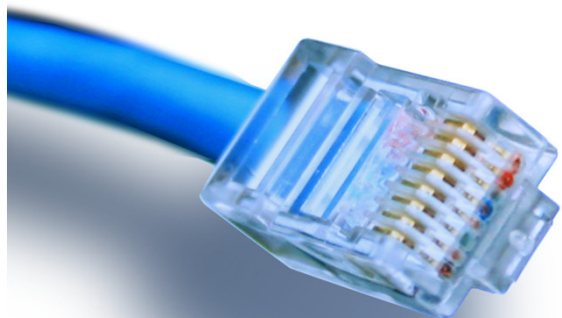


HOUSE OF
TECHNOLOGY



- en del af **mercantec**⁺

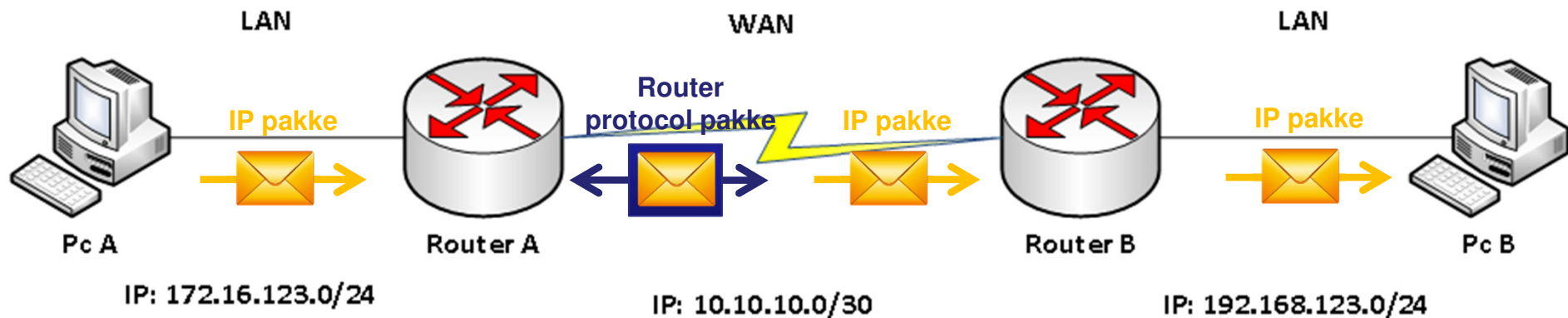


IP routing

- flytter pakkerne effektivt på lag 3!

Netteknik 1

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



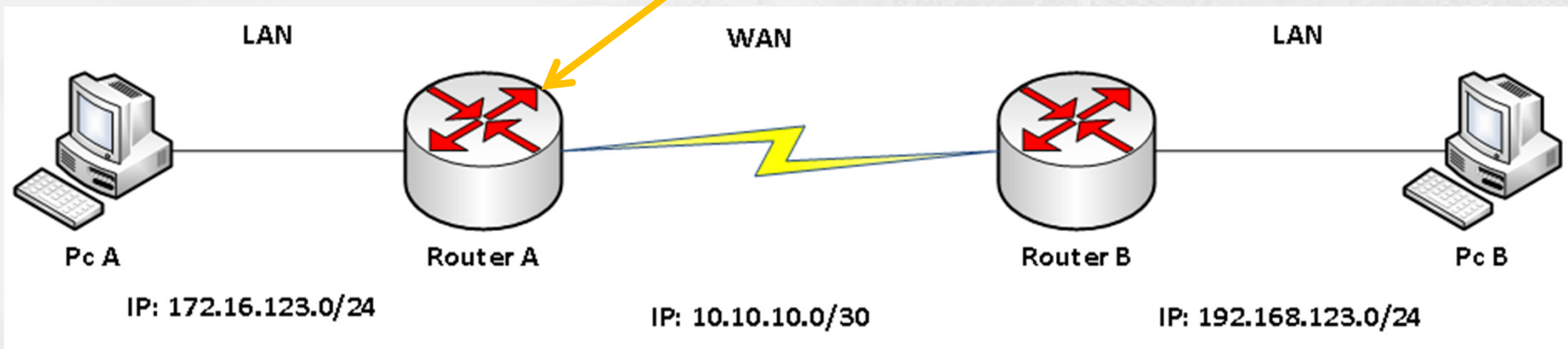
- Routers er normalt **Default gateway** for enheder der er medlem af et bestemt **LAN**, og routeren kender dermed **'alle andre net'**!
- Routers **'snakker sammen'** med andre routere via **routing protokoller**, og de lærer dermed – dynamisk - mange andre netværk at kende 😊

- 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, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inte
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

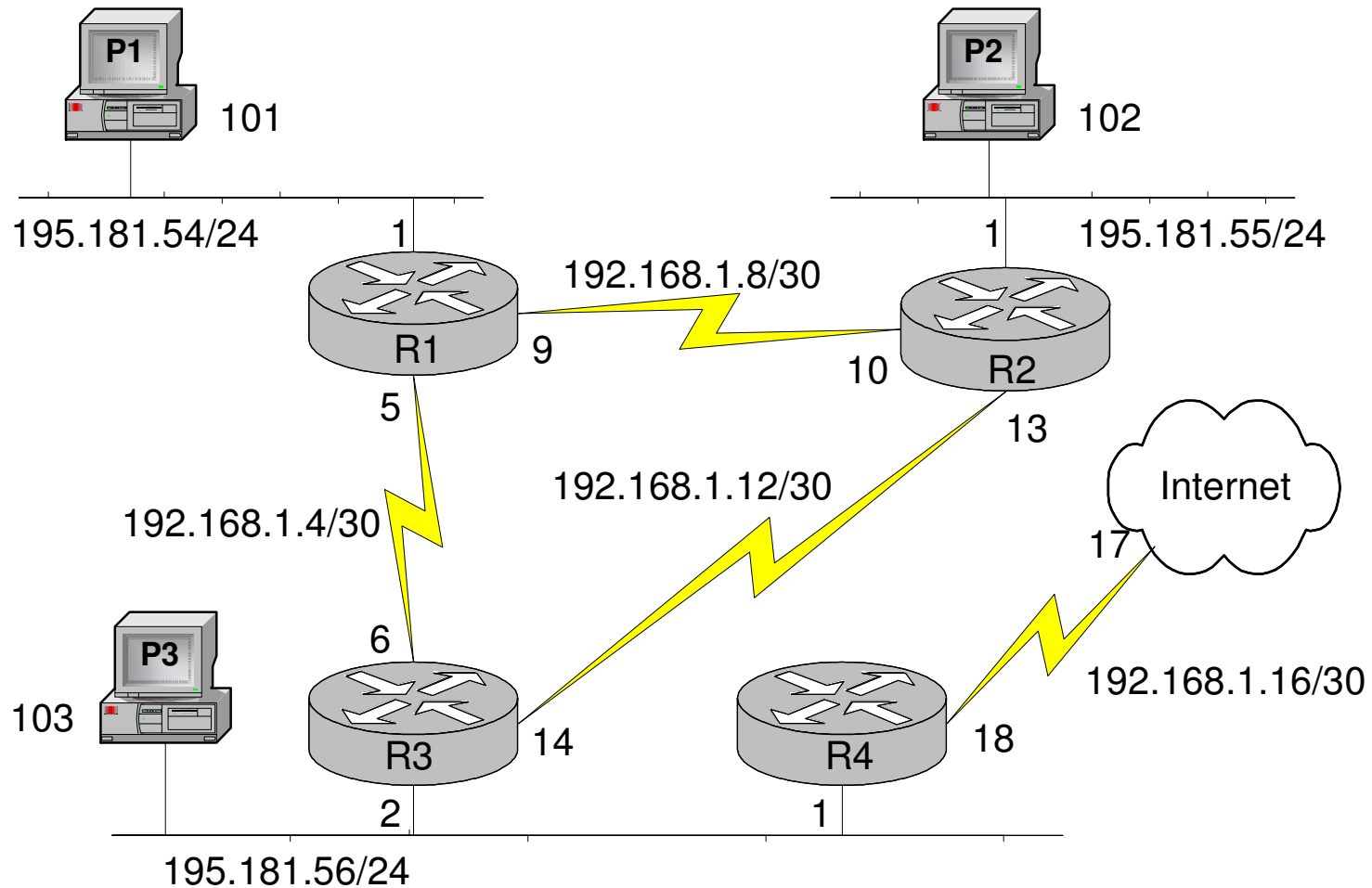
  10.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
   C       10.10.10.0 is directly connected, Serial0/1/0
   R       172.16.0.0/16 [120/1] via 10.10.10.1, 00:00:21, Serial0/1/0
   C       192.168.123.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```



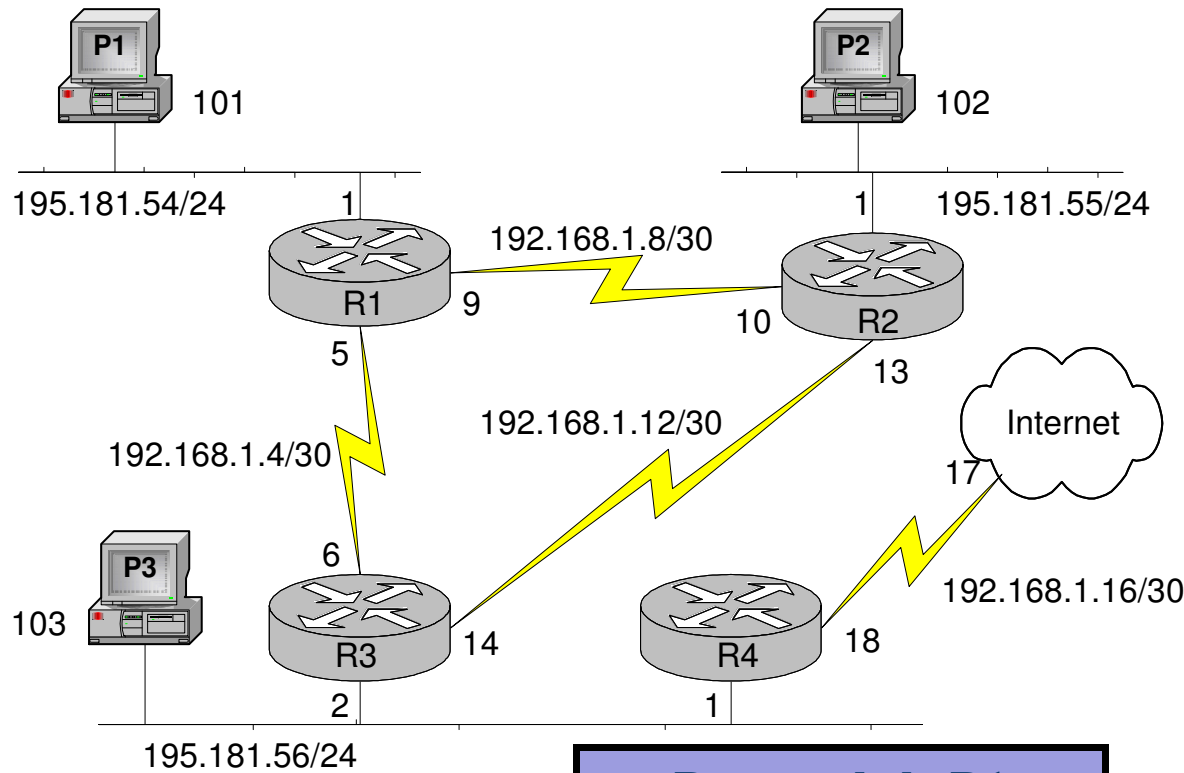
- En **routing protokol** tillader routere at kommunikere med andre routere for at opdatere og vedligeholde deres router tabeller. På den måde deles router informationen mellem routerne. Eksempler på routing protokoller er:
 - **RIP** (Routing Information Protocol)
 - **EIGRP** (Enhanced Interior Gateway 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

- 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

■ 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

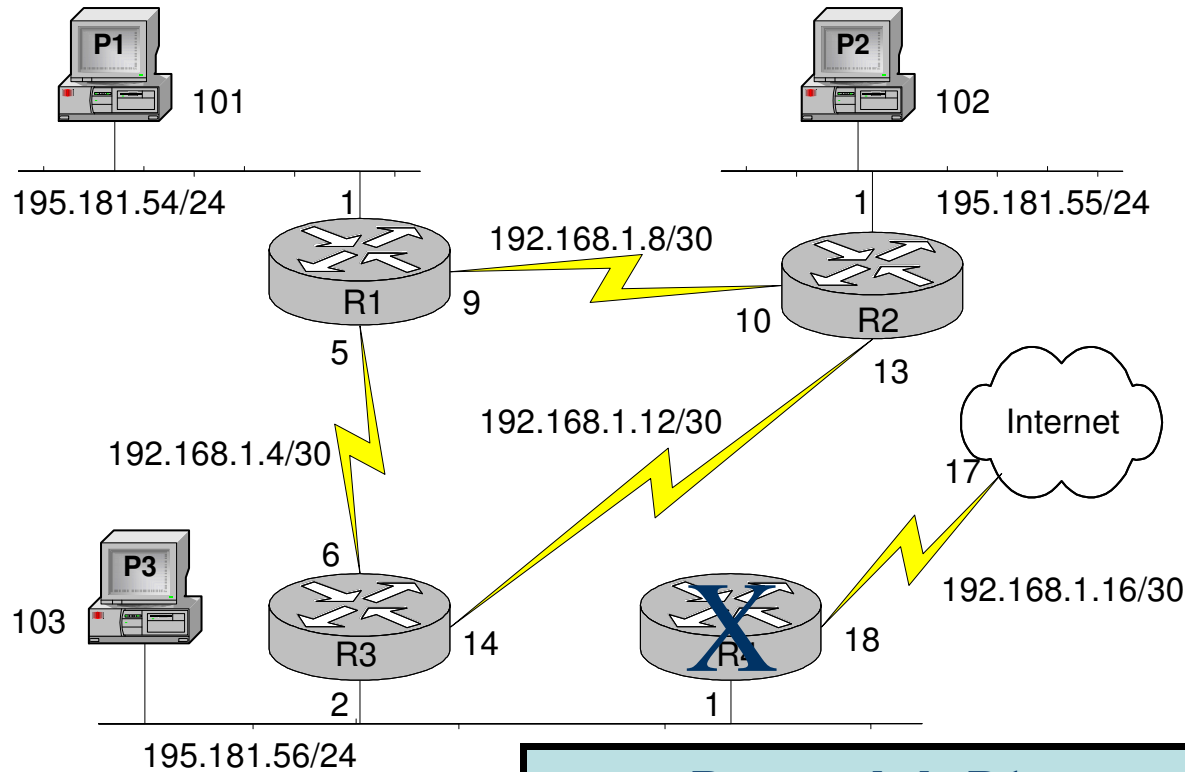
- Router protokoller som opsætter router tabellen automatisk og finder den bedste vej at route data. Routen ændres automatisk hvis der sker ændringer i nettet
- Routing metric (måleenhed til "den bedste vej" at route data) kan være:
 - Belastning, Antal router hop, Båndbredde, Stabilitet, Delay og Pris

Hvordan virker RIP routing?

- 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 naborrouters 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 protokolens funktion 😊

R1, R2 og R3 er lige tændt ...

HO
T
●



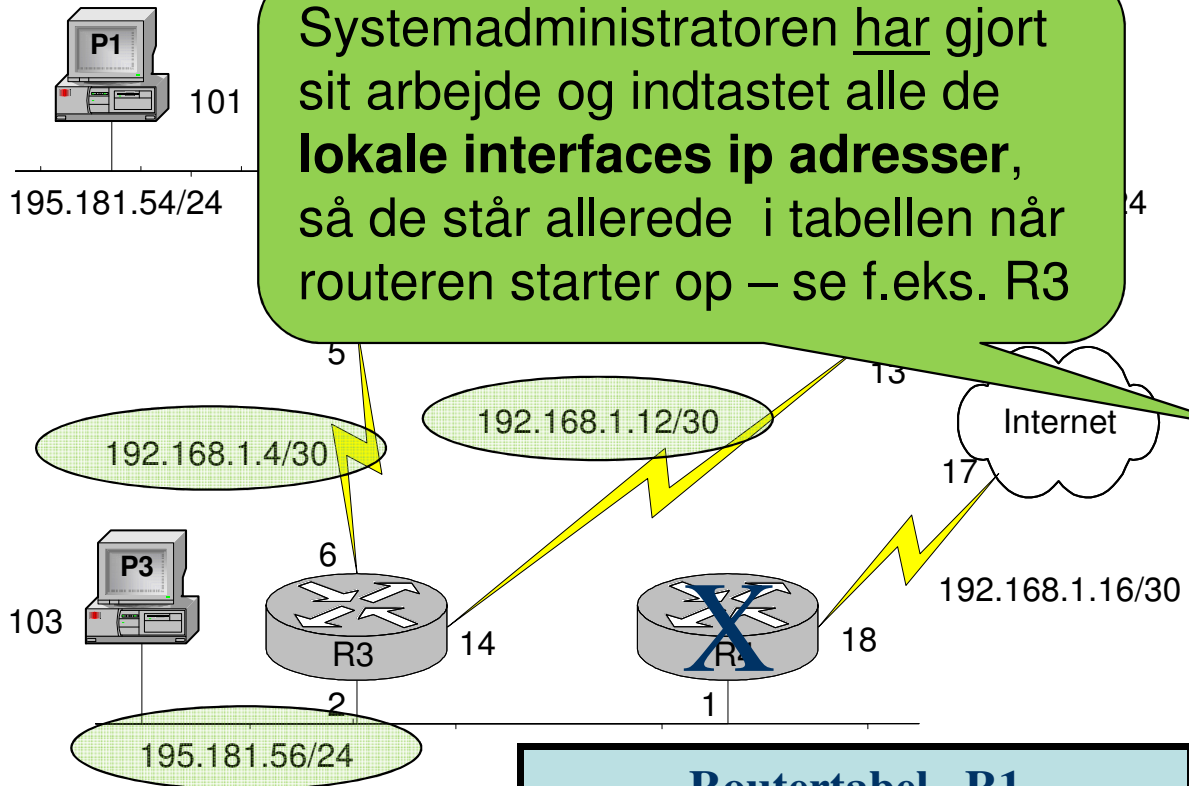
Routertabel R2		
NETVÆRK	SENDES TIL	HOP
195.181.55/24	195.181.55.1	1
192.168.1.8/30	192.168.1.10	1
192.168.1.12/30	192.168.1.13	1

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, R2 og R3 er lige tændt ...

HC
T
●



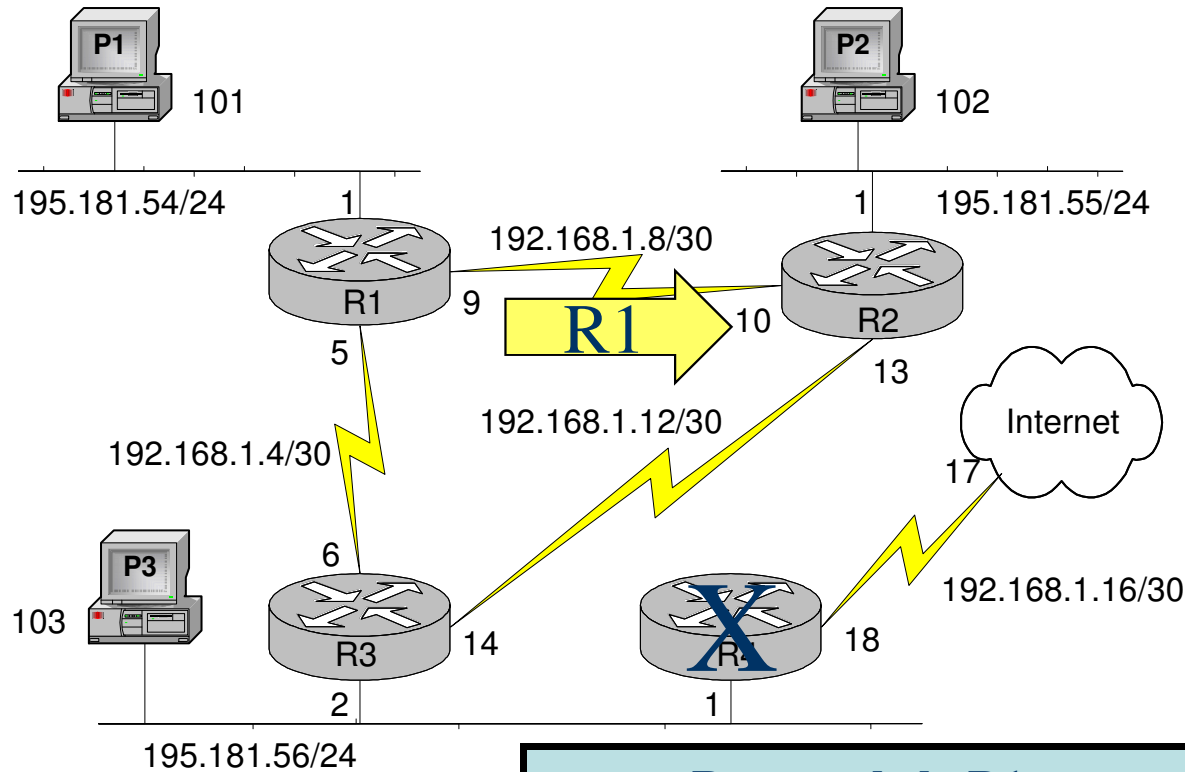
Routertabel R2		
NETVÆRK	SENDES TIL	HOP
195.181.55/24	195.181.55.1	1
192.168.1.8/30	192.168.1.10	1
192.168.1.12/30	192.168.1.13	1

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

HO
T
●



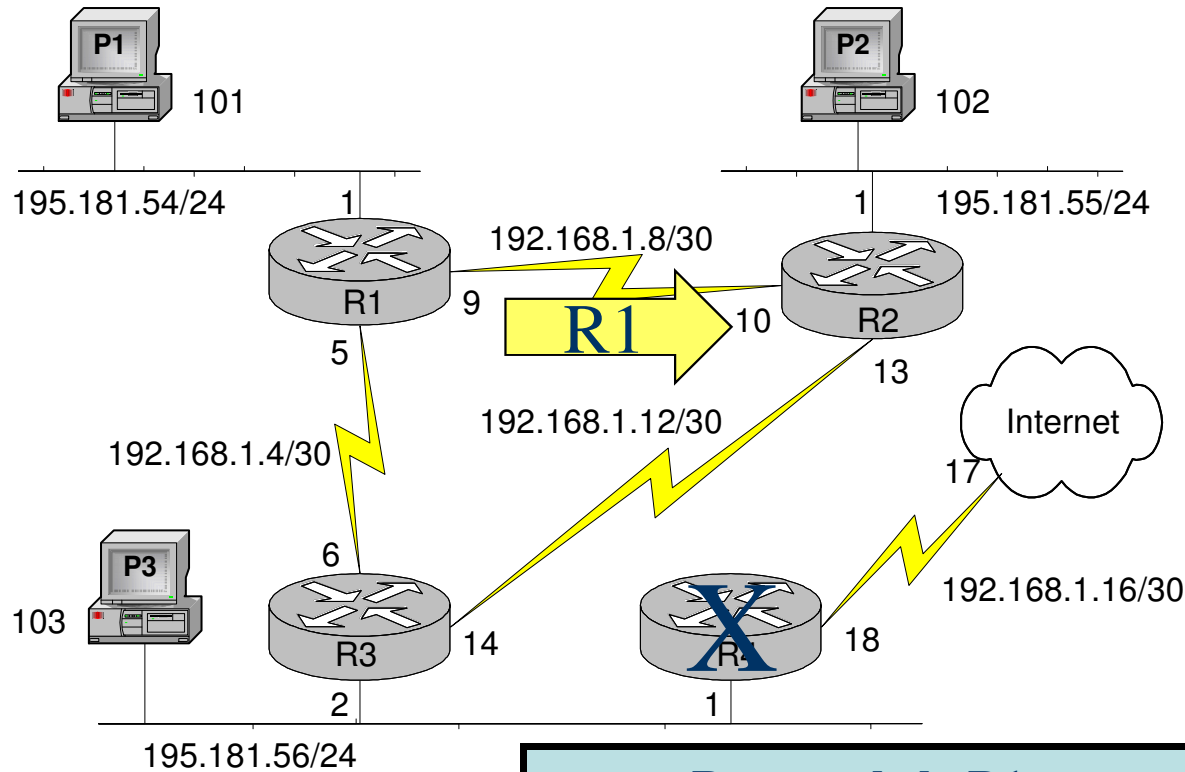
Routertabel R2		
NETVÆRK	SENDES TIL	HOP
195.181.55/24	195.181.55.1	1
192.168.1.8/30	192.168.1.10	1
192.168.1.12/30	192.168.1.13	1
195.181.54/24	192.168.1.9	2
192.168.1.4/30	192.168.1.9	2
192.168.1.8/30	192.168.1.9	2

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?

HC
T
●



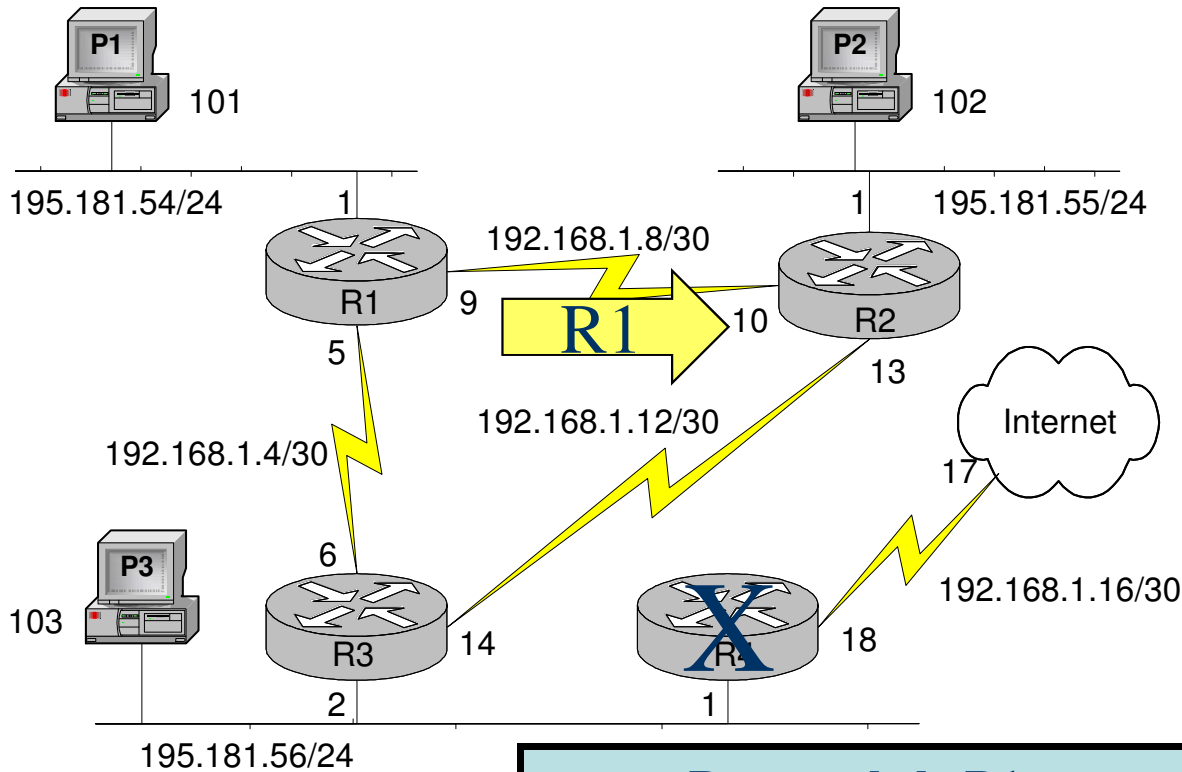
Routertabel R2		
NETVÆRK	SENDES TIL	HOP
195.181.55/24	195.181.55.1	1
192.168.1.8/30	192.168.1.10	1
192.168.1.12/30	192.168.1.13	1
195.181.54/24	192.168.1.9	2
192.168.1.4/30	192.168.1.9	2
192.168.1.8/30	192.168.1.9	2

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

Mindst antal hop vælges!

HC
T
●



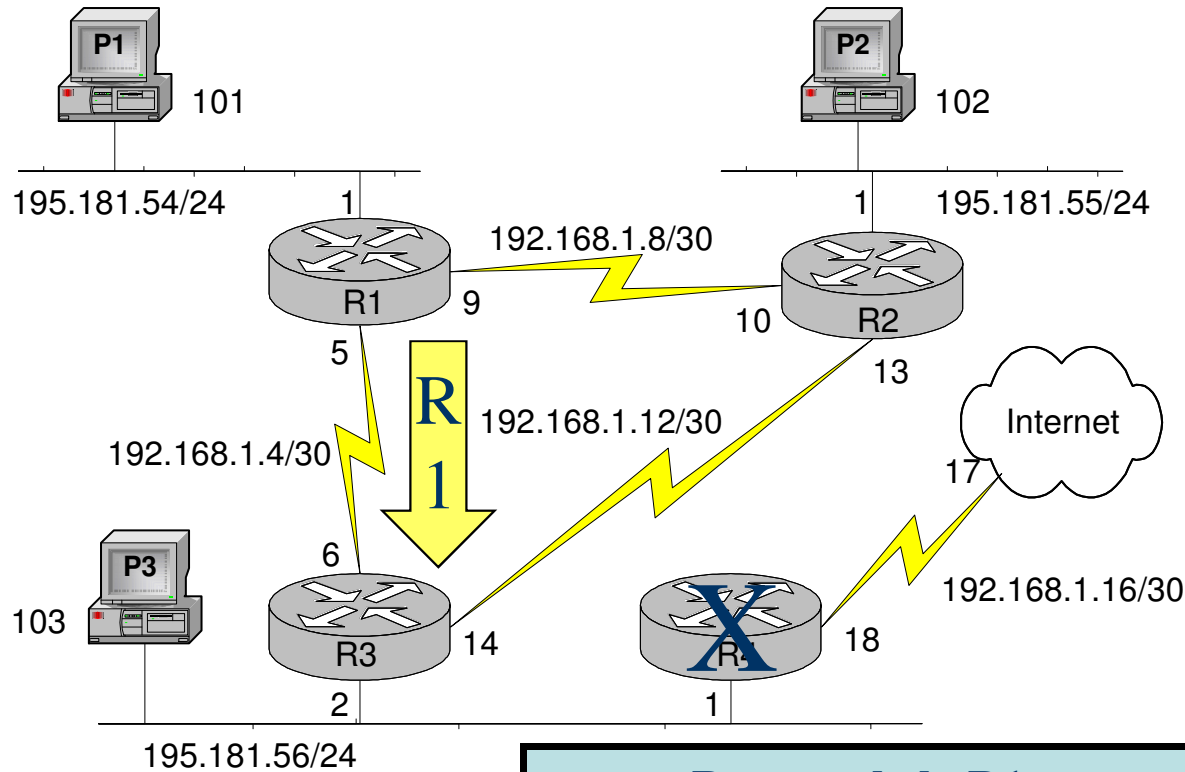
Routertabel R2		
NETVÆRK	SENDES TIL	HOP
195.181.55/24	195.181.55.1	1
192.168.1.8/30	192.168.1.10	1
192.168.1.12/30	192.168.1.13	1
195.181.54/24	192.168.1.9	2
192.168.1.4/30	192.168.1.9	2

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 R3

HC
T
●



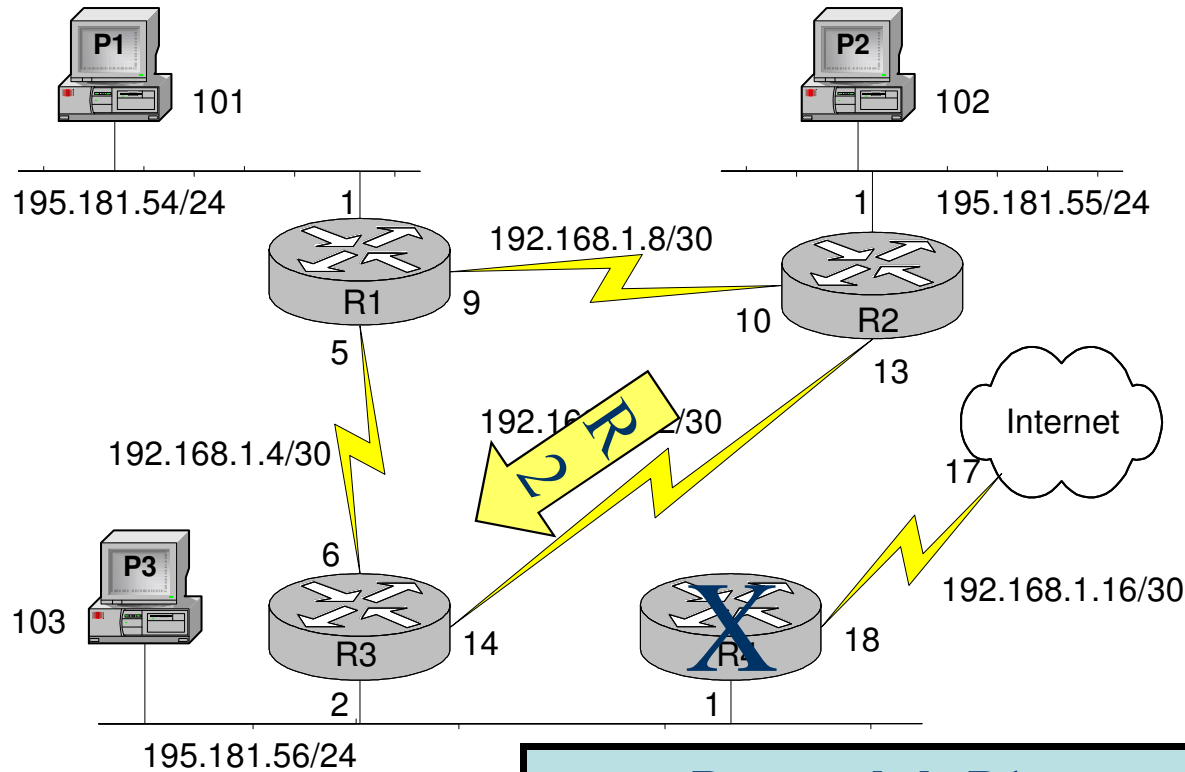
Routertabel R2		
NETVÆRK	SENDES TIL	HOP
195.181.55/24	195.181.55.1	1
192.168.1.8/30	192.168.1.10	1
192.168.1.12/30	192.168.1.13	1
195.181.54/24	192.168.1.9	2
192.168.1.4/30	192.168.1.9	2

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

HC
T
●



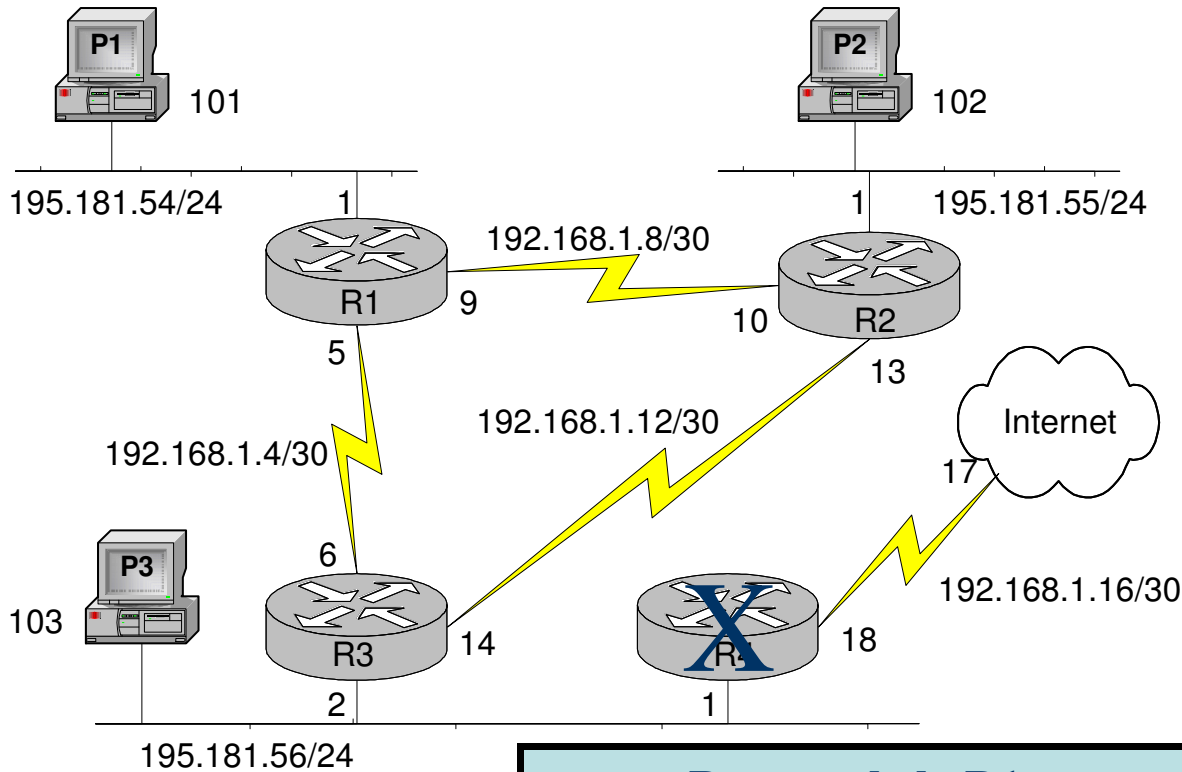
Routertabel R2		
NETVÆRK	SENDES TIL	HOP
195.181.55/24	195.181.55.1	1
192.168.1.8/30	192.168.1.10	1
192.168.1.12/30	192.168.1.13	1
195.181.54/24	192.168.1.9	2
192.168.1.4/30	192.168.1.9	2

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

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

Lidt efter: Alle routere opdateret!

HC
T
●



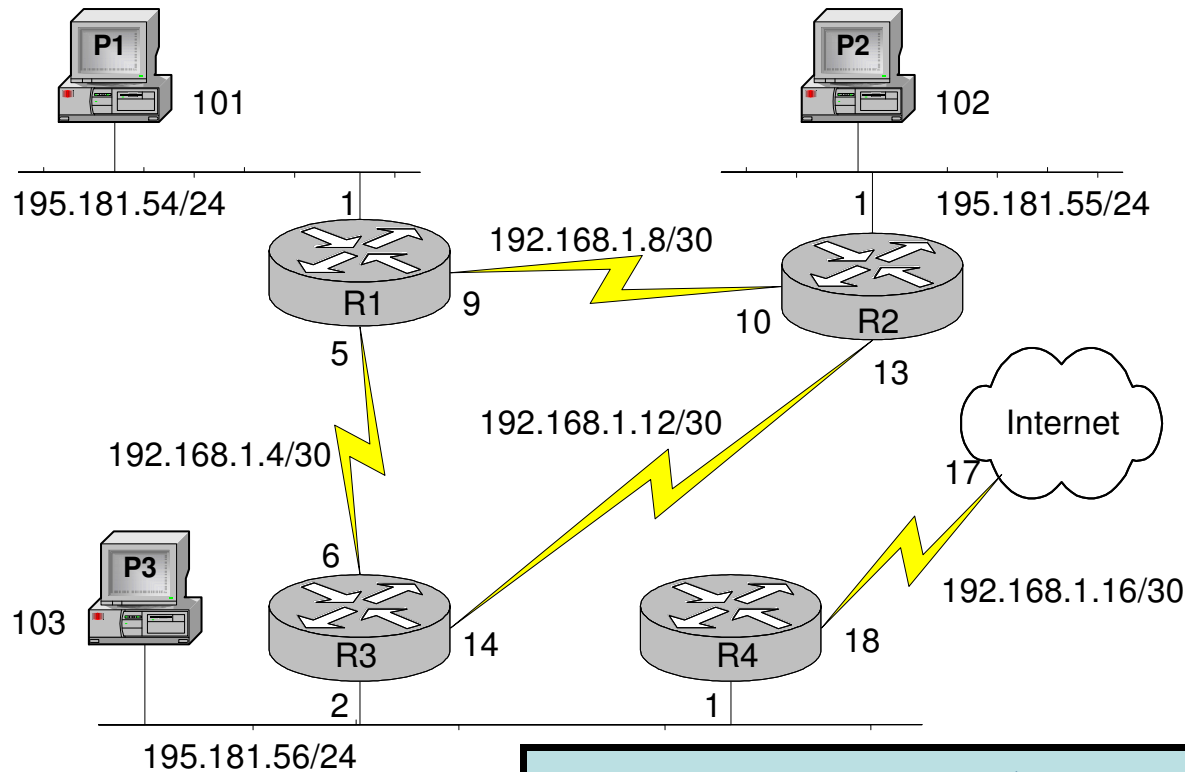
Routertabel R2		
NETVÆRK	SENDES TIL	HOP
195.181.55/24	195.181.55.1	1
192.168.1.8/30	192.168.1.10	1
192.168.1.12/30	192.168.1.13	1
195.181.54/24	192.168.1.9	2
192.168.1.4/30	192.168.1.9	2
195.181.56/30	192.168.1.14	2

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

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

Default Gateway tændes...

HC
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
195.181.56/30	192.168.1.14	2

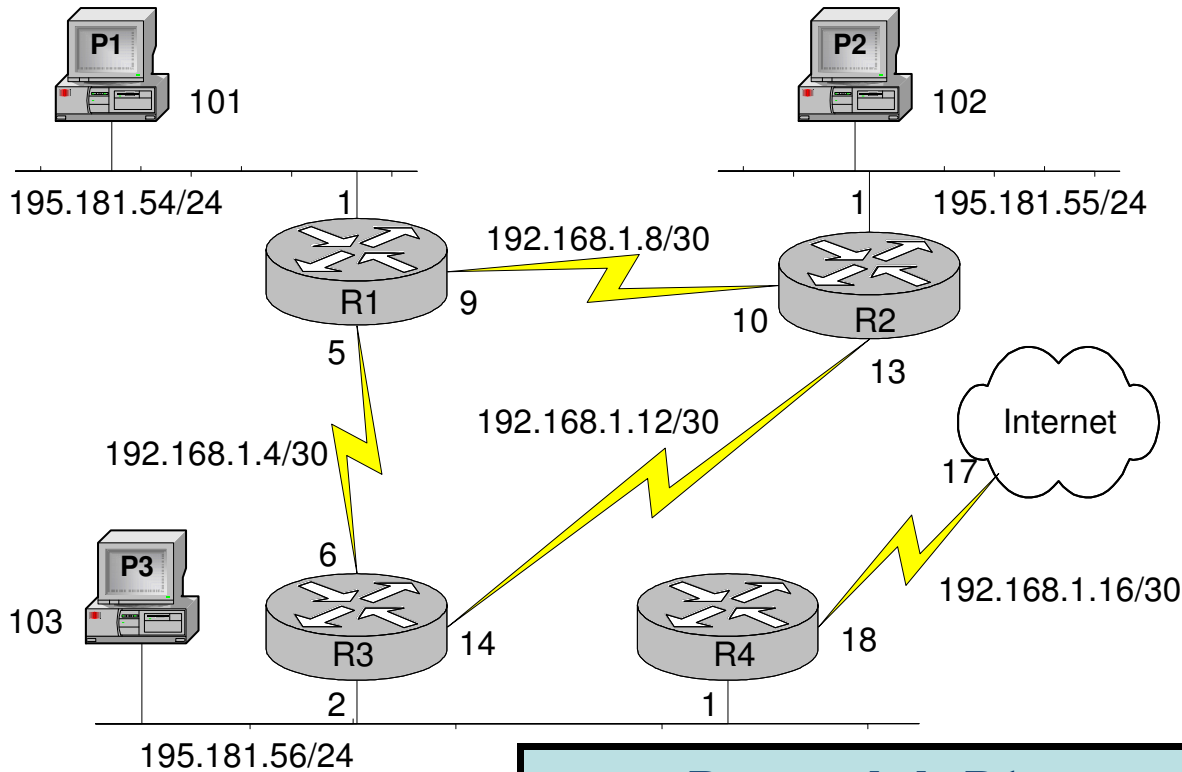
Routertabel R3		
NETVÆRK	SENDES TIL	HOP
195.181.56/24	195.181.56.2	1
192.168.1.4/30	192.168.1.6	1
192.168.1.12/30	192.168.1.14	1
195.181.54/24	192.168.1.5	2
192.168.1.8/30	192.168.1.5	2
195.181.55/24	192.168.1.13	2

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

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

Kort tid efter: Konvergens!

HC
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
195.181.56/30	192.168.1.14	2
192.168.1.16/30	192.168.1.14	3
0.0.0.0	192.168.1.14	4

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

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

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

- **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.

■ Fordele

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

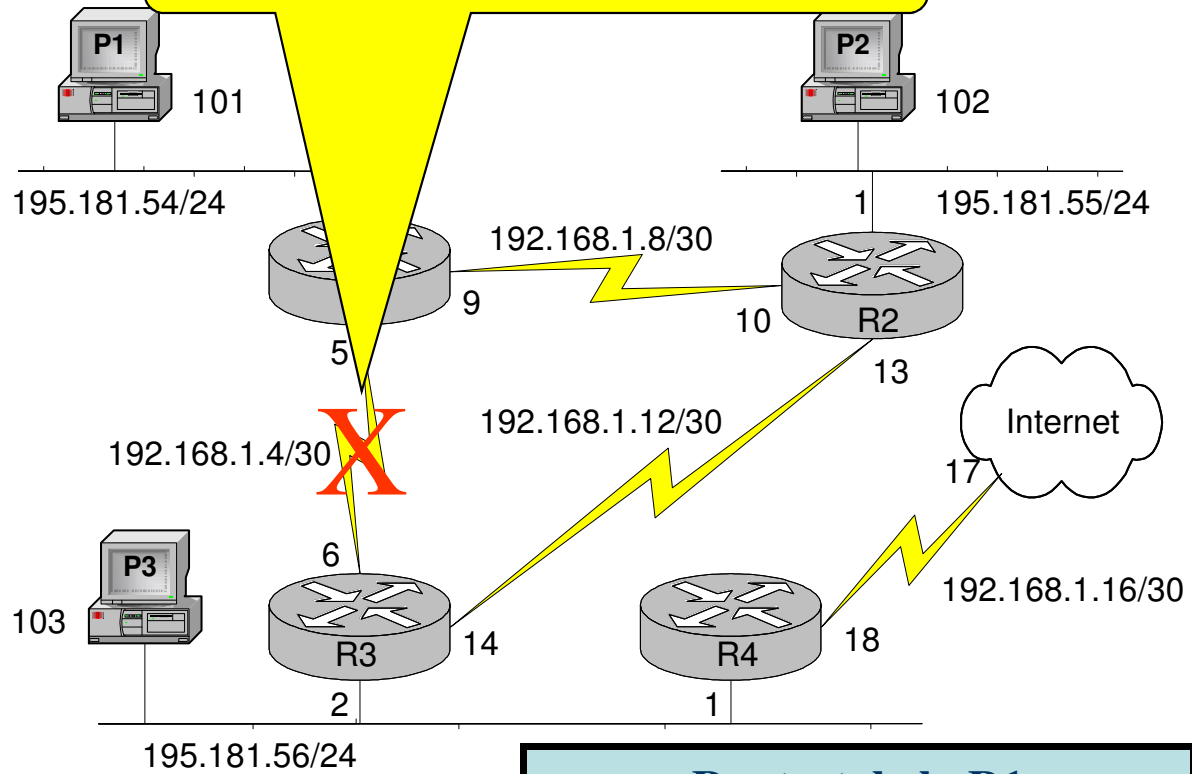
■ Ulemper

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

Når der sker ændringer ...

HC
T
●

Wan linien går ned ... ☹️



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

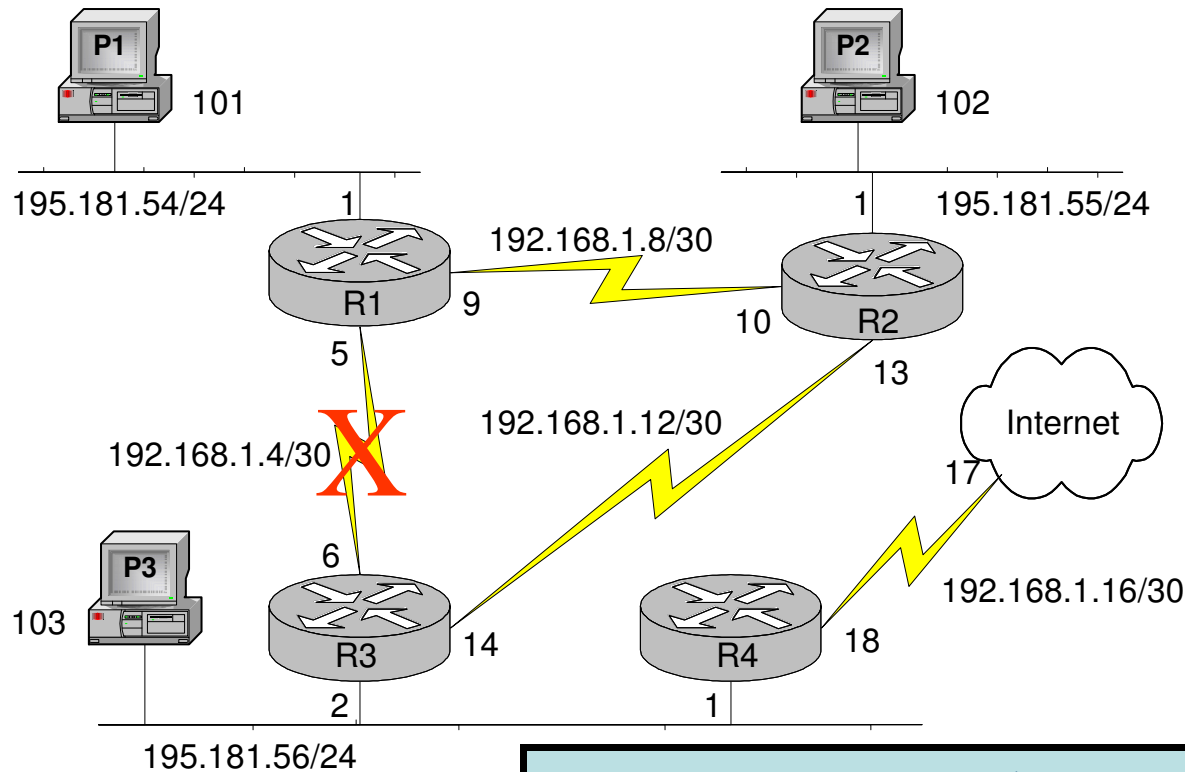
Routertabel R3		
NETVÆRK	SENDES TIL	HOP
195.181.56/24	195.181.56.2	1
192.168.1.4/30	192.168.1.6	1
192.168.1.12/30	192.168.1.14	1
195.181.54/24	192.168.1.5	2
192.168.1.8/30	192.168.1.5	2
195.181.55/24	192.168.1.13	2
192.168.1.16/30	195.181.56.1	2
0.0.0.0	195.181.56.1	3

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

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

R1 og R3 'opdager' tabt WAN

HC
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
195.181.56/30	192.168.1.14	2
192.168.1.16/30	192.168.1.14	3
0.0.0.0	192.168.1.14	4

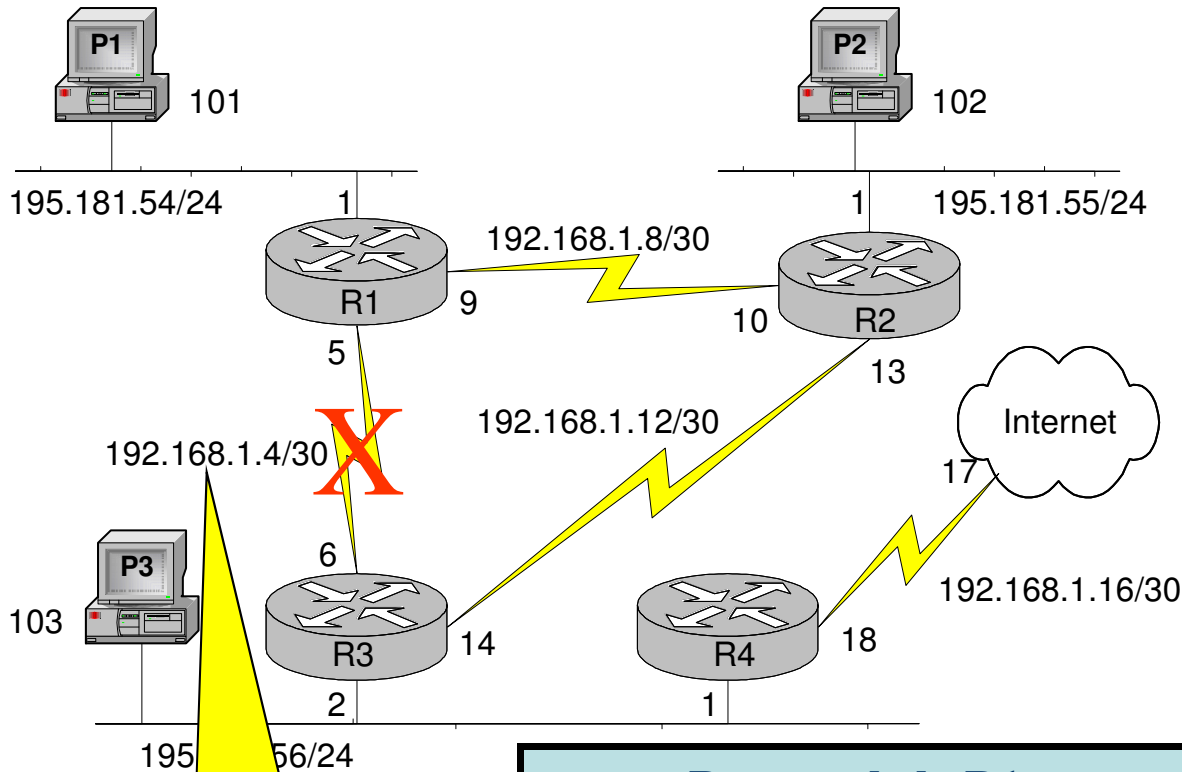
Routertabel R3		
NETVÆRK	SENDES TIL	HOP
195.181.56/24	195.181.56.2	1
192.168.1.4/30	192.168.1.6	1
192.168.1.12/30	192.168.1.14	1
195.181.54/24	192.168.1.5	16
192.168.1.8/30	192.168.1.5	16
195.181.55/24	192.168.1.13	2
192.168.1.16/30	195.181.56.1	2
0.0.0.0	195.181.56.1	3

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

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

Nye router giver igen konvergens!

HC
T
●



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

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

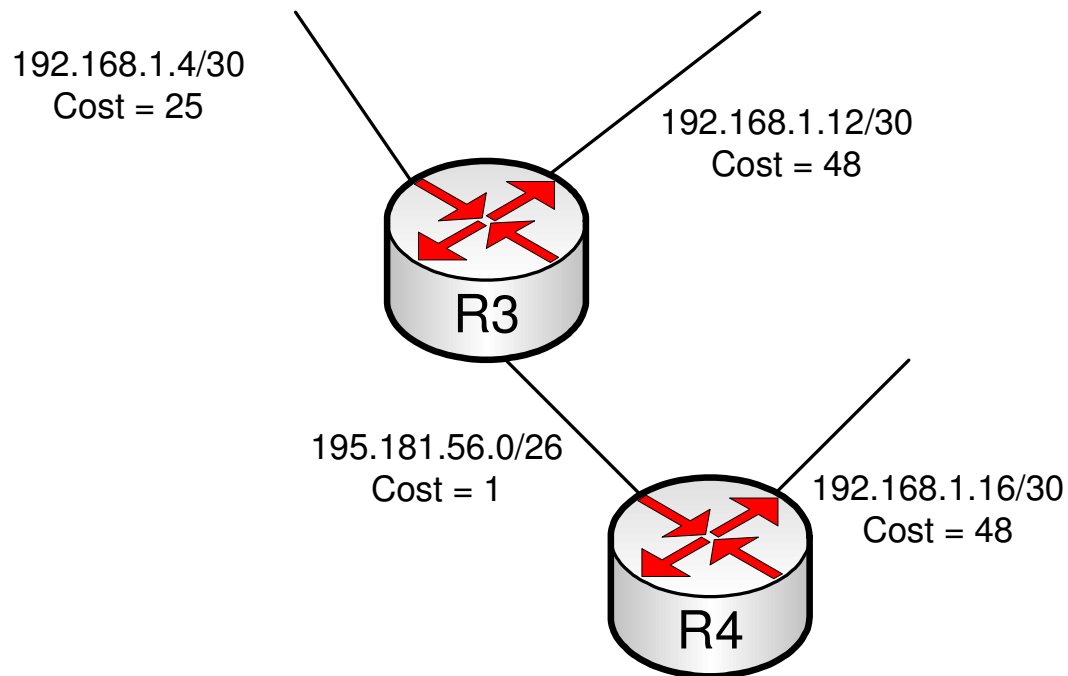
Routertabel R1		
NETVÆRK	SENDES TIL	HOP
195.181.54/24	195.181.54.1	1
192.168.1.8/30	192.168.1.9	1
195.181.55/24	192.168.1.10	2
192.168.1.12/30	192.168.1.10	2
195.181.56/24	192.168.1.10	3
192.168.1.16/30	192.168.1.10	4
0.0.0.0	192.168.1.10	5

Routertabel 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

- **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.

- 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 😊

R4 'bygger' Dijkstra topologi træ ...



Topologi Database R4		
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

Link State – og dens fordele 😊

- 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)