Besk var reformations-tiden

Av Bengt-Arne Vedin

Mikroelektroniken är äldre än förbränningsmotorn. Inte om man räknar i år, men väl om man räknar i generationer. En generation inom mikroelektroniken är nämligen ett och ett halvt till tre år lång. Så lång tid tar det innan snabbheten fördubblats, priset sjunkit till en fjärdedel, och utrymmeskravet minskat nästan lika mycket.

Så lång tid tar det också för elektronik- och datorföretag att födas och växa till en arbetsstyrka på ett par tusen anställda. Besk, den första svenska datorn, var så avancerad att den ett tag höll världsrekord i snabbhet. Men räknar vi elektronikgenerationer så får vi placera den ungefär på reformationstidens plats.

Mikro och dator

En dator definieras som en självprogrammerbar räkneautomat. Att den är självprogrammerbar innebär, att man kan få den att utföra de mest olikartade räkneoperationer bara genom att säga till den. Man behöver inte konstruera om den, bygga om den eller byta några delar när man har någon ny räkneuppgift – bara instruera den, programmera den.

Och begreppet räkneoperationer skall tas i vid mening: dit hör också lagring av information, sortering av adresser, och andra arbetsuppgifter där man numrerar bokstäver och annan information. Så att datorn kan hålla rätt på den.

Att datorn klarar mycket själv innebär *inte* att den *tänker* själv. Den följer bara de regler vi ger den att följa. Men de reglerna kan göras mer och mer invecklade, mer och mer fullständiga.

De första datorerna – som Besk – vägde kanske tjugo ton och innehöll 30 000 elektronrör, den traditionella typ av glödlampsliknande elektronikkomponenter som länge fanns i radioapparater och ännu längre i TV-utrustningar. Alla förbindningar mellan elektronrören och övriga komponenter gjorde datorn till en ömtålig tingest. Den behövde lagas flera gånger i timmen och räknekostnaden per minut var mycket hög.

Idag kan man köpa datorer som har samma kapacitet som de första för 10 000 kronor (priset när detta skrivs – det har kanske halverats när

Dædalus distribuerats?!). Men då är dessa både snabbare och tillförlitligare, väger mindre och drar mycket mindre energi.

I gamla radioapparater hade man som sagt elektronrör. Så småningom ersattes dessa av transistorer. En liten radioapparat innehåller kanske tio stycken sådana halvledarförstärkare (även om japanerna fick oss att kalla hela den transistorbestyckade apparaten för "transistor"). En transistor kan likaväl som ett elektronrör utnyttjas för att förstärka en elektrisk signal, till exempel den svaga ström som radiovågorna ger genom radio- eller TV-antennen. I datorn är signalen vanligen antingen ja eller nej, ström eller inte genom rör eller transistor.

Det är på så vis transistorerna i datorn "räknar". Strömlös eller strömförande transistor svarar mot nolla eller etta. I stället för att utnyttja det vanliga talsystemet med basen 10 utnyttjas här basen 2, alltså bara nollor och ettor. Ett vanligt tvåsiffrigt tal blir på så sätt en skäligen lång följd av nollor och ettor – och det går åt många transistorer. Mot varje sådan möjlighet till nolla/etta, mot varje transistor, svarar en basenhet i det binära talsystemet – en informationsenhet eller *bit,* efter engelskans binary digit.

Till en början var de många transistorerna lika problemfyllda som elektronrören, även om de drog mindre ström. Men så kom ett mycket betydelsefullt genombrott: man lärde sig att bygga ihop flera transistorer (och även andra komponenter) i samma lilla stycke material. Detta material blev dessutom i allt mer övervägande grad kisel – kisel i nära perfekt kristallform och av hög renhet (före kisel var germanium det viktigaste halvledarmaterialet).

Genom denna hopbyggnad av vad som förr var enskilda komponenter till större byggstenar kan varje komponent eller kristall idag sägas vara en "supertransistor" som innehåller flera hundratusen transistorer. Den lilla kristallen är mindre än ett vanligt frimärke och inte mycket tjockare.

Själva tekniken för hopbyggnaden är i sig fascinerande. Man utnyttjar avancerad fotografisk förminskningsteknik för att framställa olika mönster där man i successiva steg upprepar samma procedur: man tar på kemisk väg upp hål i ett skyddande skikt av kiseldioxid på kiselkristallens yta och ser till att små mängder föroreningsatomer vandrar in genom dessa fönster. Mellan varje steg i processen förändrar man mönstren och väljer också olika föroreningsämnen och behandlingstemperaturer.

På så vis skapas olika zoner med föroreningar, som i sin tur direkt styr kristallens elektriska egenskaper. För att binda samman de många komponenterna förångas metall som får bilda ledningsmönster. Även detta kan formas kemiskt på önskat sätt med hjälp av fotografisk teknik.

Programmerar vi ansamlingen av transistorer har vi en liten dator – en mikrodator.

En kvarts miljon transistorer per huvud

Det är svårt att riktigt gripa den snabba utvecklingen vad gäller förminskning av elektroniken. En bil av år 1950 skulle med samma utveckling rymmas i en fingerborg, kosta en bråkdel av ett öre och väga mindre än ett gram. Pris och dimensioner halveras i själva verket på mindre än två års tid.

Så har det varit sedan 1950, och utvecklingen kommer att fortsätta i samma takt i nästan ett decennium till – om utvecklingstakten har någon tendens att förändras, så är det att den accelereras. Det finns inga svåra vetenskapliga barriärer att bryta igenom, "bara" många, många timmar av praktiskt ingenjörsarbete.

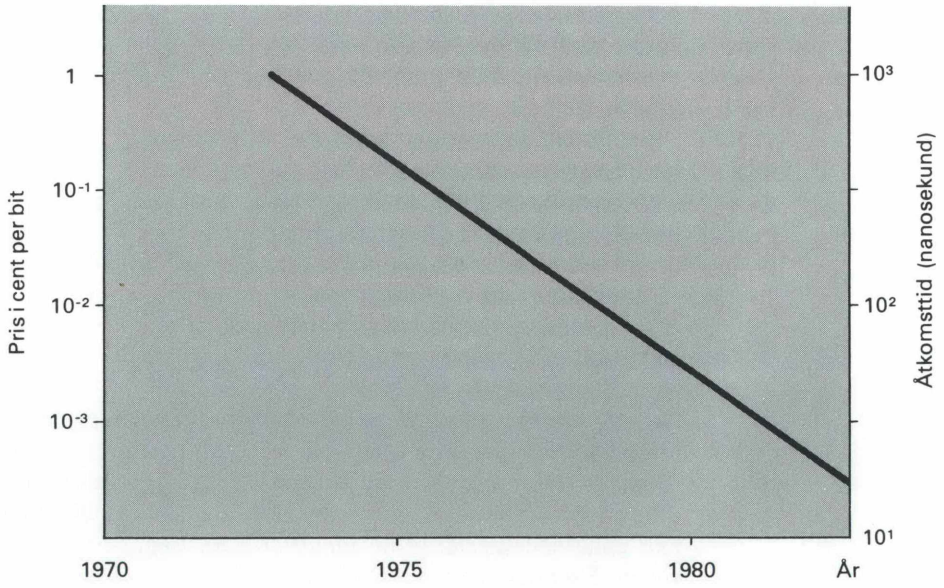
Bild 1 och 2 demonstrerar hur priset faller och hur snabbheten hos kretsar och komponenter hela tiden ökar. Vi ser också hur mycket tätare komponenterna kan packas samman.

Men det är ändå svårt att riktigt greppa vad det egentligen innebär att kostnaderna sjunker med en faktor 10 000–100 000 på femton år. Grubbla då istället på vad det innebär att man 1985 av allt att döma kommer att producera en kvarts miljon transistorer per jordinvånare, gammal som ung, i-länning som u-länning.

Ibland publiceras bilder av flitiga östasiatiska kvinnor som sitter och monterar elektronik i långa rader. Att det lönar sig att sända kiselkomponenterna till låglöneländer för montering pekar på att andra kostnader än den rena råa "räknekraften" nu och i framtiden kostar mest. De dominerande kostnaderna kommer från den kringutrustning som behövs för att komma åt den centrala elektroniken, kretsen eller mikrodatorn, som själv kostar bara en eller ett par tior.

Kringutrustningen omfattar sladdar och ledningar, tangentbord och strömkälla, TV-skärm för presentation av information och kanske ett extra dataminne. Totalt blir kostnaden för hela systemet från 3 000 kronor och uppåt, om vi utgår från de för närvarande billigaste hemdatorerna i USA.

Bild 1.



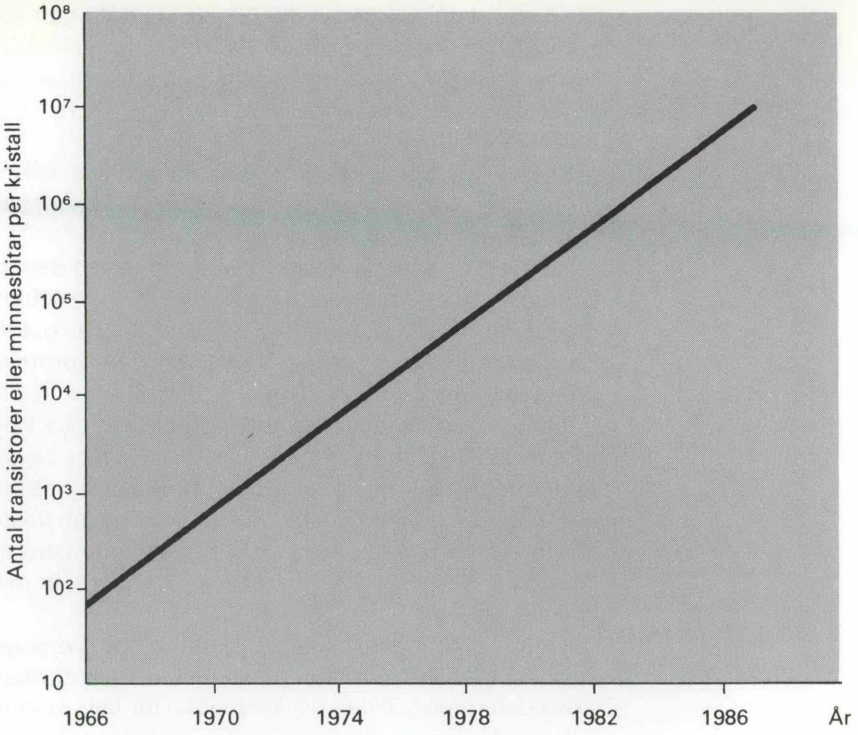


Bild 2.

Ytterligare en viktig kostnadspost får vi heller inte glömma, och det är kunskapen. Vi måste kunna utnyttja alla de möjligheter som ligger dolda i den frimärksstora kiselbiten. För att göra det bekvämt, skall vårt vanliga språk, eller något som påminner om detta, helst automatiskt översättas till räkneautomatens trista ettor och nollor. Det krävs med andra ord programmering.

Samtidigt som kostnaderna för kiselstyckena, för maskinvaran eller hårdvaran, krymper så kraftigt att vi snart kan tala om *zero cost computing* eller "datorkraft till nolltaxa", minskar inte kraven på mänskliga insatser för att bygga systemen, för att göra dem enkla att handskas med eller för att programmera dem. I viss utsträckning kan användarvänlighet byggas in, men totalresultatet blir ändå att programmeringen allt mer står för den dominerande delen av kostnaderna (som i och för sig sjunker totalt sett), bild 3.

Till sjöss, i luften, på vägen ...

Ordet dator får oss att tänka på maskiner som löser generella räkneuppgifter eller hjälper till att komma ihåg och sortera stora mängder fakta. Men liksom stora datorer ibland används för specialproblem, kommer vi i framtiden att möta mikrodatorer i de mest olikartade tillämpningar. Det kan gälla sådana där vi nu utnyttjar bara några transistorer eller t o m reläer. Eller där vi inte tänkt på att utnyttja något alls.

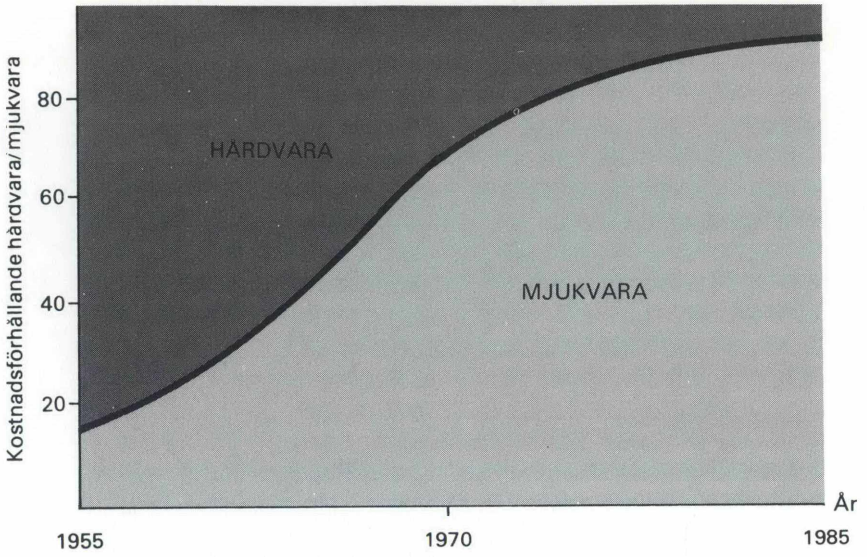


Bild 3.

I bilen kan mikrodatorn t ex styra tändsystem och avgasförbränning, varna för rattonykterhet eller allmän körosäkerhet, hitta fel på bromsar och motor, automatisera biltullar och parkering. I England utvecklas låsningsfria bromsar, i Västtyskland provas mikrodatorer som vägvisare för snabbaste vägen till ett givet mål – bestämt av vägkvalitet, väder och trafiktäthet. Med en elektronisk lasers hjälp kan datorn varna för krockrisk och se genom dimma.

I hemmet kan den lilla hemdatorn få konkurrens av telefon och TV, som tillsammans blir en datorterminal, som via telenätet står i förbindelse med Televerkets och andras centrala register. Spisen, kylskåpet och strykjärnet får datorfunktioner, så att bakning och julskinka aldrig behöver misslyckas och långkok kan arrangeras utan närvaro av dubbelarbetande. Hushållsmaskiner, videospelare, hobbyutrustning och så förstås spel och leksaker står i tur att datoriseras.

Kanske kommer inte alls arbetsplatserna att robotiseras i den utsträckning man föreställer sig. Utan i stället förses varje maskin med några mikrodatorer, som ser till att just den maskinen arbetar på bästa sätt. Det kan innebära att människan slipper tungt, miljöfarligt och monotont arbete, men det kan också innebära att hon reduceras till uppgifter som städning eller maskinbetjäning av det mest trista slag – att hon reduceras till maskinslav.

Återigen skall vi emellertid minnas att datorn inte är det minsta mänsklig. Även om det t ex finns enkla översättningsmaskiner är det mycket långt till någon förfinad språköversättning. Ännu längre är det till den självständiga roboten, som framgår av bild 4.

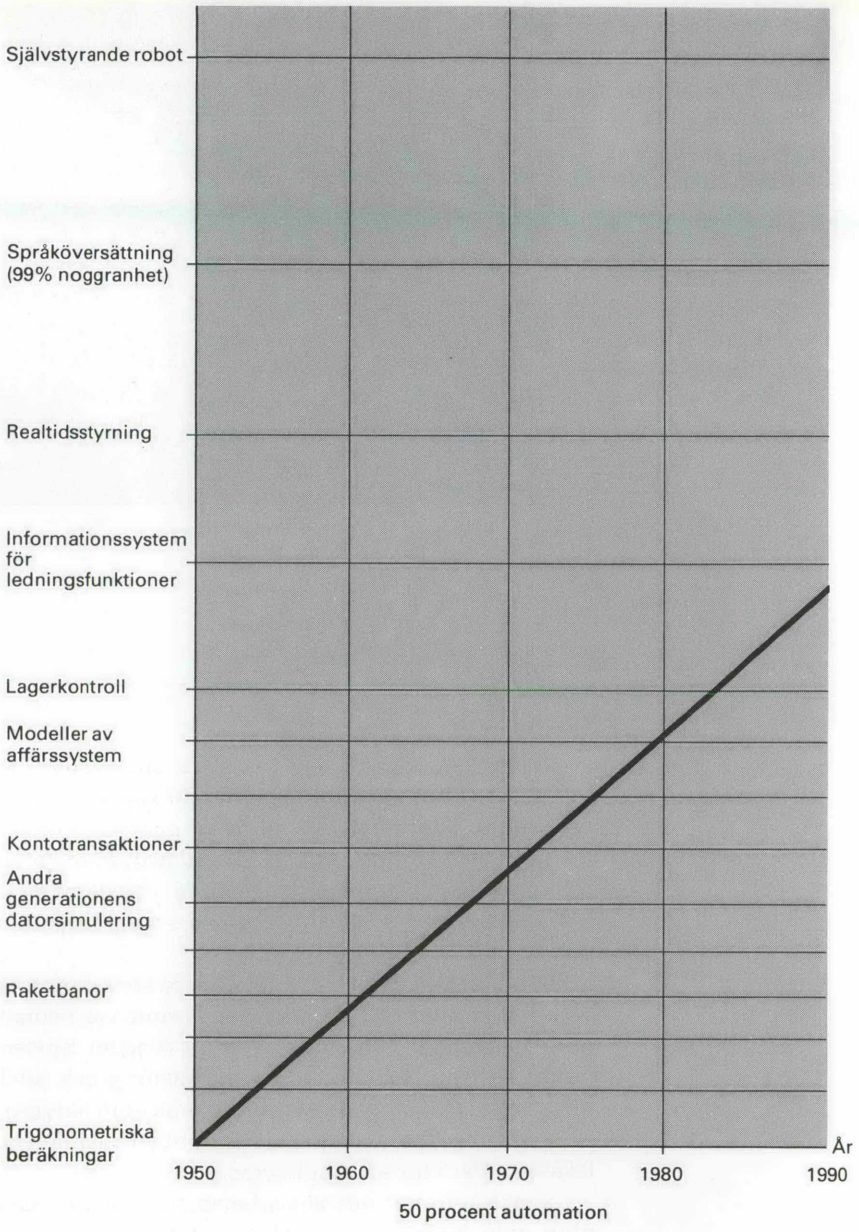


Bild 4.

På många håll pågår nu intensiva överläggningar om hur mycket elektronik varje enskild arbetsplats skall ha. I Sverige har t ex Televerket tillsammans med några storföretag startat projektet *Kontor 85.* Alternativet till den enskilda elektroniska skrivmaskinen och minidatorn med eget minne är en kvalificerad telefon till en kontorstelefonväxel, som samtidigt är dataväxel, och som tar hand om att förmedla och lagra information av

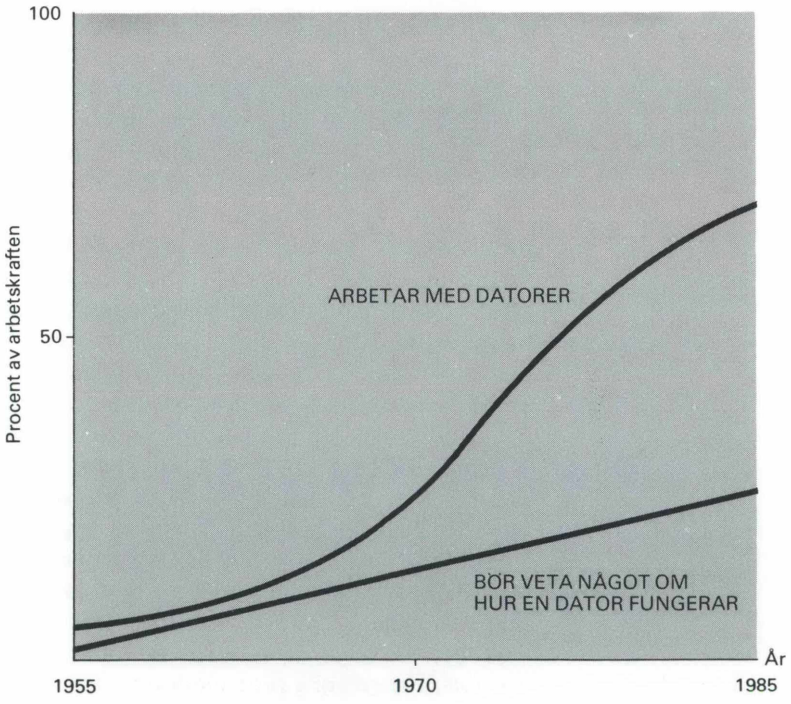
de mest skilda slag. Precis som för hemdatorn kan vi välja mellan ett centraliserat och ett decentraliserat system. Posten blir i en snar framtid till stor del elektronisk, även om tidningar, tidskrifter och paket ännu inte på överskådlig tid kan sändas över en tråd. En sammanfattande bild av vilka krav datorernas intåg på arbetsplatserna ställer framgår av bild 5.

Utbildning och medicin är två andra stora tillämpningsområden för mikroelektronik och mikrodatorer. Inom medicinen kan man utrusta personer som lider av olika åkommor – eller som åtminstone misstänks lida av dem – med de mest skiftande datorbaserade mätapparater. Det kan vara tilltalande i många fall, men det tycks också finnas avigsidor. Amerikanska motionslöpare har mikrodatorer som hela tiden ger uppgifter om puls, blodtryck och löphastighet i örat – och det finns t o m en maskin där mikrodatorn styr två batonger som slår löparen på låren så han skall hålla rätt takt. Och datorer kan förstås monteras in i brottslingar, så att larm utlöses så fort de närmar sig en bank ...

Institutionaliserade framtidsstudier

Varför går nu utvecklingen inom mikroelektroniken så fort? *Ett* skäl är att det är lönsamt att satsa på den nya tekniken. Robert Noyce, chef för ett av de framgångsrikaste och mest snabbväxande "mikroföretagen", har räknat ut att det man satsar i forskning och utveckling betalar sig med 350 procents ränta, en vinst som delas på elektronikutvecklare, systemtillverkare och slutkonsument.

Bild 5.



Ett annat skäl är att företagen av konkurrensskäl satsar på framtiden redan innan den har anlänt. Japanerna har till exempel satt i system att räkna ut vid vilken tidpunkt utvecklingen är mogen för elektronik i vissa produkter. Då slår de till och introducerar produkterna två år *tidigare* för att lägga beslag på marknaden i god tid, och till priset av förluster i början. Metoden innebär att man satt framtidsstudier i system och användes först när elektroniska kalkylatorer slog ut mekaniska.

Ett tredje skäl är att mikroelektroniken blivit en slags industripolitikens högvilt. Här finns exempel på företag som växt i omsättning från noll till två miljarder på tio år (Robert Noyce's Intel är ett sådant), som sysselsätter mer än tiotusen anställda. Det är annat än varv, stål och skog. De flesta av dessa företag återfinns dock på ett enda ställe, elektronikkulturens stamort på jorden, nämligen i Silicon Valley, Santa Clara County utanför San Francisco i Kalifornien. När ett företag här börjar bli stort och mäktigt hoppar några av dess bästa medarbetare av och öppnar eget – detta har hänt i hundratals fall, och visst misslyckas några, men andra genomgår en blixtsnabb utveckling.

Men det är inte amerikanska utan avundsjuka engelska, franska, tyska och japanska industripolitiker, som nu satsar miljarder på att få detta tillväxtunder att inträffa i de egna länderna. Ytterligare ett skäl till att utvecklingen inom mikroelektronik knappast kommer att dämpas under de närmaste tio åren.

Hinner vi med?

Datorn är en förvuxen transistor, en komplicerad och snabb räkneautomat. Men innebär den egentligen något radikalt nytt, något som vi inte haft förut? Det är en långtifrån enkel fråga att besvara. Är det kanske så, att de radikalt ändrade skalförhållandena gör den stora skillnaden? Vissa uträkningar skulle kompanier av högskolematematiker behöva månader och år för att traggla sig igenom – datorn gör det på sekunder.

Det nya är också, eller kommer att bli, prisrelationerna. "Informationskraft åt folket" är en okänd politisk slogan, som halvledarindustrin förverkligar alldeles på egen hand. Elektroniken kostar bokstavligen ingenting. Många har redan slutat att bry hjärnan med sådana uppgifter som att dividera tio med fem – det sköter kalkylatorn. De tekniska högskolorna har avskaffat räknestickan, ingenjörssymbolen. Kassaapparater är elektroniska, och butiksbiträden vägrar att använda dem, därför att de kan användas för att kontrollera hur snabba expediterna är. Videospel och hemdatorer förebådar helt nya leksaker för barn och vuxna, men också en elektronisk generationsklyfta av betydande mått.

Mekanisk och kemisk industri liksom andra näringsgrenar tvingas att utnyttja elektronik – eller dö. Elektroniken kan leda till arbetslöshet – utan elektronik är arbetslösheten säker. Amerikanska National Cash Register lyckades klara övergången – till priset av 10 500 friställda.

Problemet med elektronikens korta generationer är att vi aldrig hinner med. För att vara aktuell borde utbildningen behandla inte det förflutna utan framtiden, fem år från nu. Annars drabbas vi av fler elektroniska idéer och lösningar än vi har problem för. Det vore bättre om vi såg till att formulera angelägna problem först.