

# IPv6-foredrag

Noe brukt 20-åring

Trond Endrestøl

Fagskolen Innlandet, IT-avdelingen

30. november 2016

# Foredragets filer I

- Filene til foredraget er tilgjengelig gjennom:
  - Subversion: `svn co svn://svn.ximalas.info/ipv6-foredrag`
  - Web: [svnweb.ximalas.info/ipv6-foredrag](http://svnweb.ximalas.info/ipv6-foredrag)
  - Begge metodene er tilgjengelig med både IPv4 og **IPv6**
- **ipv6-foredrag.foredrag.pdf** vises på lerretet
- **ipv6-foredrag.handout.pdf** er mye bedre for publikum å se på egenhånd
- **ipv6-foredrag.handout.2on1.pdf** og **ipv6-foredrag.handout.4on1.pdf** er begge velegnet til utskrift
- \*.169.pdf-filene er i 16:9-format
- \*.1610.pdf-filene er i 16:10-format

# Foredragets filer II

- Foredraget er mekka ved hjelp av [GNU Emacs](#), [AUCT<sub>E</sub>X](#), [pdfT<sub>E</sub>X](#) fra [MiK<sub>T</sub>E<sub>X</sub>](#), [L<sub>A</sub>T<sub>E</sub>X](#)-dokumentklassa [beamer](#), [Dia](#), [GIMP](#), [Inkscape](#), [Wireshark](#), [Subversion](#), [TortoiseSVN](#) og [Adobe Reader](#)
- Hovedfila bærer denne identifikasjonen:  
\$Ximalas: trunk/ipv6-foredrag.tex 191 2016-11-30  
20:21:35Z trond \$
- Driverfila for denne PDF-fila bærer denne identifikasjonen:  
\$Ximalas: trunk/ipv6-foredrag.foredrag.tex 78 2013-12-04  
09:53:24Z trond \$
- Copyright © 2016 Trond Endrestøl
- Dette verket er lisensiert med: [Creative Commons](#),  
[Navngivelse-DelPåSammeVilkår 3.0 Norge \(CC BY-SA 3.0\)](#)



# Oversikt av hele foredraget

## Del 1: Kort om IPv6

- 1 Hva er IPv6?
- 2 Antall adresser
- 3 Hvorfor trenger vi IPv6?
- 4 Hvorfor brukes ikke IPv6?
- 5 IPv6 brukes likevel mer enn før
- 6 Andre nyttige ting ved IPv6

# Oversikt av hele foredraget

## Del 2: IPv6 i inn- og utland

7 IPv6 ved Fagskolen Innlandet

8 IPv6 andre steder i Norge

9 IPv6 i utlandet

10 Google Chrome og IPvFox

11 Mozilla Firefox og IPvFox

# Oversikt av hele foredraget

## Del 3: IPv6-header

### 12 IPv6-header

- Flow Label

### 13 Utvidelsesheadere

- Hop-by-hop Options Header
- Destination Options Header
- Routing Header
- Fragment Header
- Authentication Header
- Encapsulating Security Payload
- Mobility Header

# Oversikt av hele foredraget

## Del 4: IPv6 over Ethernet

14 IPv6 over Ethernet

15 IPv6 over andre lag-2-typer

# Oversikt av hele foredraget

## Del 5: Grunnleggende om adresser

- 16 Grunnleggende om adresser
- 17 Adressedemo
- 18 MAC-48-adresser
- 19 Modda IEEE EUI-64-format
- 20 Manuell grensesnittidentifikator
- 21 Tilfeldig grensesnittidentifikator
- 22 Spesialadresser
- 23 Duplicate Address Detection — DAD

# Oversikt av hele foredraget

## Del 6: Adressetyper

- 24 Adressetyper
- 25 Link-local-adresser
- 26 Site-local-adresser
- 27 Offentlige unicast-adresser
- 28 Unike, lokale, aggregerbare adresser
- 29 Anycast-adresser
- 30 Multicast-adresser

# Oversikt av hele foredraget

## Del 7: DNS

31 AAAA og PTR

32 A6

# Oversikt av hele foredraget

## Del 8: ICMPv6

- 33 ICMPv6
- 34 Multicast Listener Discovery
- 35 Neighbor Discovery
- 36 Router Renumbering
- 37 Node Information
- 38 Inverse Neighbor Discovery
- 39 Version 2 Multicast Listener Report
- 40 Mobile IPv6
- 41 SEcure Neighbor Discovery (SEND)
- 42 Experimental Mobility Type
- 43 Multicast Router Discovery
- 44 FMIPv6
- 45 RPL Control Message
- 46 ILNPv6 Locator Update Message
- 47 Duplicate Address

# Oversikt av hele foredraget

## Del 9: Neighbor Discovery

- 48 Router Solicitation
- 49 Router Advertisement
- 50 Neighbor Solicitation
- 51 Neighbor Advertisement
- 52 Redirect

# Oversikt av hele foredraget

## Del 10: DHCPv6

53 DHCPv6

54 Meldinger

55 DHCP Unique Identifier

56 Identity association

57 Identity association identifier

# Oversikt av hele foredraget

## Del 11: Avansert multicast

58 Multicastflaggene

59 Når T er satt til 1

60 Når PT er satt til 11

61 Når RPT er satt til 111

# Oversikt av hele foredraget

## Del 12: Konfigurasjon av IPv6

### 62 Cisco IOS

- IPv6-unicast-routing
- IPv6-multicast-routing
- ACL-er
- DHCPv6
- Sperre for fremmed routerannonsering
- Sperre for falske DHCPv6-servere
- Kombinert ACL for kantporter

### 63 Cisco AireOS

### 64 OS-konfig

# Oversikt av hele foredraget

## Del 13: Noen RFC-er om IPv6

### 65 Noen RFC-er om IPv6

# Del I

## Kort om IPv6

# Oversikt over del 1: Kort om IPv6

- 1 Hva er IPv6?
- 2 Antall adresser
- 3 Hvorfor trenger vi IPv6?
- 4 Hvorfor brukes ikke IPv6?
- 5 IPv6 brukes likevel mer enn før
- 6 Andre nyttige ting ved IPv6

## Kort om IPv6

## Hva er IPv6?

# Kort om IPv6

## Hva er IPv6?

- En lag-3-protokoll som erstattning for IPv4

# Kort om IPv6

## Hva er IPv6?

- En lag-3-protokoll som erstatning for IPv4
- Har eksistert siden desember 1995, først spesifisert i [RFC 1883](#)

# Kort om IPv6

## Hva er IPv6?

- En lag-3-protokoll som erstattning for IPv4
- Har eksistert siden desember 1995, først spesifisert i [RFC 1883](#)
- 128-bit adresser

# Kort om IPv6

## Hva er IPv6?

- En lag-3-protokoll som erstatning for IPv4
- Har eksistert siden desember 1995, først spesifisert i [RFC 1883](#)
- 128-bit adresser
- Automatisk adressekonfigurasjon *uten* bruk av DHCPv6

# Kort om IPv6

## Hva er IPv6?

- En lag-3-protokoll som erstattning for IPv4
- Har eksistert siden desember 1995, først spesifisert i [RFC 1883](#)
- 128-bit adresser
- Automatisk adressekonfigurasjon *uten* bruk av DHCPv6
- Enkel grunnheader med fast lengde

# Kort om IPv6

## Hva er IPv6?

- En lag-3-protokoll som erstatning for IPv4
- Har eksistert siden desember 1995, først spesifisert i [RFC 1883](#)
- 128-bit adresser
- Automatisk adressekonfigurasjon *uten* bruk av DHCPv6
- Enkel grunnheader med fast lengde
- Flere utvidelsesheadere, riktig rekkefølge er viktig

# Kort om IPv6

## Hva er IPv6?

- En lag-3-protokoll som erstattning for IPv4
- Har eksistert siden desember 1995, først spesifisert i [RFC 1883](#)
- 128-bit adresser
- Automatisk adressekonfigurasjon *uten* bruk av DHCPv6
- Enkel grunnheader med fast lengde
- Flere utvidelsesheadere, riktig rekkefølge er viktig
- Ny versjon av ICMP: ICMPv6

# Kort om IPv6

## Hva er IPv6?

- En lag-3-protokoll som erstattning for IPv4
- Har eksistert siden desember 1995, først spesifisert i [RFC 1883](#)
- 128-bit adresser
- Automatisk adressekonfigurasjon *uten* bruk av DHCPv6
- Enkel grunnheader med fast lengde
- Flere utvidelsesheadere, riktig rekkefølge er viktig
- Ny versjon av ICMP: ICMPv6
- ARP og RARP for IPv6 er en del av ICMPv6

# Kort om IPv6

## Hva er IPv6?

- En lag-3-protokoll som erstatning for IPv4
- Har eksistert siden desember 1995, først spesifisert i [RFC 1883](#)
- 128-bit adresser
- Automatisk adressekonfigurasjon *uten* bruk av DHCPv6
- Enkel grunnheader med fast lengde
- Flere utvidelsesheadere, riktig rekkefølge er viktig
- Ny versjon av ICMP: ICMPv6
- ARP og RARP for IPv6 er en del av ICMPv6
  - Ikke nødvendig med ekstra lim for adressene i lagene 2 og 3

# Kort om IPv6

## Hva er IPv6?

- En lag-3-protokoll som erstatning for IPv4
- Har eksistert siden desember 1995, først spesifisert i [RFC 1883](#)
- 128-bit adresser
- Automatisk adressekonfigurasjon *uten* bruk av DHCPv6
- Enkel grunnheader med fast lengde
- Flere utvidelsesheader, riktig rekkefølge er viktig
- Ny versjon av ICMP: ICMPv6
- ARP og RARP for IPv6 er en del av ICMPv6
  - Ikke nødvendig med ekstra lim for adressene i lagene 2 og 3
- Ny versjon av DHCP: DHCPv6

# Kort om IPv6

## Hva er IPv6?

- En lag-3-protokoll som erstatning for IPv4
- Har eksistert siden desember 1995, først spesifisert i [RFC 1883](#)
- **128-bit adresser**
- **Automatisk adressekonfigurasjon *uten bruk av DHCPv6***
- Enkel grunnheader med fast lengde
- Flere utvidelsesheader, riktig rekkefølge er viktig
- Ny versjon av ICMP: ICMPv6
- ARP og RARP for IPv6 er en del av ICMPv6
  - Ikke nødvendig med ekstra lim for adressene i lagene 2 og 3
- Ny versjon av DHCP: DHCPv6

## Kort om IPv6

## Antall adresser

# Kort om IPv6

## Antall adresser

- Totalt antall IPv6-adresser:

# Kort om IPv6

## Antall adresser

- Totalt antall IPv6-adresser:
- $2^{128} = 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456$

# Kort om IPv6

## Antall adresser

- Totalt antall IPv6-adresser:
- $2^{128} = 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456$
- Bare 1/8 kan brukes til offentlige unicast-adresser:

# Kort om IPv6

## Antall adresser

- Totalt antall IPv6-adresser:
- $2^{128} = 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456$
- Bare 1/8 kan brukes til offentlige unicast-adresser:
- $2^{125} = 42.535.295.865.117.307.932.921.825.928.971.026.432$

# Kort om IPv6

## Antall adresser

- Totalt antall IPv6-adresser:
- $2^{128} = 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456$
- Bare 1/8 kan brukes til offentlige unicast-adresser:
- $2^{125} = 42.535.295.865.117.307.932.921.825.928.971.026.432$
- Fortsatt er det mange flere IPv6-unicast-adresser enn det er IPv4-adresser:

# Kort om IPv6

## Antall adresser

- Totalt antall IPv6-adresser:
- $2^{128} = 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456$
- Bare 1/8 kan brukes til offentlige unicast-adresser:
- $2^{125} = 42.535.295.865.117.307.932.921.825.928.971.026.432$
- Fortsatt er det mange flere IPv6-unicast-adresser enn det er IPv4-adresser:
- $2^{32} = 4.294.967.296$

# Kort om IPv6

## Antall adresser

- Totalt antall IPv6-adresser:
- $2^{128} = 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456$
- Bare 1/8 kan brukes til offentlige unicast-adresser:
- $2^{125} = 42.535.295.865.117.307.932.921.825.928.971.026.432$
- Fortsatt er det mange flere IPv6-unicast-adresser enn det er IPv4-adresser:
  - $2^{32} = 4.294.967.296$
  - Mindre enn 3.702.258.432 IPv4-adresser kan bli brukt som offentlige IPv4-unicast-adresser

# Kort om IPv6

## Antall adresser

- Totalt antall IPv6-adresser:
- $2^{128} = 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456$
- Bare 1/8 kan brukes til offentlige unicast-adresser:
- $2^{125} = 42.535.295.865.117.307.932.921.825.928.971.026.432$
- Fortsatt er det mange flere IPv6-unicast-adresser enn det er IPv4-adresser:
- $2^{32} = 4.294.967.296$
- Mindre enn **3.702.258.432** IPv4-adresser kan bli brukt som offentlige IPv4-unicast-adresser
- Se Tronds utregning fra juli 2012: <http://ximalas.info/2012/07/20/how-many-ipv4-addresses-are-there/>

## Kort om IPv6

## Hvorfor trenger vi IPv6?

# Kort om IPv6

## Hvorfor trenger vi IPv6?

- Mobilmarkedet viser en enorm vekst: smarttelefoner, nettbrett m.m.

# Kort om IPv6

## Hvorfor trenger vi IPv6?

- Mobilmarkedet viser en enorm vekst: smarttelefoner, nettbrett m.m.
- Verden går tom for offentlige IPv4-adresser

# Kort om IPv6

## Hvorfor trenger vi IPv6?

- Mobilmarkedet viser en enorm vekst: smarttelefoner, nettbrett m.m.
- Verden går tom for offentlige IPv4-adresser
- «[IPokalypsen](#)» er her!

# Kort om IPv6

## Hvorfor trenger vi IPv6?

- Mobilmarkedet viser en enorm vekst: smarttelefoner, nettbrett m.m.
- Verden går tom for offentlige IPv4-adresser
- «[IPokalypsen](#)» er her!
- IANA gikk tom [3. februar 2011](#)

# Kort om IPv6

## Hvorfor trenger vi IPv6?

- Mobilmarkedet viser en enorm vekst: smarttelefoner, nettbrett m.m.
- Verden går tom for offentlige IPv4-adresser
- «[IPokalypsen](#)» er her!
- [IANA](#) gikk tom [3. februar 2011](#)
- 4 av 5 [RIR](#)-er er tomme:

# Kort om IPv6

## Hvorfor trenger vi IPv6?

- Mobilmarkedet viser en enorm vekst: smarttelefoner, nettbrett m.m.
- Verden går tom for offentlige IPv4-adresser
- «[IPokalypsen](#)» er her!
- [IANA](#) gikk tom [3. februar 2011](#)
- 4 av 5 [RIR](#)-er er tomme:
  - [APNIC](#) gikk tom [19. april 2011](#)

# Kort om IPv6

## Hvorfor trenger vi IPv6?

- Mobilmarkedet viser en enorm vekst: smarttelefoner, nettbrøtt m.m.
- Verden går tom for offentlige IPv4-adresser
- «[IPokalypsen](#)» er her!
- [IANA](#) gikk tom [3. februar 2011](#)
- 4 av 5 [RIR](#)-er er tomme:
  - [APNIC](#) gikk tom [19. april 2011](#)
  - [RIPE NCC](#) gikk tom [14. september 2012](#)

# Kort om IPv6

## Hvorfor trenger vi IPv6?

- Mobilmarkedet viser en enorm vekst: smarttelefoner, nettbrett m.m.
- Verden går tom for offentlige IPv4-adresser
- «[IPokalypsen](#)» er her!
- IANA gikk tom [3. februar 2011](#)
- 4 av 5 RIR-er er tomme:
  - APNIC gikk tom [19. april 2011](#)
  - RIPE NCC gikk tom [14. september 2012](#)
  - LACNIC gikk tom [10. juni 2014](#)

# Kort om IPv6

## Hvorfor trenger vi IPv6?

- Mobilmarkedet viser en enorm vekst: smarttelefoner, nettbrett m.m.
- Verden går tom for offentlige IPv4-adresser
- «IPokalypsen» er her!
- IANA gikk tom **3. februar 2011**
- 4 av 5 RIR-er er tomme:
  - APNIC gikk tom **19. april 2011**
  - RIPE NCC gikk tom **14. september 2012**
  - LACNIC gikk tom **10. juni 2014**
  - ARIN gikk tom **24. september 2015**

# Kort om IPv6

## Hvorfor trenger vi IPv6?

- Mobilmarkedet viser en enorm vekst: smarttelefoner, nettrett m.m.
- Verden går tom for offentlige IPv4-adresser
- «IPokalypsen» er her!
- IANA gikk tom **3. februar 2011**
- 4 av 5 RIR-er er tomme:
  - APNIC gikk tom **19. april 2011**
  - RIPE NCC gikk tom **14. september 2012**
  - LACNIC gikk tom **10. juni 2014**
  - ARIN gikk tom **24. september 2015**
- Dersom AFRINIC oppfører seg pent, så kan AFRINIC holde på til **27. juni 2018**

## Kort om IPv6

## Hvorfor brukes ikke IPv6?

# Kort om IPv6

## Hvorfor brukes ikke IPv6?

- Markedskrefte bestemmer

# Kort om IPv6

## Hvorfor brukes ikke IPv6?

- Markedskretene bestemmer
- Mange inntar en «vente-og-se»-holdning

# Kort om IPv6

## Hvorfor brukes ikke IPv6?

- Markedskretene bestemmer
- Mange inntar en «vente-og-se»-holdning
  - [homenet.no](#) vil *ikke tilby IPv6* før det er full krise



# Kort om IPv6

## Hvorfor brukes ikke IPv6?

- Markedskretene bestemmer
- Mange inntar en «vente-og-se»-holdning
  - [homenet.no](#) vil *ikke tilby IPv6* før det er full krise
- Store og mellomstore selskaper:

# Kort om IPv6

## Hvorfor brukes ikke IPv6?

- Markedskretene bestemmer
- Mange inntar en «vente-og-se»-holdning
  - [homenet.no](#) vil *ikke tilby IPv6* før det er full krise
- Store og mellomstore selskaper:
  - Kjøper opp små selskaper og hamstrarer IPv4-blokker

# Kort om IPv6

## Hvorfor brukes ikke IPv6?

- Markedskretene bestemmer
- Mange inntar en «vente-og-se»-holdning
  - [homenet.no](#) vil *ikke tilby IPv6* før det er full krise
- Store og mellomstore selskaper:
  - Kjøper opp små selskaper og hamstrarer IPv4-blokker
  - Kjøper IPv4-blokker på ettermarkedet/konkursbo:

# Kort om IPv6

## Hvorfor brukes ikke IPv6?

- Markedskretene bestemmer
- Mange inntar en «vente-og-se»-holdning
  - [homenet.no](#) vil *ikke tilby IPv6* før det er full krise
- Store og mellomstore selskaper:
  - Kjøper opp små selskaper og hamstrarer IPv4-blokker
  - Kjøper IPv4-blokker på ettermarkedet/konkursbo:
    - Microsoft – \$7,5 mill. → Nortel + \$7,5 mill. – 666.624 IPv4-adresser  
→ Microsoft + 666.624 IPv4-adresser

# Kort om IPv6

## Hvorfor brukes ikke IPv6?

- Markedskretene bestemmer
- Mange inntar en «vente-og-se»-holdning
  - [homenet.no](#) vil *ikke tilby IPv6* før det er full krise
- Store og mellomstore selskaper:
  - Kjøper opp små selskaper og hamstrarer IPv4-blokker
  - Kjøper IPv4-blokker på ettermarkedet/konkursbo:
    - Microsoft – \$7,5 mill. → Nortel + \$7,5 mill. – 666.624 IPv4-adresser  
→ Microsoft + 666.624 IPv4-adresser
    - Altibox – \$1,3 mill. → U.K. Department for Work and Pensions + \$1,3 mill. – 131.072 IPv4-adresser → Altibox + 131.072 IPv4-adresser  
(Ref. [1](#), [2](#), [3](#))

# Kort om IPv6

## Hvorfor brukes ikke IPv6?

- Markedskretene bestemmer
- Mange inntar en «vente-og-se»-holdning
  - [homenet.no](#) vil ikke tilby IPv6 før det er full krise
- Store og mellomstore selskaper:
  - Kjøper opp små selskaper og hamstrarer IPv4-blokker
  - Kjøper IPv4-blokker på ettermarkedet/konkursbo:
    - Microsoft – \$7,5 mill. → Nortel + \$7,5 mill. – 666.624 IPv4-adresser  
→ Microsoft + 666.624 IPv4-adresser
    - Altibox – \$1,3 mill. → U.K. Department for Work and Pensions + \$1,3 mill. – 131.072 IPv4-adresser → Altibox + 131.072 IPv4-adresser  
(Ref. [1](#), [2](#), [3](#))
  - Prisen for brukte IPv4-adresser har gått ned fra \$11,25/adresse til \$10/adresse

# Kort om IPv6

## Hvorfor brukes ikke IPv6?

- Telebransjen satser fortsatt hardt på IPv4:

# Kort om IPv6

Hvorfor brukes ikke IPv6?

- Telebransjen satser fortsatt hardt på IPv4:

- (Edge) NAT i CPE

(RFC 3022)

# Kort om IPv6

## Hvorfor brukes ikke IPv6?

- Telebransjen satser fortsatt hardt på IPv4:

- (Edge) NAT i CPE
- Carrier-Grade NAT (CGN) i stamnett

(RFC 3022)  
(RFC 6264)

# Kort om IPv6

## Hvorfor brukes ikke IPv6?

- Telebransjen satser fortsatt hardt på IPv4:
  - (Edge) NAT i CPE ([RFC 3022](#))
  - Carrier-Grade NAT (CGN) i stamnett ([RFC 6264](#))
  - Shared Address Space etter behov i stamnett (100.64.0.0/10) ([RFC 6598](#))

# Kort om IPv6

## Hvorfor brukes ikke IPv6?

- Telebransjen satser fortsatt hardt på IPv4:
  - (Edge) NAT i CPE ([RFC 3022](#))
  - Carrier-Grade NAT (CGN) i stamnett ([RFC 6264](#))
  - Shared Address Space etter behov i stamnett (100.64.0.0/10) ([RFC 6598](#))
  - (Litt off-topic: HTTP/S-tunnelering av rubb og stubb)

# Kort om IPv6

## Hvorfor brukes ikke IPv6?

- Telebransjen satser fortsatt hardt på IPv4:
  - (Edge) NAT i CPE ([RFC 3022](#))
  - Carrier-Grade NAT (CGN) i stamnett ([RFC 6264](#))
  - Shared Address Space etter behov i stamnett (100.64.0.0/10) ([RFC 6598](#))
  - (Litt off-topic: HTTP/S-tunnelering av rubb og stubb)
- Glem det!

# Kort om IPv6

## Hvorfor brukes ikke IPv6?

- Telebransjen satser fortsatt hardt på IPv4:
  - (Edge) NAT i CPE ([RFC 3022](#))
  - Carrier-Grade NAT (CGN) i stamnett ([RFC 6264](#))
  - Shared Address Space etter behov i stamnett (100.64.0.0/10) ([RFC 6598](#))
  - (Litt off-topic: HTTP/S-tunnelering av rubb og stubb)
- Glem det!
- Ende-til-ende-konnektivitet oppnås best uten noen former for adresseoversettelse

# Kort om IPv6

## Hvorfor brukes ikke IPv6?

- Telebransjen satser fortsatt hardt på IPv4:
  - (Edge) NAT i CPE ([RFC 3022](#))
  - Carrier-Grade NAT (CGN) i stamnett ([RFC 6264](#))
  - Shared Address Space etter behov i stamnett (100.64.0.0/10) ([RFC 6598](#))
  - (Litt off-topic: HTTP/S-tunnelering av rubb og stubb)
- Glem det!
- Ende-til-ende-konnektivitet oppnås best uten noen former for adresseoversettelse
- Før eller siden blir CGN for kostbart og komplisert å vedlikeholde

# Kort om IPv6

## Hvorfor brukes ikke IPv6?

- Telebransjen satser fortsatt hardt på IPv4:
  - (Edge) NAT i CPE ([RFC 3022](#))
  - Carrier-Grade NAT (CGN) i stamnett ([RFC 6264](#))
  - Shared Address Space etter behov i stamnett (100.64.0.0/10) ([RFC 6598](#))
  - (Litt off-topic: HTTP/S-tunnelering av rubb og stubb)
- Glem det!
- Ende-til-ende-konnektivitet oppnås best uten noen former for adresseoversettelse
- Før eller siden blir CGN for kostbart og komplisert å vedlikeholde
  - CGN gjør det mer komplisert å [spore abonnenter](#)

# Kort om IPv6

## Hvorfor brukes ikke IPv6?

- Telebransjen satser fortsatt hardt på IPv4:
  - (Edge) NAT i CPE ([RFC 3022](#))
  - Carrier-Grade NAT (CGN) i stamnett ([RFC 6264](#))
  - Shared Address Space etter behov i stamnett (100.64.0.0/10) ([RFC 6598](#))
  - (Litt off-topic: HTTP/S-tunnelering av rubb og stubb)
- Glem det!
- Ende-til-endekonnektivitet oppnås best uten noen former for adresseoversettelse
- Før eller siden blir CGN for kostbart og komplisert å vedlikeholde
  - CGN gjør det mer komplisert å [spore abonnenter](#)
- 3G og 4G/LTE klarer kanskje å øke IPv6-presset ([RFC 6459](#))

# Kort om IPv6

## Hvorfor brukes ikke IPv6?

- Telebransjen satser fortsatt hardt på IPv4:
  - (Edge) NAT i CPE ([RFC 3022](#))
  - Carrier-Grade NAT (CGN) i stamnett ([RFC 6264](#))
  - Shared Address Space etter behov i stamnett (100.64.0.0/10) ([RFC 6598](#))
  - (Litt off-topic: HTTP/S-tunnelering av rubb og stubb)
- Glem det!
- Ende-til-endekonnektivitet oppnås best uten noen former for adresseoversettelse
- Før eller siden blir CGN for kostbart og komplisert å vedlikeholde
  - CGN gjør det mer komplisert å [spore abonnenter](#)
- 3G og 4G/LTE klarer kanskje å øke IPv6-presset ([RFC 6459](#))
- 464XLAT er en mulig [avslutningsstrategi for IPv4](#) ([RFC 6877](#))

# Kort om IPv6

## Hvorfor brukes ikke IPv6?

- Telebransjen satser fortsatt hardt på IPv4:
  - (Edge) NAT i CPE ([RFC 3022](#))
  - Carrier-Grade NAT (CGN) i stamnett ([RFC 6264](#))
  - Shared Address Space etter behov i stamnett (100.64.0.0/10) ([RFC 6598](#))
  - (Litt off-topic: HTTP/S-tunnelering av rubb og stubb)
- Glem det!
- Ende-til-endekonnektivitet oppnås best uten noen former for adresseoversettelse
- Før eller siden blir CGN for kostbart og komplisert å vedlikeholde
  - CGN gjør det mer komplisert å [spore abonnenter](#)
- 3G og 4G/LTE klarer kanskje å øke IPv6-presset ([RFC 6459](#))
- 464XLAT er en mulig [avslutningsstrategi for IPv4](#) ([RFC 6877](#))
- IPv6 er det eneste tilgjengelige og realistiske alternativet til IPv4

# Kort om IPv6

## Hvorfor brukes ikke IPv6?

- Telebransjen satser fortsatt hardt på IPv4:
  - (Edge) NAT i CPE ([RFC 3022](#))
  - Carrier-Grade NAT (CGN) i stamnett ([RFC 6264](#))
  - Shared Address Space etter behov i stamnett (100.64.0.0/10) ([RFC 6598](#))
  - (Litt off-topic: HTTP/S-tunnelering av rubb og stubb)
- Glem det!
- Ende-til-endekonnektivitet oppnås best uten noen former for adresseoversettelse
- Før eller siden blir CGN for kostbart og komplisert å vedlikeholde
  - CGN gjør det mer komplisert å [spore abonnenter](#)
- 3G og 4G/LTE klarer kanskje å øke IPv6-presset ([RFC 6459](#))
- 464XLAT er en mulig [avslutningsstrategi for IPv4](#) ([RFC 6877](#))
- **IPv6 er det eneste tilgjengelige og realistiske alternativet til IPv4**

# Kort om IPv6

IPv6 brukes likevel mer enn før

# Kort om IPv6

IPv6 brukes likevel mer enn før

- Apple annonserte at **IPv6** blir et krav for apper i «App Store» fra og med iOS 9

# Kort om IPv6

IPv6 brukes likevel mer enn før

- Apple annonserte at **IPv6** blir et krav for apper i «App Store» fra og med iOS 9
- Facebook hevder at newsfeeden lastes inn 30–40 % raskere med **IPv6**

# Kort om IPv6

IPv6 brukes likevel mer enn før

- Apple annonserte at **IPv6** blir et krav for apper i «App Store» fra og med iOS 9
- Facebook hevder at newsfeeden lastes inn 30–40 % raskere med **IPv6**
- Microsoft hevder at man får best opplevelse med «Xbox One» med **IPv6**

# Kort om IPv6

IPv6 brukes likevel mer enn før

- Apple annonserte at **IPv6** blir et krav for apper i «App Store» fra og med iOS 9
- Facebook hevder at newsfeeden lastes inn 30–40 % raskere med **IPv6**
- Microsoft hevder at man får best opplevelse med «Xbox One» med **IPv6**
- Mer enn 50 % av kundetrafikken hos T-Mobile US går med **IPv6**

# Kort om IPv6

## Andre nyttige ting ved IPv6

# Kort om IPv6

## Andre nyttige ting ved IPv6

- Hierarkisk adressestruktur

# Kort om IPv6

## Andre nyttige ting ved IPv6

- Hierarkisk adressestruktur
- Enklere planlegging av subnett sammenlignet med IPv4

# Kort om IPv6

## Andre nyttige ting ved IPv6

- Hierarkisk adressestruktur
- Enklere planlegging av subnett sammenlignet med IPv4
  - De fleste IPv6-subnett bruker et 64-bit prefiks

# Kort om IPv6

## Andre nyttige ting ved IPv6

- Hierarkisk adressestruktur
- Enklere planlegging av subnett sammenlignet med IPv4
  - De fleste IPv6-subnett bruker et 64-bit prefiks
  - Autokonfigurasjon krever et 64-bit prefiks

# Kort om IPv6

## Andre nyttige ting ved IPv6

- Hierarkisk adressestruktur
- Enklere planlegging av subnett sammenlignet med IPv4
  - De fleste IPv6-subnett bruker et 64-bit prefiks
  - Autokonfigurasjon krever et 64-bit prefiks
  - Fast prefiks lengde på 64 bit er *ikke* et absolutt krav

# Kort om IPv6

## Andre nyttige ting ved IPv6

- Hierarkisk adressestruktur
- Enklere planlegging av subnett sammenlignet med IPv4
  - De fleste IPv6-subnett bruker et 64-bit prefiks
  - Autokonfigurasjon krever et 64-bit prefiks
  - Fast prefikslengde på 64 bit er *ikke* et absolutt krav
  - DHCPv6 eller manuell konfigurasjon brukes når prefikslengda er ulik 64 bit

# Kort om IPv6

## Andre nyttige ting ved IPv6

- Kortere rutingtabeller

# Kort om IPv6

## Andre nyttige ting ved IPv6

- Kortere rutingtabeller
  - Uninett annonserer disse IPv4-subnettene med BGP:

# Kort om IPv6

## Andre nyttige ting ved IPv6

- Kortere rutingtabeller

- Uninett annonserer disse IPv4-subnettene med BGP:

78.91.0.0/16,	128.39.0.0/16,	129.177.0.0/16,
129.240.0.0/15,	129.242.0.0/16,	144.164.0.0/16,
151.157.0.0/16,	152.94.0.0/16,	156.116.0.0/16,
157.249.0.0/16,	158.36.0.0/14,	161.4.0.0/16,
193.156.0.0/15,	192.111.33.0/24,	192.133.32.0/24,
	192.146.238.0/23	

# Kort om IPv6

## Andre nyttige ting ved IPv6

- Kortere rutingtabeller

- Uninett annonserer disse IPv4-subnettene med BGP:

78.91.0.0/16,	<b>128.39.0.0/16,</b>	129.177.0.0/16,
129.240.0.0/15,	129.242.0.0/16,	144.164.0.0/16,
151.157.0.0/16,	152.94.0.0/16,	156.116.0.0/16,
157.249.0.0/16,	158.36.0.0/14,	161.4.0.0/16,
193.156.0.0/15,	192.111.33.0/24,	192.133.32.0/24,
	192.146.238.0/23	

# Kort om IPv6

## Andre nyttige ting ved IPv6

- Kortere rutingtabeller

- Uninett annonserer disse IPv4-subnettene med BGP:

78.91.0.0/16,	128.39.0.0/16,	129.177.0.0/16,
129.240.0.0/15,	129.242.0.0/16,	144.164.0.0/16,
151.157.0.0/16,	152.94.0.0/16,	156.116.0.0/16,
157.249.0.0/16,	158.36.0.0/14,	161.4.0.0/16,
193.156.0.0/15,	192.111.33.0/24,	192.133.32.0/24,
	192.146.238.0/23	
- Uninett trenger bare å annonse dette IPv6-prefikset:

# Kort om IPv6

## Andre nyttige ting ved IPv6

- Kortere rutingtabeller

- Uninett annonserer disse IPv4-subnettene med BGP:

78.91.0.0/16,	128.39.0.0/16,	129.177.0.0/16,
129.240.0.0/15,	129.242.0.0/16,	144.164.0.0/16,
151.157.0.0/16,	152.94.0.0/16,	156.116.0.0/16,
157.249.0.0/16,	158.36.0.0/14,	161.4.0.0/16,
193.156.0.0/15,	192.111.33.0/24,	192.133.32.0/24,
	192.146.238.0/23	
- Uninett trenger bare å annonse dette IPv6-prefikset:
  - 2001:700::/32

# Kort om IPv6

## Andre nyttige ting ved IPv6

- Sjekksum er overlatt til høyere og lavere lag

# Kort om IPv6

## Andre nyttige ting ved IPv6

- Sjekksum er overlatt til høyere og lavere lag
- Fragmentering skal gjøres hos avsender, og ikke underveis

# Kort om IPv6

## Andre nyttige ting ved IPv6

- Sjekksum er overlatt til høyere og lavere lag
- Fragmentering skal gjøres hos avsender, og ikke underveis
  - Avsender må sjekke veien lengre fremme og måle smaleste krøttersti

# Kort om IPv6

## Andre nyttige ting ved IPv6

- Sjekksum er overlatt til høyere og lavere lag
- Fragmentering skal gjøres hos avsender, og ikke underveis
  - Avsender må sjekke veien lengre fremme og måle smaleste krøttersti
  - Path Maximum Transmission Unit Discovery (Path MTU, PMTUD)

# Kort om IPv6

## Andre nyttige ting ved IPv6

- Sjekksum er overlatt til høyere og lavere lag
- Fragmentering skal gjøres hos avsender, og ikke underveis
  - Avsender må sjekke veien lengre fremme og måle smaleste krøttersti
  - Path Maximum Transmission Unit Discovery (Path MTU, PMTUD)
- IPsec ble spesifisert som en del av IPv6

# Kort om IPv6

## Andre nyttige ting ved IPv6

- Sjekksum er overlatt til høyere og lavere lag
- Fragmentering skal gjøres hos avsender, og ikke underveis
  - Avsender må sjekke veien lengre fremme og måle smaleste krøttersti
  - Path Maximum Transmission Unit Discovery (Path MTU, PMTUD)
- IPsec ble spesifisert som en del av IPv6
  - Finnes også for IPv4

# Kort om IPv6

## Andre nyttige ting ved IPv6

- Sjekksum er overlatt til høyere og lavere lag
- Fragmentering skal gjøres hos avsender, og ikke underveis
  - Avsender må sjekke veien lengre fremme og måle smaleste krøttersti
  - Path Maximum Transmission Unit Discovery (Path MTU, PMTUD)
- IPsec ble spesifisert som en del av IPv6
  - Finnes også for IPv4
  - Må konfigureres før den begynner å virke

# Kort om IPv6

## Andre nyttige ting ved IPv6

- Sjekksum er overlatt til høyere og lavere lag
- Fragmentering skal gjøres hos avsender, og ikke underveis
  - Avsender må sjekke veien lengre fremme og måle smaleste krøttersti
  - Path Maximum Transmission Unit Discovery (Path MTU, PMTUD)
- IPsec ble spesifisert som en del av IPv6
  - Finnes også for IPv4
  - Må konfigureres før den begynner å virke
  - Tilbyr:

# Kort om IPv6

## Andre nyttige ting ved IPv6

- Sjekksum er overlatt til høyere og lavere lag
- Fragmentering skal gjøres hos avsender, og ikke underveis
  - Avsender må sjekke veien lengre fremme og måle smaleste krøttersti
  - Path Maximum Transmission Unit Discovery (Path MTU, PMTUD)
- IPsec ble spesifisert som en del av IPv6
  - Finnes også for IPv4
  - Må konfigureres før den begynner å virke
  - Tilbyr:
    - Kryptert overføring (ESP), og/eller

# Kort om IPv6

## Andre nyttige ting ved IPv6

- Sjekksum er overlatt til høyere og lavere lag
- Fragmentering skal gjøres hos avsender, og ikke underveis
  - Avsender må sjekke veien lengre fremme og måle smaleste krøttersti
  - Path Maximum Transmission Unit Discovery (Path MTU, PMTUD)
- IPsec ble spesifisert som en del av IPv6
  - Finnes også for IPv4
  - Må konfigureres før den begynner å virke
  - Tilbyr:
    - Kryptert overføring (ESP), og/eller
    - Bekrefteelse av avsenders identitet og beskyttelse mot gjentakelse («replay») (AH)

# Kort om IPv6

## Andre nyttige ting ved IPv6

- Sjekksum er overlatt til høyere og lavere lag
- Fragmentering skal gjøres hos avsender, og ikke underveis
  - Avsender må sjekke veien lengre fremme og måle smaleste krøttersti
  - Path Maximum Transmission Unit Discovery (Path MTU, PMTUD)
- IPsec ble spesifisert som en del av IPv6
  - Finnes også for IPv4
  - Må konfigureres før den begynner å virke
  - Tilbyr:
    - Kryptert overføring (ESP), og/eller
    - Bekrefteelse av avsenders identitet og beskyttelse mot gjentakelse («replay») (AH)
  - Ble omgjort fra krav til anbefaling for IPv6 av [RFC 6434](#)

# Del II

## IPv6 i inn- og utland

# Oversikt over del 2: IPv6 i inn- og utland

7 IPv6 ved Fagskolen Innlandet

8 IPv6 andre steder i Norge

9 IPv6 i utlandet

10 Google Chrome og IPvFox

11 Mozilla Firefox og IPvFox

# IPv6 i inn- og utland

IPv6 ved Fagskolen Innlandet

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- 1994: Tildelt 128.39.174.0/24 av Uninett

- 1994: Tildelt 128.39.174.0/24 av Uninett
  - 1. juni 2005: Ny IT-ansvarlig, yours truly

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- 1994: Tildelt 128.39.174.0/24 av Uninett
- 1. juni 2005: Ny IT-ansvarlig, yours truly
- Høsten 2005: Fikk reservert IPv4-serien 128.39.172.0/23

- 1994: Tildelt 128.39.174.0/24 av Uninett
- 1. juni 2005: Ny IT-ansvarlig, yours truly
- Høsten 2005: Fikk reservert IPv4-serien 128.39.172.0/23
- Påska 2006: Fikk reservert IPv6-serien 2001:700:1100::/48

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- 1994: Tildelt 128.39.174.0/24 av Uninett
- 1. juni 2005: Ny IT-ansvarlig, yours truly
- Høsten 2005: Fikk reservert IPv4-serien 128.39.172.0/23
- Påska 2006: Fikk reservert IPv6-serien 2001:700:1100::/48
- Før og etter pinsehelga 2006: Fiberlinjer fra serverrommet og til sentrale punkter i hver etasje i hovedbygningen

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- 1994: Tildelt 128.39.174.0/24 av Uninett
- 1. juni 2005: Ny IT-ansvarlig, yours truly
- Høsten 2005: Fikk reservert IPv4-serien 128.39.172.0/23
- Påska 2006: Fikk reservert IPv6-serien 2001:700:1100::/48
- Før og etter pinsehelga 2006: Fiberlinjer fra serverrommet og til sentrale punkter i hver etasje i hovedbygningen
- Sommeren 2006: Nytt Cisco-gear som Catalyst 3560G og 2960 ([Cisco IOS 12.2\(25\)SEB4](#))

- 1994: Tildelt 128.39.174.0/24 av Uninett
- 1. juni 2005: Ny IT-ansvarlig, yours truly
- Høsten 2005: Fikk reservert IPv4-serien 128.39.172.0/23
- Påska 2006: Fikk reservert IPv6-serien 2001:700:1100::/48
- Før og etter pinsehelga 2006: Fiberlinjer fra serverrommet og til sentrale punkter i hver etasje i hovedbygningen
- Sommeren 2006: Nytt Cisco-gear som Catalyst 3560G og 2960 ([Cisco IOS 12.2\(25\)SEB4](#))
  - 128.39.46.8/30 ble linknettet mellom HiG/Uninett og FSI

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- 1994: Tildelt 128.39.174.0/24 av Uninett
- 1. juni 2005: Ny IT-ansvarlig, yours truly
- Høsten 2005: Fikk reservert IPv4-serien 128.39.172.0/23
- Påska 2006: Fikk reservert IPv6-serien 2001:700:1100::/48
- Før og etter pinsehelga 2006: Fiberlinjer fra serverrommet og til sentrale punkter i hver etasje i hovedbygningen
- Sommeren 2006: Nytt Cisco-gear som Catalyst 3560G og 2960 ([Cisco IOS 12.2\(25\)SEB4](#))
  - 128.39.46.8/30 ble linknettet mellom HiG/Uninett og FSI
    - 128.39.46.9 ble brukt ved HiG

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- 1994: Tildelt 128.39.174.0/24 av Uninett
- 1. juni 2005: Ny IT-ansvarlig, yours truly
- Høsten 2005: Fikk reservert IPv4-serien 128.39.172.0/23
- Påska 2006: Fikk reservert IPv6-serien 2001:700:1100::/48
- Før og etter pinsehelga 2006: Fiberlinjer fra serverrommet og til sentrale punkter i hver etasje i hovedbygningen
- Sommeren 2006: Nytt Cisco-gear som Catalyst 3560G og 2960 ([Cisco IOS 12.2\(25\)SEB4](#))
  - 128.39.46.8/30 ble linknettet mellom HiG/Uninett og FSI
    - 128.39.46.9 ble brukt ved HiG
    - 128.39.46.10 ble brukt ved FSI

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- 1994: Tildelt 128.39.174.0/24 av Uninett
- 1. juni 2005: Ny IT-ansvarlig, yours truly
- Høsten 2005: Fikk reservert IPv4-serien 128.39.172.0/23
- Påska 2006: Fikk reservert IPv6-serien 2001:700:1100::/48
- Før og etter pinsehelga 2006: Fiberlinjer fra serverrommet og til sentrale punkter i hver etasje i hovedbygningen
- Sommeren 2006: Nytt Cisco-gear som Catalyst 3560G og 2960 ([Cisco IOS 12.2\(25\)SEB4](#))
  - 128.39.46.8/30 ble linknettet mellom HiG/Uninett og FSI
    - 128.39.46.9 ble brukt ved HiG
    - 128.39.46.10 ble brukt ved FSI
  - 128.39.174.0/24 ble delt opp i flere subnett og satt opp som servernett og ansattnett, m.m.

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- 1994: Tildelt 128.39.174.0/24 av Uninett
- 1. juni 2005: Ny IT-ansvarlig, yours truly
- Høsten 2005: Fikk reservert IPv4-serien 128.39.172.0/23
- Påska 2006: Fikk reservert IPv6-serien 2001:700:1100::/48
- Før og etter pinsehelga 2006: Fiberlinjer fra serverrommet og til sentrale punkter i hver etasje i hovedbygningen
- Sommeren 2006: Nytt Cisco-gear som Catalyst 3560G og 2960 ([Cisco IOS 12.2\(25\)SEB4](#))
  - 128.39.46.8/30 ble linknettet mellom HiG/Uninett og FSI
    - 128.39.46.9 ble brukt ved HiG
    - 128.39.46.10 ble brukt ved FSI
  - 128.39.174.0/24 ble delt opp i flere subnett og satt opp som servernett og ansattnett, m.m.
  - 128.39.172.0/24 ble delt opp i flere subnett og satt opp som nett for datalab

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- 1994: Tildelt 128.39.174.0/24 av Uninett
- 1. juni 2005: Ny IT-ansvarlig, yours truly
- Høsten 2005: Fikk reservert IPv4-serien 128.39.172.0/23
- Påska 2006: Fikk reservert IPv6-serien 2001:700:1100::/48
- Før og etter pinsehelga 2006: Fiberlinjer fra serverrommet og til sentrale punkter i hver etasje i hovedbygningen
- Sommeren 2006: Nytt Cisco-gear som Catalyst 3560G og 2960 ([Cisco IOS 12.2\(25\)SEB4](#))
  - 128.39.46.8/30 ble linknettet mellom HiG/Uninett og FSI
    - 128.39.46.9 ble brukt ved HiG
    - 128.39.46.10 ble brukt ved FSI
  - 128.39.174.0/24 ble delt opp i flere subnett og satt opp som servernett og ansattnett, m.m.
  - 128.39.172.0/24 ble delt opp i flere subnett og satt opp som nett for datalab
  - 128.39.173.0/24 ble satt opp for inntil 252 IPv4-klienter på tradisjonelt studentnett

# IPv6 i inn- og utland

IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- 6. september 2006: IPv6-linknettet 2001:700:0:11D::/64 ble aktivert mellom HiG/Uninett og FSI

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- 6. september 2006: IPv6-linknettet 2001:700:0:11D::/64 ble aktivert mellom HiG/Uninett og FSI
  - 2001:700:0:11D::1 ble brukt ved HiG

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- 6. september 2006: IPv6-linknettet 2001:700:0:11D::/64 ble aktivert mellom HiG/Uninett og FSI
  - 2001:700:0:11D::1 ble brukt ved HiG
  - 2001:700:0:11D::2 ble brukt ved FSI

- 6. september 2006: IPv6-linknettet 2001:700:0:11D::/64 ble aktivert mellom HiG/Uninett og FSI
  - 2001:700:0:11D::1 ble brukt ved HiG
  - 2001:700:0:11D::2 ble brukt ved FSI
- Samme dag ble IPv6 innført for FSI-VLAN-ene 20, 30, 70 og 80:

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- 6. september 2006: IPv6-linknettet 2001:700:0:11D::/64 ble aktivert mellom HiG/Uninett og FSI
  - 2001:700:0:11D::1 ble brukt ved HiG
  - 2001:700:0:11D::2 ble brukt ved FSI
- Samme dag ble IPv6 innført for FSI-VLAN-ene 20, 30, 70 og 80:
  - FSI-VLAN 20: 2001:700:1100:1::/64 (ytre servernett)

- 6. september 2006: IPv6-linknettet 2001:700:0:11D::/64 ble aktivert mellom HiG/Uninett og FSI
  - 2001:700:0:11D::1 ble brukt ved HiG
  - 2001:700:0:11D::2 ble brukt ved FSI
- Samme dag ble IPv6 innført for FSI-VLAN-ene 20, 30, 70 og 80:
  - FSI-VLAN 20: 2001:700:1100:1::/64 (ytre servernett)
  - FSI-VLAN 30: 2001:700:1100:2::/64 (indre servernett)

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- 6. september 2006: IPv6-linknettet 2001:700:0:11D::/64 ble aktivert mellom HiG/Uninett og FSI
  - 2001:700:0:11D::1 ble brukt ved HiG
  - 2001:700:0:11D::2 ble brukt ved FSI
- Samme dag ble IPv6 innført for FSI-VLAN-ene 20, 30, 70 og 80:

● FSI-VLAN 20:	2001:700:1100:1::/64	(ytre servernett)
● FSI-VLAN 30:	2001:700:1100:2::/64	(indre servernett)
● FSI-VLAN 70:	2001:700:1100:3::/64	(IT-kontornett)

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- 6. september 2006: IPv6-linknettet 2001:700:0:11D::/64 ble aktivert mellom HiG/Uninett og FSI
  - 2001:700:0:11D::1 ble brukt ved HiG
  - 2001:700:0:11D::2 ble brukt ved FSI
- Samme dag ble IPv6 innført for FSI-VLAN-ene 20, 30, 70 og 80:

● FSI-VLAN 20:	2001:700:1100:1::/64	(ytre servernett)
● FSI-VLAN 30:	2001:700:1100:2::/64	(indre servernett)
● FSI-VLAN 70:	2001:700:1100:3::/64	(IT-kontornett)
● FSI-VLAN 80:	2001:700:1100:4::/64	(IT-lekenett)

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- 6. september 2006: IPv6-linknettet 2001:700:0:11D::/64 ble aktivert mellom HiG/Uninett og FSI
  - 2001:700:0:11D::1 ble brukt ved HiG
  - 2001:700:0:11D::2 ble brukt ved FSI
- Samme dag ble IPv6 innført for FSI-VLAN-ene 20, 30, 70 og 80:

• FSI-VLAN 20:	2001:700:1100:1::/64	(ytre servernett)
• FSI-VLAN 30:	2001:700:1100:2::/64	(indre servernett)
• FSI-VLAN 70:	2001:700:1100:3::/64	(IT-kontornett)
• FSI-VLAN 80:	2001:700:1100:4::/64	(IT-lekenett)
- Andre FSI-VLAN fikk IPv6 i ukene og månedene etterpå

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- 6. september 2006: IPv6-linknettet 2001:700:0:11D::/64 ble aktivert mellom HiG/Uninett og FSI
  - 2001:700:0:11D::1 ble brukt ved HiG
  - 2001:700:0:11D::2 ble brukt ved FSI
- Samme dag ble IPv6 innført for FSI-VLAN-ene 20, 30, 70 og 80:

• FSI-VLAN 20:	2001:700:1100:1::/64	(ytre servernett)
• FSI-VLAN 30:	2001:700:1100:2::/64	(indre servernett)
• FSI-VLAN 70:	2001:700:1100:3::/64	(IT-kontornett)
• FSI-VLAN 80:	2001:700:1100:4::/64	(IT-lekenett)
- Andre FSI-VLAN fikk IPv6 i ukene og månedene etterpå
- Sommeren 2007: [Genererte](#) og frivillig [registrerte](#) ULA-serien  
**FD5C:14CF:C300::/48**

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- 6. september 2006: IPv6-linknettet 2001:700:0:11D::/64 ble aktivert mellom HiG/Uninett og FSI
  - 2001:700:0:11D::1 ble brukt ved HiG
  - 2001:700:0:11D::2 ble brukt ved FSI
- Samme dag ble IPv6 innført for FSI-VLAN-ene 20, 30, 70 og 80:
  - FSI-VLAN 20: 2001:700:1100:1::/64 (ytre servernett)
  - FSI-VLAN 30: 2001:700:1100:2::/64 (indre servernett)
  - FSI-VLAN 70: 2001:700:1100:3::/64 (IT-kontornett)
  - FSI-VLAN 80: 2001:700:1100:4::/64 (IT-lekenett)
- Andre FSI-VLAN fikk IPv6 i ukene og månedene etterpå
- Sommeren 2007: Genererte og frivillig registrerte ULA-serien **FD5C:14CF:C300::/48**
  - Brukes i FSI-VLAN for internt bruk

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- 6. september 2006: IPv6-linknettet 2001:700:0:11D::/64 ble aktivert mellom HiG/Uninett og FSI
  - 2001:700:0:11D::1 ble brukt ved HiG
  - 2001:700:0:11D::2 ble brukt ved FSI
- Samme dag ble IPv6 innført for FSI-VLAN-ene 20, 30, 70 og 80:
  - FSI-VLAN 20: 2001:700:1100:1::/64 (ytre servernett)
  - FSI-VLAN 30: 2001:700:1100:2::/64 (indre servernett)
  - FSI-VLAN 70: 2001:700:1100:3::/64 (IT-kontornett)
  - FSI-VLAN 80: 2001:700:1100:4::/64 (IT-lekenett)
- Andre FSI-VLAN fikk IPv6 i ukene og månedene etterpå
- Sommeren 2007: Genererte og frivillig registrerte ULA-serien **FD5C:14CF:C300::/48**
  - Brukes i FSI-VLAN for internt bruk
    - Fikk første HP-skriver med IPv6-støtte og ville bruke IPv6

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- 6. september 2006: IPv6-linknettet 2001:700:0:11D::/64 ble aktivert mellom HiG/Uninett og FSI
  - 2001:700:0:11D::1 ble brukt ved HiG
  - 2001:700:0:11D::2 ble brukt ved FSI
- Samme dag ble IPv6 innført for FSI-VLAN-ene 20, 30, 70 og 80:

● FSI-VLAN 20:	2001:700:1100:1::/64	(ytre servernett)
● FSI-VLAN 30:	2001:700:1100:2::/64	(indre servernett)
● FSI-VLAN 70:	2001:700:1100:3::/64	(IT-kontornett)
● FSI-VLAN 80:	2001:700:1100:4::/64	(IT-lekenett)
- Andre FSI-VLAN fikk IPv6 i ukene og månedene etterpå
- Sommeren 2007: Genererte og frivillig registrerte ULA-serien **FD5C:14CF:C300::/48**
  - Brukes i FSI-VLAN for internt bruk
    - Fikk første HP-skriver med IPv6-støtte og ville bruke IPv6
    - Noen år senere: IPv6-adresser på kantswitchene med **Cisco IOS 12.2(40)SE**

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- Høsten 2010: Enda en IPv4-serie ble innført: 128.39.194.0/24

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- Høsten 2010: Enda en IPv4-serie ble innført: 128.39.194.0/24
  - 128.39.194.0/24 brukes til databas med samme subnetting (inndeling) som den gamle 128.39.172.0/24-serien hadde i 2006

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- Høsten 2010: Enda en IPv4-serie ble innført: 128.39.194.0/24
  - 128.39.194.0/24 brukes til databasen med samme subnetting (inndeling) som den gamle 128.39.172.0/24-serien hadde i 2006
  - 128.39.172.0/23 brukes nå for inntil 508 IPv4-klienter på trådløst studentnett

- Høsten 2010: Enda en IPv4-serie ble innført: 128.39.194.0/24
  - 128.39.194.0/24 brukes til databasen med samme subnetting (inndeling) som den gamle 128.39.172.0/24-serien hadde i 2006
  - 128.39.172.0/23 brukes nå for inntil 508 IPv4-klienter på trådløst studentnett
- Våren 2014: Tok i bruk nye linknett fordi fig-gsw.fig.ol.no ble tilkoblet gjovik-gw1.uninett.no

- Høsten 2010: Enda en IPv4-serie ble innført: 128.39.194.0/24
  - 128.39.194.0/24 brukes til databasen med samme subnetting (inndeling) som den gamle 128.39.172.0/24-serien hadde i 2006
  - 128.39.172.0/23 brukes nå for inntil 508 IPv4-klienter på trådløst studentnett
- Våren 2014: Tok i bruk nye linknett fordi fig-gsw.fig.ol.no ble tilkoblet gjovik-gw1.uninett.no
  - IPv4-linknett: 128.39.70.168/30

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- Høsten 2010: Enda en IPv4-serie ble innført: 128.39.194.0/24
  - 128.39.194.0/24 brukes til databasen med samme subnetting (inndeling) som den gamle 128.39.172.0/24-serien hadde i 2006
  - 128.39.172.0/23 brukes nå for inntil 508 IPv4-klienter på trådløst studentnett
- Våren 2014: Tok i bruk nye linknett fordi fig-gsw.fig.ol.no ble tilkoblet gjovik-gw1.uninett.no
  - IPv4-linknett: 128.39.70.168/30
    - 128.39.70.169 brukes ved HiG

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- Høsten 2010: Enda en IPv4-serie ble innført: 128.39.194.0/24
  - 128.39.194.0/24 brukes til databasen med samme subnetting (inndeling) som den gamle 128.39.172.0/24-serien hadde i 2006
  - 128.39.172.0/23 brukes nå for inntil 508 IPv4-klienter på trådløst studentnett
- Våren 2014: Tok i bruk nye linknett fordi fig-gsw.fig.ol.no ble tilkoblet gjovik-gw1.uninett.no
  - IPv4-linknett: 128.39.70.168/30
    - 128.39.70.169 brukes ved HiG
    - 128.39.70.170 brukes ved FSI

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- Høsten 2010: Enda en IPv4-serie ble innført: 128.39.194.0/24
  - 128.39.194.0/24 brukes til databasen med samme subnetting (inndeling) som den gamle 128.39.172.0/24-serien hadde i 2006
  - 128.39.172.0/23 brukes nå for inntil 508 IPv4-klienter på trådløst studentnett
- Våren 2014: Tok i bruk nye linknett fordi fig-gsw.fig.ol.no ble tilkoblet gjovik-gw1.uninett.no
  - IPv4-linknett: 128.39.70.168/30
    - 128.39.70.169 brukes ved HiG
    - 128.39.70.170 brukes ved FSI
  - IPv6-linknett: 2001:700:0:8074::/64

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- Høsten 2010: Enda en IPv4-serie ble innført: 128.39.194.0/24
  - 128.39.194.0/24 brukes til databasen med samme subnetting (inndeling) som den gamle 128.39.172.0/24-serien hadde i 2006
  - 128.39.172.0/23 brukes nå for inntil 508 IPv4-klienter på trådløst studentnett
- Våren 2014: Tok i bruk nye linknett fordi fig-gsw.fig.ol.no ble tilkoblet gjovik-gw1.uninett.no
  - IPv4-linknett: 128.39.70.168/30
    - 128.39.70.169 brukes ved HiG
    - 128.39.70.170 brukes ved FSI
  - IPv6-linknett: 2001:700:0:8074::/64
    - 2001:700:0:8074::1 brukes ved HiG

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- Høsten 2010: Enda en IPv4-serie ble innført: 128.39.194.0/24
  - 128.39.194.0/24 brukes til databasen med samme subnetting (inndeling) som den gamle 128.39.172.0/24-serien hadde i 2006
  - 128.39.172.0/23 brukes nå for inntil 508 IPv4-klienter på trådløst studentnett
- Våren 2014: Tok i bruk nye linknett fordi fig-gsw.fig.ol.no ble tilkoblet gjovik-gw1.uninett.no
  - IPv4-linknett: 128.39.70.168/30
    - 128.39.70.169 brukes ved HiG
    - 128.39.70.170 brukes ved FSI
  - IPv6-linknett: 2001:700:0:8074::/64
    - 2001:700:0:8074::1 brukes ved HiG
    - 2001:700:0:8074::2 brukes ved FSI

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- Høsten 2010: Enda en IPv4-serie ble innført: 128.39.194.0/24
  - 128.39.194.0/24 brukes til datalab med samme subnetting (inndeling) som den gamle 128.39.172.0/24-serien hadde i 2006
  - 128.39.172.0/23 brukes nå for inntil 508 IPv4-klienter på trådløst studentnett
- Våren 2014: Tok i bruk nye linknett fordi fig-gsw.fig.ol.no ble tilkoblet gjovik-gw1.uninett.no
  - IPv4-linknett: 128.39.70.168/30
    - 128.39.70.169 brukes ved HiG
    - 128.39.70.170 brukes ved FSI
  - IPv6-linknett: 2001:700:0:8074::/64
    - 2001:700:0:8074::1 brukes ved HiG
    - 2001:700:0:8074::2 brukes ved FSI
- Vinterferien 2015: La om datalabseriene, siden antallet av datalab er skikkelig knøttete

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- Høsten 2010: Enda en IPv4-serie ble innført: 128.39.194.0/24
  - 128.39.194.0/24 brukes til datalab med samme subnetting (inndeling) som den gamle 128.39.172.0/24-serien hadde i 2006
  - 128.39.172.0/23 brukes nå for inntil 508 IPv4-klienter på trådløst studentnett
- Våren 2014: Tok i bruk nye linknett fordi **fig-gsw.fig.ol.no** ble tilkoblet **gjovik-gw1.uninett.no**
  - IPv4-linknett: 128.39.70.168/30
    - 128.39.70.169 brukes ved HiG
    - 128.39.70.170 brukes ved FSI
  - IPv6-linknett: 2001:700:0:8074::/64
    - 2001:700:0:8074::1 brukes ved HiG
    - 2001:700:0:8074::2 brukes ved FSI
- Vinterferien 2015: La om datalabseriene, siden antallet av datalab er skikkelig knøttete
- Desember 2015: Ny kjerneswitch: Cisco Catalyst 4500E med Supervisor 8-E

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- Høsten 2010: Enda en IPv4-serie ble innført: 128.39.194.0/24
  - 128.39.194.0/24 brukes til datalab med samme subnetting (inndeling) som den gamle 128.39.172.0/24-serien hadde i 2006
  - 128.39.172.0/23 brukes nå for inntil 508 IPv4-klienter på trådløst studentnett
- Våren 2014: Tok i bruk nye linknett fordi fig-gsw.fig.ol.no ble tilkoblet gjovik-gw1.uninett.no
  - IPv4-linknett: 128.39.70.168/30
    - 128.39.70.169 brukes ved HiG
    - 128.39.70.170 brukes ved FSI
  - IPv6-linknett: 2001:700:0:8074::/64
    - 2001:700:0:8074::1 brukes ved HiG
    - 2001:700:0:8074::2 brukes ved FSI
- Vinterferien 2015: La om datalabseriene, siden antallet av datalab er skikkelig knøttete
- Desember 2015: Ny kjerneswitch: Cisco Catalyst 4500E med Supervisor 8-E

# IPv6 i inn- og utland

IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- I dag er de fleste brukere ved FSI kasta over i nettet til Oppland fylkeskommune (OFK)

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- I dag er de fleste brukere ved FSI kasta over i nettet til Oppland fylkeskommune (OFK)
- Dette skjedde etter ombygginga av skolen i 2011–2012

- I dag er de fleste brukere ved FSI kasta over i nettet til Oppland fylkeskommune (OFK)
- Dette skjedde etter ombygginga av skolen i 2011–2012
- Andreklasse data er velsigna med å kunne velge mellom FSI- og OFK-nettene

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- I dag er de fleste brukere ved FSI kasta over i nettet til Oppland fylkeskommune (OFK)
- Dette skjedde etter ombygginga av skolen i 2011–2012
- Andreklasse data er velsigna med å kunne velge mellom FSI- og OFK-nettene
- Andreklasse data velger som regel det førstnevnte, vanligvis FSI-VLAN 40 som tilbyr 128.39.194.0/26 og 2001:700:1100:8001::/64

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- I dag er de fleste brukere ved FSI kasta over i nettet til Oppland fylkeskommune (OFK)
- Dette skjedde etter ombygginga av skolen i 2011–2012
- Andreklasse data er velsigna med å kunne velge mellom FSI- og OFK-nettene
- Andreklasse data velger som regel det førstnevnte, vanligvis FSI-VLAN 40 som tilbyr 128.39.194.0/26 og 2001:700:1100:8001::/64
- Førsteklasse data ønsker det samme tilbudet; så vi får se ...

- Alle FSI-VLAN har både IPv4- og IPv6-adresser (dual-stack)

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- Alle FSI-VLAN har både IPv4- og IPv6-adresser (dual-stack)
- FSI-VLAN med offentlige IPv4-adresser, bruker offentlige IPv6-adresser fra 2001:700:1100::/48-serien

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- Alle FSI-VLAN har både IPv4- og IPv6-adresser (dual-stack)
- FSI-VLAN med offentlige IPv4-adresser, bruker offentlige IPv6-adresser fra 2001:700:1100::/48-serien
- FSI-VLAN med private IPv4-adresser ([RFC 1918](#)), bruker private IPv6-adresser fra FD5C:14CF:C300::/48-serien

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- Alle FSI-VLAN har både IPv4- og IPv6-adresser (dual-stack)
- FSI-VLAN med offentlige IPv4-adresser, bruker offentlige IPv6-adresser fra 2001:700:1100::/48-serien
- FSI-VLAN med private IPv4-adresser ([RFC 1918](#)), bruker private IPv6-adresser fra FD5C:14CF:C300::/48-serien
- Private adresser brukes for alt utstyr som ikke har behov for internettforbindelse:

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 ved Fagskolen Innlandet

- Alle FSI-VLAN har både IPv4- og IPv6-adresser (dual-stack)
- FSI-VLAN med offentlige IPv4-adresser, bruker offentlige IPv6-adresser fra 2001:700:1100::/48-serien
- FSI-VLAN med private IPv4-adresser ([RFC 1918](#)), bruker private IPv6-adresser fra FD5C:14CF:C300::/48-serien
- Private adresser brukes for alt utstyr som ikke har behov for internettforbindelse:
  - Switcher

- Alle FSI-VLAN har både IPv4- og IPv6-adresser (dual-stack)
- FSI-VLAN med offentlige IPv4-adresser, bruker offentlige IPv6-adresser fra 2001:700:1100::/48-serien
- FSI-VLAN med private IPv4-adresser ([RFC 1918](#)), bruker private IPv6-adresser fra FD5C:14CF:C300::/48-serien
- Private adresser brukes for alt utstyr som ikke har behov for internettforbindelse:
  - Switcher
    - Med unntak av kjerneswitchen som er L3-switch for nettverket ved FSI

- Alle FSI-VLAN har både IPv4- og IPv6-adresser (dual-stack)
- FSI-VLAN med offentlige IPv4-adresser, bruker offentlige IPv6-adresser fra 2001:700:1100::/48-serien
- FSI-VLAN med private IPv4-adresser ([RFC 1918](#)), bruker private IPv6-adresser fra FD5C:14CF:C300::/48-serien
- Private adresser brukes for alt utstyr som ikke har behov for internettforbindelse:
  - Switcher
    - Med unntak av kjerneswitchen som er L3-switch for nettverket ved FSI
  - UPS-er

- Alle FSI-VLAN har både IPv4- og IPv6-adresser (dual-stack)
- FSI-VLAN med offentlige IPv4-adresser, bruker offentlige IPv6-adresser fra 2001:700:1100::/48-serien
- FSI-VLAN med private IPv4-adresser ([RFC 1918](#)), bruker private IPv6-adresser fra FD5C:14CF:C300::/48-serien
- Private adresser brukes for alt utstyr som ikke har behov for internettforbindelse:
  - Switcher
    - Med unntak av kjerneswitchen som er L3-switch for nettverket ved FSI
  - UPS-er
  - Lights-out

- Alle FSI-VLAN har både IPv4- og IPv6-adresser (dual-stack)
- FSI-VLAN med offentlige IPv4-adresser, bruker offentlige IPv6-adresser fra 2001:700:1100::/48-serien
- FSI-VLAN med private IPv4-adresser ([RFC 1918](#)), bruker private IPv6-adresser fra FD5C:14CF:C300::/48-serien
- Private adresser brukes for alt utstyr som ikke har behov for internettforbindelse:
  - Switcher
    - Med unntak av kjerneswitchen som er L3-switch for nettverket ved FSI
  - UPS-er
  - Lights-out
  - Skrivere

- Alle FSI-VLAN har både IPv4- og IPv6-adresser (dual-stack)
- FSI-VLAN med offentlige IPv4-adresser, bruker offentlige IPv6-adresser fra 2001:700:1100::/48-serien
- FSI-VLAN med private IPv4-adresser ([RFC 1918](#)), bruker private IPv6-adresser fra FD5C:14CF:C300::/48-serien
- Private adresser brukes for alt utstyr som ikke har behov for internettforbindelse:
  - Switcher
    - Med unntak av kjerneswitchen som er L3-switch for nettverket ved FSI
  - UPS-er
  - Lights-out
  - Skrivere
  - Virtualiseringsservere

- Alle FSI-VLAN har både IPv4- og IPv6-adresser (dual-stack)
- FSI-VLAN med offentlige IPv4-adresser, bruker offentlige IPv6-adresser fra 2001:700:1100::/48-serien
- FSI-VLAN med private IPv4-adresser ([RFC 1918](#)), bruker private IPv6-adresser fra FD5C:14CF:C300::/48-serien
- Private adresser brukes for alt utstyr som ikke har behov for internettforbindelse:
  - Switcher
    - Med unntak av kjerneswitchen som er L3-switch for nettverket ved FSI
  - UPS-er
  - Lights-out
  - Skrivere
  - Virtualiseringsservere
  - VPN-klienter

## IPv6 i inn- og utland

## IPv6 andre steder i Norge

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 andre steder i Norge

- Mesteparten av Uninett og deres kunder bruker IPv6

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 andre steder i Norge

- Mesteparten av Uninett og deres kunder bruker IPv6
- **Oppland FK** har ingen planer om å innføre IPv6

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 andre steder i Norge

- Mesteparten av Uninett og deres kunder bruker IPv6
- **Oppland FK** har ingen planer om å innføre IPv6
- **Hordaland FK** har satt en IPv6-adresse på webserveren deres,  
2a02:20a0:0:3::81:130

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 andre steder i Norge

- Mesteparten av Uninett og deres kunder bruker IPv6
- **Oppland FK** har ingen planer om å innføre IPv6
- **Hordaland FK** har satt en IPv6-adresse på webserveren deres,  
2a02:20a0:0:3::81:130
- **Vest-Agder FK** har også satt en IPv6-adresse på webserveren deres,  
2001:67c:28ac:1::2

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 andre steder i Norge

- Mesteparten av Uninett og deres kunder bruker IPv6
- **Oppland FK** har ingen planer om å innføre IPv6
- **Hordaland FK** har satt en IPv6-adresse på webserveren deres, 2a02:20a0:0:3::81:130
- **Vest-Agder FK** har også satt en IPv6-adresse på webserveren deres, 2001:67c:28ac:1::2
- **Nasjonal kommunikasjonsmyndighet** har satt en IPv6-adresse på webserveren deres, 2a02:228:105:d000::10

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 andre steder i Norge

- Mesteparten av Uninett og deres kunder bruker IPv6
- **Oppland FK** har ingen planer om å innføre IPv6
- **Hordaland FK** har satt en IPv6-adresse på webserveren deres, 2a02:20a0:0:3::81:130
- **Vest-Agder FK** har også satt en IPv6-adresse på webserveren deres, 2001:67c:28ac:1::2
- **Nasjonal kommunikasjonsmyndighet** har satt en IPv6-adresse på webserveren deres, 2a02:228:105:d000::10
- **VG** tok IPv6 i bruk i 2010, 2001:67c:21e0::16

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 andre steder i Norge

- Mesteparten av Uninett og deres kunder bruker IPv6
- **Oppland FK** har ingen planer om å innføre IPv6
- **Hordaland FK** har satt en IPv6-adresse på webserveren deres, 2a02:20a0:0:3::81:130
- **Vest-Agder FK** har også satt en IPv6-adresse på webserveren deres, 2001:67c:28ac:1::2
- **Nasjonal kommunikasjonsmyndighet** har satt en IPv6-adresse på webserveren deres, 2a02:228:105:d000::10
- **VG** tok IPv6 i bruk i 2010, 2001:67c:21e0::16
- **Amedia AS'** (tidl. A-pressen) mange (nett)aviser ble tilgjengelig med IPv6 samtidig med VG

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 andre steder i Norge

- Mesteparten av Uninett og deres kunder bruker IPv6
- **Oppland FK** har ingen planer om å innføre IPv6
- **Hordaland FK** har satt en IPv6-adresse på webserveren deres, 2a02:20a0:0:3::81:130
- **Vest-Agder FK** har også satt en IPv6-adresse på webserveren deres, 2001:67c:28ac:1::2
- **Nasjonal kommunikasjonsmyndighet** har satt en IPv6-adresse på webserveren deres, 2a02:228:105:d000::10
- **VG** tok IPv6 i bruk i 2010, 2001:67c:21e0::16
- **Amedia AS'** (tidl. A-pressen) mange (nett)aviser ble tilgjengelig med IPv6 samtidig med VG
- **digi.no** tok i bruk IPv6, **26. februar 2015**

## IPv6 i inn- og utland

## IPv6 i utlandet

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 i utlandet

- **World IPv6 Day**, 8. juni 2011

- Målet var å teste IPv6 i 24 timer
- Mer enn 400 deltagere
- AOL, Akamai Technologies, BBC, Cisco, Comcast, Facebook, Google, Huawei, Juniper Networks, Limelight Networks, Mapquest, Mastercard, Microsoft, T-Online, Telmex, US Department of Commerce, Vonage, Yahoo, Yandex, YouTube og ...

- **World IPv6 Launch**, 6. juni 2012

- Denne dagen ble IPv6 slått på for alltid

## IPv6 i inn- og utland

## IPv6 i utlandet

# IPv6 i inn- og utland

## IPv6 i utlandet

- Facebook er tilgjengelig med IPv6
  - 2a03:2880:2130:cf05:face:b00c:0:1 og
  - 2a03:2880:2110:df07:face:b00c:0:1
- Google er tilgjengelig med IPv6
  - 2a00:1450:400c:c00::5e,
  - 2a00:1450:400c:c00::8a og
  - 2a00:1450:4010:c04::63
- LinkedIn er tilgjengelig med IPv6
  - 2620:109:c007:102::5be1:f881
- Snapchat er tilgjengelig med IPv6
  - 2a00:1450:400c:c00::79
- Wikipedia er tilgjengelig med IPv6
  - 2620:0:862:ed1a::1

## IPv6 i inn- og utland

## Google Chrome og IPvFoo

# IPv6 i inn- og utland

Google Chrome og IPvFoo

- [IPvFoo](#) for Google Chrome lar deg se hvilke IP-adresser som innholdet ble hentet fra
- Her er et eksempel fra <http://vg.no/>:

Site	IP Address
www.vg.no	2001:67c:21e0::16
1.vgc.no	2001:67c:21e0::c
ajax.googleapis.com	2a00:1450:400c:c05::5f
api.vg.no	2001:67c:21e0::52
cdn.rikstoto.no	138.91.53.43
cdn.vgc.no	2001:67c:21e0::c
click.vgnett.no	2001:67c:21e0::30
direkte.vg.no	2001:67c:21e0::dd05
imbo.vgc.no	2001:67c:21e0::115
imbo.vgtv.no	2001:67c:21e0::207
pbs.twimg.com	199.96.57.7
rikstototest1cdn.cloudapp.net	191.235.131.145
static.godt.no	2001:67c:21e0::16
touch.vg.no	2001:67c:21e0::16
vgc.no	2001:67c:21e0::c
widget.tippebannere.no	109.239.231.66
www.godt.no	2001:67c:21e0::f00d

## IPv6 i inn- og utland

## Mozilla Firefox og IPFox

# IPv6 i inn- og utland

Mozilla Firefox og IPvFox

- [IPvFox](#) gjør det samme for Mozilla Firefox som IPvFoo gjør for Google Chrome
- Her er enda et eksempel fra <http://vg.no/>:

6 <sup>4</sup> <sub>6</sub>	
http://www.vg.no	2001:67c:21e0::16
http://1.vgc.no	2001:67c:21e0::c
http://touch.vg.no	2001:67c:21e0::16
http://cdn.vgc.no	2001:67c:21e0::c
http://click.vgnett.no	2001:67c:21e0::30
http://vg-no.c.richmetrics.com	54.247.117.59
http://logc189.xiti.com	62.161.94.220
https://sync.richmetrics.com	54.217.209.197
http://aka-cdn-ns.adtechus.com	158.36.130.81
http://api.vg.no	2001:67c:21e0::52
http://widget.tippebannere.no	109.239.231.66
http://direkte.vg.no	2001:67c:21e0::dd05
http://www.godt.no	2001:67c:21e0::f00d
http://vg.tns-cs.net	77.88.106.101
http://static.godt.no	2001:67c:21e0::16
http://adserver.adtech.de	195.93.85.9
http://beacon-2.newrelic.com	50.31.164.168
http://imbo.vgc.no	2001:67c:21e0::115
http://track.adform.net	37.157.6.227
http://plug.plapre.no	195.159.29.230
http://track.adform.net	152.115.75.197
http://aka-cdn-ns.adtech.de	158.36.130.75

# Del III

## IPv6-header

# Oversikt over del 3: IPv6-header I

## 12 IPv6-header

- Flow Label

## 13 Utvidelsesheadere

- Hop-by-hop Options Header
- Destination Options Header
- Routing Header
- Fragment Header
- Authentication Header
- Encapsulating Security Payload
- Mobility Header

# IPv6-header

# IPv6-header

IPv4-header

Version	IHL	Type of Service	Total Length	
Identification		Flags	Fragment Offset	
Time To Live	Protocol	Header Checksum		
Source Address				
Destination Address				
Options & Padding				

Felter som er beholdt i IPv6

Felter som er utekatt i IPv6

Navn og plassering er forskjellig for IPv6

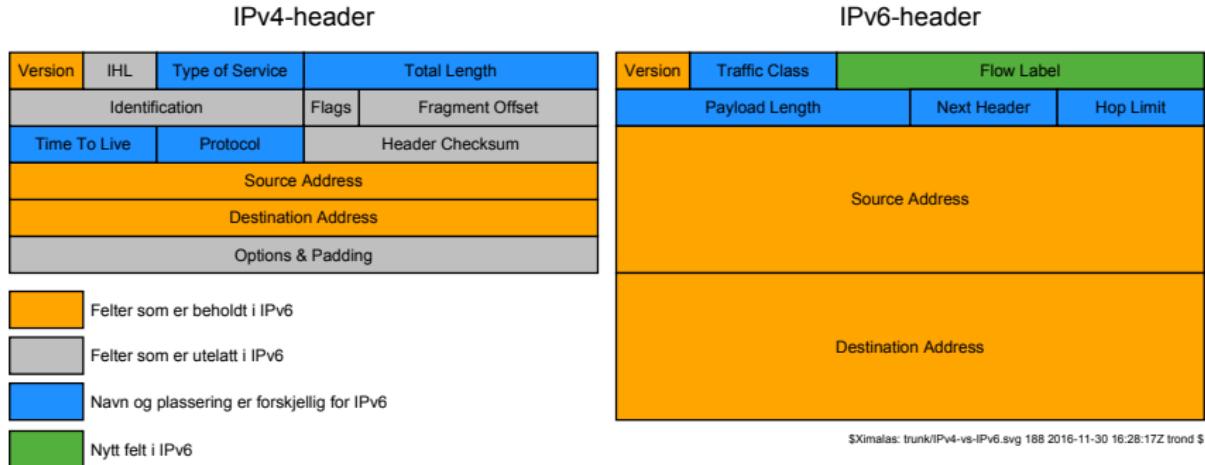
Nytt felt i IPv6

IPv6-header

Version	Traffic Class	Flow Label	
	Payload Length	Next Header	Hop Limit
Source Address			
Destination Address			

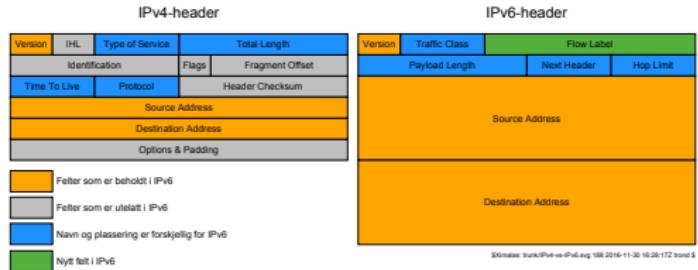
\$Ximila: trunk/IPv4-vs-IPv6.svg 188 2016-11-30 16:28:17Z trond \$

# IPv6-header



- IPv6-headeren er dobbelt så stor som IPv4-headeren (40/20 oktetter)
- IPv6-headeren har færre feltene enn IPv4-headeren
- De uteatte feltene er i stor grad flyttet over til egne utvidelsesheadere

# IPv6-header



- Versjonsfeltet (4 bit) settes til 0110
- Traffic Class (8 bit) er det samme som Type of Service i IPv4
- Flow Label (20 bit) er et nytt felt, se neste slide
- Payload Length (16 bit) er det samme som Total Length i IPv4

- Next Header (8 bit) er det samme som Protocol i IPv4
- Hop Limit (8 bit) er det samme som Time To Live i IPv4
- Avsender og mottaker er 128-bit IPv6-adresser
- IPv4-feltene Internet Header Length (IHL), Identification, Flags, Fragment Offset, Header Checksum, Options og Padding, er enten fjernet for godt eller flyttet til egne utvidelsesheadere

## IPv6-header

## Flow Label

- Flow Label-feltet kan brukes av sanntidsapplikasjoner
- Flow Label-verdien angir pakker som tilhører samme sesjon
- Routere bør videresende pakker med samme verdi i Flow Label-feltet fra samme avsender på samme grensesnitt, slik at rekkefølgen bevares
- Verdien 0 (null) brukes for individuelle pakker
- Routere bør videresende pakker med 0 i Flow Label-feltet fra samme avsender på samme grensesnitt, slik at rekkefølgen bevares
- Tilfeldig valgte verdier brukes for pakker som hører sammen
- Flow Label-feltet kan også brukes til å smugle data sammen med legitim trafikk, eller merke slik trafikk, se avsnitt 6.1 i [RFC 6437](#)
- Se [RFC 2460](#), [RFC 3595](#), [RFC 6294](#), [RFC 6436](#) og [RFC 6437](#)

# Utvidelsesheadere

# Utvidelsesheadere

- Utvidelsesheaderne finnes i stort antall:

- Utvidelsesheaderne finnes i stort antall:
  - ➊ Hop-by-hop Options Header

- Utvidelsesheaderne finnes i stort antall:
  - ① Hop-by-hop Options Header
  - ② Destination Options Header

- Utvidelsesheaderne finnes i stort antall:
  - ① Hop-by-hop Options Header
  - ② Destination Options Header
  - ③ Routing Header

- Utvidelsesheaderne finnes i stort antall:
  - ① Hop-by-hop Options Header
  - ② Destination Options Header
  - ③ Routing Header
  - ④ Fragment Header

- Utvidelsesheaderne finnes i stort antall:
  - ① Hop-by-hop Options Header
  - ② Destination Options Header
  - ③ Routing Header
  - ④ Fragment Header
  - ⑤ Authentication Header

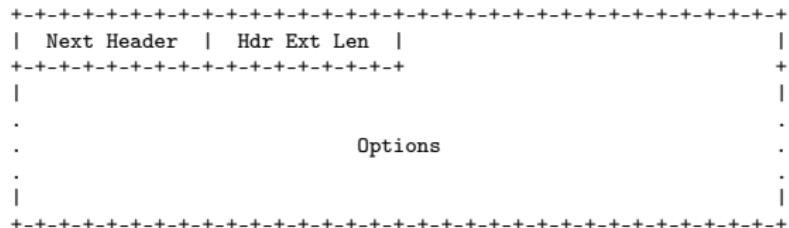
- Utvidelsesheaderne finnes i stort antall:
  - ① Hop-by-hop Options Header
  - ② Destination Options Header
  - ③ Routing Header
  - ④ Fragment Header
  - ⑤ Authentication Header
  - ⑥ Encapsulating Security Payload

- Utvidelsesheaderne finnes i stort antall:
  - 1 Hop-by-hop Options Header
  - 2 Destination Options Header
  - 3 Routing Header
  - 4 Fragment Header
  - 5 Authentication Header
  - 6 Encapsulating Security Payload
  - 7 Mobility Header

- Utvidelsesheaderne finnes i stort antall:
  - ① Hop-by-hop Options Header
  - ② Destination Options Header
  - ③ Routing Header
  - ④ Fragment Header
  - ⑤ Authentication Header
  - ⑥ Encapsulating Security Payload
  - ⑦ Mobility Header
- Se [RFC 2460](#), [RFC 4302](#), [RFC 4303](#), [RFC 6275](#) og [RFC 7045](#)

# Utvidelsesheadere

## Hop-by-hop Options Header

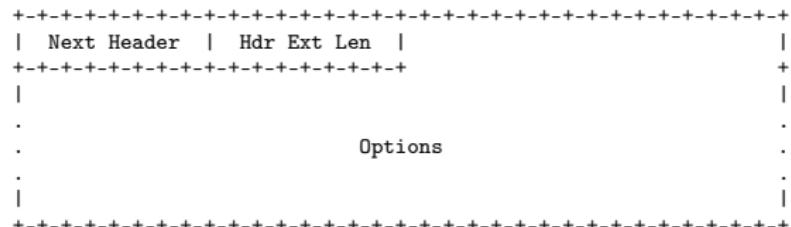


- Protokollnummer: 0
- Hop-by-hop Options Header må komme før andre Options Headere og før payload
- Alle ledd bør undersøke Hop-by-hop Options Header og dens innhold
- Høyhastighetsrutere vil enten ignorere H-b-H eller la en saktekjørende routingprosess ta seg av slike pakker

- Valgene Pad1 og PadN er definert i [RFC 2460](#)
- Andre valg: Jumbo Payload ([RFC 2675](#)), RPL Option ([RFC 6553](#)), Tunnel Encapsulation Limit ([RFC 2473](#)), Router Alert ([RFC 2711](#)), Quick-Start ([RFC 4782](#)), CALIPSO ([RFC 5570](#)), SMF\_DPD ([RFC 6621](#)), Home Address ([RFC 6275](#)), ILNP nonce ([RFC 6744](#)), Line-Identification Option ([RFC 6788](#)), IP\_DFF ([RFC 6971](#))
- Ref.: <http://www.iana.org/assignments/ipv6-parameters/ipv6-parameters.xhtml>

# Utvidelsesheader

## Destination Options Header



- Protokollnummer: 60

## Utvidelsesheadere

## Routing Header

- Protokollnummer: 43

# Utvidelsesheadere

## Fragment Header

```
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+  
| Next Header | Reserved | Fragment Offset |Res|M|  
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+  
| Identification |  
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

- Protokollnummer: 44

# Utvidelsesheader

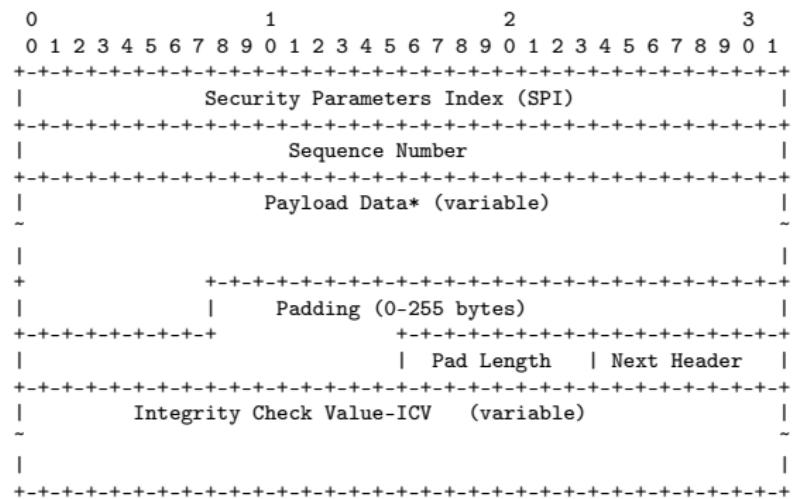
## Authentication Header

0	1	2	3
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0	1 2 3 4 5 6 7 8 9 0	1 2 3 4 5 6 7 8 9 0	1
+---+	+---+	+---+	+---+
Next Header   Payload Len   RESERVED			
+---+	+---+	+---+	+---+
Security Parameters Index (SPI)			
+---+	+---+	+---+	+---+
Sequence Number Field			
+---+	+---+	+---+	+---+
+ Integrity Check Value-ICV (variable)			
+---+	+---+	+---+	+---+

- Protokollnummer: 51

# Utvidelsesheadere

## Encapsulating Security Payload



- Protokollnummer: 50

# Utvidelsesheader

## Mobility Header

```
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+  
| Payload Proto | Header Len | MH Type | Reserved |  
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+  
| Checksum |  
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+  
|  
.  
.  
.  
Message Data  
.  
.  
.  
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+  
.
```

- Protokollnummer: 135

# Del IV

## IPv6 over Ethernet

# Oversikt over del 4: IPv6 over Ethernet I

14 IPv6 over Ethernet

15 IPv6 over andre lag-2-typer

# IPv6 over Ethernet

# IPv6 over Ethernet

- RFC 2464 definerer frameformatet for IPv6-datagrammer over Ethernet

# IPv6 over Ethernet

- RFC 2464 definerer frameformatet for IPv6-datagrammer over Ethernet
- IPv6-datagrammer fraktes i standard Ethernetformat, RFC 894

- RFC 2464 definerer frameformatet for IPv6-datagrammer over Ethernet
- IPv6-datagrammer fraktes i standard Ethernetformat, RFC 894
  - Først angis mottakerens MAC-48-adresse

- RFC 2464 definerer frameformatet for IPv6-datagrammer over Ethernet
- IPv6-datagrammer fraktes i standard Ethernetformat, RFC 894
  - Først angis mottakerens MAC-48-adresse
  - Deretter angis avsenders MAC-48-adresse

- RFC 2464 definerer frameformatet for IPv6-datagrammer over Ethernet
- IPv6-datagrammer fraktes i standard Ethernetformat, RFC 894
  - Først angis mottakerens MAC-48-adresse
  - Deretter angis avsenders MAC-48-adresse
  - Frametypen settes til 86DD (heksadesimalt)

- RFC 2464 definerer frameformatet for IPv6-datagrammer over Ethernet
- IPv6-datagrammer fraktes i standard Ethernetformat, RFC 894
  - Først angis mottakerens MAC-48-adresse
  - Deretter angis avsenders MAC-48-adresse
  - Frametypen settes til 86DD (heksadesimalt)
  - Deretter følger IPv6-header og resten av datagrammet

- RFC 2464 definerer frameformatet for IPv6-datagrammer over Ethernet
- IPv6-datagrammer fraktes i standard Ethernetformat, RFC 894
  - Først angis mottakerens MAC-48-adresse
  - Deretter angis avsenders MAC-48-adresse
  - Frametypen settes til 86DD (heksadesimalt)
  - Deretter følger IPv6-header og resten av datagrammet
- Standard MTU for IPv6 over Ethernet er 1500 oktetter

- RFC 2464 definerer frameformatet for IPv6-datagrammer over Ethernet
- IPv6-datagrammer fraktes i standard Ethernetformat, RFC 894
  - Først angis mottakerens MAC-48-adresse
  - Deretter angis avsenders MAC-48-adresse
  - Frametypen settes til 86DD (heksadesimalt)
  - Deretter følger IPv6-header og resten av datagrammet
- Standard MTU for IPv6 over Ethernet er 1500 oktetter
- Minste tillatte MTU for IPv6 er 1280 oktetter

# IPv6 over Ethernet

- [RFC 2464](#) definerer frameformatet for IPv6-datagrammer over Ethernet
- IPv6-datagrammer fraktes i standard Ethernetformat, [RFC 894](#)
  - Først angis mottakerens MAC-48-adresse
  - Deretter angis avsenders MAC-48-adresse
  - Frametypen settes til 86DD (heksadesimalt)
  - Deretter følger IPv6-header og resten av datagrammet
- Standard MTU for IPv6 over Ethernet er 1500 oktetter
- Minste tillatte MTU for IPv6 er 1280 oktetter
- Er største tilgjengelige MTU mindre enn 1280 oktetter, så må lagene under IPv6 sørge for fragmentering og sammensetting av IPv6-datagrammene ([RFC 2460](#))

# IPv6 over Ethernet

# IPv6 over Ethernet

Programmet [Wireshark](#) fremstilte følgende lag-2-informasjon om en utsendt IPv6-pakke:

```
Ethernet II, Src: AsustekC_f2:72:40 (00:26:18:f2:72:40), Dst: Cisco_77:14:57 (00:17:e0:77:14:57)
  Destination: Cisco_77:14:57 (00:17:e0:77:14:57)
    Address: Cisco_77:14:57 (00:17:e0:77:14:57)
      .... ..0. .... .... .... = LG bit: Globally unique address (factory default)
      .... ..0. .... .... .... = IG bit: Individual address (unicast)
  Source: AsustekC_f2:72:40 (00:26:18:f2:72:40)
    Address: AsustekC_f2:72:40 (00:26:18:f2:72:40)
      .... ..0. .... .... .... = LG bit: Globally unique address (factory default)
      .... ..0. .... .... .... = IG bit: Individual address (unicast)
Type: IPv6 (0x86dd)
```

# IPv6 over Ethernet

Programmet [Wireshark](#) fremstilte følgende lag-2-informasjon om en utsendt IPv6-pakke:

```
Ethernet II, Src: AsustekC_f2:72:40 (00:26:18:f2:72:40), Dst: Cisco_77:14:57 (00:17:e0:77:14:57)
  Destination: Cisco_77:14:57 (00:17:e0:77:14:57)
    Address: Cisco_77:14:57 (00:17:e0:77:14:57)
      .... ..0. .... .... .... = LG bit: Globally unique address (factory default)
      .... ..0. .... .... .... = IG bit: Individual address (unicast)
  Source: AsustekC_f2:72:40 (00:26:18:f2:72:40)
    Address: AsustekC_f2:72:40 (00:26:18:f2:72:40)
      .... ..0. .... .... .... = LG bit: Globally unique address (factory default)
      .... ..0. .... .... .... = IG bit: Individual address (unicast)
Type: IPv6 (0x86dd)
```

- Presentert som heksadesimale oktetter/byter:

# IPv6 over Ethernet

Programmet [Wireshark](#) fremstilte følgende lag-2-informasjon om en utsendt IPv6-pakke:

```
Ethernet II, Src: AsustekC_f2:72:40 (00:26:18:f2:72:40), Dst: Cisco_77:14:57 (00:17:e0:77:14:57)
  Destination: Cisco_77:14:57 (00:17:e0:77:14:57)
    Address: Cisco_77:14:57 (00:17:e0:77:14:57)
      .... ..0. .... .... .... = LG bit: Globally unique address (factory default)
      .... ..0. .... .... .... = IG bit: Individual address (unicast)
  Source: AsustekC_f2:72:40 (00:26:18:f2:72:40)
    Address: AsustekC_f2:72:40 (00:26:18:f2:72:40)
      .... ..0. .... .... .... = LG bit: Globally unique address (factory default)
      .... ..0. .... .... .... = IG bit: Individual address (unicast)
Type: IPv6 (0x86dd)
```

- Presentert som heksadesimale oktetter/byter:
- 00 17 E0 77 14 57 00 26 18 F2 72 40 86 DD

# IPv6 over Ethernet

Programmet [Wireshark](#) fremstilte følgende lag-2-informasjon om en utsendt IPv6-pakke:

```
Ethernet II, Src: AsustekC_f2:72:40 (00:26:18:f2:72:40), Dst: Cisco_77:14:57 (00:17:e0:77:14:57)
  Destination: Cisco_77:14:57 (00:17:e0:77:14:57)
    Address: Cisco_77:14:57 (00:17:e0:77:14:57)
      .... ..0. .... .... .... = LG bit: Globally unique address (factory default)
      .... ..0. .... .... .... = IG bit: Individual address (unicast)
  Source: AsustekC_f2:72:40 (00:26:18:f2:72:40)
    Address: AsustekC_f2:72:40 (00:26:18:f2:72:40)
      .... ..0. .... .... .... = LG bit: Globally unique address (factory default)
      .... ..0. .... .... .... = IG bit: Individual address (unicast)
Type: IPv6 (0x86dd)
```

- Presentert som heksadesimale oktetter/byter:
- **00 17 E0 77 14 57 00 26 18 F2 72 40 86 DD**
  - **00 17 E0 77 14 57** er MAC-48-adressa til mottakeren, routeren

# IPv6 over Ethernet

Programmet [Wireshark](#) fremstilte følgende lag-2-informasjon om en utsendt IPv6-pakke:

```
Ethernet II, Src: AsustekC_f2:72:40 (00:26:18:f2:72:40), Dst: Cisco_77:14:57 (00:17:e0:77:14:57)
  Destination: Cisco_77:14:57 (00:17:e0:77:14:57)
    Address: Cisco_77:14:57 (00:17:e0:77:14:57)
      .... ..0. .... .... .... = LG bit: Globally unique address (factory default)
      .... ..0. .... .... .... = IG bit: Individual address (unicast)
  Source: AsustekC_f2:72:40 (00:26:18:f2:72:40)
    Address: AsustekC_f2:72:40 (00:26:18:f2:72:40)
      .... ..0. .... .... .... = LG bit: Globally unique address (factory default)
      .... ..0. .... .... .... = IG bit: Individual address (unicast)
Type: IPv6 (0x86dd)
```

- Presentert som heksadesimale oktetter/byter:
- **00 17 E0 77 14 57 00 26 18 F2 72 40 86 DD**
  - **00 17 E0 77 14 57** er MAC-48-adressa til mottakeren, routeren
  - **00 26 18 F2 72 40** er MAC-48-adressa til avsenderen, klienten

# IPv6 over Ethernet

Programmet [Wireshark](#) fremstilte følgende lag-2-informasjon om en utsendt IPv6-pakke:

```
Ethernet II, Src: AsustekC_f2:72:40 (00:26:18:f2:72:40), Dst: Cisco_77:14:57 (00:17:e0:77:14:57)
  Destination: Cisco_77:14:57 (00:17:e0:77:14:57)
    Address: Cisco_77:14:57 (00:17:e0:77:14:57)
      .... ..0. .... .... .... = LG bit: Globally unique address (factory default)
      .... ..0. .... .... .... = IG bit: Individual address (unicast)
  Source: AsustekC_f2:72:40 (00:26:18:f2:72:40)
    Address: AsustekC_f2:72:40 (00:26:18:f2:72:40)
      .... ..0. .... .... .... = LG bit: Globally unique address (factory default)
      .... ..0. .... .... .... = IG bit: Individual address (unicast)
Type: IPv6 (0x86dd)
```

- Presentert som heksadesimale oktetter/byter:
- **00 17 E0 77 14 57 00 26 18 F2 72 40 86 DD**
  - **00 17 E0 77 14 57** er MAC-48-adressa til mottakeren, routeren
  - **00 26 18 F2 72 40** er MAC-48-adressa til avsenderen, klienten
  - **86 DD** angir at et IPv6-datagram følger etter i lag 3

# IPv6 over andre lag-2-typer

# IPv6 over andre lag-2-typer

- FDDI: [RFC 2467](#)
- Token Ring: [RFC 2470](#)
- Non-Broadcast Multiple Access (NBMA) networks: [RFC 2491](#)
- ATM: [RFC 2492](#)
- ARCnet: [RFC 2497](#)
- Frame Relay: [RFC 2590](#)
- IEEE 1394 (FireWire): [RFC 3146](#)
- Low-Power Wireless Personal Area Networks (6LoWPAN): [RFC 4919](#)
- Point-to-point protocol (PPP): [RFC 5072](#)
- Brevduer: [RFC 6214](#), basert på [RFC 1149](#)

# Del V

## Grunnleggende om adresser

# Oversikt over del 5: Grunnleggende om adresser I

- 16 Grunnleggende om adresser
- 17 Adressedemo
- 18 MAC-48-adresser
- 19 Modda IEEE EUI-64-format
- 20 Manuell grensesnittidentifikator
- 21 Tilfeldig grensesnittidentifikator
- 22 Spesialadresser
- 23 Duplicate Address Detection — DAD

# Grunnleggende om adresser

# Grunnleggende om adresser

- 128 bit

# Grunnleggende om adresser

- 128 bit
- Heksadesimal notasjon

# Grunnleggende om adresser

- 128 bit
- Heksadesimal notasjon
- 16 og 16 bit gruppertes og skilles med kolon

# Grunnleggende om adresser

- 128 bit
- Heksadesimal notasjon
- 16 og 16 bit gruppertes og skilles med kolon
- Ledende nuller kan sløyfes

# Grunnleggende om adresser

- 128 bit
- Heksadesimal notasjon
- 16 og 16 bit gruppertes og skilles med kolon
- Ledende nuller kan sløyfes
- To eller flere *sammenhengende* 16-bitblokker med nuller kan slås sammen til :: (dobelkolon), bare én gang pr. adresse

# Grunnleggende om adresser

- 128 bit
- Heksadesimal notasjon
- 16 og 16 bit gruppertes og skilles med kolon
- Ledende nuller kan sløyfes
- To eller flere *sammenhengende* 16-bitblokker med nuller kan slås sammen til :: (dobbekolon), bare én gang pr. adresse
- Prefikslengde angis ved å sette på en skråstrek og oppgi riktig antall av signifikante bit fra venstre mot høyre i adressa

# Grunnleggende om adresser

- 128 bit
- Heksadesimal notasjon
- 16 og 16 bit gruppertes og skilles med kolon
- Ledende nuller kan sløyfes
- To eller flere *sammenhengende* 16-bitblokker med nuller kan slås sammen til :: (dobelkolon), bare én gang pr. adresse
- Prefikslengde angis ved å sette på en skråstrek og oppgi riktig antall av signifikante bit fra venstre mot høyre i adressa
  - Dette er helt likt CIDR-notasjon for IPv4 ([RFC 4632](#))

## Grunnleggende om adresser

## Adressedemo

# Grunnleggende om adresser

## Adressedemo

- Uninett:

2001:0700:0000:0000:0000:0000:0000

# Grunnleggende om adresser

## Adressedemo

- Uninett:

2001:0700:0000:0000:0000:0000:0000

- FSI:

2001:0700:1100:0000:0000:0000:0000

# Grunnleggende om adresser

## Adressedemo

- Uninett:

2001:0700:0000:0000:0000:0000:0000

- FSI:

2001:0700:1100:0000:0000:0000:0000

- IT-avdelingen@FSI:

2001:0700:1100:0003:0000:0000:0000

# Grunnleggende om adresser

## Adressedemo

- Uninett:

2001:0700:0000:0000:0000:0000:0000

- FSI:

2001:0700:1100:0000:0000:0000:0000

- IT-avdelingen@FSI:

2001:0700:1100:0003:0000:0000:0000

- Tronds D531 i IT-avdelingen@FSI:

2001:0700:1100:0003:0221:70FF:FE73:686E

# Grunnleggende om adresser

## Adressedemo: Hierarkisk struktur

- Uninett:

2001:0700:0000:0000:0000:0000:0000

- FSI:

2001:0700:1100:0000:0000:0000:0000

- IT-avdelingen@FSI:

2001:0700:1100:0003:0000:0000:0000

- Tronds D531 i IT-avdelingen@FSI:

2001:0700:1100:0003:0221:70FF:FE73:686E

# Grunnleggende om adresser

Adressedemo: La oss forenkle adressene

- Uninett:

2001:0700:0000:0000:0000:0000:0000

- FSI:

2001:0700:1100:0000:0000:0000:0000

- IT-avdelingen@FSI:

2001:0700:1100:0003:0000:0000:0000

- Tronds D531 i IT-avdelingen@FSI:

2001:0700:1100:0003:0221:70FF:FE73:686E

# Grunnleggende om adresser

## Adressedemo: Ledende nuller

- Uninett:

2001:**0700:0000:0000:0000:0000:0000:0000**

- FSI:

2001:**0700:1100:0000:0000:0000:0000:0000**

- IT-avdelingen@FSI:

2001:**0700:1100:0003:0000:0000:0000:0000**

- Tronds D531 i IT-avdelingen@FSI:

2001:**0700:1100:0003:0221:70FF:FE73:686E**

# Grunnleggende om adresser

## Adressedemo: Fjernet ledende nuller

- Uninett:

2001:**700**:0:0:0:0:0:0

- FSI:

2001:**700**:1100:0:0:0:0:0

- IT-avdelingen@FSI:

2001:**700**:1100:**3**:0:0:0:0

- Tronds D531 i IT-avdelingen@FSI:

2001:**700**:1100:**3:221**:70FF:FE73:686E

# Grunnleggende om adresser

Adressedemo: La oss forenkle litt til

- Uninett:

2001:700:0:0:0:0:0:0

- FSI:

2001:700:1100:0:0:0:0:0

- IT-avdelingen@FSI:

2001:700:1100:3:0:0:0:0

- Tronds D531 i IT-avdelingen@FSI:

2001:700:1100:3:221:70FF:FE73:686E

# Grunnleggende om adresser

Adressedemo: To eller flere sammenhengende 16-bitblokker med bare 0

- Uninett:

2001:700:**0:0:0:0:0:0**

- FSI:

2001:700:1100:**0:0:0:0:0:0**

- IT-avdelingen@FSI:

2001:700:1100:3:**0:0:0:0**

- Tronds D531 i IT-avdelingen@FSI:

2001:700:1100:3:221:70FF:FE73:686E

# Grunnleggende om adresser

Adressedemo: Erstattet med dobbelkolon

- Uninett:  
2001:700::

- FSI:  
2001:700:1100::

- IT-avdelingen@FSI:  
2001:700:1100:3::

- Tronds D531 i IT-avdelingen@FSI:  
2001:700:1100:3:221:70FF:FE73:686E

# Grunnleggende om adresser

## Adressedemo: Kompakt form

- Uninett:  
2001:700::
- FSI:  
2001:700:1100::
- IT-avdelingen@FSI:  
2001:700:1100:3::
- Tronds D531 i IT-avdelingen@FSI:  
2001:700:1100:3:221:70FF:FE73:686E

# Grunnleggende om adresser

Adressedemo: Vis prefikslengde

- Uninett:

2001:700::/32

- FSI:

2001:700:1100::/48

- IT-avdelingen@FSI:

2001:700:1100:3::/64

- Tronds D531 i IT-avdelingen@FSI:

2001:700:1100:3:221:70FF:FE73:686E/128

# Grunnleggende om adresser

## Adressedemo: Kompakte adresser med prefiks lengde

- Uninett:

2001:700::/32

- FSI:

2001:700:1100::/48

- IT-avdelingen@FSI:

2001:700:1100:3::/64

- Tronds D531 i IT-avdelingen@FSI:

2001:700:1100:3:221:70FF:FE73:686E/128

## Grunnleggende om adresser

## MAC-48-adresser

# Grunnleggende om adresser

## MAC-48-adresser

- MAC-48-adresser har følgende oppbygging, gitt av [IEEE 802-2001](#):

# Grunnleggende om adresser

## MAC-48-adresser

- MAC-48-adresser har følgende oppbygning, gitt av [IEEE 802-2001](#):
  - CC:cc:cc:nn:nn:nn (heksadesimalt)

# Grunnleggende om adresser

## MAC-48-adresser

- MAC-48-adresser har følgende oppbygning, gitt av [IEEE 802-2001](#):
  - CC:cc:cc:nn:nn:nn (heksadesimalt)
  - Den første halvparten er produsentnummer: CC:cc:cc

# Grunnleggende om adresser

## MAC-48-adresser

- MAC-48-adresser har følgende oppbygning, gitt av [IEEE 802-2001](#):
  - CC:cc:cc:nn:nn:nn (heksadesimalt)
  - Den første halvparten er produsentnummer: CC:cc:cc
  - Den andre halvparten er løpenummer: nn:nn:nn

# Grunnleggende om adresser

## MAC-48-adresser

- MAC-48-adresser har følgende oppbygging, gitt av [IEEE 802-2001](#):
  - CC:cc:cc:nn:nn:nn (heksadesimalt)
  - Den første halvparten er produsentnummer: CC:cc:cc
  - Den andre halvparten er løpenummer: nn:nn:nn
- Den første oktetten i produsentnummeret, CC, har en spesiell oppbygging:

# Grunnleggende om adresser

## MAC-48-adresser

- MAC-48-adresser har følgende oppbygging, gitt av [IEEE 802-2001](#):
  - CC:cc:cc:nn:nn:nn (heksadesimalt)
  - Den første halvparten er produsentnummer: CC:cc:cc
  - Den andre halvparten er løpenummer: nn:nn:nn
- Den første oktetten i produsentnummeret, CC, har en spesiell oppbygging:
  - CCCCCCug (binært)

# Grunnleggende om adresser

## MAC-48-adresser

- MAC-48-adresser har følgende oppbygning, gitt av **IEEE 802-2001**:
  - CC:cc:cc:nn:nn:nn (heksadesimalt)
  - Den første halvparten er produsentnummer: CC:cc:cc
  - Den andre halvparten er løpenummer: nn:nn:nn
- Den første oktetten i produsentnummeret, CC, har en spesiell oppbygging:
  - CCCCCCug (binært)
  - Når u-bitet er satt til 0 (null), så gjelder formatet som er oppgitt her, altså CC:cc:cc:nn:nn:nn (heksadesimalt)

# Grunnleggende om adresser

## MAC-48-adresser

- MAC-48-adresser har følgende oppbygging, gitt av [IEEE 802-2001](#):
  - CC:cc:cc:nn:nn:nn (heksadesimalt)
  - Den første halvparten er produsentnummer: CC:cc:cc
  - Den andre halvparten er løpenummer: nn:nn:nn
- Den første oktetten i produsentnummeret, CC, har en spesiell oppbygging:
  - CCCCCCug (binært)
  - Når u-bitet er satt til 0 (null), så gjelder formatet som er oppgitt her, altså CC:cc:cc:nn:nn:nn (heksadesimalt)
  - Når u-bitet er satt til 1, så er alle C- og c-sifrene løpenummer, mens u- og g-bitene beholder sine spesielle betydninger

# Grunnleggende om adresser

## MAC-48-adresser

- MAC-48-adresser har følgende oppbygging, gitt av **IEEE 802-2001**:
  - CC:cc:cc:nn:nn:nn (heksadesimalt)
  - Den første halvparten er produsentnummer: CC:cc:cc
  - Den andre halvparten er løpenummer: nn:nn:nn
- Den første oktetten i produsentnummeret, CC, har en spesiell oppbygging:
  - CCCCCCug (binært)
  - Når u-bitet er satt til 0 (null), så gjelder formatet som er oppgitt her, altså CC:cc:cc:nn:nn:nn (heksadesimalt)
  - Når u-bitet er satt til 1, så er alle C- og c-sifrene løpenummer, mens u- og g-bitene beholder sine spesielle betydninger
  - Når g-bitet er 0 så angir adressa en individuell node, og når g-bitet er 1 så er adressa en multicastgruppe

# Grunnleggende om adresser

## MAC-48-adresser

- Gitt denne MAC-48-adressa: 00:21:70:73:68:6E

# Grunnleggende om adresser

## MAC-48-adresser

- Gitt denne MAC-48-adressa: 00:21:70:73:68:6E
- CC-oktetten har verdien 00 (heksadesimalt)

# Grunnleggende om adresser

## MAC-48-adresser

- Gitt denne MAC-48-adressa: 00:21:70:73:68:6E
- CC-oktetten har verdien 00 (heksadesimalt)
- På binær form er dette 00000000 (CCCCCCug)

# Grunnleggende om adresser

## MAC-48-adresser

- Gitt denne MAC-48-adressa: **00:21:70:73:68:6E**
- CC-oktetten har verdien **00** (heksadesimalt)
- På binær form er dette **00000000** (CCCCCCCug)
- Vi ser at både u- og g-bitene er satt til 0

# Grunnleggende om adresser

## MAC-48-adresser

- Gitt denne MAC-48-adressa: **00:21:70:73:68:6E**
- CC-oktetten har verdien **00** (heksadesimalt)
- På binær form er dette **00000000** (CCCCCC**ug**)
- Vi ser at både u- og g-bitene er satt til 0
- Dette er en MAC-48-adresse som:

# Grunnleggende om adresser

## MAC-48-adresser

- Gitt denne MAC-48-adressa: **00:21:70:73:68:6E**
- CC-oktetten har verdien **00** (heksadesimalt)
- På binær form er dette **00000000** (CCCCCCug)
- Vi ser at både u- og g-bitene er satt til 0
- Dette er en MAC-48-adresse som:
  - følger det vanlige mønsteret med produsent- og løpenummer

# Grunnleggende om adresser

## MAC-48-adresser

- Gitt denne MAC-48-adressa: **00:21:70:73:68:6E**
- CC-oktetten har verdien **00** (heksadesimalt)
- På binær form er dette **00000000** (CCCCCCug)
- Vi ser at både u- og g-bitene er satt til 0
- Dette er en MAC-48-adresse som:
  - følger det vanlige mønsteret med produsent- og løpenummer
  - angir en individuell node

# Grunnleggende om adresser

## MAC-48-adresser

- Gitt denne MAC-48-adressa: 00:21:70:73:68:6E
- CC-oktetten har verdien 00 (heksadesimalt)
- På binær form er dette 00000000 (CCCCCCug)
- Vi ser at både u- og g-bitene er satt til 0
- Dette er en MAC-48-adresse som:
  - følger det vanlige mønsteret med produsent- og løpenummer
  - angir en individuell node
  - er produsert av «Dell Inc» ifølge [OUI-lista](#) hos [IEEE](#) (søk i fila etter 00-21-70)

# Grunnleggende om adresser

Modda IEEE EUI-64-format

# Grunnleggende om adresser

Modda IEEE EUI-64-format

- Unicast-adresser består av 2 ting:

# Grunnleggende om adresser

Modda IEEE EUI-64-format

- Unicast-adresser består av 2 ting:
  - ① Prefiks

# Grunnleggende om adresser

## Modda IEEE EUI-64-format

- Unicast-adresser består av 2 ting:
  - ① Prefiks
  - ② Grensesnittidentifikator

# Grunnleggende om adresser

## Modda IEEE EUI-64-format

- Unicast-adresser består av 2 ting:
  - ① Prefiks
  - ② Grensesnittidentifikator
- Bestemt av [RFC 4941](#)

# Grunnleggende om adresser

## Modda IEEE EUI-64-format

- Unicast-adresser består av 2 ting:
  - ① Prefiks
  - ② Grensesnittidentifikator
- Bestemt av [RFC 4941](#)
- Grensesnittidentifikatorer er alltid på 64 bit

# Grunnleggende om adresser

## Modda IEEE EUI-64-format

- Unicast-adresser består av 2 ting:
  - ① Prefiks
  - ② Grensesnittidentifikator
- Bestemt av [RFC 4941](#)
- Grensesnittidentifikatorer er alltid på 64 bit
  - Dette gjelder ikke for adresser som starter på 000 (binært)

# Grunnleggende om adresser

## Modda IEEE EUI-64-format

- Unicast-adresser består av 2 ting:
  - ① Prefiks
  - ② Grensesnittidentifikator
- Bestemt av [RFC 4941](#)
- Grensesnittidentifikatorer er alltid på 64 bit
  - Dette gjelder ikke for adresser som starter på 000 (binært)
- Grensesnittidentifikatorer kan lages automatisk fra MAC-48-adresser

# Grunnleggende om adresser

## Modda IEEE EUI-64-format

- Unicast-adresser består av 2 ting:
  - ① Prefiks
  - ② Grensesnittidentifikator
- Bestemt av [RFC 4941](#)
- Grensesnittidentifikatorer er alltid på 64 bit
  - Dette gjelder ikke for adresser som starter på 000 (binært)
- Grensesnittidentifikatorer kan lages automatisk fra MAC-48-adresser
- Grensesnittidentifikatorer kan også angis manuelt eller velges tilfeldig

# Grunnleggende om adresser

## Modda IEEE EUI-64-format

- Unicast-adresser består av 2 ting:
  - ① Prefiks
  - ② Grensesnittidentifikator
- Bestemt av [RFC 4941](#)
- Grensesnittidentifikatorer er alltid på 64 bit
  - Dette gjelder ikke for adresser som starter på 000 (binært)
- Grensesnittidentifikatorer kan lages automatisk fra MAC-48-adresser
- Grensesnittidentifikatorer kan også angis manuelt eller velges tilfeldig
- Angis grensesnittidentifikatoren manuelt, så angis som regel en fullstendig IPv6-adresse

# Grunnleggende om adresser

## Modda IEEE EUI-64-format

- Unicast-adresser består av 2 ting:
  - ① Prefiks
  - ② Grensesnittidentifikator
- Bestemt av [RFC 4941](#)
- Grensesnittidentifikatorer er alltid på 64 bit
  - Dette gjelder ikke for adresser som starter på 000 (binært)
- Grensesnittidentifikatorer kan lages automatisk fra MAC-48-adresser
- Grensesnittidentifikatorer kan også angis manuelt eller velges tilfeldig
- Angis grensesnittidentifikatoren manuelt, så angis som regel en fullstendig IPv6-adresse
- Grensesnittidentifikatorer følger [IEEE EUI-64](#)-formatet med to unntak:

# Grunnleggende om adresser

## Modda IEEE EUI-64-format

- Unicast-adresser består av 2 ting:
  - ① Prefiks
  - ② Grensesnittidentifikator
- Bestemt av [RFC 4941](#)
- Grensesnittidentifikatorer er alltid på 64 bit
  - Dette gjelder ikke for adresser som starter på 000 (binært)
- Grensesnittidentifikatorer kan lages automatisk fra MAC-48-adresser
- Grensesnittidentifikatorer kan også angis manuelt eller velges tilfeldig
- Angis grensesnittidentifikatoren manuelt, så angis som regel en fullstendig IPv6-adresse
- Grensesnittidentifikatorer følger [IEEE EUI-64](#)-formatet med to unntak:
  - ① Universal/local-bitet brukes med *invertert* betydning/verdi

# Grunnleggende om adresser

## Modda IEEE EUI-64-format

- Unicast-adresser består av 2 ting:
  - ① Prefiks
  - ② Grensesnittidentifikator
- Bestemt av [RFC 4941](#)
- Grensesnittidentifikatorer er alltid på 64 bit
  - Dette gjelder ikke for adresser som starter på 000 (binært)
- Grensesnittidentifikatorer kan lages automatisk fra MAC-48-adresser
- Grensesnittidentifikatorer kan også angis manuelt eller velges tilfeldig
- Angis grensesnittidentifikatoren manuelt, så angis som regel en fullstendig IPv6-adresse
- Grensesnittidentifikatorer følger [IEEE EUI-64](#)-formatet med to unntak:
  - ① Universal/local-bitet brukes med *invertert* betydning/verdi
    - Gruppebitet mister sin vanlige betydning i forbindelse med grensesnittidentifikatorer

# Grunnleggende om adresser

## Modda IEEE EUI-64-format

- Unicast-adresser består av 2 ting:
  - ① Prefiks
  - ② Grensesnittidentifikator
- Bestemt av [RFC 4941](#)
- Grensesnittidentifikatorer er alltid på 64 bit
  - Dette gjelder ikke for adresser som starter på 000 (binært)
- Grensesnittidentifikatorer kan lages automatisk fra MAC-48-adresser
- Grensesnittidentifikatorer kan også angis manuelt eller velges tilfeldig
- Angis grensesnittidentifikatoren manuelt, så angis som regel en fullstendig IPv6-adresse
- Grensesnittidentifikatorer følger [IEEE EUI-64](#)-formatet med to unntak:
  - ① Universal/local-bitet brukes med *invertert* betydning/verdi
    - Gruppebitet mister sin vanlige betydning i forbindelse med grensesnittidentifikatorer
  - ② Oktettene på midten skal være FF:FE ved automatisk konvertering fra MAC-48 til EUI-64

# Grunnleggende om adresser

Modda IEEE EUI-64-format

- Grensesnittidentifikatorer lages fra MAC-48-adresser etter oppskriften i [RFC 4291](#):

# Grunnleggende om adresser

## Modda IEEE EUI-64-format

- Grensesnittidentifikatorer lages fra MAC-48-adresser etter oppskriften i [RFC 4291](#):
  - Gitt denne MAC-48-adressa: 00:21:70:73:68:6E

# Grunnleggende om adresser

## Modda IEEE EUI-64-format

- Grensesnittidentifikatorer lages fra MAC-48-adresser etter oppskriften i [RFC 4291](#):
  - Gitt denne MAC-48-adressa: 00:21:70:73:68:6E
  - Invertér universal/local-bitet: 02:21:70:73:68:6E

# Grunnleggende om adresser

## Modda IEEE EUI-64-format

- Grensesnittidentifikatorer lages fra MAC-48-adresser etter oppskriften i [RFC 4291](#):
  - Gitt denne MAC-48-adressa: 00:21:70:73:68:6E
  - Invertér universal/local-bitet: 02:21:70:73:68:6E
    - Før: 00 (heksadesimalt) = 00000000 (binært)

# Grunnleggende om adresser

## Modda IEEE EUI-64-format

- Grensesnittidentifikatorer lages fra MAC-48-adresser etter oppskriften i [RFC 4291](#):
  - Gitt denne MAC-48-adressa: 00:21:70:73:68:6E
  - Invertér universal/local-bitet: 02:21:70:73:68:6E
    - Før: 00 (heksadesimalt) = 00000000 (binært)
    - Etter: 00000010 (binært) = 02 (heksadesimalt)

# Grunnleggende om adresser

## Modda IEEE EUI-64-format

- Grensesnittidentifikatorer lages fra MAC-48-adresser etter oppskriften i [RFC 4291](#):
  - Gitt denne MAC-48-adressa: 00:21:70:73:68:6E
  - Invertér universal/local-bitet: 02:21:70:73:68:6E
    - Før: 00 (heksadesimalt) = 00000000 (binært)
    - Etter: 00000010 (binært) = 02 (heksadesimalt)
  - Sett inn FF:FE på midten: 02:21:70:**FF:FE**:73:68:6E

# Grunnleggende om adresser

## Modda IEEE EUI-64-format

- Grensesnittidentifikatorer lages fra MAC-48-adresser etter oppskriften i [RFC 4291](#):
  - Gitt denne MAC-48-adressa: 00:21:70:73:68:6E
  - Invertér universal/local-bitet: 02:21:70:73:68:6E
    - Før: 00 (heksadesimalt) = 00000000 (binært)
    - Etter: 00000010 (binært) = 02 (heksadesimalt)
  - Sett inn FF:FE på midten: 02:21:70:**FF:FE**:73:68:6E
  - Ta bort overflødig kolon og nuller: 221:70FF:FE73:686E

# Grunnleggende om adresser

## Modda IEEE EUI-64-format

- Grensesnittidentifikatorer lages fra MAC-48-adresser etter oppskriften i [RFC 4291](#):
  - Gitt denne MAC-48-adressa: 00:21:70:73:68:6E
  - Invertér universal/local-bitet: 02:21:70:73:68:6E
    - Før: 00 (heksadesimalt) = 00000000 (binært)
    - Etter: 00000010 (binært) = 02 (heksadesimalt)
  - Sett inn FF:FE på midten: 02:21:70:**FF:FE**:73:68:6E
  - Ta bort overflødig kolon og nuller: 221:70FF:FE73:686E
  - Høyreskift hele stasen: ::221:70FF:FE73:686E

# Grunnleggende om adresser

## Modda IEEE EUI-64-format

- Grensesnittidentifikatorer lages fra MAC-48-adresser etter oppskriften i [RFC 4291](#):
  - Gitt denne MAC-48-adressa: 00:21:70:73:68:6E
  - Invertér universal/local-bitet: 02:21:70:73:68:6E
    - Før: 00 (heksadesimalt) = 00000000 (binært)
    - Etter: 00000010 (binært) = 02 (heksadesimalt)
  - Sett inn FF:FE på midten: 02:21:70:**FF:FE**:73:68:6E
  - Ta bort overflødig kolon og nuller: 221:70FF:FE73:686E
  - Høyreskift hele stasen: ::221:70FF:FE73:686E
  - Nå er grensesnittidentifikatoren klar til å bli kombinert med ønsket prefiks

# Grunnleggende om adresser

## Modda IEEE EUI-64-format

- Grensesnittidentifikatorer lages fra MAC-48-adresser etter oppskriften i [RFC 4291](#):
  - Gitt denne MAC-48-adressa: 00:21:70:73:68:6E
  - Invertér universal/local-bitet: 02:21:70:73:68:6E
    - Før: 00 (heksadesimalt) = 00000000 (binært)
    - Etter: 00000010 (binært) = 02 (heksadesimalt)
  - Sett inn FF:FE på midten: 02:21:70:**FF:FE**:73:68:6E
  - Ta bort overflødig kolon og nuller: 221:70FF:FE73:686E
  - Høyreskift hele stasen: ::221:70FF:FE73:686E
  - Nå er grensesnittidentifikatoren klar til å bli kombinert med ønsket prefiks
  - Prefiks annonser av router: 2001:700:1100:3::/64

# Grunnleggende om adresser

## Modda IEEE EUI-64-format

- Grensesnittidentifikatorer lages fra MAC-48-adresser etter oppskriften i [RFC 4291](#):
  - Gitt denne MAC-48-adressa: 00:21:70:73:68:6E
  - Invertér universal/local-bitet: 02:21:70:73:68:6E
    - Før: 00 (heksadesimalt) = 00000000 (binært)
    - Etter: 00000010 (binært) = 02 (heksadesimalt)
  - Sett inn FF:FE på midten: 02:21:70:**FF:FE**:73:68:6E
  - Ta bort overflødig kolon og nuller: 221:70FF:FE73:686E
  - Høyreskift hele stasen: ::221:70FF:FE73:686E
  - Nå er grensesnittidentifikatoren klar til å bli kombinert med ønsket prefiks
  - Prefiks annonser av router: 2001:700:1100:3::/64
  - Fullstendig adresse: 2001:700:1100:3:221:70FF:FE73:686E

# Grunnleggende om adresser

Modda IEEE EUI-64-format

- OBS! Arbeidsuhell!

# Grunnleggende om adresser

Modda IEEE EUI-64-format

- OBS! Arbeidsuhell!
- Det skulle egentlig ha vært FF:FF i stedet for FF:FE

# Grunnleggende om adresser

## Modda IEEE EUI-64-format

- OBS! Arbeidsuhell!
- Det skulle egentlig ha vært FF:FF i stedet for FF:FE
  - MAC-48 → EUI-64 skal bruke FF:FF

# Grunnleggende om adresser

## Modda IEEE EUI-64-format

- OBS! Arbeidsuhell!
- Det skulle egentlig ha vært FF:FF i stedet for FF:FE
  - MAC-48 → EUI-64 skal bruke FF:FF
  - EUI-48 → EUI-64 skal bruke FF:FE

# Grunnleggende om adresser

## Modda IEEE EUI-64-format

- OBS! Arbeidsuhell!
- Det skulle egentlig ha vært FF:FF i stedet for FF:FE
  - MAC-48 → EUI-64 skal bruke FF:FF
  - EUI-48 → EUI-64 skal bruke FF:FE
- Se <http://standards.ieee.org/develop/regauth/tut/eui.pdf>

# Grunnleggende om adresser

## Modda IEEE EUI-64-format

- OBS! Arbeidsuhell!
- Det skulle egentlig ha vært FF:FF i stedet for FF:FE
  - MAC-48 → EUI-64 skal bruke FF:FF
  - EUI-48 → EUI-64 skal bruke FF:FE
- Se <http://standards.ieee.org/develop/regauth/tut/eui.pdf>
- Fordi IPv6 bruker universal/local-bitet med invertert betydning/verdi, så er arbeidsuhellet akseptert

# Grunnleggende om adresser

## Modda IEEE EUI-64-format

- OBS! Arbeidsuhell!
- Det skulle egentlig ha vært FF:FF i stedet for FF:FE
  - MAC-48 → EUI-64 skal bruke FF:FF
  - EUI-48 → EUI-64 skal bruke FF:FE
- Se <http://standards.ieee.org/develop/regauth/tut/eui.pdf>
- Fordi IPv6 bruker universal/local-bitet med invertert betydning/verdi, så er arbeidsuhellet akseptert
- Se [RFC 4291](#)

# Grunnleggende om adresser

## Modda IEEE EUI-64-format

- OBS! Arbeidsuhell!
- Det skulle egentlig ha vært FF:FF i stedet for FF:FE
  - MAC-48 → EUI-64 skal bruke FF:FF
  - EUI-48 → EUI-64 skal bruke FF:FE
- Se <http://standards.ieee.org/develop/regauth/tut/eui.pdf>
- Fordi IPv6 bruker universal/local-bitet med invertert betydning/verdi, så er arbeidsuhellet akseptert
- Se [RFC 4291](#)
- IEEE 802.15 WPAN, IEEE 1394 FireWire, og ZigBee bruker EUI-64-adresser i lag 2

# Grunnleggende om adresser

## Manuell grensesnittidentifikator

# Grunnleggende om adresser

## Manuell grensesnittidentifikator

- Manuell grensesnittidentifikator innebærer at universal/local-bitet som regel er satt til 0

# Grunnleggende om adresser

## Manuell grensesnittidentifikator

- Manuell grensesnittidentifikator innebærer at universal/local-bitet som regel er satt til 0
- De øvrige 63 bitene kan være hva som helst, bare verdien ikke skaper adressekollisjon i samme VLAN

# Grunnleggende om adresser

## Manuell grensesnittidentifikator

- Manuell grensesnittidentifikator innebærer at universal/local-bitet som regel er satt til 0
- De øvrige 63 bitene kan være hva som helst, bare verdien ikke skaper adressekollisjon i samme VLAN
- Normalt bruker man manuelle grensesnittidentifikatorer satt til lave verdier

# Grunnleggende om adresser

## Manuell grensesnittidentifikator

- Manuell grensesnittidentifikator innebærer at universal/local-bitet som regel er satt til 0
- De øvrige 63 bitene kan være hva som helst, bare verdien ikke skaper adressekollisjon i samme VLAN
- Normalt bruker man manuelle grensesnittidentifikatorer satt til lave verdier
- For eksempel ::53 (DNS-tjener, kanskje)

# Grunnleggende om adresser

## Manuell grensesnittidentifikator

- Manuell grensesnittidentifikator innebærer at universal/local-bitet som regel er satt til 0
- De øvrige 63 bitene kan være hva som helst, bare verdien ikke skaper adressekollisjon i samme VLAN
- Normalt bruker man manuelle grensesnittidentifikatorer satt til lave verdier
- For eksempel : :53 (DNS-tjener, kanskje)
- Samme eksempel, men med et vilkårlig prefiks: 2001:db8:1234:8::53

# Grunnleggende om adresser

## Manuell grensesnittidentifikator

- Lav verdi for grensesnittidentifikatorer gjør at universal/local-bitet blir satt til null:

# Grunnleggende om adresser

## Manuell grensesnittidentifikator

- Lav verdi for grensesnittidentifikatorer gjør at universal/local-bitet blir satt til null:
  - ::53 (heksadesimalt)



# Grunnleggende om adresser

## Manuell grensesnittidentifikator

- Lav verdi for grensesnittidentifikatorer gjør at universal/local-bitet blir satt til null:
  - ::53 (heksadesimalt)
  - ::0:0:0:53 (heksadesimalt)

# Grunnleggende om adresser

## Manuell grensesnittidentifikator

- Lav verdi for grensesnittidentifikatorer gjør at universal/local-bitet blir satt til null:
  - ::53 (heksadesimalt)
  - ::0:0:0:53 (heksadesimalt)
  - ::0000000000000000:00 ... 00:000000001010011 (binært)

# Grunnleggende om adresser

## Manuell grensesnittidentifikator

- Lav verdi for grensesnittidentifikatorer gjør at universal/local-bitet blir satt til null:
  - ::53 (heksadesimalt)
  - ::0:0:0:53 (heksadesimalt)
  - ::0000000000000000:00 ... 00:000000001010011 (binært)
  - Veldig praktisk for lokalgitte adresser, ikke sant?

# Grunnleggende om adresser

## Manuell grensesnittidentifikator

- Lav verdi for grensesnittidentifikatorer gjør at universal/local-bitet blir satt til null:
  - ::53 (heksadesimalt)
  - ::0:0:0:53 (heksadesimalt)
  - ::0000000000000000:00 ... 00:000000001010011 (binært)
  - Veldig praktisk for lokalgitte adresser, ikke sant?
- *Uten* invertering av universal/local-bitet, måtte vi bruke manuelle grensesnittidentifikatorer på denne måten:

# Grunnleggende om adresser

## Manuell grensesnittidentifikator

- Lav verdi for grensesnittidentifikatorer gjør at universal/local-bitet blir satt til null:
  - ::53 (heksadesimalt)
  - ::0:0:0:53 (heksadesimalt)
  - ::0000000000000000:00 ... 00:000000001010011 (binært)
  - Veldig praktisk for lokalgitte adresser, ikke sant?
- *Uten* invertering av universal/local-bitet, måtte vi bruke manuelle grensesnittidentifikatorer på denne måten:
  - ::0200:0:0:53 (heksadesimalt)

# Grunnleggende om adresser

## Manuell grensesnittidentifikator

- Lav verdi for grensesnittidentifikatorer gjør at universal/local-bitet blir satt til null:
  - ::53 (heksadesimalt)
  - ::0:0:0:53 (heksadesimalt)
  - ::0000000000000000:00 ... 00:000000001010011 (binært)
  - Veldig praktisk for lokalgitte adresser, ikke sant?
- *Uten* invertering av universal/local-bitet, måtte vi bruke manuelle grensesnittidentifikatorer på denne måten:
  - ::0200:0:0:53 (heksadesimalt)
  - ::0000001000000000:00 ... 00:000000001010011 (binært)

# Grunnleggende om adresser

## Manuell grensesnittidentifikator

- Lav verdi for grensesnittidentifikatorer gjør at universal/local-bitet blir satt til null:
  - ::53 (heksadesimalt)
  - ::0:0:0:53 (heksadesimalt)
  - ::0000000000000000:00 ... 00:000000001010011 (binært)
  - Veldig praktisk for lokalgitte adresser, ikke sant?
- *Uten* invertering av universal/local-bitet, måtte vi bruke manuelle grensesnittidentifikatorer på denne måten:
  - ::0200:0:0:53 (heksadesimalt)
  - ::0000001000000000:00 ... 00:000000001010011 (binært)
  - Tungvint og upraktisk, ikke sant?

# Grunnleggende om adresser

## Manuell grensesnittidentifikator

- Lav verdi for grensesnittidentifikatorer gjør at universal/local-bitet blir satt til null:
  - ::53 (heksadesimalt)
  - ::0:0:0:53 (heksadesimalt)
  - ::0000000000000000:00 ... 00:000000001010011 (binært)
  - Veldig praktisk for lokalgitte adresser, ikke sant?
- *Uten* invertering av universal/local-bitet, måtte vi bruke manuelle grensesnittidentifikatorer på denne måten:
  - ::0200:0:0:53 (heksadesimalt)
  - ::0000001000000000:00 ... 00:000000001010011 (binært)
  - Tungvint og upraktisk, ikke sant?
- Se her:

# Grunnleggende om adresser

## Manuell grensesnittidentifikator

- Lav verdi for grensesnittidentifikatorer gjør at universal/local-bitet blir satt til null:
  - ::53 (heksadesimalt)
  - ::0:0:0:53 (heksadesimalt)
  - ::0000000000000000:00 ... 00:000000001010011 (binært)
  - Veldig praktisk for lokalgitte adresser, ikke sant?
- *Uten* invertering av universal/local-bitet, måtte vi bruke manuelle grensesnittidentifikatorer på denne måten:
  - ::0200:0:0:53 (heksadesimalt)
  - ::0000001000000000:00 ... 00:000000001010011 (binært)
  - Tungvint og upraktisk, ikke sant?
- Se her:
  - 2001:db8:1234:1:0200:0:0:53 vs

# Grunnleggende om adresser

## Manuell grensesnittidentifikator

- Lav verdi for grensesnittidentifikatorer gjør at universal/local-bitet blir satt til null:
  - ::53 (heksadesimalt)
  - ::0:0:0:53 (heksadesimalt)
  - ::0000000000000000:00 ... 00:000000001010011 (binært)
  - Veldig praktisk for lokalgitte adresser, ikke sant?
- *Uten* invertering av universal/local-bitet, måtte vi bruke manuelle grensesnittidentifikatorer på denne måten:
  - ::0200:0:0:53 (heksadesimalt)
  - ::0000001000000000:00 ... 00:000000001010011 (binært)
  - Tungvint og upraktisk, ikke sant?
- Se her:
  - 2001:db8:1234:1:0200:0:0:53 vs
  - 2001:db8:1234:1::53

# Grunnleggende om adresser

## Manuell grensesnittidentifikator

- Lav verdi for grensesnittidentifikatorer gjør at universal/local-bitet blir satt til null:
  - ::53 (heksadesimalt)
  - ::0:0:0:53 (heksadesimalt)
  - ::0000000000000000:00 ... 00:000000001010011 (binært)
  - Veldig praktisk for lokalgitte adresser, ikke sant?
- *Uten* invertering av universal/local-bitet, måtte vi bruke manuelle grensesnittidentifikatorer på denne måten:
  - ::0200:0:0:53 (heksadesimalt)
  - ::0000001000000000:00 ... 00:000000001010011 (binært)
  - Tungvint og upraktisk, ikke sant?
- Se her:
  - 2001:db8:1234:1:0200:0:0:53 vs
  - 2001:db8:1234:1::53
  - Ja til den siste, nei til den forrige

# Grunnleggende om adresser

## Manuell grensesnittidentifikator

- Det er ingenting i veien for å «kode» IPv4-adressa inn i IPv6-adressa:

# Grunnleggende om adresser

## Manuell grensesnittidentifikator

- Det er ingenting i veien for å «kode» IPv4-adressa inn i IPv6-adressa:
- 2001:700:1100:3:**128:39:174:67** (excelsior.fig.ol.no)

# Grunnleggende om adresser

## Manuell grensesnittidentifikator

- Det er ingenting i veien for å «kode» IPv4-adressa inn i IPv6-adressa:
- 2001:700:1100:3:**128:39:174:67** (excelsior.fig.ol.no)
- Man må bare passe på verdien til universal/local-bitet

# Grunnleggende om adresser

## Manuell grensesnittidentifikator

- Det er ingenting i veien for å «kode» IPv4-adressa inn i IPv6-adressa:
- 2001:700:1100:3:**128:39:174:67** (excelsior.fig.ol.no)
- Man må bare passe på verdien til universal/local-bitet
- $128 = 0 \ 1 \ 2 \ 8 = 0000 \ 0001 \ 0010 \ 1000$  (heks, heks, bin)

# Grunnleggende om adresser

## Manuell grensesnittidentifikator

- Det er ingenting i veien for å «kode» IPv4-adressa inn i IPv6-adressa:
- 2001:700:1100:3:**128:39:174:67** (excelsior.fig.ol.no)
- Man må bare passe på verdien til universal/local-bitet
- $128 = 0\ 1\ 2\ 8 = 0000\ 0001\ 0010\ 1000$  (heks, heks, bin)
- u-bitet er 0, altså en lokalgitt adresse

# Grunnleggende om adresser

## Manuell grensesnittidentifikator

- Det er ingenting i veien for å «kode» IPv4-adressa inn i IPv6-adressa:
- 2001:700:1100:3:**128:39:174:67** (excelsior.fig.ol.no)
- Man må bare passe på verdien til universal/local-bitet
- $128 = 0\ 1\ 2\ 8 = 0000\ 0001\ 0010\ 1000$  (heks, heks, bin)
- u-bitet er 0, altså en lokalgitt adresse
- Dette gikk bra!

# Grunnleggende om adresser

## Manuell grensesnittidentifikator

- Verdiene

- 0 = 00**00**,
- 1 = 00**01**,
- 4 = 01**00**,
- 5 = 01**01**,
- 8 = 10**00**,
- 9 = 10**01**,
- C = 11**00**, og
- D = 11**01**,

medfører 0 i u-bitet

# Grunnleggende om adresser

## Tilfeldig grensesnittidentifikator

# Grunnleggende om adresser

## Tilfeldig grensesnittidentifikator

- Konstant grensesnittidentifikator truer personvernet

# Grunnleggende om adresser

## Tilfeldig grensesnittidentifikator

- Konstant grensesnittidentifikator truer personvernet
- Eksempel med Tronds gamle Dell Latitude D531:

# Grunnleggende om adresser

## Tilfeldig grensesnittidentifikator

- Konstant grensesnittidentifikator truer personvernet
- Eksempel med Tronds gamle Dell Latitude D531:
  - 2001:700:1100:3:**221:70FF:FE73:686E** (IT-avdelingen@FSI)

# Grunnleggende om adresser

## Tilfeldig grensesnittidentifikator

- Konstant grensesnittidentifikator truer personvernet
- Eksempel med Tronds gamle Dell Latitude D531:
  - 2001:700:1100:3:**221:70FF:FE73:686E** (IT-avdelingen@FSI)
  - 2001:700:1D00:8:**221:70FF:FE73:686E** (public-nettet@HiG)

# Grunnleggende om adresser

## Tilfeldig grensesnittidentifikator

- Konstant grensesnittidentifikator truer personvernet
- Eksempel med Tronds gamle Dell Latitude D531:
  - 2001:700:1100:3:**221:70FF:FE73:686E** (IT-avdelingen@FSI)
  - 2001:700:1D00:8:**221:70FF:FE73:686E** (public-nettet@HiG)
- [RFC 4941](#) beskriver bruk av tilfeldig grensesnittidentifikator

# Grunnleggende om adresser

## Tilfeldig grensesnittidentifikator

- Konstant grensesnittidentifikator truer personvernet
- Eksempel med Tronds gamle Dell Latitude D531:
  - 2001:700:1100:3:**221:70FF:FE73:686E** (IT-avdelingen@FSI)
  - 2001:700:1D00:8:**221:70FF:FE73:686E** (public-nettet@HiG)
- **RFC 4941** beskriver bruk av tilfeldig grensesnittidentifikator
- Med tilfeldig grensesnittidentifikator:

# Grunnleggende om adresser

## Tilfeldig grensesnittidentifikator

- Konstant grensesnittidentifikator truer personvernet
- Eksempel med Tronds gamle Dell Latitude D531:
  - 2001:700:1100:3:**221:70FF:FE73:686E** (IT-avdelingen@FSI)
  - 2001:700:1D00:8:**221:70FF:FE73:686E** (public-nettet@HiG)
- **RFC 4941** beskriver bruk av tilfeldig grensesnittidentifikator
- Med tilfeldig grensesnittidentifikator:
  - 2001:700:1100:3:**B9D9:B729:6CDD:4E5** (IT-avdelingen@FSI)

# Grunnleggende om adresser

## Tilfeldig grensesnittidentifikator

- Konstant grensesnittidentifikator truer personvernet
- Eksempel med Tronds gamle Dell Latitude D531:
  - 2001:700:1100:3:**221:70FF:FE73:686E** (IT-avdelingen@FSI)
  - 2001:700:1D00:8:**221:70FF:FE73:686E** (public-nettet@HiG)
- **RFC 4941** beskriver bruk av tilfeldig grensesnittidentifikator
- Med tilfeldig grensesnittidentifikator:
  - 2001:700:1100:3:**B9D9:B729:6CDD:4E5** (IT-avdelingen@FSI)
  - 2001:700:1D00:8:**B9D9:B729:6CDD:4E5** (public-nettet@HiG)

# Grunnleggende om adresser

## Tilfeldig grensesnittidentifikator

- Konstant grensesnittidentifikator truer personvernet
- Eksempel med Tronds gamle Dell Latitude D531:
  - 2001:700:1100:3:**221:70FF:FE73:686E** (IT-avdelingen@FSI)
  - 2001:700:1D00:8:**221:70FF:FE73:686E** (public-nettet@HiG)
- **RFC 4941** beskriver bruk av tilfeldig grensesnittidentifikator
- Med tilfeldig grensesnittidentifikator:
  - 2001:700:1100:3:**B9D9:B729:6CDD:4E5** (IT-avdelingen@FSI)
  - 2001:700:1D00:8:**B9D9:B729:6CDD:4E5** (public-nettet@HiG)
- Disse byttes ut typisk hver dag:

# Grunnleggende om adresser

## Tilfeldig grensesnittidentifikator

- Konstant grensesnittidentifikator truer personvernet
- Eksempel med Tronds gamle Dell Latitude D531:
  - 2001:700:1100:3:**221:70FF:FE73:686E** (IT-avdelingen@FSI)
  - 2001:700:1D00:8:**221:70FF:FE73:686E** (public-nettet@HiG)
- **RFC 4941** beskriver bruk av tilfeldig grensesnittidentifikator
- Med tilfeldig grensesnittidentifikator:
  - 2001:700:1100:3:**B9D9:B729:6CDD:4E5** (IT-avdelingen@FSI)
  - 2001:700:1D00:8:**B9D9:B729:6CDD:4E5** (public-nettet@HiG)
- Disse byttes ut typisk hver dag:
  - 2001:700:1100:3:**F503:1E6F:5F2F:F5F2** (IT-avdelingen@FSI)

# Grunnleggende om adresser

## Tilfeldig grensesnittidentifikator

- Konstant grensesnittidentifikator truer personvernet
- Eksempel med Tronds gamle Dell Latitude D531:
  - 2001:700:1100:3:**221:70FF:FE73:686E** (IT-avdelingen@FSI)
  - 2001:700:1D00:8:**221:70FF:FE73:686E** (public-nettet@HiG)
- **RFC 4941** beskriver bruk av tilfeldig grensesnittidentifikator
- Med tilfeldig grensesnittidentifikator:
  - 2001:700:1100:3:**B9D9:B729:6CDD:4E5** (IT-avdelingen@FSI)
  - 2001:700:1D00:8:**B9D9:B729:6CDD:4E5** (public-nettet@HiG)
- Disse byttes ut typisk hver dag:
  - 2001:700:1100:3:**F503:1E6F:5F2F:F5F2** (IT-avdelingen@FSI)
  - 2001:700:1D00:8:**F503:1E6F:5F2F:F5F2** (public-nettet@HiG)

# Grunnleggende om adresser

## Tilfeldig grensesnittidentifikator

- Konstant grensesnittidentifikator truer personvernet
- Eksempel med Tronds gamle Dell Latitude D531:
  - 2001:700:1100:3:**221:70FF:FE73:686E** (IT-avdelingen@FSI)
  - 2001:700:1D00:8:**221:70FF:FE73:686E** (public-nettet@HiG)
- **RFC 4941** beskriver bruk av tilfeldig grensesnittidentifikator
- Med tilfeldig grensesnittidentifikator:
  - 2001:700:1100:3:**B9D9:B729:6CDD:4E5** (IT-avdelingen@FSI)
  - 2001:700:1D00:8:**B9D9:B729:6CDD:4E5** (public-nettet@HiG)
- Disse byttes ut typisk hver dag:
  - 2001:700:1100:3:**F503:1E6F:5F2F:F5F2** (IT-avdelingen@FSI)
  - 2001:700:1D00:8:**F503:1E6F:5F2F:F5F2** (public-nettet@HiG)
- Man må bare passe på u/l-bitet og passe seg for adressekollisjon

# Grunnleggende om adresser

## Tilfeldig grensesnittidentifikator

- **RFC 4941** angir en metode for generering av tilfeldig grensesnittidentifikator:
  - ➊ Sett sammen historisk verdi fra forrige runde (eller et tilfeldig 64-bit heltall) med den konstante grensesnittidentifikatoren til et 128-bit heltall
  - ➋ Beregn MD5-hash av resultatet fra trinn 1
  - ➌ Bruk de 64 *mest* signifikante bitene og sett det sjuende mest signifikante bitet til null (dette indikerer en lokalgitt grensesnittidentifikator)
  - ➍ Sammenlign den nye tilfeldige grensesnittidentifikatoren med lista over reserverte identifikatorer; oppdages en uakseptabel identifikator, gå til trinn 1 og bruk de 64 *minst* signifikante bitene fra trinn 2 som historisk verdi
  - ➎ Ta i bruk den nye tilfeldige grensesnittidentifikatoren
  - ➏ Lagre de 64 *minst* signifikante bitene fra trinn 2 som historisk verdi for bruk den neste gangen denne algoritmen brukes

## Grunnleggende om adresser

## Spesialadresser

# Grunnleggende om adresser

## Spesialadresser

- Nulladressa:

# Grunnleggende om adresser

## Spesialadresser

- Nulladressa:
  - 0:0:0:0:0:0:0:128 eller ::/128

# Grunnleggende om adresser

## Spesialadresser

- Nulladressa:

- 0:0:0:0:0:0:0:128 eller ::/128
  - Brukes av klienter som ennå ikke vet sin egen adresse (DHCPv6)

# Grunnleggende om adresser

## Spesialadresser

- Nulladressa:

- 0:0:0:0:0:0:0:128 eller ::/128
  - Brukes av klienter som ennå ikke vet sin egen adresse (DHCPv6)
  - Brukes av tjenester som godtar forespørsler fra alle grensesnitt (sjekk ut [bind\(2\)](#)-systemkallet i «Juniks»)

# Grunnleggende om adresser

## Spesialadresser

- Nulladressa:

- 0:0:0:0:0:0:0:0/128 eller ::/128
  - Brukes av klienter som ennå ikke vet sin egen adresse (DHCPv6)
  - Brukes av tjenester som godtar forespørsler fra alle grensesnitt (sjekk ut [bind\(2\)](#)-systemkallet i «Juniks»)
- 0:0:0:0:0:0:0:0/0 eller ::/0

# Grunnleggende om adresser

## Spesialadresser

- Nulladressa:

- 0:0:0:0:0:0:0:128 eller ::/128
  - Brukes av klienter som ennå ikke vet sin egen adresse (DHCPv6)
  - Brukes av tjenester som godtar forespørsler fra alle grensesnitt (sjekk ut [bind\(2\)](#)-systemkallet i «Juniks»)
- 0:0:0:0:0:0:0:0/0 eller ::/0
  - Brukes for å angi default route

# Grunnleggende om adresser

## Spesialadresser

- Nulladressa:

- 0:0:0:0:0:0:0:128 eller ::/128
  - Brukes av klienter som ennå ikke vet sin egen adresse (DHCPv6)
  - Brukes av tjenester som godtar forespørsler fra alle grensesnitt (sjekk ut [bind\(2\)](#)-systemkallet i «Juniks»)
- 0:0:0:0:0:0:0:0/0 eller ::/0
  - Brukes for å angi default route
- Tilsvarer 0.0.0.0/32 og 0/32, og 0.0.0.0/0 og 0/0 i IPv4

# Grunnleggende om adresser

## Spesialadresser

- Loopbackadressa: 0:0:0:0:0:0:0:1/128 eller ::1/128

# Grunnleggende om adresser

## Spesialadresser

- Loopbackadressa: 0:0:0:0:0:0:0:1/128 eller ::1/128
  - Velkjent adresse for å snakke med tjenester i samme node

# Grunnleggende om adresser

## Spesialadresser

- Loopbackadressa: 0:0:0:0:0:0:0:1/128 eller ::1/128
  - Velkjent adresse for å snakke med tjenester i samme node
  - Tilsvarer 127.0.0.1/32 i IPv4

# Grunnleggende om adresser

## Spesialadresser

- Dokumentasjonsprefiks: 2001:db8::/32

# Grunnleggende om adresser

## Spesialadresser

- Dokumentasjonsprefiks: 2001:db8::/32
  - Brukes for beskrivelse av IPv6-oppsett i lærebøker og annen generell dokumentasjon ([RFC 3849](#))

# Grunnleggende om adresser

## Spesialadresser

- Dokumentasjonsprefiks: 2001:db8::/32
  - Brukes for beskrivelse av IPv6-oppsett i lærebøker og annen generell dokumentasjon ([RFC 3849](#))
  - Forbudt å bruke på det offentlige internettet

# Grunnleggende om adresser

## Spesialadresser

- Dokumentasjonsprefiks: 2001:db8::/32
  - Brukes for beskrivelse av IPv6-oppsett i lærebøker og annen generell dokumentasjon ([RFC 3849](#))
  - Forbudt å bruke på det offentlige internettet
  - Bør blokkeres i *inngående* og utgående ACL-er for internettgrensesnittet til routere

# Grunnleggende om adresser

## Spesialadresser

- IPv4-mapped IPv6 addresses: `::FFFF:w.x.y.z`

# Grunnleggende om adresser

## Spesialadresser

- IPv4-mapped IPv6 addresses: `::FFFF:w.x.y.z`
  - Hvor `w.x.y.z` er den opprinnelige IPv4-adressa skrevet på vanlige måte for IPv4-adresser

# Grunnleggende om adresser

## Spesialadresser

- IPv4-mapped IPv6 addresses: `::FFFF:w.x.y.z`
  - Hvor `w.x.y.z` er den opprinnelige IPv4-adressa skrevet på vanlige måte for IPv4-adresser
  - Eksempel: `::FFFF:128.39.174.1`

# Grunnleggende om adresser

## Spesialadresser

- IPv4-mapped IPv6 addresses: `::FFFF:w.x.y.z`
  - Hvor `w.x.y.z` er den opprinnelige IPv4-adressa skrevet på vanlige måte for IPv4-adresser
  - Eksempel: `::FFFF:128.39.174.1`
  - Brukes i systemer som har både IPv4- og IPv6-adresser, men hvor den enkelte tjeneste bare bruker IPv6-socketer og har slått av IPV6\_V6ONLY med `setsockopt(2)` for lyttesocketen

# Grunnleggende om adresser

## Spesialadresser

- IPv4-mapped IPv6 addresses: `::FFFF:w.x.y.z`
  - Hvor `w.x.y.z` er den opprinnelige IPv4-adressa skrevet på vanlige måte for IPv4-adresser
  - Eksempel: `::FFFF:128.39.174.1`
  - Brukes i systemer som har både IPv4- og IPv6-adresser, men hvor den enkelte tjeneste bare bruker IPv6-socketer og har slått av IPV6\_V6ONLY med `setsockopt(2)` for lyttesocketen
  - Forbudd av sikkerhetshensyn i enkelte OS-er som [OpenBSD](#), se OpenBSDs [ip6\(4\)](#)

# Grunnleggende om adresser

## Spesialadresser

- IPv4-mapped IPv6 addresses: `::FFFF:w.x.y.z`
  - Hvor `w.x.y.z` er den opprinnelige IPv4-adressa skrevet på vanlige måte for IPv4-adresser
  - Eksempel: `::FFFF:128.39.174.1`
  - Brukes i systemer som har både IPv4- og IPv6-adresser, men hvor den enkelte tjeneste bare bruker IPv6-socketer og har slått av IPV6\_V6ONLY med `setsockopt(2)` for lyttesocketen
  - Forbudt av sikkerhetshensyn i enkelte OS-er som [OpenBSD](#), se OpenBSDs [ip6\(4\)](#)
  - Tjenestene må da åpne separate lyttesocketer for IPv4 og IPv6

# Grunnleggende om adresser

## Spesialadresser

- IPv4-mapped IPv6 addresses: `::FFFF:w.x.y.z`
  - Hvor `w.x.y.z` er den opprinnelige IPv4-adressa skrevet på vanlige måte for IPv4-adresser
  - Eksempel: `::FFFF:128.39.174.1`
  - Brukes i systemer som har både IPv4- og IPv6-adresser, men hvor den enkelte tjeneste bare bruker IPv6-socketer og har slått av IPV6\_V6ONLY med `setsockopt(2)` for lyttesocketen
  - Forbudt av sikkerhetshensyn i enkelte OS-er som [OpenBSD](#), se OpenBSDs [ip6\(4\)](#)
  - Tjenestene må da åpne separate lyttesocketer for IPv4 og IPv6
- [RFC 6890](#) inneholder en oversikt over alle spesialadresser for både IPv4 og IPv6

# Grunnleggende om adresser

## Duplicate Address Detection — DAD

# Grunnleggende om adresser

## Duplicate Address Detection — DAD

- Når en unicast-adresse er generert skal man alltid sjekke at ingen andre bruker den samme adressa [\(RFC 4862\)](#)

# Grunnleggende om adresser

## Duplicate Address Detection — DAD

- Når en unicast-adresse er generert skal man alltid sjekke at ingen andre bruker den samme adressa ([RFC 4862](#))
- Dette gjøres ved å sende en «ICMPv6 Neighbor Solicitation-melding» til den genererte adressas «Solicited-node multicast address»

# Grunnleggende om adresser

## Duplicate Address Detection — DAD

- Når en unicast-adresse er generert skal man alltid sjekke at ingen andre bruker den samme adressa ([RFC 4862](#))
- Dette gjøres ved å sende en «ICMPv6 Neighbor Solicitation-melding» til den genererte adressas «Solicited-node multicast address»
- ICMPv6-meldinga inneholder den genererte adressa i feltet for «Target Address» ([RFC 4861](#))

# Grunnleggende om adresser

## Duplicate Address Detection — DAD

- Når en unicast-adresse er generert skal man alltid sjekke at ingen andre bruker den samme adressa ([RFC 4862](#))
- Dette gjøres ved å sende en «ICMPv6 Neighbor Solicitation-melding» til den genererte adressas «Solicited-node multicast address»
- ICMPv6-meldinga inneholder den genererte adressa i feltet for «Target Address» ([RFC 4861](#))
- En «Solicited-node multicast address» er på formen FF02::1:FF $aa:bbcc$ , hvor  $aabbcc$  er de 24 minst signifikante bitene fra den opprinnelige adressa ([RFC 4291](#))

# Grunnleggende om adresser

## Duplicate Address Detection — DAD

- Når en unicast-adresse er generert skal man alltid sjekke at ingen andre bruker den samme adressa ([RFC 4862](#))
- Dette gjøres ved å sende en «ICMPv6 Neighbor Solicitation-melding» til den genererte adressas «Solicited-node multicast address»
- ICMPv6-meldinga inneholder den genererte adressa i feltet for «Target Address» ([RFC 4861](#))
- En «Solicited-node multicast address» er på formen FF02::1:FF $aa:bbcc$ , hvor  $aabbcc$  er de 24 minst signifikante bitene fra den opprinnelige adressa ([RFC 4291](#))
- Sett at den genererte adressa er 2001:700:1100:3:221:70FF:FE73:686E

# Grunnleggende om adresser

## Duplicate Address Detection — DAD

- Når en unicast-adresse er generert skal man alltid sjekke at ingen andre bruker den samme adressa ([RFC 4862](#))
- Dette gjøres ved å sende en «ICMPv6 Neighbor Solicitation-melding» til den genererte adressas «Solicited-node multicast address»
- ICMPv6-meldinga inneholder den genererte adressa i feltet for «Target Address» ([RFC 4861](#))
- En «Solicited-node multicast address» er på formen FF02::1:FF $aa:bbcc$ , hvor  $aabbcc$  er de 24 minst signifikante bitene fra den opprinnelige adressa ([RFC 4291](#))
- Sett at den genererte adressa er 2001:700:1100:3:221:70FF:FE73:686E
- «Solicited-node multicast address» vil da være FF02::1:FF73:686E

# Grunnleggende om adresser

## Duplicate Address Detection — DAD

- Når en unicast-adresse er generert skal man alltid sjekke at ingen andre bruker den samme adressa ([RFC 4862](#))
- Dette gjøres ved å sende en «ICMPv6 Neighbor Solicitation-melding» til den genererte adressas «Solicited-node multicast address»
- ICMPv6-meldinga inneholder den genererte adressa i feltet for «Target Address» ([RFC 4861](#))
- En «Solicited-node multicast address» er på formen FF02::1:FF $aa:bbcc$ , hvor  $aabbcc$  er de 24 minst signifikante bitene fra den opprinnelige adressa ([RFC 4291](#))
- Sett at den genererte adressa er 2001:700:1100:3:221:70FF:FE73:686E
- «Solicited-node multicast address» vil da være FF02::1:FF73:686E

# Grunnleggende om adresser

## Duplicate Address Detection — DAD

- Når en unicast-adresse er generert skal man alltid sjekke at ingen andre bruker den samme adressa ([RFC 4862](#))
- Dette gjøres ved å sende en «ICMPv6 Neighbor Solicitation-melding» til den genererte adressas «Solicited-node multicast address»
- ICMPv6-meldinga inneholder den genererte adressa i feltet for «Target Address» ([RFC 4861](#))
- En «Solicited-node multicast address» er på formen FF02::1:FF $aa:bbcc$ , hvor  $aabbcc$  er de 24 minst signifikante bitene fra den opprinnelige adressa ([RFC 4291](#))
- Sett at den genererte adressa er 2001:700:1100:3:221:70FF:FE73:686E
- «Solicited-node multicast address» vil da være FF02::1:FF73:686E
- Vanligvis kommer det ikke noe svar på slike ICMPv6-meldinger

# Grunnleggende om adresser

## Duplicate Address Detection — DAD

- ... trodde vi ...

# Grunnleggende om adresser

## Duplicate Address Detection — DAD

- ... trodde vi ...
- «Danger, Will Robinson!»

# Grunnleggende om adresser

## Duplicate Address Detection — DAD

- ... trodde vi ...
- «Danger, Will Robinson!»
- Det er et stort potensiale for Denial of Service — DoS (RFC 3756)

# Grunnleggende om adresser

## Duplicate Address Detection — DAD

- ... trodde vi ...
- «Danger, Will Robinson!»
- Det er et stort potensiale for Denial of Service — DoS (RFC 3756)
- En «slabbedask» kan velge å svare på DAD og nekte oss å bruke *enhver* adresse

# Grunnleggende om adresser

## Duplicate Address Detection — DAD

- ... trodde vi ...
- «Danger, Will Robinson!»
- Det er et stort potensiale for Denial of Service — DoS (RFC 3756)
- En «slabbedask» kan velge å svare på DAD og nekte oss å bruke *enhver* adresse
- Svaret kommer i form av en «ICMPv6 Neighbor Advertisement»-melding som forteller oss at en annen node bruker den samme adressa (RFC 4862)

# Grunnleggende om adresser

## Duplicate Address Detection — DAD

- ... trodde vi ...
- «Danger, Will Robinson!»
- Det er et stort potensiale for Denial of Service — DoS (RFC 3756)
- En «slabbedask» kan velge å svare på DAD og nekte oss å bruke *enhver* adresse
- Svaret kommer i form av en «ICMPv6 Neighbor Advertisement»-melding som forteller oss at en annen node bruker den samme adressa (RFC 4862)
- Resultat: «slabbedasken» kan bruke nettverket uforstyrra

# Grunnleggende om adresser

## Duplicate Address Detection — DAD

- ... trodde vi ...
- «Danger, Will Robinson!»
- Det er et stort potensiale for Denial of Service — DoS (RFC 3756)
- En «slabbedask» kan velge å svare på DAD og nekte oss å bruke *enhver* adresse
- Svaret kommer i form av en «ICMPv6 Neighbor Advertisement»-melding som forteller oss at en annen node bruker den samme adressa (RFC 4862)
- Resultat: «slabbedasken» kan bruke nettverket uforstyrra
- Dersom det er 2 eller flere «slabbedasker» i samme nettverk, hva da?

# Grunnleggende om adresser

## Duplicate Address Detection — DAD

- ... trodde vi ...
- «Danger, Will Robinson!»
- Det er et stort potensiale for Denial of Service — DoS (RFC 3756)
- En «slabbedask» kan velge å svare på DAD og nekte oss å bruke *enhver* adresse
- Svaret kommer i form av en «ICMPv6 Neighbor Advertisement»-melding som forteller oss at en annen node bruker den samme adressa (RFC 4862)
- Resultat: «slabbedasken» kan bruke nettverket uforstyrra
- Dersom det er 2 eller flere «slabbedasker» i samme nettverk, hva da?
- Problemet kan løses med «SEcure Neighbor Discovery» (SEND), RFC 3971

## Adressetyper

# Oversikt over del 6: Adressetyper

- 24 Adressetyper
- 25 Link-local-adresser
- 26 Site-local-adresser
- 27 Offentlige unicast-adresser
- 28 Unike, lokale, aggregerbare adresser
- 29 Anycast-adresser
- 30 Multicast-adresser

# Adressetyper

# Adressetyper

- Det finnes flere adressetyper med forskjellige bruksområder:

# Adressetyper

- Det finnes flere adressetyper med forskjellige bruksområder:
  - Unicast-adresser:

# Adressetyper

- Det finnes flere adressetyper med forskjellige bruksområder:
  - Unicast-adresser:
    - Link-local-adresser

# Adressetyper

- Det finnes flere adressetyper med forskjellige bruksområder:
  - Unicast-adresser:
    - Link-local-adresser
    - Site-local-adresser

# Adressetyper

- Det finnes flere adressetyper med forskjellige bruksområder:
  - Unicast-adresser:
    - Link-local-adresser
    - Site-local-adresser
    - Offentlige unicast-adresser

# Adressetyper

- Det finnes flere adressetyper med forskjellige bruksområder:
  - Unicast-adresser:
    - Link-local-adresser
    - Site-local-adresser
    - Offentlige unicast-adresser
    - Unike, lokale, aggregerbare adresser

- Det finnes flere adressetyper med forskjellige bruksområder:
  - Unicast-adresser:
    - Link-local-adresser
    - Site-local-adresser
    - Offentlige unicast-adresser
    - Unike, lokale, aggregerbare adresser
  - Anycast-adresser

- Det finnes flere adressetyper med forskjellige bruksområder:
  - Unicast-adresser:
    - Link-local-adresser
    - Site-local-adresser
    - Offentlige unicast-adresser
    - Unike, lokale, aggregerbare adresser
  - Anycast-adresser
  - Multicast-adresser

# Adressetyper

- Det finnes flere adressetyper med forskjellige bruksområder:
  - Unicast-adresser:
    - Link-local-adresser
    - Site-local-adresser
    - Offentlige unicast-adresser
    - Unike, lokale, aggregerbare adresser
  - Anycast-adresser
  - Multicast-adresser
- Merk at broadcast er avskaffa og er i stor grad erstatta med link-local-multicast

# Adressetyper

## Link-local-adresser

# Adressetyper

## Link-local-adresser

- Definert: [RFC 4291](#)

# Adressetyper

## Link-local-adresser

- Definert: [RFC 4291](#)
- Bruksområde:

# Adressetyper

## Link-local-adresser

- Definert: [RFC 4291](#)
- Bruksområde:
  - Lokal kommunikasjon internt i VLAN-et

# Adressetyper

## Link-local-adresser

- Definert: [RFC 4291](#)
- Bruksområde:
  - Lokal kommunikasjon internt i VLAN-et
  - Sentral for autokonfigurasjon (av unicastadresser)

# Adressetyper

## Link-local-adresser

- Definert: [RFC 4291](#)
- Bruksområde:
  - Lokal kommunikasjon internt i VLAN-et
  - Sentral for autokonfigurasjon (av unicastadresser)
  - Blir ikke videresendt av routere til andre VLAN eller til internett

# Adressetyper

## Link-local-adresser

- Definert: [RFC 4291](#)
- Bruksområde:
  - Lokal kommunikasjon internt i VLAN-et
  - Sentral for autokonfigurasjon (av unicastadresser)
  - Blir ikke videresendt av routere til andre VLAN eller til internett
  - Kan brukes i ad-hoc-nett

# Adressetyper

## Link-local-adresser

- Definert: [RFC 4291](#)
- Bruksområde:
  - Lokal kommunikasjon internt i VLAN-et
  - Sentral for autokonfigurasjon (av unicastadresser)
  - Blir ikke videresendt av routere til andre VLAN eller til internett
  - Kan brukes i ad-hoc-nett
- Prefiks: FE80::/10

# Adressetyper

## Link-local-adresser

- Definert: [RFC 4291](#)
- Bruksområde:
  - Lokal kommunikasjon internt i VLAN-et
  - Sentral for autokonfigurasjon (av unicastadresser)
  - Blir ikke videresendt av routere til andre VLAN eller til internett
  - Kan brukes i ad-hoc-nett
- Prefiks: FE80::/10
- De neste 54 bitene skal settes til null

# Adressetyper

## Link-local-adresser

- Definert: [RFC 4291](#)
- Bruksområde:
  - Lokal kommunikasjon internt i VLAN-et
  - Sentral for autokonfigurasjon (av unicastadresser)
  - Blir ikke videresendt av routere til andre VLAN eller til internett
  - Kan brukes i ad-hoc-nett
- Prefiks: FE80::/10
- De neste 54 bitene skal settes til null
- De siste 64 bitene er grensesnittidentifikator i modda EUI-64-format

# Adressetyper

## Link-local-adresser

- Definert: [RFC 4291](#)
- Bruksområde:
  - Lokal kommunikasjon internt i VLAN-et
  - Sentral for autokonfigurasjon (av unicastadresser)
  - Blir ikke videresendt av routere til andre VLAN eller til internett
  - Kan brukes i ad-hoc-nett
- Prefiks: FE80::/10
- De neste 54 bitene skal settes til null
- De siste 64 bitene er grensesnittidentifikator i modda EUI-64-format
- Eksempel: FE80::221:70FF:FE73:686E

## Adressetyper

## Site-local-adresser

## Adressetyper

## Site-local-adresser

- Definert: RFC 3513

# Adressetyper

## Site-local-adresser

- Definert: [RFC 3513](#)
- Bruksområde: private adresser på lik linje med [RFC 1918](#)

# Adressetyper

## Site-local-adresser

- Definert: [RFC 3513](#)
- Bruksområde: private adresser på lik linje med [RFC 1918](#)
- Prefiks: FEC0 ::/10

# Adressetyper

## Site-local-adresser

- Definert: [RFC 3513](#)
- Bruksområde: private adresser på lik linje med [RFC 1918](#)
- Prefiks: FEC0 ::/10
- De neste 54 bitene brukes til subnet-ID

# Adressetyper

## Site-local-adresser

- Definert: [RFC 3513](#)
- Bruksområde: private adresser på lik linje med [RFC 1918](#)
- Prefiks: FEC0 ::/10
- De neste 54 bitene brukes til subnet-ID
- De siste 64 bitene er grensesnittidentifikator i modda EUI-64-format

# Adressetyper

## Site-local-adresser

- Definert: [RFC 3513](#)
- Bruksområde: private adresser på lik linje med [RFC 1918](#)
- Prefiks: FEC0 ::/10
- De neste 54 bitene brukes til subnet-ID
- De siste 64 bitene er grensesnittidentifikator i modda EUI-64-format
- Eksempel: FEC0 ::DEAD:BEEF:1337

# Adressetyper

## Site-local-adresser

- Definert: [RFC 3513](#)
- Bruksområde: private adresser på lik linje med [RFC 1918](#)
- Prefiks: FEC0 ::/10
- De neste 54 bitene brukes til subnet-ID
- De siste 64 bitene er grensesnittidentifikator i modda EUI-64-format
- Eksempel: FEC0 ::DEAD:BEEF:1337
- Ikke bruk site-local-adresser ([RFC 3879](#))

# Adressetyper

## Site-local-adresser

- Definert: [RFC 3513](#)
- Bruksområde: private adresser på lik linje med [RFC 1918](#)
- Prefiks: FEC0 ::/10
- De neste 54 bitene brukes til subnet-ID
- De siste 64 bitene er grensesnittidentifikator i modda EUI-64-format
- Eksempel: FEC0 ::DEAD:BEEF:1337
- Ikke bruk site-local-adresser ([RFC 3879](#))
- Site-local-adresser er erstatta med ULA ([RFC 4193](#))

## Adressetyper

## Offentlige unicast-adresser

# Adressetyper

## Offentlige unicast-adresser

- Definert: [RFC 4291](#) og [RFC 3587](#)

# Adressetyper

## Offentlige unicast-adresser

- Definert: [RFC 4291](#) og [RFC 3587](#)
- Bruksområde: ende-til-ende-kommunikasjon på det offentlige internett

# Adressetyper

## Offentlige unicast-adresser

- Definert: [RFC 4291](#) og [RFC 3587](#)
- Bruksområde: ende-til-ende-kommunikasjon på det offentlige internett
- Prefiks: 2000::/3

# Adressetyper

## Offentlige unicast-adresser

- Definert: [RFC 4291](#) og [RFC 3587](#)
- Bruksområde: ende-til-ende-kommunikasjon på det offentlige internett
- Prefiks: 2000::/3
- De neste bitene allokeres hierarkisk, minimum i 4-bitblokker, men gjerne i 8- eller 16-bitblokker

# Adressetyper

## Offentlige unicast-adresser

- Definert: [RFC 4291](#) og [RFC 3587](#)
- Bruksområde: ende-til-ende-kommunikasjon på det offentlige internett
- Prefiks: 2000::/3
- De neste bitene allokeres hierarkisk, minimum i 4-bitblokker, men gjerne i 8- eller 16-bitblokker
- De siste 64 bitene er grensesnittidentifikator i modda EUI-64-format

# Adressetyper

## Offentlige unicast-adresser

- Definert: [RFC 4291](#) og [RFC 3587](#)
- Bruksområde: ende-til-ende-kommunikasjon på det offentlige internett
- Prefiks: 2000::/3
- De neste bitene allokeres hierarkisk, minimum i 4-bitblokker, men gjerne i 8- eller 16-bitblokker
- De siste 64 bitene er grensesnittidentifikator i modda EUI-64-format
- Det er vanlig at kundene blir tildelt /48-, /56- eller /62-bits prefiks av ISP-ene:

# Adressetyper

## Offentlige unicast-adresser

- Definert: [RFC 4291](#) og [RFC 3587](#)
- Bruksområde: ende-til-ende-kommunikasjon på det offentlige internett
- Prefiks: 2000::/3
- De neste bitene allokeres hierarkisk, minimum i 4-bitblokker, men gjerne i 8- eller 16-bitblokker
- De siste 64 bitene er grensesnittidentifikator i modda EUI-64-format
- Det er vanlig at kundene blir tildelt /48-, /56- eller /62-bits prefiks av ISP-ene:
  - /48-bits prefiks gir  $128 - 64 - 48 = 16$  subnetbit  $\rightarrow 2^{16} = 65536$  subnett

# Adressetyper

## Offentlige unicast-adresser

- Definert: [RFC 4291](#) og [RFC 3587](#)
- Bruksområde: ende-til-ende-kommunikasjon på det offentlige internett
- Prefiks:  $2000::/3$
- De neste bitene allokeres hierarkisk, minimum i 4-bitblokker, men gjerne i 8- eller 16-bitblokker
- De siste 64 bitene er grensesnittidentifikator i modda EUI-64-format
- Det er vanlig at kundene blir tildelt /48-, /56- eller /62-bits prefiks av ISP-ene:
  - /48-bits prefiks gir  $128 - 64 - 48 = 16$  subnetbit  $\rightarrow 2^{16} = 65536$  subnett
  - /56-bits prefiks gir  $128 - 64 - 56 = 8$  subnetbit  $\rightarrow 2^8 = 256$  subnett

# Adressetyper

## Offentlige unicast-adresser

- Definert: [RFC 4291](#) og [RFC 3587](#)
- Bruksområde: ende-til-ende-kommunikasjon på det offentlige internett
- Prefiks:  $2000::/3$
- De neste bitene allokeres hierarkisk, minimum i 4-bitblokker, men gjerne i 8- eller 16-bitblokker
- De siste 64 bitene er grensesnittidentifikator i modda EUI-64-format
- Det er vanlig at kundene blir tildelt /48-, /56- eller /62-bits prefiks av ISP-ene:
  - /48-bits prefiks gir  $128 - 64 - 48 = 16$  subnetbit  $\rightarrow 2^{16} = 65536$  subnett
  - /56-bits prefiks gir  $128 - 64 - 56 = 8$  subnetbit  $\rightarrow 2^8 = 256$  subnett
  - /62-bits prefiks gir  $128 - 64 - 62 = 2$  subnetbit  $\rightarrow 2^2 = 4$  subnett

# Adressetyper

## Offentlige unicast-adresser

- Definert: [RFC 4291](#) og [RFC 3587](#)
- Bruksområde: ende-til-ende-kommunikasjon på det offentlige internett
- Prefiks:  $2000::/3$
- De neste bitene allokeres hierarkisk, minimum i 4-bitblokker, men gjerne i 8- eller 16-bitblokker
- De siste 64 bitene er grensesnittidentifikator i modda EUI-64-format
- Det er vanlig at kundene blir tildelt /48-, /56- eller /62-bits prefiks av ISP-ene:
  - /48-bits prefiks gir  $128 - 64 - 48 = 16$  subnetbit  $\rightarrow 2^{16} = 65536$  subnett
  - /56-bits prefiks gir  $128 - 64 - 56 = 8$  subnetbit  $\rightarrow 2^8 = 256$  subnett
  - /62-bits prefiks gir  $128 - 64 - 62 = 2$  subnetbit  $\rightarrow 2^2 = 4$  subnett
- Eksempel:  $2001:700:1100:1::1/128$

# Adressetyper

Unike, lokale, aggregerbare adresser

# Adressetyper

Unike, lokale, aggregerbare adresser

- Definert: [RFC 4193](#)

# Adressetyper

Unike, lokale, aggregerbare adresser

- Definert: [RFC 4193](#)
- Bruksområde: ende-til-ende-kommunikasjon internt i nettverket

# Adressetyper

Unike, lokale, aggregerbare adresser

- Definert: [RFC 4193](#)
- Bruksområde: ende-til-ende-kommunikasjon internt i nettverket
- Veldig praktisk å ha faste, interne adresser uavhengig av offentlig prefiks tildelt av ISP

# Adressetyper

Unike, lokale, aggregerbare adresser

- Definert: [RFC 4193](#)
- Bruksområde: ende-til-ende-kommunikasjon internt i nettverket
- Veldig praktisk å ha faste, interne adresser uavhengig av offentlig prefiks tildelt av ISP
- Prefiks: FC00::/7

# Adressetyper

Unike, lokale, aggregerbare adresser

- Definert: [RFC 4193](#)
- Bruksområde: ende-til-ende-kommunikasjon internt i nettverket
- Veldig praktisk å ha faste, interne adresser uavhengig av offentlig prefiks tildelt av ISP
- Prefiks: FC00 ::/7
- Det åttende mest signifikante bitet skal settes til 1 inntil videre

# Adressetyper

Unike, lokale, aggregerbare adresser

- Definert: [RFC 4193](#)
- Bruksområde: ende-til-ende-kommunikasjon internt i nettverket
- Veldig praktisk å ha faste, interne adresser uavhengig av offentlig prefiks tildelt av ISP
- Prefiks: FC00::/7
- Det åttende mest signifikante bitet skal settes til 1 inntil videre
- Det reelle prefikset er dermed **FD00::/8**

# Adressetyper

Unike, lokale, aggregerbare adresser

- Definert: [RFC 4193](#)
- Bruksområde: ende-til-ende-kommunikasjon internt i nettverket
- Veldig praktisk å ha faste, interne adresser uavhengig av offentlig prefiks tildelt av ISP
- Prefiks: FC00::/7
- Det åttende mest signifikante bitet skal settes til 1 inntil videre
- Det reelle prefikset er dermed FD00::/8
- Prefikset **FC00::/8** er reservert inntil videre

# Adressetyper

Unike, lokale, aggregerbare adresser

- Reelt prefiks: FD00::/8

# Adressetyper

Unike, lokale, aggregerbare adresser

- Reelt prefiks: FD00 ::/8
- De neste 40 bitene genereres tilfeldig, gjerne som beskrevet i [RFC 4193](#)

# Adressetyper

Unike, lokale, aggregerbare adresser

- Reelt prefiks: FD00 ::/8
- De neste 40 bitene genereres tilfeldig, gjerne som beskrevet i [RFC 4193](#)
- De neste 16 bitene brukes til subnett-ID

# Adressetyper

Unike, lokale, aggregerbare adresser

- Reelt prefiks: FD00 ::/8
- De neste 40 bitene genereres tilfeldig, gjerne som beskrevet i [RFC 4193](#)
- De neste 16 bitene brukes til subnett-ID
- De siste 64 bitene er grensesnittidentifikator i modda EUI-64-format

# Adressetyper

Unike, lokale, aggregerbare adresser

- Reelt prefiks: FD00::/8
- De neste 40 bitene genereres tilfeldig, gjerne som beskrevet i [RFC 4193](#)
- De neste 16 bitene brukes til subnett-ID
- De siste 64 bitene er grensesnittidentifikator i modda EUI-64-format
- Eksempel: FD**5C:14CF:C300**:31::1/128

# Adressetyper

Unike, lokale, aggregerbare adresser

- SixXS tilbyr bl.a.:

# Adressetyper

Unike, lokale, aggregerbare adresser

- SixXS tilbyr bl.a.:
  - Generering av ULA-prefiks: <http://www.sixxs.net/tools/grh/ula/>

# Adressetyper

Unike, lokale, aggregerbare adresser

- SixXS tilbyr bl.a.:

- Generering av ULA-prefiks: <http://www.sixxs.net/tools/grh/ula/>
- Registrering av ULA-prefiks:  
<http://www.sixxs.net/tools/grh/ula/list/>

# Adressetyper

Unike, lokale, aggregerbare adresser

- SixXS tilbyr bl.a.:
  - Generering av ULA-prefiks: <http://www.sixxs.net/tools/grh/ula/>
  - Registrering av ULA-prefiks:  
<http://www.sixxs.net/tools/grh/ula/list/>
- George Michaelson, seniorforsker ved APNIC, har oppdaget ULA-adresser i fri dressur ute på internett:

# Adressetyper

Unike, lokale, aggregerbare adresser

- SixXS tilbyr bl.a.:
  - Generering av ULA-prefiks: <http://www.sixxs.net/tools/grh/ula/>
  - Registrering av ULA-prefiks:  
<http://www.sixxs.net/tools/grh/ula/list/>
- George Michaelson, seniorforsker ved APNIC, har oppdaget ULA-adresser i fri dressur ute på internett:
  - Tydeligvis klarer ikke folk å lese RFC-ene og holde seg til de fastsatte reglene

# Adressetyper

Unike, lokale, aggregerbare adresser

- SixXS tilbyr bl.a.:
  - Generering av ULA-prefiks: <http://www.sixxs.net/tools/grh/ula/>
  - Registrering av ULA-prefiks:  
<http://www.sixxs.net/tools/grh/ula/list/>
- George Michaelson, seniorforsker ved APNIC, har oppdaget ULA-adresser i fri dressur ute på internett:
  - Tydeligvis klarer ikke folk å lese RFC-ene og holde seg til de fastsatte reglene
  - [http://www.sixxs.net/archive/docs/IEPG2013\\_UЛА\\_in\\_the\\_wild.pdf](http://www.sixxs.net/archive/docs/IEPG2013_UЛА_in_the_wild.pdf)

# Adressetyper

Unike, lokale, aggregerbare adresser

- Her er algoritmen fra [RFC 4193](#) for å generere de 40 tilfeldige bitene:
  - ① Uttrykk nåværende øyeblikk som et 64-bit heltall i NTP-format ([RFC 5905](#))
  - ② Bruk en EUI-64-identifikator fra systemet som kjører denne algoritmen
    - Mangler du en EUI-64-identifikator, så kan du lage en fra en 48-bit MAC-adresse som angitt i [RFC 4291](#)
    - Kan du ikke lage en EUI-64-identifikator, så bruk en annen unik verdi som serienummeret til systemet
  - ③ Sett sammen de to 64-bit heltallene til et 128-bit heltall
  - ④ Beregn en SHA-1-hash som beskrevet i [RFC 3174](#). Resultatet er et heltall på 160 bit
  - ⑤ Bruk de 40 minst signifikante bitene som global identifikator
- Har man tilgang på tilfeldige tall av god kvalitet, så kan man bruke de i stedet for metoden over

# Adressetyper

## Anycast-adresser

# Adressetyper

## Anycast-adresser

- Definert: [RFC 4291](#)

# Adressetyper

## Anycast-adresser

- Definert: [RFC 4291](#)
- Bruksområde: felles adresse for distribuerte tjenester, routerne bestemmer hvilken server som er nærmest og sender trafikken dit

# Adressetyper

## Anycast-adresser

- Definert: [RFC 4291](#)
- Bruksområde: felles adresse for distribuerte tjenester, routerne bestemmer hvilken server som er nærmest og sender trafikken dit
- Prefiks: ingen, allokeres fra dine egne unicast-adresser og markeres som en anycast-adresse hos routerne og serverne



# Adressetyper

## Anycast-adresser

- Definert: [RFC 4291](#)
- Bruksområde: felles adresse for distribuerte tjenester, routerne bestemmer hvilken server som er nærmest og sender trafikken dit
- Prefiks: ingen, allokeres fra dine egne unicast-adresser og markeres som en anycast-adresse hos routerne og serverne
- Alle IPv6-adresser hvor alle bit i grensesnittidentifikatoren satt til null, er reservert som «Subnet-Router anycast address»



- Definert: [RFC 4291](#)
- Bruksområde: felles adresse for distribuerte tjenester, routerne bestemmer hvilken server som er nærmest og sender trafikken dit
- Prefiks: ingen, allokeres fra dine egne unicast-adresser og markeres som en anycast-adresse hos routerne og serverne
- Alle IPv6-adresser hvor alle bit i grensesnittidentifikatoren satt til null, er reservert som «Subnet-Router anycast address»
- Denne anycast-adressa brukes når man vil kontakte én av potensielt flere routere i subnettet der du er

# Adressetyper

## Anycast-adresser

- Definert: [RFC 4291](#)
- Bruksområde: felles adresse for distribuerte tjenester, routerne bestemmer hvilken server som er nærmest og sender trafikken dit
- Prefiks: ingen, allokeres fra dine egne unicast-adresser og markeres som en anycast-adresse hos routerne og serverne
- Alle IPv6-adresser hvor alle bit i grensesnittidentifikatoren satt til null, er reservert som «Subnet-Router anycast address»
- Denne anycast-adressa brukes når man vil kontakte én av potensielt flere routere i subnettet der du er
- Eksempel: 2001:700:1100:1::/128 **anycast**

# Adressetyper

## Anycast-adresser

- Definert: [RFC 4291](#)
- Bruksområde: felles adresse for distribuerte tjenester, routerne bestemmer hvilken server som er nærmest og sender trafikken dit
- Prefiks: ingen, allokeres fra dine egne unicast-adresser og markeres som en anycast-adresse hos routerne og serverne
- Alle IPv6-adresser hvor alle bit i grensesnittidentifikatoren satt til null, er reservert som «Subnet-Router anycast address»
- Denne anycast-adressa brukes når man vil kontakte én av potensielt flere routere i subnettet der du er
- Eksempel: 2001:700:1100:1::/128 **anycast**
- Se også [RFC 2526](#)

# Adressetyper

## Multicast-adresser

# Adressetyper

## Multicast-adresser

- Definert: [RFC 4291](#)

- Definert: [RFC 4291](#)
- Bruksområde: én-til-mange-kommunikasjon

# Adressetyper

## Multicast-adresser

- Definert: [RFC 4291](#)
- Bruksområde: én-til-mange-kommunikasjon
- Prefiks: FF ::/8

- Definert: [RFC 4291](#)
- Bruksområde: én-til-mange-kommunikasjon
- Prefiks: FF : : /8
- Flagg  $f$  og rekkevidde  $r$  er innebygget i adressa: FF $f$ r : : /16

- Definert: [RFC 4291](#)
  - Bruksområde: én-til-mange-kommunikasjon
  - Prefiks: FF::/8
  - Flagg  $f$  og rekkevidde  $r$  er innebygget i adressa: FF $fr$ ::/16
  - Eksempel: FF0E::101/128 (global multicast-adresse for NTP)

# Adressetyper

## Multicast-adresser

- Flaggene heter ORPT (null, err, pe, te)



# Adressetyper

## Multicast-adresser

- Flaggene heter ORPT (null, err, pe, te)
- Flagget T angir med 0 at adressa er velkjent (definert av [IANA](#)), og med 1 at adressa er midlertidig (lokalt definert)



# Adressetyper

## Multicast-adresser

- Flaggene heter ORPT (null, err, pe, te)
- Flagget T angir med 0 at adressa er velkjent (definert av [IANA](#)), og med 1 at adressa er midlertidig (lokalt definert)
- Flagget P angir med 1 at adressa inneholder et unicast-prefiks og skal følge reglene i [RFC 3306](#)



# Adressetyper

## Multicast-adresser

- Flaggene heter ORPT (null, err, pe, te)
- Flagget T angir med 0 at adressa er velkjent (definert av [IANA](#)), og med 1 at adressa er midlertidig (lokalt definert)
- Flagget P angir med 1 at adressa inneholder et unicast-prefiks og skal følge reglene i [RFC 3306](#)
- Flagget R angir med 1 at adressa også inneholder et møtepunkt («rendezvous point») og skal følge reglene i [RFC 3956](#)

- Flaggene heter ORPT (null, err, pe, te)
- Flagget T angir med 0 at adressa er velkjent (definert av [IANA](#)), og med 1 at adressa er midlertidig (lokalt definert)
- Flagget P angir med 1 at adressa inneholder et unicast-prefiks og skal følge reglene i [RFC 3306](#)
- Flagget R angir med 1 at adressa også inneholder et møtepunkt («rendezvous point») og skal følge reglene i [RFC 3956](#)
- Flaggene P og R gjør det enkelt å lage egne multicast-adresser for internt bruk i organisasjonen

- Flaggene heter ORPT (null, err, pe, te)
- Flagget T angir med 0 at adressa er velkjent (definert av [IANA](#)), og med 1 at adressa er midlertidig (lokalt definert)
- Flagget P angir med 1 at adressa inneholder et unicast-prefiks og skal følge reglene i [RFC 3306](#)
- Flagget R angir med 1 at adressa også inneholder et møtepunkt («rendezvous point») og skal følge reglene i [RFC 3956](#)
- Flaggene P og R gjør det enkelt å lage egne multicast-adresser for internt bruk i organisasjonen
- Bruk av flaggene R, P og T gjennomgås i detalj i del 10

# Adressetyper

## Multicast-adresser

- Følgende rekkevidder er definert i [RFC 4921](#):
  - 0: reservert
  - 1: interface-local
  - 2: link-local
  - 3: reservert
  - 4: admin-local
  - 5: site-local
  - 6: ikke definert
  - 7: ikke definert
  - 8: organization-local
  - 9: ikke definert
  - A: ikke definert,  
brukt av Uninett til å [begrense](#)  
trafikken innenfor «Uninettet»
  - B: ikke definert
  - C: ikke definert
  - D: ikke definert
  - E: global
  - F: reservert

# Adressetyper

## Multicast-adresser

- Noen kjente IPv6-multicastadresser:

- FF02::1 All nodes on the local network segment
- FF02::2 All routers on the local network segment
- FF02::5 OSPFv3 All SPF routers
- FF02::6 OSPFv3 All DR routers
- FF02::8 IS-IS for IPv6 routers
- FF02::9 RIP routers
- FF02::A EIGRP routers
- FF02::D PIM routers
- FF02::16 MLDv2 reports
- FF02::1:2 All DHCP servers and relay agents on the local network segment
- FF02::1:3 All LLMNR hosts on the local network segment
- FF05::1:3 All DHCP servers on the local network site
- FF0 $\alpha$ ::C Simple Service Discovery Protocol
- FF0 $\alpha$ ::FB Multicast DNS
- FF0 $\alpha$ ::101 Network Time Protocol
- FF0 $\alpha$ ::108 Network Information Service
- FF0 $\alpha$ ::114 Used for experiments

# Adressetyper

## Multicast-adresser

- Kobling av multicast-adresser til lag-2-adresser:



# Adressetyper

## Multicast-adresser

- Kobling av multicast-adresser til lag-2-adresser:
  - Eksempel:



# Adressetyper

## Multicast-adresser

- Kobling av multicast-adresser til lag-2-adresser:
  - Eksempel:
    - IPv6: FF02::1 = FF02::0000:0001



# Adressetyper

## Multicast-adresser

- Kobling av multicast-adresser til lag-2-adresser:
  - Eksempel:
    - IPv6: FF02::1 = FF02::0000:0001
    - MAC-48: 33:33:00:00:00:01



# Adressetyper

## Multicast-adresser

- Kobling av multicast-adresser til lag-2-adresser:

- Eksempel:

- IPv6: FF02::1 = FF02::0000:0001
    - MAC-48: 33:33:00:00:00:01
    - De 32 minst signifikante bitene kopieres fra IPv6-adressa og til MAC-48-adressa

- Kobling av multicast-adresser til lag-2-adresser:

- Eksempel:

- IPv6: FF02::1 = FF02::0000:0001
    - MAC-48: 33:33:00:00:00:01
    - De 32 minst signifikante bitene kopieres fra IPv6-adressa og til MAC-48-adressa
    - Dette gir en viss overlapp for de multicast-adresser som tilfeldigvis slutter på de samme 32 bitene

# Adressetyper

## Multicast-adresser

- Kobling av multicast-adresser til lag-2-adresser:

- Eksempel:

- IPv6: FF02::1 = FF02::0000:0001
    - MAC-48: 33:33:00:00:00:01
    - De 32 minst signifikante bitene kopieres fra IPv6-adressa og til MAC-48-adressa
    - Dette gir en viss overlapp for de multicast-adresser som tilfeldigvis slutter på de samme 32 bitene
    - Det går ganske bra i praksis



# Adressetyper

## Multicast-adresser

- Kobling av multicast-adresser til lag-2-adresser:

- Eksempel:

- IPv6: FF02::1 = FF02::0000:0001
    - MAC-48: 33:33:00:00:00:01
    - De 32 minst signifikante bitene kopieres fra IPv6-adressa og til MAC-48-adressa
    - Dette gir en viss overlapp for de multicast-adresser som tilfeldigvis slutter på de samme 32 bitene
    - Det går ganske bra i praksis
    - Se [RFC 2464](#) og [RFC 6085](#)



# Del VII

## DNS

# Oversikt over del 7: DNS I

31 AAAA og PTR

32 A6

# DNS

AAAA og PTR

- Navn-til-IPv6-adresser bruker AAAA-poster

- Navn-til-IPv6-adresser bruker AAAA-poster

- Eksempel:

```
$ORIGIN fig.ol.no.  
svabu IN AAAA 2001:700:1100:1::4
```



- Navn-til-IPv6-adresser bruker AAAA-poster

- Eksempel:

```
$ORIGIN fig.ol.no.
```

```
svabu IN AAAA 2001:700:1100:1::4
```

- IPv6-adresser-til-navn bruker PTR-poster plassert i ip6.arpa.

DNS

AAAA og PTR

- Navn-til-IPv6-adresser bruker AAAA-poster
    - Eksempel:

```
$ORIGIN fig.ol.no.  
svabu IN AAAA 2001:700:1100:1::4
```
  - IPv6-adresser-til-navn bruker PTR-poster plassert i ip6.arpa.
    - Eksempel:

```
$ORIGIN 1.0.0.0.0.0.1.1.0.0.7.0.1.0.0.2.ip6.arpa.  
4.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0 IN PTR svabu.fig.ol.no.
```

# DNS

## AAAA og PTR

- Navn-til-IPv6-adresser bruker AAAA-poster
  - Eksempel:

```
$ORIGIN fig.ol.no.  
svabu IN AAAA 2001:700:1100:1::4
```
- IPv6-adresser-til-navn bruker PTR-poster plassert i ip6.arpa.
  - Eksempel:

```
$ORIGIN 1.0.0.0.0.1.1.0.0.7.0.1.0.0.2.ip6.arpa.  
4.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0 IN PTR svabu.fig.ol.no.
```
- Se [RFC 3596](#)

# DNS

A6

- A6-poster var foreslått som erstatning for AAAA-poster av [RFC 2874](#), men ble endret til eksperimentell av [RFC 3363](#), og senere til historisk av [RFC 6563](#)



- A6-poster var foreslått som erstatning for AAAA-poster av [RFC 2874](#), men ble endret til eksperimentell av [RFC 3363](#), og senere til historisk av [RFC 6563](#)
- [RFC 3364](#) diskuterer fordeler og ulemper med AAAA og A6



- A6-poster var foreslått som erstatning for AAAA-poster av [RFC 2874](#), men ble endret til eksperimentell av [RFC 3363](#), og senere til historisk av [RFC 6563](#)
- [RFC 3364](#) diskuterer fordeler og ulemper med AAAA og A6
- En A6-post består av 2–3 ting:



- A6-poster var foreslått som erstatning for AAAA-poster av [RFC 2874](#), men ble endret til eksperimentell av [RFC 3363](#), og senere til historisk av [RFC 6563](#)
- [RFC 3364](#) diskuterer fordeler og ulemper med AAAA og A6
- En A6-post består av 2–3 ting:
  - ① Prefiks lengde fra og med 0 til og med 128

- A6-poster var foreslått som erstatning for AAAA-poster av [RFC 2874](#), men ble endret til eksperimentell av [RFC 3363](#), og senere til historisk av [RFC 6563](#)
- [RFC 3364](#) diskuterer fordeler og ulemper med AAAA og A6
- En A6-post består av 2–3 ting:
  - ① Prefiks lengde fra og med 0 til og med 128
  - ② Utdrag av IPv6-adressa



- A6-poster var foreslått som erstatning for AAAA-poster av [RFC 2874](#), men ble endret til eksperimentell av [RFC 3363](#), og senere til historisk av [RFC 6563](#)
- [RFC 3364](#) diskuterer fordeler og ulemper med AAAA og A6
- En A6-post består av 2–3 ting:
  - ① Prefiks lengde fra og med 0 til og med 128
  - ② Utdrag av IPv6-adressa
  - ③ Navn som henviser til resten av adressa

- A6-poster var foreslått som erstatning for AAAA-poster av [RFC 2874](#), men ble endret til eksperimentell av [RFC 3363](#), og senere til historisk av [RFC 6563](#)
- [RFC 3364](#) diskuterer fordeler og ulemper med AAAA og A6
- En A6-post består av 2–3 ting:
  - ① Prefiks lengde fra og med 0 til og med 128
  - ② Utdrag av IPv6-adressa
  - ③ Navn som henviser til resten av adressa
- Settes prefiks lengda til:

- A6-poster var foreslått som erstatning for AAAA-poster av [RFC 2874](#), men ble endret til eksperimentell av [RFC 3363](#), og senere til historisk av [RFC 6563](#)
- [RFC 3364](#) diskuterer fordeler og ulemper med AAAA og A6
- En A6-post består av 2–3 ting:
  - ① Prefiks lengde fra og med 0 til og med 128
  - ② Utdrag av IPv6-adressa
  - ③ Navn som henviser til resten av adressa
- Settes prefiks lengda til:
  - 0, så er det **ikke** lov å oppgi noen henvisning, fordi dette navnet er det øverste eller det eneste nivået i en kjede

- A6-poster var foreslått som erstatning for AAAA-poster av [RFC 2874](#), men ble endret til eksperimentell av [RFC 3363](#), og senere til historisk av [RFC 6563](#)
- [RFC 3364](#) diskuterer fordeler og ulemper med AAAA og A6
- En A6-post består av 2–3 ting:
  - ① Prefiks lengde fra og med 0 til og med 128
  - ② Utdrag av IPv6-adressa
  - ③ Navn som henviser til resten av adressa
- Settes prefiks lengda til:
  - 0, så er det **ikke** lov å oppgi noen henvisning, fordi dette navnet er det øverste eller det eneste nivået i en kjede
  - 128, så er det **ikke** lov å oppgi noen IPv6-adresse, fordi man henviser til et helt annet navn, tydeligvis et overflødig alternativ til CNAME

- Avsnittene 3.1.1 og 3.1.3 i [RFC 2874](#) er ikke enige med hverandre når prefikslengda settes til 128



- Avsnittene 3.1.1 og 3.1.3 i [RFC 2874](#) er ikke enige med hverandre når prefikslengda settes til 128
  - Avsnitt 3.1.1:

*The address suffix component SHALL NOT be present if the prefix length is 128.*



- Avsnittene 3.1.1 og 3.1.3 i [RFC 2874](#) er ikke enige med hverandre når prefikslengda settes til 128
  - Avsnitt 3.1.1:  
*The address suffix component SHALL NOT be present if the prefix length is 128.*
  - Avsnitt 3.1.3:  
*The IPv6 address MAY be be[sic] absent if the prefix length is 128.*

- Avsnittene 3.1.1 og 3.1.3 i [RFC 2874](#) er ikke enige med hverandre når prefikslengda settes til 128
  - Avsnitt 3.1.1:  
*The address suffix component SHALL NOT be present if the prefix length is 128.*
  - Avsnitt 3.1.3:  
*The IPv6 address MAY be absent if the prefix length is 128.*
- Med andre ord, avsnitt 3.1.1 forbyr IPv6-adresse når prefikslengda er 128, mens avsnitt 3.1.3 sier at IPv6-adresse *kan uteslås* i det samme tilfellet

- Avsnittene 3.1.1 og 3.1.3 i [RFC 2874](#) er ikke enige med hverandre når prefikslengda settes til 128
  - Avsnitt 3.1.1:  
*The address suffix component SHALL NOT be present if the prefix length is 128.*
  - Avsnitt 3.1.3:  
*The IPv6 address MAY be absent if the prefix length is 128.*
- Med andre ord, avsnitt 3.1.1 forbyr IPv6-adresse når prefikslengda er 128, mens avsnitt 3.1.3 sier at IPv6-adresse *kan uteslås* i det samme tilfellet
- Er det noe rart at noen av oss kan bli forvirra?

- Avsnittene 3.1.1 og 3.1.3 i [RFC 2874](#) er ikke enige med hverandre når prefikslengda settes til 128
  - Avsnitt 3.1.1:  
*The address suffix component SHALL NOT be present if the prefix length is 128.*
  - Avsnitt 3.1.3:  
*The IPv6 address MAY be absent if the prefix length is 128.*
- Med andre ord, avsnitt 3.1.1 forbyr IPv6-adresse når prefikslengda er 128, mens avsnitt 3.1.3 sier at IPv6-adresse *kan uteslås* i det samme tilfellet
- Er det noe rart at noen av oss kan bli forvirra?
- Vil du leke med A6 i et lukket miljø, så sjekk ut ISC BIND 9.2.x

- Et tenkt eksempel med A6:

- Et tenkt eksempel med A6:

- \$ORIGIN ip6.uninett.no.

```
uninett IN A6 0 2001:700::
```

```
fig IN A6 32 0:0:1100:: uninett
```

```
$ORIGIN fig.ol.no.
```

```
ext-servere.ip6 IN A6 48 0:0:0:1:: fig.ip6.uninett.no.
```

```
svabu IN A6 64 ::4 ext-servere.ip6
```

- Et tenkt eksempel med A6:

- \$ORIGIN ip6.uninett.no.

```
uninett IN A6 0 2001:700::
```

```
fig IN A6 32 0:0:1100:: uninett
```

```
$ORIGIN fig.ol.no.
```

```
ext-servere.ip6 IN A6 48 0:0:0:1:: fig.ip6.uninett.no.
```

```
svabu IN A6 64 ::4 ext-servere.ip6
```

- Vi vil vite IPv6-adressa for svabu.fig.ol.no. og vi vil bruke A6-poster for å finne svaret

- Et tenkt eksempel med A6:  
\$ORIGIN fig.ol.no.  
svabu IN A6 64 ::4 ext-servere.ip6
- Forklaring:
  - svabu.fig.ol.no. oppgir ::4, mangler de 64 mest signifikante bitene og henviser til ext-servere.ip6.fig.ol.no.



- Et tenkt eksempel med A6:

- \$ORIGIN fig.ol.no.

```
svabu           IN A6 64      ::4 ext-servere.ip6
ext-servere.ip6 IN A6 48 0:0:0:1::  fig.ip6.uninett.no.
```

- Forklaring:

- ext-servere.ip6.fig.ol.no. oppgir 0:0:0:1::, mangler de 48 mest signifikante bitene og henviser til fig.ip6.uninett.no.

- Et tenkt eksempel med A6:

- \$ORIGIN fig.ol.no.

```
svabu           IN A6 64          ::4 ext-servere.ip6
ext-servere.ip6 IN A6 48 0:0:0:1:: fig.ip6.uninett.no.
```

\$ORIGIN ip6.uninett.no.

fig IN A6 32 0:0:1100:: uninett

- Forklaring:

- fig.ip6.uninett.no. oppgir 0:0:1100::, mangler de 32 mest signifikante bitene og henviser til uninett.ip6.uninett.no.

- Et tenkt eksempel med A6:

- \$ORIGIN fig.ol.no.

```
svabu           IN A6 64      ::4 ext-servere.ip6
ext-servere.ip6 IN A6 48 0:0:0:1:: fig.ip6.uninett.no.
```

\$ORIGIN ip6.uninett.no.

```
fig     IN A6 32 0:0:1100:: uninett
uninett IN A6 0 2001:700::
```

- Forklaring:

- Kjeden slutter med uninett.ip6.uninett.no. og her angis de 32 mest signifikante bitene, 2001:700::

- Et tenkt eksempel med A6:

- \$ORIGIN fig.ol.no.

```
svabu           IN A6 64      ::4 ext-servere.ip6
ext-servere.ip6 IN A6 48 0:0:0:1:: fig.ip6.uninett.no.
```

\$ORIGIN ip6.uninett.no.

```
fig      IN A6 32 0:0:1100:: uninett
uninett IN A6 0 2001:700::
```

- Vi har påvist følgende adressekjede:

- 0000:0000:0000:0000::4 svabu.fig.ol.no.
- 0000:0000:0000:0001:: ext-servere.ip6.fig.ol.no.
- 0000:0000:1100:0000:: fig.ip6.uninett.no.
- 2001:0700:0000:0000:: uninett.ip6.uninett.no.

- Bitvis-OR gir den fullstendige adressa 2001:700:1100:1::4

# Del VIII

## ICMPv6



# Oversikt over del 8: ICMPv6 I

- 33 ICMPv6
- 34 Multicast Listener Discovery
- 35 Neighbor Discovery
- 36 Router Renumbering
- 37 Node Information
- 38 Inverse Neighbor Discovery
- 39 Version 2 Multicast Listener Report
- 40 Mobile IPv6
- 41 SEcure Neighbor Discovery (SEND)
- 42 Experimental Mobility Type
- 43 Multicast Router Discovery
- 44 FMIPv6
- 45 RPL Control Message
- 46 ILNPv6 Locator Update Message
- 47 Duplicate Address



# ICMPv6



- Feilrapportering- og feilsøkingstjeneste for IPv6



# ICMPv6

- Feilrapportering- og feilsøkingstjeneste for IPv6
- Definert: [RFC 4443](#) og [RFC 4844](#)

# ICMPv6

- Feilrapportering- og feilsøkingstjeneste for IPv6
- Definert: [RFC 4443](#) og [RFC 4844](#)
- ICMPv6-meldinger inneholder to tall som forteller noe om budskapets mening og innhold:

# ICMPv6

- Feilrapportering- og feilsøkingstjeneste for IPv6
- Definert: [RFC 4443](#) og [RFC 4844](#)
- ICMPv6-meldinger inneholder to tall som forteller noe om budskapets mening og innhold:
  - Type: hovednummer

# ICMPv6

- Feilrapportering- og feilsøkingstjeneste for IPv6
- Definert: [RFC 4443](#) og [RFC 4844](#)
- ICMPv6-meldinger inneholder to tall som forteller noe om budskapets mening og innhold:
  - Type: hovednummer
  - Code: undernummer, settes til 0 når det ikke er definert noen undernummer

- Feilrapportering- og feilsøkingstjeneste for IPv6
- Definert: [RFC 4443](#) og [RFC 4844](#)
- ICMPv6-meldinger inneholder to tall som forteller noe om budskapets mening og innhold:
  - Type: hovednummer
  - Code: undernummer, settes til 0 når det ikke er definert noen undernummer
- I tillegg er det felter for sjekksum og andre opplysninger som er unike for hver type (og underkode) av meldingene

ICMPv6

- Feilrapportering- og feilsøkingstjeneste for IPv6
  - Definert: [RFC 4443](#) og [RFC 4844](#)
  - ICMPv6-meldinger inneholder to tall som forteller noe om budskapets mening og innhold:
    - Type: hovednummer
    - Code: undernummer, settes til 0 når det ikke er definert noen undernummer
  - I tillegg er det felter for sjekksum og andre opplysninger som er unike for hver type (og underkode) av meldingene
  - Den generelle formen for ICMPv6-meldinger vises under

0	1	2	3
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0	1 2 3 4 5 6 7 8 9 0	1 2 3 4 5 6 7 8 9 0	1
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
Type   Code   Checksum	+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
+	Message Body		+

## ICMPv6

- Fra RFC 4443

# ICMPv6

- Fra [RFC 4443](#)
- Feilmeldinger:

- Fra [RFC 4443](#)
- Feilmeldinger:
  - 1: Destination Unreachable

- Fra [RFC 4443](#)
- Feilmeldinger:
  - 1: Destination Unreachable
  - 2: Packet Too Big

- Fra [RFC 4443](#)
- Feilmeldinger:
  - 1: Destination Unreachable
  - 2: Packet Too Big
  - 3: Time Exceeded

- Fra [RFC 4443](#)
- Feilmeldinger:
  - 1: Destination Unreachable
  - 2: Packet Too Big
  - 3: Time Exceeded
  - 4: Parameter Problem



- Fra [RFC 4443](#)
- Feilmeldinger:
  - 1: Destination Unreachable
  - 2: Packet Too Big
  - 3: Time Exceeded
  - 4: Parameter Problem
  - 100: Private eksperimenter



- Fra [RFC 4443](#)
- Feilmeldinger:
  - 1: Destination Unreachable
  - 2: Packet Too Big
  - 3: Time Exceeded
  - 4: Parameter Problem
  - 100: Private eksperimenter
  - 101: Private eksperimenter

- Fra [RFC 4443](#)
- Feilmeldinger:
  - 1: Destination Unreachable
  - 2: Packet Too Big
  - 3: Time Exceeded
  - 4: Parameter Problem
  - 100: Private eksperimenter
  - 101: Private eksperimenter
  - 127: Reservert for utvidelse av feilmeldingene



- Fra [RFC 4443](#)
- Feilmeldinger:
  - 1: Destination Unreachable
  - 2: Packet Too Big
  - 3: Time Exceeded
  - 4: Parameter Problem
  - 100: Private eksperimenter
  - 101: Private eksperimenter
  - 127: Reservert for utvidelse av feilmeldingene
- Informative meldinger:

- Fra [RFC 4443](#)
- Feilmeldinger:
  - 1: Destination Unreachable
  - 2: Packet Too Big
  - 3: Time Exceeded
  - 4: Parameter Problem
  - 100: Private eksperimenter
  - 101: Private eksperimenter
  - 127: Reservert for utvidelse av feilmeldingene
- Informative meldinger:
  - 128: Echo request (ping)

- Fra [RFC 4443](#)
- Feilmeldinger:
  - 1: Destination Unreachable
  - 2: Packet Too Big
  - 3: Time Exceeded
  - 4: Parameter Problem
  - 100: Private eksperimenter
  - 101: Private eksperimenter
  - 127: Reservert for utvidelse av feilmeldingene
- Informative meldinger:
  - 128: Echo request (ping)
  - 129: Echo reply (pong)

- Fra [RFC 4443](#)
- Feilmeldinger:
  - 1: Destination Unreachable
  - 2: Packet Too Big
  - 3: Time Exceeded
  - 4: Parameter Problem
  - 100: Private eksperimenter
  - 101: Private eksperimenter
  - 127: Reservert for utvidelse av feilmeldingene
- Informative meldinger:
  - 128: Echo request (ping)
  - 129: Echo reply (pong)
  - 200: Private eksperimenter

# ICMPv6

- Fra [RFC 4443](#)
- Feilmeldinger:
  - 1: Destination Unreachable
  - 2: Packet Too Big
  - 3: Time Exceeded
  - 4: Parameter Problem
  - 100: Private eksperimenter
  - 101: Private eksperimenter
  - 127: Reservert for utvidelse av feilmeldingene
- Informative meldinger:
  - 128: Echo request (ping)
  - 129: Echo reply (pong)
  - 200: Private eksperimenter
  - 201: Private eksperimenter

- Fra [RFC 4443](#)
- Feilmeldinger:
  - 1: Destination Unreachable
  - 2: Packet Too Big
  - 3: Time Exceeded
  - 4: Parameter Problem
  - 100: Private eksperimenter
  - 101: Private eksperimenter
  - 127: Reservert for utvidelse av feilmeldingene
- Informative meldinger:
  - 128: Echo request (ping)
  - 129: Echo reply (pong)
  - 200: Private eksperimenter
  - 201: Private eksperimenter
  - 255: Reservert for utvidelse av informative meldinger

# ICMPv6

## Multicast Listener Discovery

- Definert: [RFC 2710](#)
- Angir tre nye ICMPv6-meldinger:
  - 130: Multicast Listener Query
  - 131: Multicast Listener Report
  - 132: Multicast Listener Done
- Brukes for å fortelle routere hvilke multicastadresser man vil motta trafikk for



# ICMPv6

## Neighbor Discovery

# ICMPv6

## Neighbor Discovery

- Definert: [RFC 4861](#)

# ICMPv6

## Neighbor Discovery

- Definert: [RFC 4861](#)
- Angir fem nye ICMPv6-meldinger:



- Definert: [RFC 4861](#)
- Angir fem nye ICMPv6-meldinger:
  - 133: Router Solicitation



# ICMPv6

## Neighbor Discovery

- Definert: [RFC 4861](#)
- Angir fem nye ICMPv6-meldinger:
  - 133: Router Solicitation
  - 134: Router Advertisement



- Definert: [RFC 4861](#)
- Angir fem nye ICMPv6-meldinger:
  - 133: Router Solicitation
  - 134: Router Advertisement
  - 135: Neighbor Solicitation



- Definert: [RFC 4861](#)
- Angir fem nye ICMPv6-meldinger:
  - 133: Router Solicitation
  - 134: Router Advertisement
  - 135: Neighbor Solicitation
  - 136: Neighbor Advertisement



- Definert: [RFC 4861](#)
- Angir fem nye ICMPv6-meldinger:
  - 133: Router Solicitation
  - 134: Router Advertisement
  - 135: Neighbor Solicitation
  - 136: Neighbor Advertisement
  - 137: Redirect



- Definert: [RFC 4861](#)
- Angir fem nye ICMPv6-meldinger:
  - 133: Router Solicitation
  - 134: Router Advertisement
  - 135: Neighbor Solicitation
  - 136: Neighbor Advertisement
  - 137: Redirect
- Sentral ved autokonfigurering av adresser

- Definert: [RFC 4861](#)
- Angir fem nye ICMPv6-meldinger:
  - 133: Router Solicitation
  - 134: Router Advertisement
  - 135: Neighbor Solicitation
  - 136: Neighbor Advertisement
  - 137: Redirect
- Sentral ved autokonfigurering av adresser
- Brukes for å bekrefte at nodene er oppgående og bestemme lag-2-adressene til mottakere

- Definert: [RFC 4861](#)
- Angir fem nye ICMPv6-meldinger:
  - 133: Router Solicitation
  - 134: Router Advertisement
  - 135: Neighbor Solicitation
  - 136: Neighbor Advertisement
  - 137: Redirect
- Sentral ved autokonfigurering av adresser
- Brukes for å bekrefte at nodene er oppgående og bestemme lag-2-adressene til mottakere
- Neighbor Discovery gjennomgås i detalj i del 8

- Definert: [RFC 2894](#)
- Angir én ny ICMPv6-melding:
  - 138: Router Renumbering
- [RFC 2894](#) angir følgende underkoder:
  - 0: Router Renumbering Command
  - 1: Router Renumbering Result
  - 255: Sequence Number Reset



- Definert: [RFC 4620](#)
- Angir to nye ICMPv6-meldinger:
  - 139: Node Information Query
  - 140: Node Information Reply
- [RFC 4620](#) angir følgende underkoder for type 139:
  - 0: Datafeltet inneholder en IPv6-adresse
  - 1: Datafeltet inneholder et navn
  - 2: Datafeltet inneholder en IPv4-adresse
- [RFC 4620](#) angir følgende underkoder for type 140:
  - 0: Vellykket svar
  - 1: Svaret vil ikke bli avslørt
  - 2: Underkoden i forespørselen er ukjent

# ICMPv6

## Inverse Neighbor Discovery

- Definert: [RFC 3122](#)
- Angir to nye ICMPv6-meldinger:
  - 141: Inverse Neighbor Discovery Solicitation
  - 142: Inverse Neighbor Discovery Advertisement
- Gjør det mulig for én node å lære IPv6-adressen(e) til en annen node i samme VLAN, når man bare vet lag-2-adressa til den andre noden

# ICMPv6

## Version 2 Multicast Listener Report

- Definert: [RFC 3810](#)
- Angir én ny ICMPv6-melding:
  - 143: Version 2 Multicast Listener Report
- Utvider MLDv1 ([RFC 2710](#)) med slik at bare bestemte avsendere er interessante (Source-Specific Multicast, [RFC 3569](#))



- Definert: [RFC 6275](#)
- Angir fire nye ICMPv6-meldinger:
  - 144: Home Agent Address Discovery Request
  - 145: Home Agent Address Discovery Reply
  - 146: Mobile Prefix Solicitation
  - 147: Mobile Prefix Advertisement
- Brukes for å tilrettelegge for digitale nomader



- Definert: [RFC 3971](#)
- Angir to nye ICMPv6-meldinger:
  - 148: Certification Path Solicitation
  - 149: Certification Path Advertisement
- Med SEND unngås DoS-problemet til Neighbor Discovery
- Routerne deler ut kryptografisk genererte adresser [RFC 3972](#)
- Dette krever sertifikatstruktur (RPKI, [RFC 6494](#)) i routere og i klienter
- Ikke implementert i Cisco IOS 12.2(55)SE for Catalyst 3560G
- Ikke spesielt aktuelt for FSI, for annet enn ansattnett, på grunn av den administrative byrden

- Definert: [RFC 4065](#)
- Angir én ny ICMPv6-melding:
  - 150: Experimental Mobility Type
- «The Seamoby Candidate Access Router Discovery (CARD) protocol [[RFC 4066](#)] and the Context Transfer Protocol (CXTP) [[RFC 4067](#)] are experimental protocols designed to accelerate IP handover between wireless access routers»



- Definert: [RFC 4286](#)
- Angir tre nye ICMPv6-meldinger:
  - 151: Multicast Router Advertisement
  - 152: Multicast Router Solicitation
  - 153: Multicast Router Termination
- Catalyst 3560G har ikke støtte for annet enn IPv4-multicast
- Ved FSI har vi ikke fått testet IPv6-multicast

- Definert: [RFC 5568](#)
- Angir én ny ICMPv6-melding:
  - 154: FMIPv6, Fast handovers, Mobile IPv6



- Definert: [RFC 6550](#)
- Angir én ny ICMPv6-melding:
  - 155: RPL Control Message
- IPv6 Routing Protocol for Low-Power and Lossy Networks



- Definert: [RFC 6743](#)
- Angir én ny ICMPv6-melding:
  - 156: ILNPv6 Locator Update Message
- Identifier-Locator Network Protocol
- En eksperimentell måte å håndtere digitale nomader



# ICMPv6

## Duplicate Address

- Definert: [RFC 6775](#)
- Angir to nye ICMPv6-meldinger:
  - 157: Duplicate Address Request
  - 158: Duplicate Address Confirmation
- Neighbor Discovery Optimization for IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Networks (6LoWPANs)



## Neighbor Discovery

# Oversikt over del 9: Neighbor Discovery I

- 48 Router Solicitation
- 49 Router Advertisement
- 50 Neighbor Solicitation
- 51 Neighbor Advertisement
- 52 Redirect

# Neighbor Discovery

# Neighbor Discovery

- Definert: [RFC 4861](#)

# Neighbor Discovery

- Definert: [RFC 4861](#)
- Angir fem nye ICMPv6-meldinger:



# Neighbor Discovery

- Definert: [RFC 4861](#)
- Angir fem nye ICMPv6-meldinger:
  - 133: Router Solicitation



# Neighbor Discovery

- Definert: [RFC 4861](#)
- Angir fem nye ICMPv6-meldinger:
  - 133: Router Solicitation
  - 134: Router Advertisement



# Neighbor Discovery

- Definert: [RFC 4861](#)
- Angir fem nye ICMPv6-meldinger:
  - 133: Router Solicitation
  - 134: Router Advertisement
  - 135: Neighbor Solicitation



# Neighbor Discovery

- Definert: [RFC 4861](#)
- Angir fem nye ICMPv6-meldinger:
  - 133: Router Solicitation
  - 134: Router Advertisement
  - 135: Neighbor Solicitation
  - 136: Neighbor Advertisement



# Neighbor Discovery

- Definert: [RFC 4861](#)
- Angir fem nye ICMPv6-meldinger:
  - 133: Router Solicitation
  - 134: Router Advertisement
  - 135: Neighbor Solicitation
  - 136: Neighbor Advertisement
  - 137: Redirect



# Neighbor Discovery

- Definert: [RFC 4861](#)
- Angir fem nye ICMPv6-meldinger:
  - 133: Router Solicitation
  - 134: Router Advertisement
  - 135: Neighbor Solicitation
  - 136: Neighbor Advertisement
  - 137: Redirect
- Sentral ved autokonfigurering av adresser



# Neighbor Discovery

- Definert: [RFC 4861](#)
- Angir fem nye ICMPv6-meldinger:
  - 133: Router Solicitation
  - 134: Router Advertisement
  - 135: Neighbor Solicitation
  - 136: Neighbor Advertisement
  - 137: Redirect
- Sentral ved autokonfigurering av adresser
- Brukes for å bekrefte at nodene er oppgående og bestemme lag-2-adressene til mottakere

# Neighbor Discovery

## Router Solititation

# Neighbor Discovery

## Router Solititation

Internet Control Message Protocol v6

Type: Router Solicitation (133)

Code: 0

Checksum: 0xc065 [correct]

Reserved: 00000000

ICMPv6 Option (Source link-layer address : 00:21:70:73:68:6e)

Type: Source link-layer address (1)

Length: 1 (8 bytes)

Link-layer address: Dell\_73:68:6e (00:21:70:73:68:6e)

# Neighbor Discovery

## Router Solititation

Internet Control Message Protocol v6

Type: Router Solicitation (133)

Code: 0

Checksum: 0xc065 [correct]

Reserved: 00000000

ICMPv6 Option (Source link-layer address : 00:21:70:73:68:6e)

Type: Source link-layer address (1)

Length: 1 (8 bytes)

Link-layer address: Dell\_73:68:6e (00:21:70:73:68:6e)

- Avsenderens IPv6-adresse er enten ::/0 eller en av utgående grensesnitts IPv6-adresser

# Neighbor Discovery

## Router Solititation

Internet Control Message Protocol v6

Type: Router Solicitation (133)

Code: 0

Checksum: 0xc065 [correct]

Reserved: 00000000

ICMPv6 Option (Source link-layer address : 00:21:70:73:68:6e)

Type: Source link-layer address (1)

Length: 1 (8 bytes)

Link-layer address: Dell\_73:68:6e (00:21:70:73:68:6e)

- Avsenders IPv6-adresse er enten ::/0 eller en av utgående grensesnitts IPv6-adresser
- Mottakers IPv6-adresse er vanligvis FF02::2

# Neighbor Discovery

## Router Solititation

Internet Control Message Protocol v6

Type: Router Solicitation (133)

Code: 0

Checksum: 0xc065 [correct]

Reserved: 00000000

ICMPv6 Option (Source link-layer address : 00:21:70:73:68:6e)

Type: Source link-layer address (1)

Length: 1 (8 bytes)

Link-layer address: Dell\_73:68:6e (00:21:70:73:68:6e)

- Avsenders IPv6-adresse er enten ::/0 eller en av utgående grensesnitts IPv6-adresser
- Mottakers IPv6-adresse er vanligvis FF02::2
- «Hop Limit» i IPv6-headeren skal settes til 255

# Neighbor Discovery

## Router Solititation

Internet Control Message Protocol v6

Type: Router Solicitation (133)

Code: 0

Checksum: 0xc065 [correct]

Reserved: 00000000

ICMPv6 Option (Source link-layer address : 00:21:70:73:68:6e)

Type: Source link-layer address (1)

Length: 1 (8 bytes)

Link-layer address: Dell\_73:68:6e (00:21:70:73:68:6e)

- Avsenders IPv6-adresse er enten ::/0 eller en av utgående grensesnitts IPv6-adresser
- Mottakers IPv6-adresse er vanligvis FF02::2
- «Hop Limit» i IPv6-headeren skal settes til 255
- Det er god sedvane å angi sin egen lag-2-adresse i ICMPv6-meldinga

# Neighbor Discovery

## Router Advertisement

# Neighbor Discovery

## Router Advertisement

Internet Control Message Protocol v6

Type: Router Advertisement (134)

Code: 0

Checksum: 0xfa8c [correct]

Cur hop limit: 64

Flags: 0x48

0.... .... = Managed address configuration: Not set

.1... .... = Other configuration: Set

..0.... .... = Home Agent: Not set

...0 1... .... = Prf (Default Router Preference): High (1)

.... .0... .... = Proxy: Not set

.... ..0. .... = Reserved: 0

Router lifetime (s): 1800

Reachable time (ms): 0

Retrans timer (ms): 0

ICMPv6 Option (Source link-layer address : 00:17:e0:77:14:57)

Type: Source link-layer address (1)

Length: 1 (8 bytes)

Link-layer address: Cisco\_77:14:57 (00:17:e0:77:14:57)

ICMPv6 Option (MTU : 1500)

Type: MTU (5)

Length: 1 (8 bytes)

Reserved

MTU: 1500

# Neighbor Discovery

## Router Advertisement

Internet Control Message Protocol v6

Type: Router Advertisement (134)

Code: 0

Checksum: 0xfa8c [correct]

Cur hop limit: 64

Flags: 0x48

0.... .... = Managed address configuration: Not set  
.1.... .... = Other configuration: Set  
.0.... .... = Home Agent: Not set  
...0 1.... = Prf (Default Router Preference): High (1)  
.... .0... = Proxy: Not set  
.... ..0. = Reserved: 0

Router lifetime (s): 1800

Reachable time (ms): 0

Retrans timer (ms): 0

ICMPv6 Option (Source link-layer address : 00:17:e0:77:14:57)

Type: Source link-layer address (1)

Length: 1 (8 bytes)

Link-layer address: Cisco\_77:14:57 (00:17:e0:77:14:57)

ICMPv6 Option (MTU : 1500)

Type: MTU (5)

Length: 1 (8 bytes)

Reserved

MTU: 1500

- Avsenderens IPv6-adresse må være routerens link-local-adresse for utgående grensesnitt

# Neighbor Discovery

## Router Advertisement

Internet Control Message Protocol v6

Type: Router Advertisement (134)

Code: 0

Checksum: 0xfa8c [correct]

Cur hop limit: 64

Flags: 0x48

0.... .... = Managed address configuration: Not set

.1.... .... = Other configuration: Set

..0.... .... = Home Agent: Not set

...0 1.... = Prf (Default Router Preference): High (1)

.... .0... = Proxy: Not set

.... ..0. = Reserved: 0

Router lifetime (s): 1800

Reachable time (ms): 0

Retrans timer (ms): 0

ICMPv6 Option (Source link-layer address : 00:17:e0:77:14:57)

Type: Source link-layer address (1)

Length: 1 (8 bytes)

Link-layer address: Cisco\_77:14:57 (00:17:e0:77:14:57)

ICMPv6 Option (MTU : 1500)

Type: MTU (5)

Length: 1 (8 bytes)

Reserved

MTU: 1500

- Avsenders IPv6-adresse må være routerens link-local-adresse for utgående grensesnitt

- Mottakers IPv6-adresse er enten adressa til den noden som sendte «Router Solicitation» eller til FF02::1 for generell annonsering

# Neighbor Discovery

## Router Advertisement

Internet Control Message Protocol v6

Type: Router Advertisement (134)

Code: 0

Checksum: 0xfa8c [correct]

Cur hop limit: 64

Flags: 0x48

0.... .... = Managed address configuration: Not set

.1.... .... = Other configuration: Set

..0.... .... = Home Agent: Not set

...0 1.... = Prf (Default Router Preference): High (1)

.... .0... = Proxy: Not set

.... ..0. = Reserved: 0

Router lifetime (s): 1800

Reachable time (ms): 0

Retrans timer (ms): 0

ICMPv6 Option (Source link-layer address : 00:17:e0:77:14:57)

Type: Source link-layer address (1)

Length: 1 (8 bytes)

Link-layer address: Cisco\_77:14:57 (00:17:e0:77:14:57)

ICMPv6 Option (MTU : 1500)

Type: MTU (5)

Length: 1 (8 bytes)

Reserved

MTU: 1500

- Avsenders IPv6-adresse må være routerens link-local-adresse for utgående grensesnitt

- Mottakers IPv6-adresse er enten adressa til den noden som sendte «Router Solicitation» eller til FF02::1 for generell annonsering

- «Hop Limit» i IPv6-headeren skal settes til 255

# Neighbor Discovery

## Router Advertisement

Internet Control Message Protocol v6

Type: Router Advertisement (134)

Code: 0

Checksum: 0xfa8c [correct]

Cur hop limit: 64

Flags: 0x48

0.... .... = Managed address configuration: Not set

.1... .... = Other configuration: Set

..0.... .... = Home Agent: Not set

...0 1... .... = Prf (Default Router Preference): High (1)

.... .0... .... = Proxy: Not set

.... ..0. .... = Reserved: 0

Router lifetime (s): 1800

Reachable time (ms): 0

Retrans timer (ms): 0

ICMPv6 Option (Source link-layer address : 00:17:e0:77:14:57)

Type: Source link-layer address (1)

Length: 1 (8 bytes)

Link-layer address: Cisco\_77:14:57 (00:17:e0:77:14:57)

ICMPv6 Option (MTU : 1500)

Type: MTU (5)

Length: 1 (8 bytes)

Reserved

MTU: 1500

- Routeren er snill og oppgir:

# Neighbor Discovery

## Router Advertisement

Internet Control Message Protocol v6

Type: Router Advertisement (134)

Code: 0

Checksum: 0xfa8c [correct]

Cur hop limit: 64

Flags: 0x48

0.... .... = Managed address configuration: Not set  
.1.... .... = Other configuration: Set  
..0.... .... = Home Agent: Not set  
...0 1.... = Prf (Default Router Preference): High (1)  
.... .0... = Proxy: Not set  
.... ..0. = Reserved: 0

Router lifetime (s): 1800

Reachable time (ms): 0

Retrans timer (ms): 0

ICMPv6 Option (Source link-layer address : 00:17:e0:77:14:57)

Type: Source link-layer address (1)

Length: 1 (8 bytes)

Link-layer address: Cisco\_77:14:57 (00:17:e0:77:14:57)

ICMPv6 Option (MTU : 1500)

Type: MTU (5)

Length: 1 (8 bytes)

Reserved

MTU: 1500

- Routeren er snill og oppgir:

- Autokonfigurasjon av adresser skal utføres

# Neighbor Discovery

## Router Advertisement

Internet Control Message Protocol v6

Type: Router Advertisement (134)

Code: 0

Checksum: 0xfa8c [correct]

Cur hop limit: 64

Flags: 0x48

0... .... = Managed address configuration: Not set  
.1... .... = Other configuration: Set  
.0. .... = Home Agent: Not set  
...0 1... = Prf (Default Router Preference): High (1)  
.... .0.. = Proxy: Not set  
.... ..0. = Reserved: 0

Router lifetime (s): 1800

Reachable time (ms): 0

Retrans timer (ms): 0

ICMPv6 Option (Source link-layer address : 00:17:e0:77:14:57)

Type: Source link-layer address (1)

Length: 1 (8 bytes)

Link-layer address: Cisco\_77:14:57 (00:17:e0:77:14:57)

ICMPv6 Option (MTU : 1500)

Type: MTU (5)

Length: 1 (8 bytes)

Reserved

MTU: 1500

- Routeren er snill og oppgir:

- Autokonfigurasjon av adresser skal utføres
- Andre opplysninger er tilgjengelig med DHCPv6

# Neighbor Discovery

## Router Advertisement

Internet Control Message Protocol v6

Type: Router Advertisement (134)

Code: 0

Checksum: 0xfa8c [correct]

Cur hop limit: 64

Flags: 0x48

0.... .... = Managed address configuration: Not set

.1.... .... = Other configuration: Set

..0.... .... = Home Agent: Not set

...0 1.... = Prf (Default Router Preference): High (1)

.... .0... = Proxy: Not set

.... ..0. = Reserved: 0

Router lifetime (s): 1800

Reachable time (ms): 0

Retrans timer (ms): 0

ICMPv6 Option (Source link-layer address : 00:17:e0:77:14:57)

Type: Source link-layer address (1)

Length: 1 (8 bytes)

Link-layer address: Cisco\_77:14:57 (00:17:e0:77:14:57)

ICMPv6 Option (MTU : 1500)

Type: MTU (5)

Length: 1 (8 bytes)

Reserved

MTU: 1500

- Routeren er snill og oppgir:

- Autokonfigurasjon av adresser skal utføres
- Andre opplysninger er tilgjengelig med DHCPv6
- Dette er ingen «Home Agent»

# Neighbor Discovery

## Router Advertisement

Internet Control Message Protocol v6

Type: Router Advertisement (134)

Code: 0

Checksum: 0xfa8c [correct]

Cur hop limit: 64

Flags: 0x48

0.... .... = Managed address configuration: Not set  
.1.... .... = Other configuration: Set  
.0.... .... = Home Agent: Not set  
...0 1.... = Prf (Default Router Preference): High (1)  
.... .0... = Proxy: Not set  
.... ..0. = Reserved: 0

Router lifetime (s): 1800

Reachable time (ms): 0

Retrans timer (ms): 0

ICMPv6 Option (Source link-layer address : 00:17:e0:77:14:57)

Type: Source link-layer address (1)

Length: 1 (8 bytes)

Link-layer address: Cisco\_77:14:57 (00:17:e0:77:14:57)

ICMPv6 Option (MTU : 1500)

Type: MTU (5)

Length: 1 (8 bytes)

Reserved

MTU: 1500

- Routeren er snill og oppgir:

- Autokonfigurasjon av adresser skal utføres
- Andre opplysninger er tilgjengelig med DHCPv6
- Dette er ingen «Home Agent»
- Routerens preferansenivå er «High»

# Neighbor Discovery

## Router Advertisement

Internet Control Message Protocol v6

Type: Router Advertisement (134)

Code: 0

Checksum: 0xfa8c [correct]

Cur hop limit: 64

Flags: 0x48

0.... .... = Managed address configuration: Not set  
.1.... .... = Other configuration: Set  
.0.... .... = Home Agent: Not set  
...0 1.... = Prf (Default Router Preference): High (1)  
.... .0... = Proxy: Not set  
.... ..0. = Reserved: 0

Router lifetime (s): 1800

Reachable time (ms): 0

Retrans timer (ms): 0

ICMPv6 Option (Source link-layer address : 00:17:e0:77:14:57)

Type: Source link-layer address (1)

Length: 1 (8 bytes)

Link-layer address: Cisco\_77:14:57 (00:17:e0:77:14:57)

ICMPv6 Option (MTU : 1500)

Type: MTU (5)

Length: 1 (8 bytes)

Reserved

MTU: 1500

- Routeren er snill og oppgir:

- Autokonfigurasjon av adresser skal utføres
- Andre opplysninger er tilgjengelig med DHCPv6
- Dette er ingen «Home Agent»
- Routerens preferansenivå er «High»
- Annonseringens levetid er 1800 s = 30 min

# Neighbor Discovery

## Router Advertisement

Internet Control Message Protocol v6

Type: Router Advertisement (134)

Code: 0

Checksum: 0xfa8c [correct]

Cur hop limit: 64

Flags: 0x48

0.... .... = Managed address configuration: Not set  
.1.... .... = Other configuration: Set  
.0.... .... = Home Agent: Not set  
...0 1.... = Prf (Default Router Preference): High (1)  
.... .0... = Proxy: Not set  
.... ..0. = Reserved: 0

Router lifetime (s): 1800

Reachable time (ms): 0

Retrans timer (ms): 0

ICMPv6 Option (Source link-layer address : 00:17:e0:77:14:57)

Type: Source link-layer address (1)

Length: 1 (8 bytes)

Link-layer address: Cisco\_77:14:57 (00:17:e0:77:14:57)

ICMPv6 Option (MTU : 1500)

Type: MTU (5)

Length: 1 (8 bytes)

Reserved

MTU: 1500

- Routeren er snill og oppgir:

- Autokonfigurasjon av adresser skal utføres
- Andre opplysninger er tilgjengelig med DHCPv6
- Dette er ingen «Home Agent»
- Routerens preferansenivå er «High»
- Annonseringens levetid er 1800 s = 30 min
- Routerens lag-2-adresse

# Neighbor Discovery

## Router Advertisement

Internet Control Message Protocol v6

Type: Router Advertisement (134)

Code: 0

Checksum: 0xfa8c [correct]

Cur hop limit: 64

Flags: 0x48

0.... .... = Managed address configuration: Not set  
.1.... .... = Other configuration: Set  
.0.... .... = Home Agent: Not set  
...0 1.... = Prf (Default Router Preference): High (1)  
.... .0... = Proxy: Not set  
.... ..0. = Reserved: 0

Router lifetime (s): 1800

Reachable time (ms): 0

Retrans timer (ms): 0

ICMPv6 Option (Source link-layer address : 00:17:e0:77:14:57)

Type: Source link-layer address (1)

Length: 1 (8 bytes)

Link-layer address: Cisco\_77:14:57 (00:17:e0:77:14:57)

ICMPv6 Option (MTU : 1500)

Type: MTU (5)

Length: 1 (8 bytes)

Reserved

MTU: 1500

- Routeren er snill og oppgir:

- Autokonfigurasjon av adresser skal utføres
- Andre opplysninger er tilgjengelig med DHCPv6
- Dette er ingen «Home Agent»
- Routerens preferansenivå er «High»
- Annonseringens levetid er 1800 s = 30 min
- Routerens lag-2-adresse
- Linkens MTU-verdi

# Neighbor Discovery

## Router Advertisement

```
ICMPv6 Option (Prefix information : 2001:700:1100:3::/64)
  Type: Prefix information (3)
  Length: 4 (32 bytes)
  Prefix Length: 64
  Flag: 0xc0
    1.... .... = On-link flag(L): Set
    .1... .... = Autonomous address-configuration flag(A): Set
    ..0.... .... = Router address flag(R): Not set
    ...0 0000 = Reserved: 0
  Valid Lifetime: 2592000
  Preferred Lifetime: 604800
  Reserved
  Prefix: it.ip6.fig.ol.no (2001:700:1100:3::)
```

Routeren oppgir følgende om  
2001:700:1100:3::/64

# Neighbor Discovery

## Router Advertisement

```
ICMPv6 Option (Prefix information : 2001:700:1100:3::/64)
  Type: Prefix information (3)
  Length: 4 (32 bytes)
  Prefix Length: 64
  Flag: 0xc0
    1.... .... = On-link flag(L): Set
    .1... .... = Autonomous address-configuration flag(A): Set
    ..0.... .... = Router address flag(R): Not set
    ...0 0000 = Reserved: 0
  Valid Lifetime: 2592000
  Preferred Lifetime: 604800
  Reserved
  Prefix: it.ip6.fig.ol.no (2001:700:1100:3::)
```

Routeren oppgir følgende om  
2001:700:1100:3::/64

- Prefikset er direkte tilgjengelig

# Neighbor Discovery

## Router Advertisement

ICMPv6 Option (Prefix information : 2001:700:1100:3::/64)

Type: Prefix information (3)

Length: 4 (32 bytes)

Prefix Length: 64

Flag: 0xc0

1.... .... = On-link flag(L): Set

.1... .... = Autonomous address-configuration flag(A): Set

..0.... .... = Router address flag(R): Not set

...0 0000 = Reserved: 0

Valid Lifetime: 2592000

Preferred Lifetime: 604800

Reserved

Prefix: it.ip6.fig.ol.no (2001:700:1100:3::)

Routeren oppgir følgende om  
2001:700:1100:3::/64

- Prefikset er direkte tilgjengelig
- Autokonfigurasjon er tillatt

# Neighbor Discovery

## Router Advertisement

```
ICMPv6 Option (Prefix information : 2001:700:1100:3::/64)
  Type: Prefix information (3)
  Length: 4 (32 bytes)
  Prefix Length: 64
  Flag: 0xc0
    1.... .... = On-link flag(L): Set
    .1... .... = Autonomous address-configuration flag(A): Set
    ..0.... .... = Router address flag(R): Not set
    ...0 0000 = Reserved: 0
  Valid Lifetime: 2592000
  Preferred Lifetime: 604800
  Reserved
  Prefix: it.ip6.fig.ol.no (2001:700:1100:3::)
```

Routeren oppgir følgende om  
2001:700:1100:3::/64

- Prefikset er direkte tilgjengelig
- Autokonfigurasjon er tillatt
- Genererte adresser er gyldige i 30 dager, med foretrukket levetid på 7 dager

# Neighbor Discovery

## Neighbor Solititation

# Neighbor Discovery

## Neighbor Solititation

```
Internet Protocol Version 6, Src: 2001:700:1100:3:226:18ff:fef2:7240, Dst: ff02::1:ff52:67e2
0110 .... = Version: 6
.... 0000 0000 .... .... .... .... = Traffic class: 0x00000000
.... .... .... 0000 0000 0000 0000 = Flowlable: 0x00000000
Payload length: 32
Next header: ICMPv6 (58)
Hop limit: 255
Source: pc226-02-w7.fig.ol.no (2001:700:1100:3:226:18ff:fef2:7240)
Destination: ff02::1:ff52:67e2
Internet Control Message Protocol v6
Type: Neighbor Solicitation (135)
Code: 0
Checksum: 0x4571 [correct]
Reserved: 00000000
Target Address: monitor2.fig.ol.no (2001:700:1100:3:20b:dbff:fe52:67e2)
ICMPv6 Option (Source link-layer address : 00:26:18:f2:72:40)
    Type: Source link-layer address (1)
    Length: 1 (8 bytes)
    Link-layer address: AsustekC_f2:72:40 (00:26:18:f2:72:40)
```

# Neighbor Discovery

## Neighbor Solititation

```
Internet Protocol Version 6, Src: 2001:700:1100:3:226:18ff:fef2:7240, Dst: ff02::1:ff52:67e2
0110 .... = Version: 6
.... 0000 0000 .... .... .... .... = Traffic class: 0x00000000
.... .... .... 0000 0000 0000 0000 = Flowlable: 0x00000000
Payload length: 32
Next header: ICMPv6 (58)
Hop limit: 255
Source: pc226-02-w7.fig.ol.no (2001:700:1100:3:226:18ff:fef2:7240)
Destination: ff02::1:ff52:67e2
Internet Control Message Protocol v6
Type: Neighbor Solicitation (135)
Code: 0
Checksum: 0x4571 [correct]
Reserved: 00000000
Target Address: monitor2.fig.ol.no (2001:700:1100:3:20b:dbff:fe52:67e2)
ICMPv6 Option (Source link-layer address : 00:26:18:f2:72:40)
    Type: Source link-layer address (1)
    Length: 1 (8 bytes)
    Link-layer address: AsustekC_f2:72:40 (00:26:18:f2:72:40)
```

- I dette tilfellet ville

# Neighbor Discovery

## Neighbor Solititation

```
Internet Protocol Version 6, Src: 2001:700:1100:3:226:18ff:fef2:7240, Dst: ff02::1:ff52:67e2
0110 .... = Version: 6
.... 0000 0000 .... .... .... .... = Traffic class: 0x00000000
.... .... .... 0000 0000 0000 0000 = Flowlable: 0x00000000
Payload length: 32
Next header: ICMPv6 (58)
Hop limit: 255
Source: pc226-02-w7.fig.ol.no (2001:700:1100:3:226:18ff:fef2:7240)
Destination: ff02::1:ff52:67e2
Internet Control Message Protocol v6
Type: Neighbor Solicitation (135)
Code: 0
Checksum: 0x4571 [correct]
Reserved: 00000000
Target Address: monitor2.fig.ol.no (2001:700:1100:3:20b:dbff:fe52:67e2)
ICMPv6 Option (Source link-layer address : 00:26:18:f2:72:40)
    Type: Source link-layer address (1)
    Length: 1 (8 bytes)
    Link-layer address: AsustekC_f2:72:40 (00:26:18:f2:72:40)
```

- I dette tilfellet ville
  - ➊ 2001:700:1100:3:226:18FF:FEF2:7240 sjekke om

# Neighbor Discovery

## Neighbor Solititation

```
Internet Protocol Version 6, Src: 2001:700:1100:3:226:18ff:fef2:7240, Dst: ff02::1:ff52:67e2
0110 .... = Version: 6
.... 0000 0000 .... .... .... .... = Traffic class: 0x00000000
.... .... .... 0000 0000 0000 0000 = Flowlable: 0x00000000
Payload length: 32
Next header: ICMPv6 (58)
Hop limit: 255
Source: pc226-02-w7.fig.ol.no (2001:700:1100:3:226:18ff:fef2:7240)
Destination: ff02::1:ff52:67e2
Internet Control Message Protocol v6
Type: Neighbor Solicitation (135)
Code: 0
Checksum: 0x4571 [correct]
Reserved: 00000000
Target Address: monitor2.fig.ol.no (2001:700:1100:3:20b:dbff:fe52:67e2)
ICMPv6 Option (Source link-layer address : 00:26:18:f2:72:40)
    Type: Source link-layer address (1)
    Length: 1 (8 bytes)
    Link-layer address: AsustekC_f2:72:40 (00:26:18:f2:72:40)
```

- I dette tilfellet ville
  - ➊ 2001:700:1100:3:226:18FF:FEF2:7240 sjekke om
  - ➋ 2001:700:1100:3:20B:DBFF:FE52:67E2 fortsatt var i live

# Neighbor Discovery

## Neighbor Solititation

```
Internet Protocol Version 6, Src: 2001:700:1100:3:226:18ff:fef2:7240, Dst: ff02::1:ff52:67e2
0110 .... = Version: 6
.... 0000 0000 .... .... .... .... = Traffic class: 0x00000000
.... .... .... 0000 0000 0000 0000 = Flowlable: 0x00000000
Payload length: 32
Next header: ICMPv6 (58)
Hop limit: 255
Source: pc226-02-w7.fig.ol.no (2001:700:1100:3:226:18ff:fef2:7240)
Destination: ff02::1:ff52:67e2
Internet Control Message Protocol v6
Type: Neighbor Solicitation (135)
Code: 0
Checksum: 0x4571 [correct]
Reserved: 00000000
Target Address: monitor2.fig.ol.no (2001:700:1100:3:20b:dbff:fe52:67e2)
ICMPv6 Option (Source link-layer address : 00:26:18:f2:72:40)
    Type: Source link-layer address (1)
    Length: 1 (8 bytes)
    Link-layer address: AsustekC_f2:72:40 (00:26:18:f2:72:40)
```

- I dette tilfellet ville
  - ➊ 2001:700:1100:3:226:18FF:FEF2:7240 sjekke om
  - ➋ 2001:700:1100:3:20B:DBFF:FE52:67E2 fortsatt var i live
- Forespørselen ble sendt til «Solicited-node multicast-adressa» FF02::1:FF52:67E2

# Neighbor Discovery

## Neighbor Solititation

```
Internet Protocol Version 6, Src: 2001:700:1100:3:226:18ff:fef2:7240, Dst: ff02::1:ff52:67e2
0110 .... = Version: 6
.... 0000 0000 .... .... .... .... = Traffic class: 0x00000000
.... .... .... 0000 0000 0000 0000 = Flowlable: 0x00000000
Payload length: 32
Next header: ICMPv6 (58)
Hop limit: 255
Source: pc226-02-w7.fig.ol.no (2001:700:1100:3:226:18ff:fef2:7240)
Destination: ff02::1:ff52:67e2
Internet Control Message Protocol v6
Type: Neighbor Solicitation (135)
Code: 0
Checksum: 0x4571 [correct]
Reserved: 00000000
Target Address: monitor2.fig.ol.no (2001:700:1100:3:20b:dbff:fe52:67e2)
ICMPv6 Option (Source link-layer address : 00:26:18:f2:72:40)
    Type: Source link-layer address (1)
    Length: 1 (8 bytes)
    Link-layer address: AsustekC_f2:72:40 (00:26:18:f2:72:40)
```

- I dette tilfellet ville
  - ➊ 2001:700:1100:3:226:18FF:FEF2:7240 sjekke om
  - ➋ 2001:700:1100:3:20B:DBFF:FE52:67E2 fortsatt var i live
- Forespørselen ble sendt til «Solicited-node multicast-adressa»  
FF02::1:FF52:67E2

# Neighbor Discovery

## Neighbor Advertisement

# Neighbor Discovery

## Neighbor Advertisement

Internet Protocol Version 6, Src: 2001:700:1100:3:20b:dbff:fe52:67e2, Dst: 2001:700:1100:3:226:18ff:fef2:7240  
0110 .... = Version: 6  
.... 0000 0000 .... .... .... .... = Traffic class: 0x00000000  
.... .... 0000 0000 0000 0000 0000 = Flowlabel: 0x00000000  
Payload length: 32  
Next header: ICMPv6 (58)  
Hop limit: 255  
Source: monitor2.fig.ol.no (2001:700:1100:3:20b:dbff:fe52:67e2)  
Destination: pc226-02-w7.fig.ol.no (2001:700:1100:3:226:18ff:fef2:7240)

Internet Control Message Protocol v6  
Type: Neighbor Advertisement (136)  
Code: 0  
Checksum: 0x157e [correct]  
Flags: 0x60000000  
0.... .... .... .... .... .... = Router: Not set  
.1.... .... .... .... .... .... = Solicited: Set  
.1.... .... .... .... .... .... = Override: Set  
...0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 = Reserved: 0

Target Address: monitor2.fig.ol.no (2001:700:1100:3:20b:dbff:fe52:67e2)  
ICMPv6 Option (Target link-layer address : 00:0b:db:52:67:e2)  
Type: Target link-layer address (2)  
Length: 1 (8 bytes)  
Link-layer address: DellEsgP\_52:67:e2 (00:0b:db:52:67:e2)

# Neighbor Discovery

## Neighbor Advertisement

Internet Control Message Protocol v6

Type: Neighbor Advertisement (136)

Code: 0

Checksum: 0x157e [correct]

Flags: 0x60000000

0.... .... .... .... .... .... = Router: Not set

.1.... .... .... .... .... .... = Solicited: Set

..1.... .... .... .... .... .... = Override: Set

...0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 = Reserved: 0

Target Address: monitor2.fig.ol.no (2001:700:1100:3:20b:dbff:fe52:67e2)

ICMPv6 Option (Target link-layer address : 00:0b:db:52:67:e2)

Type: Target link-layer address (2)

Length: 1 (8 bytes)

Link-layer address: DellEsgP\_52:67:e2 (00:0b:db:52:67:e2)

# Neighbor Discovery

## Neighbor Advertisement

Internet Control Message Protocol v6

Type: Neighbor Advertisement (136)

Code: 0

Checksum: 0x157e [correct]

Flags: 0x60000000

0.... .... .... .... .... .... = Router: Not set

.1.... .... .... .... .... .... = Solicited: Set

..1.... .... .... .... .... .... = Override: Set

...0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 = Reserved: 0

Target Address: monitor2.fig.ol.no (2001:700:1100:3:20b:dbff:fe52:67e2)

ICMPv6 Option (Target link-layer address : 00:0b:db:52:67:e2)

Type: Target link-layer address (2)

Length: 1 (8 bytes)

Link-layer address: DellEsgP\_52:67:e2 (00:0b:db:52:67:e2)

- 2001:700:1100:3:20B:DBFF:FE52:67E2 sendte svar tilbake til 2001:700:1100:3:226:18FF:FEF2:7240 med klar beskjed om at

# Neighbor Discovery

## Neighbor Advertisement

Internet Control Message Protocol v6

Type: Neighbor Advertisement (136)

Code: 0

Checksum: 0x157e [correct]

Flags: 0x60000000

0.... .... .... .... .... .... = Router: Not set

.1.... .... .... .... .... .... = Solicited: Set

..1.... .... .... .... .... .... = Override: Set

...0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 = Reserved: 0

Target Address: monitor2.fig.ol.no (2001:700:1100:3:20b:dbff:fe52:67e2)

ICMPv6 Option (Target link-layer address : 00:0b:db:52:67:e2)

Type: Target link-layer address (2)

Length: 1 (8 bytes)

Link-layer address: DellEsgP\_52:67:e2 (00:0b:db:52:67:e2)

- 2001:700:1100:3:20B:DBFF:FE52:67E2 sendte svar tilbake til 2001:700:1100:3:226:18FF:FEF2:7240 med klar beskjed om at
  - Den er ikke en router

# Neighbor Discovery

## Neighbor Advertisement

Internet Control Message Protocol v6

Type: Neighbor Advertisement (136)

Code: 0

Checksum: 0x157e [correct]

Flags: 0x60000000

0.... .... .... .... .... .... = Router: Not set

.1.... .... .... .... .... .... = Solicited: Set

..1.... .... .... .... .... .... = Override: Set

...0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 = Reserved: 0

Target Address: monitor2.fig.ol.no (2001:700:1100:3:20b:dbff:fe52:67e2)

ICMPv6 Option (Target link-layer address : 00:0b:db:52:67:e2)

Type: Target link-layer address (2)

Length: 1 (8 bytes)

Link-layer address: DellEsgP\_52:67:e2 (00:0b:db:52:67:e2)

- 2001:700:1100:3:20B:DBFF:FE52:67E2 sendte svar tilbake til 2001:700:1100:3:226:18FF:FEF2:7240 med klar beskjed om at
  - Den er ikke en router
  - Dette er et svar på en forespørsel og ikke en tilfeldig annonsering

# Neighbor Discovery

## Neighbor Advertisement

Internet Control Message Protocol v6

Type: Neighbor Advertisement (136)

Code: 0

Checksum: 0x157e [correct]

Flags: 0x60000000

0.... .... .... .... .... .... = Router: Not set

.1.... .... .... .... .... .... = Solicited: Set

..1.... .... .... .... .... .... = Override: Set

...0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 = Reserved: 0

Target Address: monitor2.fig.ol.no (2001:700:1100:3:20b:dbff:fe52:67e2)

ICMPv6 Option (Target link-layer address : 00:0b:db:52:67:e2)

Type: Target link-layer address (2)

Length: 1 (8 bytes)

Link-layer address: DellEsgP\_52:67:e2 (00:0b:db:52:67:e2)

- 2001:700:1100:3:20B:DBFF:FE52:67E2 sendte svar tilbake til 2001:700:1100:3:226:18FF:FEF2:7240 med klar beskjed om at
  - Den er ikke en router
  - Dette er et svar på en forespørsel og ikke en tilfeldig annonsering
  - Gamle opplysninger om 2001:700:1100:3:20B:DBFF:FE52:67E2 skal slettes

# Neighbor Discovery

## Neighbor Advertisement

Internet Control Message Protocol v6

Type: Neighbor Advertisement (136)

Code: 0

Checksum: 0x157e [correct]

Flags: 0x60000000

0.... .... .... .... .... .... = Router: Not set

.1.... .... .... .... .... .... = Solicited: Set

..1.... .... .... .... .... .... = Override: Set

...0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 = Reserved: 0

Target Address: monitor2.fig.ol.no (2001:700:1100:3:20b:dbff:fe52:67e2)

ICMPv6 Option (Target link-layer address : 00:0b:db:52:67:e2)

Type: Target link-layer address (2)

Length: 1 (8 bytes)

Link-layer address: DellEsgP\_52:67:e2 (00:0b:db:52:67:e2)

- 2001:700:1100:3:20B:DBFF:FE52:67E2 sendte svar tilbake til 2001:700:1100:3:226:18FF:FEF2:7240 med klar beskjed om at
  - Den er ikke en router
  - Dette er et svar på en forespørsel og ikke en tilfeldig annonsering
  - Gamle opplysninger om 2001:700:1100:3:20B:DBFF:FE52:67E2 skal slettes
  - Lag-2-adressa er stadig 00:0B:DB:52:67:E2

# Neighbor Discovery

Redirect

# Neighbor Discovery

## Redirect

0	1	2	3
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0	1 2 3 4 5 6 7 8 9 0	1 2 3 4 5 6 7 8 9 0	1
+---+	+---+	+---+	+---+
Type             Code                                 Checksum			
+---+	+---+	+---+	+---+
Reserved			
+---+	+---+	+---+	+---+
+			
+      Target Address			+
+			
+---+	+---+	+---+	+---+
+			
+      Destination Address			+
+			
+---+	+---+	+---+	+---+
Options ...			
+---+			

# Neighbor Discovery

## Redirect

0	1	2	3
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0	1 2 3 4 5 6 7 8 9 0	1 2 3 4 5 6 7 8 9 0	1
+---+	Type   Code   Checksum	+---+	
+---+	Reserved	+---+	
+---+	Target Address	+---+	
+---+	Destination Address	+---+	
+---+	Options ...	+---+	
+---+			

- Jeg har hittil ikke sett en eneste ICMPv6 redirect-melding

## DHCPv6



# Oversikt over del 10: DHCPv6 I

53 DHCPv6

54 Meldinger

55 DHCP Unique Identifier

56 Identity association

57 Identity association identifier

# DHCPv6

# DHCPv6

- DHCPv6 er definert i [RFC 3315](#) med oppdateringer fra [RFC 3319](#), [RFC 3633](#), [RFC 3646](#), [RFC 3736](#), [RFC 4361](#), [RFC 5007](#), [RFC 5494](#), [RFC 6221](#), [RFC 6422](#), [RFC 6603](#), [RFC 6644](#) og [RFC 7083](#)



- DHCPv6 er definert i [RFC 3315](#) med oppdateringer fra [RFC 3319](#), [RFC 3633](#), [RFC 3646](#), [RFC 3736](#), [RFC 4361](#), [RFC 5007](#), [RFC 5494](#), [RFC 6221](#), [RFC 6422](#), [RFC 6603](#), [RFC 6644](#) og [RFC 7083](#)
- Kommunikasjonen foregår først med multicast og UDP, og kan senere bytte til unicast og UDP

# DHCPv6

- DHCPv6 er definert i [RFC 3315](#) med oppdateringer fra [RFC 3319](#), [RFC 3633](#), [RFC 3646](#), [RFC 3736](#), [RFC 4361](#), [RFC 5007](#), [RFC 5494](#), [RFC 6221](#), [RFC 6422](#), [RFC 6603](#), [RFC 6644](#) og [RFC 7083](#)
- Kommunikasjonen foregår først med multicast og UDP, og kan senere bytte til unicast og UDP
- Klientene bruker port 546, mens serverne og relay-agentene bruker port 547

# DHCPv6

- DHCPv6 er definert i [RFC 3315](#) med oppdateringer fra [RFC 3319](#), [RFC 3633](#), [RFC 3646](#), [RFC 3736](#), [RFC 4361](#), [RFC 5007](#), [RFC 5494](#), [RFC 6221](#), [RFC 6422](#), [RFC 6603](#), [RFC 6644](#) og [RFC 7083](#)
- Kommunikasjonen foregår først med multicast og UDP, og kan senere bytte til unicast og UDP
- Klientene bruker port 546, mens serverne og relay-agentene bruker port 547
- Klientene bruker sin egen link-local-adresse som avsender og multicast-adressa FF02::1:2 som mottaker

- DHCPv6 er definert i [RFC 3315](#) med oppdateringer fra [RFC 3319](#), [RFC 3633](#), [RFC 3646](#), [RFC 3736](#), [RFC 4361](#), [RFC 5007](#), [RFC 5494](#), [RFC 6221](#), [RFC 6422](#), [RFC 6603](#), [RFC 6644](#) og [RFC 7083](#)
- Kommunikasjonen foregår først med multicast og UDP, og kan senere bytte til unicast og UDP
- Klientene bruker port 546, mens serverne og relay-agentene bruker port 547
- Klientene bruker sin egen link-local-adresse som avsender og multicast-adressa FF02::1:2 som mottaker
- Relay-agentene videresender til multicast-adressa FF05::1:3, med mindre de kjenner og vil bruke unicast-adressa til serveren

# DHCPv6

- DHCPv6 er definert i [RFC 3315](#) med oppdateringer fra [RFC 3319](#), [RFC 3633](#), [RFC 3646](#), [RFC 3736](#), [RFC 4361](#), [RFC 5007](#), [RFC 5494](#), [RFC 6221](#), [RFC 6422](#), [RFC 6603](#), [RFC 6644](#) og [RFC 7083](#)
- Kommunikasjonen foregår først med multicast og UDP, og kan senere bytte til unicast og UDP
- Klientene bruker port 546, mens serverne og relay-agentene bruker port 547
- Klientene bruker sin egen link-local-adresse som avsender og multicast-adressa FF02::1:2 som mottaker
- Relay-agentene videresender til multicast-adressa FF05::1:3, med mindre de kjenner og vil bruke unicast-adressa til serveren
- Serverne svarer med sin link-local-adresser som avsender og klientens link-local-adresse som mottaker

# DHCPv6

## Meldinger

- **Solicit**

- **Solicit**
  - Fra klient til server/relay

- **Solicit**

- Fra klient til server/relay
- Brukes for å oppdage servere

- **Solicit**
  - Fra klient til server/relay
  - Brukes for å oppdage servere
- **Advertise**



- **Solicit**
  - Fra klient til server/relay
  - Brukes for å oppdage servere
- **Advertise**
  - Fra server/relay til klient



- **Solicit**

- Fra klient til server/relay
- Brukes for å oppdage servere

- **Advertise**

- Fra server/relay til klient
- Brukes for å varsle klienten om tjenestetilbudet

- **Solicit**
  - Fra klient til server/relay
  - Brukes for å oppdage servere
- **Advertise**
  - Fra server/relay til klient
  - Brukes for å varsle klienten om tjenestetilbudet
- **Request**



- **Solicit**
  - Fra klient til server/relay
  - Brukes for å oppdage servere
- **Advertise**
  - Fra server/relay til klient
  - Brukes for å varsle klienten om tjenestetilbudet
- **Request**
  - Fra klient til spesifikk server

- **Solicit**
  - Fra klient til server/relay
  - Brukes for å oppdage servere
- **Advertise**
  - Fra server/relay til klient
  - Brukes for å varsle klienten om tjenestetilbudet
- **Request**
  - Fra klient til spesifikk server
  - Bruker for å etterspørre om adresser og andre opplysninger fra en bestemt server

- **Solicit**
  - Fra klient til server/relay
  - Brukes for å oppdage servere
- **Advertise**
  - Fra server/relay til klient
  - Brukes for å varsle klienten om tjenestetilbudet
- **Request**
  - Fra klient til spesifikk server
  - Bruker for å etterspørre om adresser og andre opplysninger fra en bestemt server
- **Confirm**

# DHCPv6

## Meldinger

- **Solicit**
  - Fra klient til server/relay
  - Brukes for å oppdage servere
- **Advertise**
  - Fra server/relay til klient
  - Brukes for å varsle klienten om tjenestetilbudet
- **Request**
  - Fra klient til spesifik server
  - Bruker for å etterspørre om adresser og andre opplysninger fra en bestemt server
- **Confirm**
  - Fra server/relay til klient

- **Solicit**
  - Fra klient til server/relay
  - Brukes for å oppdage servere
- **Advertise**
  - Fra server/relay til klient
  - Brukes for å varsle klienten om tjenestetilbudet
- **Request**
  - Fra klient til spesifikk server
  - Bruker for å etterspørre om adresser og andre opplysninger fra en bestemt server
- **Confirm**
  - Fra server/relay til klient
  - Brukes for å bestemme om tidligere oppgitt adresse fortsatt er gyldig

# DHCPv6

## Meldinger

- Renew

- Renew
  - Fra klient til server/relay



- Renew

- Fra klient til server/relay
- Brukes for å fornye leieavtalen og oppdatere andre opplysninger

- Renew
  - Fra klient til server/relay
  - Brukes for å fornye leieavtalen og oppdatere andre opplysninger
- Rebind

- Renew
  - Fra klient til server/relay
  - Brukes for å fornye leieavtalen og oppdatere andre opplysninger
- Rebind
  - Fra klient til server/relay



- Renew
  - Fra klient til server/relay
  - Brukes for å fornye leieavtalen og oppdatere andre opplysninger
- Rebind
  - Fra klient til server/relay
  - Brukes til annonsering i etterkant av en renew-melding, dersom det ikke kom noe svar på fornyelsen

- Reply

- Reply
  - Fra server til klient



- Reply

- Fra server til klient
- Serveren sender tildelt adresse og andre opplysninger i en reply-melding som svar på solicit-, request-, renew- og rebind-meldinger



- Reply

- Fra server til klient
- Serveren sender tildelt adresse og andre opplysninger i en reply-melding som svar på solicit-, request-, renew- og rebind-meldinger
- Serveren sender konfigurasjonsparametre i en reply-melding som svar på en information-request-melding



- Reply

- Fra server til klient
- Serveren sender tildelt adresse og andre opplysninger i en reply-melding som svar på solicit-, request-, renew- og rebind-meldinger
- Serveren sender konfigurasjonsparametre i en reply-melding som svar på en information-request-melding
- Serveren sender en reply-melding som svar på en confirm-melding for å bekrefte eller avkrefte at adressa tilordnet klienten er gyldig eller ikke

- Reply

- Fra server til klient
- Serveren sender tildelt adresse og andre opplysninger i en reply-melding som svar på solicit-, request-, renew- og rebind-meldinger
- Serveren sender konfigurasjonsparametre i en reply-melding som svar på en information-request-melding
- Serveren sender en reply-melding som svar på en confirm-melding for å bekrefte eller avkrefte at adressa tilordnet klienten er gyldig eller ikke
- Serveren sender en reply-melding for å kvittere for mottatt release- eller decline-meldinger

- Reply

- Fra server til klient
- Serveren sender tildelt adresse og andre opplysninger i en reply-melding som svar på solicit-, request-, renew- og rebind-meldinger
- Serveren sender konfigurasjonsparametre i en reply-melding som svar på en information-request-melding
- Serveren sender en reply-melding som svar på en confirm-melding for å bekrefte eller avkrefte at adressa tilordnet klienten er gyldig eller ikke
- Serveren sender en reply-melding for å kvittere for mottatt release- eller decline-meldinger

- Release

- Reply
  - Fra server til klient
  - Serveren sender tildelt adresse og andre opplysninger i en reply-melding som svar på solicit-, request-, renew- og rebind-meldinger
  - Serveren sender konfigurasjonsparametre i en reply-melding som svar på en information-request-melding
  - Serveren sender en reply-melding som svar på en confirm-melding for å bekrefte eller avkrefte at adressa tilordnet klienten er gyldig eller ikke
  - Serveren sender en reply-melding for å kvittere for mottatt release- eller decline-meldinger
- Release
  - Fra klient til server/relay

- Reply

- Fra server til klient
- Serveren sender tildelt adresse og andre opplysninger i en reply-melding som svar på solicit-, request-, renew- og rebind-meldinger
- Serveren sender konfigurasjonsparametre i en reply-melding som svar på en information-request-melding
- Serveren sender en reply-melding som svar på en confirm-melding for å bekrefte eller avkrefte at adressa tilordnet klienten er gyldig eller ikke
- Serveren sender en reply-melding for å kvittere for mottatt release- eller decline-meldinger

- Release

- Fra klient til server/relay
- Brukes for å frigjøre en utleid adresse

- Decline

- Decline
  - Fra klient til server/relay

- Decline

- Fra klient til server/relay
- Brukes for å fortelle at en eller flere utdelte adresser allerede er tatt i bruk i nabolaget til klienten

- Decline
  - Fra klient til server/relay
  - Brukes for å fortelle at en eller flere utdelte adresser allerede er tatt i bruk i nabolaget til klienten
- Reconfigure



- Decline
  - Fra klient til server/relay
  - Brukes for å fortelle at en eller flere utdelte adresser allerede er tatt i bruk i nabolaget til klienten
- Reconfigure
  - Fra server til klient

- Decline
  - Fra klient til server/relay
  - Brukes for å fortelle at en eller flere utdelte adresser allerede er tatt i bruk i nabolaget til klienten
- Reconfigure
  - Fra server til klient
  - Brukes for å gjøre klienten oppmerksom på nye opplysninger og at klienten må gjennomføre renew/reply- eller information-request/reply-transaksjoner for å få de nye opplysningene

- Decline
  - Fra klient til server/relay
  - Brukes for å fortelle at en eller flere utdelte adresser allerede er tatt i bruk i nabolaget til klienten
- Reconfigure
  - Fra server til klient
  - Brukes for å gjøre klienten oppmerksom på nye opplysninger og at klienten må gjennomføre renew/reply- eller information-request/reply-transaksjoner for å få de nye opplysningene
- Information-request

- Decline
  - Fra klient til server/relay
  - Brukes for å fortelle at en eller flere utdelte adresser allerede er tatt i bruk i nabolaget til klienten
- Reconfigure
  - Fra server til klient
  - Brukes for å gjøre klienten oppmerksom på nye opplysninger og at klienten må gjennomføre renew/reply- eller information-request/reply-transaksjoner for å få de nye opplysningene
- Information-request
  - Fra klient til server/relay

- Decline
  - Fra klient til server/relay
  - Brukes for å fortelle at en eller flere utdelte adresser allerede er tatt i bruk i nabolaget til klienten
- Reconfigure
  - Fra server til klient
  - Brukes for å gjøre klienten oppmerksom på nye opplysninger og at klienten må gjennomføre renew/reply- eller information-request/reply-transaksjoner for å få de nye opplysningene
- Information-request
  - Fra klient til server/relay
  - Brukes for å be om konfigurasjonsparametre uten å bli tildelt en adresse

- Relay-forward

- Relay-forward
  - Fra relay til relay/server



- Relay-forward

- Fra relay til relay/server
- Brukes av relay for å videresende forespørsler fra klienter eller andre relay til en ny relay eller server



- Relay-forward
  - Fra relay til relay/server
  - Brukes av relay for å videresende forespørsler fra klienter eller andre relay til en ny relay eller server
- Relay-reply



- Relay-forward
  - Fra relay til relay/server
  - Brukes av relay for å videresende forespørsler fra klienter eller andre relay til en ny relay eller server
- Relay-reply
  - Fra server/relay til relay

- Relay-forward
  - Fra relay til relay/server
  - Brukes av relay for å videresende forespørsler fra klienter eller andre relay til en ny relay eller server
- Relay-reply
  - Fra server/relay til relay
  - Brukes av server for å videresende svar tilbake til klienter gjennom relay(kjeden)



# DHCPv6

DHCP Unique Identifier, DUID

# DHCPv6

## DHCP Unique Identifier, DUID

- Klientene identifiseres med DHCP Unique Identifier, DUID, som har variabel lengde og format



# DHCPv6

## DHCP Unique Identifier, DUID

- Klientene identifiseres med DHCP Unique Identifier, DUID, som har variabel lengde og format
- Klientene kan ha flere nettverksgrensesnitt



# DHCPv6

## DHCP Unique Identifier, DUID

- Klientene identifiseres med DHCP Unique Identifier, DUID, som har variabel lengde og format
- Klientene kan ha flere nettverksgrensesnitt
- Hvert grensesnitt har i tillegg sin Identity Association Identifier, IAID, lengde 32 bit



# DHCPv6

## DHCP Unique Identifier, DUID

- Klientene identifiseres med DHCP Unique Identifier, DUID, som har variabel lengde og format
- Klientene kan ha flere nettverksgrensesnitt
- Hvert grensesnitt har i tillegg sin Identity Association Identifier, IAID, lengde 32 bit
- Klientene oppgir aktuell DUID og IAID i forespørslene



# DHCPv6

## DHCP Unique Identifier, DUID

- Klientene identifiseres med DHCP Unique Identifier, DUID, som har variabel lengde og format
- Klientene kan ha flere nettverksgrensesnitt
- Hvert grensesnitt har i tillegg sin Identity Association Identifier, IAID, lengde 32 bit
- Klientene oppgir aktuell DUID og IAID i forespørslene
- DHCPv6-serverne har sine egne DUID og IAID, og oppgir disse i svarene

# DHCPv6

## DHCP Unique Identifier, DUID

# DHCPv6

## DHCP Unique Identifier, DUID

- DUID finnes i tre varianter:

# DHCPv6

## DHCP Unique Identifier, DUID

- DUID finnes i tre varianter:
  - Type 1: Linklagsadresse med tidspunkt for generering, DUID-LLT



# DHCPv6

## DHCP Unique Identifier, DUID

- DUID finnes i tre varianter:

- Type 1: Linklagsadresse med tidspunkt for generering, DUID-LLT
- Type 2: Unik identifikator basert på Enterprise-nummer utdelt av IANA, DUID-EN

# DHCPv6

## DHCP Unique Identifier, DUID

- DUID finnes i tre varianter:

- Type 1: Linklagsadresse med tidspunkt for generering, DUID-LLT
- Type 2: Unik identifikator basert på Enterprise-nummer utdelt av IANA, DUID-EN
- Type 3: Linklagsadresse, DUID-LL

# DHCPv6

## DHCP Unique Identifier, DUID

# DHCPv6

## DHCP Unique Identifier, DUID

- Type 1 kan se slik ut:

00 01 00 01 13 10 43 9B 00 26 18 F2 72 40

# DHCPv6

## DHCP Unique Identifier, DUID

- Type 1 kan se slik ut:

00 01 00 01 13 10 43 9B 00 26 18 F2 72 40

- 00 01 angir at dette er DUID type 1.

# DHCPv6

## DHCP Unique Identifier, DUID

- Type 1 kan se slik ut:

00 01 00 01 13 10 43 9B 00 26 18 F2 72 40

- 00 01 angir at dette er DUID type 1.
- 00 01 angir at det kommer en MAC-48-adresse til slutt

# DHCPv6

## DHCP Unique Identifier, DUID

- Type 1 kan se slik ut:

00 01 00 01 13 10 43 9B 00 26 18 F2 72 40

- 00 01 angir at dette er DUID type 1.
- 00 01 angir at det kommer en MAC-48-adresse til slutt
- 13 10 43 9B angir klokkeslettet målt i sekunder siden 1. januar 2000 UTC



# DHCPv6

## DHCP Unique Identifier, DUID

- Type 1 kan se slik ut:

00 01 00 01 13 10 43 9B 00 26 18 F2 72 40

- 00 01 angir at dette er DUID type 1.
- 00 01 angir at det kommer en MAC-48-adresse til slutt
- 13 10 43 9B angir klokkeslettet målt i sekunder siden 1. januar 2000 UTC
  - I dette tilfellet: 0x1310439B s, 319832987 s, 10.1351038909 år etter 1. januar 2000 UTC, altså 18. februar 2010, kl. 18:29:47 UTC

# DHCPv6

## DHCP Unique Identifier, DUID

- Type 1 kan se slik ut:

00 01 00 01 13 10 43 9B 00 26 18 F2 72 40

- 00 01 angir at dette er DUID type 1.
- 00 01 angir at det kommer en MAC-48-adresse til slutt
- 13 10 43 9B angir klokkeslettet målt i sekunder siden 1. januar 2000 UTC
  - I dette tilfellet: 0x1310439B s, 319832987 s, 10.1351038909 år etter 1. januar 2000 UTC, altså 18. februar 2010, kl. 18:29:47 UTC
- 00 26 18 F2 72 40 er MAC-48-adressa for systemet som dette eksempelet er hentet fra

# DHCPv6

## DHCP Unique Identifier, DUID

- Type 1 kan se slik ut:

00 01 00 01 13 10 43 9B 00 26 18 F2 72 40

- 00 01 angir at dette er DUID type 1.
- 00 01 angir at det kommer en MAC-48-adresse til slutt
- 13 10 43 9B angir klokkeslettet målt i sekunder siden 1. januar 2000 UTC
  - I dette tilfellet: 0x1310439B s, 319832987 s, 10.1351038909 år etter 1. januar 2000 UTC, altså 18. februar 2010, kl. 18:29:47 UTC
- 00 26 18 F2 72 40 er MAC-48-adressa for systemet som dette eksempelet er hentet fra

- Type 3 kan se slik ut:

00 03 00 01 00 26 18 F2 72 40

# DHCPv6

## DHCP Unique Identifier, DUID

- Type 1 kan se slik ut:

00 01 00 01 13 10 43 9B 00 26 18 F2 72 40

- 00 01 angir at dette er DUID type 1.
- 00 01 angir at det kommer en MAC-48-adresse til slutt
- 13 10 43 9B angir klokkeslettet målt i sekunder siden 1. januar 2000 UTC
  - I dette tilfellet: 0x1310439B s, 319832987 s, 10.1351038909 år etter 1. januar 2000 UTC, altså 18. februar 2010, kl. 18:29:47 UTC
- 00 26 18 F2 72 40 er MAC-48-adressa for systemet som dette eksempelet er hentet fra

- Type 3 kan se slik ut:

00 03 00 01 00 26 18 F2 72 40

- 00 03 angir at dette er DUID type 3.

# DHCPv6

## DHCP Unique Identifier, DUID

- Type 1 kan se slik ut:

00 01 00 01 13 10 43 9B 00 26 18 F2 72 40

- 00 01 angir at dette er DUID type 1.
- 00 01 angir at det kommer en MAC-48-adresse til slutt
- 13 10 43 9B angir klokkeslettet målt i sekunder siden 1. januar 2000 UTC
  - I dette tilfellet: 0x1310439B s, 319832987 s, 10.1351038909 år etter 1. januar 2000 UTC, altså 18. februar 2010, kl. 18:29:47 UTC
- 00 26 18 F2 72 40 er MAC-48-adressa for systemet som dette eksempelet er hentet fra

- Type 3 kan se slik ut:

00 03 00 01 00 26 18 F2 72 40

- 00 03 angir at dette er DUID type 3.
- 00 01 angir at det kommer en MAC-48-adresse til slutt

# DHCPv6

## DHCP Unique Identifier, DUID

- Type 1 kan se slik ut:

00 01 00 01 13 10 43 9B 00 26 18 F2 72 40

- 00 01 angir at dette er DUID type 1.
- 00 01 angir at det kommer en MAC-48-adresse til slutt
- 13 10 43 9B angir klokkeslettet målt i sekunder siden 1. januar 2000 UTC
  - I dette tilfellet: 0x1310439B s, 319832987 s, 10.1351038909 år etter 1. januar 2000 UTC, altså 18. februar 2010, kl. 18:29:47 UTC
- 00 26 18 F2 72 40 er MAC-48-adressa for systemet som dette eksempelet er hentet fra

- Type 3 kan se slik ut:

00 03 00 01 00 26 18 F2 72 40

- 00 03 angir at dette er DUID type 3.
- 00 01 angir at det kommer en MAC-48-adresse til slutt
- 00 26 18 F2 72 40 er MAC-48-adressa for systemet som dette eksempelet er hentet fra

# DHCPv6

DHCP Unique Identifier, DUID

# DHCPv6

## DHCP Unique Identifier, DUID

- Type 1 er vanlig i Windows, og lagres i Dhcpv6DUID i HKEY\_LOCAL\_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\services\TCPIP6\Parameters



# DHCPv6

## DHCP Unique Identifier, DUID

- Type 1 er vanlig i Windows, og lagres i Dhcpv6DUID i HKEY\_LOCAL\_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\services\TCPIP6\Parameters
- Denne verdien må slettes før man lager et image av oppsettet, ellers vil alle maskinene identifisere seg som den samme klienten

# DHCPv6

## DHCP Unique Identifier, DUID

- Type 1 er vanlig i Windows, og lagres i Dhcpv6DUID i HKEY\_LOCAL\_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\services\TCPIP6\Parameters
- Denne verdien må slettes før man lager et image av oppsettet, ellers vil alle maskinene identifisere seg som den samme klienten
- Type 3 er enklere og mer forutsigbart, og er det beste valget for statisk tildeling av IPv6-adresse via DHCPv6, spesielt med tanke på reinstallasjon av OS



# DHCPv6

## DHCP Unique Identifier, DUID

- Type 1 er vanlig i Windows, og lagres i Dhcpv6DUID i HKEY\_LOCAL\_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\services\TCPIP6\Parameters
- Denne verdien må slettes før man lager et image av oppsettet, ellers vil alle maskinene identifisere seg som den samme klienten
- Type 3 er enklere og mer forutsigbart, og er det beste valget for statisk tildeling av IPv6-adresse via DHCPv6, spesielt med tanke på reinstallasjon av OS
- Jeg har ikke funnet noen måte å tvinge en bestemt DUID-type i Windows, annet enn å sette Dhcpv6DUID manuelt eller gjennom skript, og naturlig nok restarte Windows etterpå

# DHCPv6

## DHCP Unique Identifier, DUID

- Type 1 er vanlig i Windows, og lagres i Dhcpv6DUID i HKEY\_LOCAL\_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\services\TCPIP6\Parameters
- Denne verdien må slettes før man lager et image av oppsettet, ellers vil alle maskinene identifisere seg som den samme klienten
- Type 3 er enklere og mer forutsigbart, og er det beste valget for statisk tildeling av IPv6-adresse via DHCPv6, spesielt med tanke på reinstallasjon av OS
- Jeg har ikke funnet noen måte å tvinge en bestemt DUID-type i Windows, annet enn å sette Dhcpv6DUID manuelt eller gjennom skript, og naturlig nok restarte Windows etterpå
- **Dibbler** og Unix-systemer er tradisjonelt langt snillere, og lar oss angi i konfigurasjonen de gangene vi ønsker DUID-LL istedet for DUID-LLT

# DHCPv6

## Identity association, IA

# DHCPv6

## Identity association, IA

- RFC 3315

# DHCPv6

## Identity association, IA

- RFC 3315
- Bla, bla, bla

# DHCPv6

Identity association identifier, IAID

# DHCPv6

Identity association identifier, IAID

- RFC 3315

# DHCPv6

Identity association identifier, IAID

- [RFC 3315](#)
- Bla, bla, bla

## Avansert multicast

# Oversikt over del 11: Avansert multicast I

58 Multicastflaggene

59 Når T er satt til 1

60 Når PT er satt til 11

61 Når RPT er satt til 111

# Avansert multicast

## Multicastflaggene

# Avansert multicast

## Multicastflaggene

- Flaggene heter ORPT (null, err, pe, te)

# Avansert multicast

## Multicastflaggene

- Flaggene heter ORPT (null, err, pe, te)
- Flagget T angir med 0 at adressa er velkjent (definert av [IANA](#)), og med 1 at adressa er midlertidig (lokalt definert)

# Avansert multicast

## Multicastflaggene

- Flaggene heter ORPT (null, err, pe, te)
- Flagget T angir med 0 at adressa er velkjent (definert av [IANA](#)), og med 1 at adressa er midlertidig (lokalt definert)
- Flagget P angir med 1 at adressa inneholder et unicast-prefiks og skal følge reglene i [RFC 3306](#)



# Avansert multicast

## Multicastflaggene

- Flaggene heter ORPT (null, err, pe, te)
- Flagget T angir med 0 at adressa er velkjent (definert av [IANA](#)), og med 1 at adressa er midlertidig (lokalt definert)
- Flagget P angir med 1 at adressa inneholder et unicast-prefiks og skal følge reglene i [RFC 3306](#)
- Flagget R angir med 1 at adressa også inneholder et møtepunkt («rendezvous point») og skal følge reglene i [RFC 3956](#)



# Avansert multicast

## Multicastflaggene

- Flaggene heter ORPT (null, err, pe, te)
- Flagget T angir med 0 at adressa er velkjent (definert av [IANA](#)), og med 1 at adressa er midlertidig (lokalt definert)
- Flagget P angir med 1 at adressa inneholder et unicast-prefiks og skal følge reglene i [RFC 3306](#)
- Flagget R angir med 1 at adressa også inneholder et møtepunkt («rendezvous point») og skal følge reglene i [RFC 3956](#)
- Flaggene P og R gjør det enkelt å lage egne multicast-adresser for internt bruk i organisasjonen

# Avansert multicast

Når T er satt til 1

# Avansert multicast

Når T er satt til 1

1	8	4	4	112 bits	1
+-----+-----+-----+	+-----+-----+	+-----+-----+	+-----+-----+	+-----+-----+	+-----+-----+
11111111 0001 scop		group ID			
+-----+-----+	+-----+-----+	+-----+-----+	+-----+-----+	+-----+-----+	+-----+-----+

# Avansert multicast

Når T er satt til 1

	8		4		4		112 bits	
+	-----+-----+		-----+-----+		-----+-----+		-----+-----+	
11111111 0001 scop				group ID				
+	-----+-----+		-----+-----+		-----+-----+		-----+-----+	

- Adresseformatet er gitt av [RFC 4291](#)

# Avansert multicast

Når T er satt til 1



- Adresseformatet er gitt av [RFC 4291](#)
- De 12 mest signifikante bitene må beholdes som vist

# Avansert multicast

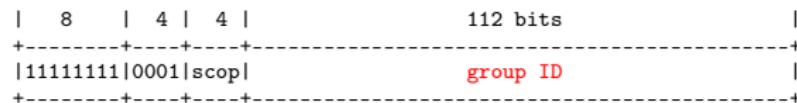
Når T er satt til 1



- Adresseformatet er gitt av [RFC 4291](#)
- De 12 mest signifikante bitene må beholdes som vist
- **Rekkevidden** settes til ønsket, lovlig verdi

# Avansert multicast

Når T er satt til 1



- Adresseformatet er gitt av [RFC 4291](#)
- De 12 mest signifikante bitene må beholdes som vist
- Rekkevidden settes til ønsket, lovlig verdi
- **De 112 øvrige bitene** kan settes fritt

# Avansert multicast

Når T er satt til 1

	8		4		4		112 bits	
+	-	+	-	+	-	+	-	+
	11111111		0001		scop	group ID		
+	-	+	-	+	-	+	-	+

- Adresseformatet er gitt av [RFC 4291](#)
- De 12 mest signifikante bitene må beholdes som vist
- Rekkevidden settes til ønsket, lovlig verdi
- De 112 øvrige bitene kan settes fritt
- Eksempel:

# Avansert multicast

Når T er satt til 1

	8		4		4		112 bits	
+	-----+-----+-----+		-----+-----+		-----+-----+		-----+-----+	
	11111111 0001 scop				group ID			
+	-----+-----+-----+		-----+-----+		-----+-----+		-----+-----+	

- Adresseformatet er gitt av [RFC 4291](#)
- De 12 mest signifikante bitene må beholdes som vist
- Rekkevidden settes til ønsket, lovlig verdi
- De 112 øvrige bitene kan settes fritt
- Eksempel:
  - FF12:DEAD:BEEF:CAFE:0:FACE:B00C:1

# Avansert multicast

Når T er satt til 1

	8		4		4		112 bits	
+	-----+-----+-----+						-----+-----+	
11111111 0001 scop							group ID	

- Adresseformatet er gitt av [RFC 4291](#)
- De 12 mest signifikante bitene må beholdes som vist
- Rekkevidden settes til ønsket, lovlig verdi
- De 112 øvrige bitene kan settes fritt
- Eksempel:
  - FF12:DEAD:BEEF:CAFE:0:FACE:B00C:1
  - En **midlertidig**, link-local multicast-adresse

# Avansert multicast

Når T er satt til 1

	8		4		4		112 bits	
+	-----+-----+-----+						-----+-----+	
11111111 0001 scop							group ID	

- Adresseformatet er gitt av [RFC 4291](#)
- De 12 mest signifikante bitene må beholdes som vist
- Rekkevidden settes til ønsket, lovlig verdi
- De 112 øvrige bitene kan settes fritt
- Eksempel:
  - FF12:DEAD:BEEF:CAFE:0:FACE:B00C:1
  - En midlertidig, **link-local** multicast-adresse

# Avansert multicast

Når PT er satt til 11

# Avansert multicast

Når PT er satt til 11

8	4	4	8	8	64	32
+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+
11111111 0011 scop reserved  plen   network prefix   group ID						
+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+

# Avansert multicast

Når PT er satt til 11

8	4	4	8	8	64	32
+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+
11111111 0011 scop reserved  plen   network prefix   group ID						
+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+

- Adresseformatet er gitt av [RFC 3306](#)

# Avansert multicast

Når PT er satt til 11

	8		4		4		8		8		64		32	
+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
	11111111		0011		scop		reserved		plen		network prefix		group ID	

- Adresseformatet er gitt av [RFC 3306](#)
- De 12 mest signifikante bitene må beholdes som vist

# Avansert multicast

Når PT er satt til 11

8	4	4	8	8	64	32
+	-	-	+	-	-	+
11111111	0011	scop	reserved	plen	network prefix	group ID
+	-	-	+	-	-	+

- Adresseformatet er gitt av [RFC 3306](#)
- De 12 mest signifikante bitene må beholdes som vist
- **Rekkevidden** settes til ønsket, lovlig verdi, og rekkevidden skal ikke overskride *utbredelsen* av det angitte nettverksprefikset

# Avansert multicast

Når PT er satt til 11

	8		4		4		8		8		64		32	
+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
	11111111		0011		scop		reserved		plen		network prefix		group ID	

- Adresseformatet er gitt av [RFC 3306](#)
- De 12 mest signifikante bitene må beholdes som vist
- Rekkevidden settes til ønsket, lovlig verdi, og rekkevidden skal ikke overskride *utbredelsen* av det angitte nettverksprefikset
- Feltet «plen» settes til **prefiks lengden til nettverksprefikset for subnettet ditt**,  $0 < \text{plen} \leq 64$

# Avansert multicast

Når PT er satt til 11

	8		4		4		8		8		64		32	
+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
	11111111		0011		scop		reserved		plen		network prefix		group ID	
+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+

- Adresseformatet er gitt av [RFC 3306](#)
- De 12 mest signifikante bitene må beholdes som vist
- Rekkevidden settes til ønsket, lovlig verdi, og rekkevidden skal ikke overskride *utbredelsen* av det angitte nettverksprefikset
- Feltet «plen» settes til prefiks lengden til nettverksprefikset for subnettet ditt,  $0 < \text{plen} \leq 64$
- **Nettverksprefikset** er unicast-prefikset for subnettet ditt

# Avansert multicast

Når PT er satt til 11

	8		4		4		8		8		64		32	
+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
	11111111		0011		scop		reserved		plen		network prefix		group ID	

- Adresseformatet er gitt av [RFC 3306](#)
- De 12 mest signifikante bitene må beholdes som vist
- Rekkevidden settes til ønsket, lovlig verdi, og rekkevidden skal ikke overskride *utbredelsen* av det angitte nettverksprefikset
- Feltet «plen» settes til prefiks lengden til nettverksprefikset for subnettet ditt,  $0 < \text{plen} \leq 64$
- Nettverksprefikset er unicast-prefikset for subnettet ditt
- «Group ID» settes i tråd med retningslinjene til [RFC 3307](#)

# Avansert multicast

Når PT er satt til 11

8	4	4	8	8	64	32
+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+
11111111 0011 scop reserved  plen   network prefix   group ID						
+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+

- Eksempler:

# Avansert multicast

Når PT er satt til 11

8	4	4	8	8	64	32
+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+
11111111 0011 scop reserved  plen   network prefix   group ID						
+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+

- Eksempler:
  - FF3E:0030:2001:700:1100:0:1337:1337

# Avansert multicast

Når PT er satt til 11

8	4	4	8	8	64	32
+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+
11111111 0011 scop reserved  plen   network prefix   group ID						
+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+

- Eksempler:
  - FF3E:0030:2001:700:1100:0:1337:1337
  - Den første adressa er begrenset til internett (global, 48-bit)

# Avansert multicast

Når PT er satt til 11

8	4	4	8	8	64	32
+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+
11111111 0011 scop reserved  plen   network prefix   group ID						
+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+

- Eksempler:

- FF3E:0030:2001:700:1100:0:1337:1337
- Den første adressa er begrenset til internett (global, 48-bit)
- FF38:0030:2001:700:1100:0:1337:1337

# Avansert multicast

Når PT er satt til 11

8	4	4	8	8	64	32
+	-	-	+	-	-	+
11111111 0011 scop reserved  plen   network prefix   group ID						
+	-	-	+	-	-	+

- Eksempler:

- FF3E:0030:2001:700:1100:0:1337:1337
- Den første adressa er begrenset til internett (global, 48-bit)
- FF38:0030:2001:700:1100:0:1337:1337
- Den andre adressa er begrenset til FSI, gitt at FSI er utgangspunktet (organizational-local, 48-bit)

# Avansert multicast

Når PT er satt til 11

8	4	4	8	8	64	32
+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+
11111111 0011 scop reserved  plen   network prefix   group ID						
+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+

- Eksempler:

- FF3E:0030:2001:700:1100:0:1337:1337
- Den første adressa er begrenset til internett (global, 48-bit)
- FF38:0030:2001:700:1100:0:1337:1337
- Den andre adressa er begrenset til FSI, gitt at FSI er utgangspunktet (organizational-local, 48-bit)
- FF32:0040:2001:700:1100:3:1337:1337

# Avansert multicast

Når PT er satt til 11

8	4	4	8	8	64	32
+	+	+	+	+	+	+
11111111	0011	scop	reserved	plen	network prefix	group ID
+	+	+	+	+	+	+

- Eksempler:

- FF3E:0030:2001:700:1100:0:1337:1337
- Den første adressa er begrenset til internett (global, 48-bit)
- FF38:0030:2001:700:1100:0:1337:1337
- Den andre adressa er begrenset til FSI, gitt at FSI er utgangspunktet (organizational-local, 48-bit)
- FF32:0040:2001:700:1100:3:1337:1337
- Den tredje adressa er begrenset til IT-avdelingen ved FSI, gitt at IT-avdelingen er utgangspunktet (link-local, 64-bit)

# Avansert multicast

Når RPT er satt til 111

# Avansert multicast

Når RPT er satt til 111

8	4	4	4	4	8	64	32	
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
11111111 0111 scop rsvd RIID plen  network prefix   group ID								

# Avansert multicast

Når RPT er satt til 111

8	4	4	4	4	8	64	32	
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
11111111 0111 scop rsvd RIID plen  network prefix   group ID								

- Adresseformatet er gitt av [RFC 3956](#)

# Avansert multicast

Når RPT er satt til 111

8	4	4	4	4	8	64	32	
+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+
11111111 0111 scop rsvd RIID plen  network prefix   group ID								
+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+

- Adresseformatet er gitt av [RFC 3956](#)
- De 12 mest signifikante bitene må beholdes som vist

# Avansert multicast

Når RPT er satt til 111

8	4	4	4	4	8	64	32	
+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+
11111111 0111 scop rsvd RIID plen  network prefix   group ID								
+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+

- Adresseformatet er gitt av [RFC 3956](#)
- De 12 mest signifikante bitene må beholdes som vist
- **Rekkevidden** settes til ønsket, lovlig verdi, og rekkevidden skal ikke overskride *utbredelsen* av det angitte nettverksprefikset

# Avansert multicast

Når RPT er satt til 111

8	4	4	4	4	8	64	32	
+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+
11111111 0111 scop rsvd R <b>IID</b>  plen  network prefix   group ID								
+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+

- Adresseformatet er gitt av [RFC 3956](#)
- De 12 mest signifikante bitene må beholdes som vist
- Rekkevidden settes til ønsket, lovlig verdi, og rekkevidden skal ikke overskride *utbredelsen* av det angitte nettverksprefikset
- Feltet «**R**IID****» settes til **møtepunktets grensesnittidentifikator**

# Avansert multicast

Når RPT er satt til 111

8	4	4	4	4	8	64	32
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+	+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
11111111 0111 scop rsvd R IID plen  network prefix   group ID							

- Adresseformatet er gitt av [RFC 3956](#)
- De 12 mest signifikante bitene må beholdes som vist
- Rekkevidden settes til ønsket, lovlig verdi, og rekkevidden skal ikke overskride *utbredelsen* av det angitte nettverksprefikset
- Feltet «**R IID**» settes til møtepunktets grensesnittidentifikator
  - Feltet «**R IID**» kan ikke være 0, for dette skaper konflikt med «Subnet-Router Anycast Address» fra [RFC 3513](#)

# Avansert multicast

Når RPT er satt til 111

8	4	4	4	4	8	64	32	
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
11111111 0111 scop rsvd RIID plen  network prefix   group ID								
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

- Adresseformatet er gitt av [RFC 3956](#)
- De 12 mest signifikante bitene må beholdes som vist
- Rekkevidden settes til ønsket, lovlig verdi, og rekkevidden skal ikke overskride *utbredelsen* av det angitte nettverksprefifikset
- Feltet «RIID» settes til møtepunktets grensesnittidentifikator
  - Feltet «RIID» kan ikke være 0, for dette skaper konflikt med «Subnet-Router Anycast Address» fra [RFC 3513](#)
- Feltet «plen» settes til **prefiks lengden til nettverksprefifikset for subnettet ditt**,  $0 < \text{plen} \leq 64$

# Avansert multicast

Når RPT er satt til 111

8	4	4	4	4	8	64	32	
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
11111111 0111 scop rsvd IID plen  <b>network prefix</b>   group ID								
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

- Adresseformatet er gitt av [RFC 3956](#)
- De 12 mest signifikante bitene må beholdes som vist
- Rekkevidden settes til ønsket, lovlig verdi, og rekkevidden skal ikke overskride *utbredelsen* av det angitte nettverksprefifikset
- Feltet «IID» settes til møtepunktets grensesnittidentifikator
  - Feltet «IID» kan ikke være 0, for dette skaper konflikt med «Subnet-Router Anycast Address» fra [RFC 3513](#)
- Feltet «plen» settes til prefiks lengden til nettverksprefifikset for subnettet ditt,  $0 < \text{plen} \leq 64$
- **Nettverksprefifikset** er unicast-prefifikset for subnettet ditt

# Avansert multicast

Når RPT er satt til 111

8	4	4	4	4	8	64	32	
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
11111111 0111 scop rsvd RIID plen  network prefix   group ID								
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

- Adresseformatet er gitt av [RFC 3956](#)
- De 12 mest signifikante bitene må beholdes som vist
- Rekkevidden settes til ønsket, lovlig verdi, og rekkevidden skal ikke overskride *utbredelsen* av det angitte nettverksprefikset
- Feltet «RIID» settes til møtepunktets grensesnittidentifikator
  - Feltet «RIID» kan ikke være 0, for dette skaper konflikt med «Subnet-Router Anycast Address» fra [RFC 3513](#)
- Feltet «plen» settes til prefiks lengden til nettverksprefikset for subnettet ditt,  $0 < \text{plen} \leq 64$
- Nettverksprefikset er unicast-prefikset for subnettet ditt
- «Group ID» settes i tråd med retningslinjene til [RFC 3307](#)

# Avansert multicast

Når RPT er satt til 111

	8		4		4		4		4		8		64		32		
+	-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+																
	11111111		0111		scop		rsvd		RIID		plen		network prefix		group ID		
+	-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+																

- Eksempel:

# Avansert multicast

Når RPT er satt til 111

	8		4		4		4		4		8		64		32	
+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+
	11111111		0111		scop		rsvd		RIID		plen		network prefix		group ID	
+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+

- Eksempel:
  - FF78:0130:2001:700:1100:0:1337:1337

# Avansert multicast

Når RPT er satt til 111

	8		4		4		4		4		8		64		32	
+	-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+		-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+		-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+		-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+		-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+		-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+		-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+		-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+	
	11111111		0111		scop		rsvd		RIID		plen		network prefix		group ID	
+	-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+		-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+		-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+		-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+		-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+		-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+		-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+		-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+	

- Eksempel:
  - FF78:0130:2001:700:1100:0:1337:1337
    - Denne adressa er begrenset til organization-local

# Avansert multicast

Når RPT er satt til 111

	8		4		4		4		4		8		64		32		
+	-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+																
	11111111		0111		scop		rsvd		RIID		plen		network prefix		group ID		
+	-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+																

- Eksempel:

- FF78:0130:2001:700:1100:0:1337:1337
    - Denne adressa er begrenset til organization-local
    - Nettverksprefikset er 2001:700:1100::/48

# Avansert multicast

Når RPT er satt til 111

	8		4		4		4		4		8		64		32		
+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
	11111111		0111		scop		rsvd		RIID		plen		network prefix		group ID		
+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-

- Eksempel:

- FF78:0130:**2001:700:1100:0:1337:1337**
    - Denne adressa er begrenset til organization-local
    - Nettverksprefikset er 2001:700:1100::/48
    - Møtepunktets adresse er **2001:700:1100::1**

# Avansert multicast

Når RPT er satt til 111

	8		4		4		4		4		8		64		32	
+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+
	11111111		0111		scop		rsvd		RIID		plen		network prefix		group ID	
+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+

- Eksempel:

- FF78:0130:2001:700:1100:0:1337:1337

- Denne adressa er begrenset til organization-local
  - Nettverksprefikset er 2001:700:1100::/48
  - Møtepunktets adresse er **2001:700:1100::1**
  - Møtepunktets adresse må konfigureres på et loopbackgrensesnitt i Fagskolens ytterste IPv6-multicast-router

# Avansert multicast

Når RPT er satt til 111

	8		4		4		4		4		8		64		32	
+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+
	11111111		0111		scop		rsvd		RIID		plen		network prefix		group ID	
+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+

- Eksempel:

- FF78:0130:2001:700:1100:0:1337:1337

- Denne adressa er begrenset til organization-local
  - Nettverksprefikset er 2001:700:1100::/48
  - Møtepunktets adresse er 2001:700:1100::1
  - Møtepunktets adresse må konfigureres på et loopbackgrensesnitt i Fagskolens ytterste IPv6-multicast-router
  - interface Loopback1  
  ipv6 address 2001:700:1100::1/128

# Del XII

## Konfigurasjon av IPv6

# Oversikt over del 12: Konfigurasjon av IPv6 I

## 62 Cisco IOS

- IPv6-unicast-routing
- IPv6-multicast-routing
- ACL-er
- DHCPv6
- Sperre for fremmed routerannonsering
- Sperre for falske DHCPv6-servere
- Kombinert ACL for kantporter

## 63 Cisco AireOS

## 64 OS-konfig

# Konfigurasjon av IPv6

Cisco IOS: IPv6-unicast-routing (nye Catalyst-switcher)

# Konfigurasjon av IPv6

Cisco IOS: IPv6-unicast-routing (nye Catalyst-switcher)

- ① configure terminal



# Konfigurasjon av IPv6

Cisco IOS: IPv6-unicast-routing (nye Catalyst-switcher)

- ① configure terminal
- ② **ipv6 unicast-routing**



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-unicast-routing (nye Catalyst-switcher)

- ① configure terminal
- ② **ipv6 unicast-routing**
- ③ no ipv6 source-route (Er unødvendig i nyere IOS)

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-unicast-routing (nye Catalyst-switcher)

- ① configure terminal
- ② **ipv6 unicast-routing**
- ③ no ipv6 source-route (Er unødvendig i nyere IOS)
- ④ end

# Konfigurasjon av IPv6

Cisco IOS: IPv6-unicast-routing (gamle Catalyst-switcher)

# Konfigurasjon av IPv6

Cisco IOS: IPv6-unicast-routing (gamle Catalyst-switcher)

- ① configure terminal



# Konfigurasjon av IPv6

Cisco IOS: IPv6-unicast-routing (gamle Catalyst-switcher)

- ① configure terminal
- ② **sdm prefer dual-ipv4-and-ipv6 default** (Rekonfigurerere TCAM)

# Konfigurasjon av IPv6

Cisco IOS: IPv6-unicast-routing (gamle Catalyst-switcher)

- ① configure terminal
- ② **sdm prefer dual-ipv4-and-ipv6 default** (Rekonfigurere TCAM)
- ③ end



# Konfigurasjon av IPv6

Cisco IOS: IPv6-unicast-routing (gamle Catalyst-switcher)

- ① configure terminal
- ② **sdm prefer dual-ipv4-and-ipv6 default** (Rekonfigurere TCAM)
- ③ end
- ④ reload

# Konfigurasjon av IPv6

Cisco IOS: IPv6-unicast-routing (gamle Catalyst-switcher)

- ① configure terminal
- ② **sdm prefer dual-ipv4-and-ipv6 default** (Rekonfigurere TCAM)
- ③ end
- ④ reload
- ⑤ configure terminal

# Konfigurasjon av IPv6

Cisco IOS: IPv6-unicast-routing (gamle Catalyst-switcher)

- ① configure terminal
- ② **sdm prefer dual-ipv4-and-ipv6 default** (Rekonfigurere TCAM)
- ③ end
- ④ reload
- ⑤ configure terminal
- ⑥ **ip routing** (Nødvendig for IP-routing i det hele tatt)

# Konfigurasjon av IPv6

Cisco IOS: IPv6-unicast-routing (gamle Catalyst-switcher)

- ① configure terminal
- ② sdm prefer dual-ipv4-and-ipv6 default (Rekonfigurere TCAM)
- ③ end
- ④ reload
- ⑤ configure terminal
- ⑥ ip routing (Nødvendig for IP-routing i det hele tatt)
- ⑦ ipv6 unicast-routing

# Konfigurasjon av IPv6

Cisco IOS: IPv6-unicast-routing (gamle Catalyst-switcher)

- ① configure terminal
- ② **sdm prefer dual-ipv4-and-ipv6 default** (Rekonfigurerer TCAM)
- ③ end
- ④ reload
- ⑤ configure terminal
- ⑥ **ip routing** (Nødvendig for IP-routing i det hele tatt)
- ⑦ **ipv6 unicast-routing**
- ⑧ **no ipv6 source-route** (Er unødvendig i nyere IOS)

# Konfigurasjon av IPv6

Cisco IOS: IPv6-unicast-routing (gamle Catalyst-switcher)

- ① configure terminal
- ② **sdm prefer dual-ipv4-and-ipv6 default** (Rekonfigurerer TCAM)
- ③ end
- ④ reload
- ⑤ configure terminal
- ⑥ **ip routing** (Nødvendig for IP-routing i det hele tatt)
- ⑦ **ipv6 unicast-routing**
- ⑧ **no ipv6 source-route** (Er unødvendig i nyere IOS)
- ⑨ end

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-unicast-routing

① interface TenGigabitEthernet1/2



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-unicast-routing

- ① **interface TenGigabitEthernet1/2**
- ② **description Linknett mellom FiG og Uninett/HiG**



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-unicast-routing

- ① **interface TenGigabitEthernet1/2**
- ② **description Linknett mellom FiG og Uninett/HiG**
- ③ **no switchport**



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-unicast-routing

- ① interface TenGigabitEthernet1/2
- ② description Linknett mellom FiG og Uninett/HiG
- ③ no switchport
- ④ ipv6 address 2001:700:0:8074::2/64



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-unicast-routing

- ① interface TenGigabitEthernet1/2
- ② description Linknett mellom FiG og Uninett/HiG
- ③ no switchport
- ④ ipv6 address 2001:700:0:8074::2/64
- ⑤ ipv6 nd ra suppress



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-unicast-routing

- ① interface TenGigabitEthernet1/2
- ② description Linknett mellom FiG og Uninett/HiG
- ③ no switchport
- ④ ipv6 address 2001:700:0:8074::2/64
- ⑤ ipv6 nd ra suppress
- ⑥ no ipv6 redirects



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-unicast-routing

- ① interface TenGigabitEthernet1/2
- ② description Linknett mellom FiG og Uninett/HiG
- ③ no switchport
- ④ ipv6 address 2001:700:0:8074::2/64
- ⑤ ipv6 nd ra suppress
- ⑥ no ipv6 redirects
- ⑦ no ipv6 unreachables

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-unicast-routing

- ① interface TenGigabitEthernet1/2
- ② description Linknett mellom FiG og Uninett/HiG
- ③ no switchport
- ④ ipv6 address 2001:700:0:8074::2/64
- ⑤ ipv6 nd ra suppress
- ⑥ no ipv6 redirects
- ⑦ no ipv6 unreachables
- ⑧ ipv6 multicast boundary scope 8



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-unicast-routing

- ① interface TenGigabitEthernet1/2
- ② description Linknett mellom FiG og Uninett/HiG
- ③ no switchport
- ④ ipv6 address 2001:700:0:8074::2/64
- ⑤ ipv6 nd ra suppress
- ⑥ no ipv6 redirects
- ⑦ no ipv6 unreachables
- ⑧ ipv6 multicast boundary scope 8
- ⑨ ipv6 traffic-filter InetIPv6Inn in

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-unicast-routing

- ① interface TenGigabitEthernet1/2
- ② description Linknett mellom FiG og Uninett/HiG
- ③ no switchport
- ④ ipv6 address 2001:700:0:8074::2/64
- ⑤ ipv6 nd ra suppress
- ⑥ no ipv6 redirects
- ⑦ no ipv6 unreachables
- ⑧ ipv6 multicast boundary scope 8
- ⑨ ipv6 traffic-filter InetIPv6Inn in
- ⑩ ipv6 traffic-filter InetIPv6Ut out

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-unicast-routing

- ① Default route:

```
ipv6 route ::/0 TenGigabitEthernet1/2 2001:700:0:8074::1  
name FiG-Uninett
```



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-unicast-routing

- ① Default route:

```
ipv6 route ::/0 TenGigabitEthernet1/2 2001:700:0:8074::1  
name FiG-Uninett
```

- ② Nullroute linknettet, og offisielle og private adresser:

```
ipv6 route 2001:700:0:8074::/64 Null0  
ipv6 route 2001:700:1100::/48 Null0  
ipv6 route FD5C:14CF:C300::/48 Null0
```



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-unicast-routing

- ① Default route:

```
ipv6 route ::/0 TenGigabitEthernet1/2 2001:700:0:8074::1  
name FiG-Uninett
```

- ② Nullroute linknettet, og offisielle og private adresser:

```
ipv6 route 2001:700:0:8074::/64 Null0
```

```
ipv6 route 2001:700:1100::/48 Null0
```

```
ipv6 route FD5C:14CF:C300::/48 Null0
```

- ③ Statisk routing av returtrafikk til VPN-klientene:

```
ipv6 route FD5C:14CF:C300:A000::/52 Vlan29  
2001:700:1100:F002::2
```

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-unicast-routing

① interface Vlan40

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-unicast-routing

- ① **interface Vlan40**
- ② **description Klasserom 100**



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-unicast-routing

- ① **interface Vlan40**
- ② **description Klasserom 100**
- ③ **ip address 128.39.194.1 255.255.255.192**



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-unicast-routing

- ① **interface Vlan40**
- ② **description Klasserom 100**
- ③ **ip address 128.39.194.1 255.255.255.192**
- ④ **ip access-group Vlan40IPv4InnFra in**



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-unicast-routing

- ① **interface Vlan40**
- ② **description Klasserom 100**
- ③ **ip address 128.39.194.1 255.255.255.192**
- ④ **ip access-group Vlan40IPv4InnFra in**
- ⑤ **ip access-group Vlan40IPv4UtTil out**



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-unicast-routing

- ① **interface Vlan40**
- ② **description Klasserom 100**
- ③ **ip address 128.39.194.1 255.255.255.192**
- ④ **ip access-group Vlan40IPv4InnFra in**
- ⑤ **ip access-group Vlan40IPv4UtTil out**
- ⑥ **ip helper-address 128.39.174.42**



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-unicast-routing

```
① interface Vlan40
②   description Klasserom 100
③   ip address 128.39.194.1 255.255.255.192
④   ip access-group Vlan40IPv4InnFra in
⑤   ip access-group Vlan40IPv4UtTil out
⑥   ip helper-address 128.39.174.42
⑦   ip pim passive
```



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-unicast-routing

```
① interface Vlan40
②   description Klasserom 100
③   ip address 128.39.194.1 255.255.255.192
④   ip access-group Vlan40IPv4InnFra in
⑤   ip access-group Vlan40IPv4UtTil out
⑥   ip helper-address 128.39.174.42
⑦   ip pim passive
⑧   ip igmp version 3
```

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-unicast-routing

```
① interface Vlan40
②   description Klasserom 100
③   ip address 128.39.194.1 255.255.255.192
④   ip access-group Vlan40IPv4InnFra in
⑤   ip access-group Vlan40IPv4UtTil out
⑥   ip helper-address 128.39.174.42
⑦   ip pim passive
⑧   ip igmp version 3
⑨   ipv6 address FE80::1 link-local
```

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-unicast-routing

```
① interface Vlan40
②   description Klasserom 100
③   ip address 128.39.194.1 255.255.255.192
④   ip access-group Vlan40IPv4InnFra in
⑤   ip access-group Vlan40IPv4UtTil out
⑥   ip helper-address 128.39.174.42
⑦   ip pim passive
⑧   ip igmp version 3
⑨   ipv6 address FE80::1 link-local
⑩   ipv6 address 2001:700:1100:8001::1/64
```

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-unicast-routing

```
① interface Vlan40
②   description Klasserom 100
③   ip address 128.39.194.1 255.255.255.192
④   ip access-group Vlan40IPv4InnFra in
⑤   ip access-group Vlan40IPv4UtTil out
⑥   ip helper-address 128.39.174.42
⑦   ip pim passive
⑧   ip igmp version 3
⑨   ipv6 address FE80::1 link-local
⑩   ipv6 address 2001:700:1100:8001::1/64
⑪   ipv6 nd other-config-flag
```

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-unicast-routing

```
① interface Vlan40
②   description Klasserom 100
③   ip address 128.39.194.1 255.255.255.192
④   ip access-group Vlan40IPv4InnFra in
⑤   ip access-group Vlan40IPv4UtTil out
⑥   ip helper-address 128.39.174.42
⑦   ip pim passive
⑧   ip igmp version 3
⑨   ipv6 address FE80::1 link-local
⑩   ipv6 address 2001:700:1100:8001::1/64
⑪   ipv6 nd other-config-flag
⑫   ipv6 nd router-preference High
```

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-unicast-routing

```
① interface Vlan40
②   description Klasserom 100
③   ip address 128.39.194.1 255.255.255.192
④   ip access-group Vlan40IPv4InnFra in
⑤   ip access-group Vlan40IPv4UtTil out
⑥   ip helper-address 128.39.174.42
⑦   ip pim passive
⑧   ip igmp version 3
⑨   ipv6 address FE80::1 link-local
⑩   ipv6 address 2001:700:1100:8001::1/64
⑪   ipv6 nd other-config-flag
⑫   ipv6 nd router-preference High
⑬   ipv6 dhcp server offisiell
```

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-unicast-routing

```
① interface Vlan40
②   description Klasserom 100
③   ip address 128.39.194.1 255.255.255.192
④   ip access-group Vlan40IPv4InnFra in
⑤   ip access-group Vlan40IPv4UtTil out
⑥   ip helper-address 128.39.174.42
⑦   ip pim passive
⑧   ip igmp version 3
⑨   ipv6 address FE80::1 link-local
⑩   ipv6 address 2001:700:1100:8001::1/64
⑪   ipv6 nd other-config-flag
⑫   ipv6 nd router-preference High
⑬   ipv6 dhcp server offisiell
⑭   ipv6 traffic-filter Vlan40IPv6InnFra in
```

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-unicast-routing

```
① interface Vlan40
②   description Klasserom 100
③   ip address 128.39.194.1 255.255.255.192
④   ip access-group Vlan40IPv4InnFra in
⑤   ip access-group Vlan40IPv4UtTil out
⑥   ip helper-address 128.39.174.42
⑦   ip pim passive
⑧   ip igmp version 3
⑨   ipv6 address FE80::1 link-local
⑩   ipv6 address 2001:700:1100:8001::1/64
⑪   ipv6 nd other-config-flag
⑫   ipv6 nd router-preference High
⑬   ipv6 dhcp server offisiell
⑭   ipv6 traffic-filter Vlan40IPv6InnFra in
⑮   ipv6 traffic-filter Vlan40IPv6UtTil out
```

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-multicast-routing

- ① Global konfigurasjon:

```
ipv6 multicast-routing
```



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-multicast-routing

- ① Global konfigurasjon:

```
ipv6 multicast-routing
```

- ② Begrense utbredelse av intern multicasttrafikk

```
interface TenGigabitEthernet1/2
```

```
ipv6 multicast boundary scope 8
```

Bare trafikk med rekkevidde større enn 8 slipper ut på, og inn fra, internett

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-multicast-routing

- ① Global konfigurasjon:

`ipv6 multicast-routing`

- ② Begrense utbredelse av intern multicasttrafikk

`interface TenGigabitEthernet1/2`

`ipv6 multicast boundary scope 8`

Bare trafikk med rekkevidde større enn 8 slipper ut på, og inn fra, internett

- ③ Kan du ikke bruke `ipv6 multicast boundary scope`, så må du bruke ACL-er og sperre for uaktuelle rekkevidder og *alle* mulige kombinasjoner av flagg! (Bare for å være føre var.)

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-multicast-routing

- ① Global konfigurasjon:

```
ipv6 multicast-routing
```

- ② Begrense utbredelse av intern multicasttrafikk

```
interface TenGigabitEthernet1/2
```

```
ipv6 multicast boundary scope 8
```

Bare trafikk med rekkevidde større enn 8 slipper ut på, og inn fra, internett

- ③ Kan du ikke bruke ipv6 multicast boundary scope, så må du

bruke ACL-er og sperre for uaktuelle rekkevidder og *alle* mulige kombinasjoner av flagg! (Bare for å være føre var.)

- ④ Derfor burde flagg og rekkevidde ha omvendt rekkefølge i

multicastadressene, men det toget har for lengst gått ...

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-multicast-routing

- Alle flagg, og rekkevidde lik 3

```
deny ipv6 any FF03::/16
deny ipv6 any FF13::/16
deny ipv6 any FF23::/16
deny ipv6 any FF33::/16
deny ipv6 any FF43::/16
deny ipv6 any FF53::/16
deny ipv6 any FF63::/16
deny ipv6 any FF73::/16
deny ipv6 any FF83::/16
deny ipv6 any FF93::/16
deny ipv6 any FFA3::/16
deny ipv6 any FFB3::/16
deny ipv6 any FFC3::/16
deny ipv6 any FFD3::/16
deny ipv6 any FFE3::/16
deny ipv6 any FFF3::/16
```

- Alle flagg, og rekkevidde lik 4

```
deny ipv6 any FF04::/16
deny ipv6 any FF14::/16
deny ipv6 any FF24::/16
deny ipv6 any FF34::/16
deny ipv6 any FF44::/16
deny ipv6 any FF54::/16
deny ipv6 any FF64::/16
deny ipv6 any FF74::/16
deny ipv6 any FF84::/16
deny ipv6 any FF94::/16
deny ipv6 any FFA4::/16
deny ipv6 any FFB4::/16
deny ipv6 any FFC4::/16
deny ipv6 any FFD4::/16
deny ipv6 any FFE4::/16
deny ipv6 any FFF4::/16
```

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-multicast-routing

- Alle flagg, og rekkevidde lik 5:

```
deny ipv6 any FF05::/16
deny ipv6 any FF15::/16
deny ipv6 any FF25::/16
deny ipv6 any FF35::/16
deny ipv6 any FF45::/16
deny ipv6 any FF55::/16
deny ipv6 any FF65::/16
deny ipv6 any FF75::/16
deny ipv6 any FF85::/16
deny ipv6 any FF95::/16
deny ipv6 any FFA5::/16
deny ipv6 any FFB5::/16
deny ipv6 any FFC5::/16
deny ipv6 any FFD5::/16
deny ipv6 any FFE5::/16
deny ipv6 any FFF5::/16
```

- Alle flagg, og rekkevidde lik 6:

```
deny ipv6 any FF06::/16
deny ipv6 any FF16::/16
deny ipv6 any FF26::/16
deny ipv6 any FF36::/16
deny ipv6 any FF46::/16
deny ipv6 any FF56::/16
deny ipv6 any FF66::/16
deny ipv6 any FF76::/16
deny ipv6 any FF86::/16
deny ipv6 any FF96::/16
deny ipv6 any FFA6::/16
deny ipv6 any FFB6::/16
deny ipv6 any FFC6::/16
deny ipv6 any FFD6::/16
deny ipv6 any FFE6::/16
deny ipv6 any FFF6::/16
```

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-multicast-routing

- Alle flagg, og rekkevidde lik 7:

```
deny ipv6 any FF07::/16
deny ipv6 any FF17::/16
deny ipv6 any FF27::/16
deny ipv6 any FF37::/16
deny ipv6 any FF47::/16
deny ipv6 any FF57::/16
deny ipv6 any FF67::/16
deny ipv6 any FF77::/16
deny ipv6 any FF87::/16
deny ipv6 any FF97::/16
deny ipv6 any FFA7::/16
deny ipv6 any FFB7::/16
deny ipv6 any FFC7::/16
deny ipv6 any FFD7::/16
deny ipv6 any FFE7::/16
deny ipv6 any FFF7::/16
```

- Alle flagg, og rekkevidde lik 8:

```
deny ipv6 any FF08::/16
deny ipv6 any FF18::/16
deny ipv6 any FF28::/16
deny ipv6 any FF38::/16
deny ipv6 any FF48::/16
deny ipv6 any FF58::/16
deny ipv6 any FF68::/16
deny ipv6 any FF78::/16
deny ipv6 any FF88::/16
deny ipv6 any FF98::/16
deny ipv6 any FFA8::/16
deny ipv6 any FFB8::/16
deny ipv6 any FFC8::/16
deny ipv6 any FFD8::/16
deny ipv6 any FFE8::/16
deny ipv6 any FFF8::/16
```

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: IPv6-multicast-routing

- Hadde bare flagg og rekkevidde byttet plass i spesifikasjonen:  
deny ipv6 any FF30::/12  
deny ipv6 any FF40::/12  
deny ipv6 any FF50::/12  
deny ipv6 any FF60::/12  
deny ipv6 any FF70::/12  
deny ipv6 any FF80::/12
- Dette ville bare gitt 6 regler i ACL-ene
- Det er en sterk kontrast til de 96 reglene som vi må bruke i ACL-ene når vi ikke kan bruke ipv6 multicast boundary scope 8

# Konfigurasjon av IPv6 I

## Cisco IOS: ACL-er

- ① configure terminal
- ② ipv6 access-list *access-list-name*
- ③ deny | permit *protocol {source-ipv6-prefix/prefix-length | any | host source-ipv6-address} [operator port-number] {destination-ipv6-prefix/prefix-length | any | host destination-ipv6-address} [operator port-number]*  
*[dest-option] [dest-option-type value] [dscp value]*  
*[flow-label value] [fragments] [hbh] [log] [log-input]*  
*[mobility] [mobility-type value] [reflect access-list-name]*  
*[routing] [routing-type value] [sequence value]*  
*[time-range name] [undetermined-transport]*

# Konfigurasjon av IPv6 II

## Cisco IOS: ACL-er

④ deny | permit tcp {*source-ipv6-prefix/prefix-length* | any | host *source-ipv6-address*} [*operator port-number*] {*destination-ipv6-prefix/prefix-length* | any | host *destination-ipv6-address*} [*operator port-number*] [*ack*] [*dest-option*] [*dest-option-type value*] [*dscp value*] [*established*] [*fin*] [*flow-label value*] [*hbh*] [*log*] [*log-input*] [*mobility*] [*mobility-type value*] [*psh*] [*reflect access-list-name*] [*routing*] [*routing-type value*] [*rst*] [*sequence value*] [*syn*] [*time-range name*] [*urg*]

# Konfigurasjon av IPv6 III

## Cisco IOS: ACL-er

- ⑤ deny | permit udp {*source-ipv6-prefix/prefix-length* | any | host *source-ipv6-address*} [*operator port-number*] {*destination-ipv6-prefix/prefix-length* | any | host *destination-ipv6-address*} [*operator port-number*] [*dest-option*] [*dest-option-type value*] [*dscp value*] [*flow-label value*] [*hbh*] [*log*] [*log-input*] [*mobility*] [*mobility-type value*] [*reflect access-list-name*] [*routing*] [*routing-type value*] [*sequence value*] [*time-range name*]

# Konfigurasjon av IPv6 IV

## Cisco IOS: ACL-er

- ⑥ deny | permit icmp {*source-ipv6-prefix/prefix-length* | any | host *source-ipv6-address*} {*destination-ipv6-prefix/prefix-length* | any | host *destination-ipv6-address*} [{*icmp-type* [*icmp-code*] } | *icmp-message*] [*dest-option*] [*dest-option-type value*] [*dscp value*] [*flow-label value*] [*log*] [*log-input*] [*mobility*] [*mobility-type value*] [*reflect access-list-name*] [*routing*] [*routing-type value*] [*sequence value*] [*time-range name*]]
- ⑦ evaluate *reflexive-access-list-name* [*sequence value*]
- ⑧ remark *comment*
- ⑨ exit

Husk:

*operator* ∈ {gt | lt | neq | eq | range}

reflect er bare gyldig for permit-regler

# Konfigurasjon av IPv6 V

## Cisco IOS: ACL-er

- ⑩ interface *interface-id*
- ⑪ ipv6 traffic-filter *access-list-name* {in | out}
- ⑫ end



# Konfigurasjon av IPv6 VI

## Cisco IOS: ACL-er

- Alle IPv6-ACL-er har følgende 5 regler innebygget (eng. implicit) på slutten:
  - 1 permit icmp any any nd-na
  - 2 permit icmp any any nd-ns
  - 3 permit icmp any any router-advertisement
  - 4 permit icmp any any router-solicitation
  - 5 deny ipv6 any any
- Disse reglene tillater Neighbor Discovery, og blokkerer all annen IPv6-trafikk
- Dine egne regler kommer *alltid* før de 5 reglene over, og kanskje må du kopiere de innebygde reglene og gjøre dine egne justeringer, for eksempel slå på logging av blokkert trafikk

# Konfigurasjon av IPv6 VII

## Cisco IOS: ACL-er

- Ønsker du logging av blokkert trafikk, men vil samtidig ikke blokkere Neighbor Discovery, så må du gjøre slik:

```
① remark Øvrige regler kommer før denne linja
② permit icmp any any nd-na
③ permit icmp any any nd-ns
④ permit icmp any any router-advertisement
⑤ permit icmp any any router-solicitation
⑥ deny    ipv6 any any log
⑦ remark Her kommer de skjulte, implisitte reglene
⑧ permit icmp any any nd-na
⑨ permit icmp any any nd-ns
⑩ permit icmp any any router-advertisement
⑪ permit icmp any any router-solicitation
⑫ deny    ipv6 any any
```

# Konfigurasjon av IPv6

Cisco IOS: DHCPv6

# Konfigurasjon av IPv6

Cisco IOS: DHCPv6

- ipv6 dhcp pool offisiell

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: DHCPv6

- `ipv6 dhcp pool offisiell`
  - `dns-server 2001:700:1100:1::3`

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: DHCPv6

- **ipv6 dhcp pool offisiell**
  - dns-server 2001:700:1100:1::3
  - dns-server 2001:700:1100:1::2



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: DHCPv6

- **ipv6 dhcp pool offisiell**
  - dns-server 2001:700:1100:1::3
  - dns-server 2001:700:1100:1::2
  - domain-name fig.ol.no



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: DHCPv6

- **ipv6 dhcp pool offisiell**
  - dns-server 2001:700:1100:1::3
  - dns-server 2001:700:1100:1::2
  - domain-name fig.ol.no
  - sntp address 2001:700:1100:1::2



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: DHCPv6

- **ipv6 dhcp pool offisiell**
  - dns-server 2001:700:1100:1::3
  - dns-server 2001:700:1100:1::2
  - domain-name fig.ol.no
  - sntp address 2001:700:1100:1::2
  - sntp address 2001:700:1100:1::3



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: DHCPv6

- **ipv6 dhcp pool offisiell**
  - dns-server 2001:700:1100:1::3
  - dns-server 2001:700:1100:1::2
  - domain-name fig.ol.no
  - sntp address 2001:700:1100:1::2
  - sntp address 2001:700:1100:1::3
  - sntp address 2001:700:1100:1::4

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: DHCPv6

- **ipv6 dhcp pool offisiell**
  - dns-server 2001:700:1100:1::3
  - dns-server 2001:700:1100:1::2
  - domain-name fig.ol.no
  - sntp address 2001:700:1100:1::2
  - sntp address 2001:700:1100:1::3
  - sntp address 2001:700:1100:1::4
  - information refresh 0 2



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: DHCPv6

- **ipv6 dhcp pool offisiell**
  - dns-server 2001:700:1100:1::3
  - dns-server 2001:700:1100:1::2
  - domain-name fig.ol.no
  - sntp address 2001:700:1100:1::2
  - sntp address 2001:700:1100:1::3
  - sntp address 2001:700:1100:1::4
  - information refresh 0 2
- **interface Vlan40**

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: DHCPv6

- **ipv6 dhcp pool offisiell**
  - dns-server 2001:700:1100:1::3
  - dns-server 2001:700:1100:1::2
  - domain-name fig.ol.no
  - sntp address 2001:700:1100:1::2
  - sntp address 2001:700:1100:1::3
  - sntp address 2001:700:1100:1::4
  - information refresh 0 2
- **interface Vlan40**
  - **ipv6 dhcp server offisiell**

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: DHCPv6

- ipv6 dhcp pool ULA
  - dns-server 2001:700:1100:1::3
  - dns-server 2001:700:1100:1::2
  - domain-name fig.netlocal
  - sntp address 2001:700:1100:1::2
  - sntp address 2001:700:1100:1::3
  - sntp address 2001:700:1100:1::4
  - information refresh 0 2
- interface Vlan31
  - ipv6 dhcp server ULA

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: DHCPv6

- **ipv6 dhcp pool dynamisk-utdeling-vlan60**
  - address prefix 2001:700:1100:6::/64
  - dns-server 2001:700:1100:1::3
  - dns-server 2001:700:1100:1::2
  - domain-name fig.ol.no
  - sntp address 2001:700:1100:1::2
  - sntp address 2001:700:1100:1::3
  - sntp address 2001:700:1100:1::4
  - information refresh 0 2
- **interface Vlan60**
  - ipv6 address 2001:700:1100:6::1/64
  - ipv6 nd managed-config-flag
  - ipv6 nd other-config-flag
  - ipv6 nd router-preference High
  - ipv6 dhcp server dynamisk-utdeling-vlan60

# Konfigurasjon av IPv6

Cisco IOS: Sperre for fremmed routerannonsering

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: Sperre for fremmed routerannonsering

- Fremmed routerannonsering må sperres i inngående retning på kantporter



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: Sperre for fremmed routerannonsering

- Fremmed routerannonsering må sperres i inngående retning på kantporter
- Nyere IOS har egne kommandoer for dette:



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: Sperre for fremmed routerannonsering

- Fremmed routerannonsering må sperres i inngående retning på kantporter
- Nyere IOS har egne kommandoer for dette:
  - `interface range GigabitEthernet3/1 - 48`



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: Sperre for fremmed routerannonsering

- Fremmed routerannonsering må sperres i inngående retning på kantporter
- Nyere IOS har egne kommandoer for dette:
  - `interface range GigabitEthernet3/1 - 48`
  - `ipv6 nd raguard`



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: Sperre for fremmed routerannonsering

- Fremmed routerannonsering må sperres i inngående retning på kantporter
- Nyere IOS har egne kommandoer for dette:
  - `interface range GigabitEthernet3/1 - 48`
  - `ipv6 nd raguard`
- Eldre IOS må bruke port-ACL-er for å oppnå det samme:



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: Sperre for fremmed routerannonsering

- Fremmed routerannonsering må sperres i inngående retning på kantporter
- Nyere IOS har egne kommandoer for dette:
  - `interface range GigabitEthernet3/1 - 48`
  - `ipv6 nd raguard`
- Eldre IOS må bruke port-ACL-er for å oppnå det samme:
  - `ipv6 access-list sperre-fremmed-RA`

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: Sperre for fremmed routerannonsering

- Fremmed routerannonsering må sperres i inngående retning på kantporter
- Nyere IOS har egne kommandoer for dette:
  - interface range GigabitEthernet3/1 - 48
  - ipv6 nd raguard
- Eldre IOS må bruke port-ACL-er for å oppnå det samme:
  - ipv6 access-list sperre-fremmed-RA
    - ① deny icmp any any router-advertisement

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: Sperre for fremmed routerannonsering

- Fremmed routerannonsering må sperres i inngående retning på kantporter
- Nyere IOS har egne kommandoer for dette:
  - interface range GigabitEthernet3/1 - 48
  - ipv6 nd raguard
- Eldre IOS må bruke port-ACL-er for å oppnå det samme:
  - ipv6 access-list sperre-fremmed-RA
    - ① deny icmp any any router-advertisement
    - ② permit ipv6 any any

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: Sperre for fremmed routerannonsering

- Fremmed routerannonsering må sperres i inngående retning på kantporter
- Nyere IOS har egne kommandoer for dette:
  - interface range GigabitEthernet3/1 - 48
  - ipv6 nd raguard
- Eldre IOS må bruke port-ACL-er for å oppnå det samme:
  - ipv6 access-list sperre-fremmed-RA
    - ① deny icmp any any router-advertisement
    - ② permit ipv6 any any
  - interface range GigabitEthernet3/1 - 48

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: Sperre for fremmed routerannonsering

- Fremmed routerannonsering må sperres i inngående retning på kantporter
- Nyere IOS har egne kommandoer for dette:
  - interface range GigabitEthernet3/1 - 48
  - ipv6 nd raguard
- Eldre IOS må bruke port-ACL-er for å oppnå det samme:
  - ipv6 access-list sperre-fremmed-RA
    - ① deny icmp any any router-advertisement
    - ② permit ipv6 any any
  - interface range GigabitEthernet3/1 - 48
  - ipv6 traffic-filter sperre-fremmed-RA in

# Konfigurasjon av IPv6

Cisco IOS: Sperre for falske DHCPv6-servere

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: Sperre for falske DHCPv6-servere

- Falske DHCPv6-servere må sperres i kantportene, og det beste er å bruke port-ACL-er:



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: Sperre for falske DHCPv6-servere

- Falske DHCPv6-servere må sperres i kantportene, og det beste er å bruke port-ACL-er:
  - `ipv6 access-list sperre-falske-dhcpv6-servere`



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: Sperre for falske DHCPv6-servere

- Falske DHCPv6-servere må sperres i kantportene, og det beste er å bruke port-ACL-er:
  - `ipv6 access-list sperre-falske-dhcpv6-servere`
  - `1 deny udp any eq 547 any`



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: Sperre for falske DHCPv6-servere

- Falske DHCPv6-servere må sperres i kantportene, og det beste er å bruke port-ACL-er:
  - `ipv6 access-list sperre-falske-dhcpv6-servere`
    - ① `deny udp any eq 547 any`
    - ② `permit ipv6 any any`



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: Sperre for falske DHCPv6-servere

- Falske DHCPv6-servere må sperres i kantportene, og det beste er å bruke port-ACL-er:
  - `ipv6 access-list sperre-falske-dhcpv6-servere`
    - ① `deny udp any eq 547 any`
    - ② `permit ipv6 any any`
  - `interface range GigabitEthernet3/1 - 48`



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: Sperre for falske DHCPv6-servere

- Falske DHCPv6-servere må sperres i kantportene, og det beste er å bruke port-ACL-er:
  - `ipv6 access-list sperre-falske-dhcpv6-servere`
    - ① `deny udp any eq 547 any`
    - ② `permit ipv6 any any`
  - `interface range GigabitEthernet3/1 - 48`
    - `ipv6 traffic-filter sperre-falske-dhcpv6-servere in`



# Konfigurasjon av IPv6

Cisco IOS: Kombinert ACL for kantporter

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: Kombinert ACL for kantporter

- Kombinert ACL for kantporter

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: Kombinert ACL for kantporter

- Kombinert ACL for kantporter
  - `ipv6 access-list kantporter`



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: Kombinert ACL for kantporter

- Kombinert ACL for kantporter
  - ipv6 access-list kantporter
    - ① deny icmp any any router-advertisement



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: Kombinert ACL for kantporter

- Kombinert ACL for kantporter

- ipv6 access-list kantporter

- ① deny icmp any any router-advertisement
- ② deny udp any eq 547 any



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: Kombinert ACL for kantporter

- Kombinert ACL for kantporter

- ipv6 access-list kantporter

- ① deny icmp any any router-advertisement
- ② deny udp any eq 547 any
- ③ permit ipv6 any any

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: Kombinert ACL for kantporter

- Kombinert ACL for kantporter

- ipv6 access-list kantporter
  - ① deny icmp any any router-advertisement
  - ② deny udp any eq 547 any
  - ③ permit ipv6 any any
- interface range GigabitEthernet3/1 - 48



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco IOS: Kombinert ACL for kantporter

- Kombinert ACL for kantporter

- ipv6 access-list kantporter
  - ① deny icmp any any router-advertisement
  - ② deny udp any eq 547 any
  - ③ permit ipv6 any any
- interface range GigabitEthernet3/1 - 48
  - ipv6 traffic-filter kantporter in



# Konfigurasjon av IPv6

Cisco AireOS

# Konfigurasjon av IPv6

Cisco AireOS

- Cisco AireOS forlanger at routeren oppgis med link-local-adresse

# Konfigurasjon av IPv6

Cisco AireOS

- Cisco AireOS forlanger at routeren oppgis med link-local-adresse
- Lurt å sette en fast link-local-adresse i routeren:



# Konfigurasjon av IPv6

Cisco AireOS

- Cisco AireOS forlanger at routeren oppgis med link-local-adresse
- Lurt å sette en fast link-local-adresse i routeren:
  - ① interface Vlan100



# Konfigurasjon av IPv6

Cisco AireOS

- Cisco AireOS forlanger at routeren oppgis med link-local-adresse
- Lurt å sette en fast link-local-adresse i routeren:
  - ① `interface Vlan100`
  - ② `ipv6 address FE80::1 link-local`



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco AireOS

- Cisco AireOS forlanger at routeren oppgis med link-local-adresse
- Lurt å sette en fast link-local-adresse i routeren:
  - 1 interface Vlan100
  - 2 **ipv6 address FE80::1 link-local**
  - 3 ipv6 address FD5C:14CF:C300:100::1/64



# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco AireOS

- Cisco AireOS forlanger at routeren oppgis med link-local-adresse
- Lurt å sette en fast link-local-adresse i routeren:
  - 1 interface Vlan100
  - 2 **ipv6 address FE80::1 link-local**
  - 3 ipv6 address FD5C:14CF:C300:100::1/64
- Deretter konfigureres WLAN-kontrolleren omtrent slik:

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco AireOS

- Cisco AireOS forlanger at routeren oppgis med link-local-adresse
- Lurt å sette en fast link-local-adresse i routeren:
  - 1 interface Vlan100
  - 2 **ipv6 address FE80::1 link-local**
  - 3 ipv6 address FD5C:14CF:C300:100::1/64
- Deretter konfigureres WLAN-kontrolleren omtrent slik:
  - 1 config interface wlan management 100

# Konfigurasjon av IPv6

## Cisco AireOS

- Cisco AireOS forlanger at routeren oppgis med link-local-adresse
- Lurt å sette en fast link-local-adresse i routeren:
  - ① interface Vlan100
  - ② **ipv6 address FE80::1 link-local**
  - ③ ipv6 address FD5C:14CF:C300:100::1/64
- Deretter konfigureres WLAN-kontrolleren omtrent slik:
  - ① config interface wlan management 100
  - ② **config ipv6 interface address management primary fd5c:14cf:c300:100::2 64 fe80::1**

# Konfigurasjon av IPv6

## OS-konfig

# Konfigurasjon av IPv6

## OS-konfig

- De fleste moderne operativsystemer har IPv6-støtte

# Konfigurasjon av IPv6

## OS-konfig

- De fleste moderne operativsystemer har IPv6-støtte
- Windows 2000 har en eksperimentell IPv6-protokoll, men mangler DNS-oppslag for AAAA



# Konfigurasjon av IPv6

## OS-konfig

- De fleste moderne operativsystemer har IPv6-støtte
- Windows 2000 har en eksperimentell IPv6-protokoll, men mangler DNS-oppslag for AAAA
- IPv6 må installeres manuelt i Windows XP og Server 2003



# Konfigurasjon av IPv6

## OS-konfig

- De fleste moderne operativsystemer har IPv6-støtte
- Windows 2000 har en eksperimentell IPv6-protokoll, men mangler DNS-oppslag for AAAA
- IPv6 må installeres manuelt i Windows XP og Server 2003
  - DNS-oppslag sendes alltid over **IPv4**



# Konfigurasjon av IPv6

## OS-konfig

- De fleste moderne operativsystemer har IPv6-støtte
- Windows 2000 har en eksperimentell IPv6-protokoll, men mangler DNS-oppslag for AAAA
- IPv6 må installeres manuelt i Windows XP og Server 2003
  - DNS-oppslag sendes alltid over **IPv4**
  - Noe av AD-trafikken sendes alltid over **IPv4**



# Konfigurasjon av IPv6

## OS-konfig

- De fleste moderne operativsystemer har IPv6-støtte
- Windows 2000 har en eksperimentell IPv6-protokoll, men mangler DNS-oppslag for AAAA
- IPv6 må installeres manuelt i Windows XP og Server 2003
  - DNS-oppslag sendes alltid over **IPv4**
  - Noe av AD-trafikken sendes alltid over **IPv4**
  - RDP-server i XP og Server 2003 kan bare bruke **IPv4**



# Konfigurasjon av IPv6

## OS-konfig

- De fleste moderne operativsystemer har IPv6-støtte
- Windows 2000 har en eksperimentell IPv6-protokoll, men mangler DNS-oppslag for AAAA
- IPv6 må installeres manuelt i Windows XP og Server 2003
  - DNS-oppslag sendes alltid over **IPv4**
  - Noe av AD-trafikken sendes alltid over **IPv4**
  - RDP-server i XP og Server 2003 kan bare bruke **IPv4**
- IPv6 er påskrudd i Windows Vista, Server 2008 og nyere versjoner



# Konfigurasjon av IPv6

## OS-konfig

- De fleste moderne operativsystemer har IPv6-støtte
- Windows 2000 har en eksperimentell IPv6-protokoll, men mangler DNS-oppslag for AAAA
- IPv6 må installeres manuelt i Windows XP og Server 2003
  - DNS-oppslag sendes alltid over **IPv4**
  - Noe av AD-trafikken sendes alltid over **IPv4**
  - RDP-server i XP og Server 2003 kan bare bruke **IPv4**
- IPv6 er påskrudd i Windows Vista, Server 2008 og nyere versjoner
  - DNS-oppslag kan nå sendes over IPv6

# Konfigurasjon av IPv6

## OS-konfig

- De fleste moderne operativsystemer har IPv6-støtte
- Windows 2000 har en eksperimentell IPv6-protokoll, men mangler DNS-oppslag for AAAA
- IPv6 må installeres manuelt i Windows XP og Server 2003
  - DNS-oppslag sendes alltid over IPv4
  - Noe av AD-trafikken sendes alltid over IPv4
  - RDP-server i XP og Server 2003 kan bare bruke IPv4
- IPv6 er påskrudd i Windows Vista, Server 2008 og nyere versjoner
  - DNS-oppslag kan nå sendes over IPv6
  - Nyere Windows kan fint fungere med bare IPv6

# Konfigurasjon av IPv6

## OS-konfig

- De fleste moderne operativsystemer har IPv6-støtte
- Windows 2000 har en eksperimentell IPv6-protokoll, men mangler DNS-oppslag for AAAA
- IPv6 må installeres manuelt i Windows XP og Server 2003
  - DNS-oppslag sendes alltid over IPv4
  - Noe av AD-trafikken sendes alltid over IPv4
  - RDP-server i XP og Server 2003 kan bare bruke IPv4
- IPv6 er påskrudd i Windows Vista, Server 2008 og nyere versjoner
  - DNS-oppslag kan nå sendes over IPv6
  - Nyere Windows kan fint fungere med bare IPv6
- Linux og \*BSD har hatt IPv6-støtte i lang tid

# Konfigurasjon av IPv6

## OS-konfig

- De fleste moderne operativsystemer har IPv6-støtte
- Windows 2000 har en eksperimentell IPv6-protokoll, men mangler DNS-oppslag for AAAA
- IPv6 må installeres manuelt i Windows XP og Server 2003
  - DNS-oppslag sendes alltid over IPv4
  - Noe av AD-trafikken sendes alltid over IPv4
  - RDP-server i XP og Server 2003 kan bare bruke IPv4
- IPv6 er påskrudd i Windows Vista, Server 2008 og nyere versjoner
  - DNS-oppslag kan nå sendes over IPv6
  - Nyere Windows kan fint fungere med bare IPv6
- Linux og \*BSD har hatt IPv6-støtte i lang tid
- Autokonfig med tilfeldig grensesnittidentifikator er det mest vanlige for skrivebordssystemer

# Konfigurasjon av IPv6

## OS-konfig

- De fleste moderne operativsystemer har IPv6-støtte
- Windows 2000 har en eksperimentell IPv6-protokoll, men mangler DNS-oppslag for AAAA
- IPv6 må installeres manuelt i Windows XP og Server 2003
  - DNS-oppslag sendes alltid over IPv4
  - Noe av AD-trafikken sendes alltid over IPv4
  - RDP-server i XP og Server 2003 kan bare bruke IPv4
- IPv6 er påskrudd i Windows Vista, Server 2008 og nyere versjoner
  - DNS-oppslag kan nå sendes over IPv6
  - Nyere Windows kan fint fungere med bare IPv6
- Linux og \*BSD har hatt IPv6-støtte i lang tid
- Autokonfig med tilfeldig grensesnittidentifikator er det mest vanlige for skrivebordssystemer
- Manuell konfigurasjon er mest vanlig for serversystemer

# Konfigurasjon av IPv6

## OS-konfig

- Windows:

# Konfigurasjon av IPv6

## OS-konfig

- Windows:
  - netsh interface ipv6 set address "*navn-på-grensesnitt*"  
*IPv6-adresse*



# Konfigurasjon av IPv6

## OS-konfig

- Windows:

- netsh interface ipv6 set address "*navn-på-grensesnitt*"  
*IPv6-adresse*
- netsh interface ipv6 set route ::/0  
"*navn-på-grensesnitt*" *routerens-IPv6-adresse*



# Konfigurasjon av IPv6

## OS-konfig

- Windows:
  - netsh interface ipv6 set address "*navn-på-grensesnitt*" *IPv6-adresse*
  - netsh interface ipv6 set route ::/0 "*navn-på-grensesnitt*" *routerens-IPv6-adresse*
- Eksempel:



- Windows:
  - netsh interface ipv6 set address "*navn-på-grensesnitt*" *IPv6-adresse*
  - netsh interface ipv6 set route ::/0 "*navn-på-grensesnitt*" *routerens-IPv6-adresse*
- Eksempel:
  - netsh interface ipv6 set address "Lokal tilkobling" 2001:700:1100:8001::1337

# Konfigurasjon av IPv6

## OS-konfig

- Windows:
  - netsh interface ipv6 set address "*navn-på-grensesnitt*"  
*IPv6-adresse*
  - netsh interface ipv6 set route ::/0  
"*navn-på-grensesnitt*" *routerens-IPv6-adresse*
- Eksempel:
  - netsh interface ipv6 set address "Lokal tilkobling"  
2001:700:1100:8001::1337
  - netsh interface ipv6 set route ::/0 "Lokal tilkobling"  
2001:700:1100:8001::1

# Konfigurasjon av IPv6

## OS-konfig

- Windows:
  - netsh interface ipv6 set address "*navn-på-grensesnitt*"  
*IPv6-adresse*
  - netsh interface ipv6 set route ::/0  
"*navn-på-grensesnitt*" *routerens-IPv6-adresse*
- Eksempel:
  - netsh interface ipv6 set address "Lokal tilkobling"  
2001:700:1100:8001::1337
  - netsh interface ipv6 set route ::/0 "Lokal tilkobling"  
2001:700:1100:8001::1
- Konfigurasjon gjennom grafisk grensesnitt i «Kontrollpanelet» er også mulig

# Konfigurasjon av IPv6

## OS-konfig

- \*BSD:

# Konfigurasjon av IPv6

## OS-konfig

- \*BSD:
  - `ifconfig navn-på-grensesnitt inet6 IPv6-adresse prefixlen prefikslengde`



# Konfigurasjon av IPv6

## OS-konfig

- \*BSD:

- `ifconfig navn-på-grensesnitt inet6 IPv6-adresse prefixlen prefikslengde`
- `route add -inet6 default routerens-IPv6-adresse`



# Konfigurasjon av IPv6

## OS-konfig

- \*BSD:
  - `ifconfig navn-på-grensesnitt inet6 IPv6-adresse prefixlen prefikslengde`
  - `route add -inet6 default routerens-IPv6-adresse`
- Eksempel:



# Konfigurasjon av IPv6

## OS-konfig

- \*BSD:
  - ifconfig *navn-på-grensesnitt* inet6 *IPv6-adresse* prefixlen *prefiks lengde*
  - route add -inet6 default *routerens-IPv6-adresse*
- Eksempel:
  - ifconfig em0 inet6 2001:700:1100:8001::1337 prefixlen 64



# Konfigurasjon av IPv6

## OS-konfig

- \*BSD:
  - `ifconfig navn-på-grensesnitt inet6 IPv6-adresse prefixlen prefikslengde`
  - `route add -inet6 default routerens-IPv6-adresse`
- Eksempel:
  - `ifconfig em0 inet6 2001:700:1100:8001::1337 prefixlen 64`
  - `route add -inet6 default 2001:700:1100:8001::1`

# Konfigurasjon av IPv6

## OS-konfig

- \*BSD:
  - `ifconfig navn-på-grensesnitt inet6 IPv6-adresse prefixlen prefikslengde`
  - `route add -inet6 default routerens-IPv6-adresse`
- Eksempel:
  - `ifconfig em0 inet6 2001:700:1100:8001::1337 prefixlen 64`
  - `route add -inet6 default 2001:700:1100:8001::1`
- Slike innstillinger lagres permanent i `/etc/rc.conf`:

# Konfigurasjon av IPv6

## OS-konfig

- \*BSD:
  - `ifconfig navn-på-grensesnitt inet6 IPv6-adresse prefixlen prefikslengde`
  - `route add -inet6 default routerens-IPv6-adresse`
- Eksempel:
  - `ifconfig em0 inet6 2001:700:1100:8001::1337 prefixlen 64`
  - `route add -inet6 default 2001:700:1100:8001::1`
- Slike innstillinger lagres permanent i `/etc/rc.conf`:
  - `ifconfig_em0_ipv6="inet6 2001:700:1100:8001::1337 prefixlen 64"`

# Konfigurasjon av IPv6

## OS-konfig

- \*BSD:
  - ifconfig *navn-på-grensesnitt* inet6 *IPv6-adresse* prefixlen *prefikslengde*
  - route add -inet6 default *routerens-IPv6-adresse*
- Eksempel:
  - ifconfig em0 inet6 2001:700:1100:8001::1337 prefixlen 64
  - route add -inet6 default 2001:700:1100:8001::1
- Slike innstillinger lagres permanent i /etc/rc.conf:
  - ifconfig\_em0\_ipv6="inet6 2001:700:1100:8001::1337 prefixlen 64"
  - ipv6\_defaultrouter="2001:700:1100:8001::1"

# Konfigurasjon av IPv6

## OS-konfig

- \*BSD:
  - ifconfig *navn-på-grensesnitt* inet6 *IPv6-adresse* prefixlen *prefikslengde*
  - route add -inet6 default *routerens-IPv6-adresse*
- Eksempel:
  - ifconfig em0 inet6 2001:700:1100:8001::1337 prefixlen 64
  - route add -inet6 default 2001:700:1100:8001::1
- Slike innstillingar lagres permanent i /etc/rc.conf:
  - ifconfig\_em0\_ipv6="inet6 2001:700:1100:8001::1337 prefixlen 64"
  - ipv6\_defaultrouter="2001:700:1100:8001::1"
- Aktivering av midlertidige adresser:

# Konfigurasjon av IPv6

## OS-konfig

- \*BSD:
  - ifconfig *navn-på-grensesnitt* inet6 *IPv6-adresse* prefixlen *prefikslengde*
  - route add -inet6 default *routerens-IPv6-adresse*
- Eksempel:
  - ifconfig em0 inet6 2001:700:1100:8001::1337 prefixlen 64
  - route add -inet6 default 2001:700:1100:8001::1
- Slike innstillingar lagres permanent i /etc/rc.conf:
  - ifconfig\_em0\_ipv6="inet6 2001:700:1100:8001::1337 prefixlen 64"
  - ipv6\_defaultrouter="2001:700:1100:8001::1"
- Aktivering av midlertidige adresser:
  - sysctl net.inet6.ip6.use\_tempaddr=1

# Konfigurasjon av IPv6

## OS-konfig

- \*BSD:
  - ifconfig *navn-på-grensesnitt* inet6 *IPv6-adresse* prefixlen *prefikslengde*
  - route add -inet6 default *routerens-IPv6-adresse*
- Eksempel:
  - ifconfig em0 inet6 2001:700:1100:8001::1337 prefixlen 64
  - route add -inet6 default 2001:700:1100:8001::1
- Slike innstillingar lagres permanent i /etc/rc.conf:
  - ifconfig\_em0\_ipv6="inet6 2001:700:1100:8001::1337 prefixlen 64"
  - ipv6\_defaultrouter="2001:700:1100:8001::1"
- Aktivering av midlertidige adresser:
  - sysctl net.inet6.ip6.use\_tempaddr=1
  - sysctl net.inet6.ip6.prefer\_tempaddr=1

# Konfigurasjon av IPv6

## OS-konfig

- \*BSD:
  - ifconfig *navn-på-grensesnitt* inet6 *IPv6-adresse* prefixlen *prefikslengde*
  - route add -inet6 default *routerens-IPv6-adresse*
- Eksempel:
  - ifconfig em0 inet6 2001:700:1100:8001::1337 prefixlen 64
  - route add -inet6 default 2001:700:1100:8001::1
- Slike innstillingar lagres permanent i /etc/rc.conf:
  - ifconfig\_em0\_ipv6="inet6 2001:700:1100:8001::1337 prefixlen 64"
  - ipv6\_defaultrouter="2001:700:1100:8001::1"
- Aktivering av midlertidige adresser:
  - sysctl net.inet6.ip6.use\_tempaddr=1
  - sysctl net.inet6.ip6.prefer\_tempaddr=1
- Lagres vanligvis som to linjer i /etc/sysctl.conf:

# Konfigurasjon av IPv6

## OS-konfig

- \*BSD:
  - ifconfig *navn-på-grensesnitt* inet6 *IPv6-adresse* prefixlen *prefikslengde*
  - route add -inet6 default *routerens-IPv6-adresse*
- Eksempel:
  - ifconfig em0 inet6 2001:700:1100:8001::1337 prefixlen 64
  - route add -inet6 default 2001:700:1100:8001::1
- Slike innstillingar lagres permanent i /etc/rc.conf:
  - ifconfig\_em0\_ipv6="inet6 2001:700:1100:8001::1337 prefixlen 64"
  - ipv6\_defaultrouter="2001:700:1100:8001::1"
- Aktivering av midlertidige adresser:
  - sysctl net.inet6.ip6.use\_tempaddr=1
  - sysctl net.inet6.ip6.prefer\_tempaddr=1
- Lagres vanligvis som to linjer i /etc/sysctl.conf:
  - net.inet6.ip6.use\_tempaddr=1

# Konfigurasjon av IPv6

## OS-konfig

- \*BSD:
  - ifconfig *navn-på-grensesnitt* inet6 *IPv6-adresse* prefixlen *prefikslengde*
  - route add -inet6 default *routerens-IPv6-adresse*
- Eksempel:
  - ifconfig em0 inet6 2001:700:1100:8001::1337 prefixlen 64
  - route add -inet6 default 2001:700:1100:8001::1
- Slike innstillingar lagres permanent i /etc/rc.conf:
  - ifconfig\_em0\_ipv6="inet6 2001:700:1100:8001::1337 prefixlen 64"
  - ipv6\_defaultrouter="2001:700:1100:8001::1"
- Aktivering av midlertidige adresser:
  - sysctl net.inet6.ip6.use\_tempaddr=1
  - sysctl net.inet6.ip6.prefer\_tempaddr=1
- Lagres vanligvis som to linjer i /etc/sysctl.conf:
  - net.inet6.ip6.use\_tempaddr=1
  - net.inet6.ip6.prefer\_tempaddr=1

# Del XIII

## Noen RFC-er om IPv6



# Oversikt over del 13: Noen RFC-er om IPv6 I

## 65 Noen RFC-er om IPv6

# Noen RFC-er om IPv6

- IPv6-spesifikasjon: [RFC 2460](#), [RFC 5095](#), [RFC 5722](#), [RFC 5871](#), [RFC 6437](#), [RFC 6564](#), [RFC 6935](#) og [RFC 6946](#)
- ICMPv6: [RFC 4443](#) og [RFC 4884](#)
- Neighbor Discovery: [RFC 4861](#), [RFC 5942](#) og [RFC 6980](#)
- Krav til IPv6-noder: [RFC 6434](#)
- Path MTU: [RFC 1981](#)
- DHCPv6: [RFC 3315](#), [RFC 3319](#), [RFC 3633](#), [RFC 3646](#), [RFC 3736](#), [RFC 4361](#), [RFC 5494](#), [RFC 6221](#), [RFC 6422](#), [RFC 6644](#) og [RFC 7083](#)
- Overføring av IPv6-pakker over Ethernet: [RFC 2464](#) og [RFC 6085](#)
- Adressearkitektur: [RFC 4291](#), [RFC 5952](#) og [RFC 6052](#)
- Unicastadresser: [RFC 3587](#)
- ULA: [RFC 4193](#)

# Noen RFC-er om IPv6

- Autokonfigurering av adresser: [RFC 4862](#)
- Tilfeldig grensesnittidentifikator: [RFC 4941](#)
- Prefiks-baserte multicastadresser: [RFC 3306](#), [RFC 3956](#) og [RFC 4489](#)
- IPsec: [RFC 4301](#), [RFC 4302](#), [RFC 4303](#), [RFC 4304](#), [RFC 4307](#),  
[RFC 4308](#), [RFC 4309](#), [RFC 4312](#), [RFC 4835](#) og [RFC 5996](#)
- For programmerere av nettverksprogrammer: [RFC 3493](#), [RFC 3542](#) og [RFC 4038](#)
- Grunnleggende krav til IPv6-routere hos sluttbrukere (CER): [RFC 7084](#)

