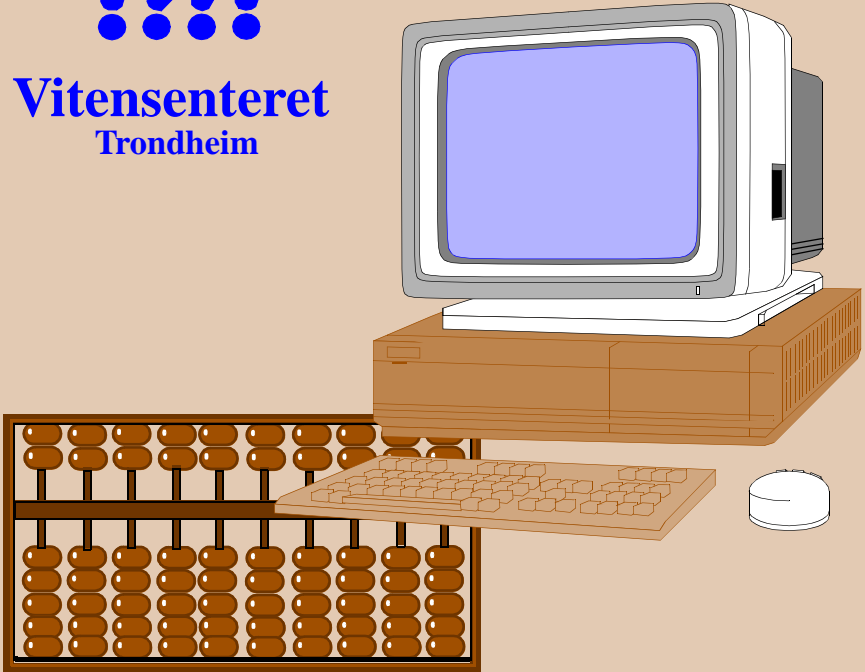




Vitensenteret
Trondheim



Fra kuleramme til PC

Datamaskinens historie og betydning

Nils Kr. Rossing
Arne Asphjell
Einar J. Aas



Midt Nordisk Vitensenteret 2000

Fra kuleramme til PC -

Datamaskinens historie og betydning.

ISBN 82-92088-08-3

Henvendelser om dette hefte kan
rettes til:

*Vitensenteret
Postboks 117
7400 Trondheim*

Omslag: *Nils Kr. Rossing*

Trykk: *Reprosentralen
NTNU*

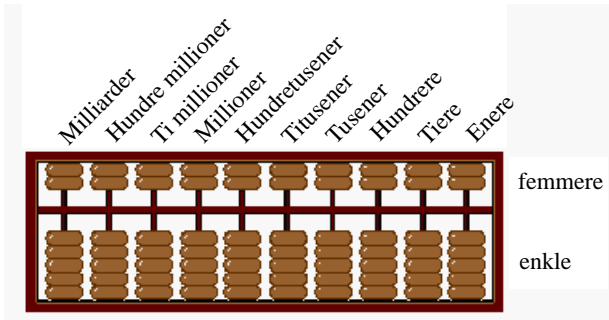
3. utgave 11.1.01



1 Regnemaskinens tidlige historie

Kulerammen (Abacus¹) (ca 500)

Selv om ulike former for tall som for eksempel merker på bein har eksistert i bortimot 4000 år, er det nok kulerammen (abacus) som kan kalles den første “regnemaskinen”. En regner med at kulerammen, slik vi kjenner den idag, ble utviklet i Hellas for omtrent 1500 år siden.



Tidligere hadde kineserne benyttet samme teknikk ved å flytte perler langs spor i sanden. Kulerammen utførte ingen beregninger, men var hovedsakelig et hjelpemiddel for å huske tallene etterhvert som de ble addert til eller trukket fra.

Regnestaven (1620)

John Napier (1550 - 1617) var en allsidig skotte. Han var teolog og matematiker og var blant mye opptatt av å fremstille våpen. Det imidlertid ettertiden vil huske ham for er hans publikasjon om *logaritmer* som utkom i 1614. Han innså at et hvert tall kunne uttrykkes som et *grunntall* opphøyd i en *potens*. Logaritmen til tallet var lik potensen. Dersom en ønsker å multiplisere to tall med hverandre, kan en i stedet legge sammen logaritmene. Addisjon er en langt enklere regneoperasjon enn multiplikasjon. En trenger imidlertid en tabell som kan fortelle en det egentlige tallet ut fra logaritmen², en såkalt *antilogaritmetabell*. Denne teknikken ble av **William Oughtred** utnyttet til å lage den første *regnestaven* i 1620. Det var imidlertid den franske offiseren **Amedee Mannheim** som i 1850 utformet regnestaven slik vi kjente den fram til for noen år siden (på slutten av 60-tallet). I dag er regnestaven konkurrert ut av lommeregneren.

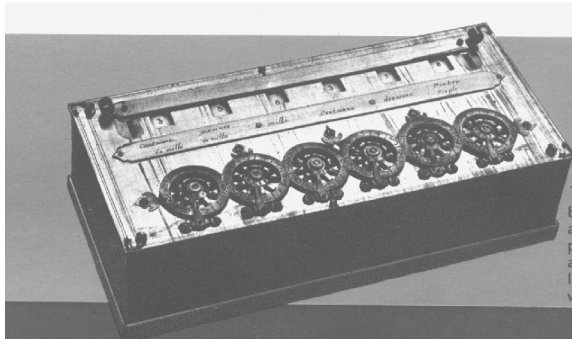
1. *Abacus*: “The New Grolier Multimedia Encyclopedia 1993



Addisjonsmaskinen Pascaline (1645)

I 1645 laget den briljante franske matematiker, teolog, filosof og vitenskapsmann **Blaise Pascal** (1623 - 1662) en mekanisk addisjonsmaskin bygget opp av hjul og akslinger. Pascal var bare 19 år da han startet arbeidet med maskinen som sto ferdig i 1645. Det var farens arbeide ved stedets skattekontor som motiverte den unge Blaise til det banebrytende arbeidet. Fram til sin død som 39 åring, hadde Pascal laget nærmere 50 versjoner av sin regnemaskin i tillegg til alt det andre arbeidet han gjennomførte.

Blaise Pascal's addisjonsmaskin, Pascaline, sto ferdig i 1645.



Pascals maskin ble kalt *Pascaline* og benyttet et prinsipp som skulle bli rådene i nærmere 300 år. Den største ulempen med Pascaline var at den bare kunne addere.

Astronomiske beregninger (1673)

Gotfried Wilhelm Leibniz (1646 - 1716) var en gløgg ung gutt som startet sin universitetskarriere da han bare var 15 år. I en alder av 20 år ble han ansatt som professor ved universitetet i Nuremberg. En av Leibniz's mange interesseområder var astronomi, og i 1672 inngikk han et samarbeid med den hollandske filosofen og astronomen **Christian Huygens** (1629 - 1695)¹. En viktig del av astronomien på denne tiden, var det enorme regnearbeidet som lå til grunn for mange av observasjonene. Leibniz innså at mye menneskelig arbeidskraft kunne vært spart om en maskin kunne utføre disse endeløse

2. Et hvilket som helst tall kan uttrykkes som et *grunntall* opphøyd i en *eksponent*. F.eks. kan 100 skrives som 10^2 . Her er 10 grunntallet og 2 eksponenten. Dersom vi skal gange to tall med hverandre, f.eks. $100 * 100$, så blir dette 10.000. Skriver vi tallene i regnestykket med eksponenter får vi $10^2 * 10^2 = 10^4$. Vi ser at når vi multipliserer to tall med hverandre er det det samme som å legge sammen eksponentene. Ved hjelp av tabeller kan en finne eksponenten til et hvilket som helst tall. Den eksponenten en må opphøyet et bestemt grunntall i for å få tallet, kalles *logaritmen til tallet*. Ved multiplikasjon kan en legge sammen logaritmene, som er enklere enn å utføre multiplikasjonen, og deretter slå opp i en *antilogaritmetabell* for å finne tilbake til tallet.
1. Christian Huygen regnes som pendelurets oppfinner. Videre var han den som først observerte Saturns ringer og som lanserte lysets bølgeteori.



beregningene. Han startet derfor arbeidet med å lage en mekanisk regnemaskin.

I 1673 sto maskinen ferdig og lignet på mange måter Pascals addisjonsmaskin. Leibniz maskin brukte de samme prinsippene for addisjon, men hadde i tillegg en sveiv som han benyttet for å utføre *divisjon* og *multiplikasjon*. Leibniz demonstrerte sin maskin for det franske vitenskapsakademiet og "Royal Society of London". En av hans maskiner fant sogar veien til Peter den Store i Russland.

*I 1804 bygde den franske
veverieieren **Joseph Marie
Jacquard** den første
hullkortstyrte vevstolen*



Hullkortbaserte vevstoler (1804)

I 1804 bygde den franske veverieieren **Joseph Marie Jacquard** (1752 - 1834) den første hullkortstyrte vevstolen. Hullkortene holdt rede på mønsteret i veven. Senere ble hans metode stadig forbedret og dannet mye av grunnlaget for vevindustriens automatisering tidlig på 1800-tallet. Jacquard's metode ble etterhvert akseptert over stor deler av verden.

Den analytiske regnemaskinen (1822)

Charles Babbage (1792 - 1871) ble utdannet fra *Cambridge University*. I 1827 ble han ansatt som professor ved det samme universitetet. Han besatte dermed det samme embete som Isac Newton en gang hadde hatt. I de 13 årene han hadde stillingen, holdt han ikke en eneste forelesning. Babbage var imidlertid en allsidig herremann som engasjerte seg både vidt og bredt i det vitenskapelige landskap i England.

Han ble tidlig klar over de menneskelige begrensninger knyttet til store regneoppgaver, og ble etterhvert besatt av tanken av å bygge en mekanisk regnemaskin. Hans store frus-



Charles Babbage (1792 - 1871)



Babbages differansemaskin ble aldri helt ferdig. Noen enklere versjoner ble bygget etter hans død.

trasjon var at han så både behovet for og prinsippene bak en datamaskin alt 100 år før teknologien fantes.

Likevel startet han arbeidet med en mekanisk regnemaskin, og brukte etterhvert store statlige og personlige midler på dette uten å komme helt i mål. Ett av hans problemer var at hans maskin stadig skulle løse større oppgaver, og dermed vokste i omfang og kompleksitet.

Alt i 1822 hadde han planene klare for en *Differansemaskin*¹, men da han 11 år og 17.000£ senere ennå ikke hadde oppnådd tilfredstillende resultater, var han i ferd med å oppgi differansemaskinen. Likevel fortsatte han å planlegge en enda mer komplisert maskin, en generell regnemaskin som han kalte en: "*Den analytiske maskin*". Maskinen skulle programmeres ved hjelp av hullkort, og skulle kunne mellomlagre² inntil 100 tall.

En av dem som støttet Babbage i hans anstrengelser var **Augusta Ada Byron** (1815 - 1851)³, datter av den kjente dikteren Lord Byron. Men selv om hun hadde stort talent for matematikk og forsto kanskje bedre enn Babbage selv hva en slik maskin kunne bety, klarte heller ikke hun å skape en maskin som fungerte. Den analytiske maskin ble

1. Maskinen skulle brukes til å beregne matematiske tabeller
2. Mellomlagre betyr at maskinen kunne huske resultatet fra en regneoperasjon til en annen som gjøres senere.
3. Stoffet om Ada Byron er hentet fra [3]



dermed aldri bygget. Det ble med tegninger og planer. Hun beskrev imidlertid maskinen med følgende vakre ord:

Analysemaskinen vever algebraiske mønstre slik Jacquard-veven vever blomster og blader.

Ada Byron regnes av mange som den første som beskrev den digitale datamaskinen. Hun beskrev også hvordan *subfunksjoner* kunne skreddersyes for å utføre spesielle regneoppgaver som en del av et større program. 18 år gammel gifter hun seg og får i rask rekkefølge tre barn. Dette reduserer naturlig nok hennes mulighet til å drive med matematiske studier. Ada blir bare 36 år gammel. I 1851 dør hun av kreft. I sitt testamente etterlater hun alle sine matematiske arbeider til Babbage.

Over hundre år senere, i 1979, skriver franskmannen **Jean Ichibi** et programmeringsspråk på oppdrag fra det amerikanske forsvarsdepartementet som han kaller ADA til ære for Ada Byron, som regnes for å være den første programierer.

Det skulle bli en svenske ved navn **Pehr Georg Scheutz** som ved hjelp av Babbages gode råd klarte å lage en *forenklet* modell av differansmaskinen. Denne ble senere utstilt i London og Paris hvor den også fikk priser.

Den *komplette* differansmaskinen ville ha inneholdt 25.000 mekaniske deler som hver måtte lages meget nøyaktig. Prosjektet ville derfor den gangen blitt alt for kostbart. I 1985 bestemte **Science Museum** i London seg for å bygge den komplette maskinen etter Babbages detaljerte tegninger. I 1991 sto den ferdig mindre enn en måned før hans 200 årsdag. Maskinen utførte beregningene slik den skulle, og har siden fungert prikkfritt.

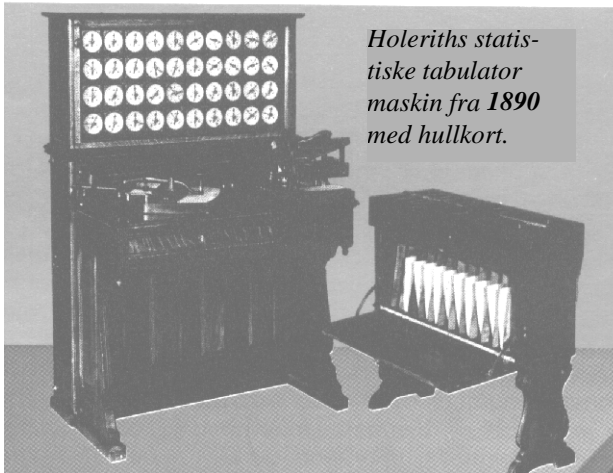
Hullkortbasert tabulatomaskin for folketelling (1890)

Herman Hollerith (1860 - 1929) var født i Buffalo i USA av tyske immigranter. Etter endt studium reiste han til Washington. Idet han ankom Washington i 1880 var 100 personer engasjert i å gjennomføre folketelling i landet. Dette var en enorm oppgave som sysselsatte 100 personer i 7,5 år. **John Shaw Billings** (Hollerith's framtidige svigerfar) utfordret ham til å lage en maskin som kunne tabulere¹ og skrive ut resultatene av folketellingen.

Hollerith grep denne sjansen begjærlig og arbeidet gjennom 1880-årene med maskinen som sto ferdig til den neste folketellingen som ble gjennomført i 1890. Maskinen vant flere konkurranser som den beste statistiske tabulatomaskin beregnet for folketellinger.

Hullkortene som ble benyttet til å mate inn data i maskinen, var på størrelse med en dollarseddel og hadde 12 rader hver med 20 hull. De inneholdt informasjon om alder,

1. Å *tabulere* betyr å sette opp resultatet i tabeller



Holleriths statistiske tabulator maskin fra 1890 med hullkort.

kjønn, fødested, antall barn, arbeid osv. Etter at hullene i kortet var stanset ut, ble de lagt i en innretning med pinner som gikk gjennom hullene og laget kontakt til en dråpe av ledende kvikksølv¹. På den måten sluttet de en strømkrets. Dette medførte at et tellehjul hoppet en plass fram. Slik talte ulike hjul opp antallet innen de forskjellige kategoriene (alder, yrke, kjønn osv).

Det en tidligere hadde brukt 7,5 år på, greidde Holleriths maskin på 2.5 år. Konklusjonen på folketellingen var at befolkningen hadde økt med ca 13 mill. i perioden fra 1880 til 1890, hvilket må sies å være en imponerende tilvekst. Antallet innbyggere i USA i 1890 ble beregnet til 62.622.250.

Etter sin suksess dannet Hollerith et eget firma for å produsere og selge maskinen til ulike formål. En maskin ble sogar solgt til Tsaren i Russland og en til statistisk sentralbyrå i Norge. Denne maskinen er en av to Hollerith-maskiner som fortsatt finnes. Maskinen står på Teknisk Museum i Oslo.

Nye modeller kom til, og den siste forelå i 1924, fem år før Holleriths død. Holleriths firma ble, ikke mange år etter hans død, til det som i dag kalles International Business Machines Cooperation eller IBM.

Krigen 1939 - 1945

Thomas J. Watson Sr., en av sjefene ved IBM, tilbød i likhet med flere andre ameri-

1. Kvikksølv er et flytende metall som i mange år er benyttet i termometer. Kvikksølv er giftig ved innånding.

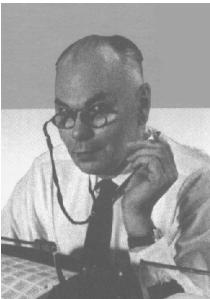


kanske firma å gjøre en innsats for landet når det hadde bestemt seg for å gå med i andre verdenskrig.

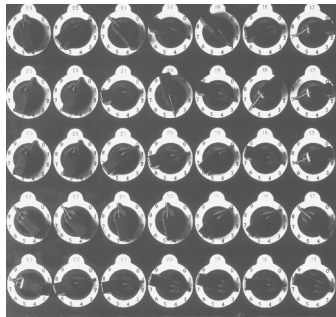
En matematiker ved navn **Howard Aiken** hadde tidligere fått betydelig økonomisk støtte fra IBM i forbindelse med sitt doktorarbeide innen matematikk. Han ble på denne tiden utkalt til marinen, og tilbød seg der å finne metoder for å uskadeliggjøre tyske torpedoer. Watson fikk imidlertid nyss om dette, og fikk “vervet” Aiken til et prosjekt hvor han så for seg å benytte regnemaskiner for å beregne banene til prosjektiler¹. Aiken ble derfor engasjert til et spesialoppdrag ved IBM's bedrift i Endicot, New York, for å arbeide med disse problemene.

Mark I (1943)

Dermed startet arbeidet med det som skulle bli Mark I. Alt i 1943 sto prototypen ferdig til uttesting. Den benyttet papirstrimler med hull (tape) for å mate maskinen med instruksjoner og data, men selve regneenhetene besto av en mengde elektriske reléer². Maskinen var ikke basert på det binære³ tallsystemet, men snarere på IBM's eget desimale⁴ standardformat.



Howard Aiken



35 av de i alt 420 bryterne som Mark-1 var utstyrt med.

Maskinen var enorm. Med sine 750.000 deler var den 15 meter lang og 2.5 meter høy. I alt hadde det gått med 800km kobbertråd. Støynivået rundt maskinen var nesten like

1. Prosjektiler kan være granater eller kanonkuler
2. Et relé er en mekanisk bryter styrt av en strøm
3. Det binære tallsystemet (direkte oversatt: *totalls*-systemet). Alle tall uttrykkes med bare to forskjellige sifre: “0” og “1”.

Eksempel: $5 = 4 + 1 = 2 \cdot 2 + 1 = 2^2 + 2^0 = \underline{1} \cdot 2^2 + \underline{0} \cdot 2^1 + \underline{1} \cdot 2^0 \rightarrow \underline{101}$ (binært).

I datamaskinen benyttes en spenning på f.eks. 5 volt til å representere sifferet “1”, og 0 volt til å representere sifferet “0”. Grunnen til at en benytter bare to sifre er at det er enkelt å avgjøre om det er spenning eller ikke, omtrent som å avgjøre om en lyspære lyser eller ikke.

4. Det desimale tallsystemet er det vi benytter til daglig. Dette har 10 forskjellige sifre (0 - 9)



imponerende som maskinen selv, siden den hadde i alt 3304 mekaniske reléer som raslet. Noen sammenlignet støyen med en sal full av strikkende kvinner.

Maskinen ble senere overført til *Harvard University* for testing og utprøving, før den i 1944 ble overlatt til marinen for beregning av prosjektilbaner.

Maskinen kunne håndtere tall på opptil 23 siffer . Det tok 0.3 sekunder å addere eller subtrahere to slike lange tall. En multiplikasjon tok 3 sekunder. Maskinen kunne dermed i løpet av en enkelt dag gjøre like mye regnearbeid som en mann kunne gjennomføre i løpet av 6 måneder. Likvel vet vi at en ordinær PC i dag kan være flere millioner ganger raskere.

Selv om Mark I gjorde tjeneste ved Harvard i 16 år, ble den aldri den suksessen Watson hadde håpet på. Dette skyldes at teknologien var foreldet omtrent før maskinen var ferdig.

Datamaskinens utvikling i Tyskland

Alt i 1941 hadde tyskeren **Konrad Zuse** landsert modellene Z1 og Z2. Zuse's maskiner var langt mindre, og dermed billigere å produsere enn Mark I. Maskinene hans benyttet til forskjell fra Mark I, det binære tallsystemet.

Zuse ble permittert fra hæren for å arbeide med sine datamaskiner. Formelt var han knyttet til flyindustrien. Hans neste to maskiner, Z3 og Z4, ble derfor hovedsakelig benyttet til å løse ingeniørmessige regneoppgaver knyttet til aerodynamiske¹ beregninger, og kontroll av ubemannede radiostyrte fly.

Kampen om de hemmelige kodene

I 1942 gikk Zuse sammen med den østerrikske elektroingeniøren **Helmut Schreyer**. Deres idé var å bytte ut reléene med radiorør, og på den måten oppnå regnehastigheter ca. 1000 ganger raskere enn hva en kunne oppnå ved hjelp av mekaniske reléer².

En anvendelse for en slik rask maskin var å bryte kodene som britene benyttet for å kommunisere med sine stridende enheter. Da Hitler fikk høre at utviklingstiden for en slik maskin var to år, mente han bestemt at krigen var avgjort lenge før denne tiden og ønsket ikke å bevilge penger til prosjektet.

Det tyskerene ikke visste var at engelskmennene hadde startet arbeidet med en tilsvarende maskin. Prosjektet ble kalt *Ultra* og hadde meget høy prioritet.

1. Aerodynamikk er læren om hvordan et fly kan holde seg oppe i lufta.

2. Et relé er en bryter som er styrt av en elektrisk strøm.



Polakkene hadde alt i 1939 klart å smugle en tysk chifferingsmaskin¹, *Enigma*, over til England med en beskrivelse av hvordan den fungerte. Maskinen lignet en fjernskriver, hvor en satte inn en chifferingsnøkkel. Meldingene ble direkte chiffrert idet brukeren skrev inn sine meldinger og sendte dem over til mottakeren i kodet form.

Selv om engelskmennene kjente prinsippene, hadde de problemer med å dechiffrere meldingene raskt nok, siden tyskerne endret chifferingsnøkler tre ganger om dagen. En rask datamaskin kunne imidlertid gjøre jobben tilstrekkelig raskt til å finne nøkkelen, før den ble skiftet ut med en ny.

For om mulig å finne en løsning samlet engelskmennene sammen en elite innen ulike disipliner, deriblant en meget original matematiker ved navn **Alan Turing** (1912 - 1954). Det ble fortalt av hans venner at han istedenfor å spørre hva klokken var når hans egen var stoppet, beregnet han tiden ved å studere posisjonen til en stjerne.

At Alan Turing var genial, beviste han da han som 24 åring skrev det som senere skulle betraktes som grunnlaget for moderne databehandling. Datamaskinen han beskrev kunne bl.a. utføre instruksjoner lagret i et internt minne.

*Alan Turing
(1912 - 1954)*



I de første årene av krigen ble det på bakgrunn av bl.a. Turing's arbeider bygget flere elektromekaniske maskiner (basert på reléer). Ved hjelp av disse maskinene prøvde de allierte å knekke tyskernes koder. Metoden gikk ut på å prøve og feile, helt til de fant en sekvens² som ga mening.

I 1943 kom ideen om å bygge en langt raskere maskin ved hjelp av radorør. Maskinen skulle ha ca 2.000 rør, og var på mange måter ganske lik den som tyske Zuse hadde foreslått for Hitler noen år tidligere. Denne maskinen fikk navnet **Colossus**.

Da maskinen sto ferdig, ble den matet med tyske meldinger som var mottatt over radio. De 5 fotoelektriske³ hullkortleserne kunne tilsammen lese inntil 25.000 tegn i sekundet,

1. Chifferingsmaskin er en maskin som koder vanlig tekst slik at det er uforståelig for den som ikke kjenner nøkkelen. Dechiffrering gir tilbake den opprinnelige teksten.
2. *Sekvens* er en rekke etterfølgende bokstaver eller tegn.



hvilket var en enorm hastighet på den tiden.

Alan Turing hadde en god del av æren for de maskinene som ble laget i denne tide. At maskinene gjorde nytte for seg, vitner følgende utsagn av matematikeren **I. J. Good** om: *“I won't say that Turing did made us win the war, but I dare say we might have lost it without him”*.

ENIAC (1946)

Men de lå heller ikke på latsiden på den andre siden av Atlanterhavet. I Philadelphia arbeidet de med en videreføring av Mark I, som også var ment å gjøre beregninger knyttet til prosjektilbaner. Maskinen ble kalt ENIAC - *The Electronic Numerical Integrator and Computer*. ENIAC var langt mer generell en Mark I.

En av utfordringene var å finne ut hvordan retningen og helningsvinkelen¹ på kanonløpet skulle stilles inn, når en visste avstanden til målet, vindretning og vindstyrke samt temperatur. Hver slik beregning krevde ca 750 multiplikasjoner. Slike beregninger ble utført på forhånd og stilt opp i lange tabeller. Ute i felten kunne en så slå opp i tabellene etter behov.

Selv om flere elektromekaniske regnemaskiner ble tatt i bruk, klarte de ikke å holde tidplanene for å utarbeide de nødvendige tabellene.

John W. Mauchly (1907 - 1980) og **J. Presper Eckert** (1919 -) skulle etterhvert få et nært samarbeide. Mauchly, som var fysiker, hadde syslet med meteorologi, og hadde lenge drømt om en maskin som kunne håndtere meteorologiske data. I 1942 forelå planene om en høyhastighets datamaskin bygget med rør.

I 1943 fikk **løytnant Goldstine** høre om planene, og 9. april, på Eckert's 24 års dag, sørget han for en bevilgning fra forsvarret på \$400.000 til prosjektet. Etter kort tid var 50 mann i arbeid med maskinen. Sjefen Mauchly var rask og effektiv. Eckert som arbeidet som sjefingeniør, var derimot reservert, men hadde en egen evne til å finne praktiske løsninger som fungerte.

For å redusere sannsynligheten for feil i et av rørene, ble spenningen senket, slik at bare ett til to rør av de i alt 17.468 rørene feilet hver uke. Maskinen hadde ca 30.000 elektroniske komponenter, og veide 30 tonn. Maskinen var 24 meter lang og 5 meter høy, og var flere tusen ganger raskere enn Mark I. *“Raskere enn tanken”*, skrev en journalist.

Selv om maskinen ikke sto ferdig før mot slutten av 1945, etter at krigen var ferdig, viste det seg snart at den skulle få strategisk betydning under den kalde krigen.

3. En fotoelektrisk hullkortleser benytter lys for å undersøke om det er et hull i kortet eller ikke.

1. Hvor mye kanoen skal peke oppover



EDVAC (1945)

En av de største problemene med ENIAC var at den var fast programmert til å kjøre *ett* program. Dersom den skulle omprogrammeres, måtte en koble om flere hundre forbindelser. For å bøte på dette startet arbeidet med en etterfølger. Denne ble kalt: *Electronic Discrete Variable Automatic Computer*, eller bare **EDVAC**. Denne kunne holde både data og programmer i interne minner.

EDVAC benyttet binære tall framfor desimale, noe som medførte langt færre rør. I 1944 dukket matematikeren **John von Neumann (1903 - 1957)** opp i teamet. Neumann var født i Ungarn av jødiske foreldre. Han viste tidlig usedvanlige evner innen bl.a. matematikk. Han syslet også med fysikk og bidro bl.a. til kvanteteorien¹. Under deler av krigen var han derfor også med i teamet som utviklet den første atombomben i Los Alamos i New Mexico (USA). Senere gjorde han beregninger knyttet til hydrogenbomben. Under dette arbeidet så han ikke bare behovet for en enkel regnemaskin, men for en generell *datamaskin*.

I 1945 kom første del av en rapport som beskrev maskinen EDVAC. Også von Neumann fremhevet i sin rapport betydningen av å kunne lagre instruksjoner og programmer i maskinens interne minne. Neumanns rapport ble offentliggjort, noe som skapte bekymring hos Mauchly og Eckert som hadde blitt hindret i å publisere på grunn av militær gradering².

EDSAC (1949)

På denne tiden begynte teamet rundt Mauchly og Eckert og slå sprekker. En engelsk-mann ved navn **Maurice Wilkes** så derfor sitt snitt til å samle restene etter Mauchly og Eckerts team, og tok dem med til Cambridge i England hvor de i 1949, to år før EDVAC sto ferdig, fullførte sin egen programmerbare maskin **EDSAC** - *Electronic Delay Storage Automatic Calculator*.

En hadde nå for første gang klart å konstruere en maskin som kunne brukes til alle mulige beregninger.

Hvor ble det så av disse skarpe hjerner etter krigen?

Alle **Zuses** maskiner unntatt Z4, ble ødelagt under de alliertes bombing på slutten av krigen. Han flyktet sammen med noen av sine nærmeste medarbeidere inn i de Bavariske

1. Kvanteteorien beskriver hvordan atomene oppfører seg og var viktig da en skulle lage atombomben.
2. Et dokument *gradering* avgjør hvor hemmelig det er. Et dokument som er *ugradert* kan vises fram til hvem som helst.



Alper. En av hans menn ble senere innhentet av den amerikanske hær. Dette var **Werner von Braun** (1912 - 1977) som senere skulle bli *meget* sentral innen USA's romfartsprogram.

Alan Turing arbeidet noen år videre innen bransjen, men ble etterhvert så oppslukt av spørsmål knyttet til om datamaskinen kunne tenke selv, at alt annet arbeid ble lagt til side. Han fikk etter hvert også en del personlige problemer, og bare 41 år gammel tok han sitt eget liv.

John von Neumann arbeidet videre på teamet til Goldstine og deltok i utviklingen av en spesiell datamaskin knyttet til utviklingen av H-bomben. Denne maskinen kalte han **MANIAC** - *Mathematical Analyzer, Numerator, Integrator, and Computer*. Da han i 1957 i en alder av 54 døde av benkreft, hadde han så stor innsikt i graderte militære saker at legeteamet rundt ham ble sikkerhetsklarert.¹

John Mauchly og **Presper Eckert** startet eget firma i Philadelphia hvor de fortsatte arbeidet med å utvikle generelle datamaskiner. De startet arbeidet med maskinen UNIVAC - *Universal Automatic Computer*. Men de tapte kappløpet om å produsere den første kommersielle datamaskinen til firmaet LEO. Noen måneder senere kom UNIVAC på markedet, men da var også firmaet gått konkurs og kjøpt opp av Remington Rand. Hverken Mauchly eller Eckert ble rike på det pionerarbeidet de hadde gjort.

Howard Aiken fortsatte sitt arbeide med Mark-1 uten støtte av IBM. Han laget i alt fire versjoner av maskinen. IBM-direktøren **Tom Watson**, som aldri hadde forsonet seg med Aiken, ergret seg over Aikens framgang. Han satset derfor alt på at IBM's forskerstab skulle utvikle en maskin som var Mark-maskinene overlegne. Ved Watsons død i 1956 hadde IBM langt på vei oppfylt direktørens målsetninger.

Selv om IBM etter hvert overtok dominansen i markedet, gjorde Remington Rand og senere Sperry stor suksess med UNIVAC.

UNIVAC var også den rådende datamaskinen ved Norges Tekniske Høgskole på 60- og 70-tallet. Forfatterne av dette heftet er derfor ikke ukjent med UNIVAC's tykke bunker med hullkort.

La oss nå gå litt tilbake i tid og se nærmere på en nyskaping som etterhvert skulle revolusjonere datateknologien, nemlig *transistoren*.

2 Transistoren, informasjonsteknologiens atom, er femti år.²

Lille julaften 1947 ble forsterkeregenskapene til en trebent komponent demonstrert for

1. Personer som får tilgang til hemmeligheter må skrive under et papir hvor de lover å holde tett.



en forventningsfull ledelse ved Bell Labs. Tre års målrettet *teamwork* hadde båret frukter. Lite ante de at det var fødselen til informasjonsteknologiens æra de overvar. Historien fram til i dag skisseres i dette avsnittet, og det trekkes opp utviklingslinjer frem mot år 2010, som viser at ytelsen til en mikroprosessor vil øke 1000-10000 ganger i løpet av denne perioden.

Elektronet måtte oppdages først.

I 1897 oppdaget tyskeren **J. E. Wiechert** og engelskmannen **J. J. Thomson** (1856 - 1940) elektronet. I vel 40 år hadde europeiske vitenskapsmenn forsket med evakuerte¹ glassrør, som det ble sendt elektrisk strøm gjennom. Ved lave trykk begynte røret å lyse som neonrør, og det var åpenbart at katoden² sendte ut en slags stråling. Denne strålingen måtte være bølger eller partikler. Thomson beviste at det var negativt ladete partikler³. Elektronfysikken utviklet seg raskt etter denne oppdagelsen, og radiorøret ble oppfunnet i kjølvannet av denne grunnforskningen. Radiorøret var den grunnleggende forsterkende komponent i radio, telefonutstyr, fjernsyn, og til slutt i de første datamaskiner. Men radiorørbaserte datamaskiner fylte, som vi har hørt, flere store rom, og trengte tusener av watt for å operere. Rørenes begrensede levetid krevde stadige utskiftinger og forårsaket mange driftsstanser.

Halvlederne.

Behovet for å finne en erstatting for det klumpete, upålitelige radiorøret i forbindelse med forsterkning av signaler, gjorde at daværende direktør for Bell Labs, **M. Kelly**, allerede i 1945 bestemte seg for å satse for fullt på *halvlederforskning*. Han etablerte et team av førsteklasses forskere, og de begynte å søke etter en halvlederbasert⁴ erstatting til radiorøret. *En halvleder kan både lede strøm og isolere, avhengig av elektriske styresignaler*. De tre forskerne **John Bardeen** (1908 - 1991), **Walter Brattain** (1902 - 1987) og **William Bradford Shockley** (1910 - 1989) arbeidet med halvlederen *germanium*. Det var Brattain som oppdaget at germaniumkrystallet ga strømforsterkning når han plasserte to ledninger mindre enn en hundredels millimeter fra hverandre. Denne oppdagelsen førte til en målrettet utvikling av den første kommersielle transistor. Tran-

2. Bearbejdet versjon av kronikk til Dagbladet 18. mai 98 av Einar J. Aas, professor i mikroelektronikk-konstruksjon ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet-NTNU

1. Evakuerte glassrør er glassrør hvor "all" luften er tatt ut av glassrøret. Dette er vanlig for å hindre at glødetrådene angipes av oksygen og ødelegges.

2. Katoden var gjerne glødetråden i røret som sendte ut elektroner.

3. Se kronikk om elektronets oppdagelse i Aftenposten 24.12.1997

4. *Halvledermaterialet* er silisium eller germanium, to grunnstoffer som brukes når en skal lage transistorer.



sistorens offisielle fødselsdag regnes som 23. desember 1947, da ledelsen ved Bell Labs fikk demonstrert den nye faststoff-forsterkeren. Oppfinnerne fikk senere Nobelprisen i fysikk. Halvlederen *silisium* ble etter hvert det dominerende transistormaterialet. Heldigvis har vi nok silisium på jorda. Dette grunnstoffet finnes i kvarts, altså på enhver sandstrand.

Transistoren

er simpelthen en komponent med tre "ben", der det ene benet brukes til å styre strømmen gjennom de to andre. Transistoren benyttes som forsterkerelement i bl. a. radio, fjernsyn og telekommunikasjon, og som bryter¹ i telefonsentraler og datamaskiner. Det er bryteregenskapene som gjør transistoren verdig til betegnelsen "*Informasjonsteknologiens atom*". Med slike brytere kan vi bygge logiske og matematiske funksjoner i det binære tallsystem² og minnekretser for lagring av data³. Bell Labs' første anvendelse var selvsagt i telefonsentraler der de gamle elektromekaniske reléene kunne erstattes av transistorer. Den første transistoriserte telefonsentral kom på markedet først på 50-tallet. Tidlige anvendelser omfattet også linjeforsterkere, hodetelefonforsterkere for operatører, og høreapparater. Gamle **Graham Bell** (1847 - 1922) var faktisk opptatt av de hørselshemmede hele sitt liv, og det sies at Bell Labs ga slipp på sine patentrettigheter for høreapparater til glede for senere brukere.

Datamaskinen

I 1954 kom den første heltransistoriserte datamaskin på markedet. Det var IBM som introduserte datamaskinen, og de annonserte samtidig at de ikke ville benytte radiatorer i sine maskiner lenger. I 1954 kom forøvrig også den første transistor-radio, og ordet "transistor" ble her til lands synonymt med transistorradio. Bærbare radioer kom til glede og forargelse. Brattain selv var mest stolt av denne anvendelsen av transistoren, selv om han innrømmet at det ikke gledet ham å høre "very loud rock and roll".

Det ble benyttet enkeltransistorer i datamaskinene, og disse ble koblet sammen på såkalte kretskort. Maskinene var så store og kostbare, at en bare så for seg et lite antall

1. *Transistoren som bryter*: En kondensator lagrer ladning, omtrent som en vannbeholder lagrer vann. Kondensatorens *spenning* tilsvarer *vannhøyden* i beholderen. Her kommer transistorens *bryteregenskaper* inn. Når en bryter er slått *PÅ*, leder den strøm; når den er slått *AV*, isolerer den, og ingen strøm kan gå. Bryterne brukes til å opplade eller utlade kondensatorer, tilsvarende kraner som brukes til å fylle eller tømme en vannbeholder.
2. Se fotnote 3. side 8
3. *Minnekretser*: En kondensator kan benyttes til å lagre ("huske") ett bit (ett binært siffer, "0" eller "1"), og transistorer styrer oppladning/utladning. I en dynamisk RAM-celle benyttes en transistor pr. bit til å skrive/lese bit-verdien.



på verdensbasis. Således ble den første IBM datamaskinen som kom til Danmark installert hos det en kalte **NEUCC** - *Northern Europe University Computing Centre*, fordi maskinen var ment å dekke nord-Europas behov for datakraft i overskuelig framtid! Datakraften var forøvrig så beskjeden, at dagens ungdomsskoleelever antagelig ville rynke på nesa av en så treg kalkulator!

Den integrerte kretsen.

Selv om transistoren utgjorde et enormt framskritt i forhold til radiatorøret, i størrelse, effektforbruk, pålitelighet og pris, er det *den integrerte kretsen* som virkelig satte fart i utviklingen av informasjonsteknologien. Enkelt-transistorene ble opprinnelig montert på kretskort og koblet sammen i digre skap. Det var i 1959, 12 år etter oppfinnelsen av transistoren, at **J. Kilby**¹ ved Texas Instruments laget en halvlederbrikke med flere transistorer, forbundet med ledere plassert direkte på brikken. Utviklingen av den integrerte krets skjøt fart. I dag kan en transistor være mindre enn en kvadrat-mikrometer (en mikrometer er en tusendels millimeter), og dagens Pentium mikroprosessor inneholder 6 millioner transistorer.

Utviklingen etter 1959 kjennetegnes av eksponensiell vekst. Veksten beskrives gjerne med den velkjente "Moore's lov", som sier at antall transistorer som lar seg integrere på en silisiumbrikke, fordobles hvert år (senere modifisert til hver 18 måned), samt det faktisk at mindre transistorer gir stadig bedre ytelse, fordi elektronene har kortere avstand å traversere (bevege seg gjennom). Hvis vi legger til at prisen pr transistor nesten halveres hvert tredje år, har vi årsaken til den eksponensielle veksten i antall solgte PC'er.

Gordon Moore, opprinnelig vitenskapsmann, senere en av grunnleggerne av *Intel Corporation*², fortjener noen ord. Han publiserte i april 1965 sin lov, som egentlig var en observasjon. Da hadde man ennå bare oppnådd å integrere 32 transistorer på en brikke. Tilsynelatende plottet Moore bare fire punkter på et papir, trakk en linje gjennom punktene, forlenget den helt til år 1975, og forutsa at da ville man kunne integrere 65.000 transistorer på en brikke! Han ville neppe fått "godkjent" på en slik laboratorierapport ved sitt Alma Mater Caltech (der han tok doktorgraden i kjemi og fysikk) med en så dristig spådom ut fra bare fire målepunkter. Men mange mener at nettopp den eksplisitte formuleringen av en eksponensiell vekstlov³ fikk avgjørende betydning for hvilke mål en satte seg innenfor halvlederindustrien. Spesielt har Intel Corporation tjent på at de har

1. Robert Norton Noyce (1927 - 1990) regnes sammen med Kilby som oppfinneren av den integrerte kretsen. Noyce og Kilby gjorde denne oppfinnelsen uavhengig av hverandre og begge holdt patenter innen dette feltet. Noyce var senere en av grunnleggerne av Fairchild Semiconductor Company i 1957.
2. Intel er av de firmaene som produserer flest prosessorbrikker til dagens PC'er. De har en markedsandel på hele 90%.



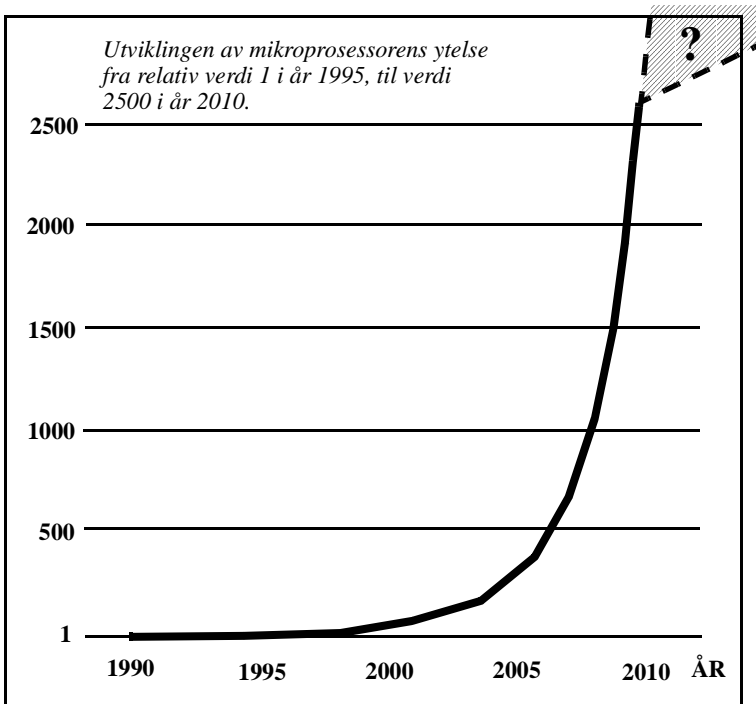
prøvd å oppfylle spådommen i Moores lov i de 38 år som er gått siden loven ble formulert. Det er intet annet teknologisk fenomen som kan påvise en lignende langvarig eksponensiell vekst. Intels suksess var, og er fortsatt, bygget på den filosofi at neste generasjons mikroprosessor må følge Moores lov. Moores lov er absolutt ikke en naturlov. Den uttrykte opprinnelig en observasjon av produksjonstekniske framskritt. Loven gjelder også for lagerkretser, som inneholder minst en transistor pr bit. Nå utvikles lagerkretser med 256 megabits¹ som innebærer drøyt 267 millioner transistorer på en silisiumbrikke på knapt 3cm²!

Vil så denne utviklingen fortsette?

En rekke forskere og teknologer har prøvd å finne de fysiske grenser for denne veksten. Hvor langt kan vi krympe transistorene, redusere spenningen og øke arealet på en brikke uten at det går ut over påliteligheten? Det finnes flere tilnæringer til beregning av grenser, eller såkalte *showstoppers*, som amerikanerne ynder å kalle det. Beregningene tyder på at vi kan "stole" på Moores lov i hvert fall til år 2010. Figuren viser en skisse av hvordan denne utviklingen påvirker ytelsen til en mikroprosessor². På figuren ser vi tydelig den dramatiske veksten i forventet ytelse. Vi kan forvente at *ytelsen* øker med en faktor mellom 1000 og 10000 fra år 1995 til år 2010. Også *lagringskapasiteten* øker dramatisk. En datalagrings-brikke på 14 cm² anno år 2010 antas å ville inneholde 64 gigabits eller over 64 milliarder bit (se faktarute). Legg merke til at denne utviklingen kun gjelder framskrivning av dagens silisiumbaserte teknologi. Det kreves store teknologiske nyvinninger for å overvinne forskjellige teknologiske problemer underveis. Men det kan også dukke opp nye forskningsresultater som gjør at silisiumteknologien erstattes av noe annet. Spekulasjoner rundt konkurrerende teknologi basert på supraledere, optikk eller biologi finnes allerede, og laboratorieforsøk pågår.

Mange må bidra for at Moores lov skal fortsette å være gyldig. Det er ikke nok at Intel har vyer om å opprettholde Moores lov. Det eksisterer imidlertid en tyngde bak troen på at mikroelektronikk-revolusjonen skal fortsette. De store aktørene i amerikansk halvlederindustri organisert i SIA (Semiconductor Industry Association), utga i 1994 det som ble kalt The National Technology Roadmap for Semiconductors. En revidert utgave kom i 1998. Denne rapporten utgjør både en programerklæring om å følge Moores lov

-
3. En eksponensiell vekstlov, sier at en vekst ikke er jevn, men vokser fortere og fortere etter som tiden går, se figuren på neste side.
 1. I sammenheng med datamaskiner er en kilobyte lik 1024 byte og ikke 1000 som en skulle tro. Dette kommer av at 2¹⁰ er 1024. På tilsvarende måte er en mega (M) lik 2²⁰ som er lik 1.048.576 og ikke 1.000.000 som vanlig.
 2. En mikroprosessor er integrert krets som utfører bl.a. regneoperasjoner, og er kjernen i en datamaskin eller en kalkulator.



til minst år 2012, og en analyse av hvilke hindringer som må overvinnes for å oppnå dette. Ikke minst pekes det på nødvendige teknologiske nyvinninger som må skje. Dokumentet har oppnådd stor oppmerksomhet og nyter stor autoritet hos alle aktører.

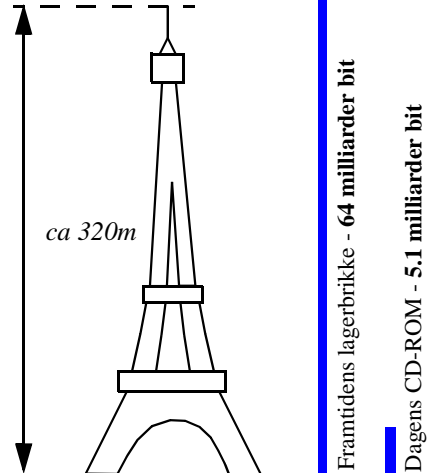
Den skisserte eksponensielle utvikling, er så dramatisk at ethvert forsøk på å spå utviklingen av anvendelser og samfunnsutvikling på lengre sikt enn fem-ti år, antagelig vil mislykkes. Merk at ved en eksponensiell utvikling av et fenomen, vil hver ny dobling gi et større bidrag enn summen av alle tidligere doblinger tilsammen! Erfaring fra fortiden viser at spådommer om *teknologisk utvikling* har vist seg å være for beskjedene (*I think there is a world market for maybe five computers*, sa IBM-sjef Thomas Watson i 1943), mens spådommer om *samfunnspåvirkningen* oftest har slått feil, idet endringer i samfunnet ofte ble annerledes og skjedde langsommere enn fremtidsforskerne spådde.

Se på dagens ytelse på figuren på side 17 i forhold til utviklingen de neste tolv år. Du er vel enig i at vi ennå bare er kommet til bleiestadiet når det gjelder utviklingen av IT?



64 milliarder bit

For å få et begrep om hvor mye data dette er, så kan vi regne det om i bøker. La oss anta at hver bokstav krever **8 bit** (en byte), at en bok inneholder **500 sider** og at hver side inneholder **2000 bokstaver**. Boken inneholder ikke bilder eller figurer. **64 milliarder bit** tilsvarer da ca 8000 bøker, som er et lite bibliotek. Dersom vi antar at hver bok er **5cm tykk**, vil alle disse bøkene stablet på hverandre danne en søyle 400 meter høy eller ca 80 meter høyere enn Eiffeltårnet. Dagens CD-ROM plater kan til sammenligning romme ca 640 slike bøker, eller en bokstabel på 32 meter



3 Inn i PCens tidsalder

Transistoren og etter hvert mikroprosessen revolusjonerte datamaskinen. Dette gjaldt innen alle områder både mht. størrelse, effektforbruk og hastighet. Men det var først i 1975 at idéen om en personlig datamaskin kom opp for alvor.

At det var et behov for “personlige datamaskiner” (*Personal Computer - PC*) viste den eventyrlige veksten som fimaet Apple Computer hadde på 70-tallet. Fra sin start i en garasje i California med to entusiaster kunne fimaet 5 år senere notere seg for en markedsverdi i milliardklassen regnet i dollar.

I 1981 ble det solgt rundt en million personlige datamaskiner, og markedet tok etter hvert helt av. Samme år kunngjorde IBM at de ville satse på å utvikle en personlig datamaskin.

Mange så nå hvilke enorme muligheter en slik maskin ville ha, og en kan tenke seg at noen så i denne en alternativ revolusjon til den revolusjon mange hadde forsøkt å skape ved hjelp av politikk, religion eller narkotika på 60-tallet. Det var derfor mange som i



70-årene var villig til å satse penger selv på temmelig risikable foretak.

En skal imidlertid ikke glemme at datamaskinenens framvekst er fundert på mye frustrasjon og blodslit blant en indre kjerne entusiaster som gjerne gikk under navnet “*Computer priesthood*”¹.

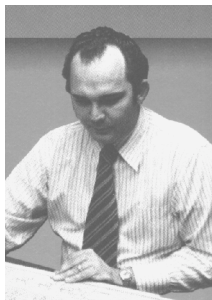
På 60-tallet vokste det fram en gruppe maskiner som ble kalt *mini computere*. Disse var langt mindre enn sine forgjengere, men det var fortsatt et stykke igjen til den personlige datamaskinen. Bare en *micro computer* kunne realisere drømmen om en datamaskin som skrivebordsredskap..

Mange hadde lenge syslet med tanken om å lage egne mikromaskiner, og i 1966 startet **Stephen B. Gray** foreningen “Amateur Computer Society” med 110 medlemmer. Det ble imidlertid ikke noe skikkelig sving på utviklingen av mikromaskinene før den første mikroprosessen kom i 1974. Denne prosessen ble kalt **4004** og ble tett fulgt av prosessen **8008**. Ikke lenge etter var det to mikromaskiner på markedet. Firmaet *Scientific, Electronic and Biological* kom med sin maskin kalt **8H**, og omtrent samtidig ble det i magasinet *Radio Electronics* beskrevet en maskin kalt **Mark-8**.

I januarnummeret 1974 av *Popular Electronics* ble det avertert for “*World’s First Mini-computer Kit to Rival Commercial Models.*” Byggesettet ble solgt for \$397 og den ferdig bygde maskinen for \$498. Navnet på maskinen var **Altair**.

Altair (1974)

På slutten av 60-tallet realiserte **Edward Roberts**, dengang løytnant i det amerikanske luftforsvaret, en av sine guttedrømmer. Han startet sitt eget elektroniske firma. Han kalte firmaet sitt MITS (*Micro Instrumentation and Telemetry Systems*) og produserte i første omgang byggesett for salg på postordre.



*Edward Roberts
grunnleggeren av
MITS, som lan-
serte Altair.*

1. Datamaskinenens presteskap.



Firmaet tok imidlertid ikke helt av før i 1971, da de lanserte sin elektroniske kalkulator i form av et byggesett. Byggesettet som ble solgt for \$179, ble en stor suksess. Dette var det som skulle til for at Roberts gikk over i firmaet på heltid. 1973 solgte de kalkulatorer for \$1.2mill, men siden andre også hadde kommet med alternative versjoner ble konkurransen for hard, og firmaet holdt på å gå konkurs.

Det var i denne situasjonen Roberts besluttet å starte arbeidet med en enda kraftigere regnemaskin. Intel hadde netopp kommet med sin 8080 prosessor som var forløperen for prosessorene i dagens PC'er, og denne passet som hånd i hanske til MITS nye produkt.

I januar 1975 hadde det gått et halvt år siden Mark-8 hadde gjort slik suksess på forsiden av magasinet *Radio Electronics*, og bladet *Popular Electronics* (PE) så seg om etter en tilsvarende godbit. De fant MITS nye maskin, Altair. I artikkelen forklarer journalisten **Les Solomon** bakgrunnen for navnet slik:

Robert hadde villet kalle maskinen for PE-8 oppkalt etter bladet *Popular Electronics*, men Les Solomon synes navnet var for kjedelig. En ettermiddag han så sin datter se filmen *Star Trek* på TV, fikk han ideen til å oppkalle maskinen etter romskipets datamaskin, *Enterprise*. Hans datter kunne da informere ham om at datamaskinen ombord var navnløs, men at han kanskje kunne bruke navnet på stjernen som var målet for ferden, nemlig *Altair*. Og slik ble det.

Det finnes imidlertid andre mindre prosaiske forklaringer på dette navnet, men resultatet var at Roberts og MITS aksepterte forslaget, og maskinen ble annonsert med brask og bram på forsiden av januarnummeret 1975 av PE.

For å unngå konkurs måtte MITS ta opp et banklån på \$65.000. Roberts var derfor for bekymret til å hefte seg særlig mye med en bagatell som maskinens navn.

Krisen var imidlertid fullkommen da firmaets eneste prototyp forsvant i posten på vei til *Popular Electronics* kontorer for avfotografering til forsidebildet. Maskinen som ble avbildet på forsiden, er derfor et tomt skall uten regnekraft inni.

Effekten av annonseringen uteble imidlertid ikke. Roberts hadde forespeilet banken at han skulle klare å selge 800 eksemplarer i løpet av et år, noe banken stilte seg tvilende til. Etter 3 måneder hadde han ordre på 4000 eksemplarer og suksessen var et faktum. Altair ble solgt til en pris på \$397,- som kun var \$37 dollar over det Intel's stykkpris for 8080 prosessor. Sannheten var at Roberts hadde fått en meget god avtale med Intel og kjøpte prosessoren for \$75 i stort antall.

Det grodde snart opp interesseforeninger for maskinen flere steder i USA, og den ble etterhvert solgt i spesialforetninger.

Etter dagens mål var Altair en pusling av en maskin med sine 256 bit store lager. Mask-



inen hadde hverken tastatur eller skjerm, og maskinen ble programmert ved hjelp av brytere. Likevel hadde MITS problemer med å holde tritt med etterspørselen.

Siden MITS selv hadde problemer med å skrive programvare og lage utvidelsesenheter til maskinen, gjorde data-“amatørene” dette selv, noe maskinen var forberedt for med sin åpne buss¹, kalt Altair-100. Likedan var kassen og kraftforsyning overdimensjonert slik at tilleggskort lett kunne plugges inn.



Bill Gates og Paul Alan laget det første Basic programmeringsspråket for Altair.

Altair var en inspirasjonskilde for dataamatørene (hackers), og snart dukket det opp programbiter og tilleggskort alle steder fra. En ung programmerer, **Paul Alan**, utviklet i samarbeide med en ung student ved Harvard, **Bill Gates**, et Basic (Beginner's All-Purpose Symbolic Instruction Code) - lignende programmeringsspråk for Altair. Alan reiste over til MITS og viste fram produktet. Kort tid etter var han ansatt som sjef for MITS programmeringsavdeling sammen med Bill Gates.

Et par studenter ved Stanford universitet laget samme år et tilleggskort som gjorde det mulig å benytte en TV-skjerm som monitor.

Året etter, i 1976, føyde MITS en ny maskin til sortementet, Z-2. På dette tidspunktet hadde imidlertid firmaet fått konkurranse fra over 20 andre firmaer som ønsket å friste lykken på dette så lovende markedet.

MITS eventyr varte fram til 1977, da firmaet ble solgt til *Pertec Computer Corporation*.

Commodore, Tandy Radio Shack og Apple Computer

I 1977 entret tre andre firmaer arenaen. Disse skulle vise seg å få en langt tyngre innflytelse enn både MITS og IMSAI noen gang hadde fått.

1. En “buss” er i denne sammenhengen en rekke ledninger som er lagt ut til en kontakt på utsiden av maskinen. Til denne “bussen” kan en da koble det en måtte ønske av andre elektroniske innretninger for styring og overføring av data.



I 1977 kom Commodores første maskin, PET, på markedet.



Den første på banen i 1977 var **Commodore** med maskinene PET (Personal Electronic Transactor). Commodores grunnlegger var **Jack Tramiel**, en overlevende fra Auschwitz. I 1976 hadde han kjøpt firmaet MOS-technology, som hadde utviklet en mikroprosessorbrikke kalt 6502, og som etterhvert skulle bli arbeidshesten i PET-maskinen.

Tandy Radio Shack var en butikkjede i elektronikk som hadde sitt utspring i Texas, men som etter hvert hadde fått fotfeste mange steder i USA. De hadde derfor en unik distribusjonskjede, og manglet bare en passende maskin. I 1976 rekrutterte firmaet **Steven Leininger**, som på denne tiden arbeidet i et firma kalt *National Semiconductor*, som utviklet integrerte elektronikkbrikker.

I løpet av relativt kort tid konstruerte han en maskin fra grunnen. Han valgte å bruke en ny prosessor kalt Z-80 levert av firmaet *Zilog*. Zilog var startet av en gruppe ingeniører som hadde brutt ut fra Intel. Z-80 prosessoren hadde derfor hentet mye fra Intels 8080 og det var derfor ikke så underlig at det senere oppsto krangel mellom de to firmaene.

For å lette inn- og utlesing av data, brukte Leininger et skrivemaskinlignende tastatur og gjorde det mulig å koble til et TV-apparat som skjerm. En tradisjonell kassettpiller kunne anvendes som lagring av programmer og data.

2 februar 1977 var alt klappet og klart for den første testen. Carles Tandy, lederen for Radio Shack, var invitert, og det var knyttet stor spenning til de første testene. Mirakelet skjedde. Maskinen virket, og det ble blåst mye sigarrøk mot skjermen den dagen.

Det første naturlige spørsmålet var hvor mange maskiner som skulle lages. Siden firmaet hadde 3.500 butikker, ble det bestemt at det skulle lages 3500 maskiner - "*så kunne en i det minste bruke dem for bokføring på bakrommet i butikkene om ikke annet*" - ble



TRS-80 bygd rundt
prosessoren Z-80 ble
en meget populær
maskin da den kom i
på markedet 1979 til
en pris på \$849,-.
Maskinen hadde da
16k RAM (hentet fra
Radio Shack's kata-
log fra 1980).



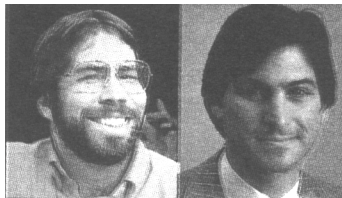
det sagt.

I september samme år var Model-1 i salg. Alt første måned var 10.000 maskiner i bestilling. Etterspørselen var så stor, at det gikk ett år før firmaet var på høyde med etterspørselen. I slutten av 1978 hadde Tandy med sitt unike distribusjonsnett, tatt en solid ledelse over Commodore.

Den tredje ut var **Apple Computer**.

Wozniak og Jobs som startet firmaet i en garasje, hadde svært lite annet enn elektronikk felles. **Stephen Wozniak** vokste opp i et hjem preget av politikk hvor hans mor var aktiv republikaner. Wozniak var intet skolelyst og etter et år ved universitet i Colorado ga han opp. Han hadde imidlertid en gjødede interesse for elektronikk, og alt annet måtte vike for denne ene interessen.

*Steven Jobs (t.v.)
Stephen Wozniak.*



Steven Jobs var en helt annen type. For han var datamaskiner og elektronikk en av flere interesser. Hans mangslungne interessefelt ledet han bl.a. til å prøve narkotika, meditasjon og østens religioner. En periode skrev han også dikt og drømte om å gjøre karriere



som dikter. Han hoppet av skolekarrieren etter ett år ved Reed College.

Stephan Wozniak var i sin ungdom en spøkefugl som hadde stor glede av å spille sine venner et puss. Han laget alt fra falske bomber som han la i garderobeskapet til sine venner til å gi seg ut for å være Henry Kissinger og ringe opp Vatikanet og be om å få snakke med paven. Det siste lyktes han imidlertid ikke med.

Han fattet også spesiell interesse for det amerikanske telesystemet. En gjeng åpnet systemet slik at de klarte å ringe fritt hvor som helst uten å betale. Dette klarte han ved å etterape AT&T's¹ signaleringskoder. Utstyret for "gratis ringing" gikk under navnet "Blue box", og noen endte i fengsel for denne virksomheten. For Wozniak var dette hans vei inn i forretningslivet. Han utviklet og solgte blå bokser. Det var i denne sammenhengen han traff Jobs. Sammen tjente de flere tusen dollar på denne geskjeften.

Deretter skiltes deres veier igjen. Jobs ble for en tid programutvikler hos **Atari** i Silicon Vally og produserte dataunderholdning. Wozniak ble ansatt som ingeniør hos Hewlett-Packard. De beholdt imidlertid kontakten, og i 1976 bestemte de seg til å gå sammen for å lage sin egen datamaskin.

I denne tiden vanket Wozniak i "**Homebrew Computer Club**", hvor flere av de store i Silicon Valley² senere ble rekruttert fra. Mange så på utviklingen innen datateknologien som en gylden mulighet til å gjøre opprør mot de store etablerte firmaene, og selv være i forkant av utviklingen. Av kjente navn kan nevnes Steve Leininger, skaperen av Radio Shack's TRS-80, **Lee Felsenstein** som konstruerte den første bærbara datamaskin, Osborne 1, og Jobs og Wozniak, skaperne av Apple Computer. For alle disse og mange flere ble dette miljøet mye av inspirasjonen til det de senere skulle få være med på.

Wozniak startet da også arbeidet med å lage en maskin som han demonstrerte i klubben på høsten 1975. Maskinen fikk imidlertid en temmelig lunken respons. Han hadde brukt MOS-prosessoren **6502**, forløperen for **6510** som skulle bli en viktig brikke i Commodore maskinene. Noen få i klubben fattet imidlertid interesse for maskinen, deriblant Jobs. Han oppmuntret sin venn til å produsere maskinen og selge den. I april 1976 undertegnet de en samarbeidsavtale. Firmaet fikk navnet Apple Computer og hadde en startkapital på \$1300,-.

Apple's første produksjonslokaler var et ekstra soverom hjemme hos Jobs foreldre. I dette rommet laget de 50 maskiner som de solgte i omegnens databutikker (*Byte Shop*). Etter hvert som omsetningen økte, flyttet de ut i garasjen. Wozniak viderutviklet maskinen som nå gikk under navnet Apple II. Denne maskinen skulle etter hvert bli en

1. AT&T - American Telephone and Telegraph (det amerikanske televerket)

2. Et sted utenfor San Fransisco som etterhvert er blitt kjent for sine mange elektronikk og databedrifter.



formidal suksess.

Denne høsten fikk Jobs og Wozniak besøk av **Jack Tramiel**, en representant fra Commodore. Han tilbød å kjøpe det vesle firmaet deres. Tilbudet var svimlende i forhold til hva de hittil hadde tjent på Apple I-maskinen. Det kom imidlertid ikke til noen enighet mellom Commodore og Apple, så det ble ingenting av handelen.

Jobs hadde nå fått blod på tann, og følte at tiden var inne for å satse større. Han fikk engasjert **A. C. Markkula**, en tidligere leder i Intel. Han hadde trukket seg ut av Intel etter at han hadde tjent millioner. Markkula besøkte de to framgangsrike mennene i garasjen og likte hva han så. Wozniak's tekniske ekspertise kombinert med Jobs ambisjoner hadde stort potensiale. Han investerte derfor penger i firmaet og ble en tredjepart i foretaket.

Noen få måneder senere ble Apple II lansert på en messe i San Francisco. Maskinen kunne vise enkel grafikk på en TV-skjerm og egnet seg både for den profesjonelle brukeren og massene. Det året eksploderte salget, og omsetningen kom opp i \$2.7millioner. I 1980 var Apple's aksjer steget til rekordmessige høyder, ikke siden Ford Motor Co. var på høyden hadde en sett noe lignende.

*Apple II (t.h.)
og Apple III.*



Året etter, 1981 landerte IBM sin første PC og med den en helt ny tidsalder. Det var derfor ikke lenger noen tvil om at den personlige datamaskinen, PC'en, var kommet for å bli.



4 Lokal datahistorie¹

NTH og SINTEF kom tidlig med i dataalderen

Etter normal teknologisk tidsregning gikk det forbausende få år fra de første famlende forsøk på å lage et elektronisk regneverktøy og til elektronisk databehandling ble et uunnværlig verktøy for store deler av samfunnslivet.

Ved Universitetet i Oslo startet byggingen av NUSSE i 1951, Norges første sifferregnemaskin. Norges tekniske høyskole (NTH) ble brakt inn i den datatekniske utvikling av dosent **Jens G. Balchen**, som i 1951 returnerte fra studieopphold i USA. Der hadde han stiftet bekjentskap med noen av de første "elektroniske hjerner". Kort tid etter hjemkomst begynte han å utvikle DIANA, en analog-regnemaskin som ble NTHs første skritt inn i dataalderen.

Analogregnemaskinen DIANA

"Første byggetrinn" av DIANA var ferdig i 1955, og den ble hovedsaklig tatt i bruk til faglige formål innen Balchens fag, reguleringsteknikk (teknisk cybernetikk). Simulering av dynamiske prosesser og reguleringsteori består for en stor del i å løse differensialligninger, og for dette formål var en analog regnemaskin av DIANAs type spesielt godt egnet. Et prosjekt der DIANA ble benyttet til numerisk styring av en dreibank endte opp med en vellykket prøveinstallasjon ved Kongsberg Våpenfabrikk.

DIANA ble påbygget og utvidet frem til midten av sekstiårene. Den var i bruk helt frem til 1970, da den ble erstattet av en ny analogmaskin, denne gangen kjøpt utenfra.

Første datadiplom

Det var i USA inspirasjon og faglige impulser ble hentet for nye fremstøt på data-teknikkens område. I 1959 returnerte **Arne Lyse** full av dataintrykk fra den andre siden av Atlanteren. Dette året kom det igang organisert kollokvievirksomhet med databehandling som tema. Maskinvare såvel som programvare ble behandlet i disse kollokviene.

Dette året ble også den første diplomoppgaven som omhandlet digitalteknikk levert ved Institutt for radioteknikk. Studenten var den ikke ukjente **Lars Monrad Krohn**, og oppgaven besto i å utvikle og bygge et ferritt-lager² på 4 ord a 3 biter.

Flere diplomoppgaver innen datateknikken fulgte, for eksempel bygging av skiftregistre

1. Avsnittet om den lokale datahistorien er skrevet av Arne Asphjell



og aritmetiske enheter. Oppgaver innen programmering ble også gitt.

Regnesenteret etablert 1962

I datamaskinens barndom, det vil si i femtiårene, var man usikker på om det var de anaolge eller digitale datamaskinene som hadde fremtiden for seg. *I en analog datamaskin angis en tallverdi ved strømstyrke, mens den i en digital maskin angis som et tall i det binære tallsystemet, 001101...* Men det tok ikke så lang tid før digitalteknikken viste seg å være mest anvendelig.

Fra NTHs side ble det søkt og innvilget midler fra Forskningsrådet til bygging av en digital regnemaskin. Gruppe for elektronisk informasjonsbehandling ble opprettet høsten 1961, og en komite for anskaffelse av en sifferregnemaskin til NTH ble nedsatt.

NTHs daværende rektor **S. P. Andersen** mente man skulle organisere et “regnesenter” ved NTH etter mønster fra den tekniske høgskolen i Zürich i Sveits. Slik ble det, og SINTEF fikk i 1962 ansvaret for å etablere Regnesenteret NTH.

GIER kom fra Danmark

Samtidig foregikk det sonderinger på maskinfronten. Et tilbud på en IBM 7094 ble vraket, da Regnecentralen i København foreslo at personell fra NTH kunne komme nedover og delta i byggingen av sin egen datamaskin. Tre personer fra miljøet med bl.a. nåværende førsteamanuensis ved NTNU, **Olav B. Brusdal**, dro nedover til København i første halvår 1962 for å delta i byggingen av GIER.

GIER ankom Værnes 21. november 1962, og ble installert i 6. etg. Sentralbygg 2 dagen etter. Datalderen var definitivt begynt ved NTH.

Engelskmannen **Norman Sanders** ble hentet fra dataavdelingen ved Boeing i USA til å forestå oppbyggingen av Regnesenteret. I løpet av 1963 vokste antall ansatte til 19: 7 programmerere (alle sivilingeniører), 10 kvinnelige maskinoperatører, en sekretær og en leder.

Data og program ble matet inn i GIER via hullbånd, stanset ut på såkalte Flexowriter, en støyende form for skrivemaskin med hullstans tilknyttet. Regnesenteret hadde 7 slike, pluss 5 som var plassert ved de mest data-aktive instituttene.

-
2. Et ferritt lager består av en mengde små ferritt eller jern ringer, som kan magnetiseres. Hver ring kan magnetiseres enten den ene eller den andre retningen. retningen bestemmer om det er en “1” eller en “0”.



Kapasiteten sprengt

Hele 500 studenter og ansatte fulgte dette året Regnesenterets kurs i bruk av GIER. For å sikre at undervisningen og driften av senteret hadde den nødvendige forankring i det virkelige liv, ble det fra starten av lagt opp til at Regnesenteret skulle utføre oppdrag for industri og næringsliv. Av oppdragene som ble utført i Regnesenterets første fulle driftsår kan nevnes beregning av malmforekomster og totale masser av gråberg i dagbrudd for jernmalm. Trafikktelling og beregning av optimal ruteplan for sporveier var et annet oppdrag. For Garantikassen for lottfiskere ble det kjørt beregning av minstelott, og for Norges Fiskarlag lønnsoppgjør og statistikk over forekomst av forskjellige fiskeslag.

Databehandling ble meget raskt et populært verktøy i NTHs vitenskapelige miljø, med den følge at GIERs kapasitet ble sprengt. Maskinen fikk arbeide 24 timer i døgnet.

Det ble klart at en utvidelse av regnekapasiteten var nødvendig. Etter å ha vurdert aktuelle leverandører av datamaskiner, falt valget på UNIVAC 1107. UNIVAC 1107 kom på lufta i september 1965, og snart ble det kjørt ca 10 000 jobber pr måned på maskinen.

Mange forskningsoppdrag

Regnesenteret påtok seg i økende grad forskningsoppdrag, og man så de første tegn til faglig spesialisering. Regnesenteret besto nå av tre grupper: Driftsgruppen, gruppe for administrativ databehandling og gruppe for teknisk databehandling.

I 1966 hadde alle avdelinger ved NTH tatt i bruk databehandling. Arkitekt- og Bergavdelingen utgjorde begge mindre enn en prosent av belastningen, mens Elektro og Maskin hver for seg la beslag på mer enn en fjerdedel av ressursene.

En KINGMATIC tegnemaskin fra Kongsberg Våpenfabrikk kom på plass og ble benyttet for uttegning av lydfordeling i konsertsaler, kuldebroer i en grunnmur og bevegelse av ventiler i en forbrenningsmotor. Institutt for byggteknisk anleggsdrift og havnebygging utviklet et program for perspektivtegning av hus.

Databehandling var blitt en viktig del av forskningen i NTH/SINTEF-miljøet.

5 Referanser

- [1] "Understanding Computers - Computer Basics", Time-Life books 1989, ISBN 0-7054-09104. Denne boken har vært hoved kilden til kapittel 1 og 3.
- [2] "Radio Shack - The Nationwide Supermarket of Sound * 1980 Catalog"



- [3] Britt Wang Løvvik, "Hadde hun bare vært mann ...", Jubileumsnummeret av Computer World Nr. 21 * uke 23 1993

