metode til at 'offentliggøre' private IP adresser

# Hvorfor port forwarding?

- Indførslen af NAT / PAT teknologierne betød bl.a. brug af firewall enheder, f.eks. routere, mellem Internet og LAN. Samtidig tog man de private IP adresser i brug inde på LAN-siden af routeren.
- Internetbrugerne kunne på denne måde ikke længere få direkte adgang til de netværksressourcer der 'gemte sig' inde på LAN-siden og det var bestemt også meningen med det hele - hackerne skulle jo helst holdes ude!
- Men hvad nu hvis man ønskede at sætte en offentlig tilgængelig WEB-server op - inde på LAN - med de private IP'er? Eller man ønsker at skaffe FTP adgang ude fra Internettet ind til en bestemt gruppe filer på firmaets filserver?
- Man kan benytte **TCP/UDP port forwarding**, men metoden lukker samtidig en 'dør op' (en TCP/UDP port) som hackerne kan misbruge, så den skal bruges med varsomhed.

# Et eksempel på port forwarding

Sådan kan Internet brugere få adgang til de interne Web- og FTP-servere mv. på LAN-siden af f.eks. en SOHO-router:




ion),
verne

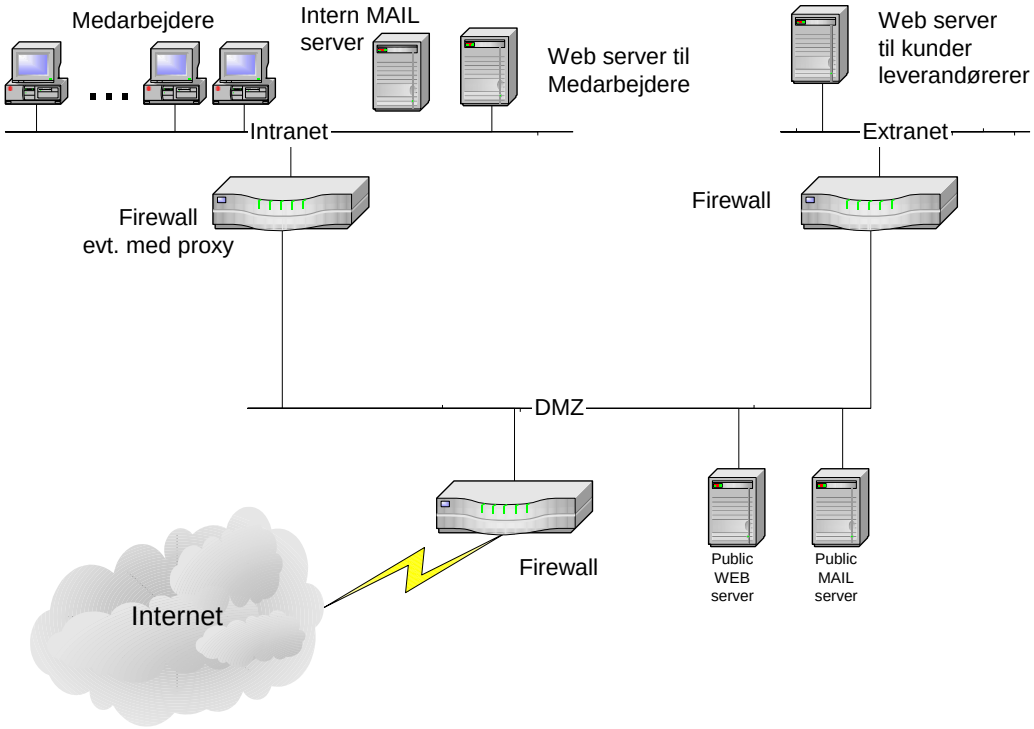
inde på LAN nettet.

# Port forwarding på SOHO

HOUSE OF TECHNOLOGY
– en del af mercantec

- På SOHO routere, f.eks. **D-Link DI-614+** og lignende produkter, har man gjort det meget let at benytte Port forwarding.
- I WEB-konsollen under afsnittet **Advanced | Virtuel Server** er der forbere
  indsættelse i fi
  - Der er mu
    forbinde
    adresser
    adress
    standardi
    f.eks. WE

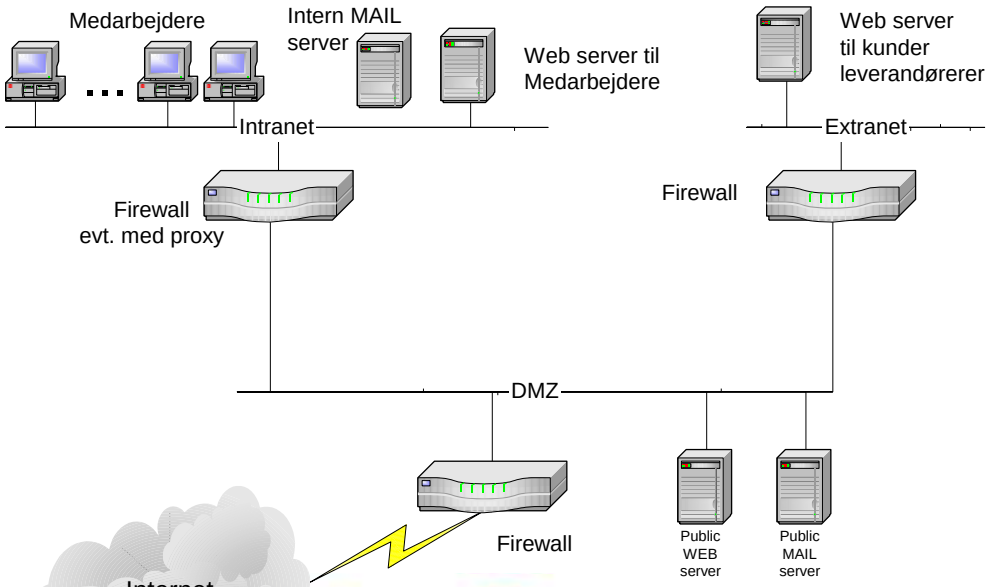
# Firewalls




- enhederne der kan beskytte lokalnettet

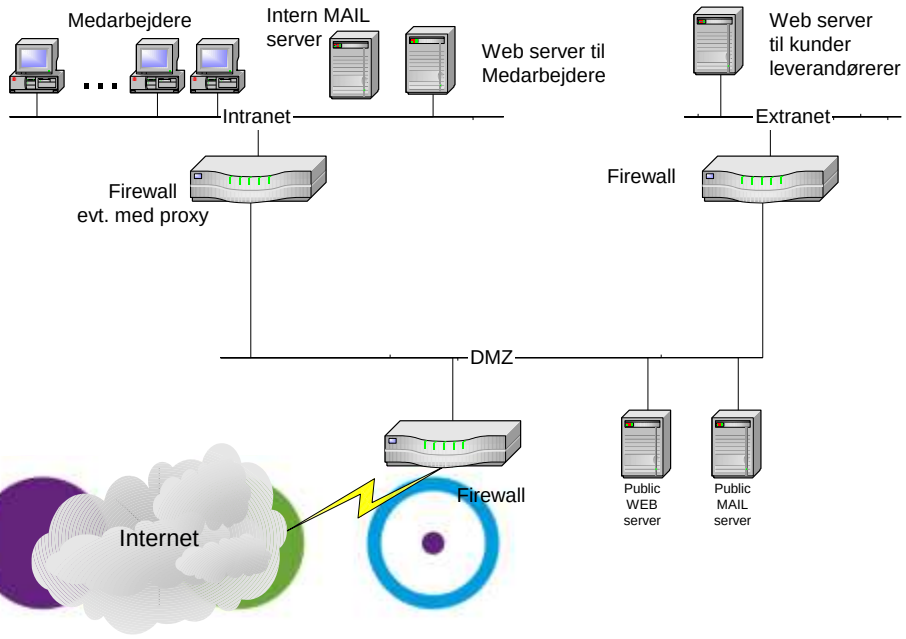
# Firewalls

- En firewall er en netværksenhed som, ud fra et sæt regler, kan blokere bestemte typer af netværkstrafik mellem et internt og eksternt interface til henholdsvis LAN og Internettet
- Firewalls anvendes mest som gateway til Internettet, for private og virksomheder.

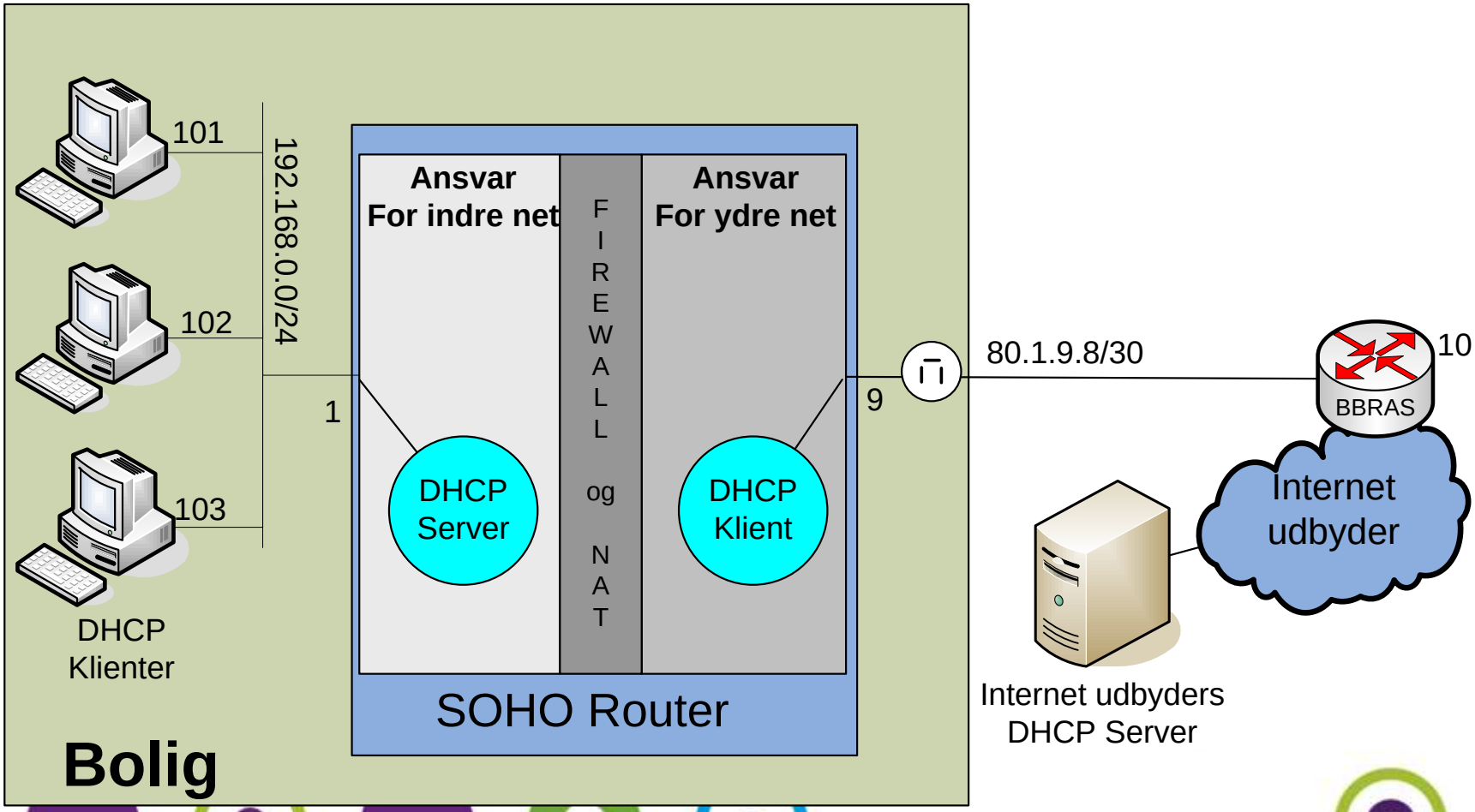


# Firewalls

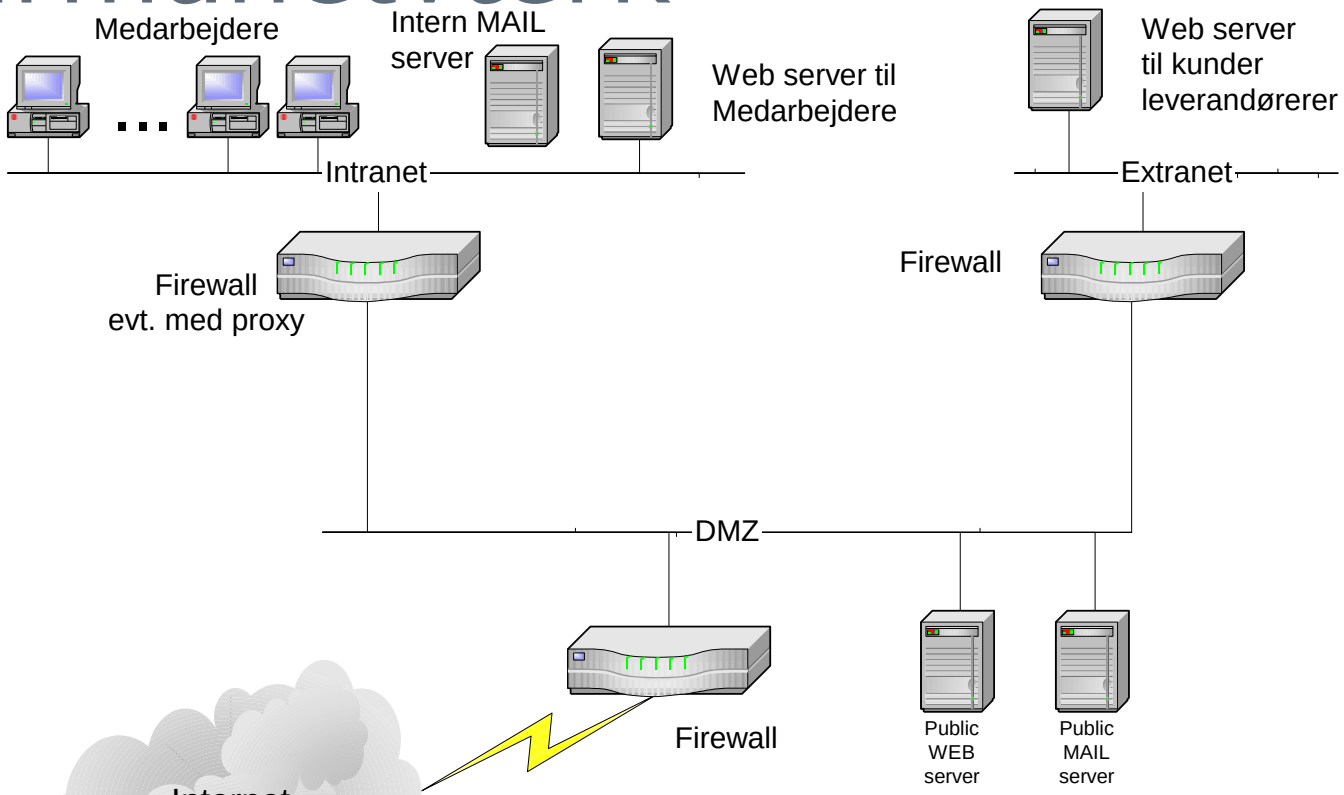
- Firewalls fungerer efter 2 forskellige teknikker: Proxyanalyse og "stateful inspection".
  - En proxyfirewall analyserer hver enkelt pakke og er de mest sikre.
  - Stateful inspection analyserer sessioner hvilket giver ringere sikkerhed men højere hastighed. Nyere firewalls er hybrider hvor der benyttes proxyanalyse hvor det er en fordel og stateful inspection hvor det er en fordel.
- En firewall giver ikke sikkerhed - en firewall bruges til at håndhæve de regler for netværkstrafik man har bestemt sig for er acceptable.



# Firewall - eksempel med SOHO router



# Firewall - eksempel med firmanetværk



# Firewall – flere informationer:

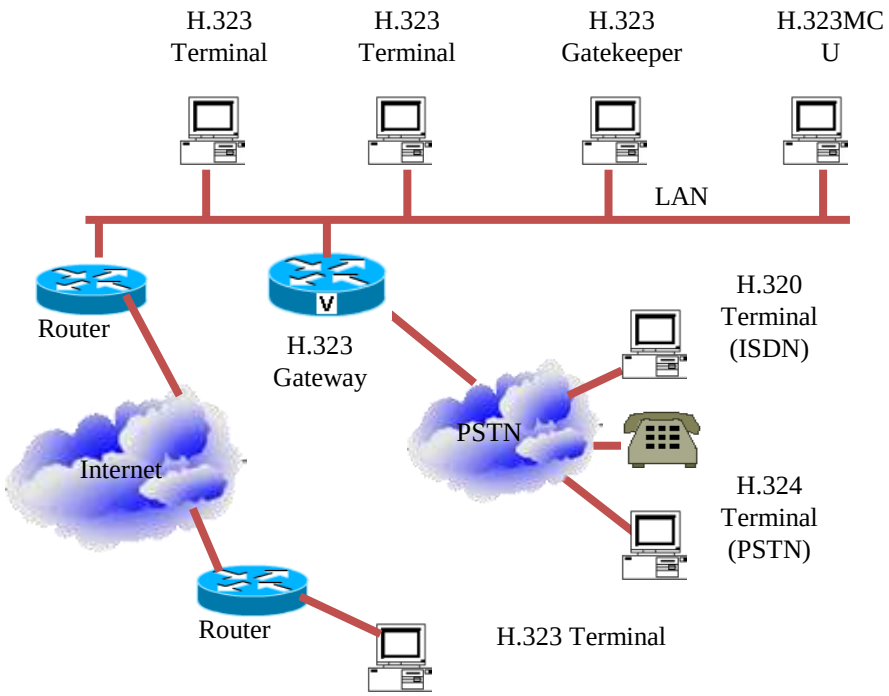
HOUSE OF TECHNOLOGY
– en del af mercantec

http://www.tech-faq.com/firewall.shtml

http://www.webopedia.com/TERM/S/stateful_inspection.html

http://www.cisco.com/en/US/products/hw/vpndevc/ps2030/

# IP Telefoni




- en præsentation!

# Hvad er VoIP og fordelene ved det ?

- VoIP (Voice over IP) er en teknologi der har den egenskab at man på et pakkekoblet datanetværk kan overføre tale vha. Internet Protokollen (IP).
- Ved at samle tale- og datakommunikation i ét konvergeret netværk kan man reducere omkostningerne til netværks- og teleadministration sam abler mv.).
- Behovet for multimedi kan nemt tilgodeses.
- Prisreduktion på alle telefonopkald, både

# IP-telefoni,VoIP, SoftPhones ?

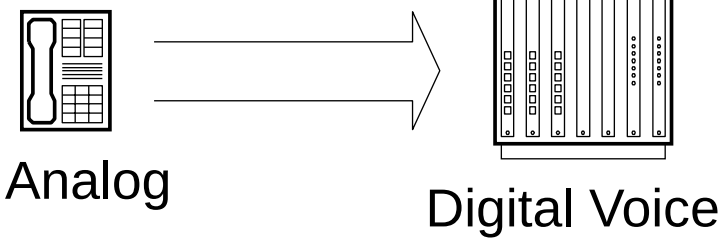
- SoftPhone:
  - Hvis man installerer en “software-phone” på PC’er er det muligt at føre samtaler mellem PC’er som er tilsluttet LAN / Internettet. Teknikken kaldes Internet-telefoni eller PC-telefoni og benytter også VoIP teknologien.
  - Internet-telefoni har ikke meget til fælles med almindelig telefoni, fx skal man kende modtagerens IP-adresse for at lave et opkald, og modtagerens PC skal være tændt. Opkaldsfunktion i traditionel forstand findes ikke fordi CO/PBX mangler.
- IP-telefoni eller VoIP:
  - IP-telefoni er en komplet løsning med speciel hard- og software leveret af et firma, som har specialiseret sig i at levere professionelle VoIP løsninger.
  - IP-telefoni køres kun på interne firmanet, eventuelt på VPN tunneller med QoS understøttelse.
  - Internettet understøtter endnu ikke QoS overalt og kan derfor ikke levere IP-telefoni i garanteret kvalitet.

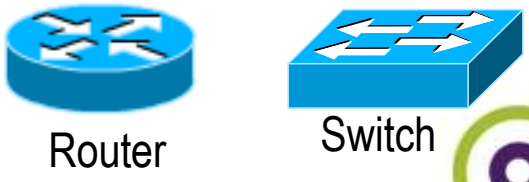
# Hvilke problemer er der ved VoIP?

- For at få en god lydkvalitet er det vigtigt at nettet som man anvender understøtter "end to end" Quality of Service (QoS), så tale kommer igennem selvom nettet er belastet. Talepakkerne skal altså prioriteres frem for datapakkerne. "End to end" betyder, at der skal være QoS gennem hele nettet, fra start til slut.
- Det har imidlertidigt vist sig at være en meget svær opgave at få indbygget en ordentlig QoS i vores moderne switchede Ethernet-netværk og i transportnettene hos Internetudbyderne. Internettet som det er i dag understøtter ikke QoS overalt - og der er lange udsigter; det er et stort netværk...
- Den 'ægte' IP-telefoni forbindes desuden ofte (uretfærdigt) med dårlig lydkvalitet og en mulig årsag kunne være at folk netop sammenligner det

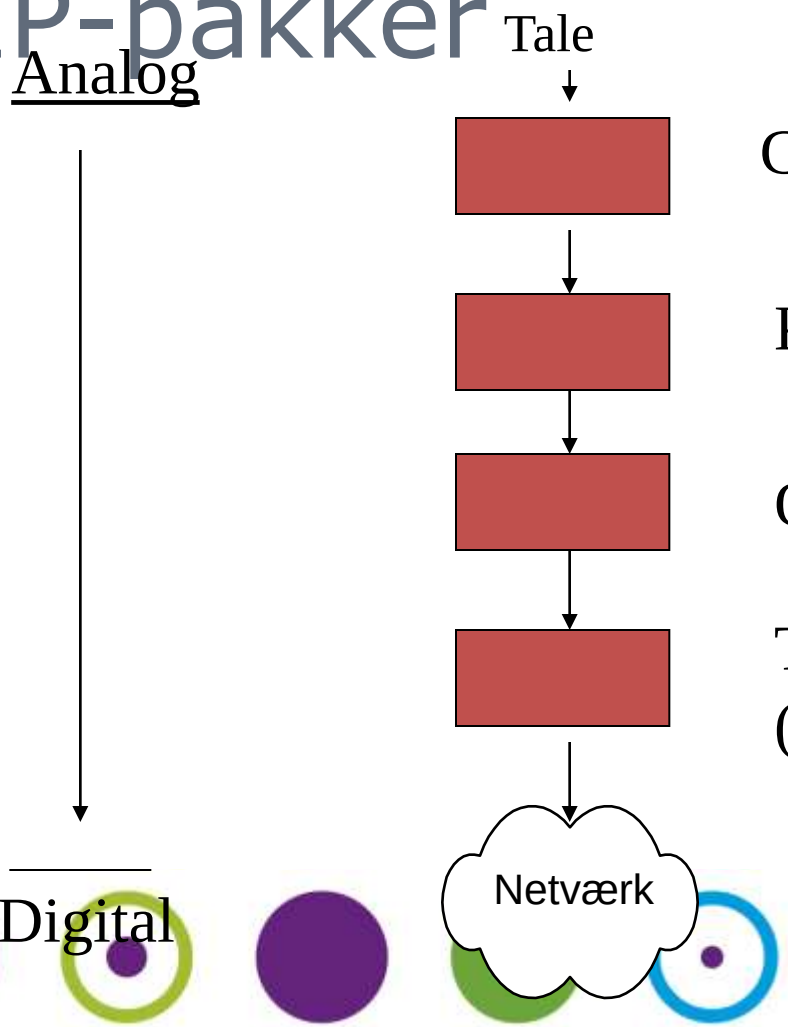
# Hvordan overføres tale via IP-pakker ?

- Talen konverteres fra anlog til digital
- Den digitale tale komprimeres til mindre end 64Kbps
- Den digitale tale placeres i en IP-pakke
- IP-talepakkerne overføres via LAN switche og routere til modtageren som adskiller det hele igen.





# Tale fra analog til digitale IP-pakker




CODEC: analog til digital

Komprimering af tale

Opret tale datagram

Tilføj Header
(RTP, UDP, IP, mv.)

# CODEC - tale kodnings standarder

- CODEC bruges til at indikerer kompressions typen (fx G.729 codec)
- Tandem kodning er når man har mere end en kompression / dekompressions cyklus i et telefon opkald, hvilket kan være dårligt for kvaliteten af talen. Fx kan G.729 klare 2 komprimering/dekomprimeringer cykler, hvorimod G.723.1 er meget mere følsom over for det.
- De mest brugte kodnings standarder til telefoni og VoIP er:
  - **G.711** er standarden for a-law og μ-law baseret kommunikation og som beskriver 64-kbps PCM kodnings teknikken. G.711 har det format som PSTN eller en PBX forventer.
  - **G.723.1** beskriver en kompressions teknik som kun anvender meget få bit. Der er to forskellige bit hastigheder 6,3-kbps som er baseret på MP-MLQ (MultiPulse-MultiLevel Quantization) og 5,3-kbps som er baseret på ACELP (Code Excited Linear Prediction).
  - **G.726** beskriver ADPCM (Adaptive Differential Pulse Code Modulation) som koder/komprimere til bit hastighederne 16, 24, 32 og 40-kbps.
  - **G.729** beskriver ACELP (Algebraic Code Excited Linear Prediction) som komprimere til en bit hastighed på 8-kbps. Der er 2 varianter G.729 og G.729a, hvor a kun kræver halvt så stor en kodebog som G.729 hvilket betyder at en DSP kan håndtere to kanaler.

# VoIP Standarder

- ITU (International Telecommunication Union) udvikler standarder til teleindustrien.
  - H.323 (offentliggjort i 1996) beskriver hvordan man opbygger telefoni i IP netværk som er pakkekoblede, udfra traditionelle telefoni standarder.
- IETF(Internet Engineering Task Force) udvikler standarder til Internettet.
  - Session Initiation Protocol (SIP) beskriver hvordan man opsætter en

# H.323 generelt

- H.323 er en ITU-T specifikation for transmittering af real time tale, data og video på et pakke baseret netværk som fx IP eller IPX.
- H.323 indeholder ikke nogen form for QoS (Quality of Service)
- H.323 er en paraply standard som dækker over en vifte af protokoller så som:
  - H.225 (Q.931) som bruges til opkalds signalering.
  - H.245 som bruges til medie kontrol og forhandling af fx codec og kanal
  - RTP / RTCP som bruges til transport af tale eller video
  - G.711 - G.723 - G.729 som bruges til audio codec
  - H.261 - H.263 som bruges til video codec

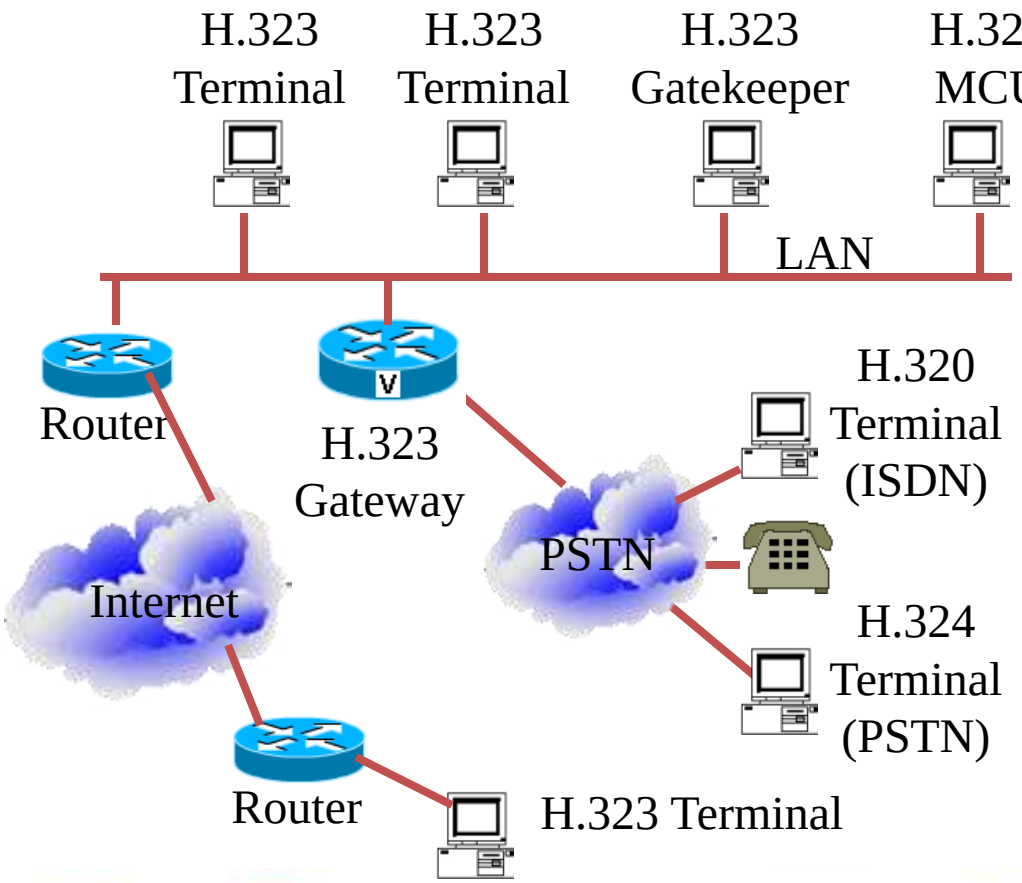
# H.323 enheder

**Terminal**

**Gateway**

**Gatekeeper**

**Multipoint**



# H.323 terminal

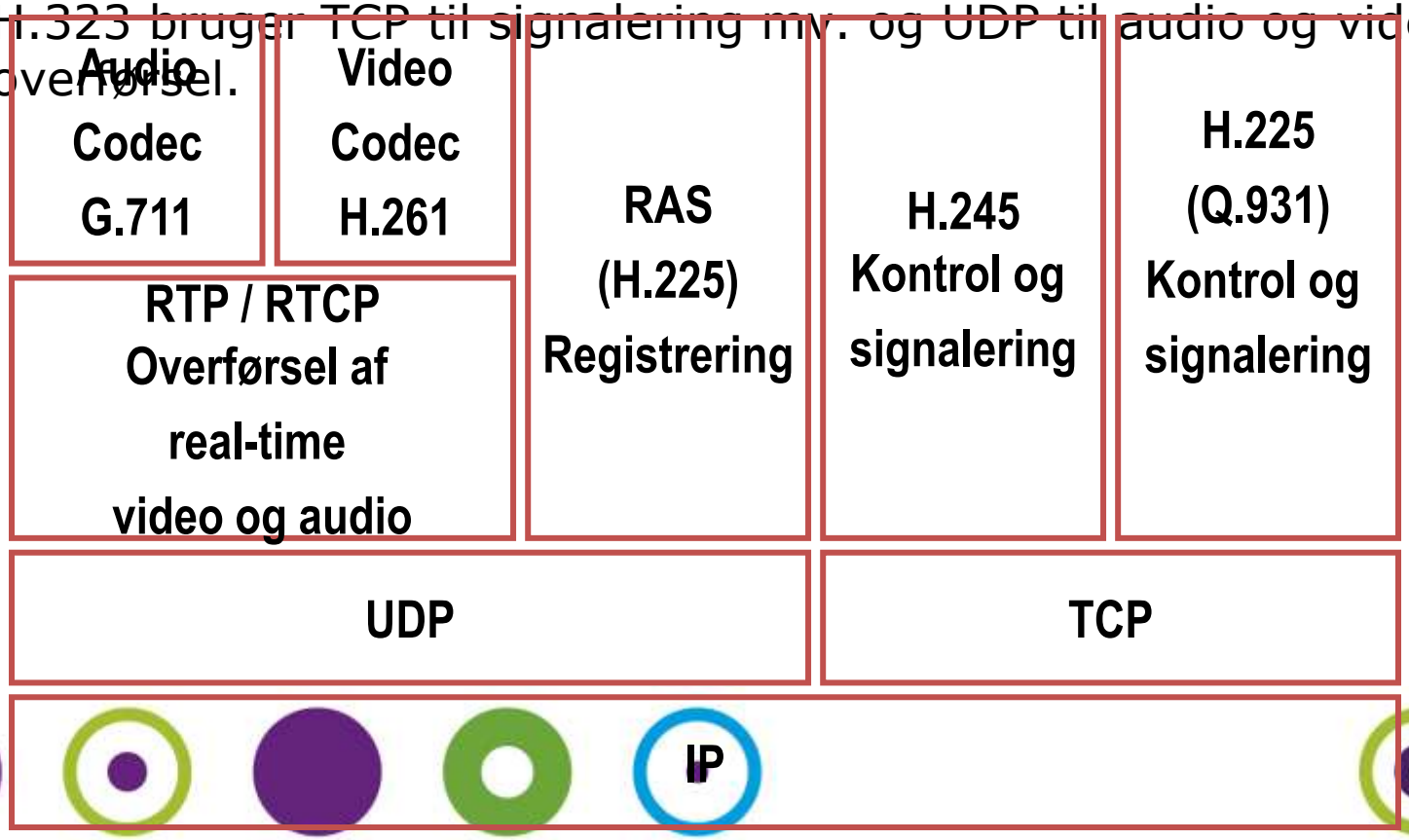
- Slutbruger enhed på LAN som normalt er IP telefoner eller PC'er.
- Understøtter real-time 2-vejs kommunikation  med en anden H.323 enhed.
- En terminal skal indeholde følgende:
  - Voice - audio codec
  - Signalering og setup (Q.931, H.245, RAS)
  - Et netværks interface
  - Medie transmission

Terminal

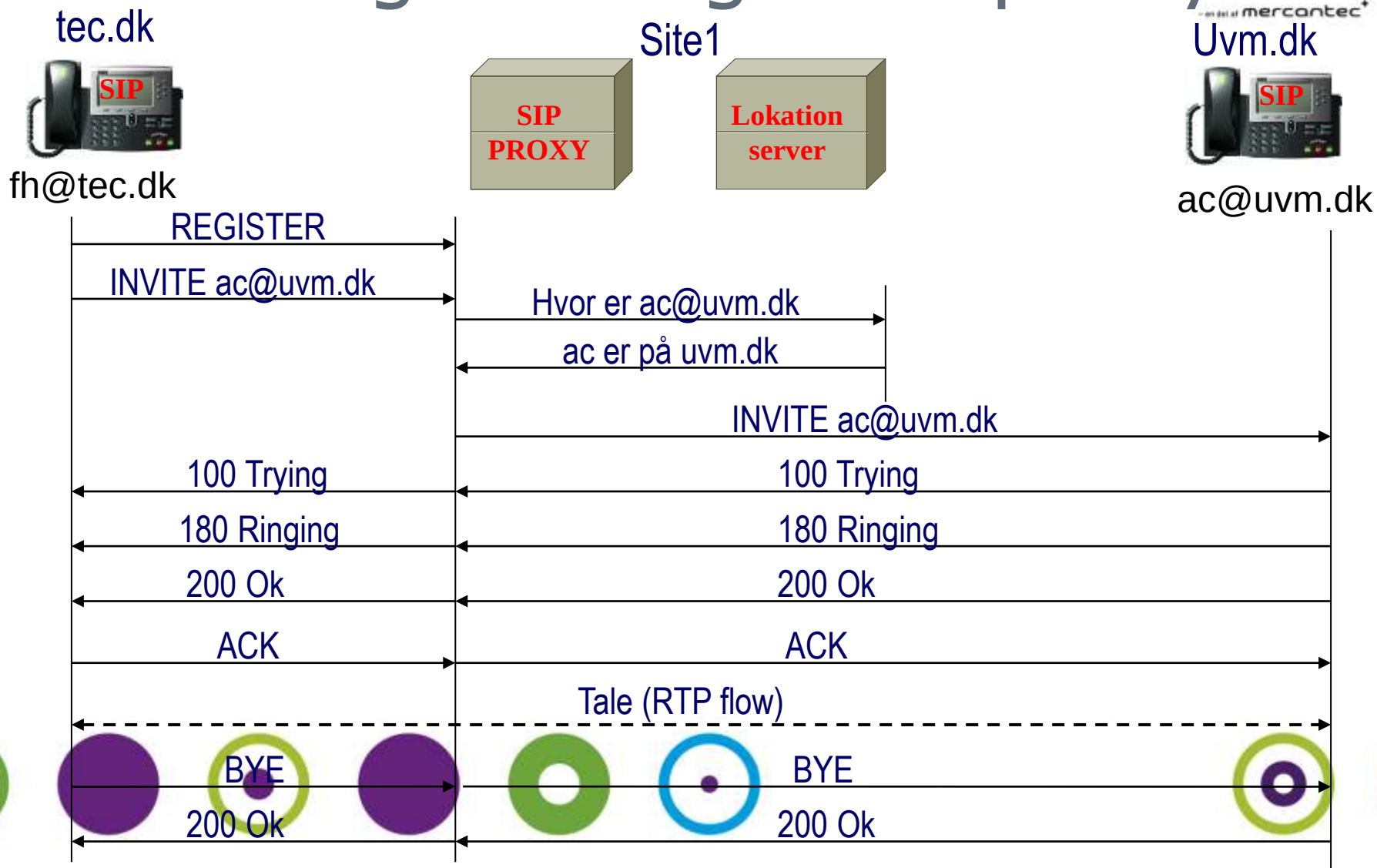
- En terminal kan indeholde følgende:
  - Video mulighed
  - Data mulighed

# H.323 Protokol stack suite

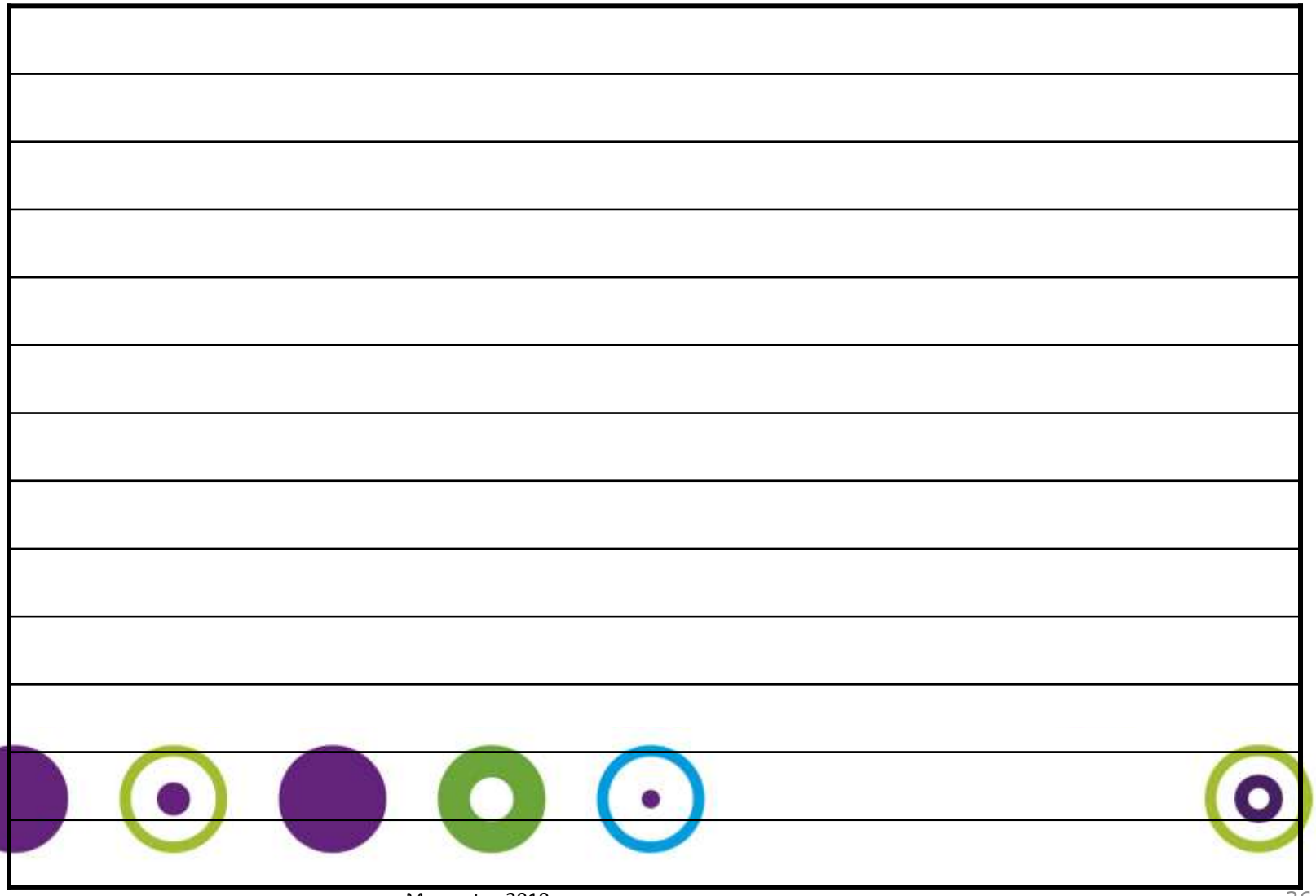
- H.323 protokol suiten er baseret på mange forskellige protokoller, som omhandler registrering, kontrol, signalering, komprimering og tale-video overførsel.
- H.323 bruger TCP til signalering mv. og UDP til audio og video overførsel.



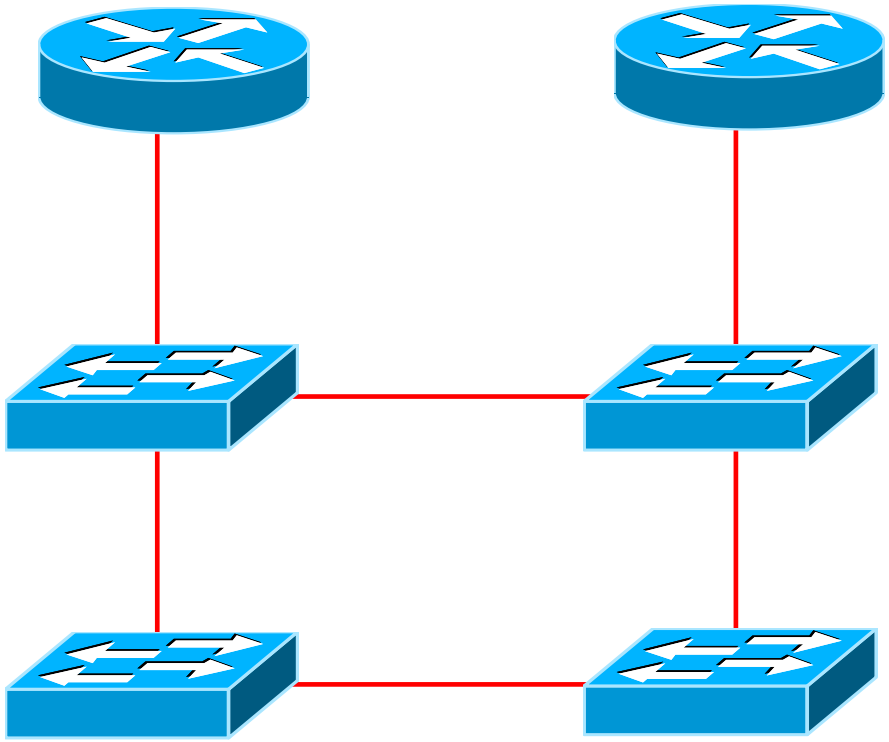
# SIP signalering med proxy



# Egne notater:



# Spanning Tree Protocol

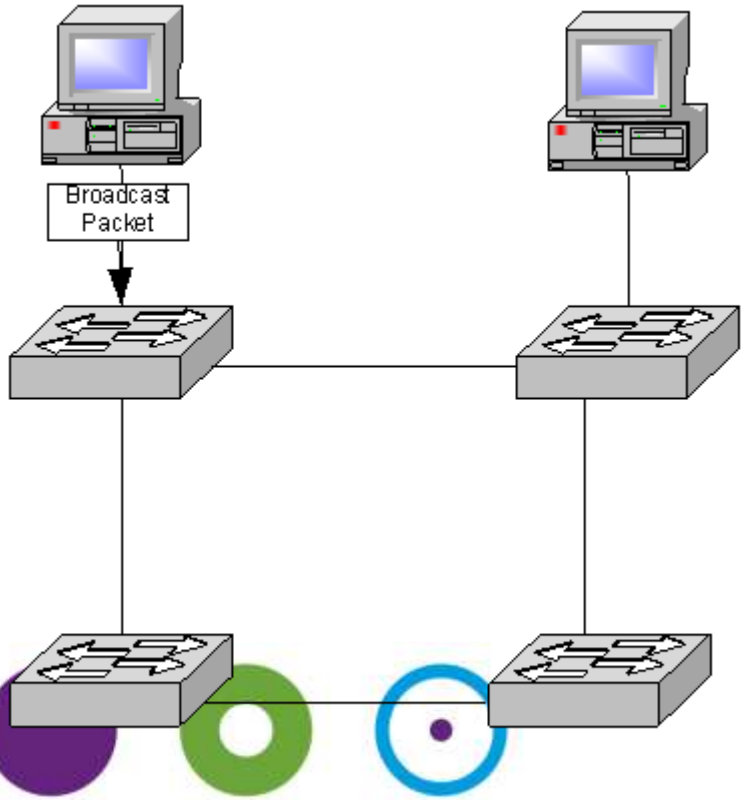


- sørger for redundante forbindelser på switchede net

# STP grundlæggende

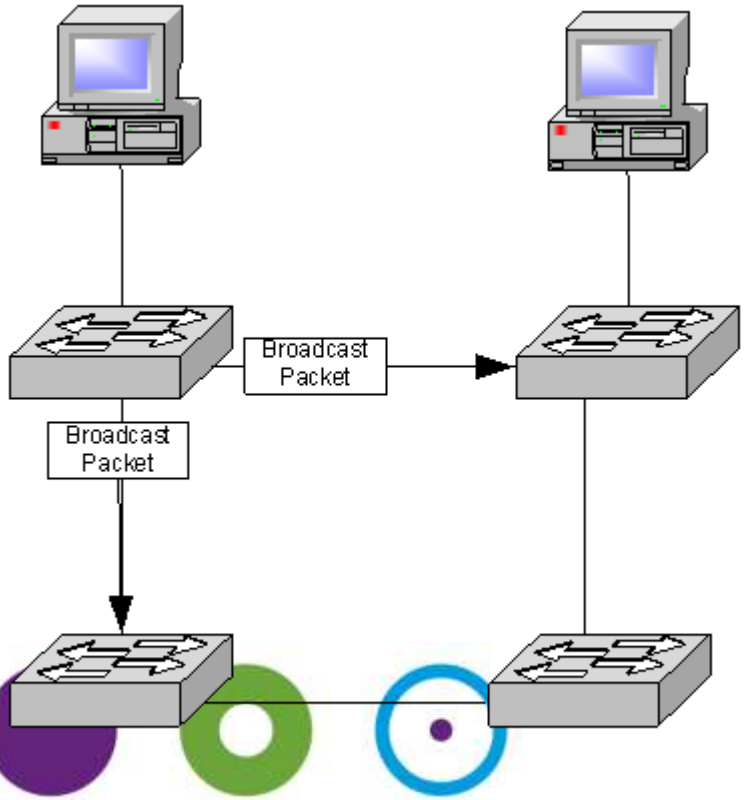
- Spanning Tree Protocol er en switch-teknologi der er indført for at kunne håndtere de forskellige problemer der opstår på et netværk, når man kobler nettet op med flere veje mellem de enkelte switche (redundans). Problemerne kan være:
  - Broadcast storms
  - Dublerede pakker
  - Ustabile MAC-adresse tabeller
- STP tilbyder flere fysiske veje

# En Host sender en Broadcast ...



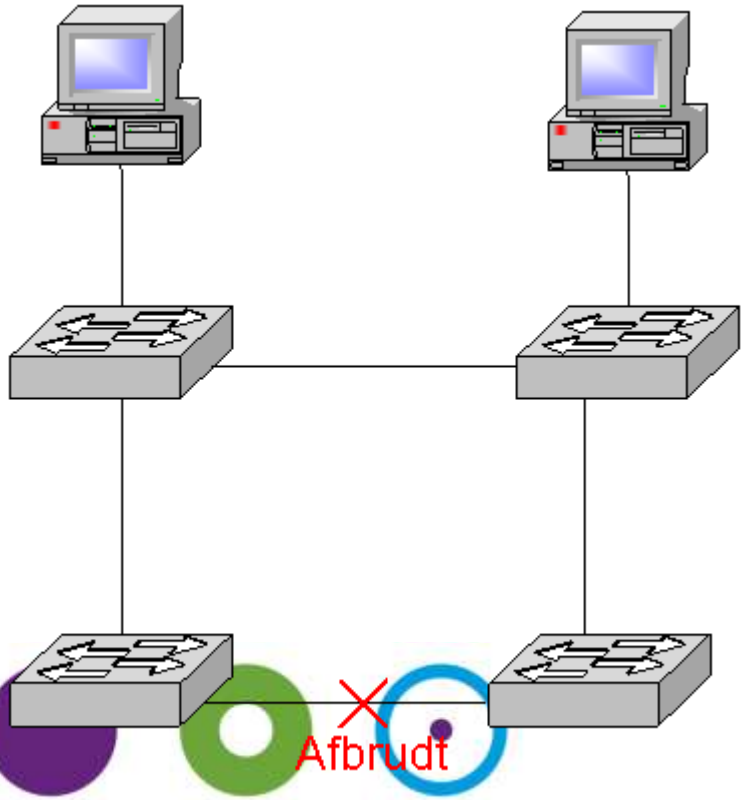
# Broadcast'en 'rundsendes'

- og efter et øjeblik et nettet lagt ned!



# STP afhjælper problemet

- den bryder loop'et administrativt.

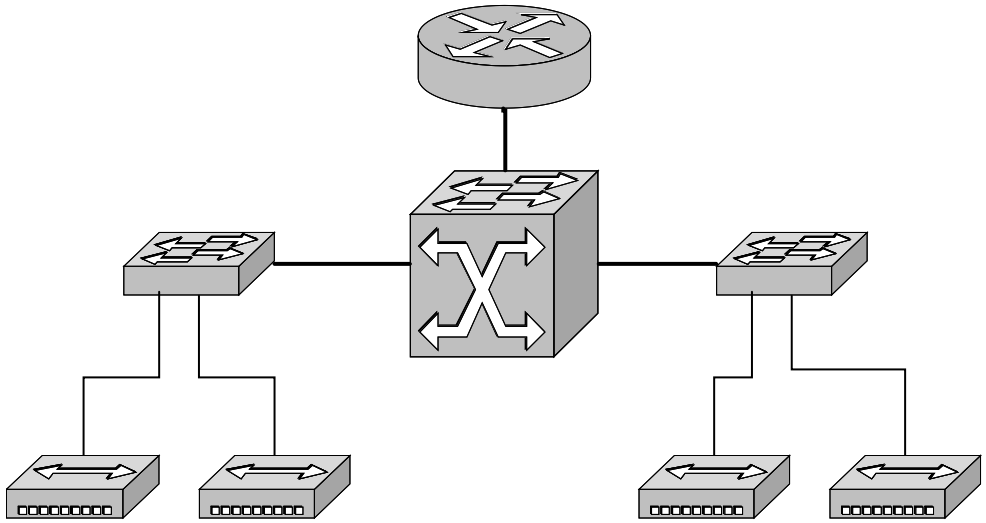


# STP begreber

- Spanning Tree Protocol arbejder ud fra følgende parametre:
  - Afstanden til én udvalgt 'Root Switch' måles konstant fra de andre switche og bedste vej gennem nettet vælges ud fra bl.a.:
    - Liniehastigheder (10Mbps, 100Mbps …)
    - Liniestatus (ændringer giver nye veje)

- Højeste prioritet er, at loops skal altid afbrydes!

# VLAN - Virtual Local Area Network



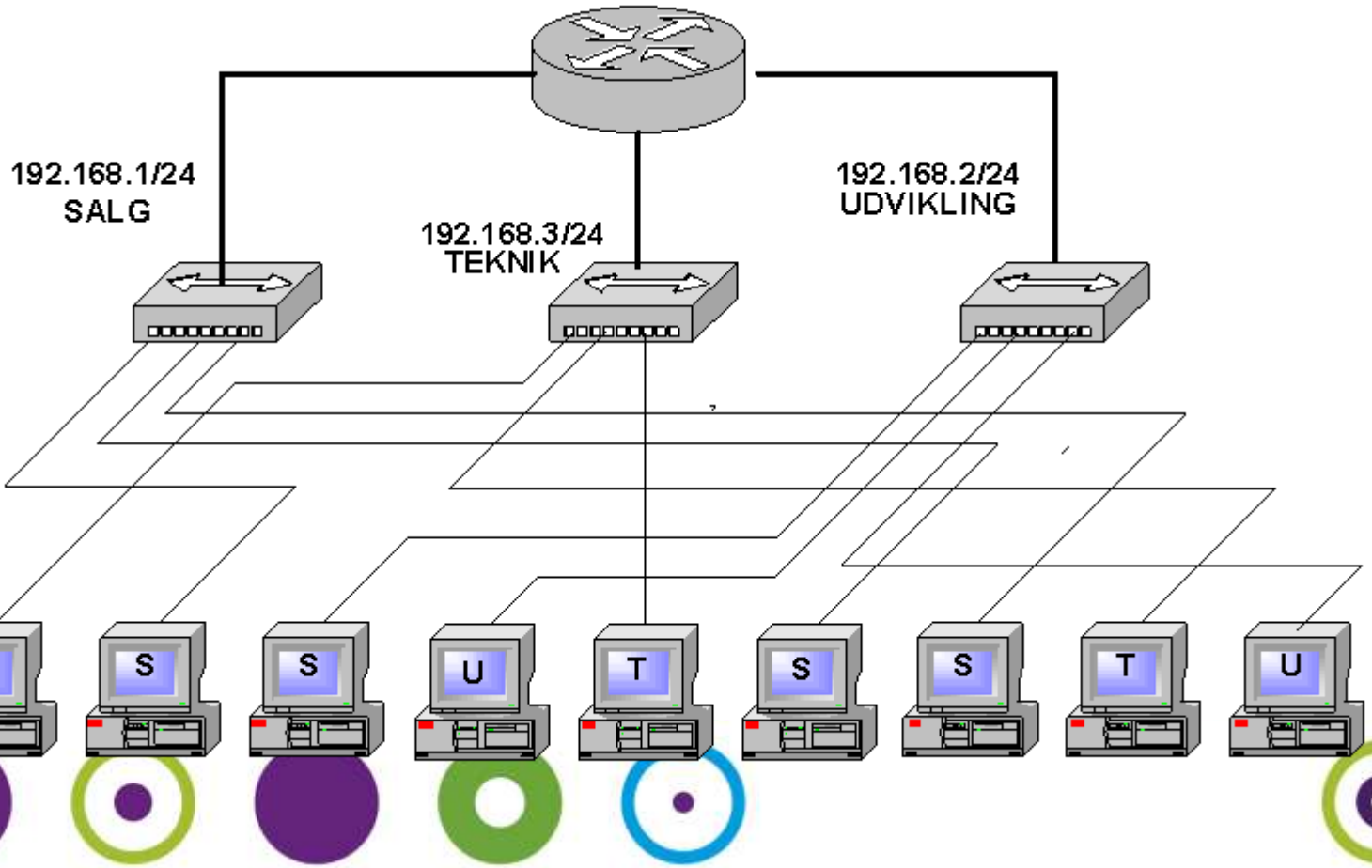
- opdeling af LAN i mindre broadcast zoner

# Hvad er et VLAN?

HOUSE OF TECHNOLOGY
– en del af mercantec

- VLAN's er en logisk opdeling af enheder eller brugere og teknikken resulterer i et system der minder om IP adressering; man gør sig elegant næsten uafhængig af strukturen i selve det fysiske Ethernet netværk.
- VLAN's opdeler selve Ethernet-trafikken på switchene i et antal fuldstændig adskilte virtuelle

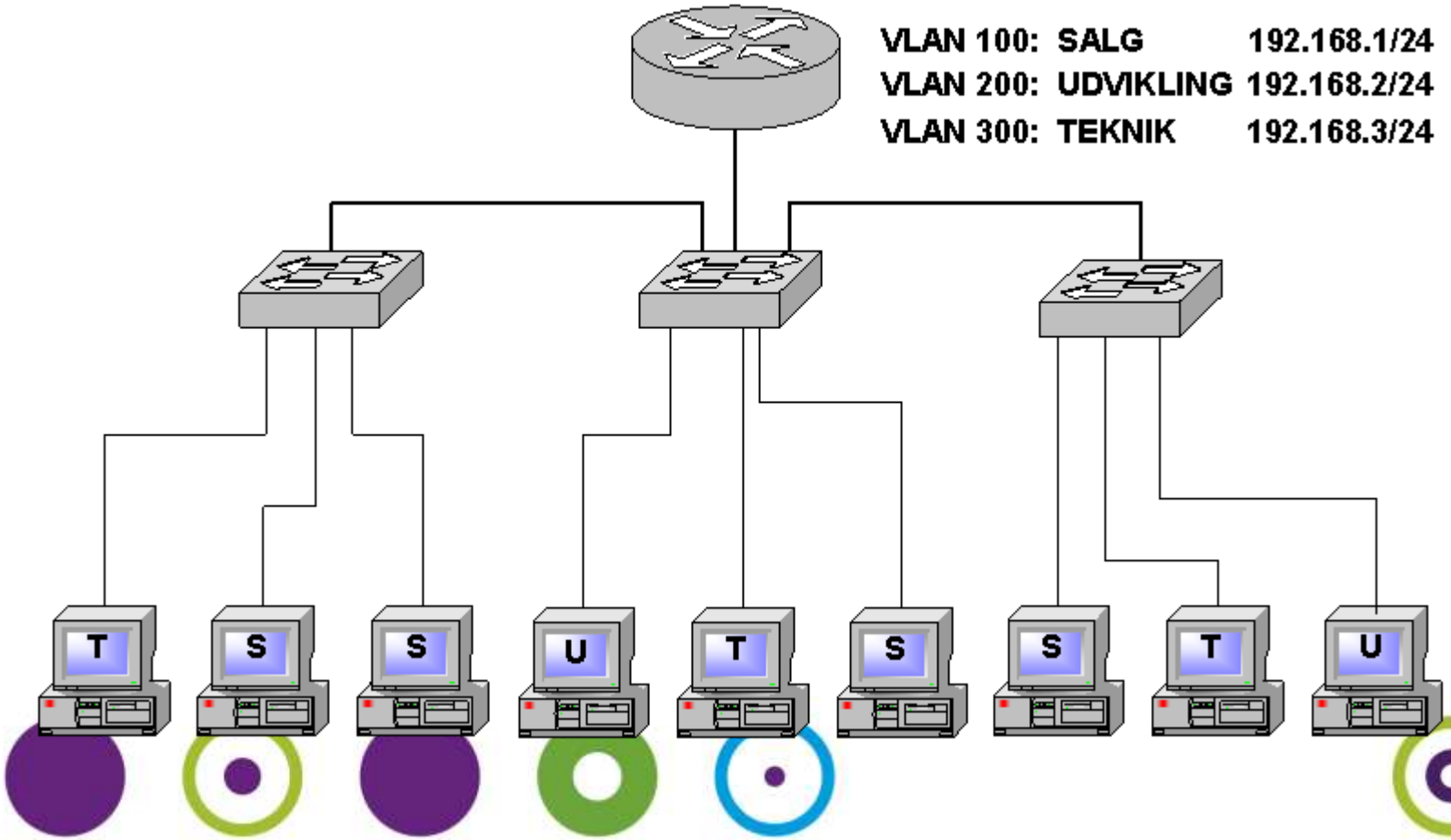
# Segmentering af net uden VLAN



# Segmentering af net uden VLAN

- Svært at flytte computer/bruger geografisk.
  (Kabler utilstrækkelige)
- Netværks segmenterne er ofte afgrænsede til for eksempel etager.
- I store netværk bliver kabelinstallationen efterhånden meget kompliceret
- 1 ud af 3 brugere flytter typisk fysisk lokation pr. år. (Stort arbejde for administrator)

# Segmentering af net med VLAN



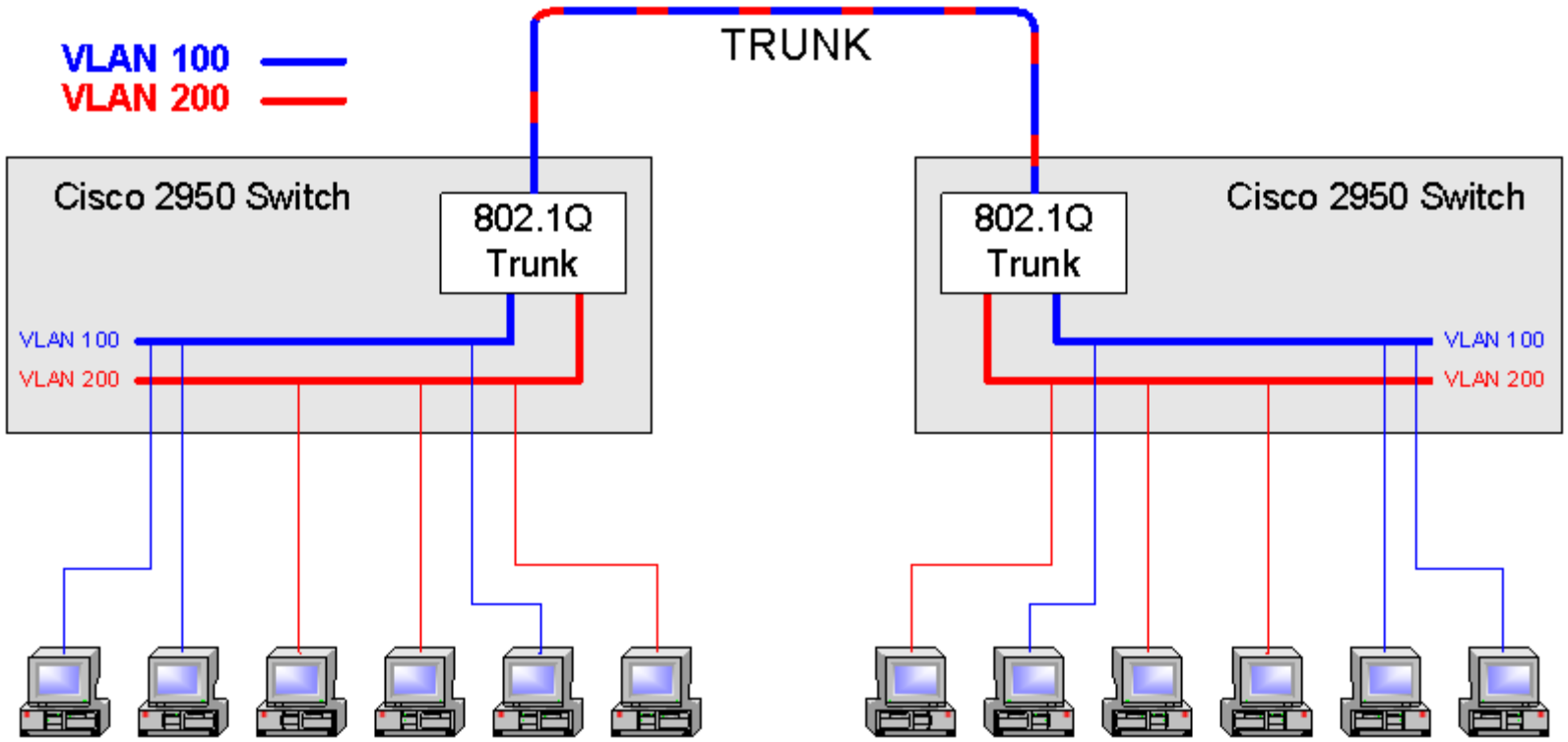
# Segmentering af net med VLAN

- Nemt at flytte computer/bruger mellem segmenter. Automatisk eller administrativt.
- Segmenter gøres uafhængige af for eksempel etager.
- I store netværk forbliver kabelinstallationen enkel og ligetil.
- Flere muligheder for at styrke sikkerheden på segmenterne.
- Switche inddeler nettet i kollisionszoner.
- Porte på samme VLAN er i samme

# En switchports VLAN muligheder

- En port på en switch, som skal meldes ind i et VLAN, skal konfigureres til ét af to mulige VLAN tilhørsforhold:
  - *Enten* **Static Access**
    - En Static Access port kan kun være medlem af ét VLAN, og dette bruges typisk for tilslutning til Computere som tilhører et bestemt VLAN
  - *Eller* **Trunk**
    - En Trunk port er medlem af et eller flere VLAN's, og bruges til at

# Flere Switche med VLAN



# Kollisions og Broadcast Zoner

- Hosts på OSI lag 1 enheder (HUB's)
  - Deler både kollisionszone og broadcastzone.
  - Dårlig udnyttelse af båndbredde

- Hosts på OSI lag 2 enheder (Switch)
  - Isolerer kollisioner men deler broadcastzone.
  - Bedre udnyttelse af båndbredde.

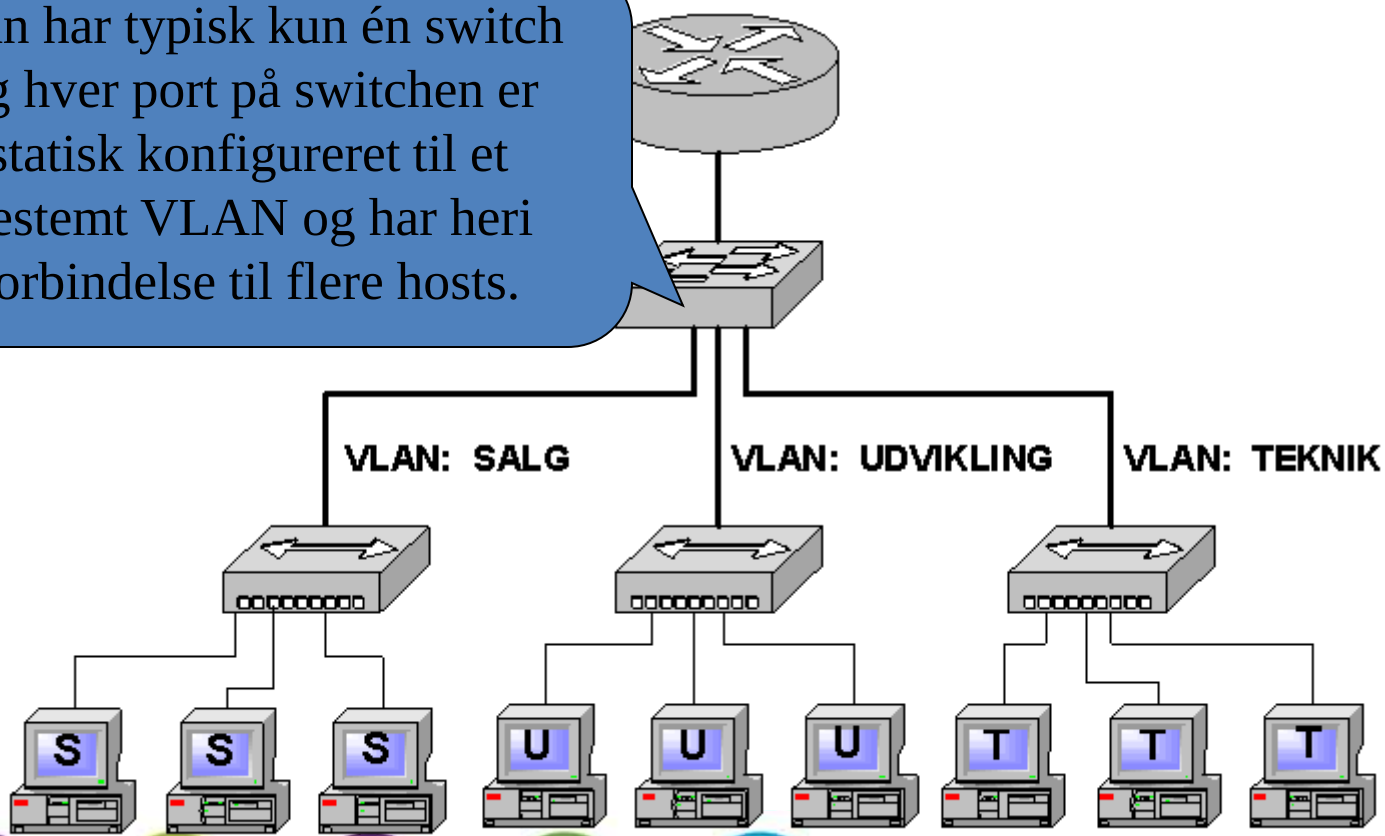
- Hosts på OSI lag 3 enheder (Router eller VLAN's)
  - Isolerer både kollisioner og broadcasts.
  - Optimal udnyttelse af båndbredde.

# Tre muligheder for VLAN

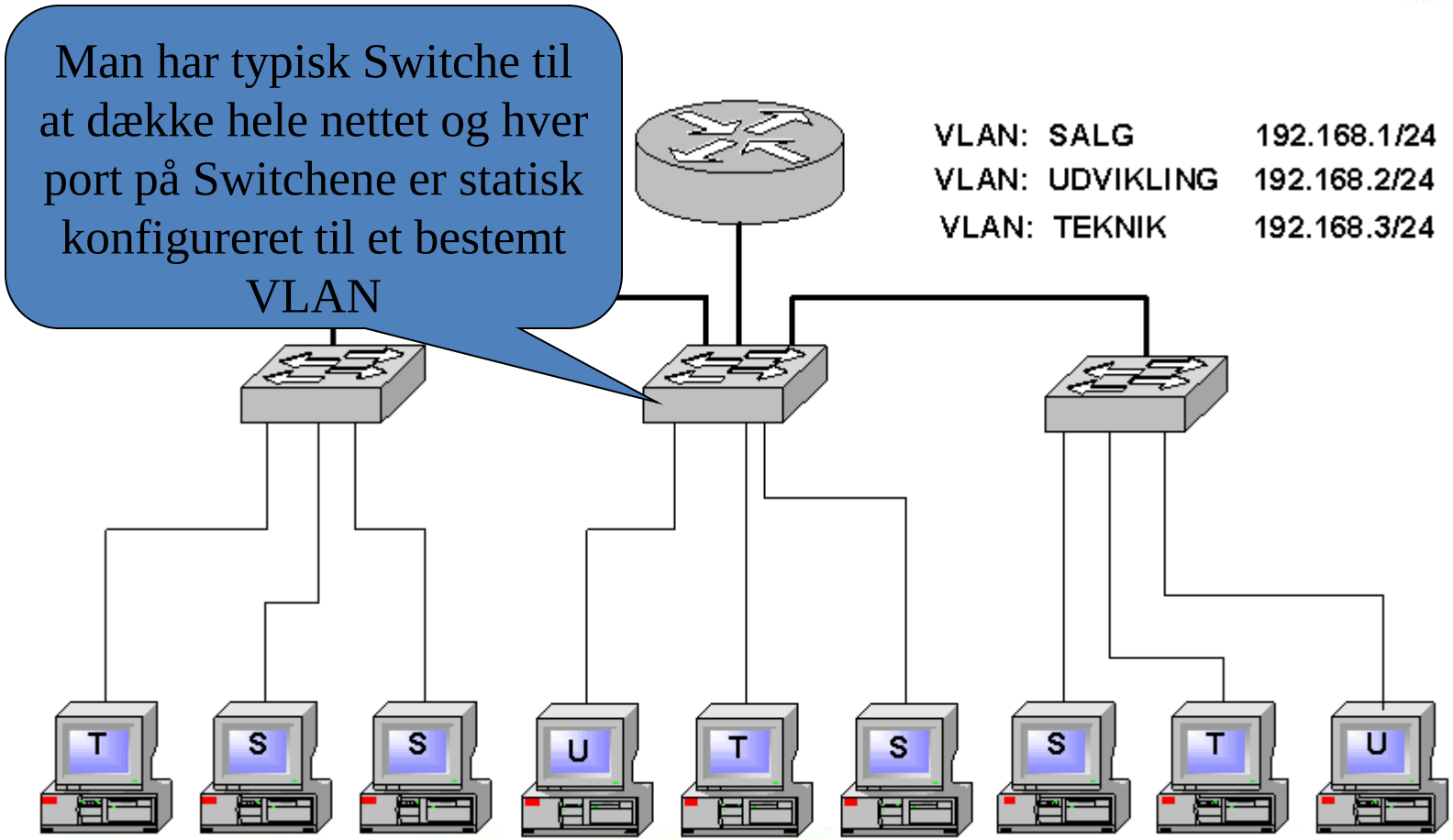
- Port-Centric VLAN
  - Brugere i et Port-Centric VLAN er tilsluttet samme port i en Switch
- Static VLAN
  - Brugere i et Statisk VLAN er tilsluttet tildelte porte på en eller flere switche
- Dynamisk VLAN
  - Brugere i et Dynamisk VLAN bliver automatisk tilsluttet VLAN udfra MAC-, IP-adresse eller protokoltype

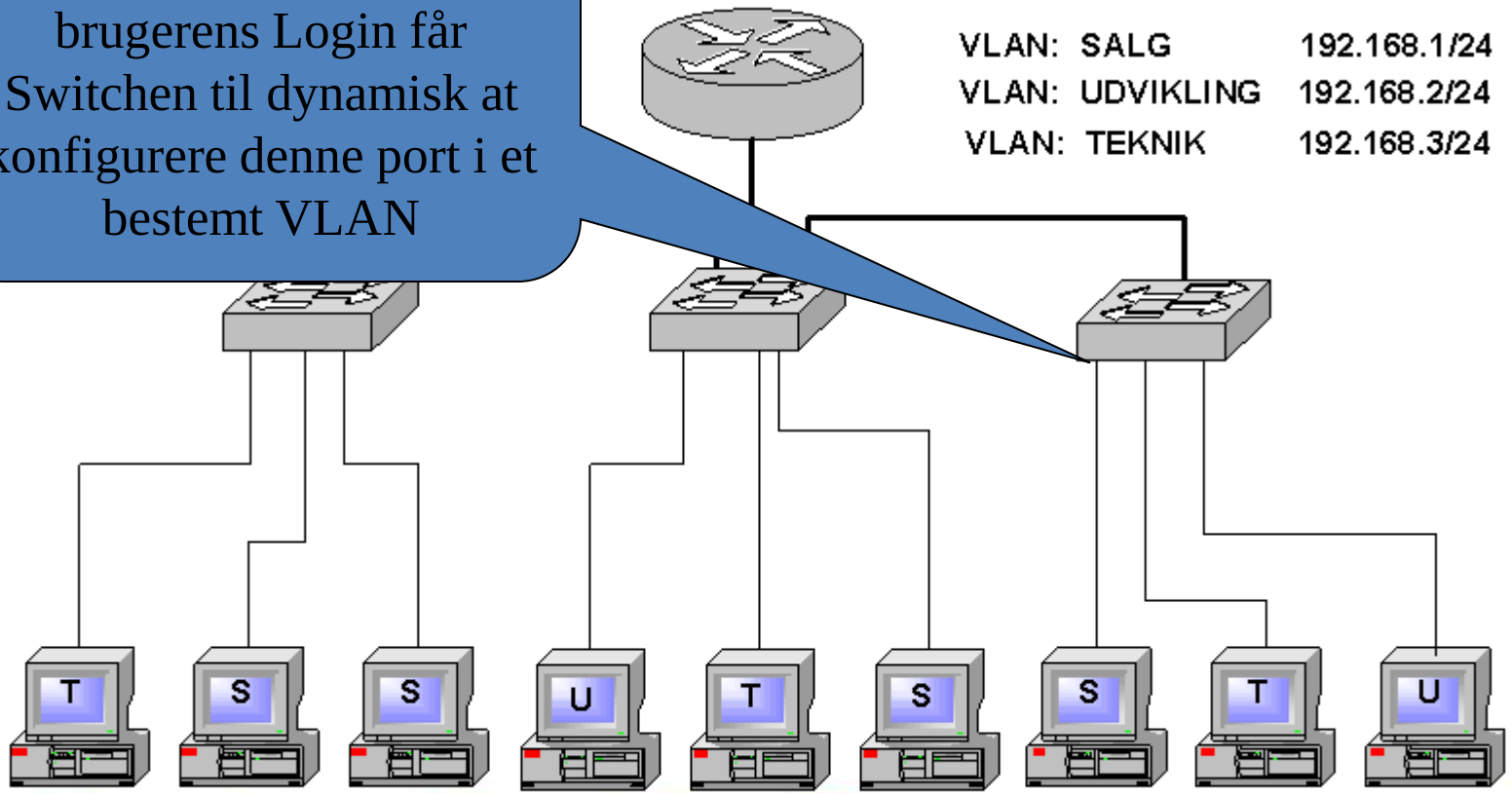
# Port-Centric VLAN

Man har typisk kun én switch og hver port på switchen er statisk konfigureret til et bestemt VLAN og har heri forbindelse til flere hosts.



# Static VLAN


Man har typisk Switche til at dække hele nettet og hver port på Switchene er statisk konfigureret til et bestemt VLAN
VLAN: SALG 192.168.1/24
VLAN: UDVIKLING 192.168.2/24
VLAN: TEKNIK 192.168.3/24
T
S
S
U
T
S
S
T
U

# Dynamisk VLAN

PC'ens MAC-adresse eller brugerens Login får Switchen til dynamisk at konfigurere denne port i et bestemt VLAN