

“Basic networking”

- Introduktion til Ethernet, TCP/IP, OSI, VLAN, Subnetting og meget mere ...

Region Syd [Grundlæggende netværk](#)

Indhold - "Basic Networking"

▪ Afsnit:

- Begreber, topologier og talsystemer
- Netværskommunikation
- Organisationer & Standarder
- IP Adressen/Subnet mask
- Netværksdokumentation
- Ethernet (MAC Address etc.)
- Default Gateway og grundlæggende Routing
- Samspillet mellem MAC og IP adresse

▪ Opgaver:

- Undersøg de store organisationer bag Internettet
- Afprøv netværkskommandoer:
 - ipconfig
 - ping
- Prefix notations
- Tegn et IPv4 netværksdiagram
- Byg et netværk i Cisco Packet Tracer
- Find din MAC og IP adresse
- Find routetabellen på din pc

- Vi har en gang imellem brug for andre talsystemer end det decimale, som vi jo bruger hver dag og uden at tænke nærmere over det
 - F.eks. et indkøb nede ved bageren – ”det bliver lige 48,- kr, tak!” 😊
- Her er et eksempel, hvor en pc har fået et problem og har stoppet afviklingen af et program:

```
A fatal exception 0E has occurred at 0028:C0011E36 in UXD UMM(01)
00010E36. The current application will be terminated.

* Press any key to terminate the current application.
* Press CTRL+ALT+DEL again to restart your computer. You will
lose any unsaved information in all applications.

Press any key to continue _
```

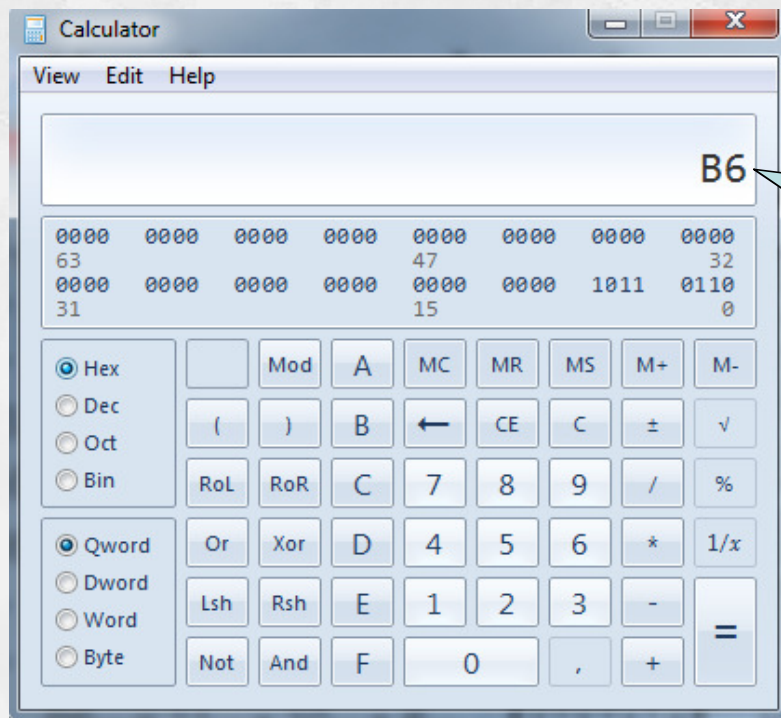
- Hvad er meningen med cifrene i teksten - og hvad for et talsystem er det?

Numeriske systemer - eksempler

- $B_{16} = 11_{10}$
 - 16 = hexadecimal
 - 10 = decimal
- $B_{16} = 1011_2$
- $A6_{16} = 10100110_2$
- $B6_{16} = 182_{10}$
 - $B_{16} = 11_{10}$
 - $6_{16} = 6_{10}$
- $B6_{16} = 11_{10} \times 16_{10} + 6_{10} = 182_{10}$

Binary				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

- Windows 7 lommeregner i Programmør mode kan heldigvis hjælpe:



Prøv selv!

Hvilken værdi har
hexadecimalt B6
i henholdsvis
decimalt og i
binært?

Oversæt hex til binær

Der er en 'sjov' sammenhæng mellem **hexadecimalt** og **binært**. Der skal præcis **4 binære cifre** til at danne **et hexadecimalt ciffer**. Derfor er det ret nemt at oversætte hex til binært!

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

10A7:9CBA76F3

0001 0000 1010 0111 : 1001 1100 1011 1010 0111 0110 1111 0011

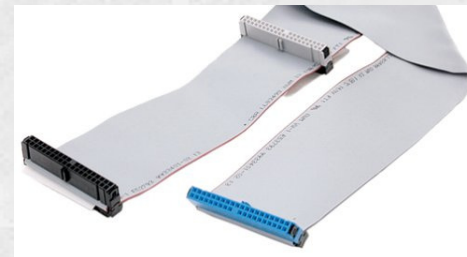
Opbevaring af digitale data

- En Byte er 8 bits
 - For eksempel 10110111_2

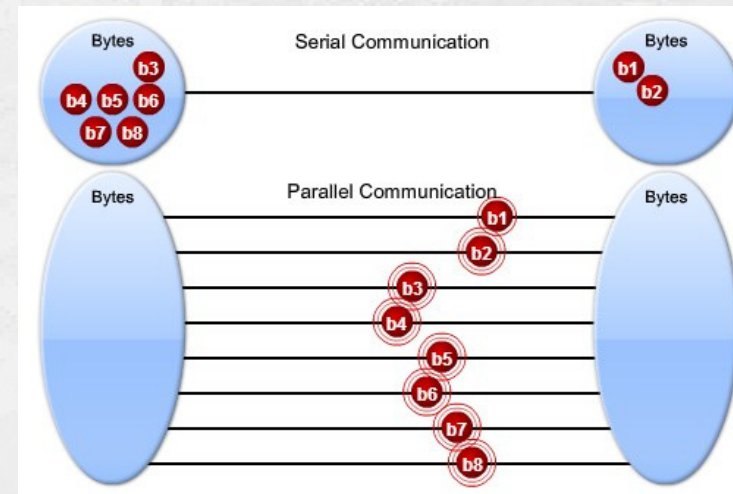
- 1 KiloByte (KB) = 1.024 bytes = 2^{10} bytes
- 1 MegaByte (MB) = 1.048.576 bytes = 2^{20} bytes
- 1 GigaByte (GB) = 1.073.741.824 bytes = 2^{30} bytes
- 1 TeraByte (TB) = 1.099.511.627.776 bytes = 2^{40} bytes
- 1 PetaByte (PB) = 1.125.899.906.842.624 = 2^{50} bytes
- 1 ExaByte (EB) = 1.152.921.504.606.846.976 bytes = 2^{60} bytes
- 1 ZetaByte (ZB) = 1.180.591.620.717.411.303.424 bytes ... = 2^{70} bytes
- 1 YottaByte (YB) = 1.208.925.819.614.629.174.706.176 ... = 2^{80} bytes
-

Serial vs. parallel datatransmission

- Serial transmission (En leder):
 - En bit bliver overført ad gangen
 - Eksempler:
 - Ethernet
 - SATA (harddisk interface)
 - USB
- Parallel transmission (Flere ledere):
 - Flere bits bliver overført ad gangen
 - Eksempler:
 - 32 eller 64 bit CPU
 - IDE kabler



- Seriel datatransmission
 - Én bit ad gangen, og den er både støj-resistent og meget pålidelig
 - I gamle dage var den laaangsom, men i dag er den hurtigst!
- Parallel datatransmission
 - Mange bits ad gangen
 - Hurtigere? Nej ... ☹
 - Problemerne er mange:
 - Clock Skew
 - Interference
 - Crosstalk



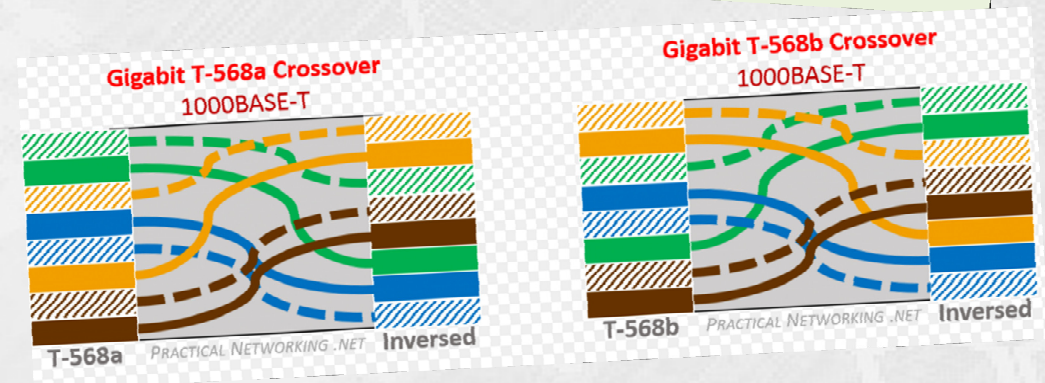
Data transmissionshastighed

- Måles i **bits per sekund (bps)**
 - 10 Mbps = 10 Mega **bits** per sekund
 - USB 3.0 leverer f.eks. 4,86 **Gbps**
- ... eller i **Bytes per sekund (Bps)**
 - Bemærk: B = Byte og b = bit
 - USB 3.0 leverer f.eks. ca. 580 **MBps**
- **Ethernet** er en **seriel** standard
 - Den findes i versioner fra **10 Mbps** og op til **100 Gbps**
 - Der er udviklet en ny **25 Gb/s**
 - Der udvikles på en **400 Gb/s** ... 😊

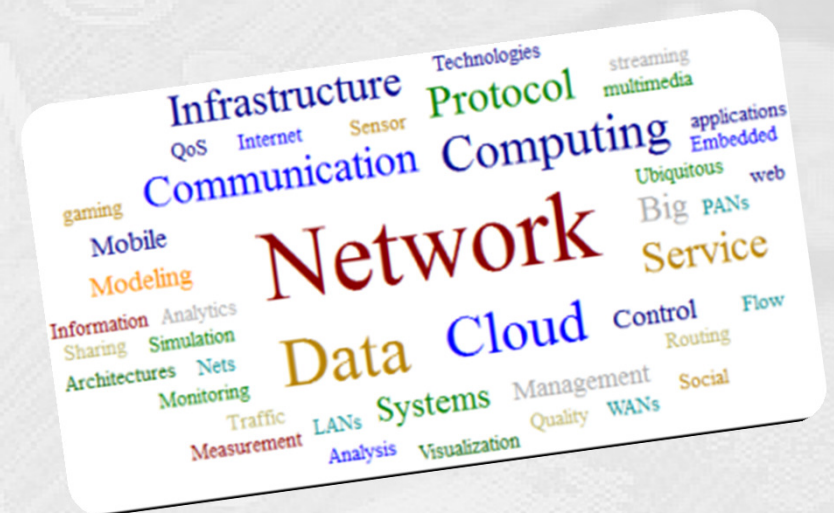
The Evolution of Ethernet Standards to Meet Higher Speeds

Date	IEEE Std.	Name	Data Rate	Type of Cabling
1990	802.3i	10BASE-T	10 Mb/s	Category 3 cabling
1995	802.3u	100BASE-TX	100 Mb/s*	Category 5 cabling
1998	802.3z	1000BASE-SX	1 Gb/s	Multimode fiber
	802.3z	1000BASE-LX/EX	1 Gb/s	Single mode fiber
1999	802.3ab	1000BASE-T	1 Gb/s*	Category 5e or higher Category
2003	802.3ae	10GBASE-SR	10 Gb/s	Laser-Optimized MMF
	802.3ae	10GBASE-LR/ER	10 Gb/s	Single mode fiber
2006	802.3an	10GBASE-T	10 Gb/s*	Category 6A cabling
2015	802.3bq	40GBASE-T	40 Gb/s*	Category 8 (Class I & II) Cabling
2010	802.3ba	40GBASE-SR4/LR4	40 Gb/s	Laser-Optimized MMF or SMF
	802.3ba	100GBASE-SR10/LR4/ER4	100 Gb/s	Laser-Optimized MMF or SMF
2015	802.3bm	100GBASE-SR4	100 Gb/s	Laser-Optimized MMF
2016	SG	Under development	400 Gb/s	Laser-Optimized MMF or SMF

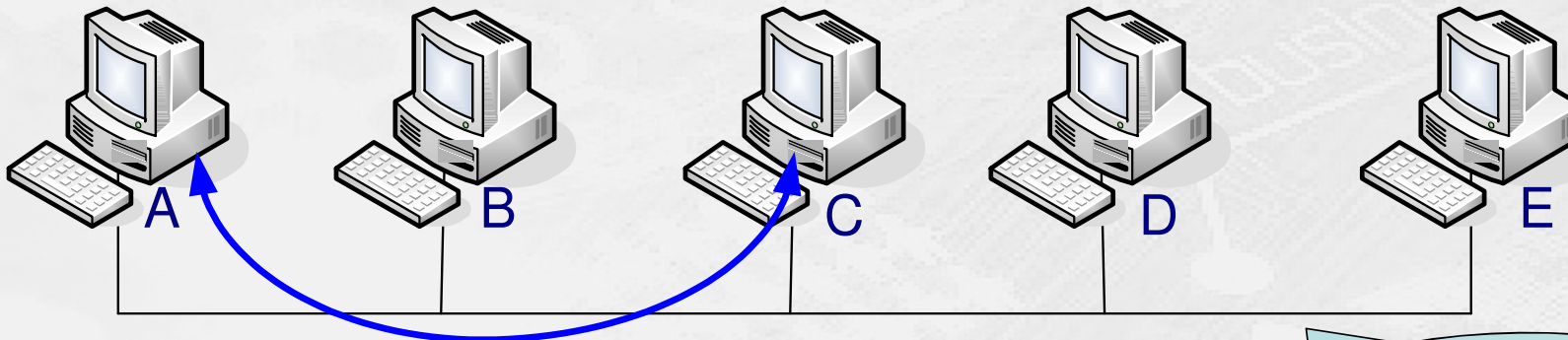
Note: *with auto negotiation



- **Unicast**
 - Kommunikation fra én enhed til én anden
- **Multicast**
 - Kommunikation fra én enhed til flere
- **Broadcast**
 - Kommunikation fra én enhed til alle på netværket
- **Half Duplex** og **Full Duplex**

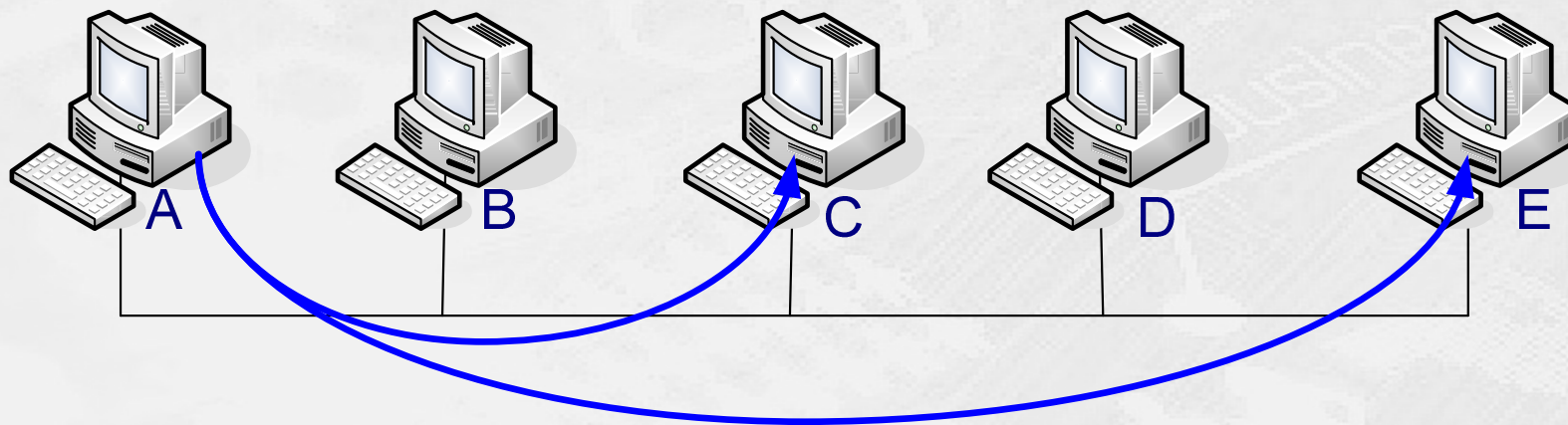


- **Unicast** transmission er når man sender en besked til en enkelt netværks destination som er defineret af en unik modtageradresse.



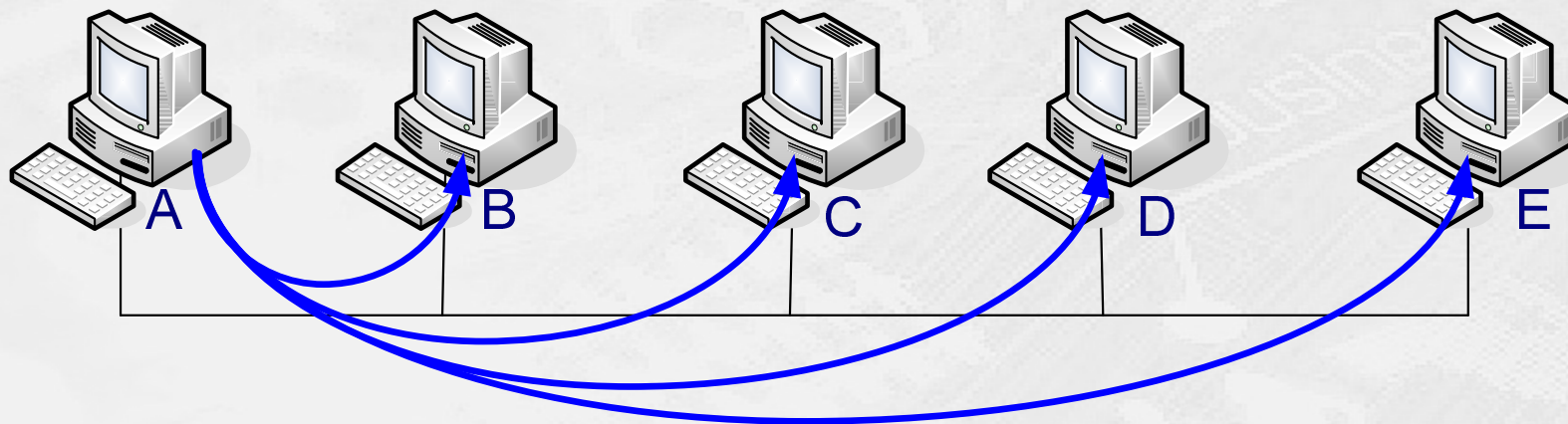
Bemærk:
Der sendes på et
fælles / delt medie 😊

- **Multicast** er når man transmitterer en besked til en gruppe af enheder via en enkelt transmission



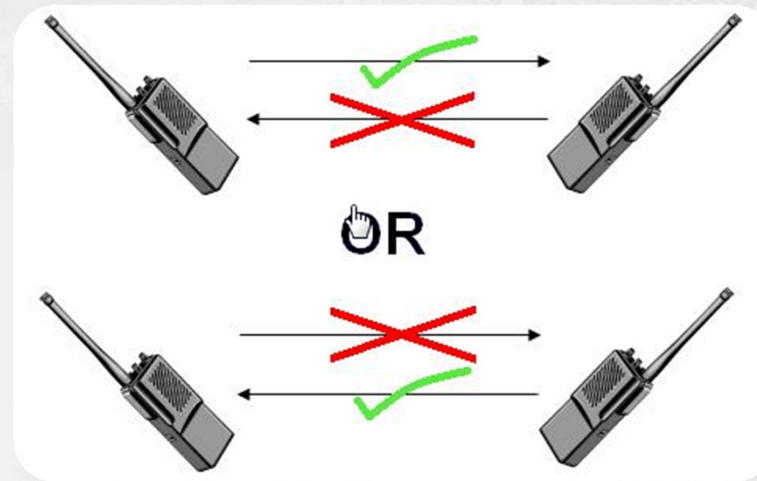
Broadcast

- **Broadcast** er når man sender en besked til alle enheder i en enkelt transmission



Half duplex

- Et *half-duplex* (HDX) system giver kommunikation i begge retninger, men kun i en retning ad gangen.
 - Ikke samtidig



Full duplex

- Et *full-duplex* (FDX) system tillader kommunikation at flyde i begge retninger på samme tid.





- I kommunikation arbejder man med 3 elementer:
 - Et budskab – ”Vi har fri kl 16”
 - En protokol – Sprog, etikette
 - Et bæreredie – Brev, lydbølger
- I data-kommunikation (f.eks. på netværket) arbejdes med de 2 sidste elementer
- Når flere protokoller bruges kaldes det en protokol stak (en Protocol Suite)



- Eksempel på protokoller i en protokol stak kunne være:
 - Hypertext Transfer Protocol (HTTP)
 - Transmission Control Protocol (TCP)
 - Internet Protocol (IP)
 - Ethernet
 - 100BaseT } Network Access laget

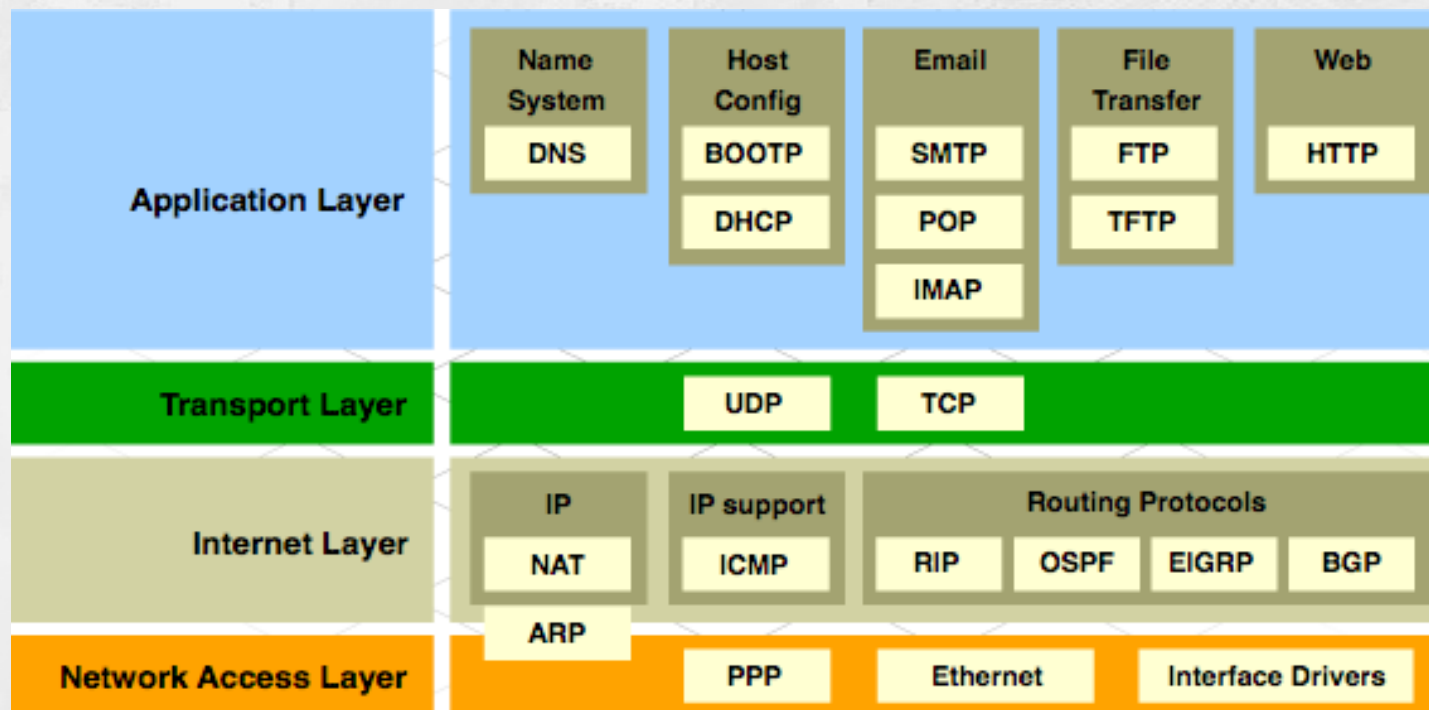


Netværksprotokoller

- Historisk set har der været mange **protocol suites**:

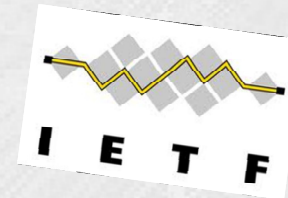
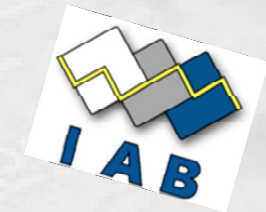
	TCP/IP	ISO	AppleTalk	Novell Netware
7 6 5	HTTP DNS DHCP FTP	ACSE ROSE TRSE SESE	AFP	NDS
4	TCP UDP	TP0 TP1 TP2 TP3 TP4	ATP AEP NBP RTMP	SPX
3	IPV4 IPV6 ICMPV4 ICMPV6	CONP/CMNS CLNP/CLNS	AFP	IPX
2 1	Ethernet PPP Frame Relay ATM WLAN			

- I dag er **TCP/IP** den mest brugte, og det er den **Internettet** understøtter:



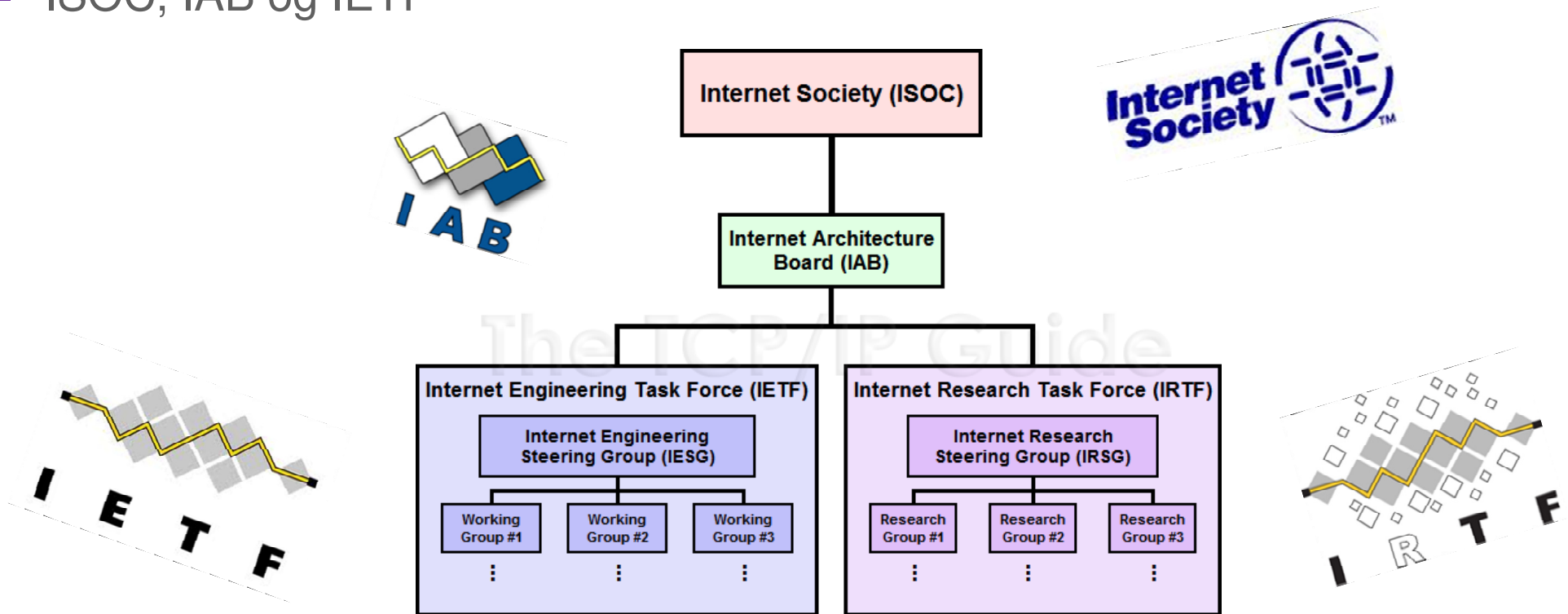
■ Hvem står bag Internettet?

- The Internet Society (ISOC)
- The Internet Architecture Board (IAB)
- The Internet Engineering Task Force (IETF)
- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
- The International Organization for Standards (ISO)



Organisationerne bag standarderne

- ISOC, IAB og IETF



- IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers
 - 39 societies
 - 1,300 conferences each year
 - 1,400 standards and projects
 - 430,000 members
 - 160 countries
 - IEEE 802.3
 - IEEE 802.11

IEEE Working Groups

802.1 Higher Layer LAN Protocols Working Group

802.3 Ethernet Working Group

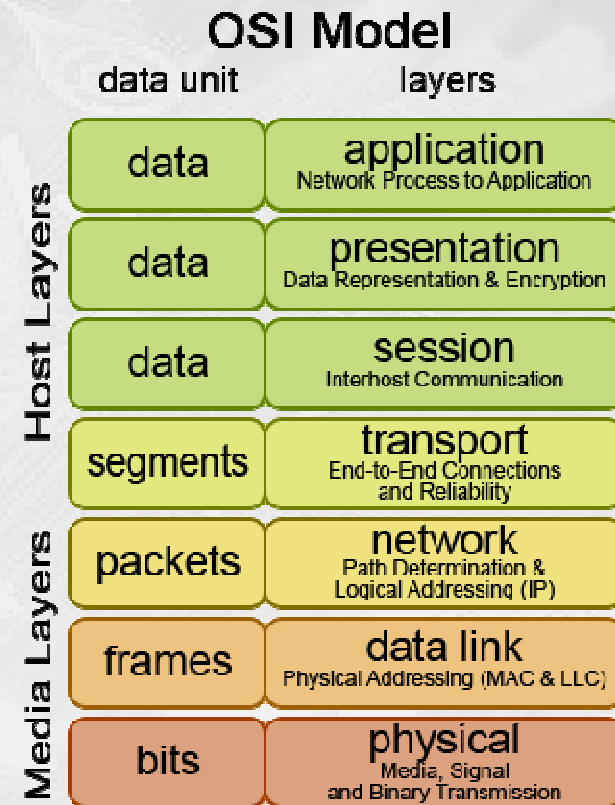
802.11 Wireless LAN Working Group

802.15 Wireless Personal Area Network (WPAN) Working Group

802.16 Broadband Wireless Access Working Group

Organisationerne bag standarderne

- ISO



Organisationerne bag standarderne



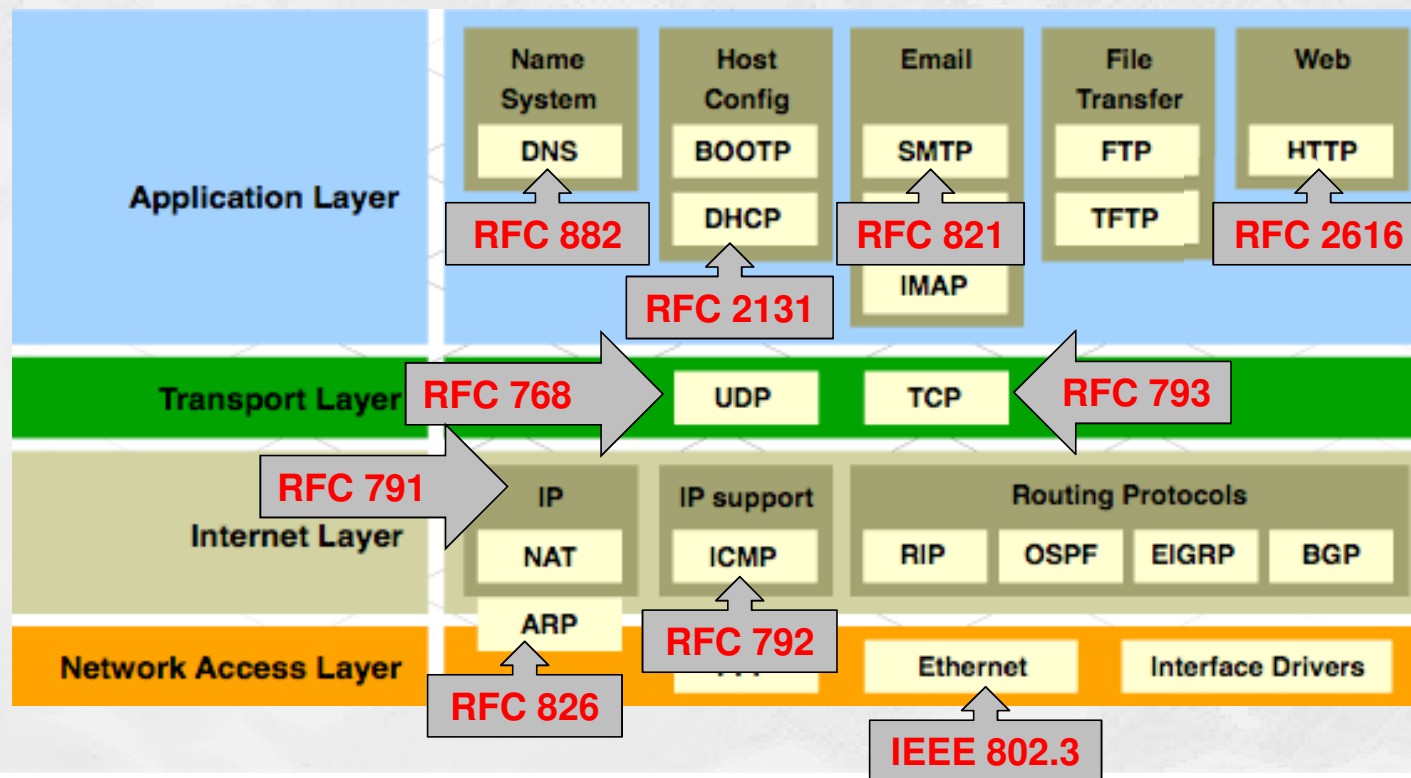
- es del af mercantec⁺

- Andre vigtige organisationer

- The Electronic Industries Alliance (EIA)
- The Telecommunications Industry Association (TIA)
- The International Telecommunications Union – Telecommunications Standardization Sector (ITU-T)
- The Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN)
- The Internet Assigned Numbers Authority (IANA)



- Lidt konkret omkring **RFC**'er – også kaldet **White papers**:



Opgave: Standard Organisationer



- en del af **mercantec**⁺

- Internet organisationer:
 - I skal nu 2 og 2 bruger søgemaskiner til at undersøge og svare på spørgsmål omkring internettets organisation og pionerer

- Spørgsmål:
 - 1) Hvem er Jonathan B. Postel og hvad er han kendt for?
 - 2) Hvilke 2 relaterede organisationer styrer Top-Level Domain navnene og Root DNS serverne på Internettet?
 - 3) Hvilken organisation er ansvarlig for at publisere Request For Comments?
 - 4) Hvad hedder IEEE stardarden for Wi-Fi Protected Acces 2 (WPA2)?
 - 5) Hvilken protokol beskrives i RFC2324?

37.229.18.10337.229.18.10337.229.18.10337.229.
29.18.10337.229.18.10337.229.18.10337.229.18.
37.229.18.10337.229.18.10337.229.18.10337.229.
37.229.18.10337.229.18.10337.229.18.10337.229.
229.18.10337.229.18.10337.229.18.10337.229.18.
229.18.10337.229.18.10337.229.18.10337.229.18.
229.18.10337.229.18.10337.229.18.10337.229.18.
229.18.10337.229.18.10337.229.18.10337.229.18.

TCP/IP

IP Version 4 – Packet headers



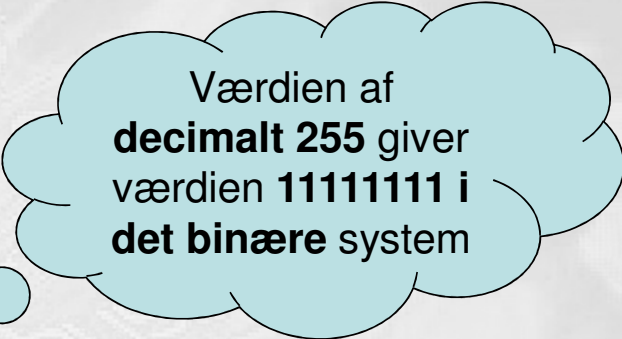
- IPv4 Packet header info (også kaldet 'overhead' ved transmission af data):

Version	IP Header Length	Differentiated Services		Total Length	
		DSCP	ECN		
Identification			Flag	Fragment Offset	
Time To Live	Protocol		Header Checksum		
Source IP Address					
Destination IP Address					
Options (optional)				Padding	

Husk at det er seriel data. Her ligger data blot i 'lag' af 32 bit, så det er nemmere at tolke de forskellige felter!

<https://www.ietf.org/rfc/rfc791.txt>

- IPv4 adressen består af 4 bytes (32 bit)
- Decimal dotted notation fx. 194.182.53.13
 - Dots imellem hver 8 bit byte
 - Binær 11000010.10110110.00110101.00001101
- Hver byte kan være imellem 0 og 255



Værdien af
decimalt 255 giver
værdien **11111111** i
det **binære** system

```
Command Prompt
C:\>ipconfig
Ethernet adapter Local Area Connection:
    IPv4 Address. . . . . : 192.168.139.122
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . . : 192.168.139.1
```

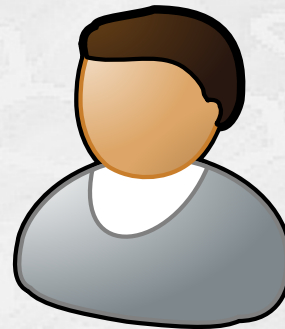
Korrekt adressering?



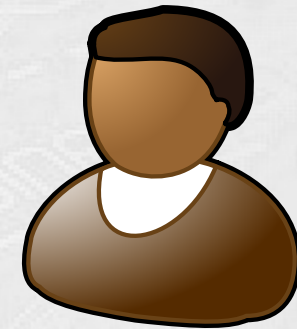
Kolding

Peter sender brev
(snail-mail)
adresseret til Kurt J.

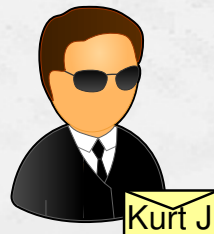
Postbudet leverer
- og det går fint!



Peter Hansen



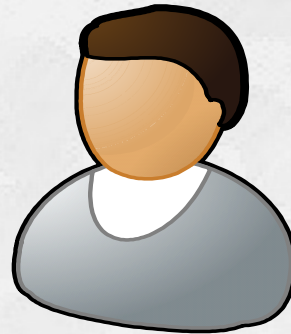
Kurt Jensen



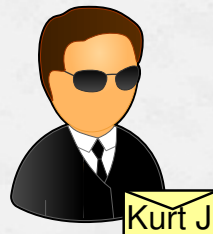
Korrekt adressering?

Peter sender igen brev (snail-mail) til Kurt J.

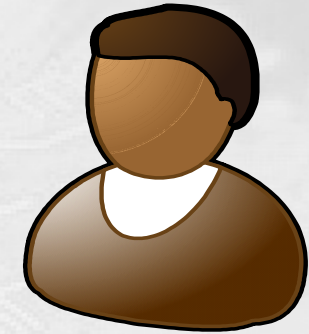
Postbudet leverer - og nu går det galt, fordi han har glemt at skrive by-navn på og der også bor en Kurt Jensen i Odense!



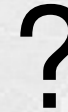
Peter Hansen



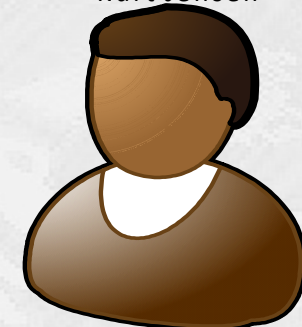
Kolding



Kurt Jensen



Kurt Jensen

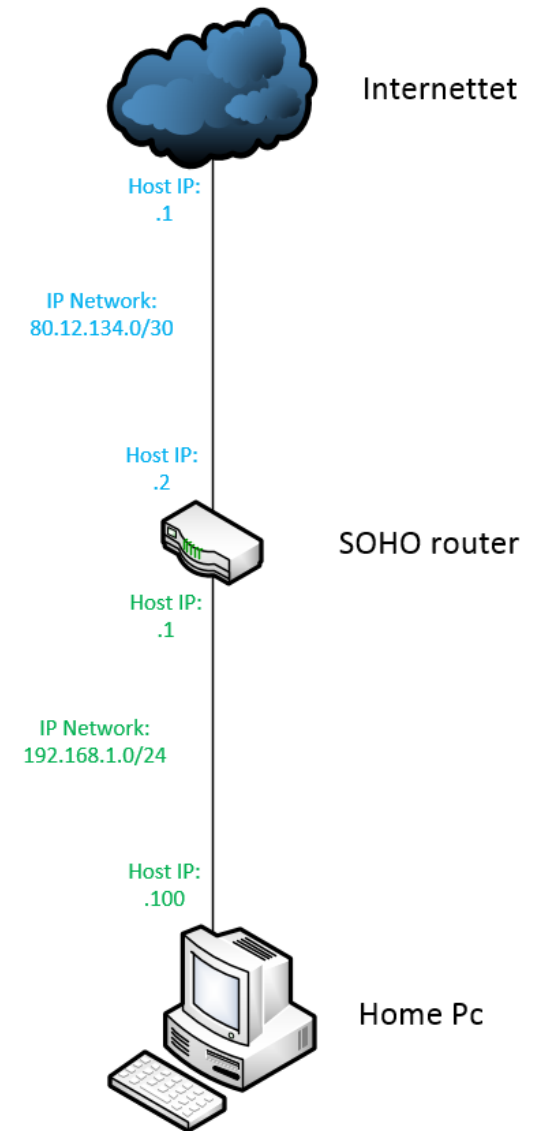


Odense

IP Version 4 – adressering af pakkerne

- Vi har altså både brug for et **områdenavn** og et **værtsnavn**
 - På engelsk kaldes det henholdsvis **IP network** og **IP host**
- Område navnet betegnes som en **logisk netværks adresse**
- Enhedens adresse indenfor området kaldes for **host adressen**

© Mercantec 2016



IP Version 4 – adressering af pakkerne

- En IP adresse består altså af to dele:
 - En logisk netværk adresse
 - En host adresse

- Eksempel:

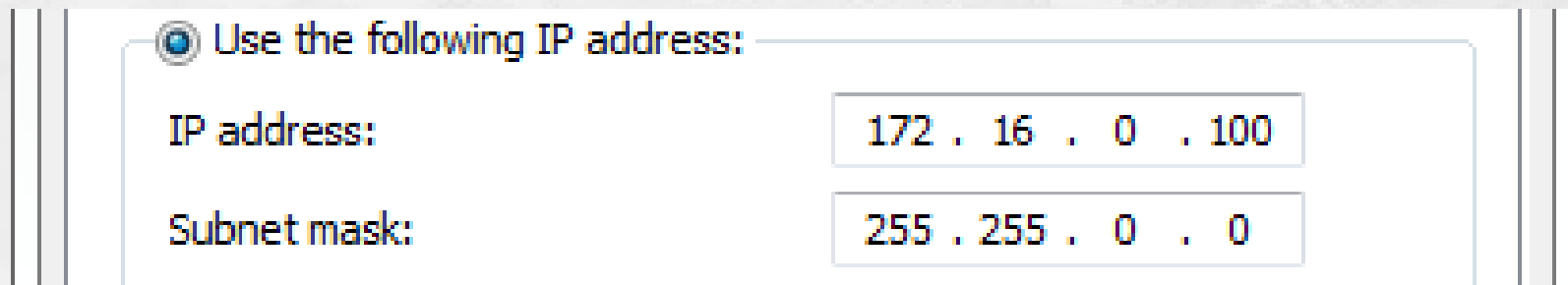
192.168.139.122

Host address

Network address

```
Command Prompt
C:\>ipconfig
Ethernet adapter Local Area Connection:
    IPv4 Address. . . . . : 192.168.139.122
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . . : 192.168.139.1
```

- **Subnet masken** definerer skillelinjen imellem den logiske netværks del og host delen:
 - 255 betyder at det er netværks adressen
 - 0 betyder at det er host delen



Use the following IP address:

IP address: 172 . 16 . 0 . 100

Subnet mask: 255 . 255 . 0 . 0

- Logisk netværk adresse: **172.16**
- Host adresse: **0.100**

Subnet maske eksempel – klasse A netværk

Use the following IP address:

IP address:

Subnet mask:

- Logisk netværks adresse: **10**
- Host adresse: **78.67.100**
- Hostens navn på nettet er altså 78.67.100 og netværket hedder 10

Opgave: ipconfig kommandoen

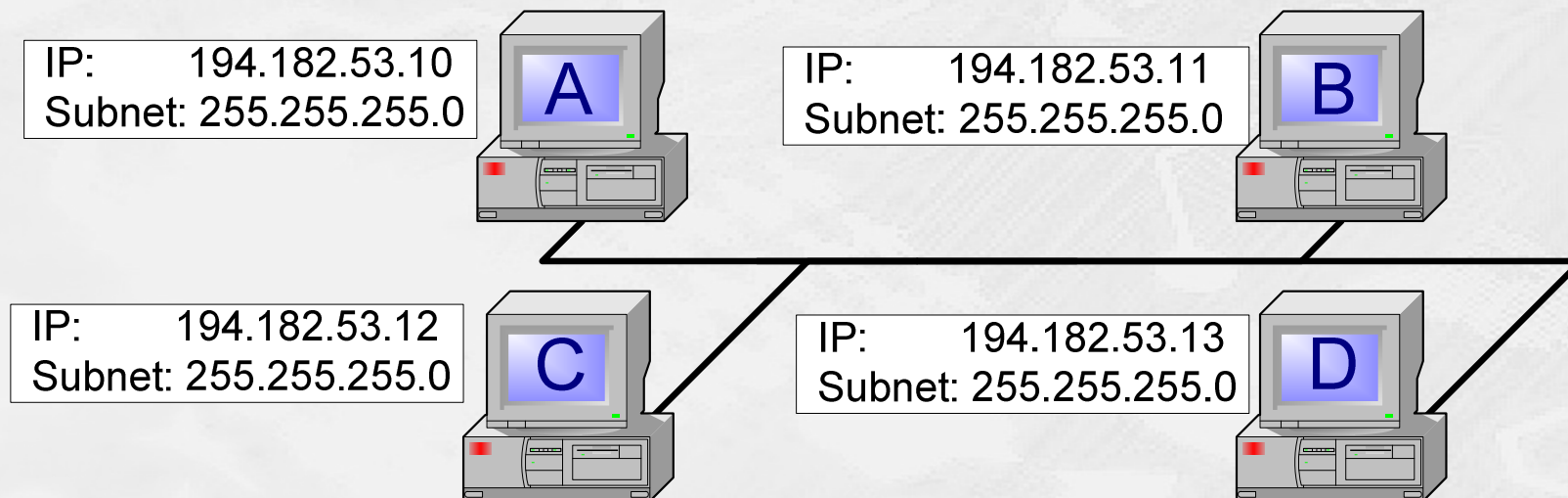
- Find IP adressen på din computer med **ipconfig** kommandoen
 - Hvad er **netværks adressen**?
 - Hvad er **host adressen**?
 - Hvad er **subnet masken**?
- Hvilket anden information får du fra ipconfig kommandoen?

- Et **fysisk netværk** er f.eks. et antal hosts forbundet til **det samme fysiske netværkssegment**, hvor de alle kan kommunikere f.eks. via MAC adresser
- Eksempler på fysiske netværk:
 - Hosts forbundet via Ethernet Hubs eller Switches
 - Hosts forbundet til et trådløst netværk (WiFi)
- Det **logiske netværk dannes ud fra netværksdelen af IP adressen**.
 - Det logiske netværk defineres altid af subnet masken



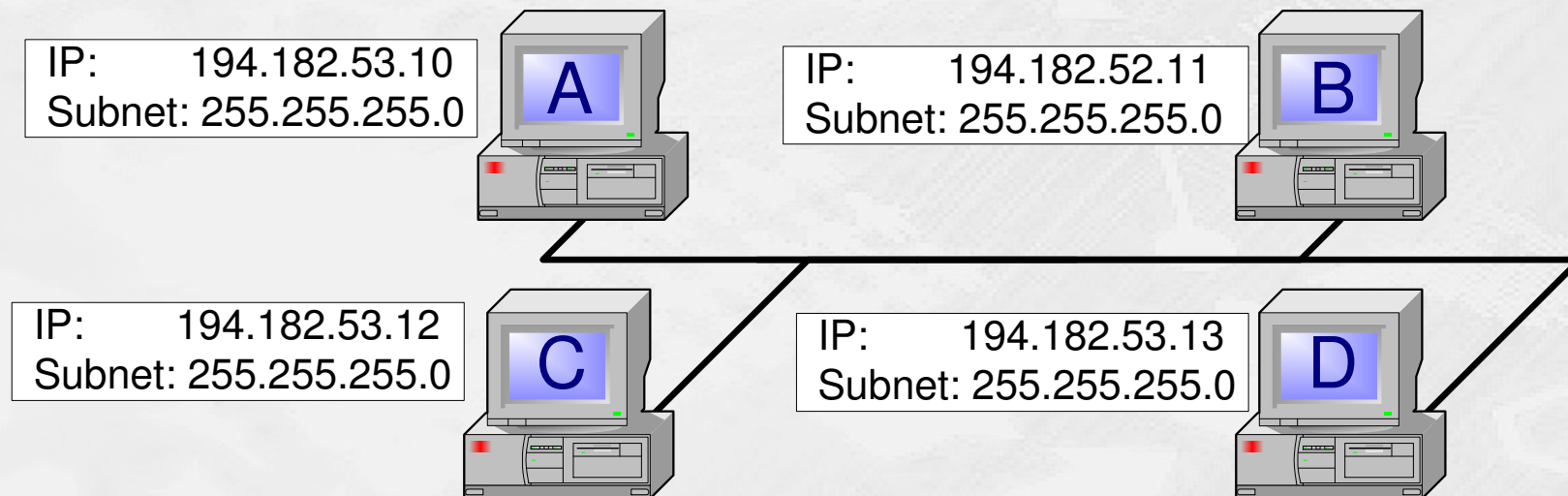
IP forbindelsen er i orden

- Alle IP hosts herunder kan kommunikere med hinanden fordi:
 - De er alle på **det samme fysiske netværk**
 - De tilhører alle **det samme logiske netværk**



IP forbindelsen er brudt

- Der er sket en fejl:
 - Host B** har ingen IP forbindelse til de andre hosts på netværket
 - Alle hosts er **på det samme fysiske netværk** – men Host B **tilhører et andet logisk net**



- Ping er en indbygget test funktion i IP protokol suiten
- Der sendes et antal IP test pakker til en modtager
 - Kaldes 'ping pakker' i daglig tale
 - Hedder faktisk **ICMP Echo Request** pakker
- Modtageren svarer med samme antal test pakker
 - Kaldes 'pong pakker' i daglig tale 😊
 - Men hedder faktisk **ICMP Echo Reply** pakker
- OBS:
 - Firewalls blokerer ofte for ICMP pakker

ICMP – Echo/Echo Reply	
8 Type:	This identifies whether the packet is a Echo (8) (ping) or Echo Reply (0) (Ping reply).
8 Code:	Always equal to a value of zero (0).
16 Checksum:	Header checksum.
16 Identifier:	If code field =0, then this field is used as an identifier to aid in matching echos and replies.
16 Sequence Number:	If code field=0, then this field is used to aid in matching echos and replies.
Variable Data:	This section serves as data padding. Size varies so the packet meets the minimum size required. This size varies depending on the frame used on your LAN.

Kilde: <http://www.firewall.cx/>

Ping kommandoen

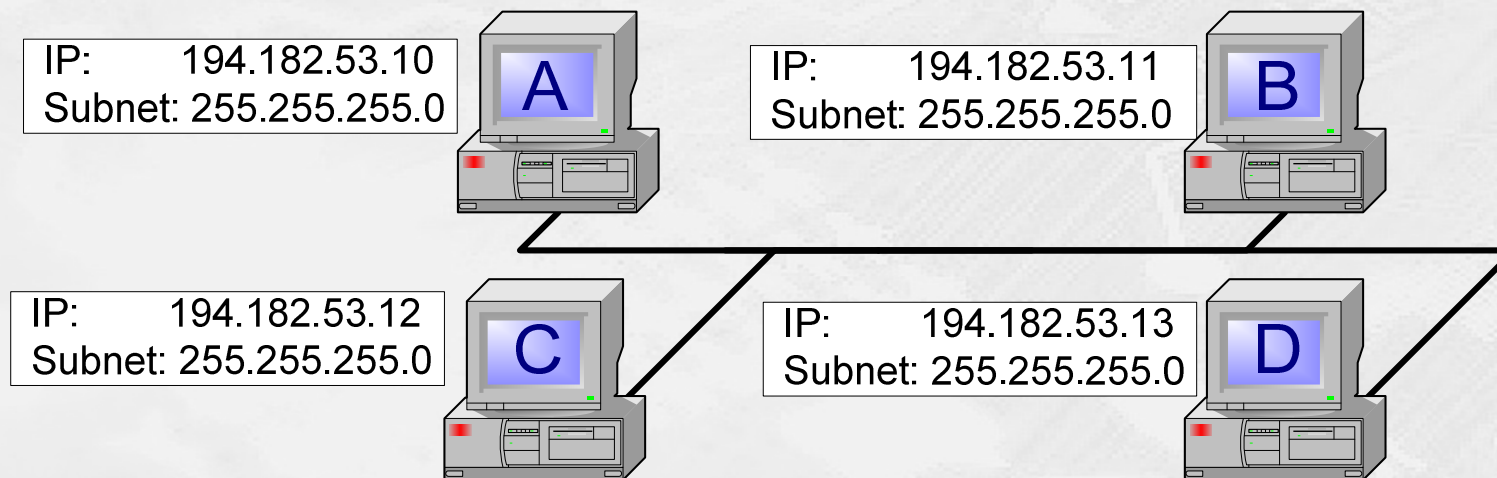
```
Command Prompt

C:\temp>ping 194.182.53.10

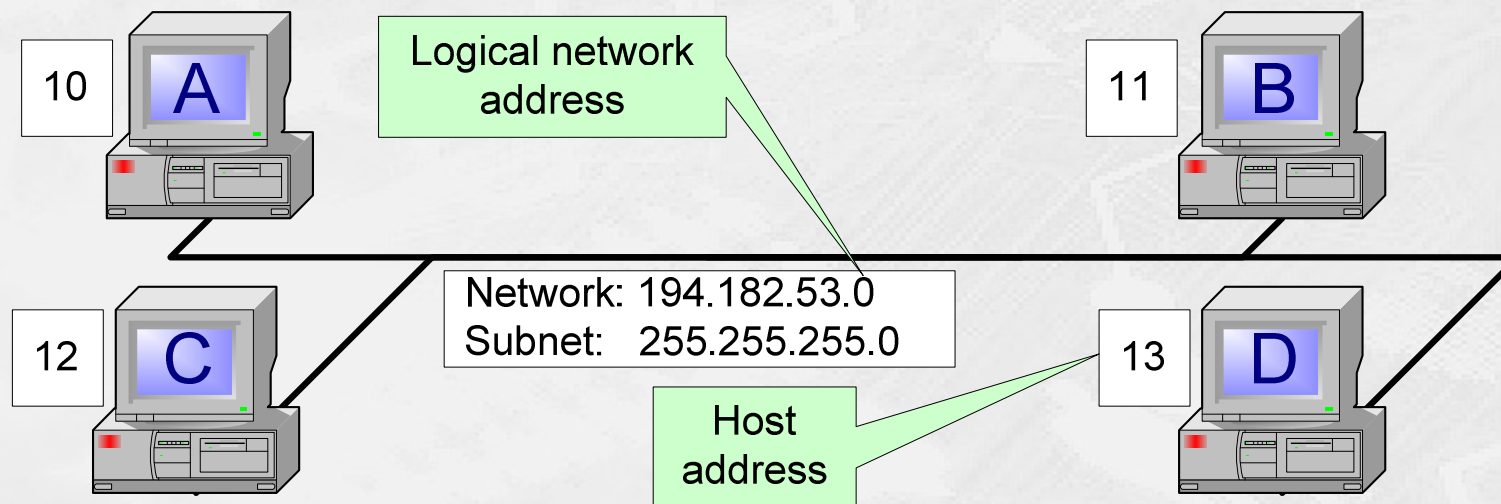
Pinging 194.182.53.10 with 32 bytes of data:
Reply from 194.182.53.10: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 194.182.53.10: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 194.182.53.10: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 194.182.53.10: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 194.182.53.10:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
```

- Netværkstegningen herunder har mange informationer ... svært at overskue
 - Alle hosts er på det samme fysiske netværk, og de må derfor også være på det samme logiske netværk



- Gør det mere enkelt og overskueligt: Saml redundant information!
 - Alle hosts på det samme fysiske netværk tilhører samme logiske netværk
 - Det er nu nemmere både at læse og at ændre i tegningen



- Subnet masken er **fire bytes** lang – hvilket giver **32 bits**
 - For eksempel 255.255.255.0
 - I binær 11111111.11111111.11111111.00000000
 - De første 24 bits er alle 1'ere
- I dag skriver man **antallet af bits i subnet masken** efter **netværkets navn**:

Net: 194.182.53.0
Subnet: 255.255.255.0

=

194.182.53.0/24

- Denne notationsteknik hedder prefix notation

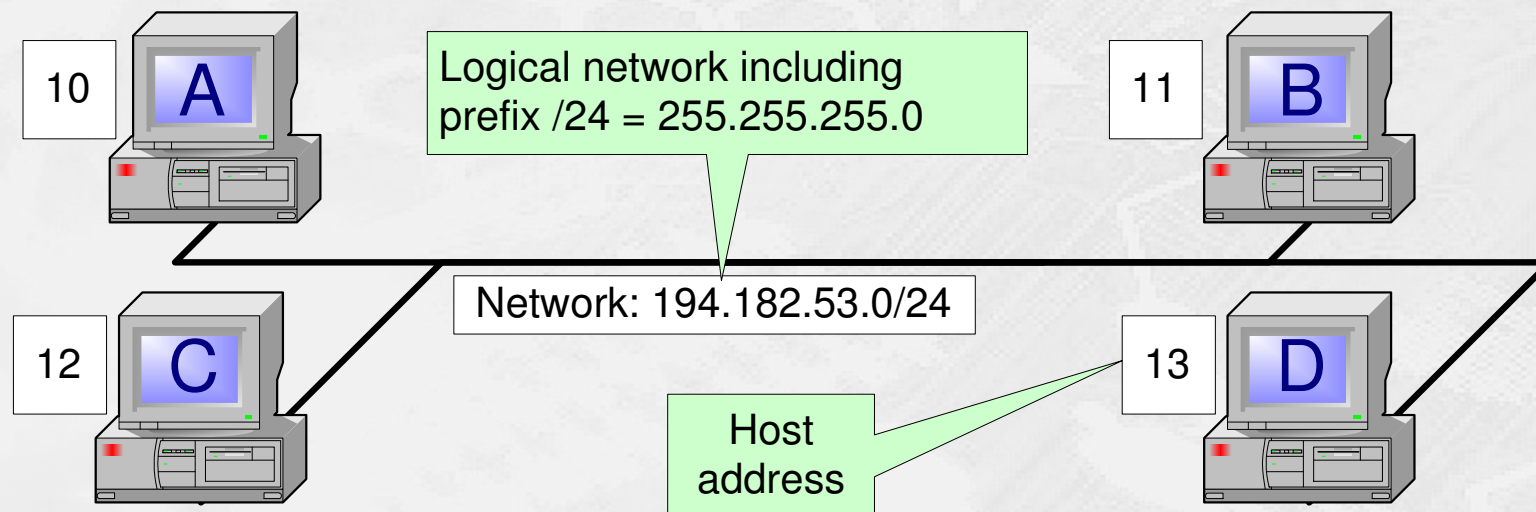
Opgave: Prefix notations



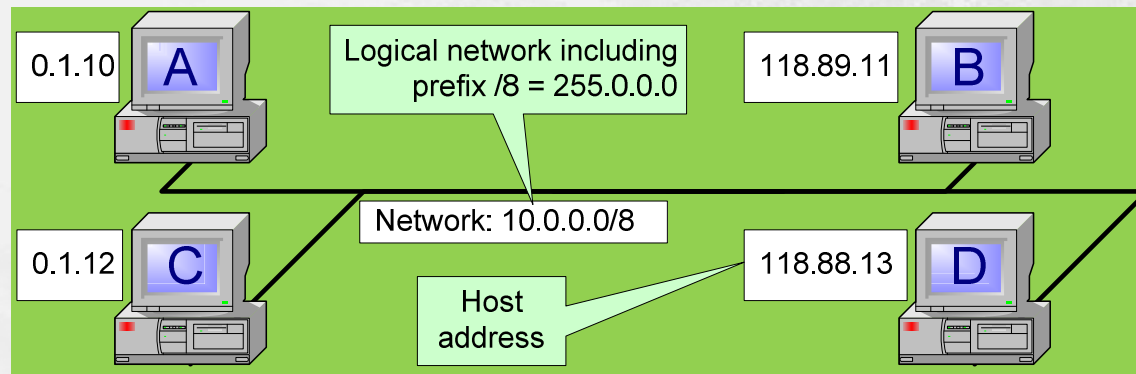
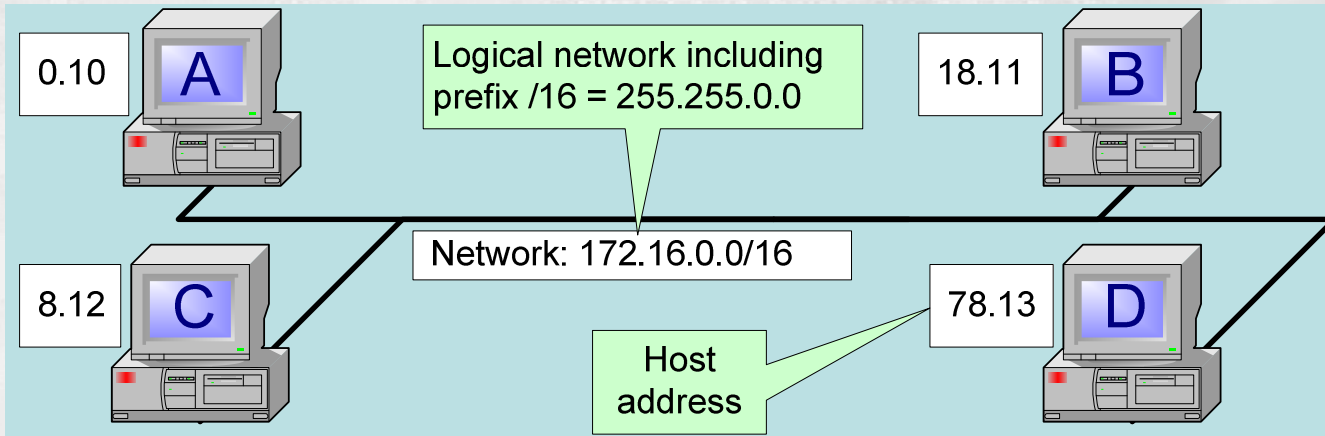
- en del af **mercantec**⁺

- Lad os 'regne' lidt på prefix notations!
 - Find både IP netværks nummeret og IP subnet masken - skrevet decimalt - på følgende:
 - 192.168.10.0/26
 - 80.88.122.0/23

- Saml redundant information.
 - Alle hosts på det samme fysiske netværk tilhører samme logiske netværk
 - Nemmere både at læse og at ændre i tegningen



Prefix notation - eksempler



IP version 4 - Adresse klasser



- Oprindeligt var IP version 4 adresserne indelt i tre unicast områder kaldet klasser

- **Klasse A:**

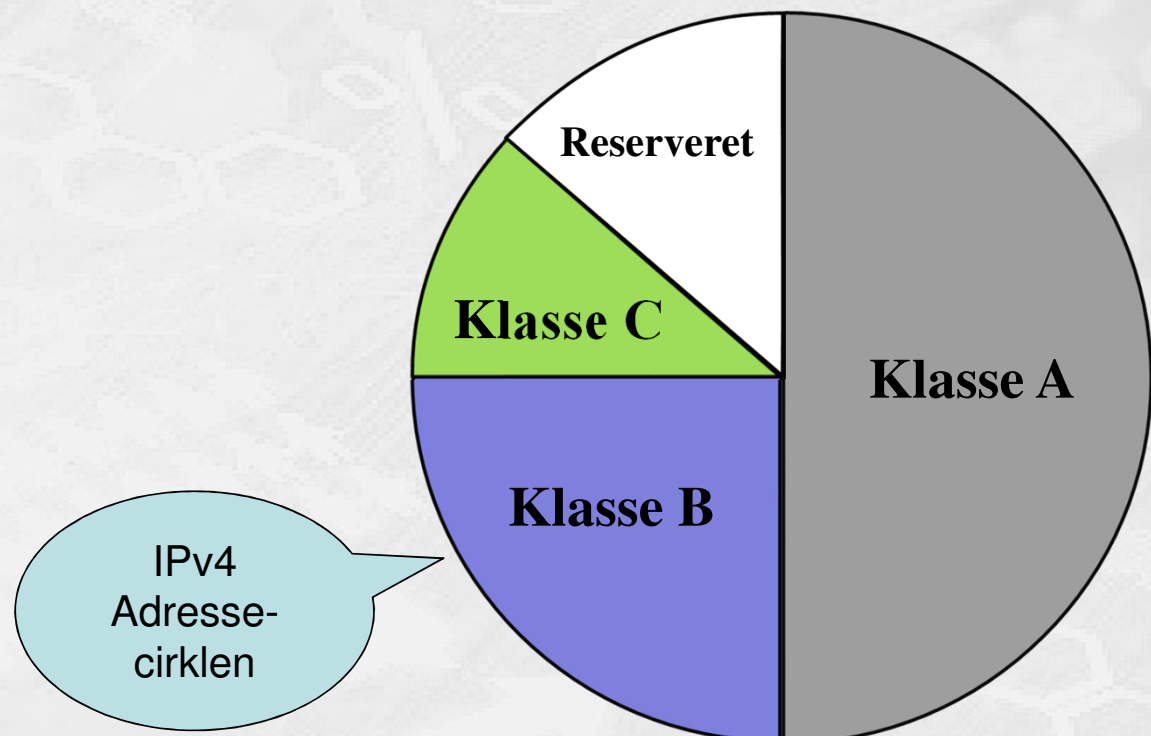
- Kæmpestore netværk
- 16,7 millioner IP adresser

- **Klasse B:**

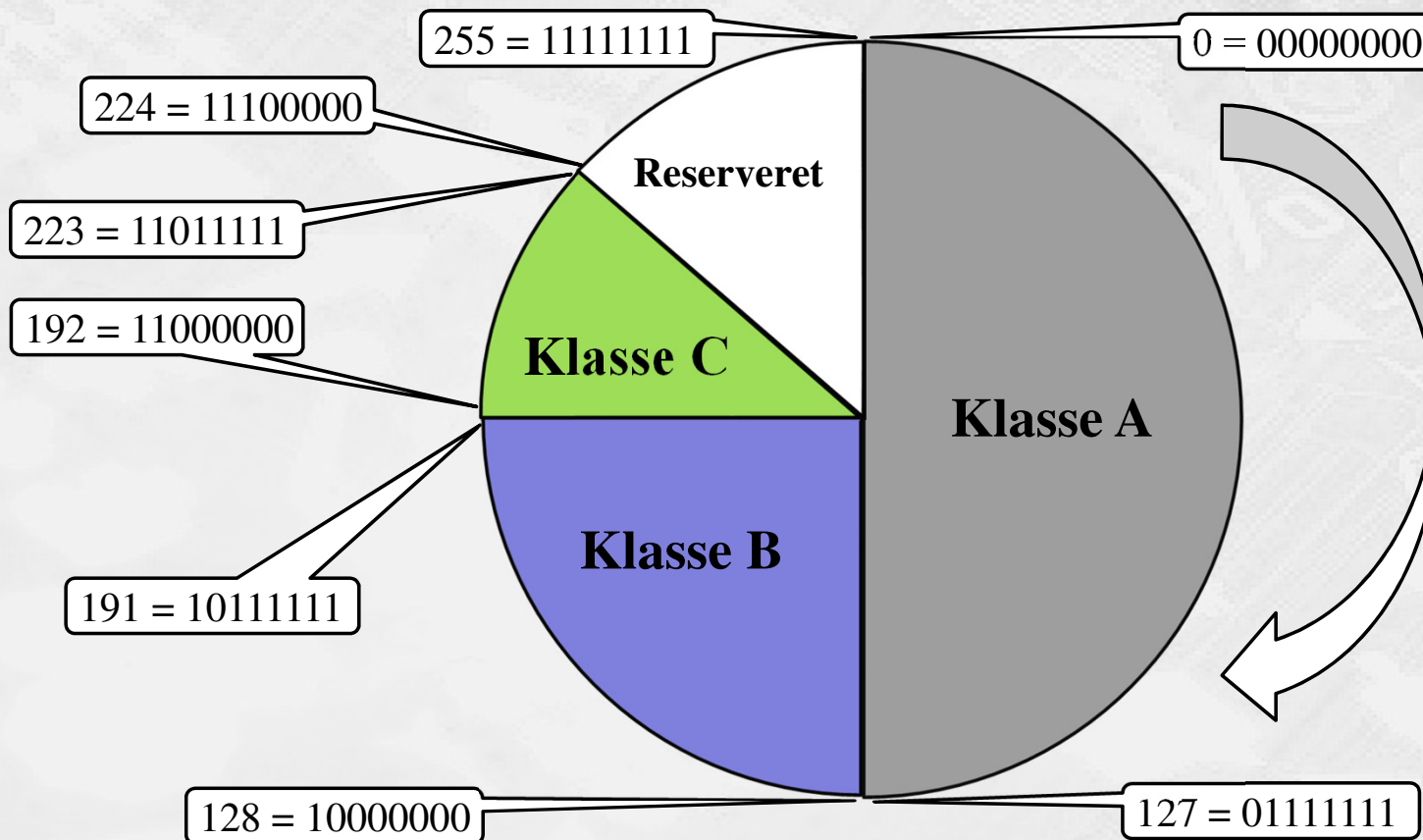
- Store netværk
- 65536 IP adresser

- **Klasse C:**

- Små netværk
- 256 IP adresser



IPv4 - Adresse klasser



- Værdien af de fire første bits i den første byte i IP adressen angiver klassen:
- Klasse A:
 - Fra 0000 til 0110
- Klasse B:
 - Fra 1000 til 1010
- Klasse C:
 - Fra 1100 til 1101
- Reserveret:
 - Fra 1110 til 1111

IPv4 – Adresse klasse eksempler

IP adresse 13.2.3.4

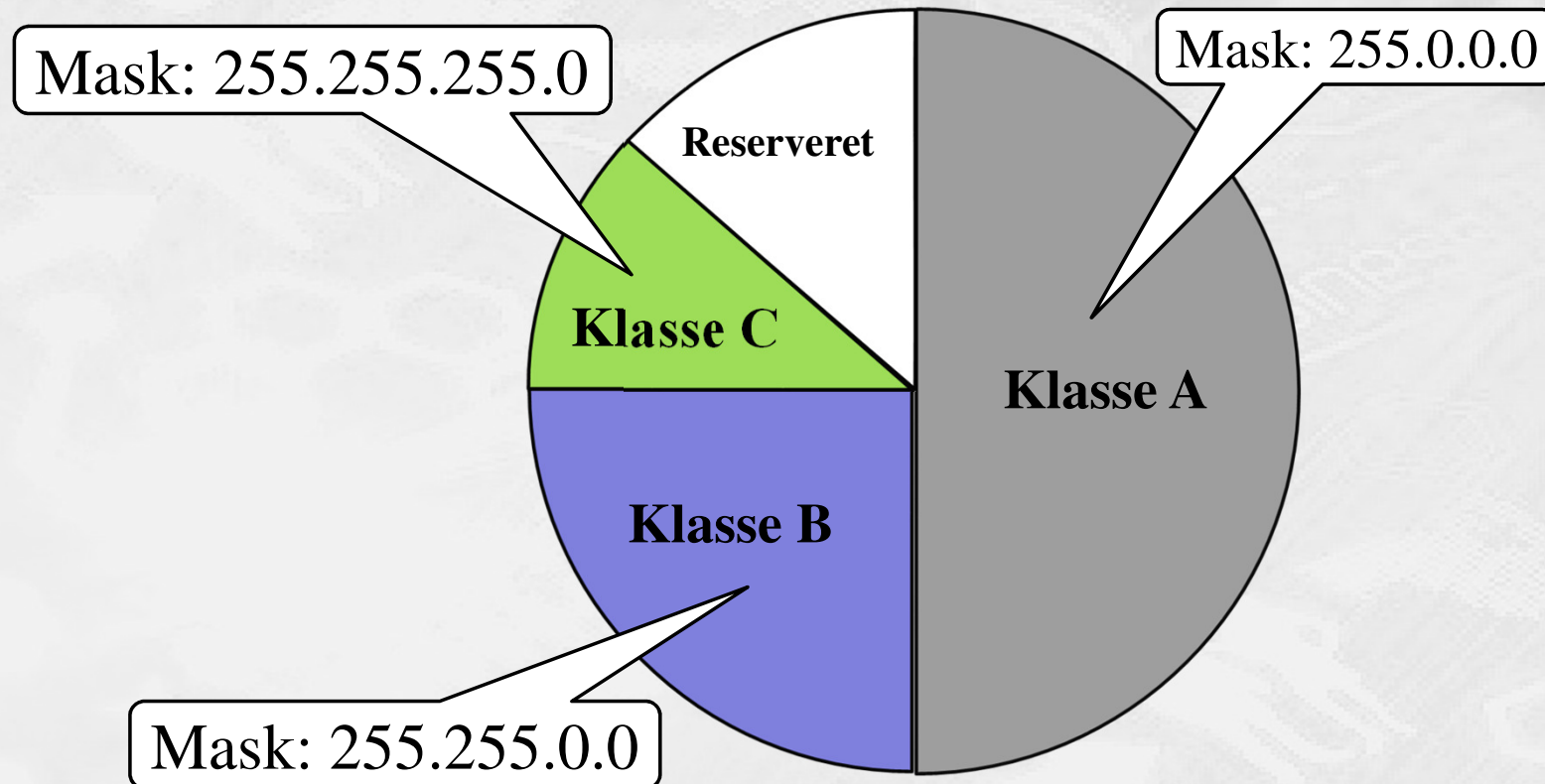
Klasse A adresse:
13 er imellem 0 og 127

og

Klasse C adresse:
194 er imellem 192 og 223

194.182.53.13

IPv4 - Subnet masker og klasser



IPv4 – Adresse klasse oversigt

Klasse	Formål	Første byte	Subnet maske	Prefix	Max hosts
A	Unicast	0 og 127	255.0.0.0	/8	16.777.214
B	Unicast	128 og 191	255.255.0.0	/16	65.534
C	Unicast	192 og 223	255.255.255.0	/24	254

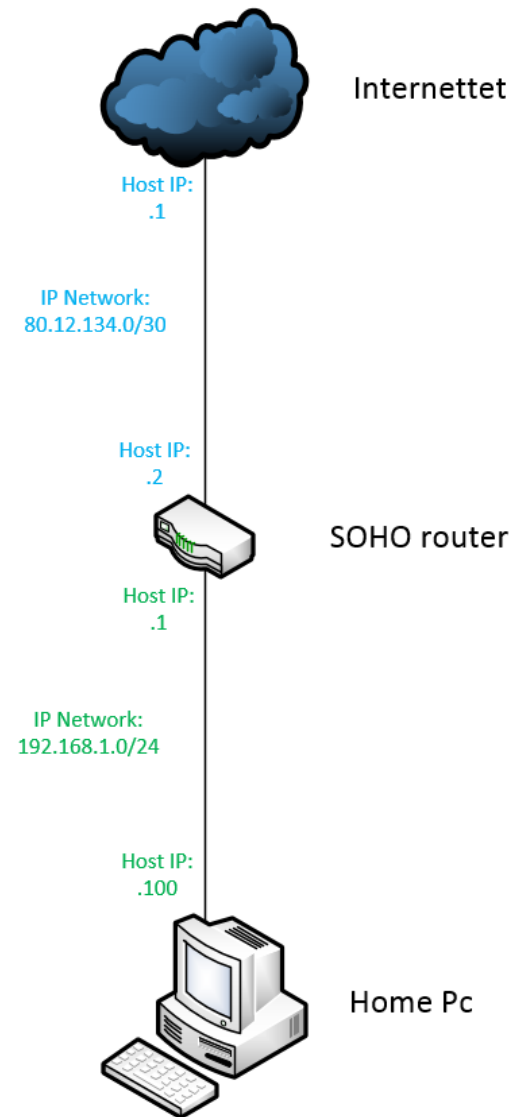
- Ekstra Klasser:

Klasse	Formål	Første byte	Subnet maske	Prefix	Max hosts
D	Multicast	224 og 239	ingen special	ingen	–
E	Reserved	240 og 255	ingen	ingen	–

Private IPv4 adresser

- **RFC 1918** definerer at nogle IPv4 adresser ikke må eksistere på internettet:
 - Klasse A = 10.0.0.0/8
 - Klasse B = 172.16.0.0/12
 - Klasse C = 192.168.0.0/16
- Andre special adresser inkluderer:
 - 0.0.0.0/0 – Any network (Gateway ...)
 - 127.0.0.0/8 – Loopback address
 - 169.254.0.0/16 – APIPA address

Dette er et **RFC 1918** IP netværk! Private IP adresser skal **altid** bruges bag en SOHO router 😊



Offentlige IPv4 adresser

- Alle adresser som ikke er private eller reserveret "lejes" ud af IANA
 - De 5 Regional Internet Registers(RIRs) holder styr på udlejningerne:

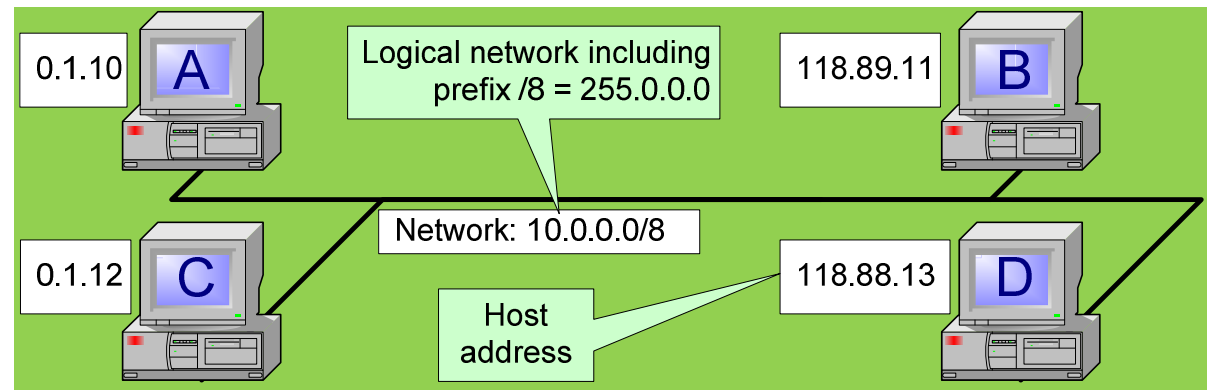


IPv4 - Unicast adresse klasser

- Da internettet begyndte at vokse, indså man at de 3 oprindelige klasser var en meget ineffektiv tildeling
- I dag er alle IP adresser klasseløse
- Alle IP adresser kan derfor bruges med alle subnet masker
- Noget ældre udstyr arbejder dog stadig med klasser

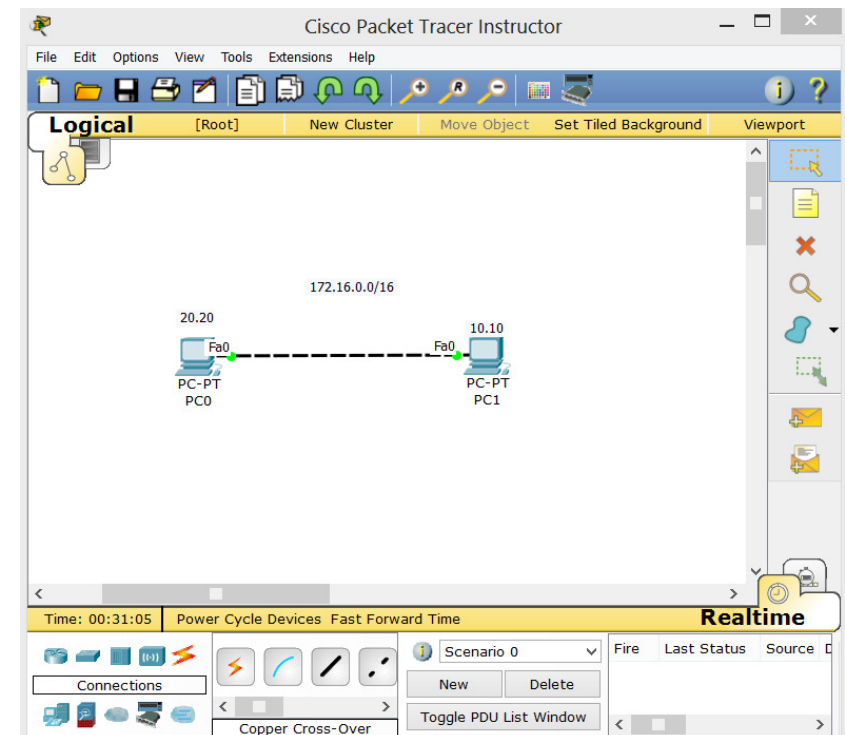
Opgave: Dokumentation

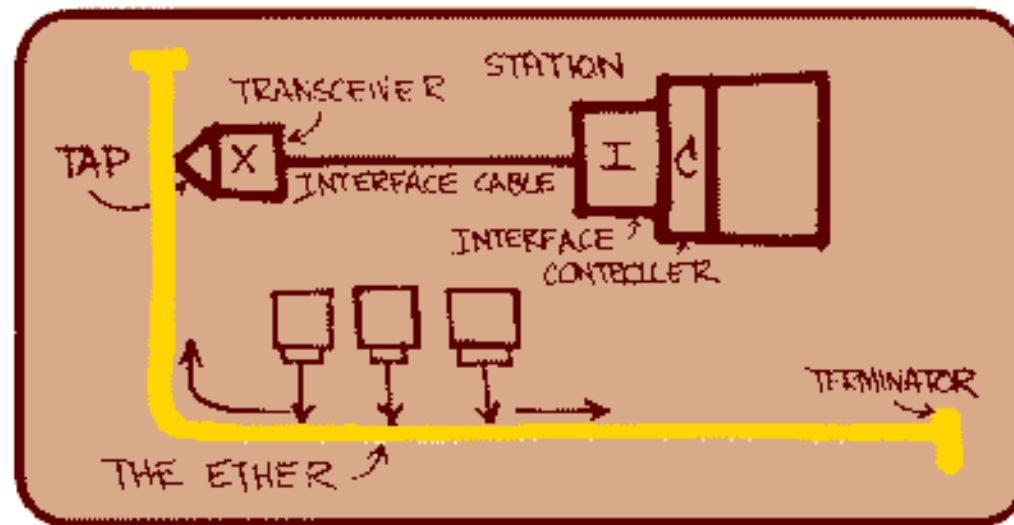
- Tegn et diagram over det netværk vi sidder på!
- Tegningen skal inkludere:
 - Computerne i din egen gruppe og gruppen ved siden af
 - IP netværks nummeret samt subnetmasken
 - IP host nummeret



Opgave: Packet tracer

- 'Byg' et lille IP netværk!
- Du skal først installere Cisco's virtualiseringsprogram Packet Tracer
- Følg [denne](#) vejledning!
 - Opgaven ligger på hjemmesiden www.merhot.dk under Kursusforløb / Netværk grundlæggende - Region Syd - 2 dages kursus



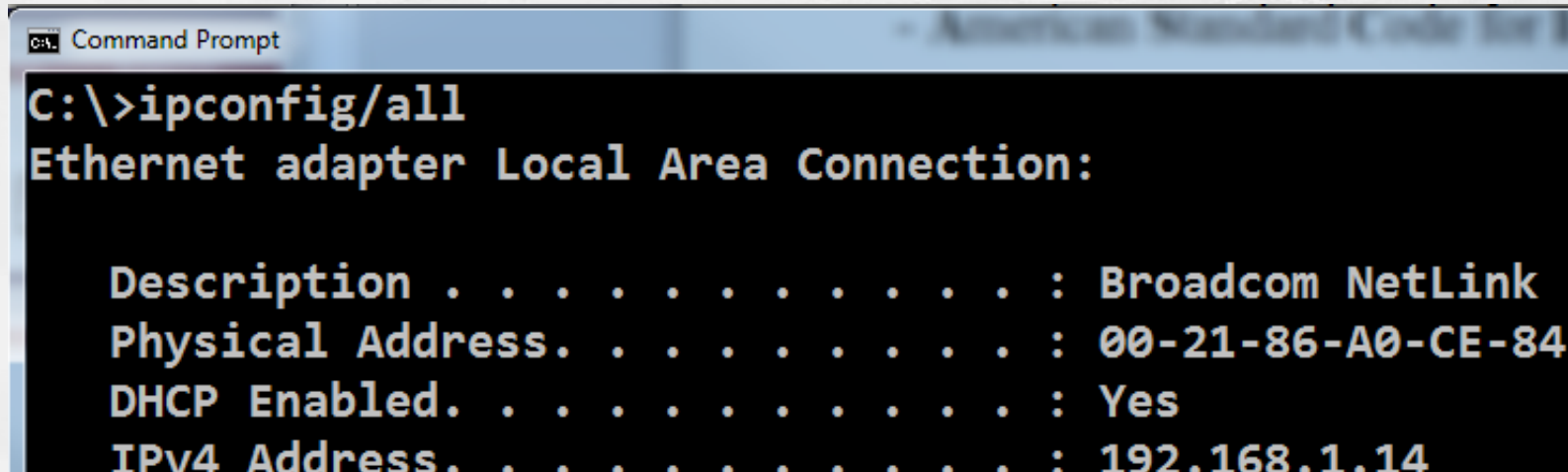


- Robert Metcalf's presentation of Ethernet in June 1976.

- Formålet med Ethernet:
 - Udveksle digital information imellem forbundne stationer
 - Arbejder indenfor et begrænset geografisk område
 - LAN – Local Area Networks
 - Typisk med en maksimal afstand på 100 meter i diameter
 - Hastigheder: 10 Mbps to 100 Gbps



- Formålet med Ethernet:
 - Udveksle digital information imellem forbundne stationer.
 - Stationerne **adresserer hinanden med en unik MAC adresse**
 - Normalt skrives adressen i hexadecimal), f.eks. 0010E2F11671 eller 00-10-E2-F1-16-71



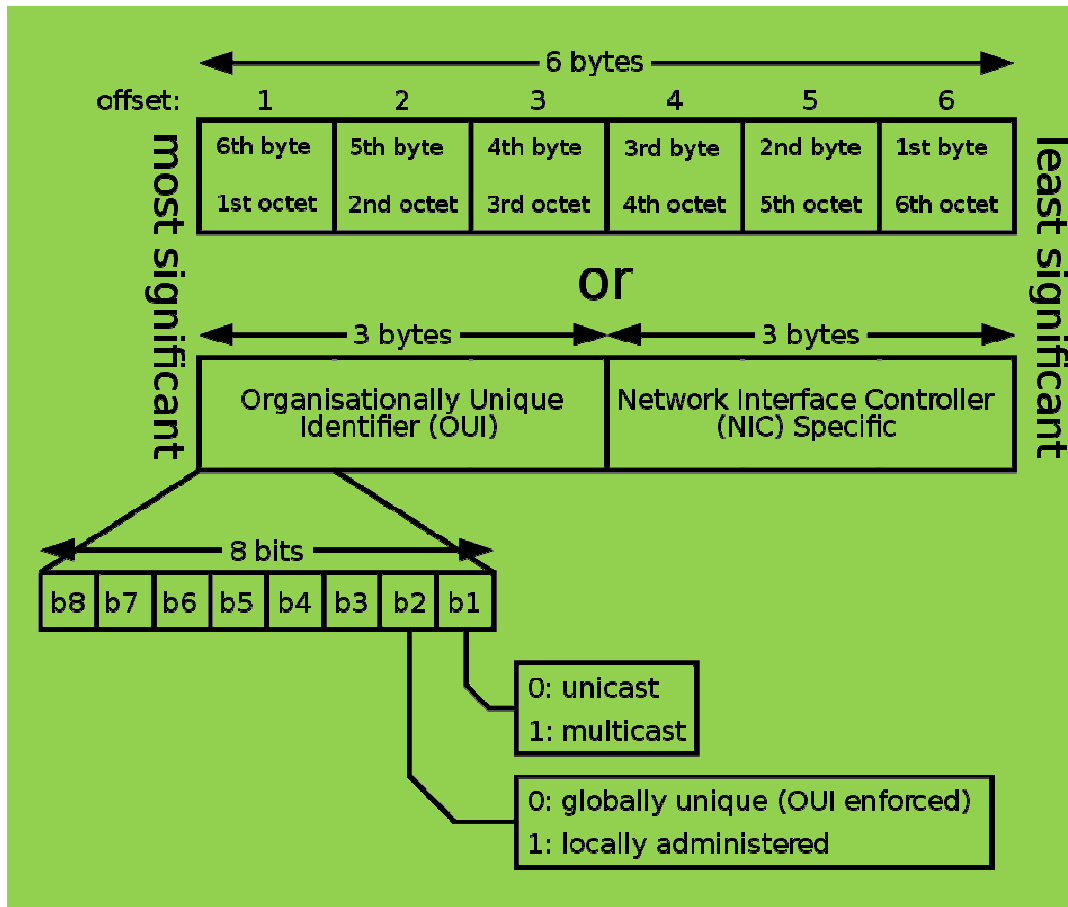
```
Command Prompt
C:\>ipconfig/all
Ethernet adapter Local Area Connection:

Description . . . . . : Broadcom NetLink (
Physical Address. . . . . : 00-21-86-A0-CE-84
DHCP Enabled. . . . . : Yes
IPv4 Address. . . . . : 192.168.1.14
```

- MAC adresser er globalt administreret af IEEE
- MAC adresser er 48 bits lange
 - Eksempel på den samme adresse:
 - Windows presentation: 00-10-F4-A3-10-41
 - UNIX/Linux presentation: 00:10:F4:A3:10:41
 - Cisco presentation: 0010.F4A3.1041
- MAC adresser er unikke
 - “Brændt” ind i al hardware
 - Kan dog ændres manuelt – bør undgås

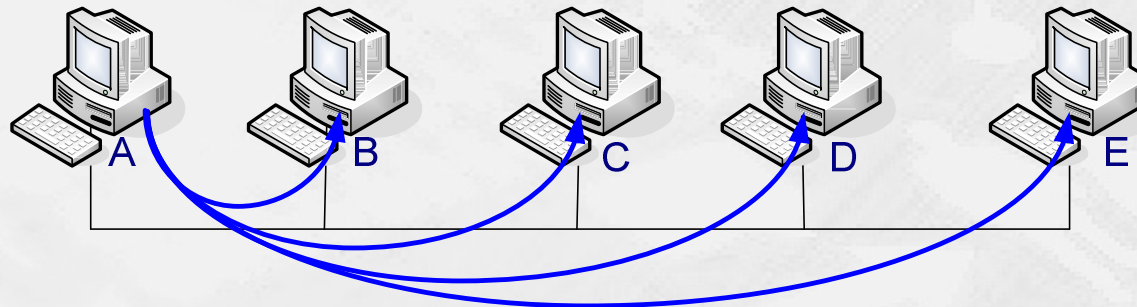


MAC adresser

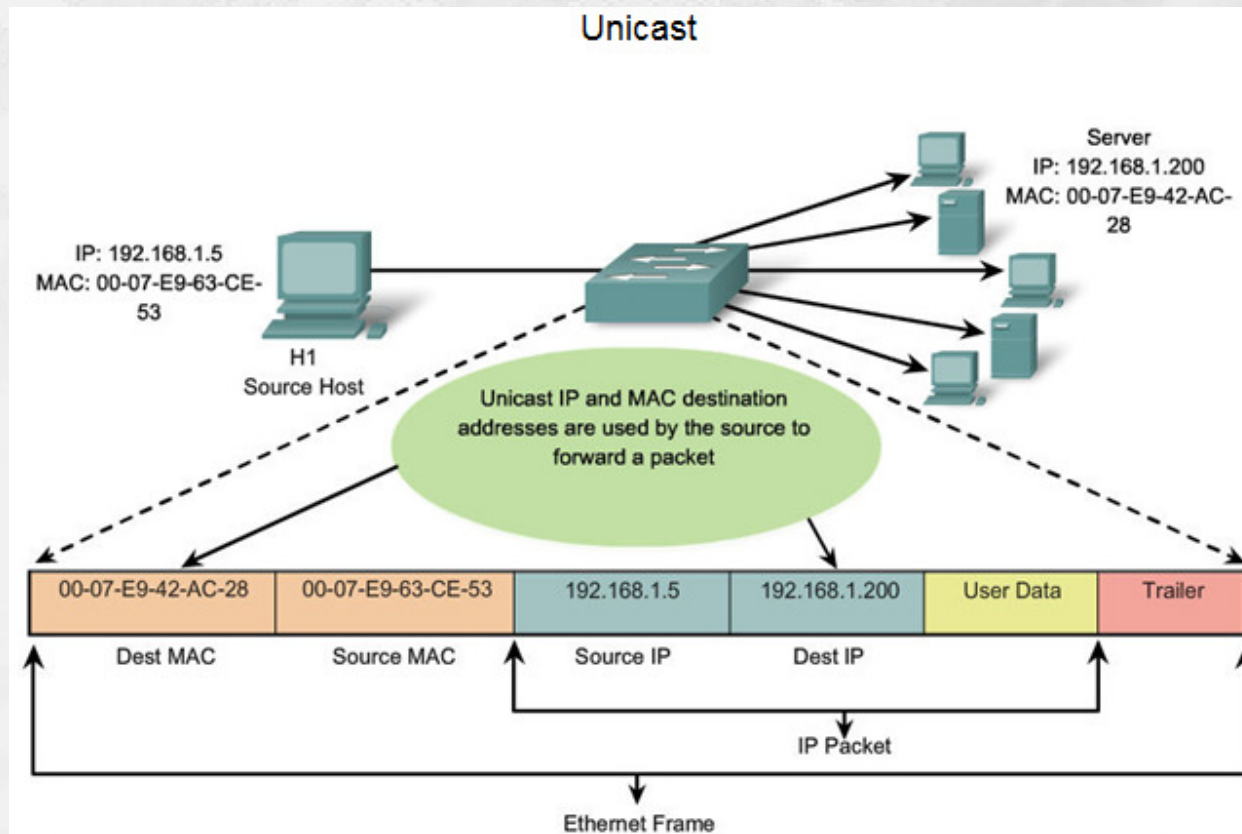


- De første 24 bits af en MAC adresse udgør et producent ID
 - Du kan altid finde ud af hvem der har produceret netkortet i en ukendt enhed ved at Google OUI'en og "mac vendor"!
- De sidste 24 bits af en MAC adresse udgør et serienummer som den enkelte producent selv styrer
 - Alle Ethernet enheder i hele verden skal have en unik MAC adresse!
 - Dette er bare ikke altid tilfældet ... hmm!
- Spørgsmål:
 - Hvad sker der hvis to maskiner på samme Ethernet segment har samme MAC adresse?

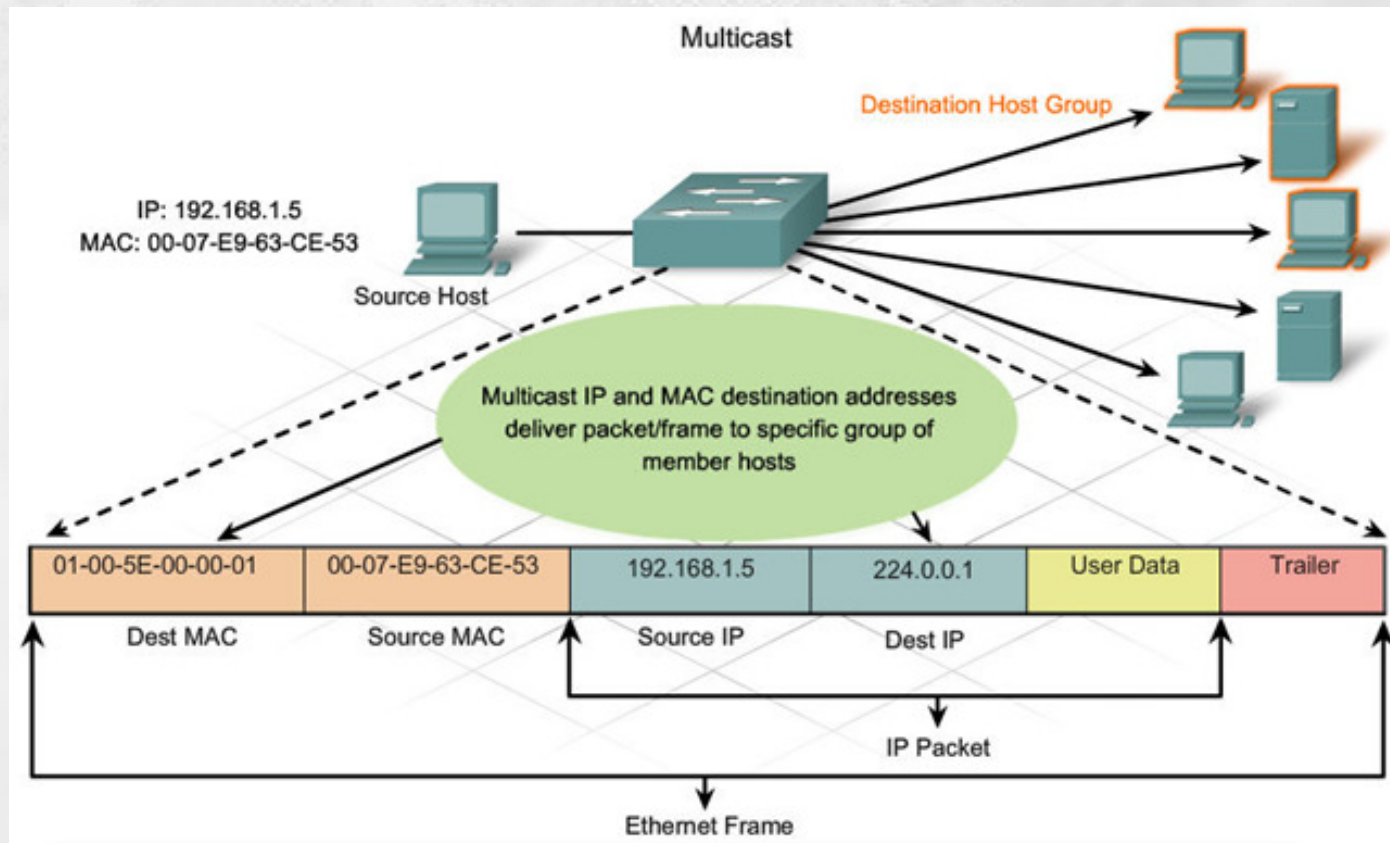
- Man kan sende med både **unicast**, **multicast** og **broadcast** adresser på al Ethernet udstyr
- Derfor er der nogle MAC adresser som har speciel betydning:
 - 01:00:5E:XX:XX:XX – **Multicast** transmission
 - FF-FF-FF-FF-FF-FF – **Broadcast** transmission – som her:



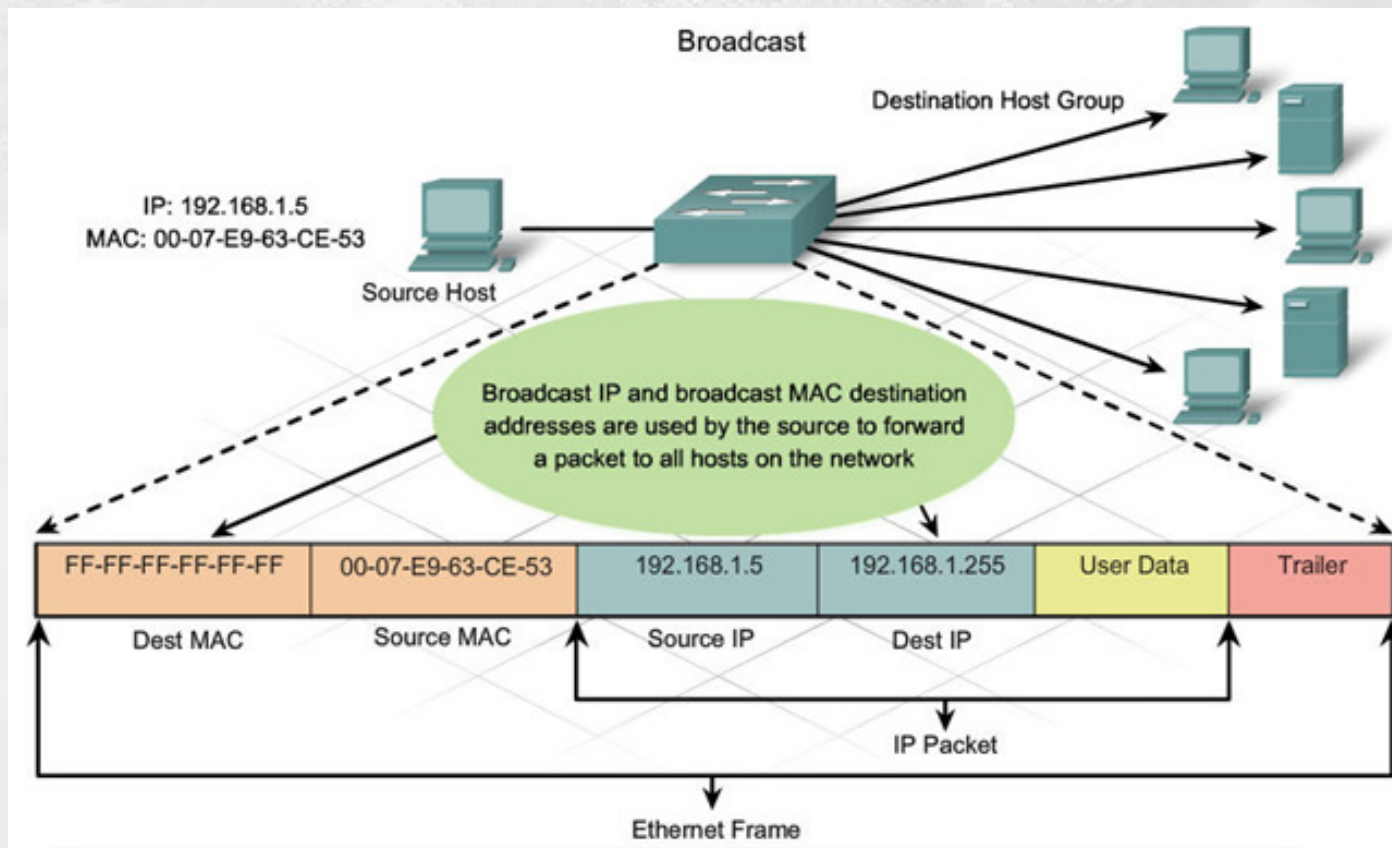
MAC Adresse - Unicast transmission



MAC Adresse - Multicast transmission



MAC Adresse - Broadcast transmission



MAC & IP adresse - sammenhæng?

■ **MAC adressen**

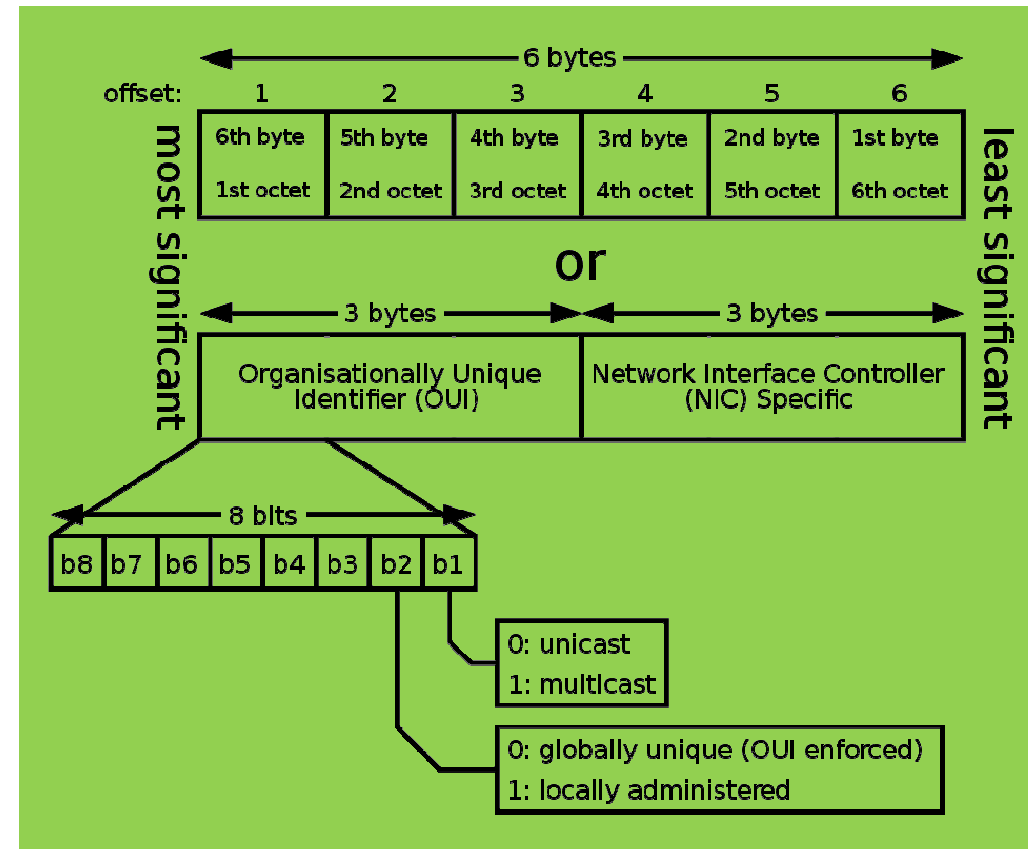
- Fysisk tildelt
- Ændrer sig normalt aldrig (kun manuelt hvis der f.eks. opdages en adressekonflikt)
- Unik for netkortet - globalt

■ **IP adressen**

- Logisk tildelt
- Ændrer sig, alt efter computerens placering på netværket
- Tildelt af en netværks administrator eller af en service (DHCP)

Opgave: MAC adresse

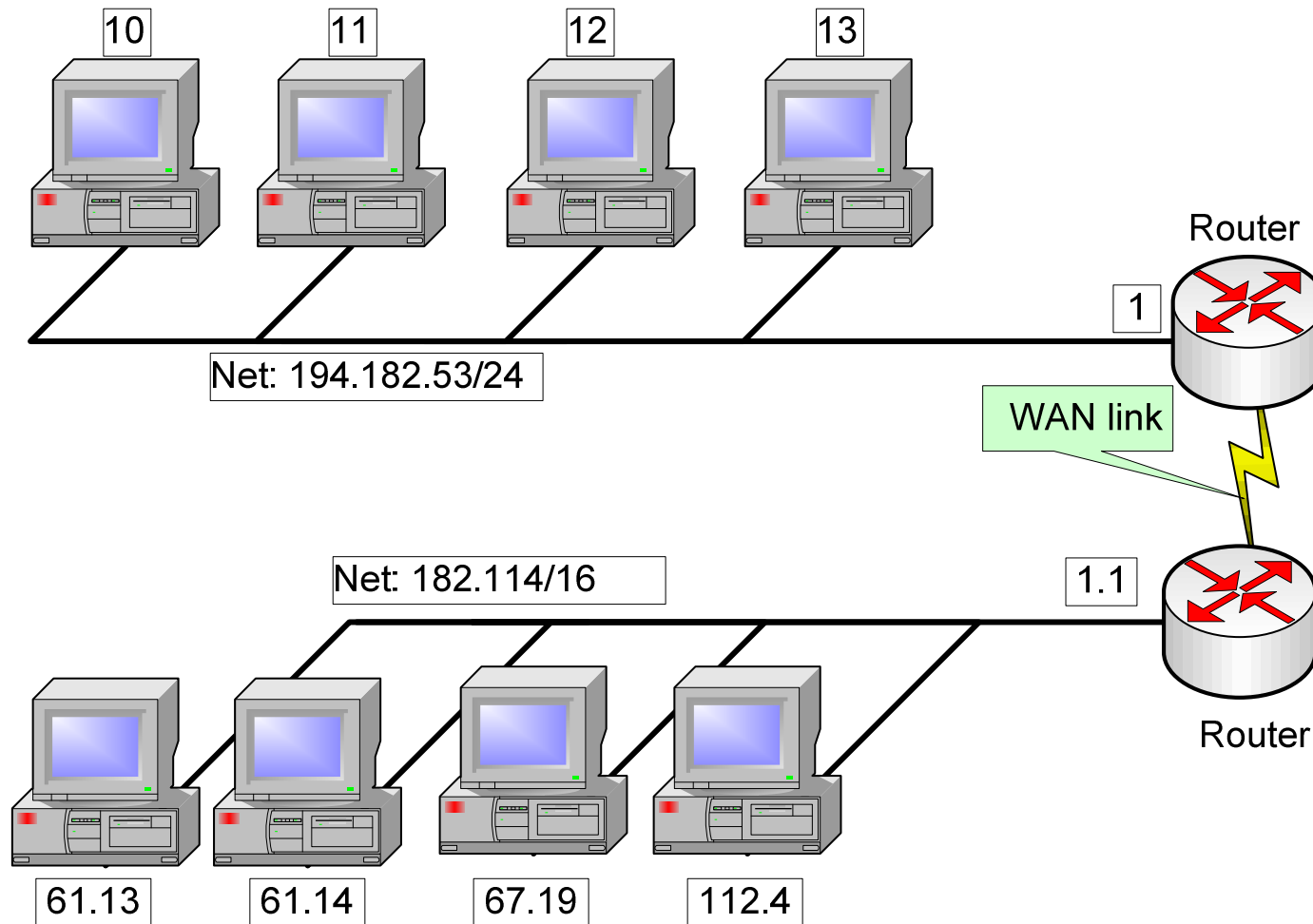
- Find din computers MAC adresse!
 - Hvem har produceret din pc's NIC?
 - Er den globalt unik – eller er den blevet ændret?



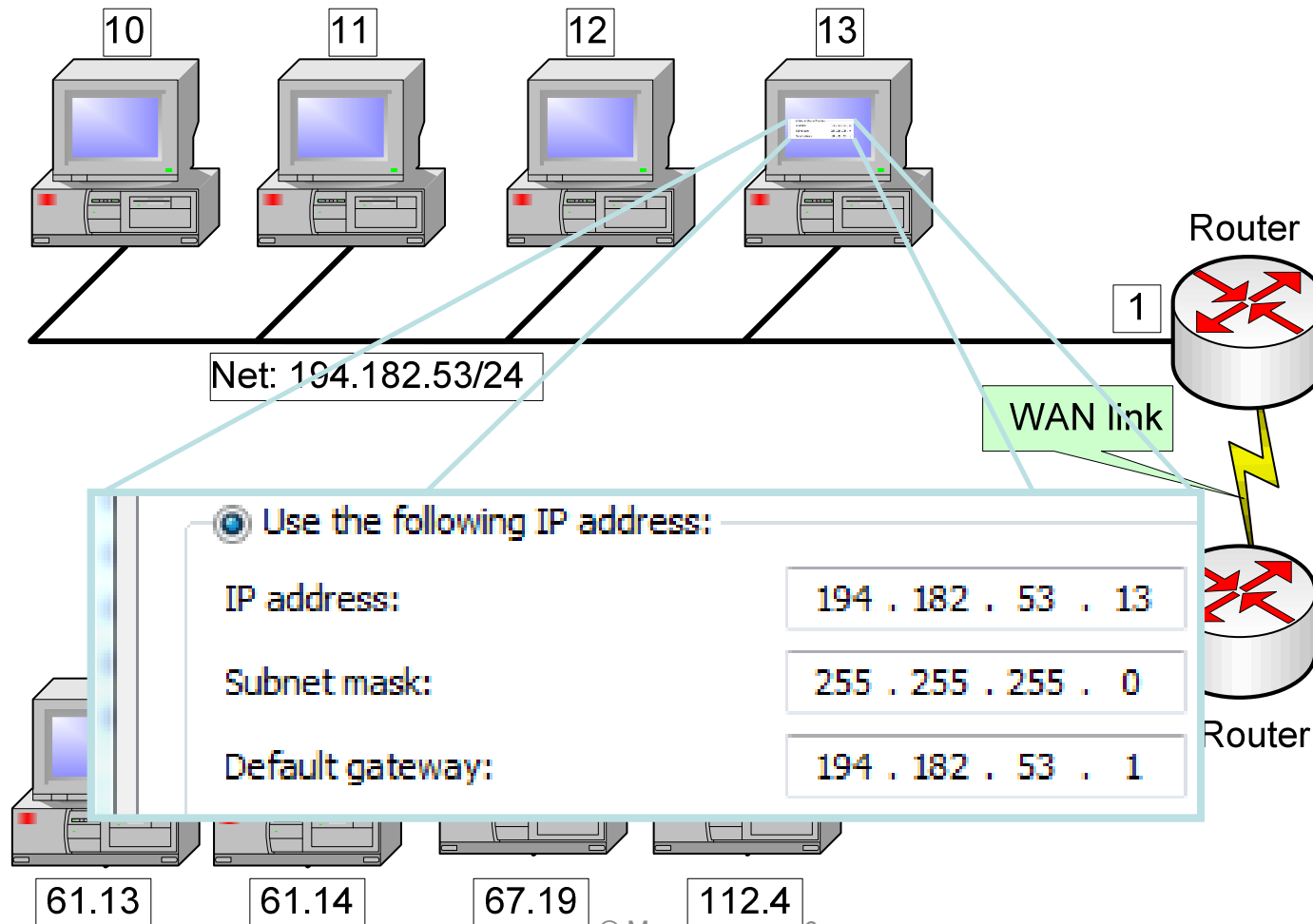
Basic routing – where to go?



Routing – transport mellem logiske IP net

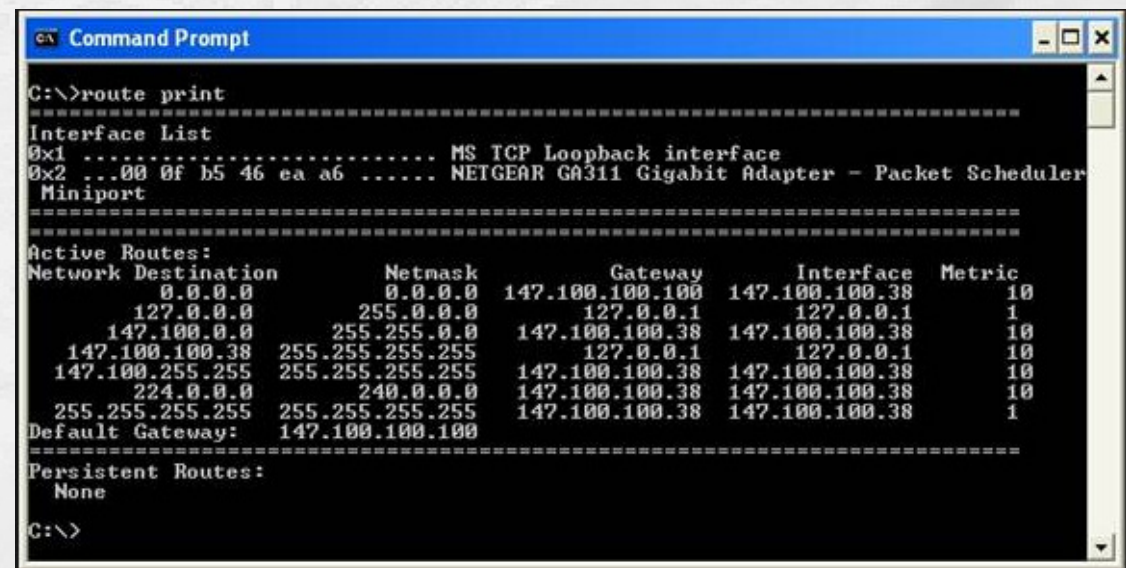


Routing - kræver altid en 'Default gateway'



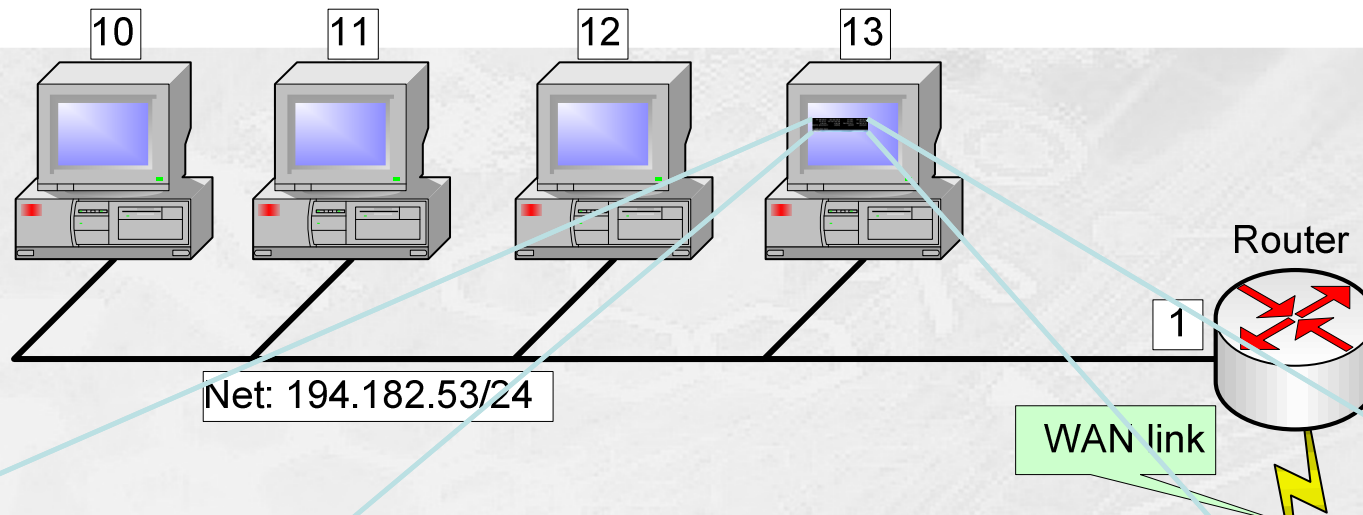
IPv4 - Routing table

- Routetabellen findes på alle IP hosts
 - Det er et primært værktøj for enhver IP host
 - Routetabellen er en **liste over alle kendte logiske netværk** på den enkelte host
- Hvis en host ikke kender et logisk netværk, så sendes pakken i stedet for til dens 'Default gateway'
- Deault gateway er også kendt som 0.0.0.0/0
 - 0.0.0.0/0 betyder alle netværk med alle subnet masker



```
C:\>route print
=====
Interface List
0x1 ..... MS TCP Loopback interface
0x2 ...00 0f b5 46 ea a6 ..... NETGEAR GA311 Gigabit Adapter - Packet Scheduler
Miniport
=====
Active Routes:
Network Destination    Netmask          Gateway          Interface        Metric
0.0.0.0                0.0.0.0         147.100.100.100  147.100.100.38   10
127.0.0.0              255.0.0.0       127.0.0.1       127.0.0.1        1
147.100.0.0            255.255.0.0     147.100.100.38  147.100.100.38  10
147.100.100.38        255.255.255.255 127.0.0.1       127.0.0.1        10
147.100.255.255       255.255.255.255 147.100.100.38  147.100.100.38  10
224.0.0.0             240.0.0.0       147.100.100.38  147.100.100.38  10
255.255.255.255      255.255.255.255 147.100.100.38  147.100.100.38  1
Default Gateway:      147.100.100.100
=====
Persistent Routes:
None
C:\>
```

Routetabellen



```
C:\temp>route print
```

Network	Destination	Netmask	Gateway	Interface
	0.0.0.0	0.0.0.0	194.182.53.1	194.182.53.13
	127.0.0.1	255.255.255.255	On-link	127.0.0.1
	194.182.53.0	255.255.255.0	On-link	194.182.53.13

61.13

61.14

67.19

112.4

Routetabellen

- Hver linje i routetabellen beskriver en 'vej' til et logisk netværk:

List of known logical networks

The subnet mask of each known logical subnet mask

Command to see the route table

Which interface to send the packets out of

```
Command Prompt
C:\temp>route print

Network Destination  Netmask          Gateway           Interface
0.0.0.0              0.0.0.0          194.182.53.1     194.182.53.13
127.0.0.1           255.255.255.255  On-link          127.0.0.1
194.182.53.0        255.255.255.0   On-link          194.182.53.13
```

The gateway (router) to send the packet to.
If not on-link (Same physical network)

Hvordan virker routetabellen?

- Hvis en host skal sende en pakke til destinationen 194.182.53.67, så søger den sin routetabel og finder to mulige destinationer:
 - 0.0.0.0/0 via 194.182.53.1 ud af interface 194.182.53.13
 - 194.182.53.0/24 'On-link' ud af interface 194.182.53.13
- Her vælger den altid den mest specifikke route ("longest match lookup")
 - Den med længste subnet maske - /24 er bedre end /0

```
Command Prompt
C:\temp>route print

Network Destination     Netmask          Gateway          Interface
          0.0.0.0           0.0.0.0         194.182.53.1    194.182.53.13
          127.0.0.1       255.255.255.255 On-link          127.0.0.1
          194.182.53.0   255.255.255.0   On-link          194.182.53.13
```

Hvordan virker routetabellen?

- Hvis en host skal sende en pakke til destinationen 8.8.8.8 søger den sin routing table og finder kun én mulig destination:
 - 0.0.0.0/0 via 194.182.53.1 ud af interface 194.182.53.13
- Pakken til 8.8.8.8 vil derfor blive sendt til 'default gateway' fordi 8.8.8.8 er på et andet logisk netværk

```
C:\temp>route print
```

Network	Destination	Netmask	Gateway	Interface
	0.0.0.0	0.0.0.0	194.182.53.1	194.182.53.13
	127.0.0.1	255.255.255.255	On-link	127.0.0.1
	194.182.53.0	255.255.255.0	On-link	194.182.53.13

Opgave: Routetabellen

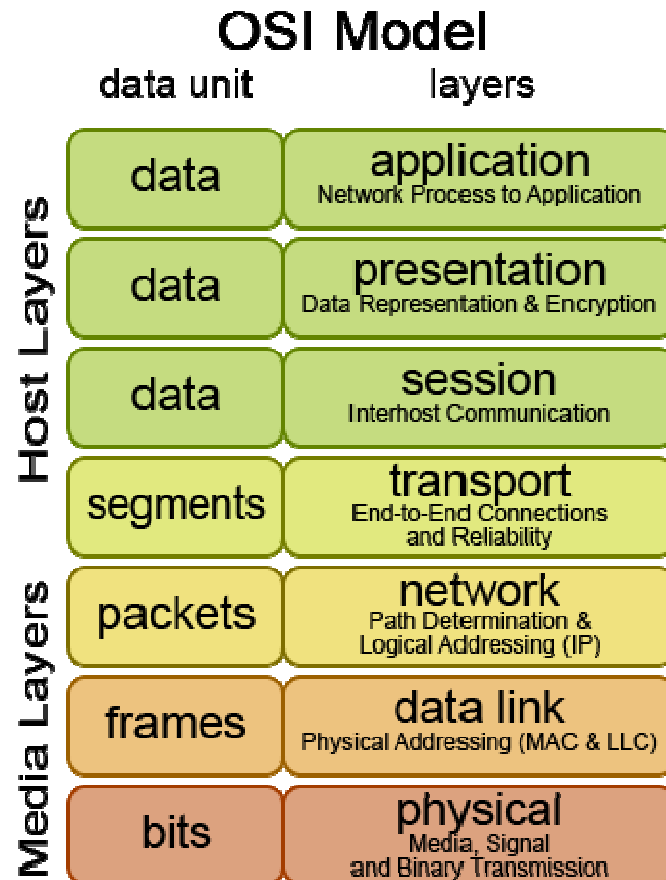


- er del af **mercantec**⁺

- Find routetabellen på din computer med kommandoen:
 - `route print`
 - Hvad hedder din default gateway lige nu?
 - Tilføj den som Default gateway på dit netværksdiagram fra den tidligere opgave!

- En IP host kan sende direkte til andre host på det lokale netværk
- Hvis en IP host skal sende til andre logiske netværk skal den kende en router
 - En router er en enhed der sender pakker mod deres destination
- 172.16.0.0/16 er et klasse B net
 - Netværk: 172.16.0.0
 - Subnet mask: 255.255.0.0

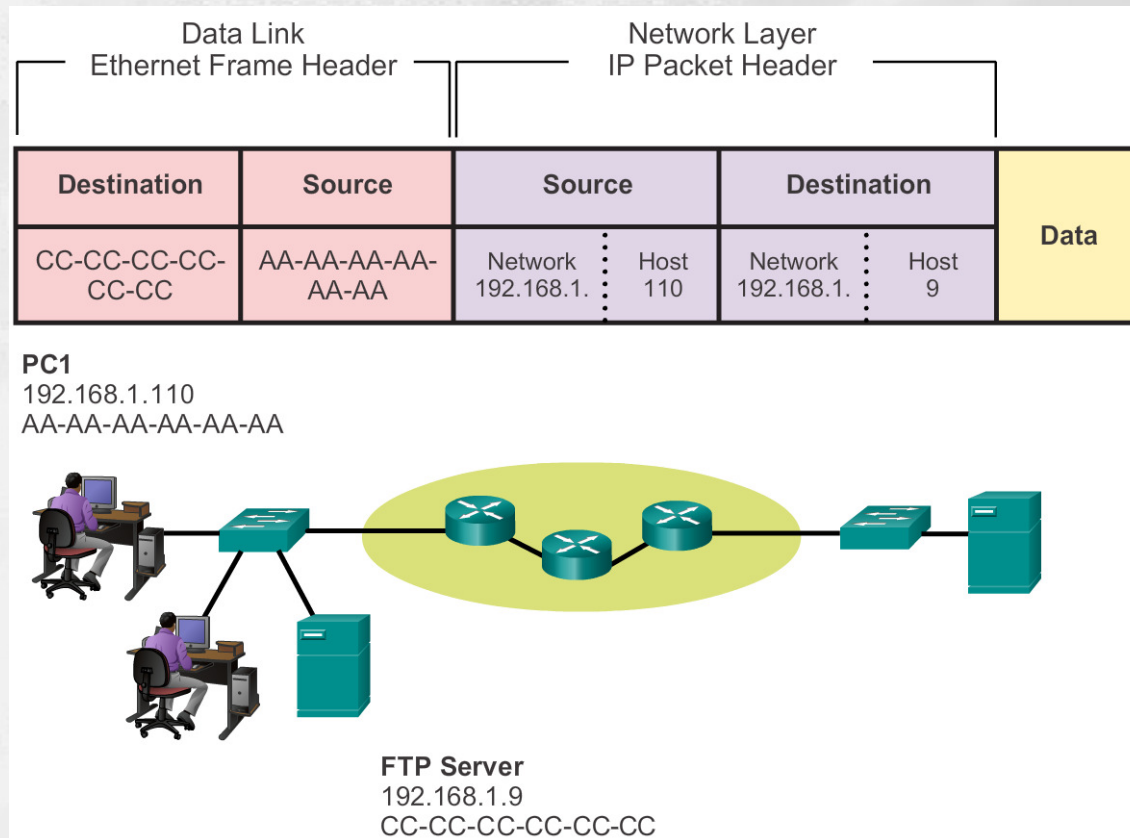
Sammenhængen mellem OSI lag 2 og 3?



- OSI lag 3:
 - Internet layer – **et logisk lag**
 - Benytter 'Packets'
 - Bruger f.eks. IP adresser:
 - Source IP adresse
 - Destinations IP adresse
- OSI lag 2:
 - Datalink Layer – **et fysisk lag**
 - Benytter 'Frames'
 - Bruger f.eks. MAC adresser
 - Source MAC adresse
 - Destinations MAC adresse

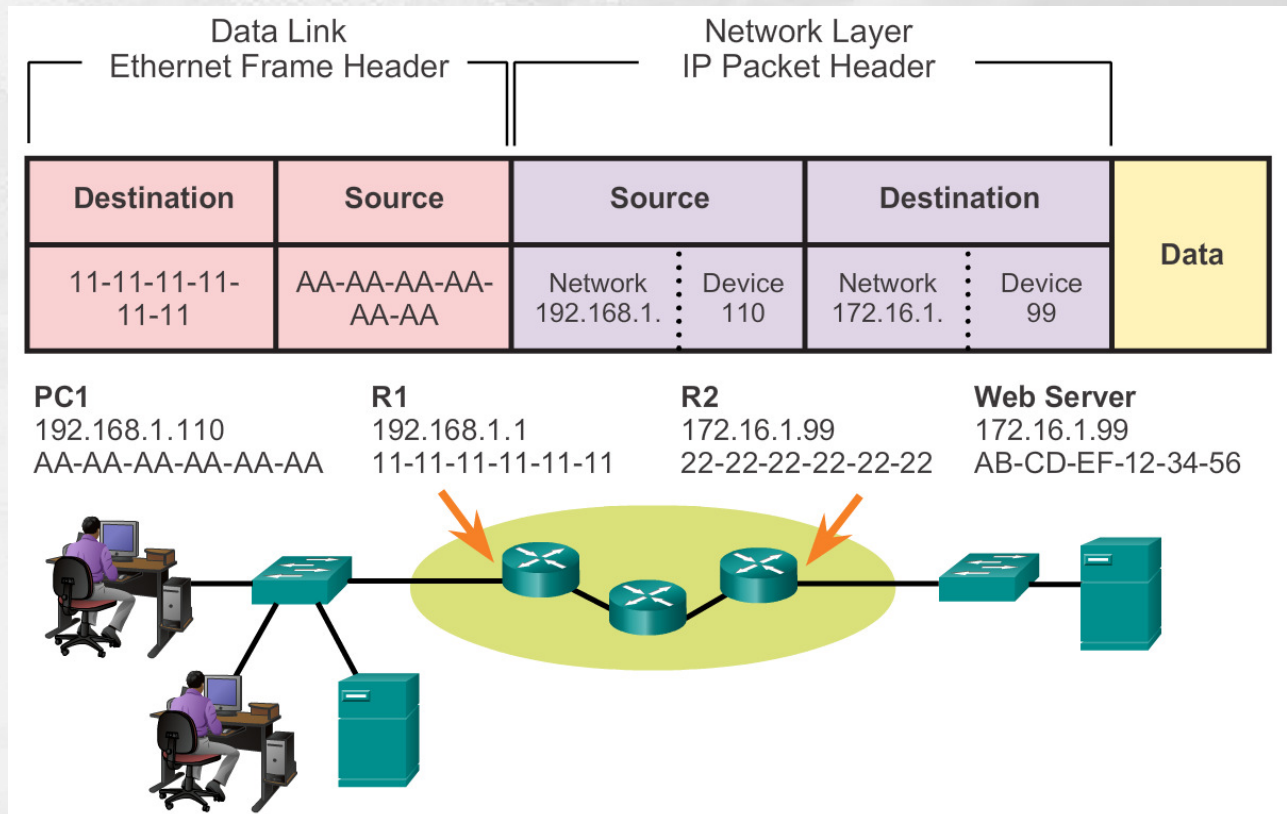
Sammenhængen mellem OSI lag 2 og 3?

- For enheder på samme netværk gælder:



Sammenhængen mellem OSI lag 2 og 3?

- For enheder på to forskellige netværk gælder:



Sammenhængen mellem OSI lag 2 og 3?

- Det betyder at:
 - Lag 2 adressen bruges til at sende pakken til next-hop enheden (routeren, default gateway)
 - Lag 3 adressen bruges til at sende pakken til ende destinationen
 - Lag 2 adressen skifter for hvert router hop, mens lag 3 adressen forbliver den samme