

*Holger Bohlin
Göran Borg
Carl-Göran Hedén
Lars Zetterberg*

Strategier för förnyelse

*Kunskap som nydanare
av teknik
och industri*

Utvecklingsrådets rapport 1980

Strategier för förnyelse

*Kunskap som nydanare av
teknik och industri*

HOLGER BOHLIN · GÖRAN BORG

CARL-GÖRAN HEDÉN · LARS ZETTERBERG

under medverkan av Jan-Olof Edberg (projektsekreterare),
Bengt Rydén och Bengt-Arne Vedin



Studieförbundet Näringsliv och Samhälle

Denna bok ingår som nr 2 (av 4) 1980
i SNS skriftserie Näringsliv och Samhälle
© Studieförbundet Näringsliv och Samhälle
Tryckt hos Kugel Tryckeri AB, Stockholm 1980
Omslag av Bengt Göthberg
ISBN 91-7150-203-3

SNS — Studieförbundet Näringsliv och Samhälle

är en ideell sammanslutning av enskilda personer inom svenskt näringsliv, fristående från politiska partier och intresseorganisationer. Genom vetenskaplig forskning, konferenser samt studier och debatt i lokala grupper vill SNS sprida kunskap om ekonomiska och sociala förhållanden, stimulera till positiva insatser i arbets- och samhällsliv och till individuella ställningstaganden i den allmänna debatten.

Innehåll

Förord	4
1 Inledning	6
2 Utbildning och forskning	11
3 Den industriella förnyelsen	27
4 Analogier mellan biologiska och elektroniska system	45
5 Mikroelektronik och informationsteknik	49
6 Bioteknik	70
7 Strategier för förnyelse	84

Förkortningar

BFR	Byggforskningsrådet
IM	Institutet för Mikrovågsteknik
NE	Nämnden för Energiproduktionsforskning
NFR	Naturvetenskapliga forskningsrådet
SBL	Statens Bakteriologiska Laboratorium
SIFU	Statens Institut för Företagsutveckling (en enhet inom Statens Industriverk, SIND)
STU	Styrelsen för Teknisk Utveckling

Förord

Den svenska industrins långsiktiga utvecklingsmöjligheter har de senaste åren alltmer kommit i centrum för analyser och diskussioner kring Sveriges ekonomiska framtid. Hur skall vi åter få fart på industrin? Vilka framtidsbranscher kan ersätta de krympande struktursjuka industrierna? Hur kan innovations- och nyföretagarklimatet förbättras?

En rad utredningar och rapporter har nyligen behandlat denna typ av frågor. När nu även SNS ger sig in på området sker det bl a mot bakgrund av den framgångsrika verksamheten inom dess Konjunkturråd. Vi har velat komplettera denna verksamhet med fortlöpande, sammanhållna analyser och rekommendationer rörande långsiktiga industriella utvecklingsproblem, gjorda av kompetent och oberoende expertis på de teknisk-industriella områdena. Detta arbete har skett inom ramen för en grupp som fått namnet SNS Teknisk-Industriella Utvecklingsråd och som arbetat inom SNS, helt fristående från intressegrupper eller annan extern påverkan.

Utvecklingsrådets arbete startade under våren 1979 och har möjliggjorts genom anslag från Sven och Dagmar Saléns Stiftelse. En viktig inspiration bakom Rådets tillkomst och inledande arbete har varit professor Sven Brohult. Ansvarig för arbetet och Utvecklingsrådets ordförande har varit professor Göran Borg, och pol mag Jan-Olof Edberg har varit projektsekreterare. Rådets övriga medlemmar har varit professorerna Holger Bohlin, Carl-Göran Hedén och Lars Zetterberg. De svarar gemensamt för rapportens uppläggning och för de slutsatser och rekommendationer som framförs. Vad gäller rapportens specialanalyser har Borg haft huvudansvaret för kapitel 2, Bohlin kapitel 3, Hedén kapitel 4 och 6 och Zetterberg kapitel 5. Ove Granstrand och Christer Karlsson, Institute for Management of Innovation and Technology, har hjälpt till med arbetet på kapitel 3.

Professor Sven Brohult, ekon dr Bengt Rydén och civilingenjör Bengt-Arne Vedin har på olika sätt medverkat i arbetet, främst som idégivare och diskussionspartner. Vedin har även deltagit i slutarbetet med rapportskrivningen. Språkgranskning och bearbetning har gjorts av fil mag Margareta Eklöf.

Utvecklingsrådets resurser vad gäller tid och möjligheter att genomföra särskilda utredningar har varit starkt begränsade. Den viktigaste tillgången har självfallet varit den kompetens som medlemmarna besitter. Andra nyligen presenterade beskrivningar och analyser på de behandlade områdena har också varit viktiga underlag i arbetet. Utvecklingsrådet har därutöver arrangerat ett antal seminarier och hearings vilka tillfört värdefull kunskap.

SNS Teknisk-Industriella Utvecklingsråd får tills vidare ses som ett experiment. Mottagandet av denna första rapport kommer, tillsammans med finansieringsmöjligheterna, att avgöra dess framtid.

SNS och dess Utvecklingsråd tackar alla dem som på olika sätt gjort detta arbete möjligt och bidragit till rapportens tillkomst. Ett speciellt tack riktas till de personer som ställt sitt kunnande till förfogande i seminariegrupper osv.

Stockholm i januari 1980

Bengt Rydén

Verkställande direktör i SNS

1 Inledning

*Många har utrett
Sveriges teknisk-
industriella framtid*

Syfte med Utvecklingsrådets bildande

Att inrätta ett Teknisk-Industriellt Utvecklingsråd vid en tidpunkt då frågor som hör samman med Sveriges industriella framtid görs till föremål för utredning efter utredning kan tyckas vara en överloppsgärning. Under de senaste två åren har ett tiotal sådana utredningar presenterats. Boston-rapporten *En ram för svensk industripolitik*, SNS Konjunkturråds rapport 1978/79 *Blandekonomi i kris?*, Särskilda Näringspolitiska Delegationens rapport *Vägar till ökad välfärd*, IVA/IUI-studien *Teknik och industristruktur*, IVAs storprojekt *Sveriges tekniskt-industriella kompetens och framtida konkurrenskraft*, STUs rapport *Teknik för framtiden* samt CF-STF-häftet *Kunskap som resurs* är några av dessa studier, men det finns fler.

Alla dessa studier och utredningar behandlar frågor i anslutning till Sveriges och speciellt den svenska industrins framtid. Vilka branscher eller sektorer av näringslivet skall Sverige satsa på under 1980- och 1990-talen? Är det över huvud taget meningsfullt att försöka identifiera sådana framtidssektorer?

Vi vet att industriplanerare i många länder brottas med liknande problem. Vad säger att dessa inte kommer att satsa på samma sektorer som Sverige överväger att muta in?

Flera svenska utredningar gör en mer allsidig analys av vad som är fel och vad som krävs för att landet nu skall komma på rätt kurs igen. Särskilda Näringspolitiska Delegationen går i sitt betänkande *Vägar till ökad välfärd* igenom alla viktigare frågor som kan tänkas påverka utvecklingsbetingelserna för det svenska näringslivet: kostnadsutveckling, inkomstbildning, den offentliga sektorns tillväxt, arbets- och kapitalmarknadens funktionsduglighet, småföretagandets villkor plus frågor som rör kompetenskrav, kunskapsinnehåll och kreativitet i utbildning, forskning och inom industrin.

En nackdel med alla sådana försök att täcka ett brett problemspektrum är att en följande utredningsrapport lätt blir omfångsrik och svåröverskådlig. Intressanta förslag drunknar i mängden av informa-

*Utvecklingsrådet —
en väckarklocka*

tion. Både för beslutfattare och för allmänheten är det nödvändigt att nyckelproblemen vaskas fram, analyseras och bereds för beslut. Särskilda Näringspolitiska Delegationen har föreslagit att ett särskilt råd tillkallas för att mera permanent fylla sådana uppgifter. Rådet borde också fungera som väckarklocka då någonting av betydelse för landets ställning som industrination ser ut att hända utan att tillräcklig beredskap är för handen.

Utvecklingsrådet har experimenterat med dessa tankar under ett år och observerat att väckarklockor finns men att fler behövs, också sådana som hörs bättre. Även andra av det föreslagna rådets uppgifter har prövats. Resultatet redovisas härmed. De åtgärdsförslag som framställs riktar sig i första hand till beslutfattare i politik och näringsliv.

Grundläggande värderingar

*Gemensam referensram
om samhällsutveckling
och kunskapens
betydelse*

Bakom våra förslag till åtgärder och rekommendationer ligger en för Rådets medlemmar gemensam referensram vad gäller vissa grundläggande värderingar om samhällsutveckling och kunskapens betydelse för denna utveckling. En fundamental tes, som drivs genom hela rapporten, är att ingen i samhället tjänar på en utveckling som syftar till en teknisk industriell nedrustning.

Även i framtiden kommer det att behövas ett stort antal välutbildade naturvetare och tekniker som tar sig an de problem som redan existerar: energiförsörjningen, miljöförstöringen, världssvälten för att bara nämna några. Dessa tekniker måste också vara beredda på att i nära samarbete med samhällsforskare, politiker och andra forma och ta ansvar för framtidens teknikutveckling.

Vi är medvetna om att det bland politiker och i samhället i övrigt finns olika uppfattningar om vilken utvecklingslinje Sverige skall följa i framtiden. Landet står inför ett vägval (beskrivet i *Vägval i svensk politik*, SNS 1979).

Det går en gräns mellan förespråkare för fortsatt ekonomisk tillväxt och dem som talar för tillväxt i livskvalitet, dvs en bättre miljö, ökad fritid och större möjligheter att påverka den egna situationen utan att försätta ekonomisk tillväxt.

*Utvecklingsrådet
betonar värdet
av livskvalitet*

Utvecklingsrådet betonar starkt värdet av ökad livskvalitet och tror inte att de två tillväxtmålen — materiell och kvalitativ — är oförenliga. Tvärtom är en fortsatt ekonomisk tillväxt en förutsättning för höjd livskvalitet för många. Ett samhälle som baserar utvecklingen på ekonomisk nolltillväxt kommer att drabbas av påfrestningar i en sådan ut-

*Urholkande av kunskap
och kompetens
måste bekämpas*

sträckning att social trygghet, sysselsättning, kulturell tillväxt etc även-
tyras.

Vi förespråkar en utveckling grundad på kunskapsförnyelse i utbild-
ning, forskning och industri. Alla tendenser som går i riktning mot ur-
holkande av kunskap och kompetens måste således kraftfullt bekäm-
pas.

Det är vidare viktigt att

- tidigare gjorda åtaganden inom och utom landet fullföljs — pensio-
ner, sjuk- och äldreomsorg, utbildning, internationellt bistånd etc
- Sverige försvarar och utvecklar den internationella arbetsfördelning-
en som leder till utrikeshandel och inte uppmuntrar protektionistiska
tendenser.

I relationerna till u-länderna måste Sverige, liksom övriga industri-
länder, ta sin del av ansvaret för en kunskapsuppbyggnad i de fattiga
länderna så att de också kan nå en anständig levnadsnivå. U-länderna
måste få hjälp att bygga upp en infrastruktur och ett effektivare nä-
ringsliv på sina egna villkor.

Rådet delar den oro för den alltför snabba befolkningsökningen i
världen som kommer till uttryck i många internationella rapporter.
Redan dagens befolkning är större än vad jorden kan försörja. Jordens
befolkning rubbar dessutom den ekologiska balansen genom att inte
bara skumma av räntan på jordens naturtillgångar utan även tära på ka-
pitalet. Naturen hinner inte med att återskapa det som människorna
förbrukar.

*Ansvar för
u-länderna*

Teknikens och teknikernas framtida roll

Vi bör alla aktivt medverka till att leda och anpassa tekniken till samhäl-
leliga behov och då även väga in globala ekonomiska hänsyn. Tekniken
kommer att utsättas för större krav. Detsamma gäller teknikernas för-
måga och vilja att aktivt delta i en öppen och konstruktiv debatt och de-
ras kunnande om mänskliga miljöförhållanden. Exempel på frågor är:
Vad skall eller bör tekniken användas till? Vilka områden är angeläg-
nast att förändra och förnya? Hur kommer sådana förändringar till
stånd i ett icke centralstyrt samhälle?

Resurserna kommer inte att räcka till insatser inom sektorer där nyt-
tan av ny teknik bedöms som relativt marginell. Mer tid och resurser
krävs för analyser och bedömningar av kort- och långsiktiga conse-
kvenser som skall förbättra samhällets infrastruktur, inklusive energi-

*Teknik och tekniker
ställs inför nya krav*

Ökade satsningar på teknisk utbildning och forskning

försörjningen. Detsamma gäller för övrigt även företagsinvesteringar som kan få verkningar för hela samhället.

En fortsatt teknisk utveckling måste ske men under starkare krav och bivillkor och med djärvare ambitioner. Detta kommer inte att minska behovet av kompetenta tekniker. Snarare kräver den en breddning av och antagligen också ökade satsningar på teknisk utbildning och forskning. Den kommer även att ställa nya krav på teknikernas relationer till omgivningen. Endast med en internationellt sett hög kompetensnivå på teknisk utbildning och forskning blir det möjligt att ta vara på teknikens positiva sidor och undvika brister och hot.

Behov av sociala innovationer

Ett samhälle i snabb teknisk utveckling kräver också viktiga förändringar i den sociala och organisatoriska omgivningen. Många av de sociala problem som skylls på en alltför snabb teknisk utveckling, t ex alienation och vissa stresssymptom, beror snarare på att samhället är ungefär likadant organiserat idag som för 20 år sedan. De tekniska och sociala strukturerna ligger inte längre i fas med varandra. Det finns således ett uttalat behov av sociala och organisatoriska innovationer vid sidan av de rent tekniska. Det krävs ett dynamiskt växelspel mellan tekniska och sociala innovationer, svarande mot det gemensamma målet: en god livsmiljö.

Disposition och inriktning

Fyndiga människor och ett intelligent användande av tillgängliga naturresurser karaktäriserar industrisamhällets tillkomst- och utvecklingshistoria. Vetenskapligt grundad kunskap har efterhand kommit att få en växande betydelse. Den blir av allt större vikt när de tekniska och sociala systemen växer i storlek och komplexitet. I det postindustriella samhället, den samhällstyp som mer utmärks av tjänsteproduktion än av varuproduktion, får vetenskaplig forskning och teori en ytterligare stärkt position.

Kunskapen behöver förnyas

Betydelsen för samhället av kunskap, skicklighet och kompetens har belysts i en mängd studier under senare år. Varningar för övertro på kunskapens möjligheter har också utfärdats. Så mycket är emellertid klart att den kunskap som är knuten till maskiner, yrkesinnehåll och institutioner har kort livslängd. Den behöver ständigt förnyas.

Kunskapsförnyelse och ökat utrymme för personliga initiativ och kreativitet är av central betydelse för Sveriges industriella framtid. Vi lägger i denna rapport mycket stor vikt vid dessa faktorer, både då det gäller probleminventering och förslag till åtgärder.

Det svenska samhällssystemet har kraftfullt omdanats under senare decennier. Detta gäller inte minst utbildningssystemet. Trygghet, jämlikhet och demokratisering har varit vägledande grundprinciper. Genomförandet av reformerna har inneburit strukturförändringar och ökad centralisering i riktning mot uniforma och stelrande strukturer. Betydelsen av inbyggda förnyelsemekanismer har inte beaktats, medan industrins förnyelseförmåga och produktionskraft däremot varit en förutsättning för fortsatt utveckling.

*Utbildning
och forskning*

I *kapitel 2* diskuterar vi dessa frågor samt andra frågor som hör samman med utbildning och forskning.

Industriell förnyelse

I *kapitel 3* tar vi upp olika aspekter på industriell förnyelse och kunskapens roll för denna. Några perspektiv och metoder för att höja svensk industris förnyelseförmåga ges. Framställningen koncentreras på förnyelse av redan existerande företag och problem och möjligheter vid individuellt företagsstartande.

*Informations- och
bioteknik*

Kapitel 4 drar paralleller mellan naturens och elektronikens sätt att hantera information.

Kapitel 5 och *6* behandlar två specialområden, informationsteknik och bioteknik. Dessa tekniker kan med fördel användas för att reducera energibehovet i industri och jordbruk. De kan även medverka till decentralisering i förvaltning, sjukvård och produktion. Sveriges kompetens och tradition inom båda dessa områden är sådan att satsningar kan leda till intressanta genombrott, även kommersiellt.

*Materialforskning
är också viktigt*

I *kapitel 7* sammanfattas våra rekommendationer om förslag till åtgärder både på kort och lång sikt.

Det har inte varit vår avsikt att ge en allsidig bild av möjligheter och problem i anslutning till Sveriges teknisk-industriella framtid. Utvecklingsrådet avser att fortsätta verka på andra områden. Ett av de första är materialforskning och materialutveckling, speciellt polymersektorn, som Rådet hoppas kunna återkomma till vid ett senare tillfälle.

2 Utbildning och forskning

*Utbildningsreformerna
har få inslag av
kreativitet och
kunskapsförnyelse*

*Stimulera
kreativiteten . . .*

*och kunskaps-
förnyelsen*

Utbildningsreformer och kunskapsförnyelse

Visst präglas svenska skolor och universitet av förnyelse! Men den är organisatorisk och dikterad av politiska mål och värderingar, som syftar till ett breddat tillträde till högre utbildning.

Att jämlikhet, demokrati, medbestämmande och insyn varit utgångspunkter för reformarbetet är visserligen bra. Men andra viktiga utbildningsmål har sorgligt försummats. I en officiell värdering av det svenska skolsystemet (OECD 11 oktober 1979, Ed (79) 17) sägs att det i svenska skolor "is not the reflective individual so much as the caring, compassionate and reflective society that has been the leading partner". Den grundinställningen har lett fel. Varken lärare eller elever är vårdfall utan självständiga och tänkande människor, ofta med ett högt mått av kreativitet. Den skaparkraften har nu på många håll fått destruktivitet bland eleverna och en flykt till annan sysselsättning bland lärarna till konsekvens.

En central uppgift för all utbildning är att *stimulera den enskildes vilja och förmåga till skapande handling*. Sådana egenskaper tillsammans med den enskildes kunnande utgör landets kanske viktigaste resurser i dagens problemfyllda värld.

Reformerna kan också ses som försök till breddad (lika) fördelning av tillgänglig kunskap. Men *förnyelsen av kunskapen* har kommit i skymundan för de övriga, sociala målen. Kunskapsmängden växer exponentiellt, med 2—20 procent per år beroende på sektor. Utbildningsreformer genomförda utan hänsyn till detta faktum kan lätt — och oavsiktligt — leda till bedrägeri mot de utbildningssökande.

Att hinna med i denna snabba utveckling är också ett centralt problem för utbildningen i vårt land. Det krävs en mer nyanserad definition av begreppet jämlikhet än blott och bart en enkel utjämning av kunskapsnivån mellan olika individer.

Ingen kan följa hela den växande kunskapsmängden, men de som har förutsättningar att följa olika specialområden måste ges tillfälle till det, ty här ligger nyckeln till förändringar i näringslivets och samhällets grundstruktur.

Å ena sidan kommer datorer, mikroelektronik, informationsteknik och bioteknik att tillföra samhället nya högteknologiska verksamheter som vi måste behärska för att delta i det internationella arbetsutbytet. Å andra sidan kommer konstnärlig verksamhet, service i småskalig form (reparation, distribution m m) att behövas vid sidan om de storskaliga, vetenskapligt grundade industri- och serviceaktiviteterna. Där krävs andra former av kunskap och skicklighet hos utövarna, vilket också måste avspeglas i utbildningen. "Jämlig utbildning" måste, med hänsyn till individens förutsättningar och intressen, i princip betyda lika rätt till kunskap och utveckling av individuell förmåga. Samhället måste då också erbjuda realistiska möjligheter till värdefull verksamhet för alla olika begåvnings typer. Självklart är dessutom den enskilde individens utbildning efter eget val och egna resurser en tillgång i sig, utan att relateras till en framtida yrkesverksamhet.

Kraven på kunskapsförnyelse innebär sålunda krav på individuell anpassning inom utbildningsenheterna, både till lärare och studerande, och till samhällsfunktionernas förändring i Sverige och utomlands. Idag uppfyller vi inte alla dessa krav. Om det skall ske måste enskilda initiativ släppas loss och stöttas och kontaktnätet inom hela utbildningssystemet utvidgas, särskilt mot forskning, konstnärlig verksamhet och näringsliv.

Kunskapsförnyelse och kreativitet i skolan

Den citerade OECD-rapporten återkommer ofta till att den svenska skolan och högskolan blivit "comprehensive", dvs kommit att omfatta en mängd olikartade utbildningsformer och verksamheter. Stora organisationer har skapats och fått centrala styrelser. Från byråkratisk synpunkt finns mycket positivt i detta. För lärare, forskare och studerande har denna utveckling varit olycklig.

En studerande har få alternativ vid val av skola. Det statliga skolsystemet har ett slags monopol. Elevens första möte med sin utbildningsanstalt är formaliserat genom ett mekaniskt antagningsförfarande. I grundskolan och gymnasiet är bostadsorten utslagsgivande, och i högskolan kan kvotering leda till att rena slumpen avgör om en kvalificerad studerande får önskad utbildning eller ej. Många fristående skolor har förlorat sina existensmöjligheter. Formell jämlikhet har uppnåtts inte bara genom att fler utbildningsplatser inrättats utan också genom att alternativen eliminerats.

För lärare och forskare har större skolenheter inneburit "stordriftens

*Storskalighet
och byråkrati
kännetecknar den
svenska skolan*

*Stordrift innebär
både för- och
nackdelar*

fördelar", dvs ökade lokal- och instrumentresurser, men i många fall på bekostnad av individuella kontakter. Lärartätheten i svenska skolor hör formellt till de högsta i världen (en lärare på tio elever i högstadiet och gymnasiet) men i praktiken sker en segregering mellan elever som kan följa en normal klassundervisning och dem som kräver specialundervisning. Lärartätheten i "normal undervisning" blir därför inte så stor. Klasser på ca 30 elever är vanliga. Därmed blir också de individuella kontakterna lidande. Speciellt i skolor med många elever som saknar "egna" klassrum kan kontaktlösheten bli allvarlig.

Vissa undersökningar visar att mindre klasser och mindre skolor inte gör utbildningssituationen gynnsammare. Det finns emellertid också motexempel baserade på individuella initiativ inom ramen för den nuvarande skolorganisationen (t ex kan tre lärare ta gemensamt ansvar för två klasser). Här har lärarinitiativen fått starkt stöd från skolans ledning och försöken har i stort sett kunnat genomföras inom ramen för befintliga resurser. Det viktiga är att något som liknar enskild kreativitet växt fram inom en offentlig verksamhet. Rektors inställning är mycket betydelsefull. Kanske finns det ytterligare medel att stimulera detta slags initiativ och extra arbetsinsatser. Även om de kan komma i konflikt med gruppegoistiska intressen måste nationalintresset ges företräde.

När resultaten av sådana initiativ värderas positivt kan det bidra till fortsatt kunskapsförnyelse. Framgångsrika experiment blir lätt modeller och förebilder. Centrala organ, SÖ och departement, har här en viktig men ömtålig uppgift. Det gäller att stödja och stimulera initiativ men inte att kommandera eller organisera fram dem. Även initiativ som skenbart bryter ett system måste få provas — det är ofta regel för viktiga nyskapelser. Försöken pekar också mot en lösning på ett stort problem. Heterogena och stora klasser ger spänningar mellan intressena hos t ex elever med större eller mindre fallenhet för teoretiska studier. Alternativa kurser kan och måste ordnas. Olika studietakter bör tillåtas. Precis som vid högskolor kan det röra sig om undervisning i olika årskurser samtidigt, i speciella ämnen. Årskursgränser och gränser mellan skolformer (grundskola och gymnasium) borde därför kunna göras mindre skarpa genom lokala initiativ. Det är väl bekant att gymnasiestudierande i vissa ämnen ibland tidigt passerar gränsen till högskolans ämnesutbildning.

Elever med mindre förutsättningar för teoretiska studier bör givetvis också ges alternativ. Tidigare gjorde ju enskilda personer med enbart

*Uppmuntra lärar-
initiativ till
"intern småskalighet"*

*Tillåt olika studietakter
och gör gränserna
mellan årskurser
mindre skarpa*

folkskoleutbildning dominerande insatser inom nyföretagandet.

Landet behöver fortfarande nyföretagande på många områden, bl a inom flera servicenäringar där teorikraven inte är särskilt höga. Skolan måste vara medveten om behoven av nyföretagande och även teoretisk-praktisk utbildning för potentiella företagsbildare, dvs grunderna för entreprenörutbildning.

Skolans forskningskontakter

Individuell anpassning av skolutbildningen ställer höga krav på lärarna, bl a vad gäller ämneskompetens. Tyvärr går LUT 74 i sina förslag i motsatt riktning, vilket är oacceptabelt med tanke på behovet av kunskapsförnyelse. Alla kunskapsområden är viktiga. Särskilt kan vi dock peka på matematik och naturvetenskap, de ämnesområden som speciellt bildar underlag för förnyelse i industri och modern serviceverksamhet. Dessa områden är inte längre så attraktiva och deras kvalitet sjunker (påvisat i matematik genom undersökningar av Matts Håstad bl a i *Matematikutbildningen från grundskola till teknisk högskola igår — idag — imorgon*). Det är också bekant att det svenska laget i internationella ”matematikolympiader” i regel hamnar bland de sista).

Lärarkompetensen är också en fråga om kunskapsförnyelse. Psykologiska och pedagogiska kunskaper utvecklas normalt i yrket, men reguljär kontakt med forskningen bör vara självklar. Detsamma gäller om den ämnesmässiga förnyelsen, speciellt inom naturvetenskaperna. Centrala organ har här stort ansvar, t ex för lärardeltagande i universitetskurser i laboratorie- och forskarmiljö. Stipendier för fortbildningskurser i utlandet behövs. Höjd yrkesstatus är ett exempel på drivkrafter som måste utvecklas.

Högskolan och forskningen

Universitet och högskolor har en annan situation än grundskola och gymnasium. Forskning är en av deras huvuduppgifter: kunskapsförnyelsen är inbyggd i systemet. Forskningens räckvidd bör vidgas genom bättre kontakter med grundskola och gymnasium. Resultaten av de senaste utbildningsreformerna (U 68 och riksdagsbeslut 1977) har gått i riktning mot minskat forskningsinflytande på grundutbildningen vid universitet och högskolor. Härtill måste universitets- och högskoleforskningen få ökad kontakt- och verkningskrets även utanför sitt egentliga område, något som också minskats genom 1977 års riksdags-

*Öka forskningens
räckvidd och bredda
dess kontakter*

*Förbättra
grundforskningens
villkor*

beslut. Behovet av bättre kontakter med industrin och den offentliga sektorn är starkt.

Men då måste de interna villkoren för forskningen i grunden förändras, eller också får nya former för det som hittills varit universitets- och högskoleforskning skapas (se artikel av David Magnusson i Svenska Dagbladet 10 september 1978 och av Staffan Helmfrid i samma tidning 17 december 1979).

Universitets- och högskoleforskningen omfattar i första hand s k grundforskning. Tillämpningsforskning finns särskilt vid specialhögskolorna för teknik, jordbruk och skogsbruk och medicin. I samtliga fall är forskningen av största betydelse för samhället. Dess resultat är tillgängliga främst genom utbildning — i den utsträckning forskningsinflytandet utnyttjas (vi har på den punkten invändningar mot nuvarande organisation).

Grundforskningen har ringa direkt inverkan på näringslivet och samhället, medan den tillämpade forskningen kan ha det i väsentligt högre grad. Grundforskningens stora betydelse ligger i att framstående insatser i Sverige öppnar informationskanaler till och skapar kontakter med forskningscentra och forskare över hela världen. Sveriges blygsamma ekonomiska investeringar i grundforskning (ca 1 % av världens) kan därför, i rätta händer, ge mångfaldigat kunskapsutbyte.

Svenska forskare har hittills lyckats lösa den uppgiften förhållandevis väl. Sverige har haft en ganska liten grupp grundforskare av absolut högsta internationella kvalitet, men de har ändå lyckats göra sig gällande. Nobelpris (högsta antalet i världen i förhållande till invånarantalet), utländska hedersdoktorat, medlemskap i utländska akademier, internationella pris etc vittnar om detta. Inom några forskningsfält tillhör svenska forskare världens flitigast citerade. Naturvetenskapliga forskningsrådet (NFR) har nyligen för första gången prövat en s k peer review av forskare med NFR-anslag. Det innebär att sakkunniggrupper, sammansatta av ledande svenska och utländska forskare, genom dokumentstudium, intervjuer och besök på arbetsplatser granskat värdet av pågående forskning. Utfallet är snarast uppmuntrande. Brist på medel och i några fall internationella kontakter är dock problem.

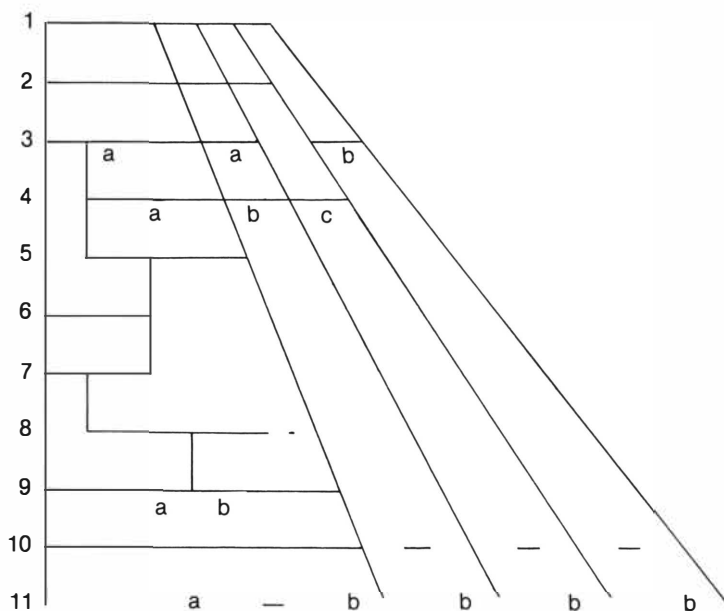
Det är lätt att instämma i att vår grundforskning måste bibehålla sin höga kvalitet och att dess bredd bör öka. Men om grundforskningen skall ge avkastning får bredden inte ökas på kvalitetsens bekostnad. Landets små satsningar på grundforskning måste således noga övervägas och prioriteras. Ansvarvaret faller delvis på forskningsråden. Men det

*Bibehåll kvaliteten
i den svenska
grundforskningen*

sträcker sig också högre upp, av två skäl. Dels behöver den 1977 beslutade universitetsorganisationen omprövas vad grundforskning och forskningskontakter beträffar, dels bör forskningsrådets ansvar utsträckas även till det tekniska området.

Universitets- och högskoleorganisationen har genom riksdagsbeslut 1977 fått en form som till en del kan beskrivas med hjälp av ett antal beslutsnivåer (figur 2:1). Riksdag och regering bildar den högsta nivån.

FIGUR 2:1
Beslutsnivåer inom
högskolan



Nivåerna är numrerade och svarar mot 1. Riksdag 2. Regering 3.a) Utbildningsdepartementet b) Privata fonder och anslag 4.a) UHÅ b) Forskningsråd c) STU, BFR osv 5. Planeringsberedningar 6. Regionstyrelser 7. Utbildningsnämnder 8. Högskolestyrelser 9.a) Linjenämnd b) Fakultetsnämnd 10. Institutionsstyrelser 11.a) Utbildning b) Forskning

Åtgärder på en viss nivå kan beslutas på samma nivå. I vissa fall krävs beslut på någon av de högre nivåer som kan nås utan att man korsar någon utritad linje. Frågan kan därifrån behöva gå vidare uppåt (prickar i horisontallinje innebär enklare beslutform, t ex enbart yttrande över förslag). Forskningens enklaste beslutvägar finns tydligen i de tre sektorerna till höger.

*Den nya högskole-
organisationen
har minskat
forskningsinflytandet*

Arbetsenheterna, institutionerna, kommer nederst. Där arbetar lärare och forskare under en styrelse, sammansatt på demokratisk representativ väg av servicepersonal, studenter och lärare. Förvånande nog har forskningen ingen garanterad representation i styrelsen. Detsamma gäller den styrelse som svarar för utbildningen fram till grundexamen, linjenämnden. I linjenämnd och högskolestyrelse finns vidare företrädare för yrkeslivet utanför universitet och högskola. Genomgående är "maktfördelningen" noga övervägd så att ingen representerad grupp får bilda majoritet. Endast i den s k fakultetsnämnden jämte eventuella sektionsnämnder är forskarrepresentation garanterad. Fakultetsnämnden ansvarar för forskarutbildningen och ersätter till en del den tidigare fakulteten.

Principen för ledningens kunnighet och engagemang för förnyelse i verksamheten som visat sig så betydelsefull för innovation och förnyelse i företag saknas helt i strukturen, liksom i tankarna bakom den. I ett framgångsrikt och innovativt företag av den typ som finns t ex i "Silicon Valley" i USA pågår en ständig dragkamp mellan dagens inkomstbringande rutinproduktion och förberedelserna för morgondagens innovationer. En av ledningens viktigaste uppgifter är att övervaka balansen mellan de båda uppgifterna. De senaste universitetsreformerna har inneburit en satsning på rutinerna, de äldre och stagnerande företagens kännemärke.

Nu är i själva verket universitet och högskolor mer komplicerade organisationer än vad som framgår av figur 2:1 och ovanstående beskrivning (jfr Jaques Barzun, *The American University*, 1969. Se också IVA, *Kunskap och konkurrenskraft*, 1979, kapitel 5 och 11). Professorer och andra lärare och forskare har arbetsformer som alltjämt medger en betydande individuell frihet i val av arbetsmetoder och arbetsinsats, ett viktigt skäl till att dessa befattningar fortfarande är förhållandevis attraktiva.

Högskolorna erbjuder ett från innovationssynpunkt intressant mönster. Institutionerna kan jämföras med små specialistföretag med utbildning som gemensamt ansvar men med olika forskningsuppgifter. Dessa institutioner kan var för sig och i ännu högre grad i samarbete utföra kvalificerade och ganska breda forsknings- och utvecklingsuppdrag. En högskola kan jämföras med ett kvalificerat konglomeratföretag, där många av delföretagen kompletterar varandras kompetens. Men det finns en väsentlig olikhet. Inom högskolan förfogar företagen-institutionernas styrelser ej över institutionernas forskarkapacitet och om-

*Högskolan
ett system
av fristående
institutioner*

vänt, forskarna förfogar ej över institutionernas övriga resurser. Denna situation är ny. Före 1970 fanns vanligen en personalunion mellan institutionernas forskarkapacitet och övriga resurser genom att institutionsstyrelsen i regel bestod av en person, en forskare (mestadels en professor).

Dagens system kom med de stora ökningarna i elevantal och som en konsekvens av den ökade demokratiseringen även i skolsystemet. Resultatet blev en långt driven satsning på rutiner, formaliserat beslutfattande och eliminering av forskarinflytandet. Högskolans intressanta grundstruktur behöver idag antingen reformeras eller kompletteras med hänsyn till behoven av kunskapsförnyelse i näringsliv och samhälle.

Eftersom grundforskning ytterst är ett uttryck för enskilda forskares nyfikenhet, idérikedom, skicklighet och engagemang, är den beroende av att idérika och skickliga forskare får tillräckliga resurser, med möjlighet till självständiga och snabba beslut. Om högskolornas olika styrelser och nämnder skall tillåta detta, behöver samtliga dessa ett starkt forskningsengagemang, betydande ekonomiska resurser och kraft att prioritera. Men den nuvarande strukturen tycks omöjlig att förena med dessa önskemål. Reformvägen är stängd. Vilka kompletteringar skulle behövas för att återställa grundforskningens vitalitet?

Grundforskningen finansieras i stor utsträckning på annat sätt än genom högskolorna. Forskningsråden (jänte STU, BFR, Riksbankens Jubileumsfond och privata fonder) är viktiga, direkt forskningsengagerade finansörer. Deras franska motsvarighet CNRS spelar en utomordentligt viktig roll för den franska forskningens finansiering genom egna institut, direktanställning av forskare och forskningsanslag (där har f ö nyligen deklarerats en återgång till ökat forskningsinflytande på styrningen av medelanvändningen). De svenska forskningsråden (som då bör kompletteras med motsvarande funktioner hos ett tekniskt forskningsråd, se *Vägar till ökad välfärd*, DsJ u 1979:1 och 2) kan ges liknande befogenheter. NFR har redan befogenhet att inrätta nya forskartjänster, snabbt och på nya områden. De är till en del tidsbegränsade. Resurserna och befogenheterna behöver nu vidgas och bör bl a också omfatta tekniksektorn. De viktigaste grundforskningsgrupperna i landet kunde ges — eventuellt temporär — institutstatus inom högskolan men under forskningsrådets direkta ansvar. Därigenom garanteras den nödvändiga rörelsefriheten för forskarna samt en styrelse med tungt forskningsengagemang. Anknytningen till högskolan beträff-

*Utvidga forsknings-
rådets ansvarsområde,
inrätta temporära
institut*

Trygghet i stället för flexibilitet

Forskarutbildade måste bli mer efterfrågade i näringsliv och samhälle

Satsa också på fristående institut

fande utbildning, gemensamma resurser etc kan fastställas i avtal.

Ett annat problem för forskningen skulle behöva en speciell lösning, nämligen de svårigheter våra små universitets- och högskoleinstitutioner får till följd av trygghetslagarna. I värsta fall går de skickliga forskarna vid en institution vidare, medan de mindre framgångsrika stannar i sina befattningar och blockerar förnyelsen ("ackumulerad kvalificerad inkompetens"). Naturligtvis är bättre trygghet och mer ledighet för unga föräldrar samt ofta lägre prestationskrav något positivt för personalen. Denna nya situation för professorer och prefekter kräver nya sätt för arbetsledning. Särskilt viktigt är det att all personal blir informerad och motiverad. Många doktoranders naturliga drift att söka kunskap och vägar till skapande verksamhet gynnas av god forskningsmiljö och handledning. Antalet tjänster för forskarassistenter och forskardocenter borde ökas till åtminstone en sådan tjänst per institution. Vid KTH finns det för de ca 100 institutionerna totalt tolv forskarassistenter och lika många forskardocenter. Detta skulle lösa en del av problemen. Men generellt måste anställningstryggheten kopplas till behovet av forskarkompetens i näringsliv och samhälle, så att en rimlig genomströmningstakt naturligen uppstår t ex genom ökad efterfrågan på forskarutbildade. Både näringsliv och samhälle har emellertid varit ointresserade. Orsakerna till detta behöver prövas tillsammans med högskolorna. Många skäl till en omprövning finns. Svaga kontakter mellan högskolevärlden, näringslivet och samhället är ett viktigt skäl till nytänkande. Högskolorna har otillräcklig "marknadskontakt".

En annan väg till förnyelse av forskarpersonal vid institutionerna är att göra de fasta tjänsterna mer flexibla t ex genom möjlighet till sänkt pensionsålder; personbyte på fasta tjänster är i vissa fall enda möjligheten till radikal förnyelse i utbildning och forskning. Alla möjligheter att lösa de till synes motstridiga intressena med trygghet å ena sidan och personalförnyelse i forskningen å den andra behöver prövas i ett sammanhang.

Utöver forskningsrådets ökade engagemang (med bl a "temporära" institut inom högskolorna) kan nya fristående forskningsinstitut behövas.

Utvecklingsrådet menar dock att sådana institut bör inrättas bara då grundforskning, tillämpningsforskning och utbildning i någon sektor kräver mer av inbördes kontakter och samordning men mindre behov av att vara direkt inordnade i en högskola (liten homogen högskola, jfr Ingemar Ståhl, U74, SNS 1974). Exempel är områden som bioteknik

och informationsteknik eller det existerande Institutet för Mikrovågsteknik (IM) vid KTH. Verksamheten där ger som resultat komponenter och system som kan utnyttjas för lagring, bearbetning och överföring av information. Ett resultat är en tillverkningsteknik för optiska fibrer, vidare utveckling av lasrar, dioder och andra komponenter för optisk kommunikation. Även mikrovågsvärmning, modern mätteknik m m har bearbetats, med intressanta nykonstruktioner som följd. För svenska förhållanden har stora pengar satsats på IM, nämligen 25 miljoner i basanslag och utvecklingsuppdrag under perioden 1968/69 till 1976/77. Resultatet har blivit ett flertal patent, exploateringsavtal och ”företagsavknoppning”, förutom en allmän kunskapshöjning.

Tanken på ett institut för mikroelektronikens användning bör allvarligt prövas. Informationstekniken blir här ett delområde.

Högre teknisk utbildning

Högre teknisk utbildning har en speciell roll i näringslivets och samhällets kunskapsförnyelse. Tillströmning och utexamination har diskuterats på andra ställen (*Kunskap och konkurrenskraft, Vägar till ökad välfärd*) och inger ingen direkt oro (däremot är avtagande examination av naturvetare i grundexamen och doktorsexamen oroande med tanke på lärarsituationen i skolorna). Kvalitet och förnyelse är svårare att få grepp om. En nyligen genomförd jämförande studie av J P Klus (*Comparative Study of Swedish Higher Technical Education in an International Perspective*, CF-STF, Stockholm 1979) baserar sig i huvudsak på skriftlig dokumentation. Den påvisar ingen väsentlig kvalitetsskillnad mellan civilingenjörsutbildning i Sverige, Schweiz, Holland eller USA. Det svenska utbildningsinnehållet visar hög förnyelsetakt och en hög investering per studerande (dock lägre än i Schweiz) samt en hög forskningsinvestering. Men den experimentella delen av utbildningen är förhållandevis liten och valfriheten mot breddad ingenjörsutbildning är låg. Utvecklingsrådet instämmer i kritiken mot tron på strukturreformer som ett medel för att höja effektiviteten liksom i betonet på av fakultetens kvalitet och de inträdessökandes studieförutsättningar.

Bristerna i experimentellt inriktad utbildning bör sättas i samband med behovet att ge de studerandes individuella kreativitet större utrymme. Det är ett krav främst utifrån individuella behov. Men också samhället behöver nytänkande och enskilda initiativ. Kreativitet kan odlas överallt, t ex inom matematiken (f ö ett område där svenska forskare nått mycket hög citeringsfrekvens).

Svensk civilingenjörsutbildning är inte sämre än i andra länder

Öka utrymmet för kreativitet i utbildningen

För blivande ingenjörer har experimentella ämnen en kanske bredare användbarhet än matematik. Då krävs intresserade lärare som kan sätta till tid och förfogar över kursinnehållet. I *Vägar till ökad välfärd* har föreslagits en stödorganisation för innovationsinriktad utbildning, ett "Centrum för innovation". Initiativ i den riktningen har tagits vid Chalmers. Utvecklingen bör påskyndas genom att särskilda (STU-) anslag utgår till lärare och forskare med erfarenhet och intresse för kreativitetsträning.

Vidare måste entreprenörsbegåvningarna tas till vara. Ännu i början av 70-talet var folkskolan den enda utbildningen för nästan hälften av våra företagsgrundare. Den "begåvningsreserven" har nu "aktiverats" till utbildning åtminstone ett stycke in i gymnasiet. Skolan och högskolan har här ansvaret för att viktiga incitament och förmågan till nyföretagande inte försvinner. Speciellt måste högskolan stimulera uppfinnare och entreprenörer att föra tekniskt kvalificerade prototyper till produktion. För myndigheterna är uppgiften enklare än för lärare och forskare vid högskolorna, men den är känslig: att stödja de lärare och forskare som passar till handledare. Ett område för ökad STU-aktivitet!

Det finns ett annat och i praktiken betydelsefullare sätt att pröva den svenska utbildningens kvalitet. Stimulera svenska studenter att i större utsträckning studera vid utländska högskolor! Så sker inom ramen för utbytesavtal mellan Chalmers och Lunds tekniska högskolor å ena sidan och å andra sidan tekniska högskolor i England, Frankrike och Schweiz. Resultaten betecknas hittills som tillfredsställande. Men det finns djupare skäl till utlandsstudier.

Trots uppgifterna om hög förnyelsetakt i civilingenjörsutbildningen — uppgifter som stämmer tämligen väl med enkätsvar i en svensk företagsintervju utförd inom ramen för Särskilda Näringspolitiska Delegationens uppdrag 1978 — finns det också eftersläpningar. Mikroelektroniken är ett sådant område, vilket också kom fram i intervjuerna, liksom bioteknik och plastsektorn. Resurserna till förnyelse på forskar- och lärarsidan är otillräckliga och varningssignalerna kommer sent eller är alltför otydliga. Utvecklingsrådet pekar i ett följande avsnitt på behovet av ett utökat informationssystem från högskolan till näringsliv och samhälle. Om systemet inte fungerar tillräckligt väl i omvänd riktning, kan ett informationssystem från näringsliv och samhälle till högskolan behöva upprättas.

Inom högskolan ansvarar linjenämnderna för utbildningen fram till

*Linjenämnderna
räcker inte som
kontaktorgan
mellan forskning
och näringsliv*

*Samarbetet över
ämnesgränserna
måste uppmuntras*

högskolans grundexamen, alltså civilingenjörs- och arkitektexamen vid tekniska högskolor. Linjenämnderna har ett inslag av yrkeserfarna och yrkesverksamma personer.

Idén bakom detta är god, men linjenämndernas uppgifter är för kort-siktiga för att ge en så tung representation som högskolan skulle behöva. De har i några fall åtagit sig även mera långsiktiga uppgifter, något som uppenbarligen sammanhänger med goda personval till nämnderna. De tidigare s k utbildningsråden och fakultetsberedningarna, båda med tung näringslivsrepresentation, hade uppgifter som rörde långsiktig utveckling av högskolans utbildning och forskning. Kontakter på denna nivå behöver återupprättas.

En annan invändning mot linjenämnderna är deras svaga forskningsanknytning (se ovan). I de tidigare ansvariga organen, sektionerna, deltog alla ämnesprofessorer. Men i stället för att placeras i kommittéer eller nämnder bör forskarna få inflytande över kursutformning och kvalitetskrav genom att dessa underkastas regelbunden forskargranskning och genom att forskarna får visst ansvar för introduktion av nytt kursinnehåll.

Det ökade studerandeantalet och därav följande omkonstruktioner har försvagat det inre kontaktnätet inom högskolan. Inrättande av linjenämnderna innebär t ex samtidigt att tidigare sektionsuppgifter slopas. Ett annat viktigt kontaktorgan, fakulteten, tidigare professorernas kontaktorgan, har också eliminerats och ersatts av s k (sektions-)fakultetskollegier. Deras uppgifter är emellertid begränsade. Forskarna behöver en komplettering till detta, om högskolorna skall kunna delta i det allt viktigare forskningssamarbetet över ämnes- och fakultetsgränser. Även här kunde forskningsråden få ett ansvar för nya och effektiva former av forskarkontakt och -samarbete. Några förebilder finns redan, t ex NFRs storprojekt "Dynamik och energiflöden i Östersjöns ekosystem" och "Barrskogslandskapets ekologi". En annan samsarbetsform har föreslagits av arbetsgruppen "Matematiska modeller för biologiska och sociala system", nämligen ett permanent rådgivande organ med uppgift att organisera kontakt mellan nordiska forskare på det området. Modern informationsteknik erbjuder nya hjälpmedel för att genomföra samarbetet praktiskt. Även om ingen av förebilderna helt motsvarar vad som krävs, ger de dock uttryck för det väsentliga behovet: kontaktorgan för aktiv, forskningsinriktad samverkan med ett inslag av idén om "homogent universitet" (U74, SNS 1974).

Högskolan och de externa forskningskontakterna

Det är ett primärt behov att idérika forskargrupper med internationell konkurrenskraft får kraftfullt stöd till självständig utveckling. Samarbete dem emellan måste underlättas. Mångsidighet och allmänintresse existerar ofta tillsammans med hög forskarkompetens (Svedberg, Tiselius m fl).

Generellt gäller att många forskare vid universitet och högskolor både kan och vill komma i mer direkt kontakt med näringsliv och samhälle än enbart genom utbildningen. Detta är i så fall till ömsesidig båtnad. Inom vissa företag finns s k *vetenskapliga råd*, fora för informationsutbyte mellan vetenskapens företrädare och representanter för affärs- och industrivärlden. Från den vetenskapliga sidan kan t ex utfärdas ”varningar” för kommande vetenskapliga genombrott (biotekniken är ett sådant område). Det är både möjligt och värdefullt att vidga detta ”råd”-system. Även ett vetenskaplig-tekniskt råd i regeringens omedelbara närhet skulle bli till stor nytta då behovet av vetenskaplig information växer. Ett sådant råd har givetvis möjligheter att kalla kolleger till ”hearings” omkring problem av stor bredd.

Adjungerade professorer, forskare inlånade till högskolan från näringsliv och samhälle på deltid, har till en del fyllt en lucka i informationssystemet och gjort det väl. Systemet bör stödjas med ökade (statliga) anslag. Kontaktsekreterarna vid högskolorna har också en viktig uppgift: att svara för informationsflöde och kontakter från högskolan till näringslivet, sålunda kompletterande de adjungerade professorernas uppgift. Deras ansvarsområde är för vidsträckt och behöver delas upp, vilket på flera sätt skulle höja effekten av deras insatser, inte minst därigenom att specialister skulle kunna engageras för kontakt- och informationsuppgifterna. Även här behövs vidare kostnadsramar.

En konkret variant av vetenskaplig rådgivning representerar *uppdragforskningen*. Samhällets och näringslivets behov av en brygga mellan universitets- och högskoleforskningen å ena sidan, näringsliv och samhälle å den andra aktualiserades av den ”malmska utredningen” på 1940-talet. Den resulterade bl a i branschforskningsinstitutet. Vissa specialistinstitut har senare inrättats. De har otvivelaktigt gjort stor nytta även om verksamheten ifrågasatts i en del hänseenden.¹

En del av dessa institut har givit upphov till nya företag (t ex Scanpro och IMA avknoppade från mikrovågsinstitutionen respektive -institutet).

¹ Se *Branschforskning och Forskningsstationer*, Industriforskningsutredningen 1967:11; *Samordnad teknisk forskning*, Industridep 1970:2.

Inrätta vetenskapliga råd inom näringsliv, förvaltning och . . .

i regeringens närhet

Uppdragsforskning — en konkret form av vetenskaplig rådgivning

tet, KTH). På Träforskningsinstitutet har nya betydelsefulla metoder tagits fram. Institutet är t ex världsledande beträffande bioteknisk nedbrytning av cellulosa. Dessa institut medger en kraftfullare forskningskoncentration på specifika områden än vad motsvarande universitetsinstitutioner kan prestera. Detta slags koncentration kommer i växande omfattning att behövas — även i en decentraliserad samhällsform — då energi- och råvaruknapphet driver på. Ett grundläggande stöd till instituten från den privata och offentliga sektorn (STU) kommer att behövas även fortsättningsvis.

Högskolans institutionsorganisation täcker bara en del av behovet av fristående forskning och utveckling. Enklast kunde ett växande behov mötas genom forsknings- och utvecklingsuppdrag från den privata och den offentliga sektorn till universitets- och högskoleinstitutioner, som har goda personella och tekniska förutsättningar. Sådana försök har länge pågått i Sverige men utan nämnvärd framgång (se t ex KTHs årsredogörelse 1977/78). Försöken har mött direkt motstånd, grundat på en egenartad förening av å ena sidan högtstående principiella puristiska motiv, i detta fall vetenskapens ”ovärldslighet”, dess behov av oberoende i förhållande till ekonomiska band och inriktning mot jordiska ”nyttigheter” (elegant hävdad av den välkände matematikern G H Hardy på 1940-talet i *A Mathematician's Apology* men med rötter förmodligen i våra universitets ecklesiastika ursprung i 1200-talets Paris) — och å andra sidan avundsjuka och gruppegoism. Det nationella (och internationella) intresset bör få överhand i Sverige som i många andra länder. Norge har organisationen SINTEF i Trondheim och Sentralinstitutt for Industriell Forskning i Oslo, båda inriktade på uppdragsforskning och stödda på var sitt universitet. SINTEFs årsomsättning var 1963 6,2 Mkr (norska) och antalet manår 195 (administration frånräknad). 1976 var årsomsättningen 96,5 Mkr (norska) och antalet manår ca 800. Privata och offentliga uppdrag svarar för mer än 60 procent av inkomsterna. Projekt och generellt bidrag från Norsk Teknisk Naturvitenskabelig Forskningsråd (NTNF) står för ca 30 procent. Sentralinstitutt i Oslo uppvisar en liknande utveckling. Omsättningen var 50,7 Mkr 1976 och antalet anställda (totalt) ca 320. Motsvarande siffror 1978 är 65,5 Mkr och 312.

I båda fallen ges utbildning i form av examensarbete och vidareutbildning efter grundexamen. Motsvarande uppdragsinstitut vid universitet har prövats på många andra håll i världen, t ex i Storbritannien (Loughborough, University of Manchester Institute of Technology,

*Utländska institut
för uppdragsforskning
goda föredömen
för Sverige*

Queen Mary College m fl). Alla dessa utvecklingsinstitut erbjuder tekniskt utvecklingsarbete över en stor bredd av tekniska specialiteter och tar även emot uppdrag från utlandet. (I Storbritannien är enligt uppgift utländska firmor mer intresserade av att exploatera brittiska forskares idéer än landets egna företag.) De brittiska uppdragsföretagen har företagsstatus, de ägs av eller samarbetar mycket nära med sitt universitet. De är små men har ändå som mål att vara självförsörjande, vilket de också i några fall verkligen är.

NTNF bidrar till grundläggande vetenskaplig utveckling med ca 5 procent i SINTEF och ca 16—20 procent i Sentralinstitut. Dessa institut stöder sig på frivilliga och intresserade krafter vid universiteten i Trondheim och Oslo. Med tanke på att utvecklingsprojekt behöver avsevärt mycket större personell och ekonomisk insats än vad högskoleinstitutioner normalt förmår prestera, finns idag i Sverige stort behov av att koncentrera STUs och institutionernas tillämpnings- och utvecklingsinsatser på liknande sätt. Det behövs som en komplettering eller utvidgning av befintliga institut. Initialskedet är enkelt men viktigt: det gäller att finna initiativtagare och rätt startnivå. Bioteknik och mikroelektronik är tänkbara startområden omkring vilka även andra områden kan grupperas. För detta krävs även de rätta människorna. (För SINTEF har Karl Stenstadvold haft en avgörande betydelse.) Ytterligare en sak är värd att observera. I SINTEFs årsredovisning för 1976 påpekas behovet av ökade insatser för att kunna bibehålla en hög internationell kvalitetsnivå för den grundläggande universitetsforskningen.

Att *nyföretagande* kan ske i anknytning till universitet är amerikanska universitet ej ensamma om att bevisa. Också i vårt land finns det exempel på detta:

- Miniacceleratorer tillverkas av Scanditronix efter konstruktioner av professor Wernholm, Elektronfysik vid KTH. Verksamheten expanderar.
- Mikrovågsvärmare vid Scanpro och mikroelektronik vid IMA, de senare avknoppade från institutionen och institutet för mikrovågsteknik.
- Minidatorer för lagerinventering i varudistributionen, laserutrustning för konstruktion av mikrokretsar m m vid AB Micronic, ett företag startat av tekn lic Gerhard Westerberg, tidigare assistent vid institutionen för tillämpad elektronik, KTH (omsättning i runda tal 20 Mkr 1979, som sannolikt fördubblas 1980).

*Företagsavknoppning
från högskolorna
ökar nyföretagandet*

Det finns fler exempel, och ännu fler är de idéer och prototyper som nu förverkligas av större företag. Men små högteknologiska företag har svårigheter med att finna marknader i Sverige. Utlandsförsäljning är mer eller mindre en nödvändighet, vilket också innebär att produkterna måste motsvara ett internationellt behov. Området "högteknologi i utvecklad infrastruktur", dvs u-landsteknologi, avvecklar sig som ett lämpligt fält för nyföretagande med anknytning till universitetens forskning och utbildning. Men också här krävs avknoppning från universitetsorganisationen. I ett land med liten egen marknad för högteknologiskt nyföretagande är det svårare för en nyföretagare att slita sig loss från universitetsmiljön än t ex i USA. Detta kan vålla komplikationer. För att få till stånd denna typ av nyföretagande fordras att vi skapar en miljö av mer tillväxtfrämjande slag än dagens.

Ett omslag tycks vara på väg: större risktagande från bankernas sida har aviserats. Statliga stödorgan kan bli generösare — statliga lån med sk villkorlig återbetalningsskyldighet innebär i praktiken föga risktagande för statens del. Nyföretagandet innebär i regel också betydande enskilda satsningar. Mycket av de samlade insatserna går ju till löner och så småningom åter till stat och kommun i form av skatter. Staten bör därför kunna agera helt annorlunda än en bank, bl a så att "riskpremien" vid utlåning från statliga utvecklingsfonder tas bort.

En positiv miljö för innovations- och entreprenörbegåvningar och en medvetenhet om värdet av företagsavknoppning måste utvecklas vid högskolorna. Detta är ett viktigt fält för STU-insatser och insatser av Statens fond för industriellt utvecklingsarbete.

*Skapa positiva miljöer
för innovatörer
och entreprenörer*

3 Den industriella förnyelsen

Det har blivit allt viktigare att förutse förändringar i omvärlden

Företagen och deras omvärld har alltid ändrats. Det har emellertid blivit allt svårare (och även viktigare!) att förutse vilka omvärldsförändringar som kommer och när de kommer. Härigenom har kraven skärpts på företagens och hela näringslivets förmåga att parera och anpassa sig till nya förutsättningar. Denna successiva anpassning och förnyelse måste ske framgångsrikt, samtidigt som den löpande verksamheten skall fungera så effektivt att den fyller sina omedelbara ändamål och dessutom ger resursbasen för utvecklingsåtgärder, om strukturen i stort skall bestå.

Den svenska ekonomiska strukturen kallas ofta blandekonomi och utgör ett slags opreciserbart mellanting mellan renodlad marknadsekonomi och planekonomi. I blandekonomi med marknadspolitiska förtecken väljer man att göra ingrepp i näringslivet med marknadsekonomiska medel så snart detta går, i stället för att bygga ut den centrala byråkratin. Erfarenheterna visar också att subventioner och andra ingrepp kan ge många inte avsedda negativa effekter för dem som ställs utanför stödet. Endast i fall där marknadsekonomins spelregler ger skeva resultat undviks en blandekonomi med marknadsekonomiska förtecken. Exempel är situationen där kostnader drabbar en part medan intäkterna tillfaller en annan.

Den decentraliserade marknadsekonomin förutsätts bestå

Detta kapitel bygger på tanken att de marknadsekonomiska inslagen i svensk ekonomi skall bestå i sina huvuddrag. Väsentliga inslag här är rätten att individuellt eller i företagen fatta självständiga beslut om den egna verksamhetens inriktning och omfattning. Besluten i företagen fattas alltså huvudsakligen utan centraliserad detaljreglering och dirigering av personer eller grupperingar utanför näringslivet. En av grundidéerna i den svenska blandekonomiska strukturen är att flertalet utvecklingsproblem förstås och löses bäst av de direkt berörda.

Om förnyelsen inte blir framgångsrik får företagen välja andra vägar. Det kan vara minskad självständighet genom ökad upplåning, kapitalförstörelse, avyttring av viktiga ägodelar, samverkan med andra. Ett mer makrobetonat resultat blir minskad konkurrenskraft och därav följande nedgång i produktion och konsumtion.

Förnya den befintliga industrin

Ny teknologi om nya affärsidéer kan kräva nya företag

Skapa fora för debatt om villkoren för förnyelse

I detta kapitel ges några perspektiv på och metoder för att höja den svenska industrins förnyelseförmåga. En stor del av uppmärksamheten knyts till förnyelse av redan existerande företag. Vid sidan härav ges synpunkter på problem och möjligheter vid individuellt företagsstartande. Det finns argument för båda dessa utvecklingslinjer.

Mycket talar å ena sidan för satsning på förnyelse av den befintliga industrin. Det är där kunskaperna, resurserna och organisationen finns för utveckling av produkter och tjänster, marknader, marknadsföring och produktion samt ekonomistyrning och administration. Om man skall nå effekter som redan inom ett perspektiv om fem till tio år har påtaglig betydelse för vår handelsbalans, blir det därför inom den befintliga industrins förnyelse som satsningarna måste ske.

Å andra sidan är inga verksamheter eviga. Industri som inte förnyas sig i tid måste avvecklas och ersättas med annan. Ny teknologi och nya affärsidéer kan kräva "kultur" och arbetssätt som inte låter sig inlänkas i de äldre företagen. De nya kommunikationsmöjligheter elektroniken ger kan vidare komma att skapa andra förutsättningar för decentraliserade företagsbildningar. Om perspektivet för industriföretagen ej primärt är de kortsiktiga effekterna på handelsbalansen utan kombinationer av regionala och långsiktiga sysselsättningseffekter får idéerna om start av nya "oberoende" företag större vikt.

Förnyelsen kan ske i olika omfattning. Ju radikalare grepp, desto mera riskfyllda tenderar satsningarna att bli tekniskt, kommersiellt, ekonomiskt och mänskligt. Antalet okända variabler växer kraftigt. Ibland kan det vara nödvändigt med stora risker i förnyelsesatsningarna. Befinner sig inte svensk industri i det läget just nu?

Exempel på olika grader av radikalism i förnyelsen kan vara:

- utveckling av hittillsvarande affärsidéer och nuvarande teknik i befintliga företag
- övergång till nya affärsidéer, ny teknik och marknadsföring i befintliga företag
- start av helt nya, fristående verksamheter baserade på vaga affärsidéer, oprövad teknik och med okända marknadsförhållanden.

Vi behöver i Sverige ett eller flera fora, där djupt insiktsfulla debatter om detta kan föras för att inspirera till handling.

Räcker det med kunskap?

På senare år har en rad utredningar genomförts om vårt näringslivs behov och framtida möjligheter. Ett ofta återkommande tema i rapporter-

*Det är föga originellt
att satsa på
kunskapsbaserad
industri*

*Kunskapen
behöver kombineras
med kreativitet,
vilja och
handlingskraft*

*Sverige är skickligt
på att tillämpa
utländska
teknologiska
framsteg*

na är att industrin behöver förnyas. Satsa på marknadsbehov, som tillgodoses genom teknik, marknadsföring, organisation osv baserad på kunskaps- och förnyelsekrävande system! Nyckelordet har blivit kunskap. Frågan är: räcker det?

För det första är det, internationellt sett, föga originellt att satsa på kunskapsbaserad industri. I de flesta i-länder med uttalade industripolitiska satsningar tycks man ha samma nyckel till sitt framtidslås. Vidare ger kunskapsbaserad industri endast en allmän och vag inriktning för satsningarna. I den kunskapsexpansion som världen står mitt upp i gäller det också för svensk industri att välja områden att satsa på. Vi kan inte satsa på allt. Valen är svåra. Inriktningsbesluten blir svåra och att förverkliga dem blir ännu svårare. Att utvärdera och modifiera besluten blir besvärligt. Klart torde emellertid vara att detta beslutfattande inte kan centraliseras till något slags övergripande nivå i Sverige. Pluralitet och decentraliserat engagemang behövs. Kunskaper och erfarenheter i de berörda frågorna måste sålunda kombineras med många mänskliga kvaliteter såsom kreativitet, djärvhet, målinriktad vilja och handlingskraft. Debatten måste föras mycket mer livsnära än Utvecklingsrådet, av naturliga skäl, kan göra.

För att satsningarna skall ge framgång i internationell konkurrens krävs alltså att ett antal kompletterande allmänna och företagsmässiga villkor uppfylls. Behoven skärps eftersom förnyelsen också skall bli bred och intensiv i industrin. Några sådana kompletterande villkor skall diskuteras här. Uppmärksamheten knyts först till förhållanden i existerande företag. Texten breddas då och då till de fristående företagsstartarnas problem och möjligheter.

Från teknologi till teknik

I flera av de senaste årens utredningsrapporter påpekas att Sverige givit bidrag till den teknologiska utvecklingen endast i ringa grad och inom begränsade områden. Däremot har vi varit skickliga på att tekniskt-industriellt tillämpa nya teknologiska framsteg som gjorts utomlands. Om man antar att detta mönster är användbart och dominerande även fortsättningsvis, hur är vi då rustade för fortsatt tillämpning av denna strategi? Vad kräver den framöver? Skärps inte effektivitetskraven? Gör vi rätt? Vad kan vi göra ytterligare för att säkerställa strategitillämpningen?

Ett första krav är att få allt tidigare tillgång till ny teknologi, var den än utvecklas. Ett andra krav är att ha ett länksystem som för hem de nya

*Spridningen av
teknologi i landet
behöver förbättras,
men hindren
för industriell
tillämpning växer*

*Marknadens
efterfrågetryck
på utbildningen
måste tillta*

kunskaperna allt snabbare och effektivare. Vidare måste de nya kunskaperna spridas snabbare inom landet till dem som kan göra riktiga urval och som dessutom kan tillämpa teknologin tekniskt-industriellt. Slutligen måste det bland dem som *kan* göra detta också finnas de som *vill* göra det, som *får* göra det och som faktiskt också *gör* det.

Vi är rätt väl organiserade för att hålla oss à jour med teknologiutvecklingen i världen och också för att ta hem denna kunskap. Det är inte detta som skall diskuteras här. Mycket finns visserligen att säga om forskningens villkor och resurser, men det får räcka med en hänvisning till kapitel 2.

Spridningen av ny teknologi i landet fungerar förhållandevis väl, men den behöver förbättras. Några ord sägs härom i närmast följande avsnitt. En fördjupad debatt om en del av dessa problem finns i kapitel 2.

En allvarlig risk som vi löper och som dessvärre tilltar är att förmågan att snabbt och säkert tillämpa ny teknologi industriellt inte växer i takt med de ökade behoven. Hindren för snabb och framgångsrik industriell tillämpning av ny teknologi tenderar snarare att växa än tvärtom. Attityder, kunskaper, viljeinriktning och beteenden behöver utvecklas. Det är det riskområde som upptar det mesta av återstoden av detta kapitel.

Spridning av ny teknologi

Det finns många kanaler genom vilka kunskap om sedan länge känd och ny teknik sprids i Sverige: skolor och högskolor, massmedia, intresseorganisationer, forsknings- och utbildningsinstitut, konsultföretag samt företagets, verkens och myndigheternas interna informationsservice, debatter och utbildning. Genom den historiska utvecklingen har professionell utbildning om gammal teknologi blivit effektivare än den om ny.

Det är viktigt att det riktas ett artikulert efterfrågetryck från elevernas framtida arbetsmarknad så att utbildningen inriktas på att göra eleverna väl skickade att lära sig, förstå, utöva och vidareutveckla företagens specifika nuvarande och framtida teknik. Debatter, symposier, seminarier och/eller kurser borde ordnas med industri- och andra arbetsmarknadsrepresentanter som lärare samt professorer, lektorer och andra professionella utbildare som elever. I det rådande systemet för högskoleundervisningens anpassning till ny teknologi är det i huvudsak utbudssidan som reglerar takt och inriktning. Vi är kritiska mot det synsättet. (Se kapitel 2 om utbildningsråd och linjenämnder.)

Vidareutbildning genom föreningar, institut, forskningsorgan m fl är ofta starkare kopplad till marknadskrav än vad fallet är med högskoleundervisningen. Marknadskraven slår hos dessa utbildningsorgan ofta snabbt igenom även i rekryteringen av lärare samt i utvecklingen av undervisningsmetoder och undervisningsmaterial. Genom nära marknadspåverkan anpassar sig denna vidareutbildning snabbt till ny teknologi. Här borde det finnas möjligheter att bryta nya vägar även i skolen och högskoleväsendet.

Förnyelse av industriföretag

*Ett företags framgång
kan bedömas
på flera sätt*

Industriföretagens framgång kan bedömas på olika sätt. De vanligaste och mest utvecklade sätten är knutna till teknisk-ekonomiska aspekter, medan psyko-sociala aspekter står mer tillbaka. Bland teknisk-ekonomiska bedömningar och mätetal kan nämnas lönsamhet och vinst, kassaflöde, likviditet och soliditet, tillväxt, marknadsposition, internationalisering, riskspridning, substitutrisker, reklamationer, originalitet, förnyelsekraft och image. Bland psyko-sociala förhållanden kan nämnas delegering och samordning av arbetsuppgifter, ansvar och befogenheter samt medbestämmande, personalstruktur i olika hänseenden, frånvaro, olycksfall, personalomsättning, ledarstilar, konflikter, utbildning, kommunikation, motivation, arbetsglädje och lojalitet, samverkan för gemensam måluppfyllelse eller isolerings- och suboptimeringstendenser.

Siffrornas betydelse i de olika mätetalen jämförs med planer och prognoser, med normalitet och skälighet, med konkurrenter och kolleger osv under tidigare perioder. Mätningarna och bedömningarna kan ingå i prognosticeringen och planeringen och uttrycker då förhoppningar, farhågor och ambitioner. De kan också ingå i efterhandsredovisningen och uttrycker då utfall.

Det växer på sina håll utomlands upp vissa data- och erfarenhetsbanker som tillåter objektivare bedömning av enskilda företags förhållanden. Här kan man också tänka på det idoga japanska arbetet på att samla och bearbeta strategiska data från hela världen. I ett antal svenska företag har insamling av omvärldsdata satts i system för att företagen skall kunna se sina egna förhållanden i "rätt" perspektiv.

Det är uppenbart att kortsiktiga, operativa aspekter blandats med mer långsiktiga och strategiska i den uppräknings av mätetal som gjorts här. Sådana är också förhållandena i det verkliga livet — mätetalen är endast ett uttryck för detta. Operativa och strategiska aspekter kom-

Tonvikten läggs på strategiska aspekter

pletterar och konkurrerar med varandra. Det blir problemen och möjligheterna, såsom de uppfattas av de agerande i den enskilda situationen, som avgör var tonvikten skall läggas just då och vad som då anses vara rätt eller mest lämpligt. Generella uttalanden blir lätt felaktiga förklaringar.

I den följande diskussionen läggs tonvikten vid strategiska aspekter inom det teknisk-ekonomiska området, vilket förenklar framställningen. Samtidigt ökar riskerna att texten blir missvisande eller ointressant för vissa företag och konkreta situationer. Ett antal principiella situationer och fall kommenteras. Dessa kommentarer täcker naturligtvis inte praktikens mångfald.

Strategiutvecklingen och förnyelsen i företag sker normalt både genom systematiskt arbete och genom oplanerade anpassningar till omvärldsförändringar. Tänkesätt, arbetssätt och planer kan snabbt bli föråldrade och utgöra belastningar i stället för hjälp. Omprövning av hot och möjligheter, styrka och svagheter tillhör numera vardagen i industrin. Rollerna för styrelsen, verkställande ledningen, enhetscheferna, specialisterna samt personalen i övrigt och dess representanter måste prövas när det nya skall växa fram ur det bestående.

När industriföretag skall förnyas radikalt eller nystartas krävs att ett antal villkor tillgodoses. Erfarenheten säger att åtminstone följande fem förutsättningar måste vara för handen för att framgångsrik förnyelse skall komma igång:

- Ett prestationsmotiverat arbetslag måste skapas med minst en stark och drivande eldsjäl.
- Affärsidéer och produktidéer skall samverka.
- Incitament och miljö måste göra risktagandet meningsfullt.
- De som driver utvecklingen måste ha grepp om uppgiften, som inte får bli en kastboll mellan intressen och krafter vilkas motiv och syften ligger på helt andra håll än i den framgångsrika förnyelsen.
- Riskkapital behövs.

Villkor för radikal förnyelse

Produktidéer och teknik från början av 1900-talet är bärande för många företags lönsamhet

Technology push — demand pull. I många svenska industriföretag är de produkter som bär företagets resultat och kassaflöde förhållandevis gamla och kan ofta härledas till teknik från 1910—1960-talen. Det förefaller som om principiella tekniska lösningar från 1930—1950-talen ofta ligger till grund för senare modifieringar av dessa vinstbärande produkter.

Den grundläggande och alltjämt ekonomiskt bärande produktutvecklingen har i många av dessa företag skett som "technology push". Den har varit baserad på avancerad teknisk intern kunskapsutveckling och idégenerering eller på förståelse för tendenserna i den externa teknologikutvecklingen utan att någon omedelbar känsla för eller insikt i marknadsbehoven lett skeendet. Detta har gett verksamheter som är tekniskt relaterade produkt- och produktionsmässigt. I andra fall kan verksamheterna vara besläktade med teknologins tillämpningar. När sådana teknologiförankrade företag försökt gå utanför sin tekniska kompetens, har de ofta mött svårigheter som fördyrat, fördröjt eller blockerat utvecklingen. Det är främst marknadsfrågorna som givit svårigheterna, dvs företagen har saknat tillräcklig förmåga (jämfört med konkurrenterna) att identifiera marknaderna och konkurrensen samt att utveckla och tillämpa adekvat strategi och taktik för att betjäna dessa marknader.

Det finns i svensk industri naturligtvis också exempel på motsatsen, dvs företag som låter såväl produktutvecklingen som tillämpningen styras av explicit efterfrågan: "demand pull". Sådana renodlat marknadsorienterade företag är dock mindre vanliga i Sverige. Genom att andra yrkesgrupper än tekniker i allt fler fall har fått företagsledande befattningar har dock marknadsorienteringen blivit vanligare under 1960- och 1970-talen. Risken med en renodlad marknadsstyrning och produktutveckling synes framför allt vara att den ger produkter och tekniska lösningar med kort livstid. Produktutvecklingen inriktas i sådana fall gärna på rådande konkurrensförhållanden och redan observerade behov, medan substitutforskning och andra tekniskt radikala grepp skjuts åt sidan.

Ett problemområde som uppmärksammats under det senaste decenniet är en oftare förekommande benägenhet i företagen att alltför tidigt i utvecklingsförloppet betrakta och behandla nya produkter och nya verksamheter som självfinansierande, egna resultatenheter. Kortsiktiga, tidiga och högljudda förräntningskrav kan medföra risk för utarmning av utvecklingsresurserna och att "barnet kastas ut med badvattnet". Att gå från idé till framgångsrik affär är ett riskfyllt och tid- och resurskrävande arbete i tillverkande företag.

För många företag gäller det att rusta sig för att kunna arbeta med technology push och demand pull i ett växelspel. Detta är lättare sagt än gjort. Det förefaller som om technology push kan vara den fruktbareaste attityden i de tidiga, embryonala stadierna i företag, som har till strategi

*Marknadsorienterad
produktutveckling
vanligare under
60- och 70-talen*

*Kortsiktiga
lönsamhetskrav
ökar risken för
utarmning*

att snabbt tillämpa teknologiska landvinningar tekniskt-industriellt. Behovet av teknikintensiva företag växer i Sverige. Sådana företag måste också ha egen forsknings- och utvecklingssatsning, åtminstone för att själva bli kompetenta att fånga utvecklingstendenserna tidigt och bedöma dem. Utvecklingsbudgetens omfång och arbetets "optimala" inriktning tillhör de strategiskt verkligt svåra besluten. Arbetet rör delvis okända fält.

Efter tidig technology push bör utvecklingsarbetet snarast möjligt inlänkas i arbetslag, som är medvetna om framtida marknadsbehov och besitter avancerad teknisk kompetens. Marknadsfrågorna formuleras i första hand utifrån tekniska perspektiv. Det gäller att få fram marknadsmässiga grovgallringar baserade på insikt och intuition för besluten att satsa. Utvecklingskostnaderna växer starkt ju längre fram i utvecklingsförloppet arbetet drivs. Marknadskänslan skall därför vägleda besluten. Marknadsavdelningarna är ofta olämpliga för dessa bedömningar.

Arbetslaget skall samordna affärsidéer och tekniska lösningar så att företaget får fram marknadsriktiga produkter byggda på rätt teknologi. Denna starkt kreativa entreprenörfas av utvecklingen måste ges en ordentlig chans innan formella företagsregler för ekonomistyrning och annan administration kopplas in. Svårigheterna brukar räcka till ändå. Administrationen skall vara utvecklingens tjänare, inte tvärtom. Idéhanteringen är minst lika viktig som idégenereringen när framgångsrika innovationer skall skapas.

Man använder i USA stundtals uttrycket "patient money" för att karaktärisera attitydkraven i den här känsliga fasen, som utmärks av upprepade beslut om satsningar. Det finns många exempel på hur patient money kan organiseras i förhållande till en alltför otålig ledning i företag och koncerner. Några sådana organisatoriska exempel är utvecklingsbolag och stiftelser eller särskilda "new venture units" inom den befintliga juridiska strukturen. Väsentligt i sammanhanget är att företagen och specialiteterna har sådan ekonomisk ryggrad att pengarna kan tillåtas vara tålmodiga trots satsningarna. Det innebär att dessa inte får urholka den bärande affären finansiellt, att den riskeras otillbörligt på annat sätt eller att företagets självständighet kommer i farozonen. Olika intressenter måste vara beredda till en sådan återhållsamhet gentemot grundaffärens lönsamhet att företaget har råd att använda affärens överskott för sin förnyelse. Varken gamla eller nya ägare eller andra intressenter får pressa företaget kortsiktigt. Ju längre in

*Marknadskänslan
måste vägleda
utvecklingsbesluten*

*Administrationen
skall vara
utvecklingens
tjänare*

Ompröva skattepolitiken

mot framtiden som utvecklingen siktar, desto mer tid kan utvecklingsarbetet ha på sig, samtidigt som riskerna ökar.

Företagens innovativa kraft är alltså beroende av att de har råd till avancerad, egen teknisk forskning och utveckling samt djärva tekniska experiment med stora ekonomiska risker. Skattepolitiken behöver omprövas både för fysiska personer och företag. Lånefinansiering och anskaffning av riskkapital behöver underlättas.

Uttrycket "för goda idéer finns alltid pengar" visar sig ibland tyvärr vara ett innehållslöst cirkelresonemang. Idéer som dödas av brist på pengar kan ha varit "goda". Vem vet? Kraven kan vara alltför kortsiktiga.

Samhälleliga lån med återbetalningsskyldighet som begränsas till framgångssituationer kan fungera som bumeranger på långsiktiga och kostsamma projekt. I stället för pris — som ges till segrare i andra tävlingar — får framgångsrika samhällsstödda innovatörer en finansiell belastning, som ökar riskerna vid introduktionen på marknaden. Inom enskilda företag med konservativ syn på redovisning betraktas större delen av produktutvecklingssatsningarna som "sunk costs" och räntebelastning eller något slags kontoförd återbetalningsskyldighet ifrågasätts inte för dessa riskpengar. Det är i stället en funktion hos den löpande bruttovinsten på den enskilda affären eller rörelsegrenen att ge finansiellt underlag för satsningarna. Det är trots allt viktigare att utvecklingssatsningarna ger bra produkter som kommer fram i rätt tid än att satsningarna sker till låga årskostnader. Det är också viktigt att den kommersiella utbyggnaden sker snabbt så att marknadsandelar kan vinnas innan konkurrensen hårdnar. Detta skall ge framtida vinster för fortsatta satsningar.

Stöd till produkter och företag skapar lätt en självmatande subventionsskruv

En gränslaga uppgift i samband med samhälleliga stöd för innovatörer och företagsstartare samt subventioner av företag som går dåligt är att se till att pengarna går till något verkligt nyskapande för landet och inte används för att subventionera produkter och företag, vilka skärper konkurrensen och sänker lönsamheten för de marknadsmässigt normalt arbetande företagen. Det är då lätt att hamna i en självmatande subventionsskruv, vilket väl inte kan vara avsikten.

Kunskapsutvecklingen måste främjas och vidareutbildningen förbättras och breddas i dessa företagsfrågor. Kraven skärps genom att medbestämmandet i näringslivet kommit att beröra nya grupper. Ideologiskt fri och partobunden forskning och utveckling bör ges samhälleligt stöd. Internationell forskningssamverkan bör byggas ut. Dessutom

bör nya former för kunskapssökande stimuleras. Utan sådana experimentella attityder löper man risk att positiva och negativa erfarenheter förstärker latenta fördomar i stället för att höja insikter och skicklighet. Syftet bör ytterst vara att höja företagets innovationsförmåga.

Långa utvecklingstider för ny affärsverksamhet

Genvägar — senvägar. Det tar lång tid för ett företag att nå ekonomisk framgång genom produkt- och affärsförnyelse. Man talar ofta om utvecklingstider på sju, tio, tolv eller fler år.

Om framgången skall ge påtagliga effekter i stora koncerner med flera miljarder kronor i årlig försäljning, förlängs tidsperspektiven ytterligare. Följden kan mycket väl bli att de positiva effekterna blir märkbara först flera ledargenerationer efter initiativet. Redan dessa förhållanden gör det förståeligt att många företag söker metoder för att påskynda förnyelsen eller att de satsar kortsiktigt.

VD-skifte medför ofta nytänkande

VD-skifte medför ofta nytänkande och omvärdering av företagets strategiska inriktning, dess risker, satsningar och bemanning. Många gånger är det just dessa omprövningar som eftersträvas vid VD-byten. Utvecklingsförlopp som sträcker sig över flera verkställande direktörer utsätts dock samtidigt för extra osäkerhet. Det är angeläget att styrelsen, enhetscheferna och andra medverkar i detta viktiga arbete så att det blir balans och konstruktiv laganda och inte någon kortlivad enmans-teater till nästa VD-byte.

Bland genvägar som ofta prövas är företagsköp en, licensköp och liknande en annan, joint ventures — konsortiebildningar — en tredje. En intressant observation som gjorts är att en högt driven förmåga att nyttja företagsköp som medel för företagsförnyelse ofta kombineras med en lägre förmåga till självförnyelse och tvärtom. Vad detta beror på är emellertid inte vetenskapligt klarlagt.

Företagsköp för förnyelse motiveras ibland av att ledningen vill begränsa riskerna för felsatsningar och påskynda utvecklingen. Intressanta är både företag som har teknik, produkter och affärsidéer i livscykelns tidiga tillväxtfaser: primärriskerna är tagna och det är fråga om marknads- och produktionssatsningar. I regel kräver köparen åtminstone väl fungerande produktprototyper. Det kan naturligtvis även finnas andra motiv till företagsköp än att minska utvecklingsrisker. Vanliga sådana motiv är köp av marknadsandelar eller önskemål om snabb diversifiering.

Tyvärr har det visat sig att många företagsköp blivit felköp. I dessa fall har köparen inte varit tillräckligt skicklig i att förvärva företag eller i

Företagsköp innebär ibland problem

att inlänka den nyansskaffade enheten i koncernen. Företagsköp kräver ofta betydligt mer tid, kraft och intresse från företagsledningens sida än köparen tror när affären görs. "Hade vi känt till svårigheterna när vi gjorde affären hade den nog aldrig blivit av." Trots svårigheterna har företagsköp som medel till förnyelse blivit allt vanligare i Sverige liksom i västvärlden i övrigt. En viktig förklaring kan vara att priset på ett existerande företag ofta ter sig betydligt gynnsammare än kostnaden för motsvarande nyinvestering, till vilket den svaga utvecklingen på aktiebörsen medverkat. Om emellertid priserna på företag stiger och beslutprocessen tenderar att bli alltmer trevande och tidskrävande, tilltar svårigheterna att leda företagsköp till ekonomisk framgång.

Ju vanligare företagsköp blir som medel för storföretags förnyelse, desto viktigare blir det att enskilda personers möjligheter att starta nya företag växer. Var skall annars det verkligt nya uppkomma? Koncentrationstendenserna kan dessutom behöva motverkas.

Experimentera fram företagsförnyelse

Eftersom behoven av snabbare och säkrare förnyelseprocesser kvarstår, är det troligt att nya och delvis okända metoder för företagsförnyelse måste experimenteras fram och etableras. Ett sentida exempel på experiment är organiserad teknikimport. En värdering av prövade metoder och deras effekter kan behövas, framför allt när företagsförnyelsen kommit till på andra än marknadsekonomiska grunder. Även på detta område behövs en fördomsfri syn och nya kunskaper. Här är innovationer påkallade. Gamla företag och företagsbegrepp kan på längre sikt behöva ersättas av nya både inom och utom landet. Äganderätt och förfoganderätt kanske kommer att åtskiljas alltmer. Samverkan mellan många discipliner och intressentgrupper fordras för nyskapande. Det är en mycket ansvarsfull uppgift att bana väg för att sådan riktad forskning och utveckling skall skapas, stödjas och arbeta fritt och sökande.

Många institutionella låsningar

Institutionella låsningar och större hinder än som förekommer vid "traditionella" företagsförvärv måste även identifieras, ifrågasättas och eventuellt ändras. I Sverige är det nu svårt att vidta nya radikala förändringar utan att institutionella revir kommer i kläm på något sätt. Endast systematisk och djuplodande kunskap om de industriella förnyelsebehoven och deras krav på institutionella förändringar i samhället kan skapa översikter och tänkbara alternativ till den rådande institutionella strukturen. Det borde snarast skapas kunskapsunderlag för en ordnad, bred och underbyggd debatt om institutionella hinder för industrins förnyelse och om alternativ som skulle underlätta industrins för-

nyelse och samtidigt vara acceptabla med hänsyn till andra värderingar och intressen.

En sådan debatt måste underbyggas med kunskaper såväl i företagens och de andra institutionernas interna funktion som i samhället i stort. Det är alltså fråga om en fortsättning och konkretisering av de insatser som föreslagits i många utredningar, vissa branschorganisationer, fackliga organisationer, kommuner och andra.

Ny affärsverksamhet behövs

Ny affärsverksamhet. Ny affärsverksamhet är vanskelig, kräver tid och resurser men är helt nödvändig. Detta gäller vare sig den nya affärsverksamheten kommer till stånd som en fristående aktivitet eller skapas inom existerande företag.

I Sverige har på senare år växt fram starka intressen för och stöd till skapande affärsverksamhet. Experiment och inläring pågår på många håll. Vi kommer sannolikt att få se fler misslyckanden än framgångar. Att starta företag är arbetskrävande, riskfyllt och svårt. Få är de som verkligen lyckas. Det vore därför önskvärt att datainsamling pågick medan de olika experimenten genomförs så att analyser och utvärderingar underlättas och möjliggörs.

När experimenten initierades fördes en spridd, allmän debatt där motiven för idén att uppmuntran, utbildning och stöd skulle ges till självständiga, fria personer att starta nya företag ventilerades. "Den som verkligen är entreprenör behöver inget stöd", lydde motargumentet. Hindren och svårigheterna för företagsamma personer att förnya verksamheten i existerande företag är i flera betydelsefulla hänseenden principiellt likartade och praktiskt sett kanske ännu större än då det gäller att starta nya företag. Några belysande exempel må här nämnas.

Riskerna som är förknippade med försök att starta ny affärsverksamhet uppträder i många dimensioner. Den kommersiellt-ekonomiska risken uppmärksammas vanligen. Den som startar med egna ekonomiska medel kan förlora dem. Den som startar inom ett företag med företagets medel löper inte samma risk. I övrigt är hans situation principiellt lik den fristående företagsstartarens — om inte värre.

Entreprenören måste lämna den nuvarandevälkända, "trygga" uppgiften för att ge sig i kast med en ny utmaning. Svårigheterna att lyckas är stora i ett existerande företag genom fördröjningsrisker av olika slag. Exempel på fördröjningsmekanismer är beslutfattande, MBL-förhandlingar, sammanträden, rapporter, föredragningar och förklaringar. Dessa fördröjningar splittrar och hindrar honom från att koncentrera

Entreprenörer måste ta stora personliga risker både inom och utom befintliga företag

Rätten att misslyckas

sig på den egentliga uppgiften: den nya affären. Effektiviteten och glädjen i arbetet sjunker när den behövs som bäst. Koncentrerade arbetssätt bör provas i enskilda företag och i samhällsstödda satsningar.

Om en person misslyckas med ny affärsverksamhet i ett storföretag kan det naturligtvis bero på andra krafter än hans egen affärsskicklighet. Vad händer med den företagsanställda om han misslyckas med att få igång den nya affären? De personliga riskerna kan vara väl så stora för den anställde som för den egne företagaren. Får han räkna sig försöket till godo eller blir det en livslång belastning? Kan han återgå till sitt tidigare arbete? Kan han räkna med respekt, hänsyn och stöd i sina nya uppgifter efter ett misslyckande? Har anställda företagsstartare "rätt" att misslyckas med övermäktiga uppgifter? Vad är ledningens och övriga involverades delansvar i misslyckandet?

Om ett företag skall utveckla möjligheterna att internt bemanna ny affärsverksamhet med lämpliga personer, måste verksamheten sannolikt få stöd och erforderliga resurser oberoende av dess då rådande kostnads- och lönsamhetsläge. Enbart kostnadskontroll är för passivt. Det är snarare utvecklingstendenserna och framstegen eller bristen på dem i förhållande till ursprungliga och nya möjligheter och ambitioner som bör ligga till grund för bedömning och resurstilldelning. Vilka satsningar behövs? Hur ser de framtida avkastningsmöjligheterna ut nu och i förhållande till tidigare bedömningar? Hur ändras löftena? Vilka svårigheter är lösta? Vilka kvarstår? Hur ser möjligheterna och hoten ut i förhållande till konkurrensen om projektet fortsätts, läggs ned, modifieras, påskyndas? Expert blir den som gör många misstag i samband med svåra uppgifter. Alltså måste misstag accepteras.

I befintliga företag är det, generellt sett, snarare stödet för och resurserna till det man vill göra som verkar extra stimulerande för företagsstartare än de mer personliga förtjänstmöjligheterna. När vilja att uträtta något är motorn blir möjligheterna att göra det drivmedlet.

Att bemanningen av nyckelbefattningarna i ny affärsverksamhet är den mest kritiska faktorn har bevisats gång efter annan. Många företag har vidare funnit att chanserna för framgång ökar kraftigt, om det för den nya affärsverksamheten bildas arbetslag om fyra-fem entreprenörer som med kompletterande intresse- och arbetsinriktningar åtar sig att tillsammans förverkliga den nya affären. Kunskaper i att bygga upp väl fungerande lag och att skapa laganda finns dokumenterade i facklitteraturen, som ofta är förvånande litet känd bland praktiker. Att samarbeta mellan forskare och praktiker kan vara till ömsesidigt gagn även i dessa frågor är helt klart.

Bilda arbetslag av entreprenörer

Arbetslaget driver ett projekt, som bör få nyttja företagets resurser utan att tyngas av dess arbetsformer eller interna konflikter. I de embryonala stadierna är det lätt att skada och fördröja affärsutvecklingen, och därför är skickligt och insiktsfullt handlag särskilt nödvändigt. Många företagsledare, chefstjänstemän, fackliga representanter och andra som kommer i kontakt med den nya affärsverksamheten saknar dessa insikter och handlag. Positiva incitament behövs och utbildning är önskvärd, om chanserna att få till stånd framgångsrika, nya affärsverksamheter i existerande företag skall öka i enlighet med de växande behoven. Efterfrågan på utbildningen och incitamenten växer ju mer tekniskt avancerade, nyskapande, annorlunda beskaffade och riskabla de nya verksamheterna är i förhållande till den befintliga. Utbildningen bör omfatta insikter i omvärldens betydelse för ekonomiplaneringen av produkt- och företagsutveckling, för marknadsbedömning, för det kreativa arbetets särkrav, för betydelsen av osäkerhet och risktagning i beslutfattandet m m. Incitamenten måste också göras meningsfulla. Om incitament och utbildning saknas kan det befaras att miljön och livet i och utanför företagen deformerar många människor till att bli "spelare", som söker sin framgång på andra sätt än genom produktiva arbetsinsatser.

Redan tidigt brukar ledare för nya affärsverksamheter visa tecken på att vilja frigöra sig från det gamla företagets miljö. När och hur sådan frigörelse bör tillåtas och stödjas kan man inte uttala sig generellt om. Metoderna kan vara avgörande. Varje enskilt fall är unikt. Kunskaper om kriterier och observations- och hållpunkter behöver utvecklas. Som förut påpekats kan vådorna av alltför tidig och brutal frigörelse vara påtagliga. Väsentligt är emellertid att den nya verksamheten särbehandlas så att inte den löpande verksamhetens resurs- och kapacitetsbehov stryper möjligheterna för den nya affären att komma igång och utvecklas.

Förändringar skapar problem i det bestående och invanda, åtminstone på kort sikt. Alla utvecklingsuppgifter kan inte lösas inom den nya verksamhetens egna, begränsade resursram. Den ordinarie verksamheten får vara beredd att hjälpa till. Förr eller senare kommer frigörelsen för det nya till stånd och om verksamheten är framgångsrik övergår den så småningom i en jämställdhetsprocess gentemot företagets affärsenheter i övrigt. Det nya kan även komma att dominera över det gamla och då måste hela företaget omvandlas.

Företagets organisationsstruktur befinner sig således i kontinuerlig

Särbehandla den nya verksamhetsgrenen

förändring. Myterna om en fast och klar struktur får ge vika för den dynamiska utvecklingen. Den nya affärsverksamheten kommer med successiva anspråk på insatser för produkterna, tjänsterna, marknaderna och produktionen. Innovationsbehoven gäller alltså inte enbart företags produkter och produktionsprocess utan de flesta aspekter av dess verksamhet, organisation och administration.

Olycksfall och andra tragiska händelser under de senaste decennierna som haft samband med ett antal nya produkter har medfört att synen på ansvaret för levererade produkter och deras användningseffekter genomgått en successiv förskjutning till vidgat och förlängt ansvar för tillverkare och leverantör. En sådan förändring pågår i många länder. Lagstiftning och rättspraxis ändras. Garantiförpliktelserna växer. Härigenom påverkas naturligtvis produktutvecklingens uppläggning, organisation, kostnader och tidsbehov i företagen. Förnyelsetakten går ned. Parallella projekt kan behöva drivas mot gemensamma mål. Nya tankar om och metoder för risk management på detta och andra områden har börjat växa fram inom enskilda industriföretag och i samverkan mellan dessa och vissa försäkringsbolag. Det kan gälla analyser och bedömningar av risker för och omfattning av potentiella eller inträffade saksador, personskador, följdskador och skadeståndskrav. Det gäller även utveckling av metoder att förebygga och minska riskerna.

Kraften i nytänkandet och nydaningen måste sannolikt växa exponentiellt i förhållande till den befintliga teknologins ålder. Företag som baseras på gammal teknologi lever i utpräglad kostnadskonkurrens genom att såväl produkternas uppbyggnad som deras produktionsprocesser överallt är kända i detalj.

Dessutom har vanligen dessa företags interna miljö starkt programmerats och anpassats för hög produktivitet inom ramen för den gamla teknologin, medan viljan och förmågan till förändringar hämmats. Behovet av att förnyelsen drivs smidigt och framgångsrikt är utomordentligt stort i företag som är utsatta för sådan kostnadskonkurrens, eftersom förändringsarbetet lätt höjer kostnaderna och sänker produktiviteten och lönsamheten i den etablerade verksamheten. Nya grepp som skall ge framgång kräver i sådana företag stor djärvhet och radikalitet, skicklighet och kraft. Ofta blir man just i en sådan miljö tvungen att gå fram genom företagsköp för att nå förnyelsen. Behovet av nya teknologitunga företag är starkt.

Svensk industri står inför en period när kraven på förnyelse väntas stiga. Samtidigt har hindren gentemot förändringar växt. Uppmärks-

Innovationerna saknar ombudsmän

samheten från politiker, myndigheter, arbetsmarknadens organisationer, massmedia osv är mer knuten till fördelningsaspekter än till villkoren för förändring, utveckling och förnyelse. Innovationerna saknar ombudsmän!

Innovationer måste komma till stånd i tid

Kontraktion — expansion. Innovationer och ny affärsverksamhet kan naturligtvis komma till stånd ”i tid”, dvs innan den bärande affären börjat slås ut av övermäktig konkurrens eller vikande efterfrågan. Alltför ofta inträffar det emellertid att ett företag kommer igång för sent med nya och livskraftiga projekt. Företagets löpande kostnader överstiger då intäkterna. Genom förlusterna och det hotande framtidsperspektivet måste företaget anpassa kostnaderna till de fallande intäkterna, om det skall överleva och inte får stöd på annat sätt. Samhälleliga subventioner i någon form är numera ett vanligt stöd. Företaget står alltså inför en nödvändig kostnadsänkningssåktion, dvs en kontraktion, av ett eller annat slag.

Kontraktionen avses ge bättre inriktning på lönsamma produkter, högre produktivitet och färre anställda. Det är framför allt det sistnämnda som är komplicerat. Elektroniken ger helt nya möjligheter även inom produktionsrationaliseringen. Svensk industri måste rusta sig för att begagna elektronikens inslag i produktionstekniken. Det behöver inte enbart innebära hot om bortfall av arbetstillfällen. Det kan också ge grunden för nya affärsidéer. Forskning om den nya teknologins sysselsättningseffekter pågår. Denna kunskapsutveckling måste följas.

Kontraktion kan vändas i expansion

Om kontraktionen och kostnadsanpassningen kan genomföras framgångsrikt (och kanske även kan kombineras med expansiva åtgärder genom företagsköp, start av ny affärsverksamhet e d) har den många gånger kunnat vändas i ny expansion. Det finns många kända exempel på detta i svensk industrihistoria.

Kontraktionsfasen medför emellertid många svåra anpassningsproblem i och utanför företaget och är numera kringgärdad, bromsad och styrd av lagregler, prejudicerande rättsfall, avtalsbestämmelser, förhandlingar, ingripanden och självpåtagna hänsyn till skydd för människor som drabbas av företagets svårigheter.

I många svenska kommuner är sysselsättning och ekonomi starkt beroende av ett enda företag eller av flera företag i en och samma bransch. Där blir anpassningsproblemensärskilt känsliga och komplicerade både ekonomiskt och mänskligt. I kommuner där sysselsättningssvårigheter

Program för start av ny industriell verksamhet

råder på grund av företagskontraktion har program initierats för start av ny affärsverksamhet, när expansionsmöjligheterna inom de befintliga företagen bedömts otillräckliga på kort sikt. Detta är nya åtgärder utöver de mer traditionella arbetsmarknadspolitiska och ett direkt uppehållande företagsstöd. Vad dessa satsningar kommersiellt skall omfatta är osäkert.

De nya programmen för nystartande av företag har en positiv, utvecklingsinriktad och dynamisk grundidé. De är redan härigenom av värde. När sådana program genomförts har visserligen arbetsmarknadseffekterna blivit måttliga på kort sikt, vilket kan bero på initialsvårigheter av olika slag och på programmens begränsade omfattning. Programmen saknar alltså inte problem. Deras utfall står därför inte alltid i proportion till nedlagd möda. Hinder av många slag uppkommer.

Nya arbetstillfällen har i flera av dessa program emellertid kunnat skapas till kostnader som utgör endast bråkdelar av det som krävs för mer traditionella åtgärder. Idén med "företagsstartarprogram" i kontraktionsdrabbade kommuner sprider sig och ger även upphov till nya utvecklingssatsningar. Här finns utrymme för nya grepp, fortsatt experimenterande, vidgat erfarenhetsutbyte, utveckling av utvärderingsmetoder och värderingar av satsningar och deras effekter under skiftande betingelser.

Vi har nu drabbats av så många allvarliga bransch- och företagskriser att vi hastigt sett oss nödsakade att satsa miljardbelopp på att dämpa kontraktionseffekterna. Stora insatser görs för att komma till rätta med problemen. Utländska och svenska konsulter arbetar vid sidan av varandra, delvis parallellt med och delvis konträrt mot eller oberoende av företagsanställda, fackliga företrädare, kommunfolk, statliga representanter och politiker, vilka också engageras mer eller mindre djupt och kunnigt i problemen och möjligheterna. Hur samlas, bearbetas och utvecklas kunskaperna från all denna möda? Borde inte Sverige vara moget att inrätta ett tekniskt-ekonomiskt inriktat forskningsprogram i industri- och företagskrisers uppkomst, bearbetning, lösning, effekter och förebyggande? Behov finns av både "early warning systems" och konsekvensbedömningar.

Starta forsknings- program rörande företagskriser

I-länder — u-länder. Ny affärsverksamhet i Sverige har hittills mest gällt marknader i i-länder. Exempel finns naturligtvis på systematiska u-landssatsningar av svenska koncerner. De är dock snarare undantag än regel.

*U-ländernas
betydelse växer*

Eftersom behoven i och kraven från u-länderna skärps alltmer och även får allt större genomslagskraft politiskt och ekonomiskt, är det hög tid att ett mer systematiskt arbete inriktas på insatser som ger bestående värden och andra positiva effekter för alla parter. Vår industris roller måste utformas så att industrin gör nytta i värdlandet och samtidigt får ökade möjligheter att leva vidare i Sverige. (Se Marian Radetzki, *Sverige och den tredje världen*, SNS 1980.)

*Samverkan och
samarbete*

Strategier och metoder för i-ländernas industriella samverkan med u-länderna och för u-landsetableringarna är föremål för ökad uppmärksamhet, utveckling och bedömning i bl a flera världsorganisationer. U-ländernas direkta inflytande tilltar i dessa. De politiska u-landskriserna får förstärkt aktualitet. U-ländernas betydelse tilltar genom expansiva hemmamarknader i kombination med ökande krav att exportera för att få råd att importera.

Är svensk industri rustad för att vara med när i-ländernas konkurrens successivt skärps på dessa områden?

4 Analogier mellan biologiska och elektroniska system

*Vi står inför
ett gigantiskt pussel
av hot och
möjligheter*

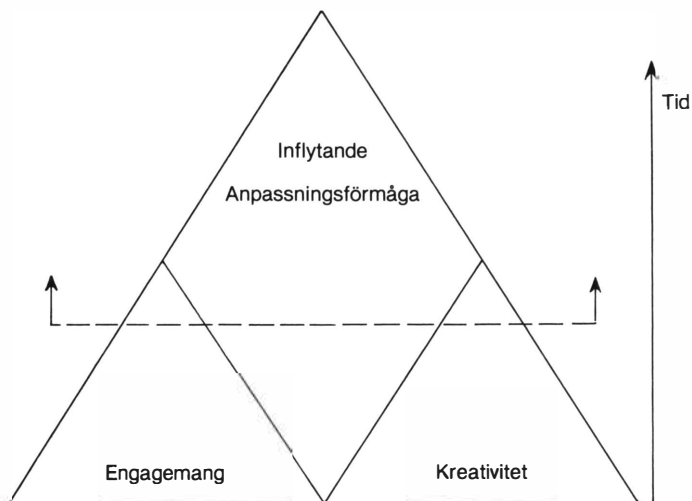
*U-länderna på väg
att upprepa
i-ländernas misstag*

Under resten av 1900-talet måste industrinationerna möta stigande kostnader för energi, arbetskraft och många råvaror och dessutom anpassa sig till konsekvenserna av den snabba industrialiseringsprocess som nu pågår inom några av jordens folkrikaste områden. De gamla i-länderna står inför ett gigantiskt pussel av hot och möjligheter, men hoten kan i många fall vändas till fördelar eller åtminstone möjligheter till återhämtning. Kortfattat och med ett mycket långsiktigt perspektiv skall vi här försöka att i detta pussel frilägga och diskutera några mönster som bildas av dess huvuddimensioner: å ena sidan naturens lagar och kretslopp, å den andra de informationsflöden som styr all utveckling. Vi behöver lära oss resurshushållning och också hur en liten industrination skall kunna anpassa sig till en snabbt föränderlig miljö.

Den tekniska utvecklingen präglas av att framgångar även i liten skala lätt kan leda till risker och bakslag i stor skala. Miljöproblemen är en följd av teknikens oförutsedda succé. På samma sätt rullar nu många nya nationer i väg mot industrialisering, utan att inse att den kunskap de bygger på förutsätter koncentrerade, billiga energiformer och ett överflöd av icke förnybara material. Detta är inbyggda förutsättningar även för länder där de verkligt stora resurserna utgörs av solenergi och tillgång på arbetskraft. Riskerna för sociala spänningar av rent konvulsivisk natur är stora. Eftersom Sverige i sitt bistånd helst vill låta mottagaren styra och denne i i-världens industrialisering ser sin modell för framgång, riskerar han att göra samma farliga misstag vilkas följder i-länderna nu brottas med. Traditioner kastas ut och västerlandets teknologi importerar, där i stället en anpassning och dialog bort förekomma. Vad som behövs är helt nya informationskombinationer som skapar en jämviktsteknologi utan att de dyra faserna i den klassiska industrialiseringsmodellen skall behöva genomkämpas. Givetvis kräver en sådan omställning aktiva insatser, inte minst av ett litet alliansfritt land som Sverige.

Problemen nu ter sig stora på grund av den svänghjulseffekt som ligger i storleken av de investeringar vilka redan gjorts både i tung, energi-

FIGUR 4:1



intensiv utrustning och i en dyrbar utbildning — en härskande referensram eller ett paradigm. Särskilt påfallande blir denna svänghjulseffekt i stora, hierarkiska system där inledande framgångar ofta frestar till en specialisering som lätt leder till rigiditet, ofta det första tecknet på en tillbakagång. Man kan schematiskt illustrera en sådan tillbakagång med en horisontell linje, som sakta rör sig upp genom ett triangeldiagram (figur 4:1).

Till en början är engagemanget och kreativiteten stora, medan inflytandet och anpassningsförmågan är obetydliga. De ökar emellertid efter hand på engagemangets och kreativitetsens bekostnad för att nå ett maximum ungefär samtidigt som de förnämnda faktorerna ersätts med effektiva system och rutiner.

Inom många företag försöker man möta det skisserade ”åldrande-problemet” genom att bryta upp strukturen i mindre enheter vilket faktiskt påminner om vissa ekologiska skeenden. Naturen slösar med information (könsceller!) för att spara energi och material. Kraven på en snar framtida anpassning till resursknapphet bidrar därför till att fästa blicken på två teknikområden, nämligen informationsteknik och bioteknik.

Både tekniska och biologiska system utnyttjar *informationsgivare* (t ex mikrofoner och dataterminaler respektive sinnesorgan och mole-

Informations- och bioteknik kan bidra till en anpassning till resursknapphet

kyler som är känsliga för vissa ämnen) och *informationsmottagare* (t ex hörtelefoner och bildskärmar, funktionsceller och organceller). Mellan dessa båda komponenter finns ett *medium* (t ex telefonledningar och radiokanaler, nervbanor och kemiska signalsubstanser). Mediet inte bara överför information utan bearbetar och lagrar den och återvinner den också vid behov. Alla tre komponenterna har sina givna begränsningar, men särskilt mediets funktion beror på hur det hanteras (t ex programmering och systemuppbyggnad, inläring och kemisk struktur).

Avancerade tekniska system hanterar information på liknande sätt som naturen

Naturens samordning av informationshantering och produktion liknar mycket våra mest avancerade tekniska system som uppvisar egenskaper (redundans, självkorrektion osv) vilka har likheter med biologiska processer. Den snabbt tilltagande miniatyriseringen och informationssystemens allt större energisnålhet gör det naturligt att tänka på hybridteknologier mellan elektronik och bioteknik. Där skulle man kombinera de tekniska systemens tålighet och uthållighet med den specialinriktning, flexibilitet och förmåga till självreproduktion som karaktäriserar biologiska system.

Hybridteknologier mellan bioteknik och elektronik

Förr användes känsliga smådjur för att varna gruvarbetarna för farliga gruvgasar. Om en fågel i en bur sattes på en pinne, som utlöste en ringklocka då djuret ramlade av, skulle man ha skapat en enkel hybridteknologi. Biologiska system kan utnyttjas för mycket känslig miljö- och patientövervakning och sjukvård, då i kombination med olika informationsmottagare av typen siffertablåer och skrivare. I t ex ett vattenverk kan man anbringa en sk enz ymelektrod (givaren) till en elektronik (mediet) som utlöser en specifik reningsprocess (mottagaren) då ett visst värde överskrids. Reningsprocessen kan få formen av en bädd eller kolonn med renande mikroorganismer. Styrd dosering av läkemedel och specifik eliminering av skadliga ämnen ur blodbanorna ligger också inom denna teknik.

Ett enzym är ett äggviteämne som i den levande cellen fungerar som en tillverkningsautomat, inställd på att framställa en given produkt. Detta kräver väl definierade råvaror (substrat eller halvfabrikat) och bearbetningsmoment med olika enzym — processens verktyg. I cellen bestäms ordningen ofta av enzymernas inbördes placering under en tunn vattenfilm som svarar för transportfunktionen, men i andra fall kan de fritt uppsöka sitt substrat, exempelvis många praktiskt viktiga jättemolekyler (cellulosa, stärkelse osv). Även i tillverkningsautomaten kan det antingen vara halvfabrikat eller verktyg som flyttas, och både

i det tekniska och i det biologiska systemet bestäms strategin av ett medium (hålremsläsaren, ribosomen) kopplat till en informationsgivare (hålremsstansen, RNA-polymeraset) som är anpassad till en viss typ av information (programvaran, DNA-molekylen).

Analogi mellan dagens avancerade elektronik och naturens system är ofta slående, och den kan antyda tekniska utvecklingstrender. Naturen använder ett relativt litet antal byggstenar (aminosyror och nukleotider) till sina informations- och produktionssystem. Detsamma gäller halvledartekniken. I båda fallen har dessa system en lång livslängd, vilket garanteras av ständig förnyelse genom byte av celldelar respektive elektroniska komponenter.

Detta klarar cellen genom att i stor utsträckning återanvända sina byggstenar och konservera den kemiska bindningsenergin närhelst detta är möjligt. Men framför allt utnyttjas småskalighetens princip till att sprida risker, öka reaktionsytor och spara energi, bl a genom att reducera materialtransporter som inte är nödvändiga för cellens fortbestånd.

*Stora tekniska system
är sårbara*

Vi som dagligen påminns om de stora tekniska systemens sårbarhet, om de utspridda energikällornas potential och om gods- och persontransporternas negativa konsekvenser borde kanske fråga oss hur ett decentraliserat jämviktssamhälle kunde ta sig ut. Det är hög tid att denna fråga ställs, inte bara av politiska romantiker utan också av den avancerade teknikens främsta företrädare. Kanske är det först när biotekniker och informationstekniker projicerar genombrotten inom genetik, enzymteknologi, fermentationsmetodik, mikroelektronik och optoelektronik mot denna bakgrund som de sista bitarna i pusslet som nämndes i inledningen faller på plats.

5 Mikroelektronik och informationsteknik

Den som vill orientera sig om mikroelektroniken, dess användning och samhällskonsekvenser, finner många motsägelsefulla uttalanden. I fackpressen finns intressanta beskrivningar av vad som kan göras med den nya tekniken för att förbättra produktionsmiljön och befria människor från monotona och farliga arbetsmoment. Den visar också på möjligheter att bygga in intelligenta funktioner i snart sagt alla produkter, vilket gör dem flexiblare och lättare att använda. Tekniken kan också tas i anspråk för helt nya produkter. Mikroelektroniken bär således på rika möjligheter att göra både arbete och fritid mer stimulerande. Skribenter i dagspressen lyfter gärna fram sin oro för att mikroelektroniken leder till ökad kontroll av individen, utarmning av arbetsinnehållet både i verkstäder och på kontor och till sist stor arbetslöshet.

Är det möjligen så att båda synsätten är berättigade? Hur skall vi i så fall ta till vara de värdefulla möjligheterna och samtidigt begränsa de negativa konsekvenserna? En konkret fråga blir hur svenskt näringsliv skall kunna utnyttja mikroelektroniken för att rationalisera produktionen och få fram nya produkter.

Det finns ett stort antal statliga eller statligt stödda utredningar som grubblar på dessa frågor. *Vägar till ökad välfärd* anser att mikroelektronik och informationsteknik tillsammans med bioteknik är så betydelsefulla för framtiden och fordrar så stora statliga insatser att de kan kallas nationella storprojekt. Även IVA lyfter fram mikroelektroniken och pekar på dess framtida betydelse vid användning i avancerade produkter och i produktionen.

Utvecklingsrådet är angeläget att fullfölja och fördjupa resonemang som förts i andra utredningar med en koncentration på de behov av förnyad kunskap som ökad användning av mikroelektronik ger upphov till. Tyngdpunkten ligger på det tekniska planet, men kunskap om hur arbetsmiljö och sysselsättning påverkas är också nödvändig.

Rådets förhoppning är att dess rapport skall bidra till att hyfsa den offentliga debatten kring mikroelektronik och dess användning. Uppgifterna i massmedia behöver många gånger kompletteras med en del

Fakta och alternativa värderingar behövs

tekniska fakta och alternativa värderingar. Försök har gjorts att belysa sambandet mellan den pådrivande kraften i den tekniska utvecklingen och de återhållande moment som finns i teknikens användning, såsom ekonomiska villkor, tillgång på kompetens, tid för utveckling och installation av system samt inte minst psykologiska faktorer som berör våra reaktioner inför en påtvingad förändring.

Ett samstämmigt intryck av utredningar och studier kring mikroelektroniken och dess konsekvenser är att den nya teknologin håller på att förändra samhället och att förändringarna kan bli avsevärda i många sektorer.

Elektroniken medför förändringar i produktionen

Mikroelektronik används redan inom industriell produktion för att styra verktygsmaskiner men får en mycket vidare användning genom att industrirobotar och annan form av processreglering introduceras. Här har vi bara sett en första början av vad tekniken kan ge. Inom produktionsområdet ger tekniken också möjligheter till nya hjälpmedel för konstruktion av mekanisk, elektrisk och elektronisk utrustning.

Energivinster

Energi- och transportsektorerna är viktiga områden för mikroelektronik. Stora energivinster kan göras med bättre kontroll av energikrävande processer och vid uppvärmning av industrilokaler och bostäder. Utrustning för alternativa energikällor, som värmepumpar och biosystem, samt för värmelagring kan med fördel kombineras med elektronisk styrning och övervakning. Inom transportområdet gäller motsvarande för kontroll av motorers funktionssätt.

Ett annat exempel ger den ökade användningen av datorteknik inom det typografiska området. Den har åstadkommit stor oro för sysselsättningen, vilket flera uppmärksammade tidningsstrejker visar. Området är en talande illustration till hur tekniken förändrar arbetsvillkoren genom att traditionella kunskaper förlorar i värde. Omskolning och nya organisatoriska grepp krävs för att sysselsättningen skall bevaras.

Det skall bli intressant att se hur mikroelektronik och informationsteknik kommer att användas för att underlätta undervisning och bibliotekstjänster. Det finns stora möjligheter att förbättra distansundervisning och forskningssamarbete samt att rationalisera litteratursökning och dokumentkopiering.

Det framtida kontorsarbetet kommer i hög grad att påverkas av mikroelektroniken. Det gäller alla former för bearbetning, återvinning och överföring av information. System för kontors- och företagsinformation prioriterades av Särskilda Näringspolitiska Delegationen (SND).

Elektroniken tillämpad inom bioteknik och medicin är värd särskild uppmärksamhet. Biotekniken utnyttjar processer för att ge önskade produkter, och ofta krävs en noggrann kontroll av reaktionsförloppet. Hela detta fält passar utomordentligt väl för att utnyttja mikroelektroniken till att ge bättre produktionssystem. Detta behandlas utförligare i kapitel 4 och 6.

Situationen är mycket svårare och mer sammansatt för medicinska tillämpningar. Självklart används elektronik i instrument, med det intressanta är i vilken grad tekniken kan utnyttjas i mer kvalificerade sektorer som diagnostik och för andra kliniska uppgifter. Ett intensivt forsknings- och utvecklingsarbete har nu bedrivits i ett par decennier, och resultatet är inte direkt överväldigande. Det finns tecken som tyder på att situationen är på väg att ändras så att den moderna elektroniken väsentligt underlättar forskning och kliniskt arbete genom att ge bättre informationsunderlag och effektivare övervakning i intensivvård och vid andra kritiska situationer.

Man kan vidare peka på de förbättrade möjligheterna att i framtiden föra över analysdata över telenätet och att detta kan ge en grund för decentraliserad sjukvård. Den som vill ha mer översiktlig information om mikroelektronik, dess användning och sociala konsekvenser rekommenderas två brittiska studier.¹

Informationsteknik och kommunikation

Databehandling och telekommunikationer är de för landet viktigaste delarna av elektronikområdet som framgår av översikten i utredningen *Elektronikindustrin i Sverige* (SIND 1979:7). Den definierar också området informationsteknik, men vi skall i det följande vidga ramen till att omfatta all teknik som kan användas för att insamla, behandla och presentera information. Strukturen hos det tekniska system som förmedlar informationen är enkel och kan grafiskt återges med följande kommunikationsmodell:



¹ *The Applications of Semiconductor Technology*. Cabinet Office, Advisory Council for Applied Research and Development, September 1978.

Social and Employment Implications and Microelectronics. Paper by the Central Policy Review Staff, November 1978.

Informationsgivare kan vara mikrofonen i telefonapparaten, kameran i TV-studion eller dataterminalen i banklokalen. Mottagare är hörtelefonen, TV-skärmen och skrivaren i bankterminalen. Telefonledningen, radiokanalen och kassettspelaren är exempel på media.

Bilden behöver kompletteras med pilar i andra riktningen för att visa möjligheterna till dubbelriktade förbindelser. I tekniska sammanhang talar man om återkoppling, när det gäller kommunikationer talar man om tvåvägsförbindelser.

De funktioner ett medium har kan beskrivas med någon kombination av följande grundläggande informationsoperationer:

- lagring och återvinning
- bearbetning
- överföring.

Varje väsentligt framsteg inom kommunikationstekniken har gjort det lättare att få tillgång till lagrad information och lett till en ökad användning av information i den dagliga samvaron människor emellan. Historiska exempel är det fonetiska alfabetet och boktryckarkonsten. Modernare motsvarigheter är kopieringstekniken och möjligheterna att lagra och söka information med hjälp av datorer.

Modern elektronik påverkar på ett avgörande sätt samtliga led i vår kommunikationsmodell. Det går att lagra *mer* information, bearbeta och överföra den *snabbare* och med *mindre fel* samt presentera resultatet på många olika sätt. Den bakomliggande utvecklingen har pågått under många år.

Dramatisk teknisk utveckling

En diskussion av den tekniska utvecklingen inom mikroelektronik och informationsteknik kan utgå från de tre begreppen form, innehåll och användning. Formen berör närmast den fysiska sidan och innefattar materiellfrågor, komponenter och deras prestanda samt tillverkning. Innehållet täcker den intellektuella sidan av den tekniska systemuppbyggnaden och hur den skall förverkligas. Användningen avser det tekniska systemets relationer till omvärlden.

Komponenter. Utvecklingen i fråga om komponenter och deras prestanda har varit dramatisk under de senaste två decennierna. Ett bra mått på detta är antalet logiska funktioner (additioner, multiplikationer etc) som kan tillverkas i en enda krets och inneslutas i en enda kapsel.

Den aktiva halvledarytan för en sådan krets kan vara 20—25 mm². Antalet funktioner har fördubblats varje år sedan 1959, och det går knappast att se något slut på den utvecklingen. En kapsel kan idag rymma tiotusentals funktioner och fickkalkylatorn innehåller någon eller några få sådana kapslar.

Lika dramatisk ter sig den tekniska utvecklingen inom halvledartekniken uttryckt som kostnaden per minnesenhet. I fast penningvärde har kostnaden halverats vartannat år, en tendens som tycks fortsätta. Också andra variabler, som snabbhet vid hantering av information och utförande av beräkningar, visar samma tendens.

Utvecklingen inom minnestekniken, dvs tekniken att lagra information, har varit särskilt snabb. Halvledarkapslar med stor frihet att skriva och läsa information för upp till 16 kbit (16 000 elementära minnesenheter) finns att köpa till ett pris av 65 kr/st. Minneskapslar med fyra gånger så stor kapacitet blir allmänt tillgängliga under senare delen av 1980. En sådan kan rymma textinnehållet på fyra—fem A4-sidor. Men det finns många andra teknologier för minnen med prestanda och kostnader som passar olika tillämpningar. Särskilt uppmärksammade i den allmänna debatten har de så kallade bubbelminnena blivit. Det är minnen av magnetisk typ där informationen representeras med magnetisering av viss riktning i tätt liggande områden. Informationen kan flyttas synkront i slingor, och resultat blir minnen som fungerar som mekaniska skivminnen med seriell utläsning av information från flera parallella spår eller slingor. Bubbelminnen är mycket långsammare än halvledarminnen men mycket snabbare än de mekaniska. Deras minneskapacitet, mellan 1 Mbit, är större än halvledarminnena men mycket mindre än för de mekaniska, och de är också mycket dyrare än dessa beroende på kostnaden för de elektroniska drivkretsar som behövs för in- och utläsning av information. Bubbelminnena är inte så särpräglade som den offentliga debatten kan ge sken av.

Utvecklingen inom komponentområdet får konsekvenser för produkter och system, men den blir inte så fantastisk och så snabb som komponenttillverkarnas kataloger ger intryck av. Även andra faktorer, både mänskliga och tekniska, måste tas med i bedömningen.

Systemarbetet kan rationaliseras med datatekniska hjälpmedel, men inte tillnärmelsevis lika kraftigt som komponenttillverkningen. Eniga bedömningar visar att kostnaderna för systemarbete inklusive programutveckling i framtiden blir helt dominerande jämfört med kostnaden för komponenter, kretskort, mekanik och annan maskinvara. En

*Halvledare i kapslar
är stora minnen
i miniatyr*

*Bubbelminnen är inte
så särpräglade*

*Programarbetet
dominerar*

annan viktig slutsats är att utveckling och konstruktion av elektronisk utrustning förutom kunskaper om elektroniska komponenter kräver gedigna kunskaper i datateknik och programspråk.

Andra konsekvenser av framstegen inom mikroelektroniken gäller testning och service av utrustning. Det är möjligt att på ett systematiskt sätt bygga in säkerhet mot felfunktioner i systemet. Avancerad utrustning för att testa funktionen hos sammansatta kretskort håller på att tas fram. Generellt kan sägas att utvecklingen går mot sänkta underhållskostnader.

Transmission och koppling. Den tekniska utvecklingen beträffande överföring av information är mycket snabb. Det gäller såväl själva överföringsledet som koppling av information i telenätet. Det nordiska datanätet som nu håller på att introduceras väntas få stor betydelse för utvecklingen av datatjänster. Nätet medger snabbare uppkoppling av förbindelser och större datahastigheter än vad som nu är fallet med förbindelser i telefonnätet. Nätet ger möjlighet till en rad tilläggstjänster och även helt nya tjänster.

En mycket viktig utveckling gäller planerna på att skapa ett helt digitalt (datorbaserat) telefonnät. Det är väl känt att televerket har beslutat installera digitala telefonväxlar av typ AXE, vilket motiverades med en önskan att byta förslitna elektromekaniska växlar mot elektroniska. Det ger fördelar i fråga om drift och underhåll men dessutom möjligheter till vissa tilläggstjänster, t ex förkortade nummer, återuppringning och medflyttning av samtal till annat nummer.

Rationalisering har varit ett viktigt motiv för teknikbyte från elektromekanik till elektronik. Lika viktigt, åtminstone på lång sikt, är att de elektroniska växlar lägger grunden för nya teletjänster. Det beror på att dessa växlar kan koppla förbindelser med information representerad i digital form. Detta, kombinerat med att system för digital transmission samtidigt installeras allt snabbare, innebär att televerket börjat lägga grunden för ett telenät som är digitalt både till transmission och koppling. I första hand kommer detta att användas för talöverföring, men det blir så utformat att det samtidigt kan bära andra tjänster för data, text och bild. Resultatet blir ett tjänsteintegrerat nät baserat på en transmissionshastighet som är väsentligt högre än vad det nuvarande telefonnätet medger inom en telefonkanal. Men det kommer att ta lång tid innan denna resurs blir tillgänglig för ett större antal abonnenter, i första hand företag och organisationer, och till dess får datanätet tillfredsställa

*Nät för många
teletjänster*

Snabb utveckling på det optoelektro- niska området

behoven av nya tjänster. Satsningar på digitalt telenät rekommenderas även av IVA i *Kunskap och konkurrenskraft* eftersom kompetensen inom landet bedöms vara särskilt god inom detta område. Parallellt pågår en mycket snabb utveckling på det optoelektroniska området. Information kan med stor hastighet och kapacitet överföras med hjälp av glasfibrer tunna som hårstrån. Det är fråga om glas av utomordentlig renhet (glas av denna typ med en tjocklek av 1 km är lika genomskinligt som en ordinär glasaruta). Det är en svår konst att skarva sådana fibrer utan betydande ljusförluster i skarven, men det är idag fullt möjligt. Forskare och tekniker har också utvecklat utrustning för sändning och mottagning av de korta ljuspulser som krävs.

Optiska fibrer har stor kapacitet för informationsöverföring

Resultatet är en teknologi som gått från laboratorium till kommersiellt användbara konstruktioner på drygt tio år, vilket är anmärkningsvärt snabbt. Tekniken får flera viktiga konsekvenser. Den reducerar behovet av koppar och utnyttjar ett material, kisel, som är bland det vanligaste på jorden. En kabel med glasfibrer har större kapacitet för informationsöverföring än motsvarande metallkabel. Detta är betydelsefullt främst i storstäder men även för längre förbindelser med hög trafikkapacitet, t ex vid bildtelefonkonferenser. Ytterligare en konsekvens är att installationen av kablarna i nätet väsentligt förenklas. För den försöksinstallation som 1979 gjordes mellan telefonstationerna vid Fredhäll och Äppelviken i Stockholm, en sträcka om 3,5 km, vägde den optiska kabeln inklusive trumma 640 kg, medan motsvarande metallkabel skulle väga mellan 13 och 47 ton beroende på typ. Installations-tiden för den optiska kabeln blev denna första gång 88 timmar, medan den brukar vara mellan 400 och 800 timmar för en metallkabel. Den nya tekniken ger således också en avsevärd rationaliseringseffekt.

I blygsam omfattning ges undervisning och bedrivs forskning kring optoelektronik och optiska fibrer vid de tekniska högskolorna. Det är angeläget att denna verksamhet vidgas med tanke på de många tillämpningar tekniken har även utanför kommunikationstekniken, t ex mätvärdesöverföring i svåra elektriska miljöer.

Konstruktörer och systemmän inför en ny situation

Systemutveckling och tillverkning. Datatekniken ställer konstruktörer och systemmän inför en ny situation. Det finns många fler komponenter att välja bland, men än viktigare är att det finns flera sätt att närma sig konstruktionsarbetet:

- utveckling av kretskort på vilket placeras standardkomponenter
- utveckling av en speciell kundanpassad krets som kan tillverkas i inte-

grerad teknik (som en komponent) och ersätter ett eller flera kretskort

- utveckling av program som utför önskade funktioner med hjälp av kommersiellt tillgängliga mikroprocessorer eller mikroprocessor-komponenter (centralenhet, minnen, in/utorgan etc)

Systemkonstruktören måste känna till både de elektroniska komponenterna och dessutom vara förtrogen med programmeringsarbetet.

Att utveckla och tillverka ett kretskort kan göras manuellt och med ganska enkla hjälpmedel. Det tar dock lång tid att manuellt göra detta, ungefär en manmånad för ett relativt komplicerat kort. De större elektroniktillverkarna har skaffat sig datorstödd utrustning som gör förloppet mycket snabbare — utrustning för computer aided design, CAD.

Kraven på utrustning och kunskap om hur kretskonstruktionen skall bedrivas blir betydligt större för kundanpassade kretsar. F n har bara HAFO och RIFA utrustning för både konstruktion och tillverkning inom landet. Flera större elektroniska firmor håller på att skaffa sig utrustning och programvara för att kunna konstruera kretsar, medan själva tillverkningen kan utföras av HAFO och RIFA eller av firmor utomlands. Problemet är hur små och medelstora företag skall hänga med i utvecklingen.

*Mikroprocessorerna
ger inte så dramatiska
sysselsättningseffekter*

Den allmänna debatten om mikroprocessorer har hittills nästan enbart gällt alla de magiska funktioner som en processor kan fylla och hur många arbetare en sådan enhet kan ersätta. Detta är en grovt missvisande bild av verkligheten. De tidigare nämnda brittiska studierna visar att sysselsättningen visserligen förändras men inte minskar så drastiskt som man kan förledas att tro. En viktig fråga är t ex vad som krävs för att utveckla mikroprocessorsystem för en specifik tillämpning. Ett sådant system består av flera komponenter såsom en eller flera centralenheter, minnen, in- och utorgan, specialkretsar m m. Dessa måste organiseras tillsammans, och för detta krävs interna kommunikationsmöjligheter. Endast för de enklaste tillämpningarna finns sådana tillgängliga kommersiellt. Om så inte är fallet kan systemet sättas samman med standardmoduler kring en given kommunikationsbuss. Komplettering med viss hårdvaruutrustning kan behövas, men det mesta arbetet går åt till att utveckla programvaran. För detta krävs en dator med tillhörande program, ett s k utvecklingssystem, och personer med kvalificerat datortekniskt kunnande. Dessutom tar arbetet lång tid. En bidragande orsak är att programmeringshjälpmedlen idag ofta är mycket primitiva. Man brukar säga att situationen just nu när det gäller mikroprocessorer

ligger 10—15 år efter programarbetet med stora datorer. Ett intensivt utvecklingsarbete pågår dock och situationen kan ändras snabbt, men slutsatsen blir att konstruktionen av mikroprocessorsystem idag är tids- och kunskapskrävande och drar stora kostnader.



Förändrade teletjänster. Elektronik utnyttjas inom informationssektorn för alla typer av tjänster som tal, text, data och bild. Ämnet är mycket omfattande och flera utredningar och studier har redan gjorts eller pågår. En översikt finns i *Vägar till ökad välfärd* och nyligen kom informationsteknologiutredningen med en kartläggningsrapport kallad *Nya vyer*, SOU 1979:69. De nya massmedia behandlas i en vidare ram av Bengt-Arne Vedin (*Media futura*, SNS 1979). Även många utländska studier kan nämnas, t ex om det framtida väntade behovet av nya tjänster fortlöpande behandlat inom CEPT, de europeiska teledministrationsernas gemensamma utredningsorgan. Av särskilt intresse är de bedömningar som har gjorts om informationsteknikens växande betydelse i studien *Europe 2000* från vilken finns en sammanfattning redigerad av P Hall.

Ordbehandlingsmaskiner i stället för skrivmaskiner är bara ett första steg

Störst intresse tilldrar sig idag texthantering och textkommunikation. Ordbehandlingsmaskiner som komplement och ersättning för konventionella skrivmaskiner innebär bara ett första steg. Den elektromekaniska skrivmaskinen byts ut mot en elektronisk sådan med tangentbord och elektronisk textskärm. Kopplad till en dator ger utrustningen möjligheter till redigering av text som därefter kan skrivas ut på papper med en separat skrivare. Ordbehandlingsmaskiner kan förses med utrustning för att överföra text över telenätet, vilket kan ge grunden för elektronisk postbefordran. En sådan tjänst håller på att utvecklas av televerket och kallas då teletex (närmast en avancerad form av telex). I framtiden kan sådan utrustning kompletteras så att även namnteckning och bildinformation kan överföras och samordnas med texten i mottagaren. Konturerna av det pappersnåla kontoret skymtar.

Bild- och textöverföring med telefax tas i bruk i år

Bildtjänster kommer i framtiden att få ökad betydelse. Televerket inför i år en tjänst för bildöverföring med telefacsimil, kallad telefax. Den kräver tre minuter för överföring av en A4-sida text eller bild, men den tiden kan reduceras till en tredjedel när verket så småningom byter till digital teknik. I båda fallen beläggs en telefonkanal. I det framtida helt digitala telenätet, alternativt datanätet, kan överföringstiden reduceras till fem—sex sekunder för samma sida, och först då blir överföringstiden så kort att den blir intressant för en mer utbredd tjänst för fjärrkopiering.

Många teleförvaltningar och industrier utvecklar utrustning för bildtelefonkonferenser med geografiskt skilda studior där aktörerna är synliga i TV-bild. Flera arrangemang provas, t ex med en TV-skärm delad i fyra fält som visar upp till fyra deltagare i en studio, eller den talande i

*Bildtelefonkonferenser
med geografiskt
skilda studior*

*Elektroniska telefoner
med knappsats
kommer inom en
nära framtid*

närbild. Systemet medger också överföring av dokumentbilder. Utrustning och transmissionskostnader för sådana tjänster är ännu så höga att det är svårt att finna marknad för dem, men situationen kan ändras om de digitala system som nu är under utveckling håller vad de lovar. En TV-bild för konferensändamål skulle då kunna föras över med en datahastighet om 2 Mbit/s, vilket motsvarar 30 telefonkanaler i det framtida telenätet. Nuvarande analoga system kräver minst 300 sådana kanaler.

Telefonapparaten har haft samma funktion och i stort sett samma konstruktion allt sedan den utvecklades för 100 år sedan. Elektronikern håller på att ändra situationen. Framtidens telefonapparat blir elektronisk och förses med sifffertabla och knappsats i stället för fingerskiva, innehåller en mikroprocessor och utrustas med minne. Detta medger flera nya tjänster för abonnenterna, t ex möjlighet att repetera sist slagna nummer, automatisk uppringning vid upptaget och en privat telefonkatalog med förkortade nummer där apparaten själv kan generera det kompletta telefonnumret då lämpliga kodsiffror slås in på tangentbor-



det. Sådana telefoner används redan i Danmark. Det blir i framtiden också mycket enklare och billigare än nu att ordna telefonsvarare och talregistrering.

En tendens framstår klart, nämligen att möjligheterna att koppla terminalutrustningar till telenätet växer. Marknaden erbjuder redan apparater med många olika funktioner och med skilda tekniska lösningar. Det beräknas att bara sektorn elektroniska bildskärmar erbjuder 200 modeller eller typer och att marknaden växer med 35 procent om året.

Det är uppenbart att elektroniken håller på att förändra arbetssätt och arbetsmiljö på många kontor. Förändringarna blir med tiden både djupgående och vitt spridda. Den elektroniska skrivmaskinen med tillsatsutrustning underlättar omskrivning och utskrift av text, liksom rättning av fel och annan redigering. Sannolikt får tjänstemän i framtiden sin egen terminal med vars hjälp både text- och datatjänster kan skötas, t ex genom tillgång till företagsinterna databanker.

Bankerna har länge utnyttjat datatekniken för att underlätta uttag och insättning av pengar samt för att utföra transaktioner mellan kontor och göra sammanställningar av operationer. I framtiden är en vidgad användning av denna teknik trolig, och det talas om helt elektroniska transaktionssystem, s k electronic funds transfer.

Det talade ordet kan kombineras med bild. Skrivtelefonen, där telefonen är kompletterad med skrivtablett, låter de samtalande samtidigt rita och skriva till varandra. En kretskonstruktion kan diskuteras med visuellt stöd, men man kan också spela luffarschack om man vill. En fördel är att skrivtelefonen inte kräver någon extra telefonledning för bildinformationen.

Med snabb fjärrkopiering kommer bibliotekstjänster att kunna skötas på ett rationellt sätt, men också telefonkonferenser kan få ett bättre stöd än idag.

Utrustningen för de tjänster som skisserats här behöver inte bli särskilt dyr, och en telefonförbindelse för varje tjänst räcker. Det kan alltså bli fråga om en stor marknad med differentierade behov. Däremot representerar utrustningen för bildtelefonkonferenser investeringar och driftkostnader av en annan storleksordning.

Televerket har tagit initiativ till studier av elektroniken i framtidens kontor, ett projekt kallat Kontor 85. Det bedrivs tillsammans med tre större kunder, ASEA, Volvo och Skandia. I studien ingår tre fältprov för text- och ordbehandling i kombination med telekommunikation. Andra planerade prov gäller utrustning och användning av telekonfe-

rensstudio (ej rörlig bild), metoder för lagring av talade meddelanden och experiment med hänvisningsdator. Dessa och liknande studier utomlands pekar på betydelsen av att kombinera den tekniska utvecklingen av system med ingående användartest. Det är också en slutsats som kan dras av Bellbolagets misslyckade försök att introducera bildtelefonen på den amerikanska hemmamarknaden.

Listan på teletjänster som förändrats som följd av den tekniska utvecklingen skulle kunna göras mycket längre, men det får räcka med några korta kommentarer. Det finns idag ganska goda möjligheter att göra syntetiskt tal vilket kan utnyttjas i tal-svarsystem. Tekniken att optiskt läsa text har hunnit långt, och en kombination av dessa två kunskapsområden öppnar intressanta möjligheter för bl a synskadade. Telex har nämnts i samband med textkommunikation men bör kompletteras med en beskrivning av vad som är att vänta när det gäller informationssökning i databanker. Detta finns behandlat i utredningen *Nya vyer*.

Informationstekniken i samhället

Några studier redovisade. Det framtida samhället kan med goda skäl beskrivas som kommunikationssamhället. Härtill finns, enligt Karl-Erik Wärneryd (*Vart leder tråden?*, Riksbankens Jubileumsfond 1978:1), två motiv. Det ena är av social natur och utgår från att information kommer att flöda i nya strömmar, något som i stigande grad kommer att prägla samhällets funktioner. Informationen kommer dessutom allt mer att bli dubbelriktad, tvåvägskommunikation, och i lägre grad endast gå i en riktning till mottagare som enbart är mottagare. Det betyder att allt fler människor i framtiden spelar en aktivare kommunikationsroll.

Det andra motivet till framväxten av ett kommunikationssamhälle är att tekniken drastiskt och till rimliga kostnader kan ändra tillgängligheten till information och bidra till att skapa nya kommunikationsmönster. Till exempel kan medborgarna i en kommun genom informations-system få bättre möjligheter att orientera sig om planer och politiska beslut — även i förväg — med möjlighet att ställa frågor och uttrycka åsikter.

Wärneryd pekar på problemet att göra tekniska prioriteringar och skapa förutsättningar för en gynnsam användning av tekniken. Han identifierar vissa problemområden, t ex:

- positiva och negativa konsekvenser av tekniken

- transport av ting kontra transport av symboler
- kommunikationsöverflöd
- utbildningsgapet.

Till det första delområdet hör frågor kring personlig integritet och andra risker med tekniken. Mer information och ökat kulturellt utbud utnyttjas främst av dem som redan har tillgång till detta och dessutom förmåga att tillgodogöra sig materialet. Som följd därav vidgas klyftorna i samhället. Ett utbildningsgap uppstår.

För att stimulera till forskning kring dessa och närliggande frågor inbjöd Riksbankens Jubileumsfond för två år sedan intresserade att söka anslag för planering av forskningsprojekt inom området "Människan och kommunikationsteknologin". Fonden uppmuntrade till mångvetenskapliga ansatser, gärna över fakultets- och högskolegränser. Gensvaret blev överväldigande med 112 ansökningar med god spridning i ämnesval och institutionell förankring.

Jubileumsfonden gav planeringsanslag till 14 projekt som nu är under vidare bearbetning. Flera av dessa behandlar massmediafrågor, ett par användning av kommunikationsteknik och flera olika principiella frågor kring kommunikationsbehov i samhället. En erfarenhet är att det behövs ett nära samarbete mellan tekniker, samhällsvetare och humanister för att de senare skall få relevant underlag för sina bedömningar.

Låt oss se på telekommunikationer inom organisationer och företag. Sannolikt finns det ett nära samband mellan tillgången på kommunikationsmedel och organisationsformer. Vilka konsekvenser får de nya elektroniska hjälpmedlen på företagets organisation och ledningsstruktur, och omvänt, vilka tekniska lösningar kommer främst att stimuleras av den existerande organisationen? Den tekniska utvecklingen pekar på möjligheten att regionalt sprida ut kommunikationsresurser och datakapacitet och ändå få en väl fungerande organisation. I vilken utsträckning kan detta motverka centraliseringssträvandena i organisationer och företag? Kan det t o m påverka den regionala utvecklingen?

En annan infallsvinkel ger en nyligen genomförd SIFO-undersökning om "Arbetslivets slutanvändare av databehandlad information". Uppskattningsvis utnyttjar så många som 1,15 miljoner eller 29 procent av landets arbetande befolkning datortjänster eller databehandlad information. Av dessa har ca 300 000 viss kontakt med terminaler och 33 000 är yrkesverksamma som datapersonal. Dessa siffror skall relateras till det uppskattade antalet terminaler, 55 000, vilket innebär att många an-

*Forskningsprojekt
om människan och
kommunikations-
teknologin*

*Samband mellan
tillgången på kom-
munikationsmedel och
organisationsformen*

Positiva attityder till datateknik

vänder samma terminal. Beträffande utbildning på området databehandling säger sig ca 340 000 ha mycket eller ganska stort behov av ytterligare utbildning eller information om databehandling, men det hindrar inte att attityden till användning av datateknik i arbetet är övervägande positiv. Samtidigt är många oroad över de konsekvenser datatekniken får för individen i samhället, särskilt vad gäller integritet och styrning.

Det behövs alltså bättre kunskap om hur informationstekniken kommer att påverka individ, organisation och samhälle. Det finns påtagliga konflikter mellan olika mål, t ex industrins behov av rationalisering och kravet på bevarad sysselsättning. Om industrin emellertid inte rationaliserar blir lönsamheten så dålig att sysselsättningen ändå kommer i fara, om samtidigt kravet på nuvarande levnadsstandard och internationell konkurrenskraft består. Informationstekniken kan användas som ett hjälpmedel för rationalisering speciellt inom kontorssektorn, men den kan också ses som ett område där svensk industri kan ta fram nya produkter och skapa nya marknader i stället för dem där lönsamheten är dålig. Hur skall i det läget de ekonomiska resurserna för innovation och kunskapsutveckling disponeras?

Kontor 85-projektet tar upp informationsteknikens användning i stora företag, men vad händer med de små och medelstora företagen? För att överleva måste säkert också de utnyttja tekniken. Kunskap om den nya tekniken måste spridas och företagen ges vägledning om lämpligt val av teknik. Det bör ske i medvetande om att många anställda känner motstånd mot förändring och rädsla för en ny teknik.

Telekommunikationer som ersättning för fysiska transporter

Vi har nämnt frågan huruvida telekommunikationer kan ersätta fysiska transporter. Mycket av verksamheten inom företag och förvaltning handlar ju just om informationshantering. Frågan är viktig med tanke på utflyttningen av statliga verk, men även med hänsyn till den belastning på miljö och energiekonomi som transporterna utgör.

Problemen är kontroversiella. Många hävdar att bättre telekommunikationer tvärtom kommer att generera fler resor. Kontakter individer emellan sker i ett växelspel mellan olika medier, t ex personliga möten, brev, rapporter och telefonsamtal. Förbättras en tjänst tas också andra tjänster i ökat anspråk. Därför skulle bättre telekommunikationer generera större behov av fysiska transporter.

En rad undersökningar visar dock att en betydande del av persontransporterna kan ersättas med telekommunikation. I fråga om tjänstesor gäller det omkring 25 procent medan en något mindre del, ungefär

20 procent, av resorna till och från arbetsplatsen bör kunna ersättas. Enligt OECD skulle besparingar på 2—3 procent av den totala energiförbrukningen kunna göras eller 10—15 procent av den totala energiåtgången för transporter.¹ Dessa uppskattningar gäller på kort sikt. Avsevärt större besparingar kan göras om möjligheterna att utnyttja telekommunikationer beaktas redan på planeringsstadiet. Om energipriserna fortsätter att stiga markeras teleförbindelsernas fördelar ytterligare.

Telekommunikationer kan användas inte bara för att ersätta persontransporter utan också för att göra hela transportsystemet för personer och gods effektivare genom bättre styrning och informationsunderlag. Det har beräknats² att energibesparingar på upp till 50 procent kan göras!

Den potential som informationstekniken besitter är så stor att den borde vara föremål för betydligt större forskningsinsatser inom landet än vad som nu är fallet. Enligt den sammanställning som gjorts av IVA i *Kunskap och konkurrenskraft* finns det ingen sektoranknuten forskning inom området och i själva verket ingen forskning alls som sorterar under kommunikationsdepartementet. Den situationen kan inte få bestå i framtiden. Den planerade verksamheten inom temaområdet kommunikation vid Linköpings universitet bör ge ett bidrag, och här finns ett utmärkt tillfälle att ge professurerna en sådan inriktning att forskningen om kommunikationsteknologi och informationssystem befrämjas. Inom ramen för forskningstemat "Kommunikation — överföring av information" skulle forskningsresultat av stort värde för utnyttjandet av informationsteknikens möjligheter kunna komma fram i ett samarbete mellan beteendevetare/samhällsvetare och tekniker.

Nationell policy för telekommunikationer. Den tidigare nämnda studien *Europe 2000* betonar informationstekniken och beskriver möjligheterna till djupgående förändringar av samhällets sätt att fungera, men avsaknaden av genomtänkt policy förvandlar denna möjlighet till en påtaglig risk.

Televerkets roll

Televerket har i vårt land en avgörande betydelse för hur informationstekniken och särskilt telekommunikationerna används och för val av områden för tekniska satsningar. Verket har haft ett faktiskt mono-

¹ B Thorngren, *Hallå, hallå!* R J 1977:3, rapport för forskningsprojektet "Människan och kommunikationsteknologin".

² M Engström, B Sahlborg och A Wärmark, *Telekommunikationer transporter energi*, Transportforskningsdelegationen 1977:6.

pol på det nationella telekommunikationsområdet, vilket motiverats med att överföring och koppling av förbindelser varit de viktigaste funktionerna. Resultatet har blivit ett i stort sett väl fungerande nät, som står sig bra i en internationell jämförelse.

Som affärsdrivande verk har televerket krav på sig att verksamheten skall vara lönsam. Idag kommer merparten av intäkterna från avgifter för abonnemang och samtalsmarkeringar, men med tanke på den växande betydelsen av terminaltjänster är det begripligt att verket vill söka nya verksamhetsformer utanför det traditionella teleområdet. Det kan ske både genom egen utveckling och genom samverkan med externa tillverkare. Snart kommer t ex telefax och teletex, baserat på avtal med vissa företag. Reaktionen från andra tillverkare har blivit ganska skarp. Invändningen är att televerket får stora konkurrensförmåner bl a genom att det svarar för typgodkännande av all utrustning, samtidigt som det säljer egen utrustning. Denna kan, som i fallet telefax, mycket väl vara av utländsk tillverkning.

Självklart skall verket ha kvar ansvaret för telenätet även i fortsättningen, men frågan är hur ansvaret skall fördelas när det gäller terminaltjänster. Många vill se en utveckling liknande den som nu sker i Storbritannien, där myndigheterna beslutat begränsa teledistributionens ansvar till att gälla blott nätet och godkännande av anslutna enheter, liksom fallet redan är i Tyskland. Om det sker här hävdar andra att svensk industri får små möjligheter att ta hand om landets marknad och ännu sämre utsikter att exportera. Vad som händer med multinationella företag med tillverkning inom landet är en öppen fråga.

Situationen är knepig och berör två frågekomplex, ansvar för nya tjänster och regler för upphandling av teknik. Det är rimligt att en nationell policy utformas så att svensk industri tillförsäkras en hygglig chans att konkurrera med utländska tillverkare utan att kravet åsidosätts att svensk allmänhet får bästa utrustning till skäligt pris. Myndigheterna bör här ta initiativ. Det är önskvärt att televerket bättre än hittills offentliggör utvecklingsplaner och långsiktiga mål, liksom försvaret gör.

Många frågor som berör en nationell policy utreds nu av statliga kommittéer, men det är lätt att hitta andra frågor som förtjänar allmän uppmärksamhet. En sådan är taxorna för teletjänster. Kostnaden för abonnemang och inträdesavgift gällande dataterminaler (modem) är idag för höga med tanke på de betydligt sänkta tillverkningskostnader som modern elektronik medger. Taxorna motverkar snarare än med-

*Taxesättningen för
teletjänster
måste omprövas*

verkar till användning av datateknik. Men man skall också observera de svårigheter som televerket har att få rimliga intäkter av samtalsmarkeringar då en kund kan belägga en linje under obegränsad tid för 18 öre inom ett lokaltelefonområde. Situationen blir en annan när det efterlängtrade datanätet tas i drift. I början kommer taxorna att i stort sett vara desamma, men hur blir det i framtiden? Man kan med fog hävda att taxorna för teletjänster är ett viktigt styrmedel för utvecklingen i informationstekniken. Situationen kompliceras av att både nationella och internationella hänsyn måste tas. Det skall också observeras att svenska teletaxor genomgående är fördelaktiga jämfört med andra europeiska länder.

För att få balans med alla de statliga utredningar som görs inom elektronikområdet borde organisationer och företag slå sig samman och starta egen verksamhet inom informationstekniken. På så sätt kan de sprida kunskap om den nya teknikens användningsmöjligheter och verka för att lagar och förordningar utformas så att den nya teknikens möjligheter tas till vara. Statsmakterna bör etablera samarbete med privata intressen för att gemensamt formulera en nationell policy på telekommunikationsområdet.

Vidgad kunskap om informationsteknik och dess användning. Många statliga utredningar funderar på mikroelektroniken, dess användning och konsekvenser, televerket studerar det framtida kontoret och Jubileumsfonden ger anslag till samhällsvetenskaplig forskning kring samma ämnesområde. Men det finns behov av en väsentligt vidgad och fördjupad studieverksamhet.

Två typer av behov kan urskiljas. Det ena gäller praktisk experimentell verksamhet för att få bättre kunskap om hur informationstekniken skall användas inom bl a kontor i olika typer av företag, belysa fördelar, nackdelar och konsekvenser samt leda till konkreta rekommendationer. Det handlar helt enkelt om konsumentinformation. En tänkbar åtgärd vore att bilda ett institut för användning av mikroelektronik och informationsteknik. Det andra behovet gäller forskning och kunskapsförnyelse på ett principiellt plan. Planerad temaforskning kring mänsklig kommunikation vid Linköpings universitet är ett exempel på åtgärder. Men även de tekniska högskolorna och fakulteterna bör ta ansvar och pröva behovet av forskning och utbildning kring ämnet informationsteknik och dess användning. Målet för verksamheten kan vara att utveckla och pröva system som stimulerar kommunikationen inom orga-

*Kvalificerad utbildning
i informationsteknik
vid högskolorna*

nisationer och företag. Till verksamheten måste knytas expertis med beteendevetenskaplig kompetens så att system och användningssätt kan utvärderas och specifikationer formuleras i tekniska och ergonometeriska termer.

Utbildning och kunskapsspridning

Konstruktionscentra. Elektroniken har pekats ut som en av de viktigaste förnyelsefaktorererna inom det tekniska området, men möjligheterna att förverkliga svenska industriella satsningar är inte så stora. Med vissa undantag anses industrin inte ha den kompetens och konkurrenskraft som behövs. Många har funnit det oroande att landet saknar en betydande komponentindustri, men de flesta tekniskt initierade finner det viktigare att vi satsar resurserna på användning av mikroelektronik snarare än på utveckling av tillverkningsmetoder. Det utesluter inte stöd till de svenska företag som kan tillverka specialkretsar anpassade till kundernas behov. Bäst synes detta ske genom en riktad teknikupphandling.

Här tas upp endast den aspekt av användarproblemet som främst berör små och medelstora elektronikföretag. Dessa behöver få kunskap om den nya tekniken och hur systemspecifikation skall ske från funktionella behov till underlag för kretstillverkning. De behöver också tillgång till konstruktionsutrustning och personal som kan ge konsult hjälp eller själva utföra konstruktionsarbetet. Ett sätt vore att upprätta konstruktionscentra med tillgång till sådan datorutrustning och personal. Denna skall kunna ge råd om bästa val av teknologi och ha kompetens för att hjälpa kunderna med utveckling av såväl kundanpassade kretsar som mikroprocessorbaserade system. I det ingår provning av system och programvara för de färdiga produkterna.

Institutionen för systemteknik vid Linköpings universitet har ett konkret förslag till konstruktionscentrum placerat vid universitetet med ungefär det mål som skisserats här. Utvecklingsrådet har i kapitel 2 föreslagit att speciella uppdragsinstitut bildas i närheten av några intresserade och lämpliga högskolor eller universitet. Konstruktionscentra kan byggas upp analogt, dvs med former för samverkan exempelvis liknande dem som byggts upp av SINTEF i Norge. Samarbete med industrin i branschinstitutform är en annan möjlighet. Verksamheten bör bedrivas på kommersiell bas.

Även andra möjligheter måste prövas och lämpliga kommuner intresseras för att etablera konstruktionscentra och därmed dra ny industri till orten. Runt sådana centra finns plats för många små och medel-

Teknikupphandling

*De små och
medelstora företagen
måste lära sig mer
om den nya tekniken*

Konstruktionscentra

stora elektronikföretag. Initiativet av Göteborgs kommun med projektet Regal (Regional elektronik) manar till efterföljd.

Som komplement till den kommersiellt inriktade verksamheten kan "teknologverkstäder" skapas med anknytning till de tekniska högskolorna där konstruktionstekniken kan läras ut, nya idéer testas och i bästa fall embryon skapas till ny industri. En sådan verksamhet kan bli framgångsrik.

Utbildning och inläring som strategi för överlevnad. Utbildning om mikroelektronik och dess användning får en helt avgörande betydelse för landets förmåga att bevara sin roll som industrination. Facitkrisen var ett första talande exempel på vad som händer om ett företag försummar teknisk förnyelse, men det är inte unikt. Det finns andra företag som är eller har varit i farozonen. Kunskaper om elektronik behövs för att förnya produktionsapparater och produkter inom praktiskt taget hela den tillverkande industrin. Den kritiska frågan blir omskolningen av äldre elektrotekniker, mekaniker och kemister så att de får en god kunskapsgrund vad gäller elektroniska komponenter, programutveckling och systemspecifikation.

Hur skall en sådan kunskapsförnyelse kunna åstadkommas? Det är inte fråga om enstaka tredagarskurser om mikrodatorer, utan det krävs mycket större insatser och i tiden mer utsträckt verksamhet med repetitioner och tillämpningsövningar. Det måste också skapas förutsättningar för eleverna så att de kan och vill lära sig. Hänsyn måste alltså tas till de mycket varierande kunskaper som faktiskt föreligger. En försiktig uppskattning visar att åtminstone 10 000 ingenjörer måste utbildas var och en under upp till ett år. Många företag har redan startat utbildning internt eller genom att skicka folk på kurser, men det finns fortfarande många företag som inte har resurser eller motivation för detta.

Även om högskolor och kursverksamhet kan få en viss betydelse för denna återkommande utbildning, måste en annan organisatorisk bas sökas för den massutbildning det är fråga om. Resurserna vid SIFU och AMU-centra bör kunna tas till vara, men även andra alternativ måste stå till buds. Sveriges Radio borde t ex kunna utnyttja sina resurser för detta ändamål och skapa projekt liknande dem som finns vid de sk öppna universiteten i Storbritannien. Detta vore bra även för att ge en mer allmän orientering om datatekniken och dess användning.

Också andra former för distansundervisning bör prövas. En förtjänst med SIFU och AMU-centra är att de har lokaler och en lämplig organi-

*Vidareutbildning
i stor skala behövs
inom industrin*

*Den återkommande
utbildningen
måste ligga utanför
högskolorna*

sation. Delvis driver de redan etablerade kurser som kan utnyttjas, men uppenbarligen behövs det en ytterligare utvidgad och förnyad verksamhet. Konkret måste t ex adekvata utbildningsmedel (litteratur, övningsuppgifter och laboratorieutrustning) utvecklas, samtidigt som kompetent lärarpersonal krävs. Den första uppgiften blir att utbilda utbildare.

Intresset för omskolning av redan utexaminerade ingenjörer får inte skymma en fortlöpande förnyelse av kurserna vid de tekniska högskolorna. Alla elektroingenjörer och många fysik-, mekanik- och kemiingenjörer måste få gedigna kunskaper inom data- och datorområdena, och de måste känna till hur mikroprocessorer fungerar och hur de kan utnyttjas som konstruktionselement. Erfarenheterna visar att det inte är lätt att genomföra en sådan förnyelse.

6 Bioteknik

Biotekniken i samhället

Bioteknik och informationsteknik är utpräglat multidisciplinära tillväxtområden och därmed svåra att hantera. Det är svårt att prioritera mellan lång- och kortsiktiga överväganden.

Bioteknikens nuvarande dynamik beror på en rad ungefär samtida och inbördes förstärkande genombrott på vitt skilda områden. Dels gäller det *jäsningstekniken*, där vi lärt oss utnyttja mikroorganismer i kontinuerliga processer så att de nu ekonomiskt kan omvandla många viktiga och förhållandevis prisbilliga råvaror (cellulosa, stärkelse, metanol, ammoniak osv) till rader av viktiga produkter (näringsäggvita, läkemedel, lösningsmedel, motorsprit, konsistensgivare etc). Vidare gäller det *enzymologin*, som nu erbjuder metoder till att efterlikna cellens kontinuerliga bearbetningsmetoder men även till att växla in och låsa levande cellers ämnesomsättning på nya spår som leder till en fortlöpande produktion av vissa önskade substanser. Slutligen har under de senaste åren skett en explosiv utveckling inom den *mikrobiologiska genetiken*, så att det går att programmera mikroorganismer med genetisk information från högre djur (inklusive människor) för att ur enkla råvaror, som socker och konstgödningsmedel, framställa stora mängder av de artspecifika ämnen som styr de högre organismernas livsprocesser.

Dessa olika genombrott har stor potential när det gäller att spara energi och material, förbättra miljö- och hälsovård och minska samhällets sårbarhet. Genomslagskraften har ännu så länge varit måttlig. Visserligen drog Japan tidigt konsekvenserna av utvecklingen när det gällde produktion i stor skala av aminosyror, och Storbritannien, Tyskland och Frankrike har alla initierat biotekniska storprojekt, men frågan är ändå om något land har större anledning än Sverige att vidta kraftåtgärder. Våra skogar och vår jordbruksmark är, rätt utnyttjade, en outsinlig råvarukälla. Och biovetenskaperna har alltid representerat en "livs-linje" inom svensk forskning (Linné-Berzelius-Arrhenius-Svedberg-Tiselius-Theorell-Euler osv) och teknik (de stora skogs-, jordbruks- och livsmedelsindustrierna och bolag som Alfa-Laval, LKB, Electrolux, Pharmacia, Astra, KabiVitrum, Bofors m fl).

Biotekniken har haft en rad genombrott på skilda områden

Sverige har all anledning att vidta kraftåtgärder

Slutligen påminner vi än en gång om möjligheterna att bidra till de internationella ansträngningarna att utnyttja förnybara råvaror och utveckla alternativa energikällor. Frändskapen med mikroelektroniken borde motivera försök till ett avancerat samhällsbyggande för att stimulera vårt eget lands instrument-, kommunikations-, transport- och byggnadsindustrier till att producera innovativa systemlösningar anpassade till nya marknader och alternativa energikällor.

Bioteknikens dilemma

Biotekniken samlar inom sig kunskaper om "etablerandet och vidmakthållandet av artificiella miljöer i vilka levande celler och labila biologiska substanser produceras, konserveras eller selektivt förstörs respektive modifieras". Området är alltså praktiskt orienterat och har starka rötter i bl a biokemi, genetik och mikrobiologi. Det måste emellertid också utnyttja framstegen inom ingenjörsvetenskaperna och bevaka de framväxande behoven i medicinen och jord- och skogsbruket. Dess tillämpningar förutsätter dessutom ekologiska och ekonomiska hänsyn samt kunskaper om energi- och livsmedelsförsörjningens globala trender.

Att området är så problemorienterat har haft en negativ effekt på de akademiska karriärvägarna och ställt de ämnesinriktade universitets- och högskoleinstanserna inför stora anpassningssvårigheter. Ämnet berör dessutom flera departement och forskningsråd, vilket försvårar strategiska beslut, t ex vad gäller kostnadskrävande apparatur. Underkritiska satsningar har medfört alltför stor spridning av resurserna. Situationen har förvärrats av en byråkratisering där en allt snävare behovsorientering gått ut över de strategiska hänsynen.

Problemet med en överdriven betoning av behovsområden illustreras av att t ex den dynamiska enzymtekniken faller på minst fem sektorer: livsmedels-, läkemedels-, social-, miljö- och energiteknik.

Ett annat exempel på den svenska sjukan, fragmentering och överstrukturering, ger Nämnden för Energiproduktionsforskning (NE), där en forcerad utveckling av flisteknologin inte bara försvåras av att man tvingas bortse från beståndsdelen lignocellulosa som fiber- och foderråvara utan också av att oberoende kommittéer arbetar med energiodling, förbränningsteknologi och spillvärme. Detta komplicerar givetvis en helhetssyn. Många av ett flisteknologiskt projekts behovsområden sorterar under BFR och STU, medan grundforskningen faller under NFR. Mot bakgrund av de förnybara råvaru- och energitillgångarnas framtida

*Biotekniken berör
många departement
och forskningsråd*

*Fragmentering och
överstrukturering*

da betydelse borde fakta härom givetvis också återverka på skolundervisningen, där emellertid den naturvetenskapliga basen uttunnats på ett sätt som antyder att de långsiktiga aspekterna av kommande strukturförändringar inte beaktas av de ansvariga myndigheterna. Detsamma gäller de tekniska högskolorna, där man inte heller lagt den vikt vid biovetenskaperna som sedan flera decennier präglat ledande utländska centra som Massachusetts Institute of Technology och Zürichs tekniska högskola.

Biotekniken mot sekelskiftet

Nyheter inom jäsnings tekniken. Jäsnings tekniken har alltså gjort stora framsteg bl a inom kontinuerlig odling för produktion av foderjäst ur råvaror som socker, paraffin eller träsprit. En ökad förståelse av mikroorganismernas livsprocesser, i förening med bättre instrument och apparatur, har öppnat nya möjligheter som nu, i oljekrisens skugga, ger sedan länge övergivna vägar att producera många baskemikalier förnyat intresse (acetone, butanol, glycerin osv).

I vissa jordbrukspolitiska lägen tycks exempelvis jäsningsalkoholen redan konkurrera med etylenbaserad industrisprit, och bensinen blandas redan med etanol och metanol i stor skala på många håll ute i världen. Ett jäsnings tekniskt utnyttjande av avloppsvatten, och av organiskt avfall över huvud taget, för produktion av gasformiga bränslen (metan och vätgas) förespråkas allt oftare. Det uttrötade slammets används som gödningsmedel och energi sparas. Det återcirkuleras sedan för att underhålla energiproduktion via biomassa ("energiskog" eller stärkelseproduktion) eller för en framställning av fodermedel eller födoämnen. För att sådana processer inte skall ge en negativ energibalans fordrar de dock att jäsnings teknikerna gör en kraftanstängning.

Den tillämpade mikrobiologiska ekologin ger många möjligheter att använda blandningar av mikroorganismer till att bryta ned och samtidigt utnyttja besvärliga industriavfall. Naturens enormt mångfasetterade arsenal av bakterier och svampar är faktiskt i detta avseende en nästan outforskad guldgruva. Nyligen isolerades en bakterie som inte bara kan bryta ned kolväten med mellan en och 40 kolatomer utan också förmår leva i reningsverk, vilket borde intressera oljeteknikerna. Det är inte längre science fiction att fundera på tankfartyg som med enkla medel kan förvandlas till flytande jäsningsfabriker och på sin väg till en "blow-out" producerar tillräckligt stora mängder biologiskt saneringsmedel för att effektivt skydda havets växt- och djurliv.

*Biotekniska processer
reducerar
miljöbelastningarna*

Om kemiska processer successivt ersätts av biotekniska reduceras också miljöbelastningarna, eftersom både halvfabrikat och slutprodukter blir biologiskt nedbrytbara. Ibland kan givetvis denna egenskap vara en nackdel, men då finns fortfarande alltid möjligheten att tillgripa rent kemiska modifikationer som tillför det organiska skelettet önskvärda tilläggsegenskaper. Impregnering av trä med monomerer som sedan strålpolymeriseras, användning av naturfibrer till att armera oorganiska material, införande av främmande grupper i naturprodukter för att påverka deras ytkemiska egenskaper utgör exempel på en teknik som tillför naturprodukter nya, önskade egenskaper. Livslängden på labila ämnen kan också styras med den så kallade mikroinkapslingstekniken. Här innesluter man ämnet i fråga i mikroskopiska kapslar som ges en viss bestämd hållbarhet. Genom att blanda olika sådana kapslar kan man få ett preparat med önskad tids/koncentrationskurva för ämnet i fråga (insektsgifter, växthormoner, läkemedel osv).

I själva verket dyker det på området "controlled environment agriculture" allt oftare upp frågor där jäsningsteknikern känner sig hemmastadd. Det kan gälla instrument och apparatur för styrning av sammansättningen av de saltlösningar som numera används inom jordlös odling av grönsaker. Det kan också röra sig om att för en växthusanläggning optimera användandet av spillvärme eller kolsyra, oavsett om dessa tillgångar härstammar från en jäst- eller en cementfabrik. Slutligen måste man komma ihåg att odling av växtceller i suspension, med allt vad det kan betyda för tillverkningen av viktiga finkemikalier (som alkaloider och färgämnen), faller inom jäsningsteknikerns ansvarsområde.

*Jäsningsteknikern
verkar över flera
disciplingränser*

Redan dagens jäsningstekniker måste alltså ha så stor bredd att han inte hämmas av disciplingränser. Ena dagen måste han söka hjälp hos experter på biofysik och elektronik, nästa av växtgenetiker eller jordbruksforskare. Universitets- och högskoleämbetet måste omforma dagens fakultets- och disciplinstruktur för en sådan baskompetens.

Den biokemiska industrins nya verktyg. I kapitel 4 berördes immobiliseringsmetodernas betydelse när det gäller att i tekniska system efterlikna den levande cellen. Biokemins andra stora bidrag till biotekniken ligger på separations- och reningsmetodernas område, där svenska forskare och tekniker av tradition alltid legat i främsta linjen.

Immobiliseringen av enzymer, celler och cellbeståndsdelar har betydelse t ex i ekonomiskt viktiga processer där man arbetar med försock-

Immobilisering av enzymer, celler och cellbeståndsdelar

ring av stärkelse och cellulosa, tillverkning av fruktsocker ur rörsocker och produktion av kroppsegna aminosyror och råvaror till steroidhormoner och till halvsyntetiska antibiotika. Alla dessa processer är exempel på att många kemiska bindningar faktiskt inte behöver något större energitillskott för att brytas upp.

Att skapa nya kemiska bindningar kräver emellertid ofta ett rätt betydande energitillskott, och eftersom den levande cellen inte har någon möjlighet att höja reaktionstemperaturen har den utvecklat särskilda bärarmolekyler som transporterar och lagrar energin. I regel sker detta enligt ett slags dominoprincip, där den sista brickan (co-enzymet) passar in på ett visst enzym, som därigenom får den energipuff som behövs för den önskade reaktionen. Co-enzymet är emellertid i regel så dyrbart att reaktionen oftast blir ointressant. Då immobiliserar bioteknikern i stället en suspension av de mikroorganismer som han vet kan genomföra den önskade reaktionen. De innehåller det nödvändiga co-enzymet, och immobiliseringen hindrar cellen från att förbruka något av sin energi på en ur bioteknikerns synpunkt onödig produktion av dotterceller. I stället omvandlar den snällt den förelagda råvaran till allt större kvantiteter av den önskade produkten och behöver då bara ett måttligt tillskott av näringsämnen för att fortsätta under lång tid.

Även cellkomponenter kan på liknande sätt immobiliseras och stabiliseras, t ex de gröna växternas kloroplaster som under sådana förhållanden och under belysning kan fås att sönderdela vatten. Kanske kan vi så småningom lära oss att med hjälp av solenergi framställa väte direkt ur vatten.

Vid alla studier av denna typ behöver man separera och karaktärisera mycket stora molekyler, vilket i stor utsträckning faller tillbaka på svenska metoder och uppfinningar (ultracentrifugering, elektrofores, isoelektrisk fokusering, isotachofores, gelfiltrering, affinitetskromatografi osv). Det är sådana metoder som också lett till att Sverige alltid legat i främsta rummet när det gäller blodfraktionering och antikroppsrening, särskilt viktigt mot bakgrund av immunologins snabba framsteg. Vi kan på detta område se löften inte bara om förbättrade vacciner utan också om nya hjälpmedel åt transplantationskirurgen och åt de läkare som behandlar s k autoimmuna sjukdomar. Särskilt framstegen inom vävnadsodlingen, som numera tillåter produktion i stor skala av specifika antikroppar (s k monoklonala antikroppar), kan väntas ge en ny dimension åt den serologiska analysen. Den bör bli en stor betydelse för den biotekniska kvalitetskontrollen.

*Väte direkt ur vatten
med hjälp av solen?*

*Nya hjälpmedel åt
transplantations-
kirurgerna*

Biologins nya hjälpmedel: restriktionsenzymer och genförstärkning. På senare år har den mikrobiologiske genetikern lärt sig att splitsa ihop genetiska informationssekvenser nästan lika lätt som ljudteknikern skarvar magnetband. Saxen motsvaras här av ett enzym (endonukleas) och skarvmedlet av ett annat (ligas). Även helt främmande information kan fogas in t ex om hur ett mänskligt hormon är uppbyggt. På så vis produceras molekyler som innehåller en bit som saknas i det naturliga hormonet, men skarvstället kan utformas så att den extra biten lätt avspjälkas. Så produceras ett aktivt läkemedel. De första lyckade försöken genomfördes 1977 och gällde polypeptidhormonet somatostatin som är uppbyggt av 14 aminosyror. Det hade tidigare framställts på syntetisk väg men kunde nu produceras jäsningsvägen med en modifierad stam av den vanliga tarmbakterien *E. coli*. Vanlig kemisk syntes går att utnyttja för så små molekyler, men mängden besvärliga och t o m farliga biprodukter ökar snabbt med molekylen storlek. Men även kostnaderna blir drastiskt olika, vilket illustreras av de försök kring mänskligt tillväxthormon som Kabigen initierat hos Genentech Inc. i USA. Normalt framställs detta ämne genom extraktion av hypofysen från döda människor. Ur en sådan körtel kan man få fram ca 4 mg av detta hormon, vilket är det enda kända botemedlet vid dvärgväxt och en viktig medicin också vid behandling av svårläkta benbrott och stora brännskador. Problemet är att 4 mg bara motsvarar två doser, vilket gör att KabiVitrum, världens största tillverkare av detta hormon, årligen måste samla in körtlar från 125 000 döda kroppar, en besvärlig och kostsam procedur.

*Botemedel
mot dvärgväxt*

Det var alltså ett stort framsteg då Genentech i april 1979 lyckades framställa det aktiva hormonet ur genetiskt manipulerade colikulturer. Världsproduktionen räcker idag bara för att behandla en individ av sex som lider av dvärgväxt, vilket visar hur viktig den nya metoden är. Detta gäller i ännu högre grad diabetes som enligt Kabigens chef professor Bertil Åberg drabbar 5 procent av jordens befolkning. Insulinproduktionen, baserad på bukspottkörtlar från nötkreatur och svin, räcker inte till för att försörja andra än de rika ländernas patienter. Inte ens råvara från all världens slakthus skulle täcka behovet, men nu har Genentech jäsningsvägen lyckats framställa proinsulin som sedan omvandlas till det aktiva hormonet. Detta bör bli billigt och av högre kvalitet än det nu tillgängliga.

*Insulin framställs
jäsningsvägen*

Mot bakgrund av polypeptidernas viktiga funktion som signalsubstans i hjärnan och i kroppen och den relativa lätthet med vilken deras

Virusvacciner och interferon

Mikrobiologisk genetik ger effektivare bränsleproduktion ur skogsavfall

Kombinationsbakterier kan ges förmåga att bryta ned oljeföroreningar

aminosyrasammansättning kan bestämmas, är det naturligt att denna grupp av substanser först kom i blickpunkten. I och med att man känner sammansättningen kan man nämligen översätta den till en syntetisk genetisk kod som kan kopplas på en lämplig bärare (en plasmid eller ett virus) som inte bara inför den i bakteriecellen utan också kopierar den i takt med bakteriedelningen.

Den jäsningstekniska produktionen av bakteriefrämmande ämnen började alltså med relativt små molekyler, men man förfogar nu över metoder som gjort det möjligt att höja ambitionsgraden. Colibakterier kan nu producera hönsäggvita, vilket öppnar intressanta perspektiv mot blodets äggviteämnen som ju har utomordentligt stor betydelse som läkemedel. Virusvaccinerna (exempelvis mot hepatit B) står också i tur, liksom för övrigt interferon, som nyligen producerades jäsningsvägen i Zürich.

Men den moderna mikrobiologiska genetiken får betydelse långt utanför läkemedelssektorn. Det är också viktigt att få fram en effektivare bränsleproduktion ur vårt skogsavfall (alkohol- och metanproduktion hos mikroorganismer med förmåga att bryta ned lignocellulosa), att mer ekonomiskt producera tunga baskemikalier ur förnybara råvaror och även framställa mikroorganismer med ytstrukturer och andra egenskaper som ökar deras användbarhet i läkemedelsindustri, jordbruk (kvävefixering och fosforsolubilisering), mineralhantering och miljövård (metalextraktion och bindning av toxiska joner). Bakterier kan vidare utnyttjas för att överföra de gener som hos växterna styr produktionen av viktiga naturprodukter (t ex gummi och alkaloider).

Bildningen av många ämnesomsättningsprodukter styrs hos bakterierna av genetiska informationsringar (plasmider) som kan manipuleras. En "genförstärkning" kan bli aktuell, men man kan också i vissa fall vilja tillföra en viss produktionsbakterie ytterligare egenskaper. "Kombinationsbakterier" kan ges förmåga att bryta ned oljeföroreningar enligt försök hos General Electric i USA. Företagets försök har också visat att den vanliga colibakterien kan fås att producera cellulaser, dvs de enzymer som bryter ned cellulosa. Detta är nästan lika intressant som att man för några år sedan lyckades lära samma bakterie att binda luftens kväve. Spekulationerna om att överföra denna bakteriella specialitet till våra vanliga sädeslag är inte helt vilda, även om målet ännu är avlägset.

Storsatsningar inom forskning kräver bred politisk förankring

Sveriges förutsättningar att göra en storsatsning inom bioteknik

Nationella storsatsningar inom forskning och utveckling förutsätter en bred politisk förankring, och en sådan återspeglar givetvis en blandning av attityder — kontraktion, fortbestånd, expansion — som inte bara karaktäriserar vissa grupper utan också kan företrädas samtidigt av en och samma individ. Vitt skilda mål kan emellertid motivera åtgärder med syfte att främja bioteknikens utveckling. Om man exempelvis är övertygad om att nolltillväxt är önskvärd eller ofrånkomlig (kontraktion) räcker det inte med att teknikhistoria och internationell ekonomitas upp på skolschemat för att förståelse skall skapas för det lilla landets problem inför ett sådant framtidsperspektiv. Universitetslärare i naturvetenskapliga ämnen behöver utnyttjas för undervisning t o m på gymnasienivå, så att det skapas en mottaglighet för de biotekniska innovationer som utlandet kan väntas producera.

Om man däremot anser att sysselsättning och försörjning kan garanteras utan större ingrepp i existerande strukturer (fortbestånd) blir en ökad satsning på branschforskning och befintliga stiftelser en naturlig åtgärd. Rådet har emellertid noterat långsiktigheten som markerades i regeringens budgetförslag för 1980/81 och som förebådades i den tidigare forskningspolitiska propositionen och ifrågasätter därför om tiden nu inte är mogen för kraftfullare grepp, t ex ett nationellt storprojekt i linje med de tankar som framfördes i *Vägar till ökad välfärd*. Statsmakternas intresse för centrumbildningar, temaforskning och tung utrustning visar också en ökande förståelse för den moderna forskningens behov. Mot denna bakgrund har Utvecklingsrådet valt en mer expansiv attityd för det biotekniska området. Den präglar följande överväganden.

Nationellt storprojekt för bioteknik

Forskningstraditionen i Sverige är god

1. Forskningstraditionen i Sverige är god inom separations-, enzym- och odlingsteknik, vilket skapar en internationell kontaktyta som nu kan utnyttjas för att komplettera viktiga men underutvecklade sektorer (datoranpassade odlingssystem samt tillämpad mikrobiologisk genetik och ekologi) samt till att ge biokemin och mikrobiologin den nya industrikatalytiska dimension som mikroelektroniken erbjuder.

Koppling mellan forskning och industri

2. En effektiv och snabb koppling mellan forskning och industri kan åstadkommas genom att de stiftelser och institut som redan finns inom området utnyttjas (Stiftelsen för Bioteknisk Forskning, Stiftelsen Eko-

bygg, Konservforskningsinstitutet, Jordbrukstekniska Institutet och Träforskningsinstitutet).

Överbrygga fakultetsgränserna

3. En sorsatsning på biotekniken skulle bidra till att överbrygga fakultetsgränser, skapa en välbehövlig utrednings- och utvärderingskapacitet och lägga grunden till nya industrigrenar (avancerad växt- och fiskodling, ekologiskt orienterad byggnadsproduktion, kemisk industri baserad på förnybara råvaror, tillverkning av biokemiska specialprodukter osv).

Institut för bioteknik

4. Huruvida en sorsatsning inom forskningen bör inriktas på ett nationellt institut eller delas upp på ett livsmedelstekniskt program för södra Sverige och ett social-, läkemedels- och jäsningstekniskt program för Stockholm-Uppsala-regionen kräver en grundlig prövning, men det måste med skärpa understrykas att en solid teknisk-vetenskaplig och industriell infrastruktur måste bli bestämmande. Ur denna synpunkt är två faktorer av central betydelse: dels aktiviteterna vid Kemicentrum i Lund, med dess Livsmedelskollegium, dels utvecklingen inom Stockholm-Uppsalaområdet där bl a den immunologiska forskningen och separationstekniken synes kunna få stor genomslagskraft (monoklonala antikroppar, ”märkning” av antikroppar för diagnostik och för mål-sökning inom terapin, syntetiska antigen som vaccin, produktion via fermentation av kroppsegna signalsubstanser osv). Följande resurser är i detta sammanhang av intresse:

- a. Förekomsten inom regionen av landets största laboratorium för tillämpad mikrobiologi (SBL).
- b. De långt framskridna byggnadsplanerna på ett mikrobiologicentrum vid Karolinska Institutet, på ett biologilaboratorium vid Stockholms universitet och på nya lokaler både för kemisektionen och för flera branschforskningsinstitut vid KTH.
- c. Förekomsten inom regionen av biotekniskt aktiva industrier (KabiVitrum, Kabigen, Pharmacia, Astra, Fermenta, Marabou, LKB, Servomed, Alfa-Laval).
- d. Den biotekniska grundforskningen vid Träforskningsinstitutet och KTH i Stockholm.
- e. Aktiviteterna i Uppsala, särskilt vid Biomedicinskt Centrum, Veterinärmedicinska Anstalten och Lantbrukshögskolan.

5. Omen kraftsamling skulle få karaktären av ett nationellt forskningsinstitut för bioteknik bör dess karaktär markeras av:

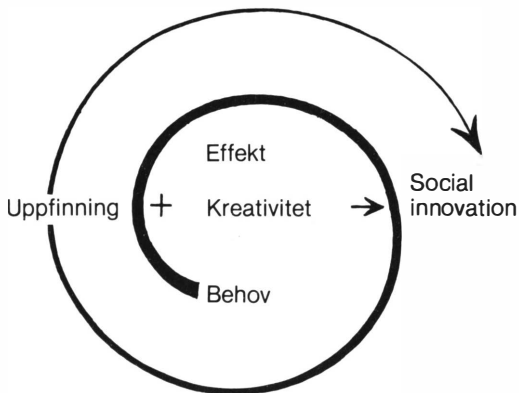
- a. Ett biotechniskt råd med företrädare för samtliga berörda stiftelser och existerande institut. Detta råd kunde fungera som ledningsorgan och disponera medel som gjorde det möjligt att koordinera den målorienterade biotekniska forskningen i landet.
- b. Dubbelförordnande av en högre befattningshavare vid berörda forskningsinstitutioner ute i landet och tillskapande av en rad s k industriprofessurer, allt i syfte att uppnå snabba regional-effekter.
- c. Fasta gästprofessurer för utländska specialister.

6. För att nå en kraftfull och långsiktig utvecklingseffekt kan ytterligare, generella åtgärder vara motiverade. Följande avsnitt anger skäl och underlag.

Biotekniken som utvecklingskatalysator

Konturer till ett nationellt utvecklingsprojekt. Våra energi- och återanvändningsbehov ställer stora krav på den kolkemibaserade industrins förmåga att anpassa sig till fotosyntetiskt producerade råvaror, dvs material som kontinuerligt genereras över stora ytor. I många fall kan detta utnyttjas med processer som är förhållandevis okänsliga för economy of scale-faktorn, vilket bl a medför betydelsefulla sysselsättningseffekter.

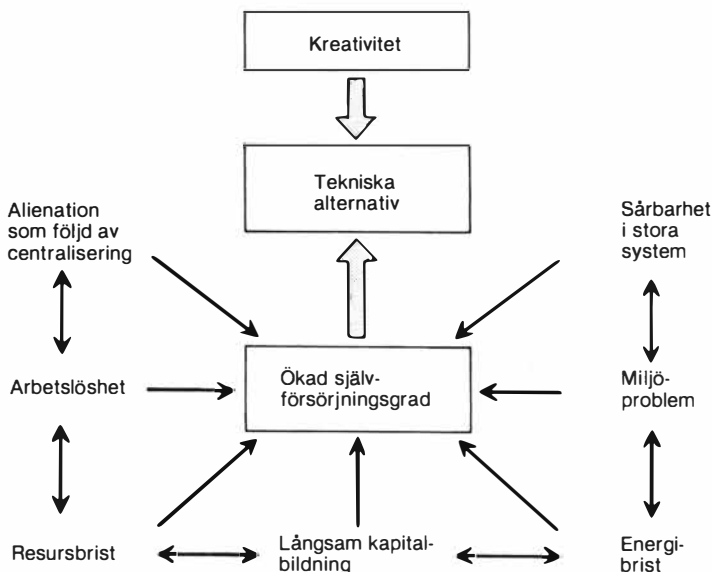
FIGUR 6:1



Mot denna bakgrund kan det vara skäl att anlägga ett mycket långsiktigt perspektiv på samhällsutvecklingen (figur 6:1). Den har givetvis alltid påverkats av ekologiska begränsningar som människan emellertid tidigt lärde sig kringgå och vända till sin egen fördel. Biotekniska uppfinningar (t ex konservering av matvaror, reningsverk och olika metoder att förebygga och behandla infektionssjukdomar) tillät stora och koncentrerade samhällen, och dessa ledde till sociala innovationer i form av alla de servicefunktioner som vi numera betraktar som omistliga. Allt fler av dessa servicefunktioner övertas dock nu av maskiner, och dessutom börjar vi upptäcka att den snabba urbaniseringen medfört betydande sociala kostnader (figur 6:2). Dessa har på många håll lett till starka reaktioner mot alla centraliseringstendenser, till krav på medbestämmande samt önskemål om produktions-, service- och bodemönster som bättre tillgodoser grundläggande mänskliga behov. Därmed står vi inför krav på nya typer av uppfinningar och på sådana sociala innovationer som kan sammanföra de nya uppfinningarna till ett koherent utvecklingsmönster.

Under 1900-talet har marknadskrafterna visat sin styrka som generatörer av uppfinningar, men när dessa krafter är så svaga som i utveck-

FIGUR 6:2



*Dagens byggande
föräldrat
redan år 2000*

*Utveckla
”framtidens samhälle”
genom upphandling*

lingsländerna eller när deras socio-ekonomiska konsekvenser ligger mycket långt fram i tiden, behövs uppenbarligen speciella initiativ som målorienterade pris och belöningar, strategiska FN-beslut eller regeringskontrakt. Vi måste exempelvis ställa oss samma fråga som Stiftelsen Ekobygg: Vad kan man göra för att komma tillrätta med den kapitalförstöring som måste bli följden av att vi idag bygger samhällen som vi *vet* kommer att vara föråldrade vid sekelskiftet, trots att deras livslängd är minst 50 år? Vore det inte klokt att bygga hela experimentsamhällen där *alla* sociala och ekologiska hänsyn kunde sammansmältas med de tekniska möjligheterna att återanvända material, producera energi och till fullo utnyttja mikroelektronikens potential? Stiftelsen har särskilt uppmärksammat de svårigheter som möter ekologiskt orienterade innovationer i form av stadsplanebestämmelser, byggnadsnormer, hälsovårdsstadga osv och ifrågasätter om det inte vore ett gemensamt kommunalpolitiskt intresse att ge generella dispenser för ett experimentområde där framtidens samhälle kunde utformas och alla de satsningar som nu görs på energiområdet av STU, BFR och NE kunde integreras (djup- och ytjordvärme, kemisk lagring och värmelagring i sten, vatten och bottensediment, solfångare, rötning och kompostering osv).

Vi finner att denna tanke, *kopplad till ett statligt upphandlingsförfarande*, förtjänar att bli föremål för ett mycket allvarligt övervägande av flera skäl:

a. Målet är lättbegripligt och borde kunna stimulera både naturvetenskapligt lagda studenter och avancerade tekniker (skall vi ”behålla våra högutbildade tekniker, då måste vi satsa på rejäla och avancerade projekt. I annat fall flyr teknikerna, efterfrågan på teknikutbildning minskar, ingenjörskvaliteten sjunker” — ledare i *Ny Teknik* 1980:2). Dessutom borde målet kunna bidra till att föra in politikerna på en depolariserad debatt som med all säkerhet skulle visa att samhällets omställning i ekologisk riktning fordrar ekonomisk tillväxt och ett målmedvetet arbete under decennier.

b. Sverige är ett så litet land att erfarenheterna när det gäller utbildning, miljö- och hälsovård borde kunna samordnas till systemlösningar på hög teknisk nivå.

c. Ett storprojekt av typen ”Framtidens samhälle” skulle inte bara stimulera bioteknik, elektronik och byggnadsindustri utan säkerligen också få spin off-effekter inom många andra sektorer av svensk företagsamhet (transport- och instrumentindustrierna, livsmedelsområdet,

Sociala innovationer

produktionen av vård- och utbildningshjälpmedel osv). Det skulle dessutom ge utrymme för det slags sociala innovationer, med orientering mot en aktiv närmiljö, som bl a återspeglas i de vinnande förslagen i HSBs nyligen avslutade idépristävling om framtidens boende. Kanske kunde det också erbjuda en naturlig skandinavisk samlingspunkt kring boendeproblemen och skapa förutsättningar för insatser av allmänt internationellt intresse. En sådan inriktning borde ligga väl i linje med vårt lands progressiva traditioner, dels inom utbildnings-, vård- och miljösektorerna, dels på u-landshjälpens område.

Industriell park

d. Ett projekt av denna typ skulle bli en naturlig kristallisationskärna för en "industriell park" (en utvidgning av det som nämns i 4.b i närmast föregående avsnitt), där inte bara kommunikationsteknologi och bioteknik skulle finna naturliga rötter. Detsamma gäller avancerad systemplanering, transportteknik och materialforskning. I en sådan miljö skulle inte bara högteknologiska företag kunna erbjudas tillgång till tung utrustning (pilot plants, computer aided design osv) utan man skulle också kunna tillgodose behovet av "uppfinnarverkstäder" och lokaler för olika internationella sekretariat.

e. Utvecklingsarbetet kan väntas leda näringslivet i riktning mot innovationer som också kan bli intressanta i en tekniskt mindre utvecklad infrastruktur och därför skapa en realistisk och framtidsorienterad grund för Sveriges samarbete med nuvarande utvecklingsländer. Ett exempel på tänkbar parallell bioteknikutveckling i hög- och lågteknisk infrastruktur visas i figur 6:3.

Samarbete med u-länderna

Våra traditioner beträffande samarbete med några av utvecklingsländerna och vår teknisk-vetenskapliga kompetens har givit oss ett ansvar, men också en möjlighet till förnyelse av kunskap och av internationell arbetsfördelning.

FIGUR 6:3
Tänkbar teknik-
utveckling i hög-
och lågteknologisk
infrastruktur

High technology

Hydroponics
Controlled environment agriculture
Energy plantations
Floating fermentation plants
and distilleries
Mobile demonstration plants
for biogas and pyrolysis
Microbiological clean-up of
combustion gases
Autonomous houses
Biological control
Genetic engineering for
energy and environment
Products via fermentation and
enzyme engineering
Upgrading of natural polymers by grafting

Low technology

Intercropping
Aquatic polyculture
Animal waste for feed
Solar oxidation ponds
Composting
Biogas production
Efficient wood stoves
Biores's for fermentation
and natural product
chemistry
Mushroom cultivation
Food fermentations
Solar energy for fermenta-
tions, drying and distillation



Equilibrium technology

Miniagriculture
Soil conditioners
Prepared seeds and plantlets, trace element
fertilizers, timed release of biological
control agents and growth hormones
Analytical kits
Bioconversions of photosynthetic products
for food, feed and energy
Microbial starters, 'Synthetic' bacteria
and mixed populations
'Prepackaged' food fermentations
Enzyme cartridges for small scale production
and environmental control
Biointegrated neighbourhoods
Remote biosystem control and monitoring

7 Strategier för förnyelse

Sviktande förnyelsekraft under 70-talet

Fram till början av 1970-talet tycktes det svenska samhällssystemet med sin expanderande ekonomi fungera effektivt. Den senare delen av årtiondet avslöjade dock systemets och därmed näringslivets alltför stora stelhet och sviktande förnyelsekraft. Orsakerna till detta är att söka i förändringar i systemet över en längre period.

Två grundläggande principer för det svenska samhällets framtida utveckling i en föränderlig omvärld har formulerats mer eller mindre explicit i tidigare utredningar:

- att utveckla en miljö som stimulerar till ökade insatser från enskilda, företag och institutioner
- att söka utveckla stabilitet i spelregler och i miljö och förutsebarhet i det svenska teknisk-ekonomiska systemet i den mån detta beror på politiska beslut (t ex beträffande energiförsörjning).

Utvecklingsrådet utgår från dessa principer och koncentrerar sig på frågor kring kunskapsförnyelse, kreativitet och handlingskraft. Sveriges framtid bestäms av våra möjligheter att ta till vara och utveckla de resurser som medborgarnas vilja och förmåga till nyskapande utgör.

Pluralism och förnyelse

1. Hela samhällsmiljön måste utformas med pluralism och förnyelse som riktmärken. Förståelsen för nyskapande, t ex nyföretagande, som en avgörande faktor i landets fortsatta utveckling måste grundläggas i skolan och underbyggas i massmedia. Våra högskolor måste lägga om sin undervisning i samma riktning, eftersom de idag till allra största delen är inriktade på den löpande verksamheten i företag och institutioner, något som svarar mot ett statiskt synsätt. Fora måste skapas där viktiga förnyelsekrafter kan identifieras och diskuteras, bl a sådana som initieras av händelser utomlands. Banker och utvecklingsfonder är exempel på institutioner som behöver omskapa sina villkor och regler för att ge mer utrymme åt förnyelse. Kapitalet måste bli mer tålmodigt: "patient money".

2. Kunskapsflödet måste förbättras. Utvecklingsrådet markerar förslaget att regeringen till sig knyter ett teknisk-vetenskapligt råd (t ex ge-

*Teknisk-vetenskapligt
råd knyts till
regering och riksdag*

nom modernisering av Forskningsberedningen — förslaget först framfört av Särskilda Näringspolitiska Delegationen). Riksdagen bör handla på samma sätt. Idén har prövats i företag som inrättat dels teknisk-vetenskapliga råd för att hålla kontakt med kunskapsutvecklingen, dels särskilda utvecklingsråd för att se till att inte långsiktiga och mer övergripande frågor försummas. Andra företag bör följa detta mönster. Råden måste förnyas kontinuerligt.

Regeringens teknisk-vetenskapliga råd bör bli kunna initiera en förutsättningslös prövning av Sveriges institutionella struktur i olika avseenden, t ex dess konsekvenser för den industriella utvecklingen.

*Välj personer
efter förmåga
att skapa förnyelse*

3. Ledningen för företag och samhällsinstitutioner måste väljas efter förmåga att skapa förnyelse. Medan omvärlden förändras allt snabbare — ofta diskontinuerligt — är fortfarande administrativ skicklighet, smidighet och kompetens att fullända dagens löpande verksamhet tunga meriter när högre tjänster skall tillsättas.

Rektorer för skolor på alla nivåer i utbildningssystemet bör utses främst med hänsyn till sin förmåga att stimulera till förnyelse och mindre med tanke på administrativ skicklighet. Även här är särskilda utvecklingsråd att rekommendera. Lokala initiativ till bättre skolmiljö, alternativa studiemöjligheter, varierande klasstorlek etc måste stödjas även av högre skolmyndigheter, om så fordras. Detsamma gäller förbättring av kontakter med forskning och andra källor till kunskapsförnyelse.

*Olikhet och
individualitet
positiva faktorer*

4. Utvecklingen mot uniformitet i forskning och utbildning måste brytas och vändas i sin motsats. Vi måste se olikheter mellan landsändar, industrigrenar, vetenskapsdiscipliner, individer etc som positiva faktorer, tvärtemot vad som gäller för ett enhetligt mönster. Den enhetligheten kan vara intressant för administratörer och byråkrater — icke så för utbildningssökande, lärare och allmänhet.

Forskningens inverkan på utbildningen måste stärkas, både till innehåll och kvalitet. En vidareutveckling av de tekniska högskolornas tidigare utbildningsråd behövs: ett forum där högskolefolk, samhällsrepresentanter och näringsliv kan påverka varandra.

Sådana fora kan också behöva upprättas kring mer tillfälliga frågor. I bägge fallen rekommenderar Utvecklingsrådet att man utnyttjar telekommunikationer för ett effektivare och mer engagerat arbete. Experiment med datorstödda telekonferenser i detta syfte bör starta omedelbart. (Detta är ett av många exempel på hur telekommunikationer kan effektivisera och förenkla.)

Bättre arbetsvillkor för forskningen

Ge forskningsråden huvudansvaret för grundforskningen

Inrätta ett uppdagsinstitut efter norsk modell

Industripark

Punktinsats för krisforskning

5. Forskningen måste få bättre arbetsvillkor vid våra högskolor. Om vi skall få forskning av verkligt hög klass — och eftersom våra resurser är ytterst begränsade måste vi satsa på kvalitet och inte på kvantitet — krävs idékraft och kreativitet av hög rang. Skall forskningen vara kreativ måste också grundreglerna för en kreativ organisation följas. Forskaren måste få stor frihet och ha nära till resurser, beslut måste vara enkla och snabba, instruktioner och målformuleringar generella och inte specifika. Besluten blir intuitiva och riskbetonade, och ”misslyckanden” är ofrånkomliga biprodukter om man verkligen satsar på något epokgörande.

Forskningsråden skall ha huvudansvaret för all grundläggande forskning. Därmed måste råden få betydligt större resurser för att ta helhetsgrepp på forskningen, även den tekniska. Den tekniska utbildningen bör föras över till industridepartementet, i analogi med förhållandena på lantbruksområdet — en näringsgren som uppvisar den överlägset snabbaste produktivitetstillväxten.

6. En viktig uppdragsgivare till den tillämpade forskningen är industrin. Sådan uppdragsverksamhet bör på allt sätt uppmuntras, bl a genom att ett institut inrättas för att ta upp, producera och sälja utvecklingsprojekt, utförda helt eller delvis inom flera högskoleinstitutioner i samarbete (jfr SINTEF i Norge). Kvalificerade instrument och annan utrustning som är unik måste kunna utnyttjas av såväl industri som högskola, vem som än äger dem.

Ett eller flera centra för datorstödd kretskonstruktion och programutveckling för mikroprocessorer behövs. Dessa centra bör i första hand tillgodose de mindre företagens och verkstadsindustrins växande behov. I båda fallen skall verksamheten ha en kommersiell bas.

Start av företag baserade på idéer, forskning och personal från högskolorna måste stimuleras. En industripark behövs vid åtminstone en av våra tekniska högskolor för att lättare få till stånd denna avknoppning och kommersialisering av idéer från forskning och utbildning.

Gör en punktinsats för forskning kring industrikriser och ekonomisk kontraktion, även vid teknisk fakultet. Här kan även ändrade samhällsregler, tidiga krissignaler, motsägande och snedvridande åtgärder studeras. Processen för att överföra kunskap till tillämpning, forskningsresultat till teknik, idé till lyckad innovation behöver fora för forskning, erfarenhetsutbyte och debatt.

*Svensk halvledarskola
i Silicon Valley*

7. Sverige måste på statlig eller privat väg skaffa sig utbildningslinjer utomlands. T ex borde man inom informationstekniken under en period av fem år kunna upprätta en halvledarskola i Santa Clara County söder om San Francisco. Omvänt bör Sverige satsa så målmedvetet på att bli ledande inom bioteknik att vår utbildning och forskning här får karaktären av internationellt centrum.

*Folkuniversitet för
informations-
och bioteknik*

8. Bioteknik och informationsteknik kräver att verkliga folkuniversitet i dessa ämnen upprättas. De kommer inom en nära framtid att få mycket starka direkta vardagliga effekter. Ekologi måste få en framskjuten plats på skolschemat. Andra länder har satsat stort på sådana all-omfattande kampanjer. Endast med folkbildning, en bred kunskap, i dessa ämnen kan vi få den demokratiska debatt som är en förutsättning för att en framgångsrik strategi skall utvecklas.

*Nationella program
för bioteknik och
informationsteknik*

9. Skapa ett samordnat biotekniskt program.¹ Det skall engagera existerande resurser i form av laboratorier och framförallt kunniga forskare och tekniker samt erbjuda nya kontaktvägar och en helhetssyn på biotekniken och dess samhällsroll. Energihushållning och energiförsörjning blir centrala frågor inom detta program.

Skapa också ett samordnat informationstekniskt program. Även här blir energihushållning samt informationsbeteende, -ekonomi och -organisation livsviktiga frågor. Kontorsarbete och andra tjänster kommer att förändras betydligt som ett resultat av informationsteknikens utveckling. Det behövs "konsumentinformation" men också experiment för att kartlägga teknikens möjligheter och begränsningar. Det behövs en tvärvetenskaplig, sektoranknuten forskning med engagemang av tekniker, beteendevetare och samhällsvetare. Också högskolorna bör delta i projekt som tar upp t ex samordningen av tal, text, data och bild. Analysen kan även komma att omfatta frågor som vilka möjligheter det finns att ersätta fysiska transporter med telekommunikationer.

Forskning, utbildning och utveckling inom området mjukvara eller programvara blir en huvudangelägenhet inom det informationstekniska programmet. Medan en mikrokrets år 1965 krävde 10 mantimmar per månad av programvaruinsatser var motsvarande siffra 1975 100 och 1979 250 mantimmar. Den explosiva elektronikutvecklingen leder där-

*Explosionsartad
efterfrågan
på kunskapsarbete*

¹ Ett detaljerat program har utarbetats av en referensgrupp och kan beställas från SNS kansli.

för till en ännu mer explosionsartad efterfrågan på kunskapsarbete. Detta bör passa Sverige. Speciellt blir det angeläget med nya tillämpningar inom verkstadsindustri, processindustri och bioteknik.

Offentlig upphandling

10. Satsa på offentlig upphandling av några få stora och långsiktiga (mer än tio år) projekt med stora inslag av teknisk utveckling. Denna typ av upphandling är en entydigt positiv åtgärd som samhället kan vidta för att stimulera utvecklingen av ny konkurrenskraftig teknik.

Utvecklingen skall styras av dem som har eller får ansvar för systemen. Det innebär till exempel att dagens energitekniska utvecklingsprojekt borde formuleras och beställas av energiproducenterna, och att STU borde samverka som finansiär med industrier och verk ("sektororgan") så att dessa får utforma och beställa projekt som de till slut också skall ta hand om.

Endast om användaren får definiera och välja systemet — efter konkurrens mellan olika anbud och systemlösningar — kan man vara någorlunda säker på att projekten resulterar i produkter och processer som svarar mot konkreta behov. Dessutom skapar man tidigare intresse och engagemang hos användaren och sparar dyrbar tid när det gäller att föra över och anpassa den nya kunskapen.

Småskaliga informationssystem

11. Utveckla småskaliga system för hantering av information. De flesta företag i vårt land faller inom denna användarkategori, liksom många organisationer och offentliga institutioner. Sådana utvecklingsprojekt skall särskilt sikta mot teknik som underlättar för olika organisationsenheter att få autonomi och lindrar små företags konkurrenssnackdelar.

12. Skapa en nationell politik för användningen av informationstekniken. Sådana policybeslut måste ta hänsyn till önskemål om den framtida utvecklingen, industri- och regionalpolitiska avvägningar m m. Detta innefattar de riktlinjer inom vilka televerket har att sätta taxor, prioritera nya tjänster etc. Också de problem måste övervägas som det kan innebära att televerket nu fastlägger standard, sköter upphandling, utvecklar och tillverkar tekniska produkter samt står för underhåll och tjänsteutövning. Denna ordning, som hittills fungerat väl men i praktiken kan utvecklas till monopol, kan i framtiden leda till problem i form av rollkonflikter och suboptimeringar. Politiska och ekonomiska överväganden kan dessutom leda till ytterligare projekt med karaktär av teknikupphandling.

Ompröva televerkets roll

*Bygg experiment-
samhällen*

13. Potentialen i bioteknik och informationsteknik bör utnyttjas fullt ut när en ny stadsdel byggs upp. Ett sådant projekt får upphandlas i samråd med en lämplig kommun. Just kombinationen av de två framtidsområdena bioteknik och informationsteknik skulle ge Sverige en unik kompetens. Vi har sett att de låter sig förenas i en hybridteknologi. Biotekniken anknyter till livsprocesser, hälsa, miljö och föda: informationstekniken ger nya möjligheter för kommunikation av kunskap och idéer. Båda behövs i nya samhällsbildningar.

* * *

*Fastställ
spelreglerna*

Sverige har goda möjligheter till framgångsrik förnyelse. Men lösningarna på våra teknisk-industriella utvecklingsproblem är kanske främst politisk-sociala. De problemen kan återföras på spelreglerna, attityderna, samhällsklimatet.

Strategier för förnyelse

Det svenska samhället har under 60- och 70-talen inom ramen för en expanderande ekonomi utvecklat en samhällsstruktur med starka institutionella bindningar. Under 70-talets senare del har detta system lett till en alltför stor stelhet och sviktande förnyelsekraft.

SNS Teknisk-Industriella Utvecklingsråd, som här presenterar sin första rapport, betonar kunskapsförnyelse, kreativitet och handlingskraft. Rapporten koncentreras på fyra huvudområden: utbildning och forskning, ny industriell verksamhet samt de lovande framtida fälten informationsteknik och bioteknik. Rapporten avslutas med några rekommendationer och förslag till teknisk-industriell förnyelse av Sverige.

Utvecklingsrådet består av professorerna *Holger Bohlin*, *Göran Borg* (ordförande), *Carl-Göran Hedén* och *Lars Zetterberg*. Rådet har arbetat i SNS regi med pol mag *Jan-Olof Edberg* som sekreterare och under medverkan av ekon dr *Bengt Rydén* och civilingenjör *Bengt-Arne Vedin*.

Arbetet har bedrivits fristående från intressegrupper, politiska partier, departement och myndigheter.

Studieförbundet Näringsliv och Samhälle

ISBN 91-7150-203-3

