



NTNU

Kunnskap for en bedre verden

IT Grunnkurs

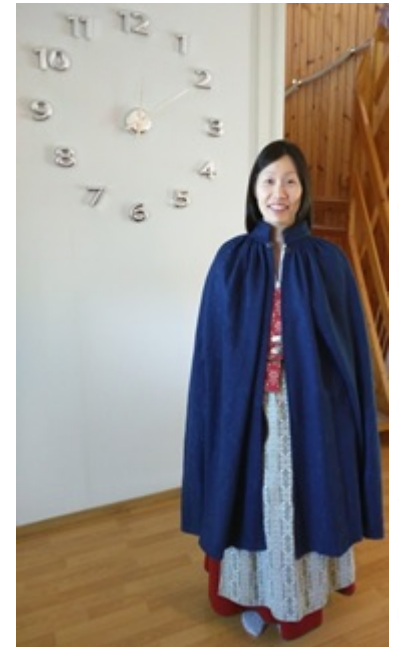
Nettverk

Foiler av Bjørn J. Villa, PhD, bv@item.ntnu.no

Presentert av Rune Sætre, Førstelektor, satre@ntnu.no

Litt om meg selv

- Rune Sætre
- 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>



Kunnskap for en bedre verden



Innhold

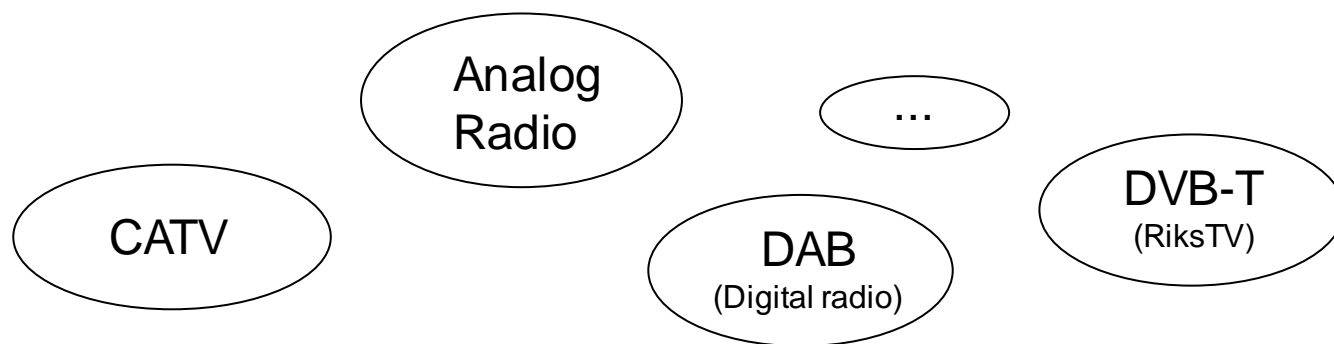
- Del 1
 - **Motivasjon**, Analog/Digital
 - Meldingskomponenter, Feildeteksjon
 - Teknologisk utvikling
- Del 2
 - Internet arkitektur
 - Aksessteknologier
 - IP protokollen
- Del 3
 - Krav til nett
 - Sikkerhet
 - Sikker kommunikasjon



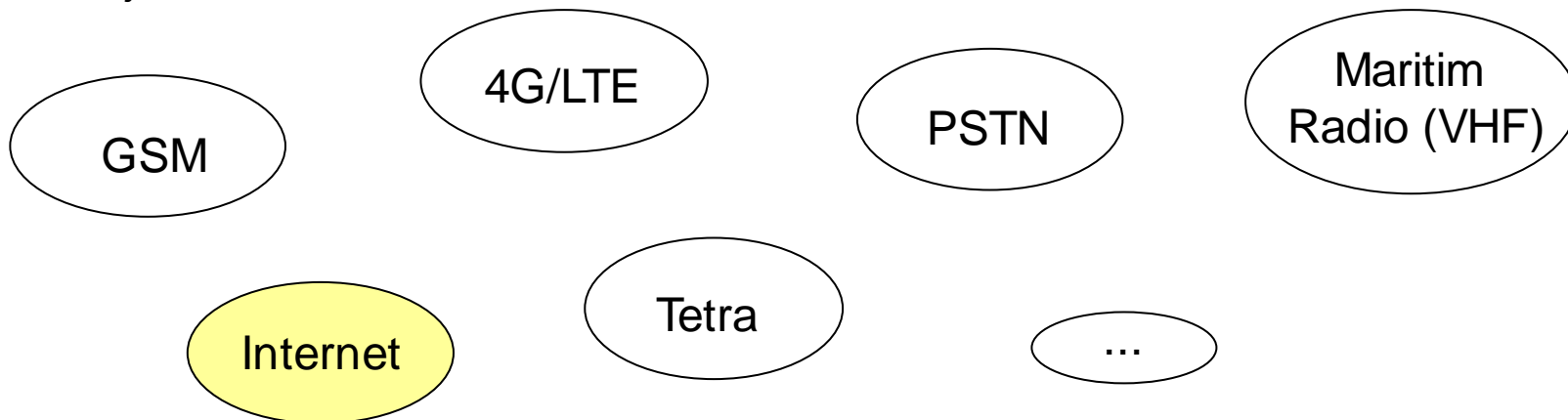
Motivasjon

Er det bare Internet som finnes ?

Distribusjonsnett



Kommunikasjonsnett



Motivasjon

Internet er selvsagt et viktig nettverk

Cisco Systems conducted a survey in 14 different countries.

Approx. 3000 people completed an online survey during May and June, 2011.

Participants were College Students (age 18–24) and Employees (age 21–29)

... about 40% of the students **prefer Internet rather than meeting friends....**

...more than 50% indicate they **could not live** without the Internet...

...about 50% say that Internet is almost as **important as food...**

...Internet **more important than owning a car....**

How important is it to you? Would you like to know more about it?



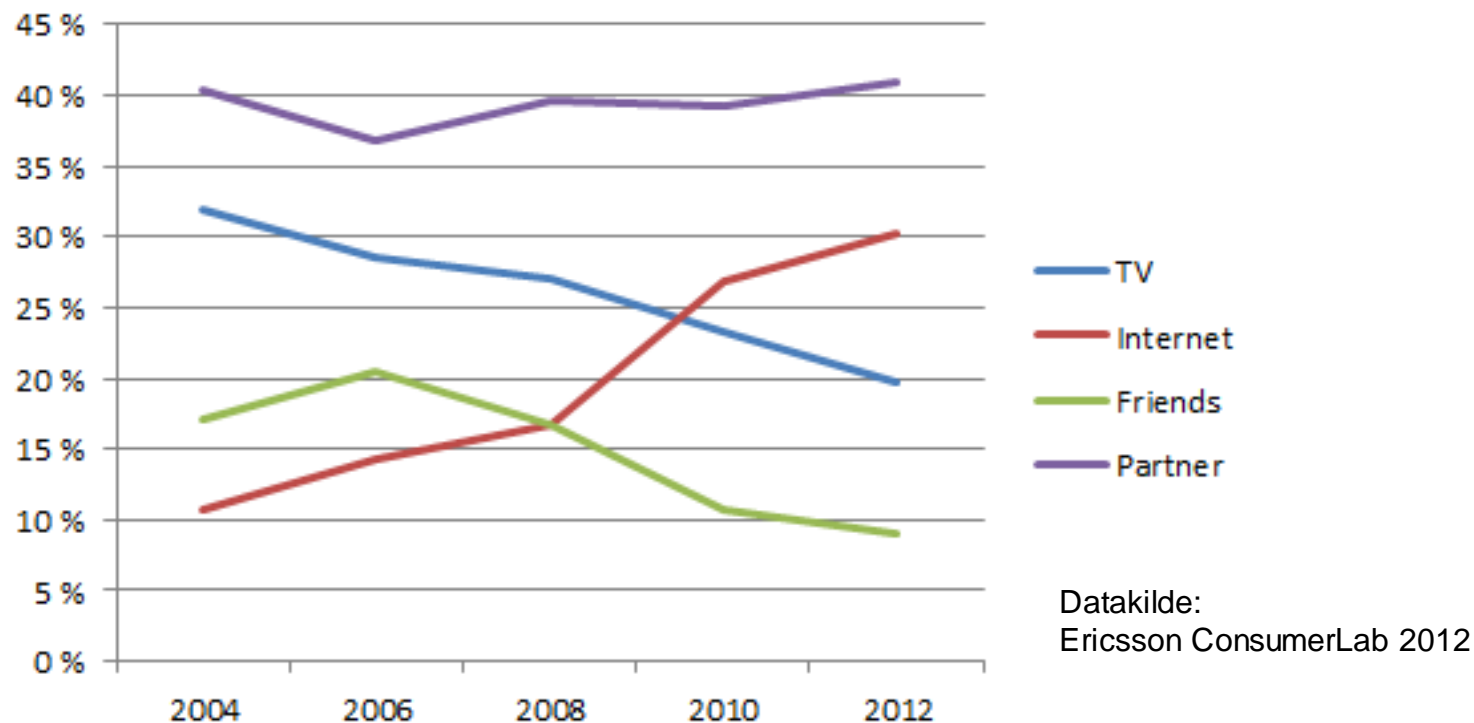
September 21, 2011



<http://www.cisco.com/en/US/solutions/ns341/ns525/ns537/ns705/ns1120/CCWTR-Chapter1-Report.pdf>

Motivasjon

Internet påvirker oss i hverdagen



Prosentvis andel av tid brukt på hhv TV, Internet, venner og partner

Motivasjon

Er det noen ulemper ?



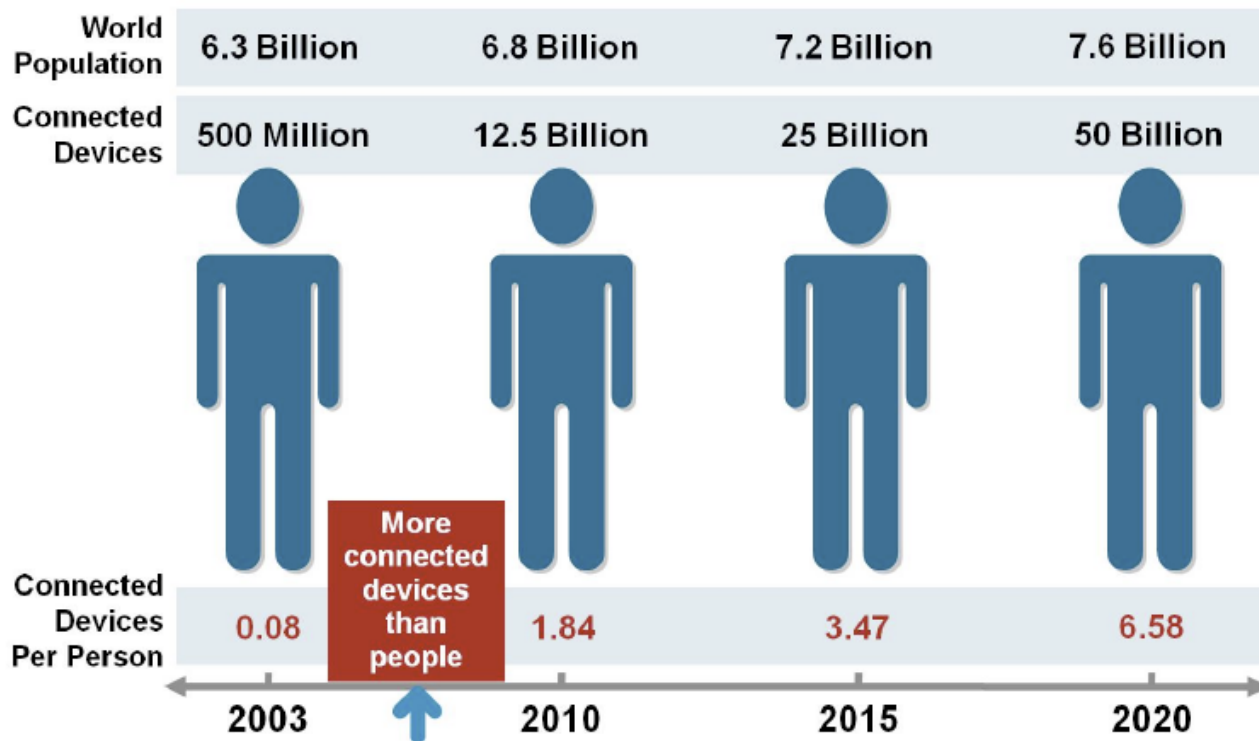
Leserinnlegg:

«Jeg har ett problem. **Jeg er avhengig av internett.** I løpet av en dag på jobben jobber jeg kanskje en halvtime, og resten av tiden bruker jeg på å surfe på nettet, chatte på irc (internet relay chat), og jeg sjekker mailen min minst hvert 5 minutt. Jeg har prøvd å slutte, men klarer det ikke mer enn 3-4 timer av gangen. Jeg har også en stilling som gir meg muligheten til gjøre dette uten å bli oppdaget, men unskyldningene for ikke-ferdig arbeid begynner å bli tynnere og tynnere. Og **jeg føler meg også ubrukelig og skitten.** Hva skal jeg gjøre?»

Mann, 19 år

Motivasjon

Er det bare mennesker som kommuniserer via nettverk ?



Source: Cisco IBSG, April 2011

I 2008 passerte vi et viktig punkt i historien ved at man da fikk mer «connected devices» enn antall mennesker i hele verden. Markerte starten på «The Internet of things»

Innhold

- Del 1
 - Motivasjon, Analog/Digital
 - Meldingskomponenter, Feildeteksjon
 - Teknologisk utvikling
- Del 2
 - Internet arkitektur
 - Aksessteknologier
 - IP protokollen
- Del 3
 - Krav til nett
 - Sikkerhet
 - Sikker kommunikasjon



Analog/Digital

Overgang fra analoge til digitale nettverk

- 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

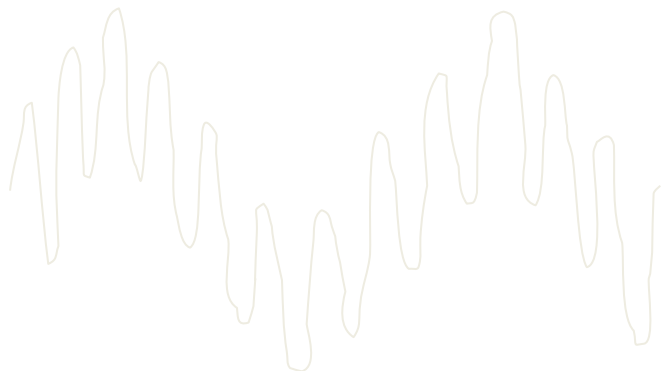
Kvalitet

Terminaler

Integrasjon

Analog/Digital

Hva er analogt og hva er digitalt format ?

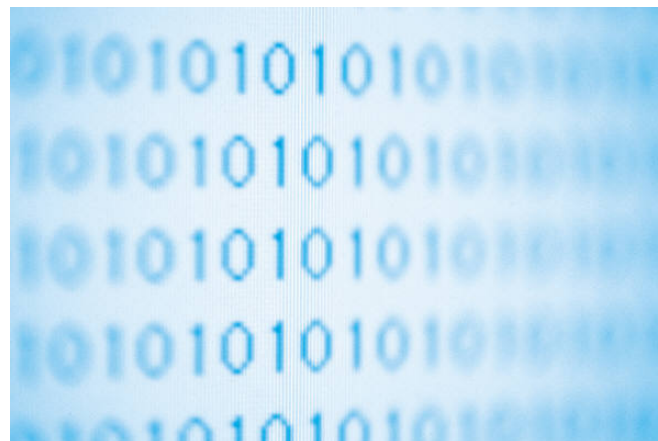


Definisjon på analogt signal:

Et kontinuerlig signal hvor en variabel egenskap (f.eks amplitude eller frekvens) representerer informasjonen som overføres

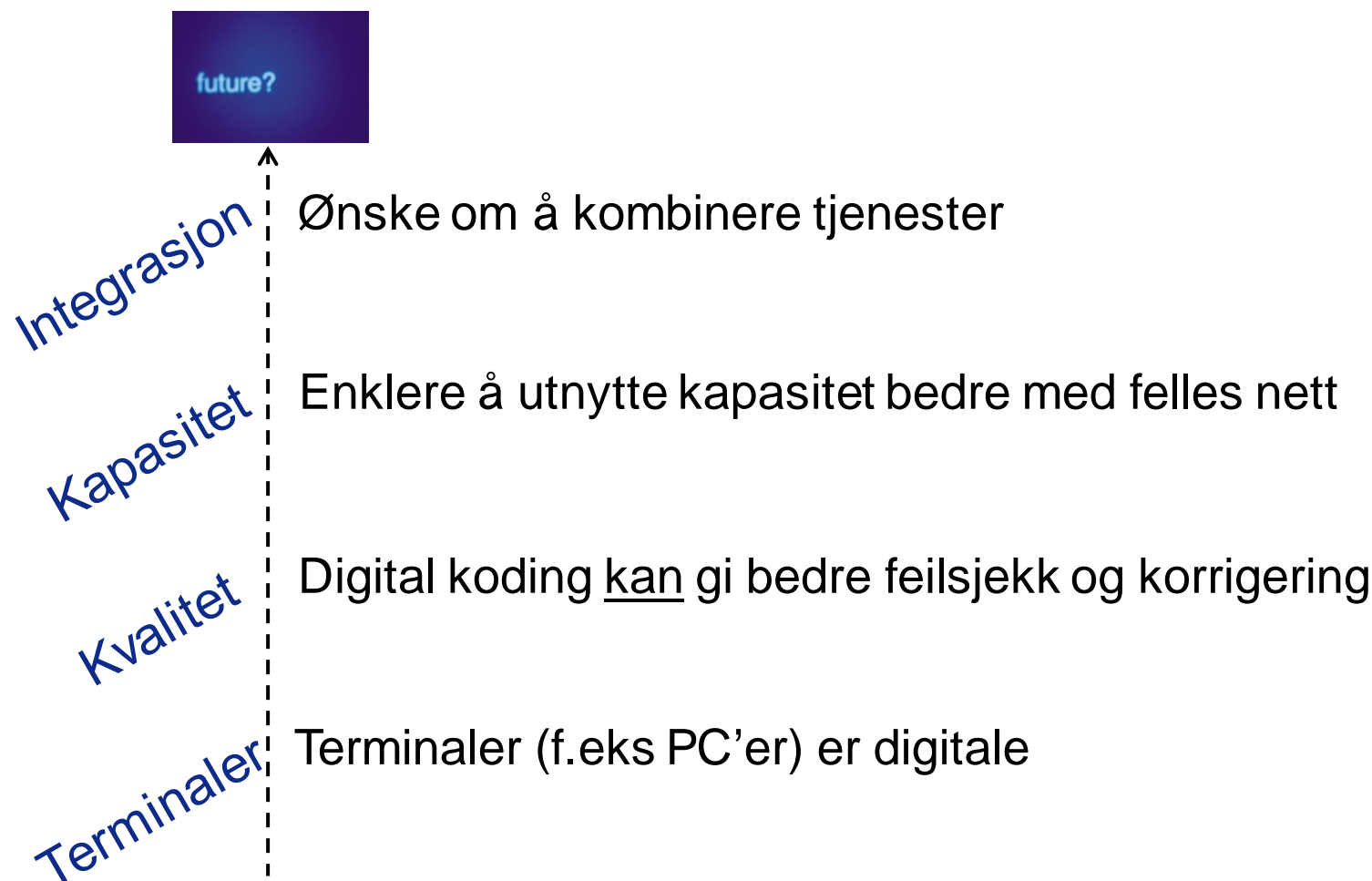
Definisjon på digitalt signal:

Et diskontinuerlig signal hvor den variable egenskap er gitt av en diskret funksjon, som gir verdier fra et definert og begrenset område (range)



Analog/Digital

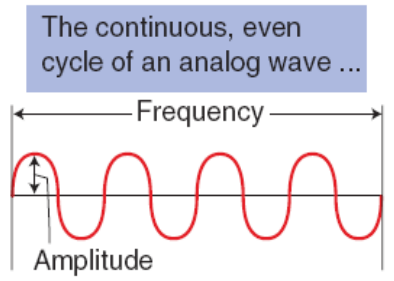
Hvorfor digitalisere?



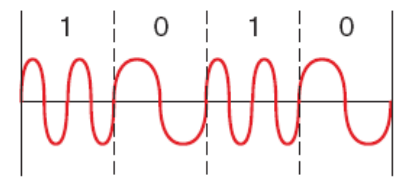
Analog/Digital

Digitalt «bæres» av noe

«Bærebølge»

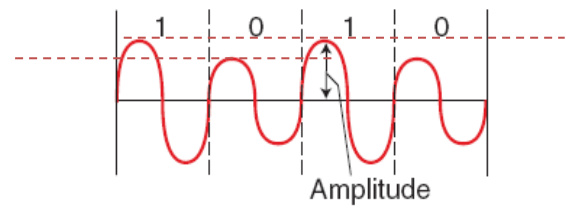


... is converted to digital form through *frequency modulation*—the frequency of the cycle increases to represent a 1 and stays the same to represent a 0.



«Bærebølge m/digital info i frekvens»

... or is converted to digital form through *amplitude modulation*—the height of the wave is increased to represent a 1 and stays the same to represent a 0.



«Bærebølge m/digital info i amplitude»

Hvordan et digital signal overføres avhenger av det aktuelle fysiske medium, men i noen tilfeller så brukes en analog bærebølge som illustrert her

Innhold

- Del 1
 - Motivasjon, Analog/Digital
 - **Meldingskomponenter**, Feildeteksjon
 - Teknologisk utvikling
- Del 2
 - Internet arkitektur
 - Aksessteknologier
 - IP protokollen
- Del 3
 - Krav til nett
 - Sikkerhet
 - Sikker kommunikasjon



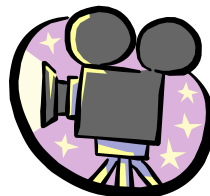
Meldingskomponenter

Hva er en «melding» ?

- Alt som kan representeres

digitalt (0/1)

- tekst
- lyd
- bilde
- video
- Datafiler
- ...



"Siste buss
frå Samfunnet
kl 21.30"



«noe» som
er generert
av en appl.
eller tjeneste



```
...01000110111
  00100111010
  11100010001...
```

Meldingskomponenter

Bits and Bytes

01000100

01110010

01100001

Minste informasjonsmengde
kaller vi en **bit** (binary digit):
bit = 0 eller 1

En sekvens av bit kaller vi en
bitstrøm: ... 00010111001 ...

1 bit

1 Byte = 8 bits
(også kalt oktett)

1 kb = 2^{10} bits = 1 024 bits = ca 1 000 bits

1 Mb = 2^{20} bits = 1 048 576 bits = ca 1 000 000 bits

1 kB = 2^{10} Bytes = ...

1 MB = 2^{20} Bytes = ...

NB: Overføringskapasitet: **bit pr sekund**

Lagring av data: **Byte**

Meldingskomponenter

Format

Er dette starten på «mine» data ?

Er det Most-Significant-Bit som kommer først ?

Hvordan oversette binært «ord» til verdi ?



Hva er ordlengden ?

Meldingskomponenter

Tekst

- Mange måter for binær koding av tekst
- Morse brukt sidan 1800-talet
- ASCII mest brukt i dag
 - The **A**merican **S**tandard **C**ode for **I**nformation **I**nterchange
 - 128 teikn: latinske bokstaver, 0-9, ,(.)+ ..., tabulator, linjeskift, ...
 - Utvida ASCII: 256 teikn

| | Morse | desimal | ASCII binær |
|----------|-------|---------|-----------------|
| D | -.. | 68 | 01000100 |
| r | .-. | 114 | 01110010 |
| a | .- | 97 | 01100001 |
| g | --. | 103 | 01100111 |
| v | | 118 | 01110110 |
| o | --- | 111 | 01101111 |
| l | .-.. | 108 | 01101100 |
| l | .-.. | 108 | 01101100 |

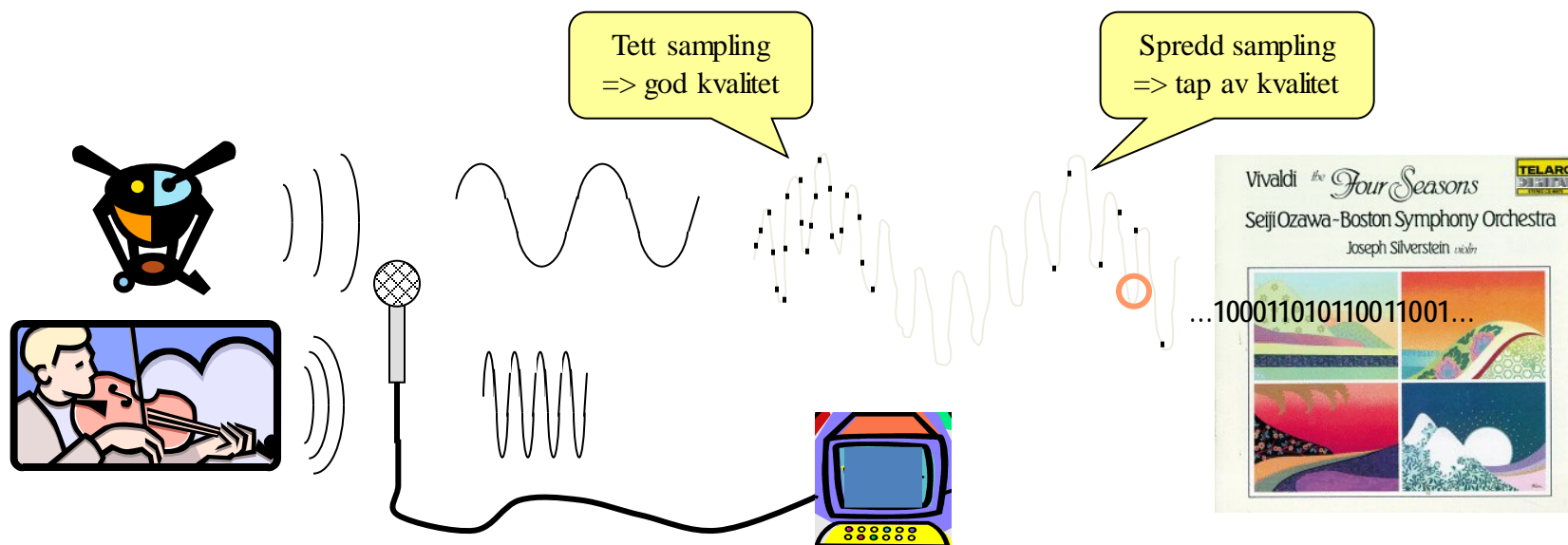
... 01100001 01100111 01110110 ...

a g v

Meldingskomponenter

Lyd

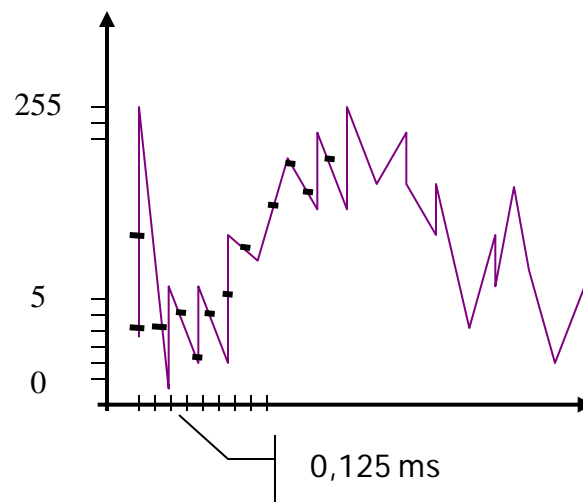
- Lyd er trykkbølger i luft (eller anna medium) som kan oppfattes av menneskelig øre
- Omdanna til elektronisk format i mikrofon -> spenningsvariasjon i kabel
- Omdanna til numerisk format ved sampling (periodiske "stikkprøver" av signalintensitet) => litt tap av informasjon
- Digitalt ved lagring på filformat
- Nyquist samplingsteorem (hva er det ? Google it...)



Meldingskomponenter

Lyd

- **Telefoni:**
 - 0,125 ms mellom kvart lydsampel
=> 8000 "lydprøver" pr sek
 - Kvar lydprøve kan bruke 8 bit til lagring => verdiskala med 256 verdier
 - Overføringskapasitet: **64kb/sek**
- **GSM**
 - Komplisert metode
 - Prinsipp: Tale har langsomme variasjonar => kan ta færre lydprøver og prediktere verdier
 - Overføringskapasitet: **13kb/sek**



Innhold

- Del 1
 - Motivasjon, Analog/Digital
 - Meldingskomponenter, **Feildeteksjon**
 - Teknologisk utvikling
- Del 2
 - Internet arkitektur
 - Aksessteknologier
 - IP protokollen
- Del 3
 - Krav til nett
 - Sikkerhet
 - Sikker kommunikasjon



Meldingskomponenter

Feildeteksjon i digitale signaler

ASCII representasjon for bokstavene: **F** er 1000110
G er 1000111



Digitale signaler er i utgangspunktet svært sårbare for «støy» som kan gi bitfeil i det som overføres. En stor forskjell fra rent analoge signaler hvor dette kan oppleves mer som en forvrengning men allikevel forstålig

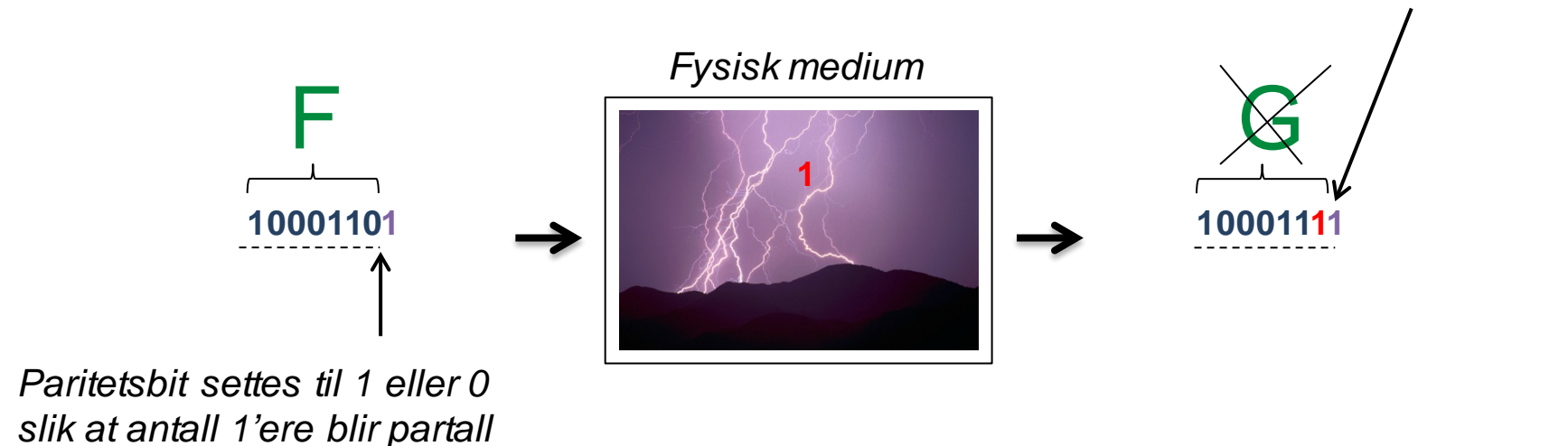
Hvordan håndteres dette ?

Meldingskomponenter

Feildeteksjon i digitale signaler

Kan implementeres på flere måter, med varierende «styrke»:

- Paritet
- Enkel sjekksum
- Syklisk sjekksum (CRC)
- HASH functions



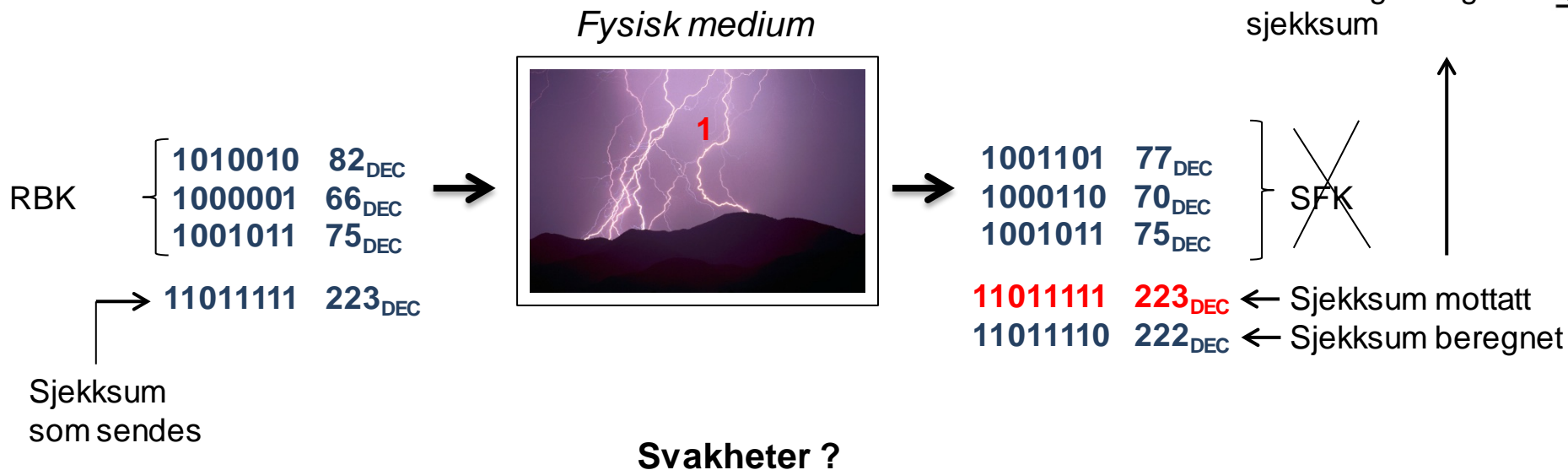
Svakheter ?

Meldingskomponenter

Feildeteksjon i digitale signaler

Kan implementeres på flere måter, med varierende «styrke»:

- Paritet
- Enkel sjekksum
- Syklisk sjekksum (CRC)
- HASH functions



Meldingskomponenter

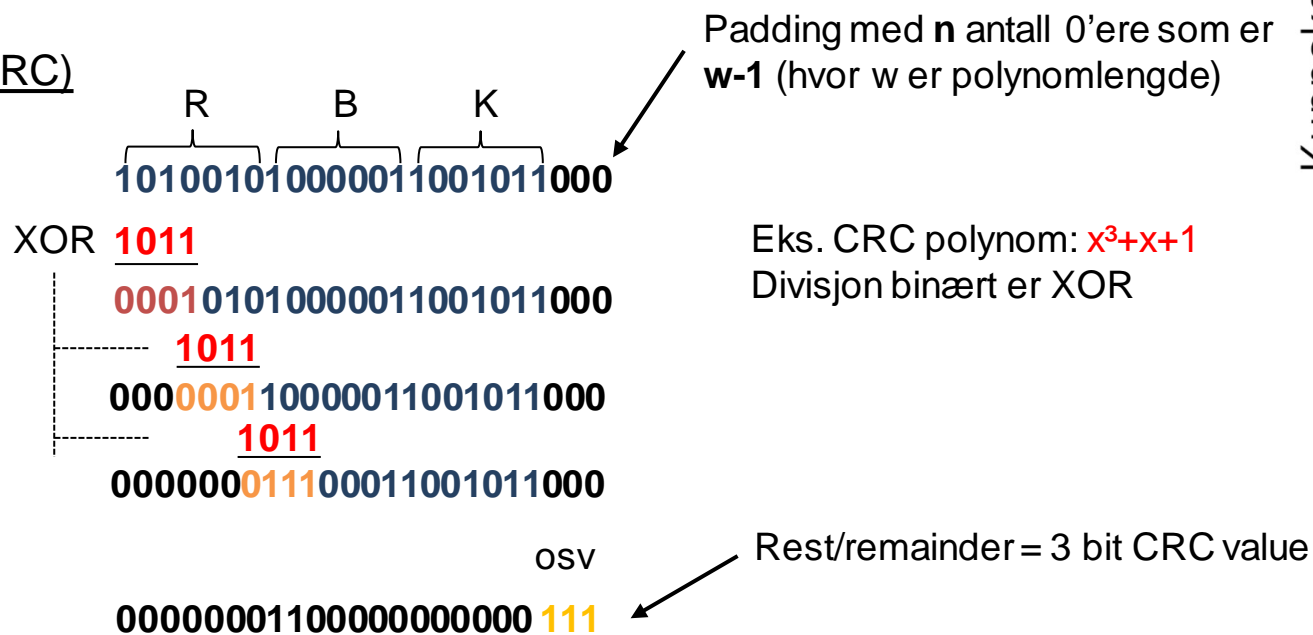
Feildeteksjon i digitale signaler

Kan implementeres på flere måter, med varierende «styrke»:

- Paritet
- Enkel sjekksum
- Syklisk sjekksum (CRC)
- HASH functions

En n bit CRC vil detektere burst feil med n lengde, og en andel $1-2^{-n}$ av de lengre burst.

Mye brukt i telekom pga at feil opptrer ofte i burst



Mottakeren av melding vil bruke mottatt CRC verdi og sette denne som padding på meldingen slik den har blitt mottatt. Kjører så XOR med CRC polynom, og skal da ende opp med null i rest om overføringen er «feilfri».

Meldingskomponenter

Feildeteksjon i digitale signaler

Kan implementeres på flere måter, med varierende «styrke»:

- Paritet
- Enkel sjekksum
- Syklisk sjekksum (CRC)
- HASH functions

HASH funksjoner kan også benyttes for å verifisere at en digital melding ikke har blitt endret (dvs enten pga feil eller bevisst). Kan ligne litt på CRC men har andre egenskaper som f.eks at resultatene ikke er reversible (kan ikke regne seg tilbake til opprinnelig melding).

En anvendelse av HASH functions på applikasjonsnivå er signering av epost vha PGP (Pretty Good Privacy) hvor hensikten er å bekrefte at en melding ikke har blitt endret og at avsenderen er den du tror det er



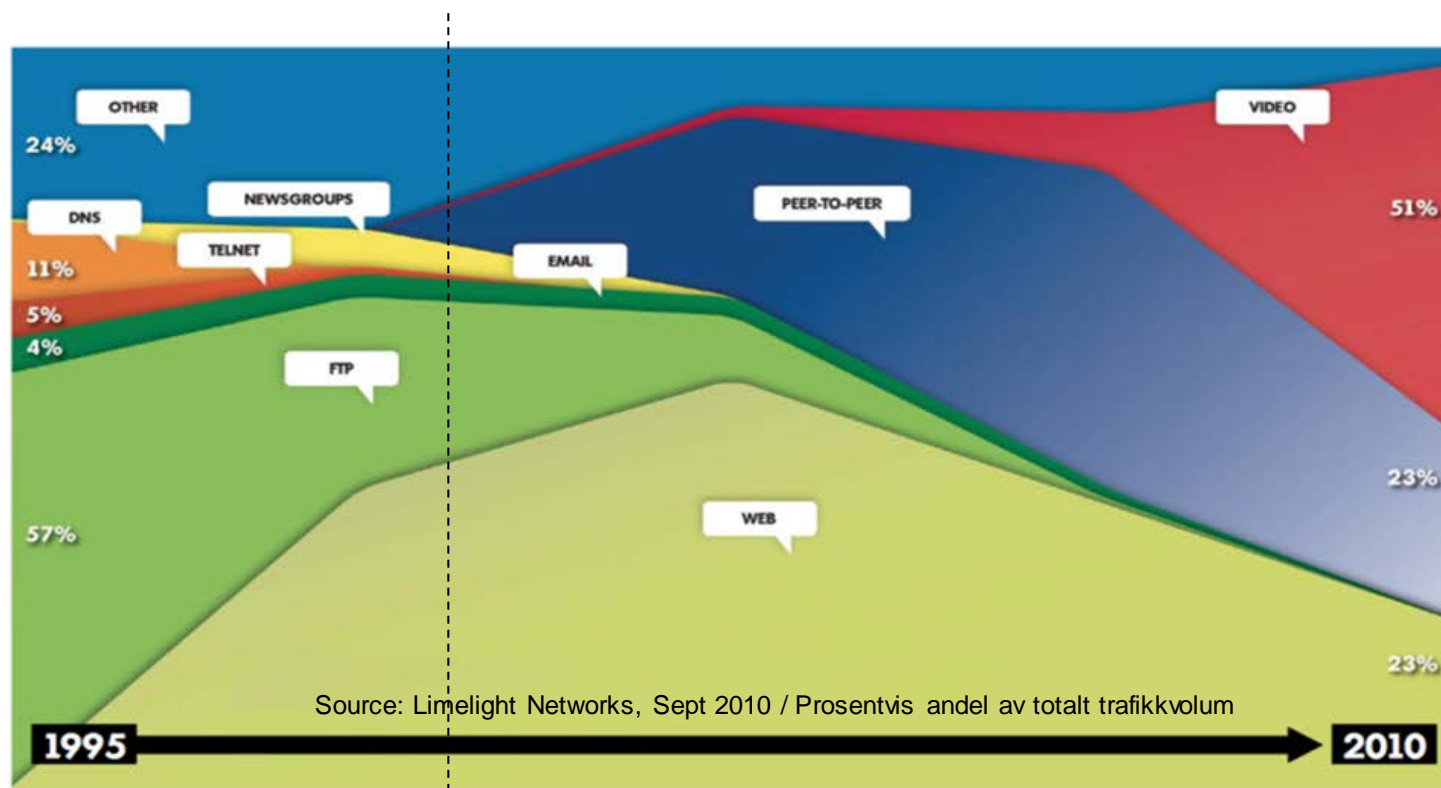
Innhold

- Del 1
 - Motivasjon, Analog/Digital
 - Meldingskomponenter, Feildeteksjon
 - **Teknologisk utvikling**
- Del 2
 - Internet arkitektur
 - Aksessteknologier
 - IP protokollen
- Del 3
 - Krav til nett
 - Sikkerhet
 - Sikker kommunikasjon



Teknologisk Utvikling

Hva brukes nettverk til ?

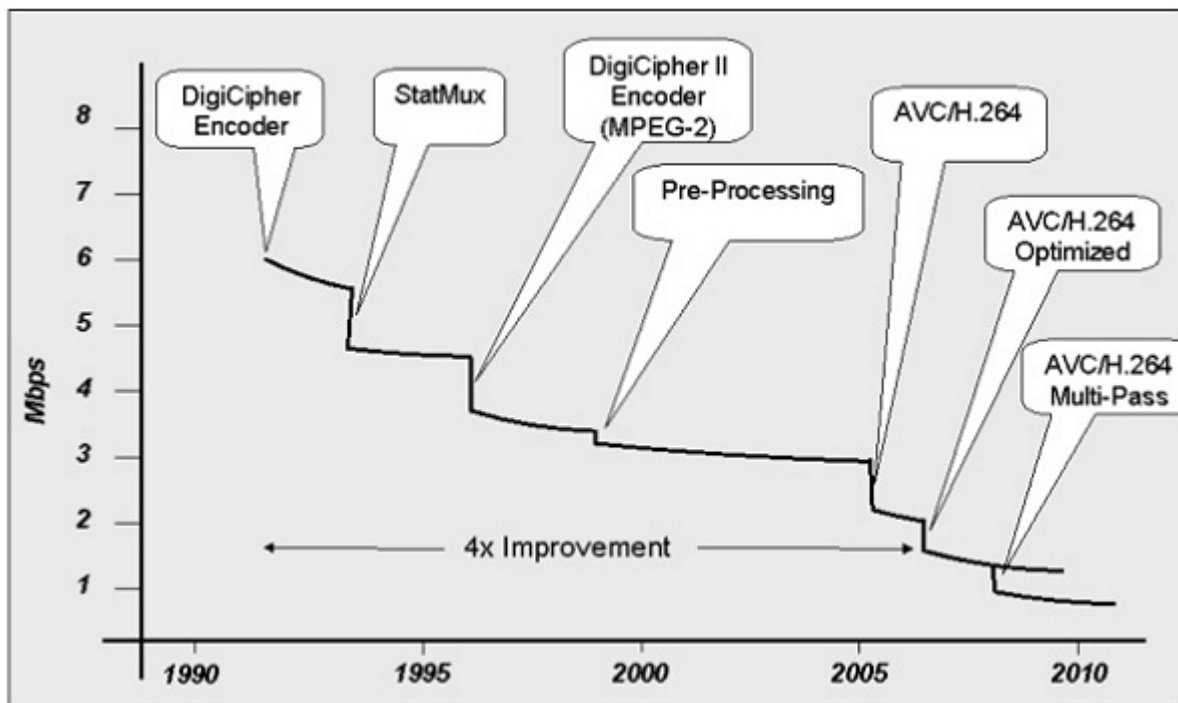


2000: Bredbånd kommer til Norge

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

Teknologisk Utvikling

Koding av levende bilde / MPEG generelt



Siste High-Efficiency Video Coding (HEVC) annonsert 15 Aug 2012 som vil redusere kapasitetskrav med ytterligere 50% i forhold til MPEG4

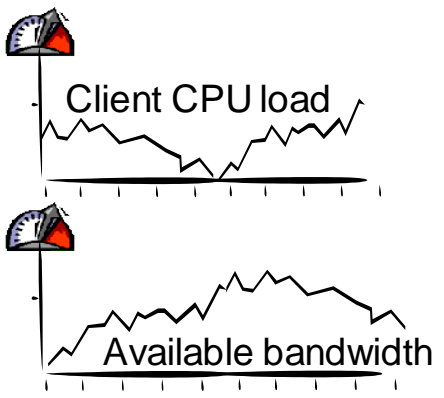
<http://phys.org/news/2012-08-mpeg-codec-halves-bit.html>

En videotjeneste som i 1995 krevde 4Mbps i kapasitet, leveres idag vha kun 1Mbps, og utviklingen har ikke stoppet opp. En ytterligere halvering i kapasitetskrav kommer

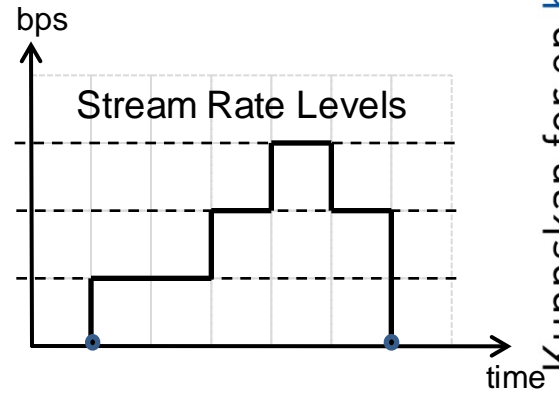


Teknologisk Utvikling

Adaptive Video Streaming Concept

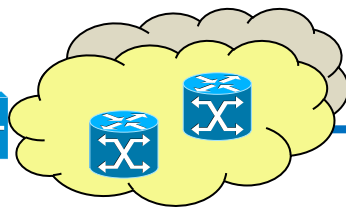


Method: Adapt Service Bitrate according to available bandwidth and client CPU load

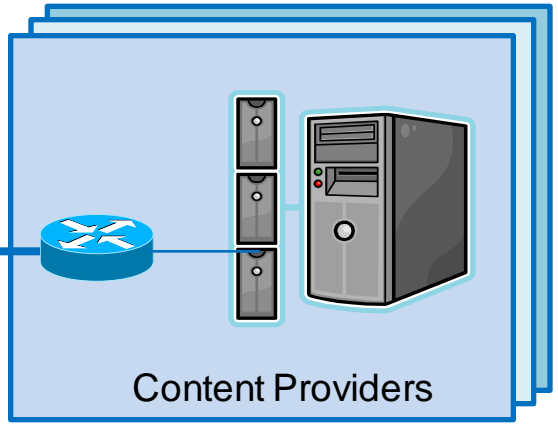


Client → Server information →

User Access



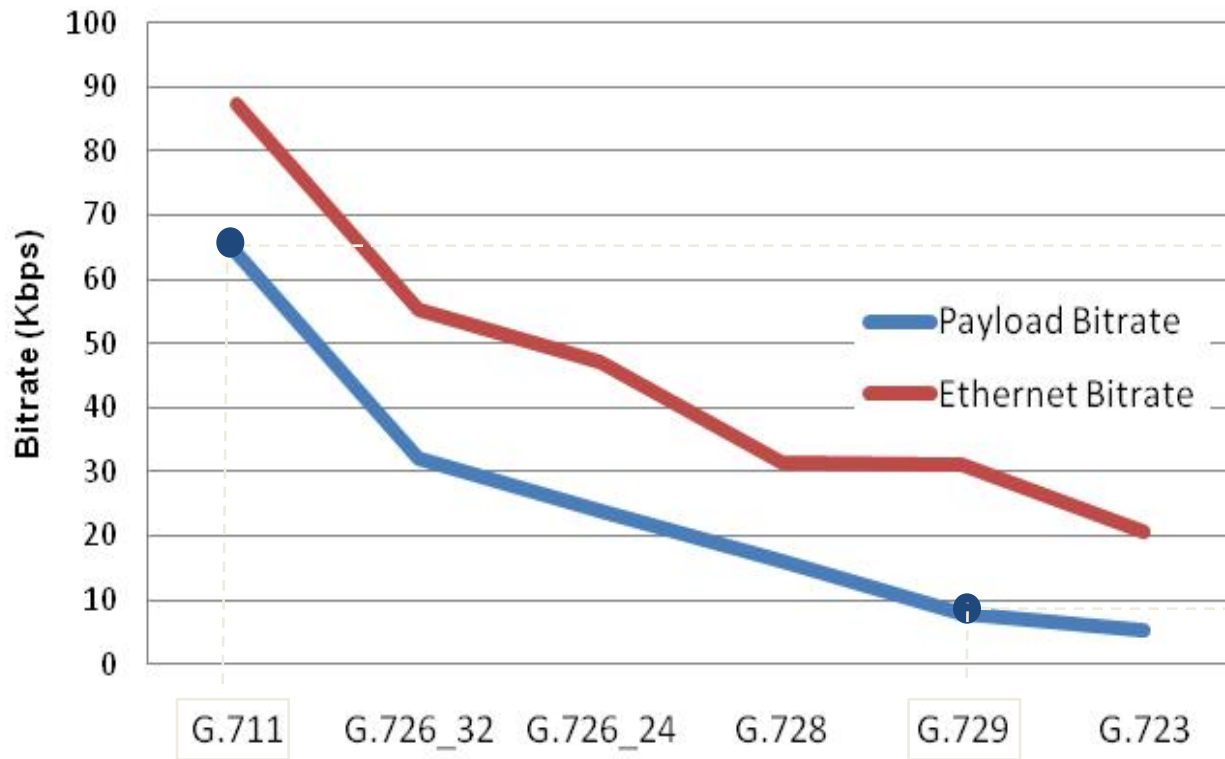
Network Service Provider



Content Providers

Teknologisk utvikling

Koding av lyd



**85% redusert
kapasitetskrav**

Teknologisk utvikling

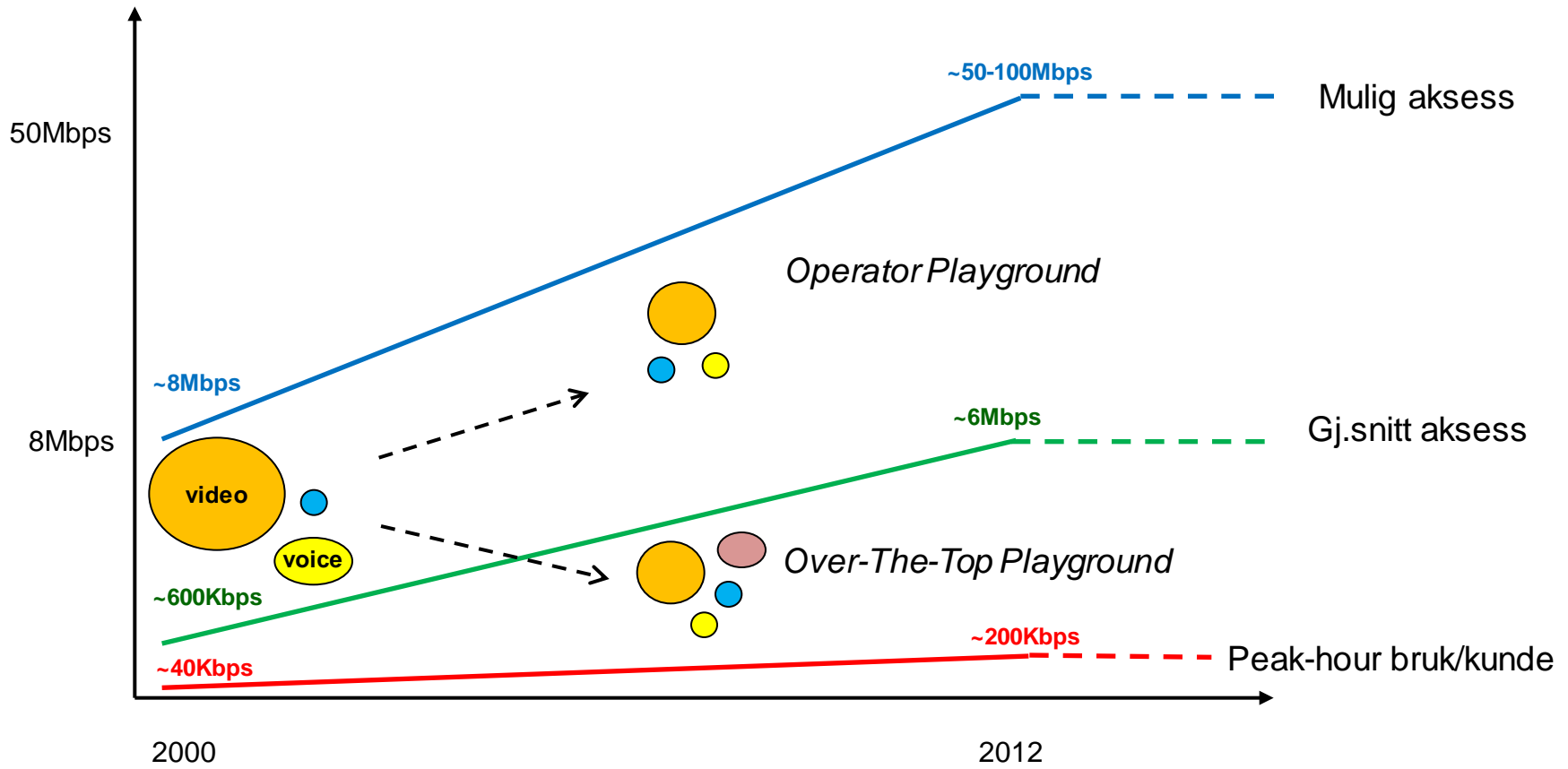
Aksess / kapasitet

| Family | ITU | Name | Ratified | Maximum Speed capabilities |
|-------------------------------|---------|---------------------------|----------|----------------------------|
| ADSL | G.992.1 | G.dmt | 1999 | 7 Mbps down 800 kbps up |
| ADSL2 | G.992.3 | G.dmt.bis | 2002 | 8 Mb/s down 1 Mbps up |
| ADSL2plus | G.992.5 | ADSL2plus | 2003 | 24 Mbps down 1 Mbps up |
| ADSL2-RE | G.992.3 | Reach Extended | 2003 | 8 Mbps down 1 Mbps up |
| SHDSL (updated 2003) | G.991.2 | G.SHDSL | 2003 | 5.6 Mbps up/down |
| VDSL | G.993.1 | Very-high-data-rate DSL | 2004 | 55 Mbps down 15 Mbps up |
| VDSL2 -12 MHz long reach | G.993.2 | Very-high-data-rate DSL 2 | 2005 | 55 Mbps down 30 Mbps up |
| VDSL2 - 30 MHz Short reach | G.993.2 | Very-high-data-rate DSL 2 | 2005 | 100 Mbps up/down |

Kapasitet på aksess økt med ~700%

Teknologisk utvikling

Mulighetsrom

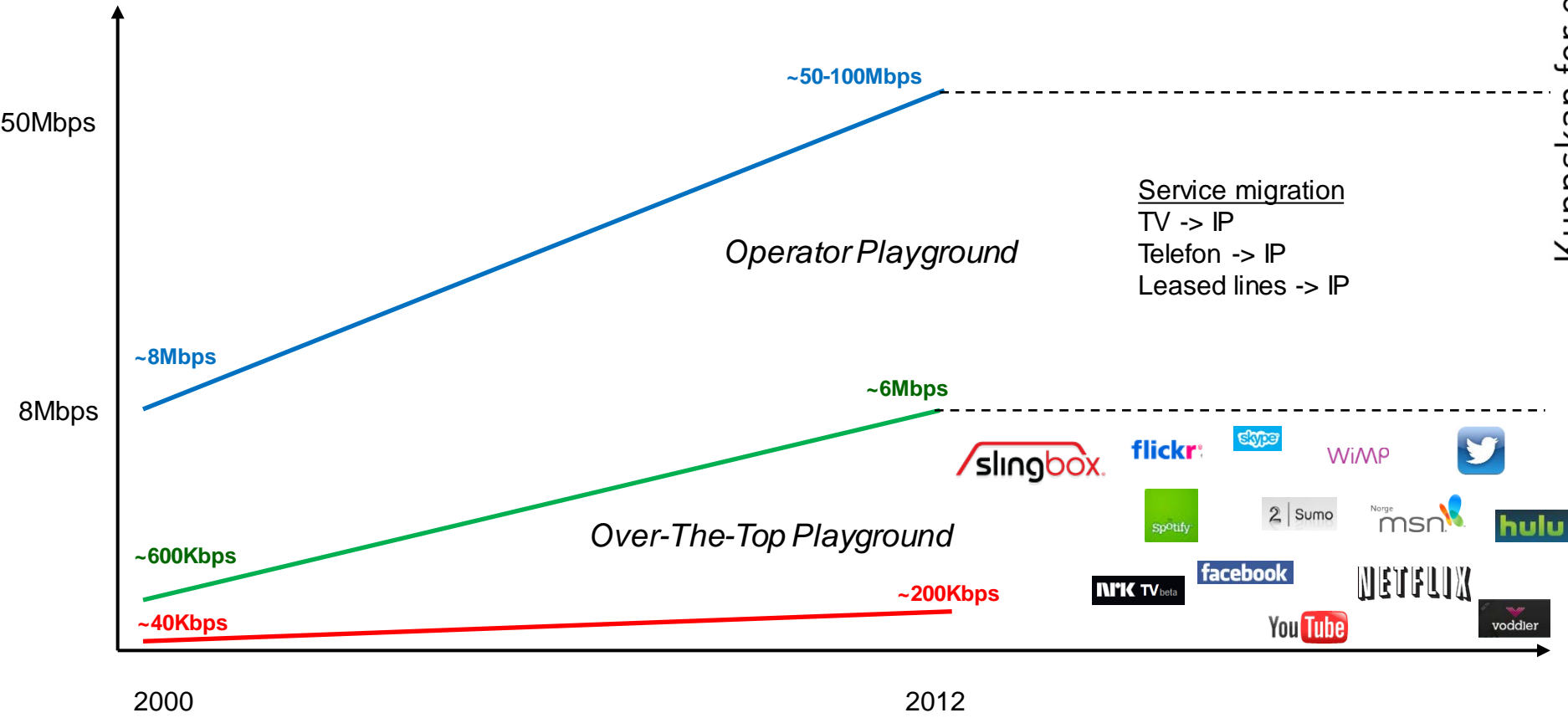


Kunnskap for en bedre verden

Teknologisk utvikling

Mulighetene har blitt utnyttet

Kunnskap for en bedre verden



Innhold

- Del 1
 - **Motivasjon, Analog/Digital**
 - **Meldingskomponenter, Feildeteksjon**
 - **Teknologisk utvikling**
- Del 2
 - Internet arkitektur
 - Aksessteknologier
 - IP protokollen
- Del 3
 - Krav til nett
 - Sikkerhet
 - Sikker kommunikasjon

«Hjemmelekse»



Se «**Warriors of the Net**» på YouTube
Animasjonsfilm fra Ericsson

http://www.youtube.com/watch?feature=endscreen&NR=1&v=PBWhzz_Gn10