



Kunnskap for en bedre verden

# IT Grunnkurs Nettverk



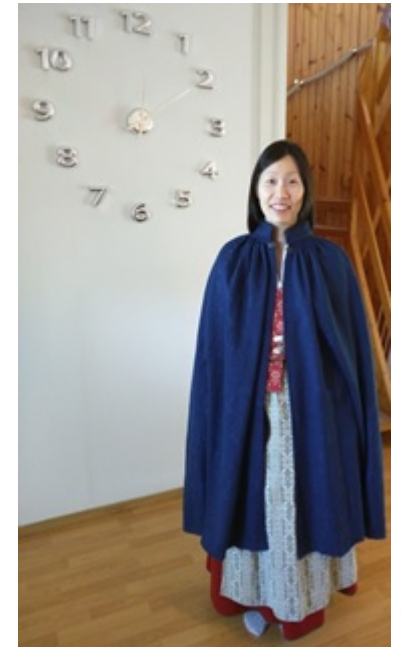
Foiler av Yngve Dahl og Rune Sætre

Del 1 og 3 presenteres av Rune, [satre@ntnu.no](mailto:satre@ntnu.no)

Del 2 og 4 presenteres av Yngve, [yngveda@ntnu.no](mailto:yngveda@ntnu.no)

# Først litt om meg

- Rune Sætre
- 50% Førstelektor ved Institutt for Datateknikk og Informasjonsvitenskap (IDI)
- Gift med Yuko fra Japan. Far til Ken
- Fallskjermhopping, fjellklatring, sykling, ...
- Kunstig intelligens, informasjonssystemer, helseinformatikk
  - <http://BussTUC.idi.ntnu.no>
  - <http://Fastlege.endors.no>
- HTV Tekna NTNU (50%)



Kunnskap for en bedre verden



# Nettverk Oversikt

- Del 1
  - 1. Introduksjon og oversikt
  - 2. Internett-trender
  - 8. Pålitelighet og kanalkoding
- Del 2
  - 13. LANs, pakker, rammer og topologier
  - 20. Nettverk: Konsepter, arkitektur og protokoller
  - 21. IP: Adressering på Internett
- Del 3
  - 25. TCP: Reliable Transport Service
  - 27. Nettverksytelse. QoS og DiffServ
- Del 4
  - 29. Nettverksikkerhet
  - 32. Internet of Things
  - Repetisjon



# Nettverk

- 1. Introduksjon og oversikt



# Læringspunkter

- Få en grunnleggende innsikt i hvordan nettverkskommunikasjon fungerer.
  - Pakkesvitsjing
  - Protokoller
  - TCP/IP
  - Meldingshoder

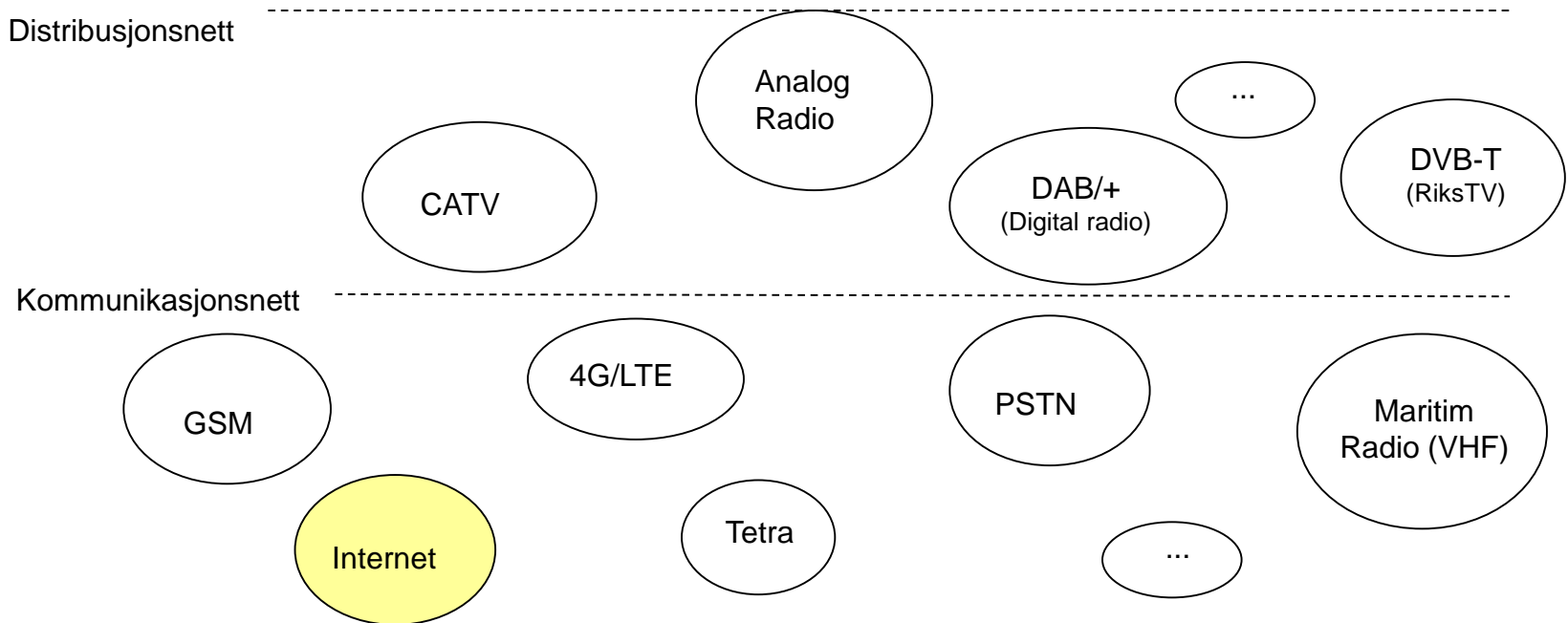
# 1.3 Nettverk: Fem sentrale aspekter

1. Nettverksapplikasjoner og – programmering
2. Datakommunikasjon
3. Pakkesvitsjing og nettverksteknologier
4. Internett og TCP/IP
5. Andre nettverkskonsepter og -teknologier



# 1.3.1 Nettverksapplikasjoner og -programmering

- Et underliggende nettverk som støtter alle applikasjoner gjør det enklere for programmereren
  - Ett grensesnitt
  - Ett sett med funksjoner





## 1.3.2 Datakommunikasjon

- Refererer til lavnivås mekanismer og teknologier som brukes for å sende informasjon over et kommunikasjonsmedium (Kabel, radiobølger, lys)
- Verden er i utgangspunktet «analog», i den forstand at de menneskelige sanser (f.eks. syn, hørsel) fungerer på denne måten



*Så hvorfor gå over til digitale nettverk ?*



Kapasitet

Kvalitet

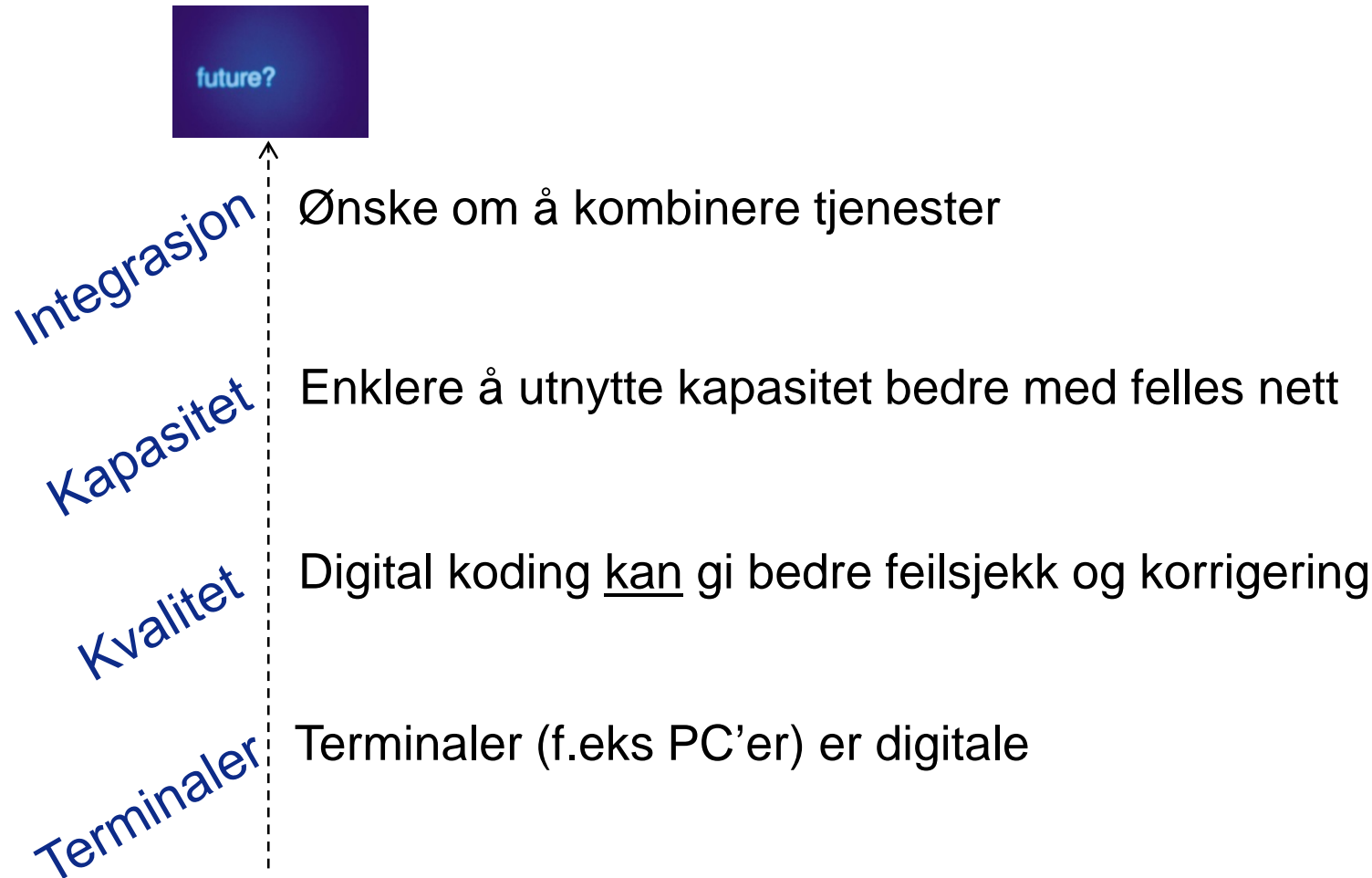
Terminaler

Integrasjon



# Analog/Digital

## Hvorfor digitalisere?



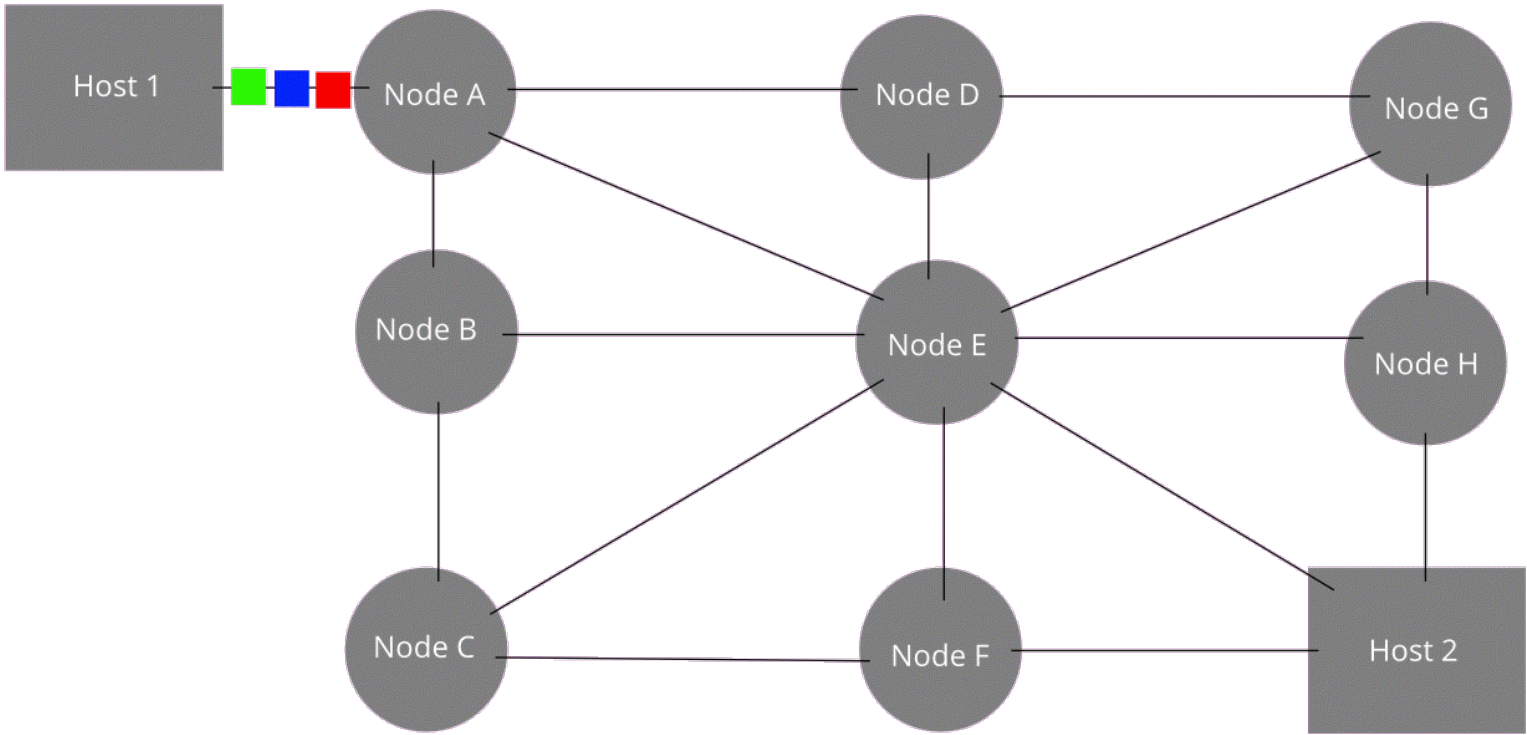
## 1.3.3 Pakkesvitsjing og nettverksteknologier

- Telekommunikasjon i gamle dager:
  - Fysiske kabler måtte sammenkoples for at to parter skulle kunne kommunisere.
  - Dedikerte linjer (linjesvitsjing)



# 1.3.3 Pakkesvitsjing og nettverksteknologier

The original message is Green, Blue, Red.

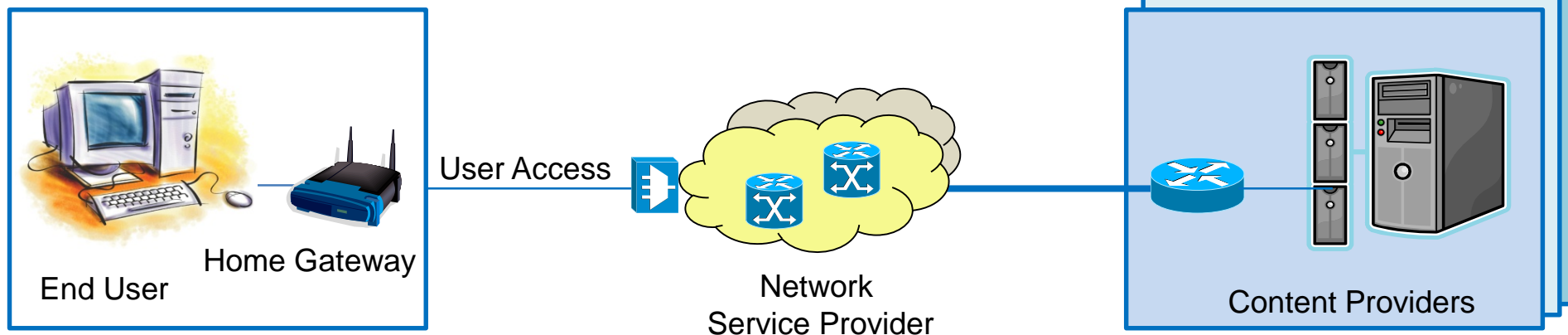


# Offentlige- og private nettverk

- Industrien skiller gjerne mellom offentlige og private nettverk.
- Offentlige nettverk: Nettjeneste som er tilgjengelige for abonnenter.
- Tilbys av en leverandør (service provider), f.eks. Telenor, mot betaling.
- Private nettverk: Kontrolleres av en bestemt gruppe. Bruk av nettverket er begrenset til denne.
- Kontroll betyr ikke nødvendigvis eierskap

# Private nettverk: Fire kategorier

- Consumer
- Small Office/Home Office (SOHO)
- Small-to-Medium Business (SMB)
- Large Enterprise



# Nettverk, interoperabilitet og standarder



Hva betyr dette?



Morsekode-maskin

# Nettverk, interoperabilitet og standarder

- Alle entiteter i en nettverk må være enige om hvordan informasjon skal representeres og kommuniseres.
- Hvordan kommunikasjonen skal foregå er spesifisert i en *protokoll*.
- En protokoll beskriver prosedyrer for
  - feilhåndtering
  - uventede hendelser (f.eks. Ingen respons fra mottaker).

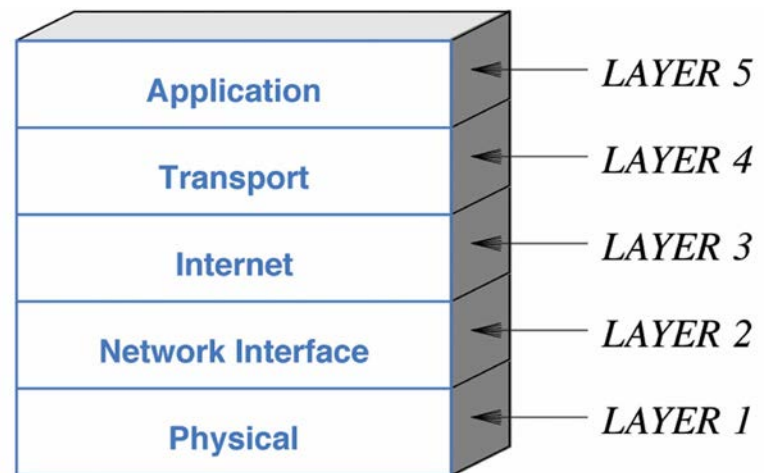


# Protokoller: familier og (lag)modeller

- En protokoll bør kun håndtere deler av kommunikasjonen som ikke håndteres av andre protokoller.
- Dette oppnås gjennom å:
  - Lage protokoller som komplette samarbeidende sett (engelsk: *suites*)
  - La hver protokoll i en *suite* (familie) håndterer ett aspekt av kommunikasjonen.
  - Designe en familie med protokoller slik at de kan arbeide sammen på en effektiv måte.

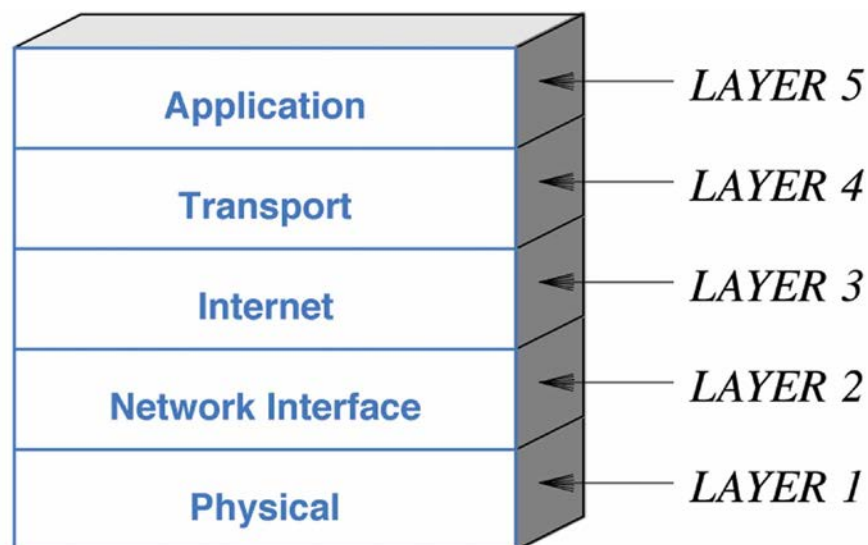
# 1.5 Nettverk, interoperabilitet og standarder

- Protokoller i en familie er organisert i *lag*.
- Den lag-baserte modellen (layering model) gjør det lettere å håndtere kompleksiteten i nettverkskommunikasjon.



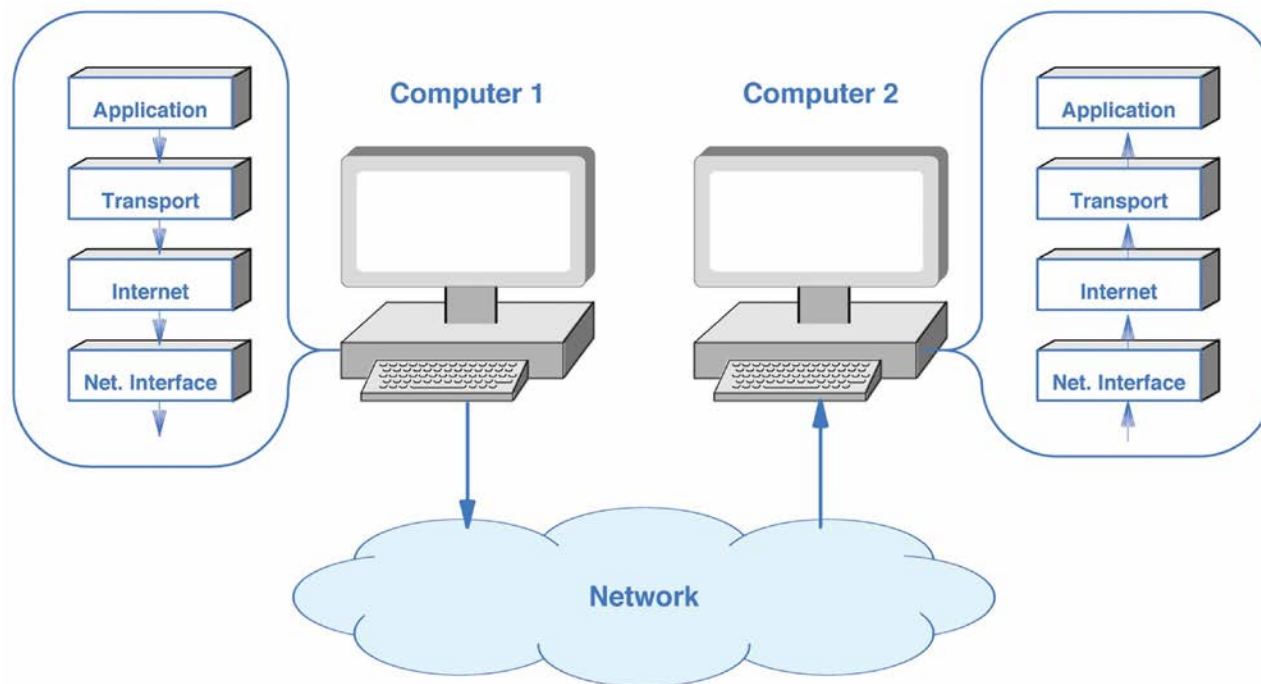
# 1.3.4 TCP/IP stabelen (stack)

- Applikasjon
  - WWW, Snapchat, YouTube
- Transport
  - TCP: ntnu.no, google.no
- Internett
  - IP: 129.241.103.4
- Nettverksgrensesnitt
  - MAC AB:CD:EF:12:34:56
- Fysisk lag
  - Spenning i kobber, radiofrekvens i luft, lys i rør, ...

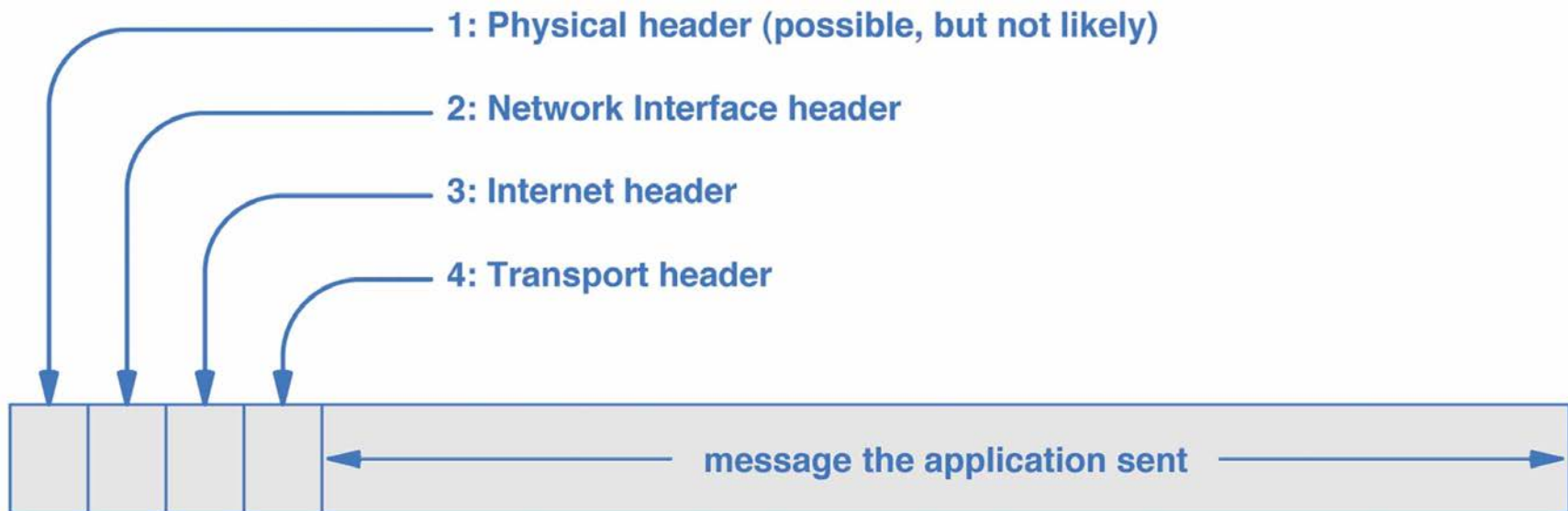


# 1.3.4 / 1.7 Hvordan data går gjennom lagene

- Output fra en protokoll i et lag er input til en protokoll i neste lag.
- Tilgrensende protokoller sender pekere til pakker seg i mellom → økt effektivitet.



# 1.8 Hoder (headers) og lag

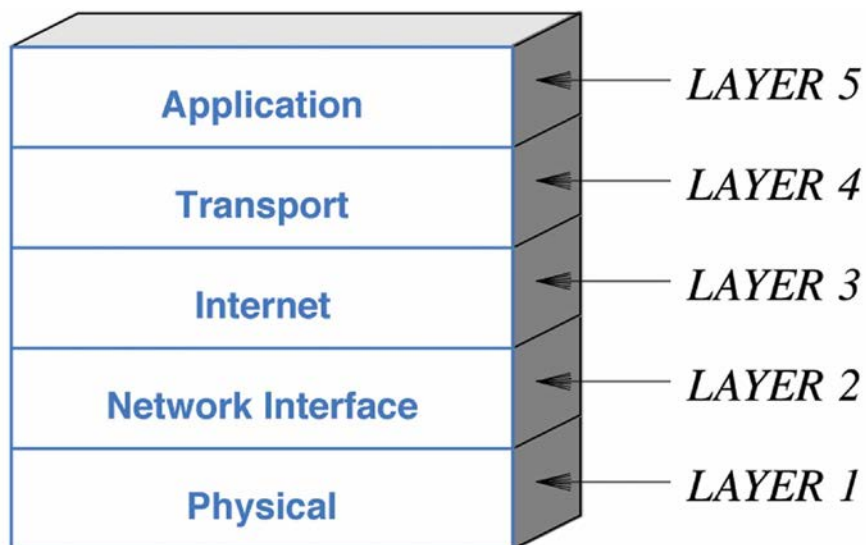


## 1.8 Hoder (headers) og lag

- Hvert lag i protokoll-stacken bidrar til at en melding kommer frem som forventet.
- Ettersom datapakker blir sendt gjennom lagene i protokoll-stacken legges det til *hoder* (ekstra informasjon)
- *Hodene* leses og fjernes av tilsvarende lag på mottakersiden (og underveis!)

# 1.9 OSI-referansemodellen

- OSI (Open Systems Interconnection) er en ISO-standard for lagdeling av kommunikasjonsprotokoller
- Har to lag i tillegg til de vi finner i TCP/IP-stacken.
  - Presentasjon                      LAYER 7
  - Sesjon                                LAYER 6





# Oppsummering Kap 1

- Internett består av mange teknologier og produkter.
- For at ulike nettverksnoder skal kunne snakke sammen trengs nettverksprotokoller som spesifiserer detaljer for hvordan kommunikasjonen skal foregå.
- For at protokoller skal kunne virke godt sammen lages de gjerne i sett (*suites*) hvor hvert lag har ansvar for et kommunikasjonsaspekt.
- Lagmodellen bidrar til å redusere kompleksiteten i nettverkskommunikasjon.
- TCP/IP protokollene som brukes i Internett har fem lag.

# Nettverk

- Kap 2. Internett-trender



# Internettrender

## FØR

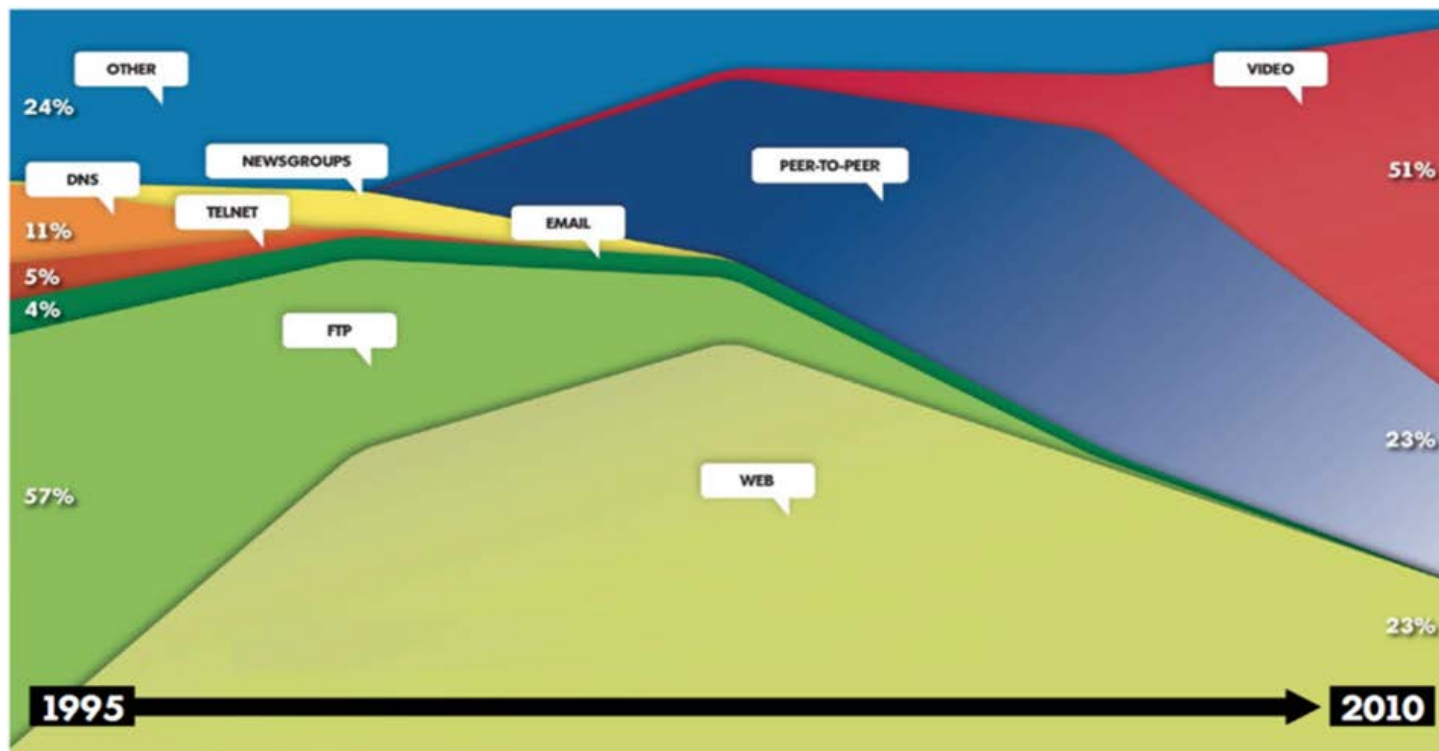
- Ressursdeling
- Tekst
- Analog telefon
- Analog TV
- Kablet aksess
- Sentraliserte tjenester
- Personlig datamaskin

## NÅ

- Kommunikasjon
- Multimedia
- Voice over IP (VoIP), 4G
- IP-basert TV
- Trådløs aksess (Wi-Fi)
- Distribuerte tjenester
- Skybaserte tjenester

# Teknologisk Utvikling

*Hva brukes nettverk til ?*

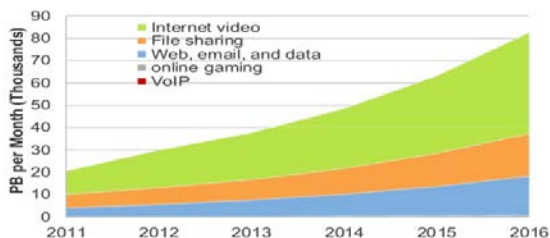


Source: Limelight Networks, Sept 2010 / Prosentvis andel av totalt trafikkvolum

RADVISION<sup>®</sup> | an Avaya company

Bandwidth

2000: Bredbånd kommer til Norge



Source: Cisco VNI Forecast and Methodology, 2011-2016

Det har vært en radikal endring i hva Internet brukes til.  
Hvordan har dette vært mulig ?

# Nye applikasjoner

- Sosiale medier
- Sensornettverk
- Høykvalitets telekonferansesystemer
- Bank og betalingsapplikasjoner

# Fra personlig datamaskin til *Cloud computing*

- En tjenestetilbyder (*cloud provider*) tilbyr nettbasert tjenester som f.eks. lagring i et *cloud data center*.
- En bruker eller en bedrift kan abonnere på tjenesten og dermed få tilgang til f.eks. datafiler uavhengig av aksessmedium (f.eks. PC, tablet, smarttelefon).
- Forenkler fildeling mellom ulike brukere.

# Nettverk

- Kap 8. Pålitelighet og kanalkoding





# Feilkilder i overføring av data

- Feil i dataoverføringer er uunngåelig.
- Feildetekterings-mekanismer er ressurskrevende.
- Kostnad kontra konsekvens av feil
  - Mht f.eks. pengetransaksjoner vil feildetektering gis prioritert.
  - Mht til f.eks. bildeoverføring vil feildetektering gis mindre prioritert.

# Feilkilder i overføring av data

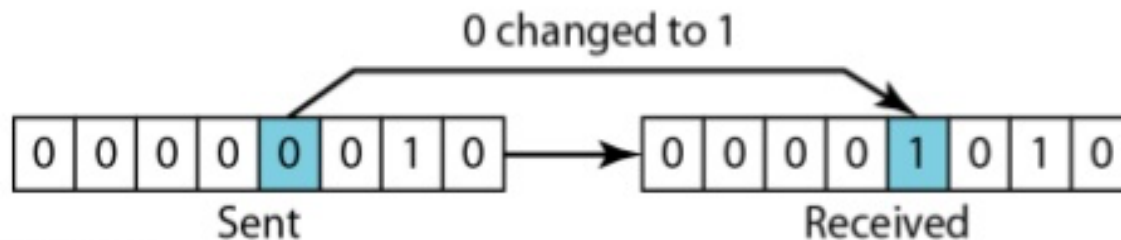
- *Interference* (forstyrrelse):  
Elektromagnetisk stråling kan forstyrre radiosignaler.
- *Distortion* (forvrenging):  
Signaler kan forvrenges f.eks. Av metallobjekter.
- *Attenuation* (svekking):  
Signaler svekkes over når de sendes over et medium.

# Effekten av feil i overføring av data

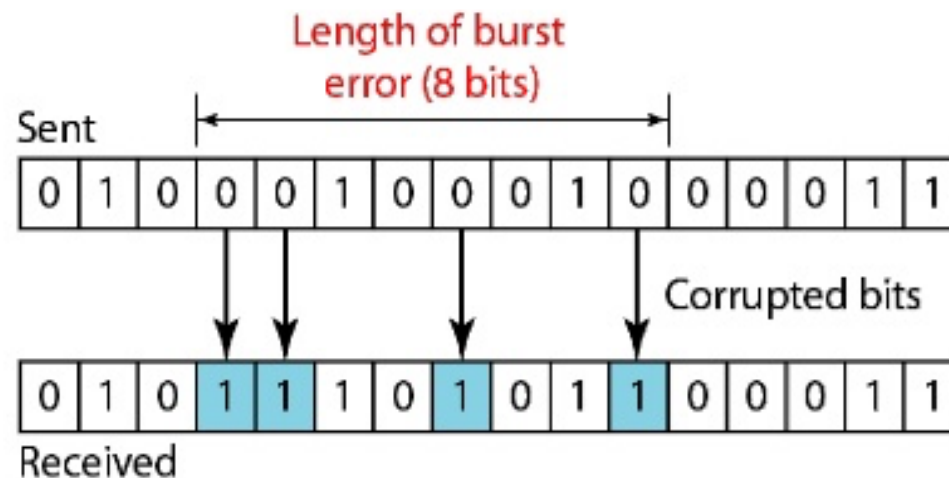
- Single Bit Error
  - En enkelt bit i en blokk med bits endres, mens øvrig bits forblir uendret.
- Burst Error
  - Flere bits i en blokk endres.
- Erasure (ambiguity)
  - Signalet som kommer frem hos mottaker er tvetydig (hverken logisk 1 eller logisk 0) pga. f.eks. forvrenging.

# Burst Error vs. Single Bit Error

- Single-bit errors



- Burst errors



# Strategier for håndtering av feil: Kanalkoding

- Forward Error Correction (FEC)
  - Legger til tilleggsinformasjon som lar mottaker verifisere at korrekt data har blitt mottatt og rette feil hvis mulig
- Automatic Repeat reQuest (ARQ)
  - Forutsetter samarbeid med avsender. Avsender og mottaker utveksler informasjon for å sikre at data blir overført korrekt.

# FEC-korrigeringsteknikker

- Block Error Codes:
  - Dataene som sende deles inn i blokker, med ekstra informasjon (redundancy) tilknyttet hver blokk.
- Convolutional Error Codes

# Eksempel på *Block Error Code: Single Parity Checking (SPC)*

- Sender legger til en ekstra (paritets-) bit (0 eller 1) til hver byte.
- Mottaker fjerner paritets-bit og sjekker om bits i mottatt byte er korrekt.
- Avsender og mottaker må enes om partalls-paritet eller oddetalls-paritet.
- Partalls-paritet: Paritetsbit settes til 0 dersom blokken har et likt antall 1-bits og 1 dersom blokken har oddetall.
- For oddetalls-paritet er det motsatt.

Original Data	Even Parity	Odd Parity
0 0 0 0 0 0 0 0	0	1
0 1 0 1 1 0 1 1	1	0
0 1 0 1 0 1 0 1	0	1
1 1 1 1 1 1 1 1	0	1
1 0 0 0 0 0 0 0	1	0
0 1 0 0 1 0 0 1	1	0



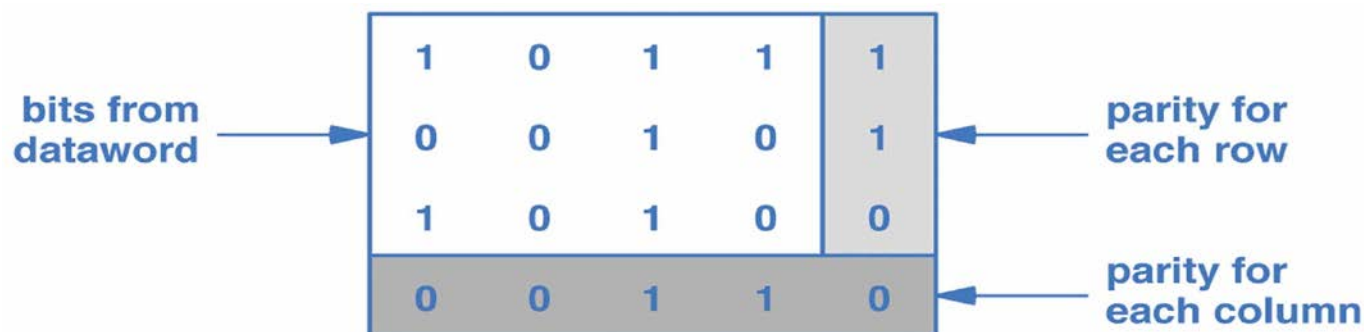
# Eksempel på *Block Error Code: Single Parity Checking (SPC)*

- SPC sjekker om én av de ni overførte bits (inkludert paritetsbit) har endret seg for å avgjøre om mottatt byte er korrekt.
- SPC kan kun avdekke feil i tilfeller hvor et odd antall bits har endret seg.
- SPC avdekker ikke hvilken bit som er feil (kan ikke korrigere).

Original Data	Even Parity	Odd Parity
0 0 0 0 0 0 0 0	0	1
0 1 0 1 1 0 1 1	1	0
0 1 0 1 0 1 0 1	0	1
1 1 1 1 1 1 1 1	0	1
1 0 0 0 0 0 0 0	1	0
0 1 0 0 1 0 0 1	1	0

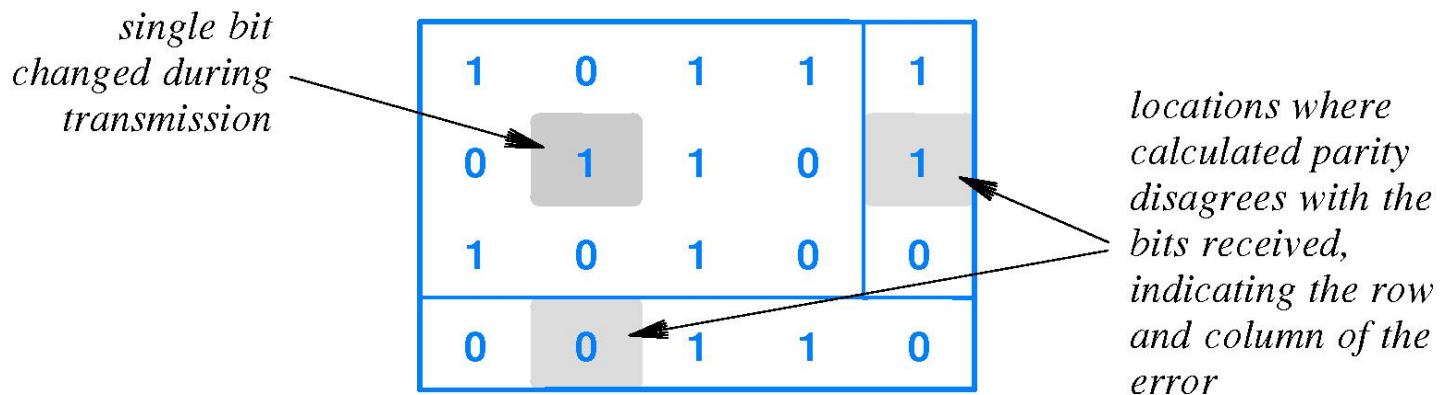
# Row and Column (RAC) parity

- RAC can detect and correct (single-bit) errors.
- Receiver organizes received data as a table, with parity bits for each row and column.



# Row and Column (RAC) parity

- Bit-feil forårsaker feil to paritetssjekker, som igjen identifiserer hvor i tabellen feilen ligger.
- RAC kan korrigere single-bit feil.
- RAC kan avdekke multi-bit feil i tilfeller hvor et odd antall bits er endret.



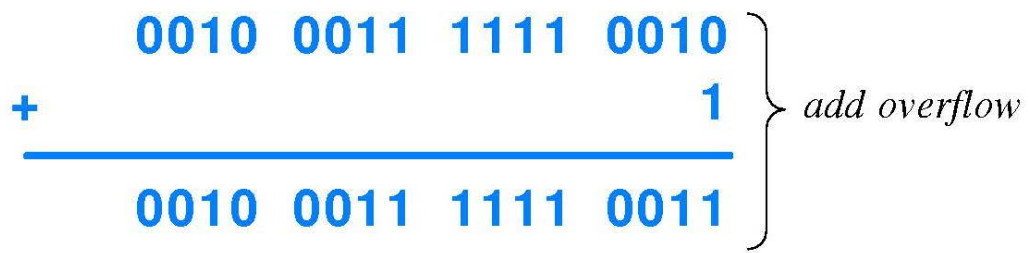
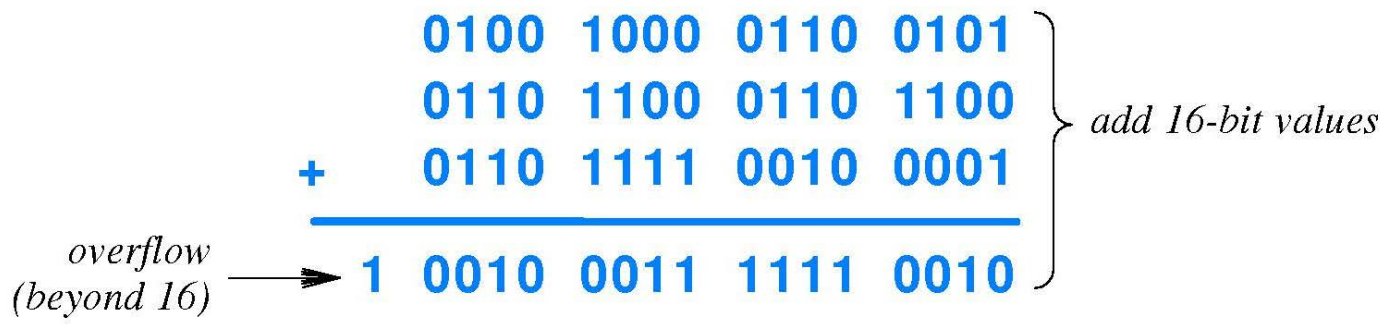
# Internett-sjekksum

- Deler data inn i 16-bits enheter. Legger til 0-er til slutt for å fylle opp siste enhet ved behov. RAC kan korrigere sin



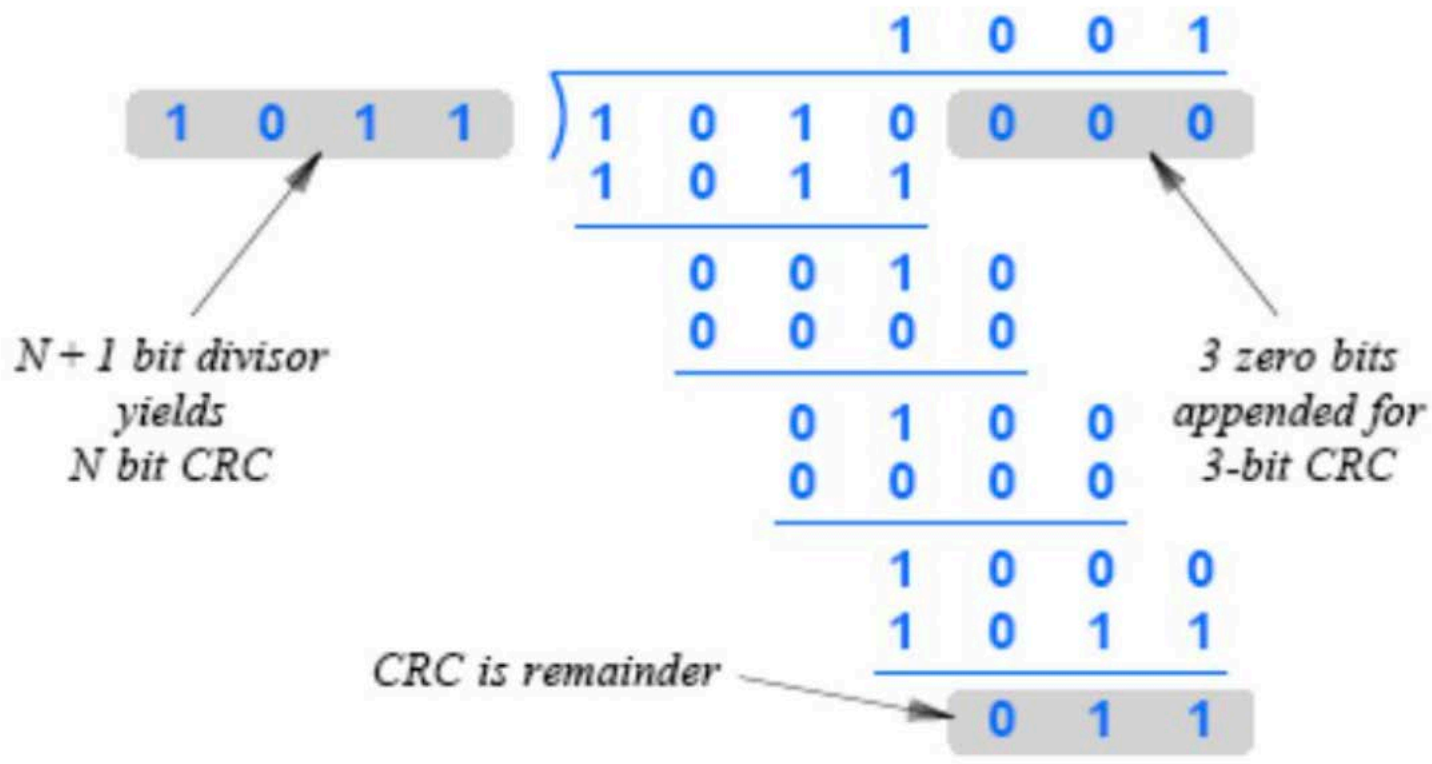
# Internett-sjekksum

- XXX



1101 1100 0000 1100 *invert result*

# Cyclic Redundancy Codes (CRCs)



# Oppsummering

- Forstyrrelser, forvrengning og svekkelse av signal kan forårsake feil i dataoverføring.
- Feil kan medføre *single-bit errors*, *burst errors*, eller *erasures*.
- *Forward error correction* og *Automatic repeat request* er teknikker som har til hensikt å avdekke og rette feil.

# Nettverk Oversikt

- Del 1
  - 1. Introduksjon og oversikt
  - 2. Internett-trender
  - 8. Pålitelighet og kanalkoding
- Del 2
  - 13. LANs, pakker, rammer og topologier
  - 20. Nettverk: Konsepter, arkitektur og protokoller
  - 21. IP: Adressering på Internett
- Del 3
  - 25. TCP: Reliable Transport Service
  - 27. Nettverksytelse. QoS og DiffServ
- Del 4
  - 29. Nettverksikkerhet
  - 32. Internet of Things
  - Repetisjon

