



# Høgskolen i Østfold

## Løsningsforslag til EKSAMEN

Emnekode: <b>ITF20205</b>	Emne: <b>Datakommunikasjon</b>
Dato: <b>09. Des 2014</b>	Eksamenstid: kl. <b>9:00</b> til kl. <b>13:00</b>
Hjelpemidler: <ul style="list-style-type: none"><li>• 4 sider (A4) (2 ark) med egne notater.</li><li>• Kalkulator.</li><li>• Gruppebesvarelse, som blir delt ut til de som har levert innen tidsfristen</li></ul>	Faglærer:  Erling Strand
Eksamensoppgaven: Oppgavesettet består av totalt 5 sider, hvorav 4 sider med oppgaver, og 1 side med vedlegg. Kontroller at oppgaven er komplett før du begynner å besvare spørsmålene.  <i>Oppgavesettet består av 3 oppgaver. Alle spørsmålene teller likt.</i>	
Sensurdato: 10. Januar 2015 Karakterene er tilgjengelige for studenter på studentweb senest dagen etter oppgitt sensurfrist. Følg instruksjoner gitt på: <a href="http://www.hiof.no/index.php?ID=7027">http://www.hiof.no/index.php?ID=7027</a>	

**Alle svar må begrunnes**

## **Oppgave 1**

- a) *Hvordan er en MAC adresse bygd opp og hvilke typer MAC adresser kan finnes på et nettkort/host? Hvor må en MAC adresse brukes? Hvorfor må et nettkort/host ha en MAC adresse?*

MAC adressen kalles også "den fysiske adressen" eller "hardware adressen". Det er MAC adressen som en PC bruker for å bestemme om en datapakke skal tas imot. MAC adressen består av 48 bit, dvs 6 byte.

Det finnes flere typer MAC adresser.

- 1) Den individuelle, som er individuell for alle nettkort. Det finnes ingen nettkort som har samme MAC adresse. De første 24 bit bestemmer hvilken produsent det er. De neste 24 bit bestemmer produsenten selv. Denne type MAC adresse kalles også unicast (kun for dette nettkort) og er «globally unique»
- 2) En annen type MAC adresse kan programmeres på kortet. Den er «locally administrert».
- 3) Det finnes også en multicast MAC adresse, som også kan programmeres. Det er en MAC adresse som brukes når mange host i et nett skal ta imot datapakken.

Det er to bit i første byte som bestemmer hvilken type MAC adressen det er. En bit indikerer om det er en «globally unique» adresse eller «locally administrert» adresse. En annen bit indikerer om det er en unicast adresse

En MAC adresse virker på lag 2 i TCP/IP (eller OSI) modellen.

- b) *Hvordan er en IPv4 adresse bygd opp og hvilke typer IPv4 adresser finnes? Forklar også i hvilke tilfeller de forskjellige typer IPv4 adressene brukes? Hvorfor må man ha en IPv4 adresse?*

IPv4 adressen er totalt 32 bit lang, dvs 4 byte. Den er delt i en nettdel og hostdel. Nettmasken forteller hvor grensen mellom nettdelen og hostdelen går.

Hvert LAN har en egen IPv4 nettadresse. I en nettadresse er hostdelen lik 0. Så bare 0'ere i hostdelen av IPv4 adressen er en nettadresse. Alle host på et LAN har samme nettdel i sin IPv4 adresse. Det er bare hostdelen av adressen som er forskjellig for alle host på et LAN.

Det finnes også en broadcast- adresse. I den er hostdelen lik 1. Så bare 1'ere i hostdelen av IPv4 adresse er en broadcastadresse. En datapakke med broadcastadresse vil gå til alle på dette LAN.

IPv4 adresse virker på lag 3 i TCP/IP (eller OSI) modellen. IP adressene er herakisk oppbygd, slik at det er mulig å finne veien til en PC/host som er tilkoblet Internet. Det er kun en host på Internet som til enhver tid har denne IPv4 adressen.

Man kan også ta med seg disse deler, men det var ikke direkte krav eller tanker om det. Tar en student også med seg denne info, vil det telle positivt:

Det finnes også «private» IPv4 adresser. Det er adresser som ikke er synlig ut på Internet. Disse er på et «privat» LAN, som er innenfor en NAT. En NAT oversetter fra en «privat» IP-adresse til en adresse som er gyldig på Internet.

Det finnes også «multicast-adresser». En multicast adresse kan brukes av f.eks en streamingtjeneste, hvor mange skal ta imot den samme datastrømmen. Datastrømmen vil her bli fordelt av routerne på vei mot mottageren, slik at ikke kilden (streaming-tjeneren) må sette opp en forbindelse til alle mottagere.

- c) *Hva er hovedforskjellene mellom en IPv4 og IPv6 pakke? Ta utgangspunkt i hodet på de forskjellige (se vedlegg) og få også fram hvilke «forbedringer» IPv6 har i forhold til IPv4.*

Det er flere hovedforskjeller:

- 1) Adressfeltet er mye større i IPv6. Det er det 128 bit, mens i IPv4 er det 32 bit. Det er også flere adressetyper i IPv6. I tillegg til unicast adresse (en enkelt enhet), slik som også IPv4 har, har IPv6 anycast og multicast adresse. Anycast tas imot av den første, den nærmeste, av et sett host's som utgjør anycast adressen. En multicast adresse blir sendt til alle som er en del av multicast adressen. Det kan sammenlignes med broadcast adressen i IPv4.
- 2) IPv6 hodet har sløffet en del felt, som gjør at prosesseringen på info i IPv6 hodet går raskere. Header Checksum er fjernet, som gjør at lag3-utstyr slipper å foreta beregningen på header checksum. IPv6 har sløffet info om lengden på hodet, og muligheten av "option" i hodet. I stedet legger IPv6 opp til å bruke flere etterfølgende hoder. Denne metode gjør prosesseringen på et standardhode raskere.

- d) *Anta at du får følgende info etter en ping kommando:*

```
PING www.vg.no (195.88.54.16) 56(84) bytes of data.  
64 bytes from www.vg.no (195.88.54.16): icmp_req=1 ttl=248 time=2.12 ms  
64 bytes from www.vg.no (195.88.54.16): icmp_req=2 ttl=248 time=2.05 ms  
64 bytes from www.vg.no (195.88.54.16): icmp_req=3 ttl=248 time=2.00 ms  
64 bytes from www.vg.no (195.88.54.16): icmp_req=4 ttl=248 time=2.13 ms
```

```
--- www.vg.no ping statistics ---  
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 15074ms  
rtt min/avg/max/mdev = 2.002/2.078/2.135/0.077 ms
```

1) Hvor mange «hopp» (mellom routere) er det på forbindelsen til [www.vg.no](http://www.vg.no)?

TTL vil minke med 1 for hver router pakken går i gjennom. TTL begynner på 255. I første router blir den 254, osv helt til 248. Det blir 255-248= 7 routere og 7 hopp.

2) Anta at datahastigheten (den «fysiske») du har til [www.vg.no](http://www.vg.no) er på 100 Mbit/s. (Altså  $100 \cdot 10^6$  bit/s). Du skal bruke idle RQ overføring, med en pakkestørrelse på 1024 Byte. Hva blir den effektive datahastigheten på overføringen, - altså den hastigheten du som bruker opplever?

Må først regne ut effektiviteten U

I dataene ser vi at  $RTT = 2,078$  ms.

Antall bit i pakken er  $L = 1024$  [byte]  $\cdot 8$  [bit/byte] = 8192 [bit]

Bithastigheten  $R = 100$  [Mbit/s] =  $100 \cdot 10^6$  [bit/s]

$$U = \frac{t_{trans}}{RTT + t_{trans}} = \frac{L/R}{RTT + L/R} = \frac{8192 / 100 \cdot 10^6}{2,078 \cdot 10^{-3} + 8192 / 100 \cdot 10^6} = \frac{81,92}{2078 + 81,92} = \frac{81,92}{2160} = 37,9 \cdot 10^{-3}$$

Den effektive datahastigheten blir nå:  $100 \text{ Mbit/s} \cdot 37,9 \cdot 10^{-3} = \underline{\underline{3,8 \text{ Mbit/s}}}$

e) I IPv6 brukes ofte forkortede adresser. Skriv den hele adressen til den forkortede adressen 2307:f6d0:0:92a::ab43:d7c8

IPv6 adressen er 2307:f6d0:0:92a::ab43:d7c8 , skrevet på forkortet form. Vi ser at det er en plass hvor det er to kolon etter hverandre, slik :: . Her er det 0'ere som skal inn. Så mange som er nødvendig for å få en hel adresse. Det er også en plass hvor det står en 0'er. Her skal det inn med fire 0'ere. Da blir hele den 128 bit (16 byte) lange adressen:

**2307:f6d0:0000:092a:0000:0000:ab43:d7c8**

f) I Internett har man noe som kalles Autonomous System (AS). Hva er det og hvorfor har man laget det?

Autonomous System (AS) er en del av internet, som består av flere routere. Internet er delt opp i mange AS. Hver av disse AS indentifiseres med et nummer; AS<nr>. Routerne innen et AS utveksler info, bla. routinginfo seg i mellom via bestemte protokoller. En stor bedrift, eller institusjon, kan ha sitt eget AS<nr>.

Internet er delt inn i flere AS bla. fordi det er for mange routere i hele internet, til at alle kan utveksle info seg i mellom. Det er derfor hensiktsmessig å la et begrenset antall routere, som i et AS, utveksle info seg i mellom. Routerne som er "i kanten" på et slik AS, kalles en gateway router. Gateway routere kommuniserer med en tilsvarende gateway router i et annet AS. Den vanlige routing protokollen mellom AS er BGP.

Et AS kan i prinsippet velge hvilken routing algoritme, og dermed routing protokoll som skal brukes i sitt AS. Vanlige routing protokoller innen et AS er RIP eller OSPF.

## Oppgave 2

a) Hva er DHCP og hva brukes den til? Forklar også litt om virkemåten.

DHCP står for Dynamic Host Configuration Protocol, og den brukes for å dele ut IP-adresse til en maskin som forespør om en IP-adresse.

Det finnes en DHCP server som dekker et eller flere subnett. Denne har et sett med IP-adresser som den kan dele ut fra, til maskiner som forespør om en IP-adresse.

Et eksempel på DHCP:

En maskin som blir slått på, og som er satt til å forespørre en DHCP-server om sin IP-adresse, sender en DHCP DISCOVER pakke til DHCP-serveren. Når denne kommer fram til DHCP-serveren, returnerer den IP-adresse i en DHCP-OFFER pakke. Hvis maskinen som mottar denne, godtar dette nummer, sender den en DHCPREQUEST pakke tilbake til DHCP serveren. DHCP-serveren sender tilbake en DHCPACK pakke. Samtidig settes en timer i gang. Enhver maskin må ”oppdatere” sin IP-adresse jevnlig, ved å sende en melding til DHCP-serveren. Hvis DHCP-serveren ikke mottar en slik oppdatering innen timeren er gått ut, vil den frigjøre IP-adressen, som da kan deles ut til en annen maskin som forespør om en IP-adresse.

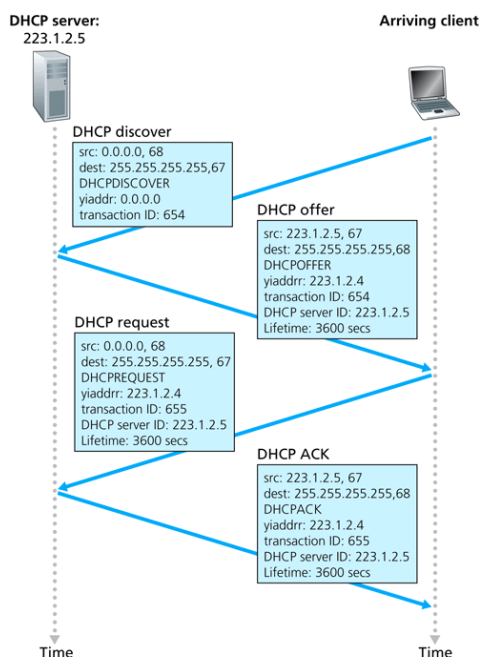


Figure 4.21 ♦ DHCP client-server interaction

b) *Hva er DNS og hva brukes det til? Forklar også litt om virkemåten.*

Datamaskinene må bruke IP adresse, som er et nummer, for å finne fram til en annen maskin, for eksempel en web-server eller mail-server. For oss mennesker er det mer naturlig å bruke et navn enn et nummer. DNS gjør at du kan skrive inn adressen som et "domain name", f.eks [www.hiof.no](http://www.hiof.no), og DNS finner da IP adressen til denne, som her er 158.39.162.29

DNS står for **Domain Name System**. DNS består av et hierarkisk system av navnetjenerer. En navnetjener inneholder noen opplysninger som er tilknyttet et maskinnavn på Internet. Primært er det IP-nummeret som PC'en (brukeren) forespør etter. Hvis den ikke kjenner IP-adressen, videresender den forespørselen til en root-navnetjener. Fra root-navnetjeneren vil den få svar om hvem som er domenets autoritative navnetjener. Den gjør deretter en forespørsel til den autoritative navnetjeneren, som eventuelt må spørre en annen navnetjener lenger ned i hierarkiet, før den svarer med informasjon om den aktuelle IP-adressen. Den lokale navnetjeneren svarer deretter den spørrende maskinen.

Den første navnetjeneren, som originalt sendte forespørselen, vil kopiere opplysningen om det maskinnavnet, og la den være hos seg i en viss tid (TTL), i tilfelle det blir en ny forespørsel. Etter at den tiden er gått ut, vil opplysningene om den maskinen bli slettet.

**Dette er supplerende opplysninger, som det egentlig ikke spørres etter. Dette trenger man da ikke ta med, men hvis det er tatt med vil det telle positivt:**

DNS kan også benyttes til host aliasing, mail server aliasing og lastdeling mellom flere web-servere.

*(Her er en oversikt over de mest brukte TYPE):*

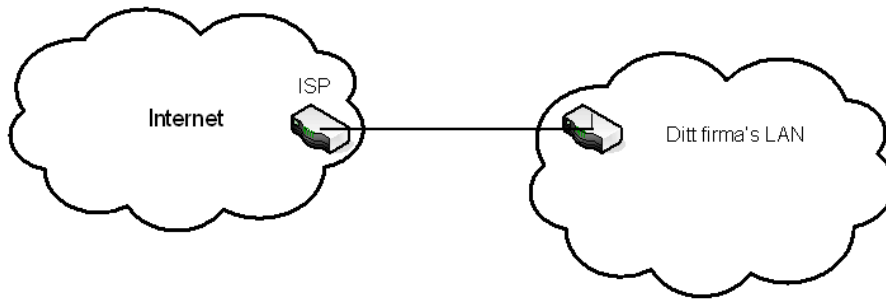
En DNS record i en navnetjener inneholder fire felt: NAME, VALUE, TYPE, TTL.

Dersom TYPE=A (Address) så er NAME=hostnavn og VALUE=ip-adressen (IPv4) for hostnavnet. Dersom TYPE=AAAA (Address) så er NAME=hostnavn og VALUE=ip-adressen (IPv6) for hostnavnet.

Dersom TYPE=NS (Name Server) så er NAME=domain, for eksempel hiof.no, mens VALUE er hostnavnet til en autoritativ DNS server som kan å få tak i ip-adressene til hosts i det domainet.

Dersom TYPE=CNAME (Canonical Name) så vil NAME være et alias navn mens VALUE er det virkelige hostnavnet. Dersom TYPE=MX (Mail eXchange) så vil NAME være et alias navn for mailserver mens VALUE er det virkelige hostnavnet til mailserveren.

*Anta at du har startet et firma, og ønsker å ha et eget datanett til det firmaet. I dette datanettet skal alle host være direkte tilknyttet Internet, via en ruter (uten NAT). Av en internet-leverandør (ISP) får du nettadressen, med maske: 85.16.34.00/23.*



c) *Hvor mange host kan du ha på dette nett?*

Antall host er gitt av antall bit i hostdelen. Her er det  $32-23=9$  bit. Det gir antall hosts:  $2^9-2=$  **510 host**.

Grunnen til at man trekker fra 2, er at ingen host kan ha samme adresse som nettadressen eller broadcast adressen.

d) *Hva blir broadcast-adressen på dette nett?*

Ser først på de to siste byte i nettadressen: Hostdelen er her markert med **fet skrift**

34.00 -> 00100010.**00000000**

Broadcastadressen har bare 1'ere i hostdelen. Det gir

35.255 -> 00100011.**11111111**

Broadcastadressen blir **85.16.35.255**

*Nå skal ditt firma utvide med en fem nye avdelinger. I begynnelsen ligger alle de seks avdelingene i samme hus. Du synes det er best å la disse avdelingene få hvert sitt datanett. Du må da dele ditt datanett i like store subnett.*

e) *Hva blir nettadressene til disse seks subnett, og hva blir nettmasken?*

Vi må her bruke 3 bit for å få 6 subnett, fordi  $2^3=8$ . Vi kunne her fått 8 subnett (med å bruke subnett 0 og all 1 subnett). Med 2 bit hadde vi fått  $2^2=4$ , som er for lite.

Med bruk av 3 bit får vi: *Kursiv* er subnett-delen. **Fet skrift** er hostdelen.

00100010.*00***000000** -> 85.16.34.00/26 (subnett zero)

00100010.*01***000000** -> 85.16.34.64/26

00100010.*10***000000** -> 85.16.34.128/26

00100010.*11***000000** -> 85.16.34.192/26

00100011.*00***000000** -> 85.16.35.00/26

00100011.*01***000000** -> 85.16.35.64/26

00100011.*10***000000** -> 85.16.35.128/26

00100011.*11***000000** -> 85.16.35.192/26 (all 1 subnett)

Kan i utgangspunktet velge fritt hvilke 6 nett vi bruker ut fra disse 8 subnett

Nettmasken blir /26 eller 255.255.255.192

f) *Hvor mange host kan det være på hvert av disse subnett?*

Antall host er gitt av antall bit i hostdelen. Her er det  $32-26=6$  bit. Det gir:

$$2^6-2=62 \text{ host}$$

g) *Hva blir laveste og høyeste IP-adresse på en host på et av disse subnett? (Du velger selv hvilket subnett du ønsker å angi det på)*

Laveste IP adresse er en over nettadressen, og høyeste IP adresse er en under broadcastadressen. Velger nett 85.16.34.64/26

00100010.01**000001** -> 85.16.34.65 : Laveste IP

00100010.01**111110** -> 85.16.34.126 : Høyeste IP

h) *Nå skal to av disse subnett flyttes til to andre byer. Du må da sette opp en punkt-til-punkt forbindelse til hvert av disse to subnett. Hvilke nettnummer og maske, vil du gi disse to punkt-til-punkt forbindelsene?*

Velger å ta nettadresser i ytterkant av adresseområdet, eller i alle fall fra de adressene som ikke er brukt til subnett. En punkt-til-punkt forbindelse har to host, en på hver side av forbindelsen. Vi må da bruke to bit til host, da  $2^2-2=2$ .

Det gir masken /30, eller 255.255.255.252

Tar (f.eks.) en adresse fra 00-siden en fra 11-siden. Det gir nettadressene: *Kursiv* er subnett-delen. **Fet skrift** er hostdelen.

00100010.00000**100** -> 85.16.34.04/30 Nettnummer til punkt-til-punkt nr.1

00100011.11111**100** -> 85.16.35.252/30 Nettnummer til punkt-til-punkt nr.2

i) *Nå skal bedriften lage fire nye kontorer, hvor det skal være plass til minst 12 PC'er. Disse fire nye kontorene skal også ha hver sin punkt-til-punkt forbindelse. Hvilke nettadresser, med maske, vil du gi til disse nett? Du skal bruke av de IP-adressene som er ledige etter de tidligere subnettingene.*

For å få plass til 12 stk PC'er må det være 4 bit i hostdelen av adressen, da  $2^4-2=14$ . Nå går det jo også en adresse bort til router, slik at da blir det plass til 13 host. Det vil være nok til 12 PC'er. Tar (f.eks.) 2 nettadresser fra 00-siden og 2 fra 11-siden.

00100010.000**10000** -> 85.16.34.16/28

00100010.00**100000** -> 85.16.34.32/28

00100011.111**00000** -> 85.16.35.224/28

00100011.11**010000** -> 85.16.35.208/28



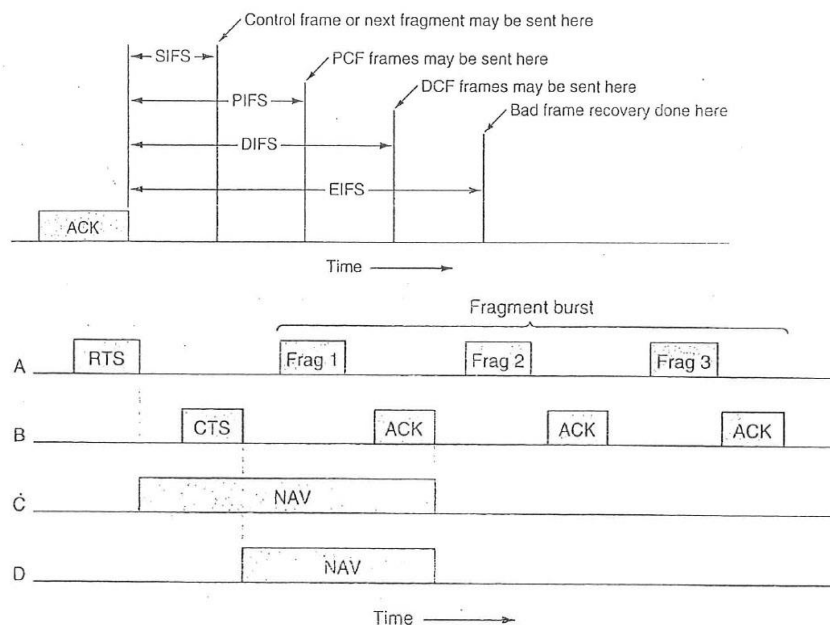
### Oppgave 3

a) *Forklar hvordan aksessmetoden CSMA/CA virker.*

Carrier Sense Multiple Access med Collision Avoidance virker slik: En stasjon som ønsker å sende, må først lytte, for å høre om det er noen aktivitet på kanalen. Hvis det er aktivitet, må den vente. Så fort aktiviteten er over, må den vente ytterligere DIFS tid før den starter sending. Hvis noen andre da har begynt å sende, må den fortsette å vente.

Når pakken er sent, venter den på ACK pakke fra mottager. Hvis den ikke kommer innen en viss tid, sender den pakken på nytt. Dette kan gjentas et visst antall ganger.

CSMA/CA kan også bruke RTS og CTS. Stasjonen som skal sende, sender da først en RTS pakke, hvor det er info om hvor lang tid sendingen vil pågå. Det er for at andre stasjoner ikke skal sende i denne perioden. Den mottagende stasjon svarer på RTS med en CTS pakke, med samme info om tid på sendingen. De stasjonene som kun hører mottager, vil dermed også ikke sende i den perioden. Når sende stasjonen har mottatt CTS, sender den datapakka



b) *Forklar bruksområdene for henholdsvis WiFi, WiMax, ZigBee og Bluetooth.*

WiFi er en trådløs utgave av et LAN (lokalnett). Det erstatter kabel mellom PC'er / host og servere / router, slik det er i et lokalnett.

WiMax var i utgangspunktet brukt for faste installasjoner, å knytte hus eller boligblokk til Internet. Det var tenkt brukt der avstanden var for stor til at en vanlig telefonkabel kunne brukes til Internet. Det kom i forbindelse med ADSL til

hjemmebrukere. ADSL brukte i utgangspunktet telefonkabel, men den kunne bare brukes var hvis avstanden ikke var for lang. Var den det, kunne WiMax brukes. Bakdelen med WiMax var at det måtte være fri sikt mellom sender og mottager. WiMax er nå også for mobile enheter, slik som f.eks en bil. Da kan man få bredbånd også i en bil. Denne er i sterk konkurranse med 4G mobilnett.

Bluetooth er en trådløs utgave av PAN (Personal Area Network). Dvs for å knytte enheter til din datamaskin. F.eks for å slippe å bruke kabel for å koble mus og tastatur til din PC. Bluetooth er laget for korte avstander og små datahastigheter.

ZigBee er for måling og styring. F.eks kan det brukes til å automatisere et hjem. Et ZigBee nett kan være stort. Opp til 65000 kan tilknyttes. Enheten er også små og strømsparende, slik at de kan bygges inn i enheter som f.eks. brukes i hus. Selv om avstanden mellom sender og mottager ikke kan være stort, kan nettet allikevel bli stort i utstrekning, da en enhet kan videresende data.

c) *Anta at du har et Bluetooth nett. Beskriv hvordan det er bygd opp, og virkemåten.*

Bluetooth har en master som styrer all kommunikasjon. Den spør suksessivt hver tilkoblet enhet (slave) om den har noe å sende. Maks aktive enheter (slaver) kan være 7. Nettet kan bestå av flere slaver, men det er maks 7 som kan være aktive samtidig. De andre må være i dvale. En slave som er i dvale kan «vekkes opp» av masteren. Et slikt bluetooth nett, med en master og noen slaver kalles et piconett. Det er mulig å utvide det nettet ved å la en slave bli en master i et annen piconett. Dette blir da et scatternett. Datahastigheten vil bli mindre for det andre piconettet, som er koblet til det første, fordi masteren her, som er en slave i det første, vil få anledning til å sende data kun når den blir spurt av den første masteren.

Bluetooth blir delt opp i klasser, etter hvor stor effekt (og rekkevidde) den skal dekke. Den kommer også i flere versjoner, avhengig av hastighet. Første versjon var på 1Mbit/s, dertter kom 3 Mbit/s, og nå helt opp til 24 Mbit/s.

d) *Du skal dimensjonere et fiberoptisk anlegg, med bruk av SM fiber. Senderen har en innkoblet effekt i fiberen på - 2,0 dBm. Fiberkabelen har en demping på 0,2 dB/km, og en dispersjon på 3,0 ps/(nm·km). Lyskilden (laseren) har en spektral båndbredde på 2,5 nm. Det er ingen skjøter, og ingen kontakter. Du kan regne med innkoblingstap ved mottageren på 1,0 dB. Hva blir maksimal fiberstrekning når mottageren har en følsomhet på - 45,0 dBm, og det skal sendes data med en (ukodet) bithastighet på 10 Gbit/s?*

Regner først på effekten:

Setter systemmarginen til 3,0 dB (mellom 3,0 og 7,0)

$$P_{\text{inn}} - P_{\text{fiber}} - P_{\text{innk}} - P_{\text{syst}} = P_{\text{m}}$$

$$-2,0 - x \cdot 0,2 - 1,0 - 3,0 = - 45,0$$

$$x \cdot 0,2 = 45,0 - 1,0 - 3,0 - 2,0 = 39,0$$

$$\underline{x = 195,0 \text{ km}}$$

Ved bruk av systemmargin på 7,0 dB blir det

$$-2,0 - x \cdot 0,2 - 1,0 - 7,0 = -45,0$$

$$x \cdot 0,2 = 45,0 - 1,0 - 7,0 - 2,0 = 35,0$$

$$x = 175,0 \text{ km}$$

Regner så på båndbredden:

Med en ukodet bithastighet på 10,0 Gbit/s, kreves det en båndbredde på 5,0 GHz.

Det gir en maks dispersjon på:  $\tau = 0,44 / (5,0 \cdot 10^9) = 88,0 \cdot 10^{-12} \text{ s}$

Den dispersjonen fås ved y km:

$$88 \cdot 10^{-12} = 3,0 \cdot y \cdot 2,5 \cdot 10^{-12}$$

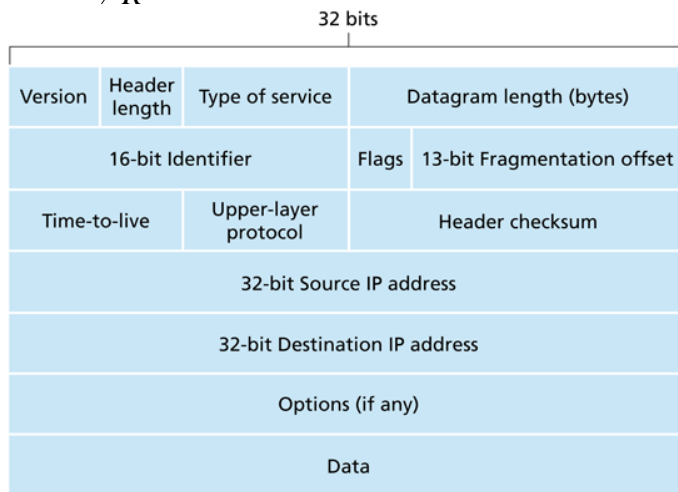
$$y = 88 \cdot 10^{-12} / 7,5 \cdot 10^{-12} = 11,7 \text{ km}$$

Maksimal fiberstrekning blir **11,7 km**

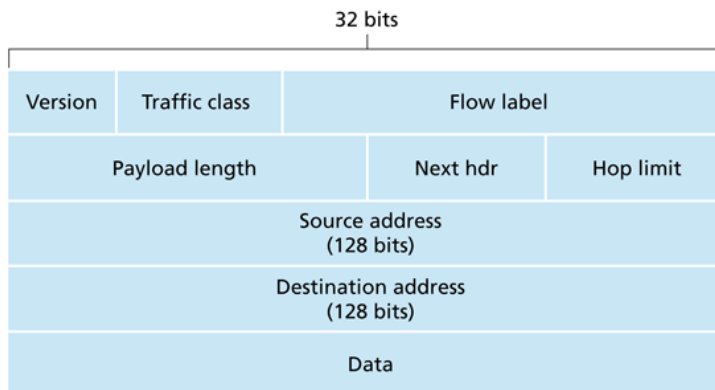
## VEDLEGG

$$B = \frac{0,44}{\tau}$$

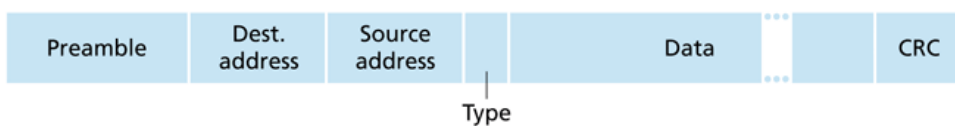
$$U = \frac{L/R}{RTT + L/R}$$



**Figure 4.13** ♦ IPv4 datagram format



**Figure 4.24** ♦ IPv6 datagram format



**Figure 5.22** ♦ Ethernet frame structure