DATAMATISKE STYRINGSSYSTEMER

En udfordring til dansk erhvervsliv

Et foredrag holdt af direktør Niels Ivar Bech, Regnecentralen
i Akademiet for de Tekniske Videnskaber
29. november 1966.

A/S REGNECENTRALEN - KØBENHAVN

1967

Akademiet for de Tekniske Videnskaber opfordrede september 1966 direktør N. I. Bech til at holde et foredrag ved det månedlige medlemsmøde d. 29. november 1966.

Foredragets struktur og indhold er baseret på en række interne diskussioner REGNECENTRAL-medarbejdere imellem og er i det følgende gengivet efter manuskript. De forskellige illustrationer blev vist som lysbilleder.

RESUMÉ

Principperne for datamatisk styring og de elementer, som indgår i udformningen af datamatiske styringssystemer, bliver illustreret ved en gennemgang af udviklingslinien fra konventionel til automatisk procestyring.

Det påvises, at det stærke fald i omkostningerne per dataproces vil fremtvinge anvendelse af datamatisk styring på stadig flere områder, og at denne udvikling indeholder en udfordring til såvel producenterne af de enkelte komponenter som til brugerne. Betydningen af at det her er brugeren, der må påtage sig initiativet og lede udviklingen, bliver kraftigt understreget.

Mulighederne og betingelserne for, at dansk erhvervsliv kan følge med i denne udvikling, trækkes op. Hovedproblemet er at skabe en struktur, der befordrer og udnytter et samarbejde mellem virksomheder, som hidtil kun har haft meget små berøringsflader.

Datamatisk styring — hvad er det?

Lad mig begynde med at omtale, hvad jeg mener med begreberne styring, automatisk styring og datamatisk styring.

I styringen af en proces indgår der tre elementer: *måling* af hvordan processen faktisk forløber i øjeblikket; *sammenligning* af det faktiske forløb med en ønsket tilstand; og *indgreb* i processen for at opnå den ønskede tilstand.

Vi taler om *automatisk styring, når et eller flere af elementerne i styringsprocessen – måling, sammenligning og indgreb – foretages af maskiner.* Et simpelt eksempel på automatisk styring er reguleringen af temperaturen i et hus ved hjælp af en termostat. I større målestok kendes den automatiske styring f. eks. fra servostyringen af kraftværkskedler.

Den datamatiske styring vil jeg definere som en automatisk styring af administrative eller industrielle processer ved anvendelsen af elektroniske datamaskiner, datamater. Hovedvægten er her lagt på selve værktøjet – altså datamaten – for at understrege, at der er tale om en automatisering, som på væsentlige punkter adskiller sig fra den hidtidige automatisering.

Den automatiske styring, som vi kender den i dag, udføres af apparater, der er stærkt specialiseret i deres opbygning. Det er apparater, der er fast indstillet til at udføre nogle få simple operationer. I modsætning hertil kan datamaten karakteriseres som et universelt styringsværktøj. En datamat er ikke bygget med henblik på at løse én bestemt opgave. Den er simpelt hen indrettet til at bearbejde store mængder af data med en uhyre hastighed og sikkerhed. Datamatens universelle anvendelighed er betinget af, at den programmeres til at behandle data på vidt forskellig måde; en hvilken som helst styringsfunktion, der kan defineres eksakt, kan programmeres, således at den kan udføres af en datamat.

Den datamatiske styring adskiller sig fra den mekaniske automatisering ved at være: *hurtigere* – fordi den er elektronisk; *mere pålidelig* – der er færre mekaniske dele; og *mere fleksibel* – der kræves ofte kun en udvidelse af selve programmerne for at opnå en mere kompleks styring med det samme udstyr.

Det, der giver den afgørende forskel, er muligheden for at håndtere meget store datamængder automatisk. Størstedelen af de automatiske styresystemer, der anvendes i dag, er kombinationer af styrekredse, der kontrollerer en enkelt variabel, f. eks. et tryk eller en temperatur. Hver af disse styrekredse indstilles uafhængigt af hinanden efter mere eller mindre empiriske regler. Man kan opnå et langt bedre resultat, hvis styringen af de enkelte variable koordineres. I den datamatiske styring kan der indgå et langt større antal parametre end det, der er muligt at behandle ved en ren mekanisk styring. Herved bliver det muligt at opbygge integrerede systemer, der kan styre alle variable simultant i komplicerede administrative og industrielle processer.

Et eksempel på datamatisk styring

Betydningen af en overgang fra konventionel styring til datamatisk styring er lettest at illustrere med eksempler på, hvorledes man i den kemiske industri har automatiseret de to første elementer i styringsprocessen, nemlig procesmålingen og sammenligningen med det ønskede procesforløb. Jeg vil betragte et industrielt anlæg, hvor vi har termoelementer, trykmålere og andre instrumenter fordelt over hele produktionsanlægget. Disse instrumenter må aflæses hyppigt, dels for at få oplysninger om uønskede driftstilstande, der kræver et relativt hurtigt indgreb, og dels for at samle data om anlæggets økonomi over en længere periode. Lad os først se på, hvorledes denne opgave kan løses manuelt.

forløb udskrives en rapport over anlæggets produktion og energiforbrug i denne periode. Denne rapport giver driftsledelsen en løbende kontrol med anlæggets økonomi. Den egentlige overvågning af anlægget finder sted hvert 5. minut – her aktiveres maskinen for at indlæse omkring 350 måleværdier og kontrollere, at de ligger inden for visse alarmgrænser. Værdier, der ligger uden for grænserne, udskrives på en skrivemaskine, således at operatøren kan foretage de nødvendige justeringer af anlægget. Endelig udskriver maskinen hver time en lograpport, der omfatter samtlige af anlæggets 650 målepunkter. Denne rapport giver driftsledelsen et fuldstændigt overblik over, hvorledes anlægget kører fra time til time. De daglige rapporter letter i høj grad vedligeholdelsen af produktionsanlægget, idet man f. eks. i tide vil blive opmærksom på, at en katalysator trænger til at udskiftes.

For at give Dem en fornemmelse af de muligheder, der ligger i en datamatisk overvågning, kan jeg fortælle, at Regnecentralen til dette anlæg har udviklet et programsystem, der tillader disse uafhængige procesprogrammer for dataopsamling, alarmovervågning og rapportudskrivning at køre samtidig på datamaten. Dette simultankøringssystem er meget fleksibelt med hensyn til operatørindgreb. Operatøren kan f. eks. fra en kontrolskrivemaskine ændre kørselshyppigheden af de enkelte programmer, og han kan – mens datamaten overvåger anlægget – justere alarmgrænserne, efterhånden som disse ændres på grundlag af analysen af de forskellige rapporter *(figur 5)*.

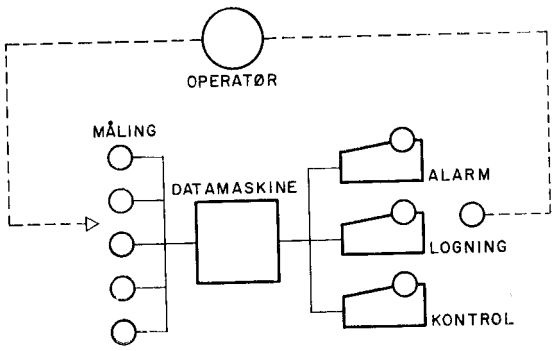

Fig. 5. Pulawy datalogger

Lad os resumere gevinsten ved at gå fra ren datalogning til datamatisk overvågning. Datalogning er en simpel opsamling af måleværdier uden nogen form for bearbejdning. I modsætning hertil giver den programmerede overvågning for det første mulighed for en direkte konvertering af de analoge målespændinger (mV) til fysiske enheder (f. eks. °C), som på stedet kan udskrives til operatøren. Ud over denne automatisering af dataopsamlingen og datafremvisningen har vi også fået automatiseret næste skridt i styringen: sammenligningen af de faktiske måleværdier med visse ønskede grænseværdier. Vi har med denne alarmovervågning givet operatøren mulighed for øjeblikkelig at foretage indgreb, når der optræder uønskede driftstilstande.

4. Direkte datamatisk styring

Det er imidlertid klart, at vi først fuldt ud har realiseret de muligheder, der ligger i den datamatiske styring, når også det tredje element i styringen – selve procesindgrebet eller reguleringen – styres direkte af datamaten. Den direkte datamatiske styring er teknologisk mulig i dag. Det, der hindrer os i at tage det sidste skridt i denne udvikling, er udelukkende vores mangel på viden om dynamikken i de industrielle processer.

Den overgang, jeg her har skitseret, fra manuel dataopsamling over automatisk dataopsamling til datamatisk overvågning er et typisk eksempel på de udviklingsfaser, en industriel virksomhed må igennem for at vinde den erfaring og viden, der muliggør den direkte datamatiske styring af en produktions- eller administrationsproces.

Komponenterne i et styringssystem

Lad mig kort resumere de *komponenter*, der indgår i et datamatisk styresystem. Som De har set, drejer det sig om:

(1) *Måleinstrumenter*, der kan måle procesvariable og omsætte dem til elektriske spændinger.

(2) *Signaltransmissionsudstyr*, dvs. kabler og multipleksudstyr, der kan overføre små målesignaler pålideligt i industrielle omgivelser.

(3) *Konverteringsudstyr*, der kan omsætte analoge signaler til cifferform.

(4) *Dataopbevaringsudstyr*. Hvis der er tale om mindre datamængder, opbevares de i datamatens ferritlager. Ved større opgaver bruges ofte magnetbånd, tromle eller pladelager.

(5) *Databearbejdningsudstyr*, d.v.s. en datamat.

(6) *Datafremvisningsapparatur* til præsentation af de bearbejdede data for en operatør f. eks. på en skrivemaskine eller en lysskærm.

(7) *Styreinstrumenter*, der aktiveres af datamaten og foretager indgreb i processen.

(8) *Procesviden* – viden om den produktion man ønsker at automatisere. Hvilke variationer af råmaterialerne skal der tages hensyn til? Hvordan

måles de? Hvilke fysiske processer finder sted? Der kræves viden om det produktionsapparat, der står til rådighed. Hvad er flaskehalsen i processen? Dette er en viden, som kun brugeren af systemet besidder.

(9) *Problemformulering* af opgaven med henblik på datamatisk styring. Hvilke tekniske komponenter skal der bruges, og hvordan kobler vi dem sammen til et pålideligt datamatisk system? Denne fase er en vekselvirkning mellem brugeren, leverandørerne af det nødvendige udstyr, og de datamatiske specialister.

(10) *Procesprogrammering.* Værktøjet er her et programmeringssprog f. eks. ALGOL. Ved hjælp af dette procesbeskrivende sprog laves det program, der udfører de fastlagte styrefunktioner.

Karakteristik af den tekniske udvikling

Udviklingen af den datamatiske styring er gået meget stærkt frem i de sidste 10 år. Det gælder i første række den teknologiske side. Her har den stadige udvikling af nye elektroniske komponenter bevirket, at enhver datamat er teknologisk forældet efter 5 år.

De følgende kurver, der illustrerer udviklingen fra 1950 til i dag, er hentet fra en rapport udsendt af The American Federation of Information Processing Societies (AFIPS) i april 1966.

Miniaturisering af komponenter (figur 6). Udviklingen går mod komponenter med mindre volumen og større driftssikkerhed. Den voldsomme stigning i komponenttætheden fra 1950 til 1960 skyldes overgangen fra elektronrør til transistorer. Efter indførelse af integrerede halvlederkredse forventes en stigning på op til 1000 komponenter pr. cm³ nået i 1970.

Forøgelse af operationshastighed (figur 7). Der er sket en konstant forøgelse af datamaternes operationshastighed siden 1950 på mellem 5 og 10 gange hvert femte år. Datamaterne udfører i dag noget nær 1 million operationer i sekundet.

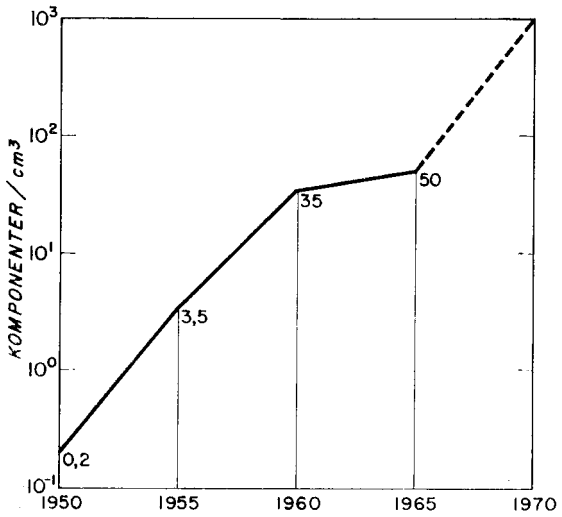

Fig. 6. Miniaturisering af komponenter

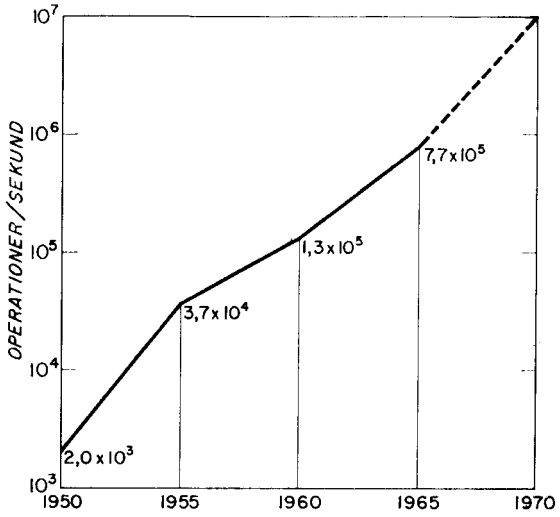

Fig. 7. Forøgelse af operationshastighed

Prisfald på komponenter (figur 8). Priserne på elektroniske komponenter udviser et voldsomt fald – som illustrationen her: prisen på ferritlagre er faldet til en tiendedel siden 1950.

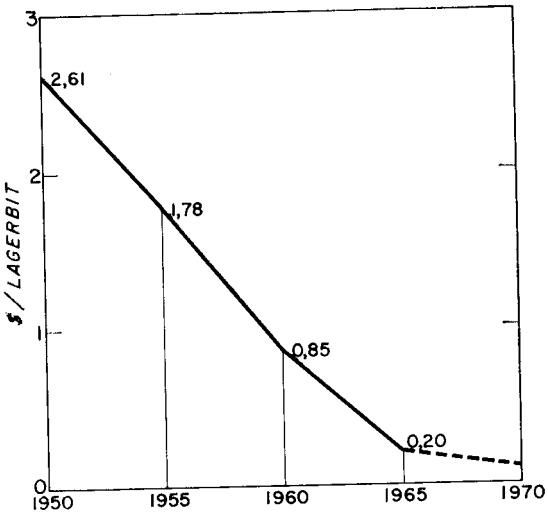

Fig. 8. Prisfald på komponenter

Omkostningsfald på databehandling (figur 9). Datamaterne bliver stadig hurtigere – komponentpriserne er faldende. Dette i forening har medført et kraftigt fald i omkostningerne ved udførelsen af datamatiske operationer. Man regner i øjeblikket med, at prisen per dataoperation falder med en faktor 10 hvert femte år.

Mens der således er sket store fremskridt på den teknologiske side, er der ingen grund til at skjule, at udviklingen af den datamatiske styrings metodik halter bagefter. Vor viden om, hvorledes store

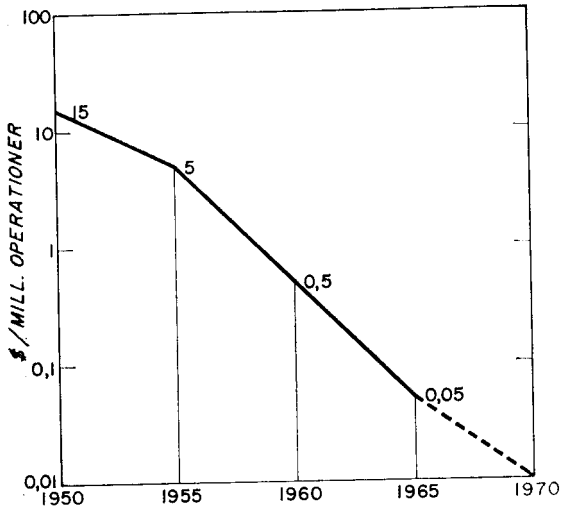

Fig. 9. Omkostningsfald på databehandling

programmer skal opbygges for at være effektive og pålidelige, er på mange måder stadig utilstrækkelig.

Det største fremskridt har uden tvivl været udviklingen af de avancerede programmeringssprog og udviklingen af *oversætterprogrammer* for disse sprog. De problemorienterede sprog betyder en kolossal simplifikation af programmeringsarbejdet til datamater. Prisen herfor er en mindre effektiv udnyttelse af datamaternes tekniske ydeevne, men dette er mindre væsentligt, fordi de nu er blevet så hurtige og billige.

Konsekvenserne af denne udvikling

Lad mig igen slå fast, at omkostningerne ved datamatisk styring er stadigt faldende. Hvad er konsekvensen for erhvervslivet af denne udvikling? Det stadige prisfald på datamatisk styring kan ikke undgå at gøre denne konkurrencedygtig med anden form for styring. Udviklingen vil gradvis for flere og flere områder fremtvinge en overgang fra manuel eller mekanisk styring til datamatisk styring.

Denne omkostningsudvikling for de datamatiske systemer er på det følgende billede *(figur 10)* illustreret med de faldende kurver. De stigende kurver viser den tilsvarende udvikling for udgifterne ved driften af systemer, der anvender manuelle meto-

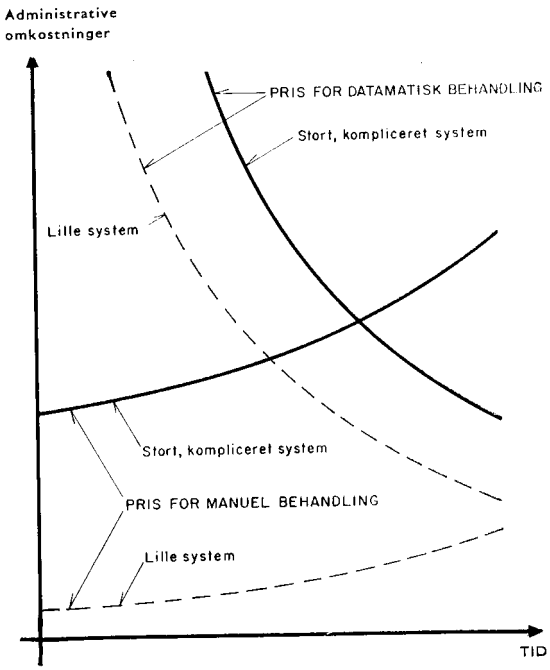

Fig. 10. Omkostningsudvikling for administration

der. Alene lønstigninger og forøgede krav til hurtighed og sikkerhed vil give en stigende tendens. Mindst lige så betydningsfuldt er det imidlertid, at det system, der for 20 år siden var stort nok til – på tilfredsstillende vis – at styre en given proces (anlæg, funktion, virksomhed), idag er alt for lille. Systemernes kompleksitet og størrelse vokser og reducerer dermed den tid, der vil gå, inden de 2 kurver skærer hinanden. Skæringspunktet angiver, hvornår datamatiske metoder begynder at betale sig.

Nogle erhvervsgrene er allerede blevet tvunget til helt eller delvis at indføre datamatisk styring.

Bankerne, der lever af at beskæftige sig med tal, har naturligt nok været blandt de første, der gik over til administrativ databehandling for at klare ajourføringen af det store antal konti.

Også forsikringsselskaberne har været blandt de første herhjemme. Datamatens opgave er her at producere opkrævninger, registrere indbetalinger, samt at producere rykkerbreve i de tilfælde, hvor betalingen ikke har fundet sted rettidigt.

Disse tidlige systemer kan karakteriseres som en delvis datamatisk styring af betalingsprocesser. I de seneste år er der sket en udvikling af datamatiske systemer, der giver øjeblikkelig adgang til store centrale kartoteker. Her kan man i første række nævne pladsbestillingsanlæggene til flyselskaber, jernbaner og rejsebureauer.

En delvis datamatisk styring af en industriel produktion anvendes allerede i dag hos Burmeister og Wain. Det drejer sig om *opmærkningen af stålplader ved skibsbygning (figur 11)*. Udgangspunktet er 10–15 stålplader. Disse plader skal opmærkes, således at de ved sammensvejsning danner et pladefelt på op til 20×13 meter. Ved denne sammensvejsning og ved påsvejsning af profiler (spanter) *krymper* pladernes totalmål. Herved opstår en række højst utilsigtede afvigelser mellem de ønskede mål og det faktiske resultat. Korrektionsarbejdet på det færdige skib medfører betydelige ekstraudgifter og risiko for forsinkelser i hele værftets byggeplan.

Ved at opmåle det færdige resultat og derefter behandle afvigelserne ved hjælp af et særlige program er det muligt at forudberegne størrelsen af disse krympninger og – til næste gang – ændre opmærkningsmålene og dermed afskæringen af de enkelte plader tilsvarende. Da der arbejdes med yderst små tolerancer, har det været nødvendigt at bygge en speciel målevogn, der anvendes ved opmærkningen af de enkelte plader og ved kontrolmåling af det færdige resultat.

Forbedringen kan illustreres ved at sammenligne de 2 histogrammer *(figur 12)*, der angiver forskellen mellem det ønskede og det faktisk opnåede plademål for to iøvrigt ens skibe.

Nye typer af styringssystemer står umiddelbart

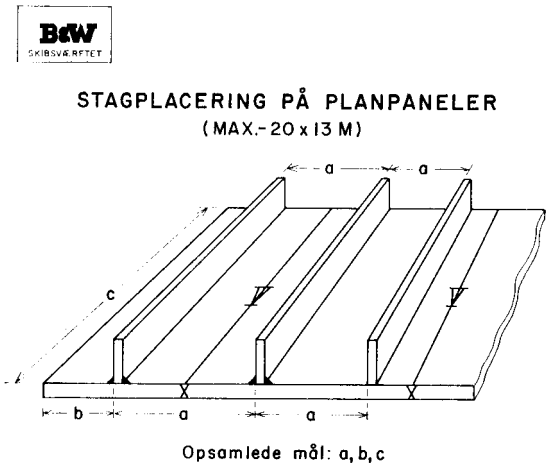

Fig. 11. Stagplacering på planpaneler

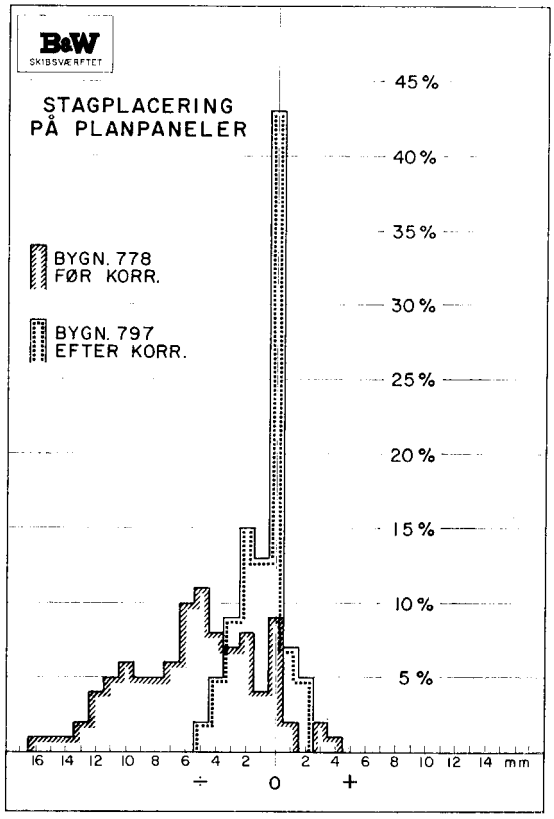

Fig. 12. Tolerancefordeling

for tur. Det gælder først og fremmest overvågningen af industrielle anlæg. Typiske eksempler kan hentes fra kemisk industri, ståproduktion, papirfabrikation, fødevareindustri, samt fra elkraftværker. Det er også nærliggende at tænke på maskinrumsautomatisering af skibe. På disse områder benyttes mekanisk overvågning og manuel fjernstyring, og overgangen til anvendelse af datamatisk udstyr står lige foran en realisering.

Inden for hospitalsområdet investeres i disse år millionbeløb i elektronisk udstyr med det formål at forbedre den uhyre komplicerede proces, som blot omfatter overvågning og registrering af patienternes tilstand.

Kun et lille stykke ud i fremtiden står datamatisk styring af f. eks. el-værkernes samkøring, incl. den meget komplicerede opstart af den enkelte produktionsenhed (kedel, turbine, generator). Et andet fascinerende emne er de muligheder for en bedre udnyttelse af jernbanernes rullende materiel, som åbner sig med datamatikken – en opgave, som i kompleksitet antagelig er større end flyselskabernes automatiske pladsdisponeringsanlæg.

Forhåbentlig er det med disse eksempler illustreret, hvorledes *kompleksitet er datamatikkens råstof*. De opgaver, som man her søger at løse, er af et sådant omfang, at de kun kan løses ved anvendelse af datamater.

I denne udvikling ligger en klar *udfordring* til dansk erhvervsliv på to fronter: for det første – en udfordring til *producenterne* af elektronisk udstyr; for det andet – en udfordring *til de fremtidige brugere* af datamatiske systemer.

Udfordringen til producenterne

Overgangen til datamatisk styring vil skabe et voksende marked for *nye* elektroniske produkter. Hvordan er vi herhjemme stillet med hensyn til den nødvendige viden om teknologi og produktion?

Vi har en elektronikindustri, der på mange områder er i forreste række, når det gælder fremstillingen af komponenter og måleinstrumenter. Det er tilstrækkeligt her at nævne navne som B & O, Brüel & Kjær, DISA, Radiometer, Storno og Vitrohm – virksomheder, der alle hævder sig meget fint på verdensmarkedet.

De følgende kurver viser elektronikindustriens vækst sammenlignet med væksten i den øvrige industri siden 1950. Heraf stammer de første to kurver fra en rapport udgivet af Norges Teknisk-Naturvidenskabelige Forskningsråd i 1964 (Utretning 1964, Bilag 1).

Industriens produktionsindeks (figur 13). Kurven viser stigningen i produktionsværdi for industrien som helhed i Danmark, Norge, Sverige, Vesttyskland og England i perioden 1950–1962. Stigningen er angivet som industriens produktionsindeks (1953 = 100).

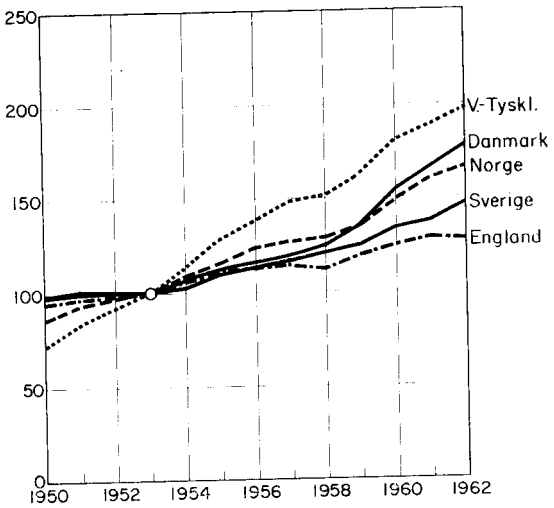

Fig. 13. Industriens produktionsindeks (1953 = 100)

Elektronikproduktion i procent af brutto industriproduktion (figur 14). For de samme lande (plus USA) er her angivet stigningen af elektronikproduktionen i procent af brutto industriproduktionen fra 1950 til 1962.

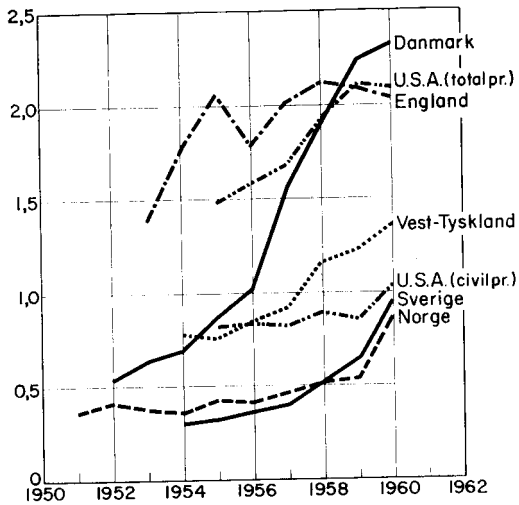

Fig. 14. Elektronikproduktion i procent af brutto industriproduktion

Danmarks totale industriproduktion (figur 15). Kurven her viser stigningen i Danmarks totale industriproduktion ført frem til 1965. Den gennemsnitlige vækst fra 1955 til 1965 har ligget omkring 9 procent per år.

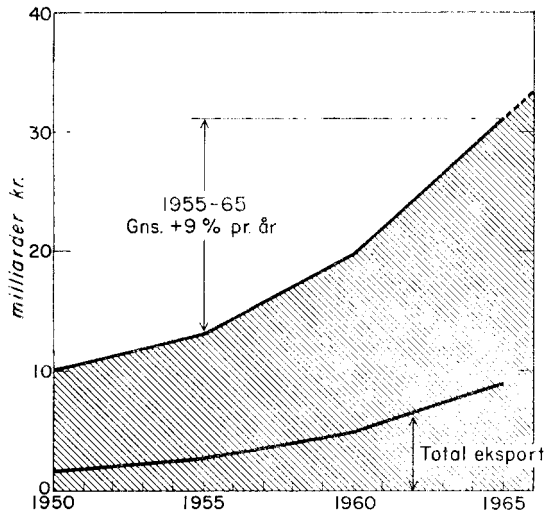

Fig. 15. Danmarks totale industriproduktion

Dansk elektronikindustri (figur 16). Her er vist væksten af dansk elektronikindustri indtil 1965. I de sidste 10 år har væksten andraget godt 16 pct.

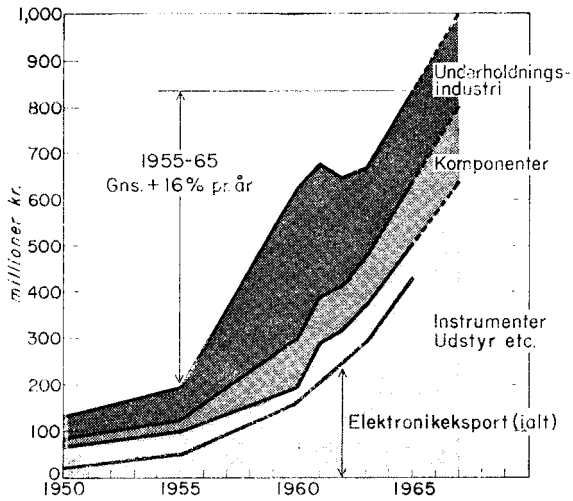

Fig. 16. Dansk elektronikindustri

Vi har grund til at forvente, at den danske elektronikindustri kan og vil tage den udfordring op, der ligger i fremstillingen af måleinstrumenter og udstyr, der kan tilsluttes elektroniske databehandlingsanlæg.

Lad mig kort konkretisere udfordringen til elektronikindustrien. Den datamatiske styring vil kræve:

(1) *Produktion af miniaturekomponenter* – fordi de er hurtigere, billigere og mere pålidelige end konventionelle komponenter. Den hidtidige vækst af dansk elektronikindustri er sket under anvendelse af traditionelle komponenter – i første række elektronrør og transistorer. Denne produktionsvækst kan forventelig kun videreføres ved at indføre miniaturehalvlederkomponenter. Her ligger en udfordring, der endnu ikke er taget op af dansk elektronikindustri. En udvikling og produktion af mikrokomponenter kan startes for en relativ beskeden investering.

(2) *Udvikling af nye instrumenttyper* – til måling og styring af industrielle processer. Manglen på nøjagtige og pålidelige måleinstrumenter begrænser i dag vore muligheder for datamatisk styring. Det gælder ikke mindst ved arbejde med luftarter og flydende materialer. Det er f. eks. vanskeligt at måle temperaturen af flydende stål nøjagtigt, eller konsistensen af en papirmasse, egenskaberne ved fødevarer eller gærindholdet ved ølfremstilling. Mange af den slags målinger foretages i dag manuelt i laboratorier p. g. a. manglen på automatiske måleinstrumenter.

Ligesom vi mangler instrumenter til måling af en lang række materialeegenskaber, gælder det også, at de konventionelle instrumenter ofte er utilstrækkelige med hensyn til nøjagtighed, målehastighed, stabilitet og pålidelighed. Hvor er f. eks. vægten, der kan veje konservesdåser med en nøjagtighed på 1 $^0/_{00}$ og lige så hurtigt, som dåserne fyldes (100 stk./minut)?

Der bliver også behov for elektronisk udstyr, der kan tilpasse det analoge måleudstyr til datamaternes cifferteknik. Problemet er her for det første, at datamaterne arbejder sekventielt, d.v.s. de kan kun behandle én procesvariabel ad gangen. Man må derfor indføre et meget hurtigt multipleksudstyr, der kan udvælge målepunkterne i vilkårlig rækkefølge og koble dem til datamaten ét ad gangen. En anden ting, der gør måleinstrumenterne inkompatible med datamaten, er det forhold, at måleinstrumenterne ofte leverer et analogt signal, d.v.s. en elektrisk spænding. Der kræves derfor også særligt udstyr, der kan omsætte de analoge signaler til en cifferform, der kan bearbejdes af datamater.

De ser her *(figur 17)* en sådan konverteringsenhed for analog signaler. Udstyret, der er udviklet af Regnecentralen i forbindelse med den tidligere omtalte datalogger, består af en meget hurtig multiplekser i forbindelse med en analog-ciffer omsætter.

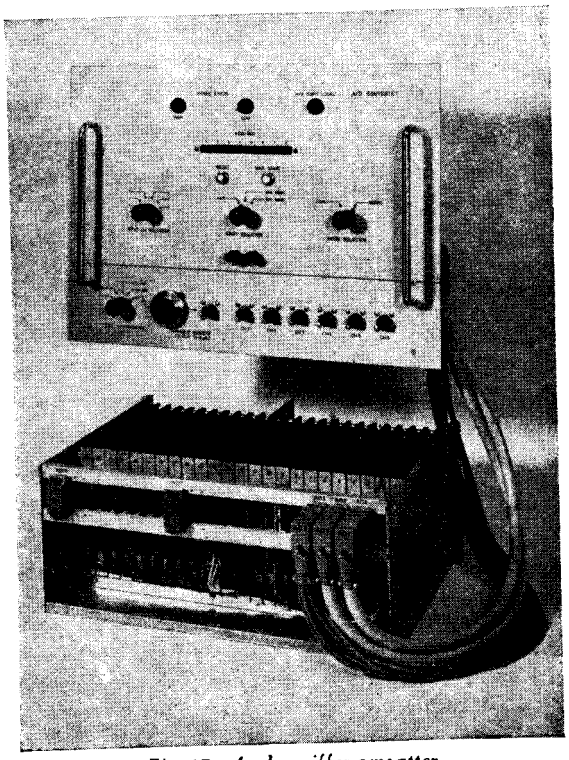

Fig. 17. Analog-ciffer omsætter

Det er slående at sammenligne dette datamatiske måleudstyr med et konventionelt datalogningsinstrument f. eks. en kurveskriver. Kurveskriveren, der overvejende er mekanisk opbygget, tillader logning af nogle få variable med omkring én aftastning hvert sekund. Multipleksudstyret derimod er rent elektronisk opbygget. Det kan tilsluttes op til 36 målepunkter, der kan aflæses 10.000 gange i sekundet.

(3) *Udvikling af andet databehandlingsudstyr.* Mens datamaternes interne operationshastighed er blevet kraftigt forøget i løbet af de sidste 5 år, er hastigheden af de ydre enheder for dataindlæsning og dataudskrivning stort set forblevet uforandret. Grunden er den, at datamaterne nu er rent elektroniske, hvorimod de ydre enheder stadigt anvender komplicerede mekaniske dele til fremføring af datamedier og til trykning af klarskrift.

Målsætningen på dette felt må være i videst muligt omfang at *erstatte mekanik med elektronik.*

Tendensen i denne udvikling vil jeg illustrere ved at sammenligne to apparater til dataindlæsning, hvoraf det ene er rent mekanisk, mens det andet er overvejende elektronisk. Det drejer sig om en enhed, der kan aflæse data fra en hullet papirstrimel og overføre disse data til en datamat. Hver hulkombination på tværs af en sådan papirstrimmel repræsenterer et ciffer eller et alfabetisk tegn.

Den første af disse papirstrimmellæsere er en mekanisk læser *(figur 18)*. Den arbejder på den måde, at datamaten skal aktivere den for hver gang, der skal læses et enkelt tegn. Når en karakter er læst, må den mekaniske læser stoppe fremføringen af papirstrimlen foran den næste hulkombination og vente på, at datamaten igen starter en indlæsning. Hvis det program, der styrer indlæsningen, foretager denne meget uregelmæssigt, bliver resultatet en serie

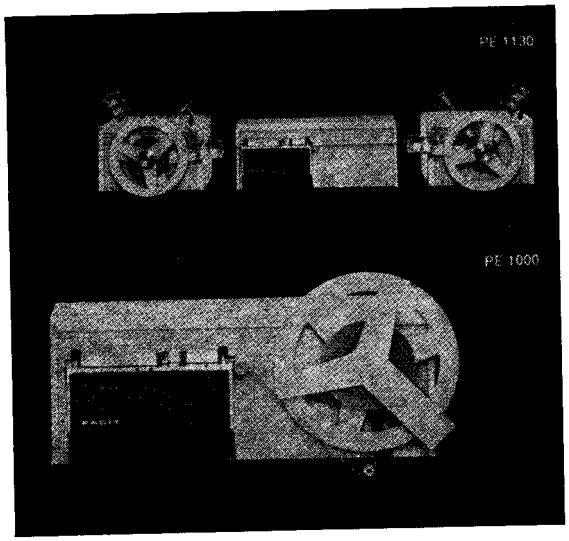

Fig. 18. Mekanisk læser

voldsomme accelerationer og abrupte stop af papirfremføringen. Ved disse ryk risikerer man at knække papirstrimlen. Dette begrænser den mekaniske læsers hastighed til 1000 tegn per sekund.

For at komme ud over dette start-stop problem udviklede Regnecentralen papirbåndslæseren RC 2000 *(figur 19)*, som er konstrueret af meget få mekaniske dele. Hovedelementet i RC 2000 er en elektronisk buffer, der kan opbevare op til 256 tegn. Papirstrimlen drives af

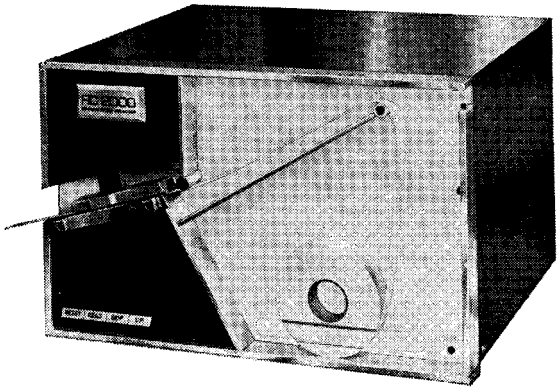

Fig. 19. RC 2000 læser

en servostyret motor, der regulerer fremføringshastigheden i overensstemmelse med bufferens fyldningsgrad. Hvis bufferen er tom, kører motoren med sin største hastighed. Efterhånden som bufferen fyldes, aftager motorens hastighed gradvist. Man opnår herved at kunne starte og stoppe gradvist over en længere papirstrækning, idet de efterfølgende tegn opsamles i bufferen, indtil datamaten skal bruge dem. Ved således at erstatte mekanik med elektronik har man foreløbig opnået en fordobling af læsehastigheden – nemlig 2000 tegn per sekund.

Der eksisterer altså for producenterne næsten ubegrænsede muligheder, hvis udnyttelse i en lang række tilfælde kun kræver en utraditionel kombination af allerede kendte komponenter og principper; altså ikke nogen grundforskning, men kun en solid og grundig all-round viden. Dansk elektronikindustri, der med sine rødder tilbage til Ørsted, Vald. Poulsen og P. O. Pedersen allerede har vist sin konkurrenceevne, skulle netop her have lige så gode muligheder for at tage denne udfordring op som elektronikindustrien i noget andet land.

Udfordringen til brugerne

Den hidtidige udvikling viser klart, at datamatisk styring ikke mere er et teknologisk problem, men et koordineringsproblem. Som jeg tidligere har nævnt, kræves der viden om de processer, der skal styres, samt viden om hvorledes det elektroniske udstyr må kombineres for at realisere den datamatiske styring.

Vi har herhjemme nogle få konsulent- og udviklingsinstitutter, der har den nødvendige erfaring med hensyn til sammenkoblingen af elektronisk udstyr og store programmer til pålidelige datamatiske systemer. Det, vi mangler, er viden om eller rettere kortlægning af de industrielle processer, der skal styres.

De dynamiske forhold i hovedparten af vore industrielle processer er endnu ikke tilstrækkeligt veldefinerede til, at styringen kan programmeres. De muligheder, der ligger i den datamatiske styring, er i dag praktisk taget totalt uudnyttede, *fordi* industrien endnu ikke har fået blik for betydningen af at vinde denne procesviden tidligst muligt.

Efterhånden som den datamatiske styring overtager mere og mere komplekse funktioner, bliver det umuligt for de datamatiske konsulentvirksomheder at samle den nødvendige viden om processerne. Man kan ikke på et institut samle specialister, der spænder fra ammoniaksyntese til opstart af kraftværkskedler, fra industriel instrumentering til viden om rationelle produktionsmetoder. Konsulentvirksomhederne for automatisering kan ikke alene påtage sig at formulere styringsproblemer indenfor bestemte industrigrene – deres rolle er først og fremmest at levere almen viden om de datamatiske komponenter og deres sammenkobling til veldefinerede styresystemer.

Det er mit indtryk, at der i dag hos de fremtidige brugere i erhvervslivet er alt for ringe erkendelse af, at det ikke kan forventes, at det påkrævede udviklingsarbejde automatisk vil blive gjort på universiteter og i konsulentvirksomheder.

En kraftig styring fra erhvervslivet er her nødvendig. Brugerne må erkende, at det er dem, der skal diktere udviklingen.

Hvordan bør sagen gribes an?

Den accelererende udvikling, der kendetegner anvendelsen af datamater, opfattes i en række lande som en udvikling, det er vigtigt at have del i, og som må støttes kraftigt for generelt at øge pågældende lands industrielle potentiel og konkurrencedygtighed på længere sigt. Denne opfattelse giver sig udtryk i store offentlige investeringer.

Norge: 30–70 millioner kroner på 5 år.

Frankrig: 600–700 millioner kroner til udvikling af en konkurrencedygtig national EDB industri. Denne statsstøtte vil især ske i form af finansiering af udviklingskontrakter til den private industri i perioden 1967–1971.

England: Alene til den højere uddannelse vil der blive anvendt 600 millioner kroner til oprettelsen af EDB anlæg i løbet af de næste 6 år.

Tilsvarende offentlige investeringer kan vel næppe forventes i Danmark, men det er vigtigt, at der snarest og over en bred front startes overvejelser af hele problemkomplekset. Sådanne overvejelser kan med rimelighed baseres på følgende 4 synspunkter:

(1) *Virksomhederne vil blive tvunget over i datamatisk styring før eller siden.*

Dette følger direkte af de faldende omkostninger ved datamatisk styring – og de stigende omkostninger ved manuel styring.

(2) *Overgangen til datamatisk styring må ske under virksomhedernes egen ledelse.*

Styringen, hvad enten den er datamatisk eller ej, er virksomhedernes livsnerve. At overlade fastsættelsen af kravene til styringssystemet til udenforstående datamatikspecialister er ensbetydende med at overlade ansvaret for virksomhedens styring til andre.

(3) *Virksomhederne kan ikke forlade sig på importeret viden om datamatik, men vil være vitalt afhængige af lokal specialkundskab.*

Overgangen til datamatisk styring kræver en dybtgående omstilling af tankegangen hos en virksomheds medarbejdere. Denne overgang kan kun formidles gennem et langvarigt arbejde med datamatisk styring indenfor virksomheden. Under dette arbejde behøver virksomhederne imidlertid stadig vejledning, blandt andet uddannelse, som kræver et nært og langvarigt samarbejde med folk med datamatisk specialerfaring. For at dette samarbejde kan blive effektivt, er det afgørende, at det ikke hæmmes af praktiske hindringer f. eks. af sproglig, politisk eller geografisk art. Dette understreger nødvendigheden af en selvstændig dansk EDB forskning.

Sagen kan godt anskues som en ATV opgave, men som bekendt har den i praksis vist sig at være for kapitalkrævende for et ATV institut.

Et alternativ er selvstændige virksomheder, der påtager sig på kontraktbasis at bidrage med EDB viden i et samarbejde med interesserede brugervirksomheder og/eller organisationer. Det kan være rimeligt her at fremhæve de krav, der må stilles til sådanne virksomheder. De må have erfaring med komplicerede datamatiske styringsproblemer, i videste forstand: erfaring med datamedier, dataopsamlingsudstyr, elektronisk databehandlingsteknik, programmering, programmeringssprog, samt viden om hvorledes store datamatiske systemer opbygges.

(4) *Virksomhederne kan ikke vente tilstrækkelig faglig støtte fra offentlige institutioner.*

Den offentlige støtte til virksomhederne formidles normalt gennem den almindelige uddannelse, der sørger for, at folk med dyb faglig indsigt er til rådighed. Den offentlige uddannelse må ifølge sin natur være træg i sin udvikling, og bliver utilstrækkelig nårsomhelst der sker en hastig udvikling på et område, der ikke omfattes af de traditionelle fag.

Selv hvis man kunne tænke sig et ekstraordinært, offentligt skridt i form af oprettelsen af et datamatisk institut eller center, er der ingen grund til at nære for store forventninger til de fordele, dette ville byde for virksomhederne. Vi har ikke her i landet nogen god tradition for effektivt samarbejde mellem offentlige laboratorier og de uafhængige virksomheder. Selv hvor der oprettes en ny institution som Risø, der udtrykkeligt skulle tjene også som hjælper for virksomhederne, er der vanskeligheder.

Problemet er først og fremmest at sikre intensiv kontakt med erhvervslivet om løsningen af konkrete opgaver. For at sikre denne udviklingskontakt bør kanaliseringen af en eventuel offentlig støtte til en datamatisk udvikling ske via industrien – som derved får direkte indflydelse på de konkrete projekter – og ikke som hidtil gennem forskningsinstitutterne.

Denne idé ligger f. eks. bag „Statens lånefond for erhvervsforskning", der – ifølge årsberetningen fra Danmarks teknisk-videnskabelige forskningsråd – får virkning fra 1. april 1967. For finansåret 1967–68 er der stillet 5 millioner kr. til rådighed, og formålet er at skaffe kapital til igangsætning af særligt risikofyldte projekter, eller projekter som ikke kan finansieres på anden måde.

Initiativet til igangsætning af sådanne systemprojekter må helt klart – som jeg tidligere har omtalt – ligge hos brugeren. Det er den, der har skoen på, som må formulere problemerne og medvirke aktivt til udformningen af det for ham hensigtsmæssige system. Ellers vil det ikke blive brugt.

Hvor længe kan vi vente?

Af hvad jeg har sagt fremgår, at udviklingen af større automatiske produktionssystemer vil blive en både langvarig, kompliceret og kostbar historie. Der er derfor god grund til at vurdere, i hvilke situationer det kan betale sig at vente og købe disse systemer færdigudviklede og afprøvede fra udlandet, efterhånden som de foreligger.

Inden for produktionsområder, som er helt nye og ukendte i dansk industri, vil dette utvivlsomt blive resultatet. Vi kender allerede eksempler herpå: raffinaderierne og Danbritkem.

For eksisterende industrigrene, som har vanskeligt ved at hævde sig i international konkurrence, vil der i de fleste tilfælde ikke være tilstrækkelig industriel viden og kapital til at gennemføre det arbejde, som omlægningen til datamatisk styring kræver. For de større af sådanne industrivirksomheder vil overlevelse formentlig afhænge af mulighederne for en sammenslutning med udenlandske virksomheder, således som vi allerede har set eksempler på.

Tilbage har vi herefter de industrigrene, som i dag hævder sig i international konkurrence. I de fleste tilfælde er denne konkurrenceevne baseret på en dybtgående forståelse af teknologi og en vidtspændende integration med andre danske erhvervsgrene (leverandører af produktionsapparat, forskningsinstitutter og råvareproducenter). For disse industrigrene er en korrekt vurdering af tidsfaktoren meget vigtig: Hvor stor er risikoen for at blive distanceret af udviklingen i andre lande? *Hvor længe kan vi vente?*

I forbindelse med disse – iøvrigt traditionelle – overvejelser vil jeg gerne fremdrage 3 forhold:

(1) *Kvalitet.* Det må anses for tvivlsomt, om vi kan opretholde konkurrenceevnen, hvis vi blot afventer færdige systemer fra udlandet. Simpelthen fordi disse systemer først kommer senere og vil være udviklet under andre forudsætninger og derfor kun vil være hensigtsmæssige efter en betydelig videreudvikling, der har til formål at tilpasse det importerede system til det kvalitetsniveau og den produktionsteknik, som har gjort den pågældende danske produktion konkurrencedygtig. En parallel finder vi inden for det administrative område, hvor færdige udenlandske systemer – trods forsøg – kun yderst sjældent har kunnet anvendes med succes uden en gennemgribende omformning (banker, forsikringsselskaber).

(2) *For tidlig forældelse af traditionelt udstyr.* Igangsætningen af en større automatisk produktionsenhed vil bl. a. forudsætte et veletableret marked – og dermed en igangværende produktion

med tilhørende produktionsapparat. De virksomheder, der ikke på et meget tidligt tidspunkt giver sig i kast med problemerne omkring datamatisk styring og lader løsningen heraf indgå i planerne om udviklingen af deres produktionsapparat, vil meget let komme i den situation, at de må nedlægge eksisterende anlæg i et omfang, som vi slet ikke kender fra situationen, hvor andre former for rationalisering har skærpet konkurrencevilkårene.

(3) *Tilvænningsproblemet.* Udnyttelsen af automatiske produktionssystemer kræver en dybtgående og tidskrævende nyorientering af de fleste medarbejdere. På teknikerområdet er dette oplagt. På ledelsesområdet er problemet knap så indlysende – og på leverandørområdet næsten upåagtet. Denne – helt nødvendige – tilvænning kan ikke gennemføres ved undervisning alene. Praktisk arbejde med problemerne vil være af afgørende betydning. Også dette forhold må der tages hensyn til ved en vurdering af spørgsmålet „Hvor længe kan vi vente?"

En ny virksomhedstype?

En selvstændig dansk udvikling af større automatiske produktionssystemer må altså være aktuelt ønskelig – for ikke at sige nødvendig – inden for de industrigrene, som har international placering, og inden for disse bliver det de større og kapitalstærke, som må gå i spidsen.

Et af de spørgsmål, der i denne forbindelse kan rejses, er følgende: Skal vi alene koncentrere vore anstrengelser om inden for bestående industrigrene selv at følge med; eller skal vi sigte imod også at benytte den viden, vi erhverver os, til at frembringe en helt ny virksomhedstype, der som salgsvare har automatiserede produktionsanlæg inden for en bestemt industrigren?

Som eksempler på noget i denne retning kan nævnes virksomheder som F. L. Smidth, Niro Atomizer og Topsøe, der netop udvikler og sælger komplette produktionsanlæg eller – om man vil – produktionssystemer.

Med den baggrund vi har i adskillige af vore betydelige industrigrene – medicin, fødevarer, boliger, gødning, landbrugsmaskiner – og med det tilsvarende behov i udviklingslandene, åbner der sig her store perspektiver.

En nødvendig – omend ikke tilstrækkelig – betingelse for en udnyttelse af disse muligheder er, at der etableres et samarbejde mellem virksomhedstyper, der hidtil kun undtagelsesvis har forsøgt et så snævert samarbejde, som udviklingen af datamatiske styringssystemer kræver. Den nødvendige viden og snilde findes i landet. Problemet er, at denne viden og kunnen skal kombineres og samordnes efter en struktur, som vi må finde frem til undervejs. På dette punkt har vi her i landet et måske afgørende aktiv, der har en god chance for at erstatte mangelen på den kapital, som i udlandet anvendes til en massiv indsats. Fordelene ved – eller om man vil årsagerne til – at vi tilhører et lille, veloplyst og industrialiseret land er, at vi besidder en betydelig følsomhed for, hvad der sker uden for landets grænser, en udtalt kritisk sans, et overordentlig veludviklet kommunikationsnet og – sammenlignet med de fleste andre lande – en god almen oplysning. Disse komponenter har udviklet en meget betydelig forståelse for „sammenhænge" og dermed den fleksibilitet over for skiftende situationer, der er kærnen i alt udviklingsarbejde, og som vil blive prioriteret højere og højere med voksende udviklingshastighed.

Heri ligger vore muligheder – og dermed udfordringen.