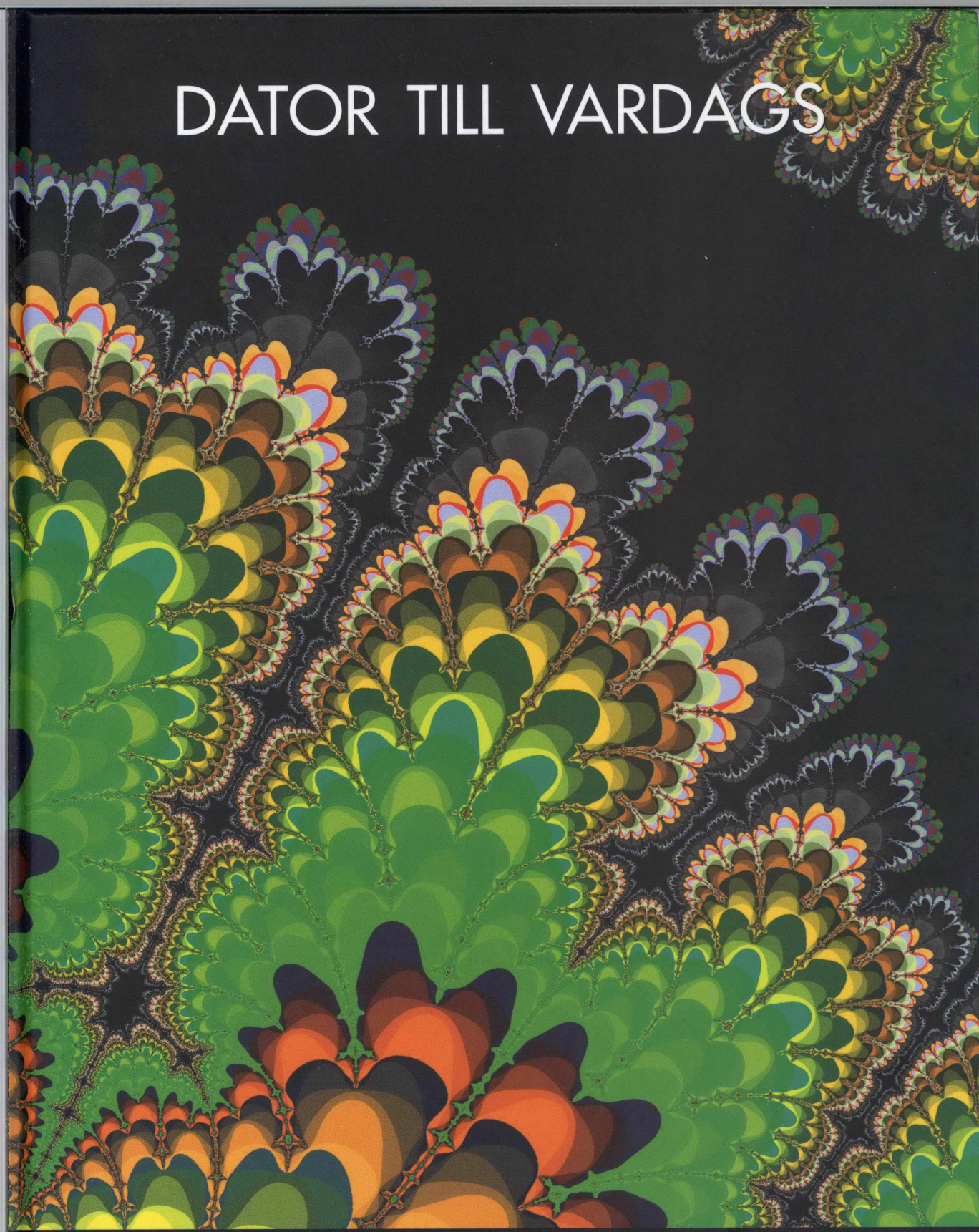
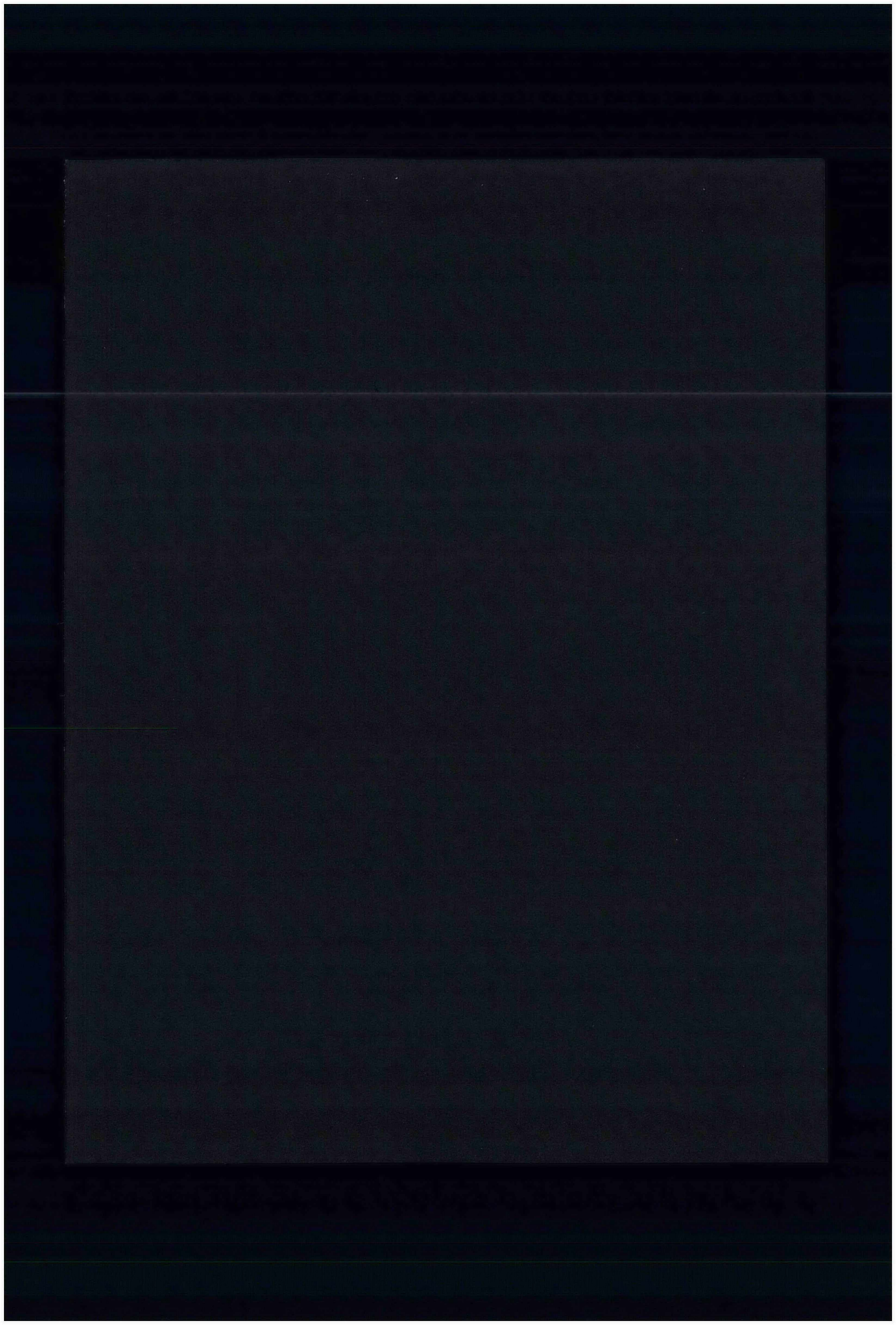
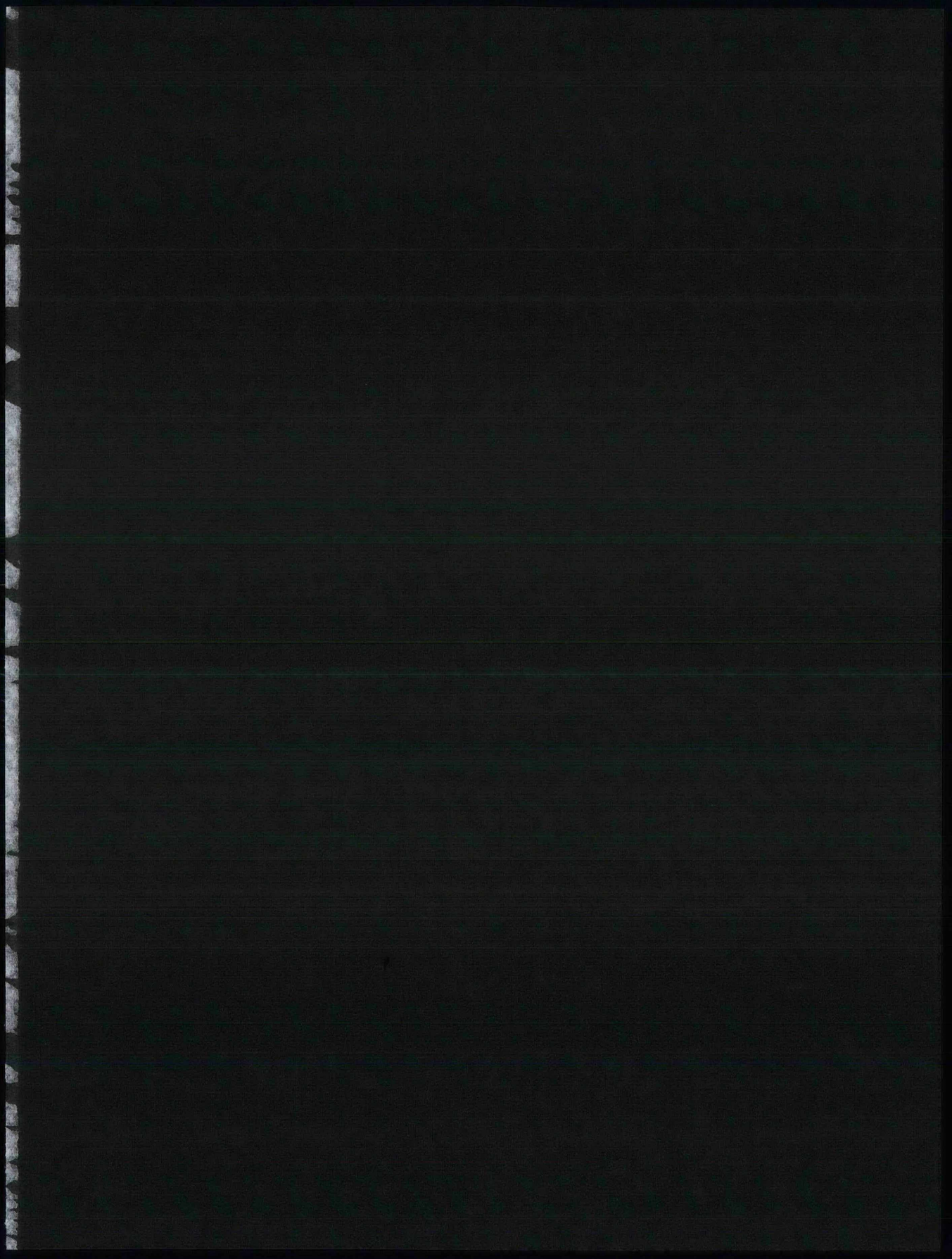
DATOR TILL VARDAGS



TEKNISKA MUSEETS ÅRSBOK **DÆDALUS 2002**





DATOR TILL VARDAGS

DATOR TILL VARDAGS

TEKNISKA MUSEETS ÅRSBOK DÆDALUS 2002 ÅRGÅNG 70

Omslagsbilden visar fraktaler, d v s sönderbrutna linjer,
beräknade av datorer, som inom vetenskaperna används för att beskriva
fenomen i verkligheten, som konturerna av en kustlinje eller ett löv
eller tillväxten i ett biologiskt preparat.
Grafisk bearbetning av Martin Holmberg,

Tekniska museets årsbok har fått sitt namn
efter den grekiska sagans Daidalos, på latin Dædalus,
som enligt legenden betraktas som den förste uppfinnaren och ingenjören.
Dædalus byggde bl a kung Minos berömda labyrint på Kreta, där han själv senare
blev instängd tillsammans med sonen Ikaros.
Med hjälp av de vingar Dædalus konstruerade lyckades han och Ikaros
flygande ta sig ur labyrinten. I ungdomligt övermod inför den nya tekniken
flög Ikaros så högt att solen smälte det vax som fäste vingarna på hans rygg,
och han föll ned i havet. Den mer erfarne Dædalus
höll sig på lagom höjd. Han tog sig till Italien
och fortsatte där sin verksamhet.

Dædalus Hyperboreus Eller Några Nya Mathematiska
och Physicaliska Försök och Anmerckningar
är också namnet på Sveriges första tekniska tidskrift,
utgiven av Emanuel Swedenborg 1716–18.

DÆDALUS 2002
© Respektive författare och Tekniska museet
Redaktör: Mats Höjeberg
Redaktionskommitté: Helene Sjunnesson (ordf), Anne Louise Kemdal, Lars Paulsson,
Per-Olov Bjällhag, Inger Björklund, Mats Höjeberg och Kerstin Kåverud
Formgivning och produktion: Sjöbod 10/Kerstin Kåverud
Papper: Munken Lynx, 130 gr
Omslagsmontage: Martin Holmberg
Tryck: Centraltryckeriet Åke Svenson AB, Borås 2001
ISBN 91-7616-019-X
ISSN 0070-2528

Innehåll

Anne Louise Kemdal Förord 7

Lennart Johnsson Datortekniken. En ingenjörsmässig och humanistisk bedrift 11

Torbjörn Johansson och Gunnar von Sydow Persondatorn. Dyr leksak blir allas vardagsvara 31

Yngve Sundblad Datorprogram. Räkneverktyg för några blir informationsverktyg för alla 43

Birgitta Frejhagen Användarstyrd systemutveckling 58

Ola Larsmo Anden i maskinen. Berättelser på papper och i dator 75

Ove Halén Datorer i Tekniska museets samlingar 91

Mats Höjeberg Computers in Daily Life. English summary 111

Läsa vidare 114

Ordförklaringar 116

Medverkande författare 117

Annonser 118


FFA
FFA

Förord

En av rariteterna i Tekniska museets samlingar är en s k differensmaskin, deponerad från Nordiska museet, byggd av Georg och Edvard Scheutz och färdigställd 1843. Det var på 1820-talet som Charles Babbage i England teoretiskt konstruerade en mekanisk beräkningsmaskin. Med detta som utgångspunkt lyckades far och son Scheutz förbättra konstruktionen och därigenom tillverka en fungerande räknemaskin. Man brukar anse att detta är det första steget på väg mot dataåldern.

Ett annat viktigt datorhistoriskt objekt är BESK (Binär Elektronisk Sekvens-Kalkylator), känd och använd av den generation forskare och ingenjörer, som nu är i pensionsåldern. Manöverpanelen till datamaskinen BESK har varit utställd på Tekniska museet i ett helt rum. Det är med viss undran som moderna barn jämför denna "installation" med sitt behändiga lilla tangentbord. Tekniska museet planerar att ge såväl Scheutz' differensmaskin som BESK en hedersplats i en kommande ny utställning om IT och kommunikation.

I *Dædalus* 1978/79 skildras i ett antal artiklar datahistoriens tidigaste utvecklingsskeden fram till det som då var aktuellt. Man kan konstatera att den tidiga datorhistorien handlar om stora och komplicerade maskiner som hanteras i speciella datacentraler. Årets utgåva av *Dædalus* lägger tonvikten vid vad som hände därefter. Persondatorn introducerades på 1970-talet och har på trettio år slagit igenom totalt och i grunden förändrat människors vardag såväl i arbetet som i den privata sfären. För barnen i dag är datorn lika självklar som blyertspennor och kritor var för en generation sedan.

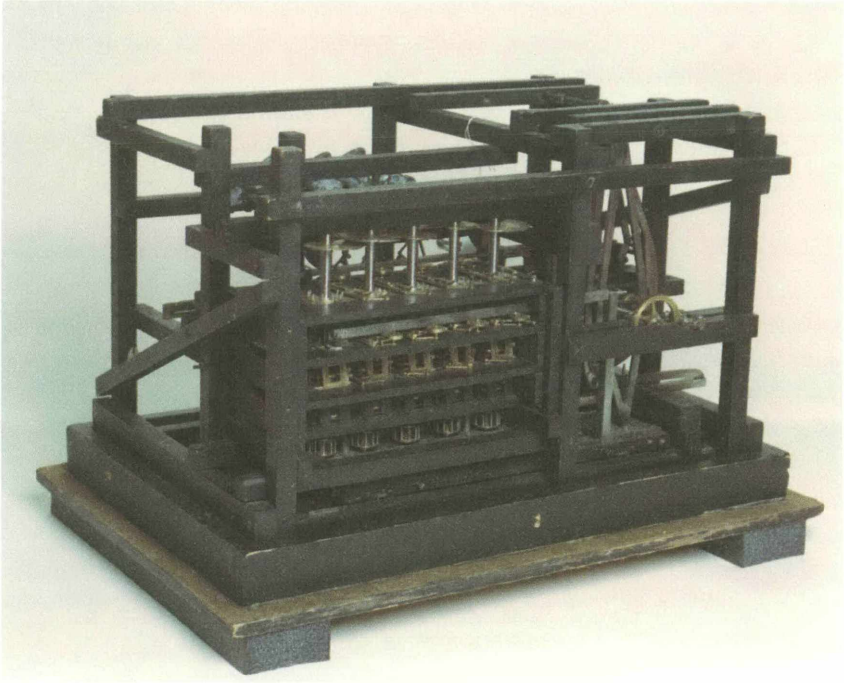
Dagens trettioåringar har tydliga minnen av en tillvaro utan mobiltelefoner och Internet med faxen som det snabbaste sättet att skicka dokument. De som fyllt fyrtio minns skrivmaskinen med kula som knattrade fram text på papper och som möjligen hade ett minne för de senast skriv-

Datormiljö i trafikledningssystem.
FOTO LEIF HAGFELDT, FFA

na raderna. Är man ännu äldre så minns man kontor, befolkade av sekreterare, receptionister, växeltelefonister och ekonomiassistenter med räkne- och bokföringsmaskiner. I Tekniska museets samlingar finns en hel del exempel på objekt som representerar datautvecklingen under denna period. Ove Halén på Tekniska museet presenterar och kommenterar i sin artikel museets datahistoriska samling.

Lennart Johnsson beskriver hur förbättringarna i kapacitet på alla datorns delar ökar förmågan till snabba beräkningar och sortering av stora datamängder. Nya forskningsrön har gjort det möjligt att öka såväl minneskapacitet som snabbhet i ofattbart hög grad. Vi får också glimtar av vad den nya tekniken kan komma att innebära i framtiden. Torbjörn Johansson och Gunnar von Sydow skildrar persondatorns tillkomst och utveckling. Världens största datorleverantör bröt med sin tradition och öppnade teknikens hemliga rum för alla, vilket skapade ett utvecklingsklimat som få förutsett.

När tekniken och matematiken fått sitt så blev nästa steg att via en helt ny typ av datorprogram använda datorn som ett vardagligt redskap. Yngve Sundblad beskriver i sin artikel hur utvecklingsarbetet ändrar karaktär från ett jobb för strikt organiserade specialister till en verksamhet i löst



Differensmaskin byggd av Georg och Edvard Scheutz och färdigställd 1843. L 1872.
FOTO NISSE CRONESTRAND, TEKNISKA MUSEET

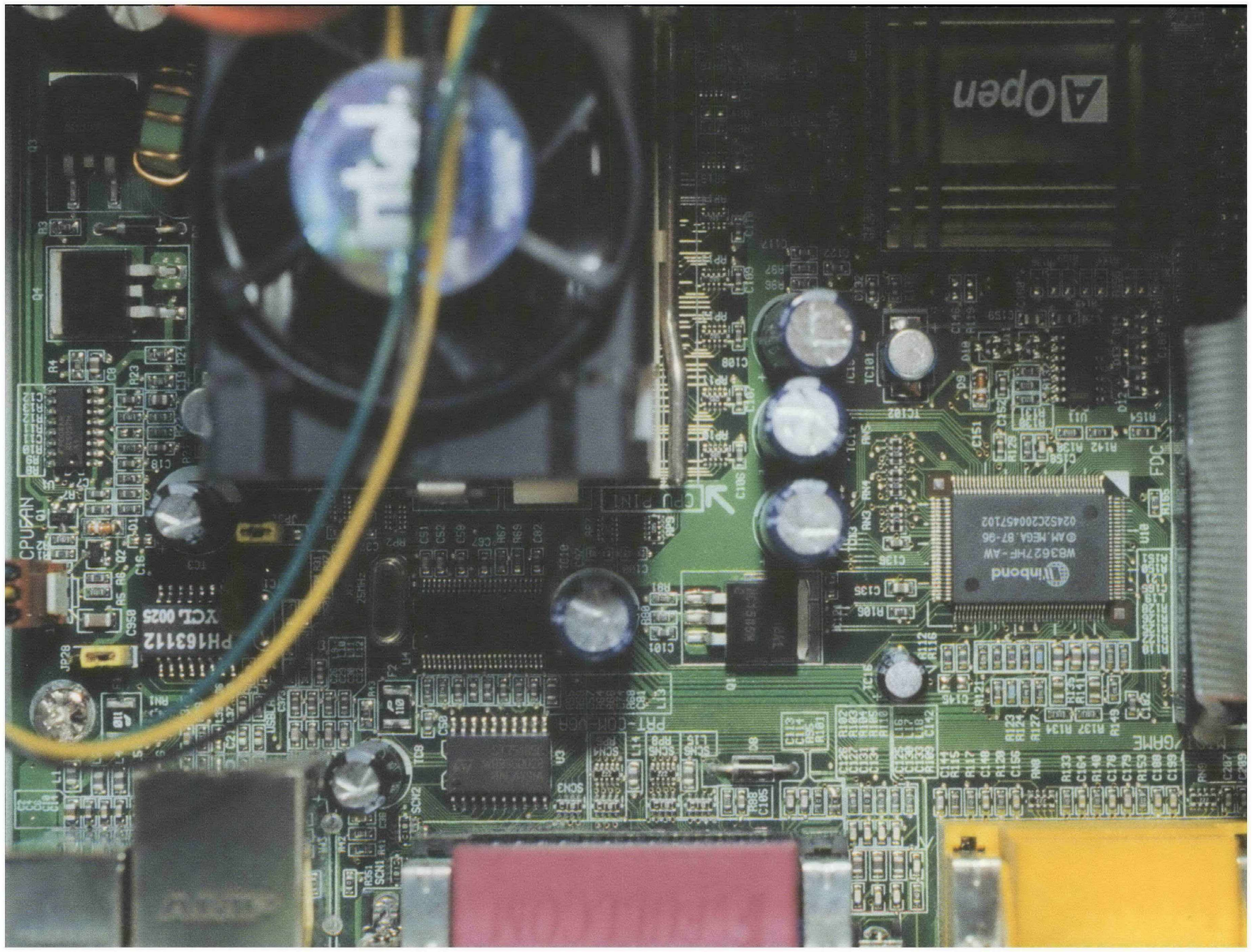
sammansatta nätverk. Programmerarna började intressera sig för användarna och därmed kunde kreativiteten frigöras. Birgitta Frejhagen beskriver datorn ur användarens perspektiv. Hon har själv i hög grad medverkat till att göra datorn till var persons redskap, ett arbete som krävt både entusiasm och övertalningsförmåga.

Information bärs av ord och bilder. Associationer och hänvisningar har i alla tider varit en viktig del av litteraturens väsen. Men genom den moderna datortekniken får behandlingen av orden nya förutsättningar. Detta är vad Ola Larsmo skriver om.

Vi hoppas att årets upplaga av *Dædalus* skall ge perspektiv på datorutvecklingen. Tekniska museets huvuduppdrag är att visa och förklara hur människa och teknik samspelar för människans skull. Museet vill inspirera nya generationer att skapa en teknik som inger hopp och framtidstro. Tekniska museets vänner är vår trognaste läsekrets och vi tackar vänföreningen för bidrag till utgivningen av *Dædalus* 2002. Våra annonsörer är intressanta samtidsskildrare genom det bildspråk och tilltal som används. Vi vill därför också tacka årets annonsörer för att vi kan upprätthålla en kontinuitet även i detta avseende. För Tekniska museet är *Dædalus* ett angeläget redskap i dialogen med vår publik.

Artikelförfattarna är bokens viktigaste bidragsgivare. Tillsammans har de lyckats beskriva en oerhört komplex och genomgripande förändring på grund av tillgång till ny teknik. Ett stort tack till författarna och till alla övriga som bidragit i produktionen av *Dædalus* 2002.

Anne Louise Kemdal
Museidirektör


AOpen
CPU FAN
FDC
GAME
CPU_PINT
PRT_COM1_COM2
Winbond
W83627HF-AW
@AM.MEGA.87-86
0245C2004571Q2
PH16311Z

LENNART JOHNSSON

Datortekniken

En ingenjörsmässig och humanistisk bedrift

Dator- och kommunikationsteknik har genomgått en i verklig mening fantastisk utveckling under den senaste femtio åren. Under senare år har områdena allt mer flätats samman. Datorerna har blivit en integrerad del av kommunikationssystemen genom att koncept och utrustning för datorkommunikation förändrat sätten att ge struktur åt och operativt driva dessa system. Trots att kapaciteten hos datorer har förbättrats exponentiellt alltsedan den integrerade kretsen uppfanns för omkring 40 år sedan så dröjde det till laserteknologin blev kommersiellt användbar i kombination med fiberoptik innan långdistanskommunikation började utvecklas i samma takt. Lasern uppfanns 1960. Lokala nätverk för kommunikation mellan datorer började utvecklas exponentiellt omkring 10 – 15 år efter det datorutvecklingen började, men 5 – 10 år före det att långdistanskommunikationen fick samma utvecklingstakt.

Resultatet av dessa i sanning remarkabla utvecklingslinjer har gjort datorer och telekommunikation till något som varje person i de industrialiserade länderna har råd med och så vanligt förekommande att vi är beroende av datorsystem i det dagliga livet. Datorer är inte längre bara använda av en liten grupp forskare och ingenjörer. Internet, som utvecklats av dessa grupper, har gjort information tillgänglig för vem som helst, var som helst och när som helst. Det har förändrat vårt sätt att tänka om och använda datorer på ett dramatiskt sätt. Det är som Gilder Technology Report ob-

På insidan av datorn.
FOTO TRULS NORD, TEKNISKA MUSEET

serverade i juni 2000: "När nätet är lika snabbt som datorernas interna länkar delas maskinen upp och sprids över nätet." Nätverk för beräkningar och dataöverföring växer fram som virtuella beräknings- och informationsmiljöer som utvidgas över hela jorden.

Fig 2. (Motstående sida) En av de första elektroniska datorerna ENIAC – Electronic Numeric Integrator and Computer – konstruerades av Echert och Mauchly i USA i början av 1940-talet.
FOTO SMITHSONIAN INSTITUTION

Den tidigaste utvecklingen

Människan har i alla tider, så länge vi känner till, insett värdet av att lagra, kommunicera och bearbeta information. Förmågan att göra detta har format våra liv och samhällen. Regeringar, handeln och, kanske mest uttalat, vetenskapen utvecklade tidigt ett behov av att kalkylera för att få fram tabeller som hjälp vid navigation och för astronomiska observationer. Idén att maskiner skulle kunna utföra de arbetskrävande, tråkiga och felkänsliga beräkningarna utgjorde en lockelse för matematiker och forskare för flera hundra år sedan och har resulterat i många konstruktioner och åtskilliga maskiner under gångna sekler.

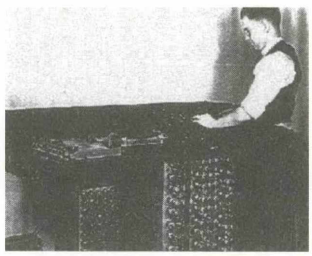
Idag är vetenskapliga upptäckter inom snart sagt varje disciplin beroende av datorer, modeller och simuleringar, datoranalyser, datorstyrda instrument och kommunikation mellan datorer, mellan människa och dator och mellan människor som har stöd av datorer. Vetenskapliga framsteg har gjort det möjligt att lagra, återvinna och bearbeta ständigt mer information vilket har bidragit till att öka insikter som fordrats för att göra nya framsteg.

Fram till en bit in på 1900-talet var beräkningskonsten hänvisad till mekaniska konstruktioner. Men redan på 1600-talet gjorde Pascal försök, även om det var arbeten av Charles Babbage i mitten av 1800-talet som medförde de största framstegen.[1]

Elektronikens entré

När elektronröret uppfunnits och blivit kommersiellt tillgängligt kunde helt elektroniska datorer konstrueras och baseras på elektroniska kretsar för såväl logiska operationer som datalagring. Atanasoff och hans kollega Berry uppfann den första digitala elektroniska datorn, ABC (Atanasoff-Berry-Computer), fig 1. Den byggdes 1937–42 och hade ett trumminne med 30 binära tal på 50 bitar var, en 60 Hz klocka[2] och var ganska långsam.

Fig 1. ABC-datorn.



ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer), fig 2, byggdes 1943–46 vid Moore School of Electrical Engineering vid universitetet i Pennsylvania.[3] Den hade 10-siffrig decimal aritme-

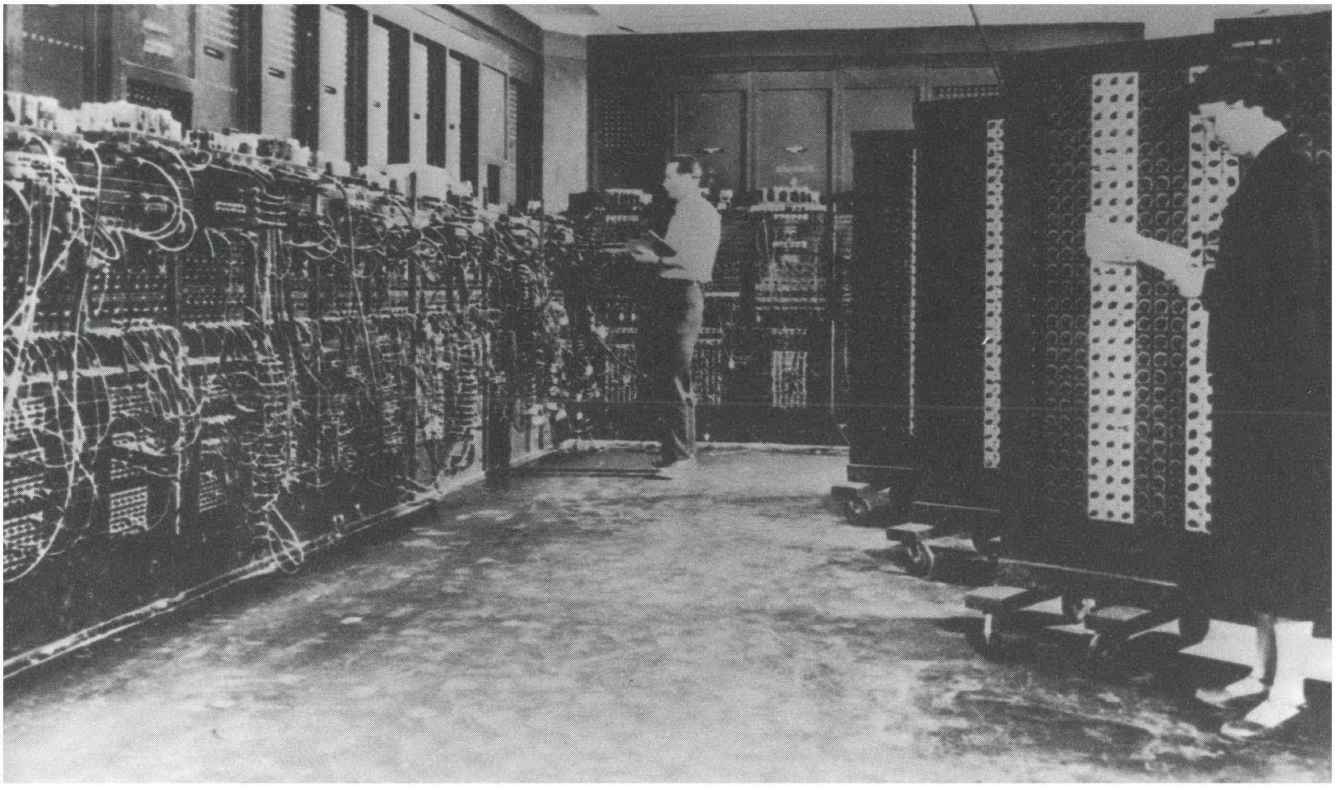
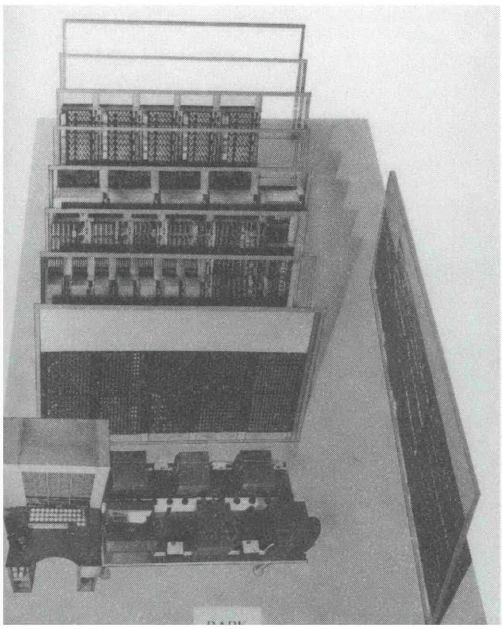


Fig 3. De tidiga svenska datamaskinerna BARK, bildmontage av ett femtiotal bilder (tv) och BESK (th).
FOTO MATEMATIKMASKINNÄMNDEN

tik, med möjlighet att hantera 20-siffriga decimala tal. Snabbheten motsvarade 100 000 pulser per sekund. ENIAC hade 18 000 elektronrör, 70 000 resistanser, 10 000 kondensatorer, 1 500 reläer och 6 000 manuella brytare. Den krävde en eleffekt på 140 kW, upptog 600 kvadratmeter och vägde omkring 30 ton.

Betydelsefulla utvecklingsinsatser för datamaskiner gjordes på den tiden också i Sverige, fig 3. BARK (Binär Automatisk Relä Kalkylator) konstrue-





rades kring det binära talsystemet och använde 5 000 reläer. BARK följdes 1953 av en elektronisk dator, BESK (Binär Elektronisk Sekvens Kalkylator), med 2 400 elektronrör och 400 germaniumdioder, och krävde 15 kW.[4]

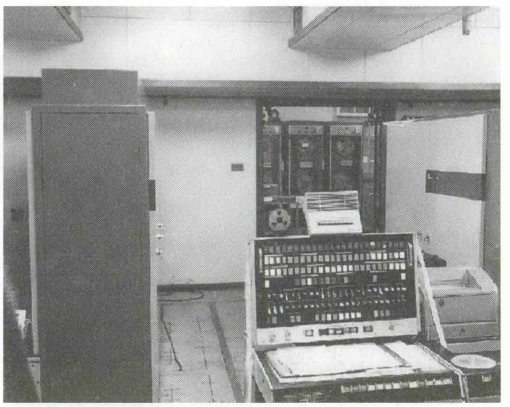


Fig 4. Altasdatorn 1968.

Det var en utmaning att finna lämpliga teknologier för dynamiska och statiska minnen. ENIAC använde elektronrör för dynamiska minnen och brytare för statiska, men ingendera var riktigt lämpliga. BESK använde magnetiska minnen som långsamma minnen och katodstrålerör för snabba. Von Neumann, som var konsult till ENIAC-gruppen och hade lärt sig hur minnen med akustiska fördröjningslinjer användes i radarsystem under andra världskriget, föreslog sådana för EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer). Den hade en klocka med 1MHz i stället för ENIACs 100 kHz och ansågs därför snabb nog för att det skulle räcka med serieoperationer.

Programmeringsspråket som von Neumann föreslog för EDVAC innehöll det revolutionerande greppet med självmodifierande program: adresseringarna för operationerna kunde justeras av programmet självt. Virtuella adresser användes och programmet beräknade och ersatte specifika adresser med virtuella adresser. Von Neumann insåg också behovet av cacheminne[5] när han skrev program för att utvärdera EDVAC-designen.

Vid Institute for Advanced Study (IAS) i Princeton konstruerades en dator baserad på ENIAC och EDVAC. Den hade i grunden samma arkitektur som dagens datorer. Den togs i drift 1952. Maskinen kunde addera tal på 15 mikrosekunder, multiplicera på 400 mikrosekunder och dividera på 1 millisekund. Maskinen upptog 13 kvadratmeter, jämfört med ENIACs omkring 600.

De ovan nämnda maskinerna är på inget sätt en komplett lista på intressanta datorprojekt, men de är några av dem som kom att påverka utvecklingen mest genom att de tillämpande innovationer i datorarkitektur som man fortfarande ser i moderna datorer. IBMs modeller 701, 704, 7090 och STRETCH är andra innovativa maskiner som är värda att nämna.

Uppläggningen av ATLAS-datorn, fig 4, gjordes 1956 och den färdigställdes 1961 under ledning av T Kilburn och introducerade virtuellt minne för en lagringshierarki som bestod av 16k ords kärnminne, ett 96k ords trumminne och åtta däck med magnetband som innehöll upp till en miljon ord med kapacitet att leverera ett ord var 88 millisekund. Den ansågs vara den mest kraftfulla datorn i världen. Systemrutinerna och några ofta

använda biblioteksrutiner hölls i ett 8k endast läsbart minne med en accesstid på 0,3 millisekunder. Trettiotvå sidors adressregister bildade ett associativt minne för att omvandla virtuella till verkliga adresser.

Ett "truminlärningsprogram" som placerades i ett endast läsbart minne försökte optimera siduppdelning genom att ackumulera statistik kring användningen av sidor. Detta lärande program var den första tillämpningen för artificiell intelligens på en vanlig dator. ATLAS hade ett operativsystem från 1964 och kunde programmeras i Fortran och Algol.

Mot slutet av 1950-talet ersattes elektronrören av transistorer i de logiska kretsarna och magnetkärnminnen blev den dominerande tekniken och gav upphov till uttrycket "kärndump" vid fel eller felsökning. Med uppfinningen av den integrerade kretsen kunde äntligen samma teknik användas för alla huvudfunktionerna i datorsystemet: logik, minne och interna länkar.

Under de tre senaste decennierna har den exponentiella förbättringen av prestanda hos halvledarelektroniken blivit den viktigaste drivkraften för den anmärkningsvärda tillväxten och spridningen av datorer och datoranvändning. Produkter baserade på integrerade kretsar har förändrat både näringslivet och den offentliga sektorn. Under de första tio åren växte den till en marknadsomsättning på 100 miljarder dollar per år. Idag är omsättningen i storleksordningen biljoner (miljoner miljoner) dollar varje år. Halvledarlaser i kombination med den snabba utvecklingen av fiberoptik och datorkommunikation har omformat kommunikationsindustrin och skapat Internet, vilket under sina första fem år etablerade ett affärssegment värt över 800 miljarder dollar år 2000 och sysselsätter över tre miljoner människor enbart i USA.

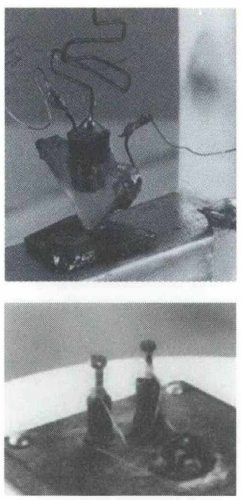


Fig 5. Spetstransistor från 1947 (övre bilden) och skikttransistor från 1951 (undre bilden).
FOTO TELEMUSEUM (ÖVRE BILDEN)

Datorteknologin

Under åren 1947 – 1951 upptäckte och demonstrerade Bardeen, Brattain och Shockley den första transistorn. Spetstransistorn uppfanns 1947 och skikttransistorn demonstrerades 1951, fig 5. Kommersiellt tillverkade transistorer blev tillgängliga 1954. Jack Kilby vid Texas Instruments demonstrerade 1958 den första integrerade kretsen och Robert Noyce vid Fairchild utvecklade oberoende av Kilby en integrerad krets som demonstrerades 1959, fig 6.

Texas Instruments visade först en dator med integrerade kretsar 1961 i ett projekt för USAs flygvapen. Efter detta har en mycket anmärkningsvärd utveckling ägt rum. Halvledarindustrin har präglats av mycket snabb, kontinuerlig förändring. Den dominerande transistortypen förändrades

sex gånger mellan 1950 och 1960. År 1958 kostade en transistor tio dollar. Idag finns det omkring hundra miljoner transistorer i ett arbetsminne (DRAM, Dynamic Random Access Memory) och detta kostar 20 – 50 dollar.

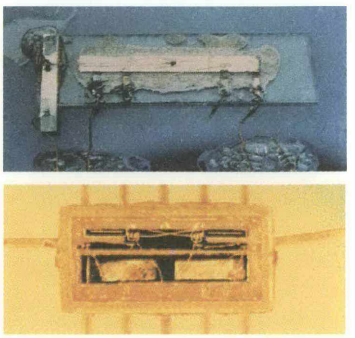


Fig 6. De första integrerade kretsarna från 1958–59, Kilbys överst och Noyces underst.

Integrerade kretsar

Gordon Moore skrev 1965 i en artikel i Electronics: "Komplexiteten hos en komponent med lägsta kostnad har ökat med grovt sett en faktor två per år (se figur). I det korta tidsperspektivet kan denna takt säkert förväntas fortsätta, och kanske öka. I ett längre tidsperspektiv är ökningstakten lite mer osäker, även om det inte finns skäl att den inte kan fortsätta i nästan samma takt i åtminstone tio år till. Det betyder att 1975 kommer antalet komponenter per integrerad krets av lägsta kostnad att vara 65 000. Jag tror att en så stor krets kan byggas på en kiselskiva." Denna förutsägelse var anmärkningsvärd vid den tiden med hänsyn till det tidiga skede i vilket integrerad kretsteknik befann sig, men har visat sig vara förvånansvärt korrekt. Ett chips innehöll 1965 omkring 50 element. Komplexiteten hos integrerade kretsar har fortsatt att fördubblas årligen långt efter 1975. Fördubblingstakten har först på senare tid saktat av till omkring 18 månader. Figuren som det hänvisas till i citatet visas i figur 7. Ökningen i kretskomplexiteten fram till år 2000 visas i figur 8.

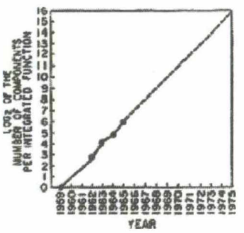


Fig 7. Figuren i Moores artikel i *Electronics* 19 april 1965.

Intels senaste mikroprocessor, Pentium IV, har 42 miljoner transistorer på en kiselplatta (chips) som är 217 kvadratmillimeter och producerats med linjer[6] med bredden 180 nm (miljarddels meter eller miljondels mm), vilket betyder en typisk storlek som är mer än 500 gånger smalare än tjockleken på

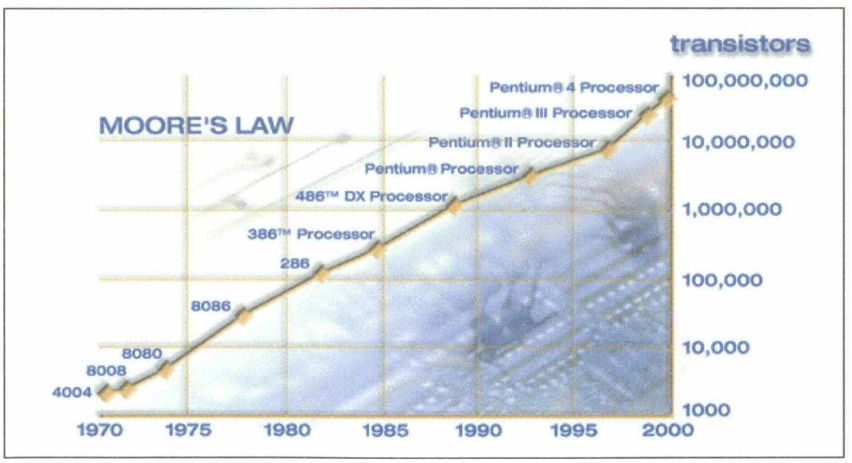


Fig 8. Utvecklingen av komplexiteten hos Intels processor.
FOTO INTEL

ett genomsnittligt hårstrå. Det är intressant att jämföra detta med vad som 1989 förutsades av Patrick P Gelsinger, Gerhard H Parker och Albert Y C Yu: "Mikroprocessorn år 2000 kommer att ha 50 miljoner transistorer på en platta av en kvadrattum (645 mm^2) och kan bestå av multipelprocessorer som kan utföra över 2 000 miljoner instruktioner per sekund." Pentium IV släpptes nyligen med en klocka på 2 GHz. GeForce3, den år 2000 av nVidia introducerade kretsen för datorgrafik, har 53 millioner transistorer.

Carver Mead vid California Institute of Technology förutsade 1969 att förbättrad tillverkningsteknik kunde tillåta halvledare med delar som endast var 150 nm stora. Nyligen annonserade Intel att de ska starta produktion av kretsar baserade på en linjebredd av 130 nm. Linjebredden i kretstillverkningen 1965 var omkring 25 mikron (miljondels meter) eller omkring en fjärdedel av tjockleken på ett hårstrå.

Datorns minnen

Arbetsminnet i datorn, RAM, har, genom att det är så enhetligt och i allt väsentligt bara innehåller ett slags logiska kretsar, alltid varit ledande när det gäller antalet transistorer per krets. RAM finns i två former: dynamisk RAM (DRAM) och statisk RAM (SRAM). DRAM är ett kortlivat minne, d v s dess information måste uppdateras regelbundet om den inte ska ändras. Det har optimerats för täthet och används som huvudminne i datorer. Enstaka transistorer används för informationslagring i DRAM, som, optimerade för pris, med modernaste teknik idag kan lagra 512 miljoner bitar. En DRAM minnescell designad för 130 nm linjebredd upptar en fjärdedels kvadratmikron[7] och chipsen är omkring 130 kvadratmillimeter. DRAM chips som kan lagra en miljard bitar väntas finnas 2003, tillverkade med en linjebredd av 100 nm (en tusendel av ett hårstrå). Chips med fyra miljarder bitar har demonstrerats i laboratorier. De kan lagra data motsvarande 32 000 tidningssidor, 1 600 fotografier eller 64 timmar ljudinspelning.

SRAM används när information inte får gå förlorad. Sex transistorer används ofta för att lagra en enda bit i SRAM, att jämföra med en enda transistor i DRAM. SRAM cellerna i 130 nm teknologin är omkring två kvadratmikron.

Tillverkningen av chips och integrerade kretsar

Förmågan att tillverka chips med så små detaljer innebär avsevärda kostnader. För omkring 25 år sedan kostade en tillverkningsenhet för chips mindre än 4 miljoner dollar (cirka 13 millioner dollar i dagens penning-

värde). Idag kostar motsvarande enhet omkring 1,5 miljarder dollar. Inte desto mindre har kostnaden för integrerade kretsar minskat dramatiskt, från omkring 55 000 dollar (cirka 1,7 miljoner dollar i dagens penningvärde) för 8 miljoner bitar för 25 år sedan till omkring 25 cent idag. Det betyder alltså att samtidigt som kostnaden för tillverkningsenheten ökat omkring 100 gånger har kostnader per bit reducerats med en faktor på ungefär 8 miljoner.



Fig 9. Den första kalkylatorn från 1967.
FOTO TEXAS INSTRUMENTS

Potentialen för integrerade kretsar att revolutionera datoranvändningen och göra att den kom i så allmänt bruk var långt ifrån uppenbar på 1960-talet. För att skapa uppmärksamhet presenterade Texas Instruments 1967 en bärbar elektronisk kalkylator som var bara omkring 15 cm hög, fig 9. Den hade funktioner fullt jämförbara med den heltransistoriserade räknare som släppts året före, men som var en apparat som vägde nästan 30 kilo och då kostade 2 500 dollar (cirka 13 300 dollar i dagens penningvärde).

Intel, som grundats av Gordon Moore och Robert Noyce 1967, skapade den första mikroprocessorn 1971. Den var utvecklad av Ted Hoff i ett projekt som syftade till att designa och producera chips för en ny serie kalkylatorer för det japanska företaget Busicom. Hoff designade chipset och Frederico Faggin började bygga produkten, men Busicom tyckte att utvecklingen tog för lång tid. Intel, som var övertygade om att designen skulle bli lyckad, löste tillbaka hela Busicoms investering på 40 000 dollar. Chipset blev senare känt som Intel 4004, se fig 8, hade omkring 2 300 transistorer på en platta med storleken 5 kvadratmillimeter. Det var lika kraftfullt som ENIAC.

Den ökade komplexiteten i chipsen, och deras förbättrade snabbhet, beror på att komponenternas storlek minskar med linjebredder som gått från 20 – 30 mikron kring 1965 till 130 nm i dagens moderna tillverkningsenheter. Till den minskade kostnaden har också bidragit att kiselskivorna som används för att tillverka chipsen blivit större. Skivstorleken har ökat från omkring 30 mm 1965 till 300 mm idag. Idag finns det bara två sådana produktionsenheter i världen, vardera till en investering av 1,5 – 2 miljarder dollar. Chipstillverkning liknar en fotografisk process. Den ständiga minskningen av storleken av detaljerna på skivorna kräver att ljuset som används för exponeringen måste få allt kortare våglängd.

Idag används 248 nm ultraviolett ljus, men litografisk teknik för exponeringen kommer att använda 193 nm inom en nära framtid och 157 nm är under utveckling. Ett extremt ultraviolett ljus, EUV, med 13 nm våglängd finns på forskningsstadiet. Synligt ljus har våglängder mellan 400 och 700 nm. Med EUV skapades nyligen den första exponeringen av ett helt chips. Vid en våglängd på 13 nm kan ljuset avbilda transistorelement

som bara är 40 atomer vida. Vid 13 nm blir masker och linser som släpper igenom längre våglängder ogenomskinliga, vilket gör att speglar måste användas i stället. De 80 lager med alternerande kisel och molybden som bygger upp speglar och masker måste slipas med toleranser på enstaka atomer. Hela kretstryckningen måste göras i vakuum eftersom luften själv absorberar strålningen vid dessa våglängder. Maskerna kommer också att förvränga bilden om de innehåller mer än en handfull defekter av storleken 50 nm. En 50 nm defekt på ett chips motsvarar en fel stort som en basketboll i Texas, eller ett hårstrå på en fotbollsplan.

Utvecklingstakten

Kan denna halsbrytande takt i utvecklingen fortsätta? Semiconductor Industry Association, SIA, tror det. SIA har i många år gjort prognoser som nu löper till 2014. Introduktionen av 100 nm litografisk teknik förväntas under perioden 2003 – 2005, och 70 nm teknik i perioden 2005–2007. Kring 2009/2010 kan 30 nm litografi vara i produktion. Fig 10 visar transistorer med en grindlängd på 20 nm. Minskningen av storleken på detaljerna i en takt på omkring 30 procent för varje treårsperiod har förutsatts i dess prognoser. Men under de senaste åren har reduktionen ägt rum på två år snarare än tre år.

Prognoserna är genomarbetade och inte bara enkla framskrivningar. Alla teknologiska utmaningar, som måste beaktas, granskas och bedöms och några scenarier för hur utmaningarna ska mötas utvärderas. Dessa utmaningar är, som framgått av tidigare redovisade analogier, formidabla. Att avbilda chips med 30 nm litografin motsvarar att avbilda ett mynt på ett avstånd av 300 km. En minnescell (1 bit) i ett DRAM chips med 16 miljarder bitar väntas 2010 uppta en yta på omkring 0,008 kvadratmikron. Kostnadsreduktionen per bit väntas motsvara en faktor 20 under de kommande tio åren. Trovärdigheten i dessa prognoser stöds av Intels tillkännagivande i juni 2001 att forskare i ett av deras laboratorier hade producerat världens första transistor som kunde operera med 1,5 THz (1 500 GHz) och uppvisa strukturer som bara bestod av tre atomlager, se fig 10.

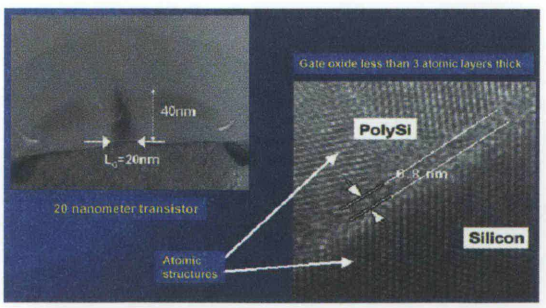


Fig 10. En transistor för 1 500 GHz som demonstrerades 2001. Till vänster visas transistorn med 20 nm grindlängd och till höger syns atomstrukturen.
FOTO INTEL

Minnen

Varaktig lagring på skivor (disketter eller hårddiskar) eller magnetband är en viktig del av varje system för informationsbehandling. Trots

att dessa lagringsmedia inte direkt använder integrerade kretsar för lagring så gör läs- och skrivenheterna det. Magnetiska media i olika former används för informationslagring. Förbättringen av kapaciteten hos skivor för lagring har varit minst lika spektakulär som halvledarkretsteknologin. Under tiden 1970 till 1990 halkade takten i förbättringarna för lagringsminnen efter de integrerade kretsarna, men sedan dess har lagringskapaciteten ökat snabbare än för DRAM. För närvarande fördubblas skivornas lagringskapacitet varje tolvmånadersperiod, fig 11, jämfört med 18 månader för DRAM. Det betyder att tätheten är ungefär fyra miljarder bitar per kvadratcentimeter (cm^2)och att tätheter på 16 miljarder bitar per cm^2 väntas till 2003. Omkring 2006 väntas tätheten ha nått 160 miljarder bitar per cm^2 och 2010 en biljon. Vid en täthet på 16 miljarder bitar per cm^2 kan en 3,5 tums diskett som används i bordsdatorer lagra texter från 400 000 böcker, innehållet på 84 DVD eller 600 CD. En 2,5 tums skiva som typiskt sett används i bärbara datorer kan lagra hälften av detta, mikrodrivar, d v s 1 tums skivor, väntas kunna lagra 6 Gbit eller motsvarigheten till 13 timmar MPEG-4 digital video.

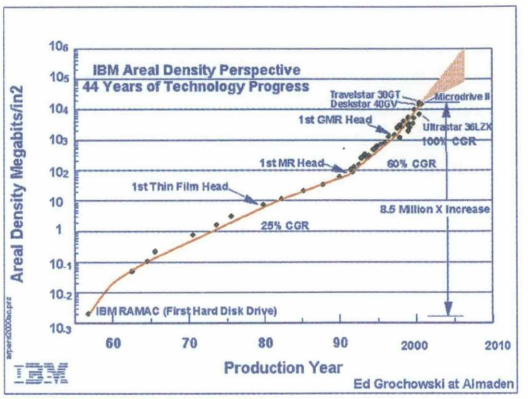


Fig 11. Utvecklingen av lagringstätheten hos IBMs skivmaterial.
FOTO IBM

Problemen

För att dessa utvecklingstakter ska kunna bestå finns det några problem som måste övervinnas. Skivlagringsmedia är beroende på kornstorlek i magnetiska media där åtskilliga hundra korn representerar en bit information, fig 12. När avståndet mellan bitarna minskar används färre och färre korn för att lagra informationen om kornstorleken är konstant. Det reducerar signal-till-brus-förhållandet eftersom de individuella kornen kan ändra orientering till följd av excitationsimpulser. Att reducera kornstorleken för att bevara signal-till-brus-förhållandet är dock inte utan problem. När kornen blir tillräckligt små blir de "superparamagnetiska" och magnetiseringsriktningen blir beroende av termiska variationer. För att reducera det superparamagnetiska uppförandet av flerkorniga magnetiska lager används en tre-lager-teknik som nyligen har introducerats av IBM, fig 13. Det mellersta lagret, bara tre atomlager tjockt, stabiliserar den magnetiska orienteringen i två kornlager, ett ovanför och ett under. De två kornlagren tvingas bli orienterade i motsatt riktning. För bittätheter omkring 16 miljar-

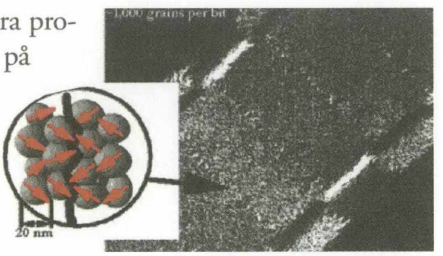


Fig 12. Kornen på en magnetskiva och en förstoring av deras magnetiseringsriktning.
FOTO IBM

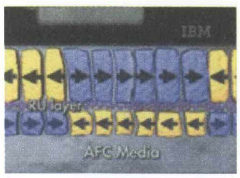


Fig 13. IBMs tre-lagerteknik.
FOTO IBM

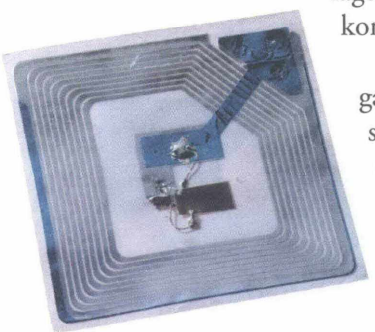
der per cm^2 går det att forma mönster av tunt magnetiskt material i små öar med 50 nm storlek eller mindre med teknik som är känd. För att nå tätheter på 100 miljarder bitar eller mer per cm^2 håller teknologi för holografiska skivor på att utvecklas.

Den förväntade utvecklingen av lagringskostnaderna är av största betydelse när det gäller att bedöma inverkan av lagringsteknik såväl i samhället som för vetenskap och utbildning. Kostnaden för tio megabit på en 3,5 tums skiva är redan under en cent medan kostnaden på en 2,5 tums skiva är 2–3 gånger detta och en 1 tums skiva omkring 50 gånger högre. Dessa kostnader betyder idag att en bok på 350 sidor med text, figurer och tabeller kan lagras för mindre än en cent i en bordsdator, lite över en cent i minnet på en bärbar dator och för 40 cent i en fickdator. Den nuvarande takten i kostnadsminskning med en faktor över 100 på en femårsperiod väntas fortsätta. Det betyder att 40 000 bilder med skaplig kvalitet kommer att kunna lagras i ett bordsdatorminne för mindre än en dollar. Det motsvarar för de flesta alla foton de tar under en livstid. Det är uppenbart att kostnaderna för lagring inte kommer att bli en begränsande faktor när det gäller att använda bilder och video för att kommunicera idéer och dela erfarenheter.

Utvecklingens gränser

Under 2010-talet väntas fysiken eventuellt resa fundamentala barriärer när det gäller den uppskalning av kiselbaserad halvledarteknik som industrin har hanterat så framgångsrikt de senaste 40 åren. Forskning som idag pågår när det gäller molekylära datorer och nanoteknologier kan dock erbjuda alternativ som gör att kapaciteten för lagring och bearbetning kan fortsätta öka i exponentiell takt. Utrustning baserad på nanoteknologi studeras av några få grupper och transistorer som är 500 gånger mindre än dagens har byggts. Nanoteknologins alster väntas bli bara några få atomlager i storlek. Nanoteknologin kommer också att följas av försök att konstruera minnesenheter.

Fig 14. Radiofrekvent identifieringssändare från Philips.
FOTO PHILIPS



Skapandet av molekylära datorer baserade på organiska eller oorganiska molekyler, följs också aktivt. Även om det finns ett mått av skepticism beträffande möjligheterna att åstadkomma molekylära datorer, som kan tävla framgångsrikt med kiselbaserad teknologi på grund av den lägre elektronmobiliteten och därav följande lägre snabbhet, så har området redan uppnått vissa framgångar när det gäller skärmar och identifieringsutrustning som innehåller radiosändare, fig 14.

Forskningsgrupper har redan kunnat bygga elementära logiska kretsar. Ett 16 bitars minne med en storlek på en hundradels kvadratmikron är ett näraliggande mål. DNA lagrar information med en täthet på omkring en bit per kubik-nm, medan dagens DRAM lagrar en bit i omkring 0,25 kvadratmikron, vilket är ungefär 100 000 gånger glesare. En lagringstäthet som hos DNA skulle göra det möjligt att lagra ett helt livs registrerade data i minnesenheter som inte är större än ett armbandsur.

Beräkningar i en DNA-datorer skulle i detta perspektiv kunna uppnå omkring 10^{20} operationer per sekund. Det väntas dock ta decennier att lära sig behärska DNA-datorteknik med logiska kretsar och minnen på molekylär nivå. De förväntas bli kommersiellt tillgängliga före slutet av detta decennium och finna tillämpningar på nya områden, som programmerbara adresslappar och en variation av sensorer och aktörer.

Som exempel på spännande tillämpningar av molekylär elektronik kan nämnas sensorer som reagerar intelligensliknande på biologiska och kemiska nycklar som de får genom att påverkas eller interagera med andra molekyler, exempelvis i kroppen. Carver Mead, som 1969 förutsade att transistorer kunde byggas med 150 nm litografisk teknik, tror att datakonstruktörer kan lära sig mekanismer från biologin. Mead har skapat både en retina och bensnäcka i kisel genom att undersöka analogier mellan biologin och kiselteknologier.

Framtiden

Den exponentiella ökningen av prestanda, som för integrerade kretsar ägt rum sedan 40 år och för fiberoptik sedan 15 år, har redan genomgripande påverkat vårt dagliga liv. Under de kommande 10 åren kommer den omfattande datorbearbetning vi inte ser ändå att påverka allt vi gör. Och den kommer också att påverka hur vi reagerar på förändringar i vår omgivning. Kommunikationsnätverken är på väg att skapa en *hinna* (Netravali 1999) runt jorden med smarta sensorer som trådlöst kommunicerar med smarta aktörer med bärbar utrustning som förser dem med en utvidgad verklighetsbild i realtid understödd från mängder av datorer och databaser.

Datorer och kommunikation kommer att bli allestädes närvarande med ständigt och överallt uppkopplad bredbandsanslutning. Ny presentationsteknik kommer att göra det möjligt att överallt utnyttja bilder, video och 3-D-utrustning oavsett om det är genom elektroniskt papper, elektroniska böcker, bildglasögon eller skärmväggar, fig 15. Enligt Kris Pister vid University of California i Berkeley kommer trefärgssystem, som både läser

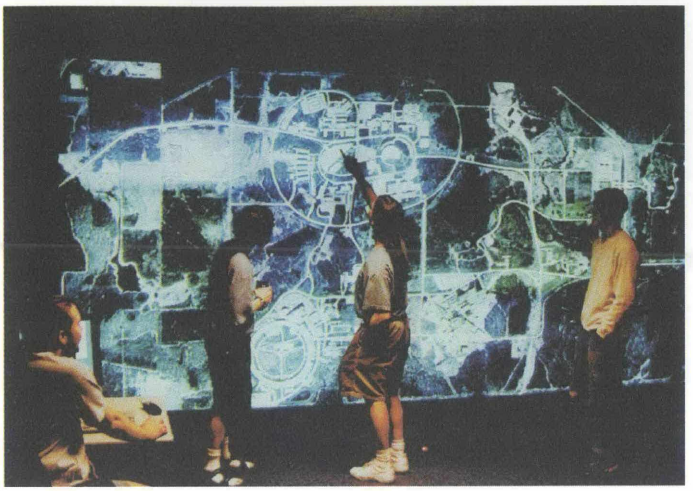


Fig 15. Skärmvägg som presentationsteknik.

in och projicerar bilder, att år 2010 vara stora som ett risgryn och kosta under en dollar. De kommer att kunna sättas in i vanliga glasögon. De kommer att finnas i laserpekpinnar och kan förvandla vilken vägg som helst till en elektronisk skärm. De kan skapa häftiga 3D-föreställningar med ljusstyrka, kontrast och bildvinklar som inte motsvarar någon teknik som finns idag eller som vi kan föreställa oss nu.

Tillämpningar i bilar

Sensorer och aktörsnätverk kommer att finnas överallt, med information som flödar till och från *hinnan*. Sensorerna kan registrera trafiken på varje väg, vädret och väglaget och datorer kan förutsäga förändringar i trafiksituationen de närmaste minuterna eller timmarna. Sedan kan informationen förmedlas som syntetiskt tal, eller till bilder i glasögon, eller till vindrutan så att bilföraren inte behöver vända uppmärksamheten från vägen. Sensorer kan också kontrollera viktiga system i bilen och varna föraren när och var han eller hon behöver fylla bensin – inte bara beroende på hur mycket som gått åt och var det finns en mack, utan också var det är bäst med hänsyn till pris, kvalitet eller betalningsmöjligheter. Information om parkeringssituationen vid färdmålet blir alltid tillgänglig och systemet i bilen kan rekommendera alternativ.

Parkeringsmätare som är uppkopplade över Internet finns redan nu på några platser, även om det ännu är mest för underhållsplanering. Bilens verkstad kan på avstånd och kontinuerligt följa bilens kondition och göra

föraren uppmärksam på när service behövs. Om ett fel uppstår kan sensorer och trådlös kommunikation tillsammans med datorsystem i bilen inte bara diagnostisera orsaken utan också föreslå vilka reparationer som kan göras med hänsyn till vad verkstaden och reservdelsförrådet kan erbjuda.

Transportplanering

Flygindustrin har redan börjat tillämpa delar av denna framtida möjlighet genom att underhållsingenjörerna fortlöpande kan följa vitala funktioner i flygplanen oavsett var de befinner sig. När det är nödvändigt kan reservdelar fraktas till de destinationer flygplanen har för att minimera tiden det tar för att utföra underhållet. Färdrutter och hastigheter bestäms sedan några år för varje färd, inte bara med hänsyn till färdvägen utan också till vind och väderförhållanden, så att bränsleförbrukningen minimeras och vidare att flygplanen bara bär med sig det bränsle de behöver för den aktuella rutten, farten och lasten.

Att arbeta fram arbetsscheman för besättningen med hänsyn till underhållsbehov för utrustning, besättningars tillgänglighet och kompetens är en utmaning också för de mest kraftfulla datorerna. Det kan ännu inte utföras i realtid med tillräcklig noggrannhet. År 2010 ska dock datorer kunna ge underlag för hur avvikelser från planerade scheman på grund av väderförhållanden kan rättas till. Det kommer att avsevärt minska tiden för att återgå till ordinarie tidtabeller.

Datorer som arbetar i nätverk är avgörande viktiga system i många transportsammanhang. Det ger till exempel möjlighet att hålla reda på var distributionsfordon befinner sig och ger förarna möjlighet att hitta bästa vägen till destinationen genom att utnyttja det globala positioneringssystemet (GPS). Det erbjuder också möjligheten att planera färdvägar så att fordonen kan hämta upp och lämna gods i rätt tid och till lägsta kostnader, att hålla reda på var fordonen befinner sig, och att möta de krav som ställs av egenskaperna hos godset, som vikt, volym, krav på kylning och annat.

Mikroelektriska mekaniska system

Mikroelektriska mekaniska system, MEMS, är en teknologi som liknar tillverkningen av halvledarkretsar. Kris Pister förutsäger att MEMS sensorer som inte är större än sandkorn kommer att finnas överallt och avläsa i praktiken allt. Pister hänvisar till sensorerna och aktörerna som "smart damm", fig 16. Genom att hämta energin från solljus, vibrationer, termis-



Fig 16. MEMS-krets idag.

ka gradienter och bakgrundsradiovågor kommer sensorerna att vara helt självförsörjande enkelchipsdatorer med förmåga att avläsa och kommunicera och med inbyggd energiförsörjning. Man kommer att omedelbart kunna se när bilar, möbler, stereor och andrar värdesaker stjäls, genom att smarta sensorer kommer att följa dem på väg mot ytterdörren. Ditt hus eller kontor kommer att känna till din närvaro och också i vilket rum du är. Ljus, värme och annan komfort kommer att justeras därefter. Att hitta ett ledigt sammanträdesrum blir enkelt. Sensorerna kommer att veta och meddela vilket som är närmast. I en främmande byggnad kommer du att vägledas av ljusränder på golvet eller i väggen, där namnet på det rum du ska till visas.

Ett batteri som är en kubikmillimeter stort räcker i tio år för att klara energiförsörjningen till enklare uppgifter som att registrera temperatur och sända uppgiften en gång i sekunden. En kubikmillimeter stor vibrationsförstärkare kan fungera med den takten i evighet. Inomhus kan en kvadratmillimeter stor solcell ge tillräcklig energi för att utföra 100 uppgifter per sekund, och i fullt solsken 100 000 uppgifter per sekund. Ett kubikmillimeter stort batteri kan ge en optisk kommunikationslänk inomhus tillräcklig energi för att överföra 500 miljarder bits (motsvarande ett halvdussin biofilmer). MEMS-teknologin kan också användas utanför området för normal och korträckviddig radiokommunikation.

I hemmen kommer hushållsmaskinerna, underhållnings- och säkerhetssystem, och uppvärmning och luftkonditionering att vara anslutna till "hinnan" och kommunicera med hyresgästen eller bostadsägaren. Kylskåp med platt skärm och Internetanknytning finns att köpa redan idag. Sensorer och aktörer kommer att vara en källa för ett ökande antal förbindelser maskin-till-maskin eller föremål-till-förmål. Netravali förutser i själva verket att denna typ av "infrachatt" kommer att bli mer omfattande än kommunikationen mellan personer. "Hemma kommer din diskmaskin att kunna tillkalla tillverkaren när något fel uppstår, och tillverkaren kommer att kunna diagnostisera felet på håll," förklarar han. "Sprinklern på din gräsmatta kan kontrollera vädertjänstens hemsida, för att kolla att väderprognosen inte förutser regn, innan den slår på sig själv,."

Kommunikationsapparaterna kommer att vara av samma storlek som smycken. Dessa "metofoner" kommer att kunna förstå våra röster. "Hur man slår numret på en telefon kommer bara att läras ut på historielektionerna. För att ringa mamma behöver man bara säga 'mamma' ", sa Joseph Olive, chef för Bell Labs. "De små metofonerna på ditt rockuppslag kommer att kunna läsa hemsidor och e-post åt dig." Bell Labs frimärksstora "kamera på chipset" kommer till exempel att kunna visa videobilder som

är lika bra som smygfotografers. Tillsammans med mikroskopiska mikrofoner som också uppfunnits vid Bell Labs kan en bildtelefon som sitter runt din handled byggas runt videochipset. Tusentals runt-horisonten-kameror och stereomikrofoner placerade på idrottsarenor, musikkonserter och affärsmöten kommer att ge dem som deltar över webben full kontroll över vad de ser, hör och upplever.

Några praktiska tillämpningar

I ett extremfall kommer datorerna att bli så billiga att de kan betraktas som konsumtionsvaror. I ett annat extremfall kommer de mest kraftfulla datorerna med exceptionella egenskaper fortfarande att kosta tiotals miljoner dollar. Sådana datorer har av tradition använts för att vidga gränserna för vetenskapen, men de allt större datorsystemen används nu för att hantera informationssystem, som de system som är anknutna till Internet. Så har till exempel America Online (aol.com) ett datorsystem som är fullt jämförbart med de största systemen för naturvetenskaplig och teknisk forskning och utveckling som traditionellt drivit på datorutvecklingen. Den kommersiella marknaden har tillfört finansiella incitament till industrin som krävs för att påskynda teknikutvecklingen. I ökande grad har massmarknaden erbjudit den stimulans som teknikutvecklingen behöver för en fortsatt snabb utveckling.

Sist men inte minst ska vi ge några exempel på problem och datortillämpningar som blivit aktuella genom datorernas enorma bearbetningsförmåga. Genom att flertalet datorer inte används större delen av tiden kan ett gemensamt och kollegialt utbyte mellan många hopkopplade datorer öka datorkraften avsevärt. Ett sådant gemensamt användande har i själva verket redan skapat den mest kraftfulla datorn för uppdrag där behovet av signalutbyte mellan processorer är litet eller medelstort. Stora grupper med miljoner datorer har på detta sätt redan använts för tillämpningar när det gäller livsvetenskaper, matematik och i sökandet efter liv utanför jorden.

En annan tillämpning som växer fram är televetenskap, d v s fjärranvändning av vetenskapliga instrument som elektronmikroskop eller radioteleskop. Eftersom dessa instrument kontrolleras av datorer och registrerar data digitalt, och genom att datorerna är anslutna till nätverk, har det blivit möjligt att fjärranvända instrument och att påverka deras funktion så att nyttan av deras observationer kan maximeras. I några fall krävs det avsevärda beräkningsinsatser på registrerade data för att besluta om ett teleskops inriktning mot ett astronomiskt objekt eller orienteringen av ett

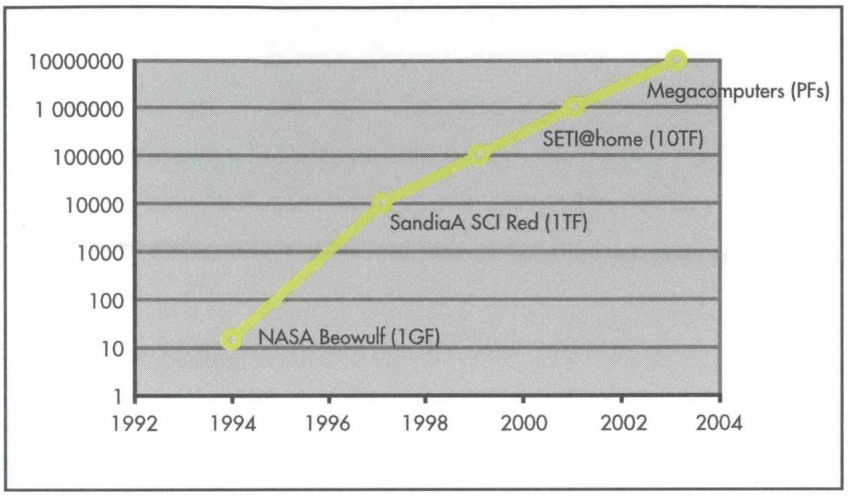
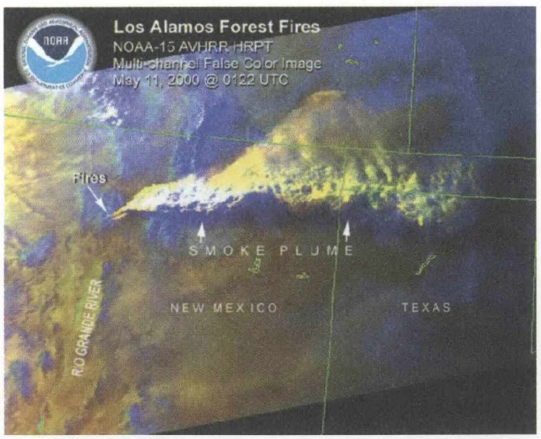


Fig 17. Tillväxten i parallellutnyttjandet av persondatorer (antalet pc på vertikala axeln).
FOTO LARRY SMALL COMPUTER SCIENCE & ENGENEERING

prov i ett elektronmikroskop. Nätverken eller beräkningskapaciteten är idag inte helt utvecklade för att göra sådana tillämpningar till rutin, men innan detta decennium är slut kommer det att finnas många lösningar på denna möjlighet, fig 17.

Inom livsvetenskaperna finns det många utmaningar när det gäller datorberäkningar och dataanalys som precis har börjat bearbetas. Återskapande av bilder, förstärkning av observationer och analyser har stor betydelse inom detta område. Bildbehandling är ett av de viktigaste redskapen. I den strukturella biologin är utmaningen idag att uppnå en upplösning på 4 – 5 ångström, något som med dagens instrument skulle kräva analyser av fem miljoner bilder, var och en med en upplösning av en miljon pixel (bildpunkter). Idag har man uppnått ungefär hälften av detta. Biomedicinsk bildhantering och simulering av biomedicinska system är exempel på andra krävande datorapplikationer.

Fig 18. Identifiering av en skogsbrand.
FOTO LARRY SMALL COMPUTER SCIENCE & ENGENEERING



Prognoser för väder med stormar och orkaner är andra viktiga tillämpningar som inte bara är utmaningar för datorutvecklingen utan också för naturvetenskapen eftersom laser- och sensorteknologi erbjuder nya möjligheter att mäta. Nätverken gör det möjligt att samla in och bearbeta data till prognoser i realtid. Också när det gäller skogsbränder och andra bränder finns det stora datormässiga utmaningar, fig 18.

Slutligen vill jag nämna simuleringar av olika aspekter på vår miljö och tillämpningar av traditionell vetenskap och teknik som fordrar avsevärd beräkningskapacitet, såsom kompletta maskinsimuleringar, dynamiken i komplexa mekaniska system, schemaläggning i stora system som för flygtrafik och besättningar och analyser av acceleratordata i elementarpartikelfysiken.

NOTER

1. Den intresserade läsaren kan hitta förslag till litteratur på s 114–115.
2. Klocka och dess frekvens är ett mått på hur snabbt en dator kan arbeta och anges ofta i multiplar av Hz, d v s pulser per sekund.
3. ENIAC har beskrivits av Göran Kjellberg i *Daedalus* 1979/80.
4. Dessa maskiner har tidigare beskrivits i *Daedalus* – BARK och ENIAC av Sigvard Strandh i *Daedalus* 1965 och BESK utförligt av Jörgen Lund i *Daedalus* 1987.
5. Tillfällig lagringsplats där datorn lägger viss information för att ha den snabbt tillgänglig.
6. Med linjer avses anslutningsledningarna mellan komponenterna i den integrerade kretsen.
7. En kvadratmikron motsvarar en kvadrat med en sida som är 1/100 av ett hårstrås tjocklek.

REFERENSER – ETT URVAL

Babbage, Henry Prevost (ed) *Babbage's calculating engines.* Los Angeles, 1982 (Charles Babbage Institute reprint series for the history of computing ; 2)

Burks, Alice R & Burks, Arthur W, *The first electronic computer : the Atanasoff story.* Ann Arbor, 1988

Burks, Arthur W & Burks, Alice R (eds), "The ENIAC: first general-purpose electronic computer" i *Annals of the history of computing,* vol 3, 1981, nr 4, s 310–399

Carpenter B E & Doran R W, *A M Turing's ACE report of 1946 and other papers.* Cambridge, Mass, 1986 (Charles Babbage Institute reprint series for the history of computing ; 10)

Catlett, Charlie, & Forster, Ian, *The network meets the computer: architectural implications of unlimited bandwidth, 2001.* Url: http://www.east.isi.edu/NGI-S/lsn2000/Argonne_Nat_l_Lab-Catlett.pdf (2001–11–02)

Gelsinger, Patrick P, Garginn, Paolo A, Parker, Gerhard H & Yu, Albert Y C, "Microprocessors circa 2000" i *IEEE Spectrum,* October 1989, s 43–47

Hartree, Douglas R, *Calculating machines; and, Calculating instruments and machines.* Cambridge, Mass, 1984. (Charles Babbage Institute reprint series for the history of computing ; 6)

IBM Systems Journal, vol 38, 1999, nr 4. Special issue on pervasive computing

Katz, Randy H et al, *The Endeavour expedition: charting the fluid information utility,* Electrical engineering and Computer science department. Berkeley, Calif, 1999 Url : http://endeavour.cs.berkeley.edu/ (2001-11-01)

Kuck, David J, *The structure of computers and computation.* New York, 1978

Martin, Ernst, *The calculating machines.* Cambridge, Mass, 1992 (Charles Babbage Institute reprint series for the history of computing ; 16)

McRobbie, Michael A., *Indiana Pervasive Computing Initiative,* Indiana University, 1999 Url: http://www.indiana.edu/~ovpit/ipcres/ (2001–11–02)

Moore, Gordon, *Electronics*, vol 38, 1965, nr 8, April 19

Morrison, Philip and Morrison, Emily, *Charles Babbage and his calculaiting engines.* Dover, 1961

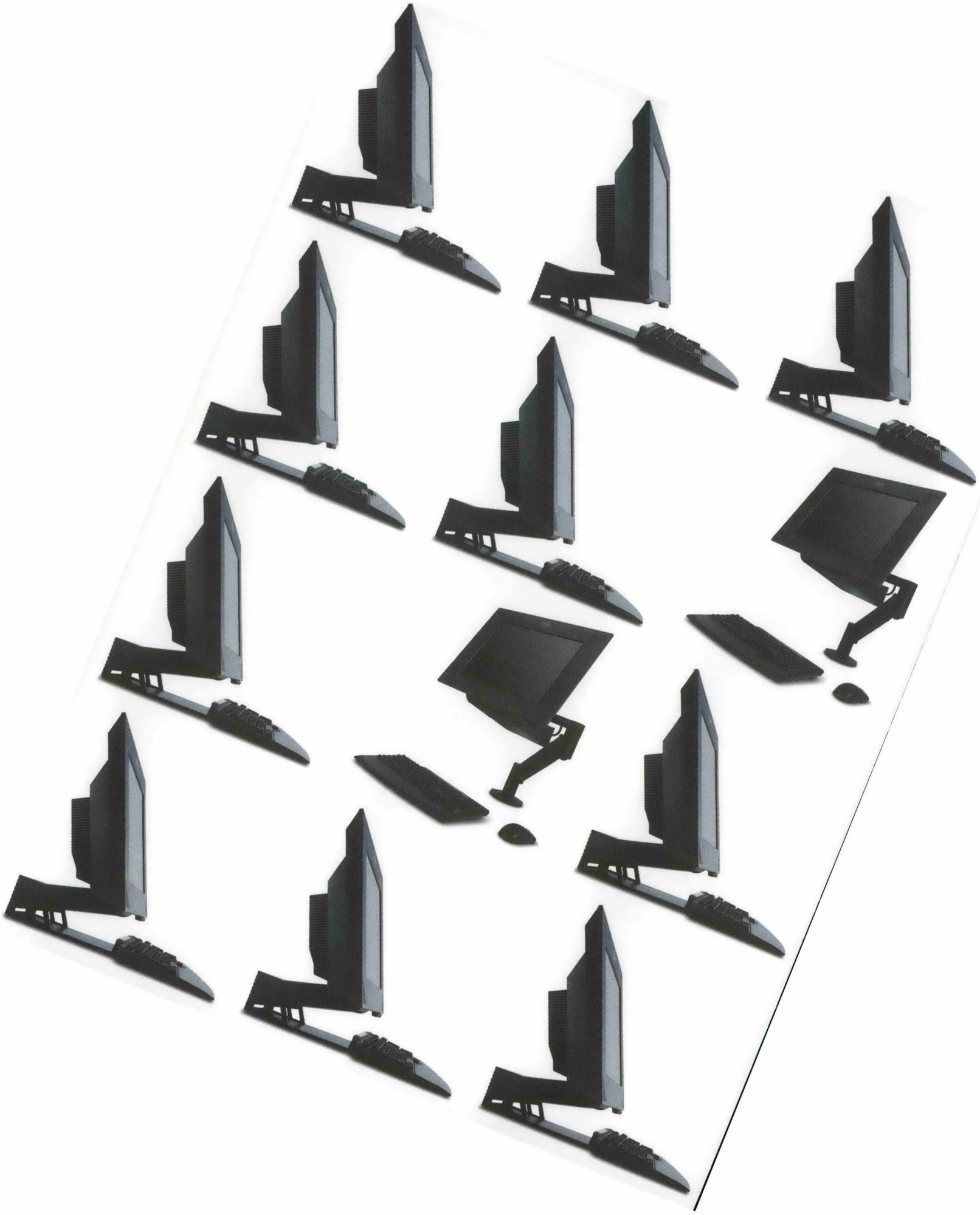
Netravali, 1999. Url: http://www.lucent.com/press/1199/991112.bla.html

Pister, K, Khan, J & Boser, B, *Smart dust, autonomous sensing and communication in a cubic millimeter,* Electrical Engineering, Berkeley, Calif
Url: http://robotics.eecs.berkeley.edu/~pister/SmartDust/ (2001–11–02)

Stix, Gary, "Getting more from Moore's" i *Scientific American*, vol. 284, 2001, nr 4, s 20–24

Weiser, Mark & Brown, John Seely, *The coming age of calm technology,* Xerox PARC, October 5, 1996
Url: http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/acmfuture2endnote.htm (2001–11–02)

Von Neumann, John, *Papers of von Neumann on computing and computer theory.* Cambridge, Mass, 1987 (Charles Babbage Institute reprint series for the history of computing ; 12)



TORBJÖRN JOHANSSON OCH GUNNAR VON SYDOW

Persondatorn

Dyr leksak blir allas vardagsvara

Vill man, kan man sätta till och med ett klockslag på pc:ns födelse. Det var klockan 10.30 den 12 augusti 1981 som IBM presenterade sin allra första persondator. Ett antal inbjudna från främst kunder och media hade då samlats i en sal i klassiska hotellet Waldorf Astoria i New York.

Det de fick se var IBM PC med modellbeteckningen G. Den drevs av en Intel 8088-processor på 4,77 MHz och 8/16 bitar. Internt var det alltså en 16-bitars processor medan den externa databussen inte var bredare än 8 bitar. Adressbussens 20 bitar innebar en adressrymd på 1 MB, men eftersom en del av utrymmet var reserverat blev endast 640 kB kvar för program – en begränsning som levde med länge. Minnet i denna första pc var 16 kB, men kunde byggas ut till 256 kB. Maskinen saknade hårddisk, men hade två diskettstationer på vardera 160 kB. Den var stor nog att fullständigt dominera ett skrivbord. Kritikerna, det finns ju alltid de som står beredda att döma ut allt nytt, kallade den en dyr leksak.

Den blev en succé. Den var en ny, het och omtalad produkt som snart kom att sälja häpnadsväckande mycket. IBM spådde optimistiskt att man kunde sälja drygt 241 000 på fem år – det överträffades på en månad! Men framför allt var den startskottet för något helt nytt: ett brett användande av en dedicerad datamaskin för personligt bruk. Utvecklingen av prestanda och användningsområden har under de första 20 åren slagit alla prog-

Datorer från IBM
FOTO IBM CORP.

noser och bedömningar med bred marginal – samtidigt som priserna sjunkit och denna avancerade teknik trängt djupt in i hemmen.

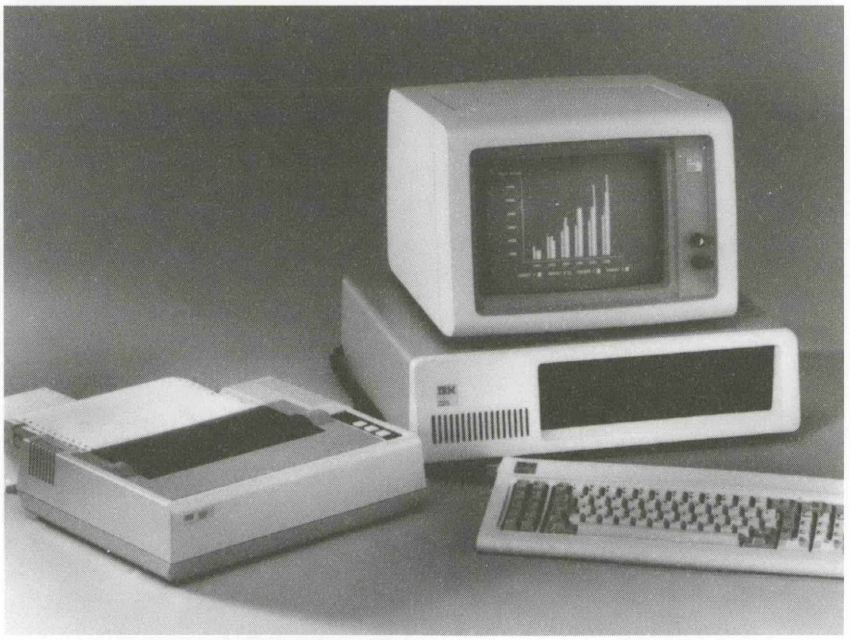
Den tidiga tekniken

Ett av de mest fascinerande dragen i pc-utvecklingen är den enorma kreativitet och utvecklingslust den utlöst hos ett oräkneligt antal företag och människor över hela världen. Säg den produkt som utvecklats så snabbt och i så intensiv dialog mellan olika leverantörer och, framför allt, sina användare.

Och det är just den aspekten på pc:ns historia som gör att vi officiellt brukar datera dess födelse till den 12 augusti 1981.

För visst hade den dator IBM då visade upp för världen en förhistoria.

Faktum är att Xerox Corporation redan 1970 samlade några av sina skarpaste forskare och gav dem uppdraget att skapa en "arkitektur för information". Xerox var ledande inom tekniskt avancerad kontorsutrustning, betraktade sig som ett informationsföretag och såg nu ett behov av att ta reda på hur utvecklingen av kontorens sätt att arbeta, ta fram och sprida information, kunde gestalta sig. Forskarna på legendariska Xerox Palo Alto Research Center skapade – Alto.



Den första pc:n, IBM PC G. Vid introduktionen i Sverige 1983 hade den 16 kB primärminne, två diskettstationer med 160 kB samt en 4,77 MHz processor och kostade 45 000 kr. Som jämförelse kan nämnas att IBMs senaste bärbara ThinkPad T23 har 128 MB primärminne, 48GB hårddisk och en 1,13 GHz processor och kostar 38 000 kr.
FOTO IBM

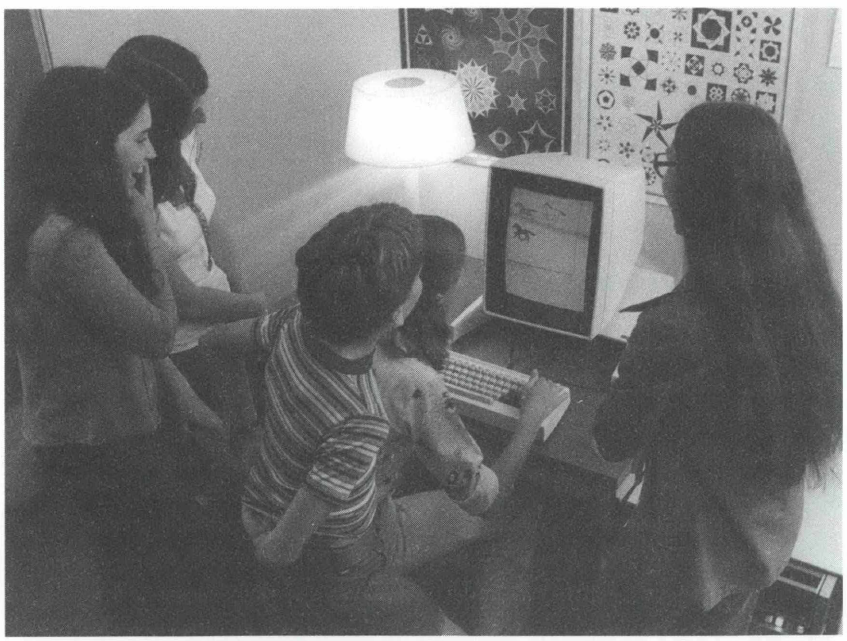
Detta var i många stycken den tekniska, om än inte den kommersiella, anfadern till dagens pc. Den dök upp redan 1975.

Det märkliga är att denna den allra första personliga datorn innehöll en hel del funktioner och finesser som kom att få sina genombrott först många datorgenerationer senare.

Alto hade en rejäl skärm, ett fristående tangentbord och själva datorn i en låda under skrivbordet, låt vara betydligt större än dagens maskiner. Den styrdes, vilket var mer omvälvande, av den första datormusen, hade ett grafiskt fönsterbaserat användargränssnitt och en bitmappad skärm. Den kunde till och med kopplas samman med andra datorer i ett primitivt nätverk – världens första Ethernet.

När IBM stod på Waldorf Astoria och visade upp sin pc kunde Xerox medarbetare redan utbyta filer och använda skrivare i ett nätverk som fungerade efter Xerox eget XNS-protokoll. Detta kom att spela en stor roll då Internet började utvecklas på allvar. Men det är en helt annan historia.

Trots sitt stora försprång lyckades inte Xerox skapa ett genombrott för denna nya teknologi. Kanske var man helt enkelt för tidigt ute. Kunderna hade svårt att se nyttan. Utbudet av program var minst sagt begränsat. Därtill kostade en Alto runt 40 000 dollar vilket på den tiden var avskräckande dyrt, även för de djärvaste som var villiga att pröva en ny okänd teknik.



En hästkapplöpning i Xerox Alta.
FOTO XEROX PRO ALTO RESEARCH CENTER.

Under 1970-talet dök det upp en hel del små företag som grundats av datorentusiaster och som utvecklade en uppsjö olika små datamaskiner, ofta benämnda mikrodatorer. Många av oss minns nog varumärken som Atari, Commodore, Osborne och Apple. I Sverige fick Luxor stora framgångar med sin ABC 80 och sedermera ABC 800.

Den befriade kreativiteten

Det som präglar denna period och förpassar 70-talet till att utgöra just en förhistoria är hur alla dessa företag utformade sina datorer efter helt egna idéer. Inga märken var kompatibla med några andra. Den som köpte en dator var hänvisad till just det märkets utbud av programvaror och tillbehör. Detta höll tillbaka utvecklingen. Att välja dator blev ett gastkramande beslut för användaren som inte hade någon aning om hur lång livstid han, eller hon, kunde räkna med för sitt kostsamma förvärv. Det fanns ett 20-tal inkompatibla märken att välja mellan. Marknaden för smådatorer befolkades under denna tid företrädesvis av entusiaster på en avancerad hobbynivå. Företagen höll fast vid sina centrala system, stordatorer för de större företagen, minidatorer för de lite mindre. Användarna hade, i bästa fall, en direktansluten textterminal på skrivbordet.

Mest känd av dessa tidiga tillverkare är i dag Apple, vars Apple II kom redan 1977 och gjorde det möjligt för vanligt folk – i praktiken verkliga entusiaster, men ändå – att skaffa en egen dator. Den hade kassett- i stället för diskettstation,16 kB minne och var i praktiken snarast en redan ihoplödd byggsats. Apples strategi var, i likhet med de flesta andra tillverkares, att göra datorer som endast fungerade tillsammans med Apples egna program och tillbehör.

Det var detta som IBM i ett slag ändrade på 1981.

In på scenen klev nu världens största datorleverantör. Ett stort, välkänt företag med årtiondens erfarenhet av kommersiellt framgångsrik databehandling som nu byggde en personlig dator. Det var en revolution i sig.

Men inte bara det. Tvärtemot sina vanliga principer att behålla kunskap inom företaget och se till att ta hand om alla led i konstruktion, tillverkning och försäljning själv publicerade IBM de tekniska specifikationerna. Alla kunde fritt ta del av dem. Den nya datorns namn, Personal Computer, pc (eller ibland PC), etablerade sig nästan omedelbart som ett generellt begrepp.

Utvecklingen av operativsystemet för den nya maskinen hade IBM uppdragit åt ett litet nystartat företag, Microsoft, som också fick möjlighet att själv marknadsföra den resulterande produkten. Från IBM hette den

PC-DOS, från Microsoft MS-DOS. I det här läget kunde IBM med lätthet köpt Microsoft. Ingen, utom möjligen Microsofts chef Bill Gates, anade väl då att beslutet att avstå skulle få historisk betydelse. I dag är det svårt att tänka bort Microsoft ur pc-historien.

Denna öppenhet, att släppa de tekniska specifikationerna fria och låta också andra företag sälja operativsystemet, chockade till en början såväl många medarbetare inom IBM som konkurrenterna. Det betydde dock att det mycket snabbt utvecklades en marknad för IBM-kompatibla maskiner. Just begreppet "IBM-kompatibel" blev ett starkt försäljningsargument för alla leverantörer – fungerade maskinen på samma sätt som en från IBM var den en riktig pc.

Användarvänlig – och utvecklingsbar

Faktum är att när IBM började sälja sin pc i Sverige 1983 hade konkurrerande märken redan börjat sälja IBM-kompatibla datorer här! Så snabb var utvecklingen. Så starka krafter utlöste IBMs inträde på pc-marknaden. Nu kom en tid som kom att präglas av blixtsnabb produktutveckling och lika snabbt sjunkande priser. De tillverkare som fanns före IBM PC är i stort sett alla borta.

Undantaget är Apple som under 1980-talets första år fick vind i seglen och blev en skarp konkurrent i många år. Man kan tala om två skolor under 80-talet, IBM-kompatibla datorer och Macintosh från Apple.

Steve Jobs, en av Apples grundare hade 1979 besökt Xerox och fått en grundlig presentation av principerna bakom det grafiska gränssnittet och hur det styrdes . Efter det byggde Apple sin dator Lisa som presenterades 1983 och i mångt och mycket var en vidareutvecklad Alto med musstyrning, fönstersystem och ikoner. Apple började fokusera på användarvänliga datorer, till skillnad från konkurrenterna som var väldigt teknikorienterade. Lisa var dock mycket dyr, cirka 10 000 dollar, och nådde därför inte den masspublik Apple hoppats på. Redan inom ett år presenterades efterföljaren: Macintosh. Trots sin minimala skärm och begränsade utbud av program blev den snabbt en kommersiell framgång.

Även om Apples datorer förvisso var personliga datorer var det den IBM-kompatibla sidan som kom att kallas pc. Kampen mellan pc och Mac var också kampen mellan två synsätt på datorutvecklingen.

Apple vaktade omsorgsfullt sina specifikationer, så omsorgsfullt att man vid ett tillfälle stämde Microsoft och, trots arvet från Xerox, hävdade äganderätt till det grafiska användargränssnittet. Tack vare den hårda kontrollen kunde man skapa en uppsättning program och tillbehör som var



Vid introduktionen i Sverige 1983 flankerades IBM PC av servicechefen Eje Engdahl, försäljningschefen Lars Bergquist, marknadsdirektören Sture Linn, försäljningschefen Lars Lind, produktchefen Bengt Klynning och försäljningschefen Christer Ohlsson. Omslagsbild från *Mikrodatorn* 2/83.
FOTO MIKAEL RÖHR

både enkla att installera och använda. De fungerade snabbt och smidigt tillsammans med varandra. Och Apple var som sagt mycket tidiga med grafiska gränssnitt där man enkelt kunde peka, klippa och klistra sig fram genom programmen och operativsystemet. Dock var Apple-världen mycket sluten – Apple behöll full kontroll.

På pc-sidan skedde utvecklingen mycket mer nyckfullt och ostrukturerat men också snabbare, eftersom det var så många företag inblandade. Nackdelen var att det gjorde tillvaron krångligare för användarna. Särskilt i början var det många leverantörer som kallade sina produkter IBM-kompatibla – men det var de inte alltid. Program fungerade inte självklart tillsammans. Ibland kunde till och med installationen av en ny tillämpning innebära att en gammal slutade fungera.

Men styrkan på pc-sidan var och är just att det finns så många leverantörer. Det ledde till snabbt fallande priser på främst hårdvaran och därmed

strömmade kunderna till. Lika snabbt växte det fram en stor mängd program och tillbehör. För pc fanns snart en bredd och en valfrihet som Apple inte kunde matcha.

Den öppnade massmarknaden

De allra första åren efter det att IBM presenterat sin pc och därmed öppnat en massmarknad för persondatorer kom de teknologiska landvinningarna slag i slag.

Intel var med från början med sin 8088-processor. Snart, 1983, kom IBM med XT-modellen – eXtended Technology – med 16/16-bitars 8086-processor från Intel, hårddisk på 10 MB som standard och 256 kB RAM på systemkortet.



IBM PS/2 modell P80.
Foto IBM

Detta år, 1983, var händelserikt. Massmarknaden började förverkligas, Apple lanserade sin Lisa, IBM PC kom till Sverige – och Compaq presenterade sin första dator, en bärbar pc. Compaq hade bildats 1982 just kring affärsidén att bygga en portabel IBM-kompatibel persondator. Det är klassisk datorhistoria hur de tre grundarna, tekniker från Texas Instruments, satt på en liten pajrestaurang i Houston och skissade denna portabla dator på ett tallriksunderlägg. Under sitt första riktiga verksamhetsår levererade Compaq 53 000 bärbara pc.

När IBM 1984 presenterade AT-modellen, Advanced Technology med 80286-processorn på 6 MHz, 20 MB hårddisk och färggrafikkort, visar det hur snabbt datorernas kapacitet ökade redan från början.



IBM PC Convertible.
Foto IBM

Nu svarade också IBM på Compaqs bärbara utmaning genom att presentera sin första bärbara maskin, Portable PC. Bärbar och bärbar, förresten. Vid denna tid vägde de bärbara maskinerna sina modiga 12–15 kilo och var stora som en liten resväska. Men redan året därpå kom IBM PC Convertible och då såg den bärbara datorn ut som den laptop vi är vana vid, även om skärmen inte ens var en decimeter hög.

1987 blev ett stort märkesår i pc-historien. Intel förstärkte sin position på persondatormarknaden med sin 80386-processor och skulle snart bli lika världsledande på processorer som Microsoft på programvaror. Denna processor utgjorde ett rejält kliv för datorernas prestanda och satt i de nya PS/2-modellerna från IBM som var

bland de första som verkligen liknar dagens pc. Den nya 80386, eller 386 som den kallades, hade ett väsentligt bättre stöd för så kallad multikörning, alltså att man kan köra flera program samtidigt. Detta var betydelsefullt för utvecklingen av effektiva fönstersystem – att kunna se flera program samtidigt men ändå bara kunna köra ett åt gången var kanske mer frustrerande än effektivt.

Nu kom också snabbare versioner av de bussar som styr in- och utmatningen av data i en pc. Den ursprungliga tekniken, Industry Standard Archietcure (ISA), hade blivit en flaskhals och med den nya MCA-bussen (Micro Channel Architecture) försökte IBM introducera en ny standard. Förutom högre kapacitet erbjöd MCA också automatisk konfigurering som i ett slag gjorde det mycket lättare att koppla in kringutrustning. I dag kallar vi funktionen "Plug'n Play" men nu är den i huvudsak en uppgift för operativsystemet.

Därtill kom året 1987 också ett nytt operativsystem, OS/2. Utvecklat gemensamt av IBM och Microsoft var det tänkt att ersätta DOS och dess relativt begränsade funktionalitet. Det stödde full multikörning, erbjöd väsentligt bättre isolering av olika program från varandra och från själva operativsystemet och hade dessutom ett grafiskt användargränssnitt. OS/2 hade i stor utsträckning utvecklats för företagskunder och blev uppskattat kanske framför allt för sin robusthet.

Denna gång ville IBM dock behålla kontrollen. I stället för att släppa den nya tekniken helt fri krävde man licens av alla MCA-användare och ville övervaka försäljningen av OS/2. Tvärtemot sitt eget framgångsrecept då den ursprungliga IBM PC lanserades. Så – utvecklingssprång eller inte, någon klart dominerande roll på marknaden fick inte dessa innovationer.

Parallellt med MCA-bussen utvecklades ISA till EISA, Extended Industry Standard Architecture. EISA kunde använda både de gamla ISA-korten och nya EISA-kort men var tekniskt mindre avancerad än MCA. Trots detta blev denna standard den dominerande fram till introduktionen av PCI-bussen i mitten av 90-talet.

Nätverkssamhällets gryning

Under 90-talet fortsatte sedan den snabba utvecklingen. Persondatorerna drog kanske mer än någon annan produkt nytta av den snabba utvecklingen inom halvledarindustrin. Själva processorprestandan fördubblades ungefär var 18e månad ("Moores lag") och lagringskapaciteten, såväl primärminne som skivminne, ökade minst lika snabbt.

En viktig milstolpe var Intels introduktion av Pentium-processorn 1993, som förutom högre prestanda också erbjöd ett väsentligt bättre stöd för virtuell minneshantering. Persondatorn hade blivit en fullvärdig datamaskin.

Men inte bara själva pc:n utvecklades snabbt under detta årtionde. Också omgivningen genomgick genomgripande förändringar. Maskinerna kopplades i allt större utsträckning ihop med varandra i lokala nätverk. Xerox gamla uppfinning Ethernet utvecklades vidare mot allt högre hastigheter och fick sällskap av IBMs Token Ring. Nätverken påverkade och förändrade hur företag, stora som små, byggde upp sina organisationer och var snart en självklarhet. Utvecklingen hade gått från att stödja medarbetarnas personliga produktivitet till att effektivisera organisationerna i deras helhet.

En intressant aspekt på pc-utvecklingen berör användargränssnittet. Medan Apple redan 1983 hade ett grafiskt gränssnitt levde persondatorn länge med DOS och dess kommandorader. Microsoft började visserligen tidigt experimentera med ett fönstersystem, Windows, som kördes ovanpå DOS. I OS/2 var ett grafiskt fönstersystem, kallat Presentation Manager, standard. Det var dock först med Windows 3, speciellt version 3.11, som pc-användarna i gemen började använda grafiska fönstersystem. Fortfarande var fönstersystemet ett tillägg ovanpå DOS. Med Windows95 och senare Windows98 och Windows ME, blev DOS allt mindre synligt men än i dag finns denna kvarleva från persondatorns barndom med i botten hos de flesta persondatorerna.

Tillämpningarna härskar

Parallellt med de olika Windowsversionerna utvecklade Microsoft en helt ny linje operativsystem. Baserat på det arbete man gjort tillsammans med IBM för OS/2 skapades ett helt nytt system, New Technology eller NT. Med en väsentligt modernare intern uppbyggnad och förbättrat användargränssnitt blev Windows NT ofta valet för de professionella användarna och utvecklades vidare till dagens Windows 2000.

Med nästa generations operativsystem från Microsoft, Windows XP, kommer slutligen de bägge olika linjerna att återigen falla samman och då torde också de sista resterna av DOS försvinna.

Även om teknikutvecklingen förvisso varit häpnadsväckande har det kanske inte i första hand varit de tekniska specifikationerna som lockat kunderna. I den mån de ens begripit dem. Det som sålde, och fortfarande säljer, datorer är tillämpningarna. Vad man kan använda datorerna till.



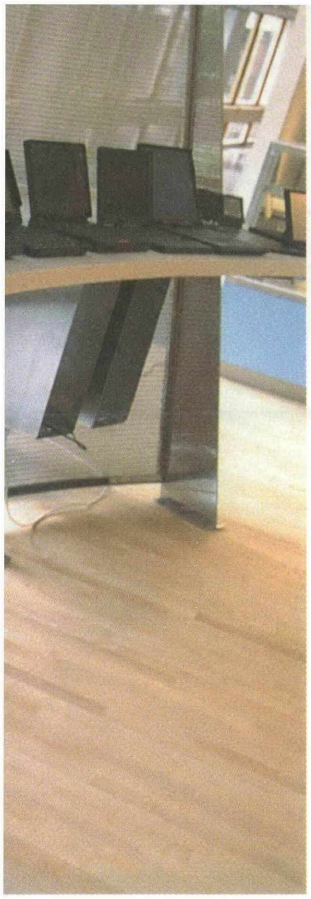
En svit bärbara pc från IBM. Närmast kameran den ursprungliga Portable PC från 1984 och därefter en PC Convertible. Näst längst bort dagens ThinkPad T23 och därefter en TransNote, bärbar pc och elektroniskt anteckningsblock sammanbyggda.
Foto IBM

Särskilt i datorernas barndom måste dessa tillämpningar varit synnerligen åtråvärda eftersom varje dator då innebar en betydande investering, i varje fall för mindre företag och enskilda hushåll.

En sådan åtråvärd tillämpning blev kalkylarket. Redan före IBM PC lanserades VisiCalc, det första kalkylarket, som dock snabbt försvann när Lotus 1–2–3 gjorde succé. Nu kunde man mycket enklare göra uppställningar, analyser och simuleringar av olika ekonomiska situationer. Tillsammans med ordbehandlaren och presentationsverktyget skapades en treenighet som skulle driva upp den personliga produktiviteten hos medarbetarna och motivera investeringen.

För riktigt små företag blev persondatorn med sitt överkomliga pris också en möjlighet att, precis som de lite större bolagen redan gjort, datorisera sina rutiner. Även enskilda företagare kunde nu lägga sin bokföring, fakturering och uppföljning "på data".

En annan drivkraft var hur försäljningsmetoderna slipades. Michael Dell grundade Dell Corporation 1984 med affärsidén att sälja pc direkt till slutkund, utan mellanhänder. Efter en långsam start blev det under 90-talet en fenomenal framgång och Dell är i dag en av världens största pc-le-

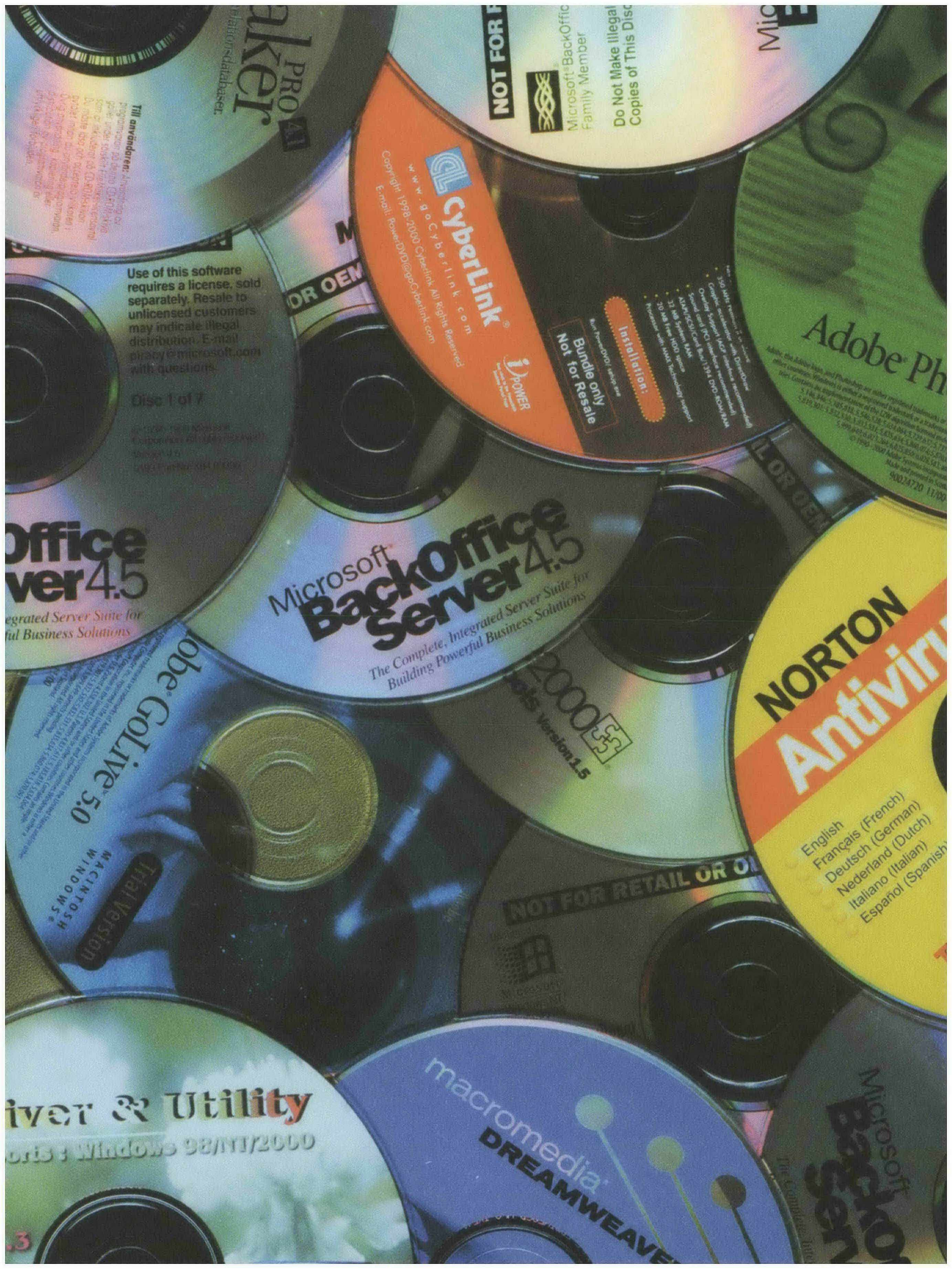


verantörer. Denna utmaning tvingade konkurrenterna att också effektivisera sin hantering av hela produktkedjan, från utveckling till service och eftermarknad. Persondatorn hade tagit klivet in bland de etablerade konsumentprodukterna.

Genombrottet för Internet i mitten av 90-talet innebar också ett stort språng i pc-utvecklingen, kanske mer användningsmässigt än tekniskt. Nu kom ett användningsområde som på allvar lockade privatkonsumenterna, även utanför de spelintresserades skara. Internet är pc:ns slutliga bekräftelse, men sätter också igång de krafter som antyder att den är på väg att förändras.

I dag är de kretsar som utgör kärnan i en pc så små och billiga att de kan placeras var som helst och kopplas upp på Internet, i allt från mobiltelefoner och bilar till kylskåp och värmepannor. En definitionsfråga uppstår: vad är en pc? Om ett enstaka chip med full pc-kapacitet byggs in i en teve, är då teven också en pc? Om några år är förmodligen datorer så vardagliga att vi inte ens tänker på dem som datorer med vissa prestanda, utan som självklara funktioner hos olika apparater.

Det slutliga beviset på en teknologis styrka är möjligen dess försvinnande från det allmänna medvetandet och övergång till att vara en naturlig självklarhet. Persondatorn kan mycket väl göra denna resa snart, långt innan den fyller ens 40 år.


Use of this software requires a license, sold separately. Resale to unlicensed customers may indicate illegal distribution. E-mail piracy@microsoft.com with questions.
Disc 1 of 7
Microsoft BackOffice Server 4.5
The Complete, Integrated Server Suite for Building Powerful Business Solutions
CyberLink
www.goCyberlink.com
Bundle only Not for Resale
Installation
Do Not Make Illegal Copies of This Disc
Microsoft BackOffice Family Member
NOT FOR RETAIL
Adobe Photo
NORTON
Antivirus
English
Français (French)
Deutsch (German)
Nederland (Dutch)
Italiano (Italian)
Español (Spanish)
Adobe GoLive 5.0
Macintosh Windows
Trial Version
macromedia
DREAMWEAVER
Utility

YNGVE SUNDBLAD

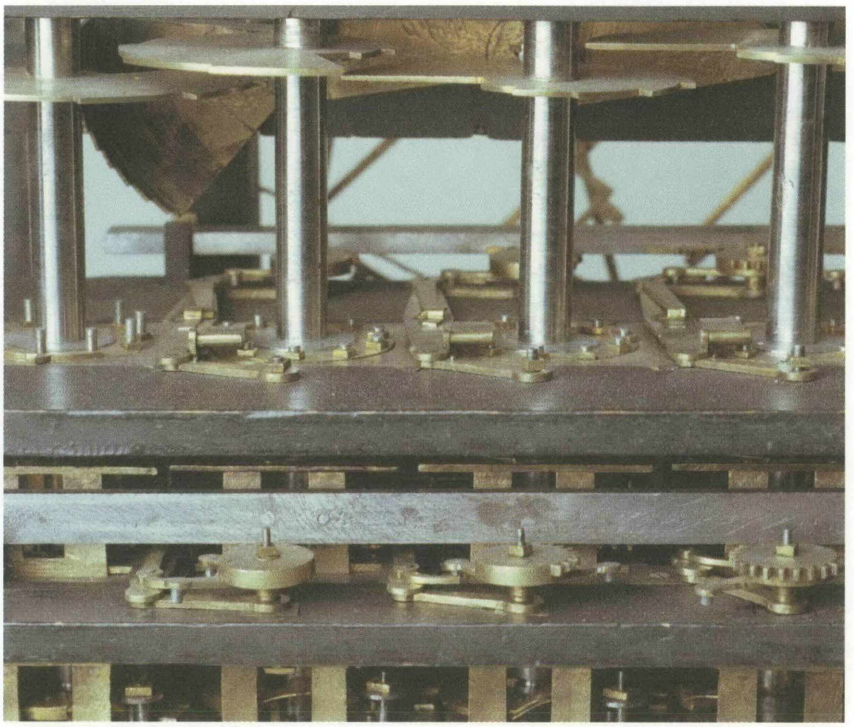
Datorprogram

Räkneverktyg för några blir informationsverktyg för alla

Datorhistorien är kort jämfört med traditionen i de flesta andra mänskliga verksamheter. Det är bara 55 år sedan den första datorn, ENIAC, byggdes vid University of Pennsylvania. För 45 år sedan kommunicerade specialister med datorer med siffror och stora bokstäver i endimensionell text, främst för tekniska och vetenskapliga beräkningar. För 35 år sedan började bredare användning för administration. För 25 år sedan kom den första persondatorn. För 15 år sedan började tvådimensionell grafisk interaktion komma i mer allmän användning. Under de senaste 10 åren har datorer börjat användas för kommunikation och intellektuella upplevelser inte bara med text och grafik utan också video, ljud, animering och tredimensionella världar i det exempellöst snabbt expanderande världsomspännande datornätet.

Samtidigt måste man ha i minnet att inom de flesta områden, inte minst media, där datorer används, finns en lång, ofta månghundraårig, tradition av uttrycksformer och arbetssätt, som måste tas tillvara också vid användning av datoriserade verktyg om man ska kunna uppnå lika goda, eller till och med bättre, resultat och produkter.

En liten del av programutbudet i en butik
FOTO NISSE CRONESTRAND, TEKNISKA MUSEET



Detalj av differensmaskin gjord av svenskarna Edvard och Georg Scheutz, samtida med Charles Babbage. L 1872.
FOTO NISSE CRONESTRAND, TEKNISKA MUSEET

Datorn och människan

Även om datorutvecklingen gått exempellöst snabbt kommer vi se att det även här går väsentlig tid mellan visionär (även "demonstrerad") innovativ datoranvändning och att denna kommer i allmänt bruk. Påtagligt är också att de stora innovationerna gjorts av datorkunniga visionärer som kompletterat sitt teknikkunnande med humanistiska och sociala perspektiv, ofta i samarbete med andra, såväl mediakunniga som användare.

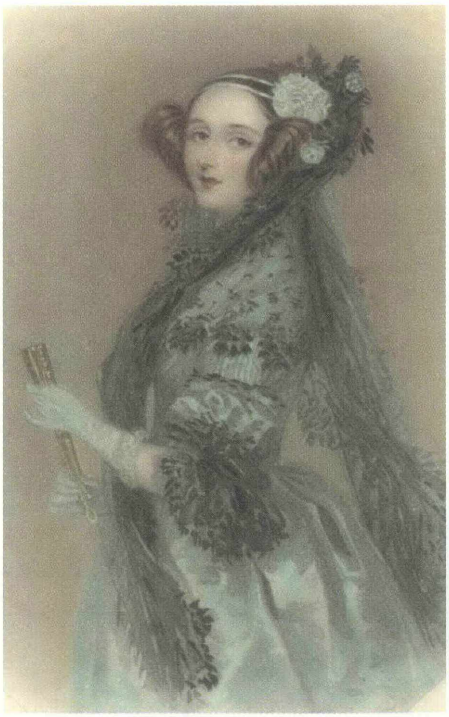
En stor del av dagens datorprogram används direkt i vardagslivet. Avgörande för användbarheten är utöver *funktionaliteten*, dvs vad programmet kan göra, utformningen av *interaktionen* människa–dator. *Användargränssnittet* mot datorn, dvs presentationen på skärm (och eventuellt högtalare) och interaktionsverktyg för att styra datorn, är ju det som användaren upplever som "datorn".

Allra mest explosiv har utvecklingen av datorutrustningens prestanda i förhållande till pris och storlek varit. Detta och innovativa idéer och utrustning för interaktion människa–dator har möjliggjort nya tillämpningar inom snart sagt alla mänskliga verksamheter. Metodik och teknik för att

programmera datorer har, trots de många innovationer som beskrivs nedan, blivit en begränsande faktor. Även dagens mest avancerade programmeringsteknik kräver mänsklig kreativitet och hantverk som tar tid om man skall tillgodose användarnas rättmätiga krav på goda verktyg.

I denna artikel tar jag i första hand upp program och programmering som syftar till direkt mänsklig datoranvändning men vill här påpeka att datorprogram som styr och anpassar tekniska system utan direkt mänsklig inblandning också har en enorm spridning. Dagens tåg, bilar och flygplan liksom dagens telekommunikation, inte minst den mobila, och processindustri är helt beroende av sådana datoriserade komponenter och styrsystem. Den programmeringsteknik som används i detta sammanhang är den som också etablerats för interaktiva tillämpningar, men ofta med särskilt höga krav på tillförlitlighet och säkerhet, vilket nödvändiggör omfattande testmetodik.

Ett datorprogram är, mer eller mindre direkt, en modell av den värld (tillämpning) som ska hanteras. Som vi kommer att se nedan har många alternativa sätt att modellera, som passar bra i olika typer av tillämpningar, utvecklats genom åren.



Ada Lovelace var medarbetare till Charles Babbage på 1830-talet och räknas i vida kretsar som världens första programmerare. Hon har fått ge namn åt programspråket Ada, lanserat kring 1980. Gravyr av WH Mote 1838 efter teckning av AE Chaton RA.
BILD FRÅN ADA PICTURE GALLERY

Datorvisionärer

De flesta av idéerna och begreppen kring dagens datoranvändning med grafiska gränssnitt och datornätanslutna persondatorer presenterades som idéer av visionärer decennier innan de kom i allmänt bruk. En anledning till detta är att idéer behöver "mogna". En annan uppenbar anledning är att den datorutrustning, som behövs, först långt senare kunnat masstillverkas till ett måttligt pris.

Det första exemplet är datorn i sig, en beräkningsmaskin vars operationer styrs av ett lagrat program, som beskrevs som "The Analytic Engine" och delvis realiserades med finmekanik av Charles Babbage 1864. Först när den kunde realiseras elektroniskt och när John von Neumann utvecklat Babbages idé till att lagra program och data i samma binära form, började datorutvecklingen på allvar under senare delen av 1940-talet.

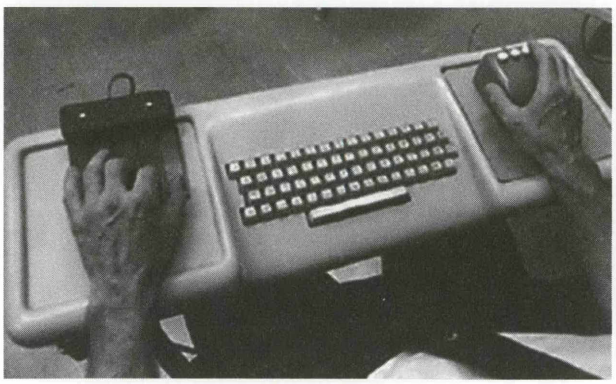
Ett tidigt exempel är idén med hypertext, automatiska hjälpmedel för att få fram ett textstycke som refereras till i annan text. Den beskrevs 1945 av Vannevar

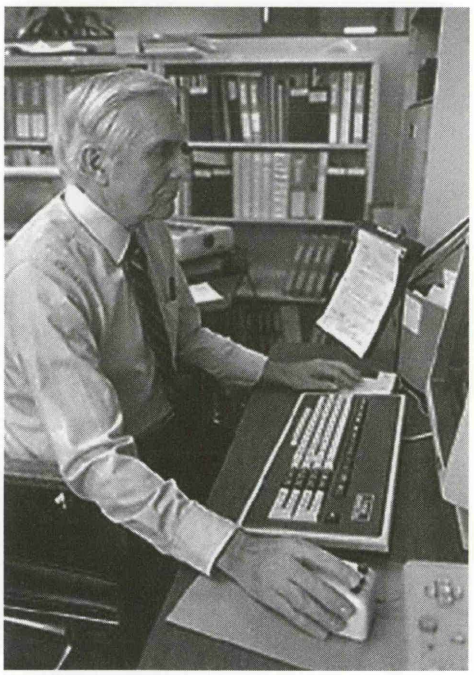
Bush, president Roosevelts rådgivare i forskningsfrågor. Vannevar Bush tänkte sig detta realiserat med microficheläsare och mekanik som automatiskt plockade fram microfichekortet med den aktuella texten. Denna idé, beskriven innan den allra första datorn konstruerats, demonstrerades på datorskärm 1968 (se nedan) men kom i mer allmänt bruk först genom HyperCard på Macintosh 1986 och i exploderande massanvändning i form av World-Wide-Web från 1993.

I en doktorsavhandling från 1963 presenterade Ivan Sutherland Sketchpad, datorstöd för ritande med ljuspenna på en bildskärm där han åstadkommer figurer med gummibandslinjer, gravitation (objekt som fäster vid varandra när de kommer nära), hierarki av figurer och delfigurer, m m. Ritprogram började utvecklas kommersiellt under 1970-talet men fick genomslag först med de grafiska arbetsstationerna i mitten av 1980-talet.

Programspråket Simula utvecklades i Norge av Ole-Johan Dahl och Kristen Nygaard och blev sedan det presenterades 1967 "modersmål" för min generation av akademiska datorprogrammerare i Skandinavien. Simulas innovativa begreppsapparat, där man beskriver det som behandlas i form av *objekt* med *attribut* och *procedurer (metoder),* kom i allmänt (och numera dominerande) bruk som *objektorienterad programmering* först under 1980-talet.

Vid ett framträdande i San Francisco på Fall Joint Computer Conference 1968 demonstrerade Douglas Engelbart, via en radiolänk till en dator i laboratoriet i Menlo Park (sex mil därifrån), Augment, en datormiljö som innehöll det mesta av funktionaliteten i dagens persondatorer och arbetsstationer. Detta var resultat av fem års forskning och utveckling vid Stanford Research Institute. Han visade *ordbehandling, mus, fristående*





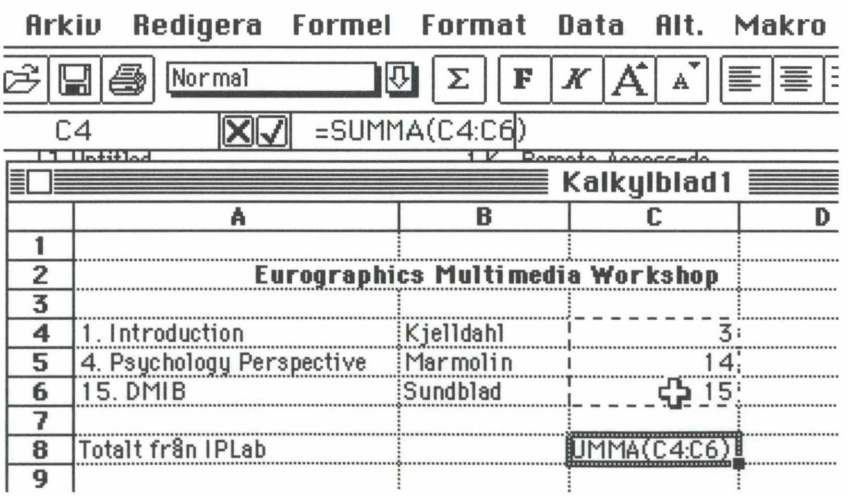
(Nedan t v) Douglas Engelbarts interaktionsverktyg, ackordstangenter, traditionellt tangentbord och mus på en sväng- och tippbar arm för bekväm arbetsställning.
FOTO STANFORD RESEARCH INSTITUTETS ARKIV

Engelbart vid datorn.
FOTO SRIS ARKIV

de tangentbord, fönster, klipp-och-klistra, hypertext, datorvideokonfererens, bekväma datoranvändarmöbler m m. Det tog ca 20 år för flertalet av dessa datoranvändningsformer att komma i allmänt bruk.

I sin doktorsavhandling från 1969 beskriver Alan Kay sin vision om den "dynamiska boken", DynaBook, en bärbar dator med skärm med god upplösning och en penna för interaktion med text-, bild-, video- och ljudmaterial. Han ledde sedan tillsammans med Adele Goldberg under 1970-talet en grupp på Xerox PARC (Palo Alto Research Center) som uppfann och utvecklade många av de begrepp och verktyg som behövs för att möjliggöra DynaBook: *överlappande fönster, ikoner, objektorienterad programmering* och *presentation, pop-up-meny, "cut-and-paste" (klipp-och-klistra), "drag-and-drop" ("dra-och-släpp")*. Under 70-talet utvecklade Xerox PARC andra komponenter, som är självklara i dagens datormiljö: "högupplösande" *bildskärmar med rastergrafik*, idén att representera skärminnehållet som en *bitkarta* eller snarare *pixelkarta* (pixel står för picture element) i datorns arbetsminne, *laserskrivare, sidbeskrivningsspråk* och *Ethernet*.

En av datateknikens bästa uppfinningar gjordes 1978 när två Harvardstudenter inom datateknik och ekonomi, Bricklin och Franklin, insåg att man genom att utnyttja möjligheten att skriva var som helst på skärmen kunde skapa ett dynamiskt *kalkylark* med fält som beror av en instruktion, t ex är summan av andra fält, och som uppdateras direkt vid förändring. Här gick det snabbare. Deras VisiCalc blev en stor försäljningsframgång i början av 1980-talet, men den stora marknaden för denna briljanta typ av



Ett kalkylark
SKÄRMUTSKRIFT AV FÖRFATTAREN

datorprogram, med vid användning, togs så småningom av Microsoft med det idag helt dominerande Excel. Excel är också intressant som programmeringsmiljö för enkla tillämpningar.

Xerox försökte kring 1980 lansera den grafiska arbetsstationen som kontorsverktyg i form av Star. Här finns ett genomarbetat användargränssnitt i form av skrivbordsmetafor, systematisk ikonanvändning och *WYSIWYG* ("What-You-See-Is-What-You-Get"). Genom den specialbyggda hårdvaran blev den så dyr att bara ett fåtal exemplar fick avsättning (på några chefsskrivbord). Allmän spridning fick sådana datormiljöer först från 1984 med den med standardkomponenter byggda Apple Macintosh.

Betydligt snabbare har *World-Wide-Web*-idén spritts från Tim Berners-Lees uppfinning vid CERN 1990 till exploderande massanvändning 1993. Här är det uppenbart att idén med en Web-läsare, Mosaic (numera Netscape) med ett genialt enkelt användargränssnitt, av Marc Andreesen m fl vid University of Illinois, var en avgörande faktor.

Efter dessa nedslag i visionära höjdpunkter gör vi nu en genomgång av hur strukturer, miljöer och arbetsformer för programutveckling utvecklats parallellt med datorernas nya användningsområden under drygt fem decennier.

Programstrukturer och programspråk

De grundläggande strukturer som uppfunnits för att ge programmerarna uttryckssätt har inte blivit inaktuella utan byggts på genom åren. En utveckling av alltfler verktyg har vuxit fram genom att datorutrustningens kapacitet möjliggjort nya tillämpningar.

De som programmerade de första datorerna, främst för tekniska beräkningar, tvingades uttrycka sig i form av *maskininstruktioner* och data i rent binär (nollor och ettor) form. Mycket snart införde man dock mer lättmemorerade symboliska (alfabetiska) skrivsätt för instruktionerna, som sedan översattes (assemblerades) till binär form av datorn själv. I viss utsträckning används denna teknik forfarande när man vill programmera systemdelar, som är så extremt tidskritiska, att datorns snabbhet måste utnyttjas maximalt.

En tidig insikt var att programmen naturligt byggs upp av tre *styrstrukturer*:

- *sekvens* (att göra instruktioner efter varandra)
- *val* (låta ett villkor styra vilken av två instruktioner som blir nästa)
- *slinga* (upprepa en instruktionsföljd ett antal gånger).

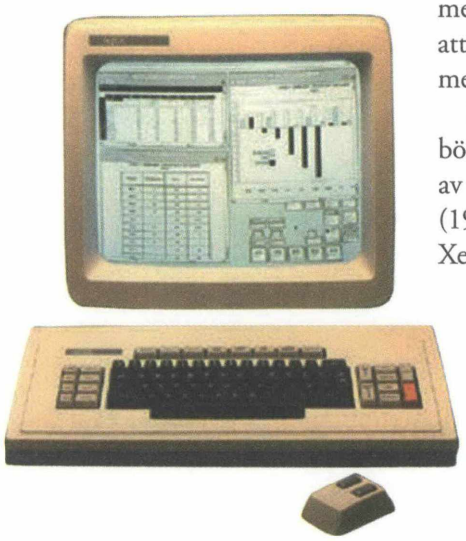
Man kan bevisa att dessa tre strukturer räcker för att bygga upp allt som rimligen kan definieras som databehandling och de går igen direkt eller indirekt i alla datorprogram.

I England uppfanns 1948 idén med *subrutin*, ett programavsnitt som kunde anropas från andra program och åstadkomma och returnera resultat. Den används fortfarande flitigt, ibland under namn som *procedurer* och *metoder*.

Kring 1960 utvecklades den textmässiga beskrivningen av vad datorn förväntas göra till "högre" *procedurorienterade* språk med alltmer kraftfulla grundoperationer. Där beskriver man i textform de operationer som ska utföras. De första standardiserade programspråken var Fortran och Algol för beräkningstillämpningar och Cobol för administrativa tillämpningar. Fortran blev dominerande fram till ca 1980. Basic fick stor spridning, inte minst med minidatorernas intåg under 1970-talet och i gryende användning i utbildning. Pascal, en vidareutveckling av Algol, nådde stor spridning eftersom det med måttligt programmeringsarbete kunde installeras på många olika typer av mini- och persondatorer.

Ökad användbarhet

För den som använder ett interaktivt datorsystem är det naturligt att betrakta det man ser på skärmen som objekt. *Objektorienterad programmering* är en metod att modellera den värld ett program ska hantera och har visat sig vara mycket fruktbar vid utveckling av visuella tillämpningar för arbetsstationer. Objekten förses med såväl *attribut*, dvs datastrukturer, som *metoder*, dvs handlingsmönster (procedurer). Programmets utförande består i att objekt mottar meddelanden om att en viss metod ska utföras, vilket i sin tur kan bestå i att meddelanden skickas till andra objekt.



Xerox Star.

Utvecklingen av objektorienterad programmeringsteknik började i Norge med programspråket Simula (1967). I resten av världen började dessa idéer spridas först med Smalltalk (1980), utvecklat av Adele Goldberg och medarbetare vid Xerox PARC. I Smalltalk är objektbegreppet konsekvent genomfört. Allt är objekt: tal, texter, grafiska objekt på skärmen, hjälpfönster för överblick m m.

Objektorientering har fått en dominerande roll, speciellt vid programmering av interaktiva datortillämpningar. Ur denna tradition kommer Java, ett av dagens dominerande programmeringsverktyg.

Fönster är ytor på bildskärmen. De kan överlappa varandra och fyllas med information som blir tillgänglig samtidigt. Fönsterteknik kan alltså motverka de överblicksproblem skärmens måttliga storlek ofta medför. Fönster används inte bara för presentation utan också för interaktionsobjekt, t ex ikoner (små bilder), dvs symboler som representerar operationer eller data och kan väljas genom markering med pekverktygsstyrd markör, för textmenyer och för paletter uppbyggda av ikoner. Alla som använt en dator idag känner igen tekniken.

Redan 1968 demonstrerade Engelbart, som nämnts ovan, en primitiv fönsterteknik men ett systematiskt sätt att hantera fönster kom först med *de grafiska arbetsstationerna*, som utvecklades i laboratorier som Xerox PARC kring 1976 och kom i allmännare bruk med Macintoshen 1984. Datorskärmens bildpunkter representeras som en *bitkarta* i snabbt arbetsminne i datorn. Detta möjliggör att man kan programmera grafiska gränssnitt med rörelser i "realtid" av musmarkör, fönster, fönsterinnehåll m m.

Datorns operativsystem, det program som alltid finns aktivt, programmeras att styras av "händelser" *(events)* som knapptryckningar, musrörelser, diskettinmatningar m m. Denna teknik användes redan från början på Macintoshdatorer och är grundläggande för funktionen hos dagens interaktiva gränssnitt också för t ex Windows.

Både procedurorienterad och objektorienterad programmering är *imperativ* i meningen att man beskriver instruktion för instruktion vad som ska göras. Som komplettering kan man programmera *deklarativt* i form av *beroenden* ("constraints") mellan data i modellen och lämna till datorsystemet att ta fram den sekvens av operationer som ser till att beroendena upprätthålls. Det är i många tillämpningar väsentligt att kunna uttrycka beroenden mellan objekt på skärmen och/eller i programmet, exempelvis fixerade avstånd mellan spalter på en dokumentsida och mellan väggar och dörrar i en arkitektskiss av ett hus.

Programmeringsmiljöer

Flera av de visionära innovationer som beskrivs ovan gjordes av programmerare för att underlätta sitt eget arbete. De blev de första användarna och snart spreds användningen till andra programmerare och till andra användare för skapande arbetsuppgifter.

Kalkylark med programmeringsmöjlighet i form av att låta fält bero av varandra är ett så kraftfullt hjälpmedel att det ofta kan ersätta utveckling av traditionella program, inte minst i arbetslivet, såväl på kontor som på verkstadsgolvet. Det finns många exempel på "egenutvecklade" Excelark,

där de som kan arbetsprocessen åstadkommit mycket bättre planeringsstöd än centralt installerade standardsystem för tiotals miljoner kronor.

För utveckling av moderna grafiska interaktiva tillämpningar är Smalltalk en stilbildande programmeringsmiljö som blev mer allmänt efterfrågad och spridd i och med att grafiska arbetsstationer blev tillgängliga i början av 1980-talet. I princip all programkod i hela systemet är tillgänglig och möjlig att förändra och testa genom att klippa, klistra, markera och utföra.

Reell användarmedverkan redan från början i en interaktiv datortillämpning underlättas avsevärt av tidiga prototyper som illustrerar hur användarytan kan tänkas se ut och manipuleras åtminstone i några typiska fall. Erfarenhetsmässigt är det oftast mer värdefullt att få fram prototypen tidigt även om den är i primitiv form.

Ett tidigt verktyg för att utveckla grafiska gränssnitt är det objektorienterade HyperCard (1986), som användes mycket på Macintoshdatorer i slutet av 1980-talet. Idag är Director, ett kraftfullare verktyg, tillgängligt också för pc. Många användare, även utan vana vid programmering, har lärt sig hantera HyperCard eller Director relativt snabbt vilket ytterligare förstärker deras möjligheter att prova olika idéer vid deltagande i programdesignprocessen. Idag kan även enkla prototyper åstadkommas med verktyg för att skapa webbtillämpningar, varigenom prototyperna blir tillgängliga för användare spridda geografiskt.

Programmeringsarbetets organisering

Programmeringen var i början, på 1950-talet, ett rent hantverk och även med dagens kraftfulla programmeringsverktyg finns det delar, i varje fall vid utveckling av nya typer av tillämpningar, som kräver hantverksmässig yrkesskicklighet.

Yrkeskategorin programmerare, med allmänna kunskaper om datorer och specialistkunskaper i programspråk, uppstod när datoranvändningen nått en viss volym kring 1960. Kring 1970 började man tala om en programvarukris. Arbetet och kostnaden för att programmera en tillämpning blev alltmer dominerande över kostnaden för själva utrustningen. Tidens försök till åtgärd var industrialisering av programmeringshantverket, bl a baserad på *strukturerad programmering*, som utgick från att funktionen hos det önskade programmet i varje detalj kunde utvecklas "top-down" från en översiktlig version genom successiva förfiningar, i moduler som kunde fördelas mellan programmerarna.

Med persondatorerna från 1975 och de grafiska arbetsstationerna och dessas programmeringsmiljöer kom en insikt att strikt tillämpning av top-

down-metodiken kan hämma kreativiteten i utvecklingen. En modifierad form, *strukturerad tillväxt*, där man omväxlar med att bygga på inifrån för att snabbt få fram prototyper kan ge dels mer innovativa resultat, dels möjlighet att involvera användarna på ett tidigt stadium. Hjälpmedlen måste gynna kreativitet och fantasi och avlasta bokförings- och kontrollarbete. Modern utrustning med möjlighet till avancerad interaktion gynnar ett kreativt arbetssätt, med paradexempel som Smalltalk från Xerox PARC som nämnts ovan.

Den metodik som används av avancerade programmerare vid utveckling av nya tillämpningar med hjälp av grafiska arbetsstationer är i hög grad explorativ och experimentell. Erfarenheterna vid användning av t ex Smalltalk och Java är att man i mycket stor utsträckning använder och ändrar i existerande programdelar. Ett centralt problem är att lära sig hitta det man kan utnyttja i den rika miljön.

Bland oberoende programmerare, inom och utanför universiteten, finns en tradition av gemensam utveckling av fri programvara, som frambringat ett antal goda och mycket spridda program, från operativsystem (grundprogram som styr datorns verksamhet) till textredigerare, programutvecklingsmiljöer, programöversättare m m.

Ett exempel är "Free Software Foundation", sammanhållen av Richard M Stallman, som sedan 1970-talets början genom frivilliga insatser från tusentals programmerare runt världen utvecklat ett stort antal grundläggande verktyg för Unix-miljö. Dessa är ofta bättre än de som säljs av leverantörer och driver också på dessa.

Ett färskare exempel från slutet av 1990-talet, är finnen Linus Torvalds operativsystem Linux, som framgångsrikt konkurrerar med Windows och Unix för persondatorer.

Erfarenheterna från denna samlade utveckling och av ett antal lyckade och mindre lyckade programmeringsprojekt har insiktsfullt samlats till en praktik som i slutet av 1990-talet lanserats under namnet XP (Extrem Programmering) av ett antal utvecklare som också varit pionjärer inom objektorienterad metodik. Fortfarande är behovet stort av metodik som balanserar mellan hantverk, kreativitet och produktivitet. Programvarukrisen består.

Kortfattat består XP av att man "extremt", dvs konsekvent och tätt återkommande, tillämpar följande praktik.

- Gör en grov plan baserad på affärsprioritet och teknik. Uppdatera när man vet mer.
- Sätt ett litet system i produktion snabbt, släpp nya versioner med korta tidscykler

- Vägled utvecklingen med en enkel gemensam metafor (bild av systemets funktion)
- Utforma så enkelt som möjligt. Ta bort extra komplexitet när den upptäcks.
- Programmerare utformar tester som utförs efter varje programförändring. Användare utformar tester som demonstrerar att en viss önskad egenskap fungerar.
- Programmerare omstrukturerar systemet utan att ändra dess funktion genom att ta bort duplikat, förbättra kommunikation, förenkla och lägga till flexibilitet.
- All programkod produceras av två programmerare vid en dator.
- Alla i programmeringslaget kan ändra all kod överallt närsomhelst.
- Systemet integreras många gånger per dag, varje gång en ny del är klar.
- Ingen arbetar som regel mer än 40 timmar i veckan och aldrig övertid två veckor i rad.
- Inkludera verkliga användare i gruppen, tillgängliga jämt för att svara på frågor.

Tillämpningsområden

Tekniskt-numeriska tillämpningar (1950–)

De första datortillämpningarna var rena beräkningar av tekniska och naturvetenskapliga förlopp och konstruktioner. Denna användning av datorer är ännu mer omfattande idag, kompletterad med de stora möjligheterna att grafiskt visualisera resultaten, men andra mycket omfattande tillämplighetsområden har tillkommit.

Administrativa tillämpningar (1960–)

I början av1960-talet insåg man att datorer också kunde utnyttjas för administrativa tillämpningar, som snabbt blev de (volymmässigt) dominerande. I den då förhärskande centraliserade stordatorformen med hålkortsinmatning medförde datatekniken uppkomsten av dels en elit av "överstepräster" med exklusiv rätt att programmera och operera, dels ett proletariat med själsdödande datainmatningsuppgifter, såsom stansning, dels en mellangrupp "användare", dvs beställare och mottagare av resultat i form av listor, etiketter, fakturor m m.

Ur ett akut behov av programmeringsverktyg uppstod Cobol som ett första (!) förslag som hängt med sedan dess, inte minst i system som förändrats men inte ersatts med helt nya under många år. Det medförde en ext-

ra efterfrågan på oss Cobol-programmerare från 1960-talet inför de befarade millenniumskiftesproblemen. Den stora volymen administration med datorstöd idag utförs på persondatorer med en blandning av decentraliserade och centraliserade program.

Ordbehandling (1975–)

De första ordbehandlarna var programmerare som från 1960-talet använde primitiva textredigeringsprogram till att skriva och ändra i programtext. Så småningom började dessa program användas också för andra texter, vilket motiverade utveckling av funktionalitet och användbarhet. Spridningen till andra användare tog fart först i slutet av 1970-talet på persondatorer. Ett tidigt program var WordStar som gjordes tillgängligt på persondatorerna, som först såldes i byggsats (Altair 1975) och sedan färdiga, bl a Apple I 1977. Idag dominerar Word denna typ av datoranvändning som är en av de volymmässigt största.

Desk-Top-Publishing (1985–)

Den grafiska persondatorn fick omedelbart stort genomslag som skriv- och ritverktyg, där WYSIWYG, möjligheten att se typografi och form på skärmen (om än inte i lika hög upplösning som på laserskrivar- eller fotosättarutskrift) uppskattades. Snart, kring 1986, kom de första programmen för Desk-Top-Publishing, som först användes av amatörer för att snabbt och billigt sätta ihop text- och bildmaterial till trycksidor för enklare publikationer, och sedan början av 1990-talet utvecklats till verktyg också för professionella grafiska formgivare och producenter. Viktigt i denna utveckling har varit den allt billigare laserskrivaren med allt högre upplösning och språk för beskrivning av sidinnehåll, inklusive typografi, där det dominerande är Postscript. Inom detta tillämpningsområde finns några av de allra bästa datorverktygen såsom PhotoShop för bildredigering, PageMaker och QuarkXpress för att "sätta" trycksidor.

Dataspel (1980–)

En annan tidig användning av grafiska gränssnitt, t o m före dess genomslag i allmän datoranvändning, är elektroniska spel. Spänningen bygger ju såväl på vad man upplever genom att få något presenterat som (i väl så hög grad) att man kan interagera och styra eller åtminstone påverka förloppet i det man ser. Denna styrning utvecklades med pekdonen (vanligt är styrspak, "joy-stick") till *direktmanipulation* där man direkt kan utföra operationer, med omedelbar återkoppling, genom att flytta runt objekt på skärmen. Direktmanipulation har också kommit in som ett bekvämt sätt att

utföra många operationer i användargränssnitt för de flesta tillämpningar. En form är *drag-and-drop* (dra-och-släpp), där man "objektorienterat" tar tag i ikonen som representerar ett material, t ex ett dokument, och startar utförande av operationer på detta material genom att dra-och-släppa denna ikon på en ikon som representerar det program som ska användas. Även idag kan ofta avancerade interaktionstekniker först introducerade i spel inspirera till kraftfullare användargränssnitt också för annan datoranvändning.

Det finns ju ett otal spel, bland de första var PacMan och Tetris.

Interaktiva medier (1990–)

Med de senaste årens utveckling av datorteknik, kommunikationsteknik och mediateknik blir datorer centrala i skapande av mediala (virtuella) upplevelser och gränssnitt. En utveckling av *interaktiva medier* har inletts under 1990-talet.

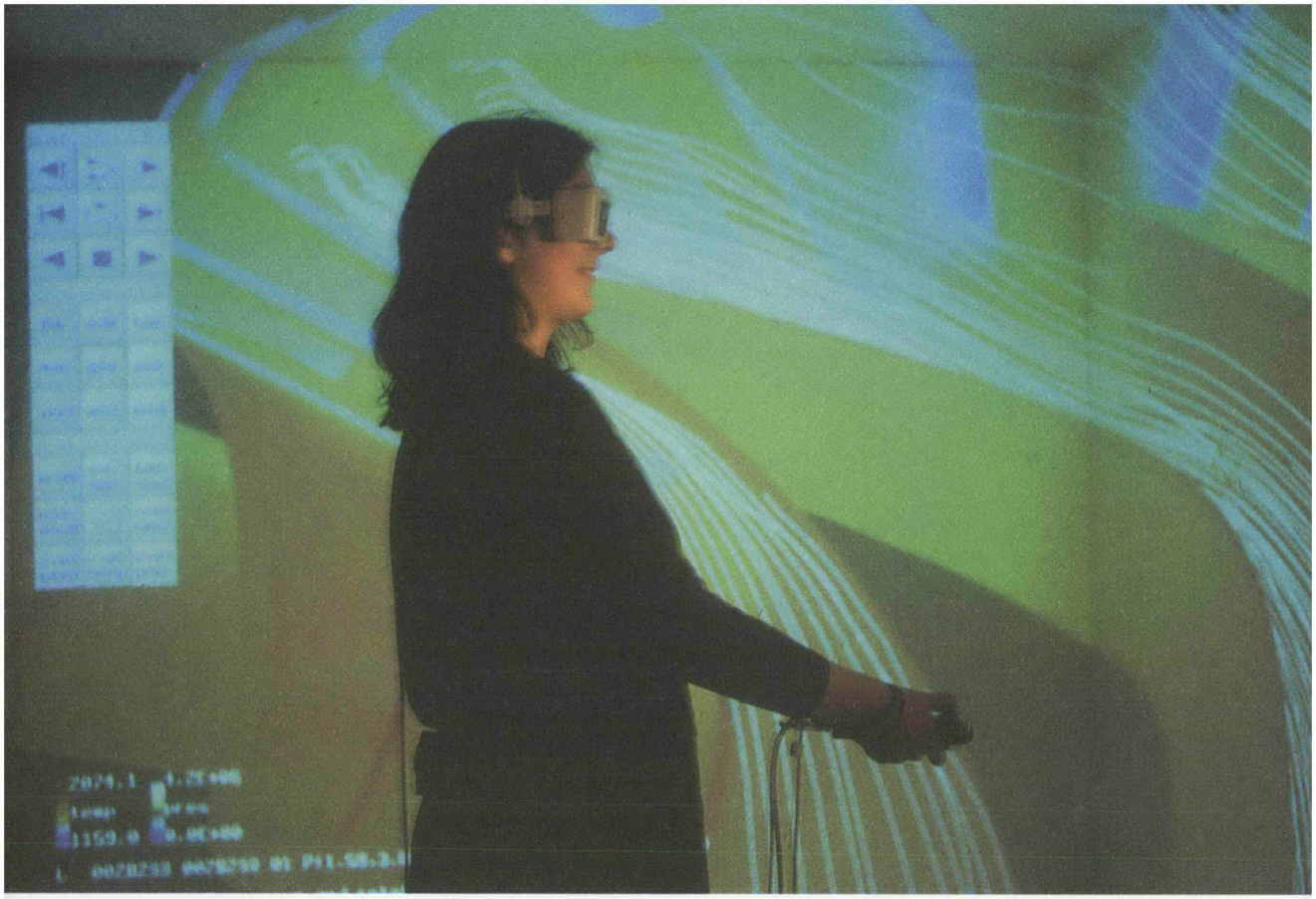
För *ljudmediet* har datorer utnyttjats länge, men bredare användning har kommit först de senaste åren. Elektronmusik skapades med datorer redan på 1950-talet och högtalare har anslutits till datorer för att ge diagnostiska ljud ända sedan datorernas barndom. Nu kommer ljud in också som del av multimediapresentationer och för interaktion, bl a som röstkommandon som kan ersätta eller komplettera grafiska och textgränssnitt.

Video är också intressant som presentationsform i fönster i grafiska användargränssnitt nu när alltfler datorer, även persondatorer, kan utrustas med billiga videokort. Redigering av video görs alltmer digitalt med möjlighet att lätt komplettera med datorgenererad grafik. Interaktiv video har ännu inte funnit sin form.

Mycket använda program för videoredigering är Premiere och Avid och för sammansättning av material till interaktiva mediepresentationer Director.

Kommunikation och information över datornät (1993–)

Extraordinärt i 1990-talets datoranvändning är *datornätens*, speciellt Internets, möjligheter och genomslag för kommunikation och information. Den exploderande massanvändningen av datorpost och *väven* (WWW) gör användargränssnitten extra viktiga. Länge fanns det bara klumpiga datorpostverktyg med textgränssnitt. Kraven var måttliga därför att datorvana hackers var den dominerande användargruppen. Annars hade nog datorpost slagit igenom parallellt med telefaxen redan på 1980-talet. Numera ger t ex Eudora och webläsarna (Netscape och Internet Explorer) bekväm åtkomst till datorpost.



I VR-kuben på KTH
FOTO BENGT VÄNGSTAM, KTH

Ett användargränssnitt som uppenbart hjälpt till att snabbt göra datornäten användbara för breda grupper är Mosaic/Netscape som gjorde Web-uppfinningen lättillgänglig.

Virtuella 3D-världar (1995–)

Datorgenererade (virtuella) tredimensionella världar används i flygsimulatorer och medicinsk utbildning och blir alltmer realistiska i takt med utvecklingen av datorhårdvara såsom specialkretskort för olika grafikoperationer. Kopplat med datakommunikationsteknikens utveckling blir det möjligt att bygga distribuerade världar, där många kan mötas, samverka och dela upplevelser. Här ställs helt nya utmaningar på användargränssnitten, inte minst navigeringsverktyg för tre dimensioner och återkoppling som gör att man inte tappar orienteringen. En mus kopplad till navigeringsfält på skärmen för de tre dimensionerna eller ett "trollspö" (engelska: wand) med vilken man kan röra sig och peka i tre dimensioner, räcker ofta. För spektakulära

tillämpningar finns sensorer på handskar, glasögon, hjälmar med inbyggda bildskärmar för ögonen m m.

I Virtual Reality (VR)-kuben på KTH omges man av på alla sex ytorna utifrån projicerade bilder som skapar en värld där man kan navigera med ett trollspö och uppleva och röra sig i förgångna eller ännu inte byggda (men planerade) stadsmiljöer, 3D-modell av DNA-molekylen, fältet kring en vattenturbin eller ett rymdskepp och konstnärliga installationer.

Programmeringsverktyg för att skapa dessa miljöer är relativt lättanvända och finns också med möjlighet att koppla mellan deltagare som fysiskt är på olika platser.

Närvarande men osynlig datakraft

En parallell utveckling är att datorkraft förekommer i andra former än den traditionella via tangentbord, mus och bildskärm. Några termer för detta är att datorn ses som överallt närvarande *(ubiquitous computing,* Weiser 1991), osynlig *(invisible computer,* Norman 1998) eller försvinnande *(disappearing computer,* som också är namn på ett EU-forskningsprogram 2000). Exempel på centrala tekniker i detta sammanhang är *sensorer* och interaktion via *gester, haptik* (kraftåterkoppling när man vidrör objekt) och *ljud.* Också för detta utvecklas lättanvända programmeringsverktyg.

NÅGRA LÄSTIPS

Följande böcker ger utförligare och kompletterande framställning av temata i denna artikel.

Beck, K (1999) *Extreme Programming Explained.* Addison-Wesley

Borenstein, N (1991) *Programming as if People Mattered.* Princeton University Press

Lammers, S (1990) *De stora programmerarna.* Columna Förlag

Norman, D (1998) *The Invisible Computer.* MIT Press

Raskin, J (2000) *The Humane Interface.* Addison-Wesley

Weiser, Mark, "The computer for the 21st century", i *Scientific American 265 (3), September 1991, s 94–104*

BIRGITTA FREJHAGEN

Användarstyrd systemutveckling

En obändig teknikoptimism präglade 1960-talet. Datamaskinen var enorm. Tilltron till dess möjligheter obegränsad. De tekniska disciplinernas resultat byggde på etablerade vetenskapliga metoder och kom sällan att ifrågasättas. Samhällsvetenskaperna hade varken kraft, status eller volym för att bidra till andra perspektiv, teknikens utveckling hade sin egen logik. Man problematiserade inte användarbegreppet. I bästa fall såg man kunden som användaren, några riktiga användare av kött och blod var nästan aldrig delaktiga i arbetet. Teknikutveckling som en del i en social process var inte på agendan.

Fackföreningarna i Sverige hade en stark tilltro till att teknik var arbetarens välgörare, med full insikt om att teknik oftast i första ledet ersatte yrkeskunskaper och enskilda medlemmars arbetstrygghet. Genom Saltsjöbads- och företagsnämndsavtalen hade man verktyg för att garantera att inga otillbörliga bördor skulle läggas på arbetarna i den evigt positiva tillväxtspiralen. LKAB-strejken i Kiruna 1969–70 innebar ett iskallt uppvaknande.

IBM: "Open door policy" och hemlig teknikutveckling

Jag arbetade i mitten av 60-talet på ett av IBMs utvecklingslaboratorier. Där blev vi nästan fartblinda av att få vara världsbäst. Datorerna var i särklass det mest intressanta i teknik- och samhällsutvecklingen, ansåg vi. På

Gruvarbetarna har bytt ut spettet mot joy-stick. LKAB, Kiruna
FOTO PETER GULLERS 2000



det svenska laboratoriet i Solna var vi ett tjugotal medarbetare från hela världen.

Av IBM behandlades vi som högklassig vapenarsenal. IBM insåg redan på 60-talet värdet av det intellektuella kapitalet. Vi och våra egon sköttes minutiöst och genomtänkt. Vi skulle "pysslas om" på ett modernt sätt, hållas i gömme och tas fram när husbonden bestämde. Vi hade obegränsad tillgång till kompetensutveckling. Vi for runt i världen i de tidiga jetplanen. En svensk kvinnlig programmerare på labbet fick självklart ta med sig make, barn och barnflicka på ett års "assignment" i Kalifornien. Om en medarbetare var missnöjd med sin chefs beslut så uppmuntrades han/hon att gå vidare till nästa nivå i hierarkin. Prestige skulle aldrig få hindra bra medarbetares idéer.

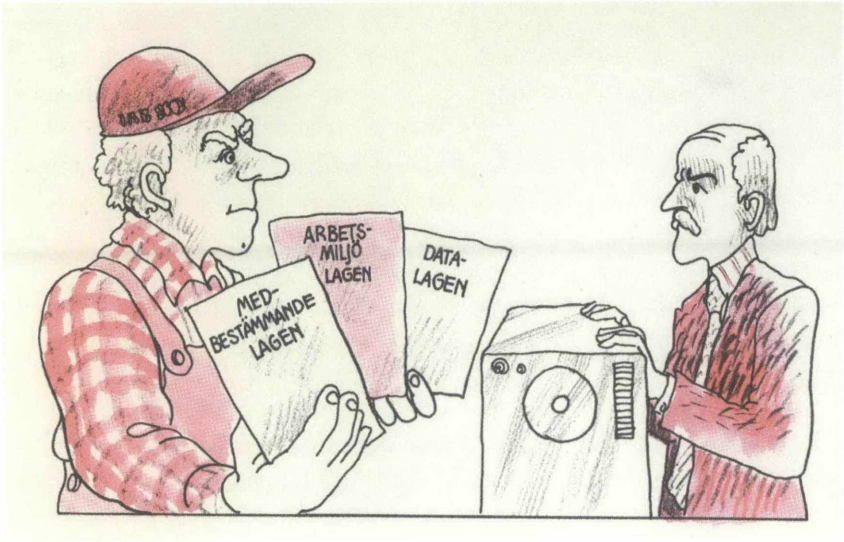
Kunden var däremot långt borta från laboratorierna. IBMare på utvecklingslaboratoriet fick inte ens träffa och umgås med IBMare i försäljningsorganisationen. Det var teknikens potential och vår kreativitet som programmerare som drev utvecklingen.

IBM var på 60-talet en i positiv bemärkelse avancerad arbetsgivare. Det är möjligt att våra vanliga företag nu har kommit till det stadium IBM var för 35 år sedan. Kunden är självklart i centrum i alla företags affärsidéer, men jag tror att de flesta med beklagande medger att huvuddelen av utvecklingen ännu idag sker utan direktkontakt med kunderna.

För mig blev dock arbetet på IBM efter ett par år för instängt. Jag ville ut och se hur den här fantastiska tekniken användes i verkligheten.



Från IBMs utvecklingslaboratorium år 1968.
FOTO PER-OLLE STACKMAN, IBMS SVENSKA AB



Från LOs kurspärm *Datoranvändning* från 1978.
TECKNING TOYNY STAHR

70-talet: Skydd mot storebror och utarmade jobb genom lag och avtal

I början av 70-talet myntades begreppen det kontantlösa samhället och, lite senare, det papperslösa kontoret. Det var med skräckblandad förtjusning som det började föras en diskussion i dagsmedierna om datamaskinerna och vad dessa kunde innebära i medborgarnas vardag. Storebrorssamhället målades upp.

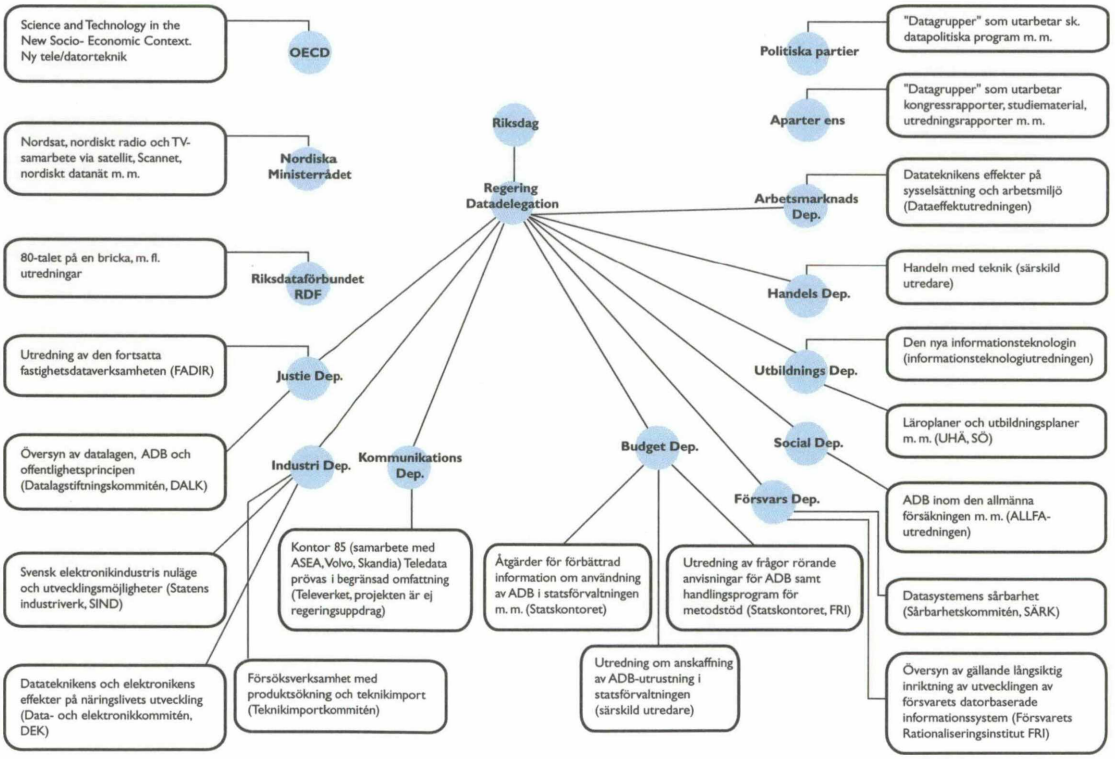
Information är en exklusiv typ av mänsklig resurs nära förbunden med makt respektive självständighet. Många med mig ansåg att dessa nya möjligheter att "reflektera" tillsammans med datamaskinernas kapacitet innebar väsensskilda möjligheter jämfört med tidigare generationers informationsverktyg – stentavlor, tryck, papper och pennor.

Den rätt avancerade och medvetna debatten om riskerna med den nya tekniken medförde att Sverige som första nation 1973 inrättade en särskild datalag, som reglerade skyddsaspekterna vad gäller datatekniken och den enskilda individens integritet. Den var enkel och tydlig. Under tio år satt jag i Datainspektionens styrelse och medverkade i utformning av praxis för personrelaterade datasystem i olika branscher. Lagstiftningen, tillsammans med ett periodvis oerhört massmedialt intresse för integritetsfrågorna, bidrog till att vi i stort kunde kombinera hög utvecklingshastighet och vettig tillämpning.

I arbetslivet blev Bravermans bok *Arbete och monopolkapital – arbetets degradering i det tjugonde århundradet* en oerhörd utmaning för svensk fackföreningsrörelses traditionellt positiva tekniksyn. På KTH (och sedermera Arbetslivscentrum) tog forskarna direktkontakt med LO och erbjöd sin kunskap, som hjälp i förbundens formulering av en ny teknikstrategi. Förhoppningarna stod till att de kommande medbestämmande- och förtroendemannalagarna skulle ge facket makt att skydda medarbetarna mot utarmade jobb och otillbörlig kontroll. LO tillsatte en internutredning, som fick i uppdrag att belysa hur facket skulle kunna klara att skydda sina medlemmar från datasystemens avarter. LO-kongressen i juni 1976 beslutade att tillsätta ett Dataråd.

Jag anställdes på LO. Jag upplevde det som ett privilegium att få börja jobba som anställd och på heltid med det som dittills bara varit mitt fritidsengagemang. Jag var en konstig fågel i LO-borgen. Kvinna och akademiker.

Svenska Dataföreningen engagerade sig å sina medlemmars vägnar mot den fackliga inblandningen i systemutvecklingen. Ett animerat möte i föreningens regi drog fullt hus i Sundsvall om SIS RAS (SIS standard för RA-



"Djungelkartan" över det sena 1970-talets utredningar på dataområdet.
UR DATORER PÅ SVENSKA UTGIVEN AV ARBETSLIVSCENTRUM 1981

tionell Systemutveckling) där det inte angavs ett uns av medbestämmande för användare. Systemutvecklarna insåg inte att deras arbete resulterade i stora förändringar i användarnas arbetsvardag. Systemutvecklarna anklagade mig för att vara svikare.

Förväntningarna på medbestämmandelagen, MBL, var så stora att det nästan bäddade för ett bakslag. Men det vore alldeles fel att avfärda MBL som verkningslös. "Tutlagen" innebar på de allra flesta större arbetsplatser att facken och användarna kom närmare påverkan.

De nya lagarna medförde ett rejält kunskapslyft. I vågen efter MBL utbildades hundratusentals fackliga medlemmar. MBL och de övriga förtroendemannalagarna innebar en kunskapsupprustning och medverkan i systemutvecklingen. Jag anser idag, tvärtemot dåtidens farhågor, att dessa lagar och avtal har bidragit till att vi nu har ett bredare och djupare utnyttjande av datatekniken i Sverige än i något annat land.

Mot slutet av 70-talet fanns det en djungel med utredningar som på olika sätt berörde användning av datatekniken. Huvuddelen gällde regler, säkerhet och offentlig förvaltning. Som toppen på detta tillsatte regeringen två parallella utredningar: *Data- och elektronikkommittén, DEK,* och *Dataeffektutredningen. DEK* skulle finna former för att gasa och *Dataeffektutredningen* skulle finna former för att förstå och skydda. Jag var ledamot i båda utredningarna.

80-tal: Information är potential och makt

Skyddet mot avarter förändrades under 80-talet till krav på medverkan för att skapa tillgång till datorerna och deras möjligheter. Det gällde att skapa verktyg för användarstyrning – genom visioner, teknikforskning, kunskap, uppmärksamhet.

I början av 80-talet började mitt intresse att allt mer återgå till den gamla fascinationen. Det här handlade ju verkligen om en teknik som hade en fantastisk potential! Information är viktig för oss som människor. Det ger oss förmåga att kommunicera både med oss själva över olika tidsperioder, med andra människor över geografiska avstånd och mellan generationer. Att systematisera information ger oss stöd att reflektera, bearbeta samband och utveckla ny kunskap.

I Sundsvallstrakten hade en företagsläkare uppmärksammat en arbetare i en processindustri som uppvisade ett märkligt beteende. När datorerna närmade sig hans arbetsuppgifter fick han olika fysiska besvär och bad om förflyttning, trots att det innebar sämre arbetsinnehåll och lön. Läkaren fann att de reella problemen handlade om hans rädsla att visa sin begränsa-

de förmåga att läsa och skriva. Han var ordblind och visste från många års daglig terror i skolan vad det innebar att inte kunna det som förväntades av omgivningen. Efter att han lämnat skolan hade han klarat sig utmärkt både i yrkeslivet och privat och han tänkte inte tillåta någon att få honom in i samma negativa ekorrhjul igen. Han hade hittat sin egen lösning på problemet – sjukskrivning för ryggont och önskan om omplacering.

För mig, som också är ordblind, gav detta en viktig insikt. Jag hade upplevt många på LO-sidan som negativa mot den nya tekniken. Man var positiv till vanlig teknik, men negativ till informationsteknik. Nu började vi i Datautskottet (som Datarådet nu hette) att aktivt bearbeta och förstå detta motstånd. Vi byggde upp en strategi runt potentialen för arbetare i den nya tekniken. Den nya strategin var mycket besläktad med grundvalarna för folkbildningen: datateknik ger tillgång till helt nya möjligheter att använda information. Ingen annan kommer att ge dig nyckeln till dessa tillgångar än du själv. Du måste själv lära dig. Gör du det stärker det dig i din roll som demokratisk medborgare, som yrkesarbetare, som förälder, som konsument... Att du är dyslektiker, eller av andra skäl tidigt valt bort det skrivna ordet, ska inte hindra dig från att nå bildning och utnyttja informationens makt.

Detta var inte en enkel strategi. I stället för att koncentrera kraften på att undvika avarter, att i enlighet med traditionell teknikpolitik skydda, skulle LO-medlemmar nu uppmanas att själva kräva att få utnyttja de nya möjligheterna. De skulle dessutom kräva att få ta del av det som lite för-





Omslagsbild av Kaianders Sempler till boken *En mänsklig chans?* skriven av Mats Utbult och Birgitta Frejhagen 1984.

Omslagsbild av Erik Foseid till boken *Vi väljer vår framtid* utgiven av Brevskolan och LO 1984.

aktfullt uppfattades som moderna utlöpare av tjänstemännens traditionella signum – penna, papper, skrivbord, arkivskåp och portföljer, dvs sådant som en riktig arbetare varken hade lust till eller betalt för att befatta sig med.

Strategin var annorlunda. Den krävde därför annorlunda verktyg. De nya verktygen kom att bestå av breddatautbildning, formulerade visioner och annorlunda krav på forskningen.

Breddatautbildningen innebar inte bara att arbetare/användare skulle få möjlighet att diskutera den nya tekniken, dataanvändningen, utan också få färdigheter att själva använda det skrivna ordet. Utbildningen bestod av 160 timmar, halva tiden användes till datautbildning och andra halvan fick deltagarna lära sig arbeta med information. Breddata var en stor satsning som genomfördes när Ingvar Carlsson var framtidsminister. Regeringen avsatte 100 miljoner kronor till utbildningen under ett par år.

I t ex Skinnskatteberg fick alla kortutbildade i kommunen, anställda och arbetslösa, del av satsningen. Det resulterade i att kommunen fick en ersättningsindustri när deras boardfabrik lades ner. Investerarna motiverade sin lokalisering med att det var en bygd med kompetens för den moderna industrin.

På forskningsområdet förändrades anspråken från krav på konsekvens- och arbetsmiljöforskning till krav på att få påverka tidiga skeden av teknikforskning och systemutveckling. Styrelsen för teknisk utveckling, STU, identifierades i linje med den nya strategin som en viktig samarbetspartner.

Visionerna om hur användarna önskade att datasystemen skulle kunna se ut och fungera utarbetades av Datautskottet med fackliga företrädare och yrkeskunniga från olika branscher tillsammans med forskare, Christer Marking och Peter Docherty, och en vetenskapsjournalist, Mats Utbult. Visionerna publicerades 1986 och överlämnades till STU som inspiration och bevis på användarnas vilja att medverka för att åstadkomma en positiv systemutveckling.

Vad ville då användarna som utformade scenarierna?

På *bygget* handlade det om att via CAD-system och visionär teknik kunna göra fler delaktiga i utformning av ett industribygge redan under idéstadiet. Under hela idéarbetet kunde alla grupper med hjälp av systemet promenera, krypa runt i bygget respektive beskåda det från olika vinklar i omgivningen. Genom simuleringar kunde man uppleva buller, luft och ljus.

De olika grupperna kunde under idéarbetet gå in med sina inlägg och sina infallsvinklar vilket övriga grupper kunde läsa, beskåda och reflektera

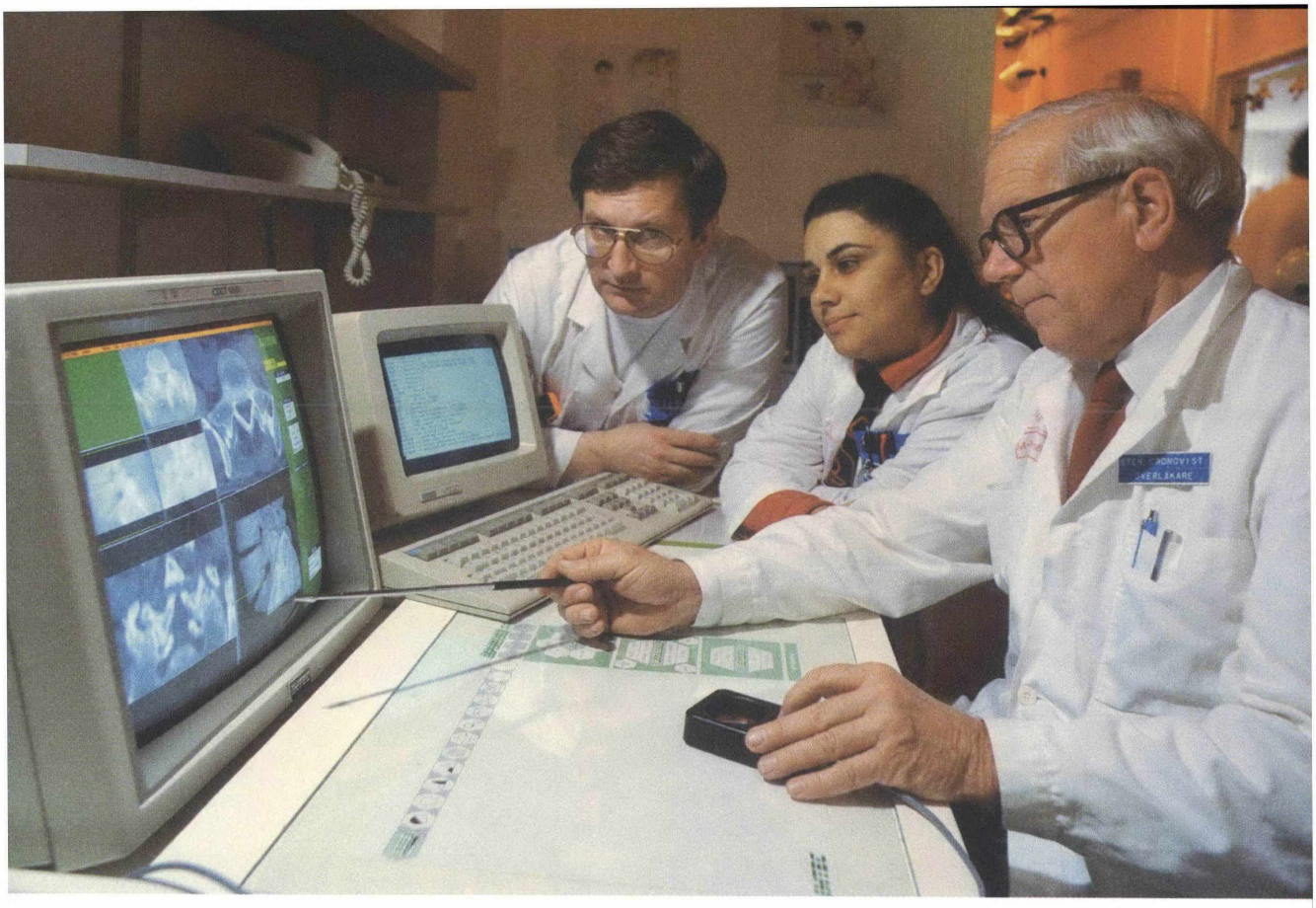
vidare från. Det gällde framtida boende i närområdet, politiker, experter på underhålls- och energikostnader som skulle få ett effektivt verktyg där de kunde dra nytta av sina erfarenheter och som skulle stimulera deras framsynthet och kreativitet.

Byggnadsarbetarna som skulle bygga industrin och deras arbetsmiljöexperter kunde simulera hur deras arbetssituation skulle se ut ur effektivitets- och säkerhetssynpunkt under hela byggprocessen. De framtida anställda, arbetarna och tjänstemännen, fick i visionen tillgång till enkla verktyg som gjorde att de kunde simulera arbetsställningar, kommunikationsförutsättningar m m i de framtida jobben.

Glädjen och effektiviteten i den kreativa processen stimulerades påtagligt i alla grupper som jobbade runt utformningen av det framtida industrikomplexet. Systemet skulle kunna innebära att "den svenska sjukan om allas demokratiska medverkan" vändes från något som av vissa uppfattades som antiproduktivt till ett verkligt produktivitetslyft.

Ett annat, och fortfarande lika aktuellt, framtidsscenario handlade om tudelade *planeringssystem.* I sceneriet hade arbetarna tillgång till egna effektiva planerings- och uppföljningssystem. De noterade sina ambitioner och allt det faktiska som sedan hände, glädjeämnen med snabbare leveranser o dyl men också kvalitetsbrister och fel. Arbetarna kunde använda systemen för att reflektera över sin arbetsinsats och gradvis förbättra sin kunskap om vad som påverkade processen. De kunde sammanfoga sina praktiska erfarenheter och tysta kunskap med systemens sammanställningar av mängder av detaljer över tid. Det visionära i sceneriet var ärlighetsgraden i systemet som åstadkoms utan ett storebror-ser-dig-syndrom. Arbetarna ägde systemet och lämnade bara aggregerade data vidare till ledning och andra grupper i produktionen.

För *hemtjänsten* handlade sceneriet om hur vårdbiträden kunde planera sina turer till sina gamla utifrån sin kunskap och erfarenhet om individuella behov av omsorg, medicinering m m tillsammans med inmatad information om akuta förändringar den senaste natten och inlägg från olika individer om deras sociala behov, såsom besök hos hårfrissan eller på vårdcentralen. Hemtjänstens folk kunde med en elektronisk FASS få stöd att skilja på biverkningar och naturliga problem. Utöver medicinsk information och information om de gamla och deras omgivning ingick i systemet också kartor, med aktuellt serviceutbud i kommunen och aktuella tjänstgöringsscheman för personalgruppen på hemtjänsten. Vårdbiträdena var användarna av systemet och kunde enkelt och systematiskt både

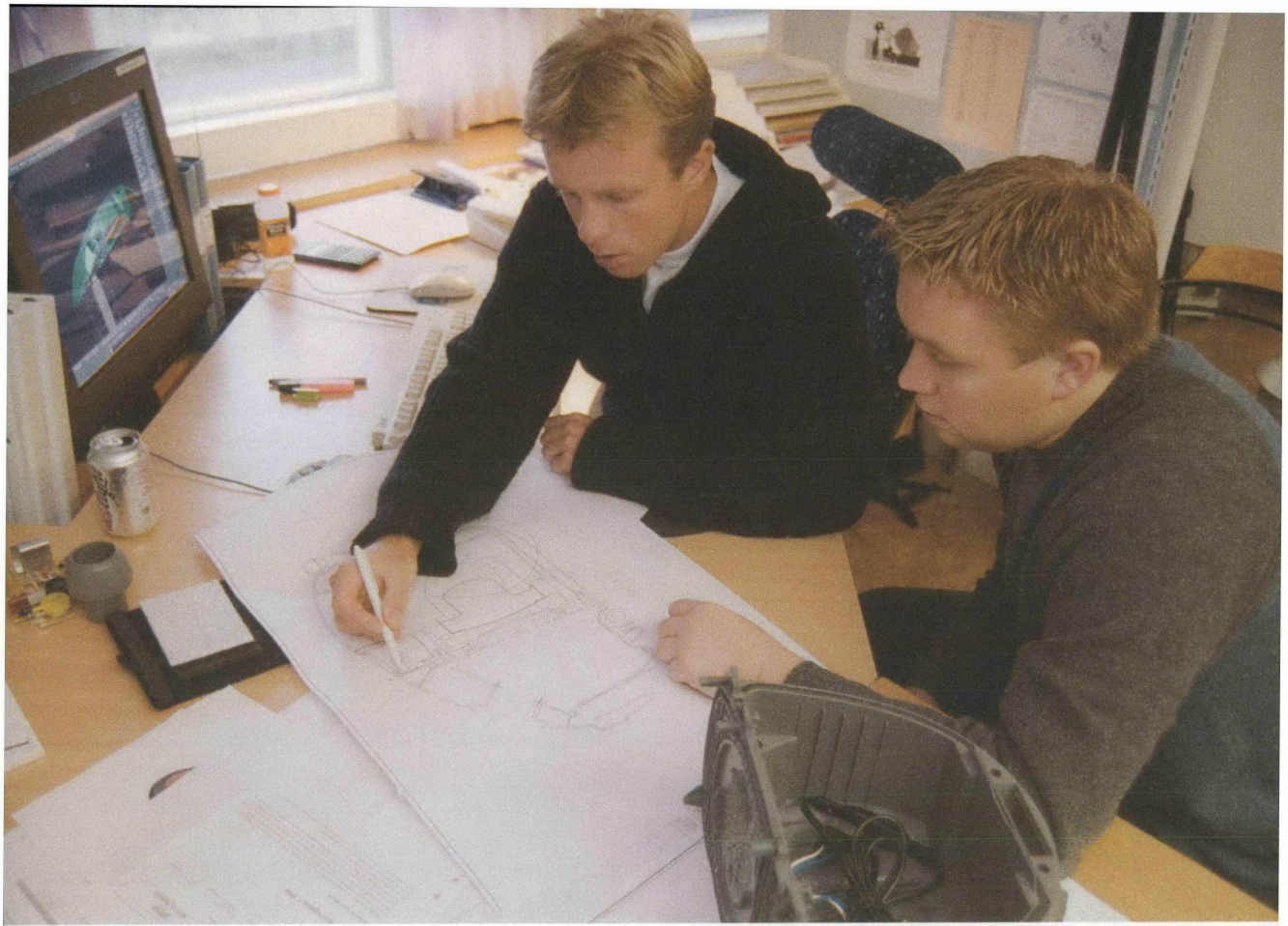


Digital kommunikation inom sjukvården, utbyte av röntgenbilder och diskussion med andra sjukhus. Universitetssjukhuset i Lund.
FOTO PETER GULLERS 1989

lägga till enskilda fakta i systemet och nya typer av funktioner, sammanställningar och sökning av information.

Processtyrning, underhåll, reparationer och förråd hänger nära samman i en processindustris verklighet, men stöds ofta av olika system som vänder sig till olika användargrupper i olika förväntade egna små lådor. I ett av scenarierna bidrog ett gemensamt system till att dessa skrankor minskade och produktionen blev mindre ogenomskinlig. Informationen om processen och dess delar skulle gå att plocka fram i form av bilder som det gick att vända och vrida på, ritningar av olika delar av maskinerna i tillverkningen och produkterna, statistik och kvalitetsmätningar från produktion likaväl som vanliga enkla kommentarer i talspråk. Processen kunde simuleras både i normalkörning och vid olika typer av störningar. Det integrerade systemet effektiviserade både den dagliga driften, helhetsförståelsen för nya operatörer och förrådspersonal.

Och så vidare. Scenarierna fick stor verkan. STU inrättade ett forskningsprogram för processindustrin där det i statuterna skrevs in att an-



Konstruktionsarbete vid Electrolux dammsugarfabrik i Västervik med stöd av CAD-system i datorn.
Foto Nisse Cronestrand, Tekniska museet 2001

vändare och fackliga företrädare lokalt skulle medverka för att ett planerat forskningsprojekt skulle beviljas medel. Dessutom skulle en facklig företrädare för första gången inbjudas som ledamot i programmets centrala styrgrupp. Ett uppdrag som jag med stor tillfredsställelse tackade ja till. Nu skulle användarna vara representerade redan vid urvalet av enskilda forskningsprojekt och under hela deras genomförande.

Scenarierna bidrog också till att på enskilda arbetsplatser tydliggöra vad man som användare skulle kunna eftersträva. Ett studiecirkelmaterial togs fram utifrån scenarierna. Det hette *Vi väljer vår framtid – om datorteknik och systemutveckling.* Till materialet fanns disketter som kunde köras på ABC 80 och andra persondatorer. Materialet uppfattades som mycket annorlunda, men fick också stor genomslagskraft. På LO-kongressen 1986 antogs en rapport: *Utmaningen: hur vi kan lära, erövra och använda den nya tekniken.* Den gamla skyddspolitiken var borta. Nu skulle användarna själva ta för sig och ställa krav på hur man bäst skulle dra nytta av den nya tekniken.

Scenarierna fick även betydelse i vida kretsar av forskare, journalister, arbetsgivare, fackliga företrädare och vanliga användare genom att de gav insikt om vad användarmedverkan skulle kunna innebära i positiv bemärkelse.

Scenarierna var också grunden för diskussioner om bokföringspraxis. Jag skrev en artikel i tidningen *Datavärlden* med rubriken *Ekonomer – skaka av er perukerna!* där jag hävdade att man inom de ekonomiska disciplinerna måste anpassa verktygen till dagens verklighet och betrakta utbildning och tid för användarmedverkan som en investering. Resultatet blev en positiv kommentar från en av Handelsbankens direktörer, men i övrigt indignerad tystnad.

Idag kan forskning hanteras som en investering, även om det fortfarande anses lite suspekt att utnyttja denna möjlighet. Utbildning, investering i medarbetarnas kompetens och användarmedverkan, betraktas i ekonomisk terminologi fortfarande inte som en investering!

90-tal: Internet och användaren i centrum

När en IT-kommission tillsattes under 90-talet lyftes konsumentintresset fram och kodorden blev *tillgång, tillgänglighet och trygghet.* Internet startade i det amerikanska forskarsamhället som ett självklart sätt att utnyttja den nya tekniken för att hålla kontakter inom och mellan forskargrupper.

Första gången jag förstod vidden av Internet var vid ett besök hos en forskargrupp i Singapore på uppdrag av Teldok (Telias redaktionskommitté som främjar tidig dokumentation av telematikanvändning). Singapore är en kapitalistisk diktatur. Det var fascinerande att samtala med singaporianska politiker som beskrev sina mångmiljardsatsningar på att bli den främsta IT-nationen i Asien. De var helt aningslösa om att den nya tekniken inte bara handlade om elektronik och produkter, utan i kanske ännu högre grad om information. Den nya tekniken skulle med viss sannolikhet bidra till att störta diktaturens informationsmonopol.

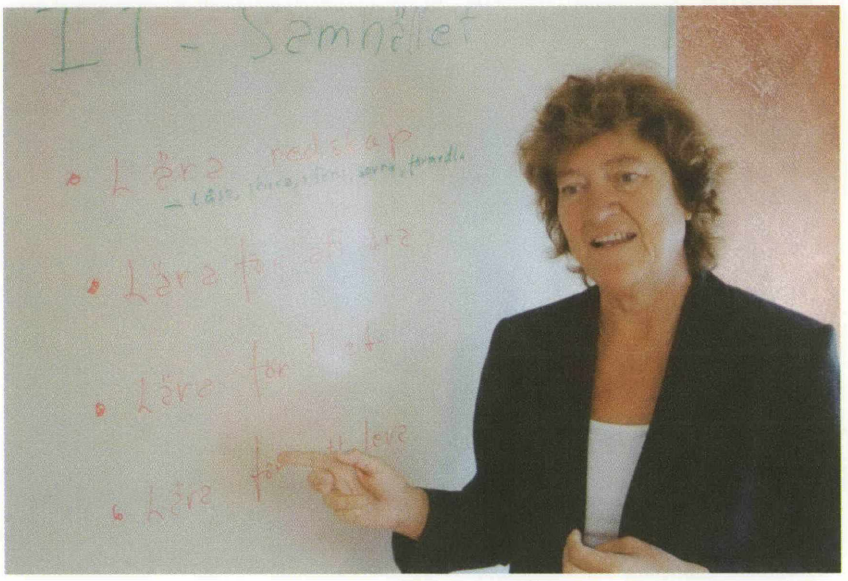
Vid ett besök hos Ericsson i Singapore försökte jag prata om detta med den kvinnliga IT-chefen. Vi pratade om hennes barns skola. De fick lära sig mycket matematik och modersmålet engelska, men betydligt mindre om historia och samhälle. Barnen fingallrades med hjälp av nationella prov varje år in i klasser med olika inlärningstempo. I engelska var det glosor och grammatik som gällde. Vid ett enda tillfälle under de första åtta skolåren fick barnen möjlighet att skriva en uppsats!

Jag frågade på vilket sätt som dessa barn stöddes att bli effektiva medborgare i informationssamhället – vilket enligt min mening krävde kreativitet och förmåga att söka, kritiskt granska, bearbeta, sammanställa och

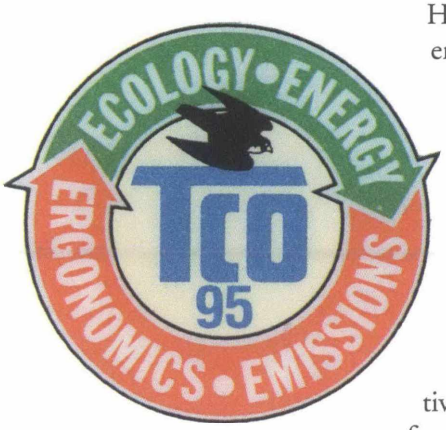
förmedla information. Kvinnan ville svara. Hennes chef, svensk VD och platschef för Ericsson i Singapore, ansträngde sig för att förklara min fråga och hjälpa henne att svara. Men det gick inte. Tanken på att barn skulle uppmuntras att vara kreativa och kritiskt granska information var så främmande att den inte ens gick att teoretiskt resonera om!

I svenskt språkbruk blev datamaskinen dator, som blev IT. Datadelegationen återuppstod i form av IT-kommissionen. Syftet var fortfarande samma – nu formulerat som att främja snabb och bra IT-användning för uthållig tillväxt och demokrati. Jag var ledamot i de gamla delegationerna och är nu ledamot i kommissionen och sedan ett par år också ordförande för kommissionens observatorium för lärande. Jag kan säga att det har varit en precis lika stökig kommission som de tidigare delegationerna. Den återkommande frågan är fortfarande om det behövs någon särskild IT-politik och vilken roll kommissionen har i förhållande till olika utredningar, departementen och regeringen.

Men visst har kommissionen påverkat svensk systemutveckling och kanske till och med delvis gjort ett bra arbete. Några av de större skeendena där den har haft ett eller flera fingrar med i spelet har varit hemdatorn, IT i skolan (ITIS), millennieförberedelserna och bredbandsstrategin. Kommissionen har genomfört ett stort antal hearings som genom att de skapat möten och dialoger påverkat processerna. Det har till exempel rört IT i skolan, vuxenutbildning, elektroniska sigill m m, m m.



Författaren i undervisningstagen
FOTO ANNELI FREJHAGEN



Internationell kvalitetsstandard för bildskärmar: TCO95-märket.
FOTO NISSE CRONESTRAND, TEKNISKA MUSEET

Hemdatorerna blev verklighet efter att kommissionen krävt en ändring av skattelagstiftningen för att ge förutsättningar för en massiv rörelse som försåg svenska hem med egen datorkraft. De så kallade LO-datorerna har kanske inte alltid inneburit att LO-medlemmarna har blivit datafreaks, men däremot har deras barn och ungdomar fått tillgång till den nya tekniken.

Vad gällde regeringens åtgärder för att bygga upp IT-kompetensen hos lärarna och i skolorna krävde IT-kommissionen, med begränsad framgång, att lärarna skulle få tid att arbeta fram nya undervisningsmaterial i sina respektive ämnen och moment. Kompetensuppbyggnaden skulle syfta till att ge lärarna en ny yrkesroll och därmed de uppväxande barnen och ungdomarna bättre förutsättningar i informationssamhället. I efterhand kan man nog tyvärr konstatera att större delen av pengarna gått till IT och bara en mycket blygsam del till förnyade yrkesroller, men kanske det kommer nu när teknikmattan är utrullad.

IT-kommissionens handfasta rådgivning till samordning av bredbandsinvesteringarna i en kommun har översatts till ett antal språk, bland annat kinesiska. Möjligen kan man dra slutsatsen att den svenska regeringens IT-kommissions råd nu används för att forma den moderna verkligheten i Jan Myrdals/Gun Kessles kinesiska by.

Två aktuella frågor är digitala signaturer, t ex på allas självdeklarationer, och ett surfborgarmärke. Genomförande av digitala signaturer i skattemyndighetens kommunikation med medborgarna skulle forma standarden för säkerheten på nätet och ge alla tillgång till en tryggad identitet. Det skulle i sin tur borga för en ökad volym av handel m m över nätet.

Surfborgarmärket skulle locka breda medborgargrupper att lära sig navigera i internetrymden, söka, hantera och kritiskt granska information och samtidigt skydda sig från intrång via nätet och en oskyddad pc in i det egna hemmet. Likheten med datalagstiftningen och breddatautbildningen är inte en tillfällighet. Verktygen ser annorlunda ut idag, men de grundläggande behoven är fortfarande desamma – att skapa tillgänglighet och trygghet till den nya tekniken för att trygga en demokratisk, snabb, och uthållig tillväxt.

En verkligt stor insats gjordes under 90-talet av TCOs nämnd för datafrågor och Per-Erik Boive. Man lyckades utnyttja tjänstemannarörelsens kraft till att genomdriva en internationell standard för bildskärmar: TCO95 och TCO99. Det innebar en rejäl förbättring av både den fysiska och psykiska miljön i bildskärmsarbetet.

LO arbetar sedan ett antal år med en minst sagt utmanande uppgift att åstadkomma en certifiering av system. Man arbetar på olika typer av arbetsplatser för att identifiera och klassificera vad som är ett bra system ur användarsynpunkt. LO har stöd av forskare från KTH, som bekostas av medel från forskningsmyndigheten Vinnova.

2000-talet: nu och framåt

Internet medverkar nu till att skapa möjligheter till mångfald och på det sättet ersätta arbetet med antidiskriminering. Och när konsumentmakten ökat kompletterar det lagar och avtal.

Idag ingår datasystem i var kvinnas och mans vardag. Det ställer skärpta krav på användarstyrning, men det gör också systemutvecklarna beroende av användarna för att få sina alster utnyttjade.

På Internet gäller det att göra sig tillgänglig och lätthanterlig. Det gäller att förmedla intressant information på ett effektivt sätt. Det gäller att se mångfalden i användarna som en utmaning och potential. Mångfald är ett ord som kan betyda samma sak som att inte diskriminera, men det uttrycker ett helt annat perspektiv.

Det ställer helt nya krav på ledare, lärare, systemutvecklare, affärsidkare, politiker m fl. Det innebär inte rätt för någon individ att ta för sig på andras bekostnad, utan krav på varje individ att sätta sig in i övriga individers situation och behov för att åstadkomma en effektiv medverkan och kommunikation.

IT och Internet ger individen makt. Arbetsgivare måste lära sig skapa och utnyttja mångfald för att vara produktiva och lönsamma. Den nya tekniken medför nu i början av 2000-talet att skapande av utvecklande arbeten i arbetsorganisationen och iscensättande av mångfaldsgrupper blir en överlevnadsfråga i arbetslivet, snarare än en etisk fråga om att inte diskriminera.

Internet har inneburit att en stor del av utvecklingen av gränssnittsstandarden har flyttats ut från arbetslivets hierarkier till en fri konsumentmarknad. Det finns ingen fungerande världslagstiftning som tryggar allas tillgänglighet på Internet. Däremot finns det starka marknadskrav som verkar för mångfald.

I Sverige har individerna stärkts för att kunna ta för sig i det nya bl a genom Kunskapslyftet. Det har gett IT-kunskaper tillsammans med kunskaper i kärnämnena svenska och matematik på treårig gymnasienivå till hundratusentals svenskar, hemdatorn, massiv uppbyggnad av IT-forskning och utbildning på högskolor och universitet, SUNET på högskolor-

na och skoldatanätet, ITIS för uppbyggnad av IT-kompetens i lärarkåren och IT-teknik på skolorna och mycket annat.

På forskningsområdet har den tillämpade, näringslivsrelevanta forskningsorganisationen möblerats om igen. En central del i resonemangen inför skapandet av den nya myndigheten Vinnova har handlat om att främja användningen av IT för breda grupper för att åstadkomma förnyelse av arbetslivet, tillväxt och innovation. Ett av de första nya forskningsprogrammen heter IT-användning.

Det innebär en väsentlig lägesförändring för användarfrågornas tyngd jämfört med för 20 år sedan då det perspektivet var lite främmande och märkligt i en teknikforskningsorganisation. Det fick existera i marginalen. Idag är samma tema helt centralt i den nya teknikmyndighetens uppdrag. Nu har tekniken kommit så långt att det bör gå att finna bra och utvecklande IT-lösningar för dem som gör jobbet i verkstäder, butiker, hemsjukvården, pizzabagerier och musikstudior. Det kommer att utmana maktstrukturerna och de etablerade yrkesrollerna i arbetslivet, men är avgörande för om Sverige ska behålla och utveckla sin konkurrenssituation i den globala ekonomin.

Jag hoppas och tror därför att vi det närmaste decenniet får se slutanvändarna både som egenutvecklare och som konsumentkung i systemutvecklingen.

LITTERATUR

Braverman, Harry, *Arbete och monopolkapital: arbetets degradering i det tjugonde århundradet.* Stockholm, 1977

Data- och elektronikkommittén, *Datateknik och industriell förnyelse: slutbetänkande.* Stockholm, 1984 (SOU 1984:51)

Dataeffektutredningen, *Datorer och arbetslivets förändring: betänkande.* Stockholm, 1984 (SOU 1984:20)

Myrdal, Jan, *Rapport från kinesisk by.* Stockholm, 1963

Utbult, Mats, *Vi väljer vår framtid.* 1.3 uppl. Stockholm, 1984

Utmaningen : en skrift från LO om hur vi kan lära, erövra och använda den nya tekniken. Stockholm, 1986

OBS!

en spegelram förgylld med
rtiernas bö; ej vidröras. Ds
r Lyla eller fuktighet uppk
partierna vilja absolut ej
er dessamma av sig själv, d
me!
ntorkning får ej torkas me
tim rekommenderas!

ÖSTERLUNDS

OLA LARSMO

Anden i maskinen

Berättelser på papper och i dator

För inte särskilt många år sedan – säga fyra eller fem – kunde man läsa en besynnerlig sorts profetior lite här och var i pressen. Frågan gällde "bokens död". Internet hade letat sig ut till en större allmänhet och nu, bevars, skulle det bli ändring på saker och ting. I en sorts teknikhistorisk förenkling som man lånat från paleontologin, eller i alla fall från Jurassic Park, ställe man "ny" teknologi mot "gammal". Dator – nytt, bok – gammalt, bort med det gamla. Ett känt konsultföretag i Stockholmstrakten (nej, inga namn) hävdade på konferens efter konferens att dagstidningar på papper skulle vara väck inom fem år och böcker skulle vi inte bara tala om. Det var 1995. Jag tittade lite ängsligt i brevlådan under förra året, men nog låg morgontidningen där, åtminstone de dagar som tidningsbudet inte hade influensa.

Jo, man kan skratta åt den sortens viktigpetterheter, och påminna sig hur var gång en ny teknik står för dörren de stora förståsigpåarna kommer och skall tala om hur allt snart går åt skogen, alternativt blir ljust och vackert. I Fjodor Dostojevskijs roman *Idioten* från 1868 finns en liten besynnerlig biperson som sitter och oroar sig för att järnvägarna är Antikrist och kommer att förstöra den europeiska kulturen.

Aningen allvarligare är då den oro man kan möta hos människor med stort intresse för kultur. Under samma tid – och kanske just på grund av ytligheter som de jag försökt referera ovan – kunde man höra folk inom den så kallade "kultursektorn" (hemskt ord) bekymra sig just för teknikens

Handsatta blytyper från Sjöqvist Tryckeri i Stockholm. Från utställningen *Det tryckta ordet* på Tekniska museet.
FOTO NISSE CRONESTRAND, TEKNISKA MUSEET

nya språng, att det skulle utgöra ett hot mot kulturintresset, ställa sig i vägen för människors möjligheter att ta till sig litteratur, konst, musik...

Milda makter. Jag kan bli alldeles kallsvettig av denna speciella form av digitala klyftor. Ska det vara så svårt för alla inblandade parter att se samspelet mellan kultur och teknologi? Hur till exempel den moderna boken är en tekniskt avancerad produkt, inte bara som föremål, utan även på så sätt att litteraturen förvaltar människans och samhällets möte med teknikens förändringar.[1]

Låt oss ta några exempel.

Italo Calvino

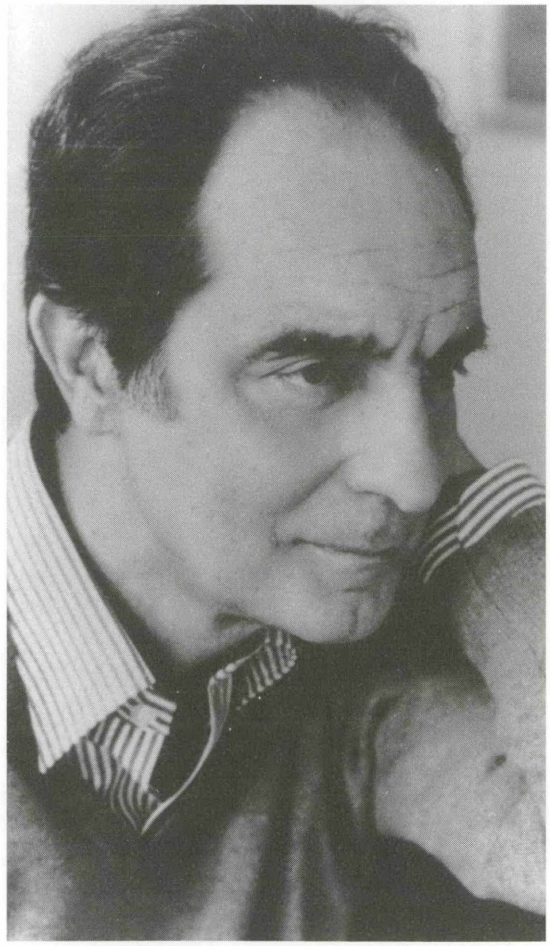
I mitten av åttiotalet blev Italo Calvinos roman *Om en vinternatt en resande* till ett slags kultbok. Romanen kan se ut som det stora sabotaget mot en stelnad romangenre, och är det också: en roman som bara börjar och börjar, där förutsättningarna ständigt förändras, där läsaren dras in i handlingen med och mot sin vilja och dyker upp i romanen som huvudpersonen "du". Och romanen är allvarlig, den handlar om litteraturen, läsandets möjligheter. Den är inte ett dugg frivol. Intressant nog handlar den i långa stycken också om läsandet som *teknik*.

Redan första kapitlet slår undan fötterna på alla rimliga läsarförväntningar:

"Du skall just börja läsa Italo Calvinos nya roman *Om en vinternatt en resande*. Slappna av. Koncentrera dig. Avlägsna alla ovidkommande tankar. Låt världen omkring dig flyta ut i något obestämt. Det är bäst du stänger dörren; teven står alltid på därinne. Säg genast till de andra: 'Nej, jag vill inte titta på TV!' Höj rösten, annars hör de dig inte för allt oväsen; säg det högre, skrik: 'Jag skall just börja läsa Italo Calvinos nya roman!' Eller säg ingenting, om du inte vill. Låt oss hoppas att de låter dig vara ifred."

Man skulle kunna ägna detta korta första kapitel en ordentlig studie: det rymmer hur

Italo Calvino.
FOTO J BAUER, BONNIERS FÖRLAG



mycket historisk kunskap om "läsandet" som helst – mellan raderna. Man kan notera att teven, romanläsandets formella ärkefiende, naturligtvis finns med redan från början. Men det är nästan svårt att urskilja hur mycket av litteraturens praktiska historia som här står inskriven: Calvino går igenom läsandets historia (vid pulpet, på hästrygg), han nämner belysningens betydelse. Samt inte minst detta: "låt oss hoppas att de lämnar dig ifred."

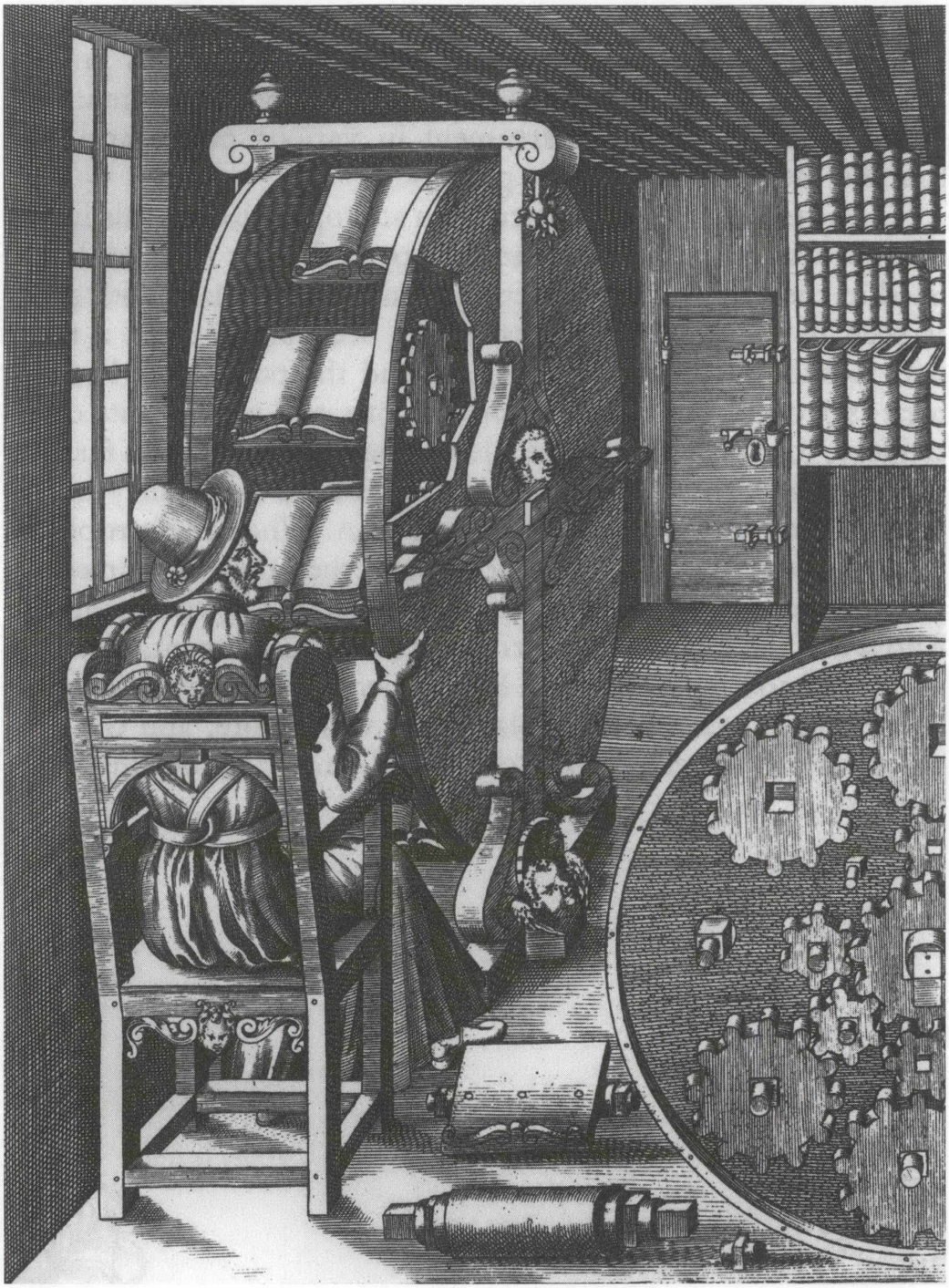
Calvino, som var en litteraturhistoriskt och teknologiskt mycket bevandrad författare, vet mycket väl att romanen har en historia av samspel med tekniken. Att romankonsten på sätt och vis alltid samspelar med tekniken. Här finns ett historiskt spår att följa, från den där lägerelden där den muntliga berättelsen redan fanns på plats och ända fram till det digitala nuet. Låt oss följa det en stund.

Tal och text

I sin bok *Muntlig och skriftlig kultur* gör Walter J Ong ett vältaligt försök att utforska den enorma skillnaden mellan just det muntliga och det skriftliga sättet att förhålla sig till information – och till berättelser. Hur genomgripande skiftet från den förra till den senare egentligen är kan vara mycket svårt att föreställa sig. Att tolka världen utifrån sin förmåga att skriva, att söka kunskap via boksidan istället för genom *hör*sägen och direkt förmedlad erfarenhet, innebär, som han skriver, en "invertering av det mänskliga medvetandet". Som Ong påpekar för det med sig att synen istället för hörseln blir det viktigaste, mest trovärdiga sinnet när vi (be)griper vår omvärld; liksom att människans rumsuppfattning en gång för alla omstruktureras. Som Ong formulerar det:

"Det finns knappast någon talspråklig kultur (eller övervägande talspråklig kultur) kvar i världen idag, som inte på något sätt är medveten om det stora komplex av möjligheter som i avsaknad av en skriftlig kultur för alltid är utom räckhåll. Medvetandet härom är en plåga för människor rotade i en primärt talspråklig kultur, vilka hett åstundar att kunna läsa och skriva, men som mycket väl vet att färden till de läs- och skrivkunnigas spännande värld också innebär att lämna bakom sig mycket av det som man varit djupt fästad vid i den tidigare talspråkliga världen. Vi måste dö för att leva vidare."[2]

Att det skrivna språket på ett plan hängde samman med döden var uppenbart, vilket muntliga författare som möter skriften är mycket medvetna om. Ong har också ett intressant resonemang om skriftens koppling till ett nytt dödsmedvetande.



"En av de mest förbryllande paradoxerna inom skrivkonsten är dess nära samband med döden. Detta samband antyds genom Platons anklagelse att skrivandet är omänskligt, tingliknande och fördärvligt för minnet. Sambandet är också tydligt framträdande i oräkneliga referenser till skrift /.../ Detta paradoxala faktum att texten till sin karaktär är död, att den avlägsnat sig från den levande mänskliga livsvärlden, att den stelnat i en fixerad form, är en garanti för dess beständighet och dess möjlighet att återupplivas i ett obegränsat antal levande sammanhang genom ett potentiellt antal läsare."[3]

Det finns ännu en aspekt av detta som Ong berör. Genom att föra över de erfarenheter som kodats i muntliga berättelser till en skriven text kopplas dessa erfarenheter för första gången loss ur en personligt överförd kedja av röster, på sätt och vis ut ur det mänskliga minnet som levande funktion: förlorar sin relation till det biologiska sammanhanget av liv, arbete, ljud – och död. I en kontext, där den muntliga berättelsen var själva grundkoden i tolkandet av den egna världen, får en sådan handling symboliska övertoner vi endast kan ana; särskilt som det gäller ett språk och en berättelsekrets man tidigare i historien bevarat med risk för livet. Skriften dödar, frälser till evigt liv: den religiösa tolkningen är inte långt borta.

I Ray Bradburys roman *Fahrenheit 451* turneras däremot denna problematik på ett litet oväntat vis. Bradbury skildrar ett framtida samhälle som försökt befria sig från detta skriftens dödsmedvetande, med en evig och tillkämpad naivitet som följd. Vad Bradbury fruktar är en skrift- (och litteratur-) lös framtid. Och här har litteraturen, i betydelsen klassiska verk, på ett besynnerligt sätt åter blivit "levande" – genom att bevaras i utvalda människors huvuden och munnar. Vad Bradbury påminner om, på ett subtilt sätt, är att "litteraturen" inte är beroende av "boken". Papper brinner vid 451 grader Fahrenheit. Texten, berättelsen, är och förblir något annat. Den kan vara odödlig utan att vara nedskriven.

Men på vilket sätt förändras då litteraturen då den inte är en bok? Kanske blir rentav andra sidor av dess förmågor synliga – på nytt eller för första gången?

Forma texter och sprida dem

Det finns anledning att dröja vid vad som sker när romangenren under sjuttonhundratalets slut växer fram som den breda, "folkliga" och skriftbaserade genren för förmedlade berättelser. Man skall också nogsamt påminna sig att detta sker som en följd av ett antal teknologiska tillämpningar. Romanen, som vi känner den, är en teknologisk uppfinning, ett

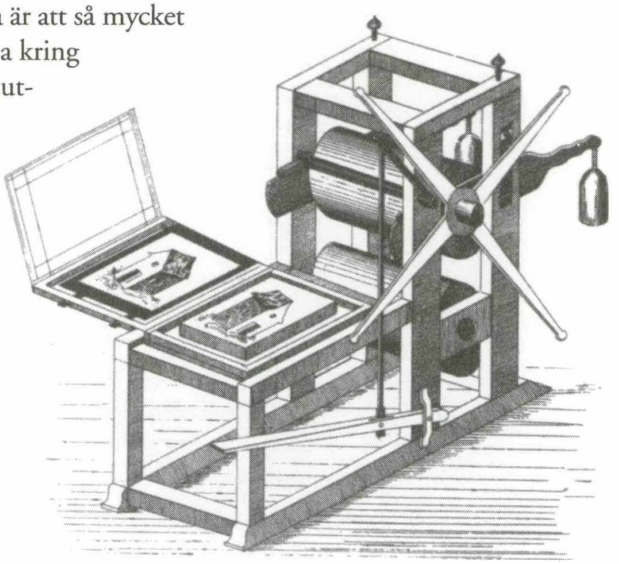
Läsmaskin ur Agostino Ramellis Le diverse et artificiose machine, 1588.

tekniskt medium. Den rymmer begränsningar och möjligheter som är unika för den form romanen får – som en följd av ett samspel mellan olika former av tillämpad teknologi.

Vad Gutenberg – och hans kolleger – gjorde vid fjortonhundratalets mitt var att koppla ihop. Kunskapen om papper, trycksvärta och möjligheten att mångfaldiga skrift hade skvätt för skvätt läckt till Europa via Sidenvägen, ofta över arabiskt område. Vad européerna själva bidrog med var sitt förenklade alfabet, som gjorde det lättare att utveckla typografin, tryckandet av text med utbytbara typer gjutna i metall. Med sin bakgrund som guldsmed var Gutenberg rätt person för att bokstavligen sätta rätt bit på rätt plats.

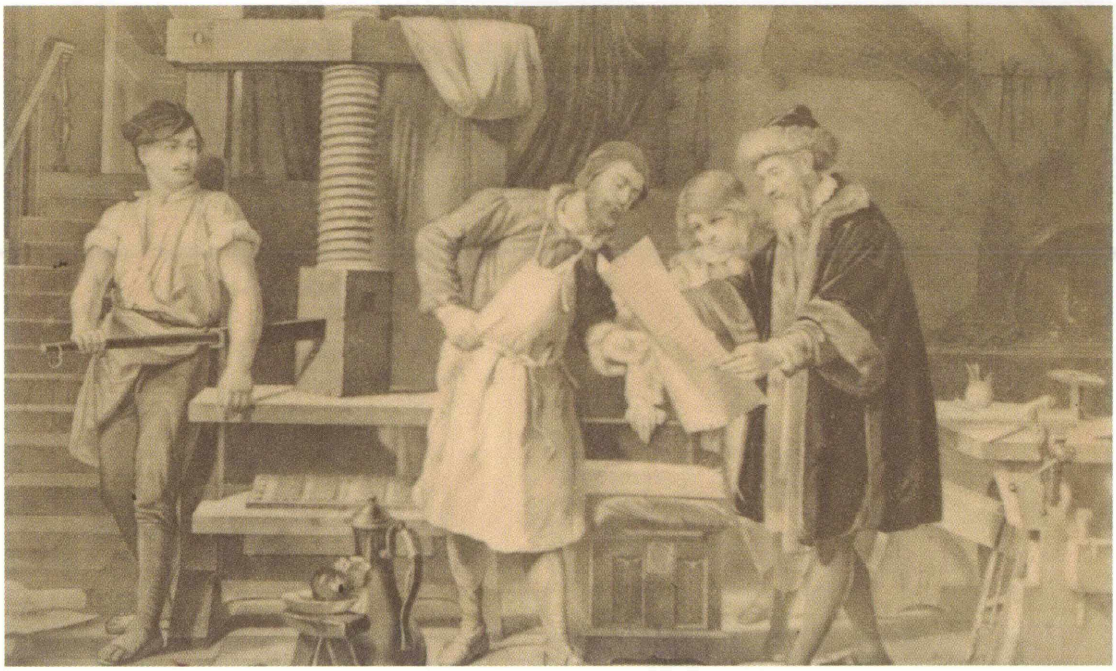
Intressant nog är det något liknande som sker 1950, när ingenjören Douglas Engelbart på väg till arbetet får en snilleblixt. Varför inte koppla datorer – eller "elektroniska minnen" – till TV-skärmar? Och varför inte haka på ett pekdon och ett tangentbord? Själv hade han arbetat med radar och tyckte inte det verkade omöjligt. Det tog dock några decennier och många sköna skattedollar innan prylen stod färdig – och Engelbart är en av dem som kan ta åt sig en del av äran av att vara en av persondatorns pionjärer.

Det finns uppenbara paralleller mellan de båda genombrotten. Men går man litet mer på djupet kan man finna andra samband, andra kopplingar mellan Tryckpressrevolutionen och Nätet som kan tyckas mer förbryllande, men som kanske är av större intresse för förståelsen av samspelet maskin–samhälle. Jag tänker inte minst på vad som skedde under sjuttonhundratalets andra hälft. Det märkliga är att så mycket av debatten, farhågorna och förhoppningarna kring den digitala kommunikationen luktar just sjuttonhundratal. Ty mot slutet av det århundradet står tryckkonsten inför en ny tröskel.



Senefelders första cylinderpress från 1796.
GRAFISKA MUSEET

Den gamla bygelpressen har ännu inte tjänat ut, men förfinats till gränsen för sin förmåga. Runt sekelskifteshörnet väntar sådant som rotationspressen, ångtryckpressen eller "snällpressen". Men tryckkonsten, alltså mångfaldigandet och spridandet av text, ingår som en komponent i det sammelsurium av tekniska, ekonomiska och ideologiska förändringar som leder upp till franska revolutionen.



Boktryckarkonstens uppfinnare Gutenberg i sin verkstad. Rekonstruktion.
FOTO J PEDERSEN, VISBY 1860-TALET. TEKNISKA MUSEETS ARKIV

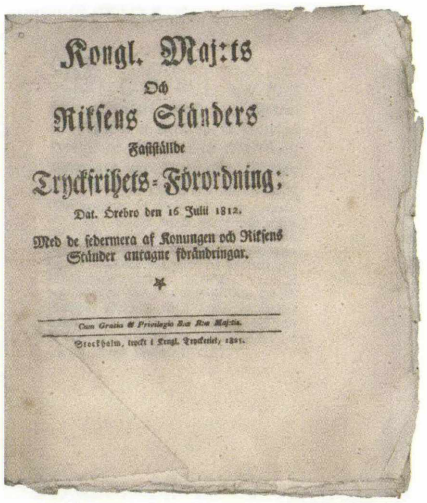
Det hela skildras i litteratursociologen Robert Darntons numera klassiska studie *Boken i rännstenen* – hur den franska revolutionens stolta skepp gungar fram på en störtflod av snuskiga småtryck. Darnton excellerar i berättelser om det stora, litterära trasproletariat som i l'ancien régime-Frankrike slåss mot salongerna, mot censorerna och polisens mer eller mindre diskreta försök att hindra nya idéer från att spridas.

Det är via det tryckta ordet som den gamla staten undermineras. Det är visserligen inte ens halva sanningen, men tycks ha varit den uppfattning som makthavarna själva slöt sig till. Man får också lägga till *distributionen* – diligensväsendet fungerade alltmer likt senare tiders järnväg och förbjudna franska skrifter trycktes med fördel i det liberala Holland. Det är också vid denna tidpunkt som nästan alla de litterära genrer vi idag tar för givna får sin igenkännliga form. Romanen, följetongen, debattboken, uppslagsverket, dagspressen, tidskriften och även reklamen – alla växer de ut inom en ny typ av offentlighet med helt nya egenskaper.

När *Boken i rännstenen* skrevs 1984 var Internet ännu inte en kulturell angelägenhet. Men när Darnton 1995 återvänder till den kejserliga censuren i sin *Censorship in comparative perspective* börjar något att låta bekant. Här jämför han den sönderfallande monarkin Frankrikes censur med det

lika eroderande Östtysklands motsvarighet. Han ser uppenbara paralleller. Men det finns också något i sjuttonhundratalets franska försök att tämja den alltmer fritt framvällande floden av trycksaker som kan leda tankarna till den skräck Nätet tills helt nyligen förknippades med. Darnton listar tre typer av genrer 1700-talscensorerna var särskilt bekymrade för:

- *Pornografin,* som enligt honom då hade en klart radikal tendens i det att den "framställde makthavare i pinsamma situationer".
- *Självbiografiska texter av tjuvar och mördare,* som var en allt populärare genre.
- Samt, inte minst förvånande: *reseskildringar* från USA, den farliga, revolutionära republiken i väster.


Kongl. Maj:ts
Och
Rikets Ständers
Fastställde
Tryckfrihets-Förordning;
Dat. Örebro den 16 Julii 1812.
Med de sedermera af Konungen och Rikets Stänber antagne förändringar.

Det rör sig om tre genrer: porr, våld, politisk extremism. Förmedlade till en växande och okontrollerbar läsarskara i hela landet, för att inte säga hela västvärlden, via ett nytt och billigt medium. Är det någon som ser paralleller?

Titelbladet till tryckfrihetsförordningen från 1812, där tryckfriheten inskränks med den s k indragningsmakten som ger hovkanslern rätt att stoppa utgivningen av en tidning. Från utställningen *Det tryckta ordet* på Tekniska museet.

Romanens födelse

Det sker också något annat – från muntlig, kollektiv, i mörker blir den långa berättelsen upplyst, tyst, privat. Något man ägnar sig åt i avskildhet, "stör mig inte, jag läser". Men samtidigt, och detta är viktigt: den individuella läsningen är något man ägnar sig åt för sig själv – men inte ensam. Vare sig det handlar om en revolutionär pamflett eller en tidig roman som Samuel Richardsons *Pamela* från 1741 är stora grupper av läsare för första gången inloggade på ett oöverskådligt, om man så vill "virtuellt" nätverk där ingen vet hur många som samtidigt, eller oberoende av ett givet klockslag eller en given plats, deltar i samma berättelse, samma text.

I en numera klassisk studie, *The Rise of the Novel,* visade litteraturvetaren Ian Watt hur den moderna romanen föddes just ur 1700-talets tekniska landvinningar och sociala rörlighet. Han hävdade att ett antal faktorer man vanligen inte förknippar med estetik, som utbredningen av artificiell belysning ("oljelampan") och förekomsten av en "fritid" för breda befolkningslager (hur marginell den än kunde vara) skapade utrymme för den sorts följetonger i häftesform som författare som Richardson, Fielding och småningom Dickens författade och sålde på en ny litterär marknad.[4]

Ur detta kommer en helt ny genre. Romanen, så som vi känner den. Den såg litet annorlunda ut när det begav sig. Det är naturligtvis ingen



Polisen slår till mot nihilisttidningen *Folkviljans* tryckeri i S:t Petersburg 1880.
TEKNISKA MUSEETS ARKIV

slump att vildsinta, litterära experiment som Sternes *Tristram Shandy* eller Almqvists *Törnrosens bok* kommer till i begynnelsen av en ny genre och en ny litterär institution. Allt är ju möjligt.

Den litterära berättelsen som sådan föds dock icke som en Afrodite ur tryckpressens dån. Den är djupt integrerad med språket som sådant.

Däremot: det sätt på vilket en modern berättelse förmedlas till sin läsare (tittare, åhörare) påverkar naturligtvis den arsenal av berättargrepp som visar sig adekvata. Vissa sidor av berättarkonsten hamnar i skymundan, andra förstoras. En romanförfattare – en god sådan – lyckas till läsaren förmedla känslan av ett tonfall, en röst. Men hon eller han är bokstavligen stum. Däremot har den skriftlige författaren andra verkningsmedel som den muntlige saknar.

Men detta är självklarheter. Vad har då sådant med IT att skaffa?

Utan att överdriva: de tekniska resurser som nu står till förfogande kan frigöra andra sidor av texten och berättandet än de vi vant oss vid under, säg, de senaste tvåhundra åren.

... och återfödelse

Begreppet "hypertext" har på sistone dykt upp både här och där, främst som en teknisk term. Den härleds ur det programmeringsspråk, HTML (HyperText Markup Language) som var den första normen för webläsare av Netscapes och Mosaics typ. Det är vad som gör en rad "klickbar": för markören hit och tryck så leder länken dig någon annanstans; till ett annat stycke i samma text eller till ett annat dokument, i en annan dator, på en annan kontinent....

Det är i detta sammanhang viktigt att påminna sig ett grundläggande faktum. Internet är språk. Det är uppbyggt av språk. Från maskinkoden till hemsidor och dokument. Denna "språklighet" har också lett till en aktivering av användarnas språkliga färdigheter. För att vara inne i nätkulturen måste man uttrycka sig väl, begripligt, kort, gärna snärtigt och vitsigt.

Internets språklighet har också lett till andra intressanta effekter – som renässansen för brevkulturen. Aldrig har den varit så levande som nu, inte sedan sjuttonhundratalet.

Men begreppet "hypertext" har också inomlitterära betydelser. Som Espen Aarseth påpekat i sin bok *Cybertext* aktiverar hypertexten de icke-linjära sidorna hos (den litterära) texten. Sedan 1700-talet har vi i viss mån vant oss vid att betrakta en litterär text som en enda sträng av ord, som börjar längst upp till vänster på första sidan och slutar längst ned till höger på den sista. Men varje läsare vet också att en litterär text inte bara är beskaffad på det sättet. Den hänger samman genom otaliga anspelningar, öppna eller dolda korrespondenser, tillbakablickar, metaforiska spel. Dessa arbetar mellan bokens pärmar och skapar en spänning i berättelsen.

Det är inte minst viktigt att påminna sig vad ett sådant sätt att förhålla sig till text i digital form gör med läsaren, hur förhållningssättet till text, och till romaner, kan lossas från en speciell läsart vi tränats in i genom ett långvarigt umgänge med ett visst tekniskt medium, nämligen "Codex-boken", eller lådan av kokta tallar.

Ty just en längtan att befria sig ur codexbokens begränsningar har funnits genom hela den moderna litteraturens historia. Det är en genomgående tendens hos all den litteratur som av somliga brukar avfärdas som "svår" eller "avantgardistisk". Men djupast handlar det om att man inser att det medium man är hänvisad till bara tillåter en del av litteraturens verkningsmedel.

Låt oss säga att Joyce kunnat skriva *Finnegans Wake* med hypertextens hjälp. De som läst den vet att den är tänkt som en cirkelkomposition, utan början eller slut. När man stängt pärmarna kring boken, om man nu



Några volymer ur museets trädbibliotek där varje volym är gjord av ett visst träslag och visar dess karaktär och egenskaper. TM 10604.
FOTO NISSE CRONESTRAND, TEKNISKA MUSEET

kommer så långt, uppfattar man nog detta som en form av stilisering: den börjar ju på sidan ett och slutar – i samma mening – på sidan 628. Vad Joyce velat uppnå var ett sätt att berätta som finns i berättartraditionen som sådan, men som inte låter sig upprättas i boken–artefakten. Ett urgammalt grepp, som blir möjligt i skriftlig form först i hypertextformat.

Det skall tilläggas att ingen *läser* ett verk som *Finnegans Wake*, om man med läser menar att följa en berättelse linjärt, från början till slut eller från "pärm till pärm". Det är inte ens säkert att det är det enda "giltiga" sättet att läsa en längre prosatext. Torsten Ekbom skrev en gång att det med ett verk som *Finnegans Wake* mer handlar om att låta sig sänkas ned i ett visst stämningsläge, vistas i ett särskilt meningsuniversum, vilket naturligtvis är ett lika legitimt sätt att närma sig prosa som att ägna sig åt en elegant dans längs den tryckta textens lina. Alla vet vad som menas med att "försjunka i en bok".

I det här sammanhanget kan det vara intressant att påminna oss om hur kybernetiken redan mött litteraturen och konsten i vid mening vid ett tidigare tillfälle, och då med intressanta resultat. Jag tänker på det tidiga sextiotalet, då Norbert Wieners tankar om "kybernetiken" slog igenom i intellektuella sammanhang – av den enkla anledningen att det handlade

om sätt att beskriva kommunikation och samhällen, helt enkelt sammanhang som romanförfattare och poeter med nödvändighet är intresserade av. Kybernetiken är på sätt och vis en dold kod inom mycket av sextiotalets intressantare kulturyttringar, vare sig man tänker på konst som Jean Tinguelys skrotskulpturer, Philip Glass minimalistiska musik och elektronmusiken i allmänhet – och en del mycket intressanta litterära experiment. Ett underligt uttryck som ständigt återkommer i samband med dessa, för många obskyra experiment, är "demokratisk konst".

Ett av de intressantaste experimenten på svensk botten, som inspirerats från ett sådant håll, är P O Enquists experimentroman *Hess*. Den är labyrintisk, den berättar inte en story med början, mitt och slut, det är tveksamt om det finns en episk "berättelse" mellan pärmarna – men vad som finns här i övermått är en rikedom av starka och gåtfulla ögonblick.

I en intervju i *Ord & Bild* 1964 säger Enquist också att han "skulle vilja skriva en roman som fullständigt öppet redovisar hela sin tillkomsthistoria, alla sina återvändsgränder, blindspår, återtagningar och misslyckanden – en helt öppen roman... jag tror nämligen att det är mycket viktigt att avstå från den romanens glänsande polityr som visserligen imponerar på läsaren, men ändå skapar distans. Om läsaren drivs in i skapelseprocessen, drivs att uppleva misslyckandena, upplever hur materialet forceras, då får han tillgång till något mycket viktigt: inte ett färdigt resultat, inte ett genomorganiserat material, utan en mall för en arbetsprocess... Då blir inga återvändsgränder meningslösa, eftersom läsaren varit med hela tiden /.../"

Det är naturligtvis *Hess* han talar om. "Om läsaren drivs in i skapelseprocessen". "En helt öppen roman". Här klarnar det, med den "demokratiska" drömmen hos avantgardet. Läsaren som delaktig medskapare, insläppt i labyrinten av författaren, där inget "fel" och "rätt" är självklart. Naturligtvis är det en sorts *jämlikhetsdröm* som skisseras här. En radikal jämlikhet, där konstnären inte är "geniet" överordnat "läsaren". Och samtidigt en dröm om delaktighet. Måhända en fåfäng sådan. Men helt uppenbart är *Hess* och alla dess litterära syskon ett uttryck för hur den litterära berättelsen låter sig inspireras av *vad som är tekniskt möjligt.*

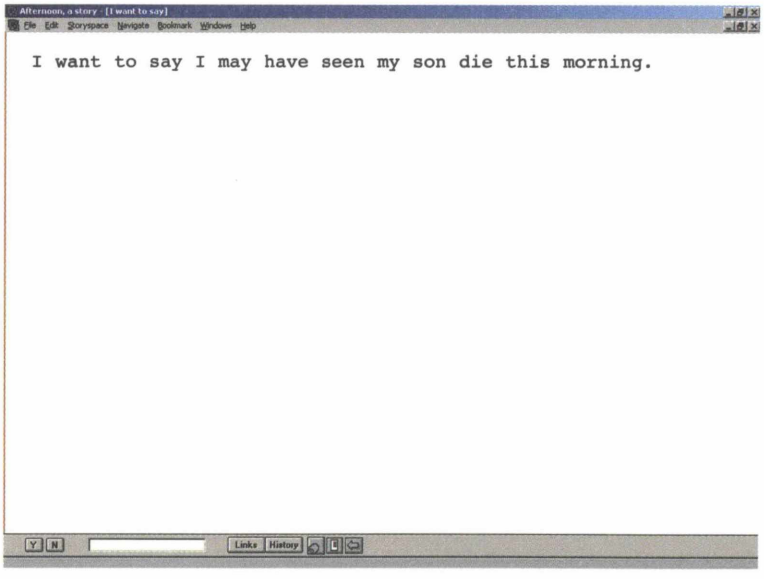
Vår tids nya teknik – och hypertexten

På samma sätt som sjuttonhundratalets romaner skrevs i en värld där kanalväsendet och småningom järnvägarna drog sina linjära banor genom landet skrivs romaner idag i en värld där kommunikationerna ser helt annorlunda ut. Så varför skulle man inte inspireras av detta? Vari består egentligen det "hotfulla" i det?

Intressant nog har "hypertextromanen" också redan begåvats med en klassiker. Jag tänker på den i vissa sammanhang söndertjatade, i andra ännu okända *Afternoon* av Michael Joyce, vars första version förelåg så tidigt som 1987. Den har aldrig tryckts, utan sprids uteslutande på diskett eller över Internet. Kusligt nog har Joyce, som kanske den hittills ende, lyckats skriva en roman som verkligen är gripande och spännande – men som saknar början och slut och som inte går att ge ut mellan pärmar. Hade han inte gjort det skulle genren ännu bara befinna sig på det teoretiska planet.

Romanen är skriven i programmet WritingSpace och installeras på datorn. När man börjar läsa den kommer olika sidor upp, sällan i samma ordning två gånger i rad. Vad man möter är det splittrade medvetandet hos en man som tror att han sett sin före detta frus bil utbränd i diket. När han kommer till arbetet försöker han förtvivlat ringa henne, men får inget svar. Hur är det egentligen? Vad har hänt med deras son? Och vems fel var egentligen olyckan?

Det skulle kunna ha sett ut som en spetsfundighet, som en lek med teknikens möjligheter. Och en lek är det naturligtvis, som all konst på ett plan är det, men en lek på stort allvar. Det känner också läsaren när han eller hon gång på gång konfronteras med roman"sidan":



Skärmutskrift av en sida ur Michael Joyces *Afternoon*.

Detta går inte att berätta på något annat vis. Det är en roman. Men du hittar den inte på bibliotekets hyllor. Inte än.

Jag skulle vilja sluta med att återvända till Italo Calvino, en av de betydelsefulla författare som sett mötet mellan kybernetik och litteratur som något viktigt, för att inte säga avgörande.

Calvino dog 1985, men på nätet är han märkligt levande, eller i alla fall närvarande: gör man en sökning på "Italo Calvino" får man i skrivande stund sjuttontusen träffar. Det finns ett stort antal sajter vikta åt hans författarskap, flera av dem utmärkta. Det är tydligt att han är en av de författare som vunnit närvarorätt i den digitala zonen – och den Calvino man möter där är inte minst den som 1980 skrev essän *Kybernetik och spöken.* Han argumenterar här, utifrån strukturalistiska idéer, för att litteraturen är just ett nätverk, utan början eller slut – och att den föregriper "moderna" sätt att kommunicera och sprida information. Inför dagens Internet hade han knappast stått främmande.

Lätt sagt. Men Calvino var ingen frihjulande teknikoptimist. Tvärtom såg han något i litteraturen som behövde värnas i mötet med den nya tekniken. I sin sista bok, essäsamlingen *Sex punkter inför nästa årtusende* (postumt utgiven 1994) försöker han urskilja några av litteraturens viktigaste verkningsmedel, samtidigt som han känner oro inför litteraturens framtid. Som han skriver: "Varför känner jag ett behov av att försvara värden som för många kan förefalla självklara? Jag tror att jag sporras till detta av en allergi eller överkänslighet jag har: det tycks mig som om språket alltid används på en höft, som det faller sig, slarvigt, och detta plågar mig outhärdligt." Han går vidare till att beskriva denna brist på exakthet som "en farsot".

Sex punkter... handlar verkligen om ett försök att rädda vissa litterära värden in nästa årtusende. Men ingenstans i boken finner man ett försvar för det linjära, enkelriktade berättande som vi ofta slarvigt och självklart förknippar med "romaner". Det var tydligen ett värde han inte fann mödan värt att försvara.

NOTER

1. Ett utmärkt exempel på detta är Marcel Proust. Om detta kan man läsa i Sara Danius fina essäbok *Prousts motor.*
2. Ong, s 27.
3. Ong, s 97.
4. Lars Furuland har kartlagt ett liknande förlopp på svensk botten i essäsamlingen *Ljus över landet.*

REFERENSER

Aarseth, Espen, *Cybertext.* Baltimore, Mld, 1997
Almqvist, Carl Jonas Love, *Törnrosens bok.* Stockholm, 1832–1851
Bradbury, Ray, *Fahrenheit 451.* New York, 1950
Calvino, Italo, *Om en vinternatt en resande.* Stockholm, 1983
–, *Six memos for the next millenium.* Cambridge, Mass, 1988
–, *Sex punkter inför nästa årtusende: amerikanska föreläsningar.* Stockholm, 1999
–, "Kybernetik och spöken", *Ord & Bild,* 2–3, 2000
Danius, Sara, *Prousts motor.* Stockholm, 2000
Darnton, Robert, *Boken i rännstenen: bland författare, kolportörer och boktryckare i upplysningstidens undre värld.* Stockholm, 1984
–, *Censorship in comparative perspective: France, 1789 – East Germany, 1989.* Stockholm, 1995
Dostojevskij, Fjodor, *Idioten.* Stockholm, 1997 (senaste svenska uppl)
Enquist, P O, *Hess.* Stockholm, 1966
Furuland, Lars, *Ljus över landet och andra litteratursociologiska uppsatser.* Hedemora, 1991
Joyce, James, *Finnegans wake.* London, 1939
Joyce, Michael, *Afternoon, a story (elektronisk resurs).* Watertown, Mass, 1987
Ong, Walter J, *Muntlig och skriftlig kultur: teknologiseringen av ordet.* Göteborg, 1990
Richardson, Samuel, *Pamela, or, Virtue rewarded.* England, 1741
Sterne, Laurence, *The life and opinions of Tristram Shandy, gentleman.* Leipzig, 1849
Watt, Ian, *The rise of the novel: studies in Defoe, Richardson and Fielding.* London, 1957



OVE HALÉN

Datorer i Tekniska museets samlingar

Då temat för den här volymen av Daedalus handlar om informationsteknik, så skulle jag tro att det första folk tänker på när de hör detta ord, eller förkortningarna IT eller IT-samhället, är datorer. Det är också temat för det här kapitlet, men mer specifikt om datorer i Tekniska museets samlingar.

Men först en tids- och begreppsmässig avgränsning. När börjar egentligen IT-samhället och datoråldern rent kronologiskt och vad står termerna för? Världens två första elektroniska datorer kom båda 1939 och hette dels Zuse 2, efter dess tyske upphovsman Konrad Zuse (Augarten 1984:93 f; Williams 1997:215), dels ABC datorn, uppkallad efter amerikanerna John V Atanasoff och Clifford Berry (Williams 1997:265). Dessa datorer inledde datoråldern. Under det följande decenniet, krigets 1940-tal, var datorerna ytterst få, lägenhetsstora i format och användes främst för militära ändamål. Under 1950-talet kom de första datorerna som marknadsfördes mot företagen samtidigt som de krympte till rums- och klädkammarstorlek. På 1960-talet blev datorerna ungefär garderobsstora till formatet men var fortfarande väldigt dyra i inköp. De kostade ofta en halv miljon- upp till flera miljoner kronor, vilket begränsade spridningen. Datorerna påverkade naturligtvis produktiviteten och forskningens resultat i positiv mening hos de företag och institutioner som hade råd, men kan vi verkligen dra slutsatsen att de påverkade samhället under 1950- och 1960-talen till den grad att vi kan tala om en samhällsomvandling, ett IT-samhälle, av

En hel del av datorerna i Tekniska museets samlingar är placerade i magasin i väntan på eventuell forskning och utställning.
FOTO TRULS NORD, TEKNISKA MUSEET

samma storleksordning som förändringarna under industrisamhällets uppkomst?

Jag tror inte det. Däremot anser jag att det är möjligt att sätta startpunkten för IT-samhället till omkring 1977, i och med att den första *färdigmonterade* persondatorn, Apple II, levererades det året av Apple Computer Company. Denna blev en stor försäljningsframgång. Även Commodore, Tandy Radio Shack och Texas Instruments lanserade framgångsrikt persondatorer i slutet av 1970-talet. Det som gjorde denna revolution möjlig var uppfinningen av mikroprocessorn 1971 av amerikanen Marcian E "Ted" Hoff som arbetade på Intel. Det geniala med mikroprocessorn är att den utgör en dator i sig, en datachipsstor dator. Mikroprocessorn slog först igenom som komponent i miniräknarna och datorerna i början och mitten av 1970-talet och efterhand på andra områden under andra hälften av samma årtionde, till exempel i kameror, i symaskiner och i klockor. I det följande kommer jag därför att räkna med 1977 som det egentliga startåret för IT-samhället och 1939 som startåret för den elektroniska datoråldern.

Datorernas utveckling

Man brukar ofta hävda att det måste finnas ett behov för att en uppfinning skall kunna slå igenom, och det gäller även datorn. De första datorerna som kom under 1930-, 1940- och 1950-talen, utvecklades för att kunna göra stora sifferberäkningar som inte kunde utföras på annat sätt med handdrivna och elektromekaniska räknare, eller med hålkortsmaskiner, annat än under mycket lång tid och till stora kostnader både personalmässigt och maskinellt. Andra världskriget hade otvivelaktigt en avgörande betydelse för datorns utveckling, eftersom det militära behovet av omfattande beräkningar ökade kraftigt. Bland annat behövdes datorkraften för meteorologiska prognoser och dekryptering av kodade meddelanden, men också för beräkning av projektilbanor och för underhållslogistiska ändamål (Spencer 1999:24).

Även om krigets krav sannolikt var den enskilda faktor som var viktigast för datorns genombrott, skall den allmänna samhälls- och teknikutvecklingen vid den här tiden inte negligeras. Ett mer utvecklat industrisamhälle, med allt större befolkning och komplexitetsgrad, behövde sannolikt större och mer omfattande beräkningar än tidigare stadier. Civila tillämpningar för datorerna var till en början befolkningsstatistik, väderprognoser, försäkringsstatistik och beräkningar inom det astronomiska området.

För den vidare utvecklingen av datorerna hade det kalla kriget och rymdkapplöpningen mycket stor betydelse, men det vore en förenkling att

påstå att de var de enda faktorerna. Under slutet av 1950-talet och i början av 1960-talet blev datorerna allt viktigare för företagens ekonomi, vilket inte får glömmas bort. *Alla* möjligheter som en uppfinning öppnar kan heller inte förutses när den håller på att utvecklas. Det är först när den är ett faktum och spridits tillräckligt mycket som dess fulla potential kan inses och realiseras av allt fler.

När elektronrören i datorerna gradvis ersattes av transistorer från och med 1956, så börjar trenden mot alltmer krympande datorer. 1959 får amerikanerna Jack Kilby, Nobelpristagare i fysik 2000 (Larsson 2001:217), och Robert Noyce idén till den integrerade kretsen (en krets där transistorer, motstånd, kondensatorer med flera delar är ihopsatta till en enda minienhet), vilken började massproduceras omkring 1963 (Spencer 1999:61). Datorutvecklingen gick därmed allt snabbare, eftersom fler funktioner i större mängd fick plats på en och samma yta.

Bland ingenjörerna välkomnade man CAD (Computer Aided Design) möjligheterna, vilket innebar att man kunde konstruktionsrita ett föremål med hjälp av datorn. De första CAD-applikationerna kom redan 1963 (Spencer 1999:57), men det första datorritade konsumentföremålet tillverkades några år innan, 1959, med hjälp av ett specialskrivet program. Föremålet? En askkopp i aluminium (Spencer 1999:47).

Andra viktiga faktorer som drev på utvecklingen blev den digitala bildbearbetningen inom tryckta media i mitten och slutet på 1980-talet, se bland annat (Dyring 1983:55 ff), datorspelens grafik, som i början under 1970-talet var mycket enkel, men efterhand blev alltmer minneskrävande i och med 3-D grafikens utveckling. Även utvecklingen inom superdatorområdet var och är fortfarande en viktig faktor. Det finns till exempel önskemål inom den medicinska forskningen idag om superdatorer med minst tusen gånger högre prestanda än vad dagens superdatorer klarar (Sterling 2001:29; Morton 2001:153).

Det är således många faktorer som inverkar på datorutvecklingen och frågan är vad som är hönan eller ägget. Är det den formidabla utvecklingen av kretsarnas och processorernas kapacitet som styr utvecklingen, eller är det behoven i samhället av en allt större bearbetningskapacitet? Kapacitetsutvecklingen är i varje fall fortfarande lika snabb som när Gordon Moore 1965, senare grundare av Intel Corporation, formulerade sin berömda lag: "Datorkraften tenderar att fördubblas var artonde månad." (Moore 1965). Sällan har en teknisk förutsägelse visat sig så giltig under så lång tid som den, hela 35 år. Men, för första gången kan vi nu också se att den kanske inte längre håller. Datorutvecklingen synes nämligen nu accelerera ännu snabbare än vad Moore förutsåg. Det är de tre senaste årens datorutveck-

ling som visar detta (Wired 2000: nr 10, s 122). Gordon Moore anser emellertid på Intels hemsida att mycket talar för att hans förutsägelse bör kunna hålla ytterligare en fem, sex år, fram till och med 2007. För närvarande jobbar man med lager på datorchipsen som bara är tre atomer tjocka.

Datorerna i samhället

Från museets horisont finns det naturligtvis mängder med datorer ute i samhället som är potentiella museiföremål. De köps in av företag och privatpersoner, används och sparas innan man så småningom beslutar att de skall slängas. Många kanske tror att detta användnings- och sparbeteende är som för alla andra föremål, men så förhåller det sig inte. Datorerna sparas ofta betydligt längre än andra föremål.

En del av dem som bestämt sig för att slänga en gammal dator, tycker att det är synd att göra sig av med ett sådant fint föremål, som kostade mycket att köpa in och som fortfarande fungerar utmärkt. Det är just i den vevan som frågan aktualiseras om man istället skulle ringa Tekniska museet och fråga om vi är intresserade av den till samlingarna. Som gåva. Sådana tankar är verkligen behjärtansvärda för genom de här gåvorna har museet genom åren förvisso fått många fina datorer och andra föremål.

Det handlar om mängder med datorer i samhället idag. Bara under ett enda år, 1998, såldes närmare en och en halv miljoner datorer i Sverige (Toikkanen 2000:14). Sverige ligger tvåa i världsligan av datortätaste nationer med 44,4 datorer per 100 invånare. Etta är USA med 49,9 datorer (The Economist, refererad källa i Metro 2000-07-25). Räknar man att drygt 44 procent av befolkningen i Sverige har datorer som används, har vi bara där runt 4 miljoner datorer, och med de sparade får vi nog lägga till minst samma mängd, kanske det dubbla.

Privatpersonernas datorer utgör en mindre del av alla datorer. Istället är det företag och organisationer som köper in den största volymen. Vi kan alla föreställa oss vilka mängder det handlar om när vi tänker på stora företag som ABB, Ericsson och Volvo. Idag går nästa alla sådana datorer till återvinningsanläggningar, och ytterst få tänker på att Tekniska museet kanske skulle behöva åtminstone några av dem i sina samlingar. Museet har också många egna datorer som personalen använder dagligen, omkring hundra stycken. Datorerna har en omloppstid på fyra, fem år och varje år byter vi ut omkring 15 datorer. Av varje omgång som vi skickar iväg till återvinning ser vi till att spara åtminstone en av varje typ till samlingarna.

Det finns också privatsamlare av datorer både i Sverige och utomlands. Till exempel enskilda individer på olika datautbildningar på universitet och

högskolor, men också enskilda personer på olika företag har byggt upp små samlingar. I vissa fall bildar man ett helt litet datormuseum, antingen i ett källarutrymme på institutionen eller företaget, eller hemmavid. Ett exempel på ett sådant datormuseum är Hogias PC-museum i Stenungsund, som nu är stängt sedan några år, men där samlingarna finns kvar. För de här samlarna finns egentligen ingen marknad via auktioner hos auktionshusen eller i antikaffärer, utan den som finns handlar om den som förekommer samlare emellan. Den har mest karaktären av byteshandel.

Privatsamlarnas datorer har ofta blivit för gamla för att förekomma på andrahands- eller begagnatmarknaden, där datorerna är avsedda att fortfarande brukas av en köpare. Samlarnas datorsamlingar är ofta små, i vissa fall bara fyra, fem datorer, men är trots det i många fall värdefulla i kultur- och teknikhistorisk mening. Ibland blir vi på Tekniska museet erbjudna dem i gott skick, med god dokumentation och med fin kringutrustning.

Museets urval

Datorerna påverkar samhället mycket, arbetsmässigt och ekonomiskt, sedan drygt tjugo år tillbaka. Helt nya yrken och industrier har till exempel skapats och man talar om en omvälvande effekt på samhället, ett nytt teknik- eller samhällsstadium i civilisationsutvecklingen. Tekniska museet samlar på datorer för att de utgör en sådan betydande teknikhistorisk del i samhället.

Sedan datorindustrins barndom har det funnits fler än en tillverkare av datorer under en och samma tidpunkt (Spencer 1999:35). Få i början naturligtvis, men från och med 1960-talets mitt allt fler tillverkare under samma tid. Hur många datortillverkare finns det idag? Om vi bara räknar in företag som har världsspridning, kanske vi hamnar på minimum tjugofem stycken.

Vart och ett av dem tillverkar och lanserar inte bara en modell varje år, utan flera. De flesta har åtminstone en påkostad modell, med extra fin prestanda, och sedan två, tre stycken billigare modeller. Säg att i genomsnitt tillverkar dessa tjugofem företag fyra nya datorer varje år. Därmed har vi cirka hundra datormodeller ute på marknaden varje år. Efter två år är modellerna tvåhundra stycken, efter tio år, tusen stycken, en mängd som det ej skulle vara meningsfyllt för oss att försöka förvärva.

Merparten av våra datorer utgörs av gåvor, även i de fall vi aktivt försöker spåra upp vissa modeller. Vid varje gåvoerbjudande av en dator kontrollerar vi om vi redan har den typen i samlingarna genom en kontroll i databasen. Om vi ej har just den modellen blir den naturligtvis intressantare för oss. Samtidigt görs en kompletterande bedömning som handlar om att vi även kontrollerar att vi inte redan har en *snarlik* dator teknik- och

tidsmässigt i samlingarna. Tekniska museet tar av princip inte emot dubbletter eller alltför närliggande föremål. Det museet önskar ha är ett representativt urval av datorer från varje årtionde. Datorer som när de kom uppfattades som ett väsentligt steg framåt i utvecklingen är särskilt viktiga, men också de allra vanligaste typerna. Andra exempel på vad vi söker är svensktillverkade datorer och datorer med designkvaliteter.

Det är viktigt att komma ihåg att museet samlar in datorer och andra teknikhistoriska föremål för att sparas i ett mycket långt tidsperspektiv. Man brukar tala om evärdlig tid. Ibland medför det att en dator i samlingarna kanske aldrig kommer att ställas ut. Ändå innebär det ett värde att den bevaras för forskningen och för framtiden.

Datorer har en viss livslängd som alla föremål i vår omgivning. Den är betydligt längre än den bokföringsmässiga avskrivningstiden och tiden till nästa datormodell som idag bara handlar om ett år. En dator idag duger kanske fem till sju år innan programutveckling och annat gör att maskinen inte längre kan användas lika effektivt som tidigare. Den börjar framstå som förlegad och ersätts efter en tid med en ny. Tidigare, från och med 1970-talets slut, då persondatorn började slå igenom i industrin, var användningstiden längre, kanske tolv, femton år, och ännu längre tillbaka användes datorerna ännu längre, intill tjugofem år (Spencer 1999:44).

Bland alla dessa datorer bör man sedan försöka välja datorer som skiljer sig åt prestandamässigt och typmässigt (stationära-, bärbara- och handdatorer), men också, som nämnts, industridesignmässigt. Sedan omkring 1995 har nämligen designen blivit allt viktigare för en dators konkurrenskraft, antagligen för att det är först då som datorer blir en tydligare konsumentvara med en vidare spridning bland folk med genomsnittliga inkomster (Carlsson 2000:10).

I juli 2001 kom en ny svensk lag om återvinning av elektroniskt skrot. Vi kommer således hädanefter att lämna sådana saker på återvinningsstationer istället för att som nu göra oss av med dem på tippar för grovsopor. Skälet är naturligtvis att datorerna skadar vår miljö om de inte återvinns på rätt sätt. Datorer innehåller avsevärda miljöfarliga beståndsdelar, plaster av olika slag, metaller som bly, kvicksilver, krom och kadmium samt dessutom bromerade flamskyddsmedel. Den senast nämnda ämnesgruppen har till exempel redan påträffats i vävnaderna hos fisk i Östersjön. Enskilt betraktade är naturligtvis datorer inte särskilt märkvärdiga ur miljöfarlighetssynpunkt, men i USA handlar det om i runda tal 315 miljoner datorer som skall tas om hand bara under år 2004, enorma volymer och med stor skadlig verkan på miljön. Även i det datortäta Sverige är datorerna många som nämnts, miljontals. Den positiva tekniken har därmed,

som i så många andra fall, en negativ sida.

Internstatistik från Tekniska museets föremålsgrupp, visar att vi under perioden från juli 2000 och ett år framåt, blev erbjudna 19 datorer, en till två datorer per månad i genomsnitt och det utifrån ett totalt antal av cirka 1168 erbjudna föremål. Datorer utgör således endast 1,6 procent av alla föremål som vi blir erbjudna.

Det är naturligtvis inte lätt att få tid över till att *aktivt* spåra upp olika föremål, inklusive vissa särskilt intressanta datorer. Men då och då kommer öppningen eller tipset där museet kan få de där viktiga, fina föremålen som alla museer drömmer om att ha i sina samlingar. Prototyper, innovationer eller den första persondatorn, den första bärbara datorn och så vidare. I Sverige har vi också haft en ganska betydande egen datorindustri. Saab, Ericsson, Luxor och Facit har alla under en tid tillverkat datorer. Tekniska museet saknar flera av dessa företags datortyper i sina samlingar, trots att vi försökt att aktivt spåra upp dem.

Vad händer med datorerna när vi tar emot dem?

När Tekniska museet väl fått ett erbjudande som vi sagt ja till, ser vi gärna att givaren själv levererar den till museet, personligen eller genom att skicka den med posten. Vid gåvotillfället får givaren skriva på en gåvohandling, samtidigt som museets personal skriver ned så mycket de kan om ålder, var den använts, om den fortfarande fungerar, med flera uppgifter. Med datorn, som normalt sett består av hårddisk, tangentbord och bildskärm, brukar det följa en datormus på datorer efter 1983 (Spencer 1999:113), diskettenhet och ibland också en skrivare. Till detta är det inte ovanligt att vi får en wellpappkartong full med manualer och i en del fall programvaror. På museet rengörs pjäsen, får ett nummer, dokumenteras till mått, prestanda med mera och fotograferas. I vissa fall har nedbrytningen av datorn gått så långt att datorn måste konserveras och det trots att det bara kanske har gått femton år sedan den tillverkades.

Nästan alla datorer sedan omkring 1980 är tillverkade av plast till stora delar. Det är allom bekant att plast åldras. Materialet färgförändras, emitterar substanser och spricker med tiden. Av allt att döma kommer datorerna av plast i våra samlingar i framtiden också att spricka om ingenting görs. Sedan några år håller man därför på att forska om detta, och en ny lösning som föreslagits är att innesluta datorn av plast i en speciell plastpåse som vakuumförsluts tillsammans med runda syreabsorberande kulor (Lønnve 2000). Därmed fördröjs nedbrytningen av plasten påtagligt. På sikt kan det innebära att alla våra plastbaserade datorer, samt alla andra fö-

remål av plast i samlingarna, placeras i sådana påsar. Därmed bör också gummikablarnas nedbrytning stanna upp, ett stort problem för oss idag ur brandsäkerhetssynpunkt, och ett av huvudskälen till att majoriteten av våra elteknikhistoriska föremål, inklusive äldre datorer, normalt inte körs, trots att de kanske skulle kunna vara körbara då de enligt uppgift fungerade då de lämnades in.

När den eventuella konserveringen är gjord, märks datorn och alla dess delar med ett påmålat föremålsnummer och magasinsplaceras sedan i ett av våra klimatstyrda magasin. Samtidigt förs informationen över till vår databas och blir sökbar. Manualer, broschyrer och reklamblad som handlar om föremålet placeras i arkivet. Datorn kan sedan, som så många andra föremål i samlingarna, ruva länge på magasinshyllan, innan just den kanske blir aktuell för en utställning.

Tekniska museets datorer

Tekniska museets samling av datorer består i skrivande stund av åttioåtta exemplar, vilket kanske låter litet, men den samling vi har är trots det ganska fin. Vi har datorer från samtliga årtionden sedan 1950-talet. De allra äldsta, de få från 1930- och 1940-talen, saknar vi däremot helt, vilket beror på att de var så få vid den tidpunkten. Vi har få datorer från 1950-, 1960- och 1990-talen, och flest från 1970- och 1980-talen, den period då persondatorn slog igenom.

De allra yngsta datorena, från det senaste årtiondet, används fortfarande i hög utsträckning både av privatpersoner och företag, eller också befinner de sig i sparandestadiet och har därför ännu ej hunnit erbjudas museet. I slutet på den här artikeln presenteras en lista på museets samtliga datorer. I det följande kommer sju särskilt intressanta typer att presenteras närmare. De är alla persondatorer med ett undantag, se följande rubriker. Det här arbetet avstår ifrån att behandla en del äldre svenska rariteter i samlingarna som BESK (se Vedin 1979, Lund 1987), TRASK (se Pipping 1982) och Datasaab D-21 (se Lund 1987), eftersom dessa beskrivits i Daedalus tidigare, se respektive källangivelse.

Tekniska museet har också några datortekniska innovationer i sina samlingar, även sådana med internationell dignitet. Ett exempel är datormusen som uppfanns av Håkan Lans cirka 1971 (Lagercrantz 2000:57). Han kallade sin variant för Digitizer. Några år tidigare, närmare bestämt 1968, kom amerikanen William C Engelbart fram med en datormusliknande historia, en "X-Y Position Indicator", men den kunde bara föras i räta vinklar (Lagercrantz 2000:58). Håkan Lans datormus kunde föras runt åt

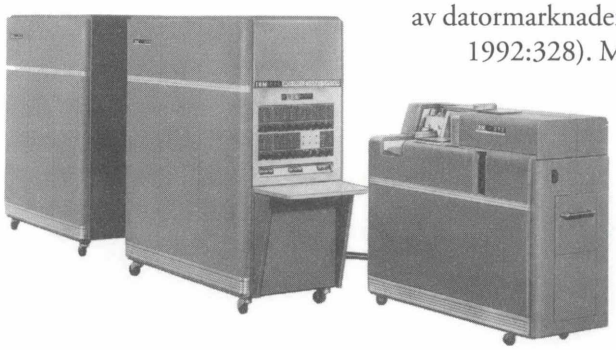
alla håll, som dagens datormus. Här bör man nog, som Lagercrantz gör i sin bok om Lans, se både Engelbarts och Lans varianter som de första prototyperna till det vi sedan känner igen som datormusen. Dessa blir vanliga från och med mitten av 1980-talet. Datormusen har sedan dessa första försök sannolikt tillverkats i mer än en miljard exemplar.

Vi har även en annan datorteknisk innovation av Lans i våra samlingar, nämligen datorgrafikenheterna till den första färggrafiken till datorer. De tillverkades runt 1976 (Lagercrantz 2000:69, 73). Den första dator som jag själv köpte 1989, hade fortfarande svartvit skärm. Bara något år senare kom de första i pris överkomliga datorerna med färgskärm, något som gjorde mig ganska upprörd eftersom de dessutom var billigare än den jag just köpt. Datorer med färgskärm fanns ute på marknaden redan under 1970-talets sista år, den första var Apple II 1977, men de fick ej någon större spridning då de dels inte kunde visa så många färger, dels var alldeles för dyra.

Det var först under 1990-talets början som datorn med färgskärm slog igenom. Det tog således närmare femton år från en färdig uppfinning till en kommersiell produkt som slog igenom på bred front hos allmänheten. Lans bedriver fortfarande patentstrider med merparten av världens största datortillverkare som använder hans uppfinning utan att betala för den (Lagercrantz 2000:111). De enda som betalat är Hitachi, IBM (Lagercrantz 2000:107, 111) och Compaq (Öqvist 2001:14).

Datorernas T-Ford, IBM 650 från 1954

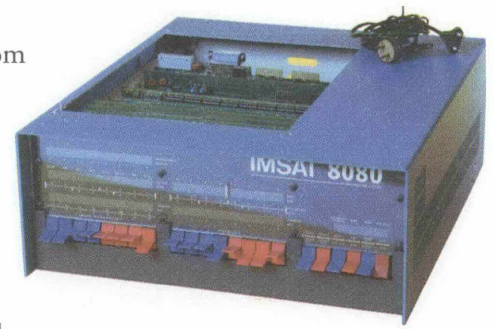
En genomgång av Tekniska museets datorsamling, eller datorhistoria över huvud taget, skulle inte vara komplett utan att beskriva en av IBMs datorer. Eftersom detta företag är, och har varit, otroligt involverat i datorer sedan 1940-talets början (Bashe m fl 1989). IBM är också viktigt i datorhistorien i och med att företaget är så stort, ett av världens största. Under 1960- och 1970-talen hade IBM mellan sextio och sjuttio procent av datormarknaden (Spencer 1999:35, Nationalencyklopedin 1992:328). Mycket av det som hände inom datorutvecklingen de första tjugofem, trettio åren, började inom IBM, även om deras inflytande på datorinnovationssidan minskat kraftigt de senaste årtiondena på grund av allt hårdare konkurrens.



Världens första massproducerade dator, IBM 650 till vänster. TM 29657. Till höger en IBM 533 kortläsare.
TEKNISKA MUSEETS ARKIV

Vi har ej så många speciella IBM-datorer i samlingarna, som totalt bara omfattar fem stycken, men en av dem är en riktig

raritet, och skall här beskrivas närmare, nämligen IBM 650 från 1954. Den räknas som den första massproducerade datorn (Spencer 1999:36). IBM 650 var betydligt billigare än IBM 701 som lanserades året innan, och som inte sålde i mer än nitton exemplar. IBM 650 såldes däremot i 1500 exemplar fram till 1962, då det sista exemplaret tillverkades (Spencer 1999:36, Bashe m fl 1989:172). För datorer med den storleken och komplexiteten var det mycket. Efterfrågan i början var så stor att man tillverkade ett komplett exemplar om dagen. Datortypen kallas därmed inte för inte för datorindustrins T-Ford. I Sverige installerades den första IBM 650 1956, två år efter det att den första tillverkades i USA (IBM-kontakt 1978:5). Försäkringsbolaget Folksam var den första svenska kunden av denna "elektronhjärna" (Rydberg & Wedmalm 1995:25 f). Genom köpet kunde beräkningar och utstansningar av nya hålkort programmeras (Rydberg & Wedmalm 1995: 23). Året därpå signerade SJ den hittills största datorordern i Sverige, med ett komplett IBM 650-system med tabulatorer, stansar med mera. 1958 invigdes till och med ett helt "IBM 650 Datacenter" i Stockholm av handelsministern (IBM-kontakt 1978:6). Sammanlagt elva IBM 650 såldes i Sverige.



Imsai 8080-datorn räknas som den första byggsats persondator tillsammans med Altair 8800. Båda kom 1975. TM 40226.
FOTO TRULS NORD, TEKNISKA MUSEET

Byggsatspersondatorn IMSAI 8080 från 1975

1975 räknas ofta som startåret för persondatorn även om det gällde byggsatsdatorer och trots att de inte fick ett så stort genomslag i samhället (Spencer 1999:90). De två persondatorerna i byggsatsformat som vi talar om hette MITS Altair 8800, och IMS Associates Incorporated IMSAI 8080-dator (Spencer 1999:87, 90). Museet saknar Altairen, men har IMSAI 8080-datorn istället, en verklig raritet.

Båda de nämnda datorerna saknade bildskärm och tangentbord och ser därmed ganska olika ut mot det vi idag förknippar med en persondator. Byggsatsdatorerna riktade sig till teknik- och datorintresserad allmänhet, inte allmänheten i vidare mening. IMSAI 8080-datorn var i likhet med Altair 8800, relästyrd, vilket innebar att "programmet" måste installeras via reläerna på framsidan. Resultatet av körningen visades sedan i uppsättningen av ljusdioder.

IMS Associates Incorporated, företaget som tillverkade datorn i Kalifornien, ville rida på popularitetsvågen för Altair 8800-datorn, då dess tillverkare MITS inte kunde möta efterfrågan. IMSAI 8080 hade en snyggare design, målat aluminiumchassi och ansågs pålitligare än Altairen. Med tiden konkurrerade IMSAI 8080-datorn ut Altair 8800.

Den hade 4 kb RAM och såldes i två varianter, dels som byggsats för 439 USD, dels som färdigmonterad dator för 621 USD. När efterfrågan steg dramatiskt ökade prisnivån till 599, respektive 931 USD. I Sverige såldes IMSAI 8080 av Hobby Data. IMSAI 8080 är också känd från MGMs film Wargames från 1983. Den räknas vidare som den första kompatibla datorn (Spencer 1999:94).



Apple II från 1977 räknas som den första persondatorn. Den saknade bildskärm men kunde kopplas till en TV som denna Zenith. TM 39730.
FOTO NISSE CRONESTRAND, TEKNISKA MUSEET

Dinosauriedödaren Apple II från 1977 innebar att persondatorn slår igenom

Två år efter de båda första persondatorerna i byggsatsformat, kom Apple Computer Corporation med sin andra datormodell, Apple II. Det som skiljde den från deras första modell Apple I, från 1976, var dels designen, den såg ut som en inkapslad bärbar skrivmaskin, dels att den var färdigmonterad. Den saknade bildskärm men kunde kopplas till en TV-skärm.

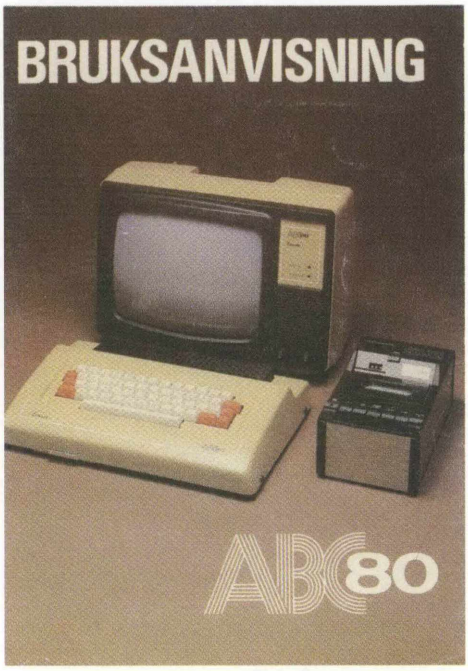
Försäljningsframgången blev omedelbar och kom att bli den katalysator som sparkade igång hela den remarkabla persondatorutvecklingen. För första gången kunde man nu gå in i en affär och köpa en färdig dator på en hylla i en butik, en verklig dinosauriedödare, om man betänker datorutvecklingen från de stora monstren, till små, behändiga datorer som Apple II.

Man behövde heller inte längre vara en nörd som skruvade ihop datorn själv hemma i källaren. Det räckte med att gå till butiken och hämta den färdig. Apple II kunde utökas till 16 kb minne, men ett sådant datorchips kostade hela 500 USD. Denna dator hade också färgmöjligheter, om än begränsade och var också utbyggbar med åtta kortplatser och hade ljudfunktion. Apple II hade två stora nackdelar, dels var den dyr, 1298 USD, dels saknade den bildskärm. Dess stora fördelar var utbyggbarheten, grafiken samt den lättförståeliga manualen. Apple II var på 1 MHz och hade 4 kb RAM minne.

Persondatorns genombrott i Sverige, Luxors ABC 80 från 1978

Luxor ABC 80 räknas som en datorklassiker i Sverige, ungefär lika märkvärdig som Apple II:an i USA, och Tekniska museet har två exemplar, samt två uppföljare benämnda ABC 802 och ABC 806. Två år efter dess introduktion på marknaden 1978, hade man sålt 15000 exemplar. I en Luxorbroschyr från 1981, benämnd "Först blir inte alltid störst", presenteras den intressanta informationen att av Sveriges 20000 persondatorer, så kom 12000, eller sextio procent, från Luxor.

I teckningar i broschyren ser man hur bokstavligen frånåkta konkurrenterna blev av Luxor ABC 80. Konkurrenter som Apple II, Commodore PET, Tandy Radio Shacks TRS 80, som alla såldes i Sverige, samt Datasaabs datorer. En ABC 80 med skrivare kostade 1981 tjugotvåtusen kronor. Luxordatorerna tillverkades i Motala. Efter några år fick man bekymmer med ekonomin och företaget blev statligt. 1984 inlemmades företaget i Nokiakoncernen (Nationalencyklopedin, 1993:513). Enligt uppgift på en Internethemsida, åkte några personer från Luxor över till USA något år innan ABC-datorn lanserades för att granska vad som fanns av datorer, och fastnade då för Tandy Radio Shacks TRS-80 modell. Vissa menar att ABC 80-datorn från Luxor därmed återgår på TRS 80, men likheterna utseendemässigt är inte så uppenbara. ABC 80 blev "Sveriges Apple II dator", den dator som gjorde att persondatorn slog igenom i vårt land, bara ett år efter persondatorns genombrottsår i USA. Luxor ABC 80 var på 1 MHz och hade 16 kb RAM-minne.



Luxors ABC 80 från 1978 innebar att persondatorn slog igenom i Sverige. TM 42654. BRUKSANVISNING I TEKNISKA MUSEETS ARKIV

Datordesignen började med Commodore PET från 1977

Tekniska museet har glädjande nog en fint industridesignad dator i sina samlingar, nämligen en Commodore PET från 1977. PET står för Personal Electronic Transactor. Datorn räknas som en industridesignklassiker, inte bara inom datorområdet, utan i stort. Det förstår man när man ser den. Den designades av Chuck Peddle. Den är verkligen annorlunda än de gängse beiga, fyrkantiga burkarna som kom att dominera persondatormarknaden under så lång tid. Datorn är ihopbyggd i en enda enhet och har en distinkt pyramidliknande form.



Det är annars egentligen bara Apple Computer Corporation som lagt ned möda på persondatorns utseende, tydligast med Macintosh-generationen i början av 1980-talet. Den första helt svarta datorn lanserades 1995 av ett taiwanesiskt datorföretag vid namn Acer och året därpå lanserade Sony en dator som var violett och grå (Spencer 1999:137, 142). Enstaka exempel på innovativt industridesignade datorer fanns således, men jämfört med de tusentals vanliga och trista persondatortyperna som

funnits ute på marknaden, är de en droppe i havet. Det är först de allra senaste åren som designaspekten fått en större betydelse på datorsidan. Återigen var det Apple som satte tonen med den halvt genomskinliga klarblå Imac:en som kom 1998. Ett otroligt brott mot det trista och vardagsgrå. I skrivande stund, tre år senare, är reklambladen och annonserna för datorer, broschyrerna och katalogerna, fulla med designade, närmast överdesignade datorer.

Commodore PET vägde 21 kg, hade 4 kb RAM-minne och en niotumsskärm. Ett kännetecken var också datorns extremt lilla tangentbord. Den hade också inbyggt BASIC-program, inbyggt kassettminne och hade ett skal av stålplåt. Den kostade endast 595 USD (Spencer 1999:97), att jämföras med konkurrenterna Tandy Radio Shacks modell 80 för 600 USD och Apple II:ans pris på 1295 USD.

Den första bärbara datorn, Osborne I från 1981

Osborne I räknas som världens första bärbara dator. Den började tillverkas 1981 och konstruerades av Adam Osborne och Lee Felsenstein. Adam Osborne ville att den skulle vara bärbar och inte större än att den fick plats under en flygplansstol. Tekniska museet har två exemplar i sina samlingar, samt en uppföljare, Osborne Executive, som kom 1983. Det ena av de två exemplaren köptes i USA av givaren för 1795 USD. Han jobbade då på Massachusetts Institute of Technology. Han tog den sedan med hem till Sverige, där den användes till olika simuleringskörningar på ett kärnkraftverk. Osborne I lanserades samma år som IBMs första pc, IBM 5150. Efterfrågan på den första bärbara datorn blev enorm, trots konkurrensen från jätten IBM. Andra året såldes till exempel mer än 125 000 stycken.

(Nedan t v) Designklassikern Commodore PET från 1977. TM 40920.
FOTO TRULS NORD, TEKNISKA MUSEET

Världens första bärbara dator, Osborne I från 1981 hade tangentbordet i locket. TM 41709.
FOTO TRULS NORD, TEKNISKA MUSEET



Museets Osborne Executive från 1983 hade större hårddisk, något större bildskärm och dubbla floppydiskar. Men Osborne försattes i konkurs samma år som Executive kom ut på marknaden. Huvudskälet anses ha varit att man för tidigt gick ut och erbjöd uppföljaren, samtidigt som det fanns massor med Osborne I lager. Därmed ville nästan inga köpa den gamla datorn, samtidigt som man inte kunde leverera den nya. Hela processen har gett upphov till ett ekonomisk begrepp, "to osburn a product". Os-

borne I hade ett inbyggt handtag, en liten femtumsskärm, vägde elva kg och hade ett CP/M baserat operativsystem. Den hade också olika programvaror färdiginstallerade, skriv- och kalkylprogram, databasprogram och så vidare. Minnet var på 64 kb RAM.

Skoldatorn Compis 2.0 från 1984

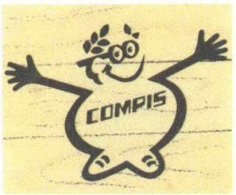
De festliga fraserna; "Bli vän med din Compis", och "Packa upp din Compis" med flera, kan man läsa i en av manualerna till Compisdatorn som lanserades 1984 i samarbete med Televerkets dotterbolag TeleNova och Esselte Studium. Det var regeringen som 1982 gav Styrelsen för Teknisk Utveckling i uppdrag att upphandla en modern skoldator.

I en broschyr från TeleNova från 1986 kan man läsa följande: "Eftersom det vid denna tid varken fanns dator eller program som passade skolorna, var nyutveckling den enda lösningen. Därför skapades Compis". Påståendet var naturligtvis en grov överdrift, det fanns utmärkta persondatorer ute på marknaden som skulle passa minst lika bra i skolan som Compis. Att just svenska Compis vann upphandlingen synes ha berott på inte så lite politiska intressen. I en annan broschyr framgår också att under perioden 1984 till 1986 lyckades Compis ta hela sextio procent av skolmarknaden och det i konkurrens med åtta andra, "godkända" datortillverkare. Compis lanserades ej utanför utbildningssektorn. Det hade antagligen varit för känsligt.

I november 1986 hade hela 650 skolor i hela landet tecknat avtal om Compisdatorer. Särskilda Compisskolor för att utbilda om Compisdatorerna och deras programvaror, som kom från Esselte Läromedel, byggdes upp. De låg främst på samma orter som Televerkets större regionkontor, ett tiotal i hela landet. Men man hade också två helt renodlade utbildningsanstalter i Haninge och Kristinehamn. Compisskolorna användes främst till att utbilda lärarna i skolan, som också erbjöds kontinuerlig fortbildning. 1986 kunde man välja på två olika Compispaket där det ingick skrivare, program med mera. Det ena paketet hade en dator med monokrom skärm och kostade 37 000 kro-



Skoldatorn Compis lanserades 1984 dels med monokrom bildskärm dels med färgskärm som kunde visa åtta färger. TM 42339.
FOTO TRULS NORD, TEKNISKA MUSEET



Svenska Compis lanserades verkligen som en glad dator för skolans elever. Ur en installationsmanual från TeleNova och Esselte Studium 1985. TM 42339
TEKNISKA MUSEETS ARKIV

nor. Det andra, där datorn hade färgskärm som kunde visa åtta färger, kostade 40 000 kronor. Tillverkningen skedde först genom Svenska Datorer ABs försorg, för att sedan tillverkas i Televerkets fabriker i Kristinehamn och Nynäshamn. God service erbjöds också i hela landet via Televerket. I en av broschyrerna som museet har i sitt arkiv framgår att TeleNova hade en hel personalgrupp som hanterade frågor och problem som dök upp hos kunderna. Denna presenterades på följande vis: "Här är gänget som alltid ställer upp på en Compis.".

Skoldatorprojektet Compis gick till sist i graven. En del hävdar att det var det begränsade programvarutbudet som var huvudorsaken. Programmen skrevs nämligen i programspråket Comal, ett inte särskilt spritt program under 1980-talet. Det användes till exempel inte av företagen. Man höll också fast vid det gamla operativsystemet CP/M, vilket innebar att det ej fanns någon kompatibilitet med IBMs datorer som använde Microsoft DOS. Grundidén med hela projektet var i varje fall mycket god, att lära våra unga att umgås med datorer i skolan.

Observanda

I den här studien har datortypernas första dokumenterade årtal använts. För amerikanska och till exempel japanska datorer på persondatorområdet gällde i början att de lanserades i Sverige och övriga Europa ett eller två år efter att modellen lanserats i hemlandet. De flesta datortyperna tillverkades dessutom under en tidsperiod av några år, något som ej tagits hänsyn till här. Författaren har ej angett ytterligare källinformation till reklambroschyrer annat än själva titlarna vilka nämns i den löpande i texten. Detta på grund av att denna typ av tryckta alster ofta saknar både författare och tryckår. Broschyrerna finns dock tillgängliga i Tekniska museets arkiv.

Övrig datorutrustning

Avslutningsvis vill författaren nämna att museet har mer datorrelaterat material i sina samlingar, bland annat fem så kallade analogimaskiner. Vidare finns flera hålkortsmaskiner, hålkortsstansar, tabulatormaskiner, bandstationer, separata bildskärmar, skrivare till datorer, disketter och minnen av olika typer, kretskort, elektronrör till datorer, transistorer, kretsar och processorer samt diverse tillbehör som hålremsor, mikromoduler och övriga delar. Dessa presenteras inte här på grund av utrymmesbrist.

REFERENSER

Augarten, S (1984) *Bit by bit: an illustrated history of computers.* New York

Bashe, C J et al (1986) EW, *IBM's early computers.* Cambridge, Mass.

Carlsson, U red. (2000) *Internet i Norden, Europa och världen : en mediestatistisk översikt.* Göteborg, (Medienotiser från NORDICOM-Sverge ; 2000:2)

Dyring, E (1983) "Den grafiska branschen och datorerna". I : *Daedalus : Tekniska museets årsbok,* årg 52, s 51–63

IBM-kontakt (1978)*: personaltidning för IBM Svenska AB* Stockholm, nr 5

Lagercrantz, D (2000) *Ett svenskt geni: berättelsen om Håkan Lans och kriget han startade.* Stockholm

Larsson, U red (2001) *Människor, miljöer och kreativitet: Nobelpriset 100 år.* Stockholm, (Archives of the Nobel museum ; 2)

Lund, J (1987) "Något om de första svenska datamaskinerna". I: *Daedalus : Tekniska museets årsbok,* årg 56, s 129–141

Lønnve, J (2000) "Oxygen absorbers in practical conservation: a joint project between Swedish museums". I: *Conservation without limits: IIC Nordic group XV Congress, August 23–26, 2000, Helsinki, Finland.* Helsinki

Moore, G (1965) "Cramming more components onto integrated circuits". *Electronics,* Vol 38, No 8

Morton, O (2001) "Gene Machine". I: *Wired,* No 7, s 148–159

Nationalencyklopedin (1992) "IBM", band 9, s 328–329. Höganäs

Nationalencyklopedin (1993) "Luxor AB", band 12, s 513. Höganäs

Pipping, G (1982) "TRASK: den tredje svenska datorn". I: *Daedalus: Tekniska museets årsbok,* årg 51, s 171–172

Rydberg, C & Wedmalm D (1995) *Folksams datahistoria 1945–1985.* Stockholm

Spencer, D D (1999) *The timetable of computers: a chronology of the most important people and events in the history of computers.* 2 ed. Ormond Beach, Fla.

Sterling, T (2001) "How to build a hyper computer". I: *Scientific American,* Vol 285, No 1, s 28–35

Toikkanen, V (2000) "Dataspel inte längre..." I: *Metro,* 26 juli, s 14–15. Stockholm

Vedin, B-A (1979) "Besk var reformationstiden". I: *Daedalus : Tekniska museeets årsbok,* årgång. 48, s 141–149. Stockholm

Williams, M R (1997) *A history of computing technology.* Los Alamitos

Wired (2000) "Moore's outlaw : growth in microprocessor circuity vs speed". No 10, s 122. San Francisco

Öqvist, P (2001) "Musen som ryter mot datorjättarna : uppfinnaren Håkan Lans har aldrig förlorat en patentstrid". *Dagens Industri* 7 juli. Stockholm

Lista på Tekniska museets datorer

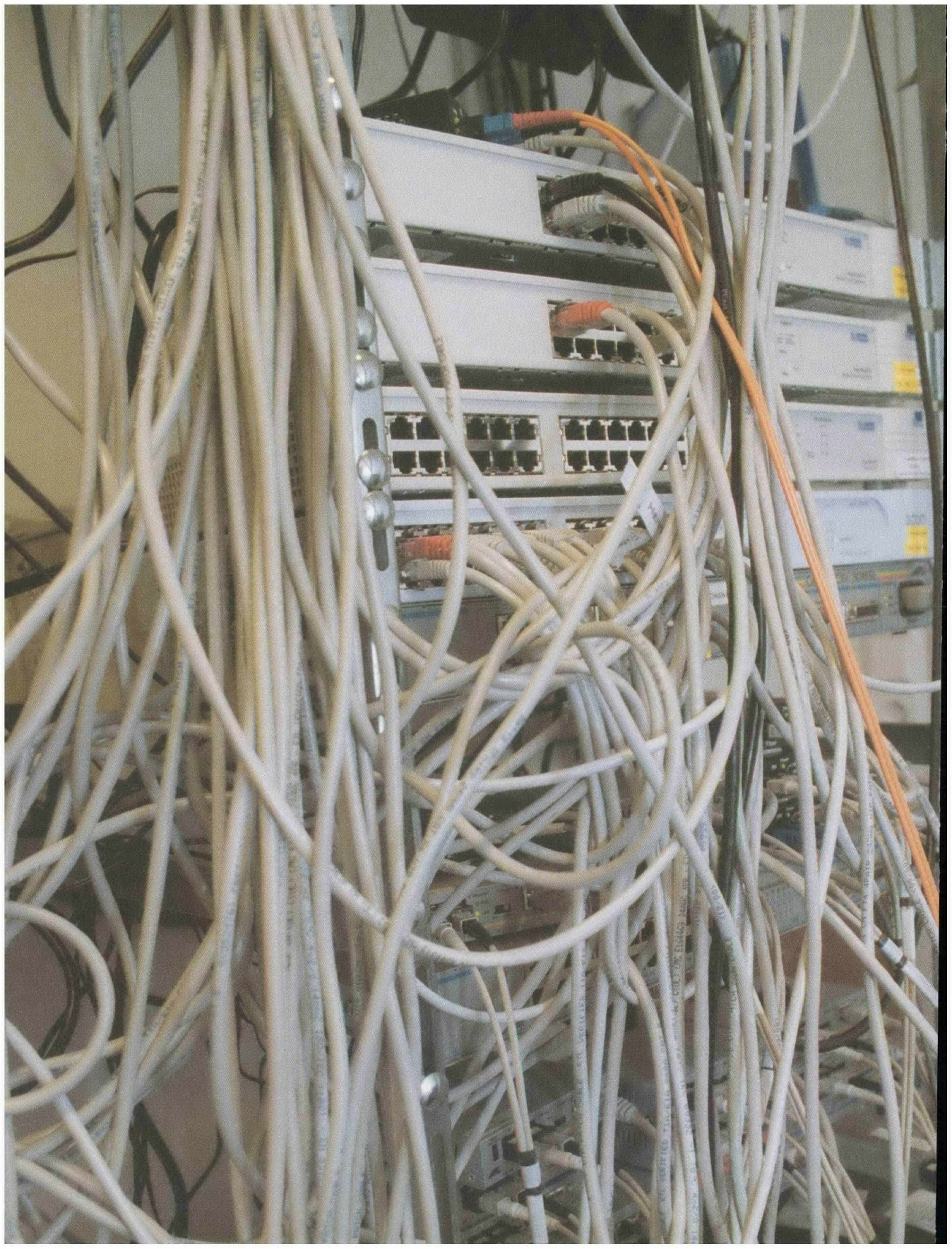
Förkortningar

SV-Sverige, US-USA, JA-Japan, HK-Hongkong, HO-Holland, AU-Australien, FI-Finland, TA-Taiwan, och EN-England.

Typ	Tmnr	Datering	Land
Datorer			
Apple Computer Corporation, Apple II	Tmnr 39730	1977	US
Apple Computer Corporation, Apple IIe	Tmnr 40809	1977	US
Apple Computer Corporation, Macintosh SE, 110	Tmnr 40827	1987	US
Apple Computer Corporation, Macintosh	Tmnr 41493	1984	US
Apple Computer Corporation, Macintosh Plus 1	Tmnr 42331	1986	US
Apple Computer Corporation, Macintosh bärbar	Tmnr 42828	1991	US
Apple Computer Corporation, Macintosh Classic	Tmnr 42912	1990	US
Atari HPC 009 speldator	Tmnr 42733	–	JA
BESK, manöverbord	Tmnr 29768	1953	SV
Coleco Industries Inc, speldator fotboll	Tmnr 40658	–	US
Commodore PET 2001-8c	Tmnr 40920	1977	US
Commodore VIC 20, speldator	Tmnr 42062	1980	US
Computer Corporation, Compucorp 392, H, Lans	Tmnr 42880	1972	US
Compugraphic Corp. MCS Powerview 10	Tmnr 40606 a-c	c. 1976	US
Computervision Corporation, CAD-dator	Tmnr 40633	c. 1979	US
Data General Corpor, One, bärb	Tmnr 40701	c. 1977	US
Datasaab D 16	Tmnr 39306	1974	SV
Datasaab (SAAB) D 2	Tmnr 39856	1957	SV
Datasaab (SAAB) D 21	Tmnr 39205	1962	SV
Datasaab (Stansaab) Alfaskop	Tmnr 39355	efter 1971	SV
Diab Data, datorenhet för Videotex	Tmnr 42343	1989	SV
Ericsson 1031-125 SU	Tmnr 40648	c. 1987	SV
Ericsson 8400-001 bärbar	Tmnr 40993	1985	SV
Ericsson 8400-010 bärbar	Tmnr 41470	1985	SV
Ericsson, ej ang beteckn på datorn	Tmnr 41173	c. 1986	SV
Ericsson 1030-002	Tmnr 42370	c. 1986	SV
Ericsson 1030-002	Tmnr 42946	c. 1986	SV
Ericsson, 1030-052	Tmnr 42945	c. 1986	SV
Ericsson PC Step One	Tmnr 42370	1984	SV
Facit 6506	Tmnr 43384	c. 1984	SV
Facit/DS (Datasaab) 9000	Tmnr 40599	1959	SV

Typ	Tmnr	Datering	Land
Hewlett-Packard 87	Tmnr 42695	1970	SV
Hewlett-Packard 9845 B	Tmnr 42327	1980	US
Honywell-Bull Metric 85 TP	Tmnr 39509	–	US
Honeywell-Bull, ITY 33	Tmnr 39450	------	US
IMS Associates Inc.,IMSAI 8080 byggsatsdator	Tmnr 40226	1975	US
Intel Corporation, MCS-85, byggsatsdator	Tmnr 40830	c. 1977	US
Intellivision, dataspelsdator	Tmnr 42421	–	–
IBM 5110/3	Tmnr 39359	1975	US
IBM 5155 bärbar	Tmnr 40650	1984	US
IBM 5150 (IBM:s första PC)	Tmnr 40926	1981	US
IBM 5160 trol XT	Tmnr 41015	1981	US
IBM 650	Tmnr 29657	1954	US
Incoterm SPD 20/40	Tmnr ej inreg.	1972	US
Incoterm SPD 10/25	Tmnr ej inreg.	1975	US
Informer Mod 207-100, bärbar	Tmnr 40376	1981	US
JC, Jet 80	Tmnr 42959	1985	SV
JC, Jet 80	Tmnr 42960	1985	SV
JC, Jet 80	Tmnr 42961	1985	SV
Johansson, C.E. & Co 509-7	Tmnr 40270	1971	SV
Labcomp Laboratory Co., Artist	Tmnr 40955	–	SV
Luxor ABC 80	Tmnr 39861a-e	1977	SV
Luxor ABC 80	Tmnr 42654	1978	SV
Luxor ABC 806/203	Tmnr 40045	1980	SV
Luxor ABC 802	Tmnr 41474	1982	SV
Memorex HN 2000	Tmnr 41492	1971	SV
Microbee, ospec. Typ	Tmnr 42913	–	AU
Mohawk Data Science Corp., ospec typ	Tmnr 42831	–	US
Mydata My 15	Tmnr 39513	1974	SV
Nokia DP 2200	Tmnr 41010	c. 1973	FI
Osborne Executive	Tmnr 40909	1983	US
Osborne 1, bärbar	Tmnr 41709	1981	US
Osborne 1, bärbar	Tmnr ej inreg.	1981	US
Philips G 7000, speldator	Tmnr 42657	1978	HO
Philips PTS 6000	Tmnr 39273	c. 1984	HO
Ramasio Notebook	Tmnr 42117	c. 1993	HK
Scandia Metric, Metric 85 TD	Tmnr ej inreg.	1985	SV
Scheutz, Edward & Georg	Lnr 1872	1843	SV

Typ	Tmnr	Datering	Land
Sinclair ZX Spectrum speldat.	Tmnr 40120	1980	EN
Tandy Radio Schack TRS 80, bärbar	Tmnr ej inreg.	1983	US
Tecnigraph speldator	Tmnr 40918	–	US?
Tektronix 4051	Tmnr 42335	1977	US
Televerket/TeleNova, Compis ver 2.0.	Tmnr 39688	1984	SV
Televerket/TeleNova, Compis	Tmnr 42339	1984	SV
Televerket/TeleNova, Compis	Tmnr 39513	1984	SV
Texas Instruments Speak & Spell	Tmnr 40655	1978	US
Texas Instruments Spelling B	Tmnr 40657	1978	US
Texas Instruments Silent 700, bärbar	Tmnr 42336	1971	US
Texas Instruments Silent 700	Tmnr 40649	1976	US
Tomy Corporation, Blip the digital game	Tmnr 40656	1978	US
Toshiba T 2100,	Tmnr 40627	–	JA
Toshiba PA7048 bärbar	Tmnr 42636	1986	JA
Translator & Information Co.,Craig M-100	Tmnr 40654	–	HK
TRASK	Tmnr 39138	1965	SV
Uniscope 100, 3536-05	Tmnr 39986, 39509	1985	–
Victor Technologies VPC IIe	Tmnr 41450	1986	US
Wang Laboratories Inc., Wang 600	Tmnr 42696	1972	US
Datortekniska innovationer			
Digitizer, datormusvariant H, Lans	Tmnr 40996	1971	SV
Färgrafikenheter, H, Lans	Tmnr 42667, 42668	1976	SV
Trackball, Stig, M, Eriksson	Tmnr ej inreg.	1959	SV



MATS HÖJEBERG

Computers in Daily Life

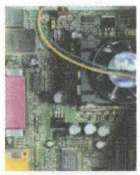
English summary

This year's annual review from the Swedish National Museum of Science and Technology is devoted to computers, and especially the computer development during the last few decades. There has been an extremely rapid development in hardware capacity as well as scope of use and software development. We can also observe the integration between computers and telecommunications which in a very spectacular way opens up possibilities that few imagined only twenty years ago. We have chosen to present a few snapshots, focused on the development of the last few decades.

Three years ago, Björn Ranelid, a well known Swedish author, wrote in his article: "At the hard disc and on the screen nothing happens when my hand and mind are away. They become inconsolable and incurably dependent of my will." This is very obvious when the computer development is presented.

The computer world lack the visual expressions that characterizes earlier artifacts. An integrated circuit looked at in a microscope may look like the steam bulbs in a power plant, but its function is so different that the comparison becomes meaningless. What this issue wants to illustrate is the way men and women make use of the computers and the options that the computer offers it's users.

FOTO TRULS NORD, TEKNISKA MUSEET



Lennart Johnsson, professor at the Royal Institute of Technology at Stockholm, describes the remarkable development that has occurred with the computer technology since the transistor and the integrated circuit were invented about fifty years ago. The capacity of the integrated circuits have been almost doubled every year. What that have implied for the use and manufacturing of the circuits is discussed. The magnetic memories have experienced a similar development during the 1990s. Even if some properties approach physical limits there seems to be alternative options that will make the development pace remain at the present level for at least another decade. The possibilities given by microelectric mechanical systems are discussed and several examples from the transportation sector are given.



Yngve Sundblad, professor at the Royal Institute of Technology at Stockholm, outlines the development of software as an interaction between man and computer. When John von Neumann developed Charles Babbage's ideas from mid 19th century to suit the electronic calculators in the late 1940s a very rapid development started. The roles of the hypertext, different generations of programs, the interface with mouse, screen, keyboard, icons, cut-and-paste, drag-and-drop, and other functions that were organized together with the available hardware are described. The author comments on different models of software development and main application areas, so that a complicated advanced instrument for experts could be transformed to a working tool for everybody.

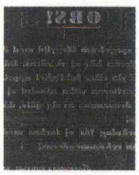


Torbjörn Johansson, director at IBM Svenska AB, and **Gunnar von Sydow,** copywriter and consultant at Tattoo PR, both in Stockholm, tell the story about the PC development from the first show in 1981 of the IBM PC and also give some background about computers developed in the 1970s. The authors emphasize the importance of the unusual and unexpected step to make the specifications public. However, this implied that all those interested in computer development were invited to create applications that made the PC a tool for very many in only a few years. The very concept of IBM compatibility was rapidly established.

Birgitta Frejhagen, president of InfoKomp, a computer education company in Stockholm and previous manager at the Swedish Trade Union Confederation, tells the story of transforming the computer from a threat to the blue collar worker to a tool for co-determination and work enrich-



ment. She describes the extensive activities in computer education with the aim to make the employees trained to take part in planning and operation with the help of information technology. From the beginning it was necessary to argue and act systematically to open possibilities for user participation in the development that are now considered quite natural and effective. The author has taken part in this development in several positions in government agencies and commissions both as representative of the Union and expert in her own right.



Ola Larsmo, well known Swedish author from Uppsala, gives perspectives on the role of the written or spoken language and how this role is adapted to changes in the technology of distributing texts. The written texts of novels, pamphlets, encyclopedias, daily newspapers and even advertisements emerged as the possibilities to reach the public was launched. The parallels between what happened before the time of the French revolution in 1789 and when the wall fell in 1989 is apparent. The hypertext implies a challenge for the sequential writing and reading that was searched for already by James Joyce in Finnegans Wake and has been met by Michael Joyce in Afternoon, much discussed in some groups and not known in others. The central role of Italo Calvino in expanding the scope of the novel is also acknowledged.



Ove Halén, responsible for the collections at the Swedish National Museum of Science and Technology in Stockholm, describes the procedure of choosing objects of historical interest to the collections, and the various perspectives that have to be considered in order to be able to present a comprehensible picture of the computer development. There are pieces of equipment from early ages up to the present time; some of them have been presented in previous editions of Daedalus. Most of the computers are gifts, and the process of receiving and preservation is described. A number of the most interesting objects in the collections of the Museum are presented, among them the IBM 650 from 1954, the do-it-yourself computer IMSAI 8080 from 1975, the early modern personal computer Apple II from 1977 and the Luxor ABC 80 from 1978. The Commodore PET from 1977 represents the emerging design efforts for computers, and the first portable computer Osborne I from 1981 are also possessed by the Museum.

Läsa vidare

Det finns i artiklarna flera referenser för den som vill fördjupa läsningen kring datorer. I Tekniska museets bibliotek finns det gott om litteratur kring dessa frågor. Här följer ett kommenterat urval kring dels datorutvecklingen, dels datorernas roll i samhället:

Datorutvecklingen:

Augarten, Stan, *Bit by bit : an illustrated history of computers.* New York, 1984

En beskrivning av beräkningsmaskiner från de enklaste mekaniska apparaterna över de tidigaste datorerna till de integrerade kretsarna och persondatorerna.

Bashe, Charles J, Johnson, Lyle R, Palmer, John H och Pugh, Emerson W, *IBM's early computers.* Cambridge, Mass, 1986

Författarna beskriver IBMs utveckling från det tidiga 1900-talets hålkort och de successiva tekniska förändringarna fram till hur IBM mötte utvecklingskraven i mitten av 1980-talet när persondatorn hade introducerats.

Goldstine, Herman H, *The computer from Pascal to von Neumann.* Princeton, N J, 1972

En tidig översikt av den historiska utvecklingen för datorer innan mycket av den utveckling vi idag har varit med om ens hade börjat.

Hyman, Anthony, *Charles Babbage : pioneer of the computer.* Oxford, 1982

En biografi över Babbage.

Lindgren, Michael, *A tribute to the memory of two pioneers in the history of computing : Pehr Georg Scheutz (1785–1873), Edvard Georg Raphael Scheutz (1821–1881).* Stockholm, 2000

Far och son Scheutz prydde IVAs minnesmedalj 2000 och presenteras i denna lilla skrift.

Lindgren, Michael, *Glory and failure : the difference engines of Johann Müller, Charles Babbage and Georg and Edvard Scheutz.* Linköping, 1987

Michael Lindgren beskriver de tidigaste pionjärerna och deras arbeten för att konstruera beräkningsmaskiner. Differensmaskinen konstruerade Edvard Scheutz i det tidiga 1800-talet med enkla verktyg. Hur detta blev möjligt beskriver Lindgren i sin doktorsavhandling.

Lund, Jörgen, *Från kula till data.* Stockholm, 1989

En exposé över räknekonsten från antiken till det sena 1900-talet. Skildringen omfattar det mesta från de tidiga räknehjälpmedlen som kulramen över de olika mekaniska och elektromekaniska apparaterna till dagens datorer och deras funktioner och användningsområden.

Spencer, Donald D, *The timetable of computers : a chronology of the most important people and events in the history of computers.* Ormond Beach, Fla, 1999

En detaljerad kronologi över datorutvecklingen och de människor och händelser som haft betydelse för såväl utrustningen som idéerna.

Swade, Doron, *Charles Babbage and his calculating engines.* London, 1991

Babbage arbetade redan i 1800-talets inledning med att konstruera en beräkningsmaskin. Författaren beskriver hans liv och gärning.

Datorernas roll i samhället

Castells, Manuel, *Informationsåldern : ekonomi, samhälle och kultur.* Göteborg, 1999–2000, 3 vol

Ett redan klassiskt verk om hur datorerna och de möjligheter de öppnat har påverkat det moderna samhället. Castells redogör för den nya informationsålderns ekonomiska och sociala dynamik och de globala förändringar som satts igång genom samspelet mellan nätverk och identiteter.

Fägerborg, Eva och Westergren, Christina (red), *Mus och människa : om IT som kulturellt fenomen.* Stockholm, 1999

Denna antologi behandlar hur människor i vardagslivet använder datorer och hur de påverkas av detta. Perspektiven är många: IT-ingenjörens, mammans, mjukvarudesignerns, chattarens.

Lein, Magne, *Fra tekstilvev till verdensvev : kunnskapssamfunnets IT-røtter.* Oslo, 2000

En norsk bok om IT-utvecklingens historia och människorna bakom den.

Rheingold, Howard, *Tools for thought : the history and future of mind-expanding technology.* Cambridge, Mass, 2000

Författaren ger en exposé över hur tänkandet format användningen av datorerna från de första programmerarna till dagens kunskapsingenjörer och entreprenörer i skapande av kunskap.

Schade, Christian och Steiniche, Morten, *Virtual reality : en bok om den konstgjorda verkligheten.* Stockholm, 1994

Den virtuella verkligheten öppnar nya möjligheter för arbete och studier som kommer att påverka människor och samhälle. Författarna diskuterar vad detta kan komma att betyda inom en rad områden.

Sturmark, Christer, *IT och renässansmänniskans återkomst.* Stockholm, 1997

Författaren söker fånga tidsandan och de möjligheter som användningen av datorer ger i det nya samhället. Människans nya villkor gör att renässansmänniskans tid har kommit igen, menar författaren.

Vedin, Bengt-Arne (red), *Informationstekniken nu, då, sedan : rapport från ett seminarium.* Stockholm, Teldok och Tekniska museet, 1995

Diskussionerna vid ett seminarium 1995 dokumenterar vad deltagarna då uppfattade som viktiga företeelser i tiden och hur de då såg på den framtida IT-utvecklingen.

Ordförklaringar

Texter om datorer innehåller med nödvändighet ett antal termer med en bestämd innebörd som ännu inte blivit en självklar del av vårt vardagsspråk. De förkortningar som finns i texterna förklaras i regel där. Vi har här gjort ett urval av termer som kan behöva förklaras.

Bit – den minsta enheten i binär information. En bit är antingen en etta eller en nolla. Åtta bit (eller bitar) är en byte. Förekommer ofta i sammansättningar som kilobit eller kbit (tusen bit), megabit eller Mbit (miljon bit), gigabit eller Gbit (miljard bit) som anger kapacitet hos ett t ex ett minne.

Bitmappad – punktuppbyggd bild eller tecken, beskriven och återgiven som ett mönster av prickar.

Bussar, eller i sammansättningar som databussar, adressbuss – en buss är en sammansatt signal som går i en slinga som passerar komponenter i datorn i bestämd turordning.

Hypertext – en databaserad, icke-sekventiell text där läsaren kan välja sina egna vägar genom texten.

Kompatibla – är olika utrustningar eller program som funktionellt passar ihop och kan användas tillsammans.

Pc – står för "personal computer". Vi skiljer på svenska vanligtvis mellan en pc och en persondator. Med pc avses då en IBM-kompatibel dator. En "Mac" eller Macintosh är en persondator, men inte en pc. På engelska syftar förkortningen pc ofta på alla slags persondatorer, vilket kan leda till missförstånd vid översättningar.

Konfigurering – inställning av olika detaljer i ett datorsystem så att delarna passar ihop och helheten motsvarar användarens önskemål.

Processor – den del av en dator som sköter operativsystemet, d v s det program som gör att datorn fungerar som dator.

Protokoll – syftar på den utväxling av tekniska data som sker enligt bestämda regler innan två datorer börjar utbyta meddelanden och som säkerställer att kommunikation är tekniskt möjlig.

RAM eller ram – betyder random access memory, och är vanligen en beteckning på datorns arbetsminne. Det är nästan alltid ett halvledarminne, som förlorar alla data när strömmen bryts.

ROM eller rom – ursprungligen en förkortning av engelska read-only memory, 'minne som enbart läses' (dvs inte kan ändras). Förekommer numer oftast i sammansättningen cd-rom.

Unix-miljö – den miljö där operativsystemet Unix används, dvs i teknisk, vetenskaplig och "tung" databehandling. Unix har sedan mitten av 1990-talet konkurrens av Windows NT.

Medverkande författare

Birgitta Frejhagen,
VD, InfoKomp AB, ledamot av IT-kommissionen, Stockholm.

Ove Halén,
fil dr, intendent, Tekniska museet, Stockholm.

Mats Höjeberg,
fil lic, redaktör för Daedalus, konsult, Stockholm.

Torbjörn Johansson,
teknisk direktör, IBM Svenska AB, Stockholm.

Lennart Johnsson,
professor, Institutionen för numerisk analys och datalogi, KTH, Stockholm.

Anne Louise Kemdal,
museidirektör, Tekniska museet, Stockholm.

Ola Larsmo,
författare, Uppsala.

Yngve Sundblad,
professor, Institutionen för numerisk analys och datalogi, KTH, Stockholm.

Gunnar von Sydow,
copywriter, konsult, Tattoo PR, Stockholm.

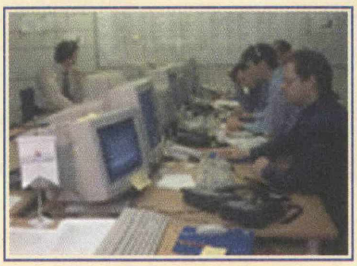
Den svenska
kemiindustrins processer
och produkter uppfyller
höga krav när det gäller
säkerhet, hälsa och miljö.

Vi tror att du förstått att
hela vår nuvarande livsstil
är beroende av kemin.
Därför finns vi. Här.

www.chemind.se

KEMI
KONTORET

Vi främjar en gemensam nordisk elmarknad







Svenska Kraftnät är en koncern med omfattande verksamhet. Affärsverket överför elenergi säkert och effektivt på stamnätet. Dessa ca 16 000 km ledningar med högspänd el (400 och 220 kV) går som "motorvägar" från kraftverken till våra nätstationer. Därifrån går elen vidare till elkonsumenterna via nät med lägre spänningar. Vi ser till att elsystemet kortsiktigt är i balans, s.k. systemansvar.

Koncernen Svenska Kraftnät har idag tre dotterbolag och sju intressebolag. Det största av dessa är nordiska elbörsen Nord Pool (bilden t.v.), genom vilken vi bl.a. främjar utvecklingen av den gemensamma nordiska elmarknaden. Nyligen har vi bildat dotterbolagen Svenska Kraftnät Gasturbiner samt Svenska KraftKom – för att bygga ett nationellt stomnät med optofiber för bredbandskommunikation (mittbilden visar dragning av optokabel på kraftledning).

Vi ansvarar också för landets elberedskap och där verkar för en robust och flexibel elförsörjning vid kris och krig.

Svenska Kraftnät har ca 250 anställda, varav de flesta arbetar på huvudkontoret i Vällingby, Stockholm. Vi har även kontor i Sundsvall, Halmstad, Arboga och Sollefteå samt en kursgård i Åsbro. Svenska Kraftnät sysselsätter ytterligare några hundra personer på entreprenad för drift och underhåll av stamnätet runt om i landet.

Svenska Kraftnät

Box 526, 162 15 Vällingby. Besök: Jämtlandsgatan 99
Tel vx 08-739 78 00, Telefax 08-37 84 05.
www.svk.se

Lyssna på framtiden



HOLMEN

Effektiv kommunikation blir allt viktigare.

Det är här våra produkter kommer in i bilden. Genom dem får människor över hela Europa varje dag en bättre, mer levande bild av världen. Av starka känslor och stora idéer. Och av små ting i närheten.

Holmen tillverkar papper för dagstidningar, kataloger, vecko- och månadsmagasin. Kartong för grafiska ändamål och starka, övertygande förpackningar för t ex livsmedel och exklusiv parfym.

Du hittar oss nästan alltid där värdet av – och kraven på – effektiv kommunikation på papper är som allra störst. Med hjälp av kunskap och ny teknik skapar vi värden tillsammans med och för våra kunder.

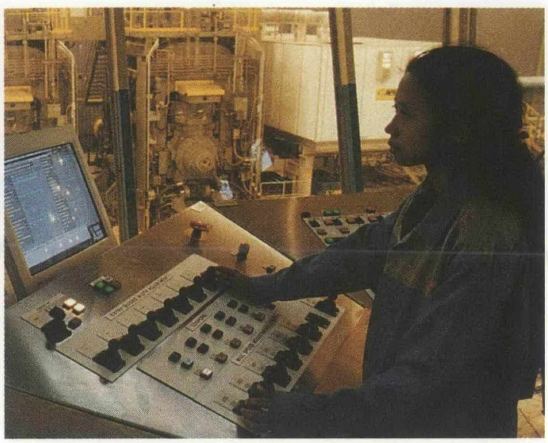
Vi lyssnar och lär. Kommunikation för alla sinnen hör framtiden till.

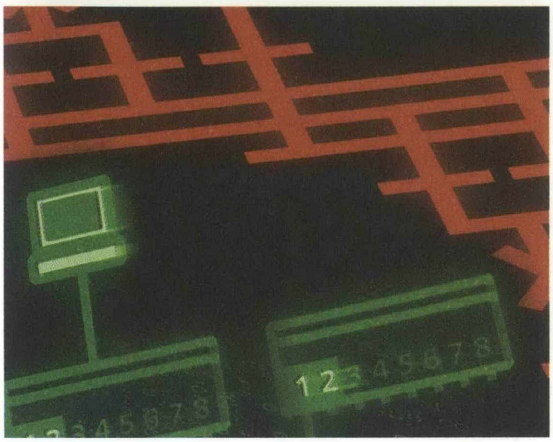
TIDNINGS- OCH JOURNALPAPPER
KARTONG • TRÄVAROR • SKOG

Holmen har långvariga relationer med kunder som sätter hög kvalitet och bra service i främsta rummet. Därför investerar vi i produktutveckling, effektiv tillverkning och kundservice. Resultatet är ett framgångsrikt, finansiellt starkt företag med nöjda kunder över hela Europa.

HOLMEN AB
Box 5407 • 114 84 STOCKHOLM
Tel 08-666 21 00
www.holmen.com









En världsledande koncern

ABB är världsledande inom kraft- och automationsteknik. Våra lösningar förbättrar prestanda och minimerar miljöpåverkan för energiföretag och industrier. ABB har 160 000 medarbetare i mer än 100 länder.

Läs mer om ABB på www.abb.se

ABB

Himlen är vårt lager, men applikationerna är jordnära

Vanlig luft består av många olika gaser. Kväve och syre dominerar. Därefter följer argon och koldioxid.

Precis som om det fanns en tanke bakom är det just de gaser som finns naturligt i luften som passar bra i en lång rad miljöavlastande tillämpningar.

Dessa gaser, som utgör basen i AGAs verksamhet, har också en central roll i industrin, där de används för att öka produktiviteten, kvaliteten och säkerheten.

I Sverige har vi idag över 150 000 kunder som representerar många olika branscher: verkstad, elektronik, metallurgi, massa och papper, kemi, livsmedel och medicin. Kunder som kanske ursprungligen läste en annons som den här och tänkte "Kanske gas vore en lösning? Kanske man skulle ringa AGA?"*

** Vårt telefonnummer är 08-706 95 00.*
AGA på Internet: www.aga.se

AGA SKAPAR NYA MÖJLIGHETER

AGA
Member of the Linde Gas Group



I ett företag som lever på att utmana teknikens yttersta gränser, finns inga gränser. Allt är möjligt. Det handlar bara om att våga tänka utanför de traditionella banorna, att tro på sin egen kunskap och förmåga. Och att utnyttja den kraft som skapas genom samarbete med likasinnade.

Vår verksamhet finns i huvudsak inom försvar, flyg och rymd. Att utveckla morgondagens avancerade produkter och system inom dessa områden, är inte bara en fråga om att utmana teknikens yttersta gränser. Det handlar också om att kunna omvandla nya kunskaper till praktisk nytta. Det är den verkligt stora utmaningen.

Mer information om Saab och de tekniska utmaningar vi lever med finns på ***www.saab.se***

SAAB TECHNOLOGIES

SAAB

www.stockholmsodra.se

Den tekniska utvecklingen är vår framtid. Resten är historia.



www.cf.se



Visst bor det en liten ingenjör inom oss alla. Vem vill väl inte vara med och förändra världen? Ingenjörens engagemang och tekniska kompetens är en förutsättning för att utveckla nya idéer och möjligheter. Insatser och initiativ som gynnar alla i Sverige.

Civilingenjörsförbundet har stöttat Sveriges ingenjörer under mer än 140 år. Ursprunget till CF är Svenska Teknologföreningen, som bland annat var en av initiativtagarna till Tekniska Museet.

Vi lovar att fortsätta att jobba för ingenjören, och se till att museets salar är välfyllda även i framtiden.

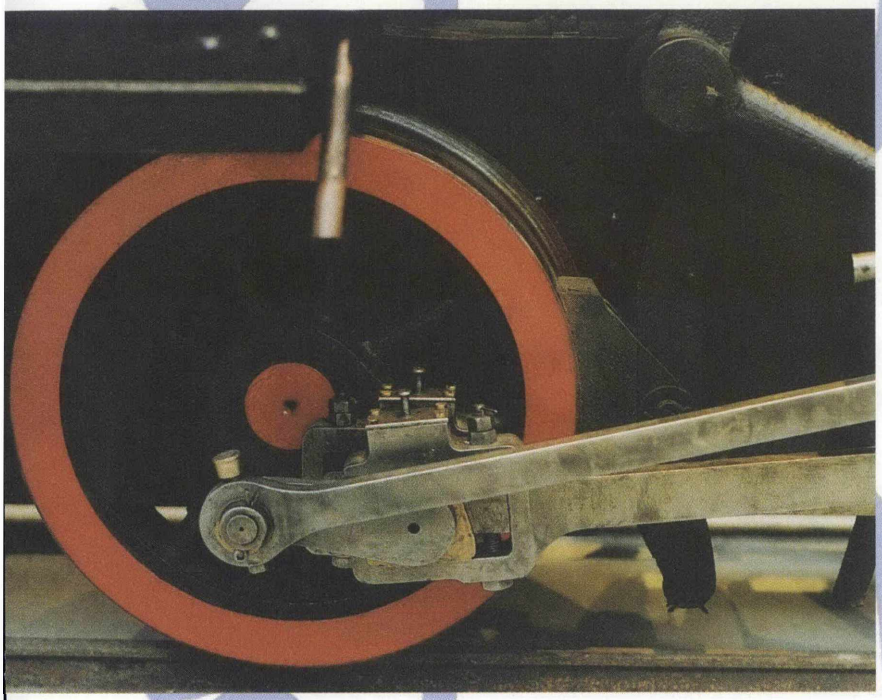
CivilingenjörsFörbundet

Samlar Sveriges Ingenjörer

Gå med i TMV

Tekniska Museets Vänner

- som medlem får Du
- vara med på spännande studiebesök
- följa med på roliga resor med teknikanknytning
- lyssna till intressanta föredrag
- fritt inträde på Tekniska museet
- Tekniska museets fina årsbok Dædalus



Vi är en förening för alla som är intresserade av teknik och industrihistoria. Många av studiebesöken sker på platser som i princip är omöjliga att besöka som privatperson. Vi har besökt bl a Försvarets Forskningsinstitut FOI, Muskö underjordiska örlogsbas och KTHs fusionsforskning.

Bli medlem Du också eller ge bort ett medlemskap som gåva!
Sätt in 200 kr på TMVs postgiro 49 24 - 7 och ange tydligt namn, adress, postadress, telefonnummer, födelseår och e-mail.
Besök också vår hemsida www.tmv.a.se och www.tekmu.se

Tekniska Museets Vänner, Box 27842, 115 93 Stockholm





Customer care, Premium brand, Profitable growth and Leadership

Scania is active on more than 100 markets all over the world, with one of the strongest brands in the industry. We consistently grow faster than the expanding market and Scania is one of the world's leading and most profitable players in the heavy vehicle industry. Today we are introducing powerful new products in harmony with the environment. With support of the web and mobile services, we are developing the most efficient services and transport solutions of the future.

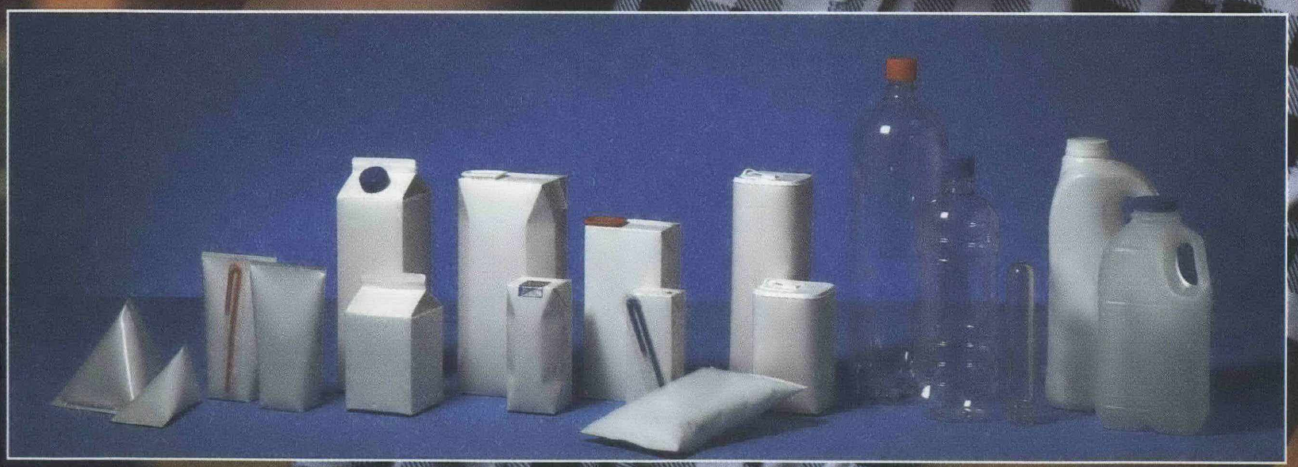
Would you like to know more?

Order the Scania Year-End Report for 2000 via www.scania.com/ir/ir32 or fax +46 8 553 855 59.

SCANIA
For Demanding People



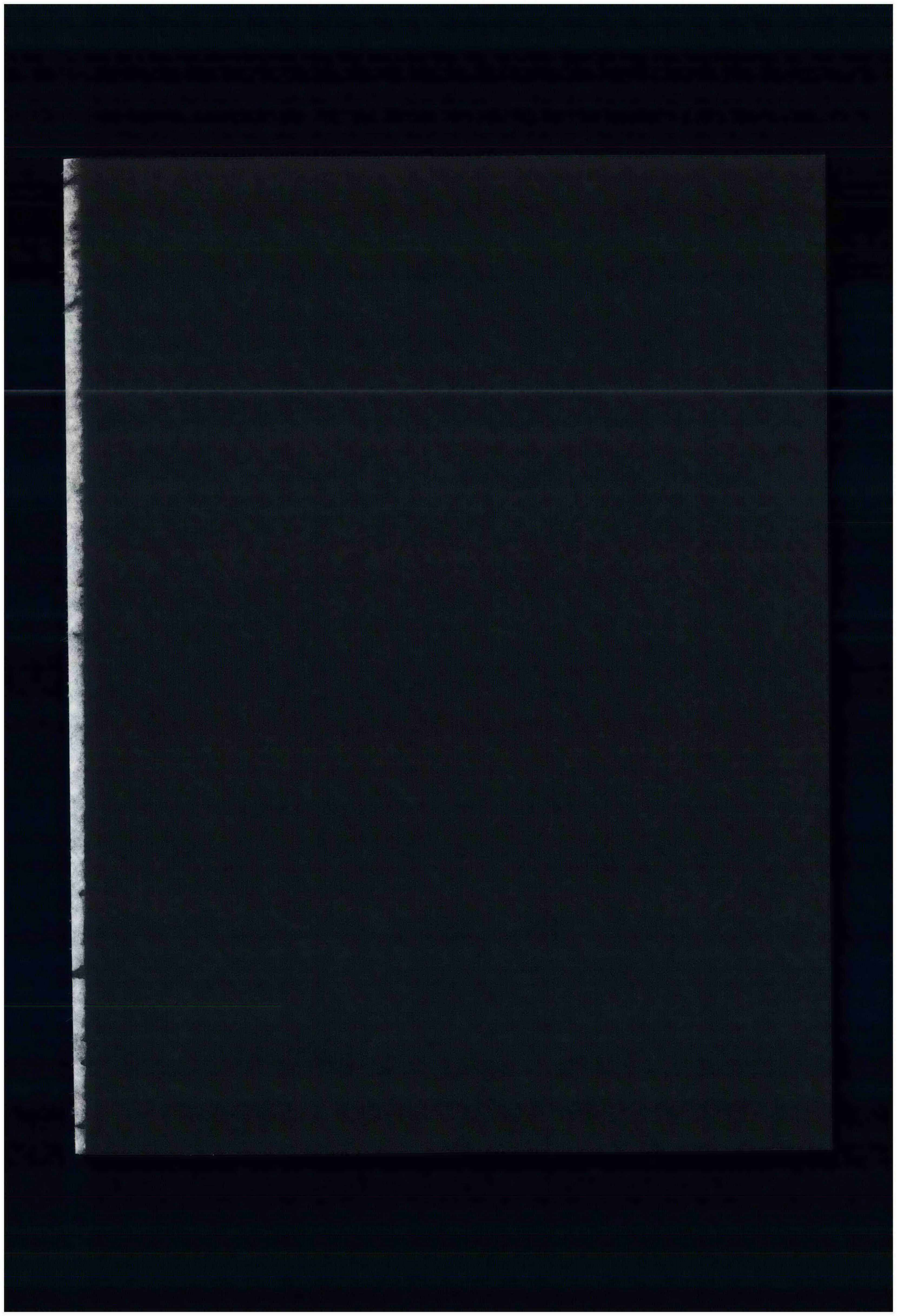


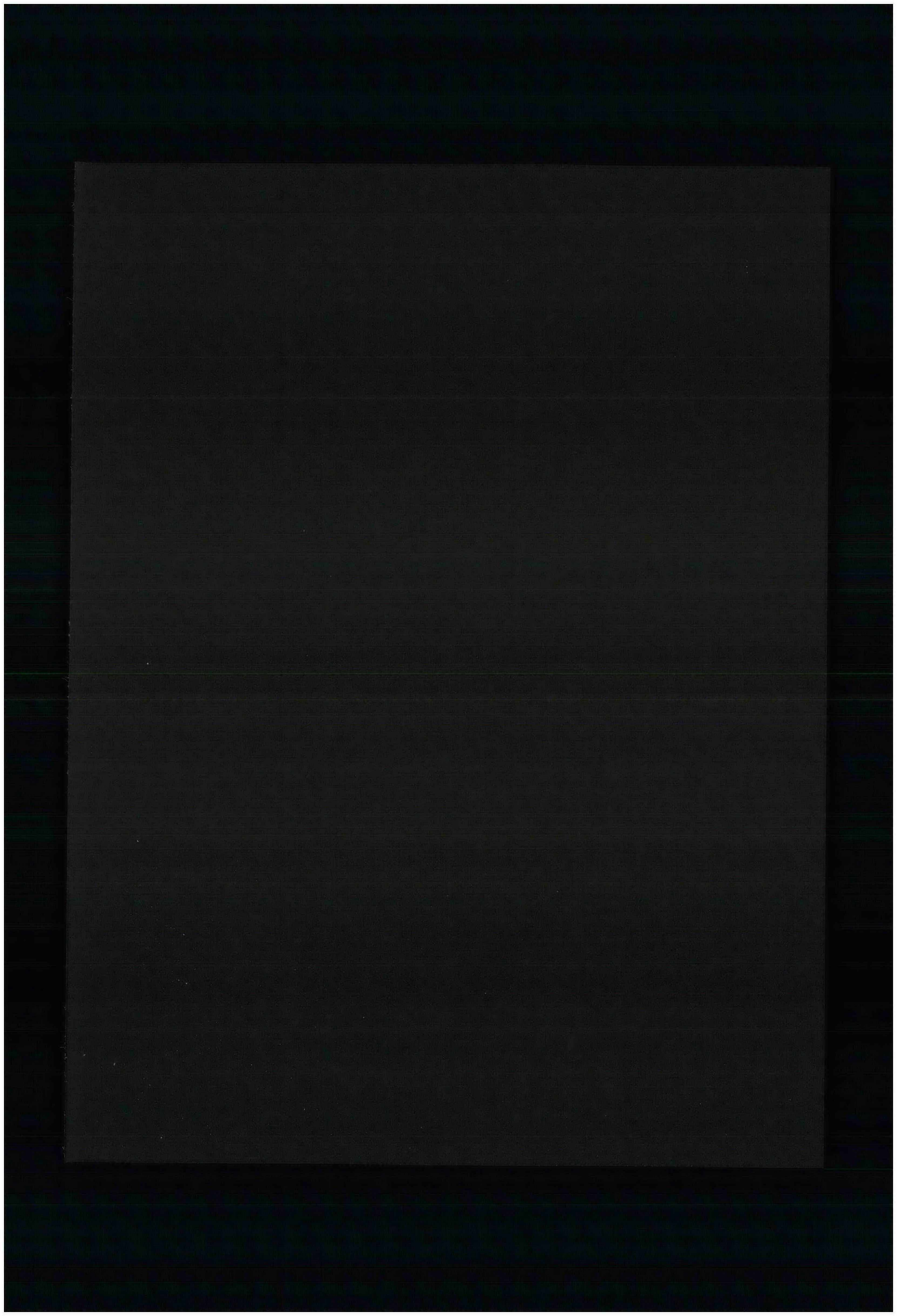


Tetra Pak

Mer än förpackningen™


...vårt
STÅL
...höghållfast, slitstarkt, formbart,
i ständig utveckling för nya applikationer.
Världsledande.
Vi skapar mervärden i samverkan med
våra kunder!
SSAB
www.ssab.se





DATOR TILL VARDAGS

TEKNISKA MUSEETS ÅRSBOK

DÆDALUS 2002

De senaste decenniernas utveckling när det gäller datorer och datoranvändning har varit häpnadsväckande. Datorn har blivit ett redskap för nästan alla, inte bara på jobbet utan också i hemmen. En svindlande snabb teknisk utveckling har ägt rum. Men utan en utveckling av program som passat användarna hade datorn inte blivit vardagsvara. *Dædalus* 2002 skildrar denna utveckling i sex artiklar av författare som på olika sätt tagit del i detta skeende.

ISBN 91-7616-019-X

ISSN 0070-2528

Tekniska Museet