SNS

Studier och debatt

Referat från SNS
företagsledar-
konferens
i Tylösand
17–20 maj 1954

Del I
De tekniska
framtidsutsikterna

Automation

Ny teknik – nya perspektiv i ekonomi och arbetsliv

NUMMER 2 • 1954
ANDRA ÅRGÅNGEN

STUDIEFÖRBUNDET NÄRINGSLIV OCH SAMHÄLLE

STUDIER OCH DEBATT

1953:1 Anda och trivsel i företaget
av Torgny T. Segerstedt kr. 4:-

1953:2 Konjunkturpolitik under debatt
av Ulrich Herz kr. 6:-

1953:3 Kvinnor i industriarbete
av Andreas Lund kr. 4:-

1953:4 Företaget och pressen
av Arne Lundmark kr. 4:-

1954:1 Ändrad företagsbeskattning
Sammanfattning av Företagsbeskattningskommitténs betänkande kr. 4:-

1954:2 Automation — Del I
De tekniska framtidsutsikterna kr. 5:-

1954:3 Automation — Del II
De ekonomiska och soclala framtidsutsikterna kr. 5:-

Studier och debatt kan beställas från SNS kansli, Sköldungagatan 2, Stockholm Ö. Tel. 23 25 20. Postgiro 35 62 60.

Årsprenumeration, omfattande fyra nummer, kr. 15:-
(för studerande kr. 8:-).

Vid lösnummerköp av minst 5 ex. av samma skrift beviljas rabatt.

Ny teknik — nya perspektiv

Näringslivet planerar för framtiden

Referat från SNS företagsledarkonferens
i Tylösand 17—20 maj 1954

Del I

De tekniska framtidsutsikterna

STUDIEFÖRBUNDET NÄRINGSLIV OCH SAMHÄLLE

Studier och debatt

utges av

Studieförbundet Näringsliv och Samhälle,

Sköldungagatan 2, Stockholm Ö.

Tel. 23 25 20. Postgiro 35 62 60.

Redaktionsråd:

Tore Ericsson
Erik Huss
Axel Iveroth
Carl J. Kjellberg
Arne Lundmark
Måns Nerman
Börje Wickman

Redaktör: Stina Thyberg

Ansvarig utgivare: Hans B. Thorelli

Gernandts Boktryckeri - Stockholm 1955

Förord

Under mottot "Näringslivet planerar för framtiden" höll SNS i maj månad sin årliga företagsledarkonferens i Tylösand. Denna konferens avvek högst väsentligt från tidigare konferenser genom det starkt framtidsinriktade ämnesvalet: automationens och atomenergins inverkan på vårt framtida näringsliv. Det var första gången detta ämne behandlades vid en konferens i Sverige med sikte inte bara på de tekniska frågorna utan också utifrån företagsekonomiska och sociala synpunkter. Vi hyste kanske en viss undran, om det skulle anses vara ett alltför konturlöst och långsiktigt ämne för att kunna intressera näringslivets folk, men så blev ingalunda fallet: konferensen blev övertecknad långt före anmälningstidens utgång.

Då vi nu i Studier och debatt publicerar ett referat från denna konferens, kan det vara lämpligt att något beröra vad som menas med "automation" och varför vi tog upp detta ämne och atomenergin till samtidig diskussion.

I tidskrifter och föredrag har man under de senaste åren då och då stött på termerna "automation" och "the automatic factory" som uttryck för något helt nytt på teknologins område. Begreppen är så nya att det ännu inte finns några vedertagna svenska ord för dem. Inte ens i USA har någon klar definition och fast nomenklatur utbildats på området.

Vad innebär då begreppet den automatiserade fabriken? Högmekanisering och automatisering är ju ingenting nytt, men "automation" innebär högmekanisering av ett alldeles särskilt slag, nämligen en självkontrollerande och självkorrigerande process. Maskinerna förses med automatiska kontroller, som inte bara registrerar att någonting är fel utan också genom återföringssystem ser till att maskinen själv rättar felet. Produktionskedjan bildar ett slutet förlopp. — Begreppet "automation" används för övrigt för att beteckna inte bara "fabrikstillverkning" utan också automatisering på andra områden, distribution, kontorsarbete osv.

Finns det då redan helautomatiska fabriker, eller kommer de inom en snar framtid? De finns redan inom vissa områden, och enligt somliga tekniker kommer de inom 5—10 år att bli verklighet i sådan

omfattning att deras verkningar på produktion, konsumtion, arbetsmarknad osv. blir av avgörande betydelse för näringsliv och samhälle.

Elektronikens utveckling under andra världskriget har gjort det möjligt att framställa instrument av självkontrollerande typ, matematikmaskiner och servomekanismer, inte bara för militärt bruk utan även för industriellt. De används nu framförallt inom kemisk industri, där de kan utföra pålitligare arbete än människor, när det gäller fininställningar för värme, tryck osv. Men även inom verkstadsindustrin finns i viss utsträckning helautomatisk tillverkning.

I USA har åtskilliga konferenser anordnats, t. ex. av American Management Association (AMA), tidskriften Fortune och sammanslutningar av tekniker och fabrikanter. I Sverige har bl. a. Teknologföreningen ordnat diskussioner.

Man är på det klara med att teknikens möjligheter är så gott som obegränsade, men man är också klar över att "automation" inte kommer att löna sig överallt. — Innan en produkt kan framställas helautomatiskt måste den i de flesta fall få en ny formgivning. "Automation" kommer i stor utsträckning att kräva nytänkande för hela den industriella processen.

På det ekonomiska området kommer automatiseringen att ge upphov till stora bekymmer. Hur skall man finansiera de dyrbara anläggningar det är fråga om? Kan enskilda företag göra det själva, eller måste staten träda emellan och kanske överta företagen? Hur kommer konkurrensen att te sig? Kommer "automation" att kunna införas i underutvecklade länder? Kan distributionen klara fördelningen av den mångdubbelt ökade varumängd som kan spottas ur dessa maskiner i kontinuerlig drift? Vem kommer att hinna först och ta hem de största vinsterna? Kan det bildas några småföretag, när det fordras så stora investeringar, och kommer de att behövas?

Vilka sociala förändringar för "automation" med sig? Hur många och vilka blir arbetslösa? Kommer det att finnas arbetare i nu gängse mening, eller blir alla tekniker? Blir arbetet roligare och renare i framtidens automatiserade fabriker? Hur påverkas en människa fysiskt och psykiskt av att bara syna en instrumentbräda och aldrig behöva använda händerna? Blir samhällsplaneringen annorlunda, när man kan lägga en stor fabrik långt ute på landet utan att behöva bygga arbetarbostäder?

Även atomenergin intar en framträdande plats i den sjudande tekniska utvecklingen. Möjligheterna att utnyttja den som kraftkälla i fredligt bruk utgör för närvarande ett av de stora frågetecknen. Dess verkningar på den sociala och ekonomiska utvecklingen kan förmodas bli utomordentligt genomgripande. Ett direkt samband råder mellan automationen och atomforskningen, såtillvida som hanteringen av radioaktiva ämnen måste ske i helautomatiserade, väl skyddade maskiner för att människorna skall skyddas från de farliga strålarna. Dessutom har

användningen av radioisotoper för mätningsändamål m. m. ett mycket nära samband med servotekniken.

Föreläsningarna och de efterföljande diskussionerna under konferensen gav svar på en hel del frågor, och vi hoppas därför att detta referat skall vara av intresse även för dem som inte deltog i konferensen. De tekniska framtidsutsikterna utgjorde en självfallen utgångspunkt för konferensen. Föredrag och diskussioner kring detta ämnesområde refereras i föreliggande nummer av Studier och debatt, medan konferensens behandling av de ekonomiska och sociala problem som kan tänkas följa med den tekniska utvecklingen refereras i nummer 3.

Stockholm i augusti 1954.

Hans B. Thorelli

Innehåll

Konferensprogram och föreläsare 8

Deltagare 10

De tekniska framtidsutsikterna
av *professor Edy Velander* 11

Automatteknik i princip och tillämpning
av *laborator Tord Wikland* 16

Teknikens utveckling mot ökad automatisering 16

Automatisk regleringsteknik och servoteknik 17

Teleteknikens roll vid automatteknikens utveckling 23

Automatiska räknemaskiner 25

Differentialanalysatorn 26

Elektroniska siffermaskiner 27

Addition i elektronisk maskin 28

Maskinens minne, inmatning och utmatning 30

Praktiska exempel på automation 31

Automation inom produktionen 32

Automation på kontor 34

Automation i praktiken 36

Automatiserad biltillverkning
Referat av *civilingenjör Bertil Liljeqvists* föredrag 36

Det automatiserade kontoret
Referat av *direktör Anders Thalmes* föredrag 37

Helautomatiserad butik — experimentet "Keedozzle"
Referat av *personalchef John Sallborgs* föredrag 38

På väg in i atomåldern
av *direktör Harry Brynielsson* 43

Jordens energiförbrukning 43

Tillgång på råvaror för atomenergi 44

Atomenergins framställning. Reaktorer 45
Strålningsskador och skyddsåtgärder 46
Kostnaderna för atomenergins framställning 47
Radioaktiva isotoper 47
Atomforskningen i Sverige 49

Spelteori och operationsanalys 52

Strategi och spel i poker och affärer
Referat av *fil. lic. Karl-Olof Faxéns* föredrag 52
Operationsanalys — ett sätt att veta mera och gissa mindre
Referat av *civilingenjör Sven A. Hanssons* föredrag 55

Cybernetik — den nya vetenskapen
av *byrådirektör Göran Kjellberg* 58

Litteraturanvisningar 63

Konferensprogram och föreläsare

Konferensledning:

Direktör AXEL IVEROTH Professor, direktör GÖSTA LUTHMAN
Professor EDY VELANDER

Måndagen den 17 maj

De tekniska framtidsutsikterna

Fm. En allmän utblick över den nya teknologins område; "automation" och andra tekniska framsteg.

Professor Edy Velander, Ingeniörsvetenskapsakademien.

Automatteknik, matematikmaskiner och servoteknik; principer, tillämpning och framtidsutsikter.

Laborator Tord Wikland, Försvarets Forskningsanstalt.

Em. Praktiska erfarenheter av "automation", matematikmaskiner, hålkort m. m.

a) Automatisk tillverkning i bilbranschen,
Civilingenjör Bertil Liljeqvist, Ford Motor Company.

b) Hålkortet — effektiva kontorets hjälpmedel,
Direktör A. Thalme, IBM.

c) Automation och distribution,
Personalchef John Sallborg, KF.

Kv. På väg in i atomåldern.

Direktör H. Brynielsson, AB Atomenergi.

Tisdagen den 18 maj

De ekonomiska framtidsutsikterna

Fm. Den nya tekniken i samhällsperspektiv.

Professor Torsten Gårdlund, Handelshögskolan i Stockholm.

Em. Företag och marknader i ett "automatiserat" samhälle.

Professor Corwin D. Edwards, Director, Bureau of Industrial Economics, Federal Trade Commission, USA.

Företagens finansieringsproblem inför den växande mekaniseringen.

Bankdirektör Lars-Erik Thunholm, AB Svenska Handelsbanken.

Kv. Operationsanalys — ett sätt att veta mera och gissa mindre.

Civilingenjör Sven A. Hansson.

Strategi och spel i poker och affärer.

Fil. lic. Karl-Olof Faxén, Handelshögskolan i Stockholm.

Onsdagen den 19 maj

De sociala framtidsutsikterna

Fm. Den automatiserade fabriken — en ny miljö för arbetsgivare, arbetare och tjänstemän.

Rundabordssamtal mellan *direktör C.-S. Giesecke,* SAF, *ombudsman Edvard Vilhelmsson,* LO, *sekr. Arne Nilstein,* TCO och *fil. lic. Ulrich Herz,* Brunnsviks Folkhögskola. Ordf. *fil. dr Jan Wallander,* IUI.

Em. Medicinska och psykologiska synpunkter på problemet människan och maskinerna.

Med. lic. Erland Mindus.

Cybernetik, den nya vetenskapen.

Byrådirektör Göran Kjellberg, Matematikmaskinnämnden.

Torsdagen den 20 maj

Fm. Fremtidsvisjoner og prognoser i diktning og samfunnsvitenskap.

Docent Johan Vogt, Norge.

Deltagare

Disponent Rolf Andersson, Kvarn AB Tre Kronor, Stockholm
Generaldirektör Gunnar Aste, Försvarets Fabriksverk, Stockholm
Överingenjör Lars Brising, SAAB, Linköping
Laborator Stig Comét, Matematikmaskinnämnden, Stockholm
Redaktör Tell Dahllöf, Industria, Stockholm
Direktör Ingmar Eidem, Svenska Cellulosa AB, Sundsvall
Disponent Torsten Ekstam, LKAB, Malmberget
Direktör Tom Fallenius, Fallenius & Leffler AB, Göteborg
Överingenjör Bengt Gabrielsson, Bolidens Gruv AB, Boliden
Direktör Anders Graab, Jönköpings Mekaniska Werkstads AB
Bankdirektör Ragnar Hagman, AB Svenska Handelsbanken, Stockholm
Civilingenjör Gunnar Hambræus, Teknisk Tidskrift, Stockholm
Byråchef Hans Heimbürger, Kungl. Telestyrelsen, Stockholm
Personalchef Tore Hellmér, Thulebolagen, Stockholm
Direktör H. E. Helmerson, Svenska Oljeslageri AB, Göteborg
Disponent Axel Hemmar, Fiskeby Fabriks AB, Norrköping
Amanuens Barbro Hemmar, Konjunkturinstitutet, Stockholm
Civilingenjör Hans Hessner, AB Stille-Werner, Stockholm
Överingenjör Olle Johansson, Svenska Rayon AB, Vålberg
Direktör Paul Johansson, Ji-Te AB, Åstorp
Direktör Magnus Johnsson, AB Stathmos, Eskilstuna
Direktör Edvin Jonsson, Telefon AB L. M. Ericsson, Midsommarkransen
Direktör Alvar Lindencrona, Thulebolagen, Stockholm
Bankdirektör Nils Ljungdahl, Skandinaviska Banken AB, Göteborg
Direktör Bengt Lyberg, Mo och Domsjö AB, Stockholm
Disponent Jörn Minding, Ljungs Industrier AB, Malmö
Fil. dr Harald Nordenson, Liljeholmens Stearinfabriks AB, Stockholm
Direktör Bengt Petri, Svenska Bankföreningen, Stockholm
Civilingenjör Harald Romanus, Svenska Uppfinnarkontoret, Stockholm
Fil. lic. Anders Rosenquist, Husqvarna Vapenfabriks AB, Huskvarna
Direktör Anders Rydell, AB Volvo, Göteborg
Direktör Arne Sande, National Kassaregister AB, Stockholm
Disponent Boris Serning, LKAB, Kiruna
Civilingenjör Sven Skoglund, Lundbergs Läderfabriks AB, Valdemarsvik
Direktör Ebbe Svensson, AB Elektrolux, Stockholm
Direktör Hans Thorelli, Telefon AB L. M. Ericsson, Midsommarkransen
Direktör Sven Trued, Skandinaviska Grafitindustri AB, Trollhättan
Direktör Sixten Ulfsparre, Mo och Domsjö AB, Örnsköldsvik

De tekniska framtidsutsikterna

av professor Edy Velander

Någon kanske tycker att programmet för den här konferensen innehåller en anhopning av slagord och termer utan logiskt sammanhang. Jag skall försöka visa att det tvärtom råder ett starkt inre samband mellan programmets olika punkter från orsak till verkan, från automationens tekniska möjligheter till de mänskliga faktorernas psykologiska och sociala framtidsproblem.

Automatisering är i och för sig intet nytt. Redan år 1769 uppfann James Watt den självverkande ångmaskinen, och i början av 1800-talet fulländade Jacquard sin mekaniska vävstol med programstyrning. Under de senaste 50 åren har elektrifieringen slagit helt igenom. Vari består då det nya just nu?

Jag skulle vilja påstå att det är *elektronikens* tillämpningar som ändrat hela perspektivet. Elektroniken är baserad på elektronernas, alltså den elektriska strömmens, förmåga att gå fram inte endast i metaller utan även i vacuum, i joniserade gaser och i halvledande substanser och isolatorer. Elektronikens viktigaste principer är likriktning och förstärkning. Genom likriktning kan man lätt gå över från växelström, som kan transformeras och filtreras, till likström, som är bekväm att arbeta med i mätinstrument och reläer. Genom förstärkningen kan man höja energinivån så att mycket små impulser räcker att frambringa kraftiga verkningar. Det är detta som har möjliggjort automation.

Vad är det då för skillnad på *automatisering* och *automation?* Man kanske kan säga att de är komparativa begrepp. Automatisering går ut på att maskinellt utföra rutinmässiga handgrepp, att vid transporter ersätta muskelkraft med mekanisk kraft etc. Nu vill man genom automation dessutom lära maskinen att tänka, att arbeta efter ett på förhand inmatat program och att själv kontrollera sin produkt genom att jämföra den med programmet.

När det gäller automation finns det två skolor, som även de egentligen endast representerar komparativa begrepp. Den ena skolan fasthåller vid de välkända arbetsmaskinerna för handmanövrering och därmed vid befintlig investering och bygger in tillsatser, som gör att olika arbetsprocesser kan genomföras efter ett givet program utan ingrepp av mänskliga händer. Den andra skolan vill från början konstruera helt nya arbetsmaskiner, som inte är avsedda att skötas av mänskliga händer men som är desto lämpligare för automation. Jag kan inte nämna något exempel på en fabrik där fullständig automa-

tion genomförts, men "the push button factory" har diskuterats mycket, särskilt i Amerika. Emellertid är den moderna matematikmaskinen ett fulländat exempel på automation. Den arbetar efter ett givet program, den har minnesenheter, där mellanprodukter kan upplagras för att vid behov åter tas fram, och den kontrollerar sig själv och ger signal, när något är på tok. Den kan till och med i viss mån välja mellan olika alternativ, medan den arbetar sig fram till en slutlig lösning.

För att en maskin skall kunna utföra allt detta fordras att den kan ta emot information och bearbeta denna information internt. När matematikerna "kodar" ett problem, översätter de ekvationernas algebra till en form som maskinen kan "förstå" och förser den sedan med ytterligare information i form av numeriska parametrar, som bestämmer den siffermässiga lösningen.

Det har på senare år vuxit upp en hel vetenskap, som kallas *informationsteori* och som praktiskt sett syftar till att bestämma, hur en viss nödvändig information skall kunna framföras med enklaste möjliga tekniska hjälpmedel. Den mest förenklade formen av information är ett val mellan två alternativ, t. ex. mellan nolla och etta, mellan bruten och sluten ström, mellan höger och vänster i ett relä. Därför använder matematikmaskinerna binära tal, som består av idel nollor och ettor och lätt kan bearbetas automatiskt. Men en modern maskin översätter själv ingående storheter från decimalsystem till binära tal och levererar sedan lösningen i prydligt utskrivna tabeller i decimalform. Informationsteorien omfattar också mera komplicerade meddelanden, t. ex. måttuppgifter, mätvärden, telefonsamtal, televisionsbilder och överhuvudtaget alla former för att överföra meddelanden. Informationsteorien är väsentlig vid all automation.

Ett annat väsentligt moment i automation är återföring. Även den enklaste regulator måste förses med ett organ som observerar hur regleringen fortskrider och rapportera detta tillbaka till det styrande organet. Denna självkontroll måste ske på ett bestämt sätt, annars blir regleringen instabil och man får skadliga ryck och svängningar i systemet. Sådan återföring studeras i en annan ny vetenskapsgren, som kallas *kybernetik*[1]. Denna lägger särskilt an på att finna analogier mellan reglerings- och återföringsprocesserna inom teknikens och maskinernas värld och motsvarande processer inom fysiologien, t. ex. vid medvetna muskelrörelser eller vid automatisk reglering av blodomlopp och matsmältning. Kybernetiken är alltså en annan hjälpvetenskap som behövs vid automation.

Nu kan man undra, vad *atomenergien* har med automation att göra. En uppenbar anknytning är emellertid att alla kärnfysikaliska förlopp

[1] Även cybernetik.

medför livsfarlig strålning, varför maskiner och apparater som utnyttjar atomenergien — vare sig det sker för kraft- och bränslealstring eller för indikerings- och mätändamål — måste kapslas in i stål och betong för att skydda arbetarna och förses med fjärrstyrning eller fullständig automation. Härtill kommer att radioaktiva atomer har fått stor användning inom mätteknikeq och sålunda har blivit ett hjälpmedel i automationens tjänst.

Modern industriell drift blir alltmer komplicerad. Man kan inte längre lita till gamla tumregler och intuitiva avgöranden. Införandet av tekniska vapen ställde de militära ledningarna inför liknande problem under förra världskriget. Man sökte därför metoder att skaffa vetenskapligt underlag för bedömningen av insatser och resultat. Härur växte fram en tredje ny vetenskapsgren, som brukar kallas "operational research", på svenska *operationsanalys* eller i fredliga sammanhang *driftanalys.* Sådan analys går ut på att med alla matematikens och logikens hjälpmedel bena upp ett driftsförlopp och ersätta gissningar med exakt tänkande. Ordet "exakt" får därvid tas i en särskild betydelse, ty mycket ofta måste man vid driftanalys handskas med stora mängder av nästan likadana förlopp eller nästan likadana individer, och man måste då anlita den matematiska statistikens metoder för att så nära som möjligt beräkna det sannolika resultatet av vidtagna ändringar. En speciell tillämpning av sannolikhetskalkyl brukar betecknas som *spelteori,* nämligen när man försöker förutberäkna resultatet av en kraftmätning mellan två intelligenta motståndare med kända förutsättningar. — Både driftanalys och spelteori får betydelse vid automation, dels därför att det ofta är fråga om långa serier av nästan exakt upprepade moment, dels av den anledningen att automation innebär stor investering och därför leder till besvärliga avväganden mellan kapitalkostnader och driftkostnader på lång sikt, som kräver noggrann utredning.

Automation innebär alltid en eliminering av mänsklig arbetskraft. Det har till och med skapats ett slagord, *chaumage technique,* som uttrycker arbetarnas farhågor inför automationen. Då man diskuterar den "tekniska arbetslösheten", måste man emellertid komma ihåg att automation också medför ett ökat behov av service. Det behövs kanske bara en eller två man kvar i maskinsalen för att övervaka ett stort automatiserat maskinkomplex, men för dess tillverkning och för underhåll och reparation behövs det härskaror av specialister: vanliga elektriker och elektroniker, folk som känner till pneumatiska och hydrauliska mekanismer, programspecialister, instrumentmakare etc. Hellre än att tala om arbetsbesparing bör man säga *arbetsförskjutning.* Det blir mera högkvalificerade och alltså bättre betalda jobb, en del vid maskinen, en del i de ständigt tillväxande serviceavdelningarna.

När man säger att automation medför hög investering, är detta ett

annat sätt att uttrycka det förhållandet att det går åt mycket folk för att konstruera och bygga automatiska maskiner. Det behövs forsknings- och utvecklingsarbete av andra mått än tidigare och en stor mängd högkvalificerat handarbete vid själva tillverkningen.

Det mest krävande jobbet får ändå själva maskinskötaren. Han övergår från ett mer eller mindre rutinmässigt manuellt arbete till en mera omfattande och ansvarskrävande uppgift. Det fordras stora specialkunskaper och även särskilda personliga egenskaper för att övervaka ett komplicerat maskineri, att förutse ett begynnande fel och att veta var en insats skall göras för att snabbt avhjälpa en störning. Dessa få specialister blir alltså *nyckelmän.* Detta kan vara allvarligt nog vid arbetskonflikter och är ännu värre ur försvarsberedskapssynpunkt. En automatiserad fabrik är alltid mera ömtålig för angrepp än en gammaldags verkstad. Vid ett studium av den sidan av automationen bör man inte endast tänka på direkta militära angreppsmetoder. I allmänhet torde det vara billigare att störa produktionen genom sabotage. Detta kan rikta sig mot vitala delar i en maskin som lätt kan bringas ur funktion, men framför allt mot de specialister utan vars tjänster det är omöjligt att hålla maskinaggregatet igång.

Ett annat problem som automationen drar med sig är den minskade kontakten mellan arbetare och arbetsstycke. Mycket av den gamla hantverkarens och specialarbetarens färdighet ligger i hans kärlek till materialet, hans förmåga att i sitt arbete låta sig ledas av de intryck han får genom att se på materialet och genom att känna på arbetsstycket med sin hand. Det är ur denna kärleksfulla kontakt med verkligheten som mycket av arbetsglädjen växer fram. Hur går det då för en maskinskötare, som helt är hänvisad till instrument och signallampor och som kanske aldrig kommer i beröring vare sig med råmaterial eller med produkt? Det har hänt att erfarna piloter, som i timtal flugit genom dimma och mörker och tvungits att helt lita på sina instrument, gripits av en slags panik och gjort riskabla nedstigningar för att övertyga sig om att jorden ännu finns kvar. Kan det inte tänkas att maskinskötarna i en fabrik med långt driven automation grips av en liknande panik, när han stirrar på sina instrument?

Dessa och andra *psykologiska problem* i samband med automation gör det nödvändigt att för framtiden planera både *människourval* och *utbildning* efter nya linjer. Under övergångstiden kommer också att behövas planmässig *omskolning* av arbetskraft och en mera intensiv *arbetsförmedlingsverksamhet.*

När man räknar på *automationens ekonomi* och tar hänsyn till den högre investeringen, måste man också tänka på de ökade kostnader som specialutbildning och reservhållning medför samt på forskning och service. Automatiseringen lönar sig främst vid långa serier. Detta medför en tendens hos företagen att koncentrera sig på vissa mellan-

produkter och "sub-assemblies". Härigenom framtvingas i sin tur en intim kommunikation mellan sådana specialiserade fabriker och mellan dessa och monteringsfabrikerna. Även denna förbindelsetjänst medför kostnader och kommer att belasta automationens netto.

Trots alla dessa reservationer tvingar sig automationen långsamt fram. Man kan inte säga att drivkraften är rent företagsekonomisk. Den måste ligga djupare än så. Den måste bottna i övertygelsen att automatisk drift leder till en produktionsstegring så att samhället får en större mängd nyttiga produkter att dela och förutsättningar därmed skapas för en höjning av levnadsstandarden. Automatiseringens popularitet även i arbetarkretsar, där man frigjort sig från det spöke som frammanats av begreppet "chaumage technique", måste bero på att man väntar sig en arbetsförskjutning till bättre och mera bekväma jobb och ökade avlöningsförmåner, som också tar sig uttryck i ökad fritid.

Trots alla bekymmer som automationen medför, särskilt i ett övergångsstadium, måste vi väl alla hoppas att den till sist leder till höjd standard och därmed till högre kultur och mera personligt liv.

Automatteknik i princip och tillämpning

av laborator Tord Wikland

Teknikens utveckling mot ökad automatisering

Sedan det industriella genombrottet på 1800-talet har den industriella utvecklingen kännetecknats av en ständig strävan mot allt mera genomgripande mekanisering av arbetsprocesserna. Vad är det då som är nytt i den utveckling vi idag diskuterar? Vad skiljer automation från mekanisering överhuvudtaget?

I en mekaniserad arbetsprocess kan visserligen enskilda arbetsmoment eller delar därav utföras mer eller mindre automatiskt, men mänskliga arbetsinsatser krävs ändå för att manövrera eller styra maskinerna, för att övervaka olika arbetsmoment eller delprocesser och för att korrigera uppstående fel. Syftet med automation däremot är att så långt möjligt söka befria människan från all direkt medverkan i arbetsprocessen, alltså inte bara från fysiskt arbete utan även från uppgifterna att manövrera, övervaka och leda. Det nya i utvecklingen ligger sålunda i att också vissa funktioner hos människans sinnen och intellekt övertas av automatiskt verkande organ.

Av grundläggande betydelse för automatteknikens uppkomst och utformning är den utveckling som ägt rum inom mätteknik, teleteknik, regleringsteknik och matematikmaskinteknik. I en automatisk fabrik måste man för det första mäta arbetsmediers och produkters tillstånd i varje stadium av arbetsprocessen, tryck, temperatur, storlek, blandningsförhållanden etc. En högt utvecklad mätteknik är därför nödvändig. För det andra skall mätvärdena överföras till regleringsorganen, som i regel inte är placerade på mätstället. Eftersom man smidigast gör detta på elektrisk väg — elektriska signaler kan sändas över långa avstånd och kan lätt förstärkas — spelar teletekniken en avgörande roll. För det tredje skall på grundval av mätvärdena regleringsorganen styra processen på önskat sätt, korrigera eventuella avvikelser osv., vilket givetvis kräver en högt utvecklad regleringsteknik.

De moderna matematikmaskinerna slutligen, i sig själva exempel på mycket avancerad automatteknik, ger oss möjligheter att på helt materiella apparater överlåta sådana utpräglat intellektuella funktioner som beräkning, val, ordergivning och lagring av beräkningsresultat.

Automatisk regleringsteknik och servoteknik

Den automatiska regleringstekniken kan appliceras på förlopp av skiftande slag t. ex. kemiska processer, tillståndsändringar hos fysikaliska system såsom uppvärmning, nedkylning, tryckvariation, ändring av täthet, mängd eller sammansättning hos gaser, vätskor, massor, pulvermaterial, ändringar av andra tillstånd hos material och gods såsom fuktighet och färg hos t. ex. papper eller textilmaterial. För att klargöra grundprinciperna i regleringstekniken och demonstrera vad som krävs för att automatisera den skall vi studera ett enkelt konkret exempel, temperaturreglering av en ugn.

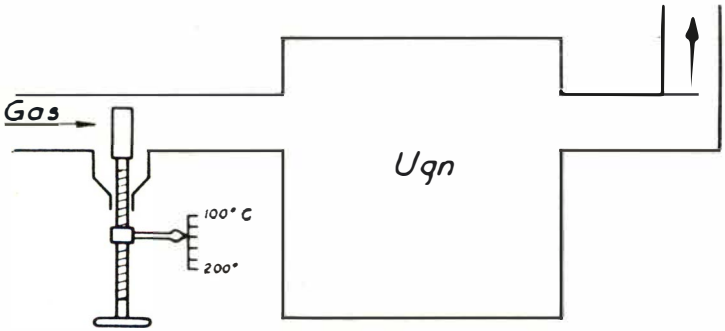


Fig. 1.

Fig. 1 visar en gaseldad ugn vars temperatur man kan inställa och variera genom att reglera gasmängden till brännaren med en tilloppsventil som manövreras med en ratt försedd med visare och skala. Graderas skalan med den temperatur som vid varje ventilläge råder i ugnen, får man en reglering som dock är ganska primitiv. Om t. ex. temperaturen i omgivningen varierar, kommer ugnstemperaturen att avvika från det inställda värdet, liksom om gasens tryck eller sammansättning ändras eller brännaren sotar igen. Man talar här om en öppen regleringskedja vars olika länkar — kran, ventil, gasmängd, ugnstemperatur — saknar återföringslänk, till skillnad från den slutna kedjan som kännetecknar mera fulländade regleringssystem.

En enkel åtgärd för att förbättra det öppna regleringssystemet enligt fig. 1 är att införa temperaturmätning i ugnen som i fig. 2. Då ugnsskötaren avläser termometern och med ledning härav ställer om ventilen för att få önskad temperatur, blir regleringskedjan sluten — ventil—gasmängd—ugnstemperatur—ugnsskötare—ventil — och i flera avseenden överlägsen det enkla arrangemanget enligt fig. 1. Man mäter själva ugnstemperaturen och gör sig härigenom till stor del oberoende

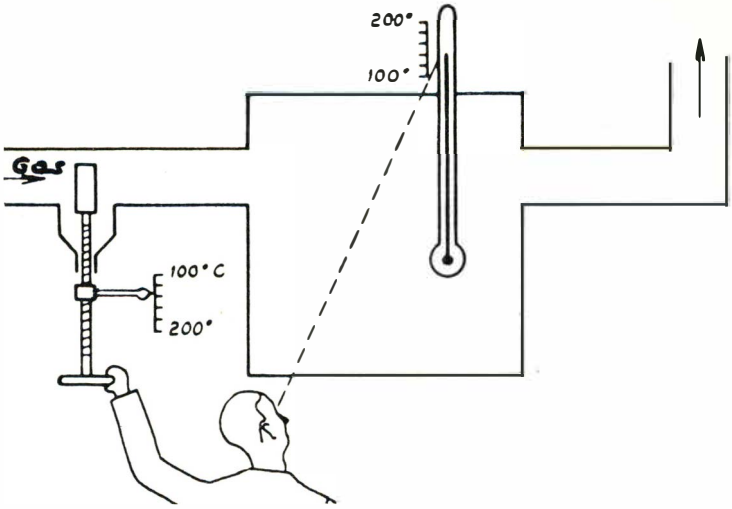


Fig. 2.

av yttre störningar såsom varierande yttertemperatur, föränderligt gastryck o. d.

Sedan man infört mätning av den reglerade storheten är steget inte långt till automatisering enligt fig. 3. Termometern har här försetts med en kontakt som sluter eller bryter en strömkrets då kvicksilverpelaren stiger upp till respektive sjunker under det gradtal som kontakten inställts på. Strömmen i denna krets påverkar ett relä som i sin tur startar en motor som stänger respektive öppnar ventilen. Regleringskedjan är också här sluten: ventil—gasmängd—ugnstemperatur—kontakttermometer—relä—motor—ventil. Den mänskliga reglerings-funktionen i fig. 2 har här ersatts med tre automatiskt verkande organ, en elektrisk kontaktanordning på termometern, ett relä och en elektrisk motor, vilka helt fyller tre av ugnsskötarens funktioner i fig. 2. Kontaktanordningen ersätter synsinnet som avläser termometern, reläet beslutet att öppna respektive stänga, elmotorn skötarens hand som vrider ventilkranen.

Denna automatiska anordning är emellertid underlägsen den manuellt skötta enligt fig. 2 i så måtto att den inte känner hur stor avvikelsen är mellan den aktuella temperaturen i ugnen och den önskade och inte tar hänsyn till trögheter eller tidsfördröjningar. När motorn exempelvis får impuls att öppna, går den med fullt varv oberoende av om avvikelsen från inställd temperatur är stor eller liten. Vidare stiger inte temperaturen med detsamma till rätt värde sedan ventilen öppnats och gasmängden ökats. Ugnens värmekapacitet gör ju att det tar en

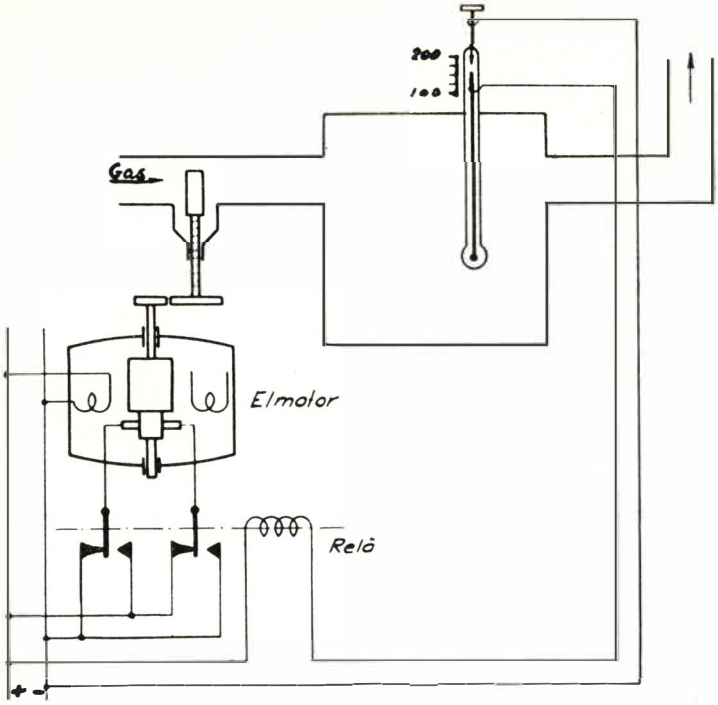


Fig. 3.

viss tid innan den blivit uppvärmd och nått fortfarighetstemperatur. Temperaturen släpar efter, vilket har till följd att servomotorn fortsätter att öppna ventilen, även sedan ventilen öppnats så mycket som vid fortfarighetstillstånd svarar mot en riktig korrigering av den ursprungliga temperaturavvikelsen. Är eftersläpningen stor kommer ventilen att öppnas fullt vid minsta temperatursänkning i ugnen och stängas helt sedan temperaturen stigit över inställt värde. Ventil, motor och ugnstemperatur kommer att vid minsta störning pendla mellan ytterlägena. Systemet är instabilt, och det är tydligt att automatiken i denna form saknar arbetarens förmåga att på grundval av erfarenhet öppna ventilen lagom mycket och lagom länge.

Man kan på flera sätt undvika dessa olägenheter, exempelvis på i princip det sätt som illustreras av fig. 4. Som temperaturmätande organ används ett termoelement som ger en elektrisk spänning proportionell mot temperaturen. I dess strömkrets är inkopplade en motspänning och en förstärkare, på sådant sätt att förstärkaren får en spänning proportionell mot skillnaden mellan termoelementspänning och mot-

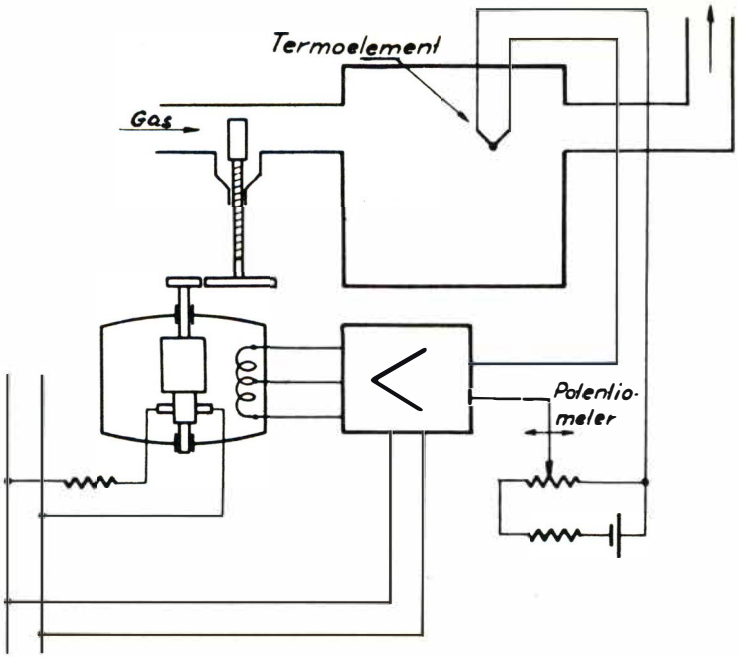


Fig. 4.

spänning, den senare inställd lika med termoelementspänningen vid önskad temperatur. Förstärkaren ansluts till motorns fältlindning, och motorhastigheten kan på detta sätt göras proportionell mot skillnadsspänningen och sålunda även proportionell mot temperaturskillnaden. Vidare utformas förstärkaren på särskilt sätt så att eventuella pendlingstendenser i systemet dämpas.

De här skisserade principerna gäller inte bara för kemiska och fysikaliska tillståndsförändringar utan även för mekaniska och elektriska system, för vilka de särskilda benämningarna servoteknik och återkopplingsteknik skapats.

Ett typiskt exempel på ett servosystem eller en servomekanism utgör den i fig. 5 skisserade anordningen för fjärrmanövrering av en maskinaxel. Det kan t. ex. vara en axel som vrider rodret på ett fartyg, elevationsaxeln till en luftvärnskanon eller en axel som reglerar matningen i en kopierfräsmaskin.

Med en dylik servomekanism vrids arbetsaxeln så att dess rörelse utgör en trogen kopia av rörelsen hos manöveraxeln, utan att de båda axlarna är mekaniskt hopkopplade och utan att belastningen på den förra återverkar på den senare. Arbetsaxeln drivs av en elektrisk servomotor, som strävar att i varje ögonblick ställa in arbetsaxeln i ett vinkelläge överensstämmande med vinkelläget hos axeln på manöverplatsen. Avvikelsen från överensstämmelse i

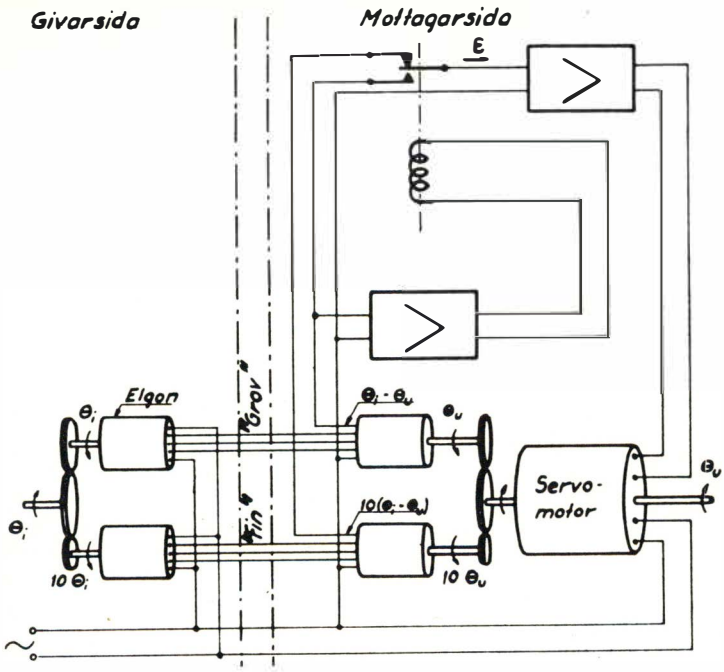


Fig. 5.

vinkelläge hos de båda axlarna mäts med s. k. elgoner, vilka till utseende och konstruktion liknar små elektriska motorer. Rotorn i givarelgonen, dvs. elgonen på manöverplatsen, magnetiseras med växelström, varvid växelspänningar alstras i tre lindningar i statorn. Dessa tre lindningar är hopkopplade med motsvarande tre statorlindningar i den på samma sätt uppbyggda mottagarelgonen på arbetsplatsen. I denna rotorlindning alstras då en växelspänning, vars storlek är proportionell mot vinkelskillnaden mellan de båda elgonernas rotorer. Mottagarelgonens rotor strävar efter att stå i exakt samma läge som givarelgonens, och den återförande kraften är proportionell mot vinkelavvikelsen. Mottagarelgonens rotoraxel är mekaniskt hopkopplad med arbetsaxeln, och rotorspänningen driver efter förstärkning servomotorn och därmed axeln åt önskat håll. Elgonerna kan göras noggranna på en fjärdedels vinkelgrad när. Önskar man ännu större noggrannhet kan man som visas i fig. 5 använda två elgonpar, utgörande ett "fin-" och ett "grovsystem", där finsystemet på mekanisk väg givits en viss utväxling.

Gemensamt för servosystem och automatreglerade processer är att man har en sluten kedja, bestående av ett mätinstrument följt av förstärkare och regulator, vilken påverkar systemets förändringar, som i sin tur påverkar mätinstrumentet. Schematiskt kan detta åskådliggöras med ett diagram enligt fig. 6.

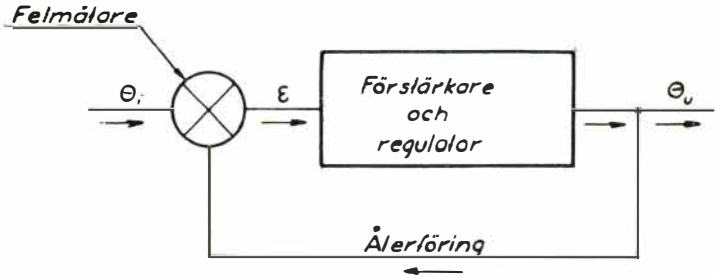
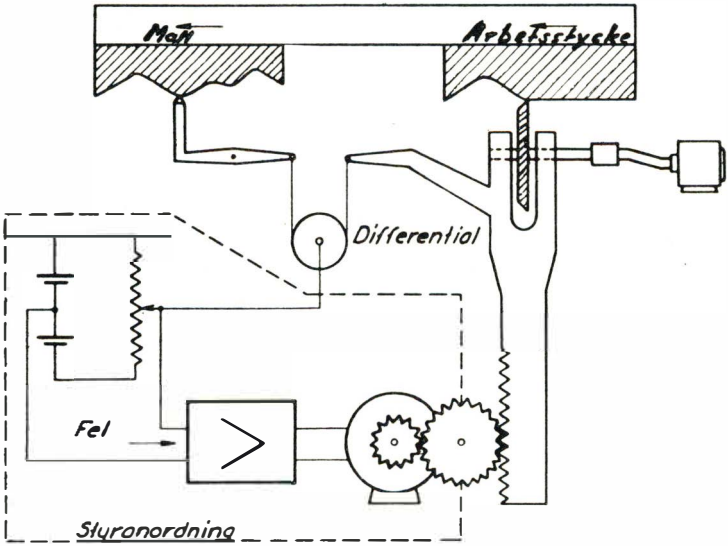


Fig. 6.

Θ_i är här ingångsstorheten, dvs. det önskade mätvärdet, Θ_u utgångsstorheten, dvs. det verkliga mätvärdet. I felmätaren alstras en storhet med värdet ε, som representerar skillnaden — "felet" — mellan utgångs- och ingångsstorhet. Alltså är $\varepsilon = \Theta_u - \Theta_i$. Schemats rektangel med benämningen "förstärkare och regulator" representerar alla de länkar i regleringskedjan som ligger mellan felmätare och utgångsstorhet och innefattar således i regel också de speciella stabiliserings-



Automatisk fräsanordning; arbetsstycket X bearbetas i enlighet med modellen A; tvärmätningen sker med en elektrisk servoanordning.

Fig. 7.

anordningar som behövs för att förhindra pendling i systemet. Det som skiljer den slutna regleringskedjan från en öppen är förekomsten av en återföringslänk, genom vilken utgångsstorheten påverkar regleringen via felmätaren.

I fig. 7 visas schemat för en servostyrd kopierfräsmaskin. Arbetsstycket bearbetas så att profilen blir en kopia av en mall. Frästrissan matas av en servomotordriven ram. Servomotorns förstärkare styrs av en felspänning från en potentiometer, som vrides av en differentialanordning, på så sätt att vridningsvinkeln blir proportionell mot skillnaden i läge mellan en arm på ramen som håller frästrissan och en hävarm försedd med ett "avkännande finger", som följer mallens kontur. Arbetsstyckets kontur blir därför en trogen kopia av mallens. Stabiliseringen för att förhindra pendling i det slutna servosystemet sker här rent elektriskt.

De regleringstekniska teorierna om samspelet mellan verkan och återverkan i slutna kretsar har visat sig värdefulla och fruktbärande även i flera andra sammanhang, t. ex. vid studier av biologiska populationsfluktuationer, rent kemiska processer samt samhällsekonomiska problem som exempelvis konjunkturvariationer. Likaså använder sig levande organismer i mycket stor utsträckning av servosystem och automatreglering vid muskelrörelser, kemiska och fysiologiska processer osv.

Teleteknikens roll i automatteknikens utveckling

Tidigare har framhållits betydelsen av att vid automatisk reglering ha möjlighet att förstärka, överföra och bearbeta mätvärden och att ett av de smidigaste sätten att göra detta är att utnyttja elektriska signaler. Karakteristiskt är ju att teletekniken tidigt framgångsrikt utnyttjade automatteknik i automatiska telefonstationer. Olika former av svängningar har visat sig vara ett utmärkt hjälpmedel vid överföring av signaler. Exempel härpå utgör ljudsvängningar, ljus- och radiovågor, växelströmmar osv.

Inom den elektriska teletekniken har man särskilt utnyttjat växelströmmarnas egenskaper att lätt kunna omformas, utbredas, förstärkas och filtreras och att bekvämt kunna utnyttjas som "signalbärande" medium. Detta sker genom att ändra svängningarnas karaktär, t. ex. amplituden eller frekvensen, och genom dylik "modulation" av en signalbärande svängning eller bärvåg kan man uppnå en bättre anpassning av den ursprungliga signalen för det fysikaliska överföringsmediet. Vidare kan man med hjälp av bärvåg göra meddelandet eller mätvärdet mera motståndskraftigt mot förvrängning och störning under överföringsprocessen. Slutligen kan man genom att utnyttja högfrekventa svängningar överföra mycket snabba förlopp, ytterligare förminska stör-

ningar samt överföra flera meddelanden eller mätvärden samtidigt på en och samma fysikaliska förbindelse.

I stället för kontinuerliga, vågformade svängningar kan man för signalering använda sig av en följd av mer eller mindre korta, avhuggna impulser, vilket t. ex. är fallet vid television, radar, vissa typer av mätvärdesöverföring och talvärderepresentation i matematikmaskiner liksom för övrigt vid signaleringen i levande organismers nervbanor. En dylik impulsföljd kan användas som signalbärare på liknande sätt som en kontinuerlig svängning. Moduleringen kan ske på ett flertal sätt genom variation av impulsernas — eller pulserna, som de vanligen kallas — styrka, varaktighet, frekvens eller tidslägen relativt varandra.

Den elektriska mättekniken har också tack vare sin mångsidighet och precision i stor utsträckning bidragit till lösandet av rent mättekniska problem. Förutom de i den rena servotekniken utnyttjade elgonelementen för omvandling av en axelvridning till elektriska signaler kan nämnas en hel rad elektriska givare eller rättare sagt mätvärdesomvandlare för omvandling av vridning, förskjutning, töjning, tryck, temperatur, hastighet och acceleration till elektriska spänningar och strömmar, vidare mikrofoner för ljudintensitetsmätning, fotoceller för ljusmätning, Geiger-Müller-räknare för radiologiska mätningar, termoelement för mätning av värmestrålning osv.

Den oerhört kraftiga utvecklingen inom teletekniken under de senaste decennierna har till stor del varit betingad av att man haft tillgång till mångsidigt användbara byggelement. Särskilt bör man nämna det elektromagnetiska reläet och elektronröret. Det förra har bl. a. möjliggjort automatiska telefonstationer, det senare radio- och förstärkartekniken. Elektronröret är dessutom ifråga om snabbhet och mångsidighet oöverträffat som kopplingsorgan.

På allra senaste tiden har ett nytt lovande byggelement framkommit, den s. k. transistorn, ett halvledarelement vars ledningselektroner kan påverkas på liknande sätt som de fria elektronerna i elektronröret. Transistorn kan sålunda liksom elektronröret användas som förstärkar- och kopplingsorgan. Transistorn kan visserligen inte tävla med elektronröret ifråga om snabb och tröghetsfri reglering av en elektronström, men den har utomordentligt små dimensioner, kräver ingen glödström, är driftsäker och långlivad och har utsikt att bli mycket billig i framställning.

Det är en påtaglig tendens inom all teknik som utnyttjar överföring, lagring och bearbetning av information att mer och mer övergå till elektronisk teknik med möjligheter till ökad regleringssnabbhet, större enhetlighet i uppbyggnad och lägre framställningskostnad, särskilt för stora och mera invecklade system.

Automatiska räknemaskiner

De stora automatiskt arbetande räknemaskinerna har huvudsakligen tillkommit under och efter det sista världskriget, men grundidéerna går ganska långt tillbaka i tiden. För siffermaskinerna utvecklades principerna förvånansvärt utförligt och modernt av den engelske matematikern Babbage redan i början av 1800-talet, för en viktig typ av analogimaskiner av lord Kelvin i slutet av samma århundrade. De tekniska möjligheterna att realisera dessa idéer skapades emellertid inte förrän långt in på 1900-talet.

Både de enkla räkneinstrumenten och de komplicerade räkneautomaterna brukar indelas i två grupper, analogimaskiner och siffermaskiner, vilka skiljer sig ganska väsentligt både i arbetssätt och principiell uppbyggnad. De bygger på två olika sätt att representera talvärden. Detta framgår klart om man studerar principerna för de två enkla och välkända instrumenten räknestickan och kulramen.

På räknestickan, som är ett analogiinstrument, representeras talvärdena av skalor på staven och sliden, alltså egentligen av längder som man kan addera eller subtrahera genom att förskjuta dem utefter varandra. Genom att skalorna är logaritmiska erhålls produkter och kvoter i stället för summor och skillnader. Karakteristiskt för denna typ av räknehjälpmedel är att ett talvärde representeras av mätetalet för en fysikalisk storhet, i detta fall alltså en längd, och att räkneoperationen är överförd till ett analogt fysikaliskt system, hos räknestickan staven och den förskjutbara sliden. Analogin mellan den fysikaliska och matematiska operationen består helt enkelt i att sträckornas mätetal adderar sig då sträckorna läggs utefter varandra i samma riktning och subtraheras då de läggs utefter varandra i motsatt riktning. I andra räknemaskiner av analogityp utnyttjas andra fysikaliska analogier.

Kulramen, som är den enklaste typen av siffermaskin, har en helt annan talrepresentation. Här motsvaras talvärdena av verkliga antal. Man har egentligen även här ett fysikaliskt modellsystem — skillnaden ligger i att talvärdena representeras på ett diskontinuerligt sätt med diskreta, odelbara enheter. Om man varierar ett talvärde, måste detta ske stegvis på kulramen, medan variationen principiellt kan ske kontinuerligt eller med oändligt små steg på en räknestickas skala. Till samma grupp som kulramen hör de vanliga kontorsräknemaskinerna, där talrepresentationen utgörs av lägen hos räknehjul, och likaså de stora automatiska och universella s. k. matematikmaskinerna, i vilka talrepresentationen vanligen utgörs av elektriska pulser av mycket kort varaktighet.

En för användningen betydelsefull skillnad mellan analogi- och siffermaskiner ligger i den grad av noggrannhet som kan uppnås med de olika maskinerna. I ett räkneinstrument av analogityp bestäms nog-

grannheten av mätnoggrannheten. Med en liten räknesticka av ficktyp kan man t. ex. uppnå 1 % noggrannhet, med en större kanske 1 ‰. Det finns stora mekaniska analogimaskiner där man drivit precisionen till 0,1 ‰, men detta blir mycket kostsamt. Med en maskin av siffertyp, säg en räknesnurra, är förhållandet annorlunda. Med en sådan kan man driva upp noggrannheten genom att ta med många siffror i räkneoperationerna. Räkningen blir visserligen besvärligare och mera tidsödande ju fler siffror man tar med, men principiellt finns det inget hinder för att på det sättet höja räknenoggrannheten så långt man önskar även med en enkel maskin.

Differentialanalysatorn

En typisk automatisk kalkylator av analogimaskintyp är differentialanalysatorn, som har utvecklats som ett hjälpmedel för lösande av differentialekvationer. Den är inte en universalmaskin i egentlig mening, men differentialekvationer är tekniskt så viktiga, att en sådan maskin ändå får en mycket stor användning. Den kan för den typ av tekniska och fysikaliska problem som leder till differentialekvationer, t. ex. dynamiska system i allmänhet, ges en hög grad av mångsidighet och användbarhet.

I de mekaniska maskinerna, som är de äldsta, utförs integrationen av en friktionsväxel med variabelt utväxlingsförhållande, den s. k. integratorn. Den har formen av en roterande skiva (se fig. 8) mot vilken en trissa stöder med sin kant så att den drivs runt av skivan. Trissans rotationshastighet blir proportionell, dels mot skivans rotationshastighet, $\frac{dx}{dt}$, dels mot avståndet från trissan till skivans centrum, vilket i sin tur är proportionellt mot vridningen y hos den ledarskruv varmed skivan kan förskjutas. Sättes trissans hastighet $= \frac{dz}{dt}$ har man alltså

$$\frac{dz}{dt} = \text{konst} \cdot y \cdot \frac{dx}{dt}$$

eller

$$z = \text{konst} \cdot \int y \cdot dx$$

dvs. trissans vridningsvinkel z blir proportionell mot integralen för vridningsvinkeln y med avseende på variabeln x.

Analogistorheten i detta räkneinstrument är axelvridningen. En mekanisk anordning för addition av axelvridningar är differentialkopplingen (se fig. 9). Vrider man de två koaxiala vågräta axlarna vinklarna x respektive y, vrids differentialhjulet som uppbär de två planethjulen vinkeln $\frac{x+y}{2}$ och den utgående undre axeln vinkeln $x + y$. Genom att hopkoppla flera integratorer med dylika differentialkopplingar och vanliga kuggväxlar kan man bygga upp ett mekaniskt analogisystem, där axlarnas vridningsvinklar lyder det differentialekvationssystem vars lösning man söker. Då en av systemets axlar vrids runt,

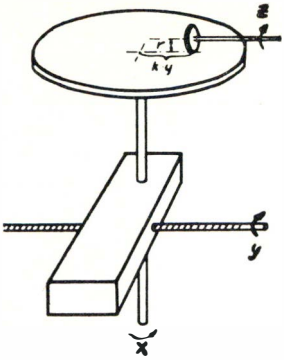


Fig. 8.

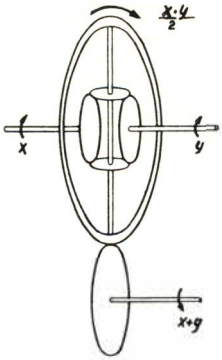


Fig. 9.

vrider sig alla övriga axlar i överensstämmelse med det givna differentialekvationssystemet, och det finns då en axel vars vridning representerar den sökta lösningen, som direkt kan uppritas i ett diagram med en skrivanordning. Utbyggs differentialanalysatorn med räkneorgan för multiplikation och funktionsgenerering, kan den lösa ordinära differentialekvationer av mycket allmänt slag. Noggrannheten ligger normalt vid cirka 1/1000 men kan med precisionsutförande drivas till storleksordningen 2/100.000.

En nackdel med den mekaniska differentialanalysatorn är att man för varje nytt problem tvingas till en besvärlig mekanisk hopkoppling av ett stort antal axlar och räkneorgan. Vidare är den ganska långsam och skrymmande. De helt elektriska analogimaskinerna, med elektrisk spänning som analogistorhet, har däremot inte dessa nackdelar.

Den elektriska differentialanalysatorn bygger i mycket stor utsträckning på återkopplingsprincipen. En värdefull egenskap är att maskinen genom förmedling av elektriska mätvärdesomvandlare relativt lätt kan kopplas ihop med verkliga regleringssystem, vilket innebär att man kan använda en dylik analysator direkt vid automatisering av komplicerade processer och regleringssystem. Räkneorgan av samma karaktär som en differentialanalysator används ofta för att stabilisera automatiskt reglerade processer och system, förhindra pendlingsfenomen och öka snabbhet och precision.

Elektroniska siffermaskiner

Även om framstegen på analogimaskinernas område har varit snabba och betydelsefulla, har de dock i den allmänna uppfattningen undanskymts av siffermaskinernas mera uppseendeväckande utveckling. Före och under kriget arbetade man i Amerika på elektromekaniska siffermaskiner av helautomatisk karaktär, baserade på hålkorts- och reläteknik samt sifferhjulsprinciper hämtade från de enkla räknemaskinerna. Strax efter kriget färdigställdes emellertid den första elektroniska sifferma-

skinen Eniac, som ifråga om konstruktion och prestanda visade sig vara helt revolutionerande. Räknehastigheten var så hög att maskinen kunde beräkna projektilbanor — för vilket den närmast var konstruerad — fortare än projektilerna själva kunde tillryggalägga dem. En helt ny teknik uppstod, en mängd projekt och idéer till förbättrade maskiner framkom, och efter några år fullbordades en rad ännu mera fulländade siffermaskiner både i Amerika och Europa. Fortfarande befinner vi oss i en period av sjudande utveckling på detta område.

De automatiska siffermaskinerna betyder en utveckling av de enkla kontorsräknemaskinerna i flera viktiga hänseenden. För det första har själva räknehastigheten drivits upp i nästan otrolig grad. Vidare har maskinen givits möjlighet att självständigt utföra en lång följd av räkneoperationer efter ett inställt program, och slutligen har maskinen utförts så att den själv i viss mån under räkningens gång kan välja program efter resultatens beskaffenhet samt avgöra när önskat resultat nåtts och då registrera detta på yttre registreringsorgan. Förutom själva räkneorganet behövs därför ett minnesorgan, ett orderorgan samt anordningar för in- och utmatning av instruktioner och resultat. I minnet lagras sådana delresultat, konstanter och instruktioner som behövs vid en senare tidpunkt i den fortlöpande följden av operationer i både räkneorgan och orderorgan. De senare sänder ut de pulser som initierar och anger takten för de olika räkneoperationerna.

Addition i elektronisk maskin

Talvärdena i en elektronisk maskin representeras av elektriska pulser vid flyttning från ett organ till ett annat och av spänningar eller strömtillstånd hos byggelementen då talet befinner sig på viss plats. I en mekanisk maskin har man sifferhjul med tio lägen som markerar olika talvärden. I en elektronisk räknemaskin kan man visserligen med tio elektronrör konstruera en motsvarighet till sifferhjulet, men det är betydligt mera praktiskt och kräver mycket färre rör att använda ett binärt talsystem i stället för vårt vanliga dekadiska. I det binära talsystemet har man bara två entalsvärden nämligen 0 och 1, i stället för tio, 0, 1, 2 ..... 9, i det dekadiska. I gengäld kommer talen att innehålla många fler siffror, vilket framgår av nedanstående tabell.

Dekadiskt tal	*Binärt tal*	*Dekadiskt tal*	*Binärt tal*
0	0	7	111
1	1	8	1000
2	10	9	1001
3	11	10	1010
4	100	11	1011
5	101	12	1100
6	110	13	1101

Man behöver således endast två "elektriska tillstånd" för att representera ett talvärde, och man begagnar antingen hög respektive låg spänning på en ledning eller strömgenomgång respektive strömlöshet i ett elektronrör. Räknereglerna för addition, subtraktion etc. blir fullt likartade, i vissa fall t. o. m. enklare än i dekadsystemet.

Addition av två tal klargör grundprincipen hos räkneorganet. Då alla räknesätt kan återföras till addition, behöver ett räkneorgan i princip endast konstrueras för denna operation, men i regel förses maskinerna med särskilda anordningar även för multiplikation och division för att öka snabbheten. Istället för elektronrör väljer vi för enkelhets skull reläer som byggelement, varvid de två "tillstånden" är "tillslag" och "frånslag". I tillslaget läge är ankaret attraherat och påverkar då kontaktfjädrarna så att dessa ligger an mot de inre fasta kontakterna och är isolerade från de yttre.

Om två binärsiffror a och b skall adderas, kan man tänka sig fyra fall enligt följande tabell.

a	b	$a+b$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	10

Om a och b är siffror i samma kolumn av var sitt mångsiffrigt binärtal, skall t. ex. 10 tolkas så att 0:an är resultatsiffra och 1:an minnessiffra: "0 upp och 1 i minne". 1:an skall alltså adderas till siffrorna i kolumnen närmast till vänster. Addition av två fyrsiffriga binärtal A och B och samma operation med motsvarande dekadiska tal belyser ytterligare principen:

Minnessiffror	*1011*	*1*
A	1001	9
B	1011	11
Resultatsiffror	10100	20

Maskinen måste således hålla reda på både resultatsiffrans och minnessiffrans värde.

En reläkoppling som realiserar dessa additionsregler visas i figur 10. Om binärsiffrorna a och b motsvaras av att relälindningarna är strömförande respektive strömlösa, representerar spänningstillståndet — spänning eller icke spänning — på ledningarna R och M värdet av resultatsiffran respektive minnessiffran. Det läge som inritats heldraget motsvarar strömlöst tillstånd i spolen a, dvs. a = 0. I detta läge finns ingen spänning på vare sig R eller M. Om det går ström genom a,

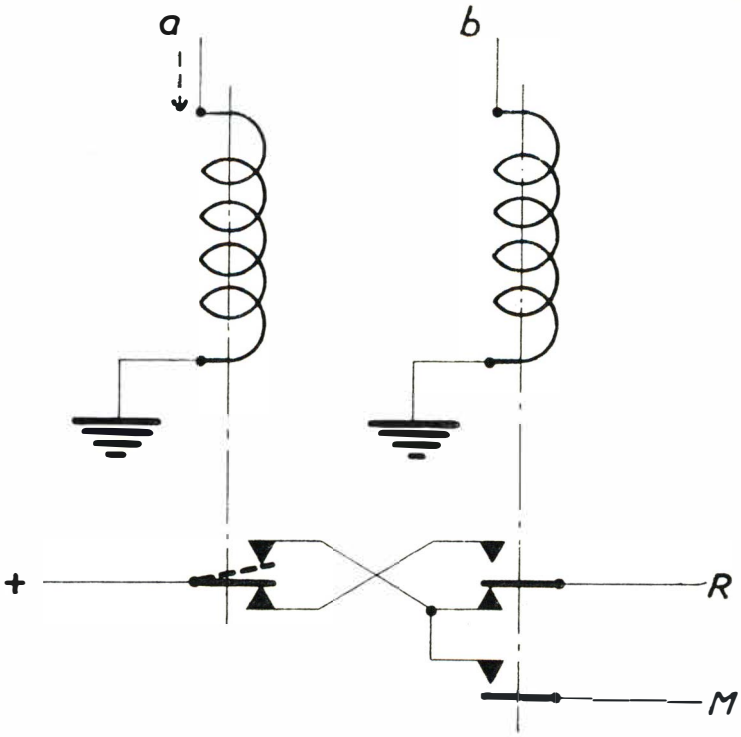


Fig. 10.

a = 1, böjes kontaktfjädern till det streckade läget, varvid R får spänning men inte M osv. Genom att använda många sådana reläkopplingar kan man utföra addition av mångsiffriga binärtal.

Maskinens minne, inmatning och utmatning

En universellt användbar siffermaskin kräver en minneskapacitet av storleksordningen 500.000 binärsiffror. Minnesfunktionen kan åstadkommas på flera sätt och med olika typer av byggelement. Ett sådant är vippkopplingen, som är känslig för en spänningspuls så att den vippar över från ett läge till ett annat och därigenom kan "minnas" en siffra, ett annat det s. k. katodstråleminnet, där man använder små punktformiga laddningar på insidan av ett katodstrålerörs skärm som minneselement. Laddningarna alstras och "avkännes" med hjälp av katodstrålen i röret på ett sätt som påminner om uppbyggnaden och analysen av bilden i ett televisionsrör. Ett minne med större kapacitet

än katodstrålerörets cirka 500 binärsiffror är den magnetiska trumman, en roterande trumma som magnetiseras på liknande sätt som bandet i en bandinspelningsapparat. Då denna anordning emellertid inte är lika snabb att "skriva in" och "läsa ut" talinformationen som katodstråleminnet och vippkopplingen, är det vanligt att i en maskin kombinera alla tre minnestyperna för att få erforderlig kapacitet, snabbhet och flexibilitet.

För utmatning av resultaten används vanligen en elektriskt manövrerad skrivmaskin som trycker siffrorna i tabellform. För inmatning har man i regel ett mellanled i form av en hålremsa eller ett magnetband. Med en klaviatur omformas först siffrorna till grupper av hål eller magnetiseringar på remsor som sedan matas in i maskinen. Fördelen med sådana remsor är att problem kan prepareras helt skilt från maskinen och remsorna lagras eller sändas per post för att användas då maskinen blir ledig att ta hand om problemet. Vissa maskiner är byggda för användning av hålkort som inmatningsmellanled, vilket är ändamålsenligt speciellt då primärmaterialet behöver sorteras före inmatningen. I allmänhet är maskinerna byggda så att de själva utför en omvandling från dekadiska tal till binära och omvänt så att alla siffror som skrivs med t. ex. klaviaturen för perforering av hålremsan är dekadiska.

En viktig del av ingångsinformationen är de instruktioner som anger vilka operationer maskinen skall utföra och i vilken ordning det skall ske. Man ger även dessa instruktioner i sifferform efter en särskild kod, och de registreras på hålremsa eller magnetband på samma sätt som problemkonstanter och andra ingångstal och matas in i maskinen tillsammans med dem.

I Sverige har nyligen den första elektroniska siffermaskinen färdigställts. Den har som liknande stora projekt utomlands ett namn sammanställt av initialerna till några ord som karakteriserar maskinens konstruktion. Den kallas BESK, Binär Elektronisk Sekvens-Kalkylator. Förutom vippkopplingarna som används i alla elektroniska maskiner är den utrustad med katodstråleminne och magnetisk trumma. För inmatning används hålremsa. Maskinen torde för närvarande vara den snabbaste i världen. Den kan utföra addition av 40-siffriga binärtal, vilket motsvarar 12-siffriga dekadiska tal, med en hastighet av cirka 18.000 i sekunden. Motsvarande multiplikationshastighet är cirka 3.000 per sekund. Maskinen innehåller totalt omkring 2.200 elektronrör.

Praktiska exempel på automation

För att automatisera produktions- eller kontorsarbete krävs vanligen mera än ett omedelbart utnyttjande av de här skisserade metoderna. Om automationen skall vara verkligt lönande, fordras en ingående ana-

lys av processer och arbetssätt för att anpassa dem till den automatiska tekniken. Det är troligt att produkterna måste ändras till sin konstruktion enbart för att det skall bli möjligt att framställa dem på automatisk väg.

Automation inom produktionen

Ett påfallande drag i en dylik anpassning är en uppdelning av processer och operationer i relativt enkla, standardiserade delprocesser och enhetsoperationer, vilket resulterar i ett stort antal operationer. Denna uppdelning är i och för sig inte någon vinst, men den ger större variationsmöjlighet, vilket är av utomordentlig betydelse för att automationen skall kunna bli tekniskt rimlig och ekonomiskt lönande. Det är t. ex. föga sannolikt att en biltillverkare skulle vilja investera erforderligt kapital i en automatisk fabrik som endast kan tillverka en bilmodell och som måste skrotas helt då han vill introducera en ny bilmodell. Om däremot den automatiska bilfabrikationen är uppdelad i deloperationer som lätt kan ändras och omdisponeras, är han säkert intresserad av automation. Även om produktionen vid en sådan uppdelning slås sönder i en mängd deloperationer och delprocesser, är det naturligtvis fördelaktigt om flera elementaroperationer utförs i en och samma maskin.

Som avslutning på denna redogörelse skall ges några exempel på fall där man mera konsekvent har sökt utnyttja de moderna metoderna och sökt uppnå en hög grad av flexibilitet hos utrustningen.

För ett par år sedan färdigställdes i Rockford i Amerika en ammunitionsfabrik som för närvarande tillverkar 155 mm granathylsor av stål. Trots att den totala golvytan är cirka 100.000 m² och produktionskapaciteten mycket hög sysselsätter den endast 140 personer inklusive driftingenjörer och maskinreparatörer. Utgångsmaterialet utgörs av långa fyrkantiga stålstänger som sågas i bitar av lämplig längd och transporteras till en ugn där de upphettas till ungefär 1100° C. Efter slaggning varmpressas de i flera steg till hylsform, varefter de kyls i luft och vatten och grovsvarvas. Den blivande granatspetsen upphettas elektriskt och formas genom varmpressning och efterföljande svarvning. Sedan följer finsvarvning, borrning och gängning samt normaliseringsglödgning. Efter uppsågningen av stålstängerna sker processen helt automatiskt. Endast packningen och utlastningen av de färdiga hylsorna görs för hand. Vissa av operationerna initieras och övervakas visserligen av arbetare, t. ex. öppnande och stängande av ugnsluckorna, men även dessa manövrer skulle helt kunna automatiseras. Man har emellertid velat ha en viss mänsklig övervakning och då även givit de personer som skall sköta övervakningen vissa manuella arbetsuppgifter för att de inte skall slöa till.

Ammunitionstillverkningen är visserligen en typisk långserietillverkning, som rent ekonomiskt skulle kunna medge en mycket långtgående produktspecialisering, men trots detta har Rockfordfabriken byggts ganska flexibel och medger stor variation av form och storlek hos arbetsstyckena, vilket givetvis ökar fabrikens användbarhet.

Tillverkningen av teleteknisk materiel är mycket svår att automatisera och på grund av de hittillsvarande framställningsmetodernas hantverksmässighet och stora krav på personal i starkt behov av rationalisering. På sistone har också ansträngningarna att rationalisera krönts med en viss framgång, vilket kan tillskrivas en ganska radikal förändring i både apparatkonstruktion och tillverkningsmetoder. Det är främst två grundidéer som visat sig fruktbärande, dels den s. k. modulprincipen som innebär att apparaterna byggs upp av ett antal till storlek och form standardiserade små apparatenheter eller moduler, dels ett helt nytt förfaringssätt att "dra ledningar", nämligen genom att "trycka" ledningarna som ett mönster av metalliska linjer på ett skivformigt underlag av isolermaterial.

Det i automationshänseende mest intressanta och avancerade produktionssystemet är det s. k. "project tinkertoy", "mekanosystemet", som utvecklats av National Bureau of Standards för amerikanska marinens räkning. Grundenheten, modulen, består av ett elektronrör och fem små keramiska skivor eller brickor, försedda med förtennta urtag i kanterna. Med hjälp av kopplingstrådar i dessa kanturtag löds delarna ihop till en enhet. På skivorna appliceras kondensatorer och motstånd genom ett speciellt "trycknings- och inbränningsförfarande" som ingår i framställningsproceduren.

De olika modulerna sätts sedan ihop till kompletta apparater genom att de utstickande ändarna av kopplingstrådarna runt modulernas kanter sticks in och löds fast i hål i större skivor av metall och plast, på vilka förbindningsledningar mellan hålen framställts med ett etsningsförfarande. Hela fabrikationssystemet är utformat med tanke på långt driven automatisering och flexibilitet. De olika keramiska brickorna med sina elektriska byggelement och sammanbyggnadsplattorna med sina mönsteretsade ledningar kan framställas och provas helt automatiskt t. ex. med hjälp av hålkort. Även sammansättningen kan till stor del automatiseras med hjälp av hålkort, varvid hålkorten representerar ritningarnas uppgifter om detaljspecifikationer och koppling.

De två nu anförda automationsexemplen är i så måtto typiska för de moderna tendenserna inom den automatiska produktionstekniken att de dels visar en strävan till uppdelning i enhetsoperationer i syfte att uppnå flexibilitet, dels utnyttjar möjligheterna att med särskilda databehandlingshjälpmedel programmera och styra tillverkningen i dess olika faser. Återkopplings- eller servoprincipen har icke i någon nämnvärd grad utnyttjats.

Detta är däremot fallet i det system för numerisk styrning av verktygsmaskiner som utvecklats av en forskargrupp vid Massachusetts Institute of Technology på uppdrag av amerikanska flygets materielförvaltning. Systemet har utprovats på en 28 tums vertikalfräsmaskin och innebär att maskinen styrs av de instruktioner som i numerisk form anges på en stansad hålremsa av samma slag som den man använder för inmatning av instruktioner till en matematikmaskin av siffertyp. Remsan som innehåller uppgifter för ett visst arbetsstycke om koordinatpunkter och matningshastigheter för fräsens rörelser "avkännes" av ingångsorganet i ett elektriskt programverk. När bearbetningen sätts igång, alstras tre serier av elektriska strömpulser, en för var och en av maskinens tre matningsrörelser, bordets längs- och tvärmatning samt fräshuvudets vertikalrörelse. Antalet strömpulser per tidsenhet representerar matningshastigheten, och de tre hastigheterna överförs via ett servosystem till fräsen och sammansätter sig till önskad resulterande rätlinjig rörelse hos denna. Även krökta ytor kan framställas, varvid fräsens rörelser sammansätts av ett stort antal korta, rätlinjiga förskjutningar.

Det ur automationssynpunkt verkligt intressanta med detta system för numerisk styrning av verktygsmaskiner är den stora flexibiliteten. De mest skiftande former på arbetsstycken kan bearbetas i samma maskin och med samma styrutrustning. Här behövs alltså inte några långa produktionsserier. Till och med enstaka exemplar kan tänkas bli lönande att bearbeta. Hålremsan kan vidare prepareras i förväg och helt oberoende av själva tillverkningen. Samma remsa och samma elektriska programverk kan naturligtvis också utnyttjas för styrning av en hel grupp bearbetningsmaskiner av samma slag, om man behöver öka produktionskapaciteten.

Automation på kontor

Mycket står sannolikt att vinna i produktionshöjning genom en längre driven automatisering även på kontorsarbetets område. Kontoristens egentliga arbete är just att registrera, bearbeta och presentera olika slag av information, uppgifter som ju de moderna databehandlings- och räknemaskinerna är särskilt konstruerade för och utför mycket snabbare och effektivare. Något exempel på ett hundraprocentigt automatiserat kontor finns veterligen inte ännu, även om Diebold i sin bok[1] på ett mycket suggestivt sätt tecknar en åskådlig bild av ett så gott som helt automatiserat försäkringskontor. Däremot har på sistone rapporterats i fackpressen en del intressanta system för elektrisk bokföring, som lovar att bli utmärkta hjälpmedel inom kontorsarbetet.

---

[1] JOHN DIEBOLD: Automation — the Advent of the Automation Factory. New York och London 1952.

Remington Rand Inc. har utvecklat ett hypersnabbt lagerbokförings-system avsett för postorderfirmor. Antal, värde etc. av samtliga artiklar som firman för finns registrerade på en magnetisk minnestrumma. Då en inkommande order skall expedieras, slås artikelnummer och kvantitetssiffror in på ett tangentbord, varvid kvantitet och värde enligt ordern, avräknas, det nya resultatet inskrivs och det gamla utraderas på rätt plats i trumman. Hela denna transaktion tar mindre än 0,4 sekunder. Normalt sker ingen skrivning på papper, alltså ingen egentlig bokföring. Maskinens driftsäkerhet är så stor, att man helt kan lita på denna vid registrering och avräkning. För inventering eller skriftliga sammanställningar över vissa varor finns en elektrisk skrivmaskin som på ett pappersband skriver ut de summor man önskar från minnestrumman. En fullständig inventering inklusive utskrift av alla summor för alla artiklar tar cirka 3 timmar, om maskinens kapacitet är fullt utnyttjad. Kapaciteten är 13.000 artiklar med tre olika summor för varje artikel.

Ett liknande registrerings- och bokföringssystem utnyttjas av det stora flygbolaget American Airlines för att ombesörja flygplatsbeställningar och hålla reda på bokade och lediga platser på alla tidtabellsenliga turer som berör New York-området. Dessa finns representerade som magnetiska fläckar på ett centralt uppställt magnetiskt trumregister. Varje biljettförsäljare har en manöverapparat försedd med manöverknappar och en springa för ett flygkort på vilket olika delsträckor är inskrivna. Biljettförsäljaren kan "fråga" trumregistret efter plats genom att sticka in ett kort i springan, markera för önskad flygtur på kortet och trycka på en frågeknapp, varvid motsvarande plats på trumman avkännes. Svarssignal ges, och om platsen är ledig och kunden bestämmer sig, kan försäljaren boka genom att trycka på en beställningsknapp, varvid de markerade platserna registreras på trumman som reserverade. En sådan förfrågan eller bokning tar maximalt ungefär 1 sekund. Upp till 200 manöverapparater kan inkopplas till den centrala registreringsanläggningen, och anslutningen kan ske över vanliga telefonledningar så att även avlägset belägna försäljningsställen kan få anknytning. Anläggningen har visat sig mycket driftsäker. Under ett år då den varit i drift 24 timmar om dygnet har den fungerat 99,8 % av tiden.

Automation i praktiken

Automatiserad biltillverkning

Referat av civilingenjör Bertil Liljeqvists föredrag

I de flesta artiklar och diskussioner kring automationen och dess problem anknyter man omedelbart eller medelbart till den förverkligade automationen vid Fords anläggningar i Cleveland, Ohio. Det torde också vara Fords som skapat ordet automation som uttryck för den nya tekniken. Ford betecknar automationen som någonting helt annat än högmekanisering: "Automation is a new way in industrial life. It is still in its early morning, dawn in a new day of industry."

Konferensdeltagarna fick tillfälle att se en film från den ovannämnda fordanläggningen, där man dels gjuter motorblock, dels sammansätter motorer. Att i ord söka återge filmen låter sig givetvis inte göra, men vissa principiella iakttagelser kan vara värda att notera liksom ingenjör Liljeqvists kommentarer till filmen.

Det är här inte fråga om hundraprocentig automation. Det har nämligen visat sig — när man gjort omsorgsfulla utredningar och beräkningar, innan projekten satts i gång, att det inte är ekonomiskt förnuftigt att automatisera vissa arbeten, även om en automation vore teoretiskt möjlig.

Vad man i gjuteriet framför allt automatiserat är tillblandningen av sanden för gjutformarna och rensningen av de gjutna blocken. Det är sålunda det smutsigaste och tyngsta arbetet man velat avlasta människorna. Däremot hanteras kärnor och formar fortfarande i stor utsträckning manuellt, låt vara med hjälp av högmekaniserade anordningar. Detsamma gäller de interna godstransporterna.

I sammansättningsfabriken åter behandlas maskindelarna i helautomatiska verktygsmaskiner, men framför allt är det här transporterna som automatiserats. I övrigt sker sammansättningsarbetet som i en fabrik av traditionell typ.

Maskinerna ser ungefär likadana ut som de maskintyper som betjänas av människor och som vi är vana att se i nutida fabriker. Någon verkligt ny "maskindesign" är det sålunda inte fråga om hos Fords.

Den automatiserade motorfabriken producerar 4.000 motorer per dag med en arbetsstyrka på 8.000 man.

Hur inverkar så stora tekniska omvälvningar i arbetslivet på den mänskliga arbetskraften? I Fordbolaget, som befinner sig i ett dyna-

miskt och expanderande skede, har knappast några inskränkningar av arbetsstyrkan gjorts. Däremot har arbetsuppgifterna omfördelats i riktning mot mera kvalificerade arbeten, och företaget bedriver därför en intensiv utbildningsverksamhet. Fords anser att arbetarna är de mest betydelsefulla delarna i automationsprocessen; ju mer den nya tekniken vinner terräng, desto större betydelse får den mänskliga faktorn.

Genom automationen har företaget fått en i viss mån annan struktur. Planeringen har blivit svårare genom att den måste göras på längre sikt än tidigare, och kostnaderna för driftsplaneringen har stigit starkt. Man skulle kunna uttrycka saken så, att kontoret flyttat in i verkstaden och verkstaden in i kontoret.

Det automatiserade kontoret

Referat av direktör Anders Thalmes föredrag

Idén med hålkort är gammal och välkänd. Den första hålkortsmaskinen konstruerades redan i slutet av 1800-talet av Herman Hollerith. I Sverige gjorde den sitt intåg år 1918, då Svenska Kullagerfabriken i Göteborg införde hålkort.

Utvecklingen av hålkortstekniken har sedan dess gått oerhört snabbt, i synnerhet under de senaste fem åren, jämsides med utvecklingen på elektronikens och transistorernas område.

Med de hålkortsmaskiner som nu finns kan åtskilliga rutinarbeten utföras helautomatiskt. Detta gäller inte bara på bokförings- och redovisningsområdet. Det kanske mest intressanta är den storartade utvecklingen av hålkortsmetodikens utnyttjande inom industrin för planering och produktionskontroll. Sålunda använder t. ex. General Motors i USA sina hålkortsmaskiner till mer än 40 % för sådana tekniska ändamål.

I Sverige har Svenska Aeroplanaktiebolaget en mycket stor hålkortsmaskinpark för komplicerade aerodynamiska beräkningar.

See Fabriks AB i Sandviken beordrar sitt råmaterial genom stansade och översatta orderkort hos Sandvikens Jernverk, som när slutprodukten är färdig bilägger sin leveranssedel i form av hålkort. Denna leveranssedel utgör i sin tur orderkort för See fabrikers egen tillvekning. Här har man gått in för att sätta in hålkortet så tidigt som möjligt i rutinen och utnyttja det så långt som möjligt. Detsamma gäller Volvos reservdelsfakturering. Varje återförsäljare har ett kartotek med kort för varje typ av reservdel. Dessa kort är förstansade och översatta till klartext med alla erforderliga uppgifter utom kvantitet. Vid rekvisition streckmärker återförsäljaren den kvantitet som erfordras och skickar kortet till Volvo. Med hjälp av dessa kort framställer Volvo sedan

rekvisition till lagret, faktura till återförsäljaren samt nya förstansade kort i stället för dem som använts.

Inom flygvapnet registrerar piloterna sina flygningar genom streckmarkering direkt på primärallegatet — hålkortet.

Inom meteorologiska tjänsten streckmarkeras väderleksobservationerna.

Hålkortsmaskinernas snabbhet och kapacitet idag kan kanske bäst uttryckas med några siffror. IBM:s matematikmaskin typ 701 har ett elektronstyrt minne, som består av ett katodstråleminne med en kapacitet av 20.000 decimala enheter, två magnettrummor med en kapacitet av 80.000 decimala enheter och fyra elektromagnetiskt registrerande remsor (recording tapes) med möjlighet till lagring av 8 miljoner decimala enheter. Maskinen utför 16.000 additioner eller subtraktioner i sekunden och mer än 2.000 multiplikationer eller divisioner i sekunden. Vid bearbetningar i maskinen är den normala hastigheten 14.000 matematiska operationer i sekunden. Det var denna maskin som utförde den översättning från ryska till engelska om vilken man läste i dagspressen för en tid sedan.

Det är inte en enbart utopisk framtidsdröm, att företagsledaren en dag kan sitta i sitt rum och när som helst få omedelbara och korrekta uppgifter från det centrala redovisningsorganet om företagets ställning i snart sagt varje avseende.

Helautomatiserad butik – experimentet "Keedozzle"

Referat av personalchef John Sallborgs föredrag

I den artikel i SNS-orientering som presenterade konferensen här i Tylösand ställs bl. a. frågan: "Kan distributionen klara fördelningen av den mångdubbelt ökade varumängd som kan spottas fram ur dessa maskiner?" Att svara kategoriskt ja eller nej på den frågan vågar jag mig inte på, men jag tror nog att distributionen rent tekniskt kommer att klara fördelningen. Huruvida det sedan kommer att finnas en tillräckligt köpkraftig marknad som kan suga upp den ökade produktionen skall jag inte ge mig in på.

Jag tror knappast att man kan driva automatiseringen lika långt inom distributionsområdet som inom produktionen, men att automater och mekaniska hjälpmedel kommer att tas i anspråk inom distributionen i ännu högre grad än nu är väl ställt utom allt tvivel.

Inom distributionen är det två intressen som är mycket väsentliga, när man skall planera för framtidens distributionsformer. Det första är allmänhetens berättigade krav på service, ett krav som säkerligen kommer att växa med den högre levnadsstandard som man väl kan förutsätta kommer att följa med en utbyggd helautomatisk produktion.

Det andra är företagarnas strävan att sänka sina kostnader genom effektivare och rationellare distributionsformer. Det gäller alltså att förena dessa två varandra mer eller mindre motverkande önskemål.

Hur kan då framtidens butik tänkas se ut? För att inte alldeles sväva ut i det blå skall jag berätta om ett faktiskt försök att helautomatisera en butik som gjordes för några år sedan i Förenta Staterna.

Redan före andra världskriget började en man vid namn Clarence Saunders i Memphis att experimentera på detta område. Saunders var förresten en föregångsman också när det gäller självbetjäningsbutiker och öppnade redan 1916 sin första självbetjäningsbutik. Han hade länge lekt med tanken att handeln skulle kunna mekaniseras likaväl som industrin. Kriget kom emellertid emellan och försenade experimenten, men efter flera misslyckade försök var han 1948 klar att öppna den första helautomatiska butiken. Den var långt ifrån slutgiltigt utformad, men den fungerade, och mycket var ju vunnet redan med det. Den bestod av en utställningshall och ett lager med den mekaniska utrustningen. I utställningshallen som närmast kunde betecknas som en ordercentral, fanns endast en förpackning av varje vara som salufördes. Förpackningarna var placerade i belysta glasmontrer. I varje monter fanns 20 olika förpackningar, och totala antalet montrer var 75. Sammanlagt fanns där alltså 1.500 olika artiklar. Varugrupperna, dvs. montrerna, var numrerade 1—75, och inom varje sådan grupp var varorna betecknade med en bokstav från A till T.

När man kom in i butiken hämtade man i kassan en liten registreringsapparat, som kallades för nyckel och bestod av ett aluminiumstativ med handtag. I stativet satt en spole med en 50 mm bred pappersremsa, och denna remsa hade en mycket viktig roll i systemet. — Det var förresten denna s. k. nyckel som gav butiken dess namn. När Saunders en gång demonstrerade butiken för några inbjudna och visade hur systemet fungerade, var det en beundrande åskådare som utbrast: "The key does all." På Memphisdialekt blev det ungefär "keedozzle", och det lät Saunders inregistrera som sitt varumärke och beteckning på butiken.

När kunden bestämt sig för en vara, satte han nyckeln i ett stativ som fanns framför varje monter och tryckte på en knapp med varans bokstavsbeteckning. På nyckelns kontrollremsa stämplades då varans namn och pris, så att kunden kunde se vad som beställts. Samtidigt stansades tre serier hål i pappersremsan. Den första serien markerade artikelns nummer och bokstavsbeteckning, nästa serie dess försäljningspris och den tredje serien bruttovinsten. Mellan varje "beställning" matades remsan fram ett steg.

Kunden gick sedan tillbaka till kassan, ställde tillbaka nyckeln i ett ställ och lämnade fram den avrivna remsan, eller kanske vi nu hellre skall kalla den rekvisition. Kassörskan satte in rekvisitionen i ett spe-

cialkonstruerat kassaregister. På någon sekund gled remsan genom kassaregistret, som med hjälp av hålserie nummer två automatiskt räknade ut totalpriset för de beställda varorna. Kunden betalade mot kassakvitto och fick tillbaka sin rekvisition.

Nu återstod endast att hämta varorna. Vid en disk vid utlämningen satte en expedit in rekvisitionen i en elektrisk kontaktgivare. Då remsan hastigt gled genom kontaktgivaren, slöts elektriska strömbanor, som påverkade elektromagneter, vilka frigjorde varorna, som inom loppet av några sekunder kom framglidande på en remtransportör.

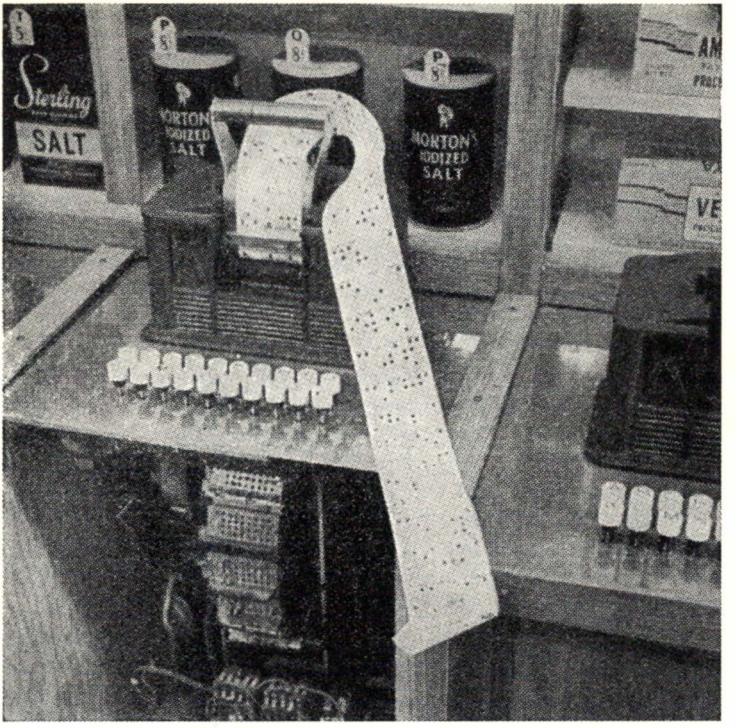
Så såg kundens kontakt med den helautomatiska butiken ut. Bakom kulisserna var butiken organiserad ungefär så här.

För varje artikel av varusortimentet fanns ett "magasin", dvs. tillsammans 1.500 magasin. 1.200 av magasinen bestod av öppna plåtrännor med cirka 40 graders lutning mot horisontalplanet. För ömtåliga glasförpackningar fanns 300 specialkonstruerade vertikala magasin. I nedre änden av varje magasin satt en spärrmeknism med tillhörande elektrisk dragmagnet.

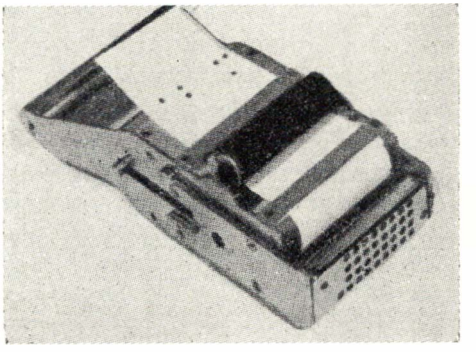
Då expediten vid utlämningsdisken lät rekvisitionen glida genom den tidigare omtalade elektriska kontaktgivaren, slöts strömbanor genom de perforerade hålen i remsan, dragmagneterna attraherades och spärrmekanismerna frigjorde respektive varor, som föll ned på en remtransportör och åkte ut till utlämningen. Då magasinen tömts till hälften, tändes en varningslampa, varigenom lagerpersonalens uppmärksamhet påkallades. Samtidigt som rekvisitionen gled genom kontaktgivaren, summerades varans vinstpålägg på en serie elektriska räkneverk som var placerade i ett kontrollrum. Vidare registrerades med hjälp av den tredje hålserien antalet betjänade kunder och antalet köpta varuenheter.

Vad vann man då med den helautomatiska butiken? Det var flera fördelar förknippade med den.

1) *Kunden kunde lättare och snabbare finna de önskade varorna.* Det är lättare att hitta om det bara finns ett exemplar av varje vara ute i butiken och inte ett helt lager som fallet nu är i de flesta självbetjäningsbutiker.
2) *Ett kassaregister byggt efter hålkortsprincipen arbetar mycket snabbt, och kassörskan behövde bara ta emot och växla pengar.* Vi vet ju alla hur lång tid det tar i en självbetjäningsbutik, när kassörskan skall stämpla in vara för vara i kassaregistret.
3) *Varuutlämningen skedde mycket snabbt.* Väntetiden blev därför mycket liten för kunden.
4) *Lagerarbetet blev förenklat och fördelades mera jämnt över arbetstiden.* För att fylla magasinen kunde säkerligen också mindre kvalificerat folk användas. De som sysslar med varupåfyllning i en vanlig butik eller i en självbetjäningsbutik måste däremot ha vissa



Framför varje skyltmonter, som omfattar 20 varuprover, är en knappsats. Då kunden trycker på en knapp, stämplas varans namn och pris på remsan, som samtidigt perforeras.



"Nyckeln" med rekvisitionsremsan hämtas vid inträde i butiken och återlämnas hos kassörskan, som river av den stämplade och perforerade pappersremsan, vilken sedan användes för automatisk prissaldering och kontaktgivning vid varornas utlämning.

kunskaper i varuexponering. Man kan inte trava upp varorna hur som helst.

5) *Svinn behövde inte förekomma.* Man kan inte komma ifrån att en del av det svinn som nu är ofrånkomligt i gängse butiker till en del är att hänföra till snatteri och stöld. I den helautomatiska butiken var alla sådana möjligheter för långfingrade individer eliminerade.

6) *Löpande kontroll och statistik.* Genom de elektriska räkneverken fick man en alltid aktuell bild av lagret. Statistiken gjorde det möjligt att snabbt avgöra en varas omsättningshastighet m. m., varför sortimentet kunde hållas aktuellt med hänsyn till den verkliga efterfrågan.

Experimenten drog stora kostnader, bl. a. kostade utformningen av varumagasinen för glasförpackningar mycket pengar. Att ha ett stort antal glasflaskor liggande rakt över varandra i ett vertikalt magasin, varifrån den understa skulle falla ned på remtransportören var kanske inte så lyckat. Det fordrades invecklade anordningar för att hålla de övriga flaskorna kvar i magasinet, när detta öppnades för den understa. För att popularisera butiken sålde Saunders varorna 10 % under sina konkurrenters priser, vilket väl också bidrog till att det ekonomiska resultatet inte blev det bästa.

Saunders är nu död, och butiken har varit stängd ett par år. Den har emellertid nu övertagits och rekonstruerats av ett konsortium, så Saunders tankegångar var säkerligen inte verklighetsfrämmande. Om framtidens automatiska butik kommer att följa Saunders idéer, eller om den nya tekniken öppnar andra vägar, kommer väl att visa sig under de närmaste åren.

På väg in i atomåldern

av direktör Harry Brynielsson

I sin nyligen utkomna bok "Report on the Atom" har förre ordföranden i den amerikanska atomenergikommissionen, Gordon Dean, gjort följande liknelse: "Vi har just trätt in i en sal vars dörr bär skylten Atomåldern. Vi är nu inne i salen, och vi har funnit att den är så stor och så dunkelt upplyst att vi ännu inte kan uppfatta allt som finns där. Men vi har stigit över tröskeln och kan inte återvända. Allt vi har att göra är att gå vidare så dristigt men samtidigt så klokt vi kan."

Vi skall nu göra en kort rundvandring i den del av "salen" som rymmer atomenergins *fredliga* användningsområden och börjar då med det viktigaste avsnittet, framställningen av elektricitet och värme. En av de första frågorna man ställer sig då man vill bedöma atomenergins möjligheter på detta område är hur långt atombränslena förslår.

Jordens energiförbrukning

Som ett mått på den industriella utvecklingen i ett land brukar man ofta ange energiförbrukningen per invånare och år, i allmänhet omräknad till ton stenkol. För närvarande förbrukas i USA 7—8 ton, i Sverige 3—4 ton, medan sådana länder som Kina och Indien endast förbrukar ett par tiondels ton stenkol per invånare och år. I samband med att jordens folkmängd ökar och länderna dessutom blir mer och mer industrialiserade kommer förbrukningen att öka snabbt och världens energiförsörjning att bli ett alltmer brännande problem.

En utredning av dessa frågor har nyligen utförts av amerikanen Putnam[1] på uppdrag av Atomic Energy Commission i USA. Då man vid beräkningar av jordens energiförbrukning måste röra sig med mycket stora tal har Putnam infört en enhet $Q = 10^{18}$ British Thermal Units, motsvarande 38 miljarder ton stenkol. År 1950 utgjorde världens energiförbrukning 0,1 Q per år, och man räknar med att denna siffra år 2050 har stigit till cirka 2,6 Q. Summerar man energibehovet under perioden 1950—2050, får man ett sannolikt värde av cirka 72 Q.

Hur ter sig nu dessa siffror i jämförelse med de tillgängliga energireserverna? Även här har Putnam gjort ingående beräkningar och kom-

[1] P. PUTNAM: Energy in the Future, New York, 1953.

mit fram till att tillgångarna på kol, olja, naturgas och torv är av storleksordningen 30 Q, under förutsättning att framställningskostnaderna får stiga till högst det dubbla mot vad som gäller idag. Om man sedan gör en genomgång av de energitillgångar som förnyas, såsom vattenkraft, skogar, vindkraft etc., och fortfarande räknar med att de nuvarande kostnaderna högst får fördubblas, finner man att man under denna hundraårsperiod kan räkna med ett tillskott av 5 à 10 Q.

Tillgång på råvaror för atomenergi

Atomenergins roll har bedömts ganska olika. Till en början var man mycket optimistisk och räknade med att den skulle ge praktiskt taget obegränsade tillgångar av energi till mycket låga priser. Senare följde en period av pessimism, då man ansåg råvarutillgångarna otillräckliga och de tekniska svårigheterna oöverstigliga. Man har nu fått större erfarenhet och bedömer med ledning därav situationen gynnsammare. Världens tillgångar på uran och torium uppskattas till 25 miljoner ton, om priset kan få stiga till 1.000 kr/kg. Om hela denna kvantitet kan utnyttjas för energiframställning, motsvarar det 1.700 Q, men man bör försiktigtvis endast räkna med tredjedelen, cirka 575 Q. Atombränslena representerar sålunda en reserv som är väsentligt större än de fossila bränslena.

Beräkningar som sträcker sig hundra år framåt i tiden blir givetvis osäkra, men man torde här kunna utläsa en klar tendens. Jordens energiförbrukning kommer att stiga snabbt, och de fossila bränslena börjar bli uttömda redan mot slutet av detta århundrade. I atombränslena har man däremot en stor, ehuru icke outtömlig reserv. På lång sikt måste man söka sig till nya kraftkällor, och sannolikt kan atombränslena komma väl till pass under den tid som behövs för att man skall lära sig att effektivt utnyttja solenergin.

Den solenergi som når vår planet uppgår till inte mindre än 3.200 Q *per år,* varav cirka 675 Q faller på landområden och ligger i ett sådant våglängdsområde som man kan tänkas utnyttja. Svårigheten att tillgodogöra sig solenergin ligger i att denna är intermittent och att man sålunda måste finna ett sätt att lagra den. En möjlighet är att odla alger, och man kan på detta sätt framställa ett utmärkt bränsle, som dock ännu är hundra gånger dyrare än kol. En annan möjlighet är att utnyttja vissa fotokemiska reaktioner, t. ex. att sönderdela vatten i väte och syre och därefter använda vätet som bränsle.

Solens värmeutveckling uppstår genom s. k. termonukleära reaktioner, där helium bildas av väte. Det är på dessa reaktioner man bygger principer för vätebomben, men man ser för närvarande ingen möjlighet att utnyttja dem på ett kontrollerbart sätt.

Atomenergins framställning. Reaktorer

Den första atomreaktorn startades för mer än tio år sedan, och man vet idag i princip hur ett atomkraftverk skall byggas. Det är dock en mängd tekniska problem som måste få bättre lösningar innan atomenergin kan framställas i stor skala till konkurrenskraftigt pris.

Energiutvecklingen i en reaktor beror till allra största delen på att klyvningsprodukterna från uranklyvningen med stor hastighet slungas isär. Deras rörelseenergi omvandlas vid kollisioner med närliggande atomer till värme, som sedan kan användas till uppvärmning eller till alstrande av ånga för att driva turbiner. Man kan omvandla en del av klyvningsprodukternas radioaktiva strålning direkt till elenergi, men det rör sig här om en bråkdel av den totala energin i reaktorn.

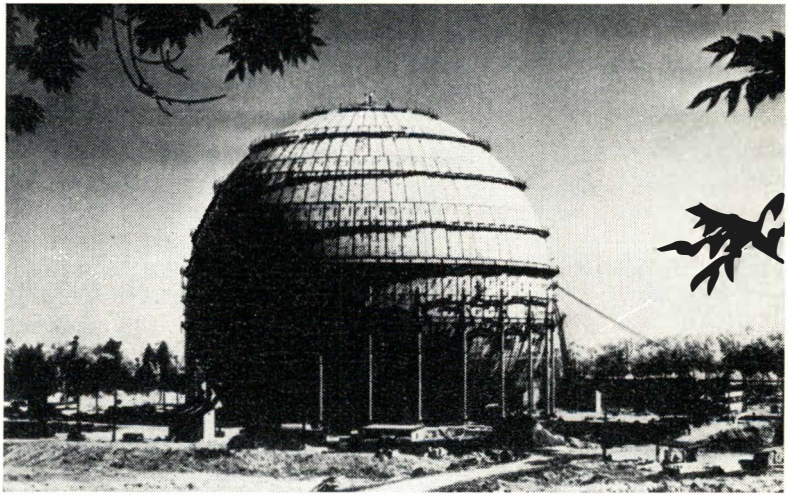
En av de viktigaste frågorna är hur stor del av uranet som kan utnyttjas. Den klyvbara isotopen U 235 förekommer endast till 0,7 %. Klyvningen av en sådan atom åstadkommes av en neutron, och samtidigt med klyvningen bildas nya neutroner. En av dessa fordras för att hålla kedjereaktionen igång. Vissa av de övriga neutronerna kan omvandla den andra uranisotopen U 238, som förekommer till 99,3 %, till ett nytt klyvbart grundämne, plutonium. Man har i USA konstruerat en reaktor där det för varje förbrukad atom U 235 bildas minst en ny plutoniumatom, s. k. breeding, varigenom man i princip kan utnyttja hela urankvantiteten och inte endast 0,7 %.

Ett annat viktigt problem är materialfrågan. Många av de vanliga konstruktionsmaterialen kan inte användas i reaktorer, då de har för hög neutronabsorbtion. Den kraftiga radioaktiva strålningen i en reaktor verkar också nedbrytande på materialen, och man har måst tillgripa nya konstruktionsmaterial såsom beryllium och zirkonium. Dessa var tidigare rena sällsyntheter men framställs nu i stor skala och kommer säkerligen att få betydelse även inom andra områden än atomenergiverksamheten.

Atombränslena representerar en ytterst koncentrerad energikälla — ett gram U 235 motsvarar 3 ton stenkol — och det finns stora svårigheter att effektivt tillgodogöra sig värmet i detta koncentrerade bränsle. En intressant metod är den homogena reaktorn, där man har ett salt av U 235 upplöst i vatten och låter själva reaktorlösningen cirkulera i en värmeväxlare. En annan väg är den kokande reaktorn, där innehållet i reaktortanken får koka och ångan passera genom en turbin och efter kondensering återföres till reaktorn. Dessa metoder medför dock mycket stora materialsvårigheter, bl. a. på grund av den starka korrosionen.

Strålningsskador och skyddsåtgärder

Som skydd för personalen måste varje reaktor vara omgiven av ett kraftigt strålskydd, ofta två meter betong. Reaktorer blir därför tunga enheter som bäst lämpar sig för stationär drift. Det är dock även möjligt att framställa mobila reaktorer för stora enheter såsom fartyg, u-båtar och eventuellt stora flygplan. En atomreaktor representerar en utomordentligt kraftig strålningskälla som måste skötas med största ansvar. Kontrollen är också ytterligt sträng. Som exempel kan nämnas



En intressant lösning av strålskyddsproblemet representeras av denna atomreaktor i Schenectady, N. Y., som inrymts i en stålsfär med 70 meters diameter.

att den strålning som de mest utsatta arbetarna vid anläggningarna i USA har fått motta inte är större än den man får vid en ordinär röntgenundersökning.

Sedan en reaktor varit igång viss tid byter man uranstavarna, antingen för att tillvarata plutonium som bildats eller för att avlägsna skadliga klyvningsprodukter. En dylik uranstav är emellertid ytterst radioaktiv, och detta komplicerar i hög grad de i och för sig svåra kemiska separationsproblemen. Man måste tillgripa fjärrkontroll och fjärreglering och använda sådana hjälpmedel som periskop och television för att på långt håll övervaka processerna. Plutonium är dessutom ett utomordentligt giftigt ämne. I den tidigare nämnda homogena reaktorn kan man successivt avlägsna en del av de skadliga klyvningsprodukterna och därmed minska riskerna.

Med de erfarenheter som successivt vunnits har det blivit möjligt att bemästra de olika skyddsproblemen, och för närvarande byggs i USA en stor energialstrande reaktor inom ett mycket tättbebyggt område i närheten av Pittsburg.

Kostnaderna för atomenergins framställning

Då man skall diskutera kostnaderna för ett atomkraftverk måste man komma ihåg att en reaktor är en värmekälla där man använder uran eller plutonium som bränsle. Reaktorn ersätter därför endast eldstaden till ångpannan i ångkraftstationen. De övriga delarna är i stort sett oförändrade.

Ännu har inga större atomkraftverk byggts, varför driftserfarenheter saknas. Man räknar dock med att anläggningskostnaderna för atomkraftverk ännu är väsentligt högre än för ångkraftverk men att driftskostnaderna, främst för bränsle, kan göras lägre. De höga anläggningskostnaderna gör att man kommer att sträva efter största möjliga utnyttjande, varför man bör betrakta atomkraftverk som bottenkraftverk, medan topparna får fyllas ut med ångkraft eller vattenkraft. Pessimisterna räknar för närvarande med att atomkraft kommer att bli dubbelt så dyr som kolkraft, medan optimisterna räknar med att priset skall bli detsamma. Man måste dock komma ihåg att kostnaderna för kol säkert kommer att stiga, medan man kan hoppas på sjunkande kostnader för atomkraft allteftersom erfarenheten ökas.

Till en början kommer atomenergin att få sin största användning på sådana ställen där det höga priset icke spelar så stor roll men där andra fördelar är betydande. Ett sådant exempel är drift av undervattensbåtar. I USA sjösattes för några månader sedan den första atomdrivna u-båten Nautilus. De väsentligaste fördelarna med denna u-båt är att den har stor aktionsradie och att maskineriet inte förbrukar luft, vilket gör att man kan uppehålla sig under vatten lång tid.

Det är troligt att vi inom 5—10 år kommer att få se olika typer av atomkraftverk byggas i olika länder, och med de praktiska erfarenheter man här får kan man bilda sig en säkrare uppfattning om de tekniska och ekonomiska möjligheterna. Alla som arbetar inom detta område är övertygade om att atomenergin inom en ganska snar framtid kommer att spela en stor roll för jordens hårt ansträngda energiförsörjning.

Radioaktiva isotoper

En viktig biprodukt inom atomenergiverksamheten är de radioaktiva isotoperna, med vars hjälp man kan genomföra en mängd vetenskapliga och tekniska undersökningar som tidigare icke varit möjliga.

Radioaktivt fosfor t. ex. är i alla avseenden identiskt med vanligt inaktivt fosfor, med det undantaget att det hela tiden sänder ut en radioaktiv strålning. Om en växt gödslas med ett fosforgödselmedel innehållande något radioaktivt fosfor, kan man spåra till vilka delar av växten gödningsmedlet i första hand vandrat. Man kan t. ex. lägga en del av plantan emot en fotografisk plåt, varvid den radioaktiva strålningen svärtar plåten. På samma sätt kan man följa förloppet i en mängd kemiska reaktioner där man genom mätning av den radioaktiva strålningen snabbt och säkert kan studera förloppet. Man har fått en "ämnesomsättningsröntgen".

Genom att göra kannringarna i en motor radioaktiva och sedan låta motorn arbeta med olika smörjmedel kan man studera smörjmedlens effektivitet genom att mäta hur mycket radioaktivitet från kannringarna som finns i smörjmedlet efter en viss tids körning. Denna mätning är oerhört mycket känsligare och snabbare än andra metoder.

Den radioaktiva strålningen kan i vissa fall ersätta röntgenstrålning och kan utnyttjas både vid materialröntgen och för medicinskt bruk. Man ersätter röntgenröret med ett radioaktivt preparat med en strålning av lämplig genomträngningsförmåga.

Den radioaktiva strålningen uppfångas av materia, ett fenomen som man kan använda sig av för att bestämma tjockleken på t. ex. papper, plast eller metallfolier. Mellan det radioaktiva preparatet och mätinstrumentet placeras det föremål som skall undersökas, och instrumentets utslag blir då beroende av tjockleken. Man kan på så sätt mäta denna utan att beröra föremålet, vilket har sin betydelse för kontinuerlig mätning på pappersmaskiner och valsverk. Den ändring i instrumentets utslag som erhålles vid ändrad papperstjocklek kan sedan förstärkas och användas för reglering av pappersmaskinen så att tjockleken hålls konstant.

Medan de radioaktiva isotoperna framställes i vissa med bestrålningskanaler utrustade reaktorer av det slag och i den omfattning man önskar, bildas klyvningsprodukterna (fissionsprodukterna) i alla reaktorer genom den pågående kärnklyvningen. Dessa klyvningsprodukter är utomordentligt starkt radioaktiva och utgör därför idag ett besvärligt avfallsproblem. I framtiden kan man dock säkerligen få stor teknisk användning för dem.

Den radioaktiva strålningen är skadlig inte bara för människor utan även för mikroorganismer, och klyvningsprodukterna kan därför användas för steriliseringen av livsmedel och läkemedel, t. ex. temperaturkänsliga antibiotica. Först måste man dock genom omfattande experiment övertyga sig om att inga skadliga biverkningar uppstår.

Den viktigaste användningen för klyvningsprodukterna blir dock troligen för katalysering och genomföring av olika kemiska reaktioner och

polymerisationer. Genom bestrålning av vissa plaster kan man t. ex. erhålla nya molekylära bindningar, "cross-linkings", som ger materialet förbättrade egenskaper. Ett långt utvecklingsarbete återstår dock.

Atomforskningen i Sverige

Som avslutning på vår rundvandring skall vi se något på förhållandena i Sverige. Här finns två organisationer som arbetar med atomforskning, Atomkommittén och Aktiebolaget Atomenergi. Atomkommittén är en rent statlig kommitté som fördelar anslag till grundläggande forskning vid universitet och högskolor. Den handlägger även frågorna om det intereuropeiska kärnforskningsinstitutet CERN, som skall uppföras i Genève och utrustas med bl. a. två stora acceleratorer.

AB Atomenergi är ett halvstatligt bolag som bildades år 1947 för en mera industriellt inriktad atomforskningsverksamhet. Statens intresse av att understödja atomforskningen är uppenbart, men även industrin har här intressen att bevaka, och ur bolagets synpunkt är det viktigt att ha kontakt med industrin, eftersom en stor industriell insats är nödvändig, om planerna skall kunna förverkligas. Aktiekapitalet är 3,5 miljoner kronor, varav staten har tecknat 2 miljoner och ett antal privata industrier 1,5 miljon kronor. Detta har använts för vissa investeringar. För driften lämnas statsanslag, som till och med innevarande budgetår 1954/55 uppgått till cirka 42 miljoner kronor. Beloppen kan förefalla stora, men som jämförelse kan nämnas att USA:s motsvarande anslag år 1952 var 24 miljarder kronor, varav dock den största delen för militära ändamål.

En av bolagets första huvuduppgifter har varit att undersöka om man för rimliga kostnader kan utnyttja den stora energireserv som uranet i de mellansvenska skiffrarna representerar.

De uranhaltiga skiffrarna i Närke och Västergötland har uppskattats till respektive 1,7 och 3 miljarder ton och utgör en stor tillgång ehuru halterna är låga, 175—200 gram uran per ton. Om man antar att 1,5 miljard ton skiffer kan utnyttjas för uranframställning och försiktigtvis räknar med att endast 100 gram uran per ton i medeltal kan utvinnas, får man en kvantitet på 150.000 ton uran. Om man vidare antar att endast 0,7 % av denna kvantitet (utgörande U 235) kan utnyttjas som atombränsle, återstår cirka 1.000 ton atombränsle. Då 1 gram atombränsle i runt tal mosvarar 3 ton stenkol, kommer med ovannämnda förutsättningar energiinnehållet att motsvara 3 miljarder stenkolston. Den totala energiförbrukningen i Sverige torde för närvarande uppgå till ungefär 25 miljoner stenkolston, varför reserven av atombränsle med nuvarande förbrukning skulle räcka i drygt 100 år. Om man lyckas att i teknisk skala lösa breeding-problemet, blir tiden

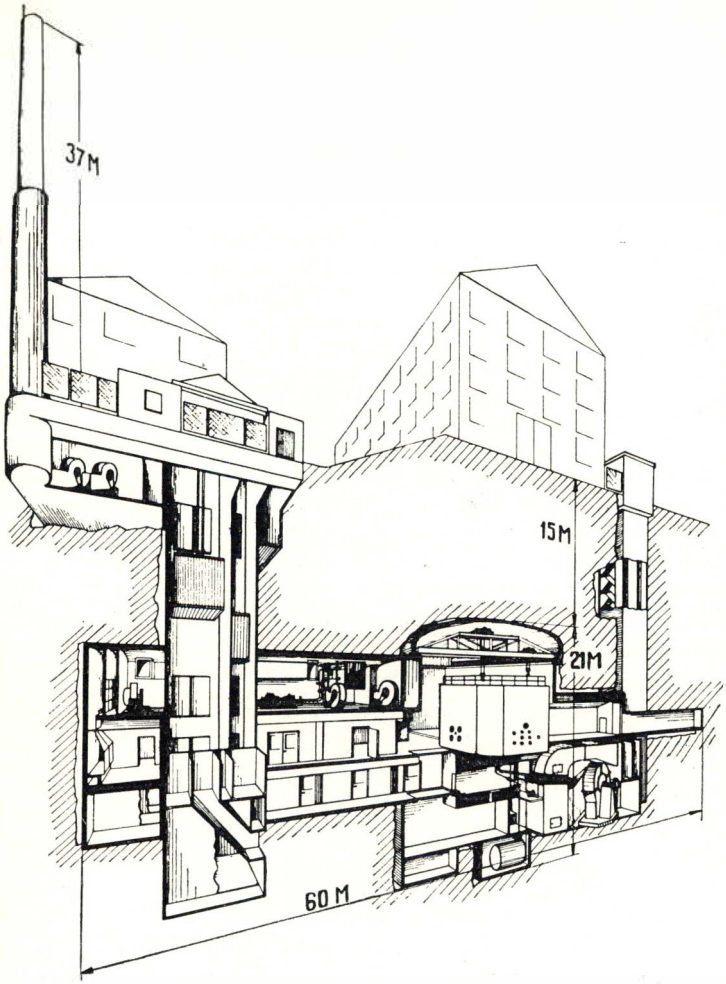
i stället 10.000 år. Som jämförelse kan nämnas att de svenska torvtillgångar som ekonomiskt kan bearbetas har uppskattats till 400 miljoner stenkolston. Bränslevärdet i våra oljeskiffrar torde vara av samma storleksordning, om man inte tar hänsyn till uraninnehållet. Den utbyggnadsvärda svenska vattenkraften uppskattas till cirka 80 miljarder kilowattimmar per år. Om den nuvarande ökningen av elkraftförbrukningen skulle fortsätta, kommer konsumtionen att om ungefär 20 år ha nått upp till detta värde.

Problemet att utvinna den energi som finns bunden i våra skiffertillgångar har lösts först i laboratorieskala, sedan i en hundra gånger förstorad skala i en försöksfabrik, och förra året började driften i ett ytterligare hundra gånger förstorat extraktionsverk i Kvarntorp. Svårigheterna har varit utomordentligt stora, och först om några år kan man uttala sig om till vilka kostnader man kan framställa uranet. Från Kvarntorp kommer ett koncentrat innehållande några tiotal procent uran, och detta underkastas i fabriksanläggningarna i Stockholm rening till kärnfysikaliskt ren oxid, som senare kan överföras till uranmetall.

I ett bergrum under IVA:s försöksstation startades den 13 juli 1954 vår första experimentreaktor, som innehåller ungefär 3 ton uran och 6 ton tungt vatten och har en effekt på några hundra kilowatt. Den kommer framförallt att användas för reaktortekniska studier, rörande t. ex. instrumentering, reglering och strålskydd, för materialundersökningar och i viss omfattning även för produktion av radioaktiva isotoper. Placeringen av denna reaktor nere i ett bergrum har väckt stort intresse i utlandet och betraktas som ett intressant alternativ, då det gäller att ur strålskyddssynpunkt isolera reaktorn från omgivningen.

Som nästa steg planeras en lågtemperaturreaktor på cirka 20.000 kilowatt, och man hoppas kunna färdigställa denna inom en tidrymd av 5 år. Inte heller den kommer att bli energiproducerande i ordets industriella betydelse. Den kommer att bli en mera avancerad försöksreaktor, där man ytterligare kan studera olika reaktortekniska problem, göra viktiga materialundersökningar och framställa isotoper i betydande omfattning. Denna reaktor kommer även att producera begränsade mängder plutonium, varigenom man kan få möjlighet att framställa sådant anrikat material som torde erfordras både för vissa energialstrande reaktorer och för studier av breeding-problemet. Denna reaktor kan icke förläggas i Stockholm, utan man måste söka ett annat område både för själva reaktorn och för de därtill hörande laboratorierna.

Största möjliga kontakt upprätthålles med atomenergiarbetet i andra länder, och utländska forskare inbjuds ofta som föreläsare, både av Atomkommittén och av AB Atomenergi. Även inom det fredliga området är ännu många detaljer hemliga, men utvecklingen tycks gå mot ett mera öppet internationellt samarbete.



För den svenska atomreaktorn har strålskyddsproblemet lösts genom att den, som den hittills enda i världen, placerats nedsprängd i berget. Bilden ger en uppfattning av anläggningens storleksordning.

AB Atomenergis målsättning är att söka få sådana erfarenheter och en sådan försörjning med uran och andra erforderliga råmaterial, att man successivt skall kunna bidra till att fylla de brister som uppstår i energibalansen och därmed bli till nytta för näringsliv och samhälle.

Spelteori och operationsanalys

Strategi och spel i poker och affärer

Referat av fil. lic. Karl-Olof Faxéns föredrag

Under andra världskriget inkallades, särskilt på den engelsk-amerikanska sidan, många vetenskapsmän för att sysselsättas med rent militära problem. Med sin vana att systematisera upptäckte de då att många taktiska problem inom krigföringen kunde behandlas enligt matematiska metoder.

Särskilt var det tydligt att en massa taktiska, militära situationer kunde behandlas enligt de matematiska principer för sällskapsspel som den österrikiske matematikern John von Neuman skisserat i en artikel redan 1928. von Neuman, som hade emigrerat till Amerika, fick i uppdrag att göra ytterligare undersökningar av möjligheterna att matematiskt analysera taktiska situationer. Resultatet av detta blev boken "Theory of Games and Economic Behavior", som utkom 1944 med Oskar Morgenstern som medförfattare.

von Neuman analyserade i detta verk bl. a. pokerspelet. En stor del av de militära situationer man ville undersöka kunde nämligen behandlas enligt samma principer som poker. Han urskilde två element i spelet, nämligen dels det sannolikhetsteoretiska, dels det strategiska. Det sannolikhetsteoretiska elementet är välbekant sedan länge. Sannolikheten för att exempelvis få tretal är 1/48, för att få full hand 1/694 osv.

Men poker består inte bara i att hålla reda på sannolikheten för att få en viss kortkombination. Det finns också en budgivning, och i denna kommer det strategiska elementet in. Principen i budgivningen är ju i allmänhet att man ger ett högt bud, när man har bra kort och tvärtom. Om man konsekvent tillämpar denna metod, har den dock den nackdelen att motståndaren kan bedöma, när man har bra kort eller dåliga och utnyttja detta. För att undvika denna risk bluffar man, dvs. bjuder ibland högt även med dåliga kort, och håller på så sätt motståndaren i ovisshet om sin taktik.

von Neumann försökte i sin teori på matematisk väg bestämma den optimala grad av bluff som tillämpad under en lång följd av spel ger maximal vinst. Han har lyckats ge en matematisk lösning för en ytterst förenklad form av poker, däremot inte för de former av poker som

vanligen spelas. Pokerspelarna kan alltså trösta sig med att pokerspelets automation ännu i matematikmaskinernas tidevarv är långt avlägsen.

Som ett militärt exempel på spelteoretisk analys kan vi välja uppträdandet vid strid mellan två jaktplan. För enkelhets skull antar vi att planens beväpning är lika, en raket per plan, och att striden tillgår så att planen flyger rätt mot varandra och avskjuter sin raket. Det finns två sätt att vinna. För det första kan man skjuta först och träffa. För det andra kan motståndaren skjuta först, missa och bli försvarslös. Exemplet är starkt förenklat men kan tjäna till att demonstrera metoden.

Om nu planet A konsekvent väljer 2 000 meters avstånd för skott och planet B upptäcker denna strategi, kan B använda sig av denna kunskap för att sätta A i ett ogynnsamt läge. Två fall kan då urskiljas. Om det är sannolikt att en raket som avlossas på 2.000 meters avstånd träffar, blir B:s åtgärd att skjuta på ett något större avstånd. Om det å andra sidan är sannolikt att A:s raket missar, är den optimala strategin för B att vänta och hoppas att A missar.

När A upptäcker B:s strategi, blir hans motåtgärd i det första fallet att öka avståndet något, i det andra fallet att minska det. När B i sin tur upptäcker detta, vidtar han motsvarande åtgärd å sin sida, vilket i sin tur leder till att A omprövar sin strategi, osv. Varje strategi som innebär att eld öppnas på ett givet avstånd kan alltid mötas med en motåtgärd som gör denna strategi ogynnsam. Det finns inget stabilt jämviktsläge.

Botemedlet mot detta är att införa bluff i den formen att man öppnar eld på olika avstånd vid olika tillfällen, på samma sätt som en skicklig pokerspelare tillämpar en viss oregelbundenhet i sin budgivning för att dölja sin verkliga kortstyrka. Man låter exempelvis det vanligaste eldöppningsavståndet vara 1.500 m, och sedan får en slumpmekanism sköta avfyrningen, så att eldöppningsavståndet kommer att följa en viss sannolikhetsfördelning. Skott avfyras än på 1.000 m, än på 2.200 m osv. Bägge sidor kommer att försöka bestämma motsidans statistiska fördelning för skjutavståndet och anpassa sig efter denna. von Neumann visar att anpassningsprocessen i detta fall leder till ett stabilt jämviktsläge, det s. k. minimaxläget. I detta kan ingen av spelarna förbättra sin situation genom att byta strategi. En spelare som behärskar spelteorin kan räkna ut minimaxstrategin från början och således hoppa över den långa anpassningsprocessen. von Neumann antar att alla spelare känner till hans metoder och är oändligt intelligenta, så att de omedelbart bestämmer det stabila jämviktsläget och någon anpassningsprocess aldrig uppstår.

Vid bedömningen av möjligheterna att använda dessa resonemang för praktiska problem är det främst två saker man bör vara uppmärksam på.

1. Hur pass väl kan man återge verkligheten med en matematisk modell? Känner man data och funktionssamband så noga att det finns verkligt underlag för en matematisk behandling?

2. Är det rimligt att inrikta sig på att direkt uppnå minimaxläget? Detta innebär att man avstår från att försöka utnyttja bristerna i motståndarens intelligens. Ofta är det väsentligt att vinna fördelar under anpassningsprocessen, fördelar som går förlorade om man omedelbart väljer den strategi som för till det slutliga stabila jämviktsläget.

Dessa faktorer kan i allmänhet väntas göra det meningslöst att för praktiska affärsproblem göra spelteoretiska beräkningar med hjälp av matematikmaskiner osv. Det är bättre att låta sig ledas av erfarenhet och intuition.

Det finns dock situationer där det kan behövas en spelteoretisk behandling:

1. när man ändå måste mekanisera beslutfattningen, vilket kan vara fallet just vid användningen av moderna stridsmedel;

2. när man står inför helt nya situationer, där utnyttjandet av tidigare erfarenheter kan ge upphov till falska analogier.

Hittills har vi endast behandlat spel mellan två personer. Spel mellan flera personer är mera komplicerade, och där uppträder nya företeelser. Särskilt viktigt är att spelarna kan dela upp sig i grupper, koalitioner, som samarbetar mot varandra. Samarbetet kan ta sig uttryck i formella avtal, tysta överenskommelser eller endast ömsesidigt hänsynstagande. I teorin för flerpersonsspel utreds hur ett sådant samarbete måste vara beskaffat för att stabilitet skall kunna uppnås och vidmakthållas. Särskilt intressant är von Neumanns demonstration av att det är nödvändigt att utöver de egentliga spelreglerna vissa moraliska normer respekteras av spelarna för att ett för alla gynnsamt, stabilt läge skall kunna vidmakthållas.

Tyvärr har det inte lyckats att behandla dessa problem annat än under ytterst starkt förenklande antaganden, och man kan inte lägga teorin för flerpersonsspel i dess nuvarande skick till grund för realistisk analys. Ändå kan det i vissa fall vara nyttigt att tänka i spelteoretiska banor. Vid tolkningen av ett företags beteende kan det vara fruktbärande att tänka sig att företaget följer en viss långsiktig strategi, utformad med hänsyn till olika intressen inom företaget och till förväntningarna om konkurrenters och intresseorganisationers motåtgärder. Särskilt vid oligopolistisk konkurrens, där det ofta är fråga om ömsesidigt hänsynstagande av det slag som analyseras i teorin för flerpersonsspel, kan detta strategiska betraktelsesätt väntas bli fruktbärande.

Operationsanalys – ett sätt att veta mera och gissa mindre

Referat av civilingenjör Sven A. Hanssons föredrag

Om spelteorin således inte har fått någon mera allmän tillämpning inom näringslivet, kan motsatsen sägas om operationsanalysen. Operationsanalysen använder vanligen mycket enklare matematik än analysen av tvåpersonsspel och blir därigenom lättare att tillämpa praktiskt. Dess metod är i korthet:

1. att formulera målet för den verksamhet som skall analyseras och ange hur resultatet skall mätas;

2. att bestämma vilka variabler och funktionssamband (ofta av sannolikhetsteoretisk eller statistisk art) varav resultatet är beroende;

3. att finna de värden på de variabler som företaget självt kan påverka som ger det högsta resultatet.

Ur spelteoretisk synpunkt kan operationsanalysen sägas behandla enpersonsspel. Man betraktar inte motståndarens val av strategi som en motåtgärd mot ens egen strategi. Matematiskt sett är problemen maximationsproblem, som kan lösas utan von Neumanns teorier.

Några exempel på operationsanalys, hämtade från det militära området, kanske kan klargöra vad metoden kan ge. Inom brittiska kustförsvaret diskuterades i början av kriget, vid vilket djup en sjunkbomb fälld från flygplan skulle explodera för att få bästa möjliga effekt. Man hade vissa data tillgängliga: ubåtens dykhastighet, sjunkbombens sjunkhastighet, viss statistik över träffverkan m. m. Med ledning av en matematisk analys av dessa förutsättningar fick man fram en fällningstaktik som fördubblade antalet sänkta ubåtar per anfall. Detta skedde utan någon omkonstruktion av befintlig utrustning och utan att nya stridsmedel infördes.

Ett taktiskt problem av stor räckvidd var under kriget huruvida man på västmaktssidan skulle använda sitt flyg företrädesvis för att sänka ubåtar ute på havet, bomba ubåtshamnar eller bomba varven. Vid analysen skaffade man fram sådana för problemet väsentliga siffror som produktionstid för en ubåt, hur lång tid en ubåt kunde ligga ute i effektiv användning per resa, hur lång tid den måste ligga inne för underhåll, bunkring m. m., vilken statistisk effekt man kunde räkna med vid bombning enligt de olika alternativen osv. På en operationsanalytisk bearbetning av dessa data byggde man sedan sin strategi, som blev mycket framgångsrik.

Operationsanalysen är en tillämpad vetenskap som strikt håller sig

till vetenskapliga frågeställningar, och den bortser därför från sådana faktorer som tradition, moral, politik osv., vilka man överlämnar åt de beslutande instanserna att ta hänsyn till. Gången i en analys är i korthet att man 1) söker de fakta som kan tänkas vara bestämmande för den analyserade situationen, 2) väljer teoretiska angreppspunkter på problemet och 3) utför beräkningarna. En förutsättning för att man skall kunna tillämpa dessa metoder är naturligtvis liksom för spelteorin att situationen är möjlig att uttrycka i matematiska storheter och att funktionssambanden går att analysera med matematiska metoder.

Det är mycket viktigt att man bedömer problemet förutsättningslöst och i analysen tar med alla de faktorer som kan tänkas inverka på situationen. Under kriget upptäckte de sjömilitära myndigheterna i Amerika att handelsfartyg som beväpnats med luftvärnskanoner knappast någonsin lyckades skjuta ner ett fientligt flygplan. Den närmast till hands liggande åtgärden tycktes vara att använda kanonerna till något nyttigare, men en närmare analys av förhållandena visade att antalet av bomber sänkta fartyg var betydligt lägre för beväpnade fartyg än för obeväpnade. Luftvärnet hämmade tydligen det fientliga flygets fällningsprecision och var således effektivt, även om man inte sköt ner några plan.

En stor amerikansk postorderfirma hade många returer på sina postförskott och trodde sig se ett samband mellan inkomstfördelningen hos kunderna och antalet returer. Den operationsanalys som gjordes visade emellertid att tiden mellan beställning och leverans var den viktiga faktorn, och genom att göra expeditionstiden kortare kunde firman minska antalet returer.

Hur kan nu operationsanalysen användas i näringslivet? Större svenska industrier har länge använt operationsanalytiska metoder exempelvis för planering, långt innan man började kalla det för operationsanalys. Om t. ex. en grupp på flera maskiner betjänas av en arbetare, uppstår en viss spilltid i maskinen, när två maskiner kräver tillsyn samtidigt. Med operationsanalytiska metoder kan man beräkna hur många maskiner en arbetare bör betjäna med hänsyn till sannolikhet för samtidigt stillestånd i två maskiner, kostnad för maskiner, kostnad för arbetaren m. m. Televerket har planerat telefonstationernas automatiska utrustning efter abonnenttäthet och samtalsfrekvens med hjälp av dessa matematiska tillvägagångssätt. I England har man bl. a. räknat ut om det lönar sig att permanentbelägga vägar. Vid planering av nya dammbyggnader i Holland har man på motsvarande sätt beräknat hur höga dessa bör vara med ledning av statistik över vågornas höjd, antagen kostnad för förstörelse i händelse av att havet bryter igenom vallen, kostnad för vallen vid olika höjd m. m.

På sätt och vis är naturligtvis detta som vi kallar operationsanalys bara sunt förnuft klätt i matematisk form, men den är ett renodlat

sunt förnuft som kan uttryckas *kvantitativt,* som inte tar hänsyn till annat än kalla fakta, alltså inte till känslomässiga överväganden. Den kan därför vara till stor nytta genom att förse verkställande organ med faktiska uppgifter, som kan bli en fast grund för deras senare, delvis och nödvändigtvis känslomässigt påverkade beslut.

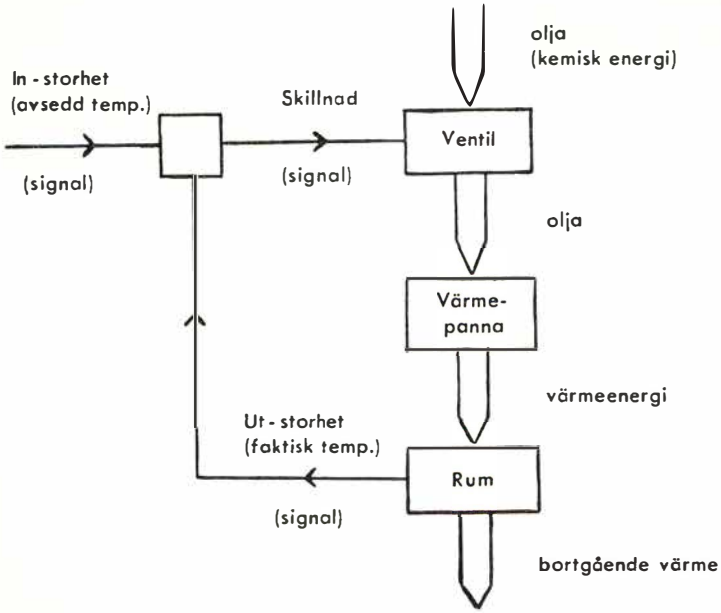
Cybernetik – den nya vetenskapen

av byrådirektör Göran Kjellberg

Ordet cybernetik skall enligt sin uppfinnare, matematikern Norbert Wiener, beteckna den vetenskap som studerar "control and communication in the animal and the machine" — på svenska ungefär "styrning och meddelande (eller signalerande, signal) hos levande varelser och maskiner". Detta låter kanske inte så märkligt; "styrning" och "meddelande" är kända saker, men studera dem särskilt — ja, det kan man naturligtvis alltid göra. Aristoteles kunde ha definierat cybernetiken, om det bara kommit an på att känna till begreppen. I det följande skisseras först ett sammanhang, som cybernetiken kan placeras in i.

"Det hela är lika med summan av sina delar", skrev Euklides, och man kan tycka att det inte finns mycket mer att säga om den saken. Formuleringen är koncis och enkel; satsen inte bara är, den låter självklar. Det är förstås det som är förrädiskt, och som kan komma en att ta för en allmängiltig sats vad som bara är ett geometriskt axiom — och även i den rollen en smula ofullständigt uttryckt. I varje fall verkar det nu anmärkningsvärt, att det bara är trettio år sedan "gestaltpsykologien" särskilt underströk att Euklides' tes inte gäller i psykologien. Man påpekade, att en människas själsliv är något annat och mera än bara sammanfattningen av hennes föreställningar eller mera precist uttryckt: att det finns exempel på "helheter", vars egenskaper inte kan härledas enbart ur delarnas egenskaper. Andra exempel är levande organismer och konstverk; det framhålls ju ofta att "det väsentliga" i en tavla eller en dikt inte fångas genom en analys av beståndsdelarna.

Tendensen att betrakta, fatta och studera helheter "ligger i tiden". En rad vetenskaper har blivit medvetna om att de studerar helheter eller system, vars egenskaper är helt andra än dem man skulle förmoda, när man endast känner beståndsdelarnas egenskaper. Psykologien är nämnd, och före dess hade saken varit på tal i sociologien. På sistone har nationalekonomien i spelteorien fått se exempel på hur radikal skillnaden kan vara mellan ett system med struktur (möjligheten till koalitioner) och en samling oberoende spelare. Även "the general reader" kan vara med och känna vartåt vinden blåser, på modeord som "helhetssyn på människan", "beteendemönster" (i synnerhet



mönster), "struktur", "automation". "Mönster" är karakteristiskt — det är ett exempel ur vardagslivet där *strukturen,* anordningen av delarna är det väsentliga, delarna som sådana av mindre betydelse. Detta är Aristoteles' gamla distinktion mellan form och materia (man ser att han dock, i motsats till Euklides, hade något med ämnet att göra).

Innebörden av alla dessa ord, "helheter", "delar", "struktur", är ännu så länge ytterligt diffus, åtminstone efter naturvetenskaplig måttstock, och det beror naturligtvis på att de exempel vi hittills nämnt är så komplicerade att de på intet vis nu kan vetenskapligt förstås. Man kan inte säga vad som är "delar", vad som är "struktur", och hur helhetens beteende "beror" på det ena och det andra. Distinktionerna blir något klarare i naturvetenskaperna. Inom biologi och medicin är problem av den här typen högaktuella, och sedan några decennier har problem rörande "helheter med struktur" studerats även i den "döda" tekniken, särskilt i elektroteknik och regleringsteknik. Den senare branschen kallas också servoteknik eller servoteori. Det är här man finner de allra enklaste exemplen, dem som man måste börja med om man skall ha utsikt att senare förstå mera komplicerade system, eller "helheter".

Själva poängen i ett servosystem är, som läsaren erinrar sig från laborator Wiklands föredrag, något som kallas "negativ återföring eller återmatning" ("negative feed-back"). Tag t. ex. en termostat som i

schematiskt diagram kan se ut som i vidstående figur. Om rummets faktiska temperatur är en annan än den avsedda, påverkas oljetillförseln till värmepannan på sådant sätt att den faktiska temperaturen ändras i riktning mot den avsedda, skillnaden mellan dem minskar. Allmänt har man vid ett servosystem en eller flera storheter som skall regleras så att de får ett föreskrivet förlopp (som ju ibland också kan bestå i ett fixt värde). Tillgripande ett riskabelt bildspråk kan vi säga att apparaten fungerar genom att ständigt observera sitt eget arbetsresultat och låta skillnaden mellan det avsedda resultatet (in-storheten) och det faktiska resultatet (ut-storheten) påverka det senare (därav *åter*matning), på sådant sätt att skillnaden själv minskar (därav *negativ*).

En termostat är så enkel, att expertisen knappast räknar den till de riktiga servosystemen, men dess beteende, exempelvis dess stabilitet eller instabilitet, är dock i viss mening strukturberoende, och man kan på den göra följande allmänt giltiga observationer.

a) Man skiljer mellan överföring av energi och överföring av signaler.

b) En signal *styr* överföringen av energi.

c) Vissa överföringsvägar bildar tillsammans en sluten slinga (det är just återmatningen).

Distinktionen mellan överföring av signaler och överföring av energi är delikatare än den kan se ut. Man kunde säga att en signal är ett stycke energi med struktur, men då en bestämd energimängd inte kan tänkas utan *någon* sorts struktur, om än aldrig så enkel, är det riktigare att säga, att det överförda energipaketet är en signal, om dess struktur bevaras eller utnyttjas. Detta är fortfarande inte särskilt precist (vad är "struktur"?!); i praktiken är dock skillnaden alldeles klar. Man kan jämföra å ena sidan kraftverk, kraftledningar, tåg, båtar, flygmaskiner, atombomber, och å den andra radio, telefon, foto, film, television, matematikmaskiner... Dessa båda grupper representerar var sin riktning inom teknologien, olika i både syfte och metod. I förra fallet, man kunde kalla det kraftteknik (power engineering), är det primära syftet att transformera eller flytta materia och energi, i det andra är uppgiften att återge ett meddelande eller en signal, eventuellt också att bearbeta eller omforma den. Ett svenskt namn skulle kunna vara "informationsteknik" (communication engineering).

Energi och materia tillsammantagna utgör ett något som är oförstörbart. I en kraftteknisk anläggning kan man därför redovisa hur mycket som går in, hur mycket som går ut, hur mycket som går bort i förluster, och kontrollera att summan stämmer. Någon möjlighet att i siffermått redogöra för vad en informationsteknisk anläggning, t. ex. en telefonförbindelse, presterar, har tills helt nyligen inte funnits.

År 1948 publicerades, ungefär samtidigt av Wiener i boken "Cybernetics" och framförallt av C. E. Shannon i "The Mathematical

Theory of Communication", en matematisk analys av en "meddelandekanal" och i samband därmed en definition av ett kvantitativt mått för "information". Denna nya storhet visar sig vara av annan art än energi och materia; information är t. ex. inte oförstörbar. Shannons och Wieners resonemang är följande. Den väsentliga operationen vid sändandet av ett meddelande är *utväljandet* av just detta ur en given mängd av möjliga meddelanden. Informationsmåttet anger *hur komplicerat* detta val är i medeltal och är sålunda beroende av a) hur många meddelanden den givna mängden innehåller, b) de olika meddelandenas sannolikheter. Man kan däremot inte tala om informationsinnehållet i ett enstaka meddelande i och för sig. Detta informationsbegrepp har teknisk betydelse och är från den synpunkten naturligt; man bygger aldrig en informationsteknisk anläggning för att bearbeta eller överföra ett enda meddelande utan just för en hel klass av möjliga meddelanden. Däremot är det rentvättat från alla mänskliga bibetydelser av "kunskap", "mening", o. d.

Informationsteorien, som den kommit att kallas, väckte genast det största intresse och har utlöst intensiv forskningsverksamhet på skilda områden. Detta förklaras av att operationen "utväljande" är fundamental även utanför informationstekniken; man vet ju att den är karakteristisk i levande varelsers aktivitet. Ett annat exempel är utvecklingslärans naturliga urval. Ett kvantitativt mått, som kan tillämpas på väljandet, introducerar exakta metoder på många olika områden.

"Styrning" är, liksom signal och meddelande, ett ord som Aristoteles kände till (*Κυβερνητης* = rorsman) men som först i vår tid fått en kvantitativ innebörd. Läran om styrning är nämligen nästan synonym med läran om förstärkare plus läran om servosystem; bägge är forskningsområden av färskt datum men under intensiv utveckling. Det mesta av vad man idag vet om styrning är yngre än elektronröret. En förstärkare är en ventil för energi; i den meningen är t. ex. också en dammlucka och oljeventilen i termostaten att anse som förstärkare.

Det är nu klart hur cybernetiken passar in i sammanhanget. Önskemålet är att studera komplicerade system, exempelvis levande varelser eller samhällen. Ur undersökningen av de enklaste modeller som kan påträffas, servosystemen, destillerar man fram så allmänna principer och begrepp som möjligt, exempelvis negativ återmatning, och undersöker därnäst om dessa kan bidra till förståelsen av de mera komplicerade systemen. I det föregående har det talats om "helheter med struktur" i motsats till "helheter utan struktur". Distinktionen är måhända intuitivt begriplig men svår att definiera. Man kan försöka med andra indelningar. Så kan man t. ex. skilja på system med historia och system utan historia, eller på system med minne och system utan minne, men man tycks även då råka i definitionssvårigheter. Man blir antagligen tvungen att medge, att man inte kan säga så noga, vad ett servosystem

egentligen är en enkel modell av — och att kanske just detta, att finna en sådan definition, är ett av undersökningens syften. I någon likhet med Mästaren Ma söker cybernetiken den fråga, på vilken servosystemen är ett svar.

Det kan väl nu anses visat, att cybernetiken har ett innehåll. Om namnet kommer att stå kvar som beteckning på en självständig vetenskapsgren, beror ju på om forskningsområdet är naturligt avgränsat och lagom stort, och det kan man inte nu veta.

I varje fall har de cybernetiska idéerna satt igång eller stimulerat ett stort antal undersökningar, dels av de mänskliga sinnenas egenskaper som kanaler för information (framförallt på örats och hörselns område har man de sista åren nått mycket intressanta resultat), dels av nervsystem och hjärna hos djur och människor. Av de förra har man enligt Wiener anledning att vänta sig även praktiska resultat i form av förbättrade hjälpapparater för blinda och döva. Det senare forskningsfältet har fått en ny uppslagsända i fenomenet negativ återmatning, och några forskare har byggt små robotar innehållande flera hopkopplade servosystem. Redan för dessa ganska enkla apparater är det praktiskt omöjligt att förutberäkna hur de kommer att bete sig i alla tänkbara situationer, och de studeras därför empiriskt. Genom successiva modifikationer och tillbyggnader försöker man få dem att allt bättre efterhärma enkla djurs beteende.

En annan väg att tillämpa cybernetikens principer är att i det mänskliga nervsystemet söka upp kretsar som skulle kunna beskrivas som slingor med negativ återmatning. Man hamnar därvid i ett intressant terminologiskt dilemma. I det föregående förklarade vi negativ återmatning med hjälp av ett begrepp som hör hemma i människans psykologi, nämligen "avsett resultat". Påträffar man däremot i naturen en likadan struktur, kan man givetvis inte förutsätta att någon "avsikt" föreligger, och även om så vore, har man inte möjlighet att säga vilket det avsedda resultatet är. Hur skall man då beskriva en sådan slinga? Engelsmannen Ashby har påpekat, att "avsikt" är det svåra ordet och "negativ återmatning" det lätta, eller i varje fall det som vi har möjlighet att lära känna i verkligheten, och att man därför rimligtvis bör definiera "avsikt" med hjälp av "negativ återmatning" och inte tvärtom. Förmodligen har Ashby gått händelserna ett stycke i förväg. Bland mycket annat som man inte vet är ju också om negativ återkoppling kommer att behålla sin betydelse eller ens vara av intresse vid verkligt komplicerade system. Hans idé må emellertid illustrera de anknytningsmöjligheter till andra områden som cybernetiken erbjuder, just genom att de grundbegrepp den intresserar sig för är enkla och fundamentala. Den största betydelse som cybernetiken idag kan ha består kanske också i att den förmedlar kontakt mellan olika specialområden och därigenom ger sitt bidrag till en bättre sammansmältning av det mänskliga vetandet.

Litteraturanvisningar

Allmänt om automationen

American Management Association's publikationer:
Electronics in the Offices (*Office Management Series* 1952: 131).
Automation and Other Technological Advances (*Manufacturing Series* 1952: 205).
Guides to Meeting Tomorrow's Production Needs (*Manufacturing Series* 1953: 209).

"Automation: A Factory Runs Itself". *Business Week,* March 29 1952, s. 146—150.

DIEBOLD, JOHN: Automation — The Advent of the Automatic Factory. Van Nostrand Company, New York 1952.

EWING, DAVID W.: Thinking Ahead: The Automatic Factory. *Harvard Business Review* XXIX (November 1951), s. 15—20.

VON HAMOS, L.: Kan vi få automatiska fabriker? *Textil och konfektion* 1954: 1.

HÄHNEL, SIGGE: Kan den helautomatiska fabriken bli verklighet? *Teknisk Tidskrift* 1953: 18, s. 369.

LEONTIEF, WASSILY: Machines and Man. *Scientific American* CLXXXVII (September 1952), s. 150—160.

OSBORN, DAVID G.: Geographical Features of the Automation of Industry. University of Chicago 1953.

PERSPEKTIV nr 1, specialnummer av *Morgenbladet,* Oslo.

REHN, GÖSTA K.: Elektronoraklet i Washington, *Perspektiv* 1954: 2.

RICE, ROBERT S.: The Technology Is Ready for the Factory of the Future. *Factory Management and Maintenance* CX (April 1952), s. 87.

"The Automatic Factory", *Fortune XXXIV* (November 1946), s. 160—164.

WADDELL, H. L.: Progress in Automatic Production. *Mechanical Engineering* LXXV (March 1953), s. 207—210.

WIENER, NORBERT: The Future of Automatic Machinery, *Mechanical Engineering* LXXV (February 1953), s. 130—132.

WIENER, NORBERT: Materia, maskiner, människor. Cybernetiken och samhället. Forum 1952.

Tekniska förutsättningar

Transistorer

RIDENOUR, LOUIS N.: A Revolution in Electronics. *Scientific American* CLXXXV (August 1951), s. 13—17.

Matematikmaskiner

ENGEL, LEONARD: Electronic Calculators: Brainless But Bright. *Harper's Magazine* CCVI (April 1953), s. 84—90.

Automatiska kontrollsystem

LEAVER, E. W., and BROWN, J. J.: Electronics and Human Beings. *Harper's Magazine* CCIII (August 1951), s. 88—93.

NAGEL, ERNEST: Automatic Control. *Scientific American* CLXXXVII (September 1952), s. 44—47.
WIENER, NORBERT: Cybernetics. *Scientific American* CLXXIX (November 1948), s. 14—19.

Exempel på automation av tillverkning

"Centralized Lubrication". *Food Engineering* XXIV (December 1952), s. 76—77, 201.
HIGHTOWER, J. V.: The New Corn Products Plant: It Makes Wet-Milling History. *Chemical Engineering* LVI (June 1949), s. 92—96, 144.
MORSE, R. E., DAYEN, W. R., and CHRISTENSEN, K. M.: Kingan Perfects Continuous Process That Revolutionizes Fat Rendering. *Food Engineering* XXIV (November 1952), s. 72—74, 174, 176.
"Printed Circuits for Home Radio Receivers". *Electronics* XXV (November 1952), s. 140—142.
SLATTERY, W. R.: Automation at Ford, Ford Motor Company. *Society for Advanced Management,* April 16 1952.
"The First Automatic Radio Factory". *Fortune* XXXVIII (August 1946), s. 90—93.
"This 99 % Automatic Plant Is Running Today". *Factory Management and Maintenance* CX (April 1952), s. 78—79.

Exempel på automation på andra områden än tillverkning

"Electronic Brains Take on New Jobs". *Business Week,* April 19 1952, s. 38—42.
"Electronic Office Nearer". *Business Week,* March 15 1952, s. 117—118.
FAIRBANKS, RALPH W.: Electronics in the Modern Office. *Harvard Business Review* XXX (September—October 1952), s. 83—98.

Automationens verkningar

"Coal Pipeline". *Business Week,* April 4 1953, s. 48.
MEIER, R.L.: Automatism in the American Society. Unpublished Manuscript, *Committee on Education and Research in Planning,* University of Chicago, 1952.
MEIER, R. L.: Automatism in the Early Stages of Economic Development. Unpublished Manuscript, *Committee on Education and Research in Planning,* 1953.

Bibliografier

BARRET, F. D., and SHEPARD, H. A.: A Bibliography of Cybernetics. Massachusetts Institute of Technology 1953.
Selected References on Automation, *Factory Management and Maintenance,* 1953: 6.

SNS vill

- vidga och sprida kunskapen om ekonomiska och sociala förhållanden och om näringslivets och samhällets funktioner och arbetssätt;
- främst inom näringslivet men även i vidare kretsar stimulera intresset för samhällsekonomiska och andra allmänna frågor såväl som för arbetslivets problem, och för positiva insatser i vad avser forskning, diskussion och individuellt ställningstagande rörande dessa frågor, för att därigenom
- bidra till att skapa förutsättningar för en allmän politik som tillfredsställer kraven på snabb ekonomisk utveckling och socialt framåtskridande.

SNS verkar

- genom vetenskaplig forskning,
- genom studier och debatt i lokala grupper,
- genom centrala konferenser och kurser och
- genom att publicera resultaten från dessa verksamhetsfält.

Forskning

i ekonomiska, sociologiska och andra samhällsvetenskapliga problem och i företagsadministrativa frågor bedrivs av vetenskapsmän inom eller utom SNS.

Lokalgrupper

har bildats runt om i landet av personer i företags- och arbetsledande ställning för studium och diskussion av resultaten från forskningsarbetet och av andra ämnen i anslutning till särskilda föredrag. Inom lokalgrupperna försiggår en betydelsefull verksamhet i mindre *arbetsgrupper*, som mera ingående bearbetar särskilt aktuella frågor.

Konferenser och kurser

kring företagslednings- och samhällsproblem anordnas på olika håll med deltagande av representanter för näringsliv, stats- och kommunalförvaltning, arbetarrörelsen, universitet och högskolor samt andra institutioner.

Publikationer

Resultatet av forskningsarbetet utges i SNS skriftserie — se omstående sida. Småskriftserien Studier och debatt innehåller sammanfattningar av större utredningar liksom rapporter om mindre omfattande undersökningar. SNS publicerar stundom också debattinlägg eller handlingsprogram, i vilka forskare och arbetsgrupper framlägger sina synpunkter på av dem behandlade problem.

SNS är en ideell sammanslutning av enskilda personer inom svenskt näringsliv.

SNS är fristående från både politiska partier och intresseorganisationer.

SNS bildades den 5 juni 1948, och dess arbete finansieras genom bidrag från näringslivet.

SNS SKRIFTSERIE

TJÄNSTEMÄNNEN, NÄRINGSLIVET OCH SAMHÄLLET
En attitydundersökning
av *Edmund Dahlström*. 280 sid., utg. 1954. Pris kr 14: 50

KONJUNKTURER OCH EKONOMISK POLITIK
Utveckling och debatt i Sverige sedan första världskriget
av *Erik Lundberg*. 552 sid., utg. 1953. Andra tryckn. 1953.
Pris häft. kr 28: 50, inb. kr 32: 50

NÄRINGSLIV OCH SAMHÄLLE
En samling föredrag från SNS konferenser
124 sid., utg. 1953. Andra tryckn. 1954. Pris kr 7: 50

TJÄNSTEMÄNNEN OCH DEN INDUSTRIELLA OMVANDLINGEN
En studie av tjänstemannakårens tillväxt inom industrien
av *Erik Höök*. 114 sid., utg. 1953. Pris kr 5: 50

DISTRIBUTIONSEKONOMISKA PROBLEM
En inventering
164 sid., utg. 1953. Pris kr 9: 50

MÄNNISKAN I INDUSTRISAMHÄLLET — ARBETSLIVET
av *Torgny T. Segerstedt* och *Agne Lundquist*. 440 sid., utg. 1952. Pris kr. 25: —

SVENSK STATSFÖRVALTNING I ARBETE
av *Gunnar Heckscher*. 436 sid., utg. 1952. Pris häft. kr 14: 50, inb. kr 17: 50

EFFEKTIVITET OCH RÄTTSSÄKERHET
Ett diskussionsinlägg om statsförvaltningen
28 sid., utg. 1952. Pris kr 1: 50

VINSTDELNING OCH VINSTANDELSSYSTEM
Uppkomst — Utveckling — Framtidsmöjligheter
av *Torsten Skytt* och *Sven H. Åsbrink*. 48 sid., utg. 1952. Pris kr 3: 75

KONKURRENS ELLER SAMVERKAN
Ett diskussionsinlägg om kartell- och monopolproblemen
av *Hans Brems, Bert Lindström, Jonas Nordenson, Jan Rydström, Ulf af Trolle* och *Jan Wallander*. 260 sid., utg. 1951. Pris kr 8: 75

FÖRHÅLLANDET MELLAN FÖRETAG OCH ANSTÄLLDA I SVENSK INDUSTRI
Några jämförelser med amerikanska förhållanden
av *Charles A. Myers*, Massachusetts Institute of Technology.
116 sid., utg. 1951. Pris kr 6: 75

Myers' bok finns även i en engelsk upplaga

INDUSTRIAL RELATIONS IN SWEDEN
112 sid., utg. 1951. Pris inb. kr 8: 75

SKOLREFORMEN OCH NÄRINGSLIVET
Synpunkter på försöksverksamheten och reformens psykologiska och pedagogiska förutsättningar
av *Jan Agrell*. 135 sid., utg. 1950. Pris kr 4: 50

SNS böcker finns i bokhandeln — men de kan också beställas direkt från SNS, Sköldungagatan 2, Stockholm Ö.
Tel. 23 25 20 Pg 35 62 60