

HOUSE OF TECHNOLOGY  
- en del af mercantec<sup>+</sup>



## IP routing

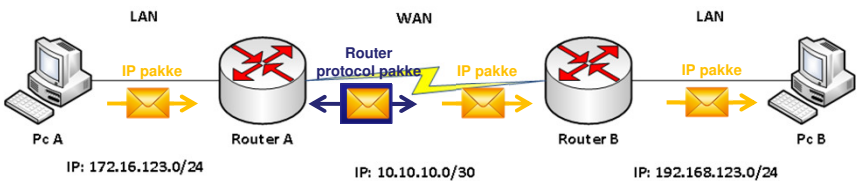
- flytter pakkerne effektivt på lag 3!

## Netteknik 1

### Routingsteknik

HOUSE OF TECHNOLOGY  
- en del af mercantec<sup>+</sup>

- Routers er de enheder på netværket som kan **flytte IP datapakker** mellem **forskellige logiske netværk** (IP net)



LAN WAN LAN


Pc A Router A Router B Pc B

IP: 172.16.123.0/24 IP: 10.10.10.0/30 IP: 192.168.123.0/24

- Routers er normalt **Default gateway** for enheder der er medlem af et bestemt **LAN**, og routeren kender dermed **'alle andre net'**!
- Routers **'snakker sammen'** med andre routere via **routing protokoller**, og de lærer dermed – dynamisk - mange andre netværk at kende ☺

© Mercantec 2014

## Routetabellen



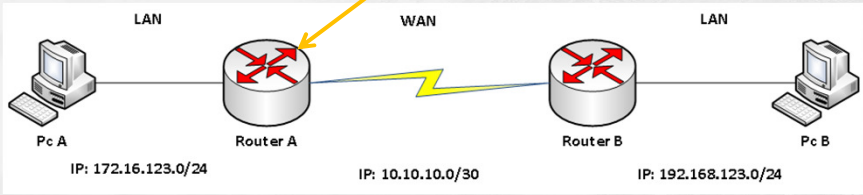
- en del af **mercantec**<sup>+</sup>

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

```
Router#sh ip rou
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       I - IS-IS, I1 - IS-IS level-1, I2 - IS-IS level-2, Ia - IS-IS inre
       * - candidate default, U - per-user static route, o - OOR
       P - periodic downloaded static route


Gateway of last resort is not set

10.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C    10.10.10.0 is directly connected, Serial0/1/0
R    172.16.0.0/16 [120/1] via 10.10.10.1, 00:00:21, Serial0/1/0
C    192.168.123.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```



© Mercantec 2014

## Routing protokoller



- en del af **mercantec**<sup>+</sup>

- 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)
  - **EIGRP** (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol)
  - **OSPF** (Open Shortest Path First)
  - **IS-IS** (Intermediate System to Intermediate System)
- 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 den gamle Ethernet LAN protokol **NetBEUI** (Net BIOS Extended User Interface) **er ikke** en routed protokol fordi den mangler IP adresser

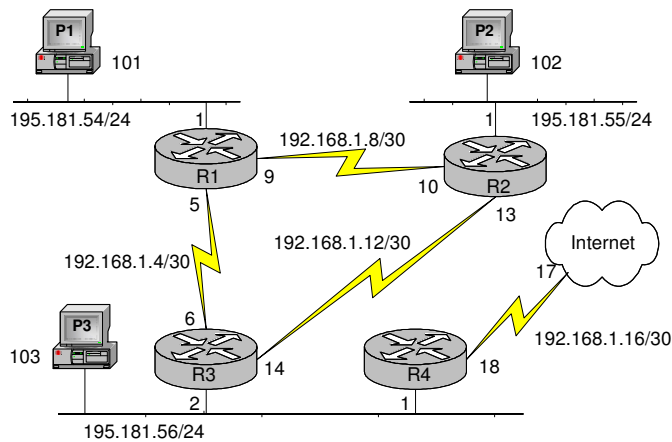
© Mercantec 2014

## Opbygning af Routetabellen




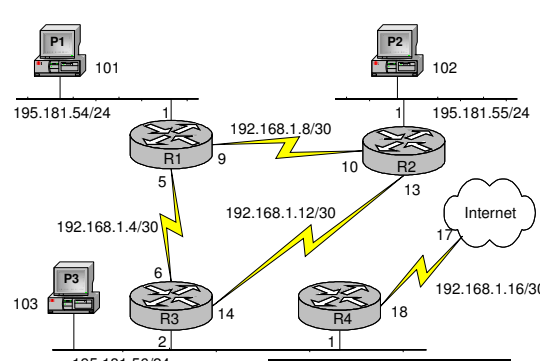
- Routetabellen kan modtage informationer både statisk og dynamisk:
  - **Statisk** opbygning
    - Informationer til tabellen **indtastes manuelt**.
  - **Dynamisk**
    - Informationer til tabellen **modtages automatisk** via routningsprotokollerne:
      - **RIP, OSPF, IGRP, BGP....**
    - Der er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

## Netværk til demonstration af RIP



## Én routetabel i hver router





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

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


  

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

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

## Statisk kontra dynamisk routing



- en del af mercantec<sup>+</sup>

- **Statiske routes**
  - Manuelt opsatte og faste routes i router tabellen
  - De ændres kun når administratoren mener der er behov for det
  - Denne form for routing er **meget tidskrævende og besværlig**, idet der **ikke sker en automatisk ændring/opdatering af route tabellen** hvis nettet f.eks. ændres pga. et nedbrud i en netværksforbindelse
  - En statisk route kan fx være gateway adressen for en PC
  
- **Dynamiske routes**
  - Router protokoller som opsætter router tabellen automatisk og finder den bedste vej at route data. Routen ændres automatisk hvis der sker ændringer i nettet
  - Routing metric (måleenhed til "den bedste vej" at route data) kan være:
    - Belastning, Antal router hop, Båndbredde, Stabilitet, Delay og Pris

© Mercantec 2014

## Hvordan virker RIP routing?



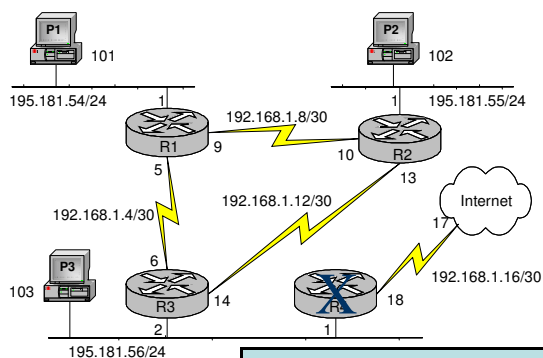
- en del af mercantec\*

- 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 naboroutere 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 RIP protokollens funktion 😊

© Mercantec 2014

## R1, R2 og R3 er lige tændt ...

H  
T



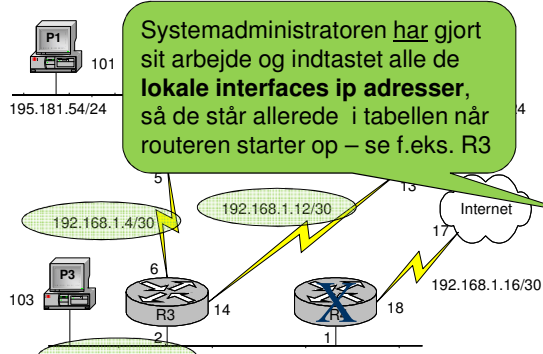
Routetabel R2		
NETVÆRK	SENDES TIL	HOP
195.181.55/24	195.181.55.1	1
192.168.1.8/30	192.168.1.10	1
192.168.1.12/30	192.168.1.13	1

Routetabel 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

Routetabel 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

© Mercantec 2014

R1, R2 og R3 er lige tændt ...



Systemadministratoren har gjort sit arbejde og indtastet alle de lokale interfaces ip adresser, så de står allerede i tabellen når routeren starter op – se f.eks. R3

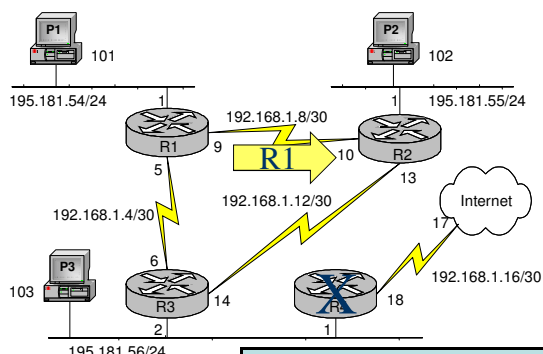
H  
T

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

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

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

R1 opdaterer R2 via RIP pakke



H  
T

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

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

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

### To mulige veje til 192.168.1.8?

© Mercantec 2014

NETVÆRK	SENDES TIL	HOP
195.181.55/24	195.181.55.1	1
<b>192.168.1.8/30</b>	<b>192.168.1.10</b>	<b>1</b>
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
<b>192.168.1.8/30</b>	<b>192.168.1.9</b>	<b>2</b>

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

### Mindst antal hop vælges!

© Mercantec 2014

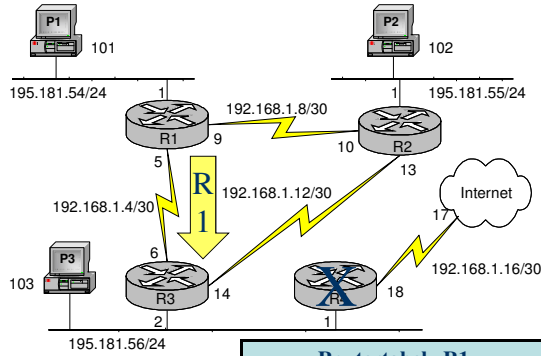
NETVÆRK	SENDES TIL	HOP
195.181.55/24	195.181.55.1	1
<b>192.168.1.8/30</b>	<b>192.168.1.10</b>	<b>1</b>
192.168.1.12/30	192.168.1.13	1
195.181.54/24	192.168.1.9	2
192.168.1.4/30	192.168.1.9	2

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

### R1 opdaterer R3

H  
T



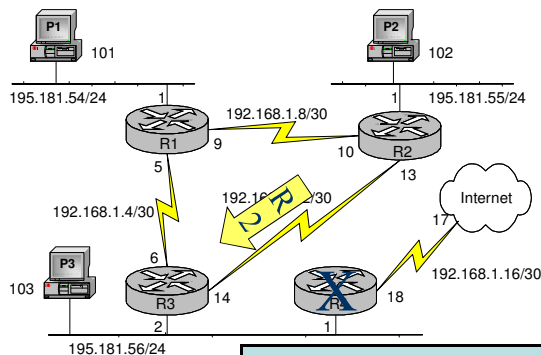
Routertabel R2		
NETVÆRK	SENDES TIL	HOP
195.181.55/24	195.181.55.1	1
<b>192.168.1.8/30</b>	<b>192.168.1.10</b>	<b>1</b>
192.168.1.12/30	192.168.1.13	1
195.181.54/24	192.168.1.9	2
192.168.1.4/30	192.168.1.9	2

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

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

### R2 opdaterer R3

H  
T



Routertabel R2		
NETVÆRK	SENDES TIL	HOP
195.181.55/24	195.181.55.1	1
<b>192.168.1.8/30</b>	<b>192.168.1.10</b>	<b>1</b>
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

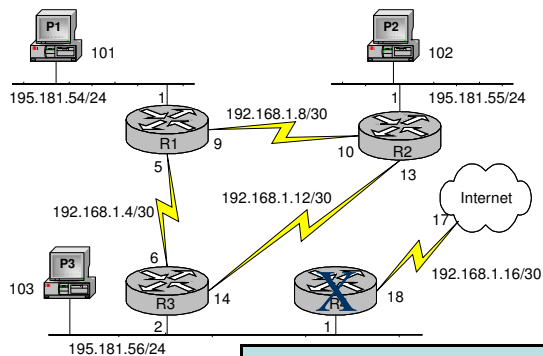
Routertabel R3		
NETVÆRK	SENDES TIL	HOP
195.181.56/24	195.181.56.2	1
192.168.1.4/30	192.168.1.6	1
192.168.1.12/30	192.168.1.14	1
195.181.54/24	192.168.1.5	2
192.168.1.8/30	192.168.1.5	2
<b>195.181.55/24</b>	<b>192.168.1.13</b>	<b>2</b>

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



Lidt efter: Alle routere opdateret!

H  
T  
●



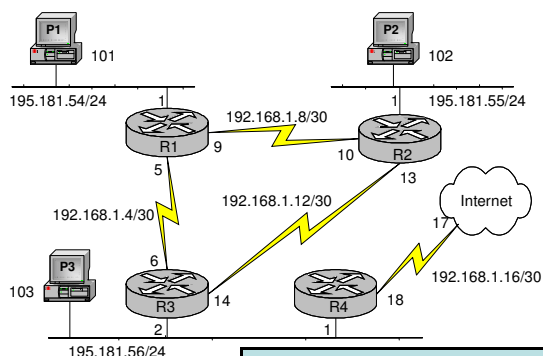
Routertabel R1		
NETVÆRK	SENDES TIL	HOP
195.181.54/24	195.181.54.1	1
192.168.1.4/30	192.168.1.5	1
192.168.1.8/30	192.168.1.9	1
195.181.55/24	192.168.1.10	2
192.168.1.12/30	192.168.1.10	2
195.181.56/24	192.168.1.6	2

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

Default Gateway tændes...

H  
T  
●

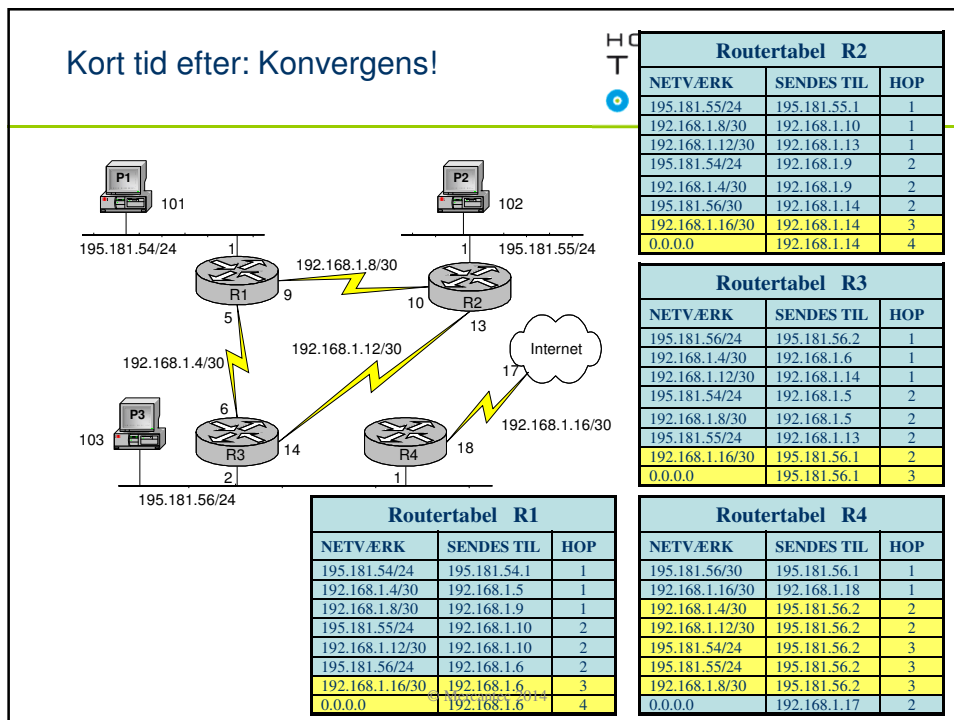


Routertabel R1		
NETVÆRK	SENDES TIL	HOP
195.181.54/24	195.181.54.1	1
192.168.1.4/30	192.168.1.5	1
192.168.1.8/30	192.168.1.9	1
195.181.55/24	192.168.1.10	2
192.168.1.12/30	192.168.1.10	2
195.181.56/24	192.168.1.6	2

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

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



**RIP - teknisk set**

HOUSE OF TECHNOLOGY  
  
 - en del af mercantec\*

- 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 2014

RIP - teknisk set (fortsat)



- en del af mercantec\*

▪ **Fordele**

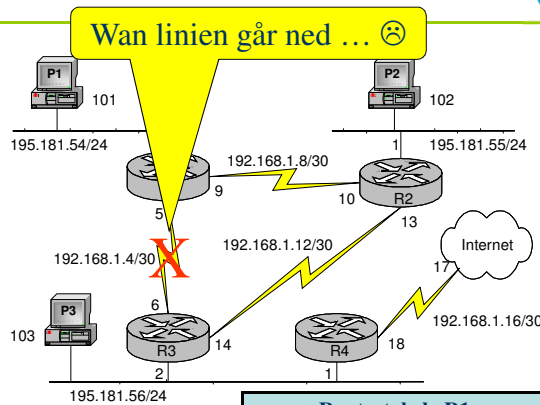
- Simpel opdatering.
- Simpel implementering.
- God til mindre net. Op til Ca. 20 routere
- Hvis nettet kun består af Cisco-routere se IGRP

▪ **Ulemper**

- Periodiske opdateringer fylder båndbredde
- Langsom til at "konvergere". (Opdatere)
- Uegnet til større net.
- Tager ikke hensyn til båndbredde eller andre parametre.

© Mercantec 2014

Når der sker ændringer ...



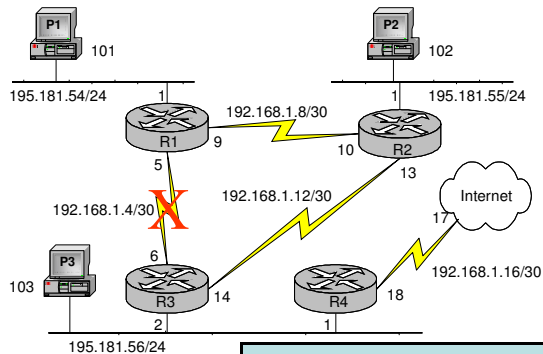
Routertabel R1		
NETVÆRK	SENDES TIL	HOP
195.181.54/24	195.181.54.1	1
192.168.1.4/30	192.168.1.5	1
192.168.1.8/30	192.168.1.9	1
195.181.55/24	192.168.1.10	2
192.168.1.12/30	192.168.1.10	2
195.181.56/24	192.168.1.6	2
192.168.1.16/30	192.168.1.6	3
0.0.0.0	192.168.1.6	4

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

### R1 og R3 'opdager' tabt WAN



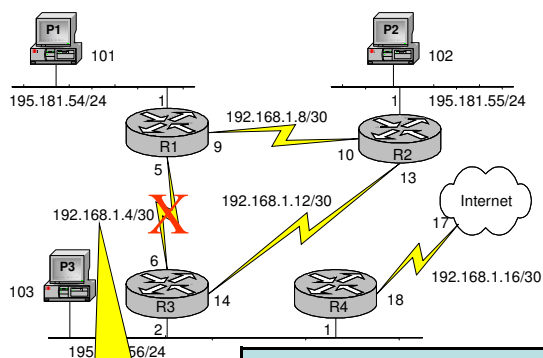
Routertabel R1		
NETVÆRK	SENDES TIL	HOP
195.181.54/24	195.181.54.1	1
192.168.1.4/30	192.168.1.5	1
192.168.1.8/30	192.168.1.9	1
195.181.55/24	192.168.1.10	2
192.168.1.12/30	192.168.1.10	2
195.181.56/24	192.168.1.6	16
192.168.1.16/30	192.168.1.6	16
0.0.0.0	192.168.1.6	16

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

### Nye router giver igen konvergens!



Transportnettet 192.168.1.4/30 'forsvinder' fra tabellerne = dynamik!

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

Routertabel 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
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
192.168.1.12/30	192.168.1.14	1
195.181.54/24	192.168.1.13	3
192.168.1.8/30	192.168.1.13	2
195.181.55/24	192.168.1.13	2
192.168.1.16/30	195.181.56.1	2
0.0.0.0	195.181.56.1	3

Routertabel R4		
NETVÆRK	SENDES TIL	HOP
195.181.56/30	195.181.56.1	1
192.168.1.16/30	192.168.1.18	1
192.168.1.12/30	195.181.56.2	2
195.181.54/24	195.181.56.2	4
195.181.55/24	195.181.56.2	3
192.168.1.8/30	195.181.56.2	3
0.0.0.0	192.168.1.17	2

## En nyere Distance Vector protokol

HOUSE OF TECHNOLOGY  
- en del af mercantec\*

- **EIGRP** - Enhanced 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 2014


## Link State protokoller

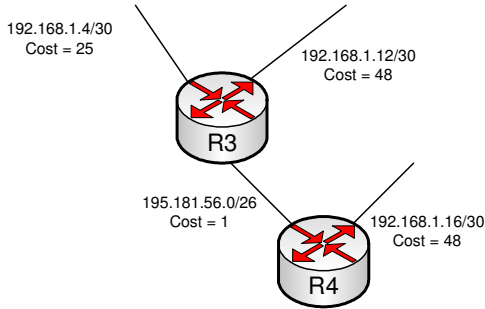
HOUSE OF TECHNOLOGY  
- en del af mercantec\*

- En helt anden type routing protokol end distance vector typen er **link state** protokollen:
  - Link State = **forbindelsens tilstand**
    - Link state **UP** eller Link state **DOWN**
  - Hvis en link ændrer state sendes en **LSA** pakke til alle andre routere som er med i protokol-samarbejdet
  - Alle routere prøver nu aktivt at finde en ny vej frem til netværket bag den defekte link og de 'snakker sammen' via protokollen undervejs
  - 'Bedste vej' til netværket udregnes ved hjælp af en **algoritme** kaldet **Shortest Path First, SFP**
    - Algoritmen er udviklet af professor Dijkstra, en hollandsk matematiker ©

© Mercantec 2014

R4 'bygger' Dijkstra topologi træ ...

HOUSE OF TECHNOLOGY  
  
 - en del af mercantec<sup>+</sup>



ROUTER	LINK	COST
R4	195.181.56.1/24	1
R4	192.168.1.18/30	48
R3	195.181.56.2/24	1
R3	192.168.1.6/30	25
R3	192.168.1.14/30	48

© Mercantec 2014

Link State – og dens fordele ☺

HOUSE OF TECHNOLOGY  
  
 - en del af mercantec<sup>+</sup>

- Link State routingsprotokol sender ikke hele route-tabeller
  - Kun små Link State Advertisements - LSA'er – sendes mellem routerne
  - Dette **sparer båndbredde** og giver **meget hurtig konvergens i nettet**
  - Kan håndtere **meget store netværk**
  
- Eksempler på link state protokoller:
  - **OSPF** (Open Shortest Path First)
  - **IS-IS** (Intermediate System to Intermediate System)

© Mercantec 2014