



# IT-revolusjon med datamaskinen som motor. Norsk innsats i det globale bildet

NTVAs 50-års jubileum

9. September 2005

Adm. direktør Rolf Skår



Det er utviklingen av datamaskinen som er selve motoren i IT-revolusjonen

- Med en forbedring på 200 millioner over 40 år er revolusjon neppe å ta for hardt i.
- Ikke et foredrag om Norsk Datas vekst og fall.
- Bidrag til forståelse av hva som gjorde en slik utvikling mulig, og norske roller i det globale bildet.







# 1972 - 2005 Forbedringer

|                          | NORD-5           | HP Integrity<br>(Intel Itanium) |           |
|--------------------------|------------------|---------------------------------|-----------|
| Ytelse                   | 0,5 Mflops       | 246 flops                       | 48 000    |
| Størrelse<br>primærlager | 256 kbytes       | 166 bytes                       | 64 000    |
| Størrelse<br>harddisk    | 10 Mbytes        | 288 Gbytes                      | 28 800    |
| Kommunikasjon            | 1200 bits/s      | 1 Gbit/s                        | 833 000   |
| Pris 2005 kroner         | 28,5 mill kroner | 250 000 kroner                  | 80        |
| Pris ytelse              |                  |                                 | 4 000 000 |



# Grunnlaget for norsk datamaskinindustri

- Nettverket FFI - MIT med NTNF stipend
- Rett mann på rett sted til riktig tid, Yngvar Lundh, MIT/TX-0
- Optimalt tidspunkt for kommersialisering
- Særdeles dyktige datamaskinkonstruktører som fulgte i Yngvar Lundhs fotspor



- Tre miljøer var ledende på moderne kost effektive datamaskiner
  - Route 128, Boston
  - Silicon Valley, California
  - Oslo/Kjeller
- FFIs dominerende rolle som utviklingsinstitusjon er bemerkelsesverdig. Finn Lied og Karl Holbergs tese, arvet fra MIT om bare å engasjere seg i det som er så krevende at ingen andre kan klare det.



# Det er datamaskinen som er selve motoren i IT-revolusjonen

- Det er revolusjoner i alle de sentral delene av en datamaskin
  - Prosessoren (regneenheten)
  - Primærlageret (hukommelsen)
  - Sekundærlageret (harddisken)
  - Kommunikasjon (nettverksforbindelsen)
  - Programvaren (software)



# Prosessoren

- Fra smart konstruksjon med transistorer og integrerte kretser til smarte koplinger med et stort antall mikroprosessorer



| Produkt                        | Lansering | Ord-<br>lengde | Adresse-<br>område | Klokke-<br>hastighet | Antall<br>transistorer | Anvende lser                                  |
|--------------------------------|-----------|----------------|--------------------|----------------------|------------------------|---|
| 4004                           | Nov 1971  | 4              | 640 bytes          | 0,1 Mhz              | 2.300                  | Kalkulator                                    |
| 8008                           | Apr 1972  | 8              | 16 Kbytes          | 0,2 Mhz              | 3.500                  | Hobbymaskiner                                 |
| 8080                           | Apr 1974  | 8              | 64 Kbytes          | 2 MHz                | 4.500                  | 10 ganger<br>ytelsesforbedring                |
| 8086                           | Juni 1978 | 16             | 1 Mbytes           | 10 MHz               | 29.000                 | PC blir mulig                                 |
| 80286                          | Feb 1982  | 16             | 16 Mbytes          | 12,5 MHz             | 134.000                | PC blir nyttig                                |
| 80386                          | Okt 1985  | 32             | 4 Gbytes           | 33 MHz               | 275.000                | Første 32 bit PC                              |
| 80486                          | Apr 1989  | 32             | 4 Gbytes           | 50 MHz               | 1.200.000              | Hurtig 32 bit<br>m/cache og<br>floating point |
| Pentium                        | Mar 1993  | 32             | 4 Gbytes           | 66 MHz               | 3.100.000              | Økt ytelse,<br>skalar arkitektur              |
| Pentium<br>II                  | Mai 1997  | 32             | 64 Gbytes          | 300 MHz              | 7.500.000              | Økt ytelse                                    |
| Pentium<br>III                 | 1999      | 32             | 64 Gbytes          |                      | 9.500.000              | Bilde og video<br>mulig                       |
| Pentium<br>4                   | 2000      | 32             | 64 Gbytes          | 1500<br>MHz          | 42.000.000             | Økt ytelse                                    |
| Itanium                        | 2001      | 64             | 1 Petabyte         | 800 MHz              |                        | Første 64 bit.<br>Teknisk<br>beregning        |
| Xeon                           | 2002      | 64             | 256<br>Terabytes   | 2200<br>MHz          |                        | Spill, grafikk                                |
| Dagens toppmodeller:           |           |                |                    |                      |                        |   |
| Pentium<br>4 EE HT             | 2004      | 32             | 64 Gbytes          | 3400<br>MHz          | 178 mill.              |   |
| Itanium<br>double<br>processor | 2004      | 64             | 1 Petabyte         | 1600<br>MHz          | 410 mill.              |   |
| Xeon<br>MP                     | 2004      | 64             | 256<br>Terabytes   | 3000<br>MHz          | 286 mill.              |   |



# Primærlageret

- Med ferrittkjernehukommelse ville vi neppe hatt noen IT-revolusjon. Overgangen til halvlederteknologi (CMOS DRAM) helt avgjørende.



| Lanseringsår | Produkt  | Type | Linjebredde<br>nanometer | Antall transistorer |
|--------------|----------|------|--------------------------|---------------------|
| 1970         | 1 kbit   | PMOS | 8000                     | 4096                |
| 1974         | 4 kbit   | NMOS | 8000                     | 8192                |
| 1976         | 16 kbit  | NMOS | 5000                     | 16384               |
| 1979         | 64 kbit  | NMOS | 3000                     | 65536               |
| 1982         | 256 kbit | NMOS | 2000                     | 262144              |
| 1984         | 256 kbit | CMOS | 1500                     | 262144              |
| 1986         | 1 Mbit   | CMOS | 1200                     | 1048576             |
| 1988         | 4 Mbit   | CMOS | 800                      | 4194302             |
| 1991         | 16 Mbit  | CMOS | 500                      | 16777216            |
| 1994         | 64 Mbit  | CMOS | 350                      | 67108864            |
| 1996         | 128 Mbit | CMOS | 300                      | 134217728           |
| 1997         | 256 Mbit | CMOS | 250                      | 268435456           |
| 1998         | 512 Mbit | CMOS | 230                      | 536870912           |
| 2000         | 1 Gbit   | CMOS | 180                      | 1073741824          |
| 2004         | 1 Gbit   | CMOS | 90                       | 1073741824          |



# Harddisken

- Paradigmeskiftet fra pengemaskin til eksplosiv forbedring. Trolig viktigste element i kollapset til den etablerte datamaskinindustrien
- Jevn utvikling, 40% per år frem til 1990
- Fra 1997 100% forbedring hvert år
- Pris / ytelse forbedret 10 millioner ganger på 20 år



# Datakommunikasjon

- Nesten ingen utvikling frem til 1990. Kombinasjon av ny teknologi med fiber og oppløsning av telemonopoler har gitt oss dagens internett og verdensvev
  - Uninetts hovednett mellom Oslo - Bergen - Trondheim
    - 1987      9600 baud (9,6 kbit/s)
    - 1990      2 Mbit/s
    - 2005      2,5 Gbit/s
- Pris / ytelse mer enn 1000 millioner ganger forbedret



# Programvaren (software)

- Simula, utviklet av Odd Dahl og Kristen Nygaard, ledet til objektorientert programmering med langvarig global innflytelse
- Nettleseren Opera med globalt marked og globale muligheter nå



# Programvare for ND-maskiner

- NDs fremgang var i like stor grad knyttet til programvaren som selve datamaskinen
- Operativsystemet var viktigst
  - 1972 TSS (TimeSharing System)
  - 1973- SINTRAN III. Første kombinerte operativsystem for
    - Samtids databehandling
    - Timesharing
    - Transaksjonsbehandling
    - Nettverk
  - Applikasjoner ga konkurransedyktighet
    - SIBAS Database
    - NOTIS Tekstbehandling



# Det store paradigmeskiftet

- Før 1988: Pris bestemt av kundeverdi og IBMs dominerende posisjon og IBMs kostnadsnivå. Harddisken som pengemaskin
- Fra 1990: Forbedringene i teknologien kommer kundene til gode i form av lavere priser og dermed eksplosiv markedsvekst og enda raskere akselererende utvikling.



# Det store paradigmeskiftet, forts.

- Grensesprengende programvare gjorde PC'ene først nyttige og deretter brukervennlige
  - Regnearket
  - Tekstbehandling
  - Vindubasert operativsystem (Macintosh og Windows)
  - Internett
  - Verdensvev



# IT-revolusjonen gjennomsyrrer alt

- IT-produkter har typisk lav eller tilnærmet null produksjonspris, men meget høye utviklingskostnader
- Det betyr at det er liten eller ingen korrelasjon mellom hva et produkt selges for og hvor godt eller verdifullt produktet er



# IT-revolusjonen gjennomsyrrer alt

forts.

- For produsentene er det i hovedsak utviklingskostnadene og antall enheter disse avskrives over som bestemmer lønnsomhet og konkurranse-dyktighet
- Eksempel:  
Istedenfor å selge 1000 kopier av en programvarelisens for regnskap til 1 mill pr lisens, kan en selge den identiske programvaren for 1000 kroner pr lisens for dermed å selge mer enn 1 million lisenser



# Alt blir digitalt

- All behandling av tekst og trykte dokumenter
- Taletelefoni med fulldigitalt nettverk
- GSM mobiltelefoni og senere generasjoner
- Bilder, digitale kamera
- Digital radiokringkastning
- Digital TV-distribusjon
- Digital kino og film

DSP (Digital Signal Processor) teknologi har laget grunnlaget



Vil IT-revolusjonen fortsette ?

**JA**