

mercantec[®]
karrierecenter mit

Kursushæfte til Netværk Grundlæggende

Hæftet her er beregnet som undervisningsmateriale på AMU efteruddannelseskurset 'Netteknik, Anvendelse af teknologier og begreber'.

Forfattere: Henrik Thomsen og Anders Dahl Valgreen

Dato 7/3-07

Version: rev 5. Leif Kronval 4/8-09

© Mercantec 2009

mercantec[®]
karrierecenter mit

Indholdsfortegnelse:

Emne:	Side:
<u>Repetition</u>	2
<u>TCP/IP's udvikling</u>	11
<u>IP og klasseopdelingen</u>	29
<u>IP og routingen</u>	38
<u>DNS introduktion</u>	50
<u>DHCP introduktion</u>	63
<u>OSI referencemodellen</u>	66
<u>NetBIOS, deling på net</u>	72
<u>Netværkstopologi</u>	80
<u>LAN transmissionsteknik</u>	91
<u>Ethernet</u>	99
<u>ARP protokollen</u>	106
<u>Hub og lag 2 Switch</u>	109
<u>IP protokollen</u>	114

Emne:	Side:
<u>Routerne og lag 3 Switch</u>	125
<u>Subnetting på IPv4</u>	129
<u>Routingsteknik</u>	135
<u>WAN teknologi</u>	145
<u>TCP og UDP protokollerne</u>	152
<u>SOHO routere & NAT/PAT</u>	159
<u>Applikationslagsprotokoller</u>	164
<u>TCP port forwarding</u>	166
<u>Firewalls</u>	168
<u>Wireless LAN</u>	171
<u>VPN</u>	183
<u>IP Telefoni</u>	185
<u>Større net: STP & VLAN</u>	192
<u>Bilag</u>	202

mercantec[®]
 karrierecenter.nit

Lidt om Bits & Bytes

En hurtig genopfriskning af:

- Talsystemer...
- Bits, bytes, kilobytes ...
- Megahertz, bps, Bps ...
- ASC-II tegnsættet
 - hvor det bruges, samt Codepages og Unicode

© Mercantec 2009 3

mercantec[®]
 karrierecenter.nit

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

© Mercantec 2009 4

mercantec[®]
KARRIERECENTRUM MITT

Binære og hexadecimale talsystemer

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

10A7:9CBA76F3

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

© Mercantec 2009 5

mercantec[®]
KARRIERECENTRUM MITT

Notationsformer

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

© Mercantec 2009 6

mercantec[®]
Karrierecenter midt

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

© Mercantec 2009 7

mercantec[®]
Karrierecenter midt

Transmissionshastighed

- På en serial 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 serial datatransmission kan nævnes standarden Ethernet, 10 Mbps, hvor der flyttes 10.000.000 bits per sekund på selve kablet.

© Mercantec 2009 8

mercantec[®]
KARRIERECENTRUM

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

© Mercantec 2009 9

mercantec[®]
KARRIERECENTRUM

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 ???

© Mercantec 2009 10

mercantec[®]
Kortcenter mit

Bemærk: Hastighedsforskel!

For at regne overførselshastigheden ud gøres følgende:

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

© Mercantec 2009 11

mercantec[®]
Kortcenter mit

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?

© Mercantec 2009 12

mercantec[®]
karaktercenter midt

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		
...

© Mercantec 2009 13

mercantec[®]
karaktercenter midt

ASC-II tegnsættet

- American Standard Code for Information Interchange

Tips: Se jeres bilag!

DEC	HEX	ONT	ASC II TEK	DEC	HEX	ONT	ASC II TEK	DEC	HEX	ONT	ASC II TEK	
0	0	0	NULL	32	20	40	SPACE	64	40	100	@	
1	1	1	SOH	33	21	41	!	65	41	101	A	
2	2	2	STX	34	22	42	"	66	42	102	B	
3	3	3	ETX	35	23	43	#	67	43	103	C	
4	4	4	EOF	36	24	44	\$	68	44	104	D	
5	5	5	ENO	37	25	45	%	69	45	105	E	
6	6	6	ACK	38	26	46	&	70	46	106	F	
7	7	7	BEL	39	27	47	'	71	47	107	G	
8	8	8	BS	40	28	50	(72	48	110	H	
9	9	9	HT	41	29	51)	73	49	111	I	
10	A	10	LF	42	2A	52	*	74	4A	112	J	
11	B	11	VT	43	2B	53	+	75	4B	113	K	
12	C	12	FF	44	2C	54	,	76	4C	114	L	
13	D	13	CR	45	2D	55	-	77	4D	115	M	
14	E	14	SO	46	2E	56	.	78	4E	116	N	
15	F	15	SI	47	2F	57	/	79	4F	117	O	
16	10	16	DLE	48	30	60	:	80	50	120	P	
17	11	17	DC1	49	31	61	;	81	51	121	Q	
18	12	18	DC2	50	32	62	<	82	52	122	R	
19	13	19	DC3	51	33	63	=	83	53	123	S	
20	14	20	DC4	52	34	64	>	84	54	124	T	
21	15	21	NAK	53	35	65	?	85	55	125	U	
22	16	22	SYN	54	36	66	@	86	56	126	V	
23	17	23	ETB	55	37	67	A	87	57	127	W	
24	18	24	CAN	56	38	70	B	88	58	130	X	
25	19	25	EM	57	39	71	C	89	59	131	Y	
26	1A	26	SUB	58	3A	72	D	90	5A	132	Z	
27	1B	27	ESC	59	3B	73	E	91	5B	133	[
28	1C	28	FS	60	3C	74	F	92	5C	134	\	
29	1D	29	GS	61	3D	75	G	93	5D	135]	
30	1E	30	RS	62	3E	76	H	94	5E	136	^	
31	1F	31	US	63	3F	77	I	95	5F	137	_	
											137	DELETE

© Mercantec 2009 14

mercantec[®]
københavn center nord

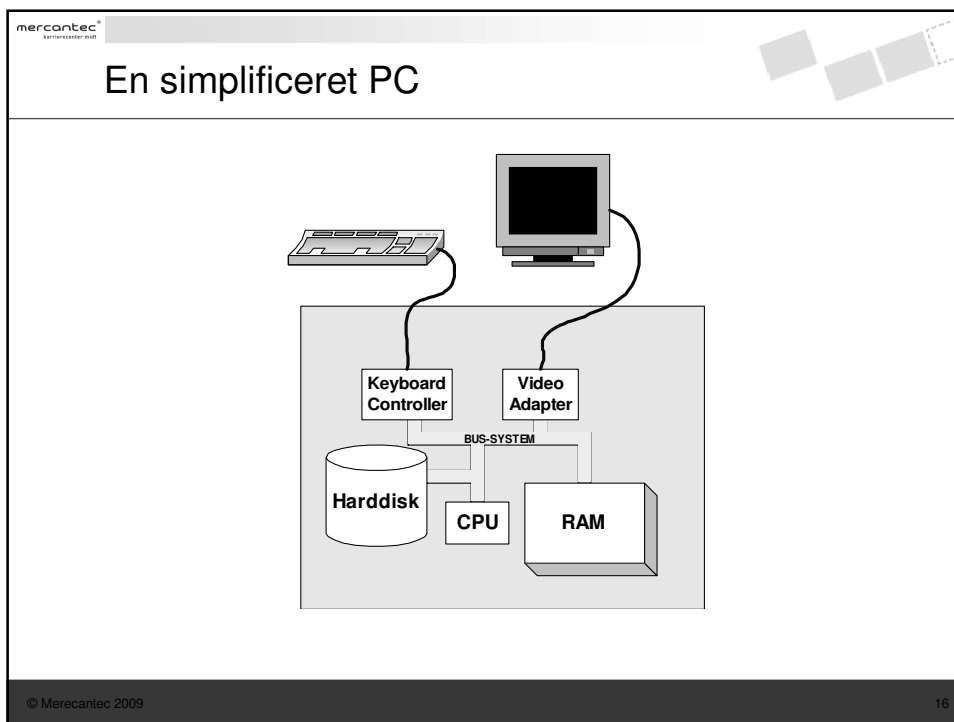
ASC-II tegnsættet

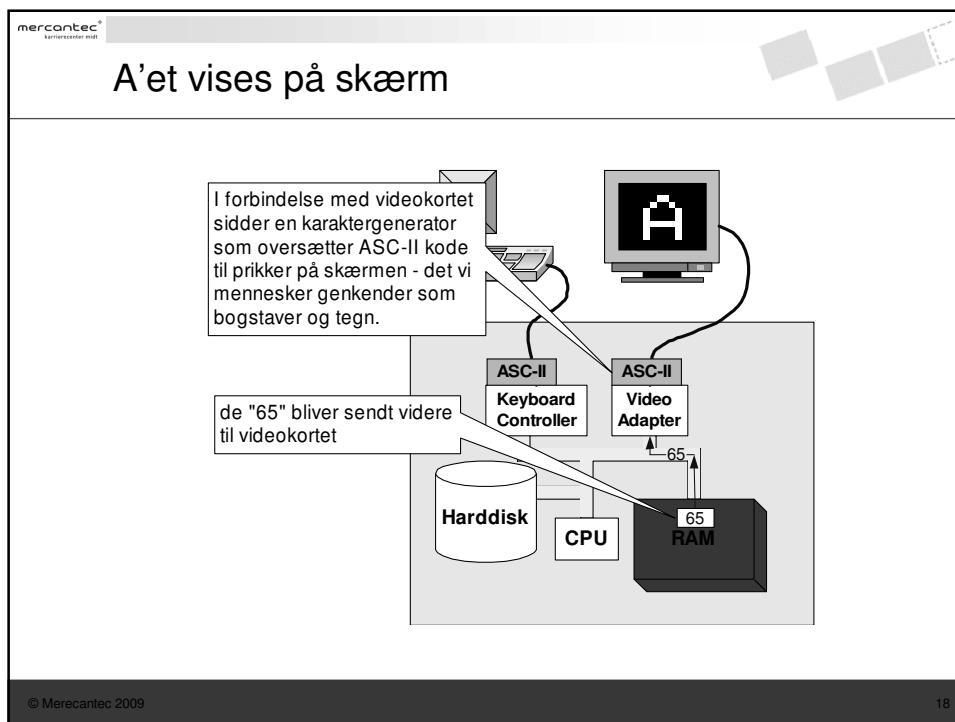
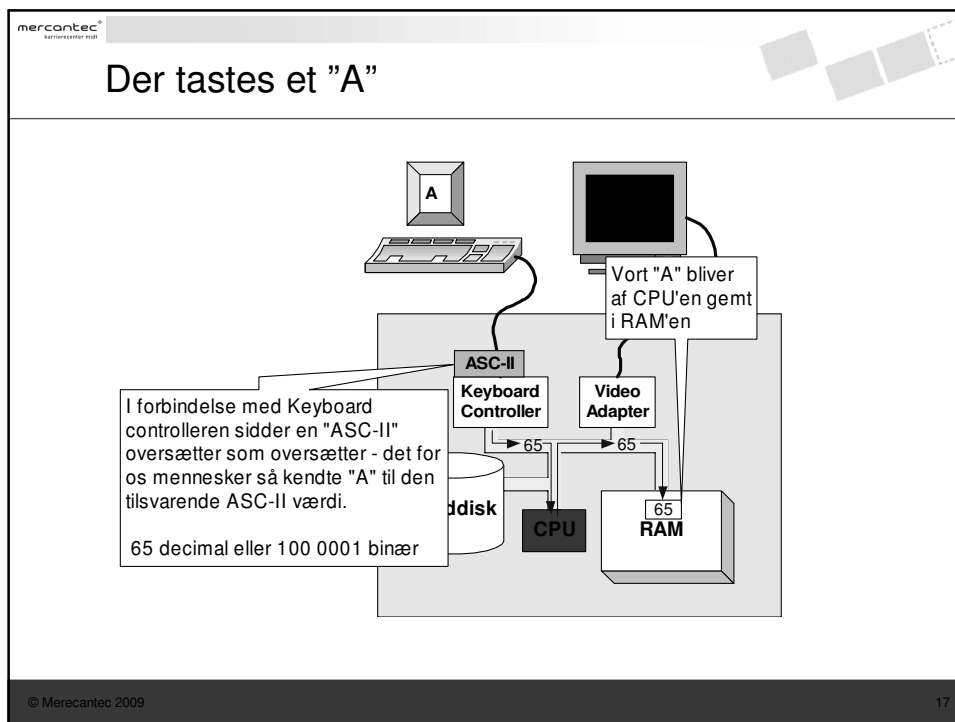
Et udsnit af en ASCII-tabel

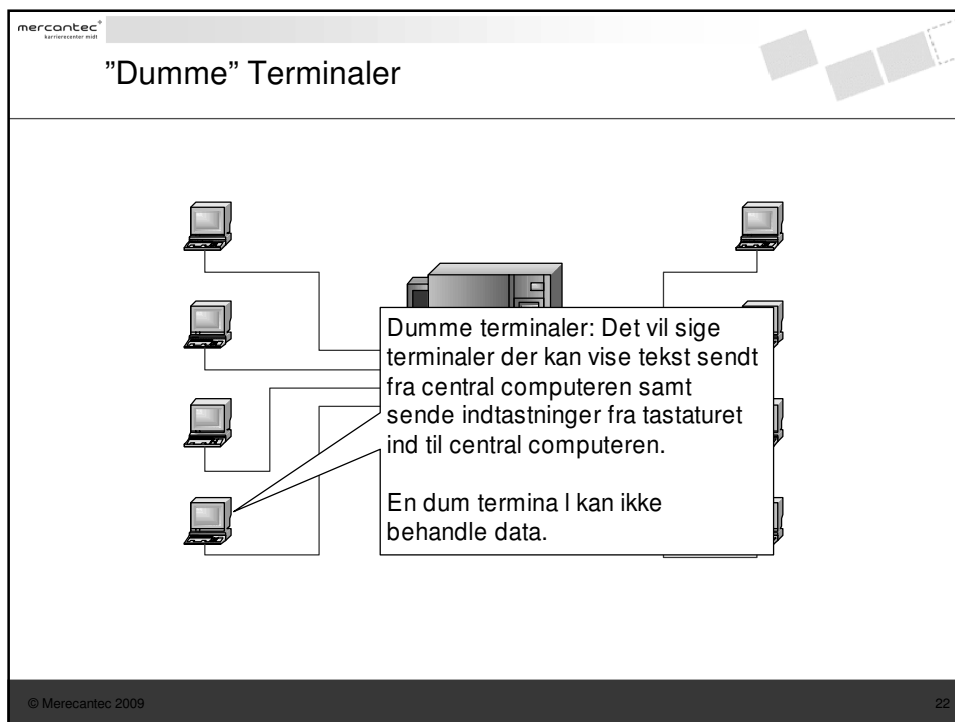
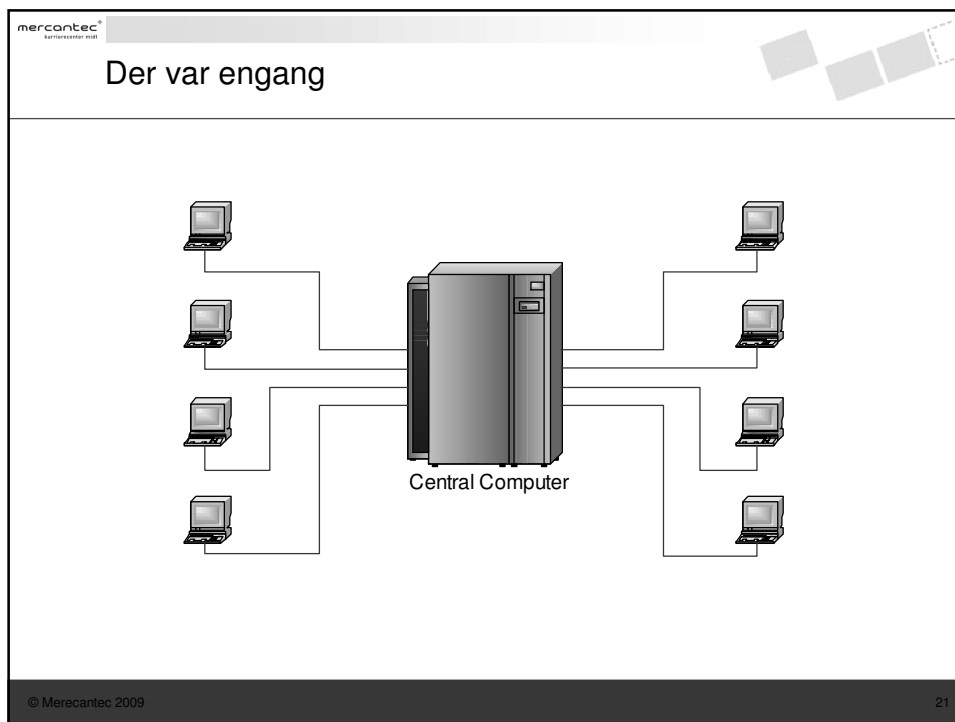
ASC-II tegnet Stort "A"
 Decimalværdi: 65₁₀
 Hexadecimalværdi: 41₁₆
 Oktal (8 tal system): 101₈

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

© Mercantec 2009 15







mercantec[®]
københavn

Lille båndbredde

Kommunikationen mellem terminal og computer krævede ikke ret stor båndbredde. Typisk kunne en 9600 baud (bps) RS232 linie opfylde behovet

Central Computer

© Mercantec 2009 23

The diagram shows a central computer unit labeled 'Central Computer' connected to eight terminal units. The terminals are arranged in two columns of four. A text box in the center explains that the communication between terminals and the computer does not require a large bandwidth, as a typical 9600 baud (bps) RS232 line can meet the need.

mercantec[®]
københavn

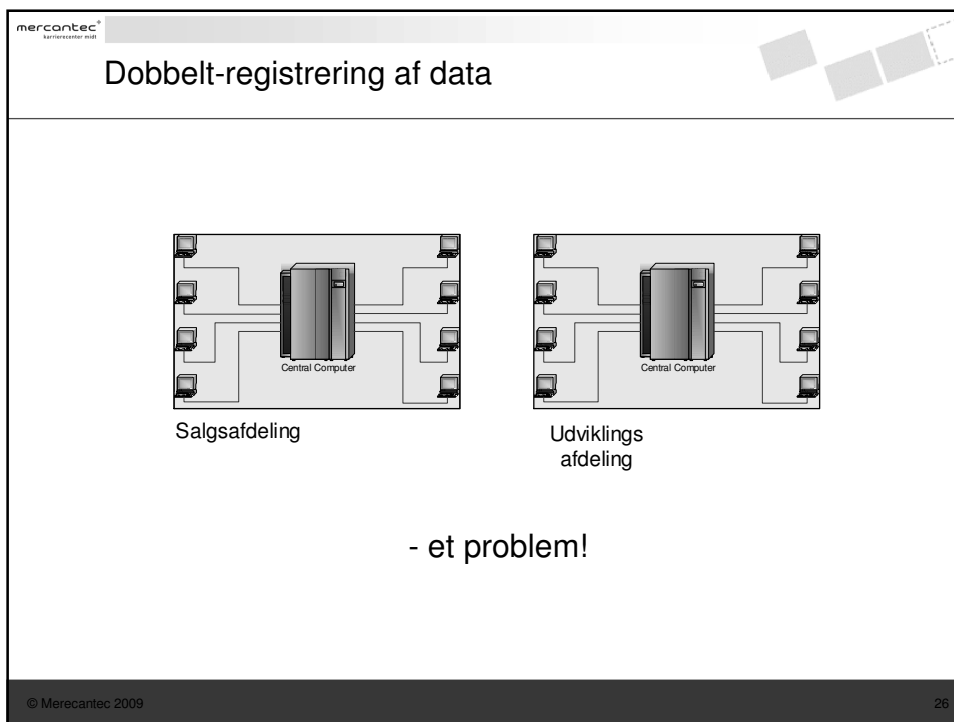
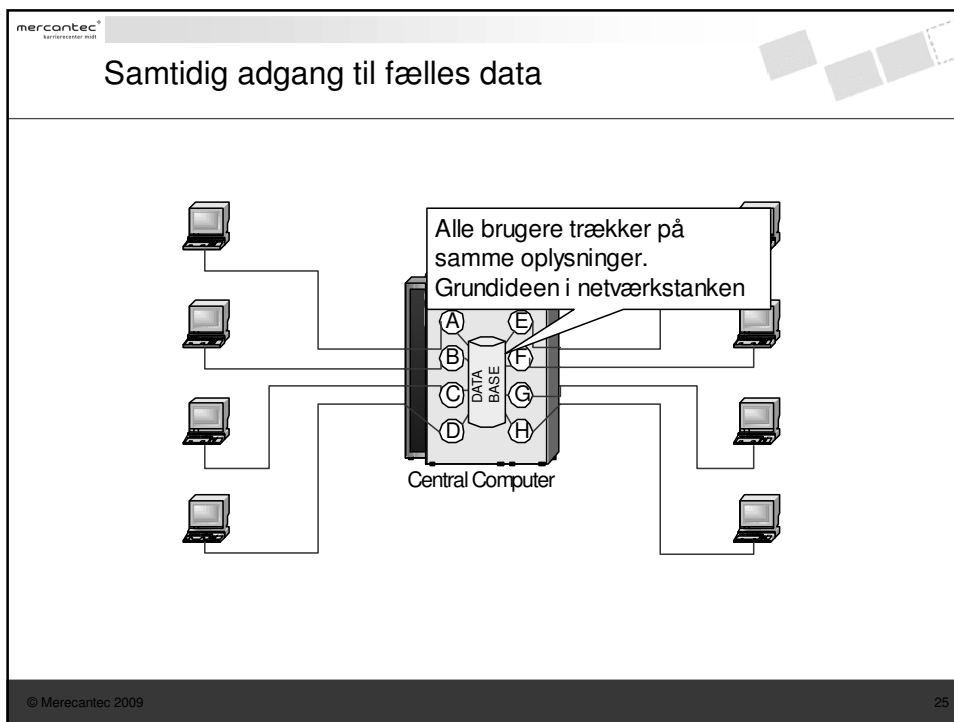
Multisuser operativsystem

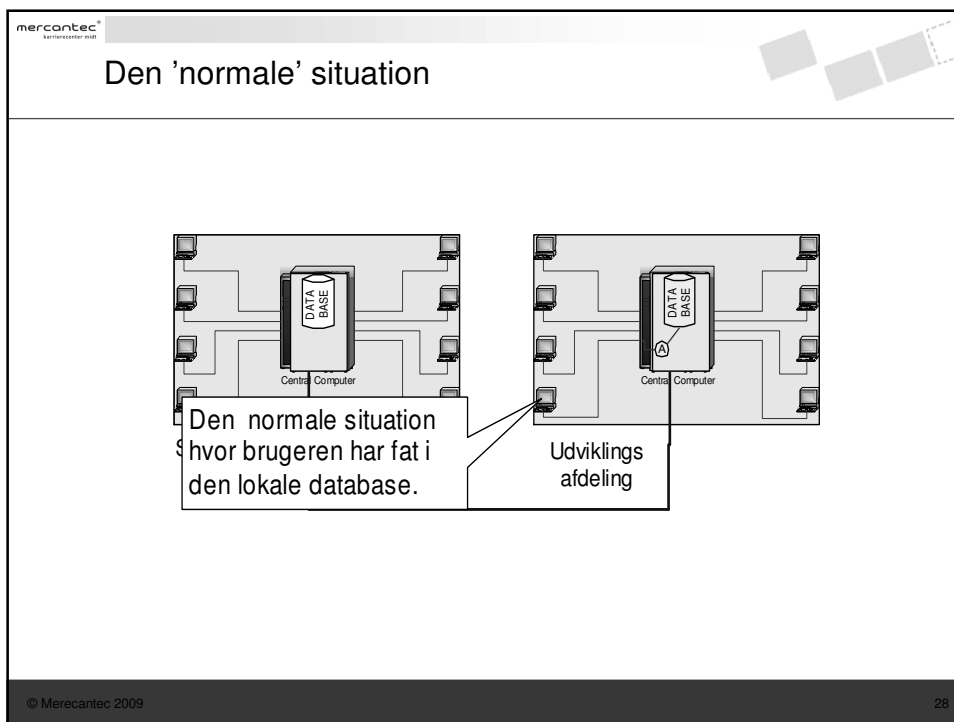
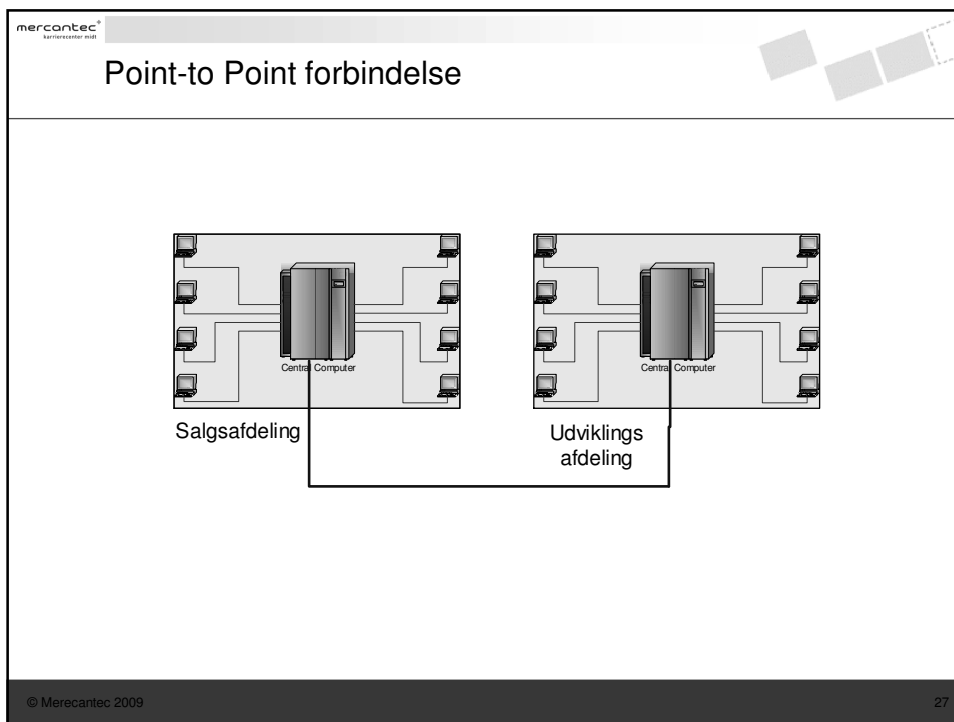
For hver terminal afvikler Central Computeren et program. For eksempel tekst behandling

Central Computer

© Mercantec 2009 24

The diagram shows a central computer unit labeled 'Central Computer' with eight ports labeled A through H. Each port is connected to a terminal unit. A text box explains that for each terminal, the central computer runs a program, such as text processing.





mercantec[®]
københavn

Vores mål

Salgsafdeling

Udviklings afdeling

Den ønskede situation hvor en bruger har fat i en ekstern database

© Mercantec 2009 29

mercantec[®]
københavn

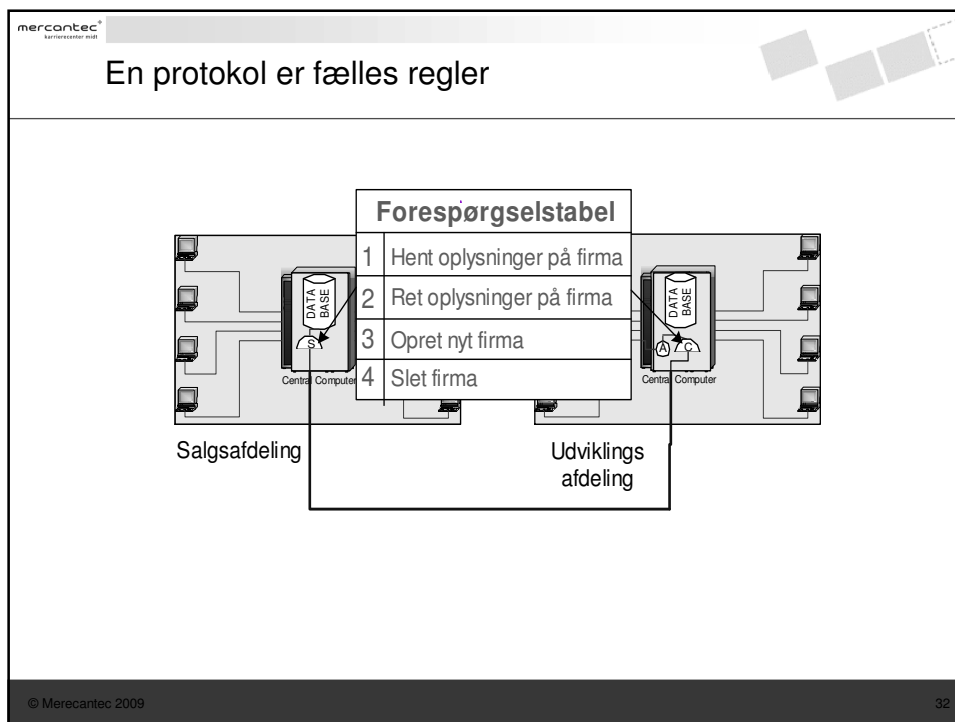
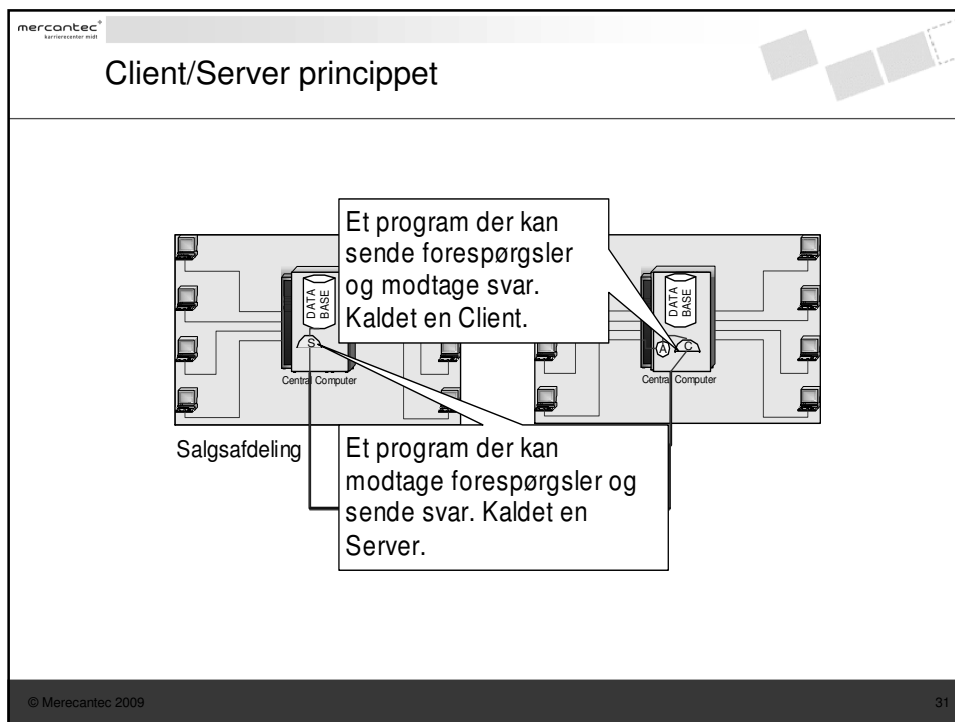
Behovet for en netværksprotokol

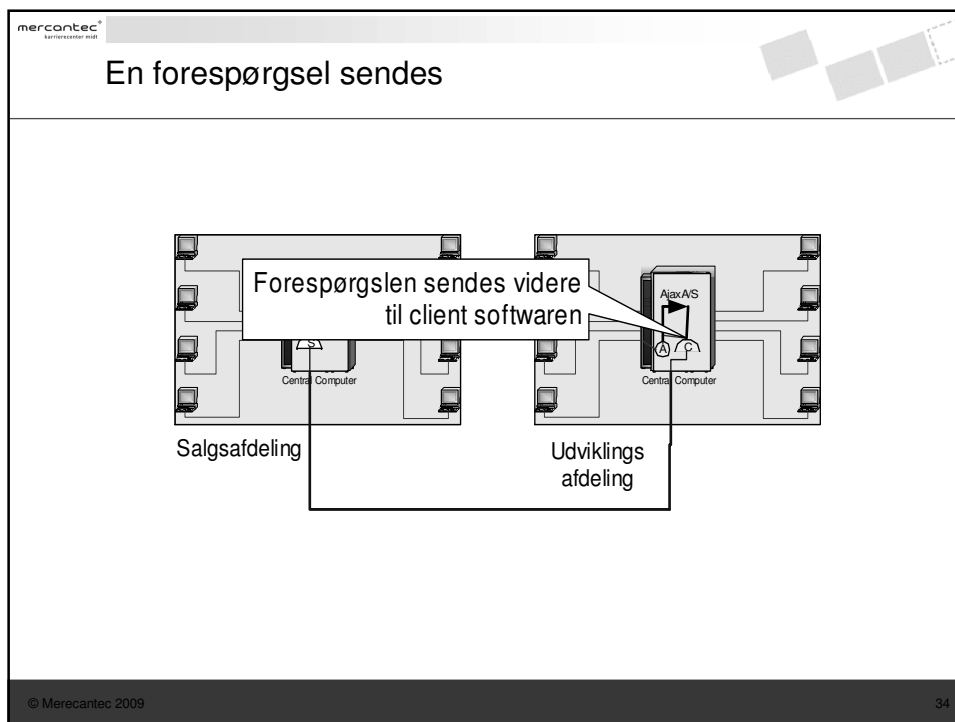
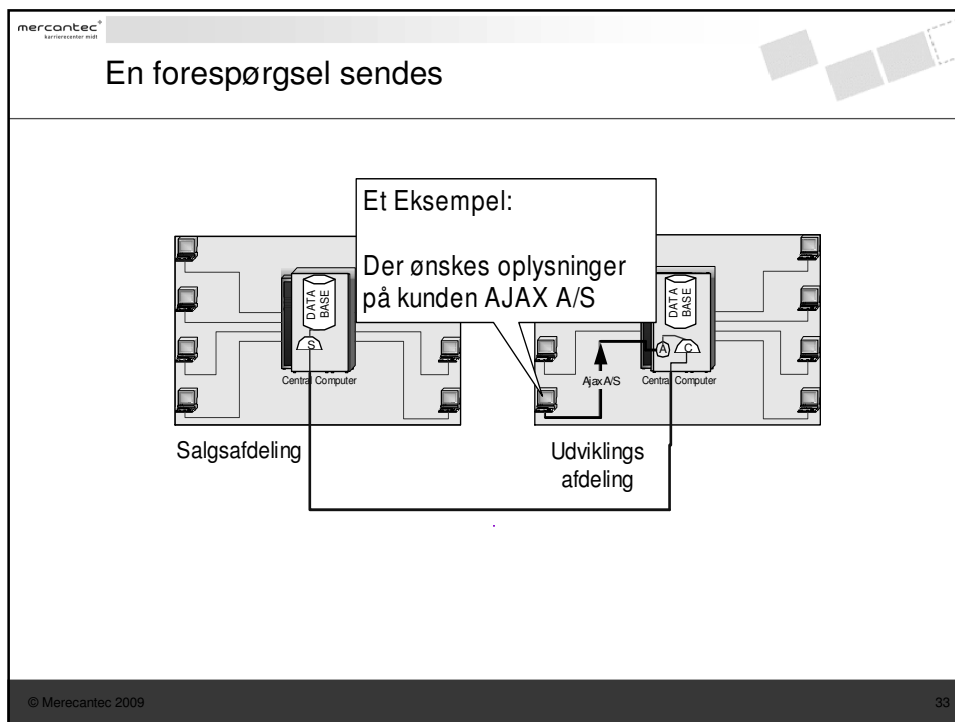
Salgsafdeling

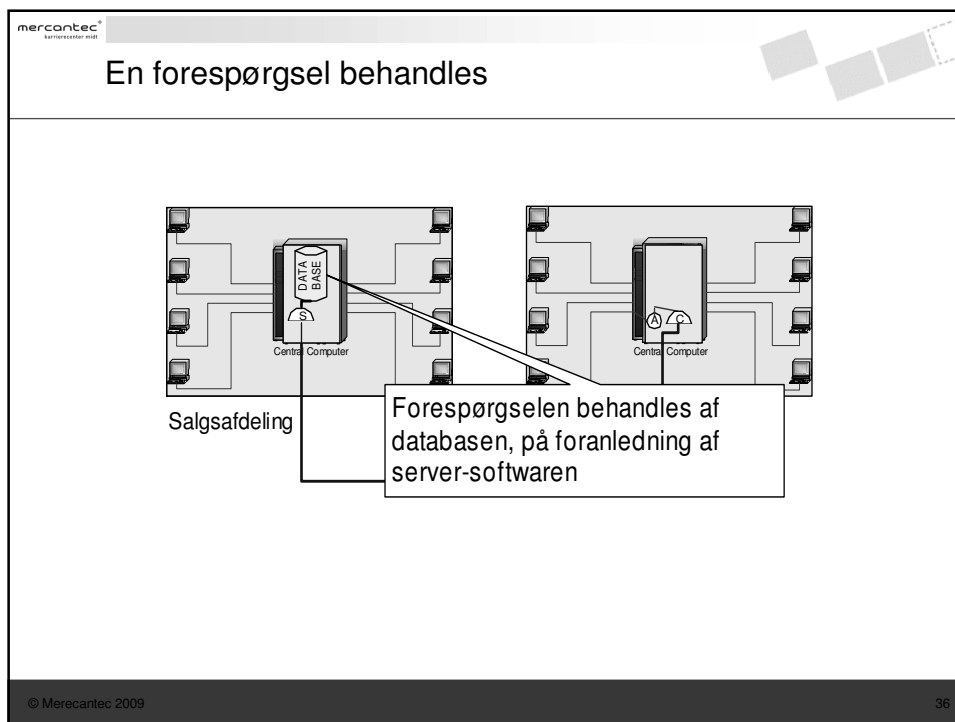
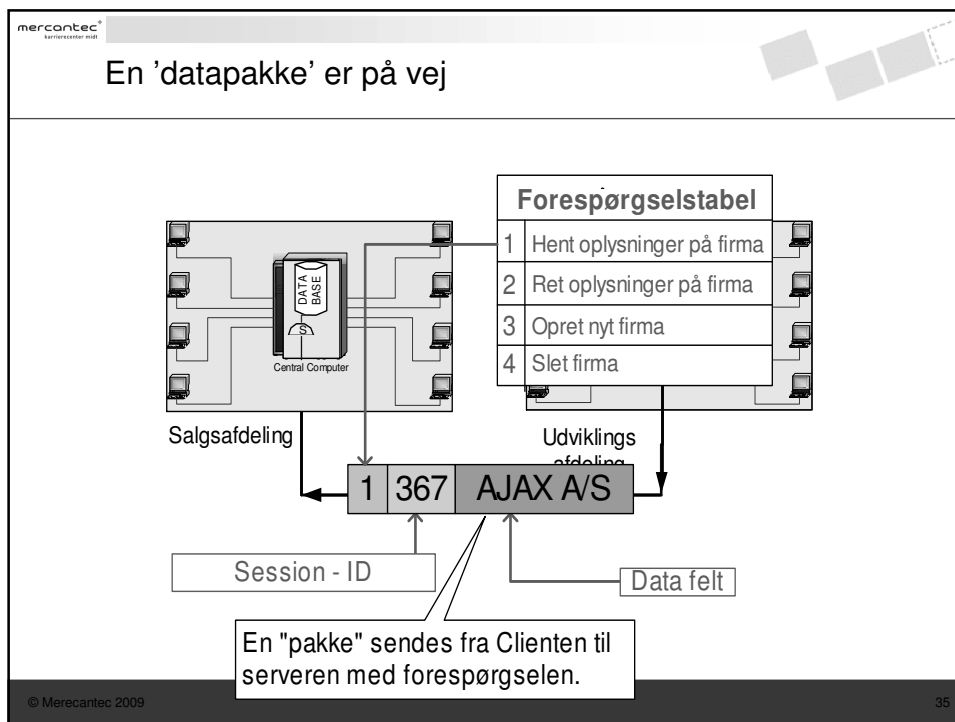
Udviklings afdeling

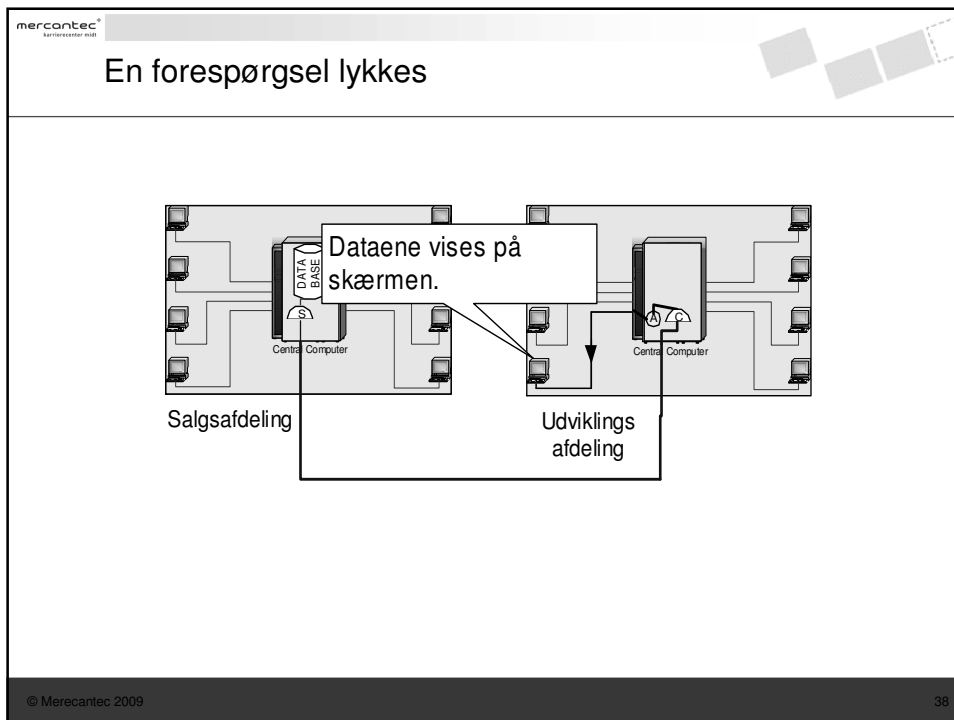
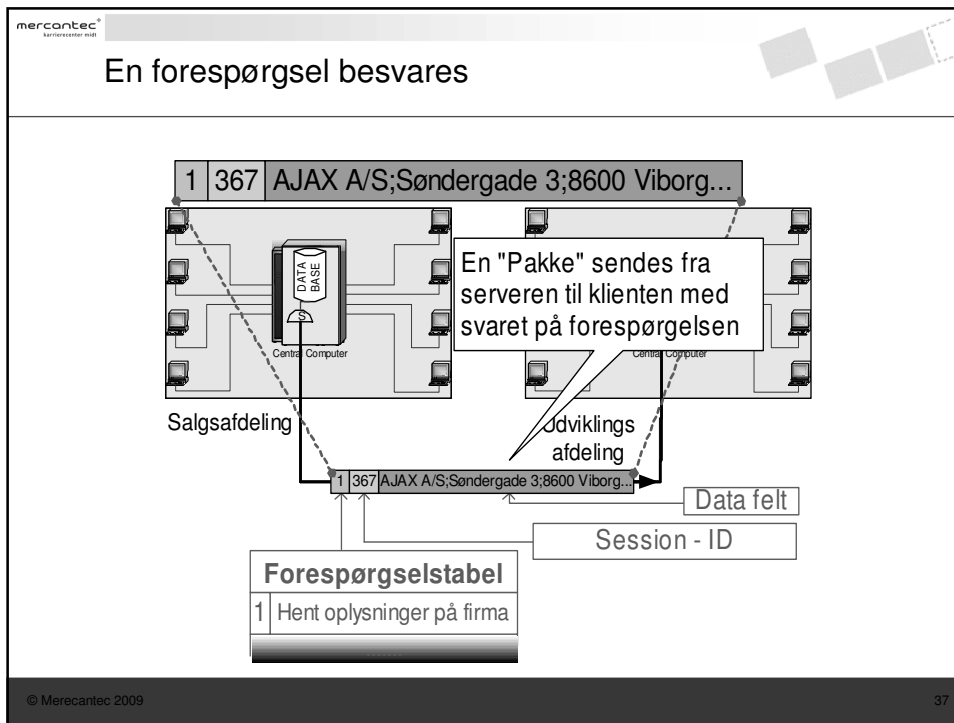
Dette kan umiddelbart ikke lade sig gøre, da hverken database eller terminalprogrammet kan tale sammen via en forbindelse

© Mercantec 2009 30









mercantec[®]
karrerecenter mit

Situationen ændrer sig

Salgsafdeling Udviklings afdeling

Central Computer Central Computer Central Computer

DATA BASE

Vi ønsker at koble flere computere på.
Vi ønsker et netværk.

© Mercantec 2009 39

mercantec[®]
karrerecenter mit

Fra point-to-Point til Multipoint

Salgsafdeling Udviklings afdeling

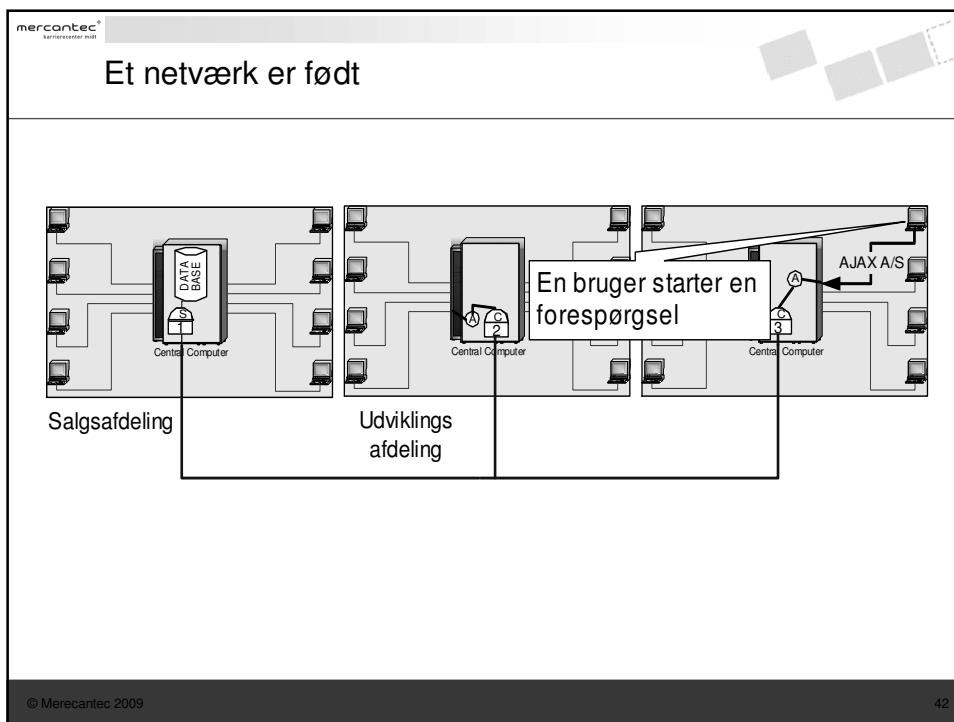
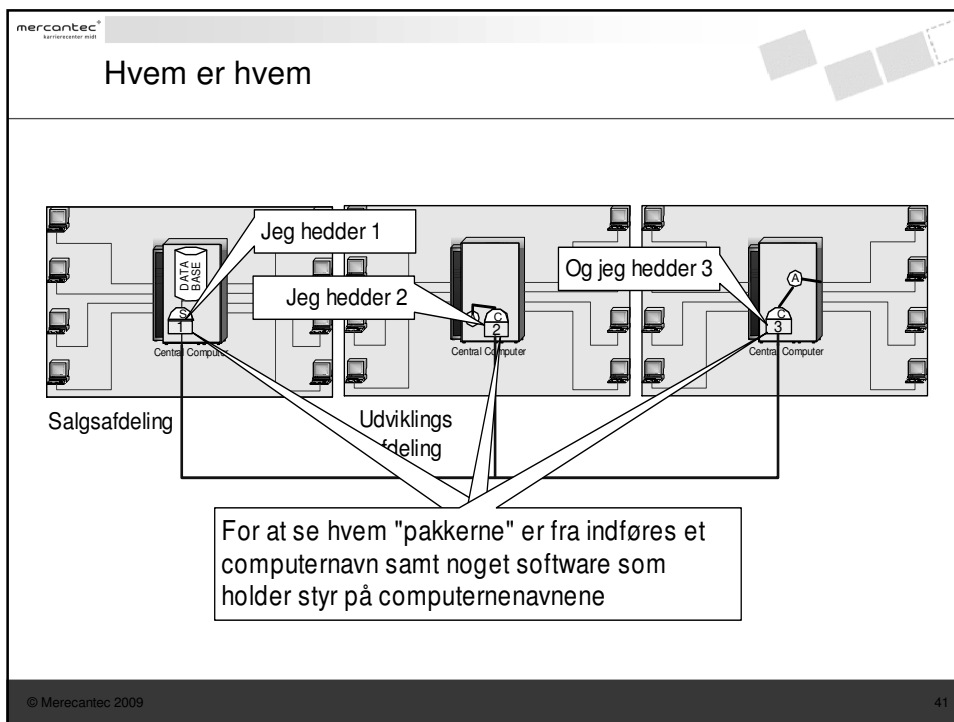
Central Computer Central Computer Central Computer

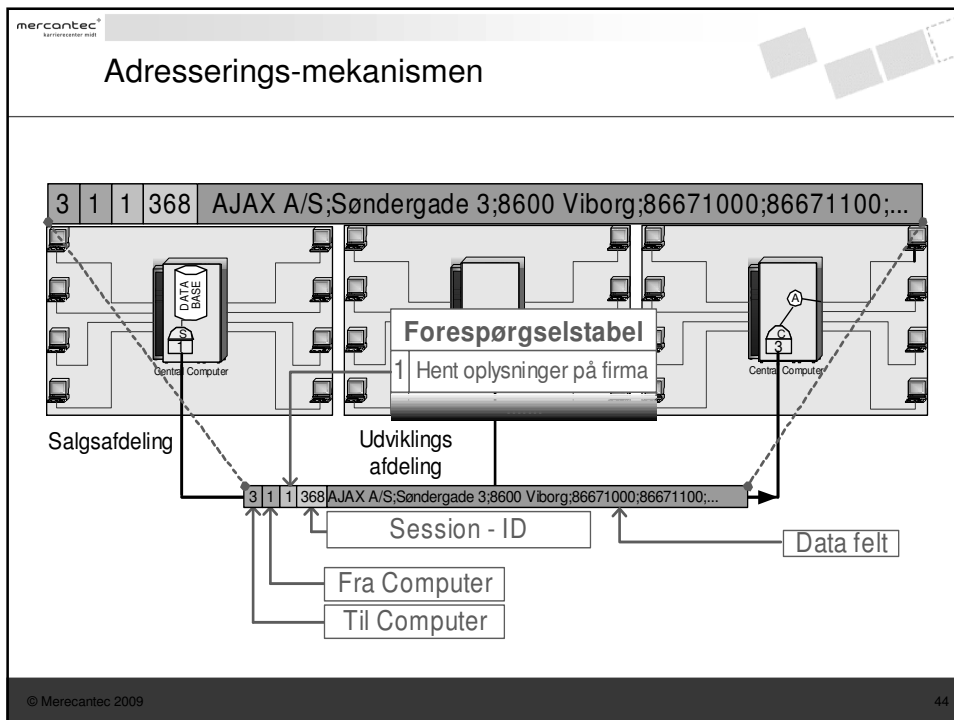
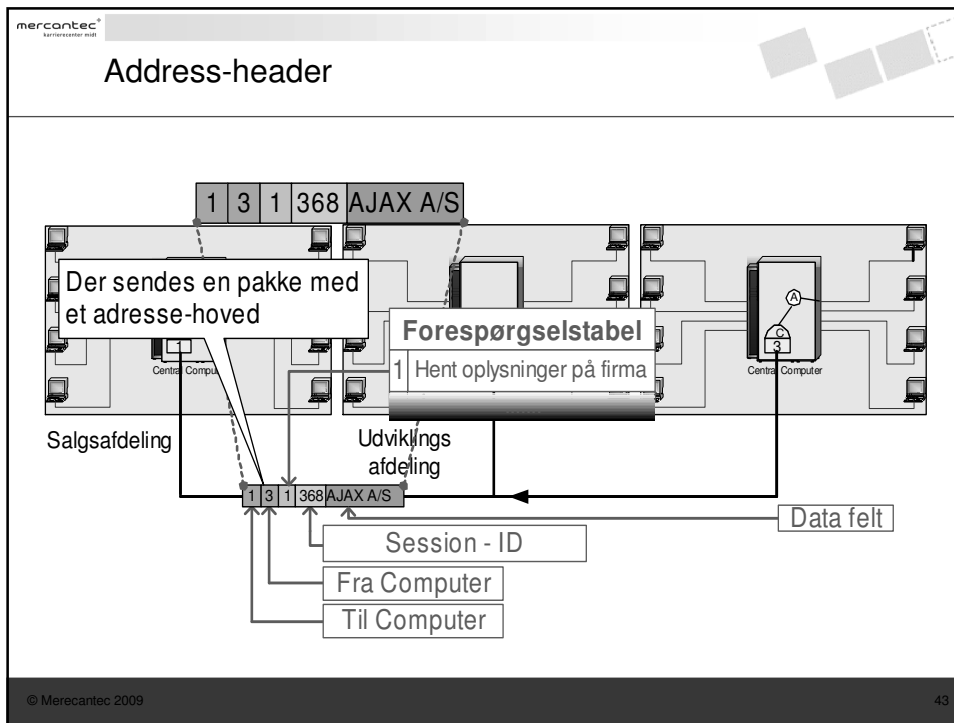
DATA BASE

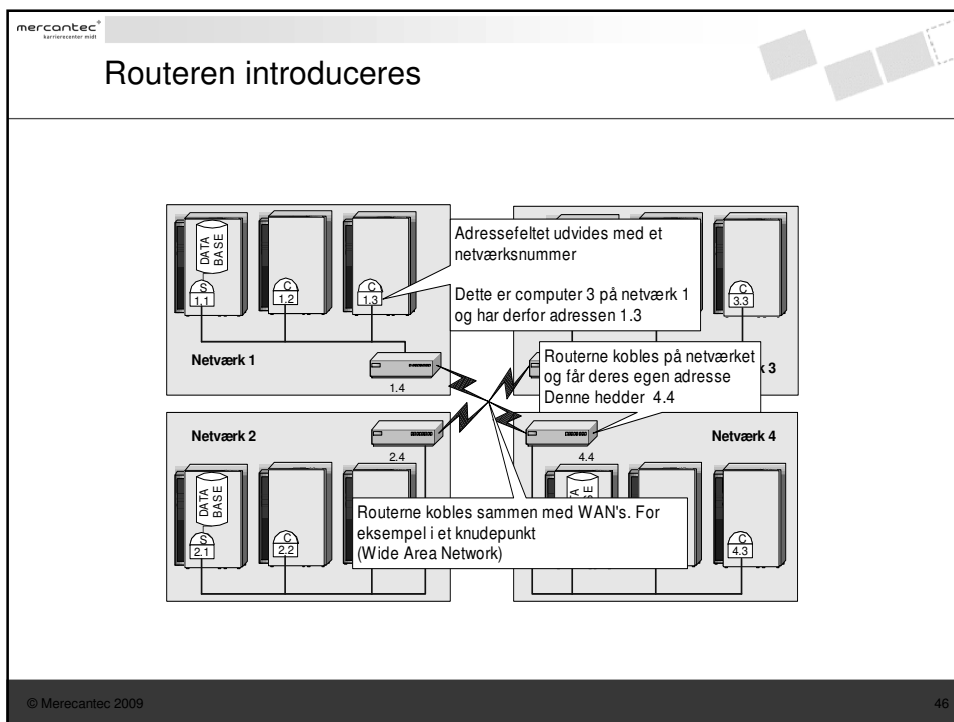
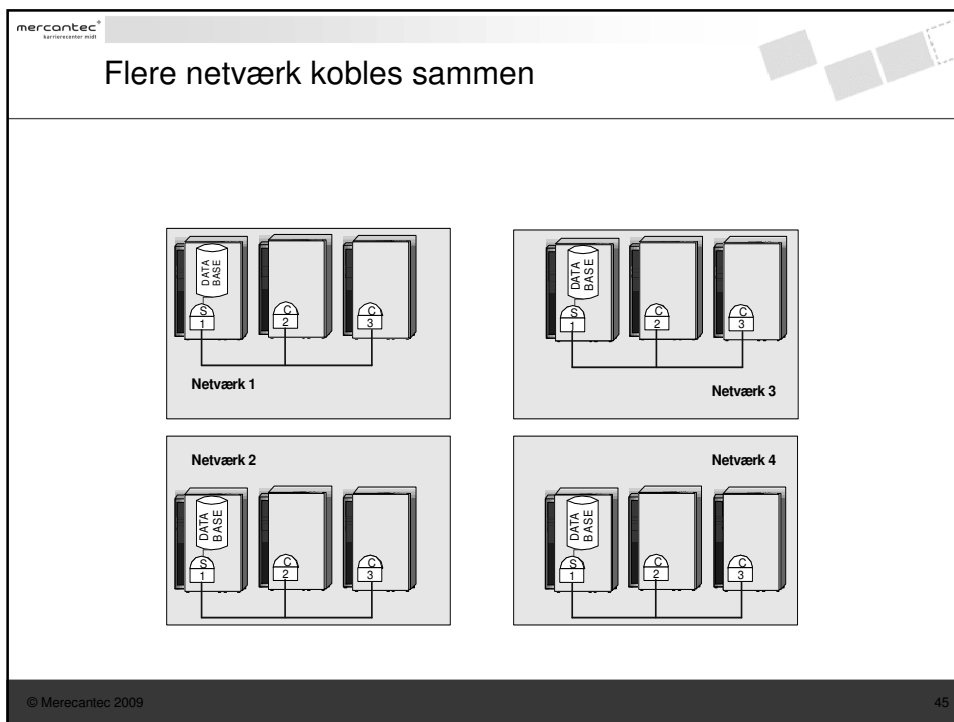
Salgsafdelingen: Serveren ved ikke hvem den taler med når den modtager en forespørgsel.

Udviklingsafdelingen: Begge klienter kan for eksempel fremsende forespørgsel nr 23. Vi har et problem.

© Mercantec 2009 40







mercantec[®]
københavn center midt

Routningens princip

- terminalprogrammet kender ikke de andre netværk:

© Mercantec 2009 47

mercantec[®]
københavn center midt

Routeren er 'Default gateway'

- adresseringssoftwaren kender vejen til routeren:

© Mercantec 2009 48

mercantec[®]
københavn center midt

Routerne "snakker" sammen

- så de kender hinandens netværk:

Routeren sender pakken videre til netværk 2 - via WAN-knudepunktet

Routeren modtager en pakke til netværk-2 fra WAN-knudepunktet

Netværk 2

Netværk 3

Netværk 4

© Mercantec 2009 49

mercantec[®]
københavn center midt

LAN og WAN

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

Adresseringssoftwaren opdager sin egen adresse i pakken - læser den ind og giver pakken videre gennem serversoftwaren til databasen

Routeren sender pakken videre ud på sit lokale netværk (LAN)

Local Area Network

Netværk 2

Netværk 3

© Mercantec 2009 50

mercantec[®]
københavn center midt

Adresseringsmekanismen

Når pakken besvares kender afsender adressen på modtager:

The diagram illustrates the addressing process. A computer sends a request to a database in Network 3. The request includes a 'Forespørgselstabel' (query table) with the instruction '1 | Hent oplysninger på firma' (Retrieve information on company). The response from the database includes a 'Session-ID' and a 'Data felt' (data field) containing the recipient's address: 'AJAX A/S, Søndergade 3, 8600 Viborg; 86671000...'. The computer then sends the packet to the router in Network 3, which is responsible for Network 3. A text box explains: 'Adresseringssoftwaren pakker svaret fra databasen ind og sender pakken til ruterne fordi modtageradressen er på netværk 3' (Addressing software packages the response from the database and sends the packet to the routers because the recipient address is on network 3).

© Mercantec 2009 51

mercantec[®]
københavn center midt

Routingsprotokoller

Routere "snakker" sammen med routingsprotokoller, f.eks. RIP:

The diagram shows four networks (Netværk 1, 2, 3, 4) connected via WAN nodes. Network 1 has a router (1.1) and a database. Network 2 has a router (2.4) and a database. Network 3 has a router (3.4) and a database. Network 4 has a router (4.4) and a database. A text box explains: 'Netværk 2's router sender pakken videre - via WAN knudepunktet - til net 3's router.' (Network 2's router sends the packet further - via the WAN node - to network 3's router).

© Mercantec 2009 52

Routetabellen

Routere og computere husker netværksadresser i en Routetabel:

© Mercantec 2009 53

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.

© Mercantec 2009 54

mercantec[®]
karrierecenter midt

IP version 4

- om IP adressen & den gamle klasse-opdeling

IP: 194.182.53.10
Subnet: 255.255.255.0

IP: 194.182.53.11
Subnet: 255.255.255.0

IP: 194.182.53.12
Subnet: 255.255.255.0

IP: 194.182.53.13
Subnet: 255.255.255.0

mercantec[®]
karrierecenter midt

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**

© Mercantec 2009 58

mercantec[®]
KARRIERECENTRUM MITT

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

© Mercantec 2009 59

mercantec[®]
KARRIERECENTRUM MITT

Klasseforskel !

Værdien af første byte i IP adressen angiver klassen:

- 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

© Mercantec 2009 60

mercantec[®]
Karrierecenter MIT

Et par eksempler på klasser

IP adressen 13.2.3.4

og

194.182.53.13

Klasse A adresse
- da 13 er imellem 0 og 127

Klasse C adresse
- da 194 er imellem 192 og 223

© Mercantec 2009 61

mercantec[®]
Karrierecenter MIT

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

© Mercantec 2009 62

mercantec[®]
Kurscenter mit

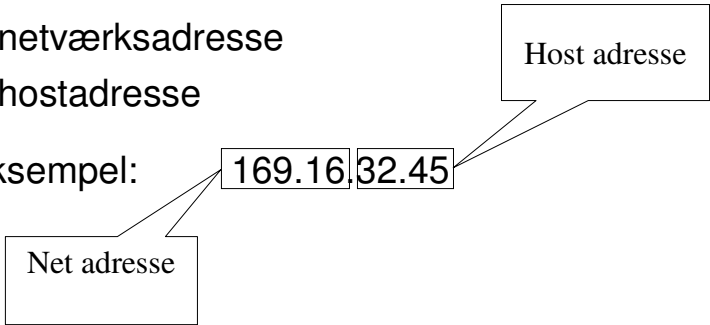
IP adressens Net og Host-del

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

© Mercantec 2009 63

mercantec[®]
Kurscenter mit

IP adressens Net og Host-del

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

169.16.32.45

© Mercantec 2009 64

mercantec[®]
Kortcenter mit

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

Net adresse
De 126 net må bruges

13.2.3.4

Host adresse.
På hvert klasse A net må vi bruge de 16.777.214 hostadresser
 $(256 * 256 * 256) - 2$

© Mercantec 2009 65

mercantec[®]
Kortcenter mit

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

Net adresse
De 16.382 net må bruges
 $(64 * 256) - 2$

182.2.3.4

Host adresse.
På hvert klasse B net må vi bruge de 65.534 hostadresser
 $(256 * 256) - 2$

© Mercantec 2009 66

mercantec[®]
Karrivestcenter midt

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
 -

© Mercantec 2009 67

mercantec[®]
Karrivestcenter midt

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

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

218.2.3.4

Host adresse.
På hvert klasse C net må vi bruge
254
hostadresser
 $(256) - 2$

© Mercantec 2009 68

mercantec[®]
Karrerecenter midt

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
 -

© Mercantec 2009 69

mercantec[®]
Karrerecenter midt

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

© Mercantec 2009 70

mercantec[®]
Kurscenter MIT

Standard subnet masker

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

© Mercantec 2009 71

mercantec[®]
Kurscenter MIT

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**

© Mercantec 2009 72

mercantec[®]
Kunnsenter midt

En netværkskonfiguration

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

The diagram shows four desktop computers arranged in a square. A horizontal line connects the two computers on the top, and another horizontal line connects the two on the bottom. Vertical lines connect each computer to its respective horizontal line. Each computer has a box next to it containing IP and Subnet information:

- Top-left: IP: 194.182.53.10, Subnet: 255.255.255.0
- Top-right: IP: 194.182.53.11, Subnet: 255.255.255.0
- Bottom-left: IP: 194.182.53.12, Subnet: 255.255.255.0
- Bottom-right: IP: 194.182.53.13, Subnet: 255.255.255.0

© Mercantec 2009 75

mercantec[®]
Kunnsenter midt

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.

© Mercantec 2009 76

mercantec[®]
Kunnsenter midt

Ping kommandoen

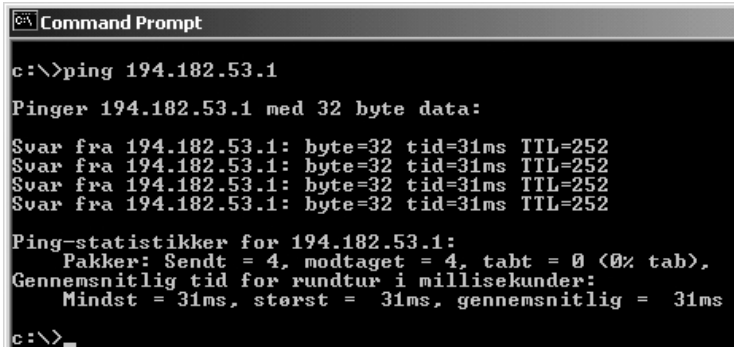


```
c:\>ping 194.182.53.1
Pinger 194.182.53.1 med 32 byte data:
Svar fra 194.182.53.1: byte=32 tid=31ms TTL=252
Svar fra 194.182.53.1: byte=32 tid=31ms TTL=252
Svar fra 194.182.53.1: byte=32 tid=31ms TTL=252
Ping-statistikker for 194.182.53.1:
    Pakker: Sendt = 4, modtaget = 4, tabt = 0 (0% tab),
    Gennemsnitlig tid for rundtur i millisekunder:
    Mindst = 31ms, størst = 31ms, gennemsnitlig = 31ms
c:\>
```

© Mercantec 2009 77

mercantec[®]
Kunnsenter midt

Ping kommandoen



```
c:\>ping 194.182.53.1
Pinger 194.182.53.1 med 32 byte data:
Svar fra 194.182.53.1: byte=32 tid=31ms TTL=252
Svar fra 194.182.53.1: byte=32 tid=31ms TTL=252
Svar fra 194.182.53.1: byte=32 tid=31ms TTL=252
Svar fra 194.182.53.1: byte=32 tid=31ms TTL=252
Ping-statistikker for 194.182.53.1:
    Pakker: Sendt = 4, modtaget = 4, tabt = 0 (0% tab),
    Gennemsnitlig tid for rundtur i millisekunder:
    Mindst = 31ms, størst = 31ms, gennemsnitlig = 31ms
c:\>
```

© Mercantec 2009 78

mercantec[®]
kernecenter midt

En kommando prompt åbnes

The diagram shows a network of four desktop computers connected to a central horizontal line. Each computer has a label with its IP address and subnet mask. A Command Prompt window is open on the left, showing the prompt 'C:\>'. Dashed lines connect the Command Prompt window to the first computer on the left.

IP: 194.182.53.10
Subnet: 255.255.255.0

IP: 194.182.53.11
Subnet: 255.255.255.0

194.182.53.12
Subnet: 255.255.255.0

IP: 194.182.53.13
Subnet: 255.255.255.0

Command Prompt
C:\>

© Mercantec 2009 79

mercantec[®]
kernecenter midt

Ping kommandoen indtastes

The diagram is identical to the previous slide, but the Command Prompt window now shows the command 'C:\>PING 194.182.53.13' entered. Dashed lines connect the Command Prompt window to the first computer on the left.

IP: 194.182.53.10
Subnet: 255.255.255.0

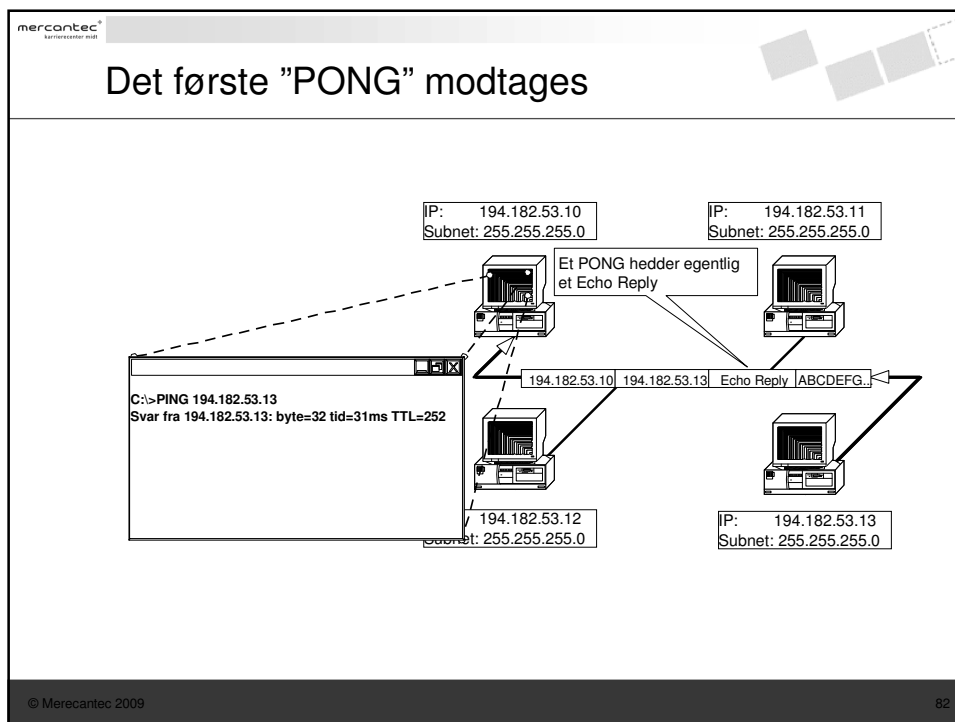
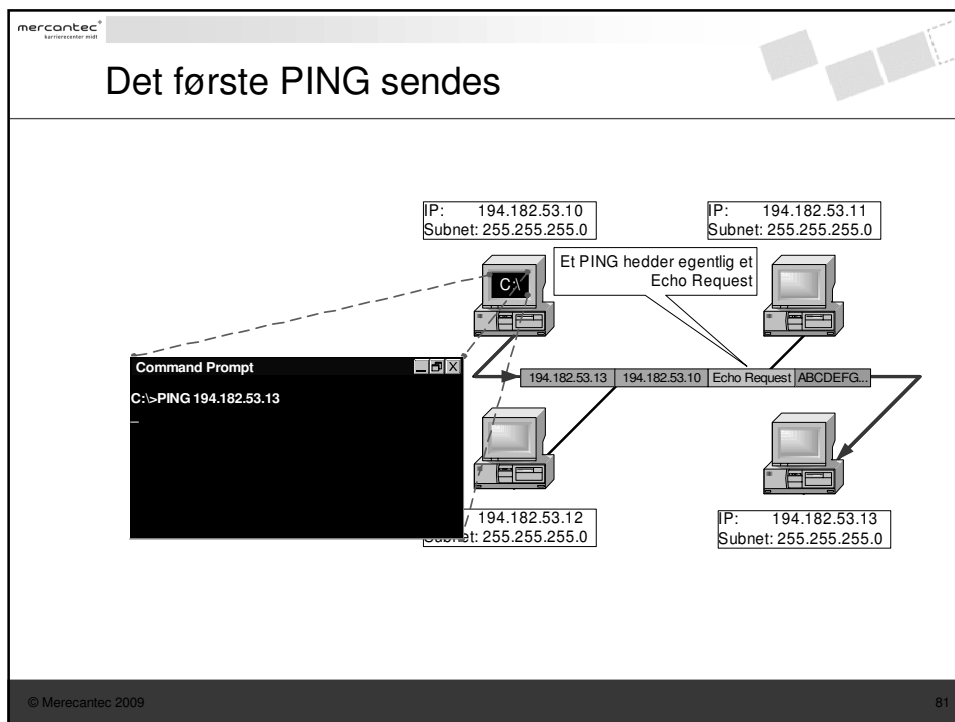
IP: 194.182.53.11
Subnet: 255.255.255.0

194.182.53.12
Subnet: 255.255.255.0

IP: 194.182.53.13
Subnet: 255.255.255.0

Command Prompt
C:\>PING 194.182.53.13

© Mercantec 2009 80



mercantec[®]
karierecenter mit

Her sendes i alt 8 pakker

```
Command Prompt
C:\>PING 194.182.53.13
Svar fra 194.182.53.13: byte=32 tid=31ms TTL=252
Svar fra 194.182.53.13: byte=32 tid=18ms TTL=252
Svar fra 194.182.53.13: byte=32 tid=25ms TTL=252
Svar fra 194.182.53.13: byte=32 tid=19ms TTL=252
....
C:\>
```

IP: 194.182.53.10
Subnet: 255.255.255.0

IP: 194.182.53.11
Subnet: 255.255.255.0

IP: 194.182.53.12
Subnet: 255.255.255.0

IP: 194.182.53.13
Subnet: 255.255.255.0

I alt 8 pakker sendes ialt.

194.182.53.10 194.182.53.13 Echo Reply ABCDEFG...

© Mercantec 2009 83

mercantec[®]
karierecenter mit

IP version 4

- og routningen

10 11 12 13

Net: 194.182.53/24

1 Router

WAN link

0.1 Router

Net: 182.114/16

61.13 61.14 67.19 112.4

mercantec[®]
Kommunikationstilbud

IP kommunikation på lokalnet

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

IP: 194.182.52.10
Subnet: 255.255.255.0

IP: 194.182.53.11
Subnet: 255.255.255.0

Der er sket en indtastningsfejl.
Denne maskine er medlem af
et andet logisk netværk.

```
Command Prompt
C:\>PING 194.182.53.13
No route to host
No route to host
No route to host
No route to host
C:\>
```

IP: 194.182.53.12
Subnet: 255.255.255.0

IP: 194.182.53.13
Subnet: 255.255.255.0

Bemærk: Logisk netværk = IP netværk

© Mercantec 2009 85

mercantec[®]
Kommunikationstilbud

Behov for en ny notationsform

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

IP: 194.182.53.10
Subnet: 255.255.255.0

IP: 194.182.53.11
Subnet: 255.255.255.0

IP: 194.182.53.12
Subnet: 255.255.255.0

IP: 194.182.53.13
Subnet: 255.255.255.0

© Mercantec 2009 86

mercantec[®]
Kortcenter midt

Den nye notationsform

- Nærmere at overskue
- Nærmere at ændre

Fælles net oplysninger for alle host på det fysiske net

Net: 194.182.53.0
Subnet: 255.255.255.0

host navn

© Mercantec 2009 87

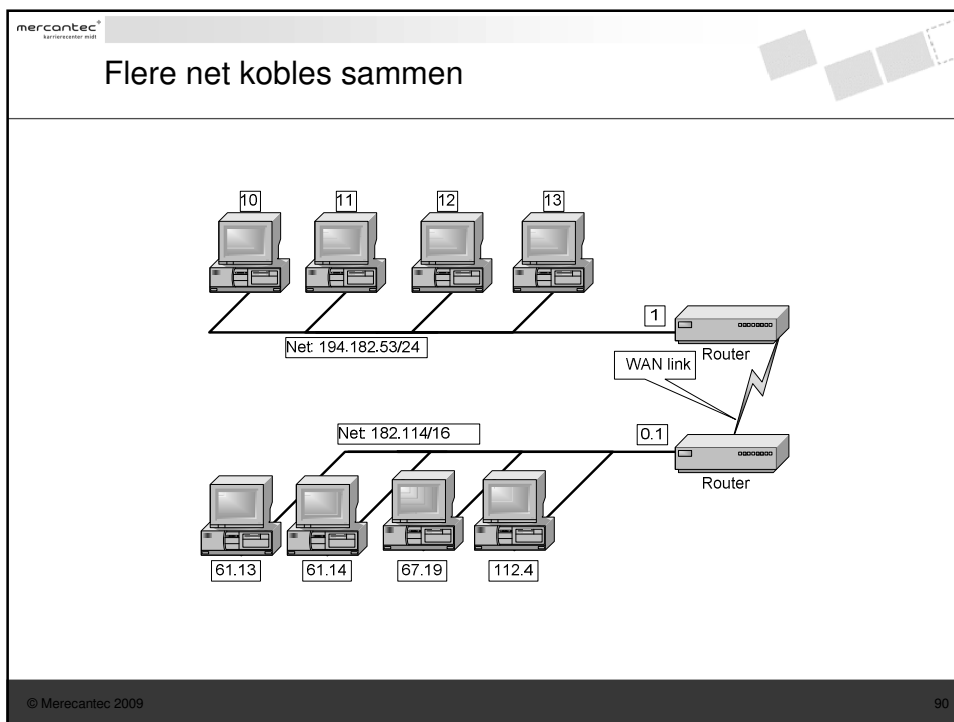
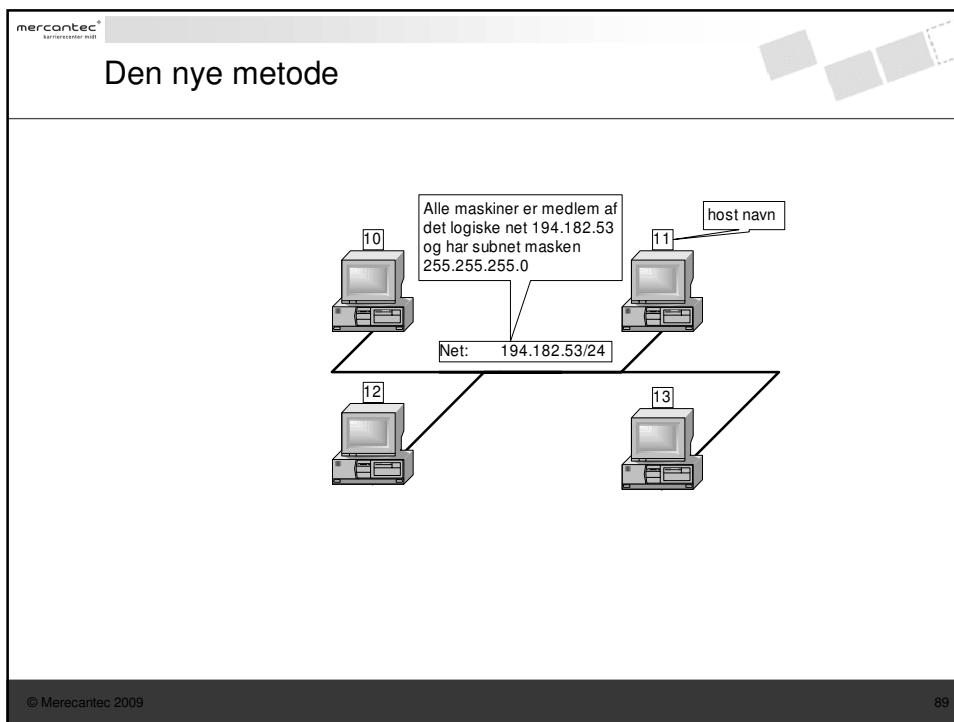
mercantec[®]
Kortcenter midt

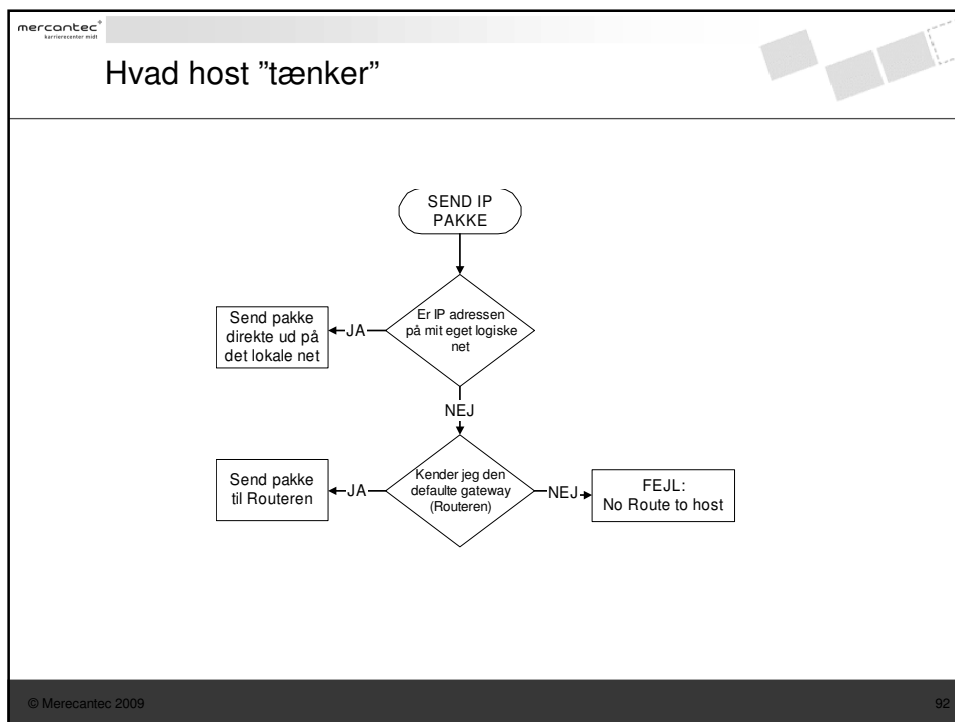
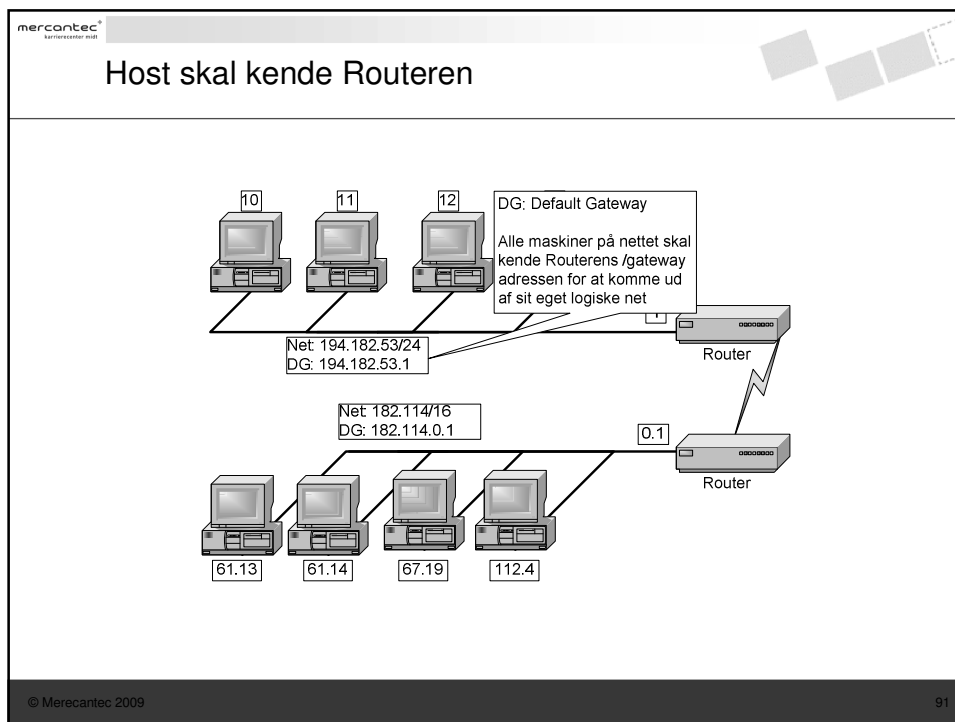
Det bliver "nærmere" endnu

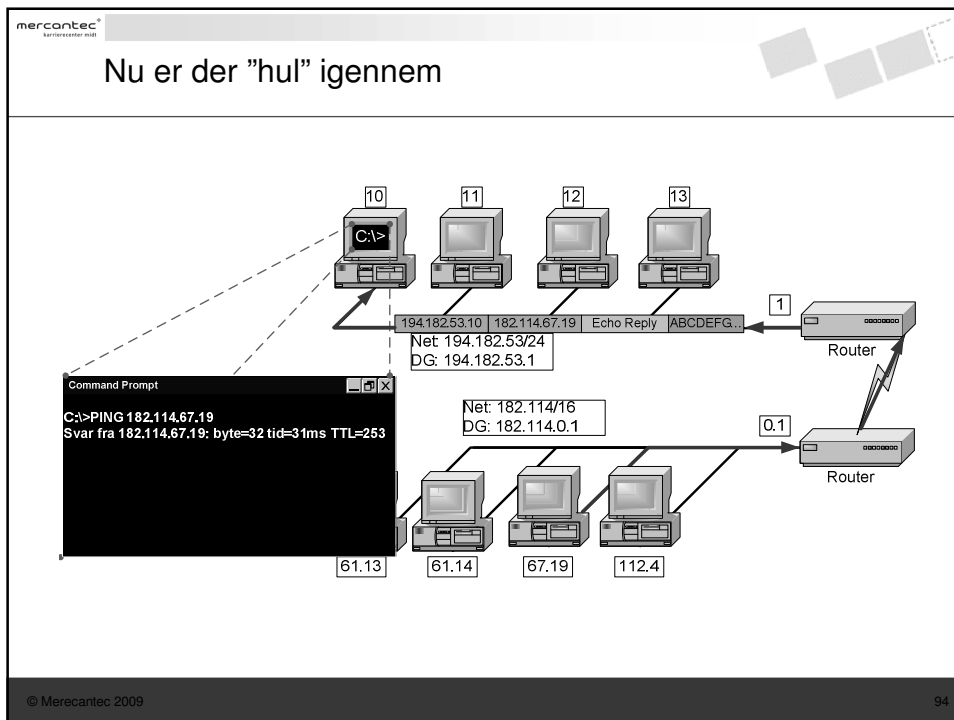
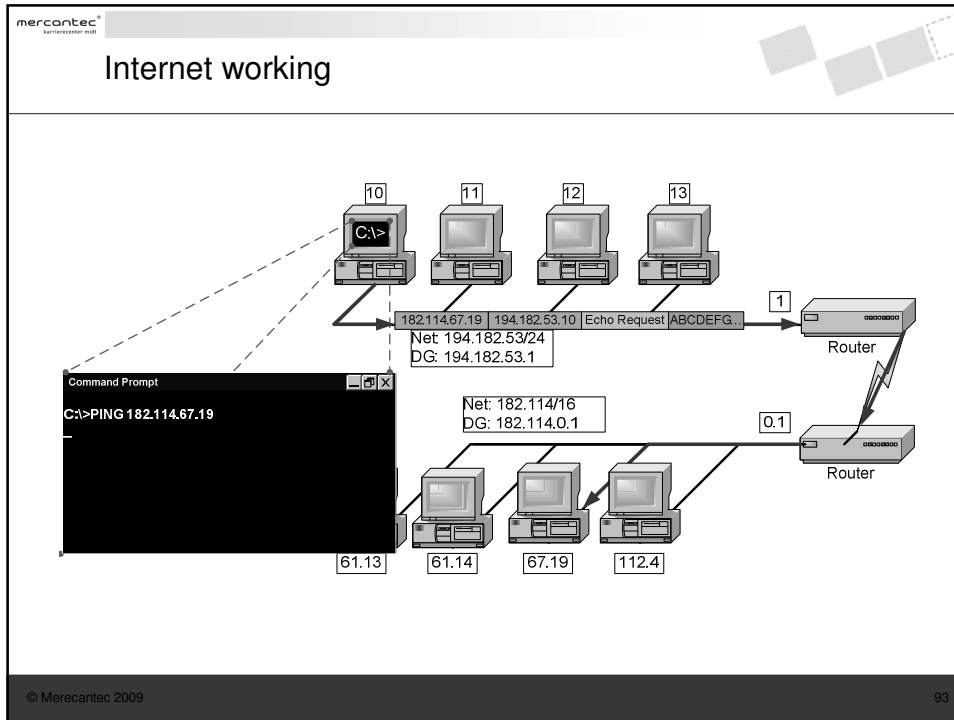
- Subnet masken er på 32 bit
 - for eksempel 255.255.255.0
 - 11111111.11111111.11111111.00000000
 - De første 24 bit er 1'taller

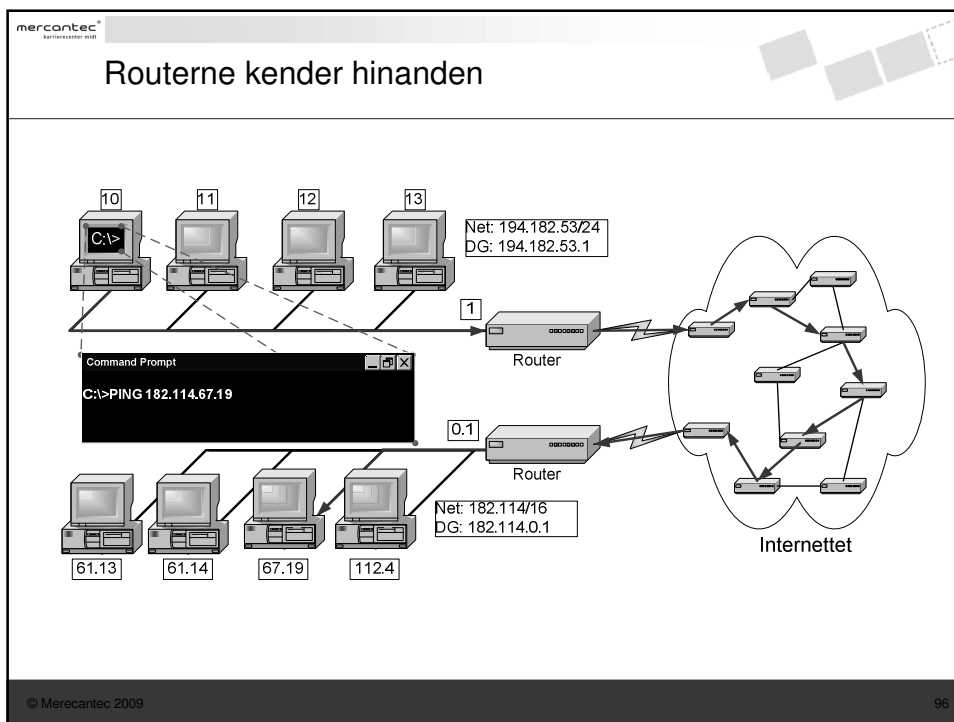
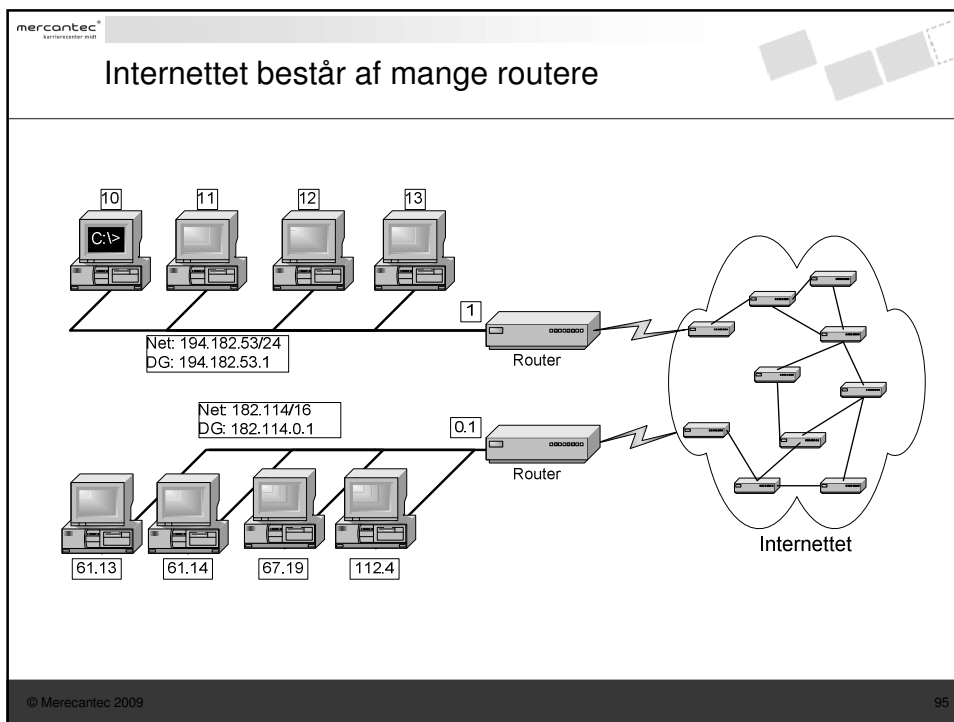
Net: 194.182.53.0
Subnet: 255.255.255.0 = 194.182.53/24

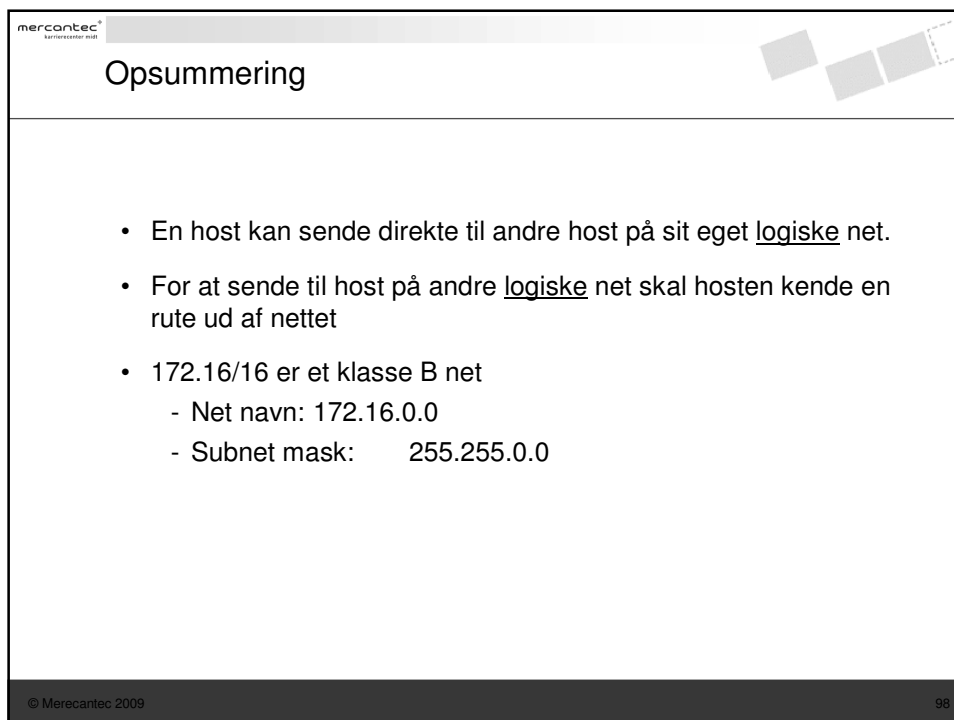
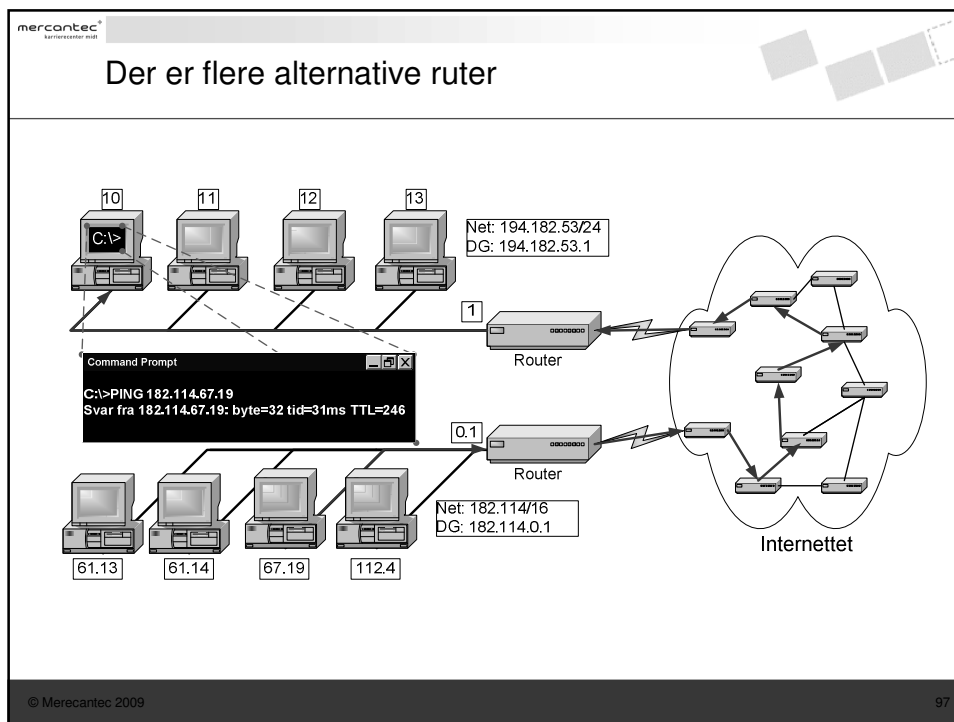
© Mercantec 2009 88





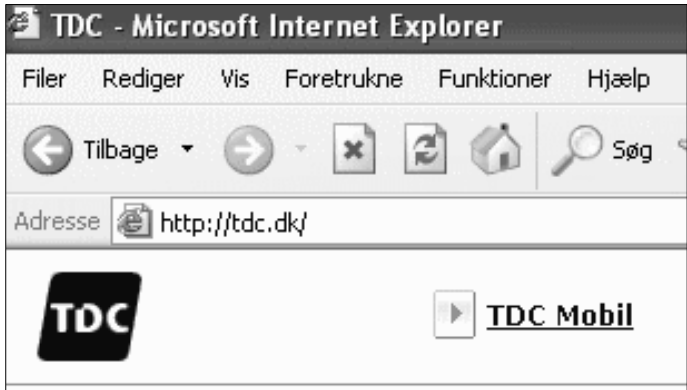






mercantec[®]
karrierecenter mit

Domain Name Service



The screenshot shows a Microsoft Internet Explorer browser window. The title bar reads "TDC - Microsoft Internet Explorer". The menu bar includes "Filer", "Rediger", "Vis", "Foretrukne", "Funktioner", and "Hjælp". The address bar contains "Adresse http://tdc.dk/". The main content area displays the TDC logo on the left and a "TDC Mobil" link with a play button icon on the right.

- en introduktion!

mercantec[®]
karrierecenter mit

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

© Mercantec 2009 100

mercantec[®]
KARRIERECENTER MIDT

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:\WINDOWS\system32\drivers\etc\hosts

© Mercantec 2009 101

mercantec[®]
KARRIERECENTER MIDT

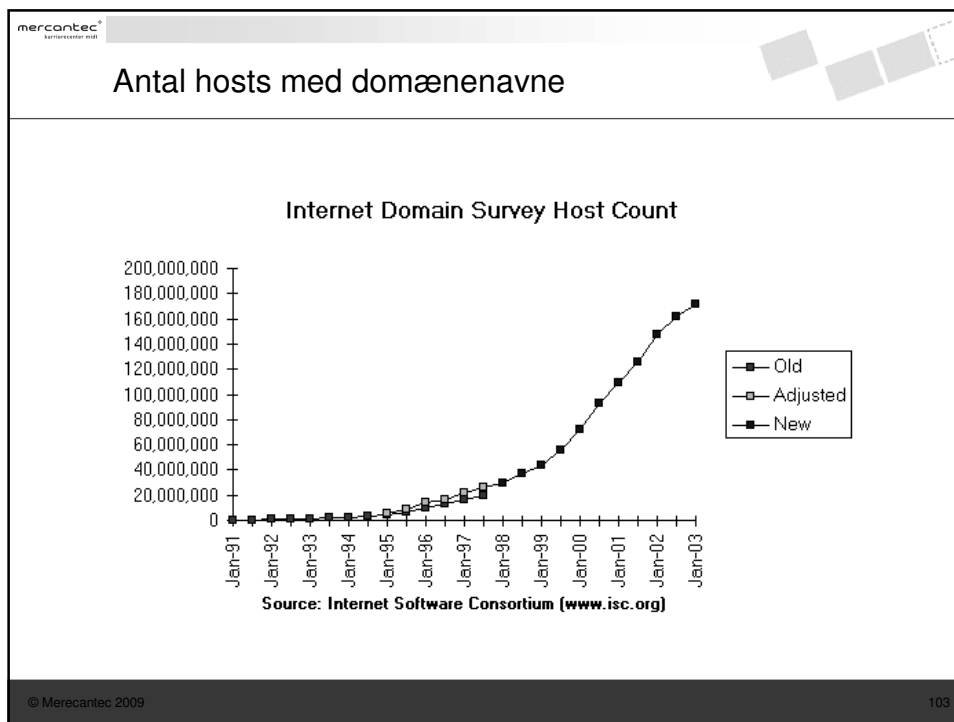
Formatet på hosts-filen

Indeholder felterne:

IP-Adresse Hostnavn nickname....

```
172.16.4.4    h4
172.16.4.10    tkgw    heth
172.16.0.1    eucmidgateway    gw    udafhuset
.....
```

© Mercantec 2009 102



- mercantec⁺
Kommunikation
- ### 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
- © Mercantec 2009 104

mercantec[®]
karrierecenter mit

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

© Mercantec 2009 105

mercantec[®]
karrierecenter mit

Det er flere samtidige ønsker end et Kinderæg...



Men det virker – gør det ikke?

mercantec[®]
KARREKONTORET MIDT

Domæne navnet

Domæne navn: `www.intranet.eucmidt.dk`

Fourth level domain
Third level domain
Second level domain
Top-level domain

© Mercantec 2009 107

mercantec[®]
KARREKONTORET MIDT

Domænet `www.intranet.eucmidt.dk`

ROOT

jp com mil dk ... TLD - Top Level Domain:

or co ... tdc eucmidt 2. level domain

toyota mitsubishi ... mail intranet 3. level domain

mail www ... www elev 4. level domain

© Mercantec 2009 108

mercantec[®]
Karrerecenter midt

DNS - pause!

Resten af præsentationen kommer lidt senere!

© Mercantec 2009 109

mercantec[®]
Karrerecenter midt

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
 -

© Mercantec 2009 110

mercantec⁺
karrerecenter.nit

. = root-serverne

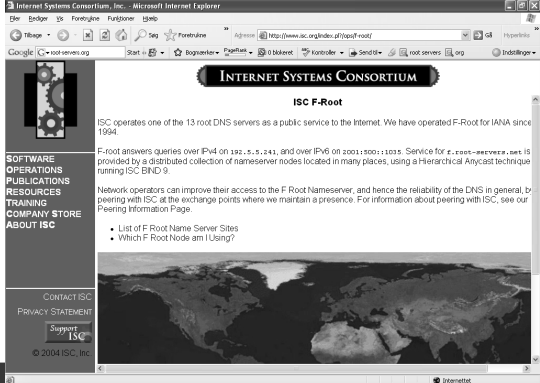
- Der findes pt. 13 root server installationer spredt rundt om i verden (se www.root-servers.org)
- Der kan være flere kopier af hver server.
- Root-serverne administrer zonerne
 - .com, .org, .mil, .dk, .biz, .info
- Root-serverne har store databaser
- ISP'erne har DNS-servere for at aflaste root-serverne

© Mercantec 2009 111

mercantec⁺
karrerecenter.nit

. – 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 !!!



© Mercantec 2009

mercantec[®]
kernecenter midt

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.

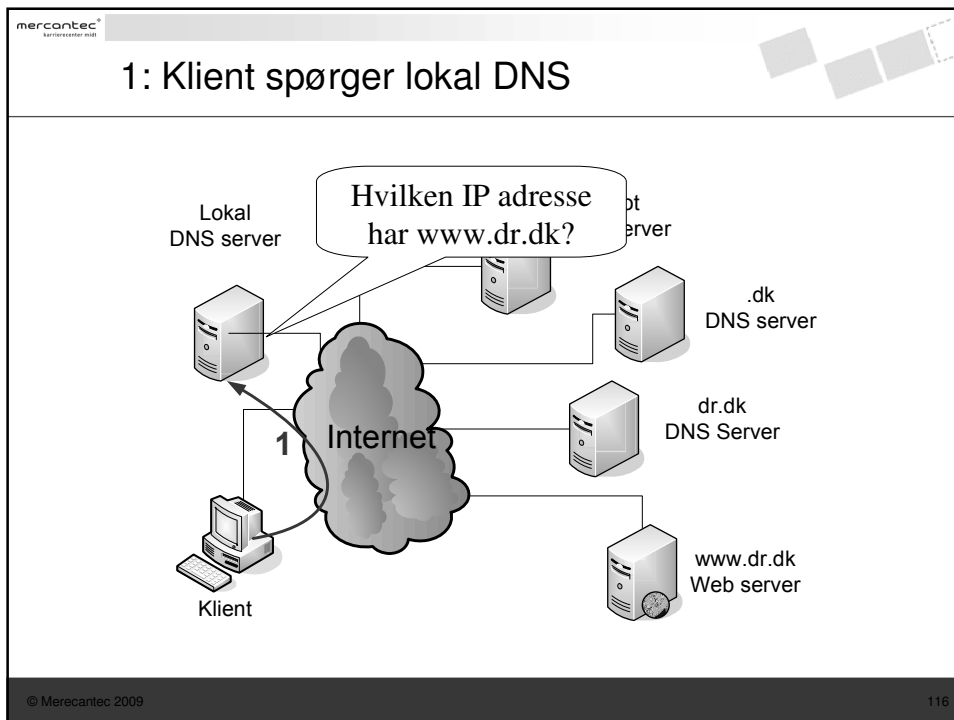
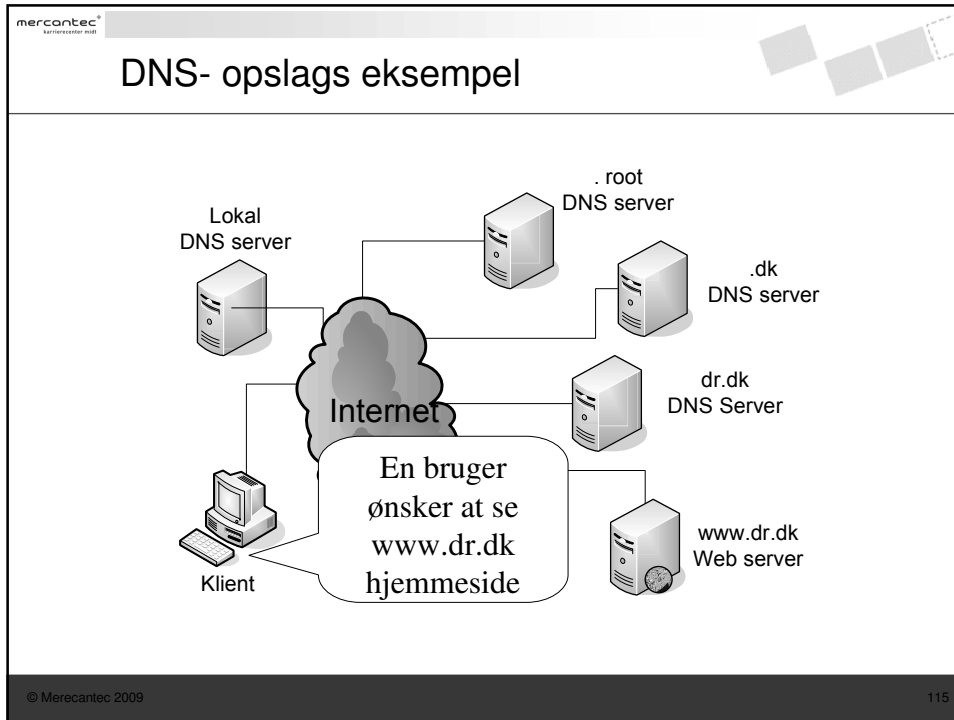
© Mercantec 2009 113

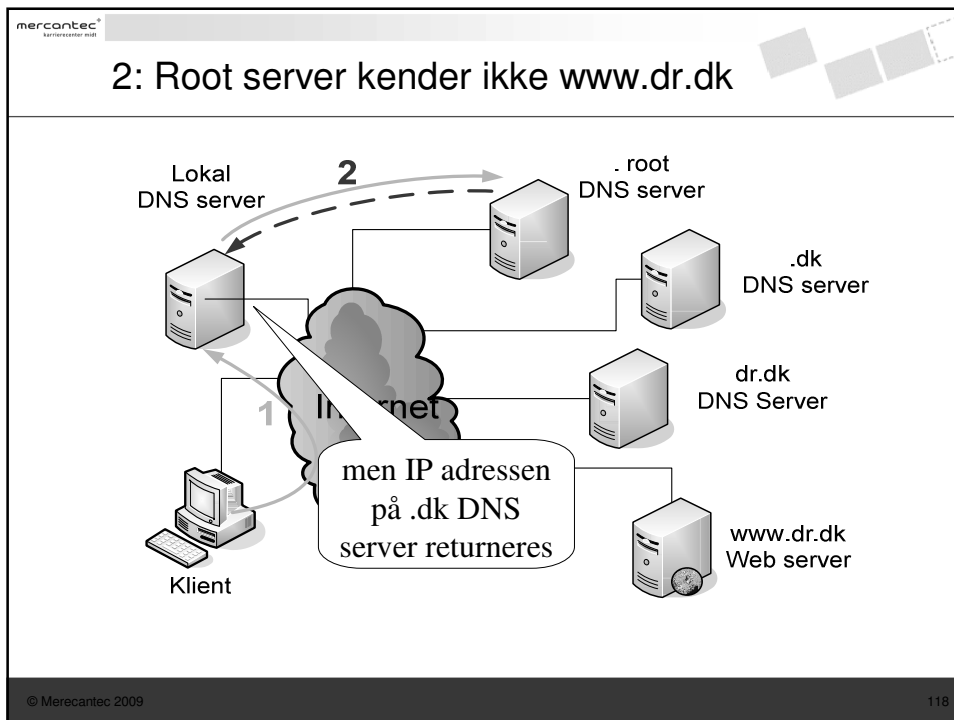
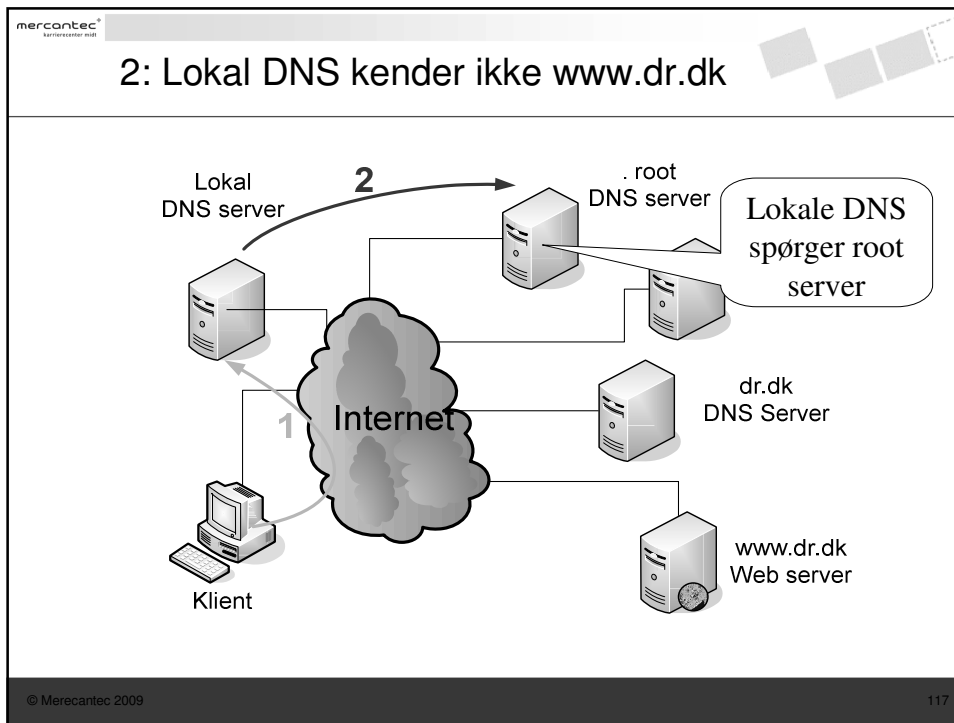
mercantec[®]
kernecenter midt

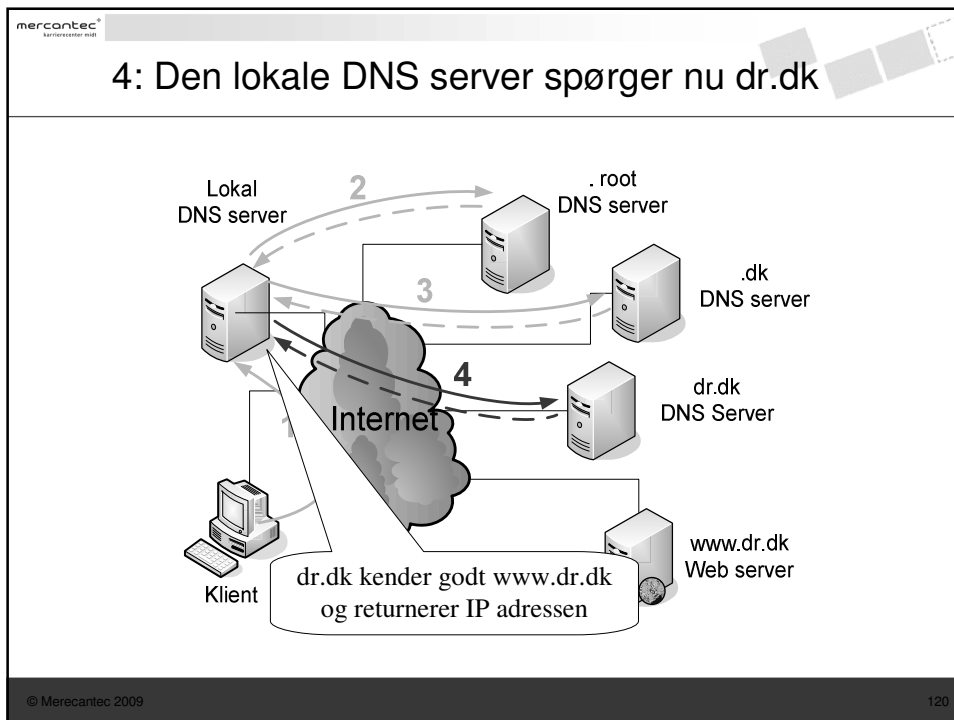
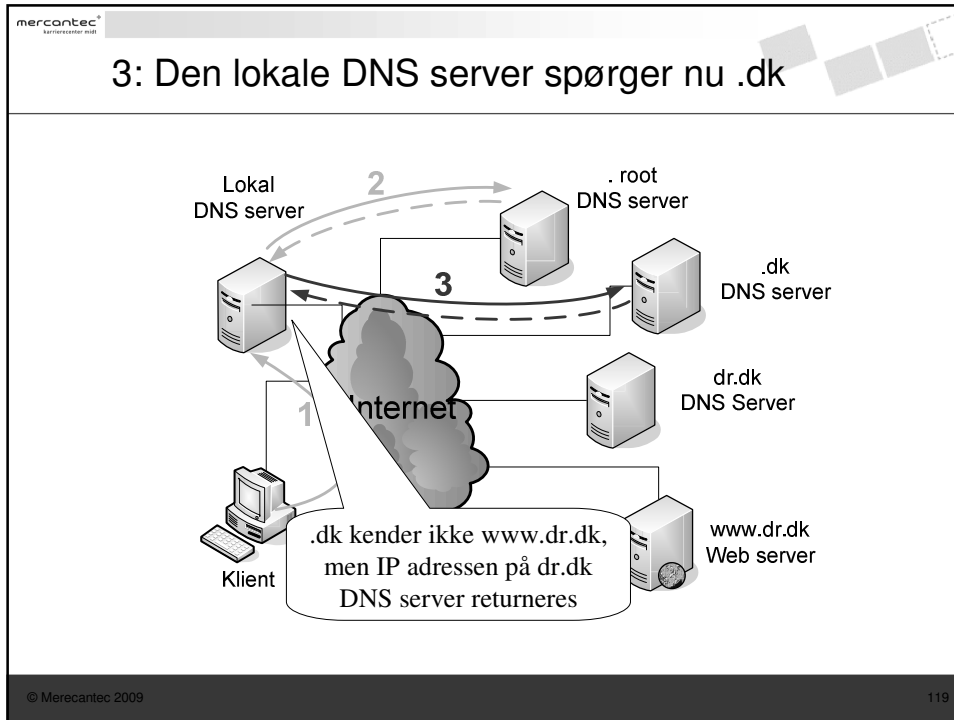
DNS server adresse opsætning på PC

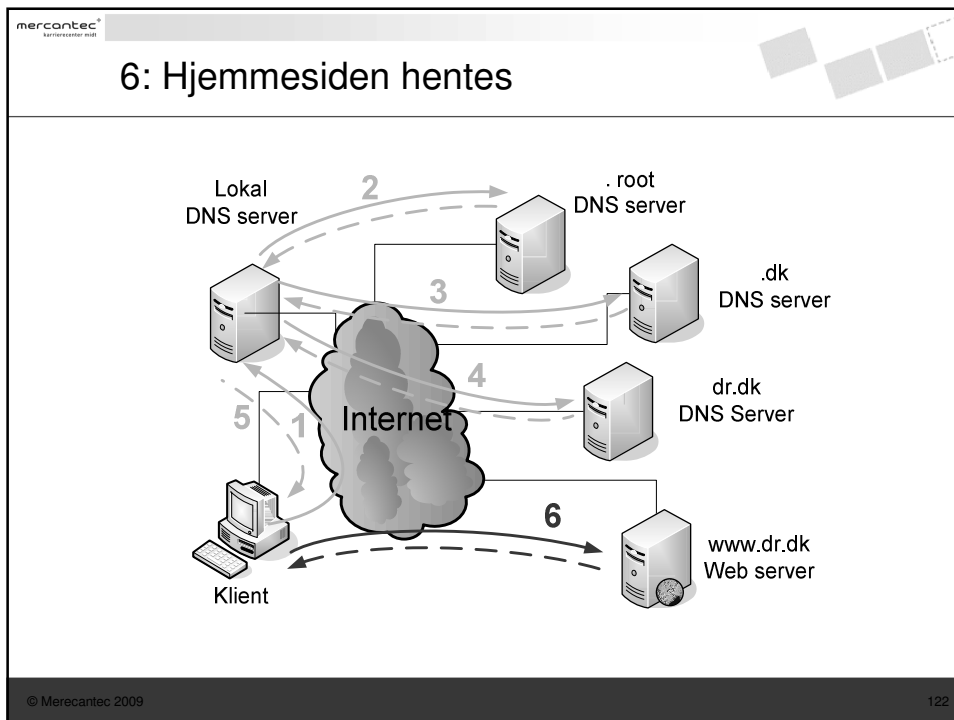
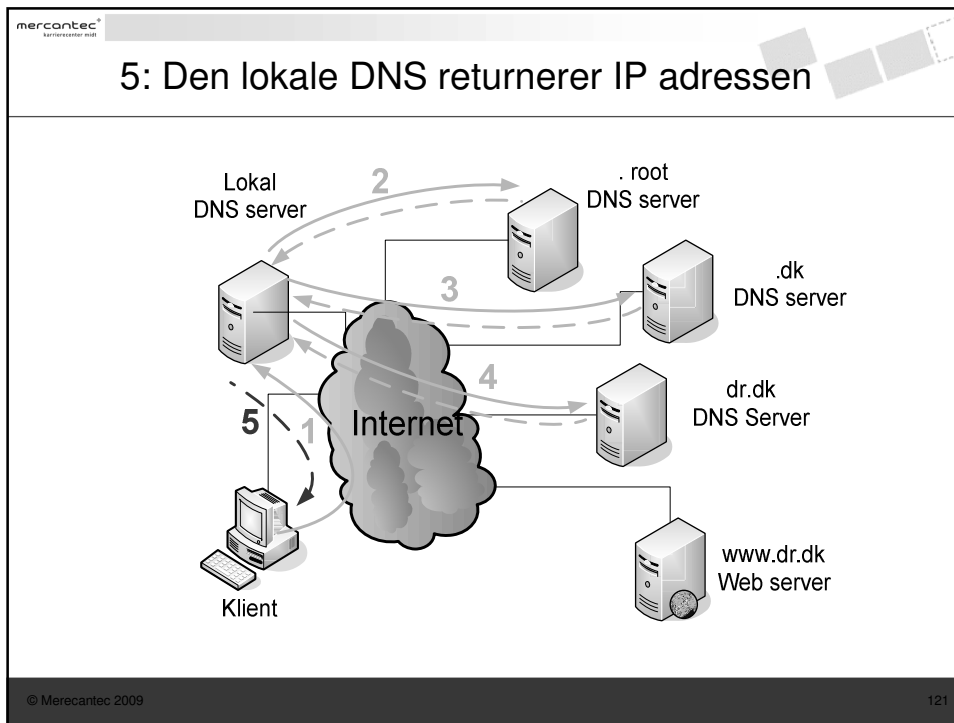
The screenshot shows the 'Internet Protocol (TCP/IP) Properties' dialog box. The 'General' tab is active. Under 'Obtain an IP address automatically', the radio button 'Use the following IP address:' is selected. The IP address is 192.168.19.167, the subnet mask is 255.255.255.0, and the default gateway is 192.168.19.1. Under 'Obtain DNS server address automatically', the radio button 'Use the following DNS server addresses:' is selected. The preferred DNS server is 193.162.153.164 and the alternate DNS server is 194.239.134.83. A callout bubble points to these DNS server addresses with the text: 'Adresser på DNS servere som PC'en anvender til oversættelse af FQDN (f.eks. www.eucmidt.dk) til en IP adresse.'

© Mercantec 2009 114









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.

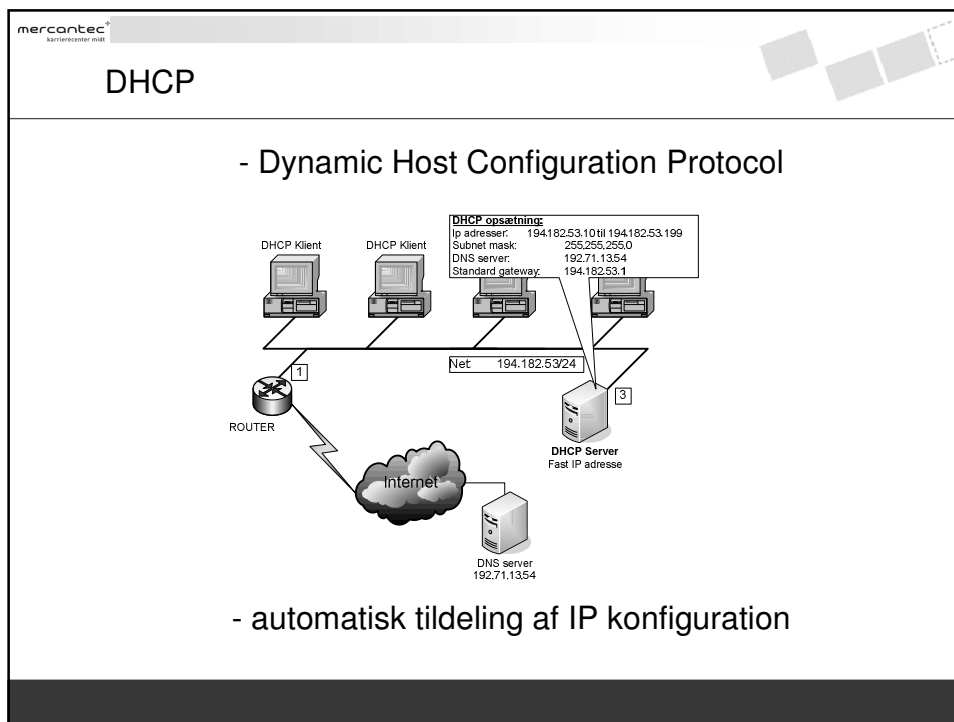
The diagram illustrates the DNS resolution process. A 'Klient' (client) sends a request to a 'Lokal DNS server' (local DNS server). The local server then queries the '.root DNS server' (root DNS server), which points to the '.dk DNS server'. The .dk server then points to the 'dr.dk DNS Server', which finally points to the 'www.dr.dk Web server'. The 'Internet' cloud is shown as the central network connecting all these components. Arrows labeled '1' and '2' indicate the flow of the query from the client to the local server and then to the root server, respectively.

© Mercantec 2009 123

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

© Mercantec 2009 124



- mercantec[®]
karrierecenter midt
- ## 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
- © Mercantec 2009 126

mercantec[®]
KARRIERECENTRUM MITT

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

© Mercantec 2009 127

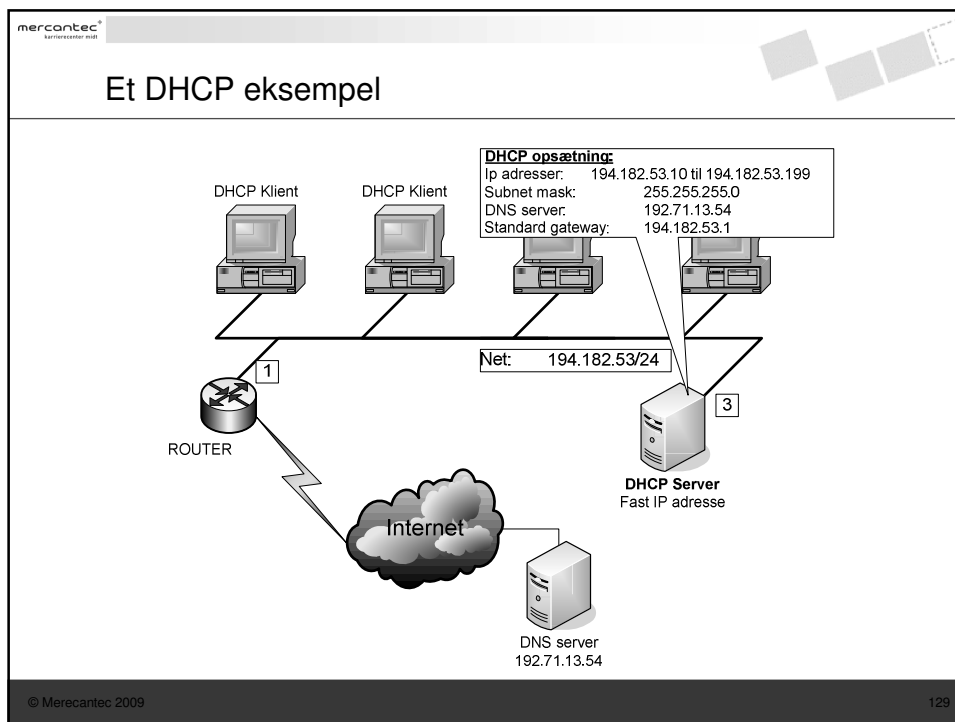
mercantec[®]
KARRIERECENTRUM MITT

DHCP systemets opbygning

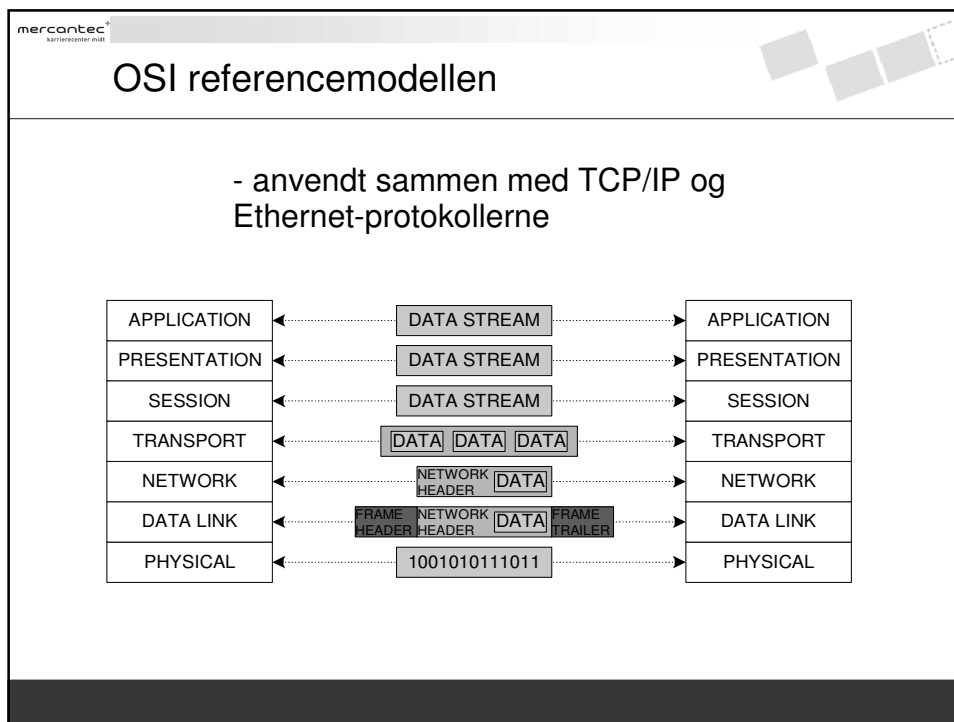
- En DHCP servers funktion er at styre og konfigurere TCP/IP opsætningen på computere/klienter som selv anmoder om det.
- DHCP serveren er ofte placeret direkte på lokalnettet, men den kan også godt placeres på den anden side af et antal router. Mange ISP'ers DHCP servere sidder centralt i deres IP net.
- 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:

The diagram illustrates the four-step DHCP process. On the left is a 'DHCP Client' represented by a vertical rectangle. On the right is a 'Servere' represented by two vertical cylinders. The steps are: 1. DHCP-Discover: An arrow points from the client to the server. 2. DHCP-Offer: An arrow points from the server to the client. 3. DHCP-Request: An arrow points from the client to the server. 4. DHCP-Ack: An arrow points from the server to the client. Below the server is the label 'Lokalnet'.

© Mercantec 2009 128



The page is titled 'Egne notater:' and contains a large, empty rectangular box for taking notes. The box is divided into horizontal lines, suggesting a ruled page. The Mercantec logo and copyright information are visible at the bottom of the page.

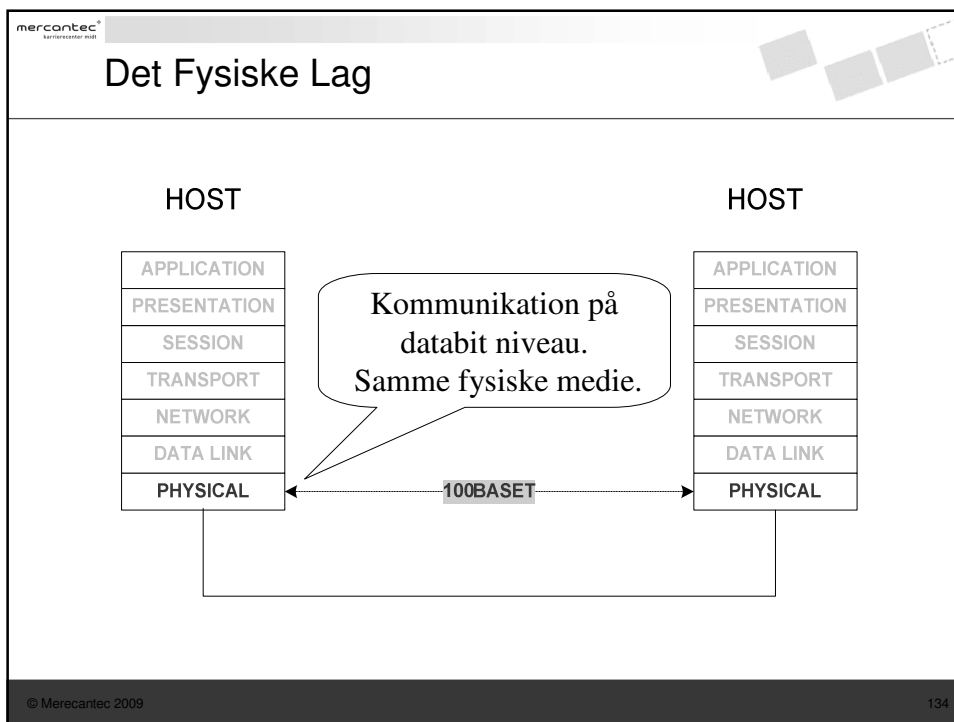
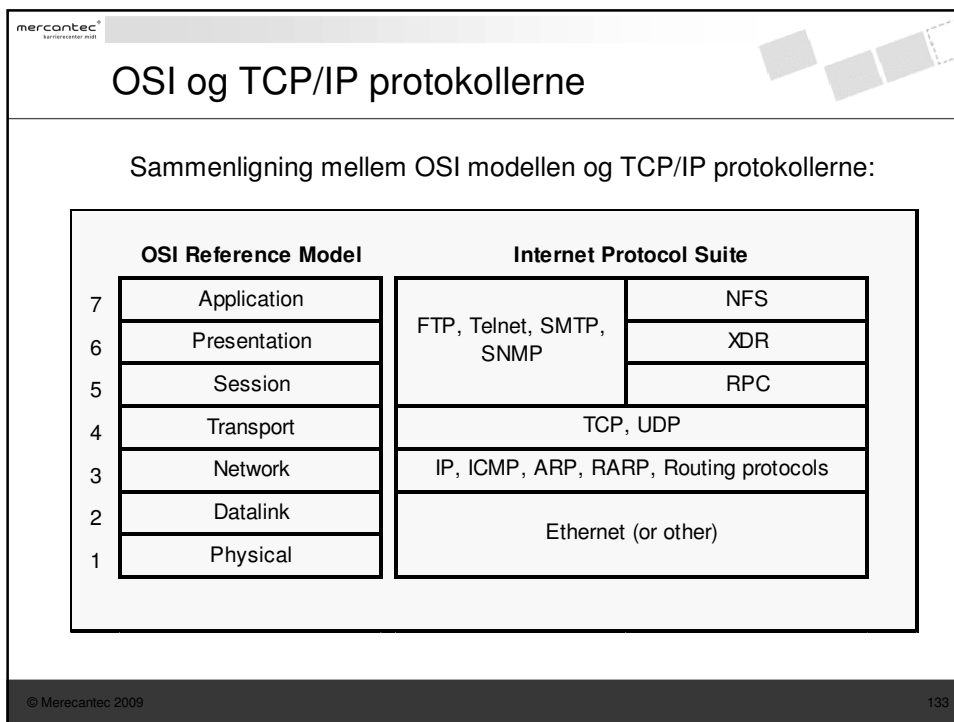


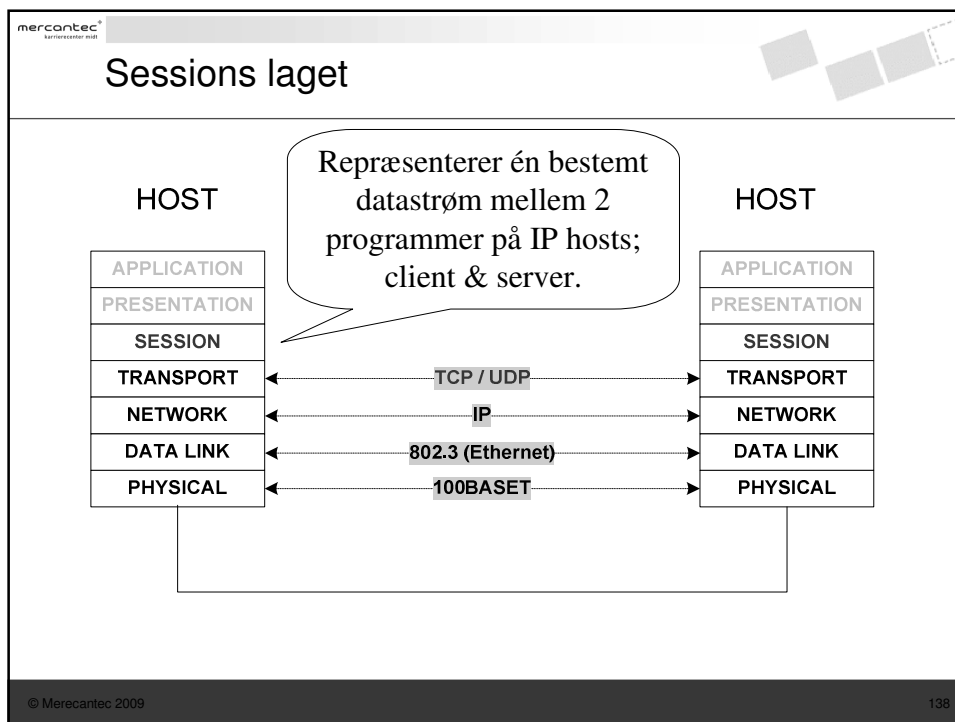
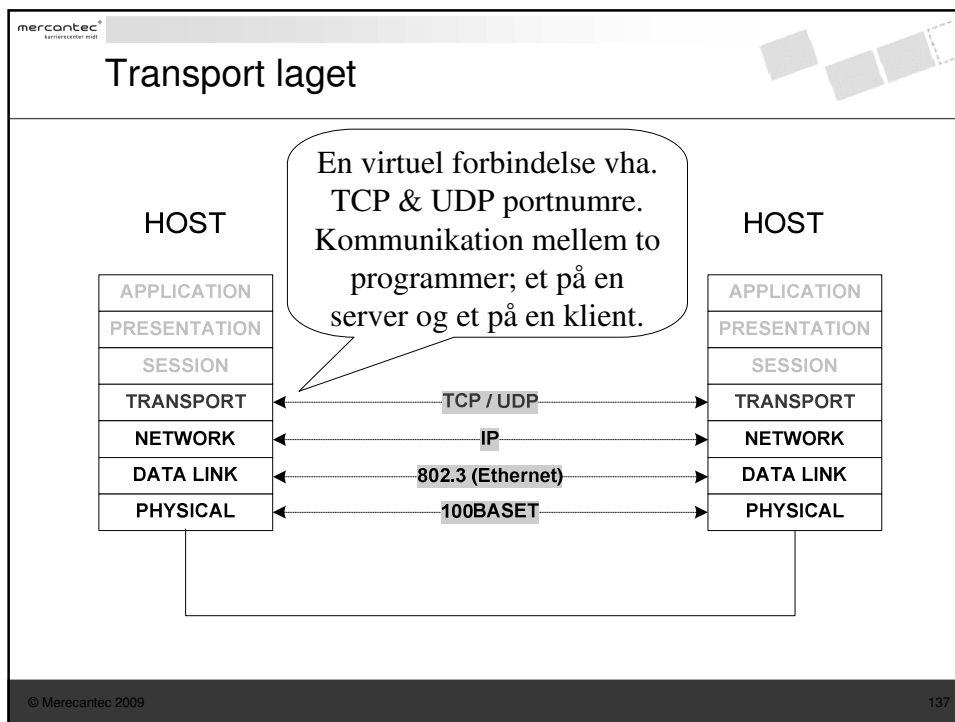
mercantec[®]
karrierecenter midt

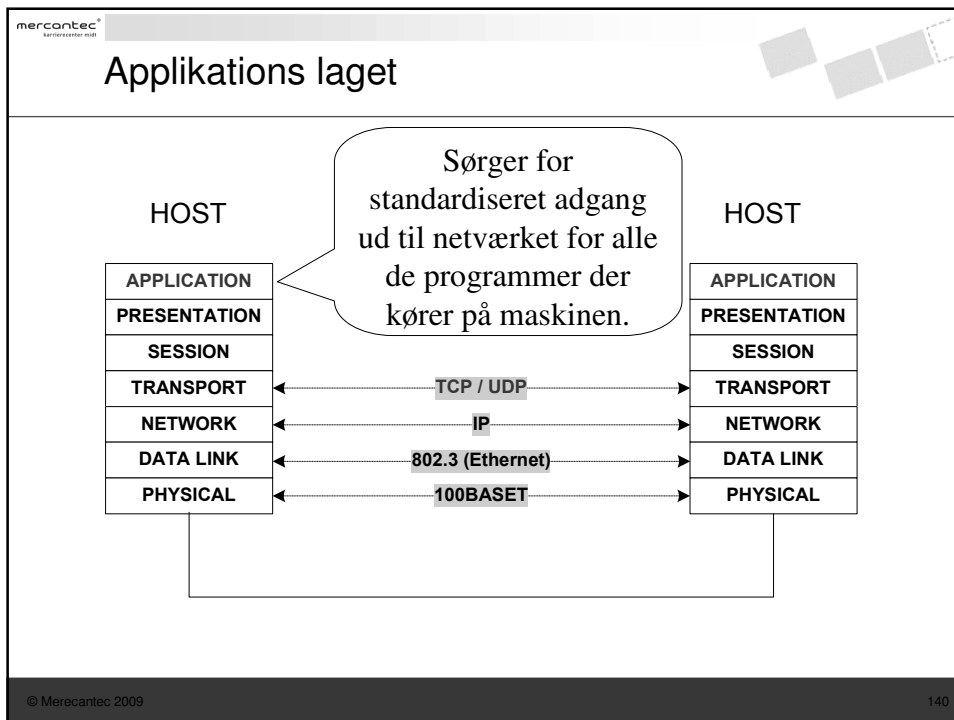
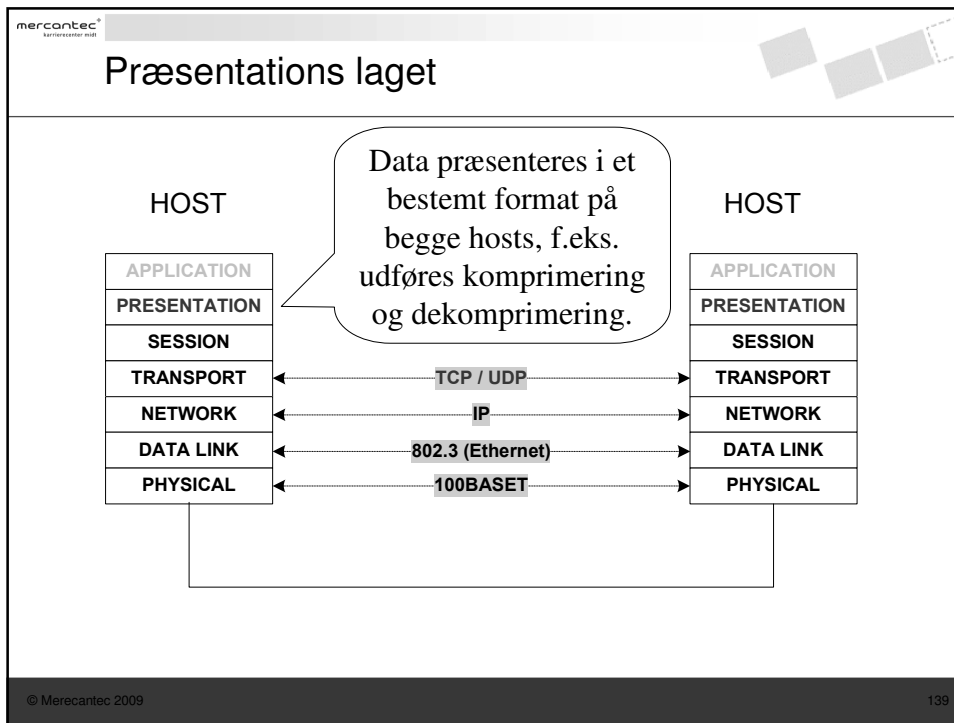
Først om protokoller generelt

- 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

© Mercantec 2009 132







mercantec[®]
Kortcenter midt

OSI modellen i skemaform

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, 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. 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.

© Mercantec 2009 141

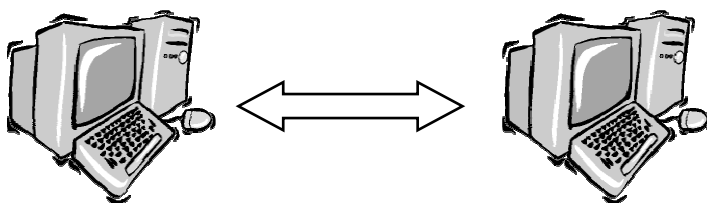
mercantec[®]
Kortcenter midt

Egne notater:

© Mercantec 2009 142

mercantec[®]
karrierecenter mit

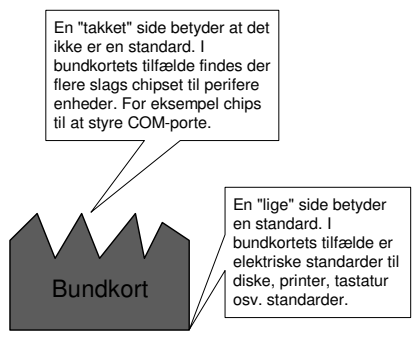
NetBIOS



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

mercantec[®]
karrierecenter mit

Modulær opbygning af PC



En "takket" side betyder at det ikke er en standard. I bundkortets tilfælde findes der flere slags chipset til perifere enheder. For eksempel chips til at styre COM-porte.

En "lige" side betyder en standard. I bundkortets tilfælde er elektriske standarder til diske, printer, tastatur osv. standarder.

mercantec[®]
Kunnsenter mitt

Et bundkort med BIOS

BIOS'en standardiserer bundkortet til "IBM PC STANDARD"

BIOS
Bundkort

© Mercantec 2009 145

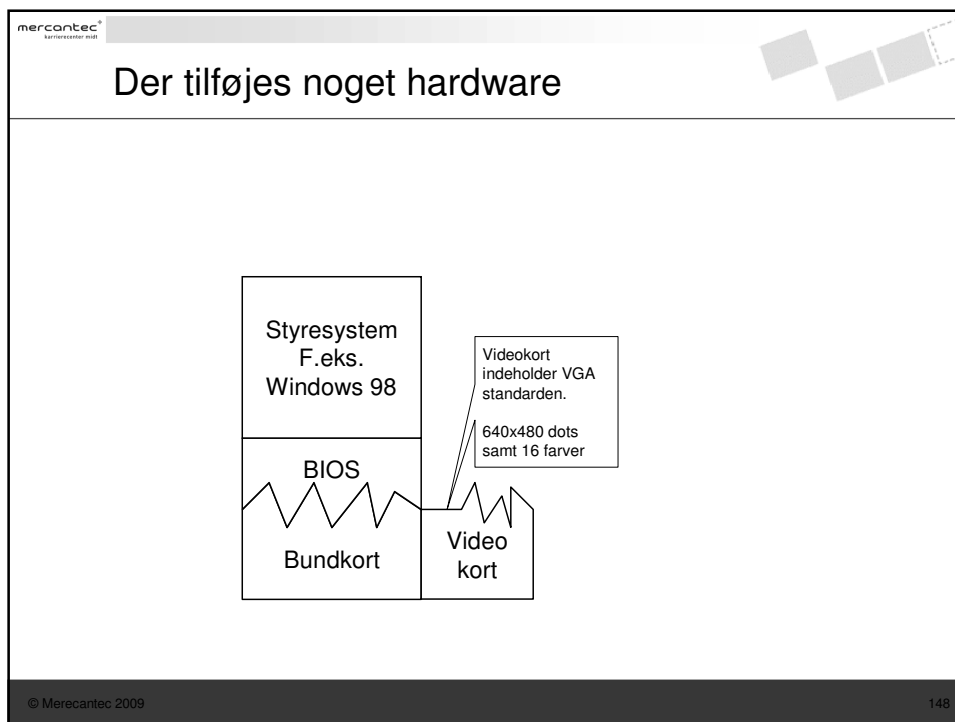
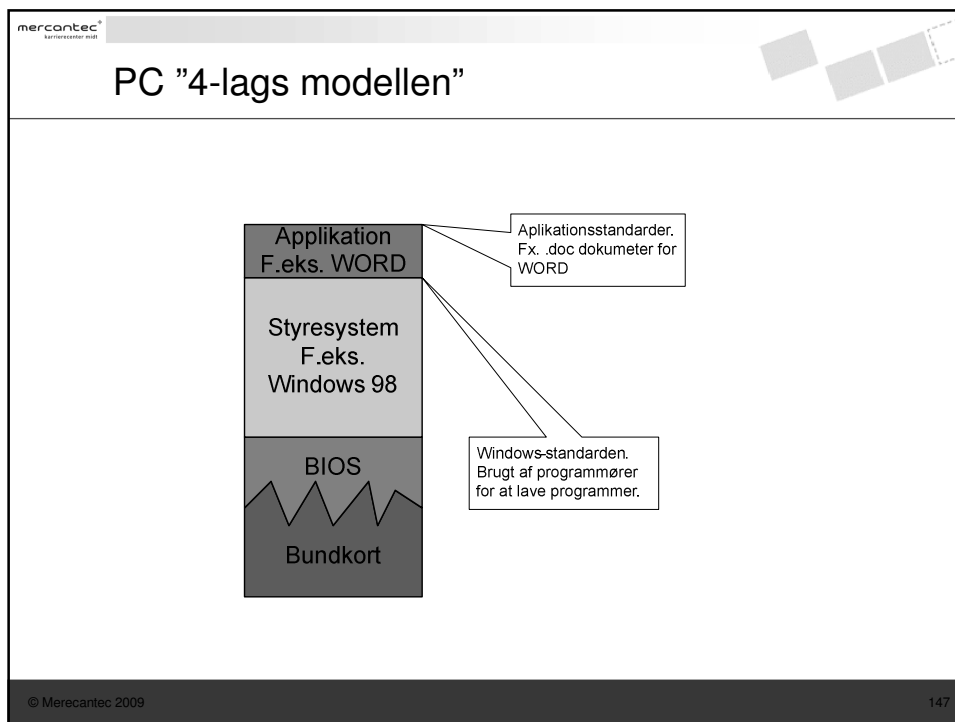
mercantec[®]
Kunnsenter mitt

Styresystemets platform

Styresystem
F.eks.
Windows 98

BIOS
Bundkort

© Mercantec 2009 146



mercantec[®]
københavn

VGA er en fælles standard

Styresystem
F.eks.
Windows 98

BIOS
Bundkort

Video kort

Videokort
indeholder VGA
standarden.
640x480 dots
samt 16 farver

© Mercantec 2009 149

mercantec[®]
københavn

Tilpasning til fælles høj videostandard

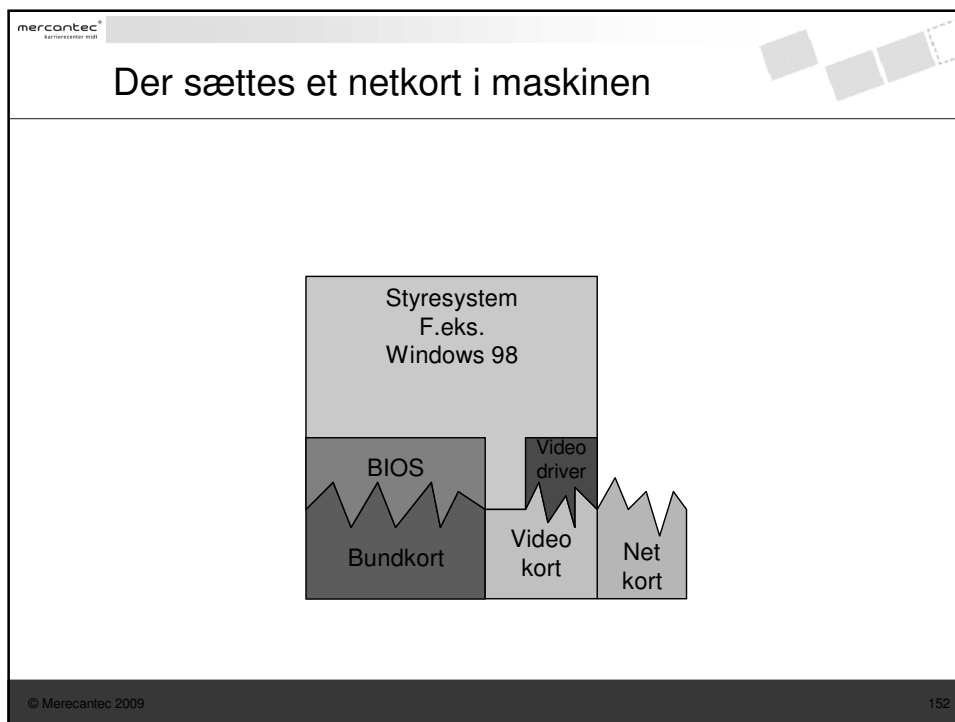
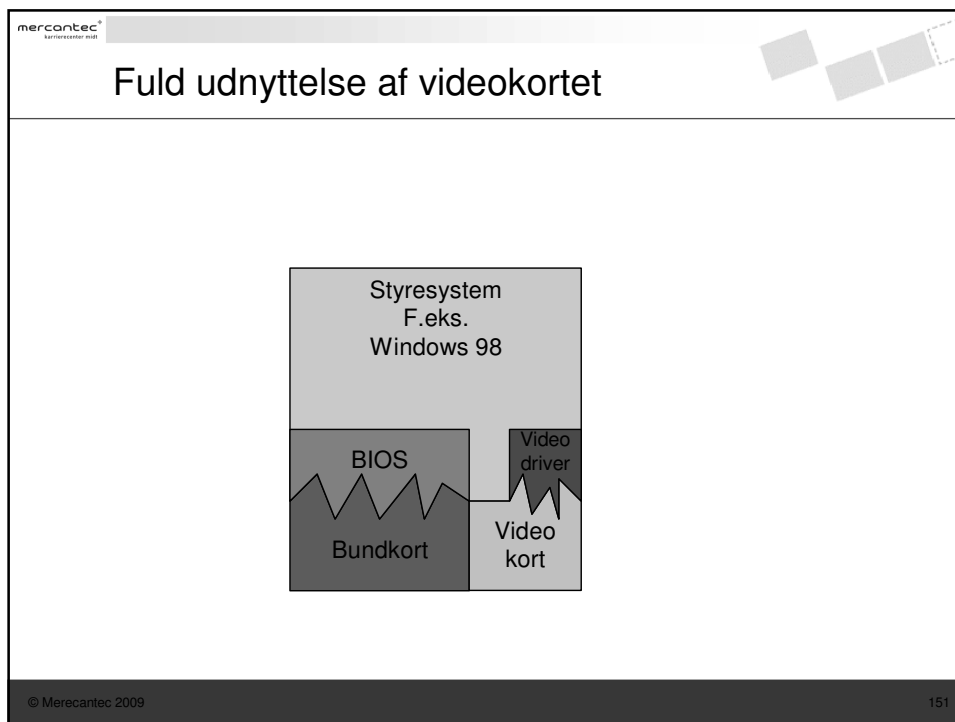
Styresystem
F.eks.
Windows 98

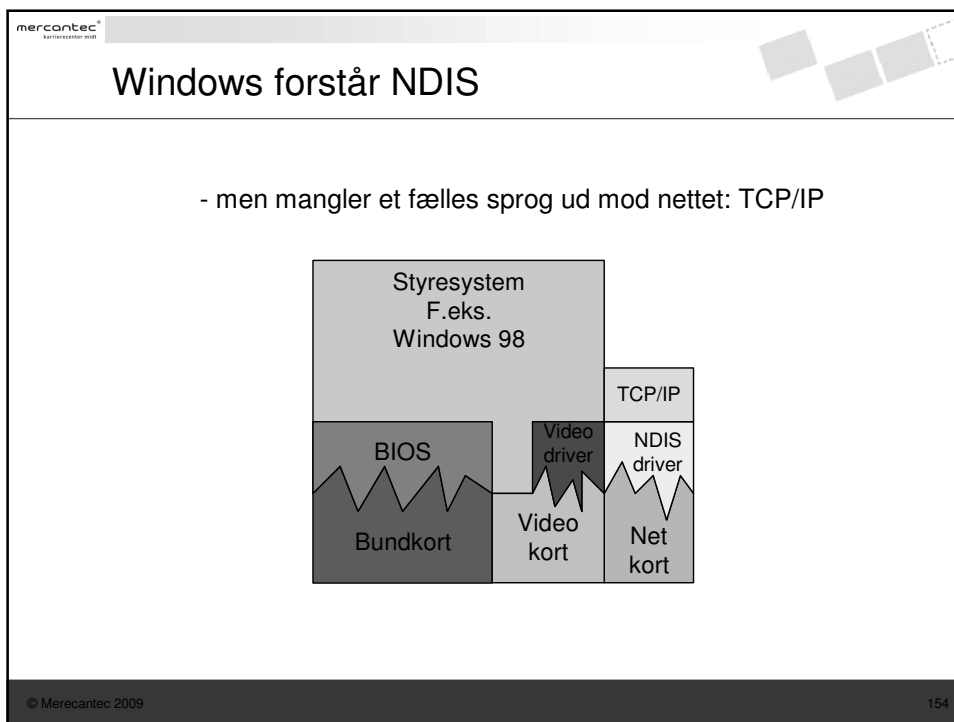
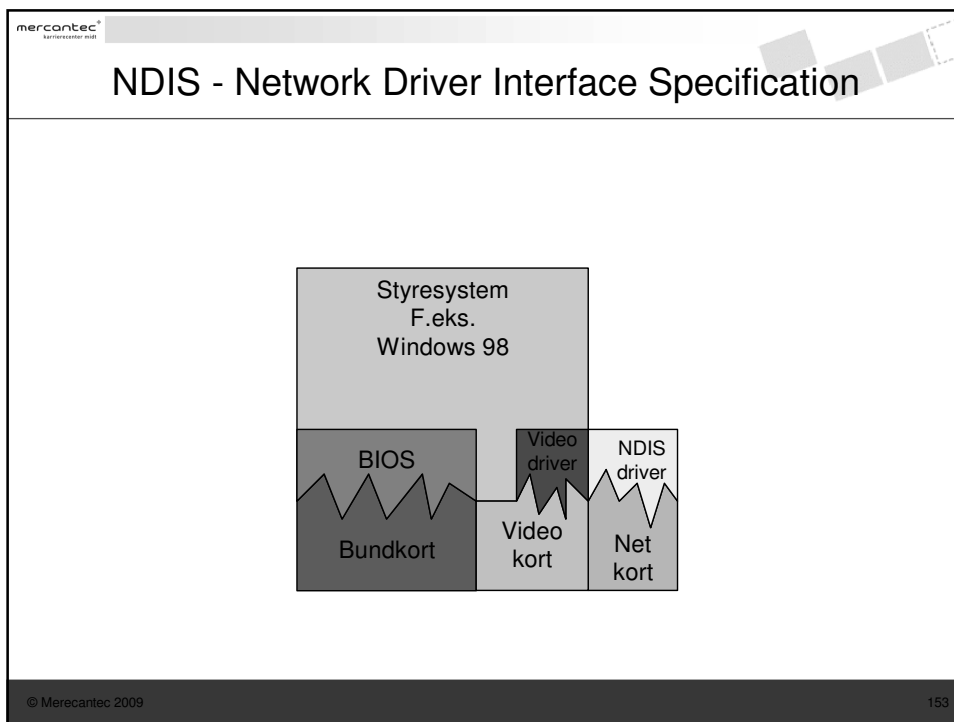
BIOS
Bundkort

Video driver
Video kort

Det er nødvendigt med
en videodriver for at
tilpasse videokortet/
chip til styresystemet -
for at få bedre
opløsning end VGA.

© Mercantec 2009 150





mercantec[®]
Kunnsenter mitt

NetBIOS installeres

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

Styresystem
F.eks.
Windows 98

NetBIOS

TCP/IP

BIOS

Video driver

NDIS driver

Bundkort

Video kort

Net kort

© Mercantec 2009 155

mercantec[®]
Kunnsenter mitt

Ikonet 'Netværkssteder' dukker op

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

Styresystem
F.eks.
Windows 98

NetBIOS

TCP/IP

BIOS

Video driver

NDIS driver

Bundkort

Video kort

Net kort

© Mercantec 2009 156

mercantec⁺
Kortcenter mill

NetBIOS protokollen

NetBIOS er en ældre protokol, hvor vi kan navngive hosts i en arbejdsgruppe.

En host udnævnes til Browsermaster, ud fra det nyeste operativsystem og serienummer, og har listen over medlemmer.

Listen opdateres kun hvert 12. minut, så husk tålmodighed ved ændringer.

Arb gruppe: Pia
Pia
Hans
Kim
Anne

Pia Hans Kim Anne

© Mercantec 2009 157

mercantec⁺
Kortcenter mill

Installation af netværksprinter

Vælg **Start, Indstillinger, Printere og faxenheder**
Dobbeltklik på **Tilføj printer**

Hvis din printer er en netværksprinter, eller tilsluttet en anden PC vælg **Netværks printer**, og derefter **Søg efter en printer**.
Hvis din printer ikke findes automatisk, gå **tilbage** og vælg **Lokal printer**.

Vælg **Opret ny port** og **Standard TCP/IP port**.
Indtast IP adresse eller printernavn.

Hvis din printer stadig ikke installeres, skal du muligvis bruge en CD med driverprogrammet, eller hente printerdriveren på Internettet.

Det kan være nødvendigt at konfigurere printerens manuelt, enten vha. printerens knapper, eller ved at tilslutte den direkte til en port på en PC, eller i enkelte tilfælde ved at kalde printerens IP adresse på LAN. Dette kan kræve at man ændrer sin egen IP, så PC og printer er på samme logiske netværk.

© Mercantec 2009 158

mercantec[®]
karrierecenter mitå

Netværkstopologi



-en introduktion til netværkets grundbegreber
(Topologi betyder geometri, dvs. netværkets udseende)

mercantec[®]
karrierecenter mitå

Et moderne netværk i et firma

LAN baseret på Ethernet teknik

Det fysiske net er ofte baseret på **stjerne-topologi.**

Serveren her stiller et 'posthus' til rådighed for klienter på nettet.

WAN link med V.35 seriel datakommunikation

- er sammensat af mange forskellige typer teknologi og teknik

© Mercantec 2009 160

mercantec[®]
KARRIERECENTRUM MITT

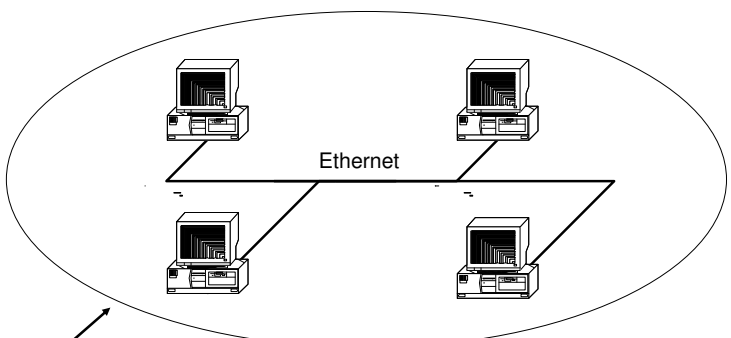
Vi skal derfor se på

- 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

© Mercantec 2009 161

mercantec[®]
KARRIERECENTRUM MITT

Ved et LAN forstås man

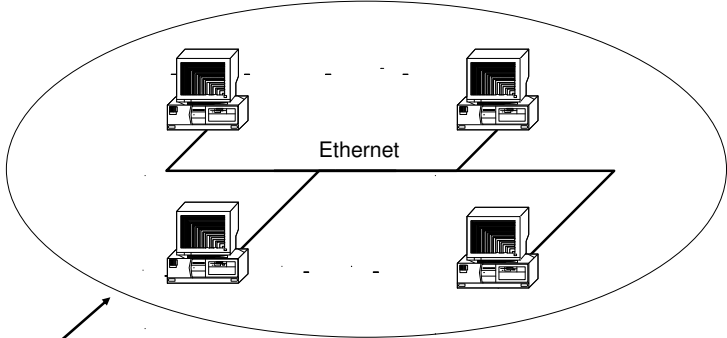


- **LAN** = 'Local Area Network'
- To eller flere Pc'er placeret indenfor et mindre geografisk område, hvor maskinerne fysisk er forbundet via deres netværkskort ved optimal hastighed.

© Mercantec 2009 162

mercantec[®]
karrerecenter mill

Ved et MAN forstår man

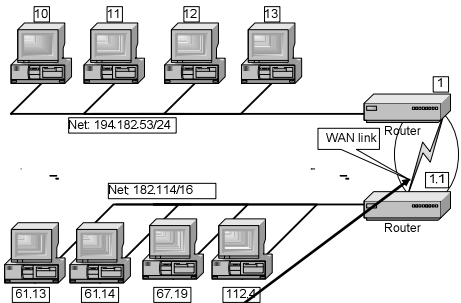


- **MAN** = 'Metropolitan Area Network'
- Betegnelsen dækker et helt **by-område** (metropolitan) med et fælles fysisk netværk og med direkte Ethernet-opkoblede enheder.

© Mercantec 2009 163

mercantec[®]
karrerecenter mill

Ved et WAN forstår man



- **WAN** = 'Wide Area Network'
- 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.

© Mercantec 2009 164

Hvad består Internettet af?

- **Internettet** er en kæmpe stor 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.

© Mercantec 2009 165

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.

© Mercantec 2009 166

mercantec[®]
KARREVEJEN 111

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 firmaets politik for netværk, typisk ved at angive et brugernavn og en adgangskode.

© Mercantec 2009 167

mercantec[®]
KARREVEJEN 111

Den fysiske sammenkobling

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

The diagram shows two network configurations. The left configuration shows a central server tower connected to three desktop computers. The right configuration shows a central server tower connected to a network of desktop computers, including a star topology and a ring topology.

© Mercantec 2009 168

mercantec[®]
Kortcenter midt

Point-to-point

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

© Mercantec 2009 169

mercantec[®]
Kortcenter midt

Den fysiske sammenkobling

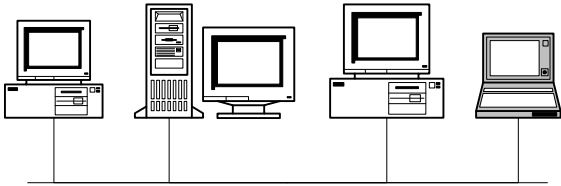
Hvad er **Multipoint**?

© Mercantec 2009 170

mercantec[®]
Kortcenter midt

Multipoint

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

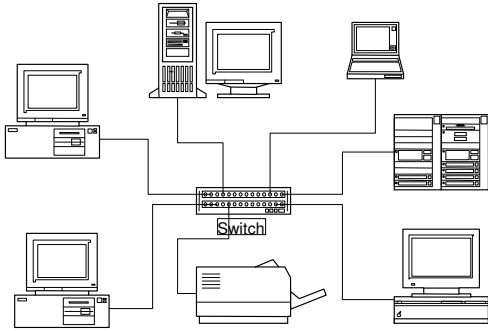


© Mercantec 2009 171

mercantec[®]
Kortcenter midt

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**.

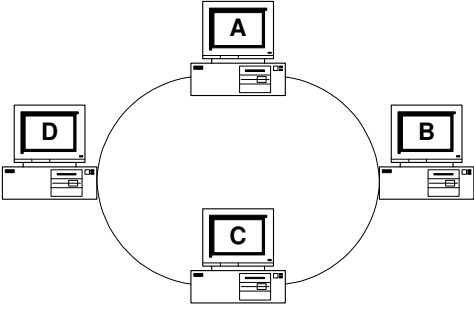


© Mercantec 2009 172

mercantec[®]
København

Det fysiske netværk

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

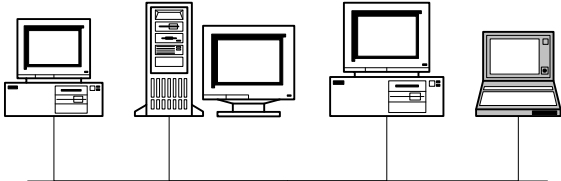


© Mercantec 2009 173

mercantec[®]
København

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**



© Mercantec 2009 174

mercantec[®]
Karrierecenter MIT

Logisk contra fysisk topologi

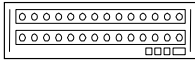
- Et netværks **logiske topologi** fortæller hvordan maskinerne kommunikerer med (og får adgang til) nettet eller *transmissionsmediet*
- - mens netværkets **fysiske topologi**, som vi lige har set det, fortæller os hvordan maskinerne på nettet rent fysisk er koblet sammen
- Den fysiske topologi og den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

© Mercantec 2009 175

mercantec[®]
Karrierecenter MIT

Topologi for en Hub og en Switch?

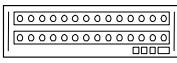
Begge enheder har en fysisk topologi som er en stjerne.



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**.



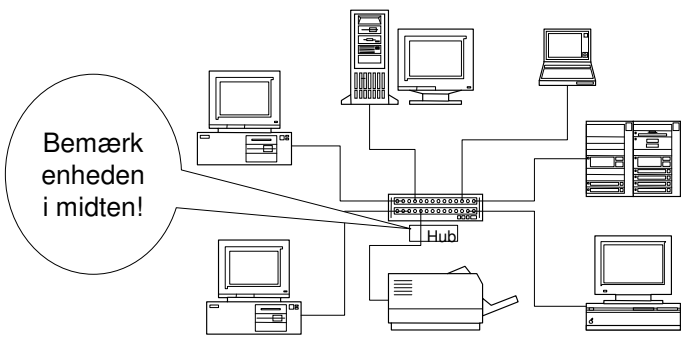
Switch

© Mercantec 2009 176

mercantec[®]
Kunnsenter mitt

Logisk & fysisk topologi?

Hvad er netværkets logiske topologi - og dets fysiske?



Bemærk enheden i midten!

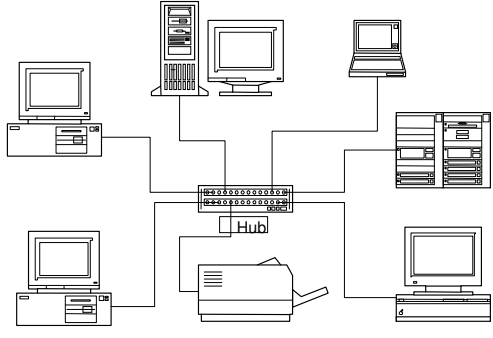
© Mercantec 2009 177

The diagram shows a central hub labeled 'Hub' connected to several devices: a desktop PC, a laptop, a server rack, a printer, and another desktop PC. A speech bubble points to the hub with the text 'Bemærk enheden i midten!'.

mercantec[®]
Kunnsenter mitt

Logisk & fysisk topologi?

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

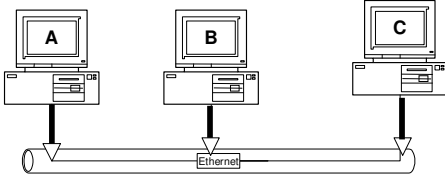


© Mercantec 2009 178

The diagram shows a central hub labeled 'Hub' connected to several devices: a desktop PC, a laptop, a server rack, a printer, and another desktop PC.

mercantec[®]
karrierecenter midt

LAN transmissionsteknologi



The diagram shows three desktop computers labeled A, B, and C. Each computer is connected to a central horizontal line representing an Ethernet bus. The bus is labeled 'Ethernet' in the middle. Arrows point from each computer to the bus, indicating the connection.

- en introduktion til Ethernet & Token Ring

mercantec[®]
karrierecenter midt

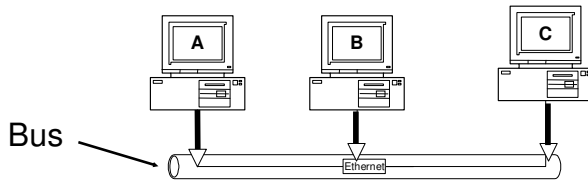
Vi skal se på

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

© Mercantec 2009 180

mercantec[®]
Karrieresenter midt

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.

© Mercantec 2009 181

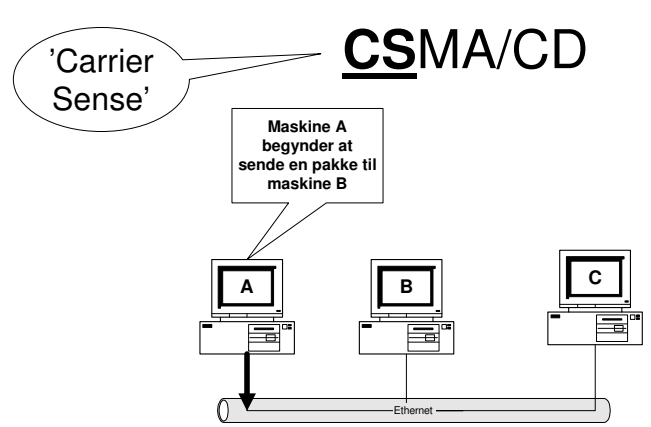
mercantec[®]
Karrieresenter midt

Ethernet Media Access - BUS

CSMA/CD

'Carrier Sense'

Maskine A begynder at sende en pakke til maskine B



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

© Mercantec 2009 182

mercantec[®]
københavn center nord

Ethernet Media Access - BUS

CSMA/CD

'Multiple Access'

Maskine A, er igang med at sende en pakke til maskine B

Maskine C begynder at sende data samtidigt med maskine A

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

© Mercantec 2009 183

mercantec[®]
københavn center nord

Ethernet Media Access - BUS

CSMA/CD

Der sker en kollision på netværket

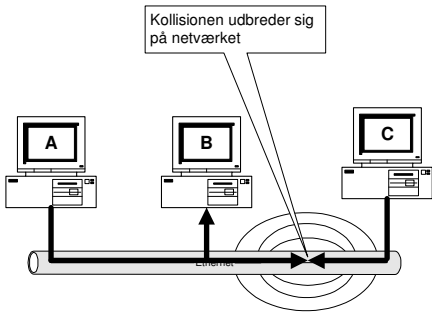
• En kollision er flere elektriske signaler der "blandes". Dette er en fejlsituation.

© Mercantec 2009 184

mercantec[®]
københavn center nord

Ethernet Media Access - BUS

CSMA/CD



Kollisionen udbreder sig på netværket

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

© Mercantec 2009 185

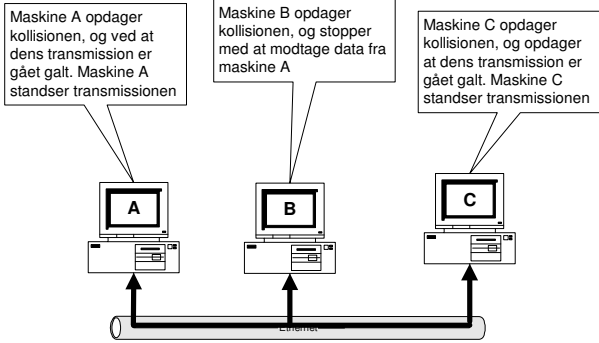
The diagram shows three computers labeled A, B, and C connected to a horizontal bus. A collision is indicated by a circular wave expanding from the center of the bus. A callout box points to this wave with the text 'Kollisionen udbreder sig på netværket'.

mercantec[®]
københavn center nord

Ethernet Media Access - BUS

CSMA/CD

'Collision Detection'



Maskine A opdager kollisionen, og ved at dens transmission er gået galt. Maskine A standser transmissionen

Maskine B opdager kollisionen, og stopper med at modtage data fra maskine A

Maskine C opdager kollisionen, og opdager at dens transmission er gået galt. Maskine C standser transmissionen

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

© Mercantec 2009 186

The diagram shows three computers labeled A, B, and C connected to a horizontal bus. Callout boxes point to each computer with the following text: 'Maskine A opdager kollisionen, og ved at dens transmission er gået galt. Maskine A standser transmissionen', 'Maskine B opdager kollisionen, og stopper med at modtage data fra maskine A', and 'Maskine C opdager kollisionen, og opdager at dens transmission er gået galt. Maskine C standser transmissionen'. A speech bubble above the bus says ''Collision Detection''.

mercantec[®]
københavn center nord

Ethernet Media Access - BUS

CSMA/CD

Maskine A afventer et tilfældigt tidsrum. I dette tilfælde 34 μ S

Maskine C afventer et tilfældigt tidsrum. I dette tilfælde 200 μ S

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

© Mercantec 2009 187

mercantec[®]
københavn center nord

Ethernet Media Access - BUS

CSMA/CD

Tiden er udløbet og maskine A begynder at sende en pakke igen til maskine B

Maskine C venter stadig

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

© Mercantec 2009 188

mercantec[®]
Kunnsenter midt

Ethernet Media Access - BUS

CSMA/CD

Maskine C opdager at netværket er i brug, og venter til netværket bliver ledigt.

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

© Mercantec 2009 189

mercantec[®]
Kunnsenter midt

Ethernet Media Access - BUS

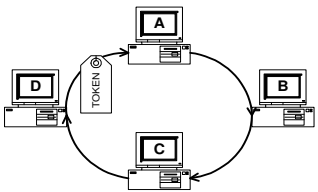
Opsamling

- **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

© Mercantec 2009 190

mercantec[®]
Kartcenter mill

Token Passing Media Access - RING

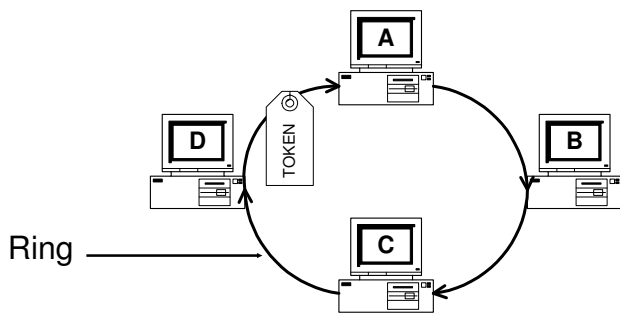


- På et gammeldags Token Ring-baseret LAN netværk er alle maskiner koblet i en ring: 'Som perler på en snor'.
- De venter alle tavse indtil de modtager 'Token'; en speciel datapakke som giver dem lov til at sende et vist antal pakker med data. Herefter sender de Token videre til næste maskine på ringen.
- Ret elegant undgår man på denne måde alle kollisioner!
- Bemærk: Nyere Token Ring net er ikke koblet fysisk i ring - kun logisk!
- Token Ring net kan ikke *rent fysisk* køre full duplex mode, dvs. real-time transmission er ikke mulig.

© Mercantec 2009 191

mercantec[®]
Kartcenter mill

Token Passing Media Access - RING

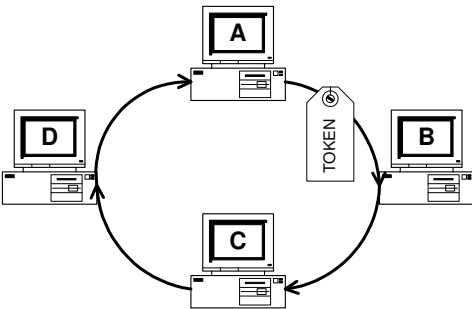


- Hver enhed i netværket videresender token
 - D sender et token til A

© Mercantec 2009 192

mercantec[®]
Kartcenter mill

Token Passing Media Access - RING



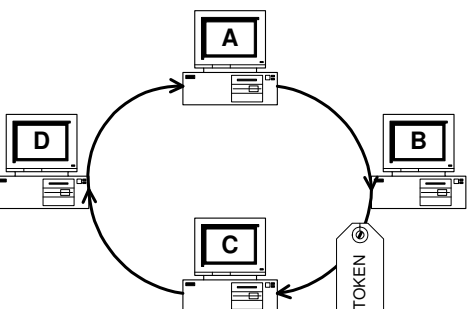
The diagram shows a ring network topology with four nodes labeled A, B, C, and D. Node A is at the top, B is on the right, C is at the bottom, and D is on the left. Arrows indicate a clockwise flow of data. A tag labeled 'TOKEN' is shown between nodes A and B, with an arrow pointing from A towards B, indicating that node A currently holds the token.

- Så længe A har ret til at beholde Token må den sende data. Når den er færdig sender den Token videre til B.

© Mercantec 2009 193

mercantec[®]
Kartcenter mill

Token Passing Media Access - RING



The diagram shows the same ring network topology as the previous slide. In this stage, the 'TOKEN' tag is now positioned between nodes B and C, with an arrow pointing from B towards C, indicating that node B has passed the token to node C.

- Token passerer hele tiden rundt i ringen, også selvom ingen ønsker at sende data i en periode.

© Mercantec 2009 194

mercantec[®]
Kurscenter MIT

Token Passing Media Access - RING

Opsamling

- **Token-styret**
 - Kun den maskine der besidder Token har lov til at sende data ud på ringen. Token passerer konstant rundt i ringen.
- **Ingen kollisioner**
 - Da der kun er een Token i ringen opstår der ingen kollisioner
- **Token-master**
 - En bestemt maskine i ringen udnævnes til Token-master og sørger for at der altid er én og kun én Token
- **Ingen full duplex mode**
 - Dette betyder at nettet ikke egner sig til real-time applikationer, f.eks. IP-telefoni

© Mercantec 2009 195

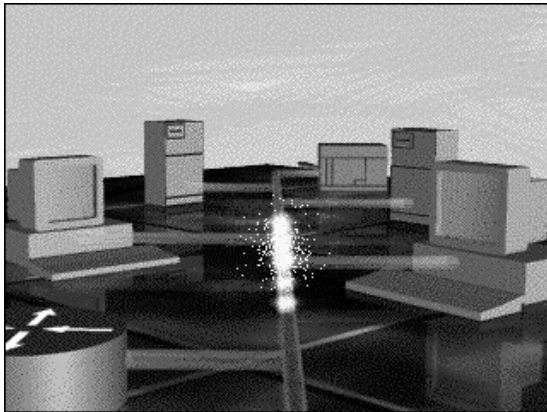
mercantec[®]
Kurscenter MIT

Egne notater:

© Mercantec 2009 196

mercantec[®]
KARREVEJEN 111

Ethernet - en LAN teknologi



- Ethernet er den mest udbredte LAN teknologi i dag

© Mercantec 2009 197

mercantec[®]
KARREVEJEN 111

Ethernets placering i OSI modellen

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, 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 korrigerig.
Lag 3	Netværk	Adressere og router pakker på nettet. 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.

© Mercantec 2009 198

mercantec[®]
 karrierecenter mill

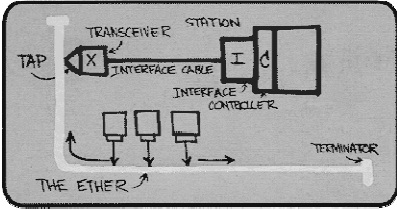
Ethernet

Udviklet af Xerox sidst i 1970'erne

- I samarbejde med Digital og Intel – kaldenavn Ethernet DIX

Videreudviklet af IEEE organisationen til Ethernet II.

Der findes flere versioner af Ethernet. (Se bilag)



Robert Metcalfes berømte tegning

© Mercantec 2009 199

mercantec[®]
 karrierecenter mill

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>

© Mercantec 2009 200

Combo Ethernet netkort

- **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.

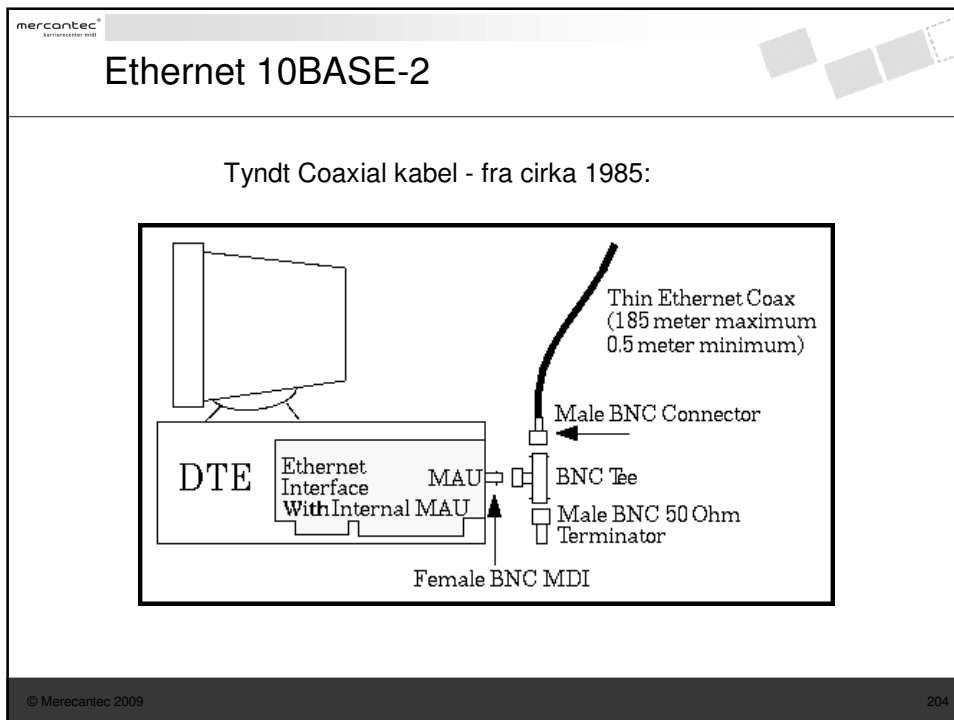
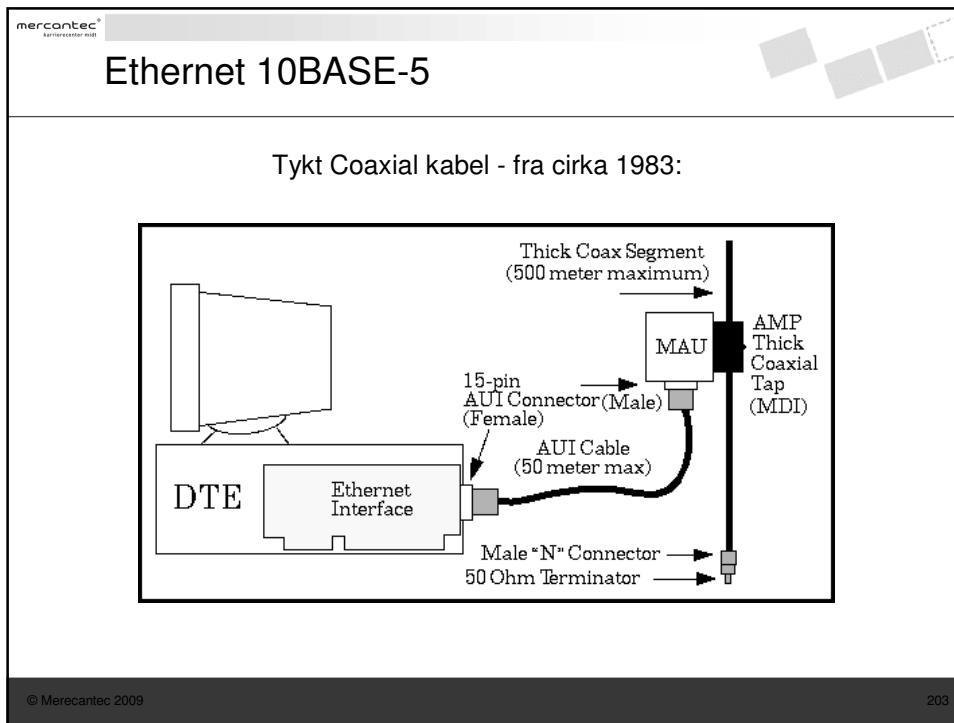
© Mercantec 2009 201

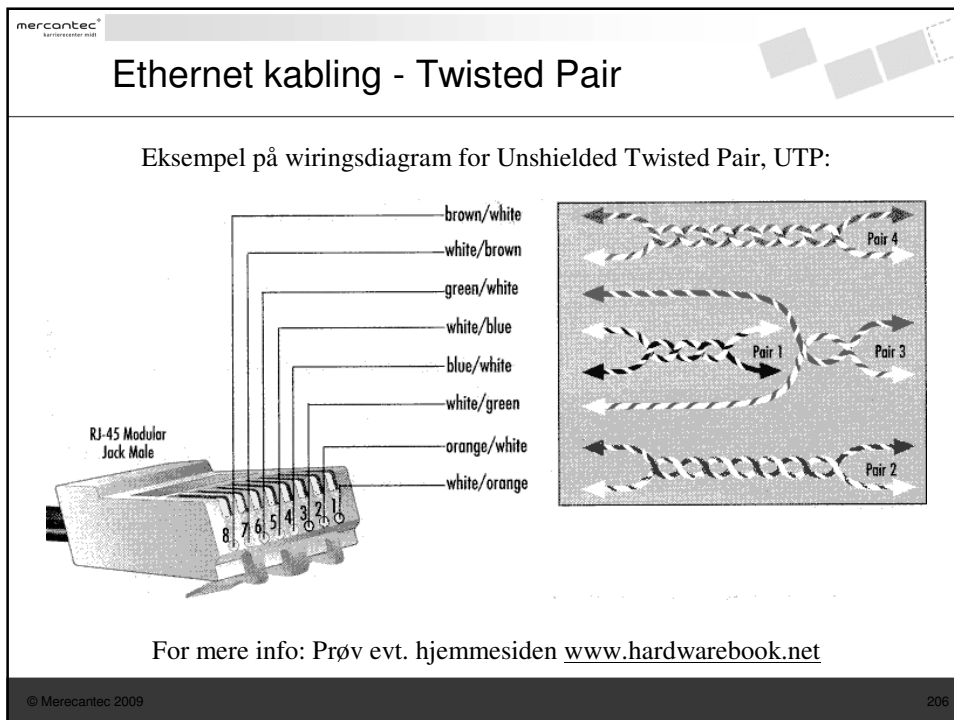
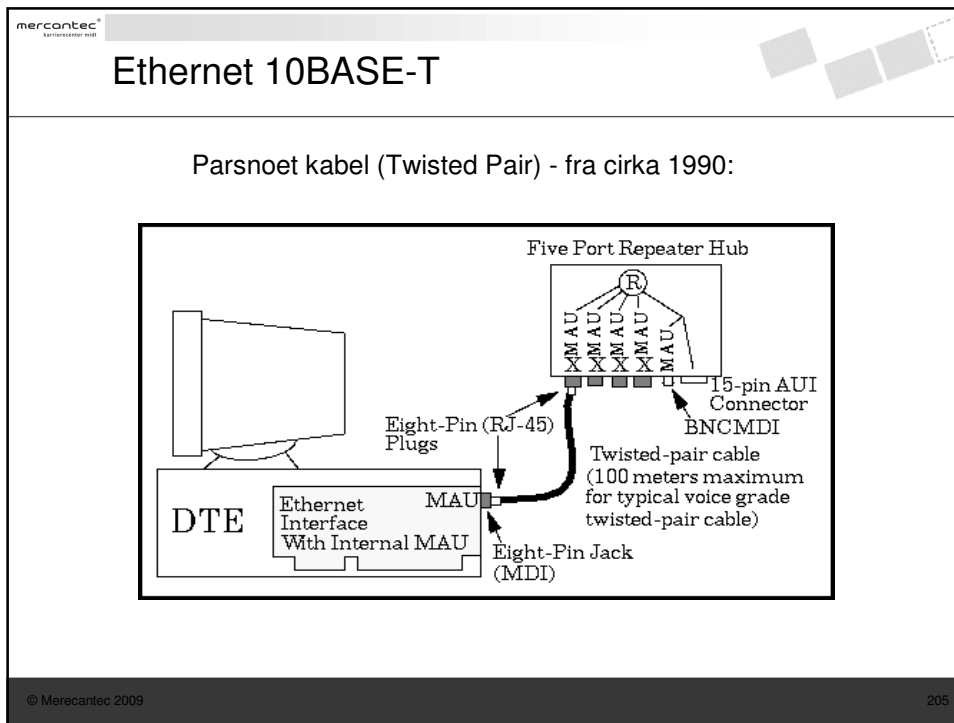
Kabelsystemer

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.

© Mercantec 2009 202





mercantec[®]
københavn center nord

HUB med netkort

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

© Mercantec 2009 207

mercantec[®]
københavn center nord

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 Full duplex MAC	CSMA/CD 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

© Mercantec 2009 208

mercantec[®]
 Fiber Connector Hub

Fiber stik til Ethernet - et hurtigt overblik

Fiber Connector Styles

 ST Connector A slotted bayonet type connector. This connector 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 popular in singlemode applications.	 SMA Connector A screw-on type connector. This connector is gaining 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.

© Mercantec 2009 209

mercantec[®]
 Fiber Connector Hub

Egne notater:

© Mercantec 2009 210

mercantec[®]
Kortcenter mill

ARP protokollen

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, 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.
	Netværk	Adressere og router pakker på nettet.
		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.

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

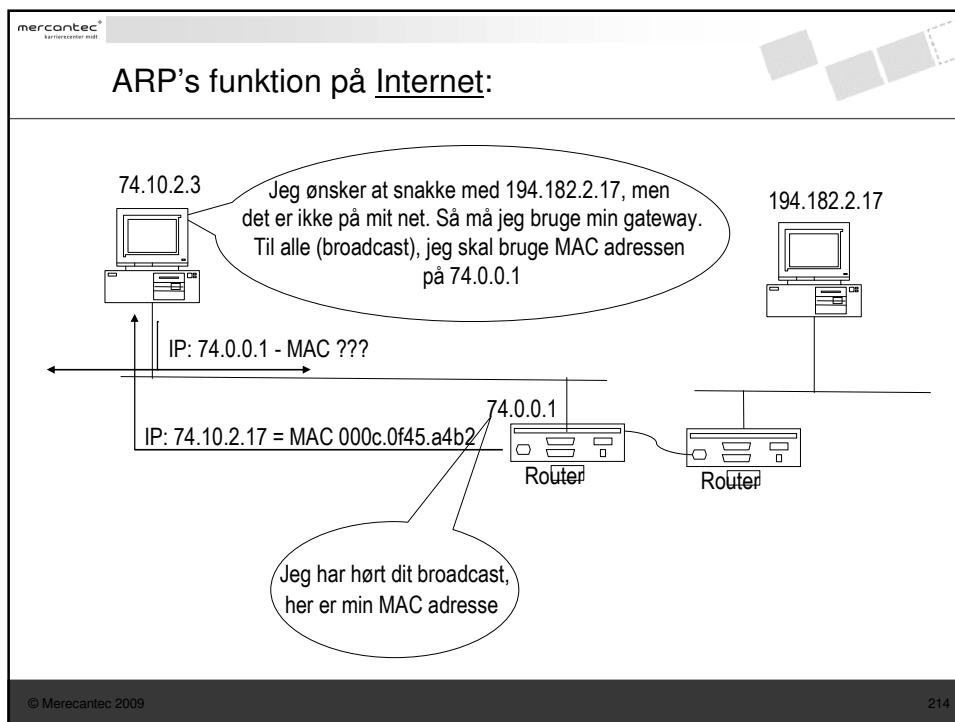
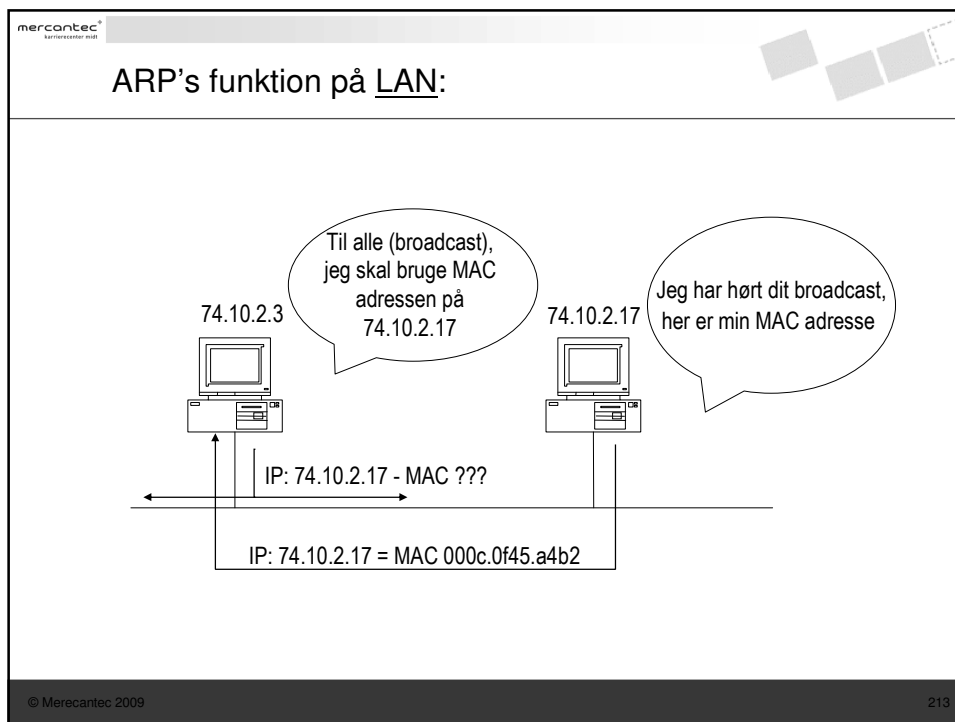
© Mercantec 2009 211

mercantec[®]
Kortcenter mill

ARP protokollen

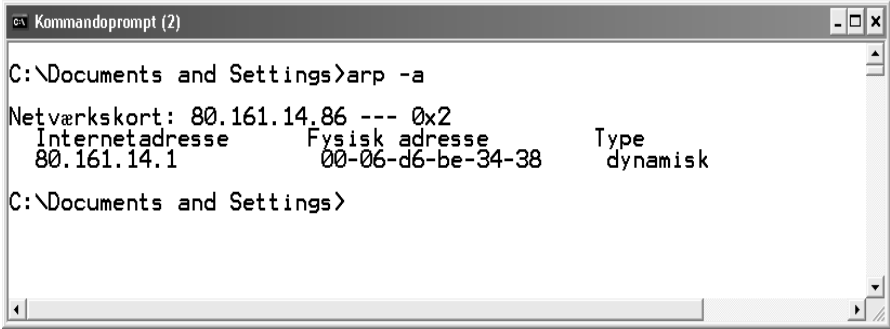
- ARP - Address Resolution Protocol
 - kan opfattes som et 'bindeled' mellem adresserne på OSI lag 2 (datalink) og adresserne på OSI lag 3 (netværk), f.eks. mellem Ethernet- og IP-adresser.
 - er en fast del af TCP/IP protokol suite
 - dækker over en række af standarder, f.eks. er RFC 826 navnet på standarden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

© Mercantec 2009 212



ARP -a kommando

Visningen af ARP cache på en Pc:



```

C:\Documents and Settings>arp -a
Netværkskort: 80.161.14.86 --- 0x2
Internetadresse      Fysisk adresse      Type
80.161.14.1         00-06-d6-be-34-38  dynamisk
C:\Documents and Settings>
    
```

© Mercantec 2009 215

ARP - teknisk set

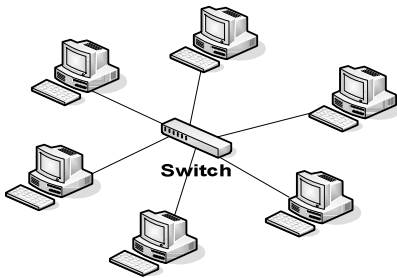
- ARP kommandoen både anmoder, svarer og overfører adresser, som alle hosts på kablet kan bruge til at opdatere deres ARP cache med.
- Eventuelle oplysninger i ARP cachen slettes, hvis en host er flyttet eller har fået nyt interface kort (hvilket vil ændre MAC adressen).
- Værdien 1 i 'Hardware' indikerer 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.

Hardware
Protocol
HLen PLen
Operation
Sender MAC Addr
Sender IP Addr
Target MAC Addr
Target IP Addr

© Mercantec 2009 216

mercantec[®]
karierecenter mit

Ethernet HUB's og Switche

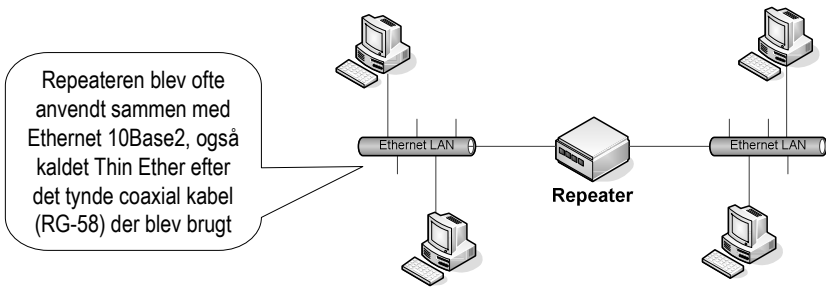


- netværksenhederne på OSI lag 2

mercantec[®]
karierecenter mit

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.





Repeateren blev ofte anvendt sammen med Ethernet 10Base2, også kaldet Thin Ether efter det tynde coaxial kabel (RG-58) der blev brugt

© Mercantec 2009 218

mercantec[®]
københavn center nord

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.



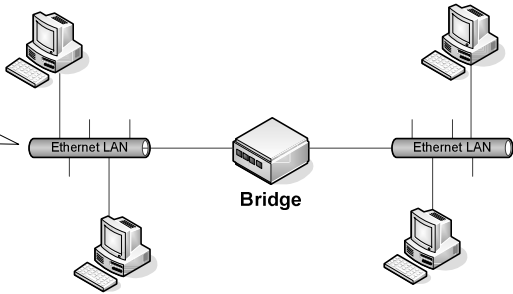
- En hub benyttes til at forbinde computere i et netværk.
- For 10 Mbps Ethernet gælder 5-4-3 reglen:
 - et net kan højst bestå af 5 segmenter forbundet via 4 repeatere og kun på 3 af segmenterne må der tilsluttes computere.

© Mercantec 2009 219

mercantec[®]
københavn center nord

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



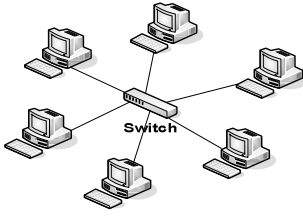
Bridgen blev også ofte anvendt sammen med 10 Mbps Ethernet netværkskabling af coaxial typen

© Mercantec 2009 220

mercantec[®]
København

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 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.

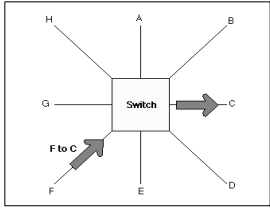
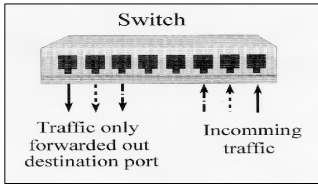


© Mercantec 2009 221

mercantec[®]
København

Switch funktion

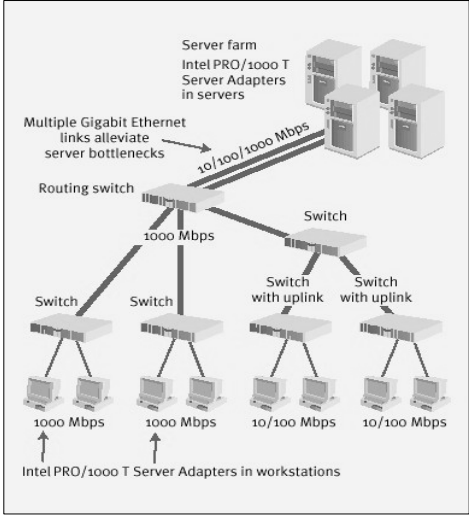
- Switchen fungerer på den måde at når en computer sender en pakke bliver afsenderadressen registreret i en tabel sammen med hvilken port pakken kom fra og tidspunktet. Denne registrering har en vis levetid, typisk 2 til 20 minutter, og vil efterfølgende automatisk blive slettet fra tabellen.
- Switchen 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.

© Mercantec 2009 222

Switching typer

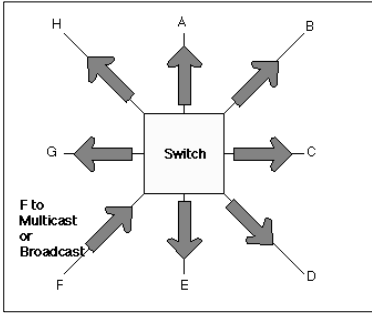
- **Store and forward**
- switchen læser hele Ethernet pakken før den videresendes.
- **Cut-through**
- switchen læser kun Ethernet pakken indtil modtager adressen før den videresendes.
- **Og der findes flere metoder...**
- bl.a. Fragment-free, som vi ikke gennemgår her!



© Mercantec 2009 223

Broadcast på Switch

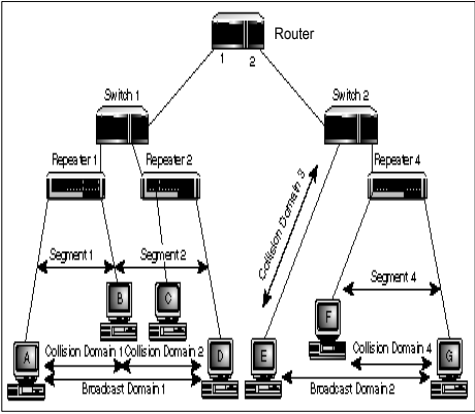
- Broadcasts på switch (OSI lag 2 med MAC-adresser) er en meget vigtig del af et lokalnetværks virkemåde. Ved at udsende en broadcast kan en host sikre sig at en meddelelse når frem til modtageren, også selvom host'en ikke kender adressen på modtageren.
- Broadcasts vil - uanset hvad - blive sendt til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



© Mercantec 2009 224

Broadcast domain

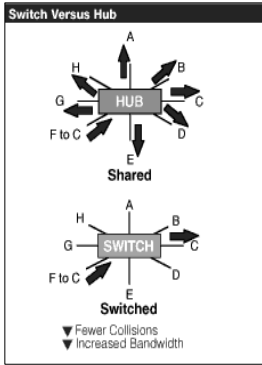
- Et broadcastdomæne er en afgrænset del af et netværk hvor et broadcast fra en vilkårlig maskine vil nå frem til en vilkårlig anden maskine i domænet.
- Et switched netværk udgør et broadcastdomæne. På samme måde som routere adskiller fysiske og logiske netværk adskiller de også broadcastdomæner.
- 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.



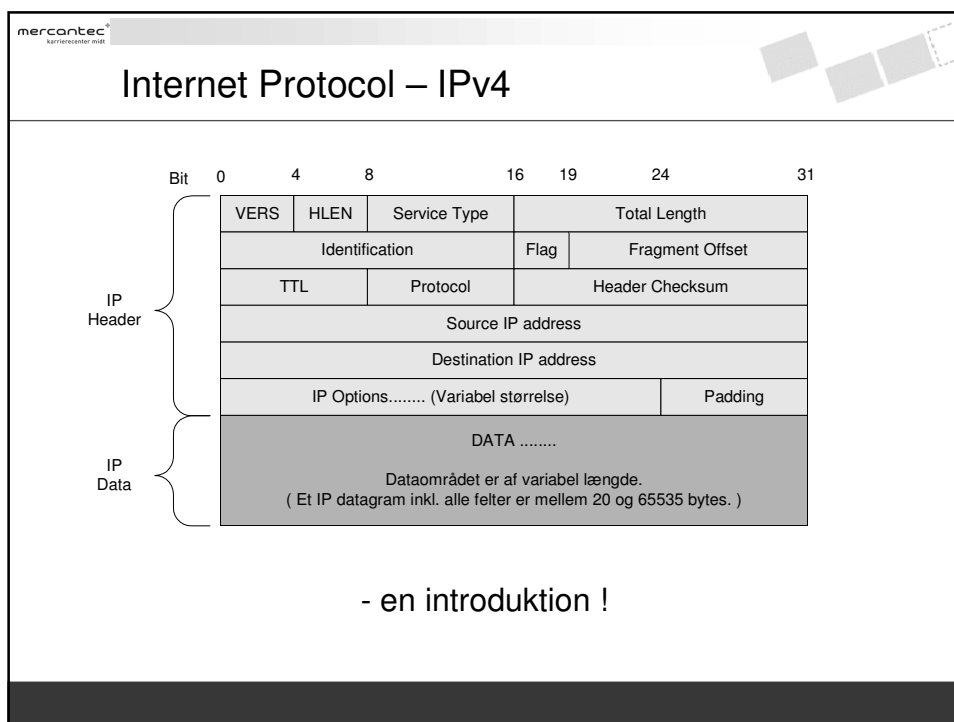
© Mercantec 2009 225

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 "dime" til en 10/100 switch sænkes hastigheden kun på den port "dime" er tilsluttet, og ikke på alle porte, som på en 10/100 hub uden intern bridge. En "dime" kan være en router, en hub, en switch eller selvfølgelig en computer.



© Mercantec 2009 226



mercantec[®]
karrierecenter mitå

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 Newman i midten af 70'erne og færdigudviklet i 1979.
- oprindelig bestilt af USA's forsvarsministerium og formålet var at udvikle et pakkeswitched netværk, så mange forskellige netværk (heterogene) kunne sammenkobles.
- påbegyndt installeret i 1980 og fra 1983 skulle alle institutioner som var til knyttet ARPAnettet anvende TCP/IP-protokolsuiten.

© Mercantec 2009 228

mercantec[®]
Kortcenter midt

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).
- ISOC styrer følgende organisationer:
 - IAB (Internet Architecture Board) overvåger kvaliteten af standarderne.
 - IETF (Internet Engineering Task Force) udvikler Internet standarder.
 - IANA (Internet Assigned Number Authority) styrer IP adresser og port nummre.
 - RIPE (tildeling af IP nummre i Europa).
 - INTERNIC (tildeling af IP nummre i USA).

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

© Mercantec 2009 229

mercantec[®]
Kortcenter midt

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.

© Mercantec 2009 230

mercantec[®]
KARRIERECENTRE MITT

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

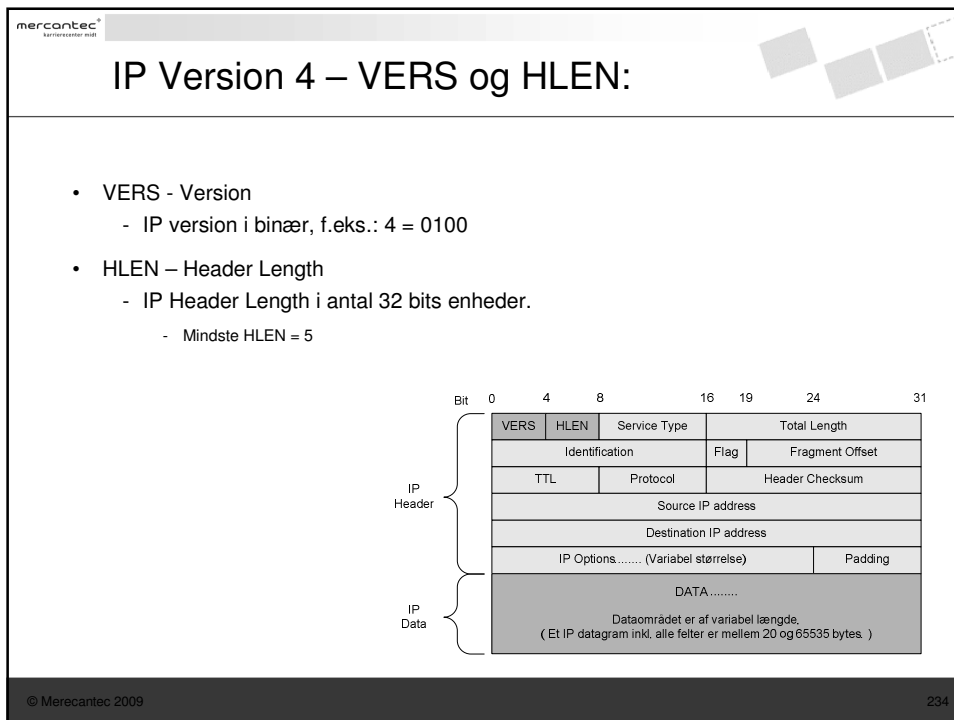
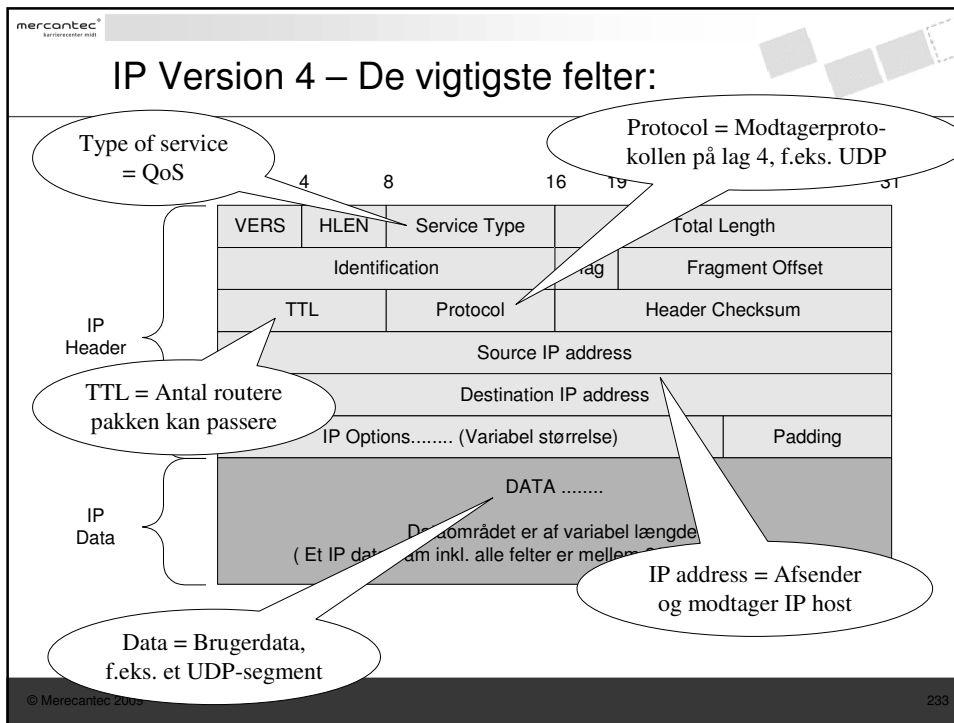
© Mercantec 2009 231

mercantec[®]
KARRIERECENTRE MITT

IP Version 4 - Datagrammet

	Bit	0	4	8	16	19	24	31	
{	IP Header	VERS		HLEN		Service Type		Total Length	
		Identification				Flag		Fragment Offset	
		TTL		Protocol		Header Checksum			
		Source IP address							
		Destination IP address							
		IP Options..... (Variabel størrelse)						Padding	
		DATA							
{	IP Data	DATA							
		Dataområdet er af variabel længde. (Et IP datagram inkl. alle felter er mellem 20 og 65535 bytes.)							

© Mercantec 2009 232



IP Version 4 – Service type:

- Service Type inderholder 3 underfelter
 - Precedence
 - 3 bits der beskriver pakkens prioritet på netværket.
 - **0 – 7. 0 er normal og 7 er højeste prioritet**
 - TOS: Type Of Service
 - 3 bit der yderligere beskriver tjenesterne.
 - **D bit sat = kort forsinkelse**
 - **T bit sat = høj transmissionshastighed**
 - **R bit sat = stor pålidelighed**
 - De to sidste bit er ikke brugt
 - **altid 0**

0	1	2	3	4	5	6	7
Precedence			D	T	R		

0	4	8	16	19	24
VERS	HLEN	Service Type	Total Length		
Identification			Flag	Fragment Offset	
TTL	Protocol	Header Checksum			
Source IP address					
Destination IP address					
IP Options				Padding	
DATA					

Dataområdet er af variabel længde.
(Et IP datagram inkl. alle felter er mellem 20 og 65535 bytes.)

© Mercantec 2009
235

IP Version 4 – Fragmentering:

- Total Length
 - IP pakkens totale længde i bytes inkl. Data.
 - Et IP datagram kan være mellem 20 byte og 65535 bytes.
- Fragmentering betyder opdeling af store datamængder i mindre bidder, der passer til MTU for datalinklagets protokol.
- MTU – Maximum Transfer Unit
 - Minimum MTU = 68 bytes.
 - Ethernet: 1500 bytes.
 - Token Ring: typisk 4500 bytes.
 -
- Når f.eks. Token Ring Frames routes videre over en Ethernet link, må pakken fragmenteres og samles igen senere

0	4	8	16	19	24	31
VERS	HLEN	Service Type	Total Length			
Identification			Flag	Fragment Offset		
TTL	Protocol	Header Checksum				
Source IP address						
Destination IP address						
IP Options				Padding		
DATA						

Dataområdet er af variabel længde.
(Et IP datagram inkl. alle felter er mellem 20 og 65535 bytes.)

© Mercantec 2009
236

IP Version 4 – Fragmentering:

- Total Length: IP pakkens totale længde i bytes inkl. data.
- Fragmentering betyder opdeling af store datamængder i mindre bidder, der passer til MTU (Maximum Transfer Unit) for datalinklagets protokol. MTU for Ethernet: 1500 bytes.
- Når f.eks. Token Ring Frames (MTU typisk 4500 bytes) routes videre over en Ethernet link, må pakken fragmenteres og samles igen senere.
- Identifikation
 - Et unikt nummer der identificerer pakken ved eventuel fragmentering.
- Flag: 3 bit felt
 - 000: Sidste fragment
 - 001: Fragmenteret
 - 010: Må ikke fragmenteres.
- Fragment offset
 - Tal for antal 64 bits fragmenter sendt hidtil.

0	4	8	16	19	24	31
VERS	HLEN	Service Type	Total Length			
Identification			Flag	Fragment Offset		
TTL		Protocol	Header Checksum			
Source IP address						
Destination IP address						
IP Options			Padding			
DATA						
Dataområdet er af variabel længde. (Et IP datagram inkl. alle felter er mellem 20 og 65535 bytes.)						

© Mercantec 2009 237

IP Version 4 – TTL, Protocol og Checksum:

- TTL – Time To Live
 - 8 bit felt der indikerer antal "hop" dvs. antal Routers som pakken passerer.
 - Alle Routers tæller TTL en ned. Såfremt en Router tæller TTL ned til nul, vil pakken blive kasseret.
- Protocol feltet indeholder information om hvilken protocol der overføres i datafeltet.
 - Eksempler: 1: ICMP, 2: IGMP, 6: TCP, 17: UDP
- Header Checksum er et kontroltal, udregnet af alle værdierne i IP headeren.
 - Checksummen bruges til at sikre mod utilsigtede ændringer i IP-headeren.
 - Yderligere ekstraarbejde:
 - TTL-værdien tælles ned
 - Ny checksum udregnes
 - Den nye sum indsættes

0	4	8	16	19	24	31
VERS	HLEN	Service Type	Total Length			
Identification			Flag	Fragment Offset		
TTL		Protocol	Header Checksum			
Source IP address						
Destination IP address						
IP Options			Padding			
DATA						
Dataområdet er af variabel længde. (Et IP datagram inkl. alle felter er mellem 20 og 65535 bytes.)						

© Mercantec 2009 238

IP Version 4 – Adresser, options og padding:

- Source address
 - 32 bits IP adresse hvorfra pakken kommer.
 - For eksempel 195.181.54.17
- Destination address
 - IP adressen på modtageren
 - For eksempel 80.80.12.116
- IP Options feltet er valgfrit
 - Options felt kan være fra 0 til 40 bytes.
 - Der kan være nul, en eller flere options.
 - Options feltet er variabelt i størrelse.
 - Skal være et antal 32 bits felter.
- Padding felt
 - Hvis Option feltet fylder mindre end 32 bit fyldes paddingfeltet op til 32 bit med 0'er.

DATA
Dataområdet er af variabel længde.
(Et IP datagram inkl. alle felter er mellem 20 og 65535 bytes.)

© Mercantec 2009 239

IP Version 4 – IP options:

- Type felt
 - Option feltets *type* byte beskriver hvilken Option funktion der ønskes
- Length felt
 - Antal bytes Option feltet i alt fylder
 - NB!! (4 – 40 bytes)
- Option data
 - Data der hører til Option funktionen

DATA
Dataområdet er af variabel længde.
(Et IP datagram inkl. alle felter er mellem 20 og 65535 bytes.)

© Mercantec 2009 240

mercantec⁺
KARISSENTERET MIDT

IP Version 4 – Typefelt:

- Typefeltet er igen inddelt i 3 felter.
- **Copy** bit = 0, IP Options kopieres kun med i ét af fragmenterne, hvis pakken fragmenteres.
 - Copy bit = 1, Options kopieres med i alle fragmenter
- **Option Class** 2 bit – beskriver arten
 - 00: Control
 - 01: Reserveret til fremtidig brug
 - 10: Debugging and Measurement
 - 11: Reserveret til fremtidig brug
- **Option Number**
 - 0: End of Option List
 - 1: No Operation
 - 2: Security
 - 3: Loose Source Routing
 - 4: Internet Timestamp
 - 7: Record Route
 - 8: Stream ID
 - 9: Strict Source Routing

DATA

Dataområdet er af variabel længde.
(Et IP datagram inkl. alle felter er mellem 20 og 65535 bytes.)

© Mercantec 2009 241

mercantec⁺
KARISSENTERET MIDT

Egne notater:

© Mercantec 2009 242

mercantec[®]
KARRIERECENTRUM MITT

Internet Protocol version 6

- IPv6
 - er afløseren for IPv4 som arbejdsprotokol i moderne netværkskommunikation; efterhånden vil mere og mere netværkstrafik gå gennem den.
 - adresserer også pakkerne på lag 3 (netværkslaget).
 - arbejder også 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 også dataformat og pakkehåndtering, men her er intet CRC fejlcheck
 - sørger for kryptering, authentication samt en hel stribe nye features, men muligheden for fragmentering og defragmentering mellem routere er fjernet

© Mercantec 2009 243

mercantec[®]
KARRIERECENTRUM MITT

Internet Protocol version 6

0	4	8	16	19	24	31
Version		Priority	Flow Label			
Payload Length			Next Header		Hop Limit	
Source IP Address (16 bytes - 128 bit)						
Destination IP Address (16 bytes - 128 bit)						

- Det vigtigste årsag til at skifte den velfungerende IPv4 protokol ud med IPv6 er mangel på adresser.
- IPv6 har et adresse felt på 16 bytes (128 bit). Hvilket giver $3,4 * 10^{38}$ adresser eller 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456 adresser.
- Header check sum fra IPv4 findes ikke mere, hvilket betyder at routere ikke skal regne på hver pakke.
- Hop-til-hop segmentering/fragmentering understøttes ikke længere. Det er kun afsenderen af pakken der kan fragmentere og ikke routere på vejen.
- Indbygget sikkerhed i protokollen fx kryptering og autentificering.
- IPv4 vil blive brugt i mange år endnu, sideløbende med indførelsen af IPv6. Et Internet som kun anvender IPv6 ligger mange år fremme.

© Mercantec 2009 244

mercantec[®]
Kortcenter midt

Internet Protocol version 6

0	4	8	16	19	24	31
Version	Priority	Flow Label				
Payload Length			Next Header		Hop Limit	
Source IP Address (16 bytes - 128 bit)						
Destination IP Address (16 bytes - 128 bit)						

- Version er versions nr. på IP specifikationen, f.eks. 4 for IPv4.
- Priority feltet bestemmer hvordan data skal behandles hvis der opstår problemer med dataoverførslen. Priority (trafikklasser) feltet kan have værdier fra 0-15 og opdeles i:
 - Congestion kontrolleret trafik (prioritet 0-7).
 - No congestion kontrolleret trafik (prioritet 8-15).
- Flow Label bruges til at identificere flere samørende datagrammer, hvilket kan anvendes så routere ikke skal beregne router veje for hver enkelt pakke. Kan bruges til at prioritere datagrammer og placere dem på prioritets køer. Man kan sige at Flow Label erstatter og redefinere feltet Type of Service.
- Payload Length er den totale længde at datagrammet inkl. extension header. Feltet er på 16 bit hvilket betyder at et datagram max kan være 65535 bytes langt.

© Mercantec 2009 245

mercantec[®]
Kortcenter midt

Internet Protocol version 6


0	4	8	16	19	24	31
Version	Priority	Flow Label				
Payload Length			Next Header		Hop Limit	
Source IP Address (16 bytes - 128 bit)						
Destination IP Address (16 bytes - 128 bit)						

- Next Header specificerer hvilken protokol i det overliggende lag der skal modtage data. Next header erstatter Next Protocol i IPv4. Der kan også anvendes extension headers, hvilket betyder at der kan være flere headers. Disse placeres først i payload/data feltet. Eksempler på extension headers:
 - Authentication - kontrol af afsender identitet
 - Encrypted security payload - kryptering af data
 - Fragment header - oplysninger om fragmenter
 - Routing header - bruges til source routing
- Hop Limit erstatter Time To Live og beskriver bedre hvordan feltet bruges. Hop limit bestemmer hvor mange routere (hop) en pakke kan passere. Hver router trækker 1 fra TTL værdien og hvis TTL værdien er 0 fjernes pakken. På den måde fjernes pakker som ikke kan finde modtageren.

© Mercantec 2009 246

mercantec[®]
KARLSBERG CENTER MIDT

Internet Protocol version 6




0	4	8	16	19	24	31
Version	Priority	Flow Label				
Payload Length			Next Header		Hop Limit	
Source IP Address (16 bytes - 128 bit)						
Destination IP Address (16 bytes - 128 bit)						

- Som i IPv4 opdeles IP adressen i et hierarki med net, subnet og host, blot er der her yderlig opdeling med forskellige broad- og unicast adresser.
- IP kan opdeles i 2 dele:
 - en net-subnet mv. id på 80 bits
 - en interface id hvilket er MAC adressen på 48 bits

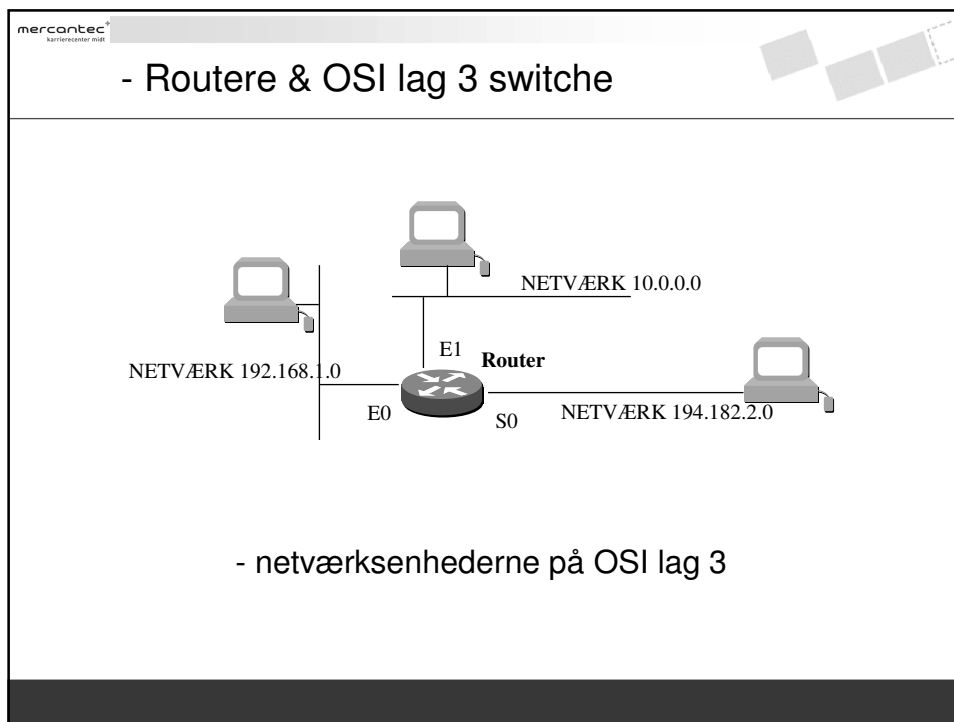
© Mercantec 2009 247

mercantec[®]
KARLSBERG CENTER MIDT

Egne notater:



© Mercantec 2009 248



mercantec[®]
karrierecenter mit

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.

© Mercantec 2009 250

mercantec[®]
KARRIERECENTER MITT

Overblik: Routed contra Routing protokoller

- **En routed protokol** 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.
- **En routing protokol** 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)

© Mercantec 2009 251

mercantec[®]
KARRIERECENTER MITT

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

© Mercantec 2009 252

Routerne

- Routerne 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.
- Routerne skal grundlæggende sættes op med routerprotokoller, interface og adresser.
- Routerne opbygger og vedligeholder en routetabel som indeholder information om hvordan data skal routes.

Routetabel 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

© Mercantec 2009
253

Én routetabel i hver router

Routetabel 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

Routetabel 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

Routetabel 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

Routetabel 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

© Mercantec 2009
254

Routere

- Routere kommunikerer 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.

© Mercantec 2009 255

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.

© Mercantec 2009 256

mercantec[®]
karrierecenter mit

Subnet Masking

IP Adresse	169.213.110.187
	NET HOST
Subnet mask	255.255.000.000

Klasse B adresse med standard subnet mask.

IP Adresse	169.213.110.187
	NET SUBNET HOST
Subnet mask	255.255.255.000

Subnettet Klasse B adresse med ny subnet mask.

- underopdeling af logiske netværk

mercantec[®]
karrierecenter mit

Den klassesdelte 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
 - Værdien af første byte ligger imellem 248 - 254

© Mercantec 2009 258

mercantec[®]
Karrieresenter midt

Klasseinddelt opbygning

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

© Mercantec 2009 259

mercantec[®]
Karrieresenter midt

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.

The diagram illustrates a network setup with two sites: Viborg and Frederiksberg, connected via a WAN. Each site has a local network with a Class B IP address and a standard subnet mask of 255.255.0.0. Viborg's network is 169.213.0.0/16, and Frederiksberg's is 169.214.0.0/16. Both sites have a local router with an IP address of 0.1. The WAN connection is shown as a lightning bolt between the two routers.

© Mercantec 2009 260

mercantec[®]
KARRIERECENTRUM MITT

Et eksempel på subnetting af klasse B net

IP Adresse **169.213.110.187**

 NET HOST

Subnet mask **255.255.000.000**

Klasse B adresse med standard subnet mask.

IP Adresse **169.213.110.187**

 NET SUBNET HOST

Subnet mask **255.255.255.000**

Subnettet Klasse B adresse med ny subnet mask.

© Mercantec 2009 261

mercantec[®]
KARRIERECENTRUM MITT

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

Viborg

169.213.110.0/24
DG: 169.213.110.1

210 WS

Frederiksberg

169.213.111.0/24
DG: 169.213.111.1

170 WS

WAN

© Mercantec 2009 262

mercantec[®]
KARRIERECENTRUM

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.

© Mercantec 2009 263

mercantec[®]
KARRIERECENTRUM

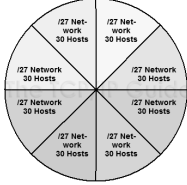
Subnetting - lidt baggrund

- 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

© Mercantec 2009 264

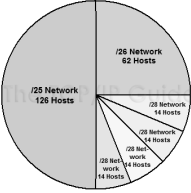
mercantec[®]
KARRIERECENTRUM MITT

Typen af Subnetting



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.



Class C (/24) Network (254 Hosts)

- VLSM - Variabel Length Subnet Mask
 - Nyeste version, også kaldet klasseløse IP adresser
 - Hvert logisk net i en organisation kan have sin helt egen subnetmaske.



© Mercantec 2009 265

mercantec[®]
KARRIERECENTRUM MITT

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



© Mercantec 2009 266


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
 - Man taber nemmere overblikket

 267

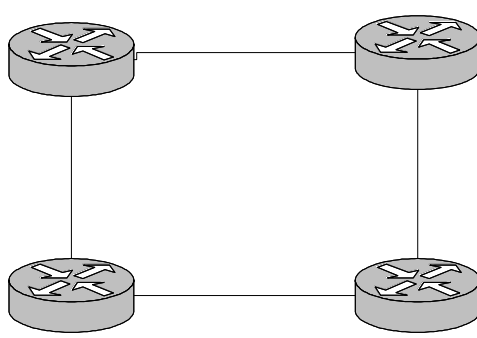
 

Egne notater:

 268

mercantec[®]
KARRIERECENTER MITT

Routingsteknik



The diagram shows four routers arranged in a square. Each router is represented by a cylinder with a cross-hatch pattern on top. They are connected to each other by straight lines, forming a mesh topology. The connections are: top-left to top-right, top-right to bottom-right, bottom-right to bottom-left, and bottom-left to top-left.

- en introduktion til IP routing

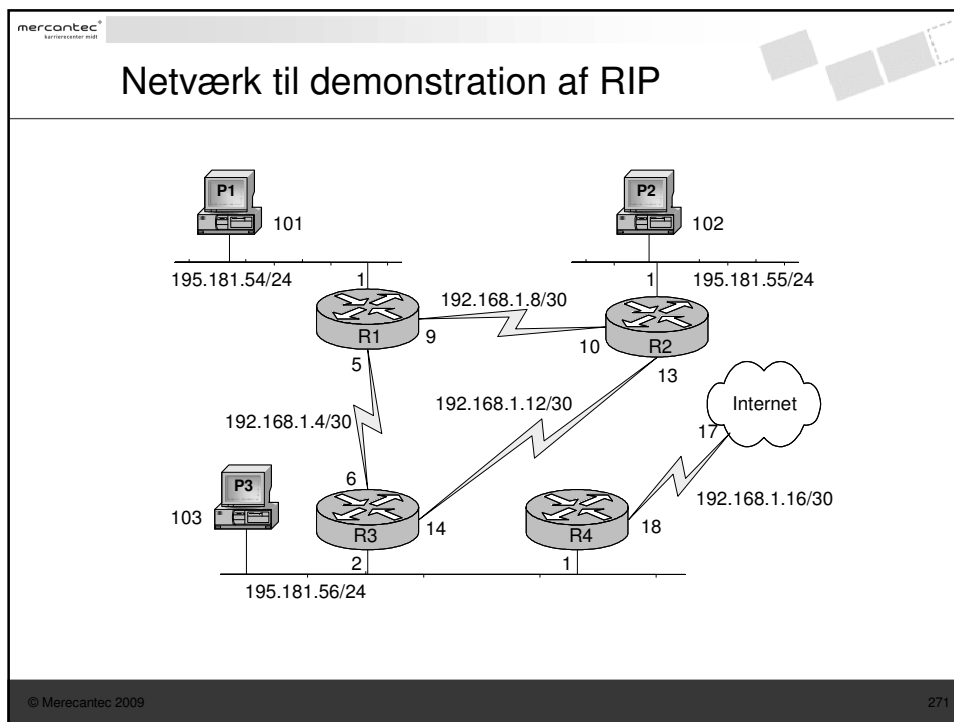
© Mercantec 2009 269

mercantec[®]
KARRIERECENTER MITT

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.

© Mercantec 2009 270



- ### 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
- © Mercantec 2009 272

Én routetabel i hver router

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

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

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

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

© Mercantec 2009 273

Dynamiske routningsprotokoller

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

© Mercantec 2009 274

mercantec[®]
KARREVEJEN 111

Hvordan virker en routningsprotokol?

- Vi tager udgangspunkt i protokollen RIP
 - en ældre protokol - Routing Information Protocol
 - RIP er en Distance Vector protocol
 - Routers som bruger RIP sender som standard hele sin Routetabel til alle sine naborroutere hvert 30. Sekund.
 - RIP findes i to versioner
 - RIP Version 1. Kan ikke finde ud af subnetting
 - RIP Version 2. Kan finde ud af subnetting.
 - I det følgende afsnit demonstreres protokollens funktion

© Mercantec 2009 275

mercantec[®]
KARREVEJEN 111

R1, R2 og R3 er lige tændt

The diagram shows a network topology with three routers (R1, R2, R3) and three PCs (P1, P2, P3). R1 is connected to P1 (195.181.54/24) and P3 (195.181.56/24). R2 is connected to P2 (195.181.55/24) and the Internet. R3 is connected to P3 (195.181.56/24) and the Internet. The diagram shows IP addresses for each device and interface.

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

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

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

© Mercantec 2009 276

Routerne 'snakker' sammen

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

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

© Mercantec 2009 277

Konvergens: Routerne opdateret!

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 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

© Mercantec 2009 278

Default Gateway tændes...

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
0.0.0.0		

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
0.0.0.0		

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
0.0.0.0		

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

© Mercantec 2009

Kort tid efter: Konvergens!

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 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 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

© Mercantec 2009

mercantec[®]
Karrierecenter MIT

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.

© Mercantec 2009 281

mercantec[®]
Karrierecenter MIT

RIP - teknisk set

- **Fordele**
 - Simple opdatering.
 - Simple 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.

© Mercantec 2009 282

Når der sker ændringer

Wan linie Går ned

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 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 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

© Mercantec 2009

R1 og R3 opdager tabt WAN

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 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 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

© Mercantec 2009

Nye router giver konvergens!

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

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

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

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

© Mercantec 2009

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.

© Mercantec 2009 286

mercantec[®]
Karrierecenter MIT

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 Advertisements -LSA'er
 - Hver LSA indeholder liste over tilsluttede netværk til den enkelte Router.
 - Alle Routers sender LSA til alle andre routere
 - Alle Routers lærer alle andre Routers at kende.
 - Bedste Route udregnes på denne baggrund.
 - SPF – Shortest Path First
- Routers på meget store netværk kommunikerer næsten altid ved hjælp af Link State protokoller:
 - Eksempler: OSPF eller IS-IS

© Mercantec 2009 287

mercantec[®]
Karrierecenter MIT

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

The diagram illustrates three Autonomous Systems (AS) connected to each other. Each AS contains an Internet Service Provider (ISP) with its own Interior Gateway Protocol (IGP). The connections between ASes are handled by Exterior Gateway Protocol (EGP), specifically BGP.

- AS: 65100 (IGP = IS-IS) is connected to AS: 65300 (IGP = IS-IS) via EGP = BGP.
- AS: 65200 (IGP = OSPF) is connected to AS: 65300 (IGP = IS-IS) via EGP = BGP.

ISP = Internet Service Provider
IGP = Interior Gateway Protocol
EGP = Exterior Gateway Protocol
AS = Autonomie System

© Mercantec 2009 288

mercantec
karrierecenter mit

WAN - Wide Area Network

The diagram illustrates a Wide Area Network (WAN) connecting three locations: Aarhus - Hovedkontor, Frederiskhavn - Filial, and København - Filial. Aarhus is connected to Frederiskhavn via ISDN2 and ISDN30. Frederiskhavn is connected to København via a FRAME RELAY. The network includes various components such as HOME arbejdsplads, RAS, and ROUTER. A central cloud labeled ISDN is connected to the Aarhus location. A 1 Mbps line connects Aarhus to Frederiskhavn, and 512 Kbps lines connect Frederiskhavn to København.

- et netværk der rækker over lange distancer

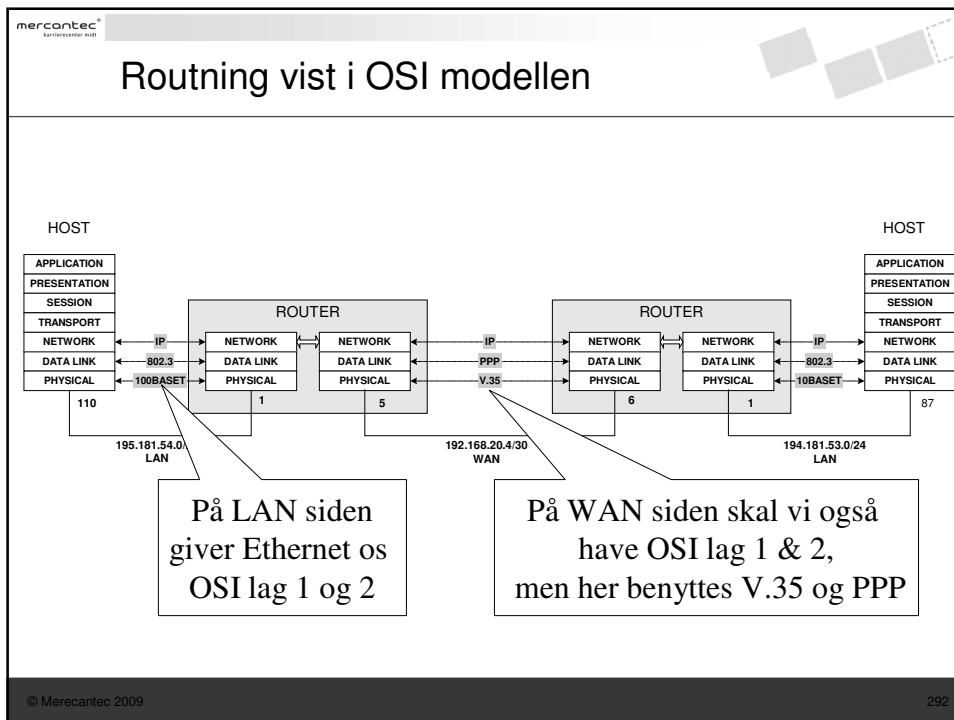
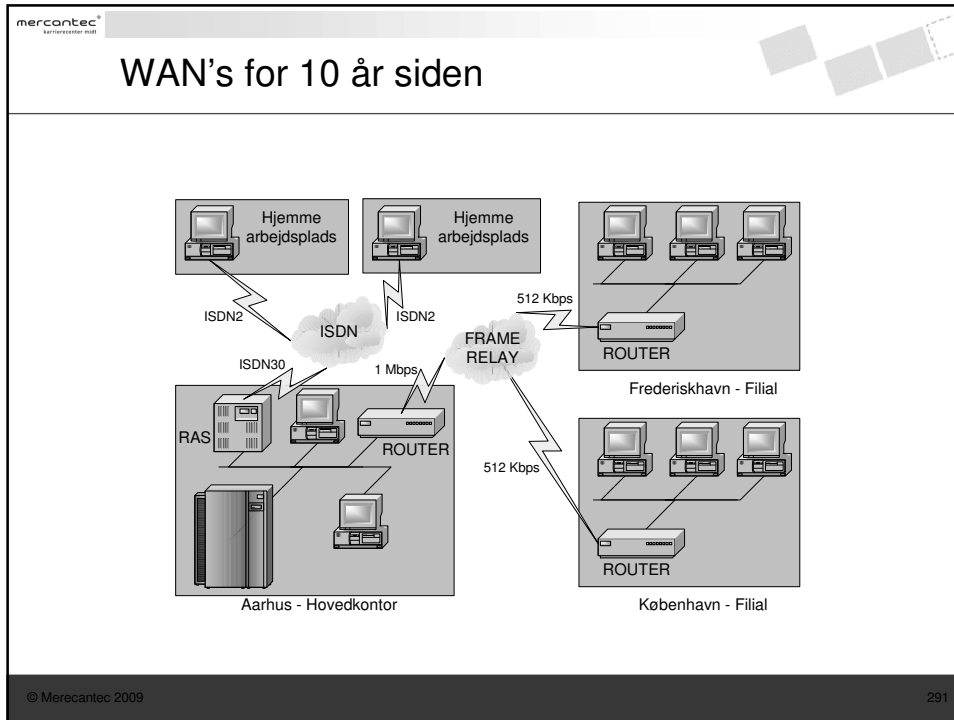
mercantec
karrierecenter mit

WAN - Wide Area Network

The diagram shows the relationship between the seven layers of the OSI model and the corresponding data units in a WAN. The layers and their corresponding data units are:

APPLICATION	DATA STREAM	APPLICATION
PRESENTATION	DATA STREAM	PRESENTATION
SESSION	DATA STREAM	SESSION
TRANSPORT	DATA DATA DATA	TRANSPORT
NETWORK	NETWORK HEADER DATA	NETWORK
DATA LINK	FRAME NETWORK DATA FRAME TRAILER	DATA LINK
PHYSICAL	1001010111011	PHYSICAL

Et spørgsmål om indpakning!

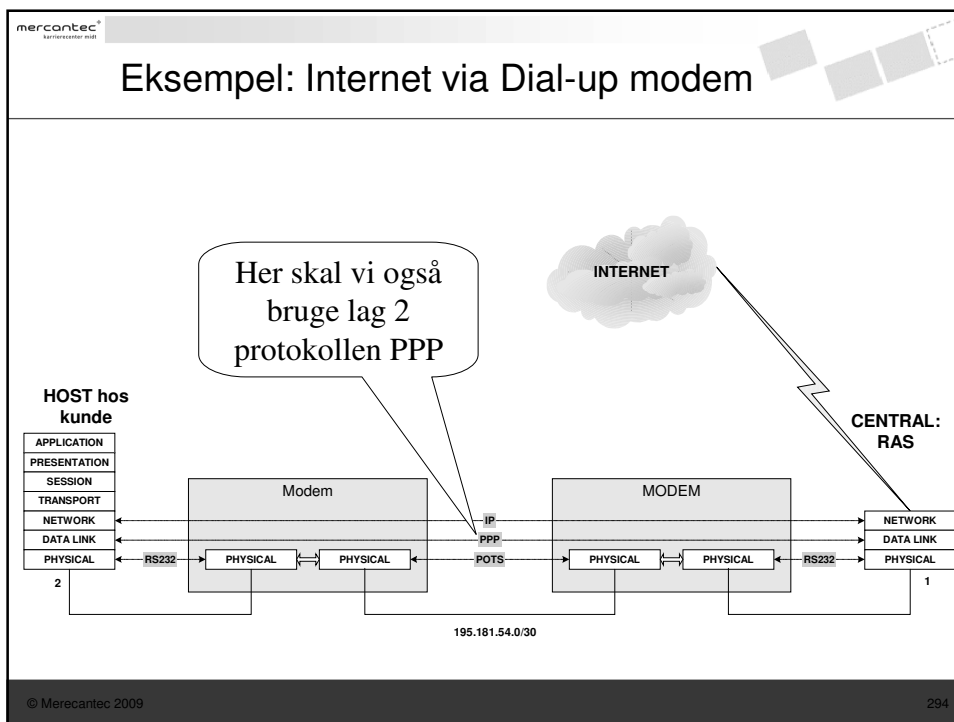


mercantec[®]
Kunnsenteret midt

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.

© Mercantec 2009 293



mercantec[®]
karrierecenter mit

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.

mercantec[®]
karrierecenter mit

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 anvender her, i stedet for normal dataframe-overførsel, en teknik der kaldes *Byte Stuffing* for at afmærke start og slut på en dataramme.

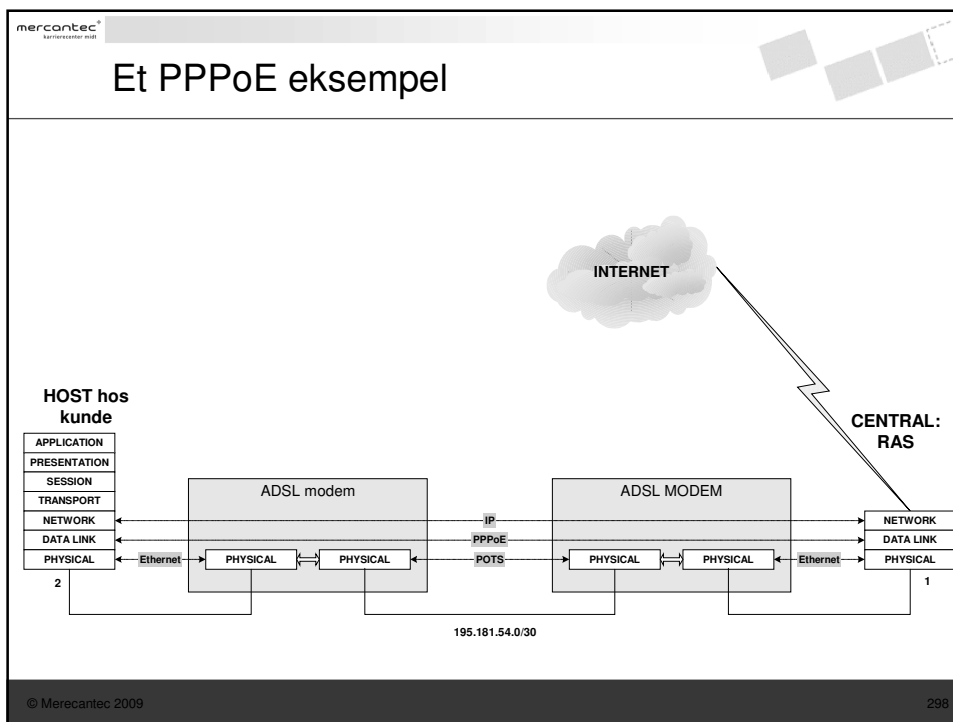
© Mercantec 2009 296

mercantec[®]
Kommunikationsteknik

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
 - Anvendes ved DSL løsninger

© Mercantec 2009 297



mercantec[®]
Kommunikationsteknik

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.

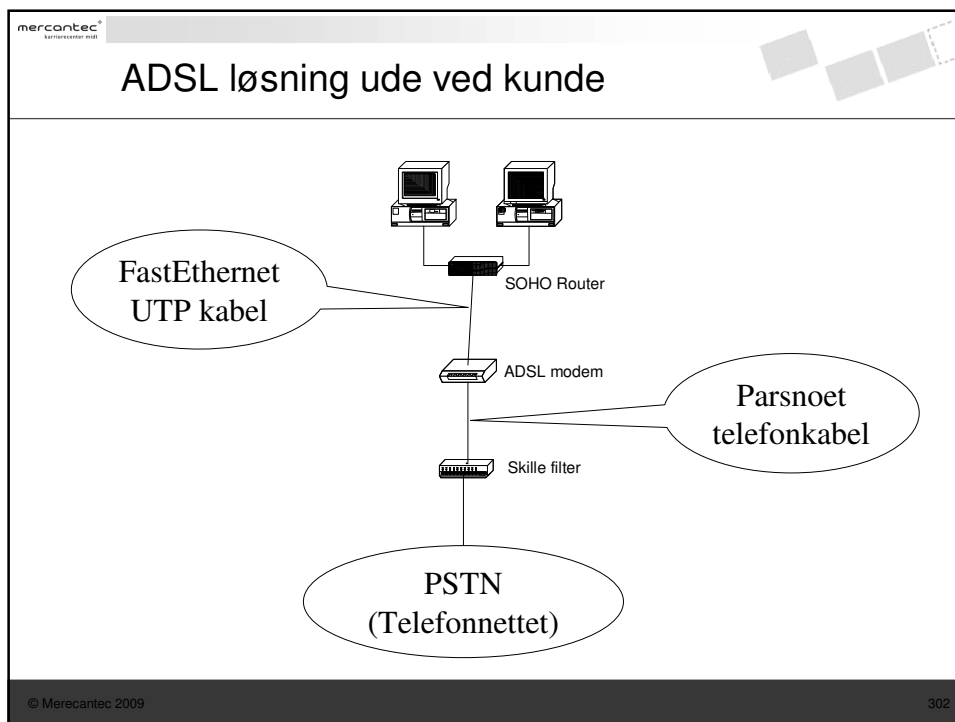
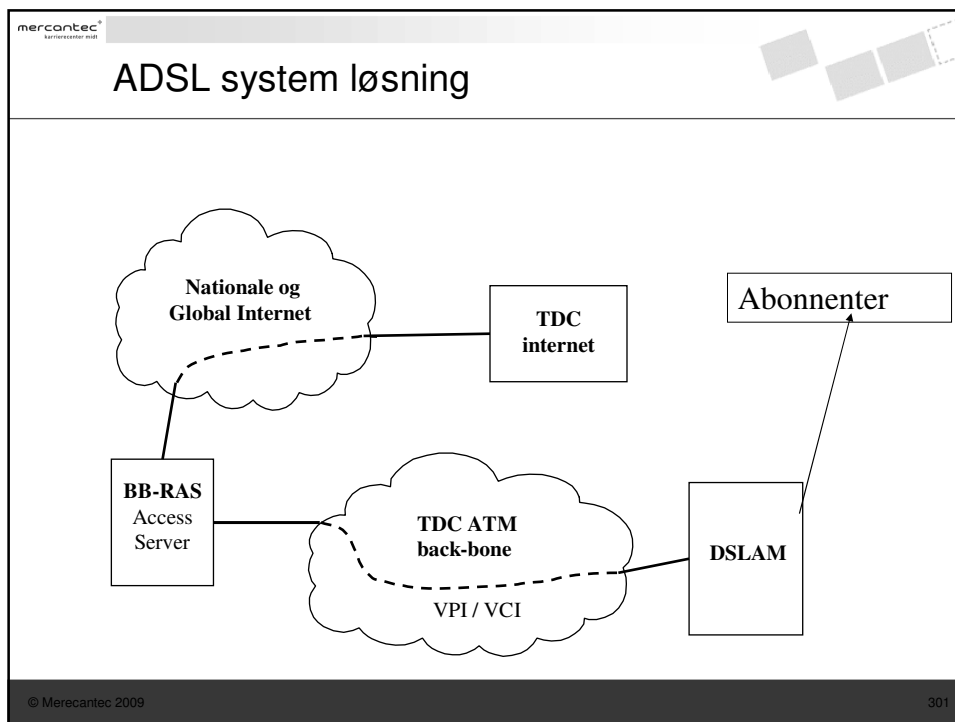
© Mercantec 2009 299

mercantec[®]
Kommunikationsteknik

Ethernet og PPP sammen

0 1 2 3 4 5 6 7								1 8 9 0 1 2 3 4 5								2 6 7 8 9 0 1 2 3								3 4 5 6 7 8 9 0 1							
Access Concentrator Ethernet Address (first four bytes)																															
AC Ethernet Address (last two bytes)								PPPoE Client Ethernet Address (first two bytes)																							
PPPoE Client Ethernet Address (last four bytes)																															
Ethernet Frame Type (0x8864)								Version (=1)				Type (=1)				Code (=0)															
Session ID								Length																							
PPP Protocol								PPP Payload																							

© Mercantec 2009 300



mercantec[®]
karrierecenter midt

TCP & UDP protokollerne

0 8 16 31 bit

Source Port				Destination Port			
Sequence Number							
Acknowledgment Number							
Offset	Reserved	Code		Window			
Checksum				Urgent Pointer			
Options				Padding			
Data (max. 64kbytes)							

0 16 31

Source Port		Destination Port	
Length		UDP Checksum	
Data			

- på OSI lag 4, transportlaget

mercantec[®]
karrierecenter midt

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 protokoller er
 - TCP (Transmission Control Protocol)
 - UDP (User Datagram Protocol)
- De adresserer begge applikationer eller services vha. portnumrene

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

© Mercantec 2009 304

mercantec[®]
KARRIERECENTER MIB

TCP og UDP oversigt

- TCP (Transmission Control Protocol) opbygger virtuelle forbindelser mellem slut bruger applikationer. Karakteristisk for TCP er:
 - Forbindelsesorienteret (virtuel forbindelse).
 - Sikker 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) transporterer data mellem hosts, men der garanteres ikke for om data afleveres. Karakteristisk for UDP er:
 - Forbindelsesløs.
 - Usikker - ingen garanti for at data afleveres.
 - Samler ikke data segmenterne igen hos modtageren.
 - Ingen flow kontrol.
 - Ingen fejl kontrol og korrigering af fejl.

© Mercantec 2009 305

mercantec[®]
KARRIERECENTER MIB

TCP og UDP port numre

- Et datagram finder modtageren og modtagernetet 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

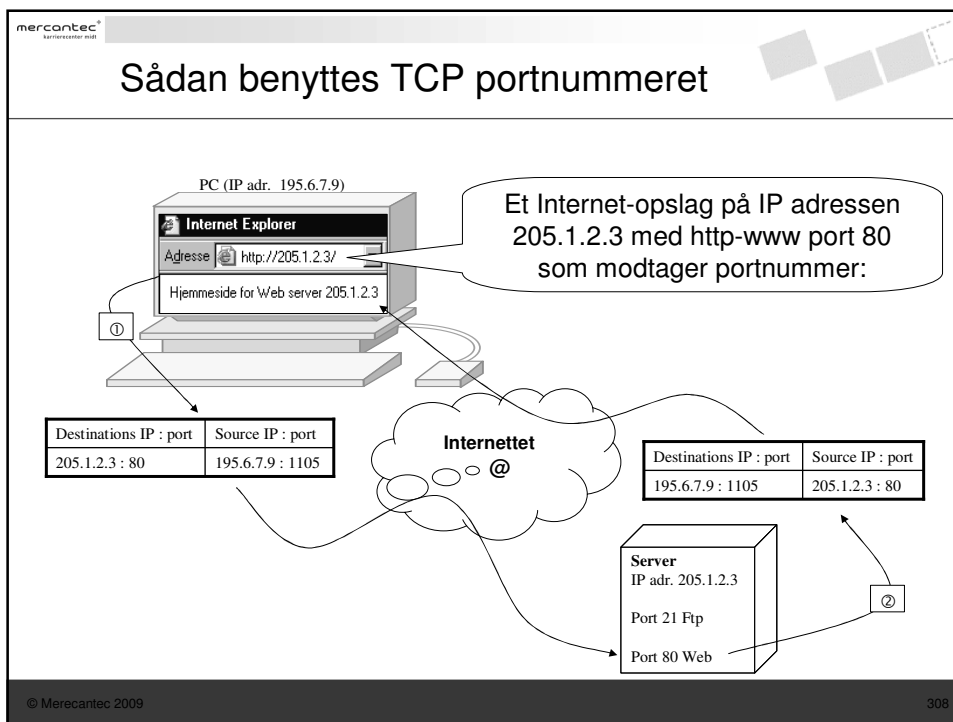
© Mercantec 2009 306

mercantec[®]
københavn center nord

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
Bootsps	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

© Mercantec 2009 307



mercantec[®]
Kortcenter midt

TCP protokollen - Segmentet

0		8		16		31 bit	
Source Port				Destination Port			
Sequence Number							
Acknowledgment Number							
Offset	Reserved	Code		Window			
Checksum				Urgent Pointer			
Options				Padding			
Data (Max. 64KBytes)							

- 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 datafeltet i et IP-datagram.

© Mercantec 2009 309

mercantec[®]
Kortcenter midt

TCP protokollen - Porte og Sequence

0		8		16		31 bit	
Source Port				Destination Port			
Sequence Number							
Acknowledgment Number							
Offset	Reserved	Code		Window			
Checksum				Urgent Pointer			
Options				Padding			
Data (max. 64kbytes)							

- 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 variabel alt efter options feltets længde.

© Mercantec 2009 310

mercantec[®]
Kortcenter mill

TCP protokollen - Code

0		8		16		31 bit	
Source Port				Destination Port			
Sequence Number							
Acknowledgment Number							
Offset	Reserved	Code		Window			
Checksum				Urgent Pointer			
Options				Padding			
Data (max. 64kbytes)							

- 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.

© Mercantec 2009 311

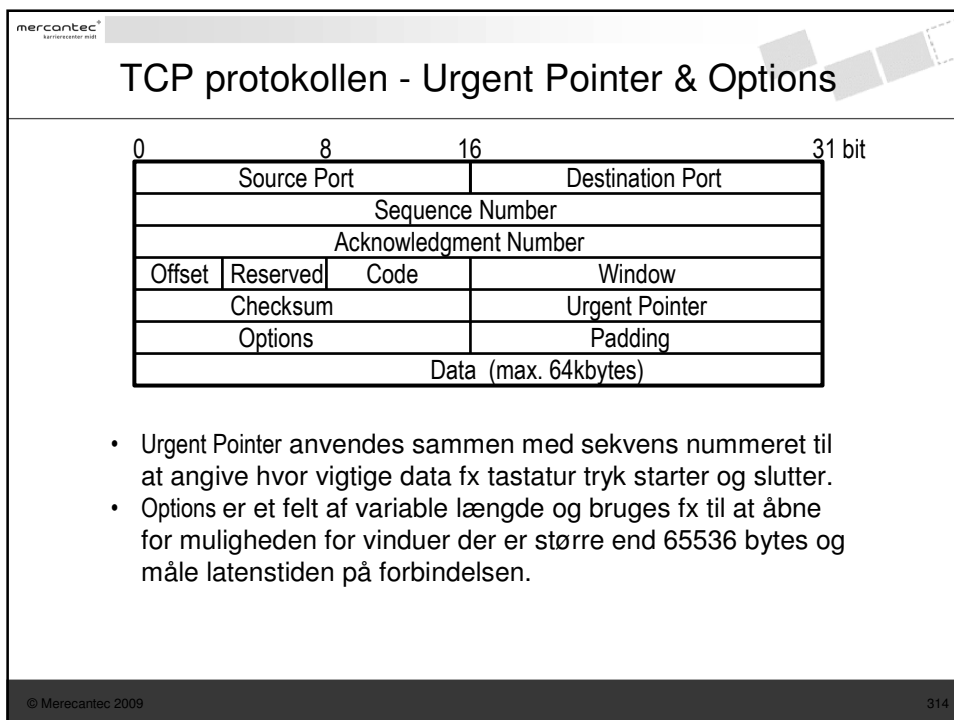
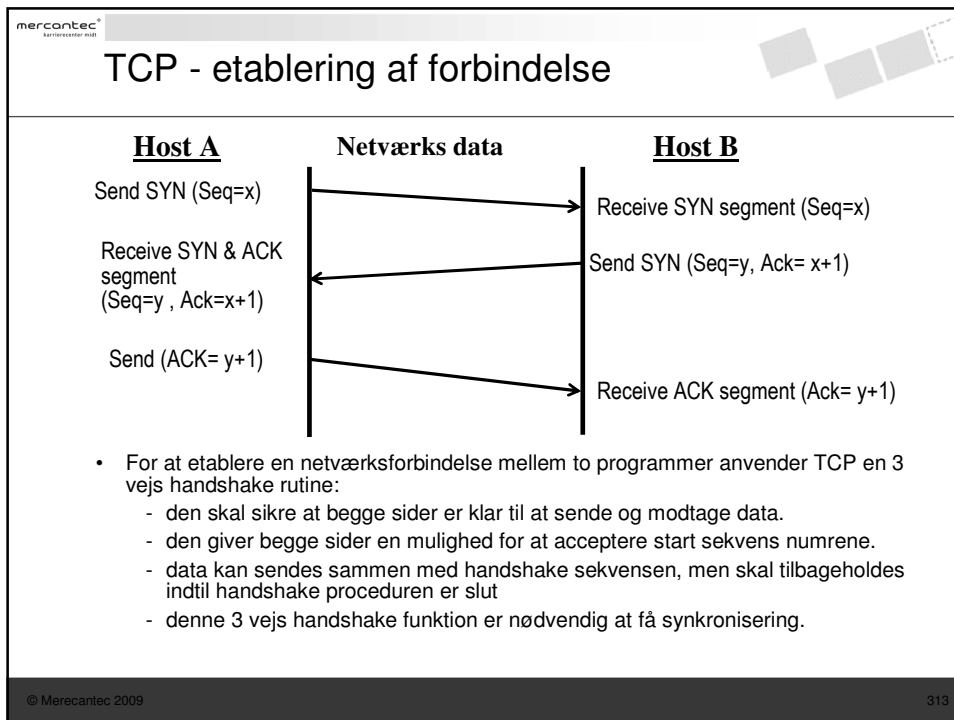
mercantec[®]
Kortcenter mill

TCP protokollen - Window & Checksum

0		8		16		31 bit	
Source Port				Destination Port			
Sequence Number							
Acknowledgment Number							
Offset	Reserved	Code		Window			
Checksum				Urgent Pointer			
Options				Padding			
Data (max. 64kbytes)							

- 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.

© Mercantec 2009 312



TCP protokollen - Padding & Data

0	8	16	31 bit
Source Port		Destination Port	
Sequence Number			
Acknowledgment Number			
Offset	Reserved	Code	Window
Checksum		Urgent Pointer	
Options		Padding	
Data (max. 64kbytes)			

- 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 eller andet program på en maskine, som har haft behov for at sende information ud over nettet via TCP/IP systemet. Maksimal datamængde er 64 Kbytes.

© Mercantec 2009 315

UDP protokollen - Segmentet

0	16	31
Source Port		Destination Port
Length		UDP Checksum
Data		
○○○		

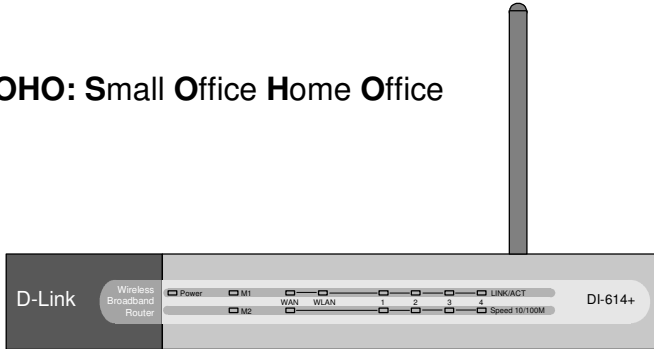
- Source og destination porte identificere applikationen i hver ende af forbindelsen:
 - Destination Port angiver protokollen i laget over som skal modtage datagrammet.
 - Source Port kan anvendes (sættes til 0 hvis den ikke bruges) og viser hvor datagrammet kommer fra.
- Length er antallet af bytes 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 over nettet via TCP/IP systemet. Maksimal datamængde er 64 Kbytes.

© Mercantec 2009 316

mercantec[®]
karrierecenter mit

NAT/PAT & SOHO Routers

SOHO: Small Office Home Office



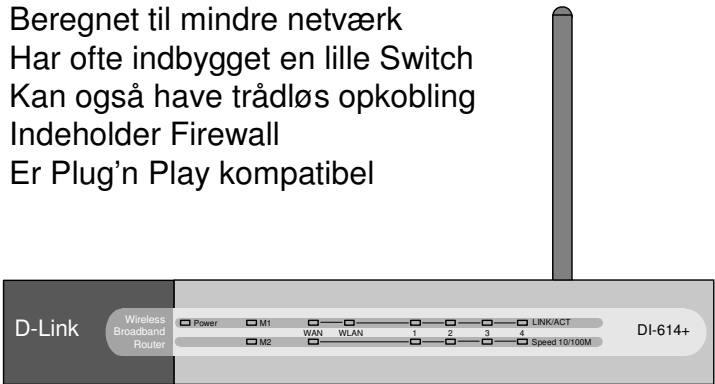
The image shows a D-Link DI-614+ SOHO Router. It is a grey, rectangular device with a single antenna on top. The front panel features a power button, two LAN ports (M1 and M2), a WAN port, a WLAN port, and four LAN ports (1, 2, 3, 4). A LINK/ACT indicator light is located to the right of the LAN ports. The text 'D-Link Wireless Broadband Router' is printed on the left side, and 'DI-614+' is on the right. Below the router, the text '- en introduktion til SOHO-routeren' is displayed.

- en introduktion til SOHO-routeren

mercantec[®]
karrierecenter mit

SOHO Router

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



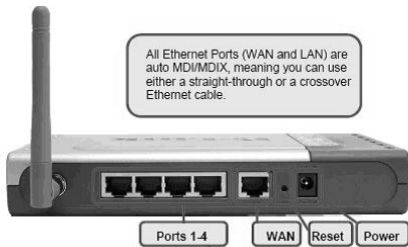
The image shows a D-Link DI-614+ SOHO Router, identical to the one in the previous slide. It is a grey, rectangular device with a single antenna on top. The front panel features a power button, two LAN ports (M1 and M2), a WAN port, a WLAN port, and four LAN ports (1, 2, 3, 4). A LINK/ACT indicator light is located to the right of the LAN ports. The text 'D-Link Wireless Broadband Router' is printed on the left side, and 'DI-614+' is on the right.

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

© Mercantec 2009 318

mercantec[®]
københavn center nord

SOHO Router tilslutning



All Ethernet Ports (WAN and LAN) are auto MDI/MDIX, meaning you can use either a straight-through or a crossover Ethernet cable.

Ports 1-4 WAN Reset Power

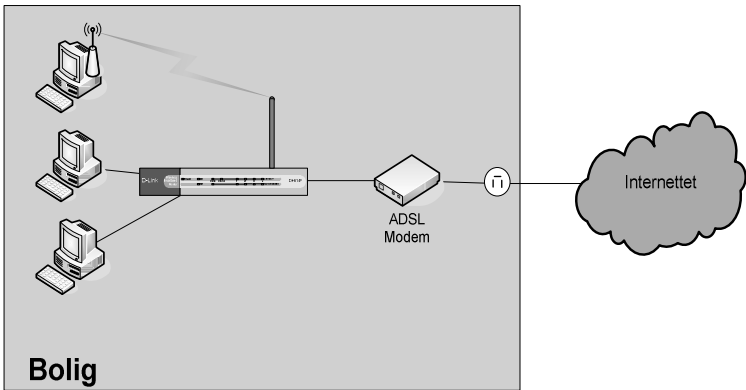
D-Link DI-614+ SOHO Router – Set bagfra

- Indbygget 4 ports FastEthernet Switch til lokalnet
 - også kaldet **Indre Net** (bagved firewallen)
- Indbygget trådløs Access-Point til lokalnet (Obs: Bagved firewallen).
- Tilslutning til ADSL modem med FastEthernet WAN-port
 - også kaldet **Ydre net** (foran firewallen)
- Alle net tilslutningsporte er Twisted Pair stik (UTP, RJ45)

© Mercantec 2009 319

mercantec[®]
københavn center nord

ADSL og den fysiske opkobling

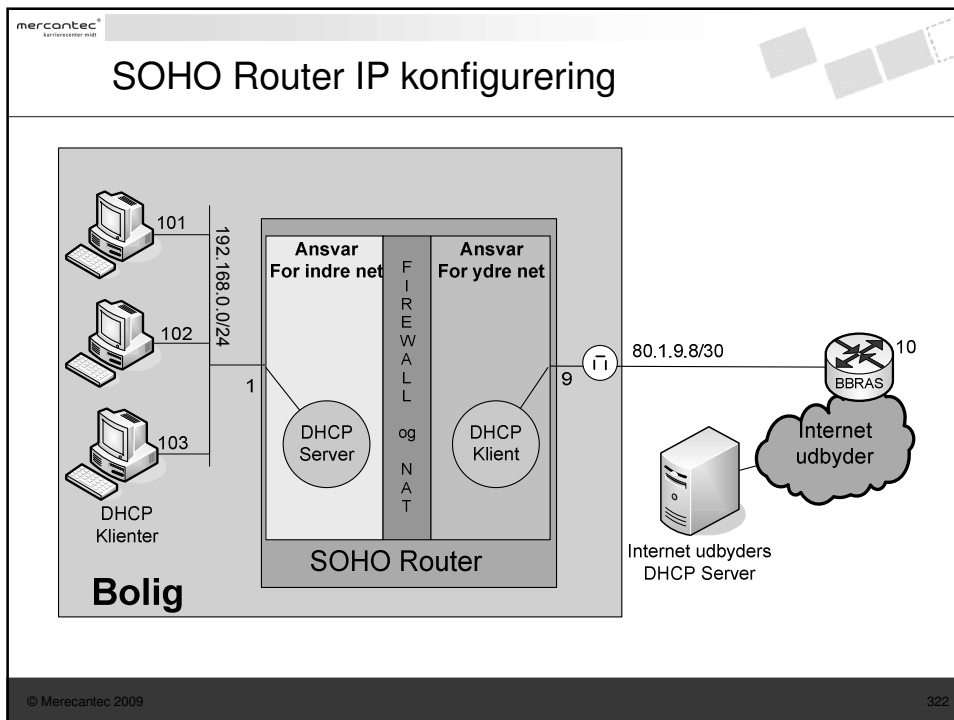
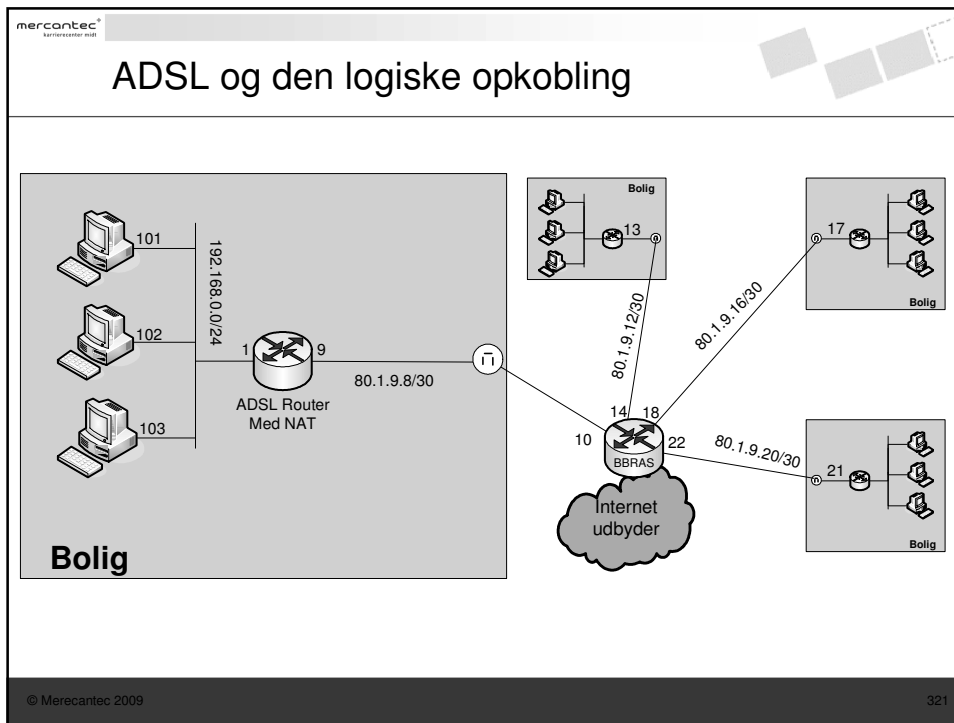


Bolig

ADSL Modem

Internettet

© Mercantec 2009 320



mercantec[®]
KARRIERECENTER MITT

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

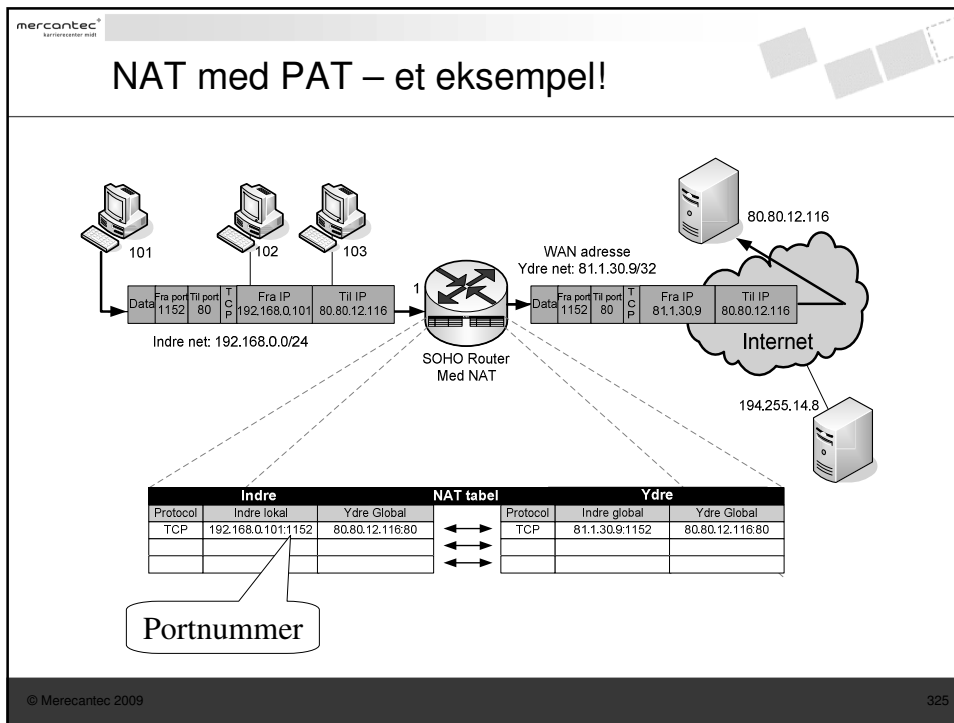
© Mercantec 2009 323

mercantec[®]
KARRIERECENTER MITT

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!

© Mercantec 2009 324



Egne notater:

© Mercantec 2009 326

mercantec[®]
karrierecenter mitå

Applikationslagets protokoller

```

c:\ Kommandoprompt (2)
Microsoft Windows XP [version 5.1.2600]
(C) Copyright 1985-2001 Microsoft Corp.
C:\Documents and Settings\Anders>Telnet mail.tele.dk 25
    
```

- på OSI lag 5, 6 og 7

mercantec[®]
karrierecenter mitå

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 korrigerig.
Lag 3	Netværk	Adresserer og router pakker på nettet. 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.

© Mercantec 2009 328

mercantec[®]
Kurscenter midt

OSI og TCP/IP protokollerne

Sammenligning mellem OSI modellen og TCP/IP protokollerne:

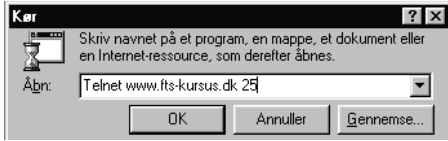
	OSI Reference Model	Internet Protocol Suite
7	Application	NFS
6	Presentation	FTP, Telnet, SMTP, SNMP
5	Session	XDR
4	Transport	RPC
3	Network	TCP, UDP
2	Datalink	IP, ICMP, ARP, RARP, Routing protocols
1	Physical	Ethernet (or other)

© Mercantec 2009 329

mercantec[®]
Kurscenter midt

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 mailserv. 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. Telnet kan også bruges at teste fx POP3 og SMTP servere. Anvender port 23



© Mercantec 2009 330

mercantec
karierecenter mit

TCP/IP port forwarding

Web Server port 80
10.0.0.3

24.2.249.4
Cable/DSL Router with NAT

10.0.0.2
FTP server port 21

Internet

http://24.2.249.4

Cable or DSL Modem

FTP 24.2.249.4

- en metode til at 'offentliggøre' private IP adresser

mercantec
karierecenter mit

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.

mercantec
karrierecenter mit

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:

Routeren udstyres med et firewall-script (en konfiguration), der leder IP pakker ind gennem firewall'en og hen til serverne inde på LAN nettet.

mercantec
karrierecenter mit

Port forwarding på SOHO

- 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 forberedt en hel stribe regler til direkte indsættelse i firewall'ens konfiguration.
- Der er mulighed for at skabe forbindelse mellem WAN IP adressen og en bestemt IP adresse inde på LAN på standardiserede port-numre, f.eks. WEB-server på port 80.

Name	Private IP	Protocol	Schedule
<input type="checkbox"/> Virtual Server FTP	0.0.0.0	TCP 21/21	always
<input type="checkbox"/> Virtual Server HTTP	192.168.0.100	TCP 80/80	always
<input type="checkbox"/> Virtual Server HTTPS	0.0.0.0	TCP 443/443	always
<input type="checkbox"/> Virtual Server DNS	0.0.0.0	UDP 53/53	always
<input type="checkbox"/> Virtual Server SMTP	0.0.0.0	TCP 25/25	always
<input type="checkbox"/> Virtual Server POP3	0.0.0.0	TCP 110/110	always
<input type="checkbox"/> Virtual Server Telnet	0.0.0.0	TCP 23/23	always

mercantec[®]
københavn

Firewalls

The diagram illustrates a network architecture. At the top, the 'Intranet' section contains 'Medarbejdere' (employees), 'Intern MAIL server', and 'Web server til Medarbejdere'. This is connected to a 'Firewall evt. med proxy'. To the right, the 'Extranet' section contains a 'Web server til kunder leverandører'. This is connected to another 'Firewall'. Both firewalls are connected to a central 'DMZ' section, which contains a 'Public WEB server' and a 'Public MAIL server'. The DMZ is connected to the 'Internet' cloud via a 'Firewall'.

- enhederne der kan beskytte lokalnettet

© Mercantec 2009 335

mercantec[®]
københavn

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.

The diagram is identical to the one on slide 335, showing the network architecture with Intranet, Extranet, DMZ, and Internet sections, and their respective firewalls.

© Mercantec 2009 336

mercantec[®]
københavn center nord

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.

© Mercantec 2009 337

mercantec[®]
københavn center nord

Firewall - eksempel med SOHO router

Bolig

192.168.0.0/24

1

Ansvar For indre net

Ansvar For ydre net

FIREWALL og NAT

DHCP Server

DHCP Klient

SOHO Router

9

80.1.9.8/30

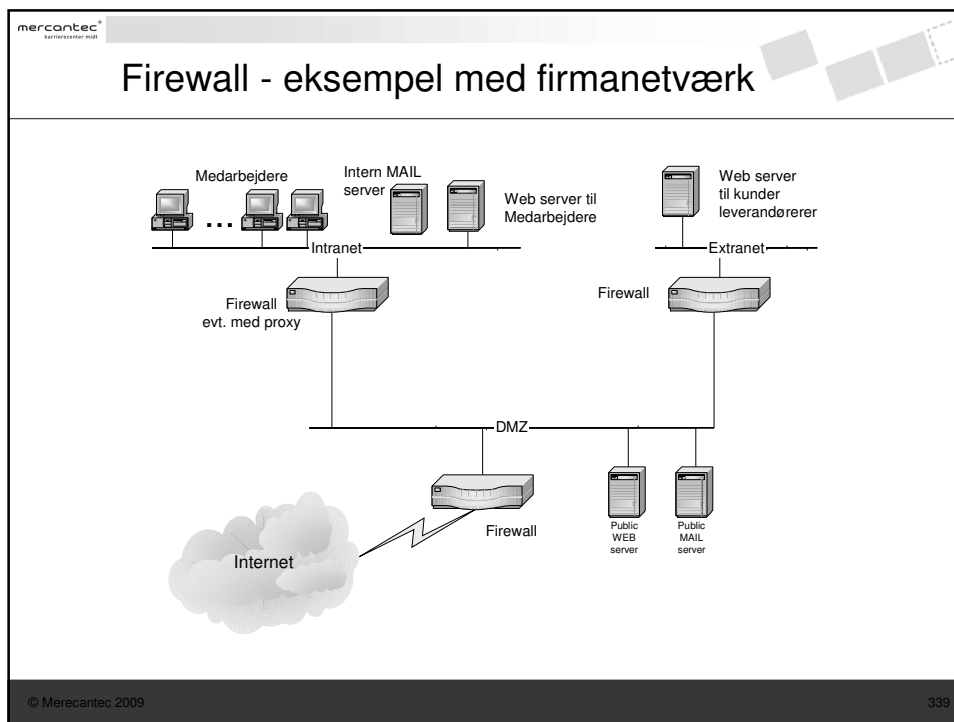
Internet udbyders DHCP Server

10

BBRAS

Internet udbyder

© Mercantec 2009 338



mercantec[®]
Karrierecenter midt

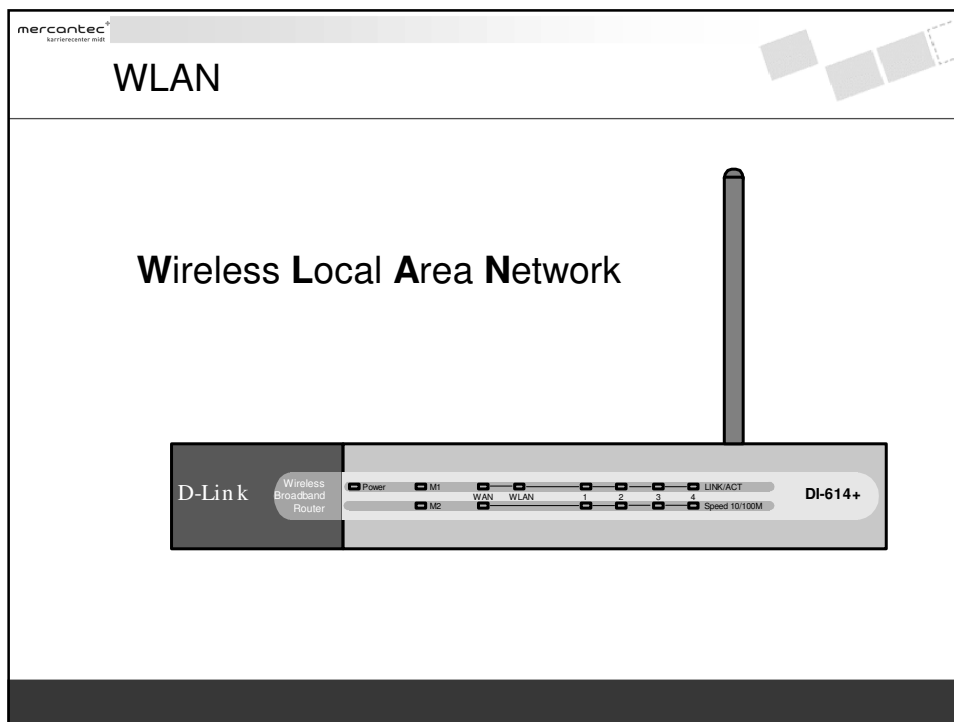
Firewall – flere informationer:

<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/>

© Mercantec 2009 340

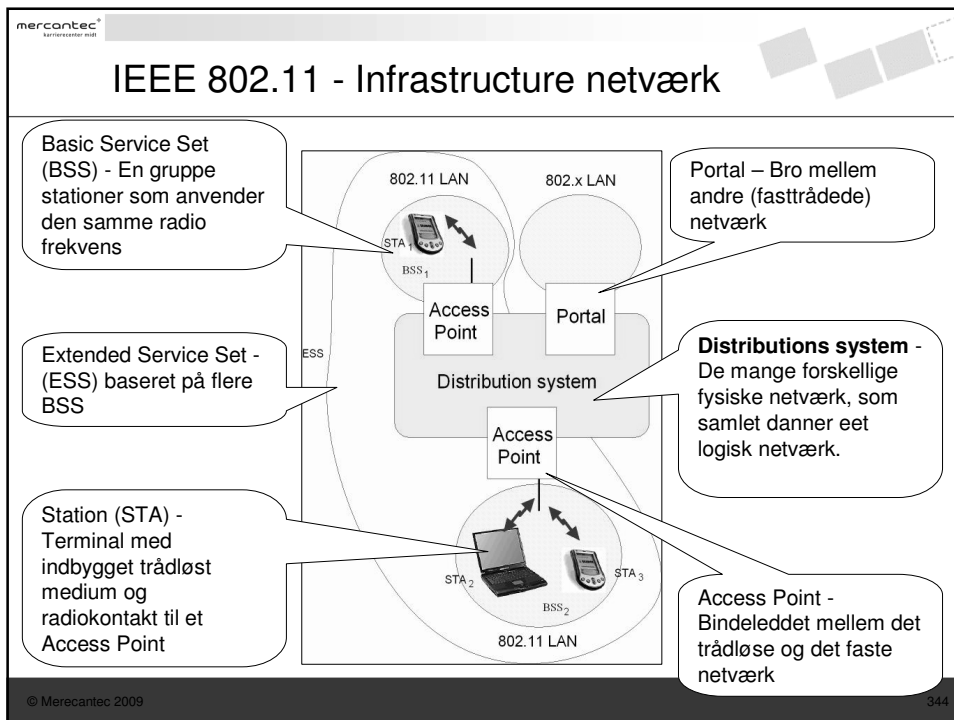
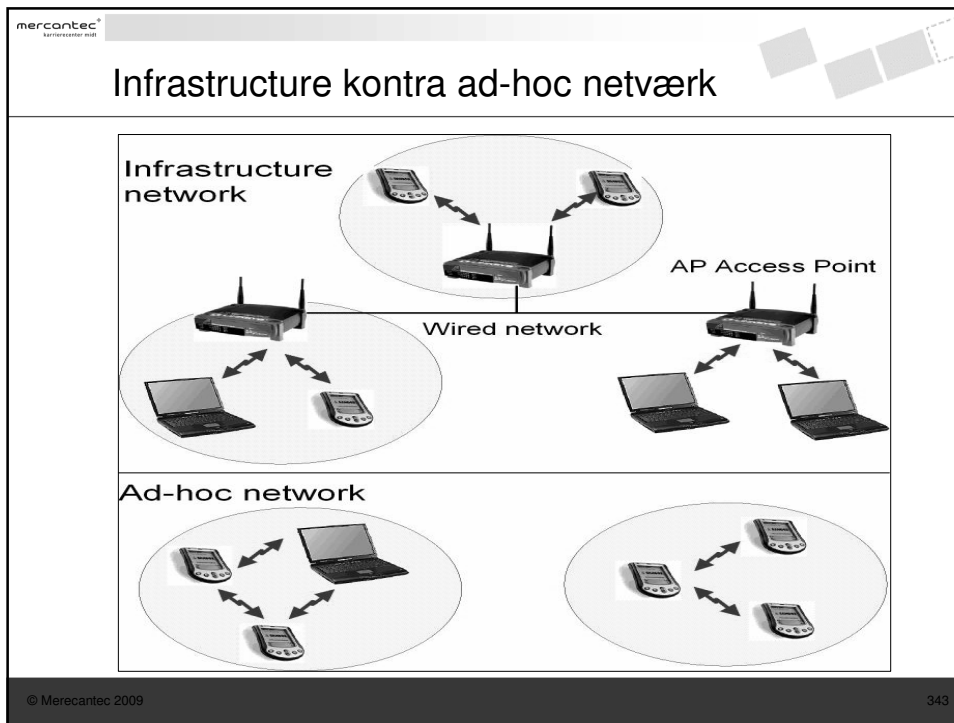


mercontec[®]
karrierecenter mit

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.

© Mercantec 2009 342



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 radio frekvens

© Mercantec 2009 345

IEEE 802.11 – Protokol arkitektur

Mobil terminal application	
TCP	
IP	
LLC	
802.11 MAC	
802.11 PHY	

Access point	
LLC	
802.11 MAC	802.3 MAC
802.11 PHY	802.3 PHY

F.eks. server application	
TCP	
IP	
LLC	
802.3 MAC	
802.3 PHY	

Teknologierne er vist i OSI modellen

© Mercantec 2009 346

mercantec[®]
Kommunikationsteknik

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)

© Mercantec 2009 347

mercantec[®]
Kommunikationsteknik

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 Extension (6, 12, 18 ... 54 Mbps)
- 802.11b Wi-Fi 2.4 GHz DSSS Extension (5.5 og 11 Mbps)
- 802.11g Wi-Fi 2.4 GHz DSSS Extension (6, 12, 18 ... 54 Mbps)
- 802.11gt Wi-Fi 2.4 GHz DSSS Extension (104 Mbps)
- 802.11n Wi-Fi 2.4 GHz DSSS Extension (300 Mbps) draft – forventes endeligt vedtaget i 2009
- Wi-Fi = Wireless Fidelity = Godkendt og certificeret udstyr
 - Se liste på hjemmesiden WWW.WECA.NET

© Mercantec 2009 348

mercantec[®]
Kommunikation

IEEE 802.11 WLANs

- 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

© Mercantec 2009 349

mercantec[®]
Kommunikation

5GHz contra 2.4GHz frekvensbånd

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

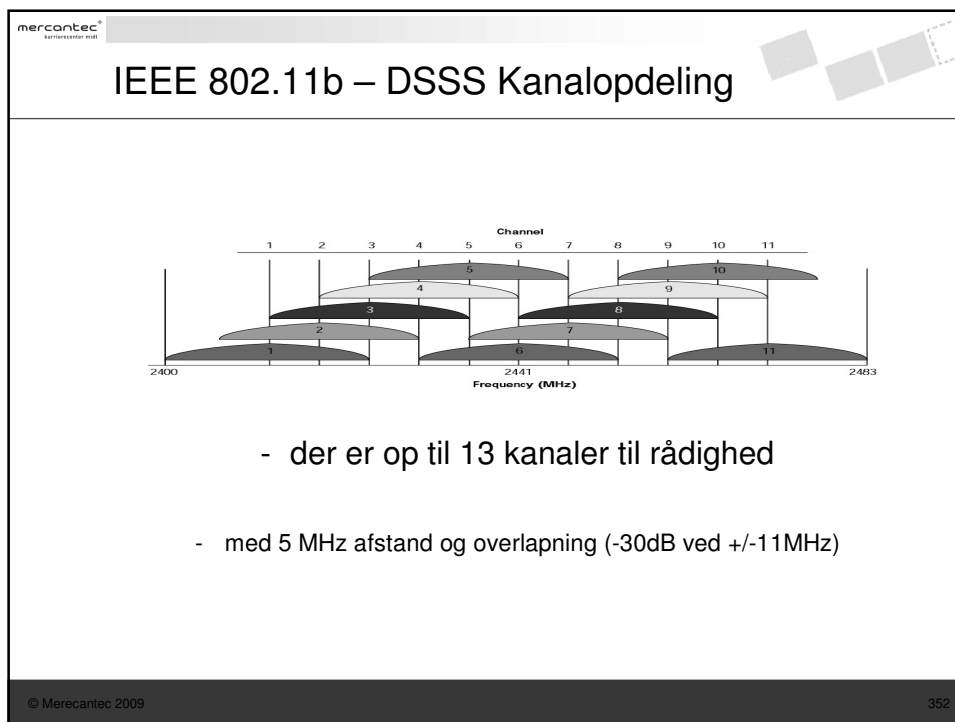
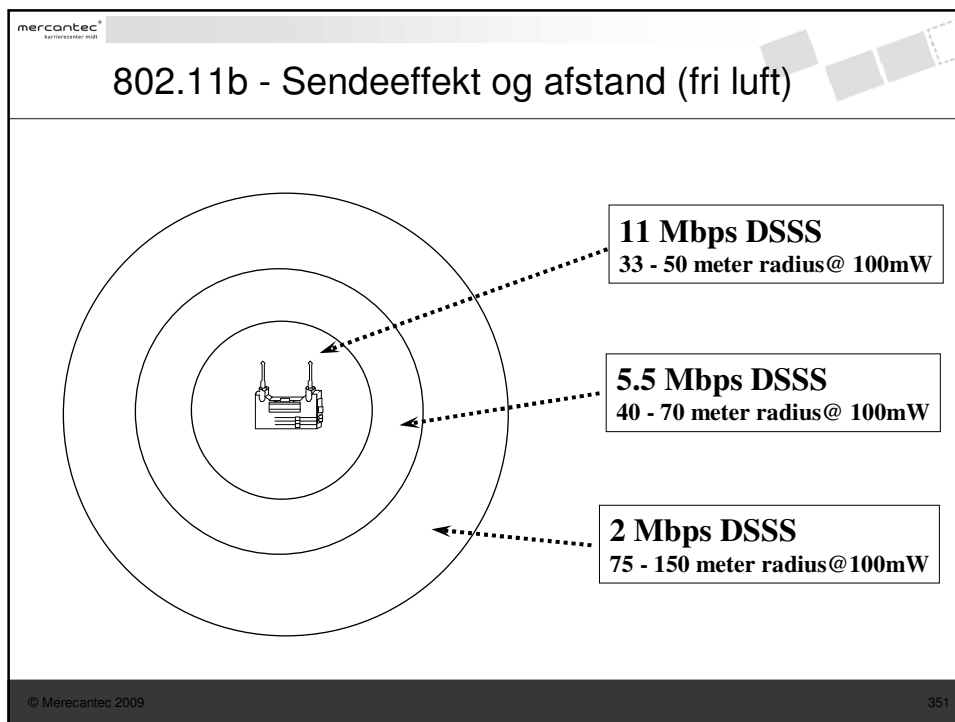
2.4GHz området

100 m

5GHz

33 m

© Mercantec 2009 350



mercantec[®]
kennedycenter.mil

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

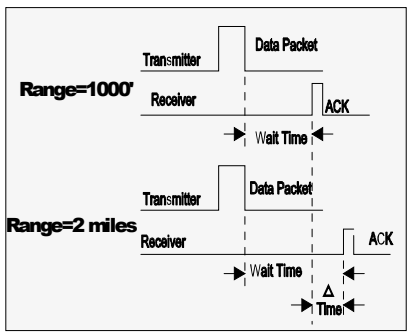
© Mercantec 2009 353

mercantec[®]
kennedycenter.mil

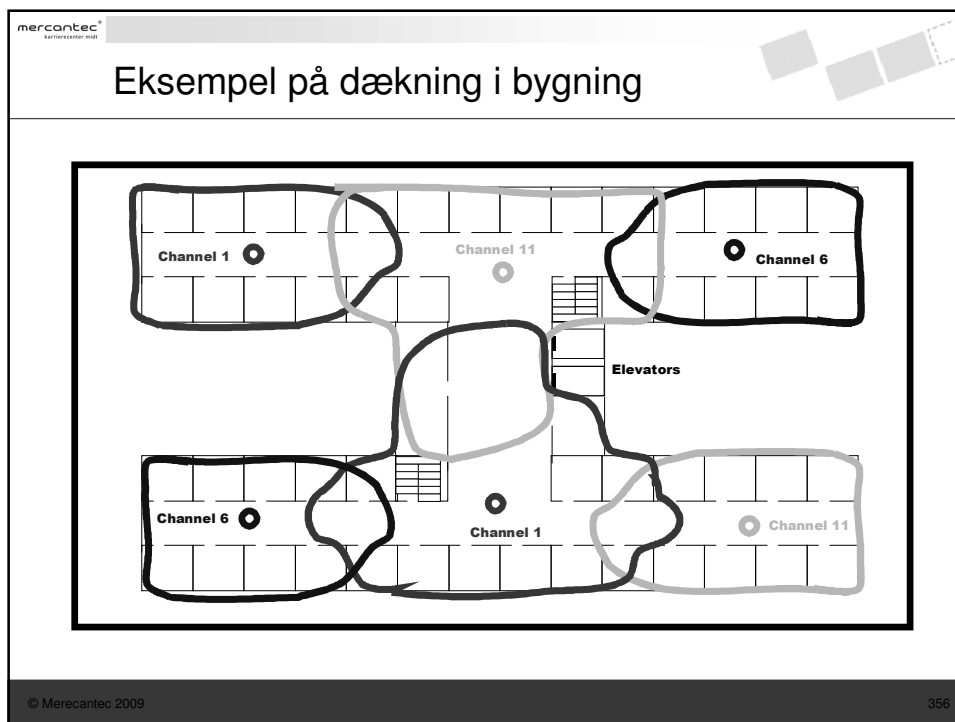
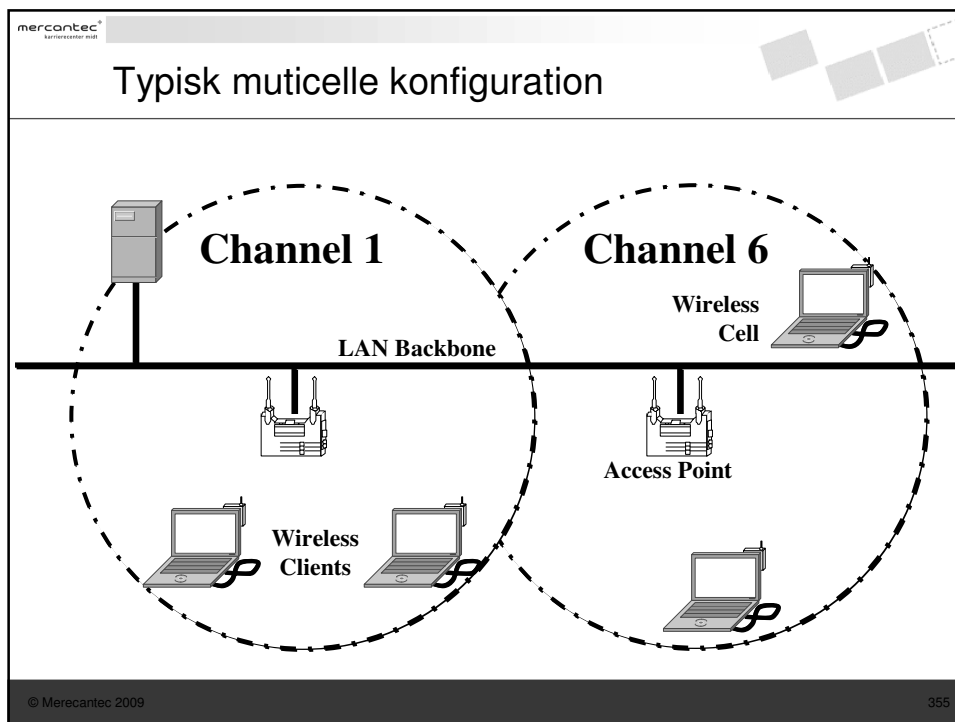
Protokollen begrænser afstanden

- 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)



© Mercantec 2009 354



mercantec[®]
Kommunikationsteknik

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

© Mercantec 2009 357

mercantec[®]
Kommunikationsteknik

Rækkevidde for trådløst netværk

<u>Hastighed:</u>	<u>Omgivelser:</u>		
	Mbit/s	Fri luft	Halvåbent
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

© Mercantec 2009 358

Forskellige materials dæmpning		
<u>Materiale:</u>	<u>Dæmper:</u>	<u>Anvendt i:</u>
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 20° vil dæmpningen svare til en væg som er 14 meter tyk!

Access Point

Væg 0.5m

Station

mercantec[®]
Kontaktcenter midt

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 og kan sniffes i hver pakke.

© Mercantec 2009 361

mercantec[®]
Kontaktcenter midt

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.
 - Er der en sundhedsrisiko ved radiostrålingen? Der er almindelig bekymring, men intet endeligt bevis for at det skulle være skadeligt.

© Mercantec 2009 362

mercantec[®]
Kunnsenter midt

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

© Mercantec 2009 363

mercantec[®]
Kunnsenter midt

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.
- WPA – 2
 - Bygger på WPA, med mere sikker beregning af krypteringsalgoritmen.
 - Mest sikre standard p.t.

© Mercantec 2009 364

Virtual Private Network - VPN

- datasikkerhed på tværs af usikre netværk

© Mercantec 2009 365

Hvad er et VPN?

- VPN - Virtual Private Network
- Et privat net (tunnel) gennem et offentligt net, fx Internettet
- Et VPN er et antal tilslutninger til et Backbone net som må udveksle trafik.
- Medlemmerne i et VPN må ikke udveksle trafik med andre.
- Et VPN er defineres af et sæt regler der
 - Definerer connectivitet og QoS mellem tilslutninger i VPN'et.

© Mercantec 2009 366

VPN Tunneling

- En tunnel er en vej mellem to enheder – typisk to Gateways – hvorigennem trafik kan passere uændret.

The diagram illustrates the tunneling process. On the left, Host 1 (IP 7.7) is connected to Gateway G1 (IP 80.1.2.3). A packet is sent from Host 1 to G1 with source IP 172.16.7.7 and destination IP 172.17.9.9. This packet is then encapsulated into a tunnel packet with source IP 80.1.2.3 and destination IP 72.5.6.7. This tunnel packet travels through the Internet to Gateway G2 (IP 72.5.6.7), which then forwards the original packet to Host 2 (IP 9.9).

© Mercantec 2009 367

VPN Kryptering

- Kryptering sikrer at uvedkommende ikke tyder data
- Kryptering af hele IP pakken, sikrer hemmelighedelse af identitet på afsender og modtager. (Originale IP adresser)

The diagram illustrates the encryption process. The network setup is identical to the tunneling diagram. However, the data field of the tunnel packet is now encrypted, represented by a binary string: "0sdfi139kdsdw2mwek weflio23oilkefnwefoio23". The source and destination IP addresses of the tunnel packet remain 80.1.2.3 and 72.5.6.7 respectively.

© Mercantec 2009 368

mercantec[®]
karrierecenter mit

IP Telefoni

The diagram illustrates an IP telephony network architecture. At the top, a LAN connects four devices: two H.323 Terminals, one H.323 Gatekeeper, and one H.323MC U. Below the LAN, an H.323 Gateway router connects to the Internet and PSTN clouds. The Internet cloud is connected to a Router, which in turn connects to another Router. The PSTN cloud is connected to an H.323 Terminal, an H.324 Terminal (PSTN), and an H.320 Terminal (ISDN).

- en præsentation!

mercantec[®]
karrierecenter mit

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 samt anlæg (færre kabler mv.).
- Behovet for multimediekommunikation kan nemt tilgodeses.
- Prisreduktion på alle telefonopkald, både lokalt og globalt.

A black and white photograph of a classic rotary telephone handset, showing the dial and the receiver.

© Mercantec 2009 370

mercantec⁺
Kontaktcenter midt

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.

© Mercantec 2009 371

mercantec⁺
Kontaktcenter midt

Hvilke problemer er der ved VoIP?

- For at få en god lyd kvalitet 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 imidlertid vist sig at være en meget svær opgave at få indbygget en ordentlig QoS i vores moderne switchede Ethernet-netværk og i transportnettene hos Internetudbydere. 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 lyd kvalitet og en mulig årsag kunne være at folk netop sammenligner det med den meget svingende lyd kvalitet man kan få ved Internet-telefoni mellem to PC'er over Internettet.

© Mercantec 2009 372

mercantec[®]
københavn center nord

Hvordan overføres tale via IP-pakker ?

- Talen konverteres fra analog 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.

© Mercantec 2009 373

mercantec[®]
københavn center nord

Tale fra analog til digitale IP-pakker

Analog → Digital

Tale

CODEC: analog til digital

Komprimering af tale

Opret tale datagram

Tilføj Header (RTP, UDP, IP, mv.)

Netværk

© Mercantec 2009 374

mercantec[®]
Kommunikation

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.

© Mercantec 2009 375

mercantec[®]
Kommunikation

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, ud fra traditionelle telefoni standarder.
- IETF(Internet Engineering Task Force) udvikler standarder til Internettet.
 - Session Initiation Protocol (SIP) beskriver hvordan man opsætter en "session" mellem 2 enheder på et pakkekoblet netværk fx Internettet.
 - Media Gateway Control Protocol (MGCP eller H.248) beskriver hvordan man håndterer signalering og sessioner i forbindelse med konference-kald.

© Mercantec 2009 376

mercantec[®]
 karrierecenter midt

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
 - T.120 som bruges til data deling
- H.323 indeholder H.323 terminaler, H.323 multipoint control units (MCU), H.323 gateways og H.323 gatekeepers.

© Mercantec 2009 377

mercantec[®]
 karrierecenter midt

H.323 enheder

The diagram illustrates the H.323 network architecture. On the left, a vertical list identifies the components: **Terminal**, **Gateway**, **Gatekeeper**, and **Multipoint Control Units (MCU)**. The network is divided into two main sections: Internet and PSTN.

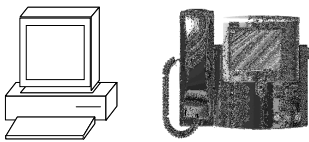
- Internet Section:** Contains an **Internet** cloud, a **Router** connected to it, and an **H.323 Gateway** (marked with a 'V') connected to the Internet Router. A **LAN** is also shown connected to the H.323 Gateway. On the LAN, there are four H.323 components: **H.323 Terminal**, **H.323 Terminal**, **H.323 Gatekeeper**, and **H.323 MCU**.
- PSTN Section:** Contains a **PSTN** cloud connected to the Internet Router and the H.323 Gateway. It includes an **H.320 Terminal (ISDN)** and an **H.324 Terminal (PSTN)**.
- MCU Section:** A **Router** is connected to the Internet Router and has an **H.323 Terminal** connected to it.

© Mercantec 2009 378

mercantec[®]
københavn

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



Terminal

© Mercantec 2009 379

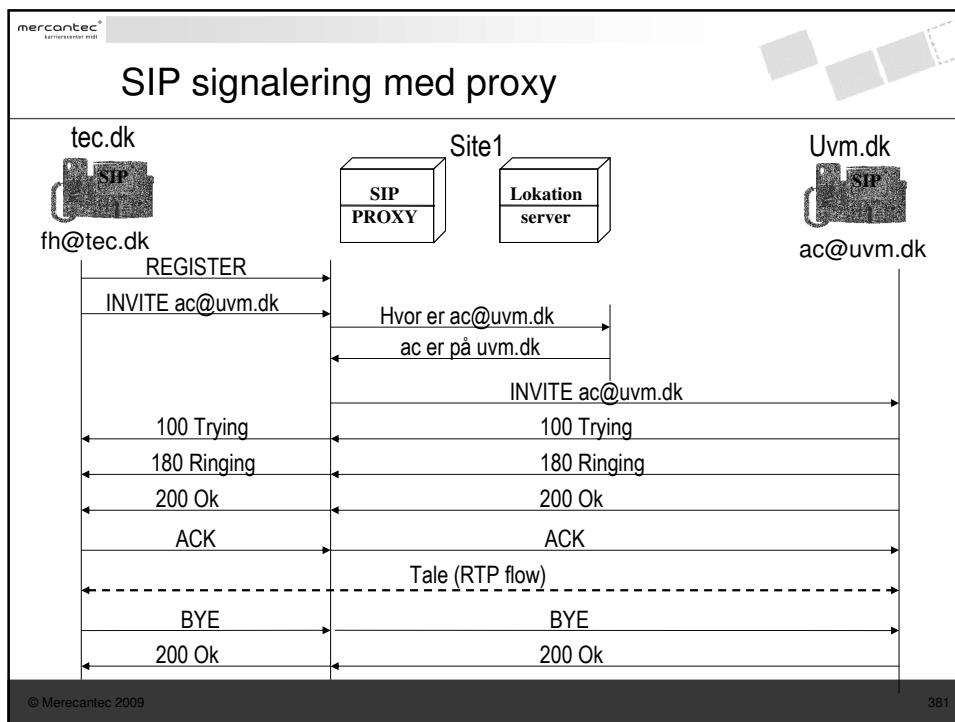
mercantec[®]
københavn

H.323 Protokol stack - suite

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

Audio Codec G.711	Video Codec H.261	RAS (H.225) Registrering	H.245 Kontrol og signalering	H.225 (Q.931) Kontrol og signalering
RTP / RTCP Overførsel af real-time video og audio				
UDP			TCP	
IP				

© Mercantec 2009 380

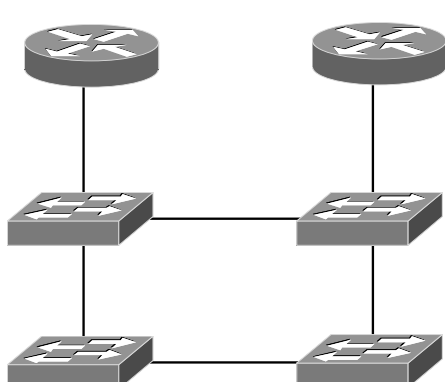


Egne notater:

© Mercantec 2009 382

mercantec[®]
KARRIERECENTRUM MITT

Spanning Tree Protocol



- sørger for redundante forbindelser på switchede net

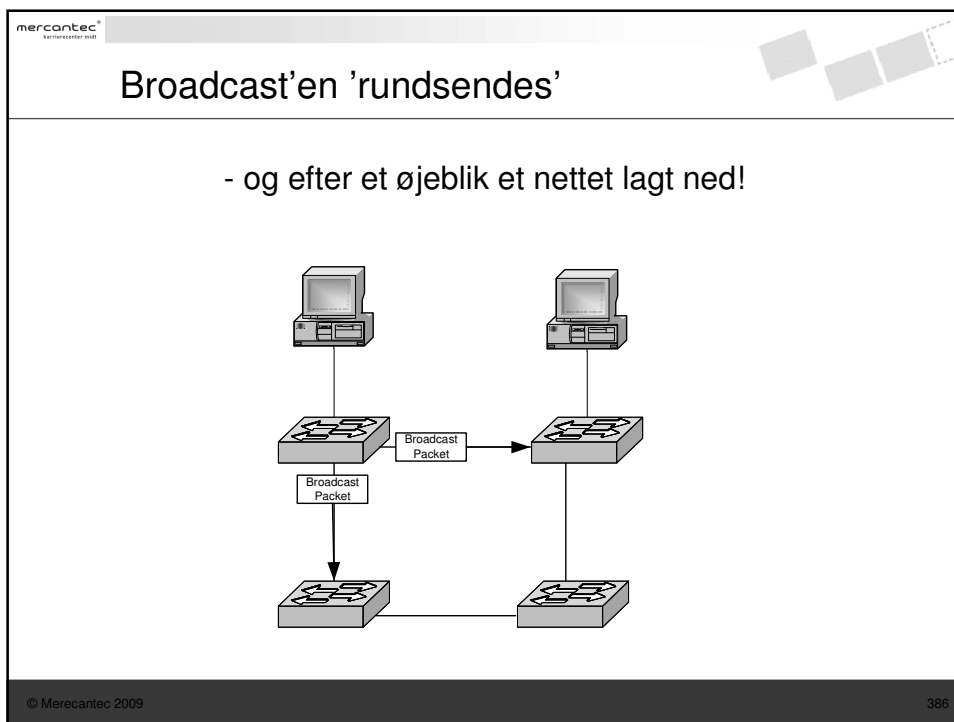
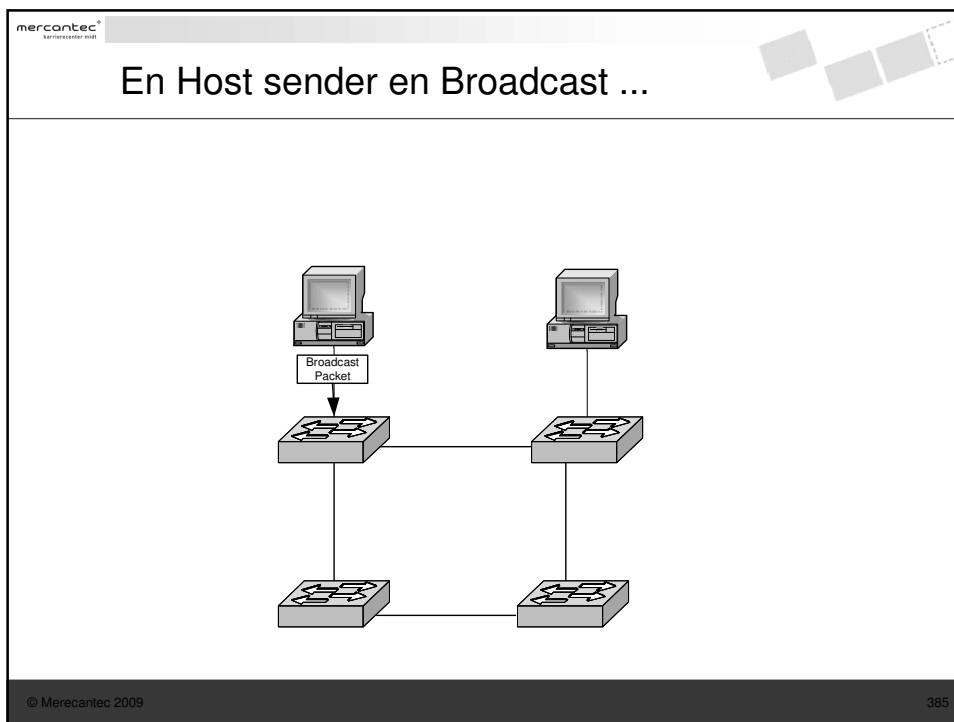
© Mercantec 2009 383

mercantec[®]
KARRIERECENTRUM MITT

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 mellem to enheder:
 - Kun en aktiv vej mellem to enheder åben
 - Alternative veje lukkede
 - Finder den mest effektive vej mellem to enheder
 - Sender og modtager opdateringer for at bygge bedste vej gennem nettet - kontinuerligt

© Mercantec 2009 384



mercantec[®]
Karrierecenter MIT

STP afhjælper problemet

- den bryder loop'et administrativt.

© Mercantec 2009 387

mercantec[®]
Karrierecenter MIT

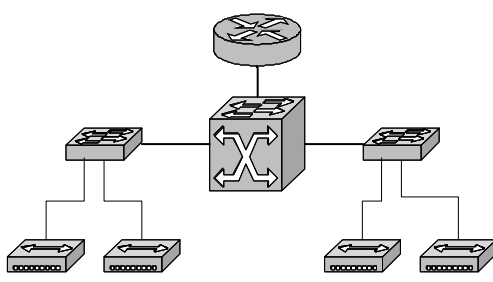
STP begreber

- 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!

© Mercantec 2009 388

mercantec[®]
københavn center nord

VLAN - Virtual Local Area Network



- opdeling af LAN i mindre broadcast zoner

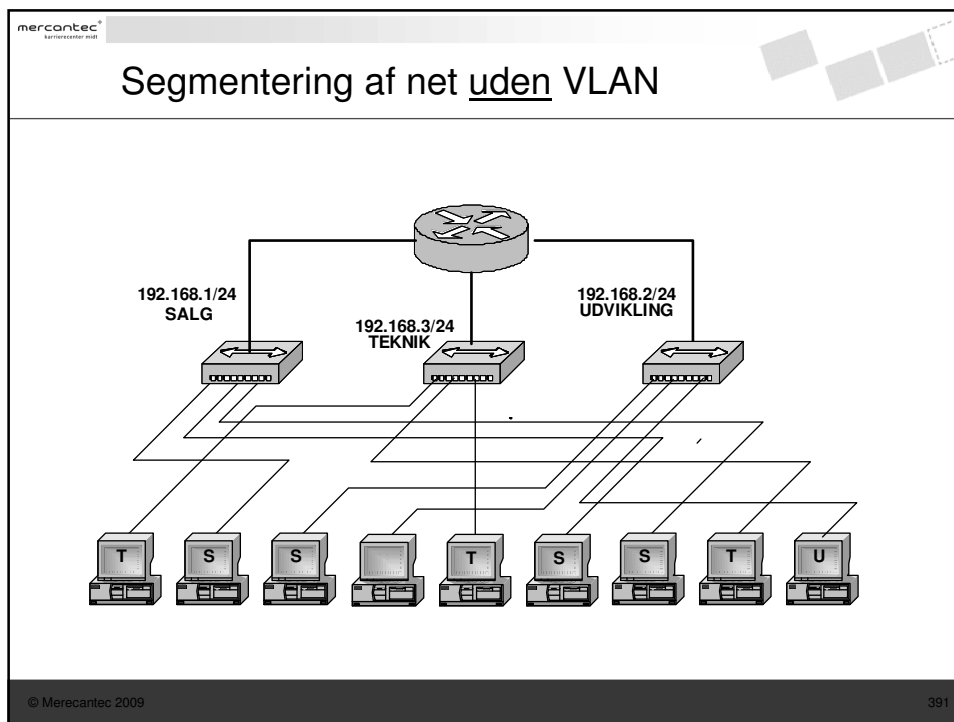
© Mercantec 2009 389

mercantec[®]
københavn center nord

Hvad er et VLAN?

- 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 LAN's, der er geografisk uafhængig af hinanden.
- Hver Ethernet ramme mærkes med et bestemt VLAN tilhørsforhold og dermed fungerer teknologien primært på OSI lag 2.
- Har man efterfølgende brug for det kan man få en router på OSI lag 3 til at flytte rammer imellem VLAN's, f.eks. for at skabe adgang til Internet.

© Mercantec 2009 390

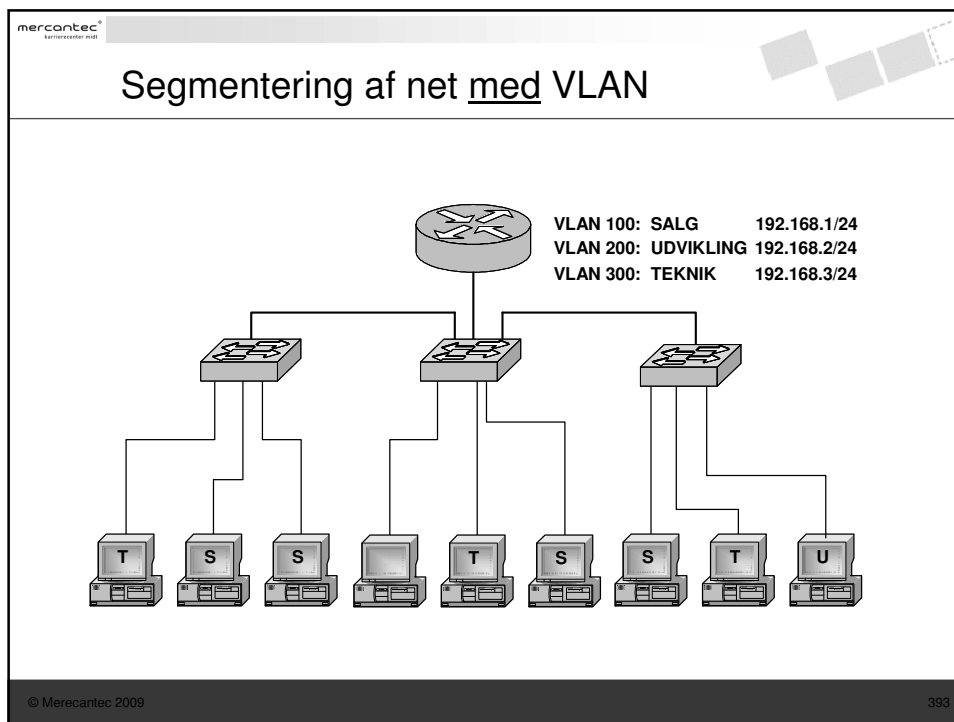


mercantec[®]
københavn

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)

© Mercantec 2009 392



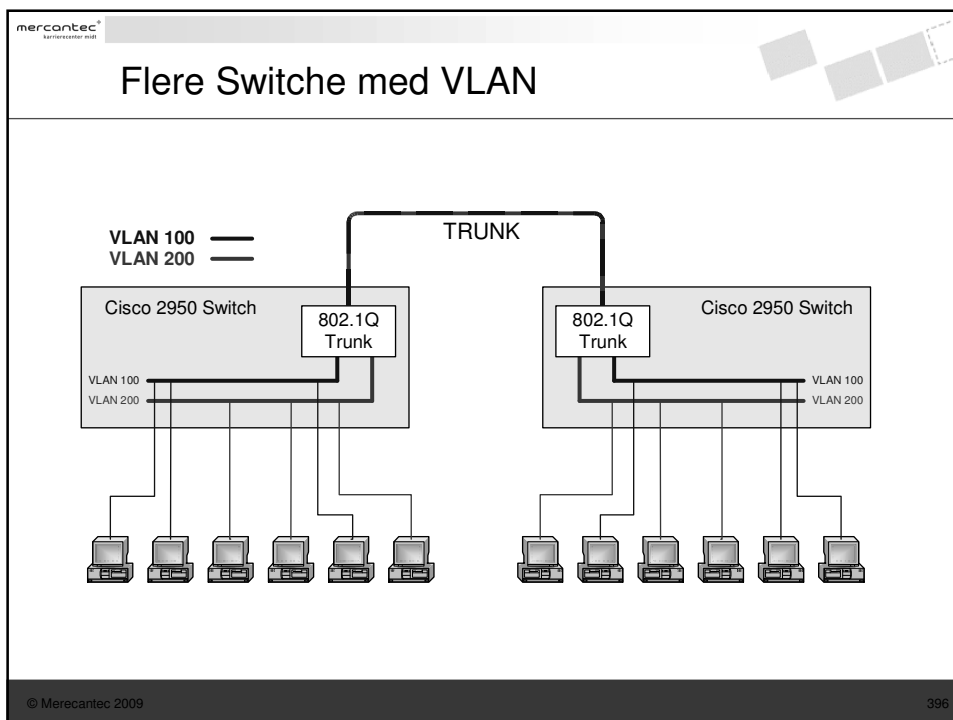
- mercantec[®]
København
- ## Segmentering af net med VLAN
- Nemt at flytte computer/bruger mellem segmenter. Automatisk eller administrativt.
 - Segmenter gøres uafhængige af for eksempel etager.
 - I store netværk forbliver kabelinstallationen enkel og ligetil.
 - Flere muligheder for at styrke sikkerheden på segmenterne.
 - Switche inddeler nettet i kollisionzoner.
 - Porte på samme VLAN er i samme broadcastzone.
- © Mercantec 2009 394

mercantec[®]
Karrierecenter MIT

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 overføre trafik mellem Switche eller Switche og Routers.

© Mercantec 2009 395



mercantec[®]
Kortcenter midt

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.

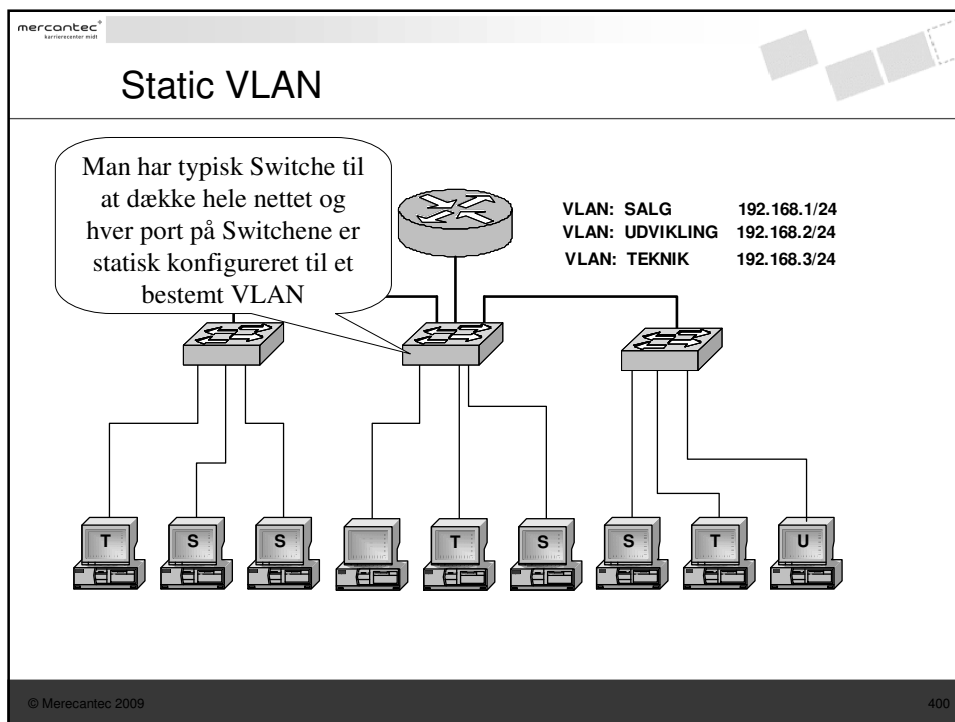
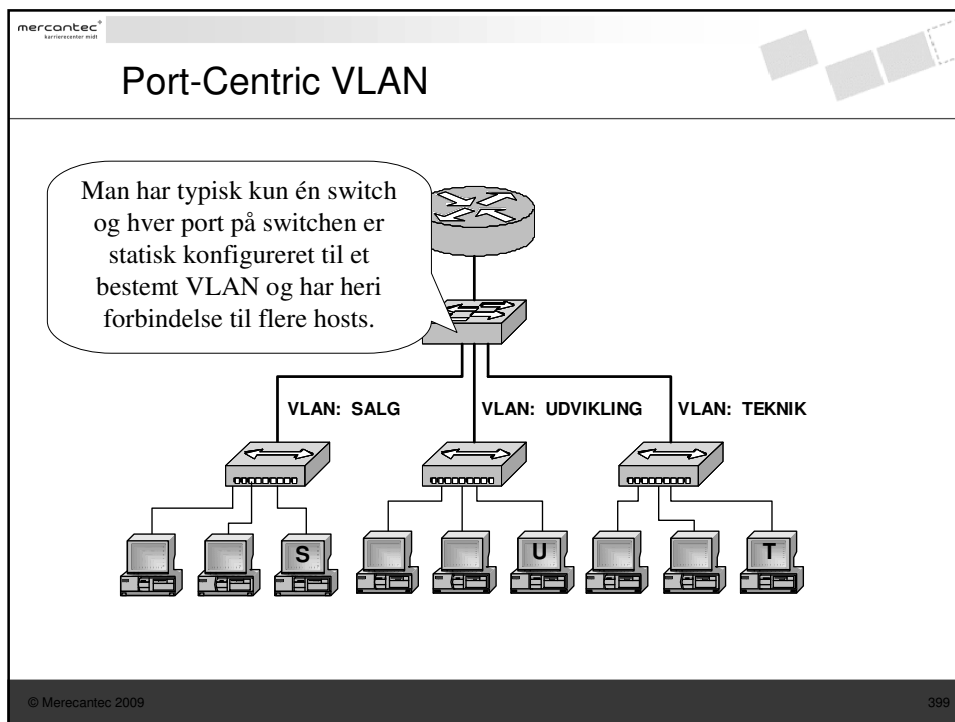
© Mercantec 2009 397

mercantec[®]
Kortcenter midt

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 ud fra MAC-, IP-adresse eller protokoltype

© Mercantec 2009 398



mercantec[®]
Kortcenter midt

Bilag 1: IP version 4 adresser

FRA IP	TIL IP	PREFIX	Klasse
0.0.0.0	127.255.255.255	0.0.0.0/1	Klasse A
128.0.0.0	191.255.255.255	128.0.0.0/2	Klasse B
192.0.0.0	223.255.255.255	192.0.0.0/3	Klasse C
224.0.0.0	239.255.255.255	224.0.0.0/4	Klasse D – Multicast adresser
240.0.0.0	255.255.255.255	240.0.0.0/4	Klasse E – Reserveret til fremtidig brug

Reserverede IP adresser – Privat net

FRA IP	TIL IP	PREFIX	Anvendes til
0.0.0.0	0.255.255.255	0.0.0.0/8	Reserveret til ARPA – Dem der opfandt IP
10.0.0.0	10.255.255.255	10.0.0.0/8	Reserveret til Privat net
127.0.0.0	127.255.255.255	127.0.0.0/8	Reserveret til Loopback adresse internt i host.
169.254.0.0	169.254.255.255	169.254.0.0/16	Microsoft automatisk konfigurerede adresser.
172.16.0.0	172.31.255.255	172.16.0.0/12	Reserveret til Privat net
192.168.0.0	192.168.255.255	192.168.0.0/16	Reserveret til Privat net
224.0.0.0	239.255.255.255	224.0.0.0/4	Klasse D – Multicast adresser
240.0.0.0	255.255.255.255	240.0.0.0/4	Reserveret til fremtidig brug


© Mercantec 2009 403

mercantec[®]
Kortcenter midt

Bilag 2: Windows netværks kommandoer

KOMMANDO	BESKRIVELSE
ARP	Address Resolution Protocol. Sammenkæder IP adresser og MAC adresser
FTP	File Transfer Protocol. FTP klient der kan lave filoverførsler med en FTP-server
IPCONFIG	Viser maskinens aktuelle IP konfiguration
NBTSTAT	Viser protokolstatistikker og aktuelle TCP/IP tilslutninger, der bruger NBT (NetBIOS over TCP/IP)
NET	Anvendes blandt andet til NetBIOS – delte filer og printere
NETSTAT	Netværks statistik. Viser netværks aktivitet og trafik.
NSLOOKUP	Name Server Lookup – Henter oplysninger fra DNS servere
ROUTE	Vis eller ændre maskinens Route tabel
PING	Testkommando der sender pakker til en modtager som svarer tilbage.
TELNET	Telnet klient der kan lave en opkobling til en Telnet server.
TRACERT	Trace route – Sporer rute gennem nettet til en modtager.

For anvendelse af kommandoerne kan syntaksen ofte findes ved at skrive /? efter kommandoen:



```

C:\Documents and Settings\heth>PING /?
Format: ping [-t] [-a] [-n antal] [-l størrelse] [-f] [-i TTL] [-v TOS]
          [-r antal] [-s antal] [-j værtsliste] [-k værtsliste]
          [-w timeout] destinationsnavn
  
```

© Mercantec 2009 404

mercantec⁺
Kortcenter midt

Bilag 3: IP test

Nyttige Ping test adresser:

Test eget netkort: 127.0.0.1

Test dit netværks Router adresse eller en anden maskine på dit LAN.

Test forbindelsen til Google (på 72.14.221.104 eller 66.249.93.104), eller en anden kendt IP-adresse på Internettet.

Test forbindelsen gennem DNS til f.eks.: ping google.dk

Syntaks for kommandoer IPCONFIG:

ipconfig	Viser PC'ens IP adresse m.m.
ipconfig /all	Viser PC'ens IP adresse udvidet.
ipconfig /release	Sletter PC'ens IP adresse
ipconfig /renew	Henter en ny automatisk DHCP tildelt IP adresse

© Mercantec 2009 405

mercantec⁺
Kortcenter midt

Bilag 4: Sammenligning mellem OSI, TCP/IP og hardware

OSI lagene:		Elementerne fra TCP/IP & Ethernet standarderne:				Hardware:
Nr :	Navn:	Dataformat:	Indkapsling:	Funktioner:	TCP/IP protokollerne:	
7	Applikation	Samlet datamængde	Sessions ID (= Port numre)	Standardiseret grænseflade til applikationerne	Upper layer protocols: SMTP, rlogin, FTP, Telnet, TFTP, Bootp, NFS	
6	Præsentation			Kodekonvertering (ASCII), komprimering/dekomprimering, kryptering/dekryptering		
5	Session			Client/server proces-kontrol, afslører logiske fejl, administrerer sessioner, holder styr på login/logout		
4	Transport	Segmenter	Port numre	TCP er forbindelsesorienteret, UDP er forbindelsesløs, punkt-til-punkt kontrol via portnumre, isolerer lag 1-3 fra 5-7, ansvarlig for rækkefølgen af segmenter.	TCP, UDP	
3	Netværk	IP-pakker	IP-adresser	Adresserer og router pakkerne, fragmentering & defragmentering, forbindelsesløs kommunikation	Lower layer protocols: IP, ICMP, ARP, RARP	Router, Lag 3 Switch
2	Datalink	Ethernet frames	Mac-adresser	Kontrollerer dataflow fysisk, flowkontrol og fejlhåndtering, læser fysiske adresser		Bro, Lag 2 Switch
1	Fysisk	Rå bitstrøm		Grænsesnit mellem medie & udstyr, definerer det elektriske & mekaniske, indkodning og timing		Netkort, Hub, Repeater

© Mercantec 2009 406

