



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



ARNE REJDIN

# Informations- teknologi

R6: 1993

Datorer och telekom-  
munikation – byggande

V-HUSETS BIBLIOTEK, LTH



15000

400129248



BYGGFORSKNINGSRÅDET

R6:1993

LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA  
VÄG- OCH VATTENBYGGNAD  
BIBLIOTEKET

**INFORMATIONSTEKNOLOGI**

**Datorer och telekommunikation - byggande**

Arne Rejdin

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag  
890975-0 från Byggforskningsrådet till  
Rejdin & Co AB, Stockholm.

## Referat

Informationsteknologi (IT) är ett mycket omfattande område. I rapporten är IT avgränsat till aspekter på datorer och telekommunikation. Dessa stora områden smälter alltmer samman i nät, tjänster och utrustningar.

Utveckling av basteknik och byggblock för maskinvaran beskrivs. Dynamiken inom detta område är stor, med minskade dimensioner, högre hastigheter och ökade prestanda som resultat. Detta har i hög grad påverkat utveckling av dataarkitektur och programvara.

Tekniken påverkar oss i arbetslivet och under vår fritid. Den ger möjligheter inom vård och transporter. Utbildning i och kunskapen om informationstekniken är mycket väsentlig.

Den mängd elektronik som används kräver sin speciella miljö med krav på störtlighet, skydd och omsorg.

Regleringar och avregleringar samt standardisering och dessas inverkan belyses.

Med den snabba utvecklingen hos och tillämpningen av IT så kommer frågor som integritet, sekretess och sårbarhet i fokus. Det internationella och svenska arbetet med informations säkerhet kommenteras.

Rapporten syftar till att ge en översiktlig bild av IT och dess utvecklingsmöjligheter men pekar också på vissa problem vi kommer att möta.

Rapporten kan också ses som en tredje del i en kvartett vilken sammantaget försöker belysa det dynamiska IT-området.

Tidigare är utgivet *Elektrisk Miljö R17:1991* och *System och komponenter R27:1992*. Fjärde delen kommer att behandla Förvaltning av IT-utrustningar.

I Byggeforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R6:1993

ISBN 91-540-5512-1  
Byggeforskningsrådet, Stockholm

**gotab** 97227, Stockholm 1993

# Innehåll

	<i>Sida</i>	
<b>1</b>	<b>INFORMATIONSTEKNOLOGI</b>	7
1.1	Sammanfattning	7
<b>2</b>	<b>UTVECKLING</b>	13
2.1	Maskinvara basteknik	13
2.1.1	Allmänt – tendenser	13
2.1.2	Material – teknologier	19
2.1.3	Mikroteknologi	29
2.2	Maskinvara byggblock	49
2.2.1	Processorer	49
2.2.2	Minnen	55
2.2.3	I/O-utrustningar	60
2.2.4	Allmänt kommunikation – Överföringsteknik	68
2.2.5	Ledningsbunden överföring	69
2.2.6	Trådlös överföring	81
2.2.7	Kostnadssynpunkter vid överföring	89
2.3	Datorarkitektur	91
2.3.1	Enkelprocessorsystem	91
2.3.2	Multiprocessorsystem	94
2.3.3	Distribuerade system	98
2.3.4	Inbyggda system	104
2.3.5	Portabla datorer	105
2.3.6	Kommunikationsnät, LAN, MAN och WAN	107
2.4	Programvara och tillämpningar	110
2.4.1	Programmering, 4GL och objektorientering	110
2.4.2	Öppna system	114
2.4.3	AI, ANN och Fuzzy Logic	116
2.4.4	Databaser, hypertext	122
2.4.5	Telekom-tjänster	125
2.4.6	Multimedia, virtuell verklighet	126

	<i>Sida</i>
<b>3</b>	<b>MÄNNISKAN OCH INFORMATIONSTEKNIKEN</b> 129
3.1	Möte med ny teknik 129
3.2	Snittet människa-maskin 131
3.3	Utbildning 135
3.4	Informationsteknik i arbetslivet, EDI 140
3.5	Informationsteknik i hemmen 149
3.6	Vård 154
3.7	Transporter 161
3.8	Elektronik och miljö 170
<b>4</b>	<b>STANDARDISERING, REGLERING</b> 181
4.1	Standardisering och reglering 181
<b>5</b>	<b>INFORMATIONSSÄKERHET</b> 195
5.1	Inledning och bakgrund 195
5.2	Åtgärder 196
5.3	Insatser i USA 198
5.4	Verksamhet i Europa 199
5.5	Aktiviteter i olika länder 203
5.6	Sverige 205
<b>6</b>	<b>LITTERATUR OCH REFERENSER</b> 211

## Förord

### Informationsteknologi – Utvecklingsmöjligheter och begränsningar

Rapporten är indelad i fem avsnitt.

*Det första avsnittet* är en sammanfattning. Den ger läsaren en övergripande bild av vad de följande fyra behandlar.

*Avsnitt två* belyser den tekniska utvecklingen och anger de tendenser i utvecklingshänseende som är troliga under 90-talet och möjliga även i ett längre perspektiv. Avsnittet som är indelat i maskinvara, datorarkitektur och programvara visar hur datorer och telekommunikation alltmer glider in i varandra. Vidare hur utvecklingen inom maskinvaran i form av ökade prestanda tillgodogörs i datorarkitektur, program och nätverk.

*I det tredje avsnittet* görs ett försök att påvisa hur informationstekniken genomsyrar olika områden i samhället och i privatlivet. Betydelsen av utbildning, snittet människa-maskin, samt möjlig inverkan av IT inom olika sektorer belyses. Området är stort och svårbedömt, påverkat av bl a politisk och ekonomisk utveckling. Arthur J. Clarke sade en gång "The future is not what it used to be". Åsikterna om möjligheterna för och begränsningarna med informationsteknologi är också mycket divergerande.

*Det fjärde avsnittet* behandlar standardisering och reglering. Båda är i mycket ett förhandlingsarbete och de är också växelvis sammankopplade. Ett omfattande standardiseringsarbete, med Sverige som aktiv partner, bedrivs såväl globalt som inom EG-EFTA. Reglering inom IT-området har de senaste åren präglats av en pågående och omfattande avreglering. Konsekvenserna av standardisering och reglering kommenteras i rapporten.

*Det femte avsnittet* tar upp frågan om informationssäkerhet. Vårt behov av informationsskydd i syfte att uppnå erforderlig säkerhet ökar. Detta som ett resultat av den snabba expansionen av informationsbehandlingen i alla samhällssektorer och i takt med att IT alltmer integreras med verksamheten i övrigt. Området är ett av de mest angelägna att bearbeta inför 90-talet och framöver.

Under arbetet med rapporten har många, såväl experter som andra medverkat i intervjuer och gett synpunkter, råd samt värdefull dokumentation.

Slutligen vill jag tacka ing. Bengt Asker och teknologie lic. Sten Hellström. Deras stora kunskap och långa erfarenhet har betytt mycket.

Stockholm i december 1992

Arne Rejdin



# 1 Informationsteknologi

## 1.1 Sammanfattning

Informationsteknologi (IT) är ett oerhört omfattande område.

I rapporten är IT avgränsat till att belysa *vissa* aspekter på datorer och programvara samt data- och telekommunikation.

Datorer och telekommunikation är två områden som allt mer glider in i varandra. Inte bara det, de påverkar vårt liv bokstavligen dagligen och stundligen på ett sätt som vi sällan tänker på. De flesta är medvetna om hur beroende vi är av telefon och TV, men många är inte medvetna om att de är "datoroperatörer" många gånger om dagen. Datorer, i form av små inbyggda processorer finns i de flesta hushållsapparater (vitvaror), i bilar, kameror, videoapparater, i många leksaker etc. Det är samma historia i den offentliga miljön, t ex i trafiksignaler, bussar, tunnelbanor, larm och övervakningsapparater.

Telefonen är ca 130 år gammal och datorn närmar sig 50-årsstreck. De första datorerna byggdes av vacuumrör, precis som de första TV-apparaterna, men ganska snart kunde man gå över till "fasta tillståndets fysik" i och med introduktionen av transistorer som byggelement.

Under hela *datorns* historia har vissa egenskaper gått att förutse med stor säkerhet. Pris/prestanda har hela tiden grovt sett följt samma räta linje på ett log-diagram. Faktorn halveras vartannat år och för närvarande går det faktiskt ännu något snabbare.

Ökade prestanda används främst inom två områden, nämligen dels att förenkla användningen genom t ex mer grafik, dels att öka programmeringsproduktiviteten genom högre nivå på programspråk och bättre datorarkitektur. Det första området kommer användaren direkt tillgodo, det andra indirekt genom att programvaran blir billigare och rikare i funktioner.

Nära kopplat till ökningen i hastighet ligger minskningen i storlek, det första är beroende av det andra. Utvecklingen på PC-området är slående och mycket synlig. Dagens laptop eller

"knä dator" är stor som en telefonkatalog men ofta lika kraftfull som en skrivbordsdator. Nackdelarna med den ligger i att "människan är alltings mått". De små dimensionerna på elektroniken utnyttjas också i alla de mer osynliga tillämpningarna som nämnts och den användningen kommer att accelerera.

Man har kallat *telenätet* för världens största maskin. Det är en triumf för teknik, och internationell samordning, att man genom att slå ett tio-tal siffror kan nå människor var som helst på jorden. Signaler och samtal kan då behöva passera ett stort antal växlar och nät, av högst skiftande ålder, kvalitet och standarder.

De stora långsiktiga investeringar i infrastruktur som krävs gör att framstegen inom teleområdet ibland tar lång tid jämfört med vad man ser inom andra IT-områden. Men både på och under ytan händer mycket. Sedan mer än 10 år använder man regelmässigt glasfiber och optiska signaler i stället för kopparledare och elektriska vågor för långdistanskommunikation. Ett annat medium för långdistans, som varit ännu längre i bruk är satelliter.

Ett antal faktorer kommer att påverka slutanvändaren relativt snabbt och påtagligt.

Den första är inte teknisk. När den stora maskinen byggdes så kunde det ske mycket tack vara att telemarknaden var hårt reglerad över hela världen. I varje land fanns det blott en organisation som svarade för telekommunikationen. Det var därför, om inte enkelt, så i varje fall möjligt att komma överens om standarder, ekonomisk avräkning etc. När monopolen avvecklas kommer det att påverka oss på gott och ont. Utbudet blir större, priserna pressas och serviceandan ökar. Men det blir också en rörigare marknad, där vi måste hålla oss väl informerade om vad som är på gång för att kunna utnyttja fördelarna.

Övriga faktorer är mera tekniska. En som redan betytt mycket och som vi bara sett början av är användning av radio i stället för koppar sista biten ut till abonnenten. Mobiliteten kan så småningom gå dit hän att var och en bär sin telefon med sig, och man ringer upp en person och inte som idag en telefonapparat.

Den andra tekniska faktorn är pris/prestanda pressen. När elektronik var dyr och skrymmande var det naturligt att centralisera den och använda allehanda komplicerade sätt att utnyttja den descentralt. Nu är det både enklare och billigare att flytta funktionerna ut där de egentligen hör hemma. Välkända exempel är telefoner med minne och telefonsvarare. Den tendensen kommer förstås att fortsätta inte bara i vanliga telefoner, utan även i andra apparater som ansluts till telefonnätet. Mobiltelefoner är redan idag en dator med stor programvolym, och här finns mycket att göra än för att underlätta användningen i situationer där man egentligen skulle behöva tre eller fyra händer.

Den tredje viktiga teknikfaktorn är ökningen av bandbredden, d v s mängden information som överförs per tidsenhet. Vanligt tal av den kvalitet som används i telefonnätet överförs med 64000 bitar per sekund (bps). Användningen av datorer med grafiska gränssnitt kräver många gånger högre hastighet. Det finns nät som klarar av 155 miljoner bps idag och i utvecklingslabben är man uppe i miljardsiffror eller Gigabit per sekund. En full A4 sida med 4000 tecken, kodad med 8 bitar per tecken kan tydligt överföras på en halv sekund med "telefonhastighet". Med 1 Gpbs tar det endast 3 mikrosekunder, d v s 3 miljondels sekunder. Idag används dessa höga hastigheter dels på långlinjerna där 1000-tals samtal då kan buntas samman på en tråd, dels av företag som kommunicerar stora mängder information t ex ritningar mellan sina olika anläggningar eller till sina kunder och leverantörer. Men bilder och grafik är internationella och lätta att förstå, så bredband i olika former kommer succesivt att göra sitt intåg också i hemmen.

Fram till sekelskiftet kan man alltså göra en ganska trolig bild över pris/prestanda för ny grundläggande teknik.

Det är däremot mycket svårare att förutsäga användningen. Prognoserna har slagit vilt åt båda håll.

Två av anledningarna till prognosmissarna är:

Den första ligger i svårigheten att realisera stora komplexa funktioner. Datorn kräver oerhört detaljerade anvisningar för allt den skall göra. Den klarar inte litet luddiga anvisningar som åtföljs av "Ja, och sen får du tänka själv för resten". Ett detaljfixerat sätt att instruera och tänka, där ingenting, absolut

ingenting får vara fel, ligger inte för den mänskliga hjärnan. Tvärtom, stenåldersmänniskan kunde hävda sig genom att snabbt se stora sammanhang och reagera på dem, utan att hänga upp sig på detaljer. Detta förhållande gör att de stora komplicerade system man idag tar fram kräver mycket stora, väl organiserade arbetsinsatser, och att det ofta är svårt att förutse resultat och tidsplaner.

Den andra anledningen till att utvecklingen är svår att förutse är det klassiska marknadsproblemet. "Vad vill kunden egentligen ha?" Avancerad teknik och mördande reklam räcker en bit men inte hela vägen fram. Dagens avancerade datorer kan göra så mycket att det krävs ett avancerat prototyparbete med verkliga användare innan man vet om en viss funktion är mogen för marknaden eller ej.

Tekniken lär oss en del om människan. Men det finns en risk att vi övervärderar stora projekt som lyckats just därför att de krävde speciell teknik. Kanske innebar kraven att det var en särskild kategori människor som tekniken passade vad gällde utbildningsnivå, åldersgrupp och värdegemenskap.

En faktor som hållit tillbaka användningen av datorteknik framför allt i hemmen men också i arbetslivet, är att de kräver ganska lång inlärningsstid. Snittet människa-maskin är ett område som kommer att utvecklas mycket under 90-talet. En kombination av förbättrad maskinprogramvara och datorarkitektur samt forskning om hur människan vill ha sina verktyg ger sannolikt resultat i form av större användning och tillfredsställelse.

Utbildning är viktigt. Utmärkande för IT är att det finns många IT-baserade hjälpmedel för utbildning inom eget och andra områden. Relaterade till IT är frågor som kompetensförsörjning, forskning och utveckling, teknikspridning och internationalisering.

Sverige har ett förslag till IT-politik – IT 2000-utredningen. Utredningens förslag till utbildning blir citerad, liksom förslag till att möta framtiden med avancerad forskning inom området.

Informationstekniken kan ge såväl regionala som organisatoriska konsekvenser för vårt arbete. Hantering av nya media och äldre former av dem är en väsentlig fråga.

Dator-dator-kommunikation eller EDI = Electronic Data Interchange, kommer att öka. Detta gäller även elektronisk post. Att för organisationen planera en integration av system och teknologier inklusive omvärlden blir alltmer betydelsefullt.

Våra hem påverkas starkt av mediasektorn och dess mångfald. IT-utvecklingen är på väg in i en fas som ger möjlighet till ett flertal nya tjänster genom data-, tele- och radiokommunikation. Framtiden påverkas men bestäms inte av teknikutvecklingen.

Informationstekniken har och kommer att få allt större betydelse inom vården. Detta gäller såväl primär-, läns- som regionsvård samt äldre- och handikappstöd och forskning.

Spri (Sjukvårdens och Socialvårdens planerings- och rationaliseringsinstitut) är gemensamt för landet och bedriver en omfattande verksamhet med stor anknytning till IT.

Transportsektorn är en bransch som förmodas växa kraftigt under 90-talet och framöver. Här kommer ny teknik att användas såväl i som för styrning av fordon och godsflöden. IT kan också medverka till en omvärdering av rollerna inom branschen.

Eftersom informationstekniken i stor utsträckning använder sig av elektriska system är den naturligtvis också känslig för störningar från andra, ovidkommande elektriska fenomen. Den kan också själv bli en störkälla för legitim elektrisk kommunikation. Av dessa skäl är den elektriska miljön betydelsefull för kvaliteten i de informationstekniska tillämpningarna. Därför görs en genomgång av en del elektriska fenomen och av hur deras störverkan skall undvikas. Det gäller elektrostatiska urladdningar och elektromagnetisk strålning samt blixtfenomen.

Elektronikutrustningarnas emissions- och immunitetsegenskaper är viktiga med hänsyn till de nya EG-normer som finns på området. Människans känslighet för elektromagnetiska fält blir naturligtvis en allt viktigare fråga på grund av ökat arbete i elektromagnetisk miljö, t ex arbete framför dataskärmar. Rön från undersökningar påpekas.

Informationsteknologin med sitt vidsträckt användningsområde är och måste vara föremål för standardisering och reglering. Därför redovisas många institutioner och organ som är verk

samma på detta område. En regogörelse ges för de viktigaste normerna inom IT jämte deras betydelse. Förhållandet mellan olika länder och kanske framför allt mellan USA, Europa och i viss mån Japan klarläggs. Riktlinjerna för det fortsatta arbetet citeras.

Överföringen av data och annan information kan störas, som redan omnämnts, men dylika, kanske sekretessbelagd information, kan också uppsnappas av obehöriga. Säkerhet och sekretess utgör således en viktig aspekt på informationsöverföringen. Höga krav måste ställas på utrustning och metoder liksom använd programvara. Tillförlitlighet blir A och O i informationsbehandlingen. Både privata och statliga företag samt de militära organen har intresse av att åtgärder vidtas för att höja informationssäkerheten och -integriteten.

Redan tidigt, kanske först i USA, började man studera åtgärds-  
möjligheter i tillsatta kommittéer och särskilda organisationer.  
Projekt bildades. Även här i Sverige togs arbetet upp och nyligen har en rapport från IT 4-projektet kommit, som ger en grundlig genomgång av sekretess och säkerhetskraven med förslag till önskade och nödvändiga aktiviteter. Verksamheten inom de olika grupperna beskrivs liksom samarbetet EG-USA.

## 2 Utveckling

### 2.1 Maskinvara, basteknik

#### 2.1.1 Allmänt, tendenser

Framtidens teknikutveckling, från superdatorer till mikrochips-utveckling och klasserna av datorer däremellan, med alltmer flytande gränser, är växelverkande förbundet med utvecklingen inom maskinvaran.

Kostnaden att utföra en datorinstruktion minskar stadigt. Kostnaderna att exekvera instruktioner varierar kraftigt från stordatorer till mini- och mikrodatorer.

MIPS (Miljoner av instruktioner per sekund) kostar ungefär hälften hos en minidator jämfört med en stordator och mikrodatorns MIPS omkring en tiondel av minidatorns.

Även kostnaderna för informationslagring fortsätter att sjunka kraftigt.

Framtidens datormiljö beror i stort på, om stordatorerna kommer att som nu användas som "centraldatorer" vilket medför ett stort slöseri med ointelligenta terminaler eller om de blir "värdar" som samlar in alltmer information och återdistribuerar denna för behandling i mera intelligenta arbetsstationer över vidsträckta, extremt snabba nät.

Utmaningen för 90-talet är bl a att hantera "multisensory" information, dvs att använda ljud, bilder, text och även andra sinnen i olika kombinationer.

Stordatorn är ännu oöverträffad vad gäller process-, lagrings- och överflödeskapacitet. Men detta kostar pengar. Förmodligen får vi se system med tusentals parallella optiska skivminnen som delar på resurserna. I stället för att ha en miljard byte (8 bitar) på skrivbordet kan man få tillgång till kanske 300 miljarder byte genom en enkel operation till gemensamma informationskällor.

Ett annat problem för främst stordatorer är det fysiska skyddet av dess resurser. Datavirus är t ex en besvärlig säkerhetsfråga.

Säkerhet är en balansgång mellan lättillgänglighet, öppen information och skydd.

Superdatorer kan definieras som de snabbast möjliga i sin generation. De har blivit en internationell symbol för överlägsen tillverkning, vetenskaplig och militär styrka.

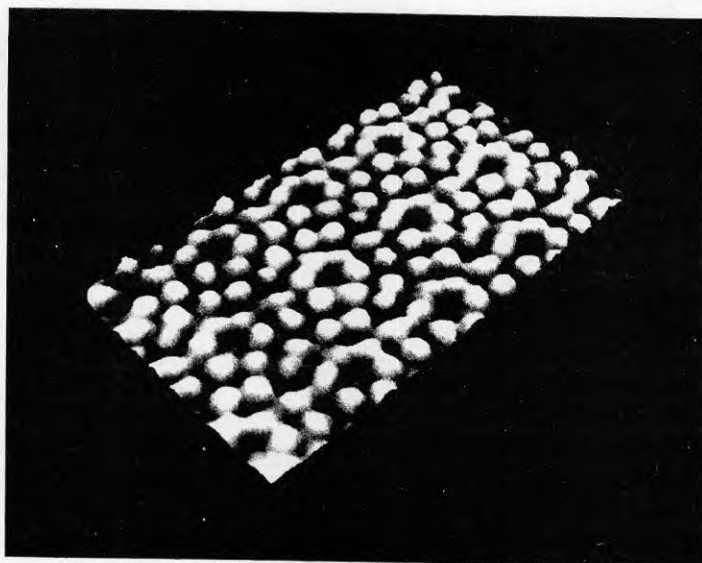
De är väsentliga för konstruktion och tillverkning av mikroelektroniska komponenter, flygplan, avancerade material, mediciner och kemikalier, dvs s k beräkningsintensiva uppgifter, t ex hållfasthet hos flygplan. USA betraktar dem som nödvändiga för sin säkerhetsstrategi.

Superdatorer låter oss utveckla ett laboratorium i en dator som kontrast till att vi sätter en dator i ett laboratorium. De fordrar en särskild programmeringsmetodik för att fullt kunna utnyttjas.

En tendens som funnits sedan de första datorerna är vad som brukar kallas downsizing (storleksminskning) av maskinvaran. Denna strävan är inte ett självändamål utan har såväl fysikaliska som ekonomiska aspekter.

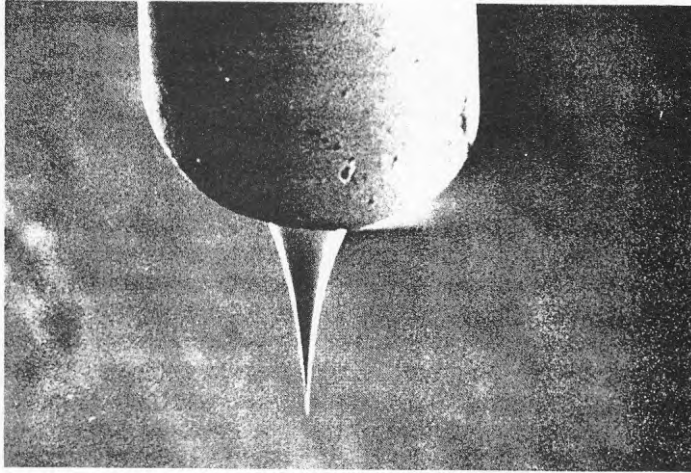
En uppfinning som betytt oerhört mycket för utvecklingen av mikroteknologi är STM (Scanning Tunneling Microscope). Uppfinningen gjordes i början av 80-talet av Gerd Binnig och Heinrich Rohrer vid IBMs forskningslaboratorium i Zürich. De erhöll Nobelpriset i fysik 1986. Så sent som tidigt 80-talet var en bild som Figur 2.1.1:1 en omöjlighet. Vetenskapsmän hade aldrig drömt om att få se atomer på ett foto.





*Figur 2.1.1:1 – Kiselatomer, förstörade miljontals gånger, visas i en datorframställd bild, som erhållits från data i ett sveptunnelmikroskop.*

Genom de nästan ofattbara små, men kontrollerade rörelser, som mikroskopets mätspets, proben, kan utföra, blir det möjligt att studera atomskikt hos solida ytor. Denna nya möjlighet att studera atomära strukturer är ett kraftfullt hjälpmedel vid utveckling av t ex mikroelektroniska komponenter.



*Figur 2.1.1:2 – Wolframproben i ett STM*

Ökad informationsmängd per tidsenhet till lägre kostnad, med fler faciliteter inom en mindre volym kräver som nämnts "downsizing"-krympning.

Under de senaste 20 åren har framsteg inom mikroelektronik varit förbunden med krympande dimensioner. De mindre dimensionerna har gett ökad snabbhet, bättre ekonomi, högre tillförlitlighet och ofta andra funktionsfördelar. Beträffande kostnader, kan man idag köpa en liten bärbar PC som väger 3 kg med ungefär samma kapacitet som en stor dator på 70-talet. Den innehåller dessutom telefax m m. Kostnaderna är ungefär 30 000-40 000 SEK mot upp emot 500 000-700 000 SEK 1970.

Vi vinner i hastighet, därför att vägen blir kortare, och vi kan konstruera inom ett chip i stället för att flytta informationen mellan olika chip och kort.

Minsta ledardimension idag är omkring  $0,75 \mu\text{m}$  (mikrometer). Mycket snart kommer  $0,5 \mu\text{m}$ , och dessa kommer att följas av  $0,25 \mu\text{m}$  och ned till  $0,10 \mu\text{m}$ . Redan nu 1992 har experimentellt framställts dessa extremt små dimensioner, vilka inte är synliga i ett optiskt mikroskop.

Men krympning är en svår sak. En myra är inte en miniatyr-elfant. Det går inte att krympa med en konstant faktor och tro att alla funktioner fungerar på samma sätt.

Olika fenomen dyker upp, som kräver t ex omkonstruktion, materialändringar och nya processer. Intressant är att ange vilka tidsenheter man anser sig kunna arbeta med mot slutet av 90-talet.

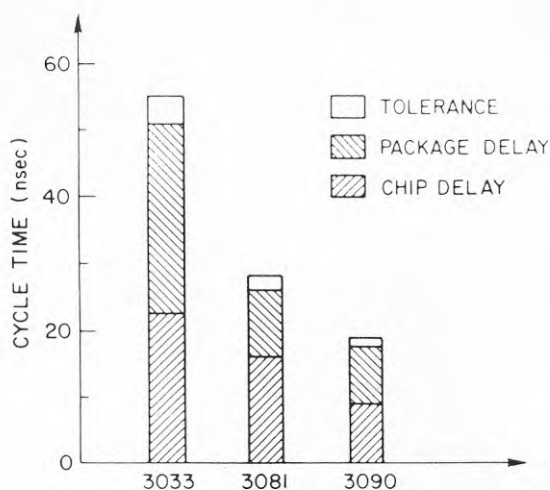
För närvarande är tidsfunktionen hos en bipolär transistor  $1/2$  till  $1/3$  nanosekund. En nanosekund är  $10^{-9}$  sekunder. Eller, det är lika många nanosekunder per sekund, som det är sekunder på 32 år.

Det finns idag lyckade experiment med bipolära transistorer, som verkar med en hastighet på 50 picosekunder. 1 picosekund =  $10^{-12}$  sekunder. Som jämförelse är det ungefär lika många picosekunder på en sekund, som det är sekunder på 32 tusen år.

När och om 50 picosekunders transistorer kommer i bruk måste ett annat problem beaktas. Ljus färdas endast 1,5 cm på 50 picosekunder och dess hastighet är alltså den övre gränsen att överföra energi.

Detta innebär, att om man investerar i dessa snabba transistorer, måste de placeras mycket nära varandra, om inte restiden skall förbruka den snabbhet de fått.

För en stordator finns en balans mellan den tid en datorsignal verkar på ett chip och den tid som åtgår i förbindelserna. Figur 2.1.1:3 visar dessa relationer hos tre olika IBM generationer.



*Figur 2.1.1:3 – Fördelning av tidsåtgång under beräkning med något stort IBM-system*

På systemnivå är hastigheten hos en dator karakteriserad av dess maskincykel, dvs den minimitid under vilken datorn kan göra någonting alls. Dagens stordatorer har en cykeltid på 10-15 manosekunder. Inom en 10-årsperiod beräknas de komma ned till 2-4 nanosekunder. Superdatorer med dessa senare värden finns kanske inom 5 år.

När ljud, text och bilder skall överföras mellan datorer eller andra informationsutrustningar används fasta förbindelser i form av kabel eller radiovågor. Andra överföringsmedia kan var IR-kommunikation och ultraljud, vilka används t ex inom reglerteknik och medicin.

Allt går mot en digital överföring, med det påpekandet att ljudet måste omvandlas till analoga signaler i slutanvändningen. Överföringshastigheten anges i bit/sek (b/s). Vanliga telefonsamtal motsvarar 64 Kbit/sek = 64 000 b/s. Området kallas för Smalband. Mellan 64 Kbit/s och 2 Mbit/s = 2 000 000 b/s betecknas området som "Wideband".

Över 2 Mbit/sek kallas området Bredband. I dag sänds med hastigheter upp till 565 Mbit/sek, men detta är inte gränsen för höga hastigheter. Under 90-talet är troligen hastigheter med 4-5 Gbit/sek i bruk. 1 G (giga) =  $10^9$  bit/sek.

Alltmer optoteknik kommer att användas. Den digitala signalen omvandlas till en ljusvåg för att därefter åter digitaliseras. Radio som kommunikation är en sedan länge etablerad teknik. Den mobila telefonin växer idag hastigt och kommer att fortsätta expandera. Av bl a kostnadsskäl tyder mycket på att sk RLL-teknik (RLL = Radio local loop) blir vanlig. Detta betyder, att man låter den sista delen av telenätet från en lokal telestation i en ort ut till de skilda abonnenterna gå per radio, via en radiobasstation. Abonnenten har en vanlig telefon och fast i väggen ett jack, som är en radioenhet. Steget till full mobilitet i hus och byggnader är en kostnadsfråga.

När det gäller användarutrustningar – ändutrustningar – så gäller att människan är alltings mått.

## 2.1.2 Material - teknologier

### Materialtyper

Hittills har kisel varit dominerande som material inom mikromekaniken, vilket beror på dess mekaniska-/materialtekniska egenskaper. Mikroelektroniken utnyttjar också fortfarande kisel som det dominerande materialet. En integration är därför vanlig.

Nästa material är GaAs, som mikromekaniskt påminner om kisel. Det används inom optoelektroniken och har därför givna tillämpningar.

Kvarts har länge använts som frekvenslikare. Det har piezoelektriska egenskaper, vilket ökar dess lämplighet som sensor väsentligt.

Litiumniobat har redan vunnit användning inom optoelektroniken. Dopning med titan leder till möjlighet att styra de optiska egenskaperna för tillämpning som switch eller vågledare.

Plastmaterial har också börjat begagnas. Redan används s k elektretter i mikrofoner (telefoner). Elektretter är tunna folier av t ex någon nylonsort, som genom inskjutning av elektroner eller joner fått ett skikt med laddningar som skapar ett elektriskt fält, som varierar när folien vibrerar. En elektrisk signal erhålls. Man har också kunnat ge vissa plastmaterial piezoelektriska egenskaper.

Nya halvledartyper förutom GaAs tas i bruk, som InP ur grupp III-V eller VdO, HgSe ur grupp II-VI. Som exempel ur grupp IV-IV kan nämnas SiC, kiselkarbid.

Metaller använd till bl a magnetiska sensorer. Märk också s k minnesmetaller. S k flytande metaller ("liquid metals") kan genom "infrysning" från det flytande tillståndet ges mikrostruktur av ovanlig styrka.

Ett annat kommande material är diamant med ovanliga elektriska och mekaniska egenskaper.

Organiska material används till kemiska, medicinska och biologiska sensorer.

De sista åren har flera nya supraledande materialtyper, s k "keramiska" supraledare med relativt hög omvandlingstemperatur ( $T_c$ ) framkommit. Sedan gammalt har Josephson-effekten ("tunnling fenomen") tillämpats som minneselement. Andra former av "switchingfunktioner" kan tänkas med denna effekt.

Även en del glassorter har utnyttjats inom t ex mikrooptiken och som mekaniska sensorer.

## Framställningsmetoder

Inom halvledartekniken har olika former av litografi tillämpats för att utforma mikromönster. Detta genomförs med pålagda, ljuskänsliga skikt, som mönstras genom belysning. När dimensionerna blir mindre i mönstret, måste ljus av kortare våglängd tillgripas, t ex UV-ljus. Önskas ytterligare dimensionsreduktion har man t ex att använda röntgenstrålning av bestämd våglängd eller elektronbestrålning (elektroner av bestämd energi har enligt de Broglie en bestämd våglängd). Det senare har

redan använts även på industriell nivå, medan röntgenstrålning provats av Bell-laboratorierna men ännu ej utvecklats till en allmän användning. I Sovjetunionen pågår utveckling av ett mikroskop för röntgenstrålning.

Efter mönstringen görs materialutformningen av mikrostrukturer med etsning. Härvid spelar s k anisotropisk etsning en avgörande roll för utföranden i tre dimensioner. Den innebär att etsning med viss vätska fortgår olika snabbt i olika riktningar av gitterstrukturen.

Lasertekniken har mest kommit till användning för att uppvärma särskilda punkter där en reaktion pågår.

Ett särskilt kapitel är sammanfogningen av olika material. Kisel mot kisel åstadkommes med "silicon fusing bonding (SFB)", vilket innebär att kiselstyckena efter kokning i salpetersyra sätts ihop och uppvärms till ca 1000 °C. Glas mot kisel fås genom att Na<sup>+</sup>-joner från glaset förs in i kislet med pålagd högspänning (anodisk bondning). Proceduren sker i inaktiv kvävgasatmosfär. Detta förfarande kan också tillämpas för glas mot andra halvledarmaterial.

Det finns ännu mycket att utveckla inom den mikro-mekaniska processtekniken. Däri innefattas också framtagning av prisbilliga processer för massproduktion av mikrosensorer. Utvecklingen är på gång. Man försöker också nå ned i submikrområdet (< μm).

### *Exempel på nya framställningsmetoder*

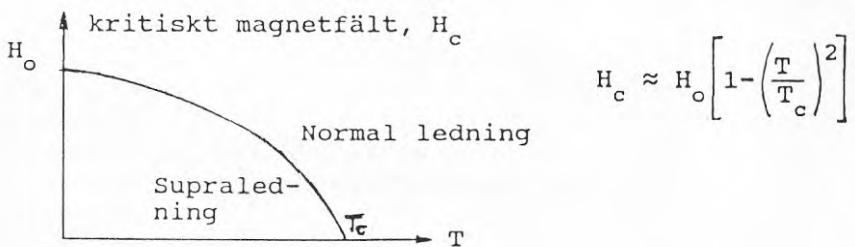
För framtagning av metalledarmönster krävs liksom vid andra bearbetningar i halvledarmaterial en s k fotoresist, som är känslig för en exponerande strålning (ljus, UV, röntgenstrålning eller elektronstrålning). I fallet utformning av metalledare läggs resistens över det metallbelagda område där ledarna skall etsas fram. Metallbeläggning sker genom förångning eller s k plasma sputtering av metallen i vakuum. Metallmönstret framställs genom att bestråla den känsliga resisten efter det mönster som formar ledarnas utseende. Resisten "härdas" genom bestrålningen och blir i de bestrålade områdena resistent mot etsningar (vätetsning eller plasmaetsning). Obestrålade delar löses

upp liksom metallen därunder och kvar blir det önskade metallmönstret i härdad resist och metall. Slutligen upplöses resisten och metallmönstret återstår ensamt. Noggrannheten i mönstret (t ex ledarens bredd) beror på resist och våglängden hos strålningen (även elektroner kan tillskrivas en energiberoende våglängd). Man talar om olika upplösning hos resisten.

I Journal of Electromechanical society, Vol. 138, No 4, 1991, p. 1076, finns artikeln "New High-Resolution and High-Sensitivity Deep UV, X-ray, and Electron-Beam Resists". Den beskriver en ny resist med en extremt hög känslighet för elektronbestrålning av dosstorleksordning  $0,2 \mu\text{C}/\text{cm}^2$  ( $\text{C} = \text{Curie}$  ett mått på antalet partiklar eller fotoner per sekund;  $\mu\text{C} = 10^{-6} \text{C}$ ) vid 20 kV. Detta ger en upplösning motsvarande linjebredder och linjeavstånd om  $0,25 \mu\text{m}$ . För vanliga resister är UV-strålningen svår att använda vid geometrier  $< 1 \mu\text{m}$ . Resisten kallas EPR (Epoxy resist).

## Supraledare

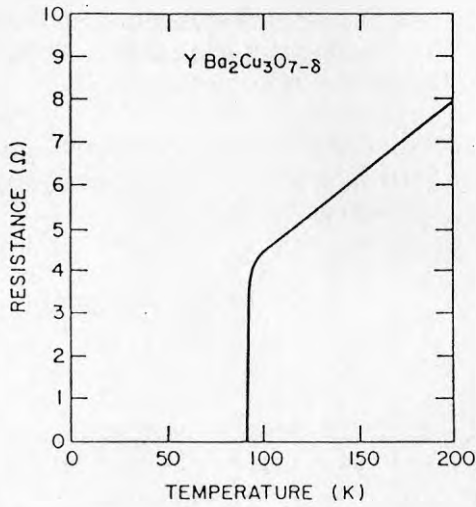
Redan i början av vårt sekel gjordes av holländaren Kamerlingh Onnes upptäckten att kvicksilvers motstånd vid  $4 \text{ }^\circ\text{K}$  ( $\text{K} = \text{Kelvin}$ , absolut temperatur) blev praktiskt taget noll. Omslaget sker vid en kritisk temperatur  $T_c$ , som numera bestämts för ett stort antal metaller. Supraledningen kan upphävas av ett yttre magnetfält av tillräcklig styrka,  $H_c$ . Förhållandet demonstreras nedan.



Figur 2.1.2:1 – Samband temperatur-magnetfält hos supraledare



Under 1987 skedde ett genombrott beträffande supraledning. De båda forskarna J. Bednozz och K.A. Meuller, Nobelpristagare 1987, visade att ett nytt keramiskt material bestående av yttrium, basium, koppar och syre kyld till  $\approx 90$  °C över nollpunkten - 273 °C hade ledningsmotståndet 0  $\Omega$ . Se figur 2.1.2:2.



Figur 2.1.2:2

Tidigare har man behövt använda flytande helium, men hos det nya materialet kan flytande kväve vara kylmedel. Kväve är enklare att framställa, finns i stora mängder och har ett lågt pris.

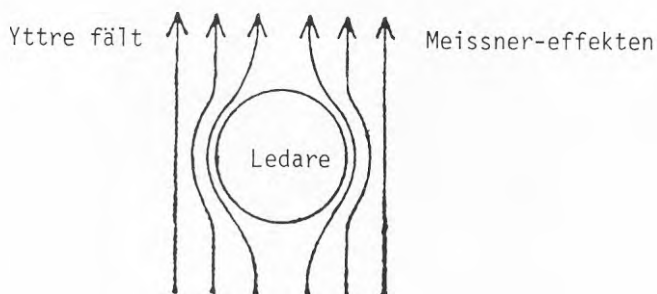
Frågan är då varför materialet inte kommit till användning ännu. Orsakerna är många. Det finns en mängd tekniska svårigheter som t ex att reproducera stabila mängder av dem, forma dem i användbara storlekar och kontrollera egenskaperna. Idealiskt skulle också vara att helt förstå dem, även om detta kan vänta, bara det finns en perfekt kontroll över egenskaperna.

Det är svårt att förutsäga vilken roll dessa material kommer att spela inom tillverkning av mikroretsar.

Ett scenario är att de först kommer att användas vid förbindelser av chips på kisel. Eventuellt kommer de att i framtiden användas även inom ett chip. Varje sådan användning skulle öka snabbheten ytterligare och framför allt minska värmeutvecklingen. Detta är en spännande utmaning och har orsakat en stor tävling bland världens forskare.

Det är inte bara ära och berömmelse utan också oerhörda penningssummor, som kan förväntas. Typiskt nog är den öppna debatten i ämnet nu mycket sparsam. Hur lång "inkubationstiden" kommer att bli är få som kan bedömma.

Andra fenomen hos supraledare är t ex *Meissner-effekten*. Den innebär att ett yttre magnetfält trängs ut från supraledaren och den magnetiska induktionen försvinner.



Figur 2.1.2:3 – Meissnereffekten

Det förbereds många tekniska tillämpningar med supraledare. Då nästan inga elektriska förluster förekommer kan man upprätthålla mycket starka magnetfält, s k magnetiska "kuddar", som särskilt i Japan är under utveckling för att man skall kunna framföra tåg utan friktion.

### *Josephson-effekten*

Till supraledningen hör också den s k Josephson-effekten, som har intresse i detta sammanhang som minneselement. Den är en tunneleffekt. För att förstå den måste man börja med den teoretiska formuleringen av supraledningen, den s k BCS-teorin uppkallad efter nobelpristagarna Bardeen, Cooper och

Schieffer. Grundläggande för denna är bildningen av elektronpar, elektroner som annars repellerar varandra. Detta sker med elektroner nära den s k Fermi-ytan under inverkan av någon attraherande kraft, t ex elektroners växelverkan med gitter. En annan grundläggande teori representeras av de s k London-ekvationerna, som uppställdes redan 1935 av F och H London. De förklarar bl a supraledarnas lågfrekventa magnetiska beteende. De formulerades utgående från ett punkt-för-punkt-samband mellan strömtätheten och den s k vektorpotentialen för det magnetiska fältet. BCS-teorin leder till en korrekt beskrivning av supraledningens termiska och magnetiska egenskaper.

Olika elektriska parametrar och fenomen har studerats ingående hos supraledare och jämförts med resultat för normala ledare. De egenartade elektromagnetiska förhållandena vid låga frekvenser hos supraledare har ingen motsvarighet i deras optiska egenskaper. Dessa ändras ej vid  $T_c$ , trots att en metalls reflexionsförmåga vid olika frekvenser beror på ledningsförmågan vid den aktuella frekvensen. Sålunda är moståndet hos supraledare vid mycket höga optiska frekvenser konstant temperaturoberoende och lika med resistensen för normala metaller. Detta gäller ned till frekvenser ungefär  $10^{13}$ /sek. Restistansen är dock noll upp till frekvenser ungefär  $10^{10}$ /sek. Man sluter sig därav till att vid någon frekvens mellan dessa gränser ett kvantmekaniskt beteende börjar, som skulle leda till att elektroner i sitt kondenserade tillstånd (supraledningstillstånd) lyfts upp till icke kondenserade tillstånd och orsakar energiabsorption. Här kan nämnas den s k skineffekten som innebär att strömmen vid mycket höga frekvenser i alla ledare går närmast ledarens yta, ej likformigt fördelat i ledaren.

Detta har lett till att man tänker sig ett energigap i den enstaka elektronens energispektrum. Det tyder dock på att de supraledande elektronerna kvarstår effektivt vid  $0^\circ\text{K}$  för temperaturer upp till den kritiska,  $T_c$ . Detta skulle bero på att de befinner sig i lågenergitillstånd, vilka är skilda från alla existerande tillstånd genom ett energigap, som anges till storleksordning  $k \cdot T_c$ , där  $k$  är Boltzmannskonstant. Experimentella resultat bekräftar denna teori.

Den beskrivna direkta Josephsoneffekten inträder vid pålagd spänning 0 upp till ett visst maximalt värde. Därefter "slås" övergången "om" till den vanliga I-V-karakteristiken för s k kvasipartikel-tunneleffekt. Omslaget mellan två tillstånd kan som tidigare påpekats utnyttjas som minnesfunktion (Jfr "FLIP-FLOP"). Josephson förutsade också att det senare tillståndet åtföljs av en supraleddarväxelström med frekvensen

$$f = \frac{2e}{h}$$

Vid spänningar på några mikrovolt vid övergången blir frekvensen så hög som  $10^8$ /sek ( $2 \text{ eV/h} = 483,6$  megacyklar/millivolt). Denna effekt var länge svår att observera p g a den låga effektnivån vid den höga frekvensen.

Växelströmmen vid Josephsoneffekten kan användas för olika kretstillämpningar. Den utgör en enkel källa för koherent strålning av hög frekvens. Användning som detektor eller generering av harmoniska övertoner är möjlig. Den kan också utgöra en känslig metod för mätning av någon av de parametrar som ingår i uttrycket för strömmens fältberoende. Tillämpning som minnescell har redan påpekats. En nackdel är naturligtvis att man måste arbeta vid låga temperaturer.

## Sökande efter alternativa teknologier

Medan man har en nästan exponentiell förbättring av olika parametrar genom att driva dagens teknologi mot dess gränser, så fortsätter jakten på nya teknologier.

Dagens basmaterial för datorkomponenter är kisel, och fastän man alltid håller ögonen på och forskar kring andra material, så händer det ofta, att det blir kiselalternativ till kisel.

Kiselteknologin, som den används idag, har visat sig vara mycket robust och har hänvisat vissa av sina utmanare till mindre nischer.

Magnetiska bubbelminnen är ett exempel på en teknik, som aldrig fick en chans till stora serier och rätt kostnadsnivå. I stället utvecklades på kisel helt oslagbara kostnadsänkningar och med en densitet som förvissade bubblor till specialområden, typ svår elektrisk miljö.

Josephson-teknologin utmanade kisel på 70-talet med möjliga hastigheter 10-100 gånger högre och en värmeutveckling som var åtminstone 100 gånger lägre.

Inom kiseltekniken gjordes senare så stora förbättringar, att Josephson-teknologin för närvarande är använd endast i blygsam skala, t ex för instrument och magnetfältsensorer.

Ovanstående två exempel visar hur svårt det är att utmana en etablerad och regerande teknik.

Finns det något livskraftigt alternativ till kisel? Finns det ett behov för alternativ? Svaret är givetvis ja på frågan om behov. Man vet idag inte hur bra kisel kan bli men med hänsyn till tillgängliga alternativ, så bör även första frågan besvaras med ja.

Ett intressant materialområde är galliumarsenid, (GaAs) vilket är "snabbare" än kisel men också såväl svårare som enklare att hantera ur konstruktions- och tillverknings synpunkt.

Ett användningsområde är t ex kretsar, som behövs i båda ändarna av en fiberkabel med hastigheter över en gigabit. GaAs är också det material från vilket laser och fotodetektorer byggs upp.

Detta betyder att om man använder GaAs för digitala kretsar, kommer kommunikationslänkarna att öppna möjligheten för optoelektronisk integration, m a o att ha en digital krets och laser eller fotodetektor på ett chip.

Optoelektronisk integration med kiselkrets och GaAs för ex laser är också möjligt, om man lär sig att deponera GaAs på ett kiselchip.

Det är också sannolikt att GaAs-kretsar kommer att användas som byggstenar i vissa datorer.

Cray Research har bestämt sig för att bygga sin nästa superdator med GaAs kretsar. Framtiden får utvisa möjligheterna att förbättra tillverkningen och sänka kostnaderna.

Det är emellertid inte troligt att GaAs kommer att ersätta kisel i större skala inom den närmaste tiden.

Erbium-dopade förstärkare har börjat tillämpas inom optotekniken med mycket goda resultat.

Vi har gott om sand, och sand är mest kisel. Det finns ingen internationell kartell, det går att göra nästa perfekta kristaller. Det är lätt att lägga ett isolerande lager genom oxidation, och det har i övrigt goda egenskaper. Det är därför inte troligt, att dess dominans försvinner snart. Såvida inte man gör en oväntad upptäckt.

The holy grail som alternativ till dagens transistorteknologi är den ballistiska transistorn, en transistor där elektronerna rör sig med ultrahög hastighet. Konceptet består i att ta bort allt som hindrar och bromsar en elektron i dess bana från utgångspunkt till destination. Normalt bromsas elektronerna av inplanterade orenheter och termiska vibrationer hos atomerna. Om dessa hinder inte fanns skulle elektronerna accelerera, under påverkan av ett elektriskt fält, till en mycket hög hastighet – den ballistiska hastigheten. De material- och processtekniska svårigheterna är mycket svåra. Idag har man i laboratorierna nått en del resultat med mycket tunna lager av grupp III-V-material.

Man får se detta som de första stegen mot en konstruktion av en ballistisk transistor och utgången är inte given.

### 2.1.3 Mikroteknologi

#### Översikt av mikroteknologiområdet

Mikroteknologin kännetecknas av att man arbetar med komponenter i storleken några hundra  $\mu\text{m}$  ned till  $\mu\text{m}$ -området. Man särskiljer *mikroelektronik*, *mikromekanik* och *mikrooptik*.

Elektronikkomponentmarknaden erbjuder stora familjer av komponenter i olika teknologier och utföranden. Byggsätten för elektronikdelar har förändrats drastiskt, och nya kapsel-förfaranden kommer ofta för att förenkla konstruktioner och säkerställa driften.

Vi känner till den stora utvecklingen som pågått inom mikroelektroniken. Den har fört med sig materialtekniska krav för små dimensioner och med hjälp av förfinade processmetoder uppnått revolutionerande resultat inom halvledartekniken.

Intresset koncentreras nu allt mer på att få en motsvarande förfining av mikromekaniken med hopp om kostnadsreducering för att åstadkomma funktioner av samma storleksordning som mikroelektroniken. Om även en motsvarande höjning av tillförlitligheten kan vinnas är ännu ovisst.

Man syftar alltså till att åstadkomma mikrostrukturer med liknande funktioner som vid makrostrukturerna. Härvid utnyttjas såväl fysikaliska som kemiska, optiska och biologiska sensorer. Ventiler, switchar och motorer är under utveckling inom mikromekaniken. En elektrisk "mikrospole" har utvecklats vid universitet i Uppsala. Sensorer som bygger på unika fysikaliska fenomen (piezofenomen) är påtänkta.

Eftersom fiberoptiken är relativt okänslig för yttre störningar, är den ett bra element i mikroteknologin. Det finns varierande tillämpningar.

Nyaste komponenttillskottet utgör sensorerna ("avkännare"), som medger en förening av elektronik och mekanik för att underlätta styrning av olika funktioner. Mikroelektroniken har funnits i tre årtionden. Nu har även mikromekaniken kommit, som gör en miniatyrisering av styrenheterna möjlig. Eftersom kisel kommit att spela en stor roll, kan de två komponent-

enheterna integreras till något som ibland benämnes mikronik, fastän det vanligen sägs mikroteknologi.

Sensorer integrerade med mikroelektroniken betraktas som mycket kraftfulla.

När det gäller kemiska och biologiska mikrosensorer, är utvecklingen i full gång, men resultaten är ännu ej helt utnyttjade.

Det ligger en lång forskningsverksamhet bakom utvecklingen av mikromekniken, och tillämpningarna väntas öka lavinartat. Även om det är inom tekniskt-industriella områden de mest används, finns möjligheter till ökad användning i vardagslivet, såsom bostäder, samlingslokaler etc. I framtiden kommer nya material att användas för sensorer; nu används mest kisel och galliumarsenid. Man arbetar i tre dimensioner, vilket ej är så vanligt i mikroelektroniken.

## Mikroelektronik

Nedan berörs endast i korthet utvecklingstrenden hos de två komponenttyper som utgör basen för logik- och minneskretsar i datorkonstruktioner. Dessa är bipolära transistorer och s k MOS-strukturer. MOS = Metal Oxide Semiconductor.

Bipolära transistorer är för närvarande de snabbaste transistorerna som finns. Vi har tidigare nämnt tider på  $1/2 - 1/3$  nanosekunder och med lyckade laboratorieförsök ned till 50 picosekunder. De har en komplex struktur och kräver förhållandevis mycket elektrisk kraft. Detta ger dem en hög temperatur vilket är en utmaning vid systembyggnad.

Att förminska – krympa – bipolära transistorer är besvärligt. En del av deras fysikaliska parametrar, t ex det elektriska motståndet kan öka drastiskt. Andra parametrar exempelvis spänningsbehovet ändras obetydligt.

Slutsatsen blir att förminskning i syfte att öka hastigheten innebär omfattande omkonstruktion och nya processtekniker.

De kommer dock att vara en basingrediens i framför allt stor-datorer för många år framåt.



En typ av halvledarstruktur har kommit att få omfattande tillämpningar i halvledarframställning: MOS-kondensatorer, MOST = MOS-transistor, CMOS = Complementary MOS (viktiga komponenter i logikteknologin), DMOS = Double diffused MOS, MOSFET = MOS Field Effect Transistor. Blott de allmänna egenskaperna av dessa kretsar kan beröras. I litteraturen finns omfattande analyser och beskrivningar.

Som tidigare nämnts används FET, field-effect transistorer, i logikkretsar för små och medelstora datorer samt för minnesenheter i alla datorer. Längre har det varit möjligt att placera all central logik för en mikrodator på ett enda chip. Relationen är ganska enkel, ökat antal transistorer per chip innebär fler instruktioner per sekund.

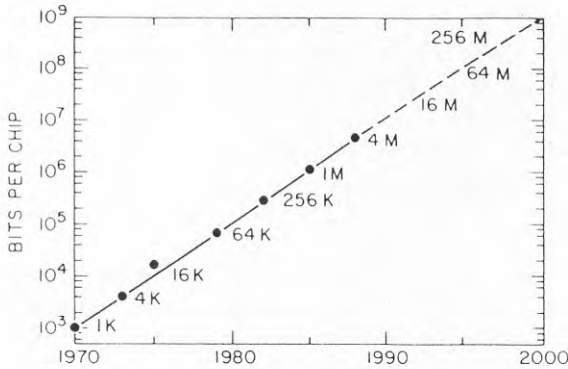
Dagens mest populära mikroprocessorer har ca 300 000 transistorer/chip och ger några MIPS.

1989 presenterade det stora amerikanska företaget INTEL ett chip med 1 miljon transistorer med möjlighet till 20 MIPS. Detta innebär utmaningar att ytterligare minska dimensionerna hos processorn, men också den än större svårigheten att konstruera logikkretsarna. Dessa är ett av de mest arbetskrävande delarna i en datorkonstruktion. Som en tumregel har gällt att det krävs ca ett manår per 1000 transistorer om man inkluderar kodning m m.

Idag görs konstruktionsarbetet med hjälp av en matris (array) av automatiska verktyg. Arbetsmängden har därigenom reducerats betydligt.

Minneschip är lättare att konstruera än logikchips därför att deras minnesceller är reguljärt arrangerade i rektangulära delar. Detta innebär inte att det är lätt att krympa (minska skalan) på minnesenheter. Förutom processtekniken måste också omgivande kretsar, vilka ger signal till och från minnet, konstrueras om när detta mångfaldigas på samma chipstorlek.

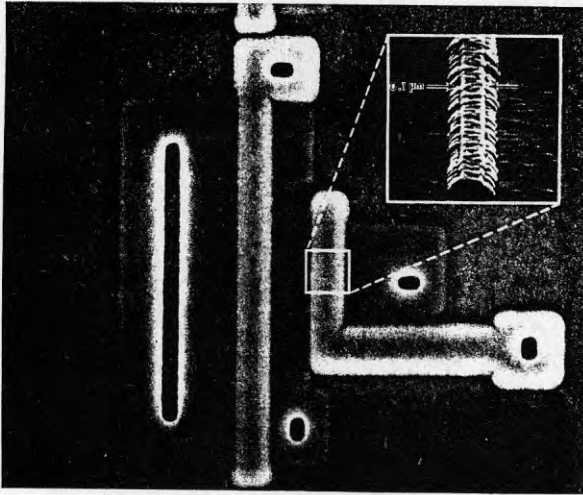
Dimensionerna minskar med en faktor på ungefär 1,5 vart tredje år. Därtill kommer att det är lönsamt att göra större chips då siliconmaterialiet har förbättrats. Tillsammans innebär detta att man kan fyrdubbla minnestätheten ca vart tredje år. Figur 2.1.3:1 visar utvecklingen sedan 1970.



Figur 2.1.3:1

Utvecklingskostnaderna är mycket höga. Det är intressant att konstatera, enligt en artikel i Financial Times 14 juli 1992, att IBM, Toshiba och Siemens kommer att gemensamt utveckla ett 256 Mbit D-RAM = Dynamic Random Access Memory. Kostnaderna anges till ca en miljard US dollar. Detta kan innebära att man "hoppas över" utvecklingen av 64 Mbit.

Det finns olika åsikter bland forskarna hur långt man kan driva ledningsbredderna inom mikroelektroniken. En del av dem anser att  $\approx 0,25 \mu\text{m}$  är den nedre gränsen under 90-talet. Figur 2.1.3:2 visar en bild på fungerande prototyper hos en FET-krets. Den arbetar med den otroliga hastigheten 13 picosekunder och har en linjebredd på  $0,1 \mu\text{m}$ . Kan dessa parametrar användas betyder det ungefär 1 miljard bit på ett minneschip.



*Figur 2.1.3:2*

Större chip och 3D (tredimensionella) kretsar är två utvecklingsvägar som kan behålla den exponentiella trenden hos mikrokretsar ett antal år vidare. De innebär dock mycket komplexa processer och kostnader.

Därför kan lösningen i ett längre perspektiv vara att finna ett alternativ till transistorbaserad mikroelektronik.

Ett alternativ som forskas i och utvecklas för närvarande benämns "quantum-coupled devices". Dessa har en mer komplex funktion och funktionalitet på sitt chip och reducerar behovet av mellanförbindelser. De kan därför göras mycket mindre än MOS eller bipolära transistorer.

## Mikromekanik

Som konstruktionselement används membran, kaviteter, kon-soler, fjädrar o d. Man kan med hjälp av dessa framställa t ex mikrofilter visande exakta filteregenskaper. De används också för att åstadkomma olika hjälputrustningar, t ex vid separationsförfaranden (urananrikning). Märk den förutnämnda miniatyrspolen. Miniatyrisering av verktyg åstadkoms också.

Allmänt kan tilläggas att mikroelektroniken kommer att kunna använda supraledare för höga strömtransporter i mycket smala och tunna ledare. Detta kräver emellertid låga temperaturer. I motsats räknar man med att få fram chips tåliga för mycket höga temperaturer, möjliggörande drift i svåra miljöer vid höga effekter.

*Mikromekanikens väsentliga tillämpning är framtagning av sensorer.* Som delvis förut anförts är dessa "omvandlare" av olika former av signaler. Mekanisk, optisk, termisk, kemisk eller annan energiform omvandlas till signal för elektrisk energi. Fysikaliska egenskaper som används är piezoresistivitet, piezoelektricitet, pyroelektricitet, termisk transport, jontransport, halleffekt eller elektrostatisk och elektrodynamisk energi.

Vanligaste tillämpningen är tryckomvandlare (avkänning av tryck); andra är

- Acceleration
- Kraft
- Läge
- Ljud
- Temperatur
- Flöde
- Massflöde
- Magnetisk fältstyrka
- Ljus
- Gaskoncentration
- Luftfuktighet
- Kemisk jonkoncentration

Sensorer för flöde och temperatur med tillämpning på ventilationssystem. Massflödessensorer används inom processindustrin. Inom bil- och flygindustrin har man accelerationssensorer.

Kemiska sensorer utgör en särskild grupp, vars funktioner är föremål för teoretiskt klarläggande. En känd tillämpning är fälttransistorer (FET) med beläggning på gaten (styret) av tunna skikt som kan påverkas av omgivningen så att laddningsförändring uppstår, mätning t ex av pH-värdet i en vätska.

Ett speciellt problem med sensorer är kapslingen.

## Sensorer

En sensor är, som namnet anger, en enhet som känner något i den fysikaliska världen. Tendensen är att alltmer intelligens d v s förmågan att registrera och agera överförs till sensor-komponenterna. Den agerande delen benämns aktuator.

Inom sensortekniken används såväl elektronik, mekanik och mikrooptik, ofta i en förening.

### *Några allmänna aspekter på sensorutveckling*

I den pågående forskningen studerar man grundläggande egenskaper hos mikrostrukturer för att finna nya sätt att tillverka sensorer. Man vill också veta möjligheten att lyckas med olika förfaranden. Hur skall man t ex kunna bedöma utfallet av olika etsningsmetoder? En vanlig processdel är tillverkningen av tunna filmer i olika material. För att hålla kostnaden låg måste utbytet ligga högt. Man måste då klargöra vilka faktorer som påverkar utbytet och göra en optimering. Inbyggda fel som ger upphov till stress kan förändra funktionen i sensoren. Man vill kunna förutsäga egenskaperna hos den blivande produkten.

Ett exempel är tunna polymerfilmer. En kiselskiva beläggs med ett polymerskikt. Genom etsning i kisel under filmen kan extremt tunna polymerskikt erhållas, användbara som membran. Beroende på polymerens sammansättning får olika egenskaper. En viss filmtyp kan användas som fuktighetssensor.

Ett exempel på anisotrop etsning utgör etsning mot ett visst kristallplan, tills ett tunt kiselmembran återstår. Urholkningen fylls upp av en optiskt plan glasplatta. En ljusstråle genom glasplattan, som reflekterar mot membranet, kan interferera med en reflekterad stråle från glasplattan. När membranet rör sig på ett yttre tryck, kan detta avläsas genom interferensen. En synnerligen känslig trycksensor har uppkommit.

Ett av de stora problemen med mikrosensorer är kapslingen. I många fall krävs direkt kontakt mellan känsliga sensorstrukturer och mätobjekt. Även integreringen av elektronik på samma chip som sensorelementet är förknippat med problem. Man har inte vad man kallar processkompatibilitet mellan tillverkning av mekaniska och elektriska element. Kemiska sensorer med olika typer av skikt (mekaniska, kemiska, biologiska) medför speciella problem.

### *Karaktärisering av "smarta" sensorer*

Integrerade sensorer är en annan benämning. Man talar om olika "intelligensnivåer" hos dessa, vilket hänger samman med den integrerade elektronikens egenskaper. man kan ha olika nivåer inom samma sensor med olika funktioner.

*Konvertering:* Med detta förstås den funktion som normalt utgör mikrosensorernas uppgift, nämligen omvandling av fysikaliska och kemiska parametrar till elektriska signaler.

*Skydd mot miljöpåverkan:* Yttre fält och temperaturer kan elimineras beträffande inverkan av sensoren själv. Inbyggt skydd mot ström- och spänningstransienter måste finnas.

*Kommunikation:* Vissa funktioner i sensoren underlättar kommunikation i ett nätverk. Något som är mycket viktigt när det gäller signalomvandling är möjligheten till signalbehandling genom integrerad elektronik. Man kan också naturligtvis förstärka, filtrera eller A/D omvandla inom ramen för signalbehandlingen, som i regel innebär transformation enligt någon procedur, t ex snabb fouriertransformation, eller digitalisering enligt z-funktionen. Den kan också adresseras, motta eller sända meddelanden på kommando, alternativt enligt föreskriven procedur.

*Självtest:* Kontroll genomförs av sensoren på egna funktioner med eventuella felmeddelanden som följd. Den kan också kalibreras enligt någon inbyggd eller yttre normal. Inverkan från eventuella avvikelser elimineras.

*Logik/Intelligens:* Mätdata från en eller flera givare kan matas till sensoren, som utvärderar mottagna mätdata och bestämmer vilka som skall vidareföras. Den har lokala minnesregister för lagring av information. Bearbetad information från givare kan sändas vidare i form av slutresultat. Härvid finns i regel en mikroprocessor i sensoren.

Sensorerna arbetar i regel med funktionerna från de tre lägsta nivåerna. De övriga är relativt sällsynta.

Olika integrationsgrader sensor/elektronik kan erhållas:

Olika kapslar i samma nät

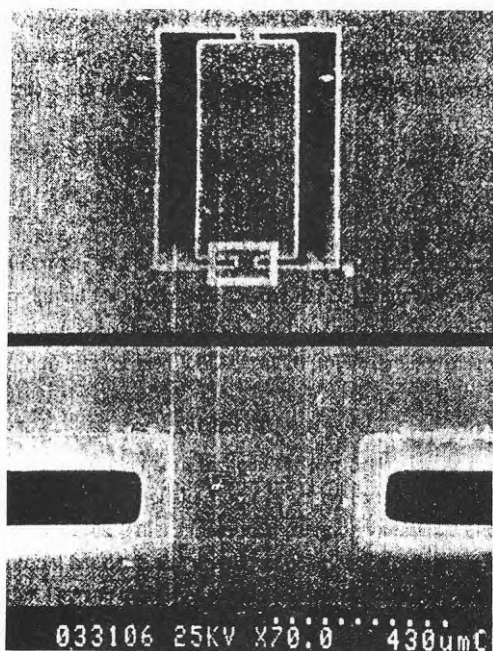
Olika chips i samma kapsel

Sensor och elektronik sammanförda i samma kiselkristall

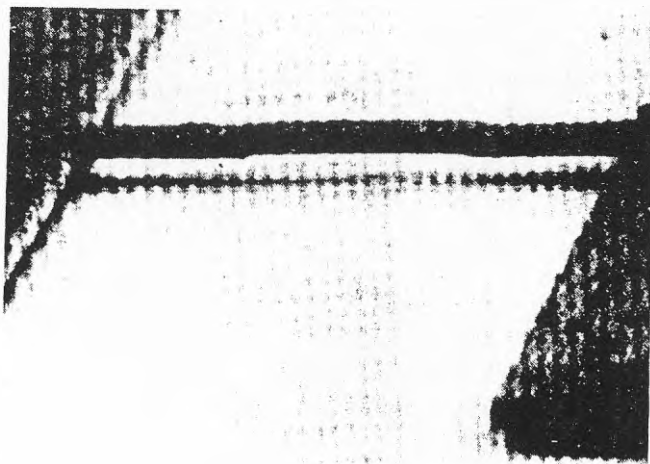
Ännu är de två första alternativen vanligast. Besvärliga tillverkningsfenomen möter i tredje alternativet. Mikroelektroniken kan skadas av de mekaniska metoder som används för mikromekaniken.

Mätning av komplexa parametrar som lukt, smak, luftkvalitet och korrosion kräver sensorer med egenskap att behandla och utvärdera mätvärden från olika typer av givare.

I det följande visas bilder på utföranden enligt den fina teknik som beskrivits ovan.

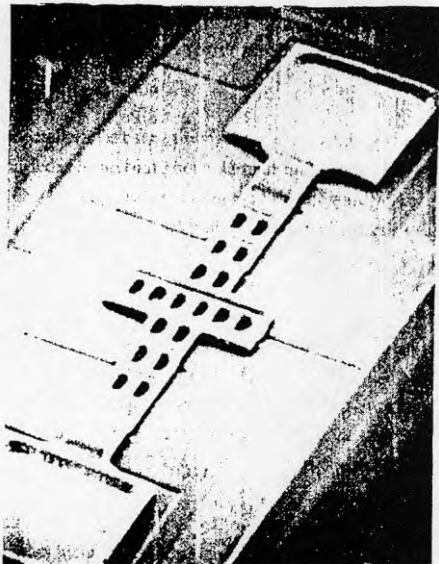


*SEM-fotografi av en torsionspegel konstruerad i kisel av professor Stephen Senturia (MIT, Cambridge)*

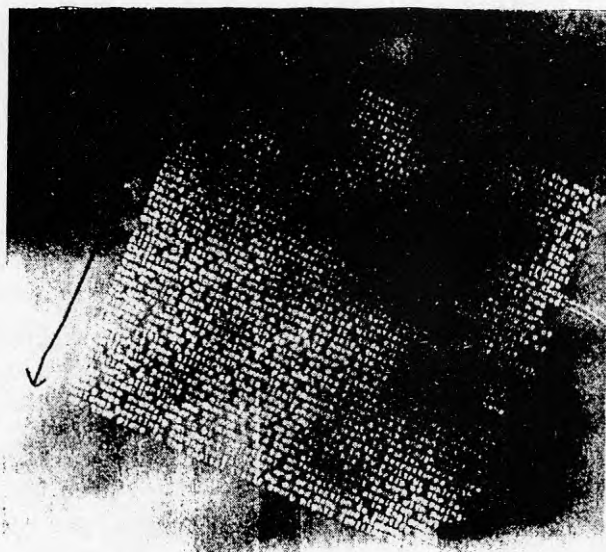


*Mikrobrygga tillverkad i polykisel. Bryggans tjocklek är  $1,35 \mu\text{m}$  och den är belägen  $2 \mu\text{m}$  ovanför substratet (University of California, Berkeley).*





*Resonant mikrobrygga konstruerad i polykisel. Genom att belägga kiset med ett 150 nm tjockt polymerskikt kan strukturerna användas för detektion av fuktighet (University of California, Berkeley).*



*Professor Richard P. Feynman, California Institute of Technology, utfäste 1960 en belöning till den förste som kunde förminska en boksida 25 000 gånger. Under 1986 lyckades forskare vid Stanford University lösa uppgiften med hjälp av datorkontrollerad mönstergenerering baserad på elektronstrålelitografi (Stanford University, Stanford).*

## Fiberotiska sensorer

De fiberoptiska och optiska sensorerna kommer att få en allt större betydelse, dels på grund av deras okänslighet för elektromagnetiska störningar, dels för sin höga informationskapacitet.

En nyligen publicerad optisk fibersensor för fuktighet får ge ett praktiskt exempel för en beskrivning av nuläget inom området för optiska sensorer.

I Journal of the Electrochemical Society, Vol 138, No 2, 1991, finns en artikel betitlad "Optical Fiber Humidity Sensor using Nafion<sup>R</sup>-Tri-Phenylcarbionial Composite" av Yoshihiko Sadaoko, Masanobu Matsuguchi and Yoshiro Sakai.

Principen är ny.

Sammanfattningsvis säger författarna att Nafionfilm (Nafion är ett registrerat handelsmärke från E.I. du Pont de Nemours and Company) används för framställning av sensoren. Principen bygger på att den optiska ljusintensiteten omkring 450 nm i reflexionsmod ökar med den relativa fuktigheten (RH). Upplösningen, dvs känsligheten för ändringar i relativa fuktigheten avtar emellertid i området över 30 % RH. I torr atomsfär existerar färgämnet ("dye") i form av trifenylkarboniumjon, men vid ökande fuktighet växlar strukturen från karboniumjon till karbionial.

Denna typ av sensor är överlägsen vid detektering av låga RH-värden. För de flesta sensorer av typen "kapacitiva" eller "resistiva" är det svårt att mäta i detta lägre område.

Innan ytterligare exempel på sensorer tas upp, skall något anföras om nuläget och utvecklingstrender inom optisk sensorteknologi i samverkan med elektronik. Man kallar numera detta *OPTRONIK*.

Utvecklingen inom mikroelektroniken har naturligtvis möjliggjort nya tillämpningar av optiska sensorer liksom en förbättrad signalbehandlingsteknik i optroniken. Dataöverföring med ökad snabbhet är ett resultat.

Ett huvudfält för optroniken utgör framtagning av detektorer för termisk strålning. Man kan numera också använda flera detektorelement i kombination (matriser), vilket ökar känsligheten. Förut används det visuella strålområdet, men möjlighet finns att använda 3-5  $\mu\text{m}$  infraröda våglängder. Utvecklingen går mot det lägre våglängdsområdet 8-12  $\mu\text{m}$ , vilket svarar mot strålning vid rumstemperatur.

En nackdel med detektorer för det infraröda området har varit behovet av kylning. Det satsas därför på detektorer med mindre kylningskrav med bibehållna prestanda.

En annan utvecklingsgren utgör den s k *FOTONIKEN*, som utnyttjar fotoner (strålningskvanta) i stället för elektroner. Förutsättning för denna har varit nya material för transportering, lagring, diskriminering, och avläsning av fotoner som informationsbärare. På grund av fotoners svaga växelverkan med varandra i jämförelse med elektroner kan olika strålar störningsfritt korsa varandra, möjliggörande bl a tvådimensionell signalbehandling med hastigheter vida överstigande den för elektroniska system. Man siktar även på "optiska" datorer med höga prestanda.

Med hjälp av den långt drivna fiberoptiken (utvecklad inom telekommunikationstekniken) kan fotoniken användas för signalbehandling, t ex vid fördröjda signaler. Tillämpningarna ökas genom att även använda de förut beskrivna fiberoptiska sensorerna för olika fysikaliska storheter (temperatur, tryck etc).

Signalbehandling i omedelbar anslutning till en bildalstrande optronisk sensor för reduktion av datamängden ger en "smart" sensor. Andra områden för fiberoptiska sensorer är hydroakustik, seismik och magnetik.

Optronikens utvecklingen beror i hög grad på utvecklingen inom mikromekanik och mikroelektronik.

Slutligen skall nämnas att GaAs inom den nya generationens bildförstärkare används som fotokatod.

För det infraröda våglängdsområdet används huvudsakligen MCT (= kvicksilverkadmiumtellurid) i bildsensorer av IRV-typ (IRV = IR Vision). Detta gäller våglängdsområdena 3-5  $\mu\text{m}$  och 8-12  $\mu\text{m}$ .

Utvecklingen av mikroelektroniska bildsensorer under de senaste åren har framför allt gällt området 3-5  $\mu\text{m}$ . Teknik för 8-12  $\mu\text{m}$  bildsensorer är ännu ej mogen. Ovannämnda sensorer kräver fortfarande kylning.

Utbudet och användning av sensorer-aktuatorer kommer att öka väsentligt under resten av 90-talet. Man får alltså stor valmöjlighet och priserna minskar.

Styrande faktor vid val av sensorer kommer att behandlas i avsnitt 2.2.

## Mikrooptik – Ljuskänsliga halvledare

Nedanstående kan delvis ses som fortsättning på vad som skrivits under fiberoptiska sensorer.

Utvecklingen av fiberoptiska överföringar inom telekommunikationstekniken har medfört en minskning av dämpningen ned till 0,1 dB/km. I området 3-5  $\mu\text{m}$  är teoretiska värdet 0,001 dB/km. Andra komponenter är modulerande lasrar och arrayer med koherent ljus. Härigenom möjliggörs multiplexöverföring och kanaluppdelning.

Nu talas även om sk binär optik, som utnyttjar diffraktionsoptik. Tidigare har denna varit svår att realisera men utnyttjandet av VLSI-framställningstekniken har medfört diffraktionsoptik med hög noggrannhet. Man säger binär om tekniken, på grund att framställningen är binär vad maskning, etsning och kodning beträffar. Tillämpning väntas speciellt för IR-området.

En speciell variant är vad som benämns icke-linjär optik, som bygger på ljusets förändring i icke-linjära medier. Härvid uppstår t ex optisk förstärkning, frekvensskift och optisk bistabilitet. Det är möjligt att uppnå självfokusering, faskonjugering, korrelation m m. Vanliga medier är organiska material som fotoaktiva biomolekyler, polymerer, kristaller bl a.

Multielementdetektorer, såsom fokalkalibreringsmatriser, leder utvecklingen inom bildsensortillämpningarna. Det är halvledarchip som utgör detektorelementet. Bildinnehållet överförs genom transport av laddningar. Härav beteckningen CTD (Charge Transfer Device = Charge Coupled Device (CCD) + Charge Injection Device (CID)).

Man eftersträvar högre rumslig-, spektral- och tidsupplösning. Här finns även okylda IR-detektorer, som kan medge mindre utrymme, högre tillförlitlighet och lägre kostnad. De utvecklas alltså vidare.

Som tidigare sagts ökar känsligheten vid användning av flera detektorelement. Detta medför också minskat krav på kylning, högre scanningshastighet och kortare exponeringstid.

Man kan idag med våglängd 1,1  $\mu\text{m}$  uppnå matriser i kiselteknik med 4096 x 4096 element. Sedan kan flera matriser kombineras. Priset per element blir också billigare.

Matriser kan också framställas för IR i området 3-5  $\mu\text{m}$  storlek, t ex 2048 x 16 eller 640 x 480 element (ytmatriser). Högupplösande sensorer för IR i nämnda band väntas bli förverkligade. Kiselbaserade matriser finns också för 8-12  $\mu\text{m}$ -området.

Även för andra detektormaterial som MCT och InSb kan i området 8-12 respektive 3-5  $\mu\text{m}$  matriser om 256 x 256 element uppnås.

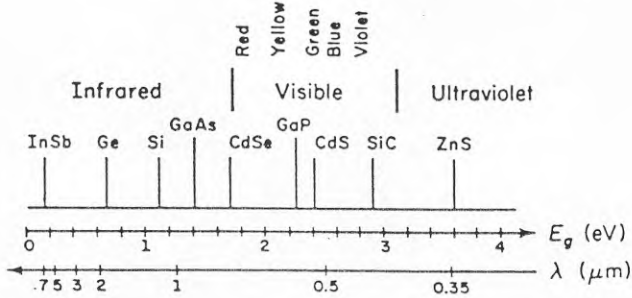
### *Fotodioder*

Komponenter och kretsar som ändrar sina egenskaper (parametrar) vid belysning finner stor tillämpning i reglersystem. Detta gäller särskilt stor tillämpningar av belysning efter solljusets variationer. Exponeringsmätare för kameror är ett annat exempel.

De gamla kända fotocellerna använder en ljusstråle mot en cell med ljuskänslig beläggning (selen) som ger ström. När strålen bryts, bryts strömmen. Används t ex för reglering av rulltrappor, dörröppnare, passage av produkt i en produktlina m m. Fotocellen kan ersättas av ljuskänsliga halvledare. Stöldalarm

är ytterligare ett exempel liksom rökdetektorer eller optiska signalsystem. Ljuskänsligheten kan variera med våglängden. Snabbheten i respons är en viktig parameter.

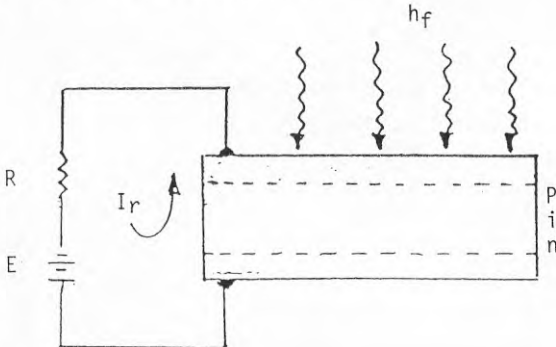
I regel är halvledarna mest känsliga för fotoner med energi lika med eller strax över bandgapsenergin. Lägre energier absorberas ej och högre energier absorberas i ytan av halvledaren. Nedan visas bandgap för ljuskänsliga material.



Figur 2.1.3:3 – Bandgap och motsvarande våglängd för ljuskänsliga halvledare

### Fotodetektor

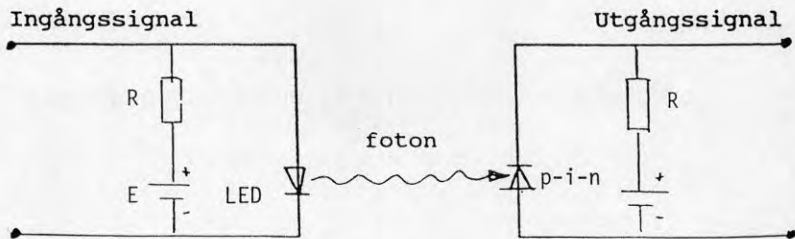
En för optisk kommunikation viktig komponent är den sk p-i-n-fotodioden. Uppbyggnad och funktion enligt nedan. Det inlagda "i-skiktet", som har, om inte helt egenledning, hög resistans, förbättrar detektorns "responstid" i väsentlig grad. Detektorn är backspänd.



Figur 2.1.3:4 – Uppbyggnad och funktion av p-i-n diod

## Lysdiod

Tidigare har ej nämnts att man skiljer mellan direkta och indirekta halvledare. Övergången i bandgapet hos en indirekt halvledare, t ex Si och Ge sker via en störnivå, medan hos direkta, t ex GaAs, övergången sker utan mellannivå. Vid EHP-bildning av förra slaget frigörs värme, medan i senare fallet en foton lämnar halvledaren; man har en sk lysdiod (LED = light emitting diode). Ljuset från en sådan kan användas för signalöverföring enligt följande:

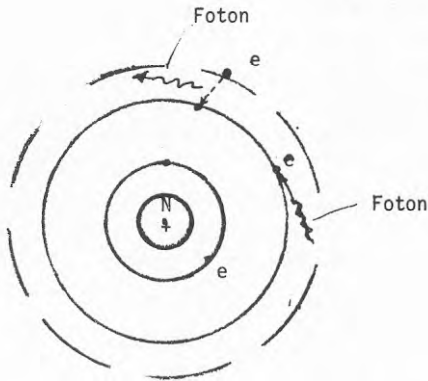


Figur 2.1.3:5 – Lysdiod och dess samverkan med fotodiod

## Laser

Slutligen skall nämnas ytterligare en process som kan försiggå i en halvledare med fotoalstring som följd.

Denna bygger på excitering av en elektron hos en atom. Atomen består ju av en positivt laddad kärna omgiven av ett antal elektroner i olika banor. Laddningsneutralitet råder normalt. En elektron kan excitera enligt figuren. Skulle energin vara tillräcklig lämnar den atomen, som joniseras, d v s blir ett positivt hål (ett "empty state").

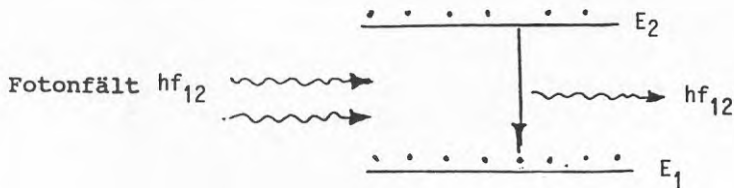


Foton, som exciterar elektron till en högre bana (energinivå). Läget är emellertid labilt och elektronen återgår snart till den lägre nivån under utsändande av en foton = energinivåskillnaden.

Positivt laddad kärna med protonen och neutronen

*Figur 2.1.3:6 – Excitering av en atom*

Excitering av en elektron genom en foton med återgång i fotonfältet under utsändning av ny foton kallas "stimulerad emission". Denna utnyttjas i en LASER (= Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation). Stimulerad innebär att deexciteringen, återsändningen, av en foton stimuleras av likadana fotoner som absorberas vid exciteringen. Det finns olika slag av lasrar, gaslasrar och halvledarlasrar t ex. Vi skall beröra den senare, då den speglar stor roll idag i optisk kommunikation. Allmänt gäller enligt följande:



*Figur 2.1.3:7 – Stimulerad emission*

Utan att tillgripa kvantmekanik kan följande överläggning för den stimulerade emissionen göras. De utsända fotonerna har samma energi  $hf = E_2 - E_1$ , dvs monokromatiska, och är i fas



inbördes och med den infallande strålningen, koherent strålning. Det går då att bygga upp ett starkt strålfält.

Detta visar att en ökad stimulerad emission kräver en hög energitäthet  $r(hf_{12})$ . Detta uppnår man i lasrar genom att införa en stark optisk resonanskavitet, som åstadkommer en hög fotontäthet genom upprepade inre reflexioner vid vissa frekvenser ( $f$ ).

Förhållandet i halvledarlaser ges av att man utnyttjar grupp III-V-halvledare (GaAs, InP osv). Ljusutsändningen från pn-övergångar på grund av spontan rekombination av elektroner och hål som injicerats genom övergången bildar inkoherent ljus.

### *Halvledarlaser*

Fördelen med halvledarlaser är att de är små, storleksordning  $0,1 \cdot 0,1 \cdot 0,4$  mm. De har hög verkningsgrad och utgångsstrålningen kan lätt modularas med strömmen genom pn-övergången. De arbetar vid låga effekter. Hur den nödvändiga inverterade populationen i dessa lasrar åstadkoms beskrivs inte närmare.

De dominerande övergångarna för laserverkan bestäms huvudsakligen av resonanskaviteten och den starka rekombinationsstrålningen som uppkommer. Eftersom elektron-hålrekombinationen snarare skall ske direkt, ej med inverkan av "fällor" ("trapping-processer") vid s stönivåer, är kisel och germanium ej lämpliga, däremot GaAs och andra III-V-halvledare. Man talar om heterogena material för lasrar.

Om en ändamålsenlig resonanskavitet kan åstadkommas i övergångsområdet blir det en laser, vars inversionstillstånd uppnås med den tillförda drivströmmen till övergången. På grund av de olika övergångarna kan man få laserljus av olika våglängd. Denna skall vid optokommunikation anpassas till egenskaperna hos den optiska fiber som skall leda strålningen.

GaAlAs-lasrar kan ge 800 nm och InP-lasrar 1300 nm med lägre dämpning; därför förekommer numera mest InP-lasrar för optisk överföring på längre sträckor. Lasrarna har ofta ganska komplicerade heterogena strukturer (sammansättningen är inte alltid så enkel som ovan angivits) för att önskat verkningsätt

skall kunna realiseras. Ett exempel på lasermaterial är InGaAsP/InP.

### *Fiberoptik*

Lysdioder och lasrar alstrar ljuset, fibern leder det och fotodetektorn kan omvandla till elektriska signaler (p-i-n-diod t ex). Förutom vid tele- och datakommunikation används numera fibrer bl a vid överföring av mätdata och diverse styrsignaler i kontrollsystem. Kopplingen mellan fibern och de övriga enheterna är ett komplicerat moment, som måste utföras med precision för maximal anpassning. Fyra väsentliga parametrar för en optisk fiber är dielektricitetskonstant, brytningsindex, dispersion och dämpning. Strålutbredningen i fibern kan ske i s k multimod eller monomod. Viktiga fibermaterial är kvarts och plast.

Utformning och egenskaper hos optisk fiber beskrivs i avsnittet om optokablar 2.2.5.

## 2.2 Maskinvara, byggblock

### 2.2.1 Processorer

#### RISC och CISC

RISC står för Reduced Instruction Set Computer och CISC för Complex Instruction Set Computer. Det diskuteras ofta om vilken som blir vinnaren i det långa loppet, men då blandar man ofta samman teknik och marknadskrafter.

Låt oss börja med att se på tekniken. RISC är nyare än CISC, innan RISC lanserades användes inte begreppet CISC heller. RISC skapades för att bättre utnyttja de möjligheter som de stora chipen (VLSI) gav, de gamla arkitekturerna var optimerade för processorer byggda av diskreta komponenter eller näst intill. CISC har i allmänhet endast några få, mindre än 10, register som CPU kan operera direkt på. RISC har många, ca 100. RISC har i allmänhet endast två operationer som adresserar minnet, hämta och lagra, all aritmetik sker mellan register, CISC operationer sker typiskt mellan minne och ett register. Ursprungligen gjorde RISC skäl för namnet "Reduced Instruction Set", det fanns oftast t ex ingen instruktion för multiplikation, den fick programmeras. Men dagens RISC har hundratals olika instruktioner, d v s i samma härad som CISC.

Ytterligare ett motiv för RISC var att kompilatorer för högre språk ofta har svårt att utnyttja de ganska specialiserade instruktioner som finns i en CISC. Instruktionerna i RISC kan visserligen vara många men de är renare och mera anpassade till moderna programspråk.

Det finns ingen objektiv bedömare som inte anser att RISC tekniskt sett är överlägset CISC, helt enkelt därför att det är bättre anpassat till dagens status på maskin och programvara.

Men ser man på marknaden är bilden inte lika enkel. Det finns egentligen bara tre CISC arkitekturer som har överlevt:

IBM 360 med efterföljare

Motorola 68000 familj

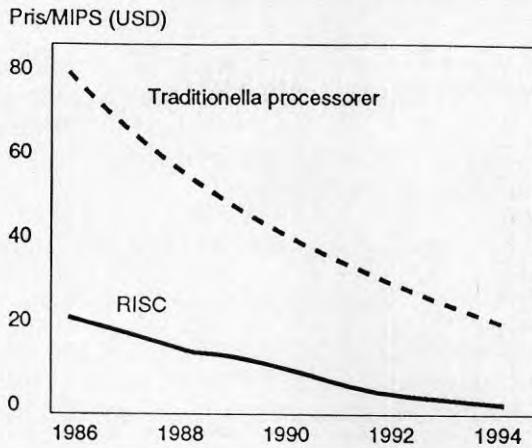
Intel 86 familj

Inom mikroprocessormarknaden dominerar Intels 86-familj totalt, den sitter i varje PC, man bedömer antalet hittills till någonstans mellan 50 och 100 miljoner. Det finns ingen officiell standard för hur en PC skall vara uppbyggd, men den inofficiella ligger helt på maskinvarunivå. En PC måste alltså bygga på Intels 86-arkitektur för att kunna utnyttja det stora programbiblioteket. Intel 86's styrka beror delvis på de stora volymerna som leder till låga priser och möjlighet att investera i vidareutveckling, den ligger fortfarande bra till jämfört med många RISC om man ser på pris/prestanda. Men ännu viktigare är det oerhörda utbud av program som finns tillgängligt på PC-marknaden och som förutsätter Intel 86. Volym och tillgång till programvara bildar en "god cirkel".

RISC hittar man i datorer som använder UNIX som operativsystem. Skillnaden mellan UNIX och PC är att UNIX redan från början undvek bindning till någon speciell maskinvara. Såväl operativsystemet själv som tillämpningarna kan flyttas, inte alltid helt problemfritt men dock, från en processor till en annan. Detta var en förutsättning för att RISC överhuvudtaget skulle kunna slå igenom. Det bibliotek av programvara som behövs för att en dator skall vara intressant på marknaden kan inte byggas upp från ingenting längre. På UNIX marknaden har RISC slagit igenom helt och bl a näst intill eliminerat Motorolas 68000 som ursprungligen dominerade.

Som sammanfattning kan man säga att RISC är bättre än CISC, men när antalet transistorer på ett chip blir 10 eller 100 gånger större än idag så kommer ganska säkert något nytt, RISC. Men CISC i form av Intel 86 och IBM 360 kommer att leva länge än och vara en viktig faktor in på nästa sekel. Vad Intel kan göra, och i viss mån redan gjort, är att reservera en hörna av chipet för att behålla kompatibiliteten bakåt och använda resten till att lägga in en mera modern RISC-inspirerad arkitektur på. Fast då kan man ju ändå hävda att RISC vunnit över CISC!

Figur 2.2.1:1 visar hur prisutvecklingen varit och förväntas de närmaste åren för datakraft uttryckt i USD/MIPS.



Figur 2.2.1:1

*En prognos över datakraftens prisutveckling visar att priset mätt i USD per MIPS (miljoner instruktioner per sekund) kommer att rasa. Pris/prestandaförhållandet för de traditionella processorerna faller drastiskt medan RISC-processorerna blir billigast.*

*Källa: The Gartner Group/Computer Sweden, 9 februari 1990*

## ASIC

Under senare år har kommit ett kundanpassat kretsutförande med submikronteknik, ASIC = Applied Specific Integrated Circuits. Dessa motsvarar som namnet anger specifika kundkrav. I dem ingår många olika krets-element, vilka ställer höga krav på design och utvärdering. Konkurrensen har också gjort att tillverkarna lagt ner stor möda på standardisering i de olika designstegen, fabrikationen och kvalitetsutvärdering för att uppnå tillförlitliga ASIC-produkter. Man utgår även här från grundlösningar som ellertid noga modifieras för sin specifika tillämpning och medger kunden möjlighet att bygga in sina egna tillförlitlighetsförbättringar. Särskilda testutrustningar krävs för dessa kretsar. De underkastas redan av leverantören krävande tillförlitlighetstester omfattande hela produkten även förpackningen. Kvalitetssäkringen är viktig för att kunna nå en stor marknad.

## Trender inom området mikroprocesser

Inget har förväntat mer än den pågående förminskningen av kretsselement inom halvledartechniken. Andra parametrar än krympning måste dock lösas och beaktas för framtidens mikroprocesser. Vilka nya innovationer är nödvändiga? Vad kommer ytterligare att integreras på ett chip?

*Kompatibilitet – generationsbyte* är en för användaren mycket väsentlig fråga.

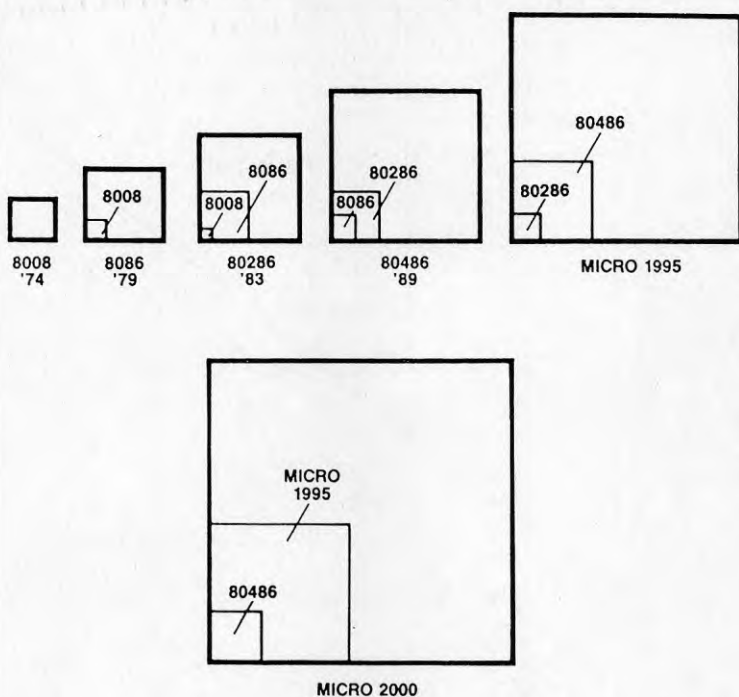
Genom datorhistorien har datorerna existerat som familjer. Från en generation till nästa så har mycket eller i vissa fall all investering i programvara, annan maskinvara och träning kunnat tillgodogöras.

Åsikten idag bland tillverkare och användare är att det behövs åtminstone en fördubblad förbättring hos systemet för att motivera en inte förenlig maskinvara. I de flesta fall sker en successiv prestandaökning som i liten utsträckning påverkar kompatibiliteten.

Ett undantag är förmodligen utveckling av nya processorer för specialområden som t ex tredimensionell grafik eller matematikfunktioner.

Mikroprocessorernas *prestandaförbättringar* kommer från tre områden: processteknologi, utveckling av singel- och multiprocessorers arkitekturer.

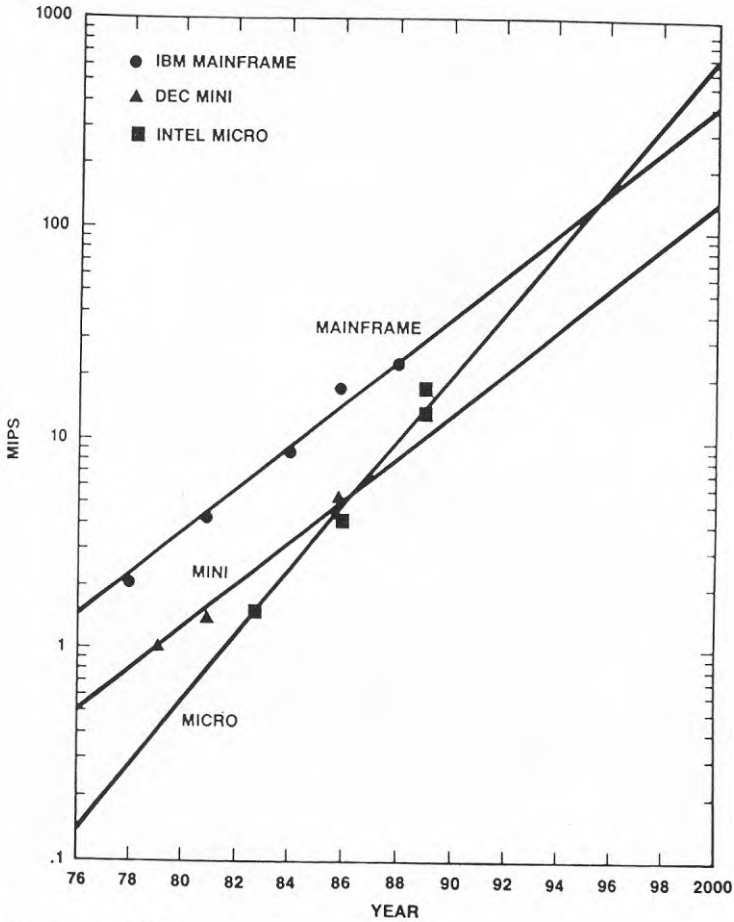
Förbättringar i processteknologi, vilket medger miniaturisering, innebär en hastighetsökning på ungefär 20 % per år. Figur 2.2.1:2 visar hur olika mikroprocessorer har krympt genom åren.



Figur 2.2.1:2

Klockfrekvensen på 250 MHz eller högre kräver förbättringar i arkitektur som t ex att integrera ett flertal mikroprocessorer på ett enda chip och därmed skapa en "multiprocessor mikroprocessor".

Figur 2.2.1:3 ger en vision av vad anses vara en möjlig utveckling av datakraft uttryckt i MIPS för stor-, mini- och mikro-datorer fram till år 2000.



Figur 2.2.1:3

Förmodligen kommer 32 bitars ordlängd att dominera under 90-talet (Ordlängd refererar till den storlek av data i bitar som en CPU kan hämta från minnet och behandla). Redan nu är 64 bitars ordlängd använda i vissa sammanhang. På grund av programstorlek och ökad minnestäthet är 64 en gynnsam ordlängd. Det är även tänkbart att vissa datavägar (bussar) inom ett chip kommer att konstrueras med 128-bit eller 256-bit bredd.

Den tekniska utvecklingen ger framtidens konstruktörer stora möjligheter att skapa snabba, kompakta och mycket kraftfulla datorer. Det är sannolikt att de kommer att täcka dagens applikationer, sammanlänka vissa områden och skapa nya sådana.



## 2.2.2 Minnen

### Grundbegrepp

Med hjälp av logikkretsar kan man utföra olika operationer på binära storheter. Operationerna styrs av instruktioner, också de binärkodade. "Minnet" spelar en central roll hos en dator. Olika typer av minneskretsar har utvecklats. I dessa går det att såväl skriva, tillföra information, som att läsa och hämta information. Ett system med ett stort antal logikkretsar och stor minneskapacitet jämte möjligheter för inläsning och utskrift av tal, data, och instruktioner samt försedd med synkroniseringsanordning, klocka, kan vara en grov beskrivning av vad vi kallar en "dator". Dess arbete sker efter instruktioner som datorn får via "programmeringen". Denna utförs med ett så kallat dataprogram, som från början kan innehålla de kodade instruktionerna, källkoden. Vanligen sker dock programmering via något programspråk, antingen ett lågnivåspråk, nära källkoden, eller ett högnivåspråk, nära problemformuleringen. Programmet "kompileras" sedan i datorn för att anpassas till det binära språket. Vanliga högnivåspråk är som bekant FORTRAN, ALGOL, SIMULA, PASCAL, C-språken. Adresseringen spelar en viktig roll. Med hjälp av "adressen" återfinns information och datorn vet vad den skall göra. Till hjälp finns "minnesregister".

Data kan läggas i en "fil", en sträng av informationsbitar. Instruktioner finns för tillförsel och hämtning av information liksom för öppning och stängning av filen. Den enhet som utför operationerna efter ett visst program kallas centralprocessor (CPU). Den kräver hög minneskapacitet. Ett system som kan kodas och omkodas med hjälp av instruktioner från ett program för att utföra olika uppgifter (t ex problemlösning) kallas som sagt dator. Om systemet är kodat att alltid utföra likartade uppgifter utgör det en "processor" och har funnit en omfattande och mycket varierande tillämpning för styrning och reglering. Den ordlängd som används i dem karakteriserar i viss mån deras förmåga. På den höga integrationsgrad för elektroniska kretsar som nåtts kan ett enda chip ( $\approx 5 \times 10 \text{ mm}$ ) innehålla en dators hela centralenhet.

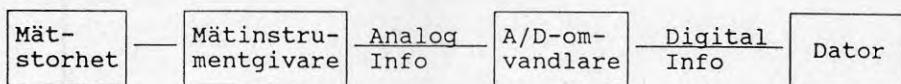
Minnen utgör idag avancerade komponenter som karakteriseras genom antalet bitar för binär lagring. Man kan nämna en utvecklingsserie som 1K-bitar, 4K, 8K, 16K, 64K, 256K, 1M-bit,

2M, 4M, 16M. Utveckling se figur 2.1.3:1 på sidan 32. Minnen karakteriseras också av egenskapen att kunna byta information eller ej. Provt på de senare är ROM = Read Only Memory. Med PROM förstås programmerbart minne (Programmable ROM). EPROM = Erasable Programmable ROM, som går att radera och omprogrammera. Ursprungligen tillgick programmering så, att vissa metallförbindningar smältes av.

EEPROM = Electrical Erasable PROM. Vissa minnen kan "raderas" med hjälp av ultraviolett ljus. Ett glasfönster på locket av minnets kapsel möjliggör detta. Moderna minnen av stor betydelse är den s k RAM-familjen. RAM = Random Accessible Memory. Förut angavs spänningsnivån som minnesrepresentation. I RAM utgörs informationen av laddningar i cellerna, som kan jämföras med små kondensatorer ( $4 \times 5 \mu\text{m}$  och mindre). Dessa realiseras i chips (små kiselbrickor  $\approx 4 \times 5 \text{ mm}$ ) som kan innehålla 100 000-tals kretselement.

Till dessa minnen hör naturligtvis komplicerade instruktioner för läsning, skrivning och radering. Implementering sker via s k bit-line och word-line, som jämte avsökningstiden i hög grad karakteriserar ett minnes effektivitet. En s k "refresh cycle" återställer eventuella felaktigheter och bevarar informationen (t ex om laddningen i cellen delvis läckt bort). Dessutom krävs minnesskydd för att informationen ej skall störas av t ex felaktiga program. Man skiljer mellan centralt minne (i centralprocessorn, som används för exekvering av ett program) och yttre minnen. De senare kan vara magnetiska skrivminnen (disk), magnetband (tape). Radskrivare används för direktutskrift av resultat. Detta kan också läggas i en "fil", t ex i form av disk. Förr användes stansade hålremsor. S k magnetiska trumminnen används fortfarande, fastän som sekundärminne med utbyte endast med primärminnet. I de numera vanliga persondatorerna (PC) har man små diskar (disketter).

Ett sätt att ytterligare skydda informationen i centralenheten är s k dumpning, vilket innebär att all information med vissa mellanrum flyttas ut på ett yttre minne för att ej gå förlorad vid ett avbrott (bortfall av matningsspänning). Batteriuppsäckning av datorer förekommer också. En självklar enhet är s k analog-digitalomvandlare, nödvändig vid inmatning av avlästa instrumentvärden; se nedan. Med denna omvandlas analoga storheter till digitala, som datorn kan bearbeta; se följande:



I sk smarta hus kan hela kontroll- och övervakningssystemet styras från en dator, men alla "givares" och "sensorers" operationer aktiveras direkt genom inkopplade mikroprocessorer. Dessa spelar alltså en mycket viktig roll. Mikroprocessorer är behandlade i 2.2.1.

## Minnestyper

De två vanliga minnestyperna är RAM och ROM som i regel utförs med MOS-teknik. ROM betyder som redan nämnts Read-Only-Memory. Det kan alltså avläsas men det går ej att skriva i det, utan används för fast informationslagring och fasta instruktioner. PROM betyder programmerbart minne. Man kan alltså ändra informationen men bara till en ny, som sedan bara kan läsas. RAM betyder Random-Access-Memory, d v s minnet kan avsökas godtyckligt och det går att kontinuerligt både läsa och skriva i det.

Cellerna i dessa minnen är ordnade i rader och kolumner. Minnena baseras i regel på FLIP-FLOP-kretsar (vippor) eller laddningslagring. Man säger också "flyktiga" och "icke flyktiga" minnen ("volatile" resp "non volatile"). Informationen i de förra försvinner om matningsspänningen faller bort medan den bevaras i de senare. För realisering av icke flyktigt minne kan en MNOS-struktur användas. Tidigare har nämnts den höga minneskapaciteten hos RAM-minnen. Nu finns DRAM (dynamiskt RAM) 16 Mbit-minnen, men framöver räknas med både 64M och 256M. De högre minneskonfigurationerna kan byggas upp av lägre och genom "nedskalning" av dimensioner, som är vanliga i den integrerade tekniken (IC). Elektriska funktioner behålls trots mindre fysikaliskt utförande. Ett 64K-minne kan alltså bestå av 4 x 16K-minnen osv. Ibland utförs dessa minnestyper med redundans, d v s några extra kolumner läggs till för att inkopplas om någon annan kolumn skulle blivit felaktig i fabrikationen. Till ett minne hör en "klocka" som ger klockpulser för att synkronisera andra parametrar som "access-time" och "refresh cycle". Dessutom finns en "sense amplifier" för avläsning av minnet. Inbyggd matarkrets kan också förekomma.

Av RAM-minnena finns både dynamiska DRAM och statiska SRAM.

Single word memory (ettordsminne) som bygger på Josephsoneffekten har realiserats.

Senaste tillskottet av minnen är *ferroelektriska* minnen. Dessa bygger på att en ferroelektrisk kristall kan uppvisa två stabila magnetiska lägen. De är raderbara och ickeflyktiga och saluförs nu i storlek 4 till 64 Kbits.

Tidigare har magnetiska minnen i form av magnetiska domäner med växlande riktning på magnetiseringen provats men ej kommit till större användning ("bubbelminnen"). Även *holografiska* minnen förekommer.

De minnen som arbetar med laddningslagring är känsliga för joniserande strålning. En oladdad cell kan laddas upp, och därmed ändras informationen. Sådana fel kallas "mjuka" till skillnad från "hårda" som beror på fysiska förändringar i själva komponenten, hårdvaran. Dataprogram räknas till mjukvaran. Minnena provas på sina elektriska parametrar och funktioner i komplicerade testutrustningar efter särskilda testprogram.

Längre program ökar systemkostnaden och begränsar dess prestanda. När hastigheten hos en processor ökar så görs minnesystemet mer sofistikerat genom att införa en eller två *cache-nivåer*. Caching är en benämning för de tekniker och algoritmer som bäst utnyttjar de tillförda minnesnivåerna. Varje nivå av minne, närmare processorn, är snabbare, dyrare och mindre än nivån över. Varje nivå är beräknad så att de data eller instruktioner processorn behöver har en ekonomisk sannolikhet att finnas där. Om inte så är fallet söks i den övre, långsammare nivån.

Information kan erhållas från RAM på oerhört kort tid men är dyrbart. Lagring av mycket stora mängder information sker idag på sådana media som diskar, magnetiska eller optiska.

Andra vanliga minnestyper är RMM (=Read Mostly Memory), CAM (=Content Adressable Memory) och SAM (= Sequential Accessed Memory). Dessutom kan också WOM (=Write Only Memory) förekomma.

Vid tillverkning av *optiskt* lagrade data används en laserstråle fokuserad till en liten punkt som bearbetar en disk, tape eller ett plastkort. Man kan arbeta med en teknik som kallas MO (magnetic optics) eller göra fysiska markeringar. Laserpunkten är en  $\mu\text{m}$  eller mindre vilket innebär att ca 100 miljoner märken får plats på en fingernagels yta. På in- och utenheterna ställs mycket stora krav. Något om detta beskrivs i avsnitt 2.2.3.

Tre typer av optiska diskar finns, "read-only, write once och rewritable". De är flyttbara, har mycket stor lagringskapacitet och roterar vid användning. Var och en av de tre typerna har sina karakteristika och fördelar.

CD-ROM (Kompakt Disk read-only memory) är ett idealiskt medium för lagring av stora mängder "fast, stabil, statisk" information. Dess användning t ex inom musiken är välkänd.

Data skriven på en write-once disk är permanent. Detta ger fördelar, t ex om man önskar lagra sekvenser av händelser som ett historiskt förlopp, den har juridiska aspekter etc.

Rewritable diskar har write-once konceptet men den möjligheten att radera och skriva om i innehållet. De är i detta avseende jämförbara med (rent) magnetiska diskar men har mycket större lagringskapacitet.

Optisk informationslagring har en mycket stor potential inför framtiden och kommer att få allt större användning, kanske främst inom området multimedia.

### 2.2.3 I/O-utrustningar

I/O står för "in and out" och används ofta som ett begrepp för att ange användarens ändutrustningar.

I/O-utrustningar omfattar ett mycket stort område. De är till för att skapa, förmedla och lagra texter, bilder, data och tal i för oss människor lämplig form. I det följande beskrivs en del av de väsentligaste apparaterna för text- och bildgenerering. Som informationsbärare är papper ett av de viktigaste medierna sett såväl historiskt som framåt i tiden.

Bildens och skrivkonstens historia är fascinerande. De grottmålningar som upptäckts är tiotusentals år gamla, och de sumeriska lertavlorna ca 5000 år. Gutenbergs uppfinning av tryckpressen på 1400-talet fick stora kulturella konsekvenser. Skrivmaskinens tillkomst 400 år senare blev en brygga mellan hand- och tryckskrift. Vem var det geni, som skapade vårt latinska alfabet? Skillnaden i utveckling hos kinesisk bild till kinesernas teckenskrift kontra vårt alfabet är intressant, sett även ur modern datateknisk synvinkel.

#### Dokumentframställning inom pappersområdet

Tryckpressen, skrivmaskinen och kopieringsapparaten representerade modern teknik fram till 60-talet inom pappersområdet.

Den allt större kommersiella användningen av digitala datorer gav möjligheter till lagring, sökning och behandling av såväl numeriska data som text genom nya verktyg.

#### Ordbehandlare – Det elektroniska dokumentet

IBM införde under 70-talet en elektrisk skrivmaskin, som på en magnettape kunde lagra dokument. Man kunde återspola denna för att göra ändringar, tillägg m m.

Utvecklingen har sedan förts framåt genom speciella komponenter och program för att skapa och revidera mycket komplexa dokument. För dagens PC finns en mängd ordbehandlingsprogram med mycket sofistikerade möjligheter.

Ordbehandlarna var ett stort steg framåt för framställning av dokument. De skapade också en ny form av dokument; det elektroniska dokumentet.

### Dokumentframställning med hjälp av elektronikutrustning

Genom att lagra dokument på elektroniska media och visa dem på skärmar, så bröts den tidigare nödvändiga länken att gå över papper. Man hade nått vad som på engelska kallas "the electronic domain".

Med hjälp av denna utrustning kan man lagra mycket stora mängder dokument, och de är tillgängliga på millisekunder. De kan sändas elektroniskt över tele- eller datanätet, de kan sorteras på olika sätt och är lätta att reproducera etc.

Men trots dessa fördelar är papperdokumentet människan kärt och kommer säkert att så vara för överskådlig framtid, särskilt för vad vi kan benämna som "slutligt dokument".

### Skrivare

Skrivare är en bro mellan elektroniken och pappersversionen av ett dokument, hos t ex ordbehandlare. De kan sägas utföra en enkelriktad trafik från elektronikområdet till pappersområdet.

Skrivarna har utvecklats genom användning och utveckling av olika tekniker. I början användes skrivmaskinstekniken med alfabetets tecken, tal etc präglade på t ex en kula. En elektrisk översättningsenhet ställde in kulan i rätt teckenposition och förflyttade den horisontellt och vertikalt över dokumentet.

Hastigheten var dock starkt begränsad. Andra krav, framför allt bild- och färgåtergivning, har resulterat i en utveckling med andra tekniker. Nämnas skall:

– *Bläckstråleskrivare*

Dessa använder antingen chockvågor som genereras av piezoelektriska kristaller eller förångad vätska, som styrs till pappersarket. Dessa skrivare är snabba, mekaniskt enkla och används mycket för mindre och portabelt bruk.

- *Termiska skrivare*  
Skrivarna har ett linjärt fält av små värmegivare i skrivhuvudet som sänder färg, bläck eller vax från ett givar- till ett mottagareskikt. Även laser används. Processen ger hög kvalitet och bra färgbilder men är inte så snabb.
- *Elektrofotografiska skrivare*  
Här används lika laddade fotokonduktorer, som förändrar laddning, när de exponeras mot exempelvis en belyst bild. Laddade färgpartiklar attraheras till konduktorn och överförs till papper. Tekniken, vilken är under utveckling, visar mycket goda resultat.

## Telefax

Själva ordet telefax är en förkortning av ordet telefaksimil, som i sin tur är en sammansättning av grekiska och latin (Grek. Tele = fjärran, lat. fac simile = gör (det) lika).

Telefax är en metod att via en sändarutrustning överföra information från ett originaldokument (text, teckning, bild etc) till en mottagare oberoende av avstånd och på mottagarsidan få en avbildning av eller kopia på originalet. Utmärkande för telefax är bl a att man får en fast, arkiveringsbar kopia.

Många tror att telefax är en senare tids uppfinning. I själva verket söktes det första patentet 1843 av den skotske teknikern Bain. Hans idéer kom aldrig till större användning, men lade grunden till vidare utveckling av dagens faksimil (och även television).

Det verkliga genombrottet för telefax kom i slutet av 60-talet och första delen av 70-talet. En påverkande faktor var det japanska teckenspråket vilket inte fungerar så bra vid användning av telex. Samverkande var också det ökade behovet att överföra bilder.

Konventionella telefaxapparater består i princip av fyra delar: strömförsörjare, bildläsare, skrivare och modem.

En modern PC kan numera utrustas även med telefaxmodem och kan då användas som en telefax.



Skillnaden mellan ordbehandlare och telefax är förutom fjärröverföring, att man läser in text och bilder till elektroniskt innehåll.

Vid läsningen ses dokumentet som ett mönster av svarta och vita punkter (bildelement = pixels). Mönstret fångas när dokumentet passerar över tex en ljuskänslig stång som omvandlar elementen till elektriska pulser över exempelvis en telefonlinje till en skrivare, som markerar samma mönster.

Telefaxens framtid är beroende av bl a teknisk utveckling hos I/O-organen, men även andra faktorer som synpunkter på sekretess, kostnader och marknadstillväxt. Varför försöka faxa till en vän som inte har någon fax etc.

### **Inskrivet elektroniskt innehåll och elektroniskt avläst bildområde**

Inom det avlästa området behöver alltså inte pappersdokumentet skrivas in via ett tangentbord för sändning. Emellertid behövs mycket mer lagrings-, kommunikations- och datorkapacitet för ett avläst dokument än för ett inskrivet.

Vid inskrivning så är varje tecken (bokstav, siffra) representerat av ungefär en byte (8 bitar), ett medellångt ord av 48 bitar. En normal A4-sida består av ca 24000–48000 bitar.

Hos det avlästa (bilddokumentet) är sidan representerad genom ett mönster av punkter (pixels) vars antal beror på den önskade upplösningen. Ett praktiskt minimum är omkring 200 punkter (pixels) per tum (spi = spots per inch) och ett maximum idag ca 600 spi.

En vanlig upplösningsgrad är 300 spi. En normal textsida behöver då ca 9 miljoner punkter. Vanligen representerar en punkt en bit, svart eller vit. När färg eller gråskala används måste fler bitar användas för in- och utkodning av varje punkt.

Även om olika komprimeringsteknik för vita ytor och icke-informativa mönsterdelar används, så är skillnaden i bitåtgång mycket stor och ökar med krav på färg- och gråskaleåtergivning.

## Bitavbildning

Under 60-talet kom matris- och senare laserskrivare. Dessa kunde placera märken på ett godtyckligt sätt på papper med en upplösning av 400 spi. Det blev alltså möjligt att variera typer, storlekar och lägen hos texter och bilder. Härigenom får man en brygga med två övergångar mellan elektronik och papper.

Den första, som går från innehåll till bild, kallas RIP (= raster image processor). Här omvandlas kodningen av ett tecken i ordbehandlaren till det önskade mönstret av punkter vilka ger t ex stil, storlek och läge.

Den andra övergången sker från bildinnehållet till papperet genom den sk markeraren, vilken placerar det önskade mönstret på papperet.

## Personliga arbetsstationer

Dessa finns nu från enkla PC till mycket kraftfulla professionella typer. Vad de har gemensamt är möjligheter att använda ett brett fält av programvara, bl a för ordbehandling.

## Elektronisk post

Elektronisk post har fått en bred tillgänglighet på digitala datornät. De kan sändas till individer eller för massdistribution för att t ex öka cirkulationen av information. Nya system kan distribuera dokument av hög kvalitet.

## Avläsning – Överföring till elektroniska dokument

Den senaste nyckelteknologin inom dokumentframställning är avläsare (scanners) med funktionen att översätta pappersdokument till elektroniska bildelement (pixels).

Avläsare är som påpekats en del av varje faxmaskin, men har inte förrän nu varit vanliga som separata enheter.

Användningen för områden som redigering är stora. Kombinationen av läsare och lagring på optiska media öppnar vägen för ett flertal nya användningsområden.

Läsaren har utfört transformationen till elektroniska bildelement. För att behandla dessa bildelement, identifiera och överföra dem till data i kodad form behövs en avkännare (recognizer) i form av ett program. Ett antal sådana avkännare som identifierar alfabetstecken inom en vid ram av stilar finns idag och arbetar med en hög om än inte perfekt kvalitet.

Att gå hela vägen fram till en annan skrivare och ge en exakt kopia har man ännu inte nått fram till.

De *tekniska svårigheterna* beror på att bilder innehåller så mycket data att det är svårt att få dem in, runt och ut i existerande IT-system.

Utvecklingen går mot att konvertera bilden till digital form genom att använda halvledarsensorer i läsarna. Dessa sensorer, som regel gjorda i kisel, konverterar fotoner från bilden till elektroner och vidare till signaler.

Sensorerna kan vara linjära eller tvådimensionella. Linjära sensorer kan placeras på ett avstånd eller mycket nära dokument. I första alternativet används en lins – i det andra ett kompakt belysnings- och överföringssystem.

Areasensorer täcker simultant en yta på samma sätt, som film gör i en kamera. De är därför snabbare än linjära, vilket är viktigt vid rörliga bilder. Tillverkningskostnaderna är dock avsevärt högre.

Kommersiellt finns idag linjära sensorer med 8000 bildelement (pixels) och en digital kamera med en areasensor, som innehåller 1,4 miljoner pixels.

Slutligen några ord om läsning av MO-skrivna diskar (MO = magneto-optic). Laserljus reflekterat från en positivt magnetiserad yta skiljer sig från en negativt magnetiserad. Vinkelskillnaden är liten men avläsbar, särskilt om den förstärks genom interferenslagar på disken.

## Bildskärmar

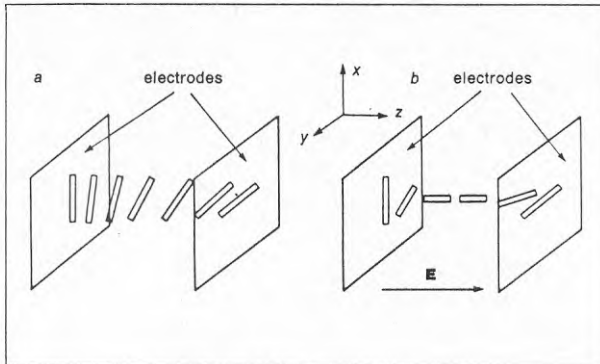
Fortfarande dominerar katodstråleröret i dagens TV och datorskärmar. Vissa tekniska förbättringar sker kontinuerligt, som t ex en ändring från 50 Hz till 100 Hz vilket upplevs som mindre flimmar. Bildrören färgas vilket ger bättre färgåtergivning.

Flata skärmar har länge varit ett önskemål. När den övriga maskinvaran har kunnat krympas har bildröret verkat alltmer antikt.

Omfattande forskning och utveckling har pågått länge och pågår kring LC (= Liquid Crystals) och LCD (= Liquid Crystal Displays). LCD är flata, lätta och kräver liten elektrisk energi. Utvecklingen av bärbara datorer och HDTV (= High Definition Television) innebär en mycket stor marknad för dessa flytande kristallbildskärmar (LCD).

Läser man en beskrivning på en bärbar modern PC kan det exempelvis stå: Bildskärm: LCD s k supertwist med bakgrundsbelysning och 640 x 400 punkter.

De flesta allmänt använda LC liknar tunna stavar. Beroende på temperatur så existerar dessa molekyler i olika faser (mesofaser) från fast till flytande tillstånd. Vanligast i LCD idag är TN-celler (TN = Twisted neumatics). Neumatic är en fas där molekylerna har en orienterad men inte positionerad ordning. Se figur 2.2.3:1.



Figur 2.2.3:1 – Schematisk framställning av en vriden neumatisk cell (a) utan och (b) med pålagd spänning som upphäver den mekaniskt inducerade molekylära vridningen.

EN TN-cell har två glassubstrat täckta med transparent, konduktiv oxid och en limmad LC-grupperad polymer. Substraten har ett avstånd från varandra på 20 – 30  $\mu\text{m}$ . De flytande kristallerna flyter in cellkaviteterna vid lämplig temperatur under vakuum. Man utför sedan en mekanisk vridning (twist) av cellerna på  $90^\circ$  eller  $270^\circ$  relativt varandra. När ett linjärt polariserat ljus når cellerna får man en rotation i polarisationen. Om ett elektriskt fält appliceras vinkelrätt mot substraten erhålls en återvridning beroende på fältets styrka och därigenom ett mått på ljusmängd från sändaren.

FLC (= Ferroelektriska flytande kristaller) är sedan 80-talet under utveckling. Dessa har högre hastighet och fördel av en inre bistabilitet samt en potentiellt bättre upplösning och bättre kontrastverkan.

TN-tekniken har 10 års försprång i tävlingen om HDTV-bildskärmar, men FLC-egenskaper har stora förutsättningar även på andra växande områden.

## 2.2.4 Allmänt kommunikation – Överföringsteknik

I följande avsnitt 2.2.5, 2.2.6 och 2.2.7 kommer att behandlas något om de medier och tekniker som används vid överföring – transport av data, ljud och bilder.

Det kan ske i stora världsomspännande nät eller inom ett begränsat område. Tendensen är att tillgång till och användning av fjärran belägna informationskällor ökar. Telenätet kan ses som en väldig trafikmaskin, där man från hemmet, arbetsplatsen och numera i växande grad även mobilt kan nå många människor. Näten transporterar inte bara ljud utan också data och bilder. Under vägen kan överföringen ske på olika sätt, ledningsbunden eller trådlöst. Ofta förekommer en blandning där exempelvis ledningar övergår i radiolänkar, till satelliter och åter till ledningar i olika kombinationer.

Som tidigare nämnts så ökar användningen av överföring i digital form. Även om de senaste åren präglats av digitalisering, så är den analoga tekniken nödvändig och har en stor utvecklingspotential, såväl tekniskt som kommersiellt.

Som ett mått på överföringskapaciteten och avstånd kan man använda  $Hz$  respektive  $m$  eller  $km$ .

En parkabel i koppar har en överföringskapacitet på ca 1 MHz km, koaxialkabel och radiolänk ca 100 MHz km. Med ett fiber-optiskt medium uppnås med monomodfiber 100 GHz km.

En bedömning av kostnader för olika informationsöverföring blir mycket generell. Teknikutveckling, avregleringar och politiska beslut ger ett mycket komplext mönster.

## 2.2.5 Ledningsburen överföring

### Kablar med Cu-ledare

Koppar (Cu) som ledarmaterial är helt dominerande inom telekabel. Aluminium (Al) har endast på kraftkablesidan fått en stark ställning. Orsakerna till Cu-dominansen är dess bättre mekaniska egenskaper, mindre volym, skarvbarhet och mindre risk för korrosion. Priset är dock avsevärt högre och mer konjunkturkänsligt än för Al.

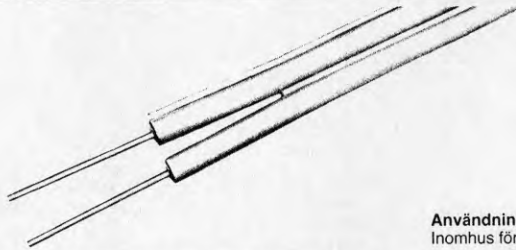
Kopparkablar finns i en mängd varianter för utomhus- och inomhusbruk. Utomhus som vilande på eller i jord som sjökablar och hängkablar. Ledarna är isolerande från varandra som regel med plastmaterial och mängden av ledarpar kan variera stort. Paren byggs sedan upp till kablar och förses med fyllningar och mantlar av olika material beroende på användning.

De elektriska kraven varierar för kablar avsedda för lång-, mellan- och kortdistans. Typiska elektriska data framgår av exempel valda ur Ericssons produktfaktakatalog. Se figur 2.2.5:1 – 2.2.5:2.

**EKU**

Abonnentkabel, PVC-isolerad

enligt SS 424 16 02


**Användning**

Inomhus för öppen fast förläggning och i rör.

**KONSTRUKTION**

Ledare	Obelagd koppar, entrådig
Isolering	PVC omkring två eller tre parallella ledare, parterna sammanhålls av ett tunt mellanparti avsett för genomspikning och så utformat att parterna lätt kan skiljas isär En part är försedd med en upphöjd märkrand
Färg	Vit, 2×0.7 mm även röd (för brandlarm)

**ELEKTRISKA DATA vid 20°C**

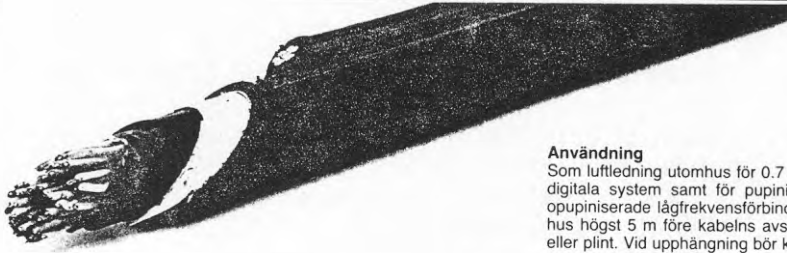
Diameter	mm		0.7	1.13
Area	mm <sup>2</sup>		0.4	1.0
Ledarresistans mätt i slinga	ohm/km	med*	91	35
Par kapacitans vid 800 Hz i luft	nF/km	med*	30	40
Isolationsresistans i luft	Mohm · km	min	500	500
Driftspänning	V	max	60	60

\* Uppmätta genomsnittsvärden

Figur 2.2.5:1

**EULALCEV**

PCM-kabel, Cell-PE-isolerad, skärmad, PE-mantlad med bärlina

**Användning**

Som luftledning utomhus för 0.7 och 2 Mbit/s digitala system samt för pupiniserade eller opupiniserade lågfrekvensförbindelser. Inomhus högst 5 m före kabelns avslutning i box eller plint. Vid upphängning bör kabeln vridas ca ett varv per 10 m.

**KONSTRUKTION**

Ledare	Obelagd koppar, entrådlig
Isolering	PE cellulär
Par	Två parter tvinnade
Uppbyggnad	Paren koncentriskt kablade till <b>5-parskardeler</b> Kablarna uppbyggda av erforderligt antal 5-parskardeler
Färgschema	Se Färgschema Telekabel
Fyllnad	Utrymmet mellan paren är vaselinfyllt
Bandning	Pappersband
Inre mantel	PE, svart
Skärm	Aluminiumfolie, långsgående med 0.20 mm tjocklek, fast häftande vid insidan av yttre manteln Två skärmedare av förtenat koppar långslöpande under och i kontakt med aluminiumfolien
Yttre mantel	PE, svart i 8-formad tvärsektion med ingjuten bärlina av förzinkade ståltrådar

**ELEKTRISKA DATA vid 20°C**

Diameter	mm		0.7	1.0
Area	mm <sup>2</sup>		0.4	0.8
Ledarresistans mätt i slinga	ohm/km	max	97.8	47.0
Parcapacitans vid 800 Hz	nF/km	nom	39	39
Kapacitansobalans par-par vid 800 Hz (L är kabelns längd i meter)	pF	max	50 · L/1100	50 · L/1100
Isolationsresistans	Mohm · km	min	10000	10000
Driftspänning	V	max	60	60
Impedans vid 1 MHz	ohm	nom	130	130
Dämpning vid 1 MHz	dB/km	max	11.5	8.5
Näröverhörningsdämpning*	dB	min	60	60
Fjärröverhörningskillnad mätt på 1100 m*	dB	min	45	45

\* Mätt med 2.048 Mbit/s PCM-signal av pseudorandomtyp.

Figur 2.2.5:2

För att förbättra egenskaperna *tvinnas* ledarna till par och s k fyrskrivar. Maskinerna var i början tillverkade i USA och fick därför benämningen "twistar".

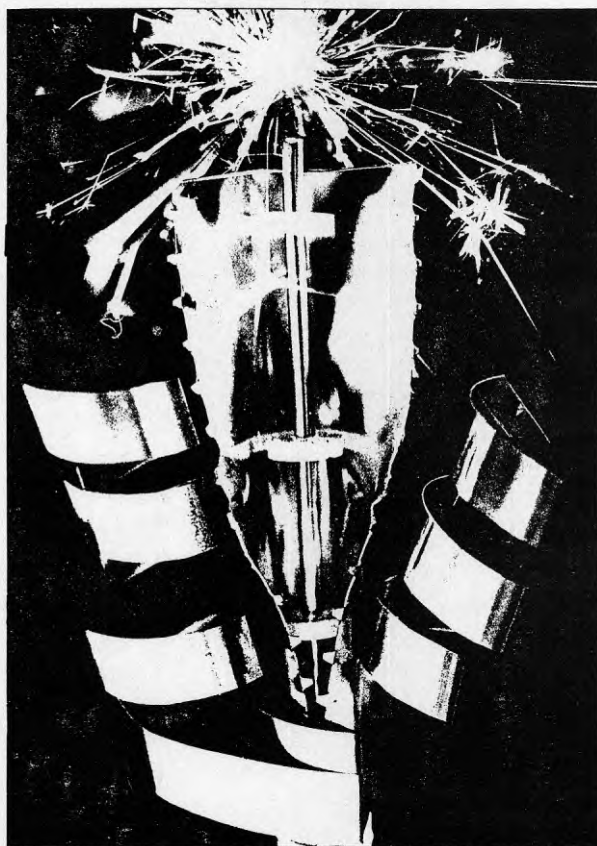
Ett viktigt krav är att signaler i näraliggande ledare påverkar varandra så lite som möjligt. Vid lågfrekvent överföring måste de kapacitiva obalanserna vara mycket låga.



Sigurd Nordblad patenterade i slutet av 60-talet en metod som kallas *krysskabling*. Krysskabling innebär en slumpvis blandning av olika par. Två par blir alltså grannar bara ibland och utan systematik vilket ger låga obalanser med längre kablar utan skarvning som fördelar.

## Koaxialkablar

Ko-axial = med gemensam axel. Främst vid Bell Labs/Western Electric i USA utvecklades koaxialkabeln i slutet på 40-talet för överföring i högre frekvensområden. Figur 2.2.5:3 visar hur en grovkoaxialkabel är uppbyggd.



Figur 2.2.5:3 – Koaxialtub – grovkoaxialkabel – med centrumledare, isolerbrickor, yttre koaxialledare och bandning, frilagda i ett effektfullt ljussken

Inom teletekniken för lång distans blev bredbandiga radio länkar allvarliga konkurrenter ur kostnadssynpunkt. Klenkoaxialkablar utvecklades med mindre dimensioner, en eller flera innerledare samt ytterledare i form av Cu-flätor. Exempel ges i figur 2.2.5:4 och 2.2.5:5. Dessa har fått en stor användning inom nätverk i datorsystem, TV, telekommunikationsutrustningar, antenner etc.

## RG 214/U Koaxialkabel



Användning  
För telekommunikationsutrustning

### KONSTRUKTION

Innerledare	Fåtrådig, försilvrad koppar
Isolering	PE
Ytterledare	Koppartrådsfläta, dubbel, av försilvrad koppar
Mantel	PVC, migreringsfri, svart

### ELEKTRISKA DATA

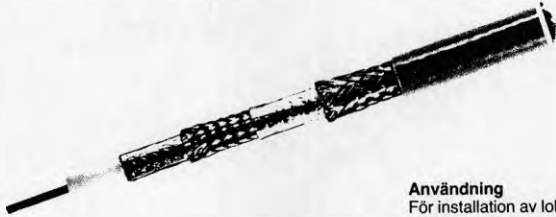
Impedans	ohm	50±2
Kapacitans	pF/m	101
Hastighetsfaktor		0.66
Dämpning		
30 MHz	dB/100m	3.5
200 MHz	dB/100m	9
500 MHz	dB/100m	15
1000 MHz	dB/100m	22
3000 MHz	dB/100m	41

Figur 2.2.5:4

---

**HF 50 2.2/6.3C ETHERNET COAX** Koaxialkabel
 

---



**Användning**  
För installation av lokala datanät till bl. a. Digital, Texas m fl.

---

**KONSTRUKTION**


---

Innerledare	Enkeltrådig förtent koppar
Isolering	PE, cellulär
Ytterledare	Aluminiumfolie, förtent koppartrådsfläta
Mantel	PVC, migreringsfri

---

**ELEKTRISKA DATA vid 20°C**


---

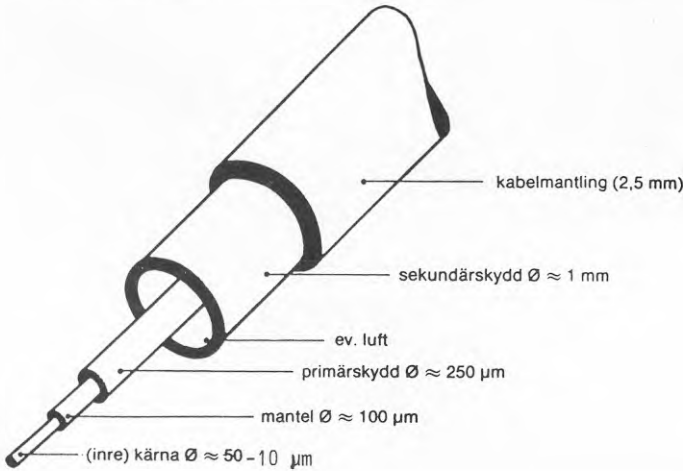
Impedans	ohm	50±2
Kapacitans	pF/m	80
Hastighetsfaktor		0.82
Dämpning		
5 MHz	dB/100 m	6.0
10 MHz	dB/100 m	8.0

*Figur 2.2.5:5*

Det finns ett mycket stort utbud av olika kablar baserade på Cu-ledare. Nämnas kan kategorin flat- eller bandkablar med stora variationsmöjligheter. Den spiraliserade kabeln i t ex "telefonsladden" är speciellt konstruerad för att tåla miljontals rörelser.

## Optokablar

### Fiber-karaktäristika parametrar



Figur 2.2.5:6 – Fiberkabel

Fibern ensam är alltför liten och ömtålig och byggs därför in i en kabel som i figur 2.2.5:6.

Kärnan som består av glas eller kvarts har högre brytningsindex än den omgivande manteln av glas, kvarts eller plast. Mantelytan skyddas i sin tur av ett primärskydd av plast. Fibern skyddas mot mekaniska påkänningar vid kabling, installation, temperaturvariationer etc genom att den vanligtvis ligger fritt i luft i det inre av ett rörformigt sekundärskydd.

Grundprinciperna för ljusledning i optiska fibrer är

- dels att kärnmaterialets renhet är så hög, att dämpningen hålls inom rimliga gränser,
- dels att strålar, som av olika anledningar genomgår riktningsändringar, hålls kvar i fiberna kärna.

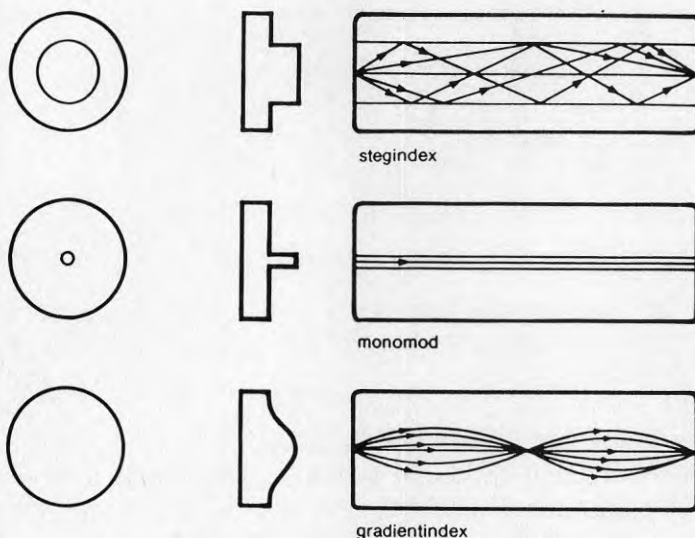
Hög renhet är ett framställningstekniskt problem som är löst. Man bör hålla i minnet att både brytningsindex och transparens

varierar med våglängd och temperatur. En viss spridningsförlust ut ur fibern kan av teoretiska skäl inte undvikas, så kallad Rayleigh-spridning. Vid större våglängder fås förluster på grund av IR-absorption (värme-absorption).

Genom att brytningsindex avtar med avståndet från centrum i ett tänkt tvärsnitt av fiberkärnan hålls strålarna kvar. Brytningsindex kan därvid minska språngartat som hos stegindexfibern eller gradvis som hos gradientindexfibern.

Det förekommer tre slags fibrer, se figur 2.2.5.7.

- steg[index]fiber, SI (multimod)
- monomodfiber, MM (stegindex)
- gradient[index]fiber, GI (multimod)



Figur 2.2.5.7 – Fibertyper

I monomodfibern är kärnans diameter så liten att bara en svängningsmod kan existera (eng. single mode fiber).

Fibern som transmissionsmedium karakteriseras bl av

- numerisk aperturen, NA ( $0 \leq NA \leq 1$ )
- dämpningen, D (dB/km)
- dispersionen,  $\psi$  (ns/km)

NA är en viktig parameter då den bestämmer hur ljuset kan inträda i fibern.

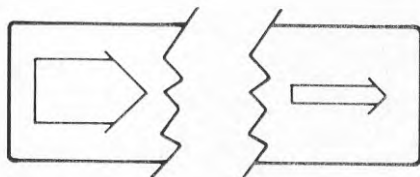
**Dispersion** (breddning, spridning i tiden)

Dispersion indelas efter orsaken i:

- materialdispersion (färgdispersion)
- moddispersion (strålgångsdispersion)

## Dämpningen

Dämpningen anger hur det inkopplade ljuset dämpas längs fibern och anges vanligtvis i dB/km för en viss våglängd. Se figur 2.2.5:8.



Figur 2.2.5:8 – Dämpning

Det ljus som inte kommer fram har antingen lämnat fibern p g a spridning eller absorberats (övergått till värme) i denna. Se figur 2.2.5:9.

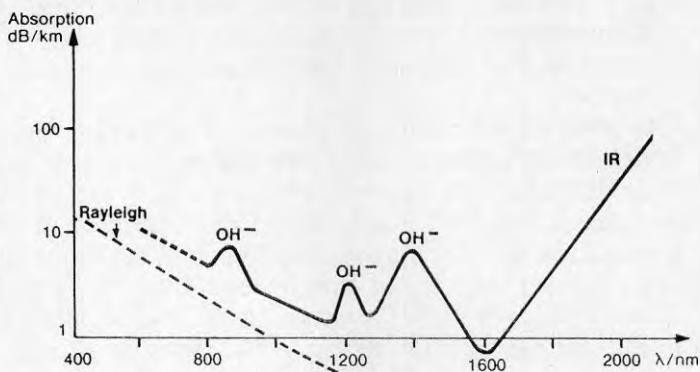
Till ljusspridningen bidrar

- Rayleigh-spridning ( $\approx \lambda^{-4}$ ,  $\lambda$  = våglängd)
- inhomogeniteter, blåsor
- ojämnheter i kärndiameter, tvära krökar

Till absorptionen bidrar

- IR-absorption
- OH-absorption
- metalljoner
- skador vid dragning (installation)
- UV-absorption

*Absorption är den optiska motsvarigheten till elektrisk resistans.*



Figur 2.2.5:9 – Absorption

För telekommunikation används idag nästan uteslutande singelmodfiber med en kärndiameter på ca 10  $\mu\text{m}$ . Singelmodfibern fungerar som vågledare för ljusvågorna och genom att enbart en utbredningsmod (dock i två polarisationstillstånd) existerar blir fiberns bandbredd mycket stor (GHz-området). Numera kan långa sträckor, hundratals kilometer, överföras mellan förstärkare.

Här skall nämnas att i dagens förstärkarsystem behövs en komplicerad teknik, där en fotodetektor översätter den optiska signalen till en elektrisk. Snabba elektronkretsar regenererar och förstärker den elektriska signalen vilken sedan återförs till optisk signal via en laser. Genom *erbium-dopade* förstärkare har man nu lyckats direkt förstärka den optiska signalen. Detta betyder mycket vid långdistansöverföring men även för andra applikationer. Fiber dopade med erbium visar mycket goda egenskaper och kommer att ge en stor teknisk utveckling under 90-talet.

### Skarvning och kontaktering av fiber

En skarv är en fast förbindelse och kontakter är löstagbara förbindelser.

Kablarna kan ej göras obegränsat långa utan måste skarvas med mer eller mindre jämna mellanrum. Sådana skarvar sker vanligen i skarvboxar, vilka tillsluts hermetiskt mot kablarna

med krympslang eller dylikt. Inuti boxen är fibrerna individuellt skarvade mot varandra. Idag sker detta vanligen genom att fibrerna svetsas ihop med hjälp av en speciell apparat.

Fibrerna upplinjerar noggrant mot varandra och förs ihop under det att ändarna smälts i en låga eller en elektrisk ljusbåge. Resultatet av en dylik svets skarv bör vara en dämpning på högst 0,1–0,2 dB. Detta kräver att fibrerna skall vara upplinjerade inom 0,0005 mm i sidled och 0,2° i vinkelled. I svetsapparater för singelmodfibrer justeras fibrerna i x- och y-led, vilket möjliggör goda svetsresultat. Skarvförluster på singelmodfibrer ner till 0,05 dB kan rutinmässigt erhållas.

Skarvning kräver hög precision och utrustningarna är därför dyrbara. Kontaktdonen är också framställda med hög precision.

Kraven måste sättas så höga att skarvning och kontaktering är operationer för fabriksmiljö eller för erfarna operatörer ute på fältet.

## Kabelkonstruktioner

För att fibrerna skall bli hanterbara vid förläggning och annan hantering innesluts de i kablar. Kabeln ger också mekaniskt och miljömässigt skydd mot olika former av yttre påverkan. Samtidigt innebär dock kablingen en direkt påverkan på fibern av de övriga materialen i kabeln. Konstruktionen måste därför väljas så att denna påverkan minimeras.

Det finns två huvudtyper av konstruktioner för optiska kablar beroende på om fibrerna skall vara försedda med löst eller fast sekundärskydd. Sekundärskyddet framställs i extruderlinjer, i vilka fibern genomlöper ett spruthuvud. Detta utformas vid löst sekundärskydd så att ett rör formas runt fibern eller vid fast sekundärskydd så att plasten fästs direkt på fibern. De lösa rören fylls ofta med lämpligt fett för att hindra transport av fukt längs kabeln. För att öka den totala fibertätheten i kabeln kan flera fibrer läggas i samma rör.

I en kablingsmaskin läggs därefter de sekundärskyddade fibrerna i spiral runt en central dragavlastare. Även här fylls ofta utrymmet mellan sekundärskydden med t ex vaselin för att



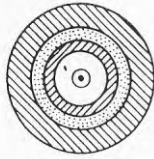
utestänga fukt. Kabeluppbyggnaden avslutas med en yttermantel av plast, vanligen polyeten. Beroende på användningsområdet kan kabeln för speciella fall utrustas med armering för förläggning i jord, med separat bärlina för luftförläggning eller med brandsäker mantel (PVC) för inomhusförläggning.

Ett problem, som kabelkonstruktören måste beakta, är att fibern har en betydligt mindre längdutvidgningskoefficient än de i kabeln ingående plastmaterialen. Vid låga temperaturer bildas därför ett fiberöverskott, som medför att fibern bucklar sig. Detta kan medföra en ljusförlust på grund av fiberns mikroböjbarhet. Likaledes måste dragpåkänningar på fibern undvikas under installationen för att hindra fiberbrott. Fiberns draghållfasthet är visserligen hög, men de utgör trots allt en liten del av kabelns tvärsnittsytta och kan enbart ta upp en liten del av belastningen. Kablar med fibrer försedda med löst sekundärskydd erbjuder en lösning på detta problem. Vid normal temperatur tänks fibrerna ligga mitt i rören. Om temperaturen ökar förlängs kabeln mer än fibrerna, men dessa kompenserar för denna förlängning genom att vandra in mot kabelns centrum, där deras spiralbana blir kortare.

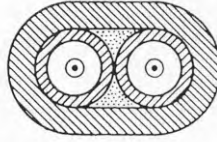
På motsvarande sätt kan fibrerna buckla sig vid låg temperatur. Vid allt för hög eller allt för låg temperatur inträffar tillstånd där fibern trycks mot inre respektive yttre rörväggen med mikroböjning och ljusförluster som följd. Mellan dessa fall finns dock ett temperaturintervall, i vilket fibern knappast påverkas alls utan har oförändrad dämpning. Intervallets storlek avgörs av rördiameter och spiralbanans diameter. Liknande temperaturintervall kan erhållas för fast belagda kablar om fibern under normal temperatur befinner sig i ett sträckt tillstånd. Vid låga temperaturer minskar då dragspänningen och kabeln kan användas ned till den temperatur där dragspänningen övergår i en tryckspänning.

Skilda användningsområden från atlantkablar till kablar på kontor, sjukhus etc har medfört många olika konstruktionsutförande. Nedanstående figur 2.2.5:10 är exempel på optiska industrikablar. För en atlantkabel måste fibern skyddas, t ex genom omslutning av stålkärnor och Cu innanför yttermanteln.

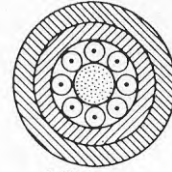
## Klassiska konstruktioner



1 fiber  
 $\varnothing \approx 5 \text{ mm}$

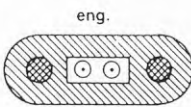


2 fibrer  
 $\approx 4 \times 6 \text{ mm}$

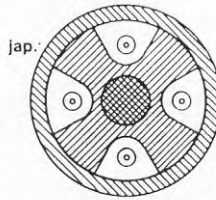


8 fibrer  
 $\varnothing \approx 10-15 \text{ mm}$

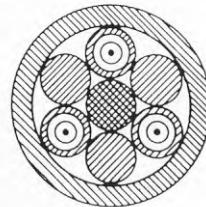
## Speciella konstruktioner



2 fibrer  
 $\approx 4 \times 10 \text{ mm}$



4 fibrer  
 $\varnothing \approx 15 \text{ mm}$



3 fibrer  
 $\varnothing \approx 15 \text{ mm}$

- |                |                 |
|----------------|-----------------|
| = optisk fiber | = armering      |
| = innermantel  | = ställina      |
| = ytermantel   | = mjuka "dynor" |

Figur 2.2.5:10 – Exempel på optiska industrikablar

## 2.2.6 Trådlös överföring

### Radiokommunikation

De s k radiovågorna upptäcktes i slutet på förra århundradet genom tysken Hertz försök med gnisturladdningar mellan två stavar. Han hade inspirerats av engelsmannen Maxwells teori om elektromagnetism. Italienaren Marconi blev den, som från Hertz resultat lade grunden till den moderna radiotekniken.

Marconi använde Hertz stavar i form av vad vi idag kallar antenner (sändare och mottagarantenner) för utbredning av radiovågor. Ledningsbunden telegrafi, dvs överföring av meddelande genom tecken (Morsealfabetet) fanns redan, men tillämpades nu även trådlöst. Tal och musik kunde snart överföras genom "modulering" av "bärvågen", dvs "överlagring" med ljudsignaler som omvandlats i elektriska signaler.

Först användes amplitudmodulering, dvs variation av bärvågens amplitud, sedan frekvens- eller fasmodulering, dvs variation av bärvågens frekvens eller fas. Frekvensmodulerad överföring är, vad vi idag benämner FM. I mottagaren avskiljs den modulerade signalen i en detektor, och i högtalaren återkommer det överförda ljudet.

Bärvågen karakteriseras genom sin frekvens eller våglängd mot varandra omvänt proportionella storheter. Man skiljer som bekant mellan lång-, mellan- och kortvåg. Dessa har olika överföringsegenskaper då de "bryts" och reflekterar på olika sätt mot atmosfärens elektriska skikt. Långvåg har länge använts för telegrafering mellan kontinenter, då de bryts och reflekterar föga. Kortvåg bryts ofta.

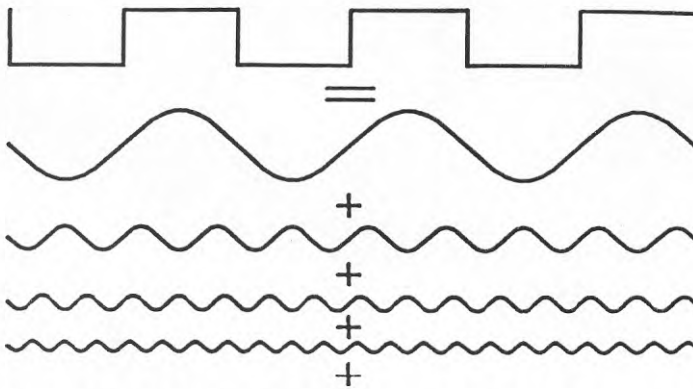
Följande tabell ger en uppfattning om olika frekvenser och våglängdsområden.

Tabell – Frekvensband definierade av International Telecommunications Union (ITU)

	Frekvens	Våglängd (i vakuum)
SAF Sub-Audio Freq.	3 - 30 Hz	$10^4$ - $10^5$ km
ELF Extremely-Low Freq	30 - 300 Hz	1 000 - $10^4$ km
VF Voice Freq	300 - 3 000 Hz	100 - 1 000 km
VLV Very-Low Freq	3 - 30 kHz	10 - 100 km
LF Low Freq	30 - 300 kHz	1 - 10 km
MF Medium Freq	300 - 3 000 kHz	100 - 1 000 m
HF High Freq	3 - 30 MHz	10 - 100 m
VHF Very-High Freq	30 - 300 MHz	1 - 10 m
UHF Ultra High Freq	300 - 3 000 MHz	1 - 10 dm
SHF Super-High Freq	3 - 30 GHz	1 - 10 cm
EHF Extremely-High Freq	30 - 300 GHz	1 - 10 mm

Nya frekvensområden är "höga" frekvenser, "mycket höga" och "ultra höga". Kortdistanskommunikation brukar utnyttja "mycket höga" frekvenser. I stället för analog överföring kan man numera också använda digital överföring. Inom telefonin har man länge använt PCM (= Puls Code Modulation).

Att en signal är digital innebär att utsignalerna växlar mellan två fasta lägen, t ex OV och + 5V. Genom s k Fourierutveckling kan man visa att alla kurvformer kan delas upp i en summa av sinus- och cosinuskurvor med olika frekvens och amplitud. För en periodisk kurvform kallas den lägsta frekvenskomponenten grundton och de övriga för övertoner, se nedanstående figur.

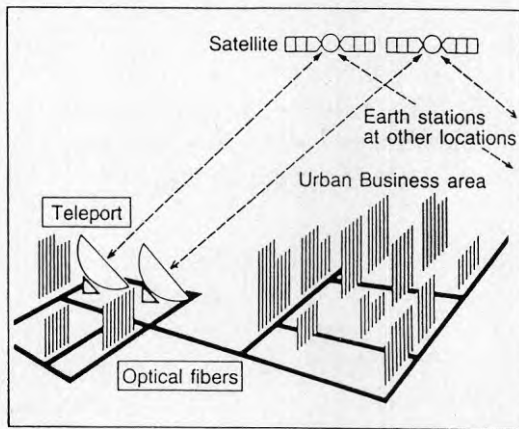


Figur 2.2.6:1 – Uppdelning av digital signal i grundton och övertoner

Dessa frekvenskomponenter kan sedan överföras som radiovågor och sedan åter sammansättas till digitala signaler.

I dag används ofta satellit för överföring över stora avstånd. Radiovågorna går från sändare-mottagare på jorden till en mottagare-sändare på satelliten. Såväl data, bild och ljud överförs. S k parabolantennor används. Dessa används också vid kommunikation via s k radiolänkar på jorden. Typiska områden där radiolänk är ekonomiska är alpin terräng eller djungelområden.

Figur 2.2.6:2 visar ett koncept för kommunikation via satellit.



Figur 2.2.6:2 – Koncept för kommunikation via satellit

### Mobil radiokommunikation

Mobilkommunikation ger människor större frihet att förflytta sig dit de vill och ändå kunna behålla kontakten med vänner, släkt och arbetskamrater. Den har förändrat uppfattningen om vad telefoni kan erbjuda.

## Landmobil radio

Landmobil radio (LMR) är den äldsta tekniken för mobilkommunikation. LMR utvecklades ursprungligen som en privat tjänst för polisen och andra "trygghetsorganisationer" (brandkår, ambulans). Andra användargrupper som kunde dra nytta av LMRs mobilitet kom sedan till. Fastän de cellulära och sladdlösa systemen tränger in på LMRs marknad från ena sidan och publik mobildata från den andra återstår ändå en marknad för LMR; bevakningsföretag och offentliga trygghetsorganisationer. Dessa användare kan dra nytta av nya LMR-tekniker som digital radio, programvarutillämpningar och viktigt; automatiserad samverkan med andra nät; *networking*.

## Wide Area Paging

Paging, personsökning, tillväxer årligen med 20 procent och funktionsinnehållet utökas med meddelandeöverföring. De väsentliga fördelarna med paging är enkelhet och låg kostnad.

## Mobildata

Publik mobildata har utvecklats relativt sent. Ett nät, optimerat för dataöverföring, i stället för tal, kan utnyttja radiospektret extremt effektivt tack vare paketförmedlingstekniken. Användare, som t ex speditörsföretag, kan länka sina mobila terminaler direkt in i centrala datorsystem.

Det första paketförmedlande radiosystem som infördes som en landstäckande öppen standard för publik mobildataöverföring var Mobitex. Det används nu i Skandinavien, USA och Kanada.

Ytterligare en intressant tillämpning inom området mobildata är dubbelriktad paging.

## Sladdlösa telefoner

Sladdlösa telefoner representerar en ny teknik med potentiella tillämpningar inom tre huvudområden:

- Sladdlösa PBXer
- Publika mobiltjänster
- Radioabonnentnät

För Europa kommer en ny accesstandard, DECT (*Digital European Cordless Telephone*) som utnyttjar TDMA (*Time Division Multiple Access*). I USA har ingen nationell standard för sladdlösa telefoner fastlagts ännu.

## Mot persontelefoni

En viktig fördel med mobiltelefoni är att den gör det möjligt för människor att kommunicera medan de reser. För det slutliga målet används ofta namnet persontelefoni (*Personal Communications*). Det betecknar att varje abonnent har tillgång till en personlig telefon som är lätt och billig och kan användas överallt. Via ett enda persontelefonnummer kan en person nå hemma, på kontoret eller utomhus.

Tre olika tekniker kan användas för persontelefoni. Först sladdlösa telefoner. Deras största fördelar är att apparaterna är små och systemens inomhuskapacitet hög. Därtill kommer att användaren själv äger systemet och inte behöver betala samtalsavgifter till en nätoperatör. Nackdelen är telefonernas ringa räckvidd, som gör det svårt att bygga ut systemen så att stora geografiska områden täcks.

Nästa möjlighet ges av de cellulära systemen. Deras stora fördel är täckningsförmågan. De infördes från början för användning i bilar vilka ju förflyttar sig inom stora områden. Den största nackdelen är att telefonerna fortfarande är något större än de sladdlösa.

Den tredje tekniken som kan bidra till persontelefonins förverkligande är det fasta kablade telefonnätet. De största fördelarna hänger samman med att nätinfrastrukturen redan finns på plats och att ett stort antal abonnenter finns anslutna. Det existerande nätet kan genom en begränsad investering kompletteras med "mobilitet" genom att det intelligenta nätets tjänst "Personligt nummer" utnyttjas.

Eftersom skiljelinjen mellan dessa tekniker blir alltmer diffus är det nödvändigt för större tillverkare att arbeta med alla tre.

Cellulära system, sladdlösa telefoner och kablade nät kommer både att konkurrera med och komplettera varandra. Det illustreras av följande tre exempel:

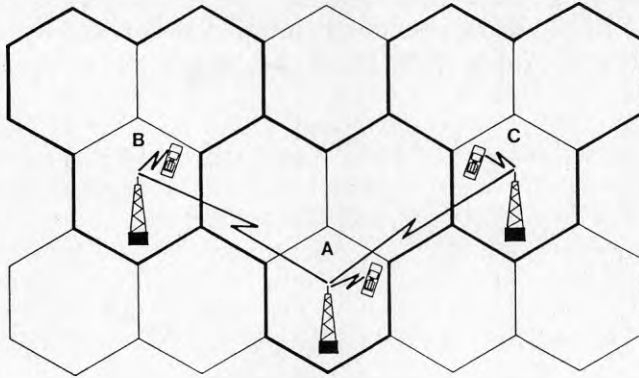
- Den cellulära industrin kan dra nytta av ideer i standarden DECT för sladdlös telefoni och utveckla produkter som förenar de cellulära systemens goda täckningsförmåga med sladdlös telefoniens höga inomhuskapacitet.
- Diskussioner pågår i Europa och USA beträffande användning av så kallade *radio tails*, dvs att använda sladdlös telefoni i abonnentnätet för att därigenom reducera kostnader.
- Alla tre teknikerna har kombinerats i UPT (*Universal Personal Telecommunications*), i vilket de tre näten samarbetar och användarna kan nås via ett gemensamt personligt nummer.

### **Principer för cellulära nät**

*God störtålighet medger effektiv återanvändning av frekvenser*

En viktig parameter i ett mobiltelefonsystem är radiomottagarens förmåga att tåla störningar. Ju lägre signaler/störförhållande en mottagare kan arbeta med, desto kortare blir det avstånd på vilket en kanal kan återanvändas, se figur 2.2.6:3. Störtåligheten beror bl a av den modulationsmetod samt de felupptäckts- och felkorrigeringsmekanismer som används.





*Figur 2.2.6:3 – Kommunikation i cell A är möjlig när störningarna från cell B och C, som använder samma kanaler som A, ligger under en viss nivå. Om mottagarna har god störtålighet kan kanalerna återanvändas i radiostationer vars inbördes avstånd är tre celler som i figuren. Cluster om tre celler har bildats.*

## Cluster

En radiobasstation täcker ett visst geografiskt område, den  $s$  k cellen. Oftast kan en kanal inte användas samtidigt i två celler som ligger intill varandra. En kanal som används i en viss cell kan därför återanvändas först på några cellers avstånd, det  $s$  k återanvändningsavståndet.

Ju större cellen är desto längre bort från basstationen kan en "ansluten" mobil enhet befinna sig. Signalstyrkan avtar givetvis med avståndet till basstationen. Signal/störförhållandet får inte sjunka under acceptabelt värde. Om alla celler är lika stora kommer avståndet till närmaste cell som använder samma uppsättning kanaler, återanvändningsavståndet, att öka när cellstorleken ökar. Signal/störförhållandet beror således, med övriga parametrar lika, bara på återanvändningsavståndet och inte på cellstorleken.

Genom att gruppera de celler som  $p$  g a signal/störförhållandet tvingas använda olika kanaler bildas ett *cluster* bestående av ett bestämt antal celler. Tillgängliga kanaler fördelas mellan dessa

celler så att varje kanal bara används i en cell. Större geografiska områden täcks genom att cluster läggs ut bredvid varandra. Det cellulära systemets störtlighet avgör hur många celler som måste ingå i clustret.

Är störtligheten god behövs bara några få celler i clustret, t ex nio som i den nya paneuropeiska standarden GSM (*Global System for Mobile communication*). De nya digitala standarderna för Nordamerika (*ADC, American Digital Cellular system*), och Japan (*JDC, Japanese Digital Cellular system*) har betydligt smalare radiokanaler (10 kHz resp 8,3 kHz) än GSM (25 kHz) vilket ger större antal kanaler i ett givet frekvensutrymme. Detta får till följd att ADC och JDC är störkänsligare, vilket i sin tur medför att clustren innehåller 21 celler. Med framtida utveckling kommer dock både ADC och JDC att kunna byggas med 12-celler per cluster.

## Handover

En tredje viktig egenskap hos cellulära nät är deras förmåga att koppla ett samtal över den basstation som för tillfället är lämpligast. Eftersom mobilerna rör sig kan de lämna en cell och komma in i en annan. Det kan därför bli aktuellt under pågående samtal att byta den basstation över vilken samtalet skall vara uppkopplat. Detta kallas *handover*.

## Cellstrukturer för olika trafiktäthet

Beroende på trafiktätheten brukar olika typer av cellstruktur användas. Se tabellen nedan.

### Tabell – Cellstrukturer

#### *Stora celler*

– typisk storlek 10 till 30 km

#### *Små celler*

– typisk storlek 1 till 3 km

#### *Mikroceller*

– *endimensionella (ex motorvägar)*

– *tvådimensionella (ex stadskärnor)*

*Pikoceller**– tredimensionella (ex kontorsbyggnader)**Paraplyceller**– större celler som täcker hål mellan t ex mikroceller***Slutsatser**

Cellulära mobiltelefonisystem kommer, i takt med att terminalutrustningarna blir bättre och billigare, att utvecklas så att de möjliggör persontelefoni. Övergång från analoga till digitala TDMA-system ökar med bibehållen celltäthet kapaciteten med en tio-faktor. TDMA tillåter även införande av mikro- och pikoceller vilket kan öka kapaciteten hundrafalt. Dessa egenskaper, i kombination med förmågan att täcka stora geografiska områden, gör de cellulära systemen till en stark lösning för personkommunikation.

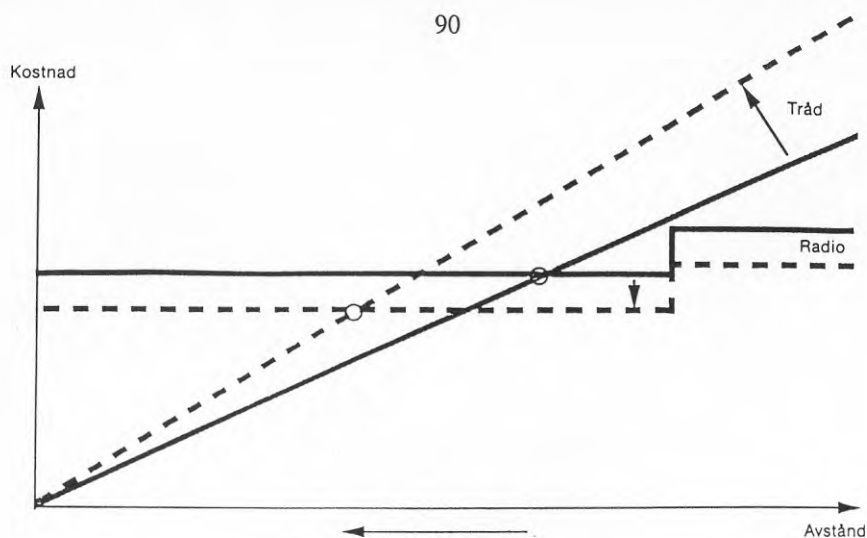
**2.2.7 Kostnadssynpunkter**

Synpunkter på kostnader för informationsöverföring måste hållas mycket generella. Teknikutveckling, avregleringar, stora investeringar i befintliga nät och politiska aspekter ger ett mycket komplext mönster.

Det är en konkurrenssituation mellan t ex Cu-ledare och optofibrer. Avståndet räknat i meter, där optofibrer kostar mindre har minskat betydligt. Mellan radio- och trådöverföring kan det också ses som en avståndsfråga, även om detta är en förenkling.

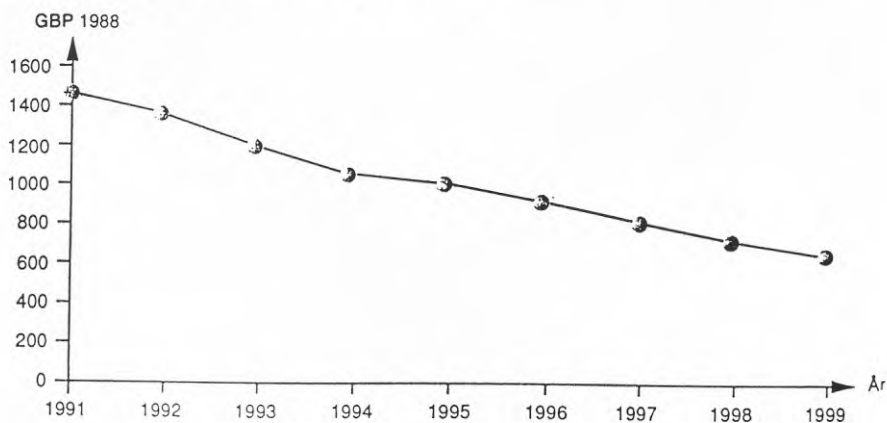
Satelliter eller optokabel är en teknisk, ekonomisk men även "maktinfluerad" fråga. Utbyggnad av satelliter är också ett regionalpolitiskt ställningstagande i vissa länder.

Figur 2.2.7:1 kan ses som en möjlig trend.



Figur 2.2.7:1 – Kostnaden som funktion av avståndet för tråd- och radioförbindelser. Radioalternativet blir successivt ekonomiskt attraktivt för allt kortare avstånd.

Det förmånliga med att använda radioförbindelse i stället för abonnentledning kommer i det långa loppet att bestämmas av förhållandet mellan investeringskostnaden för tråd och för radio. Investeringskostnaderna för radionät analyserades 1988 av Banque Paribas, se figur 2.2.7:2.



Figur 2.2.7:2 – Investering per användare i ett mobiltelefonnät enligt GSM inkluderande infrastruktur, telefonapparater och mobiltelefonväxel. Källa: Banque Paribas.

## 2.3 Datorarkitektur

### 2.3.1 Enkelprocessorsystem

Den princip för datorer som ungraren John von Neuman beskrev på 50-talet har visat sej oerhört användbar, och helt säkert kommer datorer byggda på den idén kommer att dominera långt in på nästa sekel. Det enda radikalt nya som kommit fram sedan dess är neuronnäten, mera om dem nedan, men de lämpar sej endast för vissa uppgifter.

I en von Neuman-maskin finns en CPU (Central Processing Unit) som hämtar en instruktion från ett minne, tolkar den, hämtar data från samma minne utför operationer på dem och lagrar resultatet allt enligt anvisningar i instruktionen. Instruktionen anger också mer eller mindre direkt var nästa instruktion skall hämtas.

Minnet är av random access (RAM) typ, dvs CPU:n kan nå vilken som helst enhet i minnet (cell, ord, byte), på i stort sett samma tid.

#### Data och program

Styrkan i von Neumans idé ligger i att data och program kan behandlas på samma sätt och i samma minne. I datorernas barndom när allt var tillåtet för att få tillräckliga prestanda och få det lilla minnet som fanns att räcka till användes denna möjlighet till sk trick-kodning där man förändrade instruktionerna under exekveringen. Det har man sedan länge gått ifrån i mera seriösa sammanhang, det är förödande för stabilitet och underhåll av ett program. Men von Neumans princip ger stor flexibilitet i användning av minnet och program behandlas fortfarande som data vid kompilering, länkning, interpretering, avlusning mm.

#### Vad bestämmer kapacitet?

Kapaciteten hos en dator bestäms i första hand av två faktorer, snabbheten hos CPU:n och storleken hos minnet. För att CPU:ns snabbhet skall kunna utnyttjas måste emellertid överföringen av instruktioner och data mellan CPU och minne hänga med i samma takt och det är oftast där flaskhalsen sitter.

Redan mycket tidigt hade datorerna ett sekundärt minne i form av först trumma sedan band och nu skivor. Sekundärminne är permanenta, d v s de behåller sin information även vid strömfrånslag, flera storleksordningar billigare per lagrad bit än primärminnena men har också storleksordningar längre access-tid. Åtkomsten till sekundärminnen sker genom att läsa eller skriva relativt stora block av data. I början, och fortfarande i många fall, sker det explicit i programmet.

## Virtuellt minne

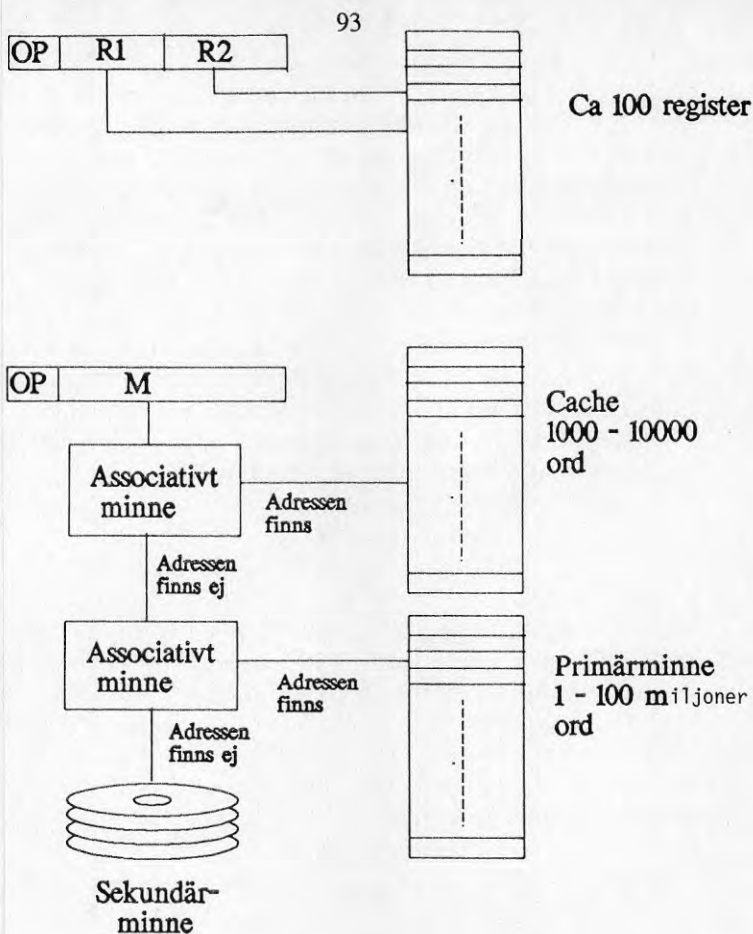
Under 60-talet utvecklade forskare vid universitetet i Manchester början till vad som nu kallas virtuellt minne. Grundtanken var att programmeraren skulle ha ett stort direkt adresserbart minne till förfogande, och inte behöva tänka på om instruktioner och data ligger i primär eller sekundärminnet. CPU:n kommunicerar fortfarande endast med primärminnet. Om den nu vill nå data som inte finns i primärminnet så letar systemet upp det block på sekundärminnet där data finns och läser in det till primärminnet. Anledningen till att detta fungerar utan att sätta ner prestanda nämnvärt är att såväl data som instruktioner normalt är lokala. Nästa instruktion ligger som regel efter den föregående eller i varje fall ganska nära, och samma data adresseras ofta upprepade gånger. Kompilatorerna kan också hjälpa till med att disponera minnet på lämpligaste sätt. Det innebär att sedan ett block lästs in till primärminnet så är sannolikheten stor att det kan utnyttjas av CPU:n under relativt lång tid. Man låter naturligtvis ett stort antal block ligga inne och kan då få s k "hit rate" på väl över 95%.

## Cache

Exakt samma idé utnyttjas för att förbättra kommunikationen mellan CPU:n och primärminnet. Genom att lägga en buffer, även kallad cache, på samma chip som CPU:n, så får man mycket snabb kommunikation. Data och instruktioner hämtas till denna cache från primärminnet enligt principerna för det virtuella minnet.

Tre nivåer

Man får nu tre nivåer, cache, primär och sekundärminne.



Figur 2.3.1:1

Data i register kan hämtas direkt. Prestanda påverkas kraftigt av om kompilatorn kan disponera registrerna väl.

Om data skall hämtas från huvudminnet, dvs med full virtuell adress, söks först i ett associativt minne som innehåller den virtuella adressen till alla block som finns i cachen. Associativt innebär att hela minnet avsöks samtidigt.

Register, associativt minne och cachen finns normalt på samma chip som processorn och åtkomsten är därför mycket snabb.

Finns data inte i cachen söks på samma sätt den virtuella adressen i primärminnet. Finns adressen överförs ett block på 10-100 ord till cachen, finns den inte läses ett block på ca 1000 ord in från sekundärminnet.

## Ordlängd

För att kunna adressera ett stort minne behövs förstås en stor adress, och av prestanda och andra skäl bör den ligga i ett ord dvs den enhet som överförs till CPU:n i en instruktion. På stor datorer har ordlängden ända från början legat i området kring 32 bitar. De första mikroprocessorerna hade en ordlängd på endast 4 bitar, och sådana är fortfarande vanliga i tillämpningar typ tvättmaskiner och fickkalkylatorer. I en modern PC sitter nu en 32 bits processor, och hos processortillverkarna är 64 bitar på väg. Det lär räcka ett tag. Den stora ordlängden är också en fördel i krävande tekniska beräkningar och sådana flyttas nu från de stora superdatorerna till arbetsplatsdatorerna i takt med att deras kapacitet tilltager.

## Tendenser

Förutom breddningen av ordlängden ser man inga radikala ändringar i arkitekturen för singleprocessor datorer. Ytterligare nivåer är möjliga men knappast sannolika.

### 2.3.2 Multiprocessor system

"En person städar en garderob på en timme, hur lång tid tar det då om tre stycken hjälps åt?" Ja, de lär inte klara av det på 20 minuter, vill det sej illa kan det faktiskt ta mer än en timme. Liknande problem har man om man försöker förbättra prestanda i en dator genom att låta flera CPUer arbeta på samma tillämpning, men utan att gå ifrån von Neumannatorns grundprinciper.

### Problem med multiprocessorer

Det finns två grundläggande problem:  
Vi har tidigare sett att kommunikationen mellan CPU och minne är en flaskhals. Det blir förstås inte bättre om flera CPUer skall slåss om denna trånga resurs. Det andra problemet ligger i att kunna fördela arbetet mellan CPUerna så att de så litet som möjligt behöver vänta på resultat från varandra.



## Arbetsfördelning

Låt oss börja med detta problem. Det fall som är enklast att hantera inträffar när man har ett system som delas av flera användare, t ex ett som hanterar transaktioner för en bank, och där alla kassörerna arbetar mot samma databas. Man behöver ett gemensamt system, men det är förhållandevis enkelt att fördela arbetet på flera CPUer. Varje CPU genomför ett avsnitt i dialogen med en operatör innan den går vidare till nästa. Ett annat exempel är en telefonväxel, där de olika momenten i uppkopplingen av samtal kan fördelas på liknande sätt.

## Feltolerans

I den här typen tillämpningar kan man dessutom utnyttja en annan egenskap hos multiprocessor system, nämligen deras potential för feltolerans. Om en CPU går ner så kan systemet fortsätta om än med nedsatt kapacitet. Sådan feltolerans ställer visserligen ytterligare krav på såväl operativsystem som maskinvara, men som sagt potentialen finns. Multiprocessor system i en fleranvändarmiljö är sedan några år ganska vanligt.

## Tekniska tillämpningar

I tekniska tillämpningar av matris- eller vektorkaraktär t ex bildbehandling, meteorologi, hållfasthetslära kan man partitionera problemet och låta de olika CPUerna bearbeta var sin del av matrisen parallellt. Det är inte trivialt, det kräver att programmeraren strukturerar problemet med tanke på parallell bearbetning i flera CPUer. Men metoden är etablerad sedan flera år.

## Artificiell intelligens

Ytterligare ett område som till sin natur är parallellt är det som kallas Artificiell Intelligens, AI. Ett AI-program söker lösningen till ett problem genom att prova olika alternativ. Ett bra exempel är ett schackspelande program som utvärderar ett antal olika dragserier för att hitta den som leder till den bästa ställningen. Eftersom dragserierna kan utvärderas oberoende

av varandra, så faller det sig naturligt att låta varje CPU undersöka en serie. I vissa problem där man kan avgöra att man hittat en lösning, kan man dessutom låta den CPU som först hittar "guldägget" ropa hej och stoppa de andra.

## **Neuron-nät**

Neuronnät som vi lovat återkomma till är till sin natur parallella, och därför utomordentligt väl lämpade för multiprocessorsystem.

## **Alla övriga program**

Så återstår då övriga, dvs program som kan innehålla möjligheter till parallell bearbetning men där detta inte är tydligt. Det utförs mycket teoretiskt arbete på att låta kompilatorer analysera program för att finna avsnitt som kan bearbetas parallellt och därmed fördelas på olika processorer. Vissa framsteg har gjorts och ytterligare återstår säkert, men det förefaller inte vara ett särskilt fruktbart område.

## **Kommunikation CPU-minne**

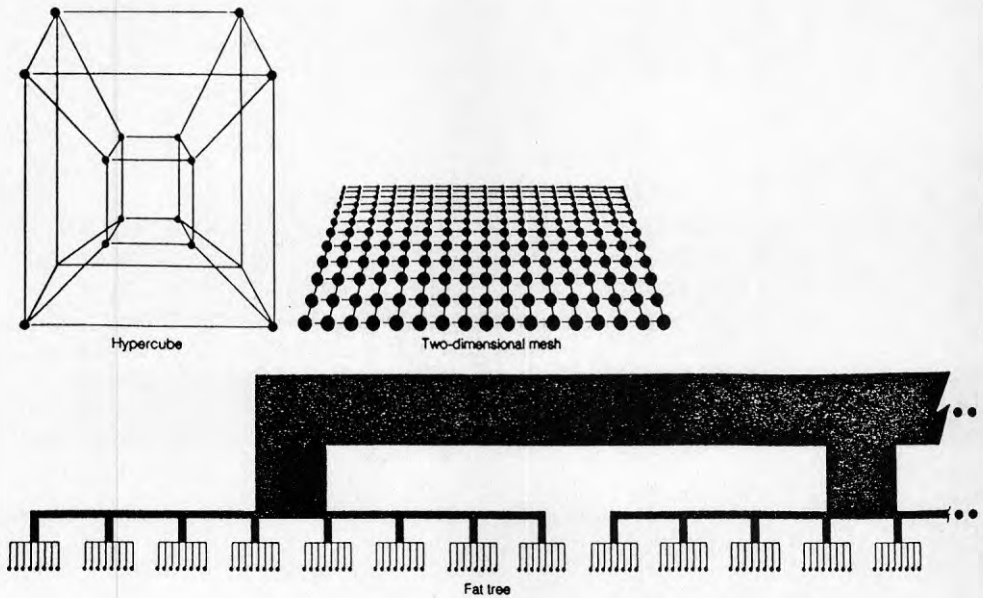
Så till problemet med kommunikation mellan CPUerna och minnet i ett flerprocessor system. Det finns två principiellt skilda organisationer.

## **SIMD**

Den första kallas SIMD för Single Instruktion Multiple Data. I en sådan dator utför alla processorerna samma instruktion i takt, men på var sitt dataelement. Det behövs alltså endast ett program, vilket innebär att uppläsning av det inte är någon flaskhals. Processorerna i en sådan arkitektur är oftast mycket enkla, det förekommer sådana som endast bearbetar en bit i taget. Å andra sidan kan man då ha desto fler processorer. Det torde framgå att SIMD datorer är ganska speciella och de är i praktiken endast konkurrenskraftiga för matrisproblemen.

## MIMD

Den andra typen heter, inte överraskande, MIMD för Multiple Instruction Multiple Data. Varje processor utför sitt eget program i egen takt och kommunicerar med de andra processorerna genom ett gemensamt minne. För att minska trafiken har varje CPU en stor cache som låter den arbeta långa stunder utan att belasta den gemensamma minneskanalen.



*Figur 2.3.2:1*

Figuren visar hyperkub-, nät- och "tjocka träd"-arkitekturer för MPPs ("Massively Parallel Processors").

## Dagsläget

Två produkter som annonserats i dagarna illustrerar hur långt tekniken kommit och vilka olika ansatser som finns. Fujitsu har snart en maskin som kan leverera 300 GFLOPS (Giga Floating Point Operations Per Second) med några hundra processorer. Man räknar med att komma upp i TeraFLOPS utan att gå över tusen processorer.

MasPar har kommit ut med sin andra generation av Massivt Parallella datorer, MP-2. Den innehåller mellan 1000 och 16000 av MasPars processorchip. Varje chip innehåller 32 stycken 32 bits processorer. Prestanda för MP-2 ligger mellan 64000 MIPS och 6.3 GFLOPS och priset mellan 0,25 och 1,6 miljoner dollar.

## Tendenser

På multiprocessor området finns ännu mycket kvar att göra, ännu fler processorer, snabbare bussar och bättre programvara. Och som vi återkommer till längre fram så finns det ingen gräns för hur mycket prestanda som behövs, framförallt i bildbehandling, d v s multimedia och underhållning. System med specialiserade processorer som tar sej an olika uppgifter är också en ganska säker prognos.

### 2.3.3 Distribuerade system

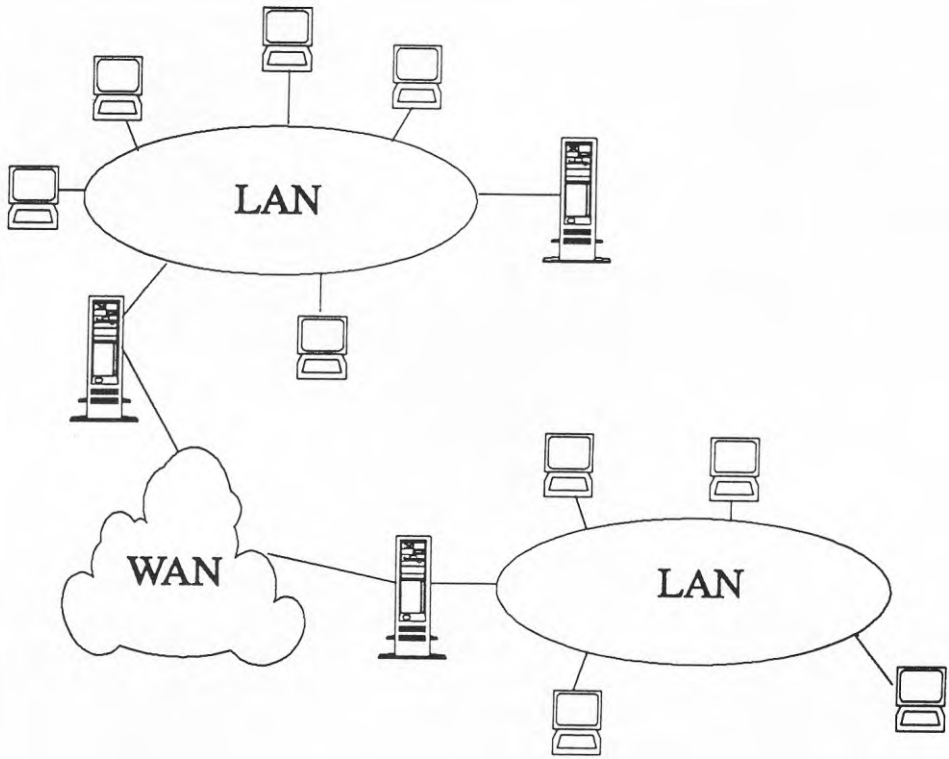
Distribuerade system har mycket gemensamt med multiprocessorer. Ett antal enheter skall samarbeta effektivt och felfritt. Skillnaden är att avstånden mellan enheterna är mycket större. De kan alltså inte kommunicera genom att adressera samma minne, de måste kommunicera via ett nätverk. Distribuerade system är nödvändigtvis inte homogena, de är normalt sammansatta av olika datortyper med olika kapacitet och egenskaper. Detta är i själva verket en av anledningarna till att man vill distribuera databehandlingen.

## De tre delarna i en tillämpning

En tillämpning består grovt sätt av tre delar: Snittet mot användaren, den specifika tillämpningslogiken och access till databaser. Idén med en distribuerad databehandling är att de olika delarna av en tillämpning skall utföras på det lämpligaste stället, och att det sker utan att användaren behöver anvisa, eller ens blir medveten om, var operationerna utföres. Användarsnittet, som tenderar att bli mycket beräkningsintensivt, ligger oftast lokalt, tillämpningen kan utföras där det finns ledig kapacitet, eller i den dator som här är bäst lämpad, och data måste hämtas där de finns, filtreras, sammanställas och till slut kanske uppdateras.

## Client-Server

Ett uttryck som ofta användes för att karakterisera distribuerad databehandling är "client-server", En server är specialiserad på en eller några få tjänster och klienten utnyttjar detta genom att begära en tjänst från den server som bäst kan tillfredsställa hans önskan. Tjänsterna kan vara av alla slag, databashantering, kommunikation, tunga beräkningsuppgifter, ett grafiskt användarsnitt mm. Det är mer eller mindre tillfälliga roller som avses, en server kan uppträda som en klient för tjänster som den i sin tur behöver, och en som är klient en stund kan vara server i nästa.



*Figur 2.3.3:1 visar ett distribuerat system*

### **Teknik, marknad, standard**

Utvecklingen inom informationsteknologin är beroende av ett komplicerat samspel mellan teknik, marknad och standarder. Ett av de tydligaste exemplen på detta beroende är just distribuerade system. Låt oss se litet närmre på var problemen ligger, och börja med de tekniska.

### **Konsistens**

Det första är datakonsistens. Ett typexempel är bokning av platsbiljetter. Om en plats bokas i ett kontor, så skall inte samma plats kunna bokas en gång till i ett annat kontor

1 sekund senare. Ett sådant strängt konsistenskrav försvårar i hög grad distribution av data, medan däremot tillämpningarna eller delar av dem mycket väl kan spridas ut. Den finns dock många tillämpningar där kravet på konsistens inte är lika hårt. Det kommer att bli allt vanligare i framtiden att flera personer arbetar på samma problem i var sitt hörn av världen. Att kräva att alla uppdateringar slår igenom omedelbart hos alla är uppenbart orimligt. Det skulle inte bara generera en orimligt hög trafik av små datapaket, det kan också vara i princip omöjligt. Tex om någon emellanåt arbetar på en portabel dator som inte är inkopplad i ett nät.

Man kan uppnå en hög grad av konsistens, men användaren måste vara medveten om att han inte alltid och i alla sammanhang kan lita på att hans version av det gemensamma arbetet är det senaste.

## **Prestanda**

Ett annat tekniskt problem är prestanda. När avstånden börjar räknas i 10- och 100-tals kilometer så är det, trots framstegen i optoelektronik, inte gratis att sända data i samma mängd och med samma hastighet som när avståndet räknas i decimeter och meter. De fördröjningar som uppstår tillsammans med kostnaderna sätter gränser för vad som lämpligen kan distribueras.

## **Tillgänglighet, underhåll**

Som det tredje tekniska problemet kan vi välja tillgänglighet och underhåll. Hur noterar, lokaliserar och åtgärdar man alla de fel som kan uppstå. Det kan vara nätavbrott, datorer som går ner, programvara som inte fungerar på avsett vis, data som är inkonsistent etc. Det behöver inte vara fel i egentlig mening, tänk på kollegan som helt enkelt kopplade ur sin dator. Till detta kommer att det nät man övervakar inte kan användas till att sända felmeddelande på. För vad gör man när det nätet går ner?

## Marknaden

Marknadsproblemet är först det klassiska: Hur mycket är kunden villig att betala för en viss tjänst? Inom IT-området förvärras detta av ytterligare några faktorer:

De tjänster som erbjudes, inte minst inom området distribuerade system, är ofta ganska sofistikerade och kräver om inte annat inläring. Förutom att ge ett verkligt mervärde måste de också utformas på ett attraktivt sätt. Och hur väl detta är löst vet man ofta inte förrän den grymma marknaden fått ge sitt svar.

En annan faktor är att de fasta kostnaderna, investeringar i utveckling, produktionsresurser etc ofta är höga och att det därför gäller att få stora volymer tidigt så att priset kan hållas rimligt.

## Ett speciellt IT-problem

Dessa problem är inte unika för IT, men det finns sådana också. Om jag kan köpa en utmärkt tandborste till hyggligt pris så gör jag det utan att bekymra mej om hur många andra som köper samma märke. Men många IT-tjänster är av den karaktären att de är ointressanta om inte många utnyttjar dem. En telefon gör ingen nytta, det går åtminstone åt två för att det skall uppstå något som helst värde och helst vill man förstås kunna nå alla människor. Det kan man i stort sett idag, men det har tagit ca 100 år. Nya IT-tjänster av kommunikationskaraktär, t ex distribuerad databehandling, måste alltså snabbt uppnå en kritisk massa, inte bara för att kunna sprida de fasta kostnaderna utan också för att överhuvudtaget bli intressanta.

## Standardisering

Så till den tredje parten i samspelet, nämligen standardisering. Vi har konstaterat att det finns ett antal tekniska problem som långt ifrån har någon enkel eller självklar lösning. Speciellt inte i en inhomogen miljö, där man vill kunna köra många olika typer av tillämpningar. Vidare har vi den svårprognosticerade marknaden med sitt kritisk-massa problem. Och för att snabbt uppnå kritisk massa så måste de distribuerade kompo-



nenterna kunna förstå varandras språk, det som i IT kallas protokoll.

Dessa faktorer leder till att det först uppstår öar av distribuerade system, utvecklade inom en någorlunda homogen organisation och för relativt homogena problem. Här kan tekniska lösningar provas och marknaden testas. Om en sådan ö fungerar bra så växer den, om inte så sjunker den. I allmänhet överlever mer än en ö, och snart finns det förstås intresse av knyta samman dem och då är det tid för standardisering.

### **Kommersiella intressen**

Eftersom öarna nästan alltid har kommersiella intresse bakom sig är en jämkning av protokoll och andra standarder ingen snabb process, var och en vill att hans lösning skall accepteras.

Man har också försökt gå andra vägen och specificera en standard innan produkter har hunnit provas, men det har sällan gått bra. Ett typexempel är OSI, ett protokoll för den grundläggande kommunikationen mellan system. Arbetet påbörjades inom ISO/JTC 1 redan på 70-talet och trots kraftig uppbackning av fram för allt statliga upphandlare har det ännu idag en mycket litet andel av marknaden. Problemen med aldrig så välmenande centralstyring är bekanta.

### **Athena**

Det första större projektet för distribuerad databehandling startade 1983 vid Massachusetts Institute of Technology, MIT, finansierat av främst IBM och DEC. Det kallades Athena och hade som mål att knyta samman ca 10000 arbetsplatser med varierande utrustning. Projektet var framgångsrikt och bildade en av de viktigaste öarna varifrån många hämtat inspiration för fortsatt arbete.

### **Tendenser**

Distribuerad databehandling kommer att fortsätta att utvecklas, det är en naturlig konsekvens av informationssamhället. Som

vi försökt visa blir takten inte alltid den som tekniken skulle tillåta, men snabb nog för att vara en dominerade paradigmen redan om några år.

### 2.3.4 Inbyggda system

Den utan jämförelse vanligaste användningen av datorer är för inbyggda system. De sitter datorer i bilar, tvättmaskiner, telefoner, TV-apparater, vapen, klimatanläggningar, tjuvlarm, hissar kraftverk, etc, etc. Och användningen kommer bara att öka. Inbyggda system kan vara allt från små enkla 4 eller 8 bitsprocessorer upp till stora mycket kraftfulla multiprocessorer.

#### Realtid

Utmärkande för de flesta tillämpningarna är att de måste arbeta i realtid, d v s varje uppgift måste vara avslutad inom en viss förutbestämd tid. En hiss bör t ex stanna exakt vid våningsplanet och inte någon decimeter under eller över.

#### Säkerhetkritiska system

En speciell klass av inbyggda system är de säkerhetkritiska, t ex bromssystem i en bil eller styrningen av ett atomkraftverk. Sådana system måste byggas med redundans, d v s det måste finnas extra maskinvarukomponenter som kan kopplas in om någon går ner. Det räcker förstås inte att endast dubblera processorn, minne, bussar mm kan ju också gå sönder. Två problem måste lösas, dels att upptäcka att något gått fel och vilken komponent det är som är felaktig, dels att gå över till de hela komponenterna utan att störa processen. I vissa system nöjer man sig med en dubblering. Om de båda komponenterna inte är överens om ett resultat körs ett testprogram som sorterar ut vem som är trasig. Har man ännu högre krav användes tre eller fler komponenter, och använder majoritetsbeslut om alla inte ger samma resultat.

## Programvaran

På många sätt är det svårare att vara säker på att programvaran är korrekt. Att fullständigt testa ett realtidssystem är i princip omöjligt. Kombinationen och tidsföljden för alla tänkbara yttre händelser är näst intill oändlig. Man kan söka efterbilda redundansen i maskinvaran genom att låta två eller flera helt oberoende lag systemera, programmera och testa var sin version av de kritiska programmen. Om dessa versioner inte ger samma resultat under drift använder man liknande teknik som för maskinvaran för att peka ut den som har rätt. En sådan metod blir mycket dyrbar och kan bara användas i verkligt kritiska komplexa tillämpningar. Ett exempel är i rymdfarkoster.

Under alla omständigheter måste ett säkerhetskritiskt program struktureras omsorgsfullt, så att de verkligt kritiska delarna blir små, väl avgränsade och lätt begripliga. Då ökar chansen för att de är rätt från början, att de kan granskas av andra än dem som skrivit dem, och inte minst att de kan underhållas.

## Tendenser

Inbyggda system kommer att öka kraftigt, inte minst inom hela byggnadssektorn. I konstruktionsfasen i alla slags instrument. I produktionen i de processer som framställer material och sedan i automatisering av själva byggandet. I det färdiga huset slutligen för reglering och larm.

För säkerhetskritiska inbyggda system kommer med stor säkerhet krav på granskning och godkännande, en sorts S-märkning. I Tyskland har man redan kommit en bit på väg mot detta mål.

### 2.3.5 Portabla datorer

Två krav styr utformningen av portabla datorer: de skall vara små och lätta och de skall kunna fungera lång tid utan omladdning av batteriet. För att klara dessa krav räcker det inte med tekniska lösningar, man måste även kompromissa med ergonomi.

## **Ergonomi**

Storleken på ett tangentbord bestäms dels av handens och fingrarnas storlek dels av hur många funktionstangenter man vill ha för att slippa allt för många dubbelanvändningar av samma tangent. En stor skärm är uppenbart bättre än en liten, den kan visa flera dokument samtidigt och den tillåter större storlek på text och andra symboler. För en portabel dator tillkommer utöver storleken det problemet att skärmen är den mest effektkrävande komponenten i en dator.

## **Kompromisser**

Men det finns många väl fungerande kompromisser redan idag. Man använder strömsnåla komponenter, vilka går i viloläge så snart de inte användes och de anpassas i viss mån till sin användning. De största datorerna är tämligen fullvuxna vad gäller funktionalitet, prestanda och minnesstorlek, men har å andra sidan en ganska begränsad drifttid på en laddning. Det är ofta helt acceptabelt eftersom de normalt användes i en miljö, hotellrum, sammanträdesrum etc, där det finns tillgång till kraft.

## **Anteckningsböcker**

En andra extrem är de sk anteckningsböckerna som är mycket små, ersätter tangentbordet med en penna så att man kan skriva på skärmen, och använder normalt batteridrift.

## **Kommunikation**

En portabel dator har i hög grad behov av att kunna anslutas till ett kommunikationsnät. Det kan ske genom inpluggning till ett telefonjack, men allt vanligare och smidigare är att utnyttja de olika former av mobiltelefonnät som finns och kommer. Man får vad man kallar PDA, Personal Digital Assistant, som blir en kombination av anteckningsbok, kalkylator och telefon.

## **Tendenser**

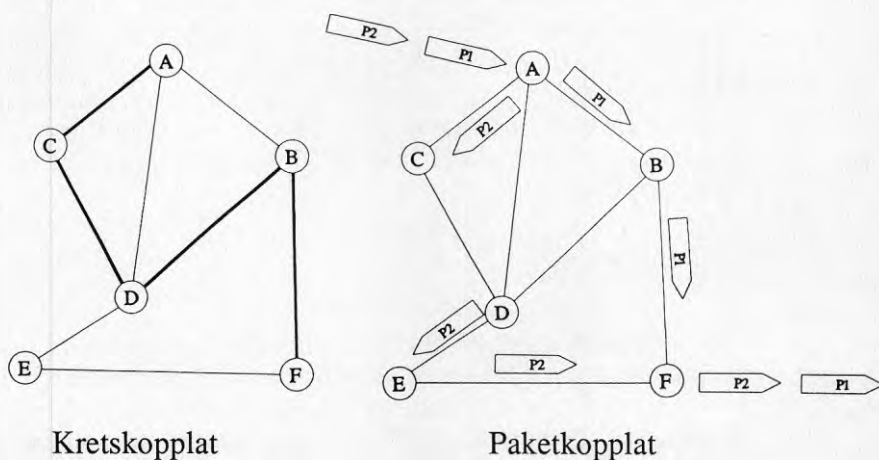
Portabla datorer kan förbättras mycket än, och de kommer utan tvivel att bli ett lika naturligt arbetsinstrument för många som

fickkalkylatorn och mobiltelefonen är idag. Men de kan inte ersätta en ergonomiskt riktig arbetsplats som kräver en stor skärm och fullvuxet tangentbord. Och batteritekniken verkar inte ta några stormsteg så vi måste nog finna oss i att bära med ett laddningsaggregat till vår portabla dator länge än.

### 2.3.6 Kommunikationsnät, LAN, MAN och WAN

En bra nätarkitektur skall lösa två grundläggande problem: Adressering och överföring. Ett meddelande från en avsändaren skall på ett entydigt sätt hitta den avsedda mottagaren. Och nätet skall kunna överföra så många meddelande som möjligt mellan så många abonnenter som möjligt.

Det finns två olika principer för ett nät, kretskoppling och paketkoppling.



#### *Kretskopplat*

Kopplingen mellan noderna, i exemplet från A via C, D och B till F, sätts upp och är belagd så länge samtalet varar.

#### *Paketkopplat*

Meddelandet delas upp i paket som kan ta olika vägar genom nätet. I exemplet går paket 1 från A via B till F, medan nästa paket, nr 2, går via C, D och E. Noden F ser till att paketen kommer ut i rätt ordning, även om de skulle anlända blandade.

Figur 2.3.6:1

## Kretskoppling

Kretskoppling innebär att en förbindelse sätts upp mellan parterna, och står uppkopplad så länge utbytet av information pågår. Typexemplet är det traditionella telefonsamtalet. Kopplingen kan passera flera växlar och media, den kan bitvis dela media med andra kopplingar, men i de båda slutändarna är det i praktiken alltid stjärnformat, d v s abonnenten har en helt egen tråd som han inte delar med någon annan. Adresseringen görs endast en gång under ett koppel, den går ut på att hitta den där tråden som går fram till mottagaren. Mottagaren kan därför ha en mycket enkel logik, återigen är en gammaldags telefon ett bra exempel. Ett kretskopplat nät har en bestämd gräns för sin kapacitet, när alla koppel i en smal sektion är upptagna kan inte nätet överföra mera, även om trafiken i varje koppel är låg.

## Mobiltelefoni

Mobiltelefoni är en avancerad sorts kretskoppling. När ett samtal startar binder det en viss frekvens så länge som möjligt. Om abonnenten rör sej in i en annan cell letar systemet upp en ny ledig frekvens och så vidare. Så även om kopplingen inte är lika fast som i ett fixt nät så är det dock i allt väsentligt en kretskoppling.

## Paketkoppling

Paketkoppling innebär att ett meddelande styckas upp i paket och att varje paket bär med sej adressen till mottagaren. På ett och samma media kan man nu fritt blanda ett antal koppel eller samtal, och mediet kan därför utnyttjas mera effektivt än i ett kretskopplat nät. Långa pauser i ett samtal kan fyllas ut av intensiv aktivitet i ett annat. Ett paketkopplat nät kan vara stjärnformat i slutänden men det kan också ha en buss eller ringstruktur.

## Bussar och ringar

En sådan innebär att alla abonnenter på samma ring eller buss måste läsa adressen i alla paket som kommer förbi för att

kunna hämta in de som är adresserade till honom. De krävs alltså en relativt komplicerad och snabb elektronik i terminalerna. Buss eller ringformade nät förekommer i praktiken endast i lokala nät LAN (Local Area Network). Om antalet abonnenter blir för många sjunker kapaciteten allt för mycket.

## WAN

Wide Area Networks (WAN) d v s nät som går ut över stora avstånd, ofta internationellt, använder såväl krets som paketkoppling. Paketkoppling kommer allt mer, och med tillräckligt höga hastigheter kan det användas även för röstsamtal. Ljudet paketeras i en ände och packas upp i den andra utan att talarna märker någon kvalitetsförsämring. Man får då en kombination av krets och paketkoppling där paketen används på de långa överföringarna, med kretskoppling i slutändarna.

## Tendenser

De båda grundläggande principer för en nätarkitektur kommer att fortsätta att leva sida vid sida, båda har sina fördelar och nackdelar. Men de måste utvecklas och förfinas för att klara av de mycket höga hastigheter som är på väg, mega- och gigabit per sekund. Problemen vid dessa hastigheter ligger inte så mycket i media eller sändare och mottagare utan att skapa arkitekturer och överföringsprotokoll som gör det möjligt för växlar och terminaler att klara av adressering och uppkoppling utan fördröjning. I den s k ATM tekniken för bredband är paketstorleken endast 50 byte, med 1 megabit per sekund innebär det att ett paket passerar på ca 400 us, 1 gigabit motsvarar 0,4 us! Och till dessa hastigheter kommer ett krav på minimal felfrekvens. För ATM mindre än ett tappat paket på  $10^9$ .

## 2.4 Programvara och tillämpningar

### 2.4.1 Programmering, 4GL, objektorientering

Programvaran har alltid varit flaskhalsen i datorbranschen, och den har många gånger fått stå i skamvrån därför att den inte gjort lika stora framsteg som maskinvaran. Att bra programvara tar lång tid att framställa har många orsaker.

#### Detaljer och vägar

Den första är att ett någorlunda stort program innehåller en oerhörd mängd detaljer som alla måste vara rätt. De olika vägarna genom ett program blir därigenom så många att de i praktiken inte går att uttömmande testa. Många av detaljerna har med tillämpningen som sådan att göra. I ett lönesystem finns t ex alla kombinationer av arbetstider, semesterlagar, sjuk- och annan ledighet, övertid, skatteavdrag etc att ta hänsyn till. Annat är datatekniskt, lämplig organisation av data, hänsyn till prestanda, tillförlitlighet, felåtgärder, återstarter mm. mm.

#### Svag maskinvara

Ett annat skäl är att maskinvaran inte är bra nog! För att få tillräckliga prestanda och ekonomi i tillämpningen måste programmeringen ske på en relativt låg nivå. Även dagens sk högnivå språk, COBOL, Fortran, C m fl hjälper endast programmeraren att komma ifrån det direkta beroendet av maskinens instruktionslista, den rent fysiska adresseringen av programsteg och data, men inte så mycket mer.

#### Programmerarens roll

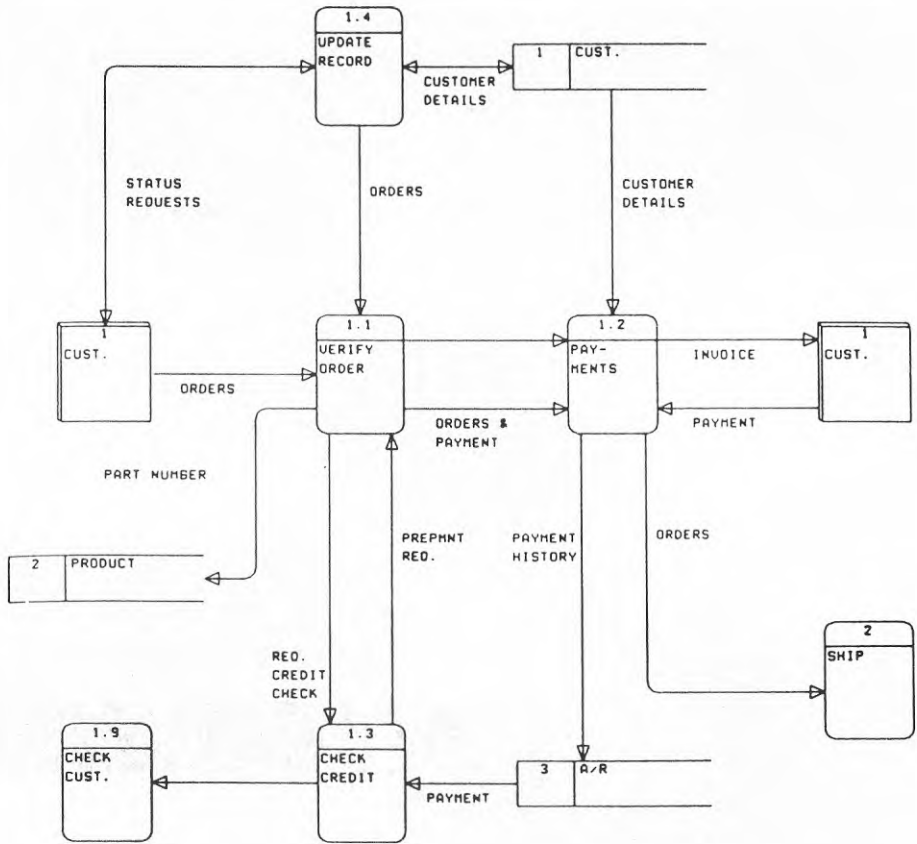
Dessa båda skäl bidrar till det tredje, nämligen att de krävs en speciell profession, programmerare, för att ta fram tillämpningar. D v s den som kan tillämpningen måste tala om för programmeraren vad det är han vill ha, och vid sådana överföringar går alltid något förlorat. Till problemet bidrar att arbetsmängd och kalendertid för att ta fram ett program ofta är så stor att man sällan har möjlighet att prova sig fram. De flesta



tillämpningar innehåller ett komplicerat samspel mellan människa, organisation och maskin, och de kräver pilotversioner, experiment med olika ansatser etc. innan man har fått något som fungerar som avsett.

### **Stark maskinvara**

Men allt detta håller på att ändras. Maskinvaran har blivit billig, vilket innebär att man kan använda verktyg som ligger på en hög nivå och inte kräver datateknisk kunskap för att använda. Ett exempel som många kommit i kontakt med är kalkylprogram (spreadsheet), ett annat är så k 4GL eller fjärde generationens språk. Ett 4GL är specialiserat mot en viss tillämpning. Det gäller även COBOL, Fortran och C men i betydligt mindre grad. Det är naturligt att så är fallet, skall en sakkunnig på ett område känna igen sig så måste språket använda hans termer och uttryckssätt.



Moderna 4GL och CASE verktyg erbjuder ofta ett grafiskt snitt mot programmeraren

Figur 2.4.1:1

## Objektorientering

En ny typ av språk är de objektorienterade, det vanligaste bygger på C och kallas C++. De två viktigaste begreppen i objektorienterade språk är inkapsling och arv.

### Inkapsling

Ett objekt består av data och instruktioner som kan utföra vissa operationer på dessa data. Den som utnyttjar ett objekt behöver inte veta i detalj hur data är lagrade eller hur operationerna, kallade metoder, är implementerade. Denna inkapsling gör det betydligt enklare att utnyttja ett redan existerande objekt än de traditionella procedurerna.

### Arv

Arv underlättar också återanvändning. Ett exempel: Antag att man definierat ett objekt "Person" som innehåller namn, folkbokföringsnummer och adress, samt operationerna "beräkna ålder" och "skriv ut adresslapp". Om man nu vill ha ett objekt "Anställd" så kan man bygga vidare på "Person" och lägga till ytterligare uppgifter och operationer. "Anställd" ärver "Person" och alla operationer som fungerar för "Person" fungerar nu även för "Anställd".

### Inte för amatörer

Objektorienterade språk ligger fortfarande på en relativt låg nivå och är ingenting för amatörer. Men de ökar i hög grad den professionelle programmerarens produktivitet genom att han mycket enklare och säkrare än tidigare kan återanvända program som han själv eller någon annan skrivit. Och det kommer oss amatörer till godo i form av bättre och kraftfullare verktyg.

### Inte bara programspråk

Objektorientering är inte begränsat till programmeringsspråken, det är på väg in i databaser, i sättet att hantera distribuerade system mm. Men det skulle föra för långt att gå in i detalj på dessa områden.

## Tendenser

Hjälpmedeln och verktygen för att tillverka tillämpningar kommer att bli allt mera kraftfulla och anpassade till olika tillämpningsområde och branscher. Det medför att tillämpningar kan tas fram av personer som i första hand är sakkunniga på sitt område och sitt företag, och i andra hand är datakunniga. De professionella programmerarnas uppgift blir att ta fram verktygen, och de kommer därför i huvudsak att finnas hos programvaruhusen. Även deras produktivitet kommer att öka med objektorientering och lösningar som kan sätta optimalt utnyttjande av maskinvaran i andra hand.

### 2.4.2 Öppna system

För att få snabb och billig maskinvara krävs, som i alla andra sammanhang, stora volymer. Samma krav gäller för att det skall löna sig att ta fram programmeringsverktyg och för att de skall kunna säljas till låga priser. Detta kan endast ske med öppna system.

### Proprietära system

En anledning till eftersläpningen på programvaruområdet som vi inte nämnde ovan var att varje leverantör av maskinvara hade sin egen proprietära arkitektur, sin egen instruktionslista och inte minst sitt eget operativsystem. En och samma tillämpning fanns, och finns i stor utsträckning fortfarande, i många olika versioner där i stort sett hela skillnaden låg i att de var anpassade för olika maskinvaruplattformar och olika operativsystem.

### IBMs PC

Den första arkitektur som ändrade på detta var IBMs PC. Den är inte i egentlig mening öppen, vi återkommer snart till en definition, men har ändå många av egenskaperna. Genom att IBM använde en kommersiellt tillgänglig processor, Intels 8088, och även i övrigt gav offentlighet åt alla specifikationer, mer eller mindre frivilligt, blev det relativt enkelt att framställa kopior. Det gav i upphov till ett priskrig med priser som ledde

till stora volymer. De miljontals PC som nu finns ute har i sin tur givit underlag till en stor programvaruindustri. Den vanligaste PC-programvaran kostar inte mycket mer än vad manualen skulle kosta om den såldes som en fackbok.

## Öppna system

Men trots allt är det inte tillfredsställande med en specifikation som ägs av ett företag, IBM och nu i allt högre grad Microsoft. Med verkligt öppna system menar man sådana som baseras på öppet tillgängliga specifikationer, som vem som helst kan utnyttja för att ta fram en produkt och som underhålles av en neutral instans. Det bör ju helst också endast finnas en, av alla erkänd specifikation, för varje ändamål.

## Standard

Det är det man normalt kallar för en standard, problemet är att ordet standard i strikt mening är förbehållet av offentliga organ framtagna specifikationer. I datorsammanhang heter det viktigaste organet ISO/IEC JTC 1. Men JTC 1 arbetar lika långsamt som alla andra standardiseringsorgan. Det har därför uppstått ett antal konsortia, det viktigaste heter X/Open, som arbetar snabbare och fyller ut tills JTC 1 hinner i fatt. Det fungerar bra och har bidragit till att föra fram öppna system i stor skala. Snittet mot operativsystemet, som sedan något år också är en JTC 1-standard, bygger på UNIX, men X/Open och andra har nu en mycket omfattande uppsättning specifikationer för i stort sett allt som krävs i ett datasystem.

## Tendenser

Öppna system har kommit för att stanna. De är en förutsättning för billig maskin- och programvara. Med öppna system kan databranschen allt mer delas upp i företag som tillverkar och distribuerar maskinvara, och sådana som gör programvara. Man kan jämföra med konsumentelektroniken. Företag som utvecklar och tillverkar skiv- och videospelare, tar inte fram skivor och filmer. Åtminstone är det väl skilda affärsenheter inom företagen, som ägnar sig åt de olika grenarna.

### 2.4.3 AI, ANN och Fuzzy Logic

Mycket tidigt spekulerade man i intelligenta datorer, som kunde efterlikna människans tänkande. Ett tidigt och numera lyckligtvis övergivet namn på datorer var elektronhjärnor.

#### Turings test

Engelsmannen Alan Turing beskrev redan 1950 ett test som skulle visa när man fått en intelligent dator. Man sätter sig vid en terminal och ställer frågor som besvaras på samma terminal. Den som svarar på frågorna kan antingen vara en dator eller en människa. Den dag man inte kan avslöja datorn, så har man nått målet. Men där är vi inte, och frågan är om vi någonsin kommer dit. Om frågorna bara får hålla sig inom ett visst ämnesområde så kan en dator dock klara sig ganska länge i ett sådant här spel.

#### AI

Man har genom åren lagt ner mycken forskning på AI. De som arbetar med området föredrar att använda AI som en nu etablerad beteckning, men inte som en förkortning för någonting. Imponerande resultat har också nåtts, ett slående exempel är att man för en billig peng kan få ett schackspelande program till sin PC, som slår det flesta amatörer.

#### Expertsystem

Ett stort användningsområde för AI är expertsystem. De kan användas för att styra processer eller diagnosticera fel. Ett expertsystem kräver att en eller flera experter intervjuas om hur de löser olika problem och dessa regler överföres sedan till datorn. Men det är inte enkelt. Först krävs ett programskal som kan analysera ett antal fakta om en viss situation och utgående från dessa söka sig fram till den mest sannolika lösningen. Det är sådana programskal som AI forskningen frambringat. Sen krävs det självklart experter som är villiga och har förmåga att dela med sig av sina kunskaper. Och sist men inte minst en driven intervjuare som kan ställa de rätta frågorna och överföra dessa tillsammans med svaren till programmet, expertsystemet.

AI är alltså inte radikalt skilt från annan programmering, det kräver fortfarande detaljerade instruktioner om alla tänkbara situationer som kan uppstå.

## Människan

Den mänskliga hjärnan fungerar inte på det sättet. Ett barn på ett år lär sig språk enbart genom att lyssna och tala. Det lär sig både ordförråd och grammatik och kan mycket snart bilda meningar som det aldrig hört, med korrekt grammatik. Vetenskapen tvistar fortfarande om mekanismerna bakom detta, men helt uppenbart kan det inte förklaras med något som liknar ett datorprogram. Även i många andra avseende är människohjärnan totalt överlägsen alla datorer. Vi kan känna igen en bekant i en människomassa bara på gången eller sättet att röra sig, vi (somliga) kan gå på slak lina eller åka skidor utför en bergssluttning med svängar och hopp i över 100 km/t. Och allt detta blir ännu märkligare när man betänker att vår "cykeltid" d v s tiden för en nervimpuls att gå från en cell till nästa ligger på 5 a 10 ms! En vanlig PC är 10000 gånger snabbare i sina elementära operationer.

## Artificiella neurala nät

Det gjordes tidigt försök att efterlikna hjärnan, men riktigt lyckosamma har dessa blivit först på de senaste åren. Det finns två orsaker bakom framgången. Den ena är återigen att maskinvaran blivit tillräckligt snabb för att någorlunda effektivt kunna göra sådana eferbildningar, den andra är genombrott i de matematiska teorierna. Det skall genast sägas att "efterlikna" inte är något bra ord. Man har hämtat vissa idéer och uppslag från nervsystemen och översatt dessa i datormodeller. Ett gemensamt namn för de flera olika modeller som finns är Neurala Nät, eller för tydlighetens skull Artificiella Neurala Nät, ANN. En sådan modell kan implementeras i en konventionell dator, men också med stor fördel i en multiprocessor eller i helt skraddarsydd maskinvara beroende på kraven på prestanda.

## Inläring

Gemensamt för alla ANN är att de instrueras genom att exempel visas, som de får försöka ge rätt reaktion på, och man tjarar tills de lärt sin läxa. De har på nuvarande standpunkt inte särskilt lätt för att lära, man kan få gå igenom exempelsamlingen 1000 och 10000-tals gånger. När ett ANN behärskar exemplen blir det examen, då det visas nya kombinationer av indata som det aldrig sett förut. Det är nu det framgår hur bra det kan fylla sin uppgift. Ett ANN anpassas alltså till sin uppgift genom uppfostran inte genom att ges detaljerade instruktioner som täcker alla tänkbara situationer det kan råka ut för.

Nedanstående visar vad en- och flerskiktspceptroner kan åstadkomma.

Struktur	Områdestyper	XOR	Överlappande områden	Mest generell klassindelning
Ett skikt	Halvplan Begränsat av ett hyperplan			
Two skikt	Konvexa öppna eller slutna områden			
Tre skikt	Godtycklig (Bestäms av antalet noder)			

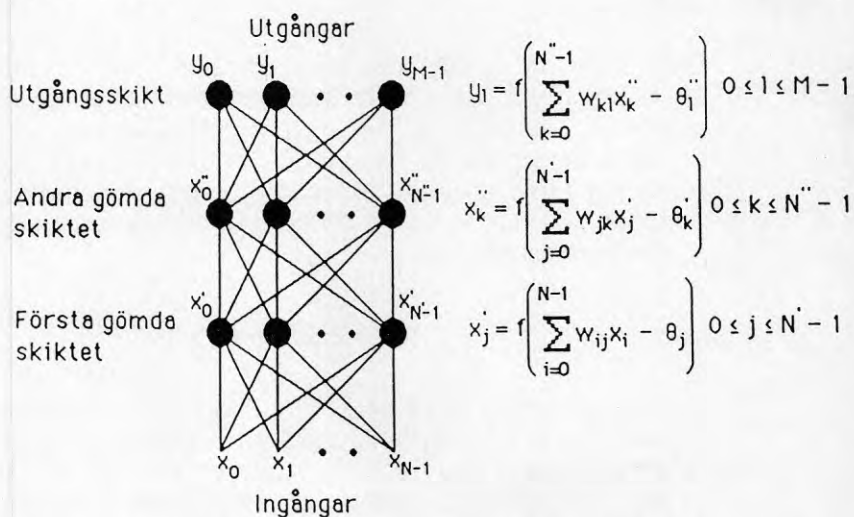
Den andra kolumnen talar om vilken typ av gränser/områden som perceptronen kan skapa. Den tredje och fjärde kolumnen illustrerar XOR-problemet (XOR = exclusive or), respektive



klassindelningar med överlappande områden. Den sista kolumnen ger ett exempel på det mest generella området som kan skapas.

En enskiktsperceptron formar halvplansområden. En tvåskiktsperceptron kan skapa vilken konvex gräns som helst. I det första skiktet fungerar varje nod som en enskiktsperceptron, dvs varje nod är aktiv om mönstret befinner sig på rätt sida om gränsen. En nod i det andra skiktet är aktiv om alla noderna i skiktet under tycker att mönstret befinner sig på rätt sida, dvs om alla dessa noder är aktiva. Noden i det andra skiktet utför alltså en logisk "AND". Det konvexa område som skapas på detta sätt har som mest lika många sidor som antalet noder i det första skiktet.

En flerskiktsperceptron är ett "feed-forward"-nätverk med ett eller flera skikt mellan in- och utgångsskikten. Dessa extra skikt innehåller gömda noder som inte är direkt kopplade med omvärlden. En tre-skiktsperceptron med två gömda skikt kan se ut så här:



Flerskiktsperceptronerna övervinner många av begränsningarna hos enskiktsperceptronerna men användes inte i någon större omfattning förrän på 80-talet eftersom det inte fanns någon bra träningsalgoritm.

Figur 2.4.3:1 – Exempel på ANN

## Användningsområde

ANN kommer bäst till sin rätt i illa strukturerade problem där lösningar är okända eller svåra att uttrycka algoritmiskt. Den vanligaste användningen är för alla slag av mönsterigenkänning, det må gälla handskrivna text, tal, bilder eller fluktuationer på aktiebörsen. Ett annat stort område är styrning av robotar, som ofta innefattar kraftigt icke-linjära förlopp. Inte oväntat är FOA, FMV, Ericsson och ABB de organisationer i Sverige som kommit längst i studiet och användningen av ANN.

## Tendenser

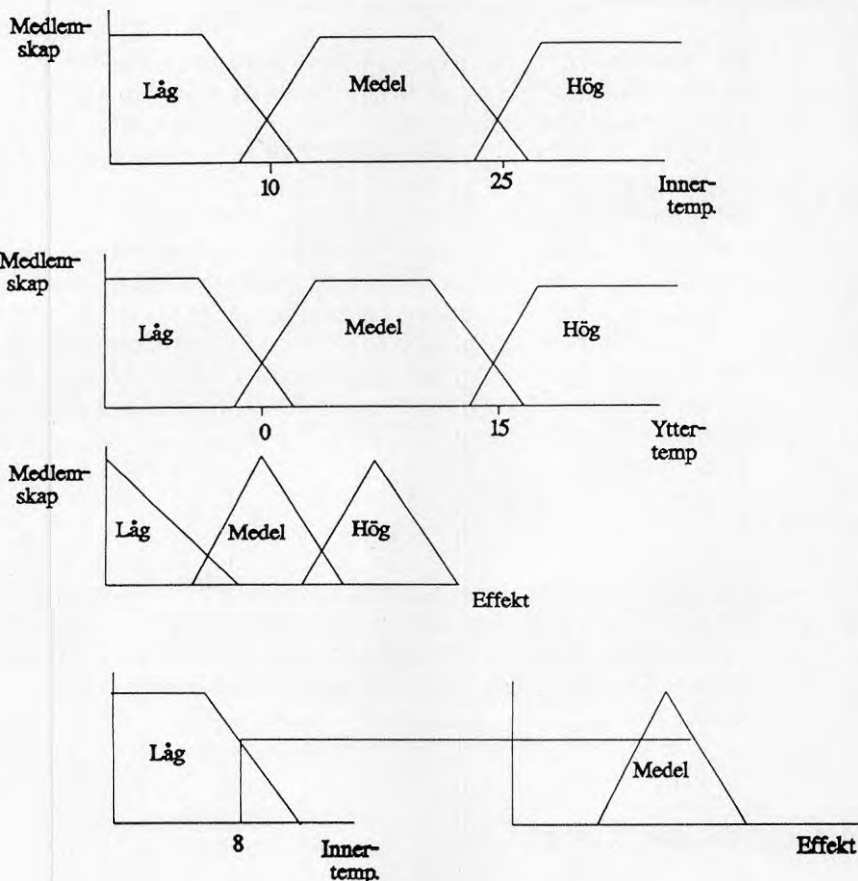
ANN kommer inte att ersätta konventionell databehandling eller AI. Men det är ett kraftfullt komplement som utan tvekan kommer att få mycket stor användning dels helt självständigt men ännu mer kopplat till traditionella datorer.

## Fuzzy Logic

Den tredje viktiga metoden inom området "intelligenta datorer" är "Fuzzy Logic" som introducerades 1965 av en amerikansk professor, Lotfi Zadeh. Men liksom med så mycket annat var det först när japanerna anammade det som användningen av fuzzy logic tog riktig fart. Speciellt inom reglertekniken har metoden visat sig vara mycket effektivt och avsevärt kortat ner implementeringstiderna.

## Vad är det?

Det finns många sätt att beskriva fuzzy logic, i grunden är det ett programmeringsspråk anpassat till reglertekniken. Det tillåter uttryck som: "Om innertemperaturen är LÅG, ytttemperaturen är MEDEL och vindstyrkan SVAG, sätt effekten till NÅGOT HÖG", "Om sommar sätt effekten till SVAG", "Om vinter sätt effekten till HÖG". Begreppen HÖG, LÅG etc definieras för de olika variablerna, och man genomför sedan vad som kallas en de-fuzzifiering.



Antag följande regler:

Om innertemperaturen är låg skall effekten vara medel

Om medel låg

Om hög noll.

Om ytttemperaturen är låg skall effekten vara hög

Om medel medel

Om hög låg

En innertemperature på + 8 °C och en ytttemperature på + 20 °C skär ut två ytor ur effektkurvorna.

Tyngdpunkten av dessa ytor anger den effekt som värmeelementet skall ställas in på.

Figur 2.4.3:2 – Exempel på Fuzzy Logic

## Användningsområde

Att använda fuzzy logic på mycket enkla samband typ en vanlig termostat ger ingen fönkling. Men det har också visat sig att om sambanden blir allt för komplicerade med många variabler så får man problem. Där han man nu börjat ta ANN till hjälp för att finna de bästa värdena. Men för ett medelstort problem är metoden mycket slagkraftig. Kameror är ett välkänt och bra exempel. Först kom autofokus och autozoom och nu finns även kameror som eliminerar skakiga videofilmer. Objektivets styrs så att små skakningar tas bort medan större rörelser släpps igenom. Och i samtliga fall användes fuzzy logic. De-fuzzifieringen av någorlunda stora problem kräver en avsevärd beräkningsinsats, och det finns numera därför specialkretsar för det.

## Tendenser

AI, ANN och Fuzzy Logic, ofta i samarbete, kommer utan tvekan att få mycket stor användning i byggsektorn. De kommer att ingå i de inbyggda system som tidigare nämnts, men också i konventionella datorer, speciellt i konstruktionsfasen.

### 2.4.4 Databaser, hypertext

Vi översvämmas av information och vi behöver allt mer information för att klara vårt arbete. Datorerna och databaserna spelar här en dubbel roll. De hjälper oss att lagra och finna all denna information, och när vi utnyttjar det driver konkurrensen fram krav på ännu mer avancerad informationshantering.

#### Vilka är problemen?

Det finns några principiella problem med databaser. De flesta kretsar kring uppsökning och sammanställning av information. Hur skall databasen organiseras och vilka frågor kan tillåtas. Jag vill ha svar på det jag tycker att jag frågar om, inte för mycket och inte för litet. Vad händer om jag stavar fel på ett ord? Kan databasen kombinera data så att jag får ut i princip

ny information? Andra frågor hänger samman med upprättande av databasen. Hur vet jag att uppgifterna är korrekta? Vem har ansvaret för att underhålla databasen? Om den är distribuerad, var finns den senast uppdaterade informationen? Till slut finns det förstås många rent datatekniska problem, prestanda, organisation, back-up, räddning, återstart etc.

## De första databaserna

De första databaserna byggde på en enkel indexering. Varje post hade ett nyckelord, t ex anställningsnummer eller artikelnummer, och med hjälp av tabeller kunde man snabbt finna fram till rätt post. En variant är de hierarkiska databaserna, organiserade t ex efter division, avdelning, sektion. Gemensamt för dessa databaser är att de är byggda för att snabbt lösa vissa uppgifter, och när de användes till detta är de fortfarande överlägsna ur prestandasynpunkt. Men om man försöker ställa frågor som inte var förutsedda när databasen konstruerades kan de bli mycket ineffektiva.

## Relationsdatabaser

En lösning på det problemet är de numera allt vanligare relationsdatabaserna. Principen är enkel för att inte säga trivial, data lagras i tabeller, vilka sedan kan kombineras för att ge önskad information. En tabell över olika isoleringsmaterial med k-tal, sammansättning, vikt, pris mm, kan kombineras med en annan tabell över olika regioner eller länder med krav på isolering, tillåtna ämnen osv för att få fram bästa val. Att denna i grunden enkla idé inte slagit igenom förrän under senare tid, beror på att den är svår att implementera så att den ger rimliga svarstider. Det som hjälpt fram den är en kombination av mycket av snabb och billig maskinvara samt framsteg inom datalogin.

## Objektorienterade databaser

Nästa steg som är på väg är objektorienterade databaser. Vi har redan berättat om objektorientering ovan. Att utsträcka den till databaser är inte trivialt och tekniken är ännu i början av sin kommersialisering. Relationsdatabasernas största svaghet

ligger i att de är helt inriktade på administrativ, väl strukturerad information, siffror och koder och korta texter. Inom CAD området har man motsatsen, ritningar, grafik, komplicerade strukturer och det är främst här de objektorienterade databaserna kommer till användning.

## **Fritext**

En speciell typ av databaser utgör fritext baserna. De medger sökning på i stort sett alla ord som förekommer i en text, man brukar göra undantag för de allra vanligaste typ "som", "den", "det", "och". För att sökningen skall gå snabbt innehåller basen ett index med pekare till alla förekomster av varje ord.

## **Hypertext**

En variant och ett komplement till fritext-baserna kallas hypertext. I den länkar man olika avsnitt i databasen till varandra. Exempel: "Tegel har ett k-tal på .." När man läser den texten kan man klicka på k-tal och kommer då fram till det uppslagsordet. Hypertext är ett koncept som givetvis passar utmärkt i uppslagsverk men som också väckt stort intresse hos författare och andra konstnärer. Man kan skriva en berättelse med många olika förlopp och läsaren kan välja olika varianter beroende på intresse och stämning. Skönlitteratur i hypertextform är väl inte så vanlig ännu, datorskärmar är inte särskilt väl ägnade för långvarig läsning. Men inom datorspel användes hypertext flitigt.

## **Tendenser**

Fritext-baser, hypertext och CD-Rom skivor är en mycket kraftfull och ekonomisk kombination som blir allt vanligare och ofta ersätter uppslagsverk i tryckt form. Givetvis de traditionella verken men kanske ännu mer alla typer av företagsdokumentation, typ prislistor och manualer.

## 2.4.5 Telekom-tjänster

Datorer spelar en allt större roll i telekommunikationsvärlden. Det började med att man på 70-talet på allvar kunde ersätta de elektromekaniska växlarna med elektroniska. Det öppnade möjligheten att föra in nya tjänster. Man kan flytta med sig sitt nummer när man tillfälligt vistas på någon annan plats, man kan koppla upp konferenssamtal, man kan begära återuppringning vid upptaget o s v.

### Datorer överallt

Nu finns datorer med olika roller i hela telenätet. Mycket intressant är användning av datorer i terminalerna (terminal i betydelsen slutpunkt, det kan alltså vara en telefon, en bordsdator, en fax). Många tjänster implementeras enklare och effektivare i terminalen än i växlarna. Välkända exempel är kortnummer och telefonsvarare.

### Mobil telefoni

De mobila telefonerna vore helt otänkbara utan datorer. Mobila system kräver ett komplicerat samspel mellan centrala datorer och mobiltelefonen. De centrala systemen har en databas där läget av varje telefon hålls uppdaterat, Under ett samtal kontrollerar telefonen oupphörligt signalstyrkan på tillgängliga frekvenser, inte bara den där samtalet just förs, och kan därigenom tala om för centralen när den behöver byta frekvens, och vilken den helst vill ha.

### Frekvenser

Det största hindret för utbredning av mobiltelefoni är de tillgängliga radiofrekvenserna. Det är i viss mån ett politiskt problem, militärerna har lagt beslag på ett stort spektrum, men i huvudsak ett av naturlagarna givet. Det finns lediga frekvenser i de mycket höga områdena, men där är utbredningen mycket liten, med mycket små celler som följd. På grund av frekvensbegränsningen och på den komplicerade elektroniken och därmed höga kostnaden för telefonerna är det inte realistiskt att

använda dagens mobiltelefonisystem, vare sig det analoga NMT eller det digitala GSM, som en ersättning för den vanliga telefonen.

### **Den personliga telefonen**

Samtidigt finns det mycket som talar för en telefon som är bunden till en person och inte till en plats. En teknik som kan underlätta detta är paging. Ett pagingsystem överför inga samtal, utan i princip endast två nummer. Det första är identiteten på den mottagande paging-apparaten och det andra är numret till den som önskar bli uppringd. Alla apparater lyssnar efter sitt nummer och om det stämmer visar de det andra sända numret. Paging ger alltså en mycket låg belastning på nätet, man kan använda relativt låga frekvenser med ett stort täckningsområde. Den som får "pipet" kan sedan ringa tillbaka på vilken typ av telefon som helst, t ex en enklare typ av mobiltelefon som en central inte behöver hålla reda på.

Så någon typ av personliga telefoner kommer säkert, men exakt vilken blandning av teknologier som användes är inte klart ännu.

### **2.4.6 Multimedia, virtuell verklighet**

Strängt taget är redan en vanlig TV eller video multimedia eftersom den har både bild och ljud. Men det man menar när man använder begreppet multimedia är en dator som utöver den traditionella texten och stillbilderna också åtminstone kan hantera ljud och rörliga bilder. Multimedia i den formen finns redan i dag och har ett potentiellt mycket stort användningsområde, inom utbildning, distribuerat grupparbete, filmredigering och förstås underhållning.

### **Många bitar**

Men redan en enkel färgbild med hyglig upplösning upptar X megabyte, och skall man visa rörliga bilder med 25 - 30 bilder per sekund så fyller snabbt även en stor disk. Man arbetar



därför intensivt med tekniker för komprimering av bilderna, dels genom att utnyttja ensartade fält i en bild, i princip samma teknik som vid överföring av fax, och dels genom att endast sända ändringarna från en bild till nästa. Kompression av detta slag användes också inom HDTV, eller skarp TV som det numera kallas på svenska. Beroende på hur exakt man vill att återgivningen skall vara kan man komma ner i höga kompressionsfaktorer. Det innebär att man kan få en användbar kvalitet vid en konferens mellan två personer vid en så låg bandbredd som 64 kbp/s. Men skall man återge en film måste man gå betydligt högre. Dessa tal påverkar multimedia tillämpningar dels i kravet på bandbredd i kommunikationen och dels i krav på lagringskapacitet.

### **Virtuell verklighet**

Virtuell verklighet är en utvidgning av idén med hypertext till multimedia om man så vill. Man vill kunna navigera i vad amerikanerna kallar "cyber-space". I den för närvarande mest avancerade formen av virtuell verklighet är användaren försedd med en hjälm med en skärm för varje öga och hörlurar samt handskar som känner av händernas rörelser. Genom att röra på huvudet eller enbart flytta blickpunkten ändras bilderna på de två små skärmarna så att man upplever sig röra sig i ett tre-dimensionellt rum där man dessutom kan plocka upp och hantera föremål genom att göra motsvarande rörelser med handen med datahandsken. Virtuell verklighet kräver förstås mycket stor beräknings- och lagringskapacitet, liksom stor bandbredd om man till exempel skall arbeta samman i en grupp. Den ännu relativt begränsade erfarenheten visar dock att man kan komma ganska långt i upplevd verklighet med relativt grov upplösning och schematiska bilder.

Inom virtuell verklighet återstår mycket forskning och utveckling. Givetvis inom datortekniken, men minst lika mycket för att få en bättre förståelse för hur människor fungerar i en sådan här värld.

## Användning

Användningsområdena överlappar delvis med de som angivits för multimedia men är ännu mycket större. Med virtuell verklighet kan man prova olika konstruktioner innan de är färdiga, man kan vandra genom ett hus eller en stadsdel och få en mycket realistisk uppfattning om hur väl planlösningar och arkitektur fungerar. Och tillämpningarna inom nöjesindustrin är oändliga när väl priserna kommit ner till acceptabla värden. Scenariot är väl inte helt angenämt, tre personer i en soffa som tittar på samma TV kan ju åtminstone prata med varandra, har de var sin VR-hjälm på sig är isoleringen total.

## 3 Människan och informationstekniken

### 3.1 Möte med ny teknik

Informationstekniken kan fortfarande beskrivas i termer av "mer, snabbare, billigare, tillförlitligare". Den ställer frågor om decentralisering och nätverk. Den kan också beskrivas som "intelligentare", vilket pekar mot kommunikations- och maktfrågor. Vilken blir relationen ägande-kapital-intelligens-makt?

Jämförelsen, ställer också frågor om kvalitativa aspekter. Om tekniken medger frihet i tid, rum, innehåll och form, vilka organisationer, personer etc gynnas och vilka missgynnas? I en möjlig mix av olika kommunikationsformer, vilka dominerar när, och i vilken typ av organisation?

Finns det kanske historiskt givna restriktioner, vanor eller regler som oavsiktligt verkar styrande? Vad betyder den faktor som heter snabbhet i förändringen?

Tekniken spelar också en roll som löfte och som metafor. Vilken makt har löften om kommande teknik på den organisatoriska utvecklingen? Tänker vi, i organisatoriska relationer, mer i mönster påverkande av våra tekniska verktyg?

Tekniken lär oss en del om människan. Det finns en risk att vi drar alltför stora växlar på inledande projekt som lyckats just därför att mycket speciella krav fordrade denna teknik. Kanske innebar kraven också att det var en speciell kategori människor som tekniken passade – utbildningsnivå, motorik, åldersgrupp, värderingsegenskaper.

Vi kan precisera "decentralisering" genom att exemplifiera med personatorer och mobiltelefoner. Vi kan konkretisera "mer" och "frihet i form" med "bildförmåga", fax, desktop publishing, CAD, simulering.

Man kan fråga sig vad omvärlden är. I varje fall behöver vi, som ett minimum, en skissartad beskrivning av de förskjutningar i miljön, som påverkar utformningen av organisationer. Låt vara, att dessa organisationer samtidigt formar sin miljö.

Globalisering utgör nyckelord för en sådan förändring. Det handlar om att agera på en världsmarknad eller åtminstone som om en sådan finns. Det gäller kunder, underleverantörer och kunskapstillförsel.

Då blir nästa nyckelord nätverk. Organisationer och samverkansvinster, "strategiska allianser" likaså, över hela världen, bygger mer och mer på autonomi – på ett visst sätt – men i ett alltmer allsidigt nät av ömsesidigt beroende enheter.

Ett skäl till att tala om nätverk är att utvecklingen mot *service* uppenbarar det faktum, att kommersiella relationer är just relationer. Dvs, det handlar om långsiktiga företroendeförhållanden och inte endast punktmässiga sälj-köp-byten. Förtroende är något mänskligt men kan utsträckas till att omfatta system. Service är något som produceras när det konsumeras och därför svårt att jämföra.

Bilden av rationellt beslutsfattande har på sistone allt mer blivit diskuterat från flera olika utgångspunkter. Delvis beror det på vad man menar med rationalitet. Delvis beror det på upptäckter av vanetänkande och "ekonomism", eller mer generellt att föreställningar från vissa specialområden, där de haft stor framgång, just för sin framgångs skull fått generaliseras för långt.

I detta kapitel ges några aspekter på människor relativt informationsteknik inom olika områden. Givetvis är synpunkterna endast fragment av den svåröverskådliga totala bilden.

## 3.2 Snittet människa-maskin

### Bakgrund

Allt sedan människan skapade sina första redskap har det rått ett syfte med och särskilt förhållande till dem. Vi har försökt att göra dem ändamålsenliga och anpassade för kropp och tanke.

Industrialismen och maskinåldern har på många sätt exploaterat människan, men detta är tyvärr inget nytt i vår historia. Denna epok har också medfört stora fördelar. Den genomgripande förändring som sker, genom att använda mer informationsteknologi, som hjälpmedel har också ökat vårt intresse för begreppet *snitt människa-maskin*.

Beroende på vem man ber definiera snittet, eller samverkan mellan människan och maskinen, så blir svaren olika. Sociologen, språkvetaren, kontoristen, operatören i fabriken, psykologen och dataforskaren har divergerande synpunkter. Forskningen kring frågan går verkligen på bredden då den berör olika vetenskaper och användare.

Datorerna är de viktigaste "maskinerna" inom IT-området. Snittet människa-dator väljs därför som exempel för synpunkter på relaterad utveckling och forskning kring detta.

### Verktyget

Datorn är ett verktyg, som blir mer och mer använt, snart är den kanske det vanligaste vi har i yrkeslivet. Den är ett mycket speciellt verktyg, det mest flexibla hittills. Denna flexibilitet ger möjligheter att lösa oerhört komplexa problem liksom en potential för ett utmärkt bra grepp på verktyget. Men det är en potential som inte förverkligas av sig själv. Det finns tumregler för hur användarsnittet skall utformas, men de hjälper endast en bit på vägen mot det intuitivt självklara snitt som är idealet.

## Tre discipliner

Att göra ett bra program spänner över åtminstone tre discipliner. Först själva sakområdet som programmet behandlar, sedan datorer och programmering och slutligen ergonomi och användarsnitt. Användarsnittet kan även ses som tre områden, det fysiska, det operativa och det kognitiva. Det är mycket begärt att alla dessa kunskaper skall förenas i en människa. Till det kommer att den som behärskar ett sakområde ofta har svårt att sätta sej in i vad som är svårt för en ovan användare. Det numera vedertagna sättet att få fram ett verkligt bra användarsnitt är att arbeta med prototyper, låta representativa användare använda dem och rapportera sina erfarenheter. När prototypen modifierats så att den fungerar till belåtenhet kan man lägga ner erforderligt arbete på att ta fram en produktversion.

Framtidens användarsnitt kommer att baseras på kunskap från en koordinerad forskning inom olika områden och praktisk användning.

## Enkelhet och effektivitet

Liksom med andra verktyg ställer amatörer och proffs olika krav på snittet. Amatören vill ha något som är lätt att lära och komma ihåg, proffset värdesätter effektivitet och snabbhet. Många program söker förena dessa båda egenskaper, genom att erbjuda genvägar för den vane användaren, men ibland kan det krävas olika versioner för att tillfredsställa alla kategorier. I varje fall ökar dessa krav ytterligare svårigheten i att få fram det perfekta snittet.

## Tillvänjning

Men det som ibland kallas datamognad underlättar mycket. Jämför med utvecklingen på telefonområdet. En person från 20-talet skulle bli mycket konfunderad om han eller hon var tvingad att använda dagens knapptelefoner. Men vi skulle också vara ganska frustrerade om vi måste gå via en operatör för att få alla de telefonitjänster vi idag kan klara på egen hand. Det uppväxande släktet kommer mycket tidigt i kontakt med tangentbord och skärmar, om inte annat så via alla datorspel,

och de kommer att känna intuitivt och självklart det som många vuxna har stora problem att behärska.

## Utvecklingen

De första datorerna var inte interaktiva, data och program matades in via kort eller hålremsa och efter timmar eller ibland dagar kom resultatet ut på tabulatorpapper. Det var därför ett stort framsteg när terminaler som gav omedelbart svar på operatörens aktion kom fram. De var länge begränsade till enbart text, och "omedelbart" får inte tas allt för bokstavligt. Persondatorerna innebar nästa stora steg, först genom att de verkligen svarade omedelbart, och efter några år kom genombrottet med grafiska snitt, fönstertechnik och mus. Som med så mycket annat var det Xerox laboratorium i Palo Alto som var pionjärer, men det var först när Apple kom ut med sin Macintosh under 1980-talets första del, till ett rimligt pris som tekniken fick sitt verkliga genomslag. Det har visat sig vara en metod som, rätt använd kan ge både lättlärd och effektiva snitt.

## Tendenser

Även om fönster och mus inneburit stora framsteg så finns det utrymme för stora förbättringar än. Exempel är röstkommunikation, handskrift på skärmen, bättre grafik och animation. AI, ANN och fuzzy logic kan användas till att mer eller mindre automatiskt anpassa datorns reaktioner till varje enskild användares vanor och preferenser. Det är mycket långt till science-fictionfilmernas mänskliga robotar, men som vi nämnt tidigare, om dialogen begränsas till ett visst fackområde, så kan en dator redan nu eller ganska snart fås att uppföra sig mycket mänskligt. Allt detta kräver förstås ännu mera minne, ännu snabbare processorer, och ännu effektivare programverktyg, men det är ingen tvekan om att det kommer.

Datorn har tagits som exempel på snittet människa-maskin. Den kunskap som erhålls i forskningsarbetet att göra datorn till bättre verktyg för oss kommer även andra IT-utrustningar till del.

**Etik**

IT ger vid första påseende stora möjligheter att övervaka medborgarna i ett totalitärt samhälle. Databaser, AI och ANN, kan finna mönster och samband i en person eller en grups agerande, mobiltelefoni och annan radioteknik kan spåra en person och kartlägga alla hans rörelser etc. Men samtidigt skall man komma ihåg att IT bidrog starkt till exempelvis Sovjetunionens sammanbrott. Man insåg att det var omöjligt att förena ekonomiska framsteg någorlunda i takt med väst, med fortsatt stark begränsning av tillgången till IT i form av telefoner och datorer med skrivare och kopieringsmaskiner. Och det i sin tur gjorde det omöjligt att bibehålla censuren.

Informationsteknologin ger alltså mycket starka vapen för den som vill motverka en totalitär utveckling. Men man behöver ju inte gå ända till det totalitära samhället, IT kan missbrukas i betydligt mindre skala än så. Motmedlet är utbildning, observation och opinionsbildning. Datainspektionen har en viktig uppgift att fylla, men den är beroende av opinionen för att få gehör för sina åtgärder och förslag till lagstiftning.



### 3.3 Utbildning

#### IT-utbildningspolitik

Informationsteknologin räknas till högteknologin, vilket innebär att den kräver kunskaper och kompetens hos dem som skall utnyttja den. Spännvidden inom teknologin är stor, och därmed är också kunskapskravet varierande.

Utbildning är viktigt. Utmärkande för IT är att det finns många IT-baserade hjälpmedel för utbildning inom eget och andra områden. Relaterade till utbildning är frågor som kompetensförsörjning, forskning och utveckling, teknikspridning och internationalisering.

En utredning med syfte att utforma riktlinjer för en svensk IT-politik startades 1991. Vid ett regeringssammanträde i mars -91 fick dåvarande industriministern följande uppdrag:

*Uppdrag att tillkalla fyra arbetsgrupper med uppgift att utreda svensk informationsteknologis möjligheter under 1990-talet och formulera förslag till riktlinjer för en IT-politik inom det näringspolitiska området.*

Uppdraget genomfördes och finns dokumenterat och tillgängligt med titeln IT 2000 Ds 1991:63.

Samordningsgruppen skriver följande om gruppernas syn på utbildning (sidan 12 och 13 i Ds 1991:63).

*Behovet av kunskap och kompetens gör att grupperna har ägnat stort utrymme åt frågor om utbildning. Utgångspunkterna är att Sverige i jämförelse med andra industriländer ligger längre fram beträffande breddutbildningen men ligger sämre till när det gäller expertutbildning.*

*Vid införandet av IT i olika verksamheter är det av vikt att det hos personalen skapas en positiv attityd till lärande och utveckling. Denna understöds kraftigt av utbildning särskilt anpassad till verksamhetens villkor. Sådan ger sannolikt större effekt än generell breddutbildning.*

*Grund- och gymnasieskolan måste ge en god IT-bas för den vidare utbildning som många svenskar kommer att behöva de närmaste årtiondena. Dessutom måste det genom tillräcklig tillströmning till gymnasiets naturvetenskapliga och tekniska linjer skapas underlag för de för IT relevanta utbildningar på högskolenivå. Endast hälften av behovet på 90-talet täcks av nuvarande examinationstakt i dessa högskoleutbildningar, som är ca 1100 civilingenjörer från F-, E- och D-linjerna och 80 doktorer/licentiater per år. Alla har dock inte IT-inriktning. Om inte högskoleutbildningen kraftigt expanderar är risken att i stort sett endast de 8-10 största företagen får sina behov tillgodosedda. Erfarenheterna visar att användarna och de små producenterna drabbas mest av brist på högskoleutbildad personal.*

*Nyutbildade personer tillför verksamheterna inte bara en viktig produktionsresurs, utan också ny teknik på IT-området. De förmedlar på ett effektivt sätt utvecklingen på IT-området. Trots detta kommer det att föreligga stora behov av vidareutbildning. Högskolans roll i detta sammanhang bör klarläggas.*

*IT-verksamheternas beroende av aktuell kunskap och kompetens förklarar högskoleorternas attraktionskraft. Möjligen kan medvetna och kraftfulla satsningar på behovsanpassad och effektiv kunskapsförmedling ut från högskolan i någon mån balansera koncentrationstendenserna. Moderna IT-hjälpmedel kan utnyttjas för detta.*

Vill man nå en god insikt i ämnet rekommenderas att läsa hela IT 2000 med de fyra gruppernas analys, syntes och förslag till riktlinjer. Följande kan ses som tillägg och reflektioner.

## **IT – generationsklyftor – utbildning**

Generationsklyftorna är stora vad gäller vår uppfattning om, samt vilja och förmåga att utnyttja informationsteknologi.

Datakunskap är en ung disciplin och en bredare produktanvändning är ännu yngre. Tiden före 1965 anses av en del forskare som "förhistorisk" och först i mitten av 80-talet blev persondatorn ett allmännare hjälpmedel. Stordatorerna betjänas och drivs av specialister. Något av deras tidigare plattform som "guru" ändras, när erfarenheterna ökar snabbt i användareledet.

Även om matematik och fysik utgör grunden för datatekniken, så har hastigheten i dess utveckling och tillämpning slagit de flesta av oss med förundran. Vårt förhållande i snittet människa-maskin är ambivalent till vissa IT-utrustningar och beror delvis på den ålder vi har när vi konfronteras med dem.

Det lilla barnet identifierar bilden mycket tidigt utan att kunna läsa eller förstå siffor. Får de möjlighet att öva så blir de snabbt skickliga "knappare" med sin lek- och upptäckarlust.

Utbildning i skolan har stort värde för individen och samhället. Grundskola och gymnasium är förberedelse för arbetsliv och fortsatta studier. Arbetsplatserna i en mängd yrken kommer att innehålla IT-utrustningar i växande grad. IT som hjälpmedel i undervisning och för träning är därför mycket viktig.

Att utbilda i ämnet möter troligen större svårigheter än i ämnen som t ex matematik eller språk. Ämnet utvecklas snabbare, och resurskraven i form av kunniga lärare och materiel är inte lätta att tillgodose.

IT 2000 beskriver behovet av fler civilingenjörer med data-inriktad utbildning. Även för högre utbildning inom andra områden är en utbildning om IT och dess möjligheter väsentlig.

Arbetslivet är en fortsatt skolning och för närvarande pågår en stor omskolning mot IT.

För äldre människor bör informationen om IT genomföras med speciell hänsyn till etablerade vanor, och till att åldrandet förändrar våra sinnen och funktionsförmåga.

## **Forskning och utveckling (FoU)**

FoU är i sig kärnverksamheten för utbildning. Resultatet i form av kunskap förmedlas sedan till andra nivåer av utbildning och genererar förhoppningsvis nya och förbättrade produkter.

Som *ett* förslag att möta delar av IT 2000-utredningen är FoU-programmet SiREN (endast benämning) nu under planering. SiREN är en öppen gruppering där alla typer av organisationer kan medverka.

*SiREN är ett förslag till ett nationellt långsiktigt FoU-program inom data- och telekommunikationsområdet. Avsikten är att långsiktigt stärka de svenska infrastrukturella förutsättningarna, genom att ge hela Sverige tillgång till den nya generationens data- och teletjänster som under ett par decennier utvecklas i den akademiska världen. Ambitionerna i planeringen pekar på ett finansieringsbehov av 100 MSEK per år under sex år.*

*Teknologin och de nya tjänsterna har också sedan något år börjat spridas till näringslivet. SiREN är i vårt tycke ett bra sätt att gynna en nationell kompetensutveckling, förbereda Sverige för EG m m. SiREN har flera internationella förebilder. I USA har presidenten finansierat det s k High Performance Computer and Communications initiative, HPCC/NREN. SiREN har till stora delar hämtat sina förebilder från denna satsning.*

*SiREN avses innefatta aktiviteter inom såväl forskning och utveckling, utvärdering av ny "nästan mogen teknologi" samt satsning på spridning av befintlig teknologi och tjänster.*

I planeringsförslaget skriver man vidare:

*En satsning på utbildningsväsendets möjligheter att använda kommunikationsteknik är viktig. Detta är en kvalitativ ambitionshöjning som kräver utökade anslag. I detta fall krävs en nysatsning inom grundskolan samt en förstärkning av vissa av fakultetsanslagen inom den högre utbildningen.*

*En stark internationell förankring såväl inom Norden, Europa i övrigt samt med aktiviteter i USA och Japan förutsätts.*

SiREN-sekretariatet vid SICS ger vidare information.  
SICS = Swedish Institute of Computer Science, Kista.

## Kunskapsspridning och internationalisering

Forskning och utveckling är i många avseenden internationell såvida syftet är av globalt intresse. Inom EG pågår stora projekt som syftar till ny kunskap och att göra Europa mer konkurrenskraftigt och höja kompetensen. När det gäller mycket stora projekt är kostnaderna så höga att det blir allt vanligare med FoU-samverkan mellan kontinenterna.

Allt detta bidrar i hög grad till kunskapsspridning i och mellan länderna. Dagens och morgondagens IT möjliggör en nära och omedelbar samverkan, oavsett geografiskt avstånd, vilket tidigare varit ett hinder.

Man bör dock inte glömma att det bakom FoU och ny kunskap och teknologi som utvecklas, för det mesta, finns motivet att det skall bli kommersiella produkter.

Produktionsförflyttningar blir allt vanligare. Likaså är licens- och samverkanavtal för produkter (tjänster är också produkter) av växande betydelse ekonomiskt. I samband härmed sker en omfattande utbildning. Vid försäljning eller köp av produkter eller licenser är utbildningsnivån ofta en nyckelfråga. Detta är specifikt för komplexa produkter, vilket som regel IT är, innefattande såväl maskin- som programvara.

Återfört till tidigare så är alla utbildningsnivåer viktiga och av utomordentligt stor betydelse för en nation.

## 3.4 Informationsteknik i arbetslivet

### Utgångspunkter

Informationsteknikens tillväxt innebär att vi kan nå så många fler på kortare tid och förhoppningsvis till lägre kostnader. När infrastrukturen byggs ut och nya tekniska faciliteter införs så minskar det geografiska avståndet sett ur kommunikations-synpunkt. Detta innebär en större flexibilitet rörande hur och var man kan organisera arbetsplatsen.

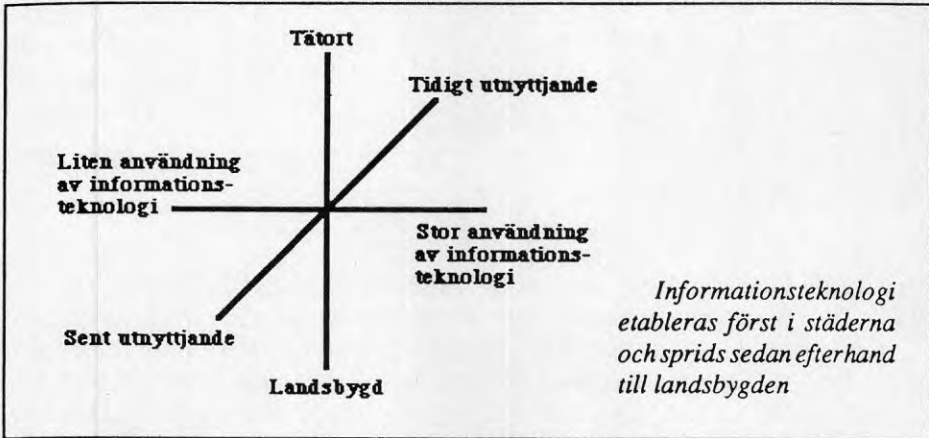
### Regionala konsekvenser

Den mycket kraftiga utbyggnaden av informationsteknologin får självfallet många regionala konsekvenser. Rent allmänt kan sägas att informationsteknologi följer det traditionella teknik-spridningsmönstret. Detta innebär att nyheter först etableras i urbana områden för att därefter successivt spridas till mera rurala sådana. Eftersom modern informationsteknologi har många ekonomiska fördelar så kommer stora orter, som snabbast kan dra nytta av tekniska nyvinningar, att få ett ekonomiskt försteg framför landsbygdsområdena som därmed hamnar allt mer på efterkälken. I figur 3.4:1 är detta förhållande åskådliggjort.

I t ex USA diskuteras nu nästa befarade steg i denna utveckling. Det finns nämligen risk för att den nu upprätthållna servicen i glesbygdsområdena kommer att försämrans inte bara relativt utan även absolut. Tele- och TV-bolagen vill t ex ogärna reinvestera i telenät på landsbygden eller bygga ut andra förbindelser som gör att man kan upprätthålla en hygglig teletrafik. Insatserna koncentreras kontinuerligt till de största orterna även om glesbygden relativt sett är billig att försörja. Fortsätter denna utveckling kommer, i stället för att teletekniken skulle möjliggöra en spridning av information, landsbygdsområdena att få det sämre under 90-talet än vad de haft under 80-talet. Det är således lätt att konstatera att den hittillsvarande tendensen i USA är att modern teleteknik leder till en koncentration av bebyggelse och ekonomiska aktiviteter till större områden.

Den slutsats som kan dras av detta konstaterande är att informationsteknologi, som egentligen är avståndsöverbryggande

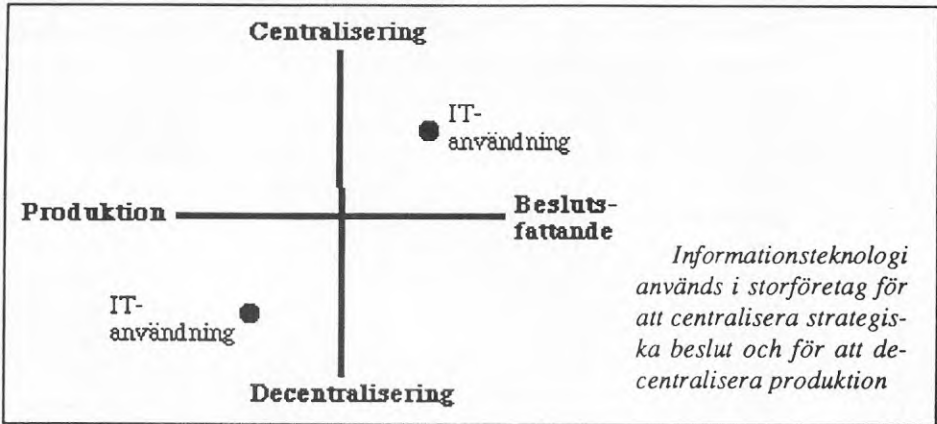
och följaktligen skulle kunna leda till ett bosättningsmönster som blir mer spritt än det som för närvarande gäller, kan få rakt motsatt konsekvens. På grund av att avståndsfaktorn upphör att vara styrande kommer andra faktorer i stället att vara utslagsgivande. Dessa faktorer torde i allmänhet gynna en koncentration av ekonomiska aktiviteter. Självfallet kan denna tendens brytas i den mån man använder informationsteknologin som ett regionalpolitiskt styrinstrument.



Figur 3.4:1

### Organisatoriska aspekter

Modern informationsteknologi har fått en mycket stor användning inom näringsliv och offentlig sektor. Genom att man kan samla mycket stora informationsmängder till databaser med omedelbar tillgänglighet påverkas också möjligheterna att bygga upp stora koncerner och organisationer. Den globalt sett mycket snabba expansionen av storföretag och multinationella företag skulle vara omöjlig utan denna informationsteknologi. I USA finns inom samtliga samhällssektorer gigantiska företag som dominerar den amerikanska marknaden men också stora delar av den globala. En generell tendens inom dessa företag är att man strävar efter att decentralisera produktion och mindre beslut så långt möjligt, medan man centraliserar strategiska beslut och vissa funktioner såsom kapitalplacering, kunskapsutveckling och långsiktig strategisk planering.



Figur 3.4:2

Utvecklingen kan beskrivas som i figur 3.4:2 där produktion decentraliseras till de delar av hemlandet eller världen där produktionsbetingelserna är mest gynnsamma. Sedan koncentreras makt och strategiskt inflytande till ett huvudkontor med ständig tillgänglighet till varje enskild produktionsenhet. Detta huvudkontor kan i sin tur vara relativt litet och lokaliserat i en vacker miljö med höga kvalitativa förutsättningar. Särskilt runt omkring och i utkanterna av de stora orterna i USA har flera globala koncerner nu placerat sina huvudkontor. Med hjälp av modern IT kan man hålla sig ständigt ajour med vad som sker ute på fältet. Genom de moderna kommunikationssystemen vad gäller flyg och andra transportmedel finns också möjligheter att snabbt personligen förflytta sig till enskilda produktionsenheter om så skulle vara önskvärt. Det mesta kan dock styras från dessa centralt placerade huvudkontor och man kan göra snabba förändringar i produktionen utan att behöva i egentlig mening förflytta sig ifrån huvudkontoret.

Modern informationsteknologi kan därför sägas gynna uppkomsten av multinationella globala företag som verkar på en världsmarknad och som placerar produktionen antingen där den är billigast ur produktionssynpunkter eller där man lättast kan upprätthålla och befästa en marknadsposition. Globaliseringen av världshandeln i den mån den sker inom storföretagens ram, är följaktligen en indirekt följd av den moderna informationsteknologins frammarsch. USA har i detta fall



varit ett föregångsland men motsvarande tendenser torde gälla inom den japanska industrin och i tillämpliga delar även inom den svenska. Utvecklingen av Asea Brown Boveri är ett exempel på det senare.

Informationsteknologin kan därför sägas peka fram emot ett utvecklingsmönster, där stora företag ofta marknadsledande inom sin sektor, konkurrerar i mångt och mycket genom att ha tillgång till information om såväl produktion och marknad som konkurrenternas beteende. Informationsteknologin är således ett av de viktigaste konkurrensmedlen storföretagen emellan.

Medelstora och mindre företag är som regel tvingade att följa med i IT-utvecklingen. I många fall är de direkta underleverantörer till storföretag eller offentlig verksamhet och det krävs av dem IT-tjänster av olika slag för att fullgöra sina åtaganden. En sådan tjänst som får växande betydelse är EDI (= Electronic Data Interchange). Den beskrivs och kommenteras senare.

Distansarbete med dator och teleteknik från hemmet är en flexibilitet som IT gör möjligt. Spridningen av persondatorer, telefax och telefonsvarare främjar distansarbete, liksom ett funktionsrikare digitalt telenät. Distansarbete kräver att man rent fysiskt inte behöver umgås med andra som t ex i en bank, på ett sjukhus eller i en fabrik. Kreativa yrken anges ofta som lämpliga för s k telependling. Man bör komma ihåg att kreativiteten egentligen uppstår i interaktion med andra människor. Sannolikt kommer möjligheten till att arbeta i hemmet kunna medge en mer flexibel arbetstid hos vissa yrkeskategorier. Vid rehabilitering och handikapp kan distansarbete vara en hjälp.

Det finns ett stort behov av social samvaro som man inte får genom att arbeta hemma. I hemmet finns många distraherande moment och det kan vara svårt att psykologiskt motivera sig att börja arbeta.

## **Medier – hantering**

I avsnittet utveckling har beskrivits olika medier som finns och som kommer till vår tjänst. Det viktigaste är, och kommer att vara, under överskådlig tid, pappersdokumentet i form av text och bild.

Bilden som komplement till text blir alltmer använd. Användningen av rörliga bilder, tredimensionella och holografiska likaså. Kombinationen av röst, text och bild för olika ändamål överförs digitalt mycket snabbt till alltfler platser på jorden.

*Hanteringen av dokument* är och blir en stor fråga i vårt arbete. Detta i synnerhet som tillgänglig informationsmängd ökar så snabbt. Varje företag eller annan verksamhet bör därför ha en strategi för sin dokumenthantering. Man bör då lämpligen tänka över följande moment och den utrustning som behövs för att:

- skapa
- reproducera
- transformera, ändring av innehåll och mediaform
- presentera
- kommunicera (överföra geografiskt)
- lagra och återfinna (i tid)

## EDI

Användningen av EDI (Electronic Data Interchange) ökar. Ökningen sker inom industri, handel och administration både i Sverige och i de flesta andra industriländer. Det stora pappersflöde som följer på affärsuppställningar kan i mycket ersättas av elektronisk dataöverföring.

EDI innebär att information överförs mellan datorers applikationer på ett strukturerat sätt. Genom användning av EDI kan information bearbetas automatiskt i ett system, överföras automatiskt och direkt bearbetas vidare i ett mottagarsystem utan att några manuella ingrepp krävs.

Med den ökade användningen av EDI följer legala och säkerhetsmässiga krav. Idag regleras EDI-användningen ofta av bilaterala avtal, s k "Interchange Agreements" mellan de affärsparter som utbyter EDI-information. I dessa avtal reglerar man ansvarsfördelning och säkerhetsföreskrifter. Dessutom måste man vara överens om vissa teknikval som måste göras för att möjliggöra EDI-kommunikation.

I framtiden bör sådana avtal inte vara nödvändiga. Lagar kommer att bestämma ansvarsfördelningen mellan parterna.

Lagar kommer också att ställa krav på olika typer av säkerhet. Tekniska standarder kommer att bestämma de teknikval som parterna idag måste vara överens om. När alla dessa lagar och standarder finns och följs kan man tala om öppen EDI-kommunikation.

EDIFACT står för "Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport" och är ett samlande namn på de standarder som bestämmer syntaxen för EDI. EDIFACT-standarderna är utarbetad av FN och antagen av ISO som internationell standard (ISO 9375). Standarden beskriver utseendet på basmeddelanden samt de segment och dataelement som behövs för att bygga upp meddelanden.

Det pågår ett ständigt arbete med att utveckla nya meddelanden samt att förbättra och förändra befintliga meddelanden. Detta arbete är viktigt eftersom omvärldens krav ständigt skiftar och nya användningsområden tillkommer.

EDI håller sakta med säkert på att ta över den administrativa hanteringen inom allt fler branscher. Med EDI slipper man all tidigare pappershantering – informationen skickas direkt från ett datorsystem till ett annat.

Vid tullbehandling av gods är EDI nu i bruk i stor del av industriländerna. Värdet av EDI ur logistiksynpunkt är oerhört stort. Troligen kommer EDI att användas även för dokument som inte är direkt knutna till administration av varor och deras flöden.

Vi tar en inköpsorder som exempel för några aspekter på EDI. All den tid, som tidigare har ägnats åt att exempelvis skriva ut inköpsorder, underteckna dem, kuvertera, skriva adress på kuvertet samt slutligen skicka iväg brevet med posten sparas nu genom att inköpsordern i stället skickas EDI till leverantören.

Att EDI-kommunikation sparar tid råder det ingen tvekan om. Det är inte bara tid i form av minskat hanteringsarbete vid avsändandet av en inköpsorder. Själva överföringen av informationen i sig sker betydligt snabbare då avsändande och mottagande system talar direkt med varandra. Vidare behöver man inte på mottagarsidan ägna sig åt att registrera den anlända inköpsorden – den går automatiskt direkt in i ordermottagningssystemet. Detta är naturligtvis en stor tidsvinst både för avsändare och mottagare.

Risken för att felaktiga data skall smyga sig in i systemen minskar väsentligt vid EDI-kommunikation. Detta är ytterligare en viktig aspekt, som talar för EDI-användandet.

Att införa EDI på en arbetsplats medför förändringar i sättet att arbeta. Rutiner, som tidigare var manuella, ersätts med automatik. Informationsutbytet med andra parter går fortare och säkrare. Kraven på fungerande samarbete förstärks ytterligare. Ur den anställdes synvinkel är EDI-införandet i vissa fall en befrielse från monotont arbete. De flesta personer, som arbetar med kvalificerade uppgifter inom funktioner som inköp, ekonomi, distribution etc, upplever inte registreringsarbete som särskilt stimulerande – åtminstone inte i längden. EDI-tekniken är därför ett hjälpmedel, som tar hand om dessa arbetsuppgifter.

En bra EDI-lösning är en väl genomtänkt lösning baserad på grundliga verksamhets- och teknikutredningar. Det är också en sådan lösning som vinner förtroende hos de, som skall arbeta med den. Att forcera in EDI-kommunikation som en rent tekniskt lösning i en organisation kan vara problematiskt. Det föreligger stor risk för att medarbetarna och deras behov glöms bort, vilket i sin tur kan leda till att lösningen inte blir speciellt användarvänlig.

Vad gäller den framtida utvecklingen inom området, finns det mycket som tyder på att användandet kommer att bli mer och mer entydigt. De flesta användargrupper eller geografiskt avskilda områden, som idag inte använder sig av EDIFACT-standard, tenderar att påbörja konverteringsprojekt till EDIFACT. Dessutom har ett antal samordningsprojekt tvärs över olika användargrupper börjat ta form. Båda dessa faktum pekar i samma riktning, nämligen att förståelsen för en enad inställning till EDI-verksamheten är på mycket stark fram-march. Det scenario som verkar mest troligt är därför att EDIFACT-standard så småningom helt tar överhanden, och att antalet variationer på hur denna används minskar i takt med att samarbetet olika projekt emellan ökar.

Antalet EDI-lösningar att köpa på marknaden växer. Det finns anledning att tro att de blir både mer prisvärda och mer användarvänliga med tiden. Detta beror naturligtvis mycket på att erfarenheterna inom området ökar, och att maskin- och programvaruleverantörer bygger in dessa erfarenheter i sina lösningar.

## Kontor och fabriker

Hur 90-talets företag kommer att utforma sina kontor och fabriker och vilken roll IT kommer att spela härvidlag är svårbedömt. Vi kan anta att storföretag inom respektive bransch utgör spjutspetsar och den teknologi de väljer blir vägledande och i viss mån nödvändig för de mindre företagen. Redan idag finns, vad det gäller teknologi, en hög grad av integration mellan kontor och fabrik, och denna kommer att växa.

Idag är företagens inriktning att bygga nätverk och länka dessa genom hela organisationen. Att tillhandahålla mer datorkraft på skrivborden både till handläggare, chefer och kontorspersonal. Kraftfulla programvaror köps in. Användning av elektronisk post och EDI växer.

Vad man kan förutse för inriktning för resten av 90-talet är förmodligen: En bredare användning av persondatorer och arbetsstationer med kraftfulla funktioner och stor lagringskapacitet genom optiska minnen.

Programvarorna kommer att bli allt mera sofistikerade, ger stöd till beslutsfattandet och förmedlar kunskaper.

Näten byggs ut, både de interna (LAN) och de externa (WAN), vilket ger en kraftig tillväxt i de dokumentlösa transaktionerna.

Företagen kommer att arbeta mycket med säkerhets- och tillförlitlighetsfrågor. Katastrofberedskap blir viktig, då man blir alltmer beroende av sina nätverk och datorer.

Att planera en integration av system och teknologier för hela verksamheten inklusive omvärlden blir alltmer betydelsefullt.

Nästan undantagslöst har större företag idag en plan över sina informationssystem och sin informationsteknologi, som visar mål, plattformar för teknik, ansvarsområden m m. Detta borde finnas även hos de små verksamheterna.

Som regel finns redan gjorda investeringar att ta hänsyn till. En stegvis automatisering är därför det vanligaste scenariot. Utbildning och motivation till förändringar är nödvändigt för ett bra resultat.

Det råder delade meningar om hur en snabbt växande datorisering kommer att påverka många människors arbetsvillkor. Någon debatt eller redogörelse förs inte här. Vi kan envar konstatera att frågan har såväl politiska som konjunkturmässiga dimensioner. En stor inverkan torde ha vilken utbildning som erbjuds och vilken forskning som bedrivs.

## 3.5 Informationsteknik i hemmen

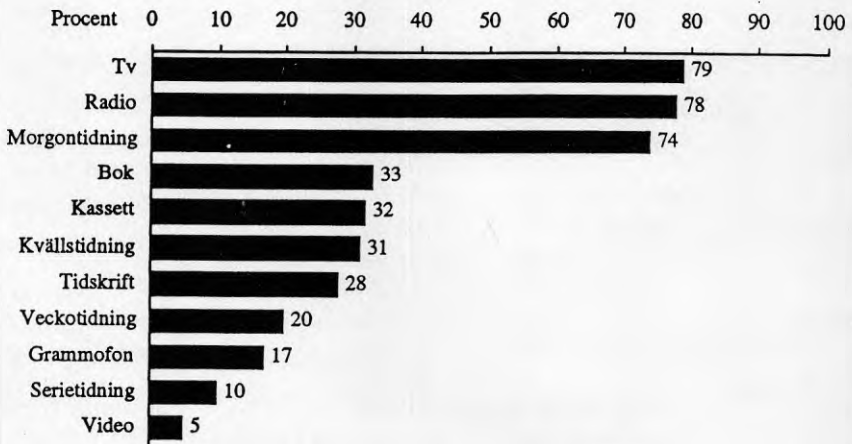
### Inledning

Till våra hem, oavsett om vi bor i större hus eller i villor, finns som regel elkraft, teledningar och möjlighet att se TV. Sättet på hur vi får in dessa tre möjligheter i bostaden varierar.

De realiseras inom hemmets väggar främst genom jack där vi proppar in våra utrustningar. Tidigare har nämnts mobilitet och persontelefon som ett exempel på nyheter. Vi får då in antenner.

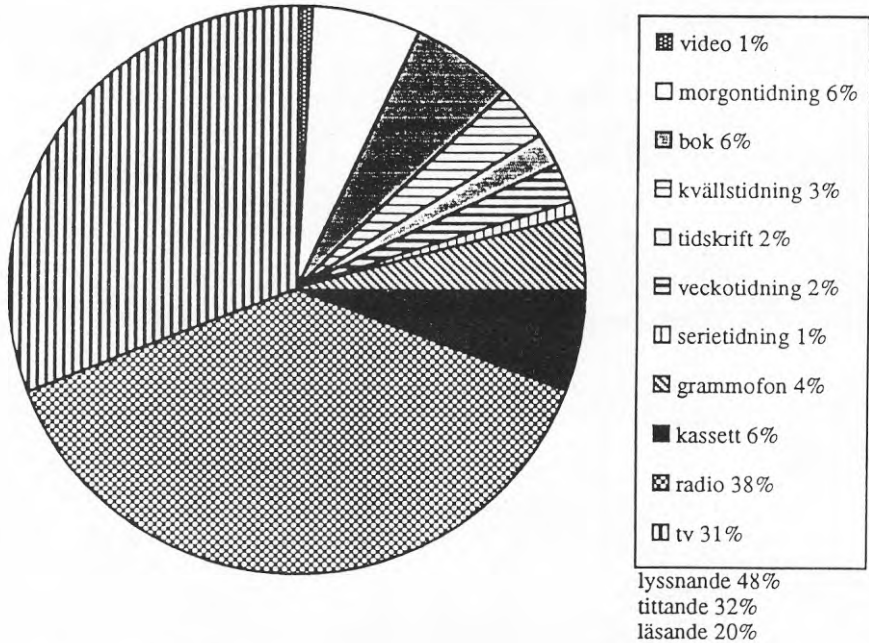
Kommunikationstekniken, dess utbyggnad och infrastrukturen där vi bor är viktig inte bara för arbetslivet utan också för bostaden. Sverige är gles befolkat och ligger i "utkanten" av Europa vilket påverkar teknikval och utbud.

Hur svensken i gemen använder massmedia idag kan figurerna 3.4:1 och 3.4:2 ge en fingervisning om.



Figur 3.5:1 – Andelen svenskar som använder massmedier en genomsnittlig dag 1990.

Källa: Sveriges Radio: Mediebarometern



*Figur 3.5:2 – Genomsnittssvensken spenderade 348 minuter på massmedier en genomsnittlig dag 1990. TV och radio svarar för 2/3 av tiden. Lyssnandet upptar nästa lika mycket tid som tittande och läsande tillsammans.*

*Källa: Sveriges Radio: Mediebarometern.*

### *Mediasektorns drivkraft*

Intresset för att utnyttja ny teknik för olika mediatjänster är uppenbart. Hittills har kostnadsbilden varit ofördelaktig för att detta skall vara en reell möjlighet för en normal användare. Med teknikutvecklingen för s k High Definition TV, HDTV, kommer möjligheter att hitta nya samverkansmöjligheter för att bygga upp distributionsnäten. Hemvideo via datanät är möjligt i en snar framtid. Informationstjänster för hemmen kan byggas upp baserat på en HDTV utrustad med "hemdatortillsats". Elektroniska telefonkataloger, bibliotek och tidningar är andra intressanta möjligheter.



## Underhållning, nyhetstjänster och privatkommunikation

IT-utvecklingen är på väg in i en fas som ger också enskilda personer tillgång till nya tjänster i hemmen eller under fritidsaktiviteter. Utbudet blir stort och några exempel kommenteras.

CD-spelarna har fått sitt definitiva genombrott. Idag börjar vanliga grammofonskivor t o m bli svåra att få tag i och gamla "evergreens" görs om till CD-skivor.

Så stor trängsel råder idag på FM-bandet över nästan hela Europa, att det dels inte finns utrymme att etablera en enda ny FM-sändare i vissa områden, t ex Stockholm, dels att mottagningskvaliteten sänks avsevärt;

Digital ljudradio kommer att ersätta dagens FM-teknik. Utvecklingsarbete pågår inom ramen för Eureka-programmet, där bl a Televerket deltar. Målsättningen är att digital ljudradio överallt med tiden skall flyttas till det nuvarande FM-bandet, detta för att underlätta och förbilliga utvecklingen av de nya kretsar dessa högradigt integrerade system kräver;

Källkodning kallas omvandling av den analoga ljudsignalen till digital signal; och kanalkodning att organisera och skydda en dataström vid överföring av analoga och digitala signaler i konventionella radiosystem.

Vi kan vänta oss bättre ljud och förmodligen flera sändare.

HDTV kallas på svenska högskärpeTV eller skarpTV. SkarpTV kommer att ha dubbla skärpan 1250 linjer mot dagens 625, ljud av CD-klass, bredare bildformat och större bildskärmar. Vi kan förvänta oss flata och därmed lätta och tunna bildskärmar. En hemmabio.

Frågom om det blir digital eller analog teknik är inte avgjord. EG har satsat stort på analog teknik och USA på digital sådan. Japan som startade utvecklingen av HDTV är för närvarande avvaktande.

De kommersiella intressena är oerhört stora. Idag finns ca 700 miljoner TV-mottagare i världen.

Standardiseringsfrågorna väntas klarlagda under 1994. Mottagararkitekturen för HDTV måste på något sätt anpassas så att TV-mottagarna långt in på 2000-talet kan ta emot nuvarande sändningar.

Den första generationens HDTV blir antagligen kontinuerligt förbättrad. Som tidigare nämnts så har bildskärpetekniken stora utvecklingsmöjligheter. Faktorer som spridning genom olika satelliter och standardens utformning inverkar på användarmängden. Redan idag talar man om VHDTV där första V-et står för "very".

Sannolikheten är stor att persondatorer kommer att öka i hemmiljö. Sett på 90-talets senare del så är följande tänkbart.

Datorns storlek bestäms av önskat blidskärmsformat och "eventuellt" tangentbord. Kombination av penna och röst kan minimera eller ersätta tangentbordet på sikt. Vikten blir några kilo. Den blir bärbar, innehåller telefaxfunktion, bättre grafik, röstkommunikation, 3D och rörliga bilder m m. Olika PC finns redan nu i så många teknisknivåer att valmöjligheterna är stora. Det mesta tyder också på att priserna fortsätter att sjunka.

TV, dator och telefon med dataöverföring ger stora kombinationsmöjligheter till att forma en personlig multimediamiljö. I böcker, tidsskrifter på mässor finns rikligt med förslag.

Vi kan med dessa mediers hjälp få ett stort urval av dagliga nyheter och vi kan använda dem för tjänster av olika slag. Program för att selektera vad vi är intresserade av finns, men måste vidareutvecklas.

Som privat kommunikation till andra människor använder vi sedan länge telefonen. Denna erbjuder alltfler möjligheter som medflyttning, återuppringning etc. Många har idag en mobiltelefon och en persontelefon, beskriven som i kapitel 2.2.6, är tänkbar i ett längre perspektiv.

Brevet är ett vedertaget sätt att kommunicera privat. Telefaxanvändning i hemmen ökar förmodligen. Möjligheterna till redigering av text och bilder är stor och överföringen är snabb. Frågan är hur mottagaren telefax och hur det med integriteten.

## Konklusion

I en tidigare rapport, System och komponenter R 27:1992, beskrivs hur hus och byggnader kan förses med datorsystem och elektronik för styrning och övervakning. Såväl konkreta exempel som mer futuristiska aspekter är medtagna.

Det framgår klart att det är i byggnader avsedda för arbetsplatser som ny och avancerad teknologi får sin introduktion. Här är det ekonomiska incitamentet starkast.

Hemmen kommer naturligtvis att påverkas av en utbyggd infrastruktur. Alltmer optofiber, satellit- och radiokommunikation kommer till och in i husen där vi bor.

Prispolitiken blir en väsentlig faktor för införande av ny teknik. När nuvarande ekonomiska lågkonjunktur vänder kan det därefter ta många år innan god tillväxtkraft finns för inköp av kapitalvaror till hemmen.

Framtiden kommer att påverkas men inte bestämmas av teknikutvecklingen. Under lång tid har teknikerna haft drömmar om kommunikationstjänster, information och utbildning i hemmen, energihushållning, funktionskontroll etc. Allt detta har varit tekniskt möjligt och ekonomiskt försvarbart, men har ofta avvisats av samhället. Man har förutspått minskat resande och förflyttning av arbete till hemmet. Även här har resultatet varit klen och de sociala faktorerna som talat emot har varit starkare.

Viktiga andra bedömningsfrågor är teknikens sårbarhet och integritetsnivå.

Hur utfallet blir, rörande IT i hemmen, under senare delen av 90-talet kan inte bedömmas 1992.

## 3.6 Vård

### Bakgrund

Avsikten är att belysa informationsteknologins användning och betydelse inom vården.

Engelsmannen Tim Benson skriver i sin bok *Medical Informatics*: Under 1860-talet var Florence Nightingale en av de första som försökte mäta resultatet av vård på sjukhus. Hon gjorde det i formerna:

- Relived
- Unrelived
- Died

Hennes klassificering användes som rutin på många utbildningssjukhus i hundra år men sedan 1960-talet registreras som regel endast dödligheten. Naturligtvis finns många undersökningar relaterade till specifika sjukdomar.

IT fick sitt tillämpningsgenombrott i början av 70-talet och hur dess möjligheter kommer att användas beror på många faktorer, inte minst ekonomiska och politiska.

### Landsting och kommuner

Ordet landsting användes redan under medeltiden. Det vi menar med landsting idag inrättades 1862, då en stor översyn av det lokala självstyret gjordes. De första åren arbetade landstingen mest med frågor som rörde jordbruk, men snart tog de på sig ansvaret för sjukvården. 1928 fick landstingen för första gången, genom en sjukhuslag, en skyldighet att ge sjukvård åt sina invånare. Det finns 23 landsting i Sverige.

Landstingen har fått riksdagens uppdrag att ansvara för hälso- och sjukvården. Uppdraget innefattar förebyggande vård och sjukvård. Landstingen svarar också för tandvård genom folk-tandvården. En stor del av utbildningen av personal till vården står landstingen för. Läkar- och tandläkarutbildningarna är dock statliga.

Hälso- och sjukvården utvecklas i snabb takt. Mycket som för några år sedan var en omöjlighet görs nu dagligen. Undersöknings- och behandlingsmetoder blir bättre och fler och svårare sjukdomar lindras eller botas.

Hälso- och sjukvården indelas i primärvård, länssjukvård och regionsjukvård.

Vårdcentraler, barna- och mödravårdcentraler, sjukhem och distrikssköterskemottagningar, alltsammans är delar av primärvården. Primärvården skall arbeta för befolkningens hälsa inom ett bestämt område, med rätt att hänvisa, remittera, till länssjukvården. Inom primärvården tar man hand om lindrigare sjukdomar och skador. Dessutom arbetar man förebyggande, bland annat med hälsouppllysning och vaccinationer.

För sjukdomar som kräver behandling på sjukhus, finns läns- sjukvården med läns- och länsdelssjukhus.

Också den psykiatriska vården hör till länssjukvården. Numera bor patienterna i allt större utsträckning i sina egna hem och besöker vårdcentralen eller sjukhuset för hjälp och behandling.

Ovanliga och komplicerade sjukdomar behandlas inom regionsjukvården. Landstingen samarbetar i sex sjukvårdsregioner, var och en med minst ett regionsjukhus. På regionsjukhusen utbildas läkare och där bedrivs forskning.

Äldre- och handikappvården är numera överförd till kommunerna. Denna reform har fått beteckningen *Ädelreformen*. Regeringen gav 1991-09-12 Socialstyrelsen i uppdrag att under fem år utvärdera reformen.

De förändringar som Ädelreformen medför kan beskrivas kortfattat i fem moment. Kommunerna får ett samlat ansvar för äldre- och handikappomsorgen genom:

- skyldigheten att inrätta särskilda boendeformer för äldre och handikappade
- skyldigheten att inrätta dagverksamheter för äldre och handikappade
- skyldigheten att erbjuda viss hälso- och sjukvård
- tillhandahållande av vissa hjälpmedel
- möjligheten att överta ansvaret för hemsjukvården

## Boende

Sedan tidigare har kommunerna ansvar för att bygga och driva bostäder med gemensam service som ålderdomshem och servicehus. Nu utökas detta till att även omfatta alla särskilda boendeformer för äldre långtidssjuka människor och personer med ålderdemens. Dessutom får kommunerna ansvar för bostäder med särskild service för människor med svåra rörelsehinder och personer med psykisk långtidssjukdom. Kommunerna tar också över de lokala sjukhemmen, vilka i fortsättningen räknas till de särskilda boendeformerna enligt socialtjänstlagen. Genom Ädelreformen vidgas vidare kommunernas ansvar till att omfatta dagverksamheter. De skall fungera som ett komplement till annat stöd i boendet.

## Privat vård

Den privata vården med dess olika möjligheter kommenteras inte. Deras relation till IT förutsätts vara i grunden lika den offentliga.

## Spri

Spri = Sjukvårdens och Socialvårdens Planerings- och Rationaliseringsinstitut. Detta institut är gemensamt för landet och bedriver en omfattande verksamhet med stor anknytning till IT. Vid utformningen av sin verksamhet har det tidigare nämnda IT-2000-förslaget beaktats.

I Spris verksamhetsavtal för perioden 1993-95 anges att Spri skall koncentrera sitt arbete på följande områden

- Kvalitet, effektivitet och produktivitet inom vården
- Informationssystem och datorisering inom vården

Spri har tolkat detta som att informationssystem och datorisering skall betraktas som medel för att nå det övergripande målet, nämligen kvalitet, effektivitet och produktivitet inom vården.

Vidare anges att Spri bör sträva efter att fungera som ett s k kompetenscenter för kunskapsspridning och erfarenhetsförmedling på området medicinsk informatik. Enligt CEN/TC 251 definieras:

**MEDICINSK INFORMATIK** omfattar metoder och system för hantering av alla slag av information och kunskap inom hälso- och sjukvårdsverksamhet. Häri inbegrips såväl metoder att representera, insamla, lagra, bearbeta och presentera informationen, som sätt att programmera datorer och utbyta information mellan dessa.

Viktiga uppgifter för Spri när det gäller informationssystem och datorisering är i sammandrag följande:

*Projekt: Informationssystem och datorisering i vården*

#### *Aktiviteter*

- 1 Medverka i utveckling av datorjournalssystem som även kan fånga data för uppföljning av resursinsatser och effekter (kvalitet)*
- 2 Verka för ökad säkerhet, sekretess och integritet i sjukvårdens informationssystem*
- 3 Kunskapsförmedling från AIM (Advanced Informatics in Medicine) och CEN-projekt inom området medicinsk informatik*

Bland Spris verksamhet finns vidare *DRG-information och kunskapsförmedling*. DRG = Diagnosrelaterade grupper. Man prövar bl a det amerikanska DRG-systemets användbarhet på svenska data och i svensk miljö.

*Standardisering* sker genom SIS-HSS (se 4.1) vilken är en ideell förening där Spri är en av deltagarna. Som exempel kan nämnas projektet: Nationell medicinsk och vårdadministrativ termdatabas. Elektroniska patientkort är ett annat exempel på en standard som bearbetas.

Inom en organisation som Spri där lagring, sökning och spridning av kunskap är vital behövs en god biblioteksservice. En sådan finns.

## Äldrevård och handikappade

Svenska kommunförbundet har uppdragit åt Spri att i samverkan med förbundet studera fyra aspekter på kommunernas äldre- och handikappomsorg, nämligen:

- Beskrivning och analys av sjukhemmens roll och framtagning av underlag för lokala analyser av kostnad/nytta av olika alternativ.
- Omsorg 2000. Visioner om den framtida äldreomsorgen.
- Ekonomiskt och personligt stöd till närstående insatser i samband med vård i hemmet.
- Kartläggning av vilka metoder för kvalitetssäkring som är användbara inom kommunal omsorg.

I Bygghörsningsrådets rapport R27:1992, System och komponenter finns exempel på servicehus och trygghetssystem. Där ges synpunkter på val av system, trygghetstelefoner, larmmotagare, personsökare, virrlarm och teleanslutningar.

Samverkan mellan forskning i medicin, sociologi och IT bör kunna ge resultat i form av bättre hjälpmedel för äldre.

Med åldern drabbas de flesta mer eller mindre av funktionsnedsättningar.

En speciell grupp är barn och de som är i arbetsför ålder.

IT kan i vissa avseenden spela en stor roll och vara till hjälp.

I Teldoks rapport 72 1991, Telematik och handikapp i arbetslivet, finns 20 praktikfall dokumenterade. Rapporten visar hur olika hjälpmedel kombinerats och illustreras med ett omfattande bildmaterial.

## Möjligheter

Trenden att datorerna hela tiden blir mindre, billigare och mer kraftfulla kommer att fortsätta. En viktig följd av denna miniatyrisering är att det har blivit möjligt att förse komplicerade

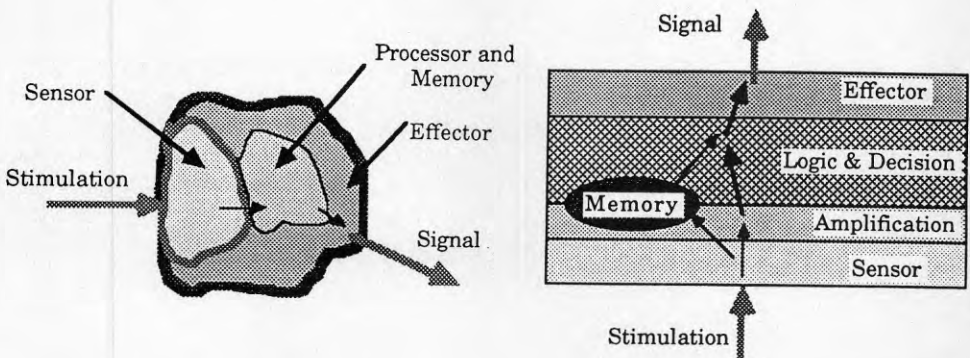


medicintekniska utrustningar med mikroprocessorer och minneskapacitet. Information från flera instrument, t ex kopplade till en patient på en intensivvårdsavdelning, kan via en standardiserad databuss överföras till ett gemensamt lagringställe för klinisk patientdata.

Möjligheten att koppla samman flera datorer och kringutrustning via lokala nätverk med hög överföringshastighet har stor inverkan på hur moderna informationssystem utvecklas. Tidigare har personalen behövt samla informationen från många olika ställen för att få en komplett bild av en patients tillstånd. Numera finns det tekniska lösningar som tillåter personalen att både hämta, skicka och bearbeta data om en patient från ett och samma ställe, t ex från en arbetsstation i anslutning till sjuksängen.

Förbättrad dataöverföring via telenätet gör det möjligt för läkare att från praktiken koppla sig direkt till sjukhusets informationssystem. I de fall då detta inte är möjligt kan man i framtiden använda sig av elektroniska patientkort. På sådana kan data om patienten lagras. Vid sjukbesök läser läkaren av intressant information och lagrar ny information.

Kombination av nya material, elektronik och programvara kan resultera i exempelvis sensorer med stora möjligheter. Figur 3.6:1 kan illustrera en princip att imitera en del av naturen.



Figur 3.6:1

Utveckling inom bild- och grafikområdet kommer metoder som röntgen, datortomografi och magnetresonanstomografi till nytta.

Användning av virtuell teknik inom forskning, utbildning och vård är andra möjligheter.

Överföring av text, bild och ljud via olika media är nämnd. Infrastrukturen har stor inverkan på möjligheterna.

EDI tillämpas inom vården och dess användning kommer troligen att växa.

Liksom inom andra sektorer, så kommer integritet och sekretess att vara väsentliga och ständiga frågor.

## 3.7 Transporter

### Inför 2000

Enligt några bedömare kommer behovet av transporter att öka med ca 50 % under en tio års period. En av orsakerna till denna dramatiska ökning är etablerandet av den öppna europeiska marknaden som förväntas leda till en väsentligt ökad handel. I samband med att handeln i Europa liberaliseras kommer också transportbranschen att avregleras. Vad denna avreglering kommer att innebära vet ingen idag.

Mycket tyder dock på att avregleringen kommer att leda till en hård konkurrens för de båda transportslagen lastbil och flyg. För järnvägens del är dock framtiden mer oviss. Det är möjligt att produktionskostnaderna inom de olika järnvägsförvaltningarna i Europa kan komma att minska om konkurrensen ökas. Det är också troligt att det kommer att ske en överflyttning av godsflöden till järnväg från vägbaserade transporter p g a den ständigt ökade trafikintensiteten i Centraleuropa i kombination med åtgärder för en förbättrad miljö.

När transportmarknaden, dvs väg-, flyg- och järnvägstransporterna, i USA avreglerades ledde detta till stora prissänkningar samtidigt som servicen i form av turtäthet, transporter till mindre orter m m inte förändrades nämnvärt. Konkurrensen blev stenhård inom både flyg- och vägtransporter vilket ledde till stor utslagning av bl a många flygbolag.

Med tanke på den hårdnande konkurrens som väntar är det viktigt att transportföretagen rationaliserar sin verksamhet. Informations- och kommunikationstekniken utgör två mycket viktiga komponenter i dessa strävanden mot en högre effektivitet. Många transportföretag, kanske framför allt de mindre, tycker emellertid att det medför allt för höga investeringar att arbeta med moderna informations- och kommunikationssystem. Det har dock visat sig i undersökningar, bl a utförda i samband med utvärderingen av Fleet-projektet, inom EGs forskningsprogram DRIVE, att de företag som arbetar med dessa tekniker nästan uteslutande uppger att pay-off tiderna för dessa informationssystem är förvånansvärt korta. Även relativt små företag har kunnat visa upp avsevärda rationaliseringsvinster genom att börja arbeta med avancerade datasystem i sin operativa verksamhet.

Karakteristiskt för det ökade transportarbetet är att sändningsstorlekarna sannolikt minskar samt att värdet på de transporterade varorna ökar. I och med att transportbehovet kan förväntas öka är det därmed inte sagt att antalet landbaserade fordon blir så mycket större. Fyllnadsgraden är idag låg såväl för lastbilar som godsvagnar. Detta är en utmaning för transportbranschen och talar för ytterligare bruk av IT.

## Behov och flöde

Det grundläggande behovet hos transportköparna idag är att skapa så effektiva materialflöden som möjligt. Målet är att binda så lite kapital som möjligt i sin verksamhet och samtidigt upprätthålla en hög effektivitet. På senare tid har denna strävan givit upphov till att företagen i allt högre utsträckning tar bort sina regionala lager och koncentrerar sin verksamhet till ett eller några få centrallager. Denna trend har i sin tur lett till ett ökat transportarbete mätt i fordonskilometer.

Kundernas grundläggande transportbehov kan delas upp i två delar:

- 1 Transporter av insatsvaror för vidareförädling hos mottagaren.
- 2 Transporter av färdigförädlade varor som skall levereras till slutkund.

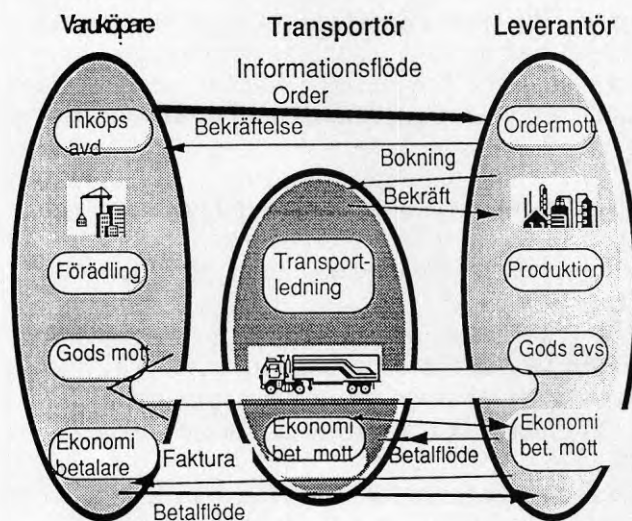
Utöver dessa grundläggande behov hos transportköparna tenderar företagen idag att i så hög grad som möjligt koncentrera sig på sin kärnverksamhet. Företagen strävar alltså efter att inte sätta av resurser och binda kapital i sådant som inte har en direkt koppling till deras kärnverksamhet.

Om man ser på de två grundläggande behoven så finns det för närvarande en förhärskande trend, att företagen i högsta möjliga utsträckning undviker att lagra sina insatsvaror för att på så vis minska sina kapitalkostnader. I stället organiseras inflödet av varor på så sätt att varorna anländer i princip i det ögonblick då de behövs, inte senare och helst inte tidigare heller. För denna form av transporter är tidsprecisionen mycket viktig.

Beträffande det andra av de två grundläggande transportbehoven så skall transportföretagen primärt hjälpa transportköparna i deras strävan att alltid se till att de färdigförädlade varorna finns tillgängliga på marknaden. Tillgängligheten på marknaden ser ut att bli av allt större betydelse. Detta beror främst på att varorna där generellt blir allt mindre unika, det går fort att kopiera nyheter. Effekten av detta är att om en vara inte finns till hands när ett behov har väckts hos kunden så väljer kunden ett annat märke i stället. Även i detta fall eftersträvar naturligtvis transportköparna att arbeta med så små lager som möjligt. Transportföretagets uppgift blir därför att hjälpa transportköparna att hålla nere lagren genom hög tillförlitlighet i transporter, eftersom transportköparna där "vågar" arbeta med mindre lager och samtidigt kan upprätthålla hög tillgänglighet.

När det gäller trenden att företagen koncentrerar sig på sin kärnverksamhet så innebär det att transportköparna skulle kunna vara intresserade av att låta andra företag ta hand om lagring, viss paketering och märkning av varor. Det naturliga är då att låta transportföretagen ta hand om dessa tjänster då de också står för slutlig distribution till kund. Flera större företag har redan börjat utnyttja denna typ av tjänst.

De funktionella sambanden i de dagliga varu- och informationsflödena kan mer i detalj ses i figur 3.7:1.



Figur 3.7:1 – Sambanden i informationsflödena

När man läser bilden ser man pilar som illustrerar informationsflödet mellan varuköpare och leverantören.

## **Roller**

Rollfördelningen inom en bransch påverkas kontinuerligt av vad som sker inom branschen och dess omvärld.

Transportköparnas krav på transporter idag och framöver kan grovt sammanfattas som hög leveransprecision, sänkta transportkostnader, hög kvalitet och ett bredare tjänsteutbud. Detta kommer troligen att leda till en högre grad av differentiering av transporterna beorende på varuvärde och angelägenhetsgrad.

Dessa tendenser hos transportköparna i kombination med många andra omvärldsförändringar kommer att leda till en ny rollfördelning inom transportbranschen. Det talas idag om att transportföretagen måste vara stora och helst också äga alla ingående resurser som tas i anspråk i transportprocessen. Troligen kommer det att ske en viss utveckling i denna riktning men det är inte entydigt så att företagen borde satsa på dessa strategier.

Exempelvis expressgodsoperatörerna som konsekvent har utfört sina transporter med en produktionsapparat som de till stor del själva äger, överväger att börja utföra delar av sina transportuppdrag på de snabbtåg som byggs upp i Europa. Detta skulle innebära att dessa företag frångår principen att använda sig av transportmedel som de kontrollerar till hundra procent.

På grund av kapacitetssituationen på vägarna i Europa står troligen sjöfarten inför en renässans. Speciellt talas det mycket om möjligheterna att utveckla kustsjöfart och kanal- och flodtrafik.

Både den lastbilsbaserade trafiken och flygtrafiken kommer troligen att drabbas av miljöpålagor i en eller annan form vilket talar för en positiv utveckling av både järnvägen och sjöfarten.

Dessa förändringar beträffande transportlagens förutsättningar kommer naturligtvis att ställa nya krav på både transportföretagens och transportköparnas distributionsstrategier.

Helt klart kommer en effektiv informationshantering att få avgörande betydelse för transportföretagens framtida framgångar. Speditörernas roll i denna informationshantering kan ta sig lite olika former beroende på vad de väljer för strategi.

Speditörernas traditionella affärsidé består i att de har kunskap, affärskontakter och system, som kunderna inte har möjlighet eller råd att hålla sig med själva. Endast stora transportköpare håller sig med en egen speditiionsenhet. Även sådana företag utnyttjar externa speditörer för vissa funktioner och/eller marknader. Ju effektivare speditörerna blir, desto mindre benägna blir kunderna att skaffa egen kompetens inom spedition.

Speditörernas roll kommer troligen att bestå men de kommer bli tvungna att utveckla sina informationssystem för att inte tappa marknad till andra transportproducenter. Om inte speditörerna utvecklar sina informationssystem rätt och erbjuder kringtjänster i kombination med dessa system så kan de bli hotade av rena informationshanterare och förmedlare såsom WAN-leverantörer.

### *Informationsteknikens betydelse för rollfördelningen*

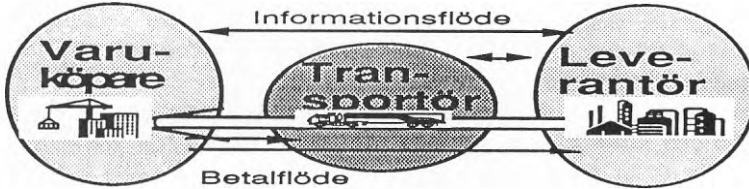
Flera av de stora datortillverkarna och teleoperatörerna i världen opererar idag datakommunikationsnät som är världstäckande. I stort är dessa nät fortfarande enbart informationsförmedlande. Vissa av företagen håller dock på att utveckla kringtjänster till den rena informationsöverföringen. Och eftersom just transportbranschen är så informationsintensiv har bl a denna bransch hamnat i fokus för utvecklingen.

Teoretiskt skulle dessa operatörer av informationsnätverk kunna överta en del av speditörernas roll i informationshanteringen. Därför är det viktigt att speditörerna utvecklar system och kringtjänster som gör deras erbjudande till marknaden mer attraktivt än dessa rena informationsförmedlares tjänster. Här kommer det säkert vara av stor betydelse att kunna erbjuda kunderna tjänster som på olika sätt, både hanterings- och informationsmässigt, effektiviserar deras logistikkedja.

## Nya tekniker

IT kommer att erbjuda transportbranschen nya tjänster och möjligheter under 90-talet. Nedan ges ett tänkbart scenario om förhållandena omkring år 2000 (Källa: Teldok nr 64).

*I början av 2000-talet (år 2000-2005)*

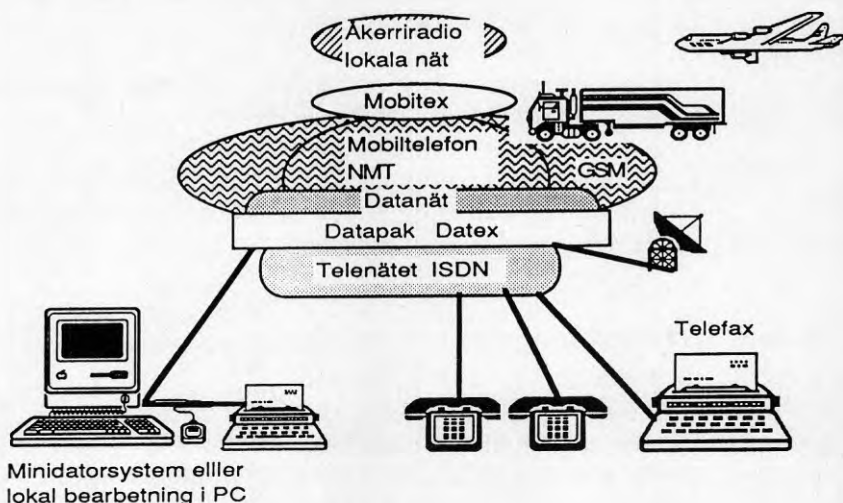


*Figur 3.7:2 – Bilden visar att avstånden i kedjan, från köp till betalning har krympt i början av 2000-talet.*

### **Köpare och leverantör använder följande hjälpmedel:**

Köparen sänder merparten av sina order enligt Edifactstandard och kommunikation via Datapak. Speciellt värdefullt är detta för småföretag eftersom programvara nu finns allmänt spridd för PC. Genom att köparen även har internationella kontakter kan han göra utvärderingar och köp med hjälp av Edifact.





*Figur 3.7:3 – Telehjälpmedel i början av år 2000. Genom billiga program som standardiserats enligt Edifact till datorer och PC som är enkla att använda, ges möjlighet att kommunicera med andra utan speciella avtal.*

Köpare, transportör och leverantör använder nu även snabbfax för att sprida information.

Köpare och leverantör provar nya möjligheter för datakommunikation i det allmänna digitala telefont nätet (ISDN). ISDN innebär integrering av olika tjänster i det digitala telefont nätet. De ser nyttan med ISDN för småföretag eftersom merparten av det lilla företags blandade behov av telefon och datatrafik kan täckas in i ett enda abonnemang. Till exempel möjlighet att ha två telefonsamtal samtidigt som man utväxlar datatrafik.

Leverantören har flexibel produktion helt styrd av inkomna order. Endast minimala varulager är nödvändiga.

Transportören har funnit effektiva stöd för sin transportplanering och -ledning. Han använder flitigt Mobitex, NMT samt mobiltelefonsystemet GSM som har Europatäckning. I många fordon finns det utrustningar för flera system beroende av yttäckning och kostnadsbild.

Satellitkommunikation börjar få betydelse för transporter till Europa, Öststaterna och Nordafrika.

Var godset finns i transportkedjan kan beräknas genom positionssystem och ADB-stöd.

En transportör kan erbjuda flexibla transporter med full insyn i stödlösningar från kunden genom dator-dator-kommunikation så att man kan följa sitt eget gods.

## Europeiskt forskningssamarbete inom informationsteknologi och vägtrafik

EG-kommissionen har lanserat ett antal FoU-program. Man kan konstatera att de flesta har kopplingar till andra program inom t ex industrin och att det är mycket svårt att få en total överblick inom området. EGs FoU-program innebär att kommissionen satsar i regel 50 procent av forskningsinsatsen. Här följer de viktigaste projekten.

### EG-projekt och gemensamma organ

- Cost *European Cooperation in the fields of Scientific and Technical Research.*  
Europeisk samverkan för vetenskaplig och teknisk forskning. Cost är ett organ för samordning av FoU mellan 19 medlemsländer dvs EGländerna plus ytterligare 7 länder. Man strävar efter att genom tillämpad forskning uppnå högre nationell effektivitet.
  - Race *Research and Development in Advanced Communication.*  
Forskning och utveckling i avancerad telekommunikation. Race avser framtagandet av standard och användning av bredbandskommunikation som även kan omfatta mobil kommunikation.
  - Drive *Dedicated Road Infrastructure for Vehicle Safety in Europe.*  
Speciell väginfrastruktur för fordonssäkerhet. Projektet syftar till högre effektivitet och säkerhet i trafiken.
- Industrisatsningar i Europa.
- Eureka *Är ett organ för forskning inom Europa med deltagande från främst industrin. De viktigaste projekten redovisas här översiktligt:*
  - Prometheus *Programme for European Traffic with Highest Efficiency and Unprecedented Safety.*  
Projektet syftar till högre effektivitet och säkerhet i trafiken.

- Transpolis *Concept for Centres of Trade and Transport.*  
Koncept för handels- och transportcentra. Projektet avser utveckling av ett informationsnätverk med databaser (över t ex tidtabeller) för transportsektorn som binder samman fysiska distributionscentra i Europa.
- Carminat *System for Acquisition, Transmission, Processing and Presentation of Information to Improve the Safety of the Driver and to make Trips Easier and more Efficient.*  
System för inhämtande, överföring, behandling och presentation av information för att förbättra säkerheten för föraren och att göra resorna lättare och effektivare. Projektet syftar till att förbättra säkerheten och servicen samt effektiviteten för vägtrafiken genom användning av elektronisk fordonslokalisering.
- Atis *Tourist Information System.*  
Turistinformationssystem. Utveckling av databas med turistinformation.
- Tele-Atlas *Electronic Publishing of Cartographic and Geographic databases.*  
Elektronisk publicering av kartritning och geografiska databaser. Nationella databaser över geografiska, topografiska, trafikrelaterade och ekonomiska data.
- Demeter *Digital Electronic Mapping of European Territory.*  
Standard för digitala kartdatabaser lagrade på CD-skivor.
- Roadacom *Road Applied Data Communication.*  
Vägapplicerad dator-dator-kommunikation. Avser utveckling av yrkesfordonsbaserat system för datainsamling med automatisk överföring av förar- och logistikinformation samt fordonets lokalisering. Systemet avses täcka Europa och norra Afrika.
- Amadeus *Boknings- och betalsystem för resenärer av alla typer av service som biljettköp, biluthyrning och hotellbokning.*
- Locstar *Radiolokalisering med hjälp av satelliter.*
- Europolis *New Intelligent Control and Management System to Aid Urban and Interurban Traffic and Advanced Metropolitan Information Control and Monitoring.*  
Nytt intelligent kontroll och stödsystem för vägtrafik med avancerad kontroll och övervakning med stadsinformation. Projektet avser datastöd med expertsystem, AI för att åstadkomma förbättringar inom vägfiken.
- Logimax *Avser utveckling av nästa generations elektroniska informations- och transportnätverk i Europa för att minimera logistikkostnaderna.*

Sverige medverkar mycket aktivt i såväl FoU-samarbetet som i den omfattande standardiseringen. De ovan nämnda projekten har också en global anknytning som i första hand kan relateras till IT.

## 3.8 Elektronik och miljö

### Allmänt om miljön

Som bärare av såväl den analoga som digitala informationen utgör elektroniken det viktigaste elementet i en anläggning med hög informationsteknologisk kapacitet. Snabbhet och säkerhet måste känneteckna en funktionsduglig installation, om än de båda kraven kan vara motsatta. Det gäller både ledningsbunden och trådlös överföring.

De senaste åren har kännetecknats av såväl en stark utveckling av elektronikkomponentfloran, som framgår av föregående avsnitt, som strävan att behärska de elektronmagnetiska fenomenen i samband med överföringen. Det sista beror på de nya normerna med höga krav, vilka den nya "inre EG-marknaden" kommer att ställa (Effektivt från och med 1993, fast officiellt från 1992).

Fenomenen med elektromagnetisk strålning är såväl effekt- som frekvensberoende. De går under samlingsbeteckningar såsom EMC (elektromagnetisk kompatibilitet), EMI (elektromagnetisk interferens) och ESD (elektrostatisk urladdning). Dessa områden finns utförligt behandlade i litteraturen, se t ex Bygghälsöversynens rapport R17:1991. En översiktlig genomgång kommer emellertid att sammanfatta huvuddragen av fenomenologin hos den elektromagnetiska överföringen. Två aspekter berörs. Immuniteten mot eller känsligheten för inkommande störande elektromagnetisk strålning är den för användaren viktigare egenskapen. "Strålningsläckage" eller emission från den egna utrustningen kan innebära störning av andra kommunikationssystem i omgivningen (TV-apparater, mobiltelefoner, satelliter etc).

Tabell – Frekvensområden i olika tillämpningar (Hz)

1 Hz = 1 period/sekund

Elkraftnätet	50	Hz
Stereoanläggning	20–20000	Hz
AM-radio (Motala)	189	kHz
Privatradio, plastvetsar	27	MHz
TV-kanal (TV 1)	65,25	MHz
FM-radio (P3)	99,3	MHz
TV-kanal (TV 2)	487,25	MHz
Mikrovågsugn	2,45	GHz
Satellit-TV	11,140333	GHz
Telekommunikation	–	MHz – GHz

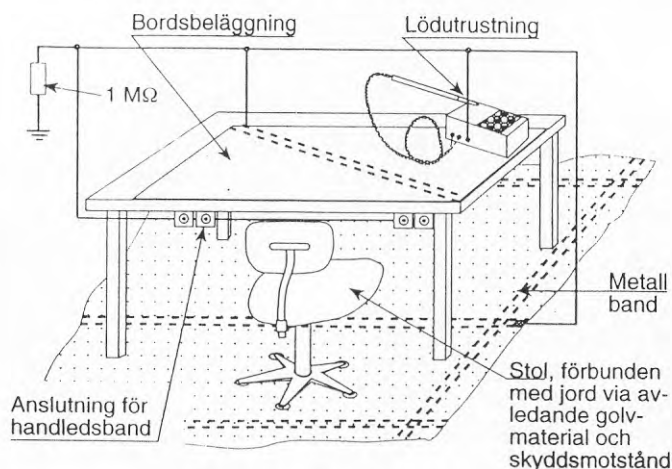
## ESD-störningar

I detta sammanhang är ESD-orsakade störningar dels ledningsbundna, kommer via matningsledningar, dels elektromagnetiska pulser orsakade av urladdningar från personer, möbler och andra föremål var som helst i omgivningen eller direkt mot elektronikapparater.

Elektrostatisk skärmning och jordning av utrustningar är alltså av nöden. De ledningsbundna störningarna filtreras bort. Inverkan är av två slag. Utrustningar (komponenter) degraderar med funktionsförsämring eller den överförda informationen förändras. Datorer är särskilt känsliga i detta hänseende! Vid reparationer, förändringar eller utbyggnader av installationer tillämpas särskilda föreskrifter gällande nödvändiga skyddsåtgärder. Universalmedlet härvid är ett "armband" i ledande kontakt med operatörens hud och via ett motstånd ( $\approx 1 \text{ M ohm}$ ) förbundet med jord. Detta hindrar att operatören uppladdas till skadlig nivå.

En annan metod är att använda ledande golv (vanligt i datorhallar och telefonstationer). Detta innebär att golvmaterialet är svagt ledande och förbundet med jord. Härvid måste personalen bära avledande skor, som ger kontakt mellan kropp och underlag. En allmän åtgärd är att höja den relativa luftfuktig-

heten (tillåten nivå utan korrosionsrisk är 50-55 %), vilket försvårar uppladdning av ytor genom ett bildat tunt vattenskiikt. Om möbler och andra föremål i omgivningen behandlas på motsvarande sätt nedbringas frekvensen av elektrostatiska urladdningar väsentligt. Sådana urladdningar är ofta mer skadliga än dylika från personer! För att åstadkomma denna verkan används s k antistatmaterial, d v s särskilt behandlat material, som motverkar laddningsuppkomst och avleder på ett icke skadligt sätt eventuell uppkommen laddning. Vissa av materia- len har också en skärmande verkan mot elektrostatiska fält. Behandling av ytor med antistatsprejer kan också användas för temporära ändamål. "Mjuka" mattor bör undvikas, om de ej gjorts antistatiska (eventuellt genom sprejning). Jonisatorer som bildar positiva och negativa joner kan neutralisera upp- komna laddningar, t ex på en datorskärm.



Figur 3.8:1 – Exempel på utförande av en ESD-skyddad arbetsplats

Inverkan av elektromagnetiska pulser från urladdningar, s k indirekt ESD, testas enligt en särskild norm, IEC 801-2 med stipulerade krav. Urladdningar direkt mot apparatur kan skada komponenter som vanligen är monterade på "kort". Råd och anvisningar finns därför till undvikande av skador. Exempel på dylika råd är följande anvisningar:

Allmänt gäller att för kortmontering av komponenter är flerlagriga kort att föredra (alltså minst två lager, helst flera).

Man skall undvika att skapa stora loopar, t ex för signaler mot jord, liksom för matningsspänningen. Dessa spänningar bör också återföras genom varandra närliggande ledningar mot jord.

Störningsfri jord kan åstadkommas genom jordplan eller stora kopparskivor.

Allmänna skyddsåtgärder mot ESD finns utarbetade i den nya CECC 00 015/1 normen, numera Europanorm EN 100 015-1. Ytterligare kommer särskilda normer för "utrymmen med låg relativ fuktighet (< 20 %)", "renrum" och "utrymmen med höga spänningar (> 1250 V växelström och 2500 V likström)".

### **Inverkan genom kontinuerlig elektromagnetisk strålning**

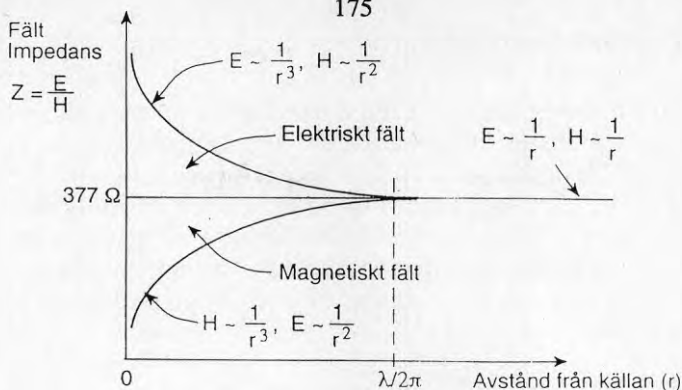
Den elektromagnetiska karaktären hos ett informationsteknologiskt system benämns EMC (Elektromagnetic Compatibility). I detta ingår såväl immunitetsegenskaper som störförmåga genom "läckande" strålning. Denna har en elektrisk och en magnetisk komponent, varav den senare har hög genomträngningsförmåga och kan vara svår att avskärma. Det vanligaste är dock att avskärmning används, varigenom båda effekterna dämpas. En annan aspekt är att minska "antennverkan". Från loopar på korten, alltså måste som vid ESD denna minimeras, t ex genom att dra parallella ledningar med motsatta strömriktningar och göra "lerpytor" små. För kortlayout kan följande regler ges, bl a som exempel att förbättra EMC:

- Blanda aldrig analoga och digitala kretsar. Använd också skilda jordledningar vid blandade tillämpningar. Använd breda jordledare (bredd/längd  $\geq 0,25$ , om möjligt).
- Utnyttja ett väl ledande och brett jordplan, om möjligt i flerlagerteknik.

- Särskild uppmärksamhet må ges en omsorgsfull layout och placering av känsliga komponenter, snabba kretselement och avkopplingskondensatorer.
- Använd "en-punkts-jordning" till metallchassin för att undvika "kortslutna" dipoler ("folded dipoles"). Ett chassis skärmningsverkan kan upphävas av en "avstämd" dipoleffekt!
- Koppling mellan apparatdelar måste ligga utanför det magnetiska fält som komponentkorten alstrar.
- Undvik bildning av loopar på korten. Signaler, "klockor", effektfördelning, jordreferensledningar bör ej "omsluta" kortet!
- Begränsa loopytorna, om de överhuvudtaget måste finnas. Använd ett jordplan för att kortsluta en krets magnetfält.
- Klockledningar och andra kritiska ledningar bör åtföljas av en jordningsledning längs hela längden.
- Källor till höga HF-och RF-strömmar, såsom mikroprocessorer, linjematare, oscillatorer, klockor m m bör anslutas till DC-försörjningsledare, enbart medelst RC- eller LC-filter, för att undvika igångsättning av parasitresonanser, orsakade av ledningsinduktanser och avkopplingskondensatorer.

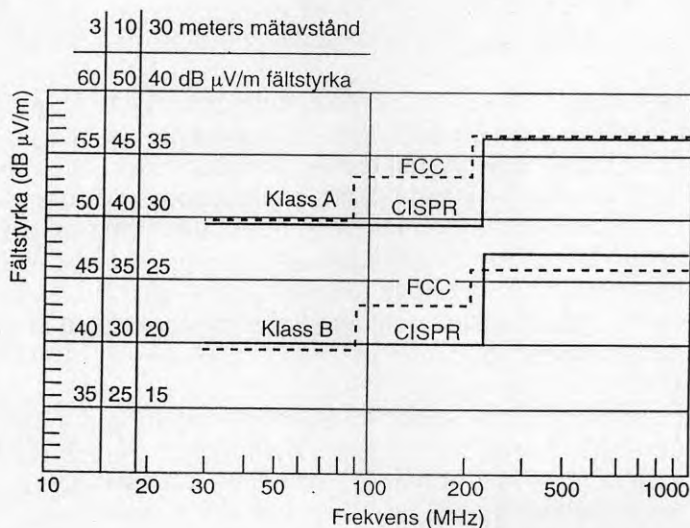
Dämpning av den elektromagnetiska strålningen är mycket frekvensberoende. Normen för störnivåer och immunitet omfattar frekvensområdet 30 MHz till ca 2 GHz. I framtiden kommer troligen ännu högre frekvenser i fråga (för radio gäller 9 GHz). Detta ställer krav på material för dämpning. Chassin, skåpdörrar måste tillslutas med dämpande packningar, liksom läckagehål i apparatväggen måste "övertäckas". Beträffande metallager (folier) för dämpning räcker ca 1  $\mu\text{m}$  tjocklek mot elektrostatiska fält, men elektromagnetiska fält kräver en tjocklek av storleksordning 100  $\mu\text{m}$ . Förutom dämpning, som anges i dB, uppstår reflexion av den elektromagnetiska vågen. Man talar om "tunna" och "tjocka" skärmar för vilka olika beräkningsteorier finns.





Figur 3.8:2 – Strålning från källa med utsträckning väsentligt mindre än våglängden

Störningsnivåer från utrustningar mäts enligt norm på 3 m respektive 30 m avstånd. Nedanstående diagram visar frekvensberoendet.



För utrustning enligt Klass A finns vissa restriktioner i användning.

När det gäller byggnader kan hela rum avskämmas genom att lägga in metallplåtar i väggarna. Ledningar i hus kan avskämmas genom en metallmantel eller skärm av flätade metalltrådar ("metallstrumpa").

## Inverkan från blixtnedslag

Blixtnedslag orsakar i regel transienter på elektriska ledningar, som via dessa förs till ansluten apparatur. S k linjeskydd används för att skydda elektroniken. Dessa kan vara av olika utföranden. Byggnader brukar skyddas mot inverkan av direkta blixtnedslag genom "åskledare", i regel en på "toppen" av byggnaden upprätt metallstång ("metallspets"), som via en kraftig jordlina är ansluten till jord (höga strömmar kan uppstå).

Följande fysikaliska parametrar måste beaktas vid blixtnedslag:

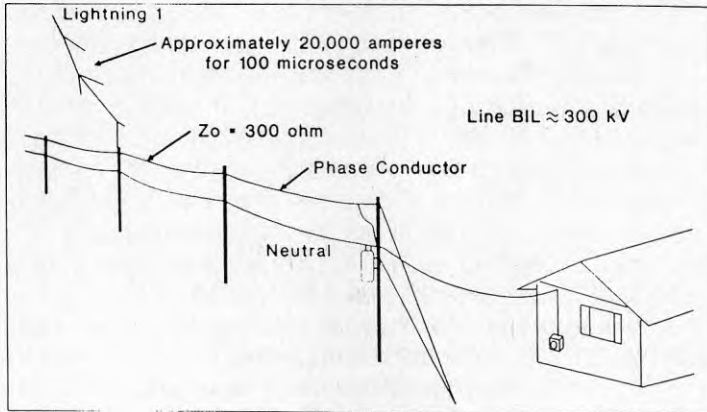
- antal nedslag
- polaritet
- ström och stigtid
- varaktighet
- laddning
- värmepuls
- magnetiska, elektrostatiska och elektromagnetiska fält

Hur blixtar "föds" ur åskmoln finns beskrivet i Bygghälsorådet rapport R17:1991, Elektrisk miljö. Värme utvecklas i den punkt, där blixten träffar. Smälteffekter kan uppstå beroende på energin (laddningsmängden) som överförs, samt pulsens varaktighet. I en ledare genom vilken blixten passerar utvecklas värme av storleksordningen 0,1 – 10 MWs/ohm ledarresistans med höga temperaturer som följd. I värsta fall "sprängning" av ledaren. Märk TV-antennerna som är utsatta i detta hänseende.

Genom induktiv, kapacitiv eller resistiv koppling kan installationerna utsättas för höga överspänningar från en blixtnedslag som genom väggen kommer in i installationsutrymmet. Även dylika verkar om de uppstå från blixtnedslag på ganska stort avstånd från byggnaden.

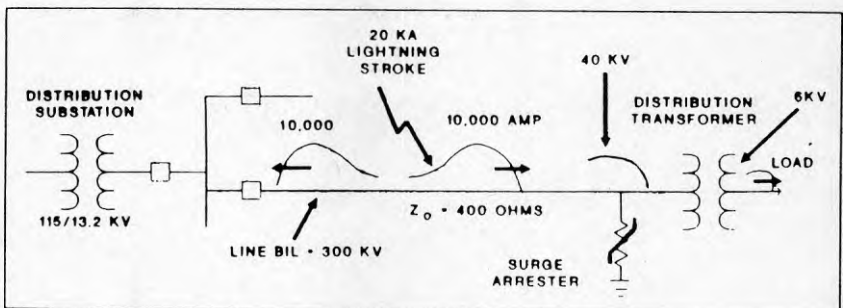
Blixtnedslagens toppvärde kan variera ungefär  $10^3 - 5 \cdot 10^5$  A. Det bestämmer påkänningen i drabbade installationer. Blixtpulsens "bredd" är av storleksordning  $10^6 - 10^{12}$  A/S. Denna bestämmer producerat induktivt spänningsfält.

Numer finns väl utvecklade metoder att "avleda" blixtar från känsliga områden (byggnader). Åskskydd behandlas i SS 487 01 10, när det gäller byggnader.



BIL = Basic impulse Insulation Level

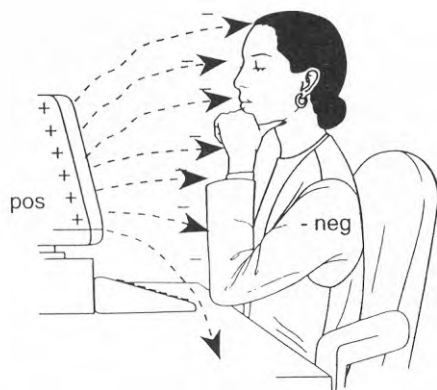
Figur 3.8:3 – Exempel på enfas kraftöverföring i lantlig miljö



Figur 3.8:4 – Del av elektriskt distributionsnät

## Strålningens inverkan på organismer

Sedan gammalt är det känt att radioaktiv strålning påverkar cellerna hos levande varelser, människor och djur. Observera att vi är anpassade till den s k kosmiska strålningen! Den s k gammastrålningen är av samma natur som den mera långvågiga elektromagnetiska strålningen. Huruvida den senare också kan påverka organismer har varit, är och kommer att bli föremål för flera forskningsprojekt. Definitivt svar har ännu ej gått att få. Det har i USA kunnat konstateras att lågfrekvent strålning kan inverka på cellerna, men underlaget är ej tillräckligt för att avgöra om inverkan är skadlig. Kor som betar under högspända kraftledningar anses enligt vissa undersökningar mjölka sämre än jämförelsegrupper som betar i fältfri miljö. Men meningarna går även här isär. Arbete framför dataskärmar har haft menlig inverkan för en del människor. Men här spelar även stressen p g a enformigt arbete in. Den elektrostatiska uppladdningen av skärmar, vilken genom det alstrade fältet transporterar dammpartiklar mot operatörens ansikte, kan undvikas genom antistatiska skärmar eller jon-generatorer som neutraliserar laddningen. Jonmiljön har också diskuterats. Människor som känner sig dåliga och stressade i viss miljö har känt en uppfriskande ändring om ett eventuellt överskott av positiva joner ersatts med överskott av negativa. Men även detta förhållande är omstritt. Forskningen fortsätter dock.



Figur 3.8:5

Nyligen har i massmedia givits uppgifter om resultatet från vederhäftiga undersökningar, som pekar på ökad risk för cancerbildning vid arbete i kraftiga magnetiska fält, särskilt uppkomst av leukemi. Däremot finns inga belägg för att arbete vid dataskärmar skulle kunna orsaka missfall hos gravida kvinnor, vilket tidigare befarats. Beträffande arbete i höga magnetiska fält har en person, som arbetar i ett ställverk, fått en hjärntumör klassad som arbetsmiljöskada.

Många undersökningar pågår fortfarande rörande den elektromagnetiska strålningens inverkan på människokroppen.



## 4 Standardisering, Reglering

### 4.1 Standardisering och reglering

#### Inledning och bakgrund

Standardisering berör förutom näringslivet samhällets organ och enskilda medborgare. Ett syfte med standardisering hos näringslivet i egenskap av producent kan vara att skapa tekniska förutsättningar för en effektiv och lönande verksamhet. För att kunna hävda sig i konkurrensen krävs numera inte enbart billiga produkter utan även i allt högre grad produkter som möter konsumenternas ökade krav på funktion, säkerhet, miljöskydd osv. I vissa fall ställer samhälleliga organ upp tvingande regler (lagar, föreskrifter osv) i dessa avseenden. Företag uppträder också i stor utsträckning som konsumenter genom inköp av utrustningar, råvaror m m. Detta ökar betydelsen av kompatibilitet mellan sådana varor. Arbetskraftens allt högre krav på god arbetsmiljö stimulerar också företag till att bidra till utveckling av säker och arbetsmiljövänlig produktionsutrustning för att bättre kunna konkurrera om arbetskraften.

Samhällsorgan kan förutom intressen att värna hälsa, säkerhet, miljöskydd m m också ha ett handelspolitiskt syfte med internationell standardisering. Detta går ut på att stimulera utveckling och tillväxt av världshandeln, något som bland annat kan uppnås genom att stater eliminerar tekniska handelshinder. Med detta förstås hinder som tillverkare och leverantörer möter vid mellanstatlig handel genom att varor vid import måste anpassas till nationella särkrav som kommer av krav i nationella lagar, föreskrifter, standarder etc. Vid avveckling av handelshinder måste de statliga organen ta hänsyn till att de handelspolitiska målsättningarna förenas med strävan att värna om medborgarnas liv och hälsa.

I de handelspolitiska regelsystemen (GATT, EFTA, frihandelsavtalet med EG m fl) hänvisar man till att parterna skall använda relevanta internationella standarder när det föreligger behov av sådana tekniska dokument. I de sammanhangen har man också kommit överens om att länderna skall försäkra att de tekniska reglerna och deras tillämpning inte skapar ooberättigade hinder för handeln.

Standarder utarbetas och fastställs av standardiseringsorgan på global, regional och nationell nivå där man så långt det är möjligt strävar efter att använda samma eller jämförbara standarder på alla dessa nivåer.

I Sveriges omedelbara närhet pågår just nu tillskapandet av en marknad som är av mycket stort intresse för oss genom dess närhet men också genom att den är en mycket stor handelspartner till oss. Av Sveriges utrikeshandel sker mer än 70 % med de sammantagna EG- och EFTA-områdena.

EGs mål är en fri inre marknad som omfattar alla medlemsländer. När EES-avtalet träder i kraft omfattas också de nuvarande EFTA-länderna av denna s k inre marknad. En sådan fri marknad skall innebära fri rörlighet för

- varor
- tjänster
- personer
- kapital

EG-kommissionen gav 1985 i sin Vitbok program och tidplan för de åtgärder som man ansåg behövde genomföras för att uppnå detta. Man konstaterade att för att få den inre marknaden att fungera måste man komma överens om att

- riva alla barriärer
- harmonisera regler
- närma sig varandra på lagstiftnings- och skatteområdena
- stärka det monetära samarbetet
- vidta de nödvändiga följdåtgärder som behövs för att Europas företag skall kunna samarbeta.

Som konsekvens bör konkurrenskraften med övriga världen förbättras.

En typ av sådana hinder som måste bort är tekniska handels hinder. Dessa har skapats genom att man tillämpar olika nationella standarder, provnings- och certifieringsöverenskommelser samt nationella förordningar i form av lagar och föreskrifter. De flesta länderna i Europa har sina egna standarder, lagar och föreskrifter som fastlägger säkerhetskraven för produkter som säljs på hemmamarknaden.



Inom EG tillämpar man principen att genom s k direktiv reglera de krav man skall ställa på en produkt för att den skall anses uppfylla villkoren för att få användas. Direktiven utarbetas gemensamt av EG-länderna och de har också kommit överens om att gemensamt inrätta sin lagstiftning efter direktivens krav. Direktiv utarbetar man t ex för de egenskaper hos produkter som behöver regleras för att garantera att de kan fungera tillsammans i ett system, t ex telekommunikationsprodukter, eller för att garantera säkerheten för den som använder produkten. Många andra aspekter kan också regleras i direktiv.

I de fall det gäller produkttegenskaper som man anser behöver regleras i lag eller förordning för att reglerna skall bli tvingande har man beslutat sig för att tillämpa ett samspel mellan standarder och direktiv. Man håller isär legala och tekniska aspekter. De legala aspekterna läggs fast i direktiv vilket betyder att de innehåller allmänt formulerade krav. De nödvändiga tekniska detaljerna utformas i standarder som kompletterar direktiven.

I detta nya system för varor i fri cirkulation i Europa har EG-kommissionen också gett sin helhetssyn på produkternas provning – tillverkaren eller neutral part skall verifiera att produkten uppfyller de krav, tvingande eller frivilliga, som ställts på den – samt certifiering – intyg om att produkten uppfyller ställda krav.

Man skapar med andra ord ett system av tekniska regler som skall ge möjligheter för produkter att säljas i alla EG-länderna. Man går till och med så långt att man säger att en produkt som är tillverkad enligt harmoniserade standarder skall förutsättas uppfylla de krav som direktivet ställer och därmed kunna utan hinder säljas i hela EG-området.

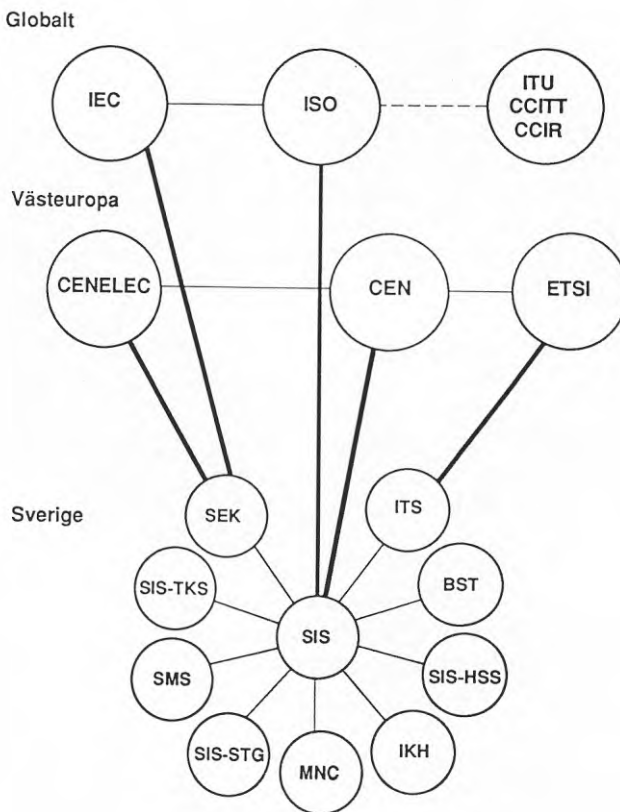
Men det är många produkter som inte omfattas av något direktiv. För dem finns en praxis som utarbetats av EG-domstolen och som säger att en vara som är lagligen tillverkad och marknadsförd i ett EG-land skall fritt få importeras och säljas i andra EG-länder.

Tidigare har nämnts provning och certifiering av produkter. I direktiven föreskrivs i allmänhet hur kraven på produkterna skall verifieras genom provning och hur detta skall gå till.

För de flesta produkter gäller att tillverkaren själv kan utföra provningen om han anser sig ha resurser och kunskap. Men i en del fall krävs att en utomstående, neutral part genomför provningen. Tillverkaren kan alltid frivilligt vända sig till en tredje part för att få sin produkt provad. EG ger i sitt dokument "the Global Approach" sin helshetsyn på området provning och certifiering, såväl frivillig som obligatorisk. EGs strävan är att minska antalet tvingande och detaljerade regler till förmån för en ökad valfrihet på området.

## Organisationer

Följande figur ger en översikt av de organisationer som behandlar standardiseringsfrågor i större omfattning:



Figur 4.1:1

Nyckel till beteckningarna:

*Internationella:*

IEC = International Electrotechnical Commission  
 ISO = International Standardization Organization  
 ITU = International Telecommunication Union  
 CEITT = Comité Consultatif International Télégraphique et  
 Téléphonique  
 CCIR = Comité Consultatif International Radiotechnique  
 CENELEC = Comité Européen de Normalisation Electro-  
 technique, European Committee for electrotechnical  
 standardization  
 CEN = Comité Européen de Normalisation, European  
 Committee for Standardization  
 ETSI = European Telecommunications Standards Institute

*Nationella:*

SIS = Standardiseringskommissionen i Sverige  
 SEK = Svenska Elektriska Kommissionen  
 ITS = Informationstekniska standardiseringen  
 SIS-TKS = Tryckkärlsstandardiseringen  
 BST = Byggstandardiseringen  
 SMS = Sveriges Mekanstandardisering  
 SIS-HSS = Hälso- och sjukvårdsstandardiseringen  
 SIS-STG = Allmänna Standardiseringsgruppen  
 MNC = Materialnormcentralen  
 IKH = IVAs Kran och hisskommission

*Andra viktiga standardiseringinstitut:*

ANSI = American National Standards Institute  
 BSI = British Standardization Institute  
 DIN = Deutsche Institut für Normung  
 ECMA = European Computer Manufacturers Association  
 CECC = CENELEC Electronic Component Committee  
 CEPT = Conférence Européenne des Administrations des  
 Postes et des Télécommunications, European Conference of  
 Postal and Telecommunication Administrations  
 ECITC = European Committee on IT & T Testing and  
 Certification  
 EOTC = European Organization for Testing and Certification

## Verksamheter

Arbetet inom standardiseringsorganen för IT inbegripande de medföljande certifieringsprocesserna styrs av strävan att nå övergripande regler, d v s en harmonisering mellan olika nationella och internationella normer. Detta för att underlätta kommersiella överenskommelser samtidigt som garanti fås för *produktsäkerhet, elektromagnetisk kompatibilitet*, samt funktionalitet hos terminaler för telekommunikation, installationer i byggnader och signalöverföringssystem.

För Europa styrs normkraven av EG-direktiven. Vid utformningen av normerna tas hänsyn till existensen av tre kommersiella block varav Europa är ett, de övriga två Japan och USA. Långtgående överenskommelser har redan nåtts, främst genom GATT (= General Agreement on Tariffs and Trade). GATT täcker nästan all handel, inte bara den som rör IT, men när stridigheter uppstått har det i regel ej gällt IT-relaterade objekt. I USA anser man att utvidgning av "the GATT procurement code" till att täcka fler statliga organ och nya sektorer kommer att stimulera konkurrens och öka handelsutbytet för IT-industrin. På samma sätt bör en överenskommelse, som har för avsikt att eliminera handelsrestriktiva respektive handelsstörande effekter från statlig investeringspolitik och praxis, skärpa förmågan hos IT-företag att fatta nationella affärsbeslut.

EG har genom de regler som uppstått för den "nya inre europeiska marknaden" kommit att i viss mån styra utvecklingen. En produkt som blivit godkänd i ett EG-land kan accepteras i övriga medlemsländer. Detta måste utomeuropeiska handelintressenter anpassa sig till.

Inom CECC pågår ett omfattande norm- och standardiseringsarbete i många arbetsgrupper. Motsvarande dokument får beteckningen CECC + nummer. Avsikten är att dessa skall övergå i s k Europeanorm med beteckning EN + nummer; prEN betyder "preliminär EN-norm". Oberoende eller jämsides tas "globala" IEC-normer fram. IEC-resultaten samordnas ofta med arbetet inom ISO och motsvarande dokument får beteckningen ISO/IEC.

Redan pågår dock arbete att få europeanormer och IEC-normer att "harmonisera" från början. I Sverige finns motsvarande normer fastställda i "SS"-dokument (Svensk Standard).

Ett IEC-dokument blir ofta överfört till svensk standard med beteckningen "SS-IEC" osv. Detta sker genom SIS försorg. På samma sätt med europainorm: "SS-EN". Certifieringsarbetet som går ut på att kontrollera uppfyllandet av givna standarder regleras också genom normer, certifiering av testlaboratorium t ex.

Mycket av detta arbete görs, när det gäller Europa, inom ETSI. För närmare beskrivning av standardiseringsorganen och deras arbete, se "SIS – Standardkalender 1992". Se också referenslistan.

## Viktiga normer och rekommendationer för IT

ISO/IEC Guide 2:1991, General terms and their definitions concerning standardization and related activities

ISO/IEC Guide 25:1990, General requirements for the competence of calibration and testing laboratories

ISO/IEC Guide 38:1983, General requirements for the acceptance of testing laboratories

Ett flertal sådana "Guides" finns och vissa har genom EG bearbetats till europeisk standard, den s k EN 45 000-serien. Denna finns också som svensk standard, SS-EN 45 000-serien. De kan köpas från SIS.

ISO/IEC 9646-1:1991, Information Technology – Open systems Interconnection – Conformance testing methodology and framework – Part 1: General concepts

Den elektromagnetiska kompatibiliteten (EMC), som rör en utrustnings tålighet mot yttre störningar och dess egna emissions-egenskaper (läckande strålning kan störa annan IT-kommunikation) har bestämts i EG-direktivet 89/36/EEC. Normer gäller enligt:

EN 55 101-1, Allmänna immunitetsfordringar

EN 55 101-2, Tålighet mot elektrostatiska urladdningar (Motsvarar IEC 801-2)

EN 55 101-3, Tålighet mot strålade störningar och elektromagnetiska fält

EN 55 101-4, Tålighet mot ledningsbundna störningar  
EN 55 101-5, Tålighet mot transienter  
EN 55 022, Gränser och metoder för mätning av radiostörningar från IT-utrustningar (Motsvarar svensk standard SS 447 20 22)

En annan för företagen viktig norm är EN 100 015-1, som utarbetats inom CECC (dokument CECC-00 015/1, Protection of Electrostatic Sensitive Devices) och gäller åtgärder för att skydda mot skadliga elektrostatiska urladdningar (ESD). Denna första del utgör "General Requirements" och har blivit utsatt för en hel del debatt. Den kommer att uppdateras. Dessutom är tre ytterligare ESD-dokument under framtagning, del 2 som berör utrymmen med låg fuktighet (< 20 % RH), del 3 renrum och del 4 utrymme där höga spänningar förekommer (> 1250 växelström och > 2500 V likström).

ISO 9000-serien, som motsvaras av EN 29 000-serien har blivit viktiga dokument då de används för utvärdering av företagens kvalitetssystem. Som exempel kan nämnas att BSI utför certifiering av företag som säljer till BT (British Telecom) efter ISO 9000-serien.

Inom CECC Working Group Reliability utarbetas ett dokument, som relateras till EN 29 000 beträffande utvärdering av elektroniska komponenters tillförlitlighet. Det preliminära dokumentet har beteckningen CECC 00 804, Preliminary Guidance Document: Interpretation of EN 29 000 – Reliability, Aspects for Electronic Components. Dokumentet är troligen klart för publicering inom kort.

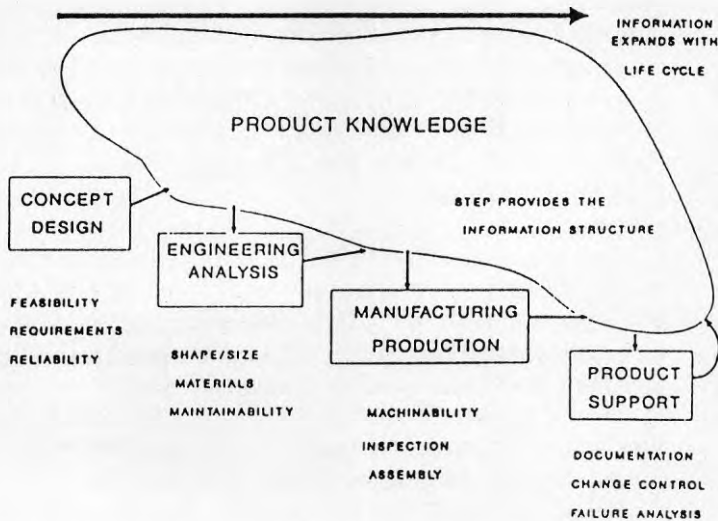
## Produktinformation

Det som går under benämningen "Digital överföring av produktinformation" har relativt sent blivit föremål för standardisering. Här avses digital överföring av produktbeskrivningar mellan olika system. Tillämpningen finns särskilt inom verkstadsindustrin och byggbranschen. Det har alltså i stor utsträckning gällt överföring av ritnings- och geometridata mellan olika CAD-system. Se t ex IGES-standarden (IGES = Initial Graphics Exchange Specification) och det amerikanska PDES (Product Data Exchange Specification). Denna "flaskhals" i produktdatautbyte kan jämföras med de problem som olika

ordbehandlingsystem eller datorsystem för dokumentutläsning kan orsaka när det gäller att överföra data mellan system med olika lagringsformat.

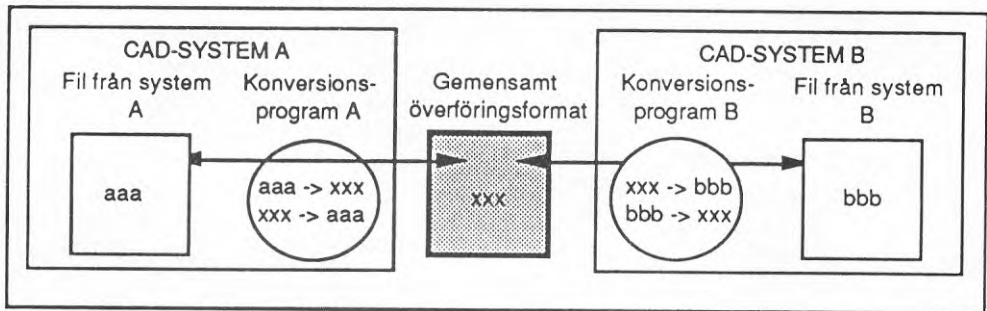
Det sista problemet har fått en lösning i en standard för format som kallas ODA, numera uttytt "*Open Document Architecture*", som accepterats av såväl ISO som CCITT och ECMA. Standarden beskriver ett generellt användbart utbytesformat. Med dess hjälp kan konvertering genomföras mellan individuella format och ODA. Televerket har också tagit upp ODA, som även ingår i ett större koncept av standarder för att realisera det "papperslösa" kontoret, och initierat ODA-projekt med titlen *SIGDOC*, Swedish Interest Group on Document Conversion.

Även problemet med överföring av data om produktinformation börjar få en lösning. Med produktdata förstås då mängden dataelement, som helt beskriver en produkts alla tänkbara tillämpningar under hela dess troliga livslängd. Det kan gälla geometri, topologi, toleranser, relationer, tillbehör och egenskaper som behövs för att fullständigt definiera en komponentdel eller grupp av komponenter med sikte på *design, tillverkningsanalys, prov, kontroll och produktstöd*. Detta sker med hjälp av CAD/CAM-system (CAD = Computer Aided Design, CAM = Computer Aided Manufacture).



Figur 4.1:2 – Översikt av produktdata

Ritnings- och detaljunderlag utarbetat i ett CAD-system skall kunna "översättas" till ett annat med avvikande format.



Figur 4.1:3 – Exempel på överföring

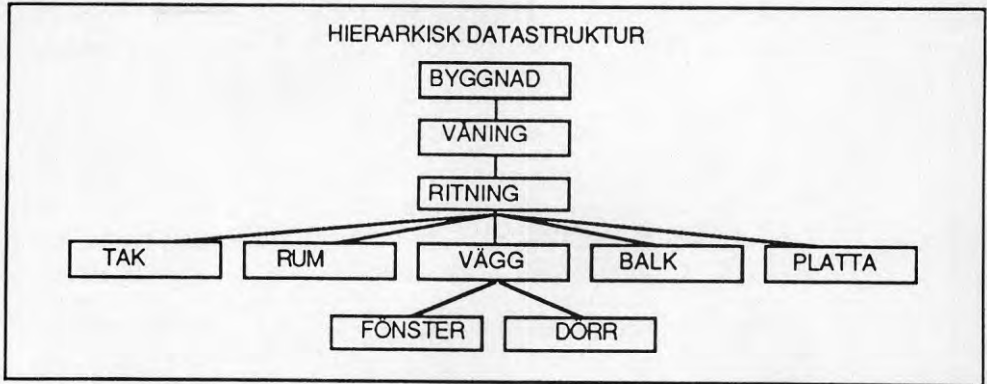
Den satsning som görs för att komma fram till en "Internationell standard för digital överföring av produktinformation" kallas STEP, *Standard for the Exchange of Product Data*. Arbetet bedrivs inom ISO. Standarden får olika delar och är objektorienterad. Begreppet *modeller* används för att beskriva information på en semantisk nivå och genom ett överföringsformat den fysiska syntaxen gällande den information som skall överföras digitalt. *Begreppsmodeller* finns t ex för geometri och ritningsinformation. Sammansatta produkter, toleranser o dyl kan modelleras som gemensamma för olika tillämpningar. Genom underkommittéer i standardiseringsarbetet utvecklas industrispecifika modeller t ex för elteknik, byggbransch och FEM-modeller (FEM = Finita Element Metoden). Det krävs också datamodeller.

Nästan alla datamodeller har en inbyggd *struktur* som kallas *objekt*. Detta utgör en sammanhängande mängd information för beskrivning av ett *fysiskt objekt* eller *abstrakt fenomen*, t ex redogörelse för en rapport i en biblioteksfil. Objektet med samma egenskaper samlas i *objektklasser*.

Det som i programmeringsspråken kallas *datatyp*, är nästan synonymt med begreppet objekt. Det finns både *primitiva* datatyper, ex reella tal, strängar och sammansatta datatyper. De senare kan rekursivt reduceras till primitiva datatyper. Alla programmeringsspråk har primitiva datatyper.



*Relation* och *attribut* är andra generalbegrepp i datamodeller. Det förra anger hur två objekt hör samman, t ex "rum" och "våning". Attribut anger en statisk egenskap hos ett objekt. Vissa datamodeller medger också definition av *begränsningar* hos objekten. Den hierarkiska datamodellen som tidigt kom till användning innesluter begränsningen att varje objekt endast kan ha ett annat objekt, som det står i s k Part of-relation till.



Figur 4.1:4

Arbetet inom ISO med STEP utförs i stor utsträckning gemensamt med arbetet som görs av amerikanska PDES-projektet och beteckningen PDES/STEP förekommer i många sammanhang.

EG och CEN vill snabbt få fram en interimstandard, som sedan skall ingå i den mera omfattande STEP-standarden. Den tillsatta arbetsgruppen har beteckningen CEN/CLC/AMT/WG STEP och provstandarden anges genom ENV, *Draft European Standard*.

Ovanstående är en global standard, med många intressenter som måste samsas om innehållet. Ett starkt tryck finns dock på framtagning av standarden p g a dess stora betydelse, varför arbetet får en hög prioritering.

Det får framför allt ett inflytande på vad som kallas CIM, Computer Integrated Manufacturing.

## Frekvensutrymme

Ett område som måste bli föremål för standardisering och ytterligare reglering är frekvenstillgängligheten. Den ökade användningen av IT kräver fler aktiva frekvenstillämpningar. I tabell ingående i avsnitt elektromiljö 2.2.7 finns en översikt av tillämpade frekvensområden, men inom varje område ökar användningen. Nationella och internationella organ ombesörjer tilldelning av frekvens och frekvensband. Dataöverföringen har naturligtvis ökat frekvensbehovet och nu kommer vidgad satsning på s k bredbandsöverföring och digital radio- och TV-kommunikation.

Bellcore (Bell Communication Research) har redan lanserat ett system för bredbandskommunikation, SMDS, Switched Multi-megabit Data Service). Man har inom CCITT gjort en definition för bredbandsöverföring; en tjänst eller ett system som kräver transmissionskanaler med möjlighet att överföra med hastigheter som är större än primärhastigheten (2048 kbit/s). Man har redan börjat klassificera möjliga tjänster i kategorier. Det har framhållits att genom bredbandskommunikation kan olika lokala nät, LAN (Local Area Network) o dyl knytas samman, vilket just SMDS kan utföra. Beroende på antalet tjänster som skall realiseras kommer naturligtvis frekvensbehovet att öka. Det finns ju redan ett överföringssystem, ISDN (Intergrated Service Data Net). Nu kommer bredband eller B-ISDN.

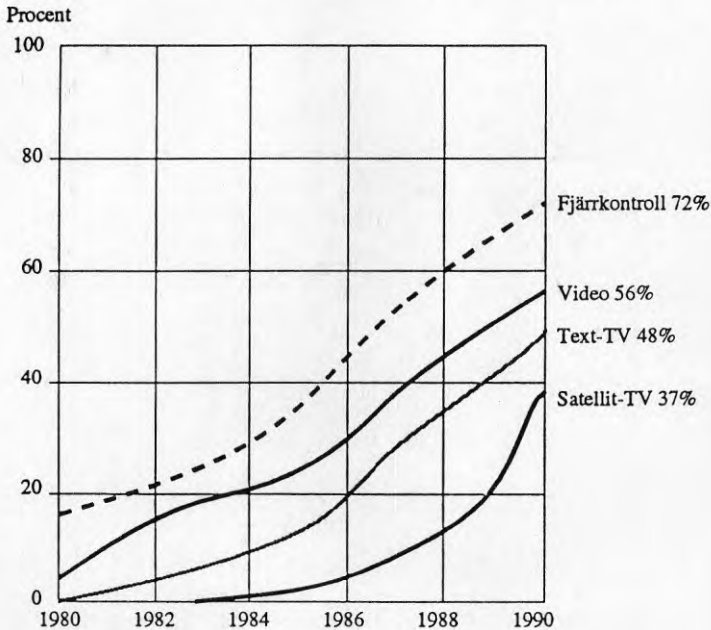
Närliggande tjänster utgör digital radiokommunikation, DAB och HDTV, High Definition TV, som på svenska kan uttydas "högsärpetelelevision". Denna har utvecklats först i Japan. Det finns ca 700 miljoner TV-mottagare i världen, varav 260 miljoner i Europa. HDTV kräver särskilt mottagningsutrustning, men "vanlig" TV måste kunna utnyttjas till in på 2000-talet. Sverige har haft den starkaste tillväxten på kabel-TV bland de nordiska länderna. Den kommer väl att minska då vi har mycket glesbygd, där "paraboler" är mer ekonomiska än kabel-TV. Minst en satellit-TV-kanal kunder i mars 1991 ses av 40 % av vår befolkning, dvs 3,28 miljoner.

Uppgifterna i närmast föregående stycke är hämtade från "Teldoks Årsbok 1992", därur är också följande diagram taget.

Ett omfattande reglerings- och standardiseringsarbete för frekvensutbildning föreslås. Trängseln inom FM-bandet i nästan hela Europa har blivit så stor att fler sändare inte får plats i vissa områden, t ex Stockholm. 1992 betyder ett framsteg för HDTV då frekvenskonferensen WARC 92 behandlade frekvensbanden för framtida satellitsändningar för densamma.

Till yttermera visso kommer frekvenskanalbehovet att vidgas till följd av ökad distansundervisning med TV, inom länder och mellan länder. Bildöverföring kräver breda frekvensband. En röntgenplåt på någon komplicerad fraktur kan snabbt sändas över från Sverige till USA för att bedömas av experter där.

Nedanstående figur ger en uppfattning om svenskarnas vanor beträffande tillväxt av TV-utrustning.



Figur 4.1:5 – Svenska folkets innehav av TV-utrustning 1980-1990

Källa: Sveriges Television



## 5 Informationssäkerhet

### 5.1 Inledning och bakgrund

Den stora användningen av datorer och datatrafiken som blivit följd av informationssamhället har skapat problem beträffande skydd av den information som lagras i datafiler eller sänds mellan terminaler. Känsliga uppgifter samlade av myndigheter i olika register, som persondata, sjukjournaler, sociala förhållanden, militär information, företagshemligheter etc får ej uppfångas av obehöriga. Vi minns sedan stordatorernas barndom att varje användare fick en kod som gav access till datorn men stängde användarens filer och system för andra än de som kände till koden. Olika sekretessnivåer, dvs åtkomlighetsgrader, tilldelades. Det var dyrare att köra med förhöjd sekretessnivå.

Av och till kommer i pressen uppgifter om intrång i hemliga dataregister. Ofta är det så kallade "hackers", i regel unga datafans, som lyckas tränga in i datorer och datasystem utan kännedom om koder eller "nycklar". De är "experter" på operativsystem och kan t o m byta ut befintliga sådana mot egna. Någon från Europa hade för en del år sedan genomfört bravaden att komma in i Pentagons datorer i USA och fått tag i känsliga uppgifter om försvarsorganisationen NATO. Likaledes uppdagades det att svenska personregister blivit överförda till dåvarande "östländer".

Samkörning av olika register är i regel ej tillåtet. Dock händer det att register av tekniska skäl eller kanske oavsiktligt blir sammankopplade, så att uppgifter i ett register blir tillgängliga för de som egentligen bara har tillträde till det andra. Man klagar på brister i dataskyddet. Forskare vid universitet och högskolor söker ibland i register för att få statistiskt underlag till någon undersökning de håller på med.

Det väckte debatt för några år sedan, när forskare använt register för att följa utvecklingen hos ungdomsbrottslingar upp till 20 år efter första bestraffningen. Man ansåg att de som skött sig eller som det heter "konformerat" sig till samhället efter första brottet ej skulle få handlingen tillgänglig för andra så långt efteråt.

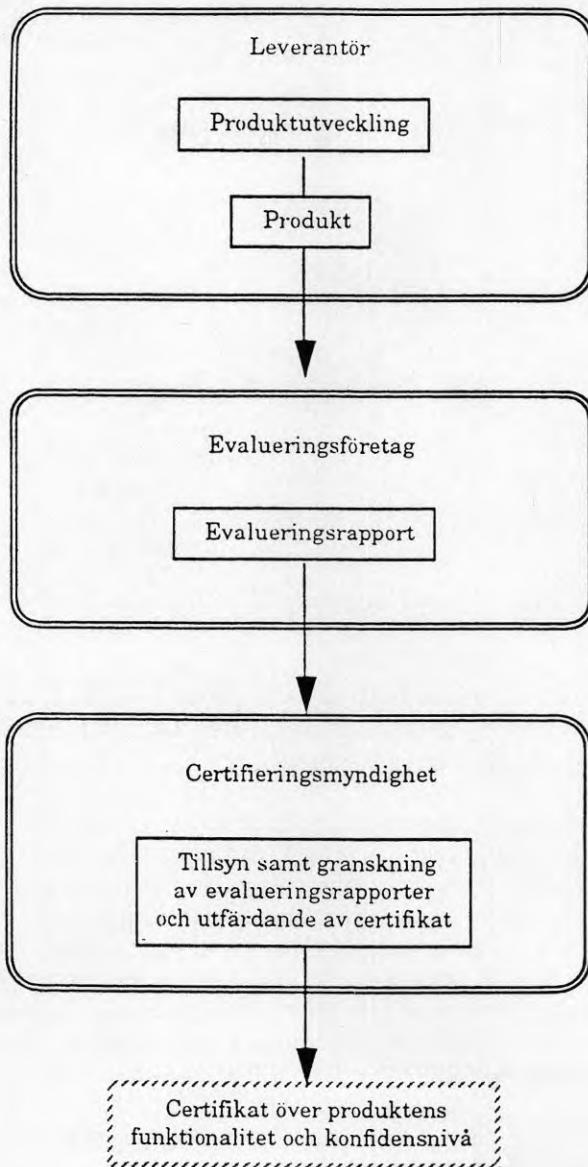
Ett annat fenomen som kan störa datasäkerheten är så kallat datavirus. Någon har manipulerat så att instruktionerna förändras. Detta kan spridas till ett stort antal användare. Idag har företagen datornät som sammankopplar olika terminlastationer och därmed ökar störkänsligheten.

## 5.2 Åtgärder

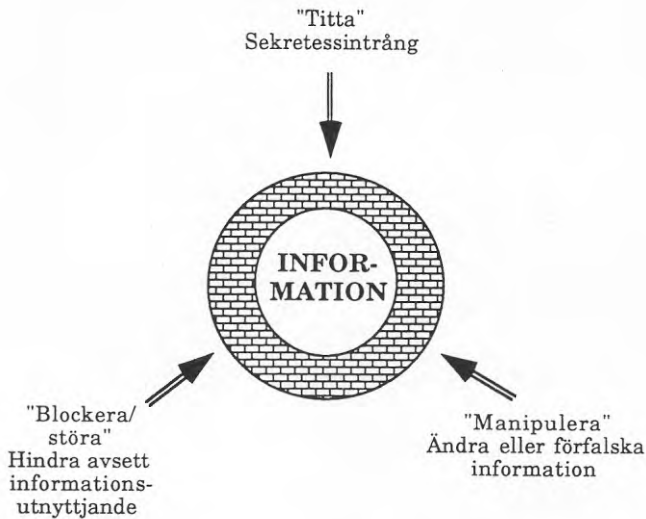
Man förstod på ett tidigt stadium att det var nödvändigt att ställa säkerheten både på maskinvara och program vid upphandling, liksom att vidta åtgärder för att skydda användningen mot obehörigt intrång. Vad det gäller sekretesskravet blev Sverige först på plan med lagstiftning. Riksdagen beslutade redan 1972 om en datalag som trädde i kraft 1973 (1973:289). Det är *Datainspektionen* som övervakar och meddelar tillstånd. Begreppet datasäkerhet har också utvidgats till *IT-säkerhet* och *IT-integritet*. Inom EG har utfärdats ett memorandum *CEN/CENELEC/CEPT M-IT-03*, som gäller certifiering och testning av IT-produkter. Häri ingår också tillförlitlighet, särskilt programvarutillförlitlighet.

I Sverige har pågått ett informationssäkerhetsprogram inom det nationella IT4-programmet betecknat *CITI* (Certifiering av IT-säkerhet). En slutrapport från verksamheten föreligger nu under titeln: "*Förslag till svenska insatser rörande informationssäkerhet*", slutrapport från *CITI*-projektet (IT4-projekt nr 4112, 92-06-24). Bakom denna står deltagare från institutioner, företag, polisväsende och försvar. Den behandlar förutom säkerhetsaspekter den policy och de organ och dokument som skapats både i Sverige och utomlands, framförallt inom EG, för att säkerställa certifieringsprocessen och kunnigheten hos den som skall utföra denna beträffande IT-material samt säkerhetsövervakning. Man litar i hög grad på att tillverkarna själva skall utföra kontrollen på sina produkter så att dessa klarar evalueringen.

Följande figurer ur rapporten visar flödesscheman för kontroll och hotbilden mot informationssäkerheten, tre kategorier.



*Figur 5.2:1 – Från leverantörsutveckling till certifikat*



Figur 5.2:2 – Grundläggande säkerhetsaspekter

Man vill i vårt land harmonisera processen för framtagning av certifikat för IT-produkter med förhållanden inom EG. Det torde stärka konkurrenskraften.

Man nämner i rapporten följande delar för certifieringsverksamheten: Regelverk och bestämmelser, myndighetsfunktion med ansvar för certifiering, inspektion m m, samt företag eller företagsenheter, som utför evaluering. Det förordas också inrättande av en myndighetsfunktion för certifiering i Sverige (CMF). Karaktären av verksamheten (uppgifterna) för en sådan myndighet beskrivs. Det måste finnas såväl administrativ som juridisk och teknisk kompetens. Verksamheten i Sverige återspeglar mycket av den internationella situationen.

### 5.3 Insatser i USA

Även på datasäkerhetsområdet har USA gjort en pionjärinsats. Den startade i början av 70-talet. Orsaken utgjorde brister hos gängse operativsystem beträffande skyddet för sekretessbelagd



information. Satsning innebar att alla operativsystem skulle ha kontrollorgan som övervakade alla operationer. Dessutom infördes nya konstruktionsprinciper för IT-produkter, som möjliggjorde mer formella analyser av system. Resultatet blev ett visst inbyggt säkerhetsskydd, "Trusted Technology" (Trovärdig teknik).

Utvecklingen i USA kom i hög grad att styras av det militära kravet på informationssäkerhet. Amerikanska försvaret använder mycket avancerad datateknik. Ett datasäkerhetscenter inrättades i början av 80-talet inom NSA (National Security Center). Enheten heter idag NCSC (National Computer Security Center). Det utfärdar bl a certifikat och utför evaluering. Ett intensivt samarbete med dataindustrin följde. Det grundläggande kravdokumentet TCSEC (Trusted Computer System Evaluation) publicerades första gången 1983. Detta resulterade 1985 i en amerikansk militär standard, DoD MIL-STD 5200.28. Den kallas efter sin omslagsfärg "Orange Book".

De amerikanska dokumenten har mött en viss kritik från europeiskt håll, främst då endast amerikanska produkter kan komma ifråga för utvärdering vid NCSC. Detta medför t ex att amerikanska företag är favoriserade vid upphandling inom NATO, där även andra länder ingår. Andra kritiska synpunkter är bl a att utvärderingsprocessen är lång och dyrbar, tolknings-svårigheter, ensidig betoning av sekretesskydd och att kraven endast passar för traditionella datorarkitekturer.

## 5.4 Verksamheten i Europa

Stimulerade av arbetet i USA började länder i Europa i mitten av 80-talet utveckla egna utvärderingskriterier. Detta resulterade 1987 i Storbritanien i dokument kallade "UK Green Books" från handels- och industridepartementet. I Frankrike kom samtidigt kriterier sammanfattade i den sk "Blå-vit-röda boken". Även Tyskland skapade sina egna IT-säkerhetskriterier. Risker fanns att dessa nationella dokument skulle bestå. Holland föreslog då 1988 att en gemensam europeisk standard för området skulle införas. EG tog upp detta initiativ och ett förslag till harmoniserade utvärderingskriterier ITSEC (IT Security Criteria) kom 1990.

EG-kommissionen har tagit ansvaret för en gemensam utveckling av IT-säkerheten. Det bildades en särskild expertgrupp, SOG-ITS (Senior Officials Group – IT Standards) som behandlade behovet av standarder för säkerhet inom datakommunikationsområdet. Hösten 1990 presenterades det s k INFOSEC-programmet som också innefattade ITSEC-initiativet. Programmet antogs i mars 1992. Tre nyckelfrågor formulerades:

- Hur skall verksamma specifikationer och standarder för IT-säkerhet definieras och stadfästas?
- Hur skall formell evaluering och certifiering av att produkter och system överensstämmer med dessa säkerhetsstandarder (både funktionellt och för konfidens) kunna implementeras?
- Hur skall "säkra" produkter och system realiseras, göras tillgängliga och användas?

En serie åtgärder skall genomföras i ett tvåårigt handlingsprogram. Arbetet har nära koppling till standardiseringsarbetet inom CEN/CENELEC. Detta sker genom den gemensamma expertgruppen för IT-standardisering, ITAEGV. Arbetet kompletteras genom en särskild referensgrupp med näringslivet, IBAG (INFOSEC Business Advisory Group). Grupperna är ordnade i sex aktionsområden, se figur 5.4:1 (ur CITI):

Utveckling av ett ramverk  
för informationssäkerhetsstrategi

- råd och rekommendationer vid systemuppbyggnad och -användande
- riskanalys
- administrativa och tekniska infrastrukturer
- medvetenhetsprogram ("awareness programme")

Grundläggande åtgärder inom  
informationssäkerhetsområdet

Åtgärder av samordnande natur:

- administration av öppen-nyckelsystem (registrering av identiteter och öppna nycklar)
- funktioner för säkerhetskontroll
- funktioner för kvalitetssäkring mm

Informationssäkerhetskrav

- formulering av användarkrav
- analys av lagstiftningens krav respektive dess behov av utveckling
- tillämpningsföreskrifter
- kostnadsanalyser

Tekniska och praktiska utvecklings-  
åtgärder för informationssäkerhet

- FoU rörande t ex
  - informationssäkerhetsmodeller
  - modeller för hur krav kan uttryckas i funktionella klasser
  - riskmodeller
  - säkerhetsarkitekturer
  - certifiering av IT-säkerhet

Specifikationer, standardisering och  
certifiering av informationssäkerhet

- säkerhetsstandarder
- överordnade krav på handlingsnormer

Kortsiktiga, temporära lösningar

- utveckling av procedurer
- standarder och produkter

Figur 5.4:1 – INFOSECs huvudområden

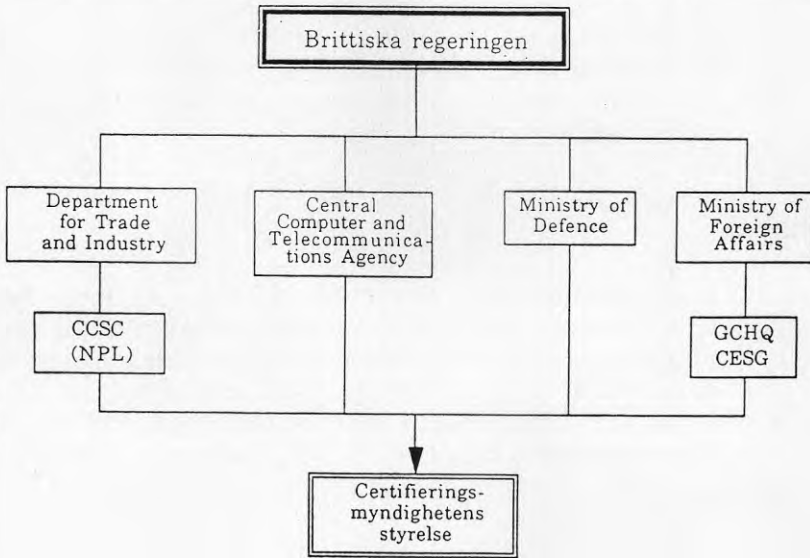
Nu kom i sin tur en reaktion från USA på den europeiska satsningen. Man ville inte att den amerikanska militära standarden skulle förlora ledningen på IT-området. Det har utbrutit en debatt om certifiering och evaluering. Konkurrenskraften måste upprätthållas. Expertkontroll blir ett handelshinder. De amerikanska IT-produktleverantörerna har över hälften av sin omsättning på europamarknaden.

För att råda bot på motsättningarna har NSA initierat ett nytt handlingsprogram, INFOSEC (alltså med samma namn som den europeiska motsvarigheten), och kontaktat organen i England för att fastlägga vilka olikheter i utvärdering som existerar mellan de båda länderna. Med EG har USA träffat överenskommelse om samordning och initierat åtta gemensamma projekt för IT-säkerheten. Enligt CITI-projektets uppfattning har ITSEC-ansatsen stora fördelar framför den snävare TCSEC-filosofin. ITSEC är också fortfarande stadd i utveckling.

## 5.5 Aktiviteter i olika länder

### Brittiska organisationen

Certifieringsmyndigheten leds av GCHQ (Government Communication Headquarters) under utrikes-, handels- och industridepartementet. I styrelsen finns även medlemmar från försvarsdepartementet och CCTA (Central Computer and Telecommunications Agency). Figuren nedan ger en översikt över organisationen.



Figur 5.5:1 – Den brittiska organisationen

### Tyska organisationen

1989 bildades efter brittiskt mönster "Zentralstelle für Sicherheit in der Informationstechnik", en organisation av det i huvudsak krypteringsinriktade "Germancipher Board" (kryptering = chiffrering). Från 1990 heter myndigheten "Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik". En särskild författning, från 1990-12-17, anger myndighetens uppgifter.

## Franska organisationen

Liksom i Tyskland bildades efter brittiskt mönster en ny organisation, SCSSI (Service Central de la Sécurité des Systèmes d'Information).

Evalueringar görs enligt ITSEC (version 1.2). För testlaboratorier gäller EN 45001.

## Japan

I Japan anses antalet databrott utförda inom landet försumbara. Nyligen har upprättats en nationell certifieringsmyndighet, i stor utsträckning utformad efter behoven hos landets exportindustrier.

## Kanada

Egen utvärderingsmyndighet finns, Communications Security Establishment, i Ottawa. Deras evalueringskriterier är en utvidgning av TCSES-systemet, med hänsyn tagen även till tillgänglighets- och modifieringsskydds krav. Eftersom Kanada också direkt deltar i det samarbete som pågår mellan USA och EG väntas deras krav anpassas till resultatet av samarbetet.

## 5.6 Svenska aktiviteter

Svensk myndighetsutövning och offentlig upphandling inom området säkerhetsskydd omfattas av ett vitt regelsystem. Följande lagar och förordningar kan framhållas.

- Allmänna arkivstadgan
- Begränsningsförordningen
- Bokföringsförordningen
- Brottsbalken
- Datalagen
- Förordning rörande föreskrifter ang informationsbehandling i krig
- Lagen om skydd för företagshemligheter
- Patientjournalförordningen
- Personalkontrollkungörelsen
- Produktansvarslagen
- Sekretesslagen
- Skyddslagen
- Säkerhetsskyddsförordningen
- Tryckfrihetsförordningen
- Tullregisterlagen
- Upphandlingsförordningen

Ett antal myndigheter ansvarar för tillsynen av olika delar av nämnd lagstiftning:

- Datainspektionen
- Riksarkivet
- Rikspolisstyrelsen
- Riksrevisionsverket
- Statskontoret
- Tullverket
- Överbefälhavaren
- Överstyrelsen för civil beredskap

Den pågående utvecklingen inom EG väntas inom några år resultera i bättre kravformuleringar på olika skyddsfunktioner och deras skyddsförmåga. Frivilliga överenskommelser inom den tillverkande IT-industrin blir till stöd för utvecklingen. Såväl i USA som inom EG kommer explicita krav på framtidens olika säkerhetsnivåer att ställas.

Som tidigare nämnts utövar *Datainspektionen* tillsyn och meddelar tillstånd enligt datalagen (1973:289). En verksamhet som omfattar alla samhällssektorer. Inspektionsverksamheten skall

medföra att säkerheten vid ADB-hantering av personuppgifter blir tillräckligt hög. Föreskrifter om säkerhetsskydd kan ges i samband med tillståndsgivning eller inspektion. Datainspektionen följer utvecklingen av ny teknik för IT-området och informerar leverantörer, utvecklare och användare om integritetsskydd. Den har också utfärdat allmänna råd beträffande ABD-säkerhet hos personregister. Råden utgör en tolkning av datalagen avseende säkerhetsskyddet.

Andra viktiga kravställare än *Statskontoret*, *Säkerhetspolisen* och *Försvaret*.

Statskontoret spelar en viktig roll som kravställare vid upphandling av ADB-utrustning samt system- och programprodukter inom den offentliga sektorn. I kontorets handbok för öppna system rekommenderas ITSEC allmänt utan detaljerade rekommendationer beträffande funktionalitet eller evalueringsnivå. Man följer utvecklingen med INFOSEC-programmet.

RPS/SÄPO har en normgivande stödjande och kontrollerande funktion när det gäller säkerhetsskyddsfrågor – inklusive informationssäkerhet – inom den civila statsförvaltningen. Detta föreskrivs i säkerhetsskyddförordningen (1981:421).

CITI-rapporten tar vidare upp säkerhetsproblem inom Televerkets IT-verksamhet, övriga offentliga sektorer samt näringslivet (privata industrin). För Televerket krävs bättre skydd mot sabotage, otillåten avlyssning/avtappning och stöld liksom manipulering av teletjänster. Engagemang utomlands gör att krav kommer att ställas på Televerkets IT-material, samma krav kan ställas av Datainspektionen, Rikspolisstyrelsen, Försvarsmakten och Statens Telenämnd samt olika EG-institutioner.

Hälso- och sjukvårdsområdet berörs när det gäller informationssäkerheten i hög grad. För att möta kraven inom de offentliga sektorerna och samhället i stort har utvecklingsrådet vid Statskontoret utrett förutsättningarna för ett nationellt program eller insats rörande "IT – dess användning och konsekvenser (ITA)". Projektet Datasäkerhet -90 har tillsatts som en aktivitet för att undersöka motiv och former för en förstärkt samverkan inom informationssäkerhetsområdet. En rapport framkom 1990, "Förstudie, Datasäkerhet ur ett svenskt perspektiv", som ställdes till Civildepartementet med förslag till en huvudstudie kring berörda frågeställningar.



Verksamheten i näringslivet styrs dels av lagstiftningen, dels av behovet att skydda det egna företaget, bevara integriteten. Störningar kan komma från hackers eller konkurrenter, kanske med stora kostnader som följd. Verksamheten kan äventyras av illojal personal. Få företag har emellertid erforderliga resurser och kompetens för att utföra egna säkerhetsvärderingar. Anskaffning av redan certifierad utrustning är därför viktig.

Särskilt finanssektorn är känslig för förfälskning av information, varför skyddsmekanismer är nödvändiga. Skyddsfunktioner inom informationssäkerhetsområdet kommer att anpassa sig till lagstiftning och praxis inom EG-området. Tendensen till formaliserade redovisningskrav kommer att bli av stor betydelse för svensk IT-industris exportmöjligheter. Svensk industri har också intresse av att kunna upphandla certifierade produkter.

Det svenska försvaret, som har stort behov av IT-material, förväntas att bli basen för nya former av svenskt utvärderingsarbete. Det har under de sista åren byggt upp en grundkompetens för utvärdering och även genomfört ett mindre antal sådana. Försökvis har också en tillämpning av ITSEC påbörjats 1992. Man vill få tillstånd utvärdera/certifiera amerikanska IT-produkter. Andra förslag till att förbättra utvärderingsarbetet framgår av CITI-rapporten.

## Analysmodeller

För att rätt och bäst förstå funktionaliteten hos IT-produkter beträffande tillförlitlighet och säkerhet/integritet tillgrips här, som ofta när det gäller elektroniska komponenter och system, simuleringsmodeller.

Några s k *informationssäkerhetsmodeller* har framtagits. De studerades som ett förarbete till utarbetandet av ITSEC. Även i Sverige har en studie genomförts inom IT4-projektet kallat "*Grundläggande Informationssäkerhetsmodeller*" (L. Yngström och Kowalski). Härvidlag har som i det övriga IT-säkerhetsarbetet FMV spelat en roll.

De mest använda modellerna är *Bell & La Padulamodellen* och *Clark & Wilson-modellen*. Av andra modeller kan nämnas *Biba-* och *Juenemanmodellerna*.

Utgångspunkterna för Bell & La Padulamodellen är de militära sekretesskraven. De processer som representerar användaren förutsätts vara klassificerade med avseende på sekretessklass och tillåtna ansvarsområden. Informationen förutsätts också vara sekretessklassificerad. Modellen anses ligga till grund för hela ITSEC. Clark & Wilsonmodellen poängterar betydelsen av säkerhetsdefinitionens integritetsaspekt. Bibamodellen behandlar också integritetsaspekten och ger en formell modell för denna. I stället för att sekretessklassificering som i den föregående modellen klassificeras utifrån integritet.

Jueneman karakteriserar själv sin modell som en utvidgning av Clark & Wilsonmodellen. Den är mera tekniskt orienterad och avsedd för heterogena nät, där detaljerad säkerhetspolicy inte går att specificera.

Exempel på utvidgad dataanvändning utgör sk "pattern recognition" med tillämpning bl a på fingeravtrycksidentifiering samt de fysikorienterade "kaosstudierna" som blivit populära.

### Krav på utbildning

Den snabba utvecklingen av såväl maskinvara som programvara gör att säkerhetsarbetet lätt "halkar" efter. Kunskaps- och kompetensförbättring i säkerhetsfrågorna med avseende på nya IT-material och nya tillämpningar blir nödvändiga. Utbildning i ämnet måste bedrivas vid universitet och högskola. Även internutbildning inom företag och institut kan bli av nöden. Följande punkter ger en uppfattning om vad som bör behandlas, i övrigt hänvisas till avsnitt 3.4, Utbildning och forskning:

- Personintegritet i IT-system
- IT-säkerhet i finansiella transaktionssystem, i telekommunikationssystem, i kommunikations- och ledningssystem etc
- Informationssäkerhetsmodeller
- Grundläggande IT-säkerhetsteknologi
- Kunskaps- och vetenskapsteori, kunskapssociologi samt pedagogik och organisation

Dessutom krävs naturligtvis nationella forsknings- och utvecklingsinsatser. Anslutningsvis visas en bild från CITI-rapporten över säkerhetskrav för att uppnå "säkerhetsskyddsfunktioner"

hos ett system. ÖB vill t ex att ett säkerhetssystem byggs upp kring operativsystemet UNIX.



*Figur 5.6:1 – Systemsäkerhetskrav; säkerhetsfunktioner*

De nya s k *intelligenta eller smarta* byggnaderna och husen kommer att med sina avancerade reglersystem och informationstekniska utrustning kräva särskild uppmärksamhet ur datasäkerhet- och IT-integritetssynpunkt.



## 6 Litteratur och Referenser

- B. Culshaw, PT Gardiner, A Mc Donacb  
 SMART STRUCTURES AND MATERIALS  
 SPIE Volume 1777 1992
- D. Lerbaert  
 Technology 2001 1992  
 MIT Press
- Graubard S.R.  
 THE ARTIFICIAL INTELLIGENCE DEBATE 1988  
 MIT Press
- T. Benson  
 MEDICAL INFORMATICS 1991  
 Longman Group
- P. Harmon, D. King  
 EXPERT SYSTEMS 1985  
 J. Wiley & Son
- P. Stenström  
 6800 Microcomputer Organization and Programming 1992  
 Prentise Hall International
- J. Hennessy, D. Patterson  
 Computer Organization and Design 1991  
 Computer Architecture 1990  
 Morgan Kaufmann
- J. Hayes  
 Computer, Architecture and Organization 1988  
 Mc Craw Hill
- Näringsdepartementet  
 IT 2000 1991  
 DS 1991:63 Allmänna förlaget
- S. Hellström, A. Rejdin  
 System och komponenter R27:1992 1992  
 Byggeforskningsrådet

L. Dahlman, S. Hellström, A. Rejdin, V. Scuka  
Elektrisk Miljö R17:1991 1991  
Byggeforskningsrådet

P. Eklöv, S. Hellström, A. Welander  
ESD - Elektronikens gissel 1992  
Svensk Byggtjänst

Slutrapporter från CITI-projektet 1992  
IT4-projektet 4112

*Bland övriga rapporter och skrifter görs följande begränsade urval:*

Sveriges Tekniska Attachéer  
– Teknikspridning i USA – en huvudsak 1991  
– Användning av datorer i sjukvården – erfarenheter från USA 1991  
– Återanvändning av programvara utveckling i USA 1992  
– 10 års Minitel-framgångsfaktorer för fransk videtex 1992

Teldok  
– Årsbok 1992  
– Rapport 72, Telematik och handikapp i arbetslivet 1992  
– Rapport 75, Lönsam logistik 1992  
– Rapport 64, Trimmade transporter 1991

Särtryck från Ericsson Review  
– Trends in Mobile Communications 1991  
– Ericsson Transport Network Architecture 1990  
– Architecture for Intelligent Networks 1989-90

SIS Standardkalender 1992

IEEE The Institute of Electrical and Electronics Engineering  
– Wide Area Private Networks 1992  
– Report of Gigabit Networkings 1992  
– Using Fuzzy Logic 1992

SiREN, Ett svenskt initiativ till en sammahållen satsning på forskning, pilotförsök, användning inom IT-området. Version 2.0  
Sekretariat SICS Swedish Institute of Computer Science 1992

AT & T Technical Journal nr 1 Lightwave Technology	1992
B-C Björk, STEP Byggforskningsrådet	1990
The STEP-project, ISO-Bulletine	juni 1992
Uppföljning och utvärdering av Ädelreformen Socialstyrelsen	1992
C. Norström, T. Sverne Sekreter i Socialtjänsten	1992
J. Thorwid Datoriserad patientjournal på sjukhus Spri	1992









**R6:1993**

ISBN 91-540-5512-1

Bygghuset, Stockholm

Art.nr: 6813006

Abonnementsgrupp:

R. Bygghuset ekonomi  
och organisation

Distribution:

Svensk Byggtjänst  
171 88 Solna

Cirkapris: 127 kr inkl moms