



NTNU

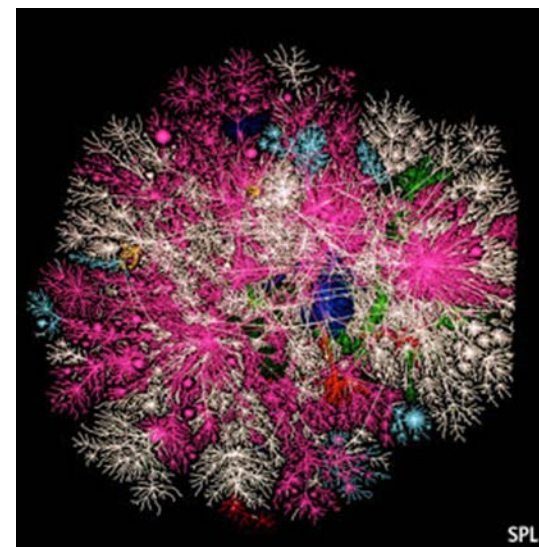
Kunnskap for en bedre verden

IT Grunnkurs

Nettverk

Foiler av **Bjørn J. Villa**, Førsteamanuensis II
bv@item.ntnu.no

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



SPL

Innhold

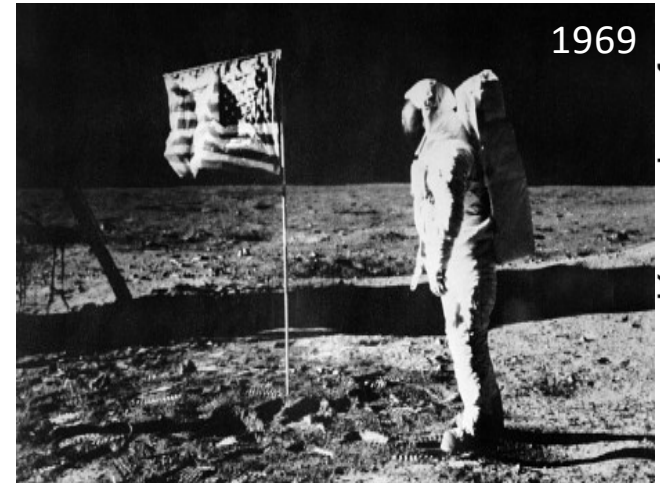
- Del 1
 - Motivasjon, Analog/Digital
 - Meldingskomponenter, Feildeteksjon
 - Teknologisk utvikling
- Del 2
 - **Internet historikk & arkitektur**
 - Aksessteknologier
 - IP protokollen
- Del 3
 - Krav til nett
 - Sikkerhet
 - Sikker kommunikasjon



Internett er fra 60-tallet !



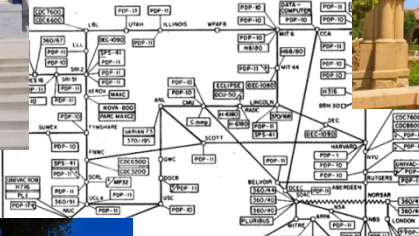
WWW



Internett før og nå...



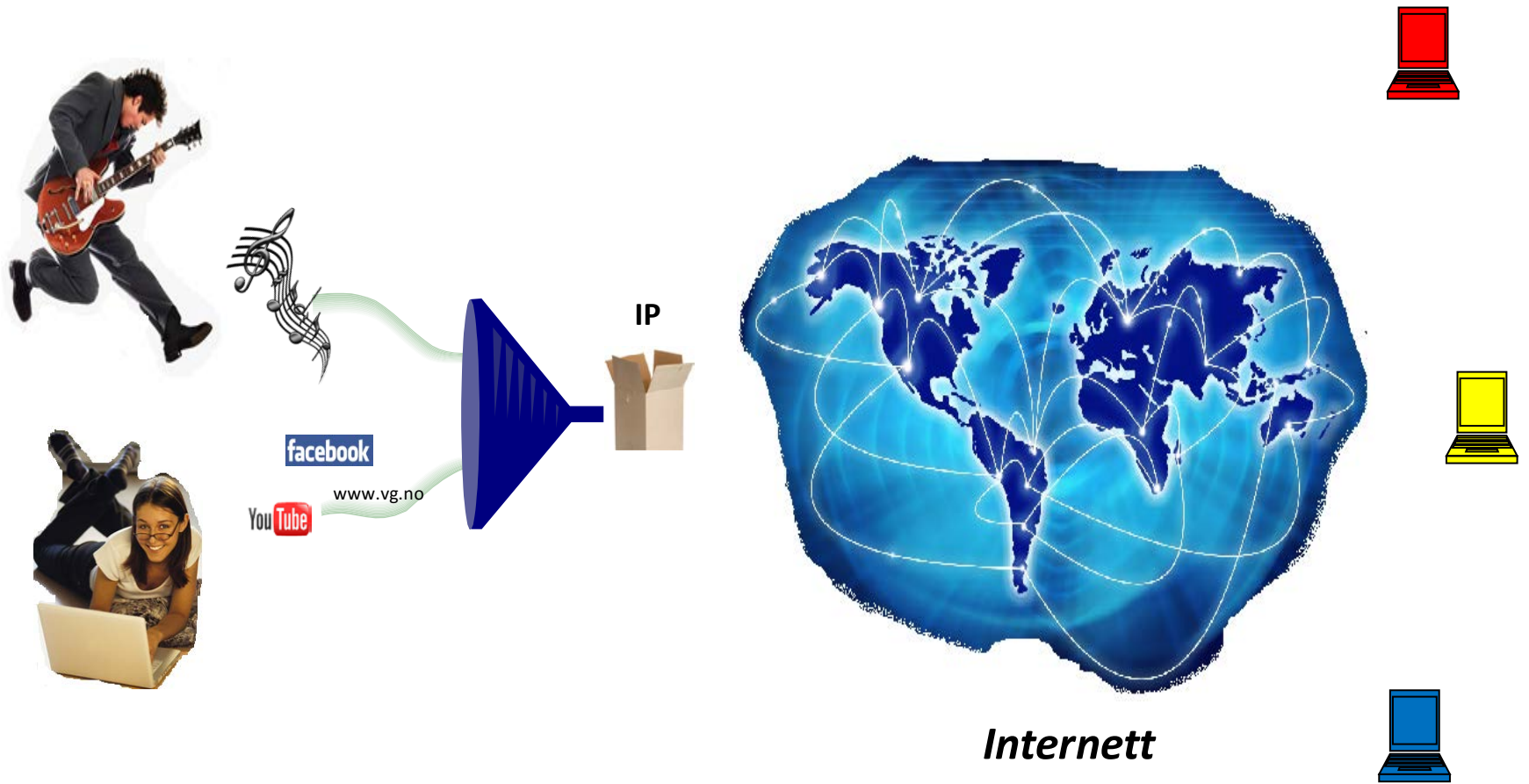
4 universitet



Internett (~1960)

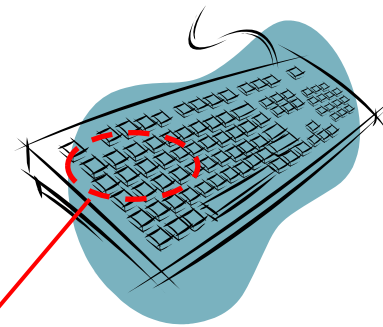


Hva er pakkesvitsjing ?

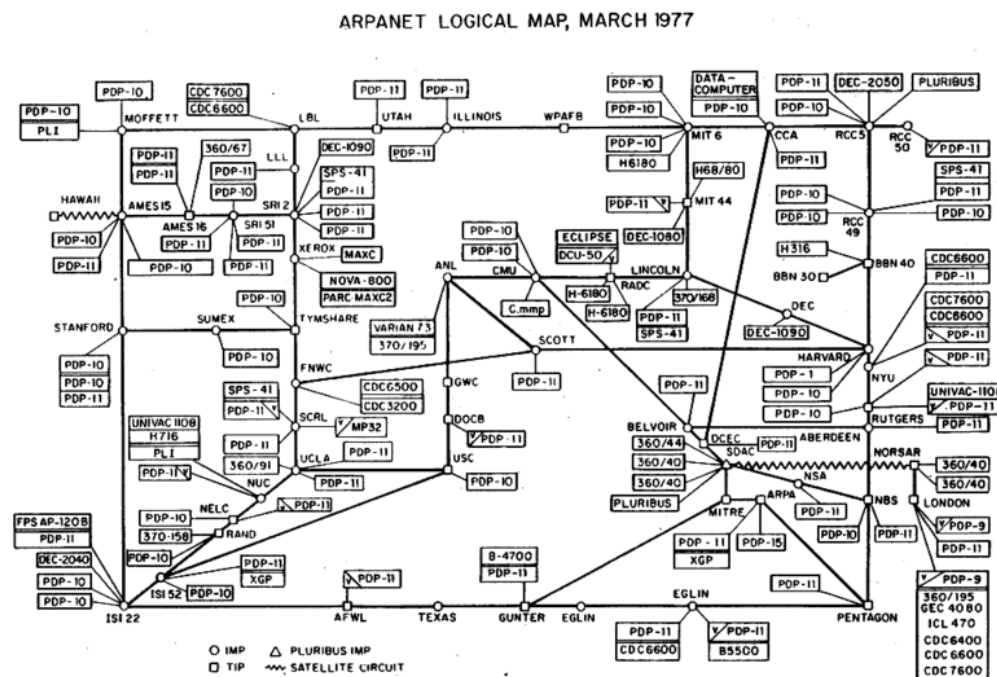


Internet Arkitektur

Den første meldingen



- Arpanet (1969)
- Den første meldingen som ble sendt var **“QWERTYUIOP”**



(PLEASE NOTE THAT WHILE THIS MAP SHOWS THE MOST POPULATION OF THE NETWORK ACCORDING TO THE BEST INFORMATION OBTAINABLE, NO CLAIM CAN BE MADE FOR ITS ACCURACY.)

NAMES SHOWN ARE IMP NAMES, NOT (NECESSARILY) HOST NAMES

Internet Arkitektur, *Historikk*



- Internet History
 - Began in the period **1964-1969 with ARPANET** for US Defense (input to early RFC675 in 1974)
 - 62 computers in 1974
 - 500 computers in 1983
 - 28,000 computers in 1987
 - The IP protocol was defined (RFC791) in **1981**
 - WWW was “invented” in **1989** by Berners Lee
 - Internet commercially available ~**1991-1995**
 - In Norway the first providers were Schibstednett and Oslonett
 - **In 2000 broadband was offered in Norway**
 - 100 million computers connected world-wide to Internet in 2001
 - In 2015, Internet is commodity...and has been so for quite some time

Internet Arkitektur

Noen trodde så absolutt ikke på Internet (20.08.1996)

Dagens Næringsliv

DEBATT

Tirsdag 20. august 1996

DN

Den store feil fremtidsforskere og datafreakere gjør, er å trekke erfaringene fra bruk av PC på arbeidsplassene inne i hjemmene. En slik projisering holder ikke, skriver *Leif Osvald* i Oslo.

DEBATT

Internett en flopp!



Dataeksperter og såkalte fremtidsforskere spår i økende grad at Internett vil bli dominerende i vårt dagligliv i de nærmeste årene, fordi vi vil bli nødt til å ta den i bruk via vår hjemme-PC. Tilbakvisning av slike gale trendbaserede påstander er nå nødvendige, og her er en mot-hypotese: Internett er en flop; det vil si en «motegreie» som kommer til å dø ut om et par år.

Det er tre grunner til dette: 1) ingen av aktørene på nettet vil tjene penger på å legge seg der med sine tilbud, 2) privat bruk av nettet vil være marginalt, og 3) mengden av informasjon på nettet vil bli så enorm at det vil skape frustrerende store søkeproblemer, og dermed frafall av brukere.

Hva gjelder punkt 2 så vil jeg ta utgangspunkt i hva flere mediegjurer sier. De uttaler at Internett innen år 2000 vil være en like naturlig del av dagliglivet som PC-en er idag. Dette postulatet er galt, av den enkle grunn at PC idag ikke er en naturlig del av dagliglivet. Feilen oppstår fordi man ikke skiller mellom bruk av PC på jobb, og hjemme.

Datautviklingen og bruk av PC på jobb har revolusjonert arbeidslivet, og vil fortsatt gjøre det. Dette er stort sett en velsig-

det er bruken av PC som teller, ikke besittelsen. Grunnen til dette er simpelthen at mennesket er et sosialt vesen, og etter en stund kommer til å bli lei av å kommunisere med en maskin i fritiden. PC i hjemmet kommer i all hovedsak til å bli benyttet til jobb- og studie-relaterte oppgaver, samt til spill og underholdning. Og selv volumet av disse positive anvendelsene blir små, også på lang sikt.

Det er forbløffende å konstatere hvordan fremtidsforskere og dataeksperter overser dette fundamentale sosiale element hos mennesket. Det er enkelt å registrere at vi faktisk ikke ønsker å forholde oss til en datamaskin hele dagen, men at vi trenger å kommunisere med andre levende vesener. Særlig gjelder det dem som bruker PC på jobben. Vi vil derfor ikke benytte en maskin når vi i fritiden skal kommunisere med omverdenen. Vi vil heller ikke sitte alene hjemme og utføre jobben vår, uten kommunikasjon med et kollegialt arbeidsmiljø. Såkalt «fjernarbeid» kommer derfor heller aldri til å bli særlig utbredt, men forbli en ubetydelig avart.

Mennesket vil alltid knytte seg til et sosialt felles miljø, fordi det hører til de basale holdninger og behov vi er skapt med. Disse vil ikke forandre seg i nevneverdig grad, til tross for PCen. Når vi skal bestille våre billetter eller reiser så vil vi snakke med et le-

vende menneske, ikke taste inn på en maskin. Når vi leier vår video så vil vi besøke utleieren og velge i visuelle omgivelser. Shopping vil vi gjøre ved å oppsøke det levende miljø i butikkene, ikke sitte hjemme og bestille varer. Vi klarer ikke å «snakke» med eksterne familiemedlemmer eller venner via en PC, så lenge vi kan ringe eller besøke dem. Vi vil ikke lese hverken aviser, fag- eller skjønnlitteratur ved å «blas» i en datamaskin, men ved å kjenne papiret og boken i våre egne hender. Disse tingene vil ikke kunne erstattes av «PC-opplevelser», og slik vil det heldigvis fortsatte å være, for slik er den menneskelige natur. Kort oppsummert: de sosiale basis-behov hos oss står i direkte motstrid til bruk av datasystemer i hjemmet, og vil naturligvis seire i det lange løp. Og når det gjelder bruk av Internett for å få all verdens informasjon, så tror jeg at dette vil dø ut av seg selv. Vi er allerede overført med informasjon, og får dessuten den vi trenger via trykte medier, radio og TV.

Idag er det kun én prosent av befolkningen som bruker Internett hjemme, og særlig flere tror jeg ikke det vil bli. Hvordan det er mulig å lage så mye styr omkring et medium som 99 prosent av folket ikke benytter seg av privat, kan bare forklares med at det er massemediene som er hovedaktørene også på Internett.

Motegreie. Internett er en motegreie som kommer til å dø ut om et par år, mener *Leif Osvald*.

Internet Arkitektur

Hvordan er det satt sammen ?

- Internett består av tusenvis av mindre nettverk
- Disse kobler sammen utdannings-, kommersielle , veldedige, og militære organisasjoner
- Når vi snakker om “**Cloud**” mener vi “alt som er der ute...”
- Ingen enkelt-organisasjon eier eller kontrollerer Internett... Er det bra eller dårlig?



Internet Arkitektur

Noen må jo bestemme...

Internett har historisk sett blitt styrt etter **Anbefalinger** og “**Best Practice**”, heller enn etter **Standarder** og **Lover**

- Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (**ICANN**) regulerer domene-navnene
- American Registry for Internet Numbers (**ARINN**) administrerer de unike IP-adressene for Nord og Sør-Amerika, Karibiske Øyer, og Afrika (sør for Sahara)
- To andre organisasjoner administrerer de unike IP-adressene for Europa (RIPE) og Asia/Stillehavs-regionen
- **IETF** jobber med spesifisering av protokoller
- og så finnes det en hel del andre organisasjoner



Internet Arkitektur

Begreper

- Kunder får tilgang via en **ISP** (Internet Service Provider) gjennom deres POP (Point of Presence)
- Det er flere ISP nettverk i hvert land
- Bruker nasjonale og internasjonale koblingspunkter
- Og et Globalt Internett Backbone

Metropolitan Area Network covers a city or a suburb



Local Area Network Connects computers and devices in a limited geographic area such as an office, building, or at home



Wide Area Network covers a wide geographic area, such as between cities or even countries

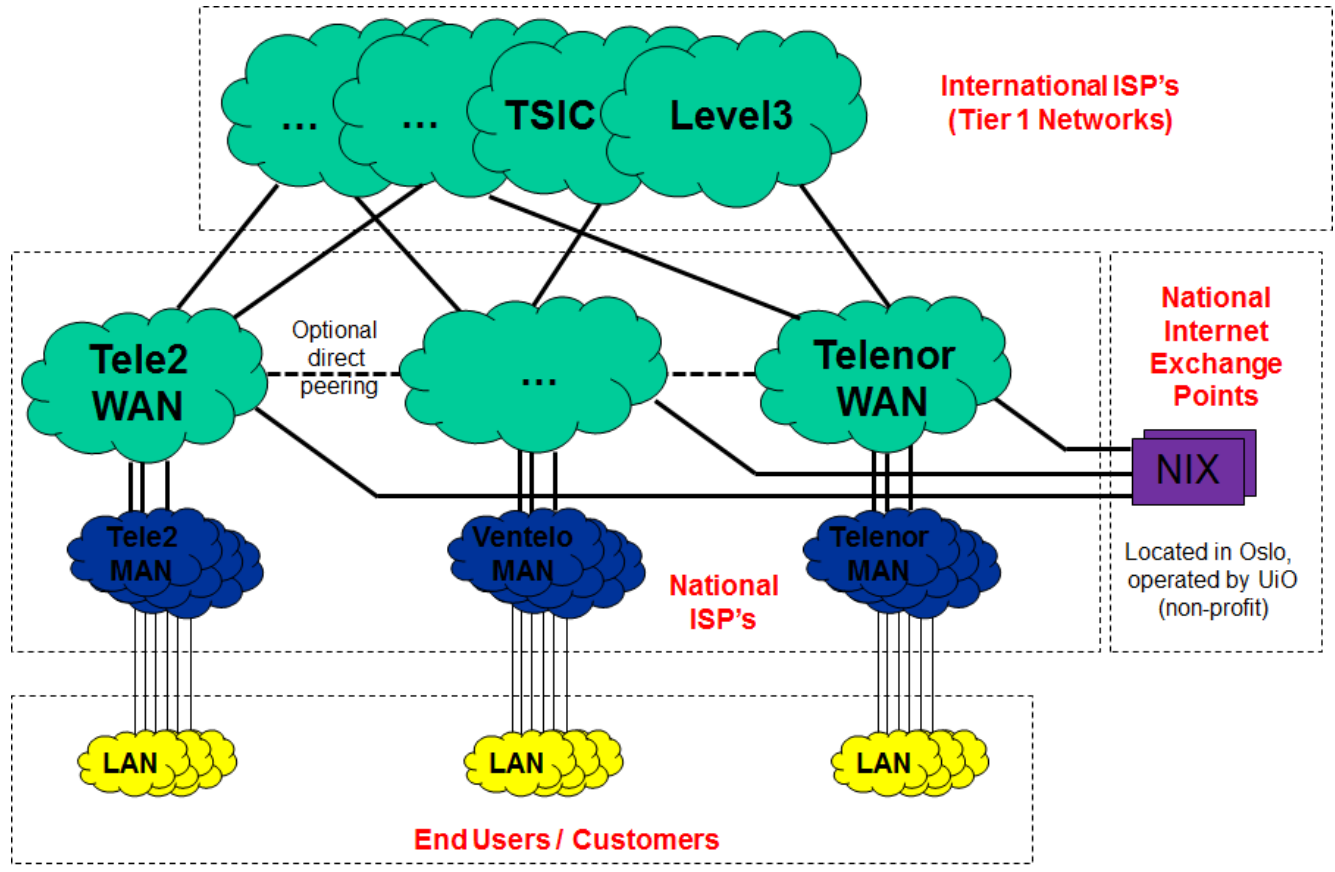


Personal Area Network, uses short-range wireless technology to connect an individual's personal electronics



Internet Arkitektur

Sammensetning av nettverk



Innhold

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



Aksessteknologi

Oversikt

- Modem
 - Oppringt tilkobling
- Høy-hastighets telefonlinjer
 - ISDN linje
 - DSL linje
- Kabel Modem
 - [Koaksialkabel](#) / Kable-TV selskaper med internet
- Fiber
 - Optisk
- Satellitt
- WiFi
- 3G/4G/LTE



Fastlinje tilgang
(Wired access)

Trådløs tilgang
(Wireless access)

Aksessteknologi

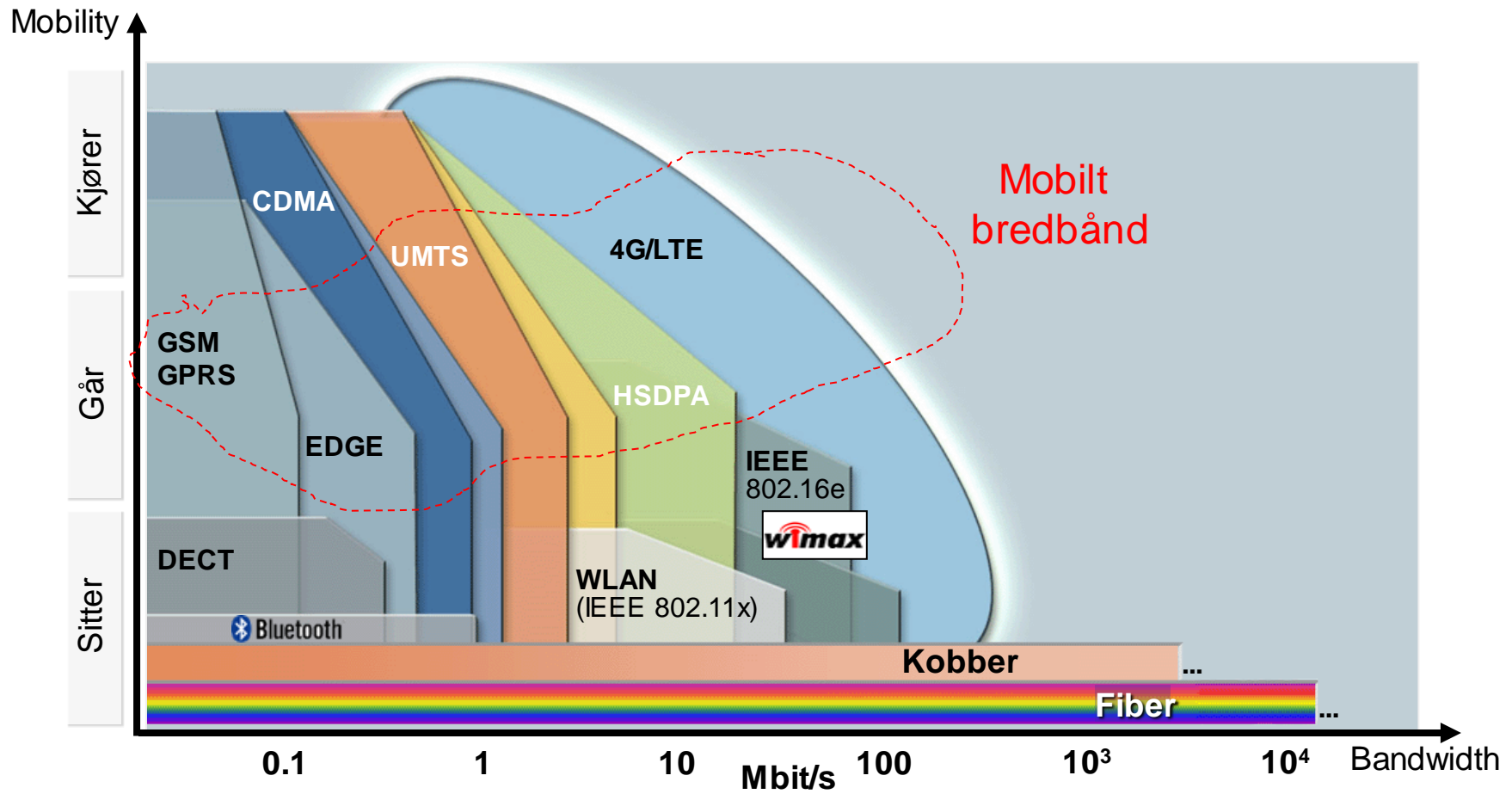
Egenskaper

- Kapasitet
 - Hvor mye “data” kan overføres
- Kvalitet
 - Informasjonstap, forsinkelse, jitter
- Effektivitet
 - Overhead i kommunikasjon
- Fleksibilitet
 - Mobilitet, flere brukere, alltid-på
- Tilgjengelighet
 - Mulig å få hjemme, på reise, på hytta
- Prismodell
 - Fri bruk, volumbegrensning/taksering



Aksessteknologi

Kapasitet versus mobilitet

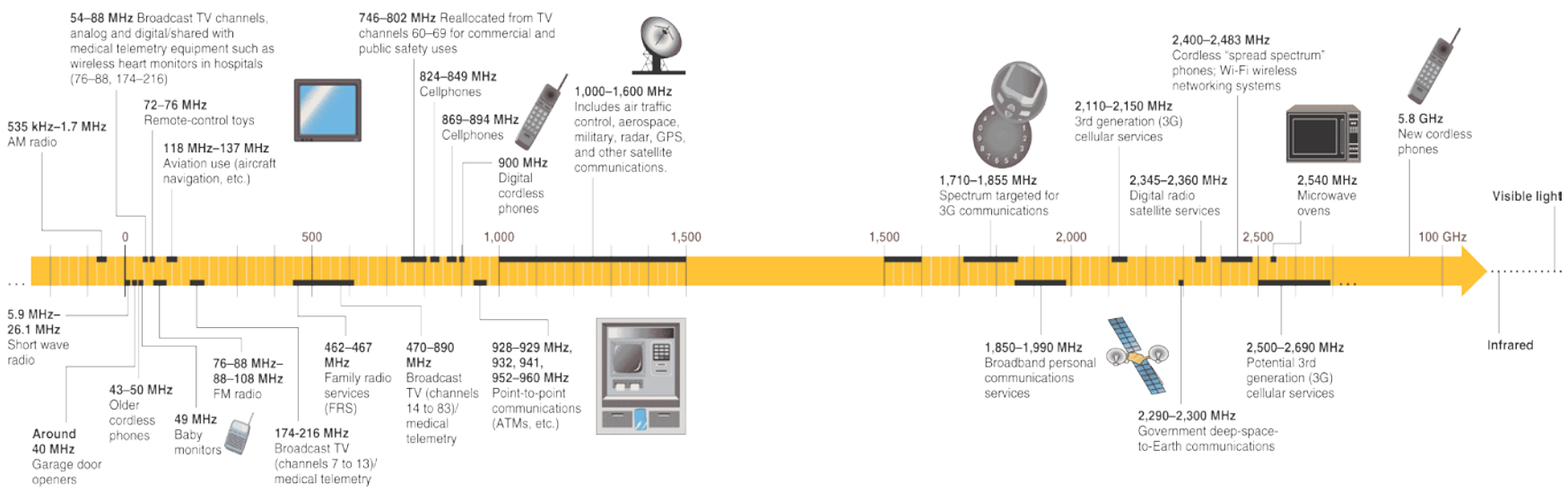
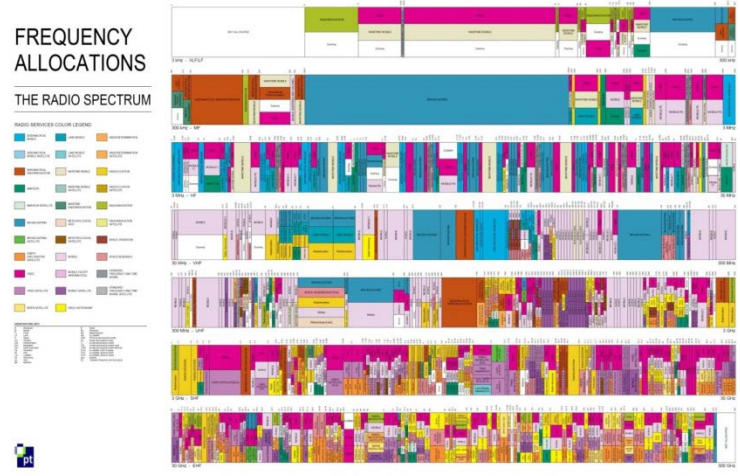


Kunnskap for en bedre verden

Forskjellige teknologier har forskjellige egenskaper (båndbredde vs. mobilitet), men alle gir tilgang til Internett

Aksessteknologi

Hvorfor er ikke alt trådløst (ennå)?



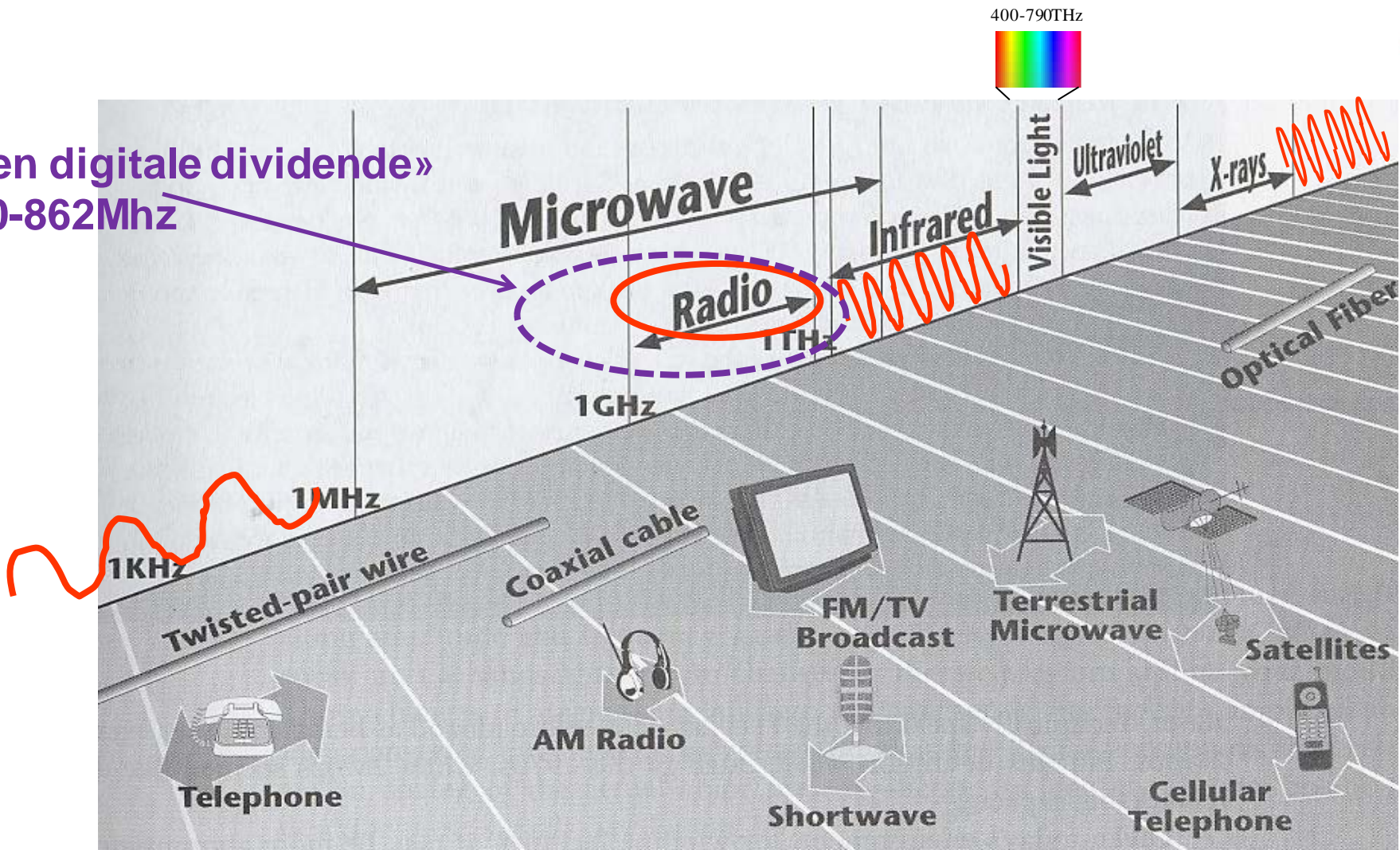
*Svaret er ganske enkelt at **radio spektrumet** er en **begrenset ressurs** med varierende egenskaper*

Kunnskap for en bedre verden

Aksessteknologi

Radiospektrum – i en større sammenheng (elektromagnetisk spektrum)

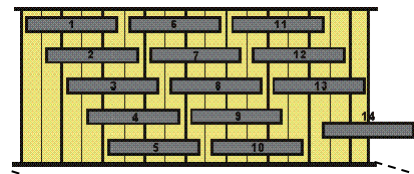
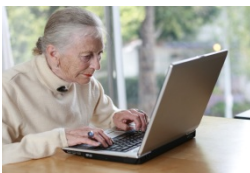
«den digitale dividende»
790-862Mhz



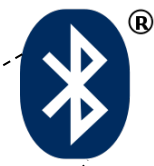
Kunnskap for en bedre verden

Aksessteknologi

Enheter i "fritt frem" område ødelegger for hverandre

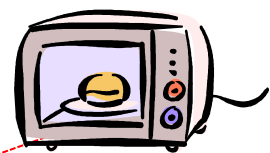


802.11b channels

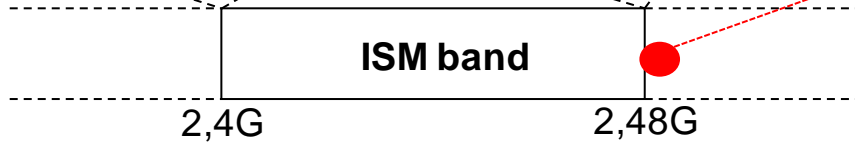


Frequency hopping spread spectrum

Mikrobølgeovn



2.54G

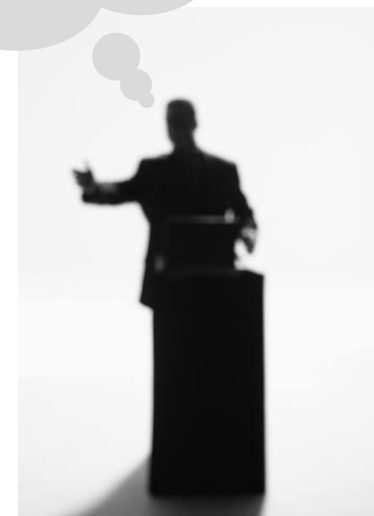


ISM (Industrial Scientific and Medical) band from 2400–2480 MHz) som **kan brukes til hva som helst** uten å spørre noen.

Innhold

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

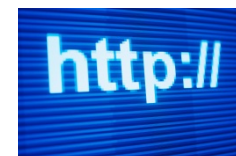
Cisco predictions:
**50 Billion things on the
Internet by 2020**



IP Protokollen

Introduksjon

- **IP protokollen** er kun en av flere tusen forskjellige protokoller som brukes på Internet.
- Mange protokoller er *well-known* (f.eks HTTP), mens andre er mindre kjent men allikevel viktig (f.eks NTP)
- Derfor kan det være kjekt at vi får en bedre forståelse av hva protokoller er....



IP Protokollen

Først - hva er en protokoll ?

- Datamaskiner er "smarte" men har liten toleranse for uklare instruksjoner.

"Ordnung muss sein!"

- En protokoll er et regelverk som bestemmer hvordan kommunikasjon skal foregå, og hvilke funksjoner som kan brukes

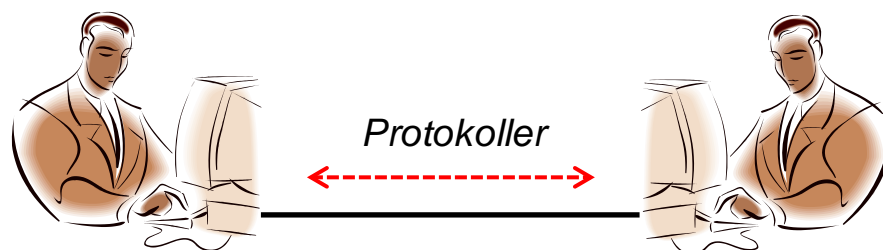


IP Protokollen

Protokoll – formell definisjon

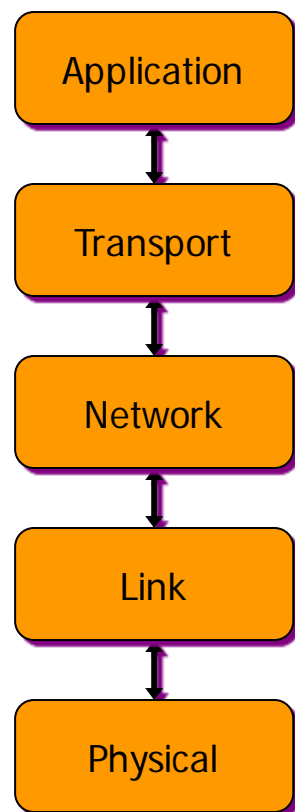


- Litt mer formelt....en protokoll definerer
 - **format** og **sekvens** på meldingar som blir utvekslet mellom to eller flere kommuniserende entiteter
 - **aksjoner** som må utføres ved mottak/sending av melding eller annen hendelse



IP Protokollen

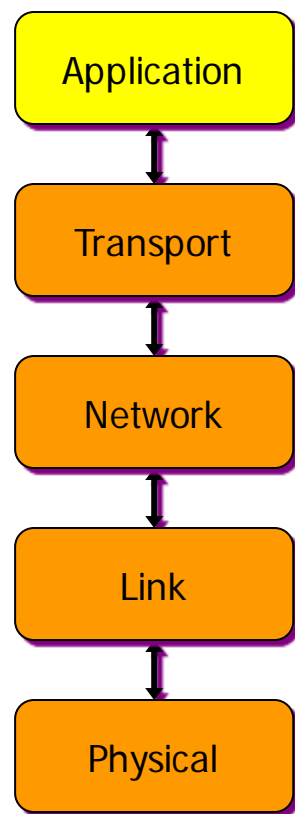
....er del av en større helhet



- Protokoller opptrer som regel i en lagdelt struktur, med klare grensesnitt mellom seg
 - En protokoll tilhører et bestemt lag
 - Har spesielle oppgaver
 - Tilbyr tjenester til protokoller på laget over
 - Bruker tjenester fra protokoller på laget under
 - Behøver ikke vite noe andre protokollers interne logikk
 - Protokollmodellen for Internet har 5 lag
- Hvorfor denne lagdelingen egentlig ?

IP Protokollen

....er del av en større helhet



Applikasjonslaget

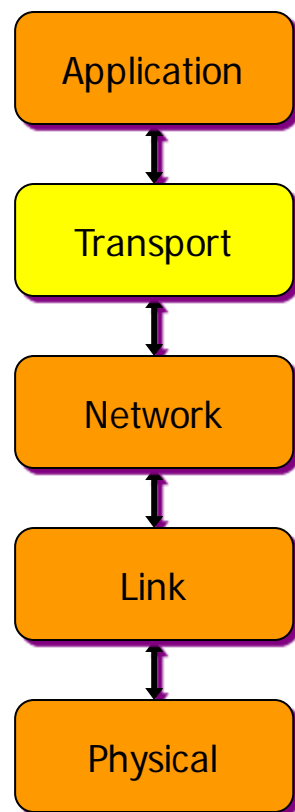
- Gir selve applikasjonene et grensesnitt for å realisere standardisert kommunikasjon, og tilbyr på denne måten **full transparens** for applikasjonens kommunikasjon gjennom nettet

Eks.: HTTP, SMTP, FTP, ...

Applikasjoner som kommuniserer på en litt mer spesiell/kompakt måte (potensielt proprietært) kan ha applikasjonslaget helt integrert.

IP Protokollen

....er del av en større helhet



Transportlaget

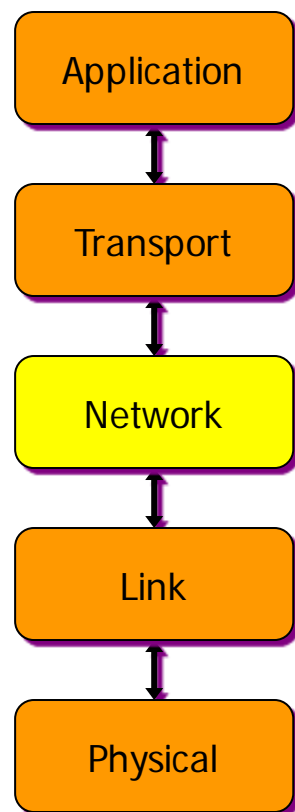
- Logisk forbindelse mellom to applikasjoner
- Multipleksing, dvs flere forbindelser samtidig
- "Sikker" overføring av data
- Flytkontroll, dvs kontroll av senderate

Eks.: TCP, UDP

Uten transportlaget hadde det vært vanskeligere for en terminal å gjøre flere ting samtidig på Internet

IP Protokollen

....er på Nettverkslaget



Nettverkslaget

- Tilbyr adressefunksjon (sender/mottaker)
- Routing (dvs finner vei i nettet)
- Videresending av pakker på riktig interface

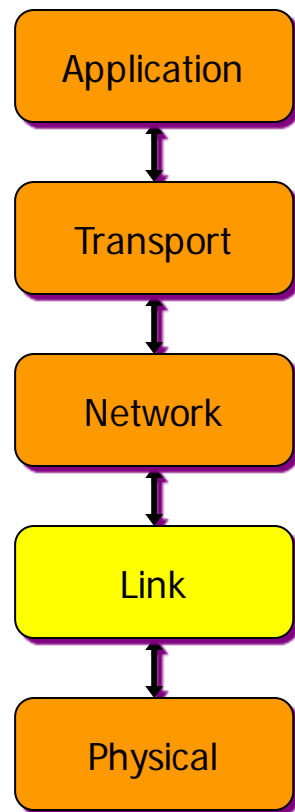
Eks.: IPv4, IPv6

Dagens Internet benytter IPv4, men overgang til IPv6 er igang pga mangel på adresser

Selve IP er basert på utviklingen av et konsept for pakkesvitsjing gjort i perioden 1960-1970 (deriblant ARPAnet).

IP Protokollen

....er del av en større helhet



Linklaget

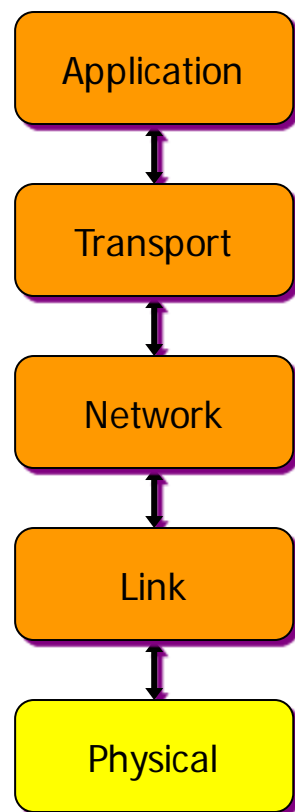
- Håndtere tilgang til fysisk medium
- Kan utføre feilsjekk, korrigerings, retransmisjon
- Tilpasning av pakkestørrelse til ulike medium

Eks.: [CSMA/CD](#), [TDMA](#), [FDMA](#), ...

Merk at tilgangskontrollen til fysisk medium er spesielt viktig for delte medium, f.eks WiFi og GSM. Dvs tilfeller hvor flere terminaler kan tenkes å prøve å sende informasjon samtidig og som dermed kan «kollidere»

IP Protokollen

....er del av en større helhet



Fysisk Lag

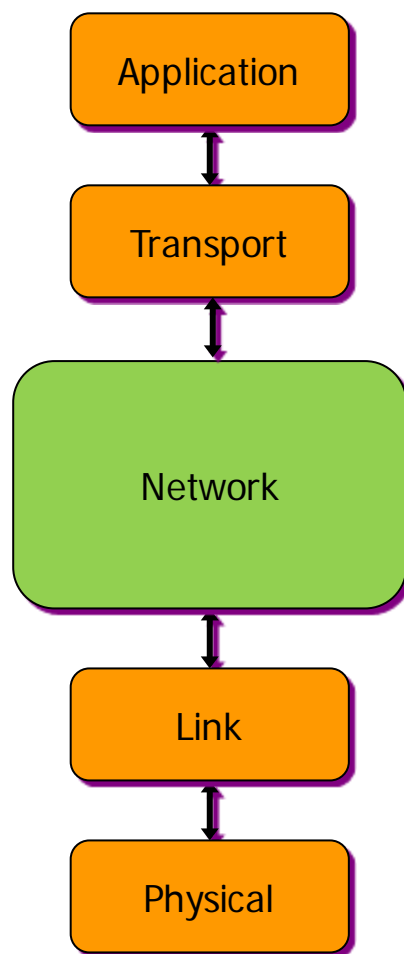
- Modulering, dvs hvordan representere «bits» på fysisk medium
- Fastlinje (ethernet, fiber, copper, ..)
- Trådløst (satelitt, WiFi, Bluetooth, GSM,..)

Eks.: On/Off keying for fiber, DMT for ADSL

Viktig å få med seg at desto «smartere» man koder en melding og deretter modulerer dens digitale representasjon inn på mediumet, desto bedre (spare kapasitet, redusere overføringstid)

IP Protokollen

....la oss fokusere litt på nettverkslaget



IP Protokollen

Adressering

En IP adresse kan f.eks se slik ut: **129.241.200.19** og grunnen til at du ikke ser den så ofte er at den skjuler seg som regel bak et «pretty name» som i dette tilfellet er **www.item.ntnu.no**

http://129.241.200.19/
http://www.item.ntnu.no/



DNS protokollen lar oss bruke navn isteden for tall

IP Protokollen

Adressering

IP adresser på en PC:

```

C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Version 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\bjorn>ipconfig

Windows IP Configuration

Wireless LAN adapter Wireless Network Connection:

    Connection-specific DNS Suffix . . . : wlan.ntnu.no
    Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::3d5e:322b:b414:8e57%16
    IPv4 Address. . . . . : 78.91.56.67
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.252.0
    Default Gateway . . . . . : 78.91.56.1

Mobile Broadband adapter Mobile Broadband Connection:

    Connection-specific DNS Suffix . . . :
    Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::cdcd:fdaa:42e:5ffe%15
    IPv4 Address. . . . . : 89.8.12.110
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . . : 89.8.12.107

Ethernet adapter Bluetooth Network Connection:

    Media State . . . . . : Media disconnected
    Connection-specific DNS Suffix . . . :

Ethernet adapter Local Area Connection:

    Connection-specific DNS Suffix . . . : item.ntnu.no
    IPv6 Address. . . . . : 2001:700:300:2211:95ae:563e:94c1:a65b
    Temporary IPv6 Address . . . . . : 2001:700:300:2211:8010:ddc5:12c3:31c7
    Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::95ae:563e:94c1:a65b%11
    IPv4 Address. . . . . : 129.241.200.209
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . . : fe80::20c:cfff:fe32:4800%11
                                129.241.200.1

Tunnel adapter isatap.item.ntnu.no:
  
```

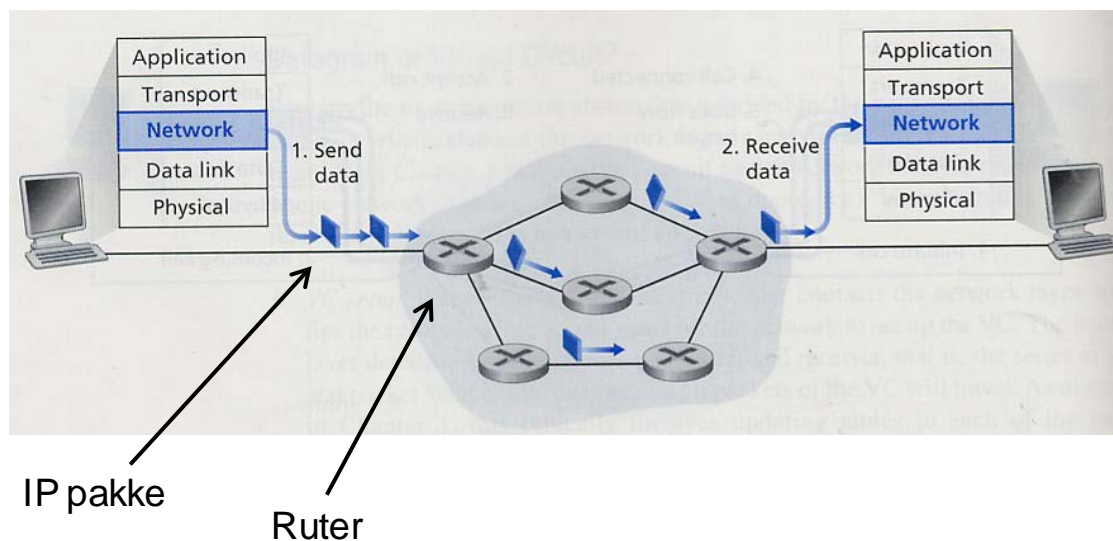
Hvert fysiske grensesnitt som er aktivt har minst en IP adresse, som her

- WiFi
- LAN (både IPv4 og IPv6)
- 3G

IP Protokollen

Grunnlaget for pakkesvitsjet nettverk (som f.eks Internet)

- Hver «**pakke**» (datagram) har komplett adresseinformasjon, for både sender og mottaker
- Hver «**node**» (ruter) i nettet ser på adressefelt, og finner så neste node i en rutingstabell som pakken skal sendes til
- «**Rutingstabell**» kan endre seg – pakker kan ta forskjellig vei
- Mottaker kan sende pakker tilbake som svar fordi den ser avsender sin IP adresse i det som mottas
- **Ingen reservering av ressurser**



Har du en ruter hjemme?

IP Protokollen

Adressering

En IP-adresse består av

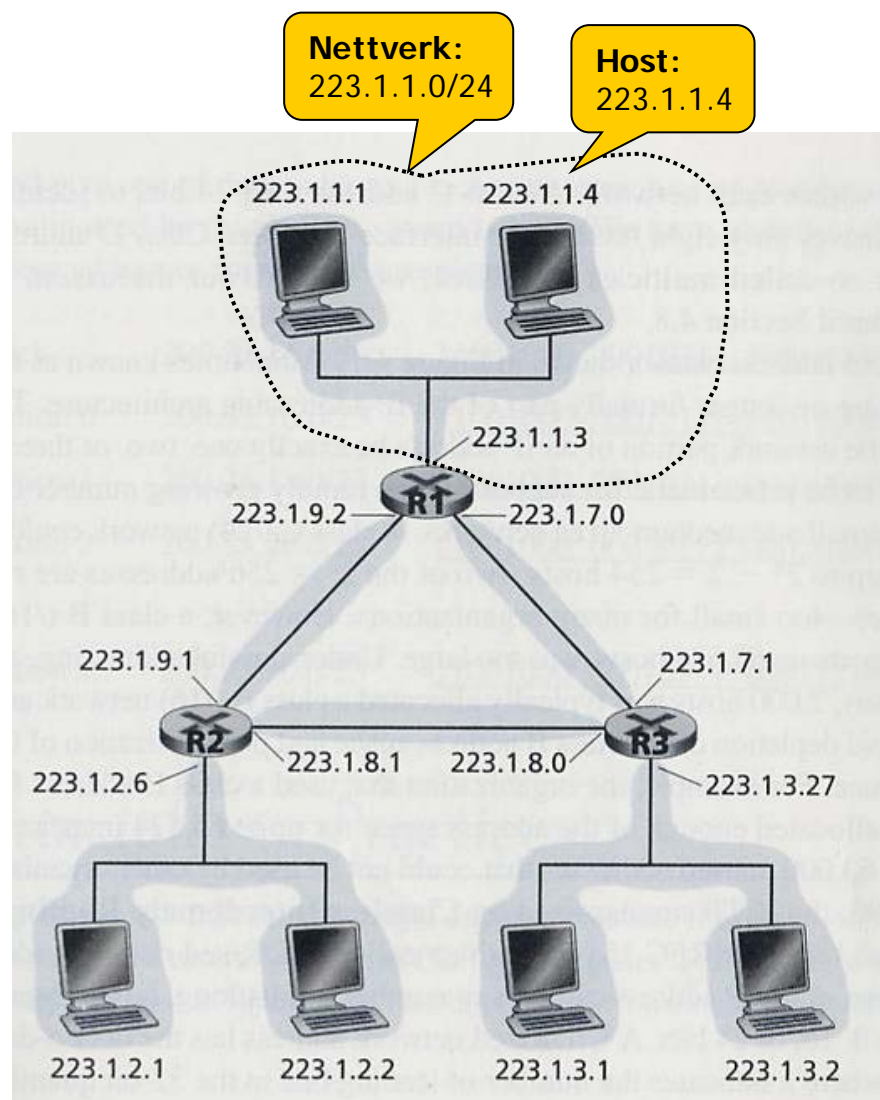
Nettverksdel

- Nettverksmaske (network mask/prefix): De første x bit i adressen
- Notasjon: 223.1.1.0/x
- **x**: typisk 8, 16, 24
(/24 = 255.255.255.0)

Host del

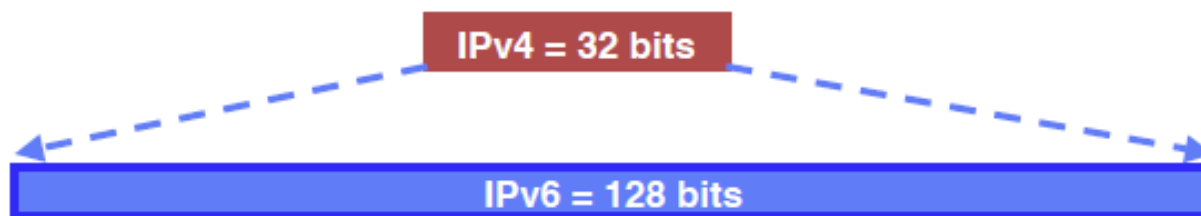
- identifiserer en pc/host (eller et bestemt grensesnitt) i et nett

Dette gir grunnlag for grupper av enheter som gjør ting mye enklere for f.eks rutingprotokoller



IP Protokollen

Adressering



IPv4

32 bits

= 4,294,967,296 possible addressable devices

IPv6

128 bits: 4 times the size in bits

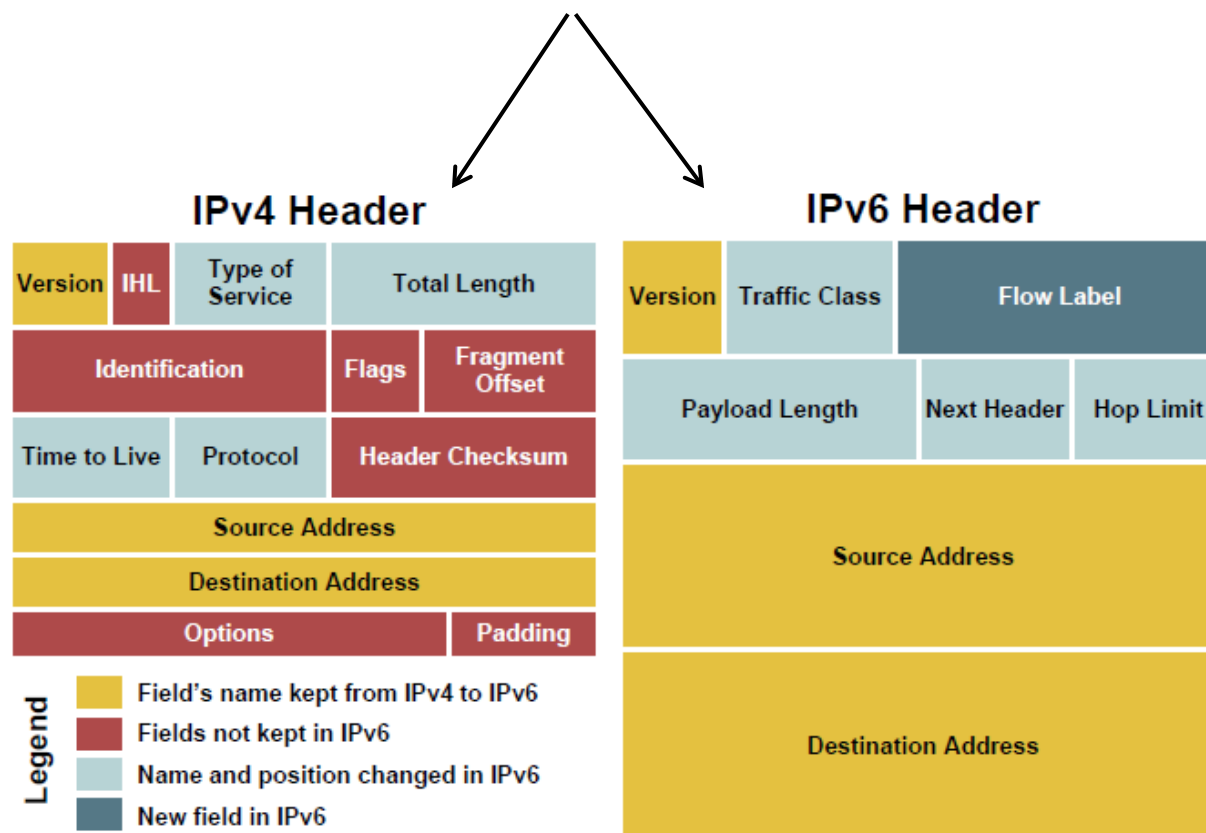
= 3.4×10^{38} possible addressable devices

= 340,282,366,920,938,463,463,374,607,431,768,211,456

~ 5×10^{28} addresses per person on the planet

IP Protokollen

Adressering



IP Protokollen

Et lite eksperiment

- Hvor mange IP pakker mottar din PC, smarttelefon eller tablet når du besøker **vg.no** for første gang idag ?
- Svar = _____ (bruk Wireshark)
- Vil du motta det samme antallet om en time eller i morgen ?



Innhold

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



NTNU

Kunnskap for en bedre verden

