

PETER NAUR

Datamaskinerne og samfundet



PETER NAUR · DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

85



SØNDAGSUNIVERSITETET

S Ø N D A G S U N I V E R S I T E T E T

Til boghandleren. Send mig følgende bøger:

- 1. Svend Erik Stybe: De store tænkere og vort livssyn
- 3. K. A. Thernøe: Universet omkring os
- 4. Erik Fischer: Om billedkunst
- 5. Helge Larsen: Eskimokulturen
- 6. Einar Lundsgaard: Mennesket som dyreart
- 7. H. M. Thamdrup: Naturens husholdning
- 8. Johs. Olsen: Luffhavet omkring jorden
- 9. Hans Lund: Seks engelske politikere
- 10. W. E. von Eyben: Retssystemet og retsfølelsen
- 11. Johnny Christensen: Aristoteles
- 12. Helmuth Hansen: At argumentere rigtigt
- 13. Axel Schou: Olie
- 14. Anker Nielsen: Insektstater
- 15. Olaf Pedersen: Middelalderens verdensbillede
- 16. Holger Brøndsted: Spaniens guldalder
- 17. Adolph Rastén: Vestfyskland efter krigen
- 18. Th. Ramskou: Hedeby
- 19. Johs. Witt-Hansen: De marxistisk-leninistiske principper
- 20. Richard Andersen: Fra Clemenceau til de Gaulle
- 21. R. E. H. Rasmussen: Lyden – ven eller fjende
- 22. Aksel Lassen & Ole Karup Pedersen: Folkestyrets midler
- 23. Eva Sloth Carlsen: De litterære genrer
- 25. Marcus Melchior: En jødedommens historie
- 26. K. B. Madsen: Læreprocessens psykologi
- 27. Magnus Degerbøl: Husdyr og mennesker
- 28. H. E. Knipschildt: Om hygiejne
- 29. Helge Hultberg: Nietzsche
- 30. Henning Sørensen: Vor jordklode
- 31. Arne Jensen: Eksperternes rolle i fremtidens samfund
- 32. Detlev Müller: Planterne som kemisk fabrik
- 33. Mogens Blegvad: Moral og samvittighed
- 35. Vilh. Møller-Christensen: De store sygdomme
- 36. Knud Hannestad: Korstogene
- 37. Henning Krabbe: Shakespeare og hans teater
- 38. Kritik til kirken
- 39. T. Dijnes: Existensproblemet i moderne tænkning og digtning
- 40. Tværsnit af jordens og menneskehedens historie
- 41. Kirurgisk formåen i dag
- 42. Bliver de rige rigere og de fattige fattigere?
- 43. Niels A. Thorn: Mennesket som kemisk fabrik

(fortsættes på klap 2)

Navn:

Adresse:

K.4

Søndagsuniversitetet - Bind 85

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET



SØNDAGSUNIVERSITETET

- Svend Erik Stybe: *De store tænkere og vort livssyn*
- K. A. Thernøe: *Universet omkring os*
- Helge Larsen: *Eskimokulturen*
- Einar Lundsgaard: *Mennesket som dyreart*
- H. M. Thamdrup: *Naturens holdning*
- Johs. Olsen: *Lufthavet omkring jorden*
- Hans Lund: *Seks engelske politikere*
- W. E. von Eyben: *Retssystemet og retsfølelsen*
- Johnny Christensen: *Aristoteles*
- Helmuth Hansen: *At argumentere rigtigt*
- Axel Schou: *Olie*
- Anker Nielsen: *Insektstater*
- Holger Brøndsted: *Spaniens guldalder*
- Thorkild Ramskou: *Hedeby*
- Johs. Witt-Hansen: *De marxistisk-leninistiske principper*
- Richard Andersen: *Fra Clemenceau til de Gaulle*
- R. E. H. Rasmussen: *Lyden - ven eller fjende*
- Aksel Lassen & Ole Karup Pedersen: *Folkestyrets midler*
- Eva Sloth Carlsen: *De litterære gener*
- Marcus Melchior: *En jødedommens historie*
- K. B. Madsen: *Læreprocessens psykologi*
- Magnus Degerbøl: *Husdyr og mennesker*
- H. E. Knipschildt: *Om hygiejne*
- Helge Hultberg: *Nietzsche*
- Henning Sørensen: *Vor jordklode*
- Arne Jensen: *Eksperternes rolle i fremtidens samfund*
- Detlev Müller: *Planterne som kemisk fabrik*
- Mogens Blegvad: *Moral og samvittighed*
- Vilh. Møller-Christensen: *De store sygdomme*
- Henning Krabbe: *Shakespeare og hans teater*
- Kaj Erik Lindqvist (red.): *Kritik til kirken*
- Torben Dijnes: *Existensproblemet i moderne tænkning og digtning*
- C. Luplau Janssen (red.): *Tværsnit af jordens og menneskehedens historie*
- Erik Husted (red.): *Kirurgisk formåen idag*
- Peter Ilsøe (red.): *Bliver de rigere og de fattige fattigere?*
- Niels A. Thorn: *Mennesket som kemisk fabrik*
- Verner Goldschmidt: *Samfundsmennesket*
- Mogens Krustrup: *Kirker og moskeer i Levanten*
- N. Egmont Christensen: *Sjæl og legeme*
- Knud Erik Svendsen: *Østlandenes økonomiske udvikling*

Peter Naur

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

MUNKSGAARD

KØBENHAVN 1967

MA IKKE HJEMLÅNES
KUN TIL BRUG PÅ INSTITUTTET

SØNDAGSUNIVERSITETET

Fort. fra side 2

Carl Heinrich Petersen: *Kommunismens kættere*

Verner Goldschmidt (red.): *Lovovertræderen og samfundet*

Mogens Fog: *Hvordan hjernen arbejder*

Leonard Malone: *Det amerikanske negerproblem*

Kaj Erik Lindqvist (red.): *Mit barn går til præst*

Henny Harald Hansen: *Islam*

Justus Hartnack: *Den ydre verdens eksistens*

R. Meyer-Heiselberg: *Afrika før den hvide mand*

Svend Erik Stybe: *Demokratiets principper*

Niels Fock: *Inkariget*

T. W. Böcher: *Anemoner fortæller naturhistorie*

Anton F. Bruun: *Verdenshavet*

K. F. Plesner: *Voltaire*

B. J. Rambøll: *Broer og brobygning*

Jørgen Meldgaard: *Nordboerne i Grønland*

K. O. B. Jørgensen: *De store opfindelser*

Adolph Rastén: *Grækenland og enhedsideen*

Herbert Tingsten: *Demokratiets problem*

Leon Bagrit: *Automationsalderen*

H. H. Ussing: *Den levende celled kemi*

Adolph Rastén (red.): *Kommunismens udvikling*

Ove Hoff: *Metallerne*

Torben Lundbæk: *Afrikas kultur*

Gerhard Nielsen: *Filmens psykologiske virkninger*

J. A. Bundgård: *Den græske mytologi*

Mogens Pihl: *Nogle fysiske grundbegreber*

Per Salomonsen: *Religionssociologi*

Olaf Pedersen (red.): *Træk af verdensbilledets historie*

Bent Rold Andersen: *Socialpolitik i velfærdssamfundet*

Axel Schou: *Geografi og velfærdsstat*

Holger Poulsen: *Dyrepsykologi*

Niels A. Thorn: *Hormonerne og deres funktioner*

Johan Galtung: *Fredsforskning*

Niels Lund: *De danske vikinger i England*

Max Sørensen: *Den internationale beskyttelse af menneskerettighederne*

Sven Møller Kristensen: *Litteraturforskningens mål og midler*

Bjarne Nørretranders: *Den russiske revolution*

© MUNKSGAARD

COPENHAGEN, DENMARK 1967

*Datamaskinerne og samfundet opstod som
Danmarks Radios Rosenkjærforelæsnings 1966*

Udsendt i april og maj 1967

Omslaget tegnet af Ib Jørgensen

WINDS BOGTRYKKERI HADERSLEV

Indhold

Datamaskinernes historie fra Pascal til nutiden	7
Pascal og Leibniz i 1600-tallet 8. Charles Babbage hundrede år forud for sin tid 9. De elektromekaniske giganters æra 10. Elektroner og programlagring 11. Programmeringens æra 15. Datamatikken i Danmark 17.	
Datalogi, læren om data	23
Data, datarepræsentationer og dataprocesser 23. Kunst og modeller som data 27. Data som værktøj 29. Datamodeller i samfundslivet 31. Datalogi i uddannelsen 35.	
Datamaternes struktur og arbejdsmåde	38
Datalagring i datamater 39. Datamaternes ydre kommunikation 44. Dataprocesser i datamaterne 46. Datamaternes hurtighed 49.	
Programmering – grundlaget for datamaternes fleksibilitet	53
Programmer og maskiner 53. Lagring af programmet 55. Programmeringens problemer 57. Højere programmeringssprog 59. Programoversættelse 61. Fuldstændige beskrivelser af dataprocesser 63. Datamaterne og planlægningen 66.	
Datamaternes anvendelse i dag	68
Informationssøgning 68. Sprogoversættelse 70. Sproganalyse 72. Atomreaktorer 74. Vejanlæg 75. Penge- og lageradministration 78. Produktionsplanlægning 79. Direkte datamatisk styring 80.	
Fremtidsperspektiver	85
Datamater i privatlivet 85. Privat regnskab 87. Privat rådgivning 89. Overvågning af samfundet 90. Sikring af privatlivets fred 92. Datamaternes fremtrængen 95. Nationerne ruster sig 98. Danmarks situation 99.	
Forslag til videre læsning	103

DATAMASKINERNES HISTORIE FRA PASCAL TIL NUTIDEN

Det mål jeg har sat mig for denne og de følgende forelæsninger om datamaskinerne og samfundet er at forklare hvorfor datamaskinerne, eller som jeg hellere vil kalde dem, datamaterne, har fået så stor samfundsmæssig betydning, og hvorfor denne betydning må forventes at vokse i endnu ganske uoverskuelig grad.

Denne betydning må betragtes som et kendt faktum, som iøvrigt let kan underbygges med konkrete tal, der for eksempel angiver væksten i antallet af datamater og dem der arbejder med dem, og i de kapitaler der er bundet i dem. Oplysninger af denne art vil jeg give hvor de passer i sammenhængen iøvrigt.

Der er ingen grund til at undre sig over at drøftelsen af disse tings betydning vil kræve adskillige forelæsninger. Foreteelser der som datamaterne griber dybt ind i samfundet er ikke betinget af en enkelt idé, en enkelt opfindelse, eller et isoleret problem i samfundet. De fremkommer ved et samspil af mange omstændigheder,

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

både principielle muligheder, bestemte tekniske opfindelser, og en mangfoldighed af samfundsmæssige, deriblandt økonomiske, forhold. I forelæseringerne vil jeg prøve at belyse alle disse forskellige sider af sagen.

Til en begyndelse vil jeg i dag skitsere noget af den historiske baggrund for den øjeblikkelige situation, i særdeleshed den udvikling af de tekniske opfindelser som fører frem til nutidens elektroniske datamaskiner eller datamater.

Pascal og Leibniz i 1600-tallet

Den tidlige udvikling af datamater kan ikke skelnes fra udviklingen af mekaniske og automatiske apparater til at udføre regninger. Denne udvikling går tilbage til 1642 da Blaise Pascal, den store franske matematiker og filosof, byggede en maskine der kunne lægge sammen og trække fra. Det næste skridt fulgte tredive år senere, i 1671, da den tyske matematiker og filosof Gottfried Wilhelm Leibniz konstruerede en multiplikationsmaskine.

Disse opfindelser var forløbere for en række andre opfindelser af maskiner, der ved hjælp af tandhjul og andre mekanismer kan udføre regninger. Efterhånden som den almindelige fabrikationsteknik blev forfinet er en række forskelli-

DATAMASKINERNES HISTORIE

ge maskiner af denne art blevet almindeligt kendt fra utallige anvendelser.

Charles Babbage – hundrede år forud for sin tid
Fra Leibniz er der et spring på halvandet hundrede år til den næste afgørende udvikling. Den er knyttet til navnet Charles Babbage, og er et ekstremt eksempel på ideer der er forud for deres tid. Charles Babbage var englænder, levede fra 1792 til 1871, og var hele livet optaget af matematiske og tekniske ideer og opfindelser. Omkring 1820 udtænkte han en såkaldt differensmaskine, en regnemaskine der var særlig egnet til at beregne tabeller som de bruges i astronomien og til navigation. Det lykkedes ham at opnå støtte fra den engelske regering og arbejdet med at konstruere maskinen blev sat i gang. Før den var fuldendt fik Babbage dog nye ideer til en langt mere ambitiøs konstruktion, den analytiske maskine. Samtidig viste det sig mere tidsrøvende og kostbart end forudset at konstruere differensmaskinen, og en stor del af de sidste halvtreds år af sit liv tilbragte Babbage med at slå for sine ideer, uden at det lykkedes ham at bringe sine projekter til fuldendelse. I sin egen tid gik Babbage for at være fantast, i dag er det klart at han mere end 100 år før tiden havde

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

indset de muligheder der er realiseret i de moderne datamater.

Det næste vigtige skridt i udviklingen af mekanisk regning var den praktiske brug af hulkort til at repræsentere tal. Denne ide har rødder helt tilbage til 1725 da den franske væver Bouchon fandt på at bruge en papirrulle med huller til at styre trådene under vævningen. Denne idé blev en af forløberne for den berømte Jacquard væv fra 1808. Til trods for at Babbage allerede omkring 1825 var fuldt klar over hulkortenes muligheder ved regninger, blev denne tanke først virkeliggjort omkring 1880 af Hollerith. Efter dette tidspunkt har alle højt udviklede regnemaskiner gjort brug af huller i papir, hvad enten papiret har haft form af kort eller strimler.

De elektromekaniske giganters æra

Herefter skal vi helt frem til 1930-erne før der igen for alvor sker et spring i udviklingen. Fra omkring 1936 opstår der mellem hænderne på en tysk ingeniør, Konrad Zuse, en række indviklede, automatiske regnemaskiner. De første var rent mekaniske, men allerede fra omkring 1941 overtager elektriciteten de fleste funktioner. Den tredje af disse maskiner, Zuse Z3 fra 1941, kan betragtes som den første funktioneringsdygtige

DATAMASKINERNES HISTORIE

maskine, der realiserer Babbage's ideer, omend med andre midler end forudset i 1822.

Omtrent samtidig opstår lignende maskiner ved Harvard universitetet og ved Bell Telephone Laboratorierne i U.S.A. Ved Harvard begyndte Howard Aiken i 1937 et samarbejde med firmaet IBM om udvikling af en stor regnemaskine. Maskinen var færdig i 1944 og efterfulgtes de følgende år af yderligere tre store maskiner. Ved Bell Telephone Laboratorierne skabte blandt andre George Stibitz fra 1939 til 1946 seks forskellige komplicerede og ydedygtige maskiner. Alle de nævnte maskiner var opbygget af mekaniske og elektromekaniske dele, tandhjul, vippearmer, og elektromekaniske relæer, og deres historiske betydning var at de gjorde det klart at det var muligt og værdifuldt at bygge komplicerede regnemaskiner.

Elektroner og programlagring

Det næste skridt blev taget da Mauchly og Eckert ved University of Pennsylvania i Philadelphia i årene 1944 til 1946 udviklede den første regnemaskine der benytter elektroner til at realisere de indre funktioner. Herved opnåede man en forøgelse i regnehastighed fra nogle få regneoperationer pr. sekund til flere tusinde.

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

Hermed var vejen banet for et skridt der er ejendommeligt derved, at det på en vis måde kun er en gevinst i bekvemmelighed ved brugen af maskinerne, og dog må betegnes som den vigtigste principielle opfindelse på dette område siden Babbage's idé til den analytiske maskine. Denne udvikling skyldes matematikerne John Von Neumann og Herman Goldstine*) fra Princeton universitetet i U.S.A. og ideen går ud på at de oplysninger der kræves til at styre maskinens funktioner under løsningen af en opgave, inde i maskinen opbevares på samme måde som de talværdier der bearbejdes. Ideen indebærer at maskinen opbygges omkring et centralt lager for oplysninger, som altså både rummer tal der er ved at blive bearbejdet og instruktioner for maskinens arbejde.

Dette nye princip for opbygningen af maskiner satte skel mellem alle tidligere maskiner og de fleste senere. Ikke sådan at forstå at de nyere maskiner egentlig kan gøre andet end de ældre, men mere ved den flexibilitet de nye maskiner fik, den lethed hvormed de kan omstilles fra at løse én opgave til en anden. Dette fik konsekvenser langt ud over hvad man umiddelbart kunne vente, og har blandt andet fået os til at

*) Se note side 104.

DATAMASKINERNES HISTORIE

indse at disse maskiner slet ikke udelukkende, eller blot overvejende, bør betragtes som regnemaskiner, men at de som vi senere skal omtale nærmere er maskiner til at manipulere data af enhver art. Det er også baggrunden for at vi der arbejder med maskinerne, i dag er tilbøjelige til at føle betegnelsen »elektronisk regnemaskine« som vildledende. Jeg vil derfor i det følgende for de maskiner, der er bygget på princippet at gemme data og procesinstruktioner i det samme indre lager, benytte betegnelsen »datamat«.

Von Neumann og Goldstine's ideer vandt meget hurtigt forståelse langt ud over verden. Det primære problem blev nu at udvikle teknisk set gode løsninger for det centrale element i datamaterne, lageret for data. I denne henseende blev England i nogle år igen førende. Faktisk var den første egentlige datamat der kunne arbejde tilfredsstillende den såkaldte Edsac, konstrueret af Wilkes og Renwick i Cambridge, og funktionsdygtig fra 1949. I Edsac bestod lageret af kviksølvfyldte rør, hvorigennem der cirkulerede lydimpulser svarende til tal og instruktioner. Snart efter fulgte Williams i Manchester med en datamat der byggede på et af ham selv udviklet lagerprincip, det såkaldte Williamsrør.

Indtil dette tidspunkt var alle datamater ene-

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

stående konstruktioner, udviklet af en institution, oftest et universitet, til sit eget brug, eller til levering efter kontrakt til en bestemt kunde. Omkring 1950 bliver en stor datamat for første gang tilbudt på det åbne marked. Det var Remington Rand som mødte med maskinen Univac. Firmaet havde til at udvikle denne maskine sikret sig fædrene til den første elektroniske regnemaskine, Eckert og Mauchly. Den første kunde blev det amerikanske folketællingsbureau, men snart efter fulgte et stort forsikringselskab. Det er vanskeligt at sætte sig ind i den tankegang der dengang dominerede, selv hos kyndige der havde udviklingen nært inde på livet. Så sent som på dette tidspunkt udtalte en kendt ekspert at man næppe kunne vente at der ville blive bygget mere end måske en snes datamater ved universiteter verden over. Hermed, mente man, ville behovet for beregninger være dækket.

Det skulle gå anderledes. I løbet af få år blev det klart at datamaternes værdi ingenlunde er begrænset til matematiske eller videnskabelige opgaver, men er langt bredere, og i særdeleshed omfatter en fylde af administrative opgaver, i første omgang regnskabsføring af enhver art. Efter nogle års tøven kastede IBM, der hidtil havde koncentreret sig om de simple hulkort-

DATAMASKINERNES HISTORIE

maskiner og skrivemaskiner, sig ud i konstruktionen af store datamater, hvor de hurtigt blev dominerende på markedet. I løbet af 1950'erne blev konstruktionen af datamater til en storindustri, præget af hård konkurrence. Ikke få firmaer på dette felt er bukket under eller har måttet eliminere deres aktiviteter efter store tab. – Dette har dog ikke kunnet bremse udbredelsen af datamaterne; alene i U.S.A. var der i 1965 mere end 32.000 anlæg, hver til en gennemsnitsværdi af et par millioner kroner.

Programmeringens æra

Der skulle ikke gå mange år efter at datamaterne var begyndt at blive leveret til almindelig brug før der viste sig nye, uventede problemer. Det var muligt for ingeniørerne at udvikle og bygge datamater med stadig forøget arbejdshastighed og stadig forbedret pålidelighed, men samspillet mellem datamaterne og de mennesker der formulerede opgaverne for dem gav brat voksende problemer. Maskinerne var der, men det kneb for brugerne at følge med i at fodre dem med opgaver der var tilstrækkelig fuldstændigt og korrekt formuleret til at maskinerne kunne få lejlighed til at strække ud i gennemførelsen af løsningen. En stadig voksende del af

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

omkostningerne ved at drive datamaterne kom til at skyldes forgæves forsøg med ukorrekte programmer. Fra slutningen af 1950'erne kom udviklingen omkring datamaterne således til at stå i programmeringens tegn.

Programmeringens problemer vil blive nøjere drøftet i den fjerde forelæsning. Her skal blot antydes at løsningen af problemet ligger nøje på linie med den voksende forståelse af datamaterne som generelle symbolmanipulationsapparater. – Den helt almindeligt anvendelige løsning af problemer med kommunikationen mellem mennesker og datamater er at lade datamaten komme mennesket i møde ved at den pålægges et stadig mere kompliceret arbejde med at analysere og omforme menneskets ytringer. Denne almindelige filosofi fandt først anvendelse på det mest påtrængende problem, det at formulere løsningsmetoder for datamaten selv. I stigende grad gik man over til at tillade dem der skulle formulere problemløsningerne for datamaterne at udtrykke sig på en for mennesker bekvem måde. Til dette formål udviklede man særlige skrivemåder, såkaldte programmeringssprog, som for eksempel Algol, Fortran, og Cobol.

Efter at de mest påtrængende problemer med programmeringen af datamaterne er blevet løst

DATAMASKINERNES HISTORIE

på denne måde har interessen vendt sig mod andre sider af kommunikationen mellem datamaterne og mennesker. Indtil omkring 1960 foregik praktisk talt al kontakt ved hjælp af skrivemaskinelignende apparater. For at meddele sig til datamaten måtte brugeren derfor skrive sine meddelelser på et tastatur, og datamatens svar fremkom igen i form af maskinskrift. Ydermere var den enkelte brugers kontakt med datamaten begrænset til kortvarige kørsler med timers mellemrum. Meget af arbejdet med at udvikle datamaterne er i dag rettet mod at fjerne disse begrænsninger. Det er blevet mere almindeligt at lade datamaterne styre apparater der kan tegne, eller der fremviser billeder som på en fjernsynsskærm. Tilsvarende er det i dag muligt at lade datamater opfatte menneskers ytringer gennem at aflæse en pegepind der føres af mennesket, ligesom der har været lagt en del arbejde i apparater som kan opfatte menneskers tale. Dertil kommer at de højst udviklede datamatiske systemer af i dag tillader brugerne at være i kontakt med systemet så tit og så længe brugeren behøver det.

Datamatikken i Danmark

Som supplement til denne datamaternes verdens-

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

historie vil jeg i dag slutte med en kort gennemgang af udviklingen her i landet. Den første spæde begyndelse til vor overgang til det datamatiske samfund blev gjort i slutningen af 1946 da Akademiet for de tekniske Videnskaber dannede ATV's regnemaskineudvalg. Den drivende kraft og formand i dette udvalg var professor i matematik ved Danmarks tekniske Højskole, dr. phil. Richard Petersen. I de første år koncentrerede man sig omkring bygningen af en såkaldt analogmaskine. I den samme periode skete der en glimrende udvikling i Sverige, efter at den svenske rigsdag i 1947 havde bevilget 2 millioner kroner til formålet. Denne udvikling blev også til stor nytte for os her i landet, idet en række personlige kontakter førte til at den svenske rigsdag i 1952 tiltrådte at alle planer og erfaringer fra udviklingen af den svenske maskine Beskville blive stillet frit til rådighed for et dansk udviklingsarbejde under ATV's regnemaskineudvalg. Den første konsekvens heraf blev at civilingeniør Bent Scharøe Petersen tilbragte et års tid ved Matematikmaskinnämnden i Stockholm. På dette tidspunkt var det danske Forsvarets Forskningsråd også blevet interesseret i sagen, og der var dannet et fællesudvalg med ATV's regnemaskineudvalg.

DATAMASKINERNES HISTORIE

Det lå dog tungt med pengene. Danske erhvervsvirksomheder var blottede for interesse, og den danske statslige videnskab blegnede ved talen om de beløb der krævedes. Først i 1955 lykkedes det at få en bevilling på 900.000 kr. af den såkaldte militære counterpart-bevilling, og i slutningen af året kunne man omdanne ATV's regnemaskineudvalg til et selvejende ATV-institut, Regnecentralen. Herefter kom der rask gang i at bygge den danske version af Desk, som blev kendt under navnet Dask.

Snart efter at Dask var sat i drift fik Regnecentralen en opfordring fra Geodætisk Institut til at indgå et samarbejde om udviklingen af en ny, mindre datamat. Dette samarbejde førte til konstruktionen af Gier, den første helt dansk udviklede datamat. I teknisk henseende betød den et spring frem fra Dask derved at den ikke benytter vakuumrør, men transistorer, i de elektroniske kredsløb. Den første Gier blev leveret i 1960 og derefter har produktionen løbet jævnt, og datamater af denne type er købt af virksomheder både i Danmark og i en række andre europæiske lande.

Også på området programmeringssprog kom vi ved denne tid godt med herhjemme. Allerede mens Dask var under udvikling var det klart at

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

der her lå store problemer, men også store muligheder. Da der i 1958 kom gang i det internationale samarbejde omkring at fastlægge et fælles programmeringssprog sluttede vi os straks til arbejdet, og jeg selv var medlem af en international komite der i 1960 fastlagde programmeringssproget Algol 60.

Sideløbende hermed begyndte der at komme gang i anvendelsen af datamater til rent administrative opgaver og indkøb af udenlandske datamater tog fart. I 1959 dannede staten og en række kommuner interessentskabet Datacentralen med henblik på løsningen af større offentlige registeropgaver, ligesom en række firmaer har lagt dele af deres administration over på datamater, enten gennem leje af tid hos et af servicebureauerne eller gennem brug af egen datamat.

Den tekniske aktivitet er også fortsat. Regnecentralen, der siden 1964 har været et aktieselskab, har således foruden flere mindre apparater udviklet en ny datamat, RC 4000, som udnytter den nyeste mikroelektronik.

Resultatet af denne udvikling er at antallet af datamater her i landet i 1967 er omkring 180, med hastigt stigende tendens. I forhold til vort indbyggerantal er dette ikke et overvældende

DATAMASKINERNES HISTORIE

antal. Fra et snævert økonomisk synspunkt er tallet derimod ikke urimeligt, og endda måske lidt højt. Problemet er ikke blot at have datamatkapaciteten, men også at have tilstrækkelig kapacitet af kyndige brugere. Dette sidste punkt er i dag den alvorligste flaskehals for udnyttelsen af de muligheder som datamaterne frembyder. Det er også baggrunden for de mangfoldige bestræbelser der i disse år gøres for at få kundskaben om datamaterne bragt ind i alle niveauer af uddannelsen.

På dette punkt står vi svagt, i første række på grund af den traditionalisme og usmidighed der præger vore højere uddannelsesinstitutioner. Det er klart at indpasningen af forholdsvis kostbart apparatur som datamater i universiteterne og de andre højere læreanstalter vil kræve en administrativ nydannelse. I hvor ringe grad vore højere læreanstalter har været i stand til aktivt og selvstændigt at løse dette problem fremgår blandt andet deraf at det største datamatiske anlæg der for tiden står til disse institutioners rådighed skyldes en tidsbegrænset gave fra et amerikansk datamatfirma.

En anden grund til vore uddannelsesmæssige svagheder må søges i at det endnu kun i ganske utilstrækkelig grad er erkendt at en indsigt i de

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

principper der ligger bag anvendelsen af datamater bidrager til en helt ny forståelse af et bredt felt af andre fag, hvad enten disse har brug for datamaternes hjælp eller ej. Nøglen til denne forståelse ligger i datalogien, læren om data og dataprocesser, som derfor skal være emnet for den anden forelæsning.

DATALOGI, LÆREN OM DATA

I den første af disse forelæsninger stillede jeg Dem i udsigt at besvare spørgsmålet: Hvorfor er de elektroniske datamaskiner, eller datamaterne, som jeg foretrækker at kalde dem, af så væsentlig samfundsmæssig betydning? Jeg gennemgik kort regnemaskinernes historie og skitserede den vældige udvikling de har undergået i de sidste årtier, den udvikling der blandt andet har medført at vi i dag betragter disse apparater som datamanipulatorer, og ikke i første række som regnemaskiner.

Data, datarepræsentationer og dataprocesser

I dag skal vi beskæftige os med nogle helt andre grunde til datamaternes enestående betydning. Jeg vil skitsere det der ligger i begreberne *data* og de dertil nøje knyttede *datarepræsentationer* og *dataprocesser*, og forsøge at vise at disse begreber i sig rummer et helt nyt syn på en mangfoldighed af menneskets ytringsformer, både matematikken og mere dagligdags foreteelser som

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

sproget. Gennem deres intime forbindelse med disse almenmenneskelige ting bliver datamaternes samfundsmæssige betydning langt mere forståelig.

For nu med det samme at få det værste overstået, her er den internationale definition af ordet »data«:

DATA: enhver repræsentation af fakta eller ideer på en formaliseret måde, som kan kommunikeres eller manipuleres ved en eller anden proces.

Denne definition lyder formentlig ret så tam, eller endda tom, men just deri ligger det uhyre omfattende i begrebet. For at give Dem en mere håndgribelig forståelse vil jeg nu gennemgå nogle eksempler og sammenholde dem med definitionen.

Lad os begynde med sædvanlig sprogbrug. Som eksempel har jeg her på papiret foran mig skrevet en sætning. Sætningen læser:

»På væggen hænger en sollysende høstscene«
Disse tegn på papiret foran mig er i følge definitionen data. Lad os for at forvise os herom først overveje den første del af definitionen, der siger: »Enhver repræsentation af fakta eller ideer«. Her er der tale om forholdet mellem sætningen på papiret og visse andre omstændigheder i verden, maleriet, væggen, det at maleriet

hænger der, og tanken om maleriets motiv. Det er dette forhold mellem sætningen og virkeligheden, der udtrykkes ved at disse data repræsenterer fakta og ideer. Den anden del af definitionen siger at repræsentationen må være formaliseret på en sådan måde at den kan kommunikeres eller manipuleres ved en eller anden proces. Hvad angår den nævnte proces da kan jeg uden videre nævne en sådan, nemlig den der består i at jeg lader mit blik følge teksten og læser den op for Dem som jeg netop gjorde før. Derigennem har jeg kommunikeret disse data til Dem. Tilbage står kravet om at repræsentationen skal være formaliseret. Her tænkes der på den omstændighed at en tekst som den omtalte består af enkelte tegn, bogstaverne, der holder sig inden for et meget begrænset sæt af former, nemlig de henvend tredive bogstaver i alfabetet, og ydermere at små uregelmæssigheder i det enkelte tegns fremtræden på papiret er uden betydning. Denne omstændighed er betingelsen for at man kan tale om en perfekt kommunikation af teksten. Hvis for eksempel en af mine tilhørere har nedskrevet sætningen så kan vi gå ud fra at blot han er fortrolig med dansk retskrivning så vil hans version af sætningen være aldeles den samme som min, bogstav for bogstav.

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

Definitionen af data gemmer dog på endnu mere, gennem det den *ikke* siger. Den udtaler sig aldeles ikke om nogen bestemt måde data kan eksistere og lader derved alle muligheder stå åbne. Allerede den anførte illustration giver en række eksempler herpå. De primære data findes som tryksværte på papir her foran mig. Alene derigennem at jeg har læst sætningen højt og at den er blevet overført til lytterne gennem radioen er disse samme fakta og ideer blevet repræsenteret på en række andre måder, først som en serie lyde jeg udtaler, derefter som elektriske signaler af flere forskellige former, før den omsider igen omsættes til lyd i Deres højttaler. Hver af disse former kan opfattes som data der repræsenterer de samme fakta og ideer.

Endnu en væsentlig ting skal bemærkes ved den givne definition af data, nemlig den udtrykelige tale om *processer*. En ting eller begivenhed er ikke i sig selv data, men bliver det først når den indgår i en proces hvori dens repræsentation af fakta og ideer er det afgørende. Hvis jeg brænder et beskrevet stykke papir så underkastes skrifttegnere en forbrændingsproces, men dette gør dem ikke i sig selv til data. Dette er derimod tilfældet hvis en person læser dem. Vi ser heraf at databegrebet beskæftiger sig med en måde som

mennesker forholder sig på til visse fænomener.

Kunst og modeller som data

Databegrebet ligger nær op ad symbol- og modelbegreberne. Ordet *symbol* bruges både om matematiske symboler, hvor det knap kan skelnes fra data, og i kunsten. Brugen af symboler i kunsten er dog en kompliceret sag. Nok er der tale om at én ting på en ejendommelig måde peger på, eller henviser til, en anden, men der gives ikke nødvendigvis et krav om en formalisering som ved databegrebet. Således er der forskel mellem et maleri og data. Maleriet er ikke formaliseret og ingen kopi af det vil regnes for lige så god som originalen.

At formelle processer ikke er kunsten uvedkommende fremgår på den anden side af forbindelsen mellem litteraturen og bogtrykkunsten, som må betragtes som en tidlig triumf for mekanisk databehandling. Ved at fremdrage dette eksempel håber jeg også at berolige dem der føler sig uhyggeligt til mode ved de moderne datamater. Vi har alle for længst vænnet os til at omgås særdeles personligt med data som er frembragt gennem mekaniske processer. Der er ingen der føler sig stødt af at kærlighedsdigte er reproduceret ved hjælp af ganske følelsesløse

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

trykkemaskiner. Af og til kan man dog iagttage at der måske er en grænse for hvor vidt vi er parat til at acceptere dette upersonlige mellemled. Jeg selv føler mig snydt når jeg modtager en julehilsen der er trykt og hvor afsenderen ikke engang har umaget sig til at tilføje sin egenhændige underskrift. Fornemmelsen kan dog også vendes om. Nutildags regnes et festtelegram jo for en fuldt ud passende form for hyldest, næsten bedre end et brev, til trods for at telegramteksten som bekendt har været udsat for en langt mere omfattende håndtering af uvedkommende personer og maskiner.

Databegrebets forbindelse til modelbegrebet er måske ikke ved første øjekast indlysende, da man ved en model normalt tænker på en ting som i sin fremtoning har stærk lighed med det den er en model af, som for eksempel ved modelfly. Modelbegrebet er imidlertid for længst overtaget i de empiriske videnskaber, fysikken, astronomin, biologien, og mange andre, og bruges der om langt mere abstrakte konstruktioner. I astronomin taler man for eksempel om stjernemodeller, der består af kurver eller tabeller, altså data.

Data som værktøj

Men hvis databegrebet på alle disse måder er

foregrebet eller indeholdt i disse kendte begreber, hvad bringer det da af nyt, må vi spørge. Svaret herpå ligger allerede i det sagte, på den ene side i den ubegrænsede frihed til som data at vælge hvilken art fænomener som helst, lyde, tryksværte på papir, elektriske strømme, magnetfelter, osv., dels i interessen for processerne. I denne sidste interesse ligger noget aktivt. Data er ikke noget der eksisterer eller som man har, det er noget man bruger, et værktøj for mennesker i deres virksomhed.

Denne opfattelse kan umiddelbart bekræftes ved en overvejelse af sproget. For så vidt sproget anvendes til kommunikation af fakta og ideer mellem mennesker, og ikke som medium for fri fabuleringen, da tjener sproget åbenbart som hjælpemiddel, værktøj, – og er vel endda det vigtigste menneskelige værktøj overhovedet.

Men med en helt fri opfattelse af data åbner vi vejen for en langt mere effektiv udnyttelse af dem. Sagen er at den lethed hvormed vi kan gennemføre en given dataproces i høj grad afhænger af præcis hvilke data vi har valgt til at repræsentere virkeligheden, eller som jeg kort vil sige, af *datarepresentationen*. Dette forhold er velkendt fra sædvanlig brug af de sproglige repræsentationer, tale og skrift. Blandt de pro-

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

cesser der her er tale om kan nævnes adskillige, for eksempel: at udveksle ideer blandt personer; at give en fuldstændig beskrivelse af et forhold; at registrere nu tilgængelige fakta for at undgå at de fortabes; at udbrede en enkelt persons ideer til mange. Som enhver ved vælger man sin sproglige form, tale eller skrift, under hensyn til hvorledes processen vil forløbe mest effektivt. Til at udveksle ideer bruger man helst samtale, fordi den skriftlige form er for tung og langsom. Fuldstændige beskrivelser udformes bedst skriftligt, fordi dette er mere fordelagtigt for den der skal bruge dem. Til at registrere tilgængelige fakta bruger mange af os skriftlige notater, men det afhænger af vor indbyggede procesformåen, og nogle af os opnår en sikrere registrering ved at bruge hukommelsen. Til at udbrede en enkelt persons ideer til mange benytter man i ikke helt simple tilfælde en kombination af tale og skrift, som vi for eksempel stadig kan iagttage det i arbejdet for at udbrede politiske ideer.

Den helt fri opfattelse af data har i praksis for længst slået sig igennem hvad angår den dataproces der hedder kommunikation. Vi benytter frit en blanding af de gammelkendte repræsentationer, tale og skrift, og en mangfoldighed

af andre, telegrafi, telefoni, radio- og fjernsyns-
overføring, idet vi i hver livssituation vurderer
den indbyrdes fordel af disse i forhold til den
kommunikationsproces vi har brug for at få ud-
ført.

På området datalagring, som kan opfattes som
den proces at kommunikere med en forsinkelse
af ubekendt varighed, har en voksende frigørelse
fra sædvanlig nedskrivning ligeledes fundet sted
med fremkomsten af båndoptagere.

Fra datalogiens synspunkt må denne udvik-
ling opfattes blot som en begyndelse, da den kun
berører de allersimpleste dataprocesser. Frem-
komsten af datamaterne betyder at langt mere
komplicerede dataprocesser meget effektivt kan
udføres uden at mennesker behøver at deltage.
Vejen er derved blevet åbnet for at arbejdet med
datamodeller bliver i høj grad automatiseret og
effektiviseret.

Datamodeller i samfundslivet

Betydningen af datamodeller for samfundslivet
kan næppe overvurderes. De er grundlaget for
enhver planlægning, fra forretningsmandens ta-
beller og kurver over den erhversmæssige udvik-
ling, over ingeniørens arbejde med beregninger
og tegninger der beskriver den bro han er ved at

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

konstruere, til fysikerens matematiske teori for atomkernen. På hvert af disse områder tillader arbejdet med data at man skaffer sig viden om hvordan den virkelige verden vil opføre sig under forskellige omstændigheder. Datamodellerne tillader at vi eksperimenterer med virkeligheden, men uden at vi behøver opføre becostelige eksperimentopstillinger og uden at tabe ret meget hvis eksperimentet mislykkes. Værdien heraf er især slående ved planlægningen af ting som skibe, flyvemaskiner, broer, og atomreaktorer, hvor et fejlslagent virkeligt eksperiment øjensynlig kan være katastrofalt. Derimod betyder det ikke alverden om det ved en beregning viser sig at en påtænkt reaktorkonstruktion vil eksplodere.

Hvad er nu betydningen af det datalogiske synspunkt for denne brug af modeller? Her er der to ting at nævne. For det første befrier datalogien os for fordomme om at arbejdet med en bestemt, given problemstilling er knyttet til en bestemt datarepræsentation. Sådanne fordomme er uhyre udbredte. For eksempel arbejder ingeniører og arkitekter traditionelt med tegninger af deres konstruktioner som primære data. Det vil umiddelbart vække modstand hvis man foreslår at denne form måske slet ikke bør være enerådende. Ikke desto mindre er det en kendsgerning

at der nu til dags i betydeligt omfang foregår udviklingen af komplicerede konstruktioner, som vejanlæg og skibe, uden nævneværdig brug af tegninger.

Hermed er ikke sagt at den hidtidige brug af tegninger har været en datalogisk fejltagelse. Hvad datalogien siger er at datarepræsentationen må afpasses efter den transformation der skal udføres og det procesværktøj der er til rådighed. Indtil de moderne datamaters fremkomst omkring 1945 var arkitekter og ingeniører i det væsentlige henvist til at arbejde kun med mennesker som procesværktøj. I relation til den måde vi mennesker arbejder med hovedet og til vor synsmekanik er tegninger en særdeles velvalgt datarepræsentation.

Den anden værdi af datalogien for modelbyggeren ligger i selve opbygningen af en datamodel og i beskrivelsen af alle detaljer i de processer der indgår i dens brug. Den nøje formulering af en datamodel virker i høj grad stimulerende for forståelsen af enhver art problem, stimulerende på en måde som må opleves for at forstås. Denne dybere forståelse af problemerne er slet ikke knyttet kun til mere komplicerede problemer. En betydelig del af gevinsten kan også høstes uden at man kommer i berøring med datamater. Det

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

afgørende er oplevelsen af hvordan dataprocesser kan udvikles, beskrives og bearbejdes.

Det fremgår af disse betragtninger at datalogien ikke har nogen nødvendig forbindelse med datamaterne og at den datalogiske betragtningssmåde indeholder meget gammelkendt, som blot ikke hidtil har været samlet under samme synspunkt. Datamaterne har dog det med sagen at gøre at de ved deres fremkomst fremtvinger en ny og velfunderet datalogisk stillingtagen til problemernes løsning. Den hurtighed, sikkerhed og prisbillighed hvormed nutidens datamater gennemfører komplicerede dataprocesser betyder et så afgørende spring sammenlignet med hvad der hidtil har været kendt, at enhver menneskelig aktivitet der i nævneværdig grad har brug for dataprocesser må blive påvirket deraf. Vanskeligheden ved overgangen beror i vid udstrækning på at dyrkerne af de mange specialfag slet ikke er vant til at se deres fag på den led som situationen kræver. Den ingeniør der bygger broer er vant til at vurdere konsekvenserne af nye materialer og nye konstruktive ideer, men ikke i nær så høj grad af nye beskrivelsesformer, nye datarepræsentationer. Samtidig griber en ændring i den datarepræsentation der benyttes under projekteringen så dybt ind i arbejdet at den ikke

kan overlades til fremmede eksperter alene, men kræver meget aktiv medvirken af det enkelte fags dyrkere.

Dertil kommer at datamaterne selv undergår en udvikling, således at tilpasningen af de enkelte fags problemer til dette værktøj ingenlunde er noget der kan klares én gang for alle.

Datalogi i uddannelsen

Har man således indset at datalogien på den ene side sammenfatter en lang række centrale menneskelige aktiviteter og begrebsdannelser under ét samlende synspunkt, og på den anden side formår at befrugte og forny tankegangen i en lige så lang række fag, da kan man ikke være i tvivl om at datalogien må have en plads i almenuddannelsen. For at nå til en rimelig forestilling om hvordan denne placering bør være er det naturligt at sammenligne med fag af lignende karakter. Man vil da nå frem til sproglære og matematik, som er de nærmeste analoge. Både datalogien og disse to fagområder beskæftiger sig med tegn og symboler der er opfundet af mennesker som hjælpemidler. Fælles for de tre emner er også deres karakter af redskaber for mange andre fag. I uddannelsen må de derfor indgå på to måder, dels som hjælpefag ved stu-

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

dier af mange andre fag, dels som hovedfag ved uddannelsen af specialister i selve disse emner. Vi har jo alle måttet gennemgå meget betydelige mængder sprog, regning og matematik i skolen, uanset at kun ganske få af os er blevet lingvister eller matematikere. På lignende måde må datalogien bringes ind i skoleundervisningen og forberede os alle på tilværelsen i datamaternes tidsalder, ganske som læsning og skrivning anses som en nødvendig forudsætning for tilværelsen i et samfund der er præget af tryksager.

Datalogien kan tænkes placeret i skoleundervisningen, enten som et selvstændigt fag, eller som en del af matematikken. Det afgørende er indholdet af undervisningen. Hovedtemaerne må være data, datarepræsentationer, og dataproceser. Disse fundamentale begreber må belyses gennem en række konkrete eksempler som bekvemt kan tages fra områder inden for skoleelevernes erfaringsområde, talregning, stavning, opslag i registre, og lignende. Der bør også indgå simple eksempler på brugen af mekaniske og elektriske fænomener til datarepræsentation. Disse eksempler bør belyses ved simple forsøg. Datamaterne bør også omtales, men ikke som det centrale i faget, snarere som en afsluttende orientering.

Når datalogien er blevet vel etableret i almen-

DATALOGI, LÆREN OM DATA

uddannelsen vil den mystik der omgiver datamaterne i manges forestillinger opløse sig i intet. Dette må betragtes som den måske allervigtigste begrundelse for at fremme forståelsen af datalogien. Det vil nemlig være betingelsen for at herredømmet over datamaterne og deres anvendelse ikke bliver en sag for en lille gruppe af eksperter, men bliver en sædvanlig politisk sag, og således gennem det politiske system kommer til at ligge hvor det bør, hos os alle.

DATAMATERNES STRUKTUR OG ARBEJDEMÅDE

Verden over findes der i dag omkring 50.000 datamater i brug og tallet er hastigt stigende. Hvert af disse anlæg repræsenterer en investering af gennemsnitlig omkring en million kroner. Blot disse tal siger noget om datamaternes samfundsmæssige betydning. Ved denne forelæsning skal vi se lidt nærmere på hvordan disse mange anlæg er opbygget. Vi skal altså supplere den første forelæsnings historiske perspektiv med et billede af hvor vi står i dag.

Nutidens datamater adskiller sig indbyrdes i nogen grad med hensyn til størrelse og hurtighed, mens der er betydelige ligheder i deres indre struktur. Denne strukturelle lighed er ikke tilfældig, den afspejler et hierarki som vi allerede kender fra den måde hvorpå data håndteres uden for datamaterne. Det er nemlig her vi bør begynde gennemgangen, ved datamaternes lagring af data. Denne side af datamaterne er ofte blevet betegnet som deres hukommelse, et ord der

dog er unødigt psykologiserende. Jeg vil derfor holde mig til ordene *lager* og *lagring*.

Datalagring i datamater

Det der lagres i en datamat er data, eller for at repetere definitionen fra den anden forelæsning: en repræsentation af fakta eller forestillinger på en formaliseret måde, der kan kommunikere eller manipulere ved en eller anden proces. Hvad det er for fakta eller forestillinger der repræsenteres i vore datamater vil vi tale mere om i senere forelæsninger. For øjeblikket er det tilstrækkeligt at tænke sig at det kan være tekster af enhver art, for eksempel navne og adresser, rapporter, eller talmaterialer. Hvad der interesserer os nu er repræsentationen af teksterne. Her er det praktisk først at slå fast at disse repræsentationer falder i tre grupper, for det første sådanne som er egnede til at sende data udefra ind i datamaten, for det andet dem som kan bruges ved overføring den omvendte vej, fra datamaten og ud til omverdenen, og for det tredje sådanne repræsentationer som er egnede for datamatens helt interne arbejde.

For nu at begynde med de sidstnævnte, de interne repræsentationer, så må vi konstatere at selve den idé at udskille denne funktion som no-

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

get særskilt, der ikke teknisk behøver at løses på en måde der minder om dem der benyttes ved datamaternes ydre kommunikation, denne idé er af største betydning. Det er kun ved at erkende at man ved den indre datalagring ikke behøver at skele til muligheden af at de data som findes lagrede skal kunne aflæses af andre end datamaten selv, at man har kunnet opnå de store arbejdshastigheder.

Det krav der må stilles til den interne datarepræsentation er at datamaten sikkert og hurtigt må kunne kommunikere de data der findes lagret. De lagrede data må altså kunne aflæses af datamaten, men tillige må der være steder at aflevere det der aflæses. Man indser snart at man enten må have et system der ubegrænset kan vedblive at rumme flere data, eller også må vi benytte repræsentationer der tillader at data slettes, som man sletter en tavle med en våd svamp. Det er selvsagt den anden af disse fremgangsmåder der er mest økonomisk og det er også den der må betragtes som grundlæggende i datamaterne.

Som yderligere understregning af dette princip, at slette data, kan man drage en sammenligning med det der foregår i de fleste hjem hver dag. Hvis man får en daglig avis er dette en vis

DATAMATERNES STRUKTUR OG ARBEJDSMÅDE

mængde data, som sædvanligvis lægges fremme på et bestemt sted, måske et avisbord. Den daglige ombytning af den gamle avis med en ny er nøje analog med sletningen af data på et bestemt sted i en datamat og lagringen af ny data på det samme sted. De processer datamaten udfører på de lagrede data svarer i dette billede til at avisen læses og at indholdet diskuteres og på anden måde bruges af familien.

Til intern datalagring i datamater kan man dog ikke bruge så grove ting som papir og tryk-sværte, men man må for at opnå den ønskede letbevægelighed og derved hurtighed benytte svage ændringer i små faste genstande, for eksempel ændringer i magnetiseringen i små keramiske ringe, såkaldte ferritkerner. Man sørger også for at bruge forandringer der kun er forbigående, således at den samme ring kan ændres til at lagre nye data om og om igen så tit man ønsker det. Denne arbejdsmåde svarer til det der sker på et fjernsynsrørs skærm, hvor de enkelte punkter stadig modtager ny impulser som dele af stadig nye billeder. Der er dog den forskel at hver lager-celle i en datamat normalt indrettes til at bevare de sidst modtagne data uændret indtil datamaten arbejde direkte ændrer dem. Et datalager opbygget af ferritkerner tillader at enhver del af

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

de lagrede data er tilgængelig for datamatens procesdel inden for nogle få milliontedele af et sekund.

Moderne datamater udstyres normalt med et primært lager med en kapacitet af mellem 10.000 og nogle millioner tegn. Dette er ikke nogen overvældende størrelse sammenlignet med omfanget af de datamængder man er interesseret i at håndtere. Til sammenligning kan nævnes at en enkelt avisside kan rumme omkring 40.000 tegn.

For at kunne beherske mere omfattende datamængder suppleres det primære lager med sekundære lagre eller baggrundslagre af langt større kapacitet, men med større tilgangstider, hvorved de store kapaciteter kan realiseres inden for økonomisk fornuftige rammer. Blandt de vigtigste lagringsmetoder der bruges på denne måde må nævnes indspilning på magnetbånd, efter det samme princip som kendes fra båndoptagere til hjemmebrug. En anden lagringsform er det såkaldte tromlelager, hvor man til datarepræsentationen igen benytter stoffers magnetisering, men hvor det magnetiserbare stof findes som et tyndt lag på overfladen af en roterende cylinder hvorved det stadig passerer forbi faststående ind- og afspillehoveder, der virker som i båndoptageren.

DATAMATERNES STRUKTUR OG ARBEJDSMÅDE

Til at klargøre datamaternes lagerstruktur kan man igen drage en analogi til den sædvanlige tilværelse. Vi har allerede talt om avisbordet med dagens avis. Hvis vi vil se en analogi til de større datamængder der findes i en datamats baggrundslagre, kan man tænke på hjemmets bogsamling. Hvis denne er lille kan den godt være direkte for hånden, men det vil være mere besværligt at finde frem til en søgt oplysning jo større samlingen er. I et bogelskende hjem vil bogsamlingen ofte være spredt omkring i værelserne og det kan være nødvendigt at søge omkring efter en bestemt bog. De forskellige hylder og deres tilgængelighed er da analoge med de forskellige former for baggrundslagre og besværet med at finde en bog svarer til tilgangstiden for disse lagre. Det forstås også umiddelbart at man ved brugen af datamaten må lægge stor vægt på at placere de forskellige dele af de data der indgår i et problem således at de der bruges hyppigst til enhver tid er tilgængelige i de hurtigste lagre, ligesom man i sit hjem vil tage de bøger man for tiden er ved at bruge frem fra deres mere faste pladser på hylderne og for eksempel midlertidigt lade dem ligge på natbordet.

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

Datamaternes ydre kommunikation

De apparater der i dag benyttes ved kommunikation mellem datamater og mennesker er allerede kort omtalt i den første forelæsning og omfatter blandt andet skrivemaskiner, tegnemaskiner, fjernsynsskærme med tilhørende pegepinde, højttalere, mikrofoner, og skriftlæsere. En betydningsfuld del af den måde kommunikationen foregår er knyttet til datamatens betjening af forskellige apparater der samtidig er forbundet med den. Der ligger et problem i at undgå at det meste af datamatens tid kommer til at gå med at vente på disse forholdsvis langsomme apparater, eller på mennesker der betænker sig. I nutidens mere avancerede datamatiske systemer løses dette problem ved at datamaten er i stand til at dele sin proceskapacitet mellem mange forskellige opgaver. Ordningen ligner den man bruger på et kontor der både må tage sig af kunder og andet arbejde. Kontoristerne deler her deres tid mellem at betjene kunderne, når de er der, og at udføre andet arbejde i pauserne mellem kunderne. Systemet er betinget af at kontoristerne regelmæssig kaster et blik mod betjeningsdisken og konstaterer om der er kommet nye kunder til. Nutidens datamater kan på lignende måde veksle mellem at betjene kommunikation

DATAMATERNES STRUKTUR OG ARBEJDSMÅDE

udadtil og at gennemføre mere omfattende interne processer. Med deres store hastighed kan de veksle mellem disse aktiviteter mange gange i sekundet og mennesker der kommunikerer med dem vil få den illusion at de betjenes uafbrudt.

Med denne teknik bliver det muligt at benytte løse forbindelser mellem datamaten og det apparat der er i hænderne på brugeren. I særdeleshed kan man bruge sædvanlige telefonlinier og det bliver muligt at mange abonnenter har hver sin skrivemaskine og kan kalde en central datamat så tit de vil. Dette system har for længst vundet indpas til særlige formål, for eksempel pladsbestillingssystemer, men er også ved at trænge frem til almindelige formål.

Ved kommunikation mellem datamater og andet apparatur benyttes papirstrimler, hulkort, eller magnetbånd som databærende medier, idet valget afgøres af procesbekvemmeligheden og hurtigheden. Magnetbånd tillader de største overføringshastigheder. Det er ikke usædvanligt at de pr. sekund kan overføre op mod 100.000 tegn, altså adskillige avissiders tekst.

Endnu større overføringshastigheder er mulige ved en direkte transmission af data fra én datamat til en anden. Hvis denne teknik benyttes kan det dog knap nok betegnes som kommuni-

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

kation ud ad datamaten, der er snarere tale om at de to datamater må betragtes som ét mere omfattende datamatisk system.

Dataprocesser i datamaterne

Datalagringen er kun den ene side af datamaterne, den anden, og nok mere spændende, side er procesdelen eller styreenheden. For at give en forståelse af det der foregår her må vi berøre tre forskellige forhold. Det første er selve procesbegrebet, det andet er hvad det er for processer der overhovedet kommer på tale i en datamat, og det tredje er spørgsmålet om hvad det er for processer der bringes til udførelse ved en konkret brug af en datamat. Af disse er det tredje spørgsmål så omfattende at det vil behøve hele den næste forelæsning, mens vi i dag skal tale om de to første.

Altså, procesbegrebet. Heri ligger at noget sker igennem en vis periode i tiden. I kemien taler man om processer hvor der sker en omdannelse af stoffer fra én form til en anden. I datalogien beskæftiger vi os med omdannelser af data. Et velkendt eksempel er almindelig talregning, som børnene lærer den i skolen. For at lægge en kolonne tal sammen går vi skridtvis frem, begynder med etterne og danner via en række mellem-

DATAMATERNES STRUKTUR OG ARBEJDSMÅDE

resultater summen af dem, som vi nedskriver som sidste ciffer af resultatet og som mente. Derefter går vi videre med tierne på samme måde, osv. Disse forestillinger om de enkelte elementære skridt på vejen og om mellemresultater der kun har interesse en kort stund, er vigtige omstændigheder ved dataprocesbegrebet.

Det der foregår i en datamats styreenhed kan groft betragtes som netop en følge af elementære processer, idet vi ser bort fra at der i de fleste datamater også i et begrænset omfang tillades et samtidigt forløb af flere processer. Blandt de mulige elementære processer som en datamats styreenhed kan kalde til udførelse har vi allerede omtalt flytning af data. Der kan her skelnes mellem tre arter, svarende til kommunikation ind i datamaten, ud fra datamaten, eller fra et sted i det indre lager til et andet, idet man samtidig sletter hvad der stod i forvejen.

Elementære dataproceser der er mere udviklede end flytninger foregår i det væsentlige efter opskriften: tag de data der står lagret i et eller nogle få opgivne steder i det indre lager, lad disse dataværdier blive kombineret efter en bestemt opgivet forskrift således at der dannes nye data som resultat, og flyt derefter dette til et opgivet sted i lageret. Som eksempler på de

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

forskrifter der kan komme på tale kan man nævne sammenligning for at konstatere hvorvidt de to dataværdier er ens, en proces der kun kan føre til et af to resultater, ja eller nej. Andre eksempler er regneprocesser som addition, subtraktion, multiplikation, og division, hvor de to dataværdier øjensynlig må repræsentere tal.

De elementære dataproceser der fra konstruktørens side bygges ind i nutidens datamater er alle ret simple. Division af to tal er faktisk noget nær det mest indviklede. Alle yderligere komplikationer i de processer man ønsker at få gennemført må realiseres ved at man lader datamaten udføre en følge af elementære processer. Hvis vi for eksempel ønsker at danne summen af tre tal går vi frem i to tempi, adderer altså først de to af dem og derefter resultatet heraf til det tredje. Normalt vil der til at løse mere indviklede dataprocesproblemer indgå et stort antal elementære processer, antal af tusinder eller millioner er ikke usædvanlige.

Når sådanne opgaver alligevel er praktisk gennemførlige beror det på at de moderne datamater kan udføre de elementære processer så hurtigt. Datamater der pr. sekund kan udføre 10.000 elementære processer regnes i dag for langsomme, mens de mest ydedygtige når op

på en million processer pr. sekund eller mere.

Disse tal er ikke mindre forbavsende for dem der selv har været med til at udvikle apparaturet end for den udenforstående menigmand. Hver gang man som bruger af en datamat tænker på hvad hvad der foregår når den arbejder – ofte gennemfører den på få sekunder hvad man selv har været uger eller måneder om at udtænke – så må man forbløffes påny. Lad os derfor som afslutning på denne forelæsning overveje hvorpå denne hurtighed beror. Dette vil også kaste nyt lys over datalogiens grundbegreber.

Datamaternes hurtighed

Vi må huske at data er sædvanlige begivenheder i verden og at bearbejdning af data altid må gennemføres ved tilsvarende ændringer af virkelige, og ikke blot tænkte, ting i verden.

Vi har imidlertid en ubegrænset frihed til at vælge hvorledes vore data repræsenteres og hvad det er for forandringer der svarer til processerne. Dette er i direkte modsætning til bearbejdning af genstande der bruges som de er. En bil, for eksempel, bruges til at køre i sådan som den er. For den der fremstiller bilen er der ingen vej udenom at forme og flytte rundt med selve de

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

jernstykker der indgår i den. Ved dataprocesser har vi derimod en høj grad af frihed, selv når den form hvori de endelige resultater ønskes er fastlagt på forhånd. Til mellemresultaterne kan vi ofte helt glemme den endelige form og vælge en datarepræsentation der er bekvem for processen. Ved at udnytte denne frihed fuldt ud opnår vi den enorme hurtighed i dataprocesserne.

Ved at forfølge denne tankegang kan man uden videre forstå den tekniske udviklingslinie der er fulgt i de seneste årtier. Overgangen fra at bruge mekaniske dele, som tandhjul, til at bruge elektronrør betød at man gik over fra at dataprocesen krævede en flytning af dele der var store nok til at bearbejdes mekanisk til at den blot krævede en flytning af de umådelig meget lettere elektroner. Den senere udvikling har betydet en stadig reduktion i størrelsen af de elektriske komponenter, først fra elektronrør på omkring 5 centimeter til transistorer på nogle millimetre, og i de seneste år til mikroelektroniske enheder, hvor hver enhed er en brøkdel af en millimeter. Hver sådan reduktion i størrelsen betyder at den mængde elektroner der skal flyttes idet en given dataproces udføres bliver mindre. Det betyder igen at den med samme kraftpåvirkning vil forløbe hurtigere, eller alternativt

DATAMATERNES STRUKTUR OG ARBEJDSMÅDE

at man med mindre energiomsætning kan opnå samme hurtighed.

En af grænserne for hvor hurtige dataproceser man vil kunne realisere afgøres af hvor små elektroniske komponenter det er muligt at fremstille og forbinde sammen. Antagelig vil udviklingen endnu i en overskuelig fremtid kunne fortsætte med en stadig mere forfinet teknik til fremstilling af mikroskopiske elektroniske kredsløb. Der nås dog en absolut grænse når man nærmer sig molekylerne i størrelse, da disse som bekendt ikke kan deles uden at miste deres ydre egenskaber. Selv hvis vi ser bort fra teknologiske problemer er der dog også en anden grænse som vil gøre sig gældende, nemlig de elektriske signalers udbredelsehastighed. Mens en datamat arbejder udveksler dens forskellige dele indbyrdes et stort antal signaler. Disse signaler kan dog ikke løbe hurtigere end lyshastigheden, som er 300.000 km i sekundet i tomrum og noget mindre i luft. En enkelt procestid kan ikke gøres kortere end den tid et signal behøver for at forplante sig fra den ene ende af datamaten til den anden. Nu er tiden for at signalet forplanter sig en meter mere end tre milliartedele af et sekund. En datamat af denne størrelse vil derfor aldrig kunne bringes til at udføre mere end 300 millio-

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

ner processer i sekundet. Til at illustrere de teknologiske gennembrud i årene 1940 til 1965 kan man på denne baggrund næppe finde et bedre vidnesbyrd end det faktum at procesantallet pr. sekund i denne periode blev øget fra omkring én til over en million.

PROGRAMMERING – GRUNDLAGET FOR DATAMATERNES FLEKSIBILITET

Programmer og maskiner

Vi skal i dag vende os til endnu et af aspekterne af svaret på spørgsmålet om datamaternes samfundsmæssige betydning. Den del af svaret jeg i dag skal belyse i enkeltheder lyder i korthed: på grund af deres enestående evne til at omstilles fra at løse ét problem til et andet, eller endnu kortere: på grund af deres fleksibilitet. Vi skal tale om forudsætningerne for denne fleksibilitet, der hænger sammen med det der betegnes deres programmering.

Begrebet programmering er almindelig kendt i flere sammenhæng der ikke har noget med datamater at gøre. Selve ordet program bruges om en liste over begivenheder der skal finde sted, for eksempel ved en koncert. For så vidt som de medvirkende benytter et foreliggende program som vejledning ved deres optræden er et koncertprogram et simpelt eksempel på det vi her skal tale om. Et andet velkendt eksempel, som viser hvordan en mekanisme kan udføre pro-

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

grammet, er styringen af en moderne vaske-maskine. Som bekendt kan sådanne maskiner udføre flere forskellige funktioner, vask, skylning, centrifugering og tørring. Ved hver brug af maskinen har man mulighed for at vælge mellem en række forskellige programmer, det vil sige udvalg af disse funktioner i visse rækkefølger.

Dette sidste eksempel viser allerede de træk der er karakteristiske for programmering af maskiner. Fordelen er fleksibiliteten, muligheden for at det samme apparat bruges til flere formål. Prisen for denne fordel er at maskinen som den leveres endnu ikke er parat til at udføre nyttigt arbejde. Der kræves stadig en indsats fra brugeren, nemlig at han blandt de foreliggende muligheder vælger den som passer for den opgave han ønsker at få løst.

For nu at komme til vort egentlige emne, datamaterne, så skal vi først indse hvorfra de har fået deres helt enestående fleksibilitet. Vi har allerede i den tredje forelæsning omtalt hvorledes løsningen af en opgave i en datamat må udtrykkes ved en lang serie af elementære processer, der udføres i en bestemt rækkefølge. Det springende punkt er nu at indse at det der kræves til at beskrive styringen af en datamat til at

PROGRAMMERING

løse en bestemt opgave i sig selv kan repræsenteres ved data, og dernæst at drage konsekvensen af denne erkendelse.

Den første del heraf er simpel nok. Der er ikke svært at forstå at hver af de elementære processer kan betegnes ved passende bogstaver eller ord, og at den samlede følge af dem kan beskrives ved at opskrive disse ord i den rigtige rækkefølge. Når dette er gjort er processen beskrevet ved data.

Lagring af programmet

Den anden del af sagen gemmer en af den slags ideer som kun opstår hos et geni, men som alle vi andre bagefter hilser med reaktionen: ja, naturligvis, det siger da sig selv. Ideen opstod hos matematikerne Von Neumann og Goldstine*) omkring 1946, da der allerede var bygget store og komplicerede regnemaskiner som *ikke* benytter ideen. Ideen går ud på at de data som beskriver den proces vi ønsker at datamaten skal gennemføre, lagres i datamatens indre lager, ligesom de data der skal bearbejdes ved processen.

Nutildags forekommer denne idé så indlysende og simpel at unge mennesker der stifter be-
*) Se note side 104.

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

kendtskab med datamaterne oftest slet ikke bemærker den. For at forstå den enorme gevinst denne idé indebærer må man tænke på hvordan arbejdet med de tidligere store regnemaskiner foregik. Et godt eksempel er maskinen Eniac, den første elektroniske regnemaskine fra 1946. Eniac blev styret af impulser der blev ledet gennem kabler der frit kunne forbindes gennem en stikprop i hver ende, på lignende måde som det foregår ved en gammeldags telefoncentral. For at sætte maskinen i sving med at løse en bestemt opgave måtte man først montere alle de nødvendige kabler mellem de rigtige punkter rundt i maskinen. For en enkelt opgave løb antallet af kabler der skulle anbringes op på hundreder eller tusinder. Dertil kom en mulighed for at indstille talværdier ved at dreje på knapper, der ligeledes var fordelt over maskinen i et stort antal. Det er ikke svært at forestille sig at denne måde at forberede maskinen til at løse en opgave normalt tog flere dage. Igennem hele denne tid lå maskinen uvirksom hen.

Ved en datamat, altså en maskine der styres gennem et program der ligger i dens lager, kræves der til at forberede den til at løse en bestemt opgave at programmet overføres fra et ydre datamedium til datamatens indre lager. Allerede

PROGRAMMERING

ved de datamater der byggedes omkring 1950 kunne denne overføring foregå med en hastighed af mange tegn i sekundet, og hvor man tidligere måtte regne maskinernes omstillingstid i dage kunne fra dette tidspunkt selv omfattende programmer overføres på få minutter eller sekunder.

Når man hertil føjer at de programmer der kan rummes i datamaterne repræsenterer en hidtil ukendt mangfoldighed med hensyn til metoder og komplikationer, så skulle datamaternes enestående fleksibilitet være godtgjort.

Programmeringens problemer

Ethvert afgørende gennembrud indebærer nye problemer, simpelthen derigennem at der i en vis sammenhæng altid er ét problem der er det værste og som derfor trænger sig på. Den lette adgang til at omstille datamaterne fra den ene opgave til den anden forrykkede problemet med at få de nyttige resultater ud af datamaterne, fra at være primært knyttet til apparaterne over til brugerne og deres skriveborde. Det viste sig meget hurtigt at dette var et problem af betydelige dimensioner. Brugeren af en datamat må udforme en beskrivelse af den måde datamaten skal gå frem under løsningen af hans opgave, han må

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

med andre ord skrive et program for løsningen. Programmet består af en række instruktioner til datamaten, som hver svarer til en af de elementære processer som den er bygget til at kunne udføre. Brugeren må derfor gennemarbejde løsningen af sin opgave på en sådan form at den fremtræder som en følge af disse simple processer.

Denne situation har givet anledning til problemer af to helt forskellige arter, som vi skal tage op i tur og orden. For det første har det givet store vanskeligheder for dem der udarbejder programmerne at beherske de komplikationer der kan tillades i processer der kan udføres i nutidens datamater. Man kan også udtrykke det på den måde at maskinkonstruktørerne er forud for brugerne. Nutidens datamater kan inden for få minutter udføre processer der består af millioner af elementære processtrin. Men at beherske procesbeskrivelser af en sådan komplicerede, samtidig med at der kræves den yderste, pinlige korrekthed i beskrivelsen, er et problem uden sidestykke i nogen hidtil kendt menneskelig aktivitet. De få år der hidtil er forløbet siden dette krav første gang blev stillet har ikke været tilstrækkelige til at vi blot kan skimte problemets endelige løsning.

PROGRAMMERING

Højere programmeringssprog

Der er dog sket store forbedringer, og den hidtil skete udvikling giver en klar pegepind i den retning vi må vente fremtidens udvikling. Mottoet for denne er klar nok: lad datamaterne selv hjælpe brugerne også på dette område. Den første afgørende anvendelse af denne tanke har allerede siden omkring 1960 været i helt almindelig brug ved de fleste datamater. Denne anvendelse kan kort beskrives som følger: tillad brugerne at beskrive deres løsninger på en for mennesker bekvem form og overlad det til datamaten selv at oversætte disse beskrivelser til den form som kræves i datamaten selv. Tankegangen er at det som umiddelbart kan udføres ved en elementær proces i en datamat er meget lidt, samtidig med at den besked som datamaten forlanger for at udføre processen fra vort synspunkt er meget omstændelig. Ved at indføre en oversættelse som mellemlid kan denne forskel mellem datamaten og brugerne få lov til at bestå uden væsentlig ulempe for nogen af parterne.

Lad os for at illustrere denne tanke betragte et helt simpelt regnestykke, det at lægge to tal sammen. Fra den elementære matematik er vi vant til at betegne talstørrelser ved bogstaver, a og b for eksempel, og sammenlægningen ud-

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

trykkes som $a+b$. Et sådant udtryk optræder naturligvis ikke isoleret, men i en større sammenhæng hvor bogstaverne a og b benyttes på ensartet måde til at betegne bestemte, vedtagne ting. Vi mennesker er vant til og har let ved at opfatte sådanne tegn i en større sammenhæng – hele vor brug af sproget beror derpå.

I en datamat kan vi slet ikke benytte os af en sådan evne til at forstå ting i en større sammenhæng. Datamaten kræver for at kunne udføre sammenlægningen af tallene en ganske udtrykkelig besked om hvor i dens lager de befinder sig. Denne besked består i en angivelse af nummeret på de celler der opbevarer værdierne. Disse numre kan ikke udtrykkes ved et enkelt tegn, da der normalt må kunne skelnes mellem mange tusinde forskellige. Alene til at udtrykke hvilke to tal der skal lægges sammen kræver datamaten derfor omkring otte tegn. Dertil kræves besked om at vi netop ønsker en addition, hvilket yderligere kræver et tegn eller to i den besked vi må give datamaten.

Det er denne omstændelighed i datamaternes måde at beskrive de elementære processer som gør den direkte programmering af dem så ubekvem for mennesker. Denne ubekvemmelighed fjernes når man bruger de højere programme-

PROGRAMMERING

ringssprog som siden omkring midten af 1950-erne har vundet stadig mere indpas ved anvendelsen af datamater. Disse programmeringssprog, der er kendt ved navne som Fortran, Algol, og Cobol, tillader netop brugerne at udtrykke sig på en bekvem og koncis form og sparer derfor brugerne både for besvær og fejltagelser.

Programoversættelse

Til gengæld kan et program der er udtrykt på denne form ikke umiddelbart udføres i en datamat. Det må først oversættes til den mere omstændelige form som datamaten kræver. Denne oversættelse kan dog udføres af datamaten selv når først der foreligger et oversætterprogram. At udarbejde et oversætterprogram er en ret omfattende, men dog overkommelig, opgave, og den behøver kun at gennemføres én gang for en bestemt datamat og et bestemt programmeringssprog, derefter kan oversætteren bruges til at oversætte stadig nye programmer i det uendelige. En væsentlig fordel ved mellemvejen over en oversætter er at denne kan udformes således at den giver rapport til brugeren om visse typer af fejltagelser, stavfejl, og lignende, som brugeren kan have begået selv i det bekvemme programmeringssprog.

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

Når der bruges et højere programmeringssprog foregår en kørsel med datamaten på følgende måde. Først udarbejder brugeren sit program som et sædvanligt skrevet manuskript. Når dette er færdigt overføres det til et af de datamedier som datamaten kan læse, for eksempel hulstrimmel eller hulkort. Dette arbejde udføres af hullepersonale der læser teksten og trykker på taster på en skrivemaskine, der er koblet til en hullemaskine. Når datamaten derefter bliver til rådighed sættes den først til at adlyde oversætterprogrammet. Dette må muligvis først læses ind i dens lager fra et datamedium, men hertil vælges normalt et hurtigt medium således at tiden dertil er ubetydelig. Under styring af oversætterprogrammet læses nu brugerens tekst fra hulstrimlen eller hulkortene og underkastes dels en nøje kontrol for fejl, dels en omdannelse til instruktioner af den form som kan styre datamaten selv. Mens oversættelsen står på behandles disse instruktioner blot som data der skal gemmes til side til senere brug. Først når hele brugerens program er oversat til instruktioner på den form som datamaten kræver overtager det styringen af datamaten og først på dette stadium udføres den proces som brugeren har foreskrevet. Denne proces vil også normalt kræve tilført data

PROGRAMMERING

udfra, for eksempel fra magnetbånd, ligesom den må aflevere sine resultater på et ydre medium som kan bruges uafhængigt af datamaten.

Hele denne følge af skift mellem forskellige arter af processer gennemføres under styring af programmer i datamaten selv og en ringe mængde indgreb fra en operatør. For mindre programmer med beskedne datamængder kan det hele afvikles på få sekunder. Hvis en kørsel varer mere end få minutter er det som oftest fordi der er en stor mængde data at bearbejde.

Fuldstændige beskrivelser af dataprocesser

De problemer vedrørende datamaternes programmering vi indtil nu har omtalt har været af forholdsvis triviel natur; et fremtrædende tema har været den større eller mindre bekvemmelighed. Vi skal nu drøfte et problem af en ganske anden art, som rummer langt dybere perspektiver, nemlig det bagved programmeringen liggende problem at udtrykke kendte aktiviteter i form af klart definerede processer.

Lad os først bemærke at selve begrebet en fuldt defineret proces ikke hidtil har været ukendt. Når vi i de første skoleår træner børnene i regning er det netop sådanne mekaniske dataprocesser der indøves. Men lad os også med

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

det samme erkende at dette begreb har ført en noget hensygnende tilværelse, i alle tilfælde i skoleundervisningen. Det er især bemærkelsesværdigt at selve de regneprocesser der indøves med så stor iver i de tidlige skoleår ikke i den senere matematikundervisning betragtes som eksempler på mere generelle dataprocesser.

Enhver vejledning i at gøre noget er en procesbeskrivelse, og af sådanne træffer vi mange i dagliglivet. Man behøver blot at minde om hobbymandens byggevejledning og pigernes strikkeopskrifter. Inden for forvaltning og erhvervsliv træffer vi procesbeskrivelser i form af instrukser, ligesom en væsentlig del af lovgivningen består af procesbeskrivelser, for eksempel de love efter hvilke skatten beregnes, eller valgloven med reglerne for hvordan mandatfordelingen beregnes. Også en stor del af mere krævende konstruktivt arbejde drejer sig om processer. Hvad enten man ønsker at konstruere huse, broer, eller biler er det afgørende at finde frem til en fornuftig arbejdsgang, hvilket igen kræver en beskrivelse af arbejdsprocessen.

Ved de fleste af de her nævnte eksempler er de processer der er tale om hidtil blevet udført af mennesker. Følgen heraf har været, dels at beskrivelserne har kunnet være temmelig ufuld-

PROGRAMMERING

stændige, da mennesker besidder en overordentlig evne til fornuftigt at indføje det manglende, dels at den opfattelse har været gældende at de pågældende processer simpelthen krævede menneskers medvirken ved deres gennemførelse, altså ikke ville kunne automatiseres.

Denne situation har ændret sig radikalt ved datamaternes fremkomst. Datamaterne stiller ubønhørlige krav om en komplet beskrivelse af de processer de skal udføre. I første omgang er dette en ny og besværlig belastning for dem der skal løse opgaverne. Det har dog i utallige tilfælde vist sig at dette nye krav om præcision snart har udviklet sig til et betydeligt gode, gennem den tankemæssige klarhed det bringer i sit kølvand. Ved at arbejde med fuldstændigt formaliserede beskrivelser af det vi har med at gøre lærer vi det at kende på en ny og inspirerende måde, vi opdager muligheder ved dem vi ikke før har set, og vi indser hvordan overflødigheder kan fjernes, med en tilsvarende gevinst i klarhed og økonomi.

Utallige fagfolk fra vidt forskellige områder har ved deres første praktiske brug af en datamat til at løse problemer inden for deres eget felt erkendt sandheden i følgende udtalelse, som tilskrives den kendte amerikanske datalog, Alan

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

Perlis: »Når man lærer om et emne tror man at man forstår det. Når man underviser i det er man overbevist om at man forstår det. Men man forstår det først når man har programmeret det for en datamat.«

Datamaterne og planlægningen

Som sidste punkt i denne forelæsning er der grund til at tale et par ord om datamaternes forhold til planlægningen, som er så stærkt fremme i den offentlige debat. Herom kan der siges to ting. For det første burde det nu være klart at programmeringen af en datamat frem for alt drejer sig om planlægning. Et program er simpelthen en detaljeret plan for hvad datamaten skal gøre, hvordan den skal opføre sig over for alle de eventualiteter der kan opstå under data-processernes afvikling. Der kan ikke gives nogen bedre træning i planlægningens tankegang end praktisk arbejde med programmering af datamater. Som en vigtig erfaring fra dette arbejde bør fremhæves menneskers begrænsninger overfor denne type af arbejde. Det er ganske enkelt dagens orden at et program der afleveres fra en programmør, selv en mester i faget, har fejl i sig, måske kun trivielle, men sådanne som når programmet prøvekøres i datamaten får den til

PROGRAMMERING

at løbe helt vild. Lad denne kendsgerning være et memento til dem der vil have os til at tro at alle problemer kan løses gennem mere planlægning.

En helt anden side er datamaternes eventuelle brug som hjælpemidler i planlægning. Dertil er først at sige at for så vidt planlægning forudsætter opsamling og bearbejdning af data om situationen som den eksisterer for øjeblikket vil datamaterne naturligvis være nyttige. Det er dog vigtigt at bemærke at datamaternes muligheder rækker langt videre, idet de gør det muligt at erstatte planlægning med styring, det vil sige en stadig overvågning af situationens udvikling og en sideløbende beregning af de til enhver tid mest gunstige forholdsregler. Min personlige vurdering er at der vil komme den dag da planlægning vil forekomme forældet som hjælpemiddel i samfundslivet, fordi datamaterne vil gøre det muligt for politikerne at gennemføre en hensigtsmæssig styring.

DATAMATERNES ANVENDELSE I DAG

I dag skal vi gennemgå nogle anvendelser af datamaterne, sådan som de finder sted ved de talrige datamater der er spredt ud over kloden. En sådan gennemgang inden for rammerne af denne forelæsning må nødvendigvis blive stærkt selektiv. De udvalg jeg har foretaget har delvis været ledet af ønsket om at give endnu et aspekt af svaret på hvorfor datamaterne er så samfundsmæssigt betydningsfulde. Jeg har derfor valgt en række anvendelser af forholdsvis jordnær art, som er forholdsvis lette at forstå hvis man blot har en smule kendskab til de pågældende aktiviteter. Disse eksempler har jeg suppleret med anvendelser som ikke er så indlysende, men som man kan belyse nogle af de metoder der ligger bag anvendelserne.

Informationssøgning

Jeg vil begynde med nogle anvendelser af datamater til at håndtere tekster fra sædvanligt sprog. Herigennem får jeg atter engang lejlighed til at betone at vi allerede for længst er ude

DATAMATERNES ANVENDELSE I DAG

over det stadium da beregninger var det vigtigste arbejdsområde for dem. Vi skal herunder tale dels om informationsøgning, dels om sprogoversættelse.

Informationssøgning er blandt andet af interesse ved den videnskabelige litteratur, der som bekendt er vokset enormt i omfang i de senere år. For mange fag gælder det at den mængde faglitteratur der fremkommer i tidsskrifter er så stor at den enkelte forsker er ude af stand til blot at se det igennem for at vide om der er fremkommet nyheder af interesse for ham. Her kan datamaterne hjælpe. Dertil kræves at den pågældende litteratur, enten den fuldstændige tekst eller titlen og passende beskrivende nøgleord, overføres til et medium som kan læses af datamaten, for eksempel magnetbånd. Man har nu lavet et program for en datamat der efter at have fået opgivet visse søgeord gennemsøger hele denne tekst og som nårsomhelst det i teksten støder på et af søgeordene sørger for at aflevere oplysninger om den videre sammenhæng på dette sted i teksten, i særdeleshed hvad det er for en afhandling det stammer fra. Opgaven for den forsker der vil gøre brug af dette program er at angive de ord programmet skal bruge som søgeord. Man vil forstå at systemet ikke er betinget

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

af nogen klassifikation af litteraturen. Det vil derfor uden vanskelighed kunne behandle stadig nye ord og emner. Tillige vil brugeren uden videre som søgeord kunne angive højt specialiserede ord, sære tekniske betegnelser, og vil derved fra datamaten få et meget begrænset svar, koncentreret om netop det han har spurgt om.

Blandt videnskaberne er det først og fremmest kemien der lider under den enorme vækst i litteraturen. På dette område er den datamatiske literatursøgning efter de omtalte principper blevet taget op i stor skala i U.S.A. Den primære, besværlige overføring af titler for alle nye kemiske afhandlinger udføres løbende af en enkelt central institution og er derefter til rådighed for alle andre mod passende vederlag. Materialet er herhjemme tilgængeligt gennem Danmarks tekniske Bibliotek, der som det første i Europa har sluttet sig til dette arbejde.

Sprogoversættelse

En anden sprogmæssig opgave, der har været genstand for megen interesse, er oversættelse. Denne interesse kan ikke undre i vor tid, med det store behov for kommunikation tværs over sproggrænserne. Det kan også umiddelbart forekomme at være en nærliggende opgave for en

DATAMATERNES ANVENDELSE I DAG

datamat. Både det der går ind og det der kommer ud af en oversættelse er jo tekster, altså data, og kan derfor umiddelbart håndteres i datamaterne. Opgaven har dog vist sig at være langt vanskeligere end antaget midt i 1950'erne da problemet blev taget op mange steder i en rus af optimisme. På denne tid kneb det endnu stærkt med datamaternes kapacitet for data og det at levere datamaten et leksikon på en tilgængelig form strakte mulighederne til det yderste. De der arbejdede med oversættelsesproblemet kunne derfor endnu forestille sig at når blot dette kapacitetsproblem blev overvundet så var hele oversættelsesopgaven løst. Da man så fik langt større datakapaciteter til rådighed i datamaterne viste dette sig at være en illusion. Det er blevet mere og mere klart at en kvalitetsoversættelse kræver en analyse af den givne tekst der medtager sammenhæng ikke alene inden for den enkelte sætning, men fra sætning til sætning og fra paragraf til paragraf. Dette har hidtil ikke kunnet realiseres og kyndige inden for feltet er forberedt på at det vil tage mange år endnu før problemet er løst.

Dette modsiges ikke af at der adskillige steder i verden har været demonstreret oversætterprogrammer for offentligheden. Oversættelse er ikke

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

noget man kan eller ikke kan, men i høj grad et kvalitetsspørgsmål. De oversættere der har været demonstreret har alle været ret primitive. Dermed er ikke sagt at de ikke kan være nyttige til visse formål, for eksempel oversættelse af videnskabelig eller teknisk litteratur. Hvad der for øjeblikket ligger helt uden for disse oversætterprogrammernes rækkevidde er skønlitterære oversættelser. Ved god skønlitteratur ligger en væsentlig del af værkets kvalitet i selve det sproglige udtryk og oversættelsen bliver en vanskelig kunst, i følge Karen Blixen den sværeste af alle. Hvor det drejer sig om en oversættelse der er betinget af en helhedsopfattelse af en tekst er mennesker stadig datamaterne langt overlegne.

Sproganalyse

Datamaternes styrke overfor tekster i naturligt sprog ligger i deres detailanalyse af enkelte sætninger. Sådanne analyser kan være af betydelig interesse ved tekster hvis nøjagtige udlægning indebærer betydningsfulde konsekvenser, i særdeleshed lovtekster. Som et interessant eksempel på en sådan anvendelse kan nævnes en analyse af visse centrale sætninger i den internationale traktat om forbud mod kernevåbenprøver. Disse sætninger blev analyseret af et program der er ud-

DATAMATERNES ANVENDELSE I DAG

viklet ved Harvard universitetet. Resultatet af analysen er oplysninger om hvordan ordene i sætningen grupperes og bestemmer hinanden, og i givet fald hvorledes ordene kan grupperes på mere end én måde. Det interessante ved dette eksempel var at der blandt blot ni sætninger blev fundet én der kunne opfattes på to afgørende forskellige måder. Den pågældende sætning lyder i den originale engelske formulering:

»It is understood in this connection that the provisions of this subparagraph are without prejudice to the conclusion of a treaty resulting in the permanent banning of all nuclear test explosions, including all such explosions underground.«

Omtrentligt oversat til dansk lyder sætningen: »Det forstås i denne forbindelse at aftalerne i denne underparagraf ikke stiller sig i vejen for afslutningen af en traktat der resulterer i et permanent forbud mod alle kernevåbenprøveekspllosioner, inklusive alle sådanne eksplosioner under jorden.«

Det ejendommelige er imidlertid at den originale engelske version *kan* læses som at »aftalerne i denne underparagraf ikke stiller sig i vejen for en traktat og resulterer i et permanent forbud mod alle kernevåbenprøveekspllosioner, inklusive alle sådanne eksplosioner under jor-

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

den«, hvilket modsiger traktatens idé, der som bekendt ikke forbyder underjordiske prøver. Gennem sin pedantiske, systematiske analyse har datamaten altså afsløret en tvetydighed, som er tydelig nok når den først er påvist, men som falder så lidt i øjnene at den uantastet er passeret de trænede juridiske hoveder der har udtænkt teksten.

Atomreaktorer

Jeg vil nu gå over til at omtale en række anvendelser af datamater til hjælp ved arbejdet med datamodeller. Man kan her skelne mellem projekteringsopgaver, som går ud på at opbygge en helt ny konstruktion og hvor arbejdet med datamodellen er overstået når konstruktionen er fuldt ud planlagt, og overvågnings- og styringsopgaver, hvor datamodellen benyttes sideløbende med at den tilsvarende virkelighed udfolder sig.

For at begynde med projekteringsopgaverne, lad os først tænke på et af de felter hvor datamater har været brugt flittigst, nemlig beregninger over atomreaktorer. Reaktorfolkene stærke interesse for datamaterne skyldes dels at feltet er nyt og i hastig udvikling, dels at man selvsagt er parat til at gøre det ekstraordinære i retning af omhyggelig projektering på grund af den store

DATAMATERNES ANVENDELSE I DAG

samfundsmæssige risiko der er knyttet til atomreaktorer.

Det man undersøger med datamaternes hjælp er de fysiske forhold i reaktorerne, strømmen af neutroner i reaktorkernen, strålings- og varmeudvekslingen med omgivelserne, ændringerne i reaktorbrændslet med tiden, reaktorens opførsel i tilfælde af at forskellige styringsmekanismer svigter, og lignende. Beregningerne baseres på et omfattende kendskab til stoffernes egenskaber, sådan som fysikerne har bragt det til veje. Der til kommer et omfattende datamateriale der beskriver opbygningen af den bestemte reaktor som man undersøger. Disse omstændigheder gør beregningerne uhyre besværlige og det er en kendsgerning at det gang på gang har været reaktorfolkene der har presset på for at få datamatfabrikanterne til at udvikle større og hurtigere datamater.

Vejanlæg

Flere gode eksempler på samfundsmæssigt betydningsfulde projekteringsopgaver er knyttet til vejbygning. En af de mere enkle problemstillinger her er at finde frem til en placering af en vej gennem et kendt terræn således at jordflyttearbejdet bliver reduceret mest muligt. Ved mere

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

ambitiøse projekter tilstræber man at få datamaten til at medtage stadig flere hensyn ved vejplaceringen, for eksempel vejens overskuelighed for trafikanterne. Ved de mest raffinerede projekter af denne art lader man datamaten fremstille trafikantens udsyn som et billede på et katodestrålerørs skærm, og giver vejingeniøren mulighed for at eksperimentere med vejføringen.

En anden problemstilling fra dette felt er tilrettelæggelsen af vejkryds således at man på én gang opnår stor sikkerhed og god trafikkapacitet. Til arbejder af denne art har man ofte ingen anden måde end at prøve sig frem, eller som det kaldes teknisk, at simulere processen. Denne fremgangsmåde ligner børnenes spil med en vejplan, små modelbiler og terningkast. For at få noget nyttigt frem må man blot omhyggeligt fastlægge spillereglerne således at de afspejler den projekterede vejplan, trafiktætheden, og trafikanternes reaktioner. Mens simulationen er i gang vil man med passende data have et billede af vejkrydset og de køretøjer der i et givet øjeblik befinder sig i det, tillige med deres positioner og den fart og retning de kører, samt oplysninger om førernes egenskaber. Man lader nu tiden forløbe med passende små skridt og holder stadig regnskab med køretøjerne og førernes

DATAMATERNES ANVENDELSE I DAG

reaktioner. Når for eksempel en bilist bemærker at den foran kørende bil bremser, da vil han selv bremse, men det sker med en vis forsinkelse, som endda ikke er den samme for alle. Denne variation fra den ene bilist til den anden kan man tage hensyn til ved stadig at lade det der sker være noget afhængig af et element af tilfældighed, som ved kast af en terning. Ved at følge en sådan trafikafvikling gennem et langt tidsrum, som tillader et stort antal køretøjer med egenskaber som fordeler sig realistisk over de kendte variationer i reaktionstid, osv. vil man kunne få en viden om hvor hurtigt trafikken kan afvikles og hvor tit der vil ske uheld. Ved at gennemføre sådanne undersøgelser for forskelligt udformede kryds vil man kunne finde ud af hvilken udformning der er bedst.

Der skal imidlertid spilles længe med et sådant trafikspil før man kan stole på resultatet, og her kommer datamaterne ind, for selv om det kan lyde mærkeligt, så kan hele spillet afvikles i en datamat. Datamaten kan rigtig nok ikke kaste med terning, men dette viser sig ikke at være en afgørende vanskelighed, det er muligt i en datamat at frembringe serier af tal der tilstrækkelig tilfældige til formålet.

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

Penge- og lageradministration

Lad os nu overveje datamaternes anvendelser til at hjælpe ved overvågningen og styringen af løbende aktiviteter. Først er der hertil at bemærke at en sådan datamæssig overvågning på ingen måde er noget nyt, men i mangfoldige år har fundet sted ved det papir- og kontorarbejde der finder sted i virksomhederne og statsmaskineriet. Det er derfor ikke overraskende at datamaterne først fik indpas i den løbende styring ved at de overtog en del af det papirarbejde der hidtil havde fundet sted. Blandt de første brugere af datamater på dette område var bankerne. Det stof bankerne arbejder med er jo for største delen penge, altså data, lige parat til at bearbejdes med datamat.

Produktionsvirksomheder frembyder langt mere varierende problemer, og udnyttelsen af højt udviklet datamatik kræver en mere omfattende omstilling. Et af de områder der først blev taget op er lagerregnskabet. Det er først og fremmest påtrængende ved produktioner der består i at samle mange smådele til større apparater, for eksempel radioindustrien. Netop på grund af at apparaterne er opbygget af mange smådele er det fristende for fabrikanten at tilbyde mange forskellige varianter af sine produkter. Det virker

DATAMATERNES ANVENDELSE I DAG

jo umiddelbart så enkelt blot at sørge for at visse af de dele der indgår i de færdige apparater kan vælges med en passende variation, for eksempel således at et radioapparat kan leveres til flere forskellige forsyningsspændinger, til brug i forskellige lande. Ved mere omfattende produktioner viser det sig dog at problemet at holde styr på en produktion af denne type hurtigt kan vokse uhyggeligt i omfang. For at produktionen skal holdes jævnt kørende er det nødvendigt at de nødvendige enkeltdele hele tiden bringes frem til montørerne til rette tid og i rette mængder, men når der er tale om hundreder af forskellige dele og lige så mange mulige varianter af apparaterne kræver det et stort regnskab at sørge for at forsyningerne stadig afpasses efter ordrerne. Da der tillige må regnes med leveringstider for enkeltdelene kræves der et lager, som er kostbart i forrentning. Lagerets størrelse kan imidlertid reduceres gennem et forbedret regnskab. Alle disse omstændigheder gør at det kan blive i høj grad lønnende at lade det centrale lager- og forsyningsregnskab udføre af en datamat.

Produktionsplanlægning

Lagerregnskabet er dog kun én blandt flere datamatiske opgaver der kan være knyttet til en

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

løbende produktion. En mere indviklet problemstilling træffes ved produktionslinier som man finder dem for eksempel på skibsværfter, hvor de enkelte dele af en produktion passerer fra den ene maskine til den anden i en bestemt rækkefølge. Skibet består af et stort antal sådanne dele af vidt forskellig størrelse og det tidsrum en del er under behandling ved en bestemt maskine varierer i høj grad. Problemet er at afgøre i hvilken rækkefølge man skal fremstille delene således at de uundgåelige ventetider for maskinerne og arbejderne reduceres mest muligt. Denne principielt så simple opgave er ikke let at løse. Når antallet af maskiner og dele der skal fremstilles ikke er helt lille findes der uhyre mange mulige rækkefølger for produktionen, og man kender ingen simple metoder til at finde frem til den bedste. Når dertil kommer at man til stadighed, for eksempel daglig, har brug for at føre produktionsplanen ajour under hensyn til den faktiske udvikling, så kan det ikke overraske at opgaven kan få datamaterne til at strække ud.

Direkte datamatisk styring

Den opmærksomme lytter har muligvis bemærket den linie der går gennem de tre sidst omtalte problemstillinger, først pengeregnskabet,

DATAMATERNES ANVENDELSE I DAG

derefter lagerregnskabet, og sidst den egentlige produktionsplanlægning. Alle tre berører produktionen, men vi er rykket skridtvis ind mod produktionen selv. Dog har vi endnu ved produktionsplanlægningen arbejdere, værktøjer, og andre mennesker som mellemed mellem datamatens resultater og den egentlige bearbejdning af råmaterialerne, ligesom vi forudsætter at de data om situationen, som datamaten behøver, stammer fra mennesker. Den konsekvente forlængelse af denne linie er at datamaten selv kobles direkte til passende måleinstrumenter der overvåger produktionen, og til maskinerne, som da styres direkte af datamaten.

En gennemført datamatisk styring kommer i første række på tale ved storproduktion af ensartede produkter. De mest nærliggende eksempler er kemiske produktioner, blandt andet olieaffinering og syntese af kunstgødning. For at yde deres bedste må sådanne store anlæg stadig justeres for at kompensere for de uundgåelige ændringer i ydre vilkår såsom temperatur og råmaterialernes sammensætning. Hvilke justeringer der til enhver tid er nødvendige kan kun bestemmes ud fra et omfattende materiale af data om anlæggets drift, tryk og temperaturer på talrige steder i anlægget. Ved en datamatisk sty-

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

ring lader man alle målinger blive foretaget af elektriske måleinstrumenter der er direkte koblet til datamaten. I datamaten foregår der til stadighed en kontrol af at anlægget holder sig inden for de sikre grænser, at for eksempel temperaturen ikke noget sted stiger over bestemte grænser. Dertil beregnes de justeringer af ventiler og andre styreorganer som er nødvendige for at opnå den mest økonomiske drift.

Lad os slutte med et eksempel på direkte datamatisk styring der ligger en del nærmere ved de flestes hverdag, og som også ligger på linie med vore eksempler på projektering, nemlig styring af trafik. Ved vejprojektering forsøger man at udforme vejene så godt som muligt, under hensyn til forventede behov. I modsætning hertil af finder man sig ved trafikstyring med vejene som de er, men forsøger at forbedre trafikken afvikling løbende ved at påvirke trafiklysene og andre signaler til trafikanterne under hensyn til den øjeblikkelige trafiksituation. Et sådant system til datamatisk styring af trafikken har i en årrække været under udvikling i Toronto i Canada. Et stort antal steder i byen er der installeret følere der til enhver tid registrerer trafikstrømmen. Signalerne herfra ledes til en central datamat, som således hele tiden kan have et bil-

DATAMATERNES ANVENDELSE I DAG

lede af situationen. Ud fra dette billede styrer datamaten trafiksignalerne således at den forhåndenværende gadekapacitet så godt som muligt stilles til rådighed for det øjeblikkelige trafikbehov. Man behøver ikke at kende meget til omkostningerne ved at udvide gadenettene i eksisterende byer for at forstå at denne måde at udvide kapaciteten kan være endda overordentlig lønnende.

Lad dette sidste eksempel være en illustration af nødvendigheden af at de der har ansvaret for de aktiviteter hvori datamaterne indgår er fuldt fortrolig med datamaternes arbejdsmåde. I anvendelser af denne art er det helt indlysende at datamaten ikke kan opfattes som en tilsats til en iøvrigt lukket konstruktion, men er en helt central bestanddel af systemet. Det vil ikke være muligt at opbygge fuldt datamatisk styrede systemer uden at også dem der udvikler den trafikingeniørmæssige side af sagen har en god fortrolighed med den datamatiske side af sagen. De behøver ikke selv at kunne bygge datamaterne, men de må fuldt ud forstå deres muligheder og begrænsninger og må forstå enkelthederne i den styringsproces datamaten udfører.

Sagt i korthed vil datamaterne ved enhver anvendelse der går ud over de mest primitive for-

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

mer komme til at sidde ved systemernes livs-
nerve. Den der vil bevare herredømmet over et
system af denne art må beherske datamaten.

FREMTIDSPERSPEKTIVER

Vi skal i dag forlænge den linie som allerede har tegnet sig af datamaternes udvikling og brug, og forsøge at få et billede af nogle af de samfundsmæssigt vigtigere muligheder. Jeg skal altså forsøge mig som profet og udsætter mig for risikoen for at blive gjort til grin af eftertiden. Når jeg påtager mig denne tvivlsomme rolle er det fordi vore forestillinger om fremtiden er vigtige for vore dispositioner i nutiden. Jeg vil derfor til slut medtage nogle tanker om hvad vi bør gøre umiddelbart for at datamaterne skal blive til gavn for os alle.

Datamater i privatlivet

For at begynde så anskueligt som muligt vil jeg først overveje udsigterne til at hvermand vil komme i daglig kontakt med datamaterne. Helt konkret kan man spørge om det vil ende med at vi hver især får vor datamat i huset? I betragtning af hvordan datamaterne er reduceret i størrelse er dette ikke udelukket af praktiske

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

grunde. Således har man allerede for længst udviklet datamater der kun fylder som et sædvanligt radioapparat, til brug i fly og raketter. Når vi alligevel ikke skal vente at disse vil vinde almindeligt indpas i dagliglivet er det fordi behovet for isoleret, personlig datamatisk hjælp vil være forholdsvis begrænset. Der er langt mere grund til at vente en udbredt personlig forbindelse til store centrale datamatiske systemer. Situationen ligner den vi kender fra telefon, radio, og fjernsyn. Der er intet i vejen for at etablere rent personlige kommunikationsnet med disse midler, og sådanne findes som bekendt også, men den store udbredelse finder vi hvor de bruges som bindeled mellem den enkelte person og store centrale anlæg.

Hvis datamatisk tjeneste skal vinde indpas på en analog måde må vi forestille os at den vil virke som en betydelig udvidelse af telefontjenesten. Blandt de etablerede kommunikationstjenester er det jo kun telefonsystemet som byder på den vekselvirkning mellem bruger og system som vil være den væsentlige værdi ved datamatisk tjeneste. Mere konkret kan vi få en forestilling om den sandsynlige udvikling ved at tænke på telefonsystemets særtjenester, især telefonvagten og vækning.

FREMTIDSPERSPEKTIVER

Hvorvidt en offentlig datamatisk tjeneste vil udvikle sig som en udvidelse af telefonsystemet eller som et uafhængigt system skal jeg lade stå åbent. I alle tilfælde vil brugerne få rådighed over hvad jeg skal kalde en terminal, som muligvis kan være et telefonapparat som vi kender det, men som snarere vil være et apparat som også kan trykke meddelelser på papir og som har taster som en skrivemaskine. Terminaler med en fjernsynsskærm er også en mulighed. Ganske som ved telefonen vil kontakten mellem brugeren og centralsystemet foregå i kortere perioder, betinget af et opkald enten fra brugeren eller fra systemet.

Privat regnskab

Hvilken glæde vil en bruger nu kunne få af et sådant system? Det mest nærliggende område er hjælp til at holde styr på brugerens økonomiske forhold. Som en helt primitiv anvendelse kan man nævne beregningen af skatten ud fra oplysninger om indkomst og personlige forhold. Ved denne anvendelse, ligesom ved alle de senere nævnte, må man forestille sig at det datamatiske system vil optræde som en høflig hjælper der stiller spørgsmål om hvad det er brugeren ønsker og som stadig er parat til at forklare nærmere

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

hvis brugeren er i tvivl om hvad det er han skal svare på og som kontrollerer sin forståelse ved bekræftende meddelelser.

Hjælpen i økonomiske spørgsmål kan udvides til at brugeren kan få råd vedrørende de gunstigste dispositioner, for eksempel de gunstigste lånemuligheder. Så snart vi tænker på sådanne anvendelser bliver det klart hvorfor det er afgørende at tjenesten er knyttet til et fælles offentligt net, og hvorfor helt private datamater ikke frembyder lignende fordele. Sagen er at den fornuftigste disposition er afhængig af en lang række ydre forhold, skattelovgivning, konjunkturer, priser, og så videre. En effektiv, offentlig tjeneste måtte naturligvis stadig holdes ajour om alle disse forhold, hvilket ikke uden videre ville være tilfældet med et uafhængigt system.

Perspektiverne på dette område rækker dog langt videre. Et centralt datamatisk system vil kunne føre det fuldstændige regnskab for de enkelte brugere. Systemet ville altså kunne overtage de funktioner som allerede nu tilbydes af girokontoret og nogle af bankerne. Betalinger vil derfor kunne foretages uden overføring af penge eller papir, blot gennem en indre dataproces i systemet, som bevirker at betalerens konto for-

FREMTIDSPERSPEKTIVER

mindskes og modtagerens forøges med beløbet. Vi nærmer os altså et samfund uden repræsentation af pengeværdier i form af mønter og sedler. Herfra er der kun et skridt til en tjeneste som langt mere aktivt hjælper brugeren til at klare de økonomiske forhold. Systemet kunne foretage regelmæssige betalinger efter en besked fra brugeren én gang for alle, kunne udsende opkrævninger og kontrollere at betalingerne gik ind, og kunne holde øje med udviklingen og levere gode råd og forslag om fornuftigere dispositioner.

Privat rådgivning

Et system af denne art vil også kunne overtage mange af de simple informationsformidlinger, som nu ydes af aviser og andre slags skrifter. Hele den kontakt om stillinger og om privat køb og salg af ejendele som nu finder sted gennem dagspressens annoncer kunne overtages af et centralt datamatisk system. Den der vil give et tilbud kunne give mere detaljerede oplysninger end normalt i en annonce, og den der ønsker et tilbud kunne ligeledes stille med ret specifikke krav. Systemet kunne da udføre en nøje sammenligning af tilbud og krav og fritage begge parter for at reflektere på muligheder der ligger langt fra ønskerne.

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

Det centrale datamatiske system ville også kunne holde øje med om bestemte situationer skulle opstå, om for eksempel en bestemt stilling skulle blive opslået ledig, eller en bestemt film skulle blive sat på programmet i en bestemt biograf, eller et bestemt nummer blive udtrukket i lotteriet.

Ved en mere radikal udvidelse kan systemet påtage sig en mere almindelig rådgivningsvirksomhed. Som eksempel kan man tænke på sagsførernes simple opgaver. Når vi søger en sagsfører er det ofte blot for at sikre os en rådgiver på vor side der har et nøje kendskab til den gældende lov. Der er intet der forhindrer os i selv at læse loven, uden hjælp, men oftest viger vi tilbage derfra fordi det er for besværligt at uddrage de bestemmelser som har betydning for os. Et centralt datamatisk system, som jævnt hen fik tilføjet oplysninger om ændringer i lovgivningen, kunne rådgive borgerne om den gældende lov og dens betydning for den enkelte.

Overvågning af samfundet

De anvendelser jeg her har skitseret kan alle opfattes som hjælp til bedre dispositioner for den enkelte borger i en verden fuld af forandringer. Hvis vi vil forestille os fremtidige anvendelser

FREMTIDSPERSPEKTIVER

af datamaterne til væsentlige samfundsmæssige opgaver må vi tænke på den analoge problemstilling, forstørret op til landsomfattende eller international målestok. Her må vi tænke på datamaterne som hjælpemidler ved lovgivningen og den offentlige administration. Med datamaternes hjælp er det i hidtil ukendt målestok muligt at indsamle løbende oplysninger om samfundenes udvikling og at bearbejde disse oplysninger til en form som egner sig som grundlag for den lovgivningsmæssige styring. Denne aktivitet er allerede kendt fra det arbejde som udføres af de offentlige statistiske kontorer, men hidtil har tiden fra indsamlingen af oplysninger til de bearbejdede resultater foreligger løbet op til måneder eller år, og værdien af disse oplysninger for den politiske styring har derfor været begrænset til langtidstendenser, ligesom selve den statistiske bearbejdelse indebærer at de fleste af oplysningernes detaljer bortkastes.

Ved en datamatisk overvågning vil oplysningerne kunne underkastes en langt mere indgående analyse hvorved mere indviklede sammenhænge i samfundets dynamik vil kunne opdages. Lad os som eksempel tænke på sundhedsvæsenet. Overblikket over befolkningens sundhedstilstand hviler på oplysninger om den enkelte, som til

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

stadighed indhentes i store mængder på hospitalerne og hos lægerne. Hidtil har anvendelsen af disse mængder af oplysninger væsentlig været begrænset til at afklare akutte tilstande, mens en systematisk efterbearbejdelse af materialet kun har været foretaget i begrænset omfang. Men paradoksalt nok forholder det sig sådan at efterhånden som man forbedrer den almindelige sundhedstilstand bliver det vanskeligere at efterspore og opklare sygdomme – når hver enkelt læge kun undtagelsesvis får en bestemt sygdomstilstand at se vil det blive vanskeligere at erkende det fælles billede der er grundlaget for at identificere en sygdom og efterspore dens årsag. Med en centraliseret datamatisk opsamling og bearbejdning af oplysningerne om den enkelte borgers sundhedstilstand vil det blive muligt at nyttiggøre dem i langt højere grad, således at man for eksempel tidligere kan efterspore sygdomskilder.

Sikring af privatlivets fred

Den overvågning af borgerne som bliver mulig i det datamatiserede samfund indebærer den fare at oplysningerne vil blive misbrugt, altså at oplysninger der med befolkningens viden og ønske er blevet indsamlet til visse formål, imod dette

FREMTIDSPERSPEKTIVER

ønske bliver benyttet af mindre grupper som våben mod andre grupper eller individer. Farenne herved er allerede kommet frem ved de misbrug af efterretningsvæsenets kartoteker som har været omtalt i dagspressen i de senere år, og det fremgår heraf at faren ikke udelukkende er knyttet til datamatiske kartoteker. Ved brug af datamater vil det imidlertid blive muligt at holde styr på flere oplysninger om flere borgere, og det vil blive lettere at søge frem til bestemte oplysninger. Der ligger heri en fristelse for administrationen til at ophobe oplysninger, for det tilfælde at de senere skulle vise sig at være nyttige. Omfanget af et muligt misbrug kan herved øges uhyggeligt.

Af denne grund må det være klart at etableringen af offentlige datamatiske medborgerregistre bør ledsages af en omhyggelig lovgivning til at forhindre misbrug. Blandt de forholdsregler denne lovgivning bør omfatte kan især nævnes tre. For det første bør tilgangen af oplysninger til registret i videst mulige omfang begrænses til oplysninger der er godkendt af den pågældende borger, eller som borgeren har haft mulighed for at imødegå ved hjælp af en offentligt beskikket forsvarer. Enhver borger må have ret til at betragte enhver oplysning om hans

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

person der indgår i registret som et vidneudsagn der kan blive brugt imod ham og må sikres et sædvanligt retsligt forsvar. For det andet bør systemet være opbygget omkring en nøje klassifikation af oplysningerne, svarende til hemmeligholdelsesgraden, med en tilsvarende graduering af den kontrol der finder sted ved henvendelser udefra med anmodning om at oplysningerne udleveres. Helt almindeligt må det gælde at fremskaffelsen af dybt hemmelige oplysninger må kræve en mere besværlig og tidsrøvende kontrol af at henvendelsen er berttiget. For det tredje bør systemet være forberedt på i en ekstraordinær situation med kort varsel at destruere visse dele af registret, efter ordre fra regeringen.

På den anden side må det ikke overses at datamaterne på grund af deres systematiske arbejdsmåde yder den fordel at det er muligt at sørge for at én gang fastlagte administrative kontrolprocedurer virkelig stadig overholdes, uden at man er meget afhængig af fortsat menneskelig påpasselighed. Det springende punkt er den oprindelige udformning af systemet. Her er der brug for en kombination af indsigt i fremkommelige fremgangsmåder til hemmeligholdelse som man må kunne hente hos den militære sagskundskab, dertil indsigt i retsbeskyttelsen, som

FREMTIDSPERSPEKTIVER

den kan ydes fra juridisk hold, og endelig viden om datamatiske muligheder. En gruppe med denne indsigt måtte kunne udarbejde forslag som basis for et politisk valg. Betingelsen for at vi skal bevare herredømmet er i denne sag, som i alle tilsvarende, at de der har ansvaret for udformningen virkelig forstår de processer datamaterne udfører for os.

Datamaternes fremtrængen

Som det sidste emne for disse forelæsninger vil jeg nu overveje de problemer der på dette område umiddelbart rejser sig for vore erhvervsvirksomheder og for vort land som helhed. Det er ikke nogen tilfældighed at disse problemer kan slås sammen under ét. Med en vis rimelighed kan man betragte et land som en virksomhed i større skala, som står overfor andre lande på samme måde som virksomhederne står overfor hinanden, i et forhold præget såvel af indbyrdes afhængighed som af konkurrence.

Ved generelle overvejelser på dette niveau må vi først og fremmest interessere os for styring, altså kombinationen af en løbende indsamling af data om verdens gang og en kombineret af disse data til en beslutning om hvad vi i hvert øjeblik skal gøre for at forløbet skal følge en ønske-

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

lig retning. Det første vi må indse er at vi, det vil sige både vore virksomheder og den offentlige forvaltning, før eller siden vil blive tvunget over i at bruge datamatisk styring. Dette følger direkte af konkurrencen. Omkostningerne ved at gennemføre en vis dataproces med en datamat vil nemlig efter alt at dømme endnu i lang tid fortsætte ad den hastigt faldende kurve, der i løbet af de sidste fem år har reduceret prisen til en tiendedel. Samtidig er omkostningerne ved at gennemføre de samme dataproceser med menneskelig arbejdskraft stigende.

Den næste væsentlige omstændighed ved datamatikkens fremtrængen er at omstillingen til datamatisk styring nødvendigvis må foregå under ledelse af de pågældende virksomheder selv, hvad enten disse er private eller offentlige. Det er en farlig misforståelse at tro at denne nye teknik kan købes som en færdig pakke, som man for eksempel i en virksomhed køber en lastbil. Styringen af en virksomhed berører hele beslutnings- og magtfordelingen inden for virksomheden. Udformningen af styringssystemet kan ikke overlades til udenforstående uden at evnen til efter eget ønske at ændre på styringssystemet, og i sidste instans selvstændigheden, går tabt. På det nationale plan berøres selve lovgivningen.

FREMTIDSPERSPEKTIVER

Virksomhederne og den offentlige administration vil altså blive tvunget til at indføre datamatisk styring og må selv lede udviklingen hver på deres område. Men hertil behøver de yderligere støtte fra specialister på området datalogi og datamatik. Som den tredje væsentlige omstændighed ved situationen må fremhæves at denne støtte, for at være effektiv, må kunne hentes hos lokale kyndige. Indarbejdelsen af datamatisk styring i en virksomhed kræver en lang overgangsperiode præget af et nært samarbejde med datamatiske eksperter, og dette samarbejde vil hæmmes af alle geografiske og sproglige forskelle. En af forudsætningerne for at denne støtte kan være til rådighed er at datalogien vinder indpas i uddannelserne, både alment og som specialstudium.

Placeringen af et fag i uddannelsen alene behøver ikke at være tilstrækkelig til at sikre den støtte der er ønskelig fra et samfundssynspunkt. Det mest fremtrædende udslag af denne erkendelse inden for vore grænser er etableringen af atomenergikommissionens forsøgsanlæg ved Risø. Begrundelsen for Risø er at de øvrige energikilders utilstrækkelighed inden for en overskuelig tid vil tvinge os til at gå over til atomenergi. For at bevare en rimelig national uaf-

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

hængighed på dette område er det nødvendigt at vi råder over første rangs sagkundskab der stadig kan vurdere mulighederne ud fra vort synspunkt. Men en sådan sagkundskab kan kun erhverves og holdes vedlige af folk der stadig kan arbejde med forskning og udvikling på området. Denne virksomhed finder sted på Risø.

Nationerne rustet sig

I samfundsmæssig betydning står datalogien på ingen måde tilbage for studiet af atomenergien. I U.S.A. hvor der er en stærk gensidig påvirkning mellem samfundet og teknikkens og forskningens resultater, har dette for længst givet sig udslag i en vældig aktivitet omkring datamaterne. De europæiske lande, først og fremmest England, stod omkring 1950 fuldt på højde med U.S.A., men er siden gledet bagud, i den forstand at man i stadig stigende omfang har importeret amerikanske datamater og har været afhængig af amerikanske ideer, og tager man området som helhed ligger U.S.A. klart forud for den øvrige verden. Blandt årsagerne hertil kan man utvivlsomt nævne den større kapital-koncentration i U.S.A., men dette dækker slet ikke hele sagen. Langt vigtigere er formentlig den fleksibilitet der præger tankegangen og in-

FREMTIDSPERSPEKTIVER

stitutionerne, deriblandt universiteterne, i U.S.A. Den traditionalisme og stivhed der præger de europæiske universiteter, med deres faste stabe af urørlige professorer, har på dette, som på mange andre områder, voldt de europæiske lande umådelig skade.

I adskillige europæiske lande findes der dog nu en erkendelse af at denne udvikling betyder en alvorlig trussel mod vore samfund og man træffer tegn på en vilje til at dæmme op for den voksende amerikanske dominering på området. I Frankrig har man således set at amerikanske opkøb af franske datamatfabrikker er blevet besvaret med en statsstøtte til opbygning af en konkurrencedygtig fransk industri. Denne støtte beløber sig til over 600 millioner kroner over årene 1967 til 71. I England har man besluttet sig til at forbedre universiteternes udrustning med datamater for et beløb af 600 millioner kroner over de næste seks år. I Norge har staten besluttet sig til at bruge omkring 50 millioner kroner i løbet af fem år.

Danmarks situation

I sammenligning hermed er det der hidtil er gjort af den danske stat meget beskedent. Det er så meget mere trist som både vor hjemlige produk-

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

tion af datamater og den brug der er gjort af disse datamater i både private og statslige virksomheder har været fuldt ud konkurrencedygtige. En stor del af problemet må søges i en traditionel mangel på kontakt og deraf følgende mistillid mellem på den ene side statsvirksomhederne, specielt universiteterne og centraladministrationen, og på den anden side industrivirksomhederne. Når disse blandes med nationale mindreværdskomplekser og en tilsvarende blåøjet tillid til amerikansk teknik kan man komme i den besynderlige situation at vore højere læreanstalter afviser konstruktive tilbud om samarbejde fra dansk industri, ud fra en frygt for usaglige motiver bag tilbudet, hvorefter man kaster sig i armene på et amerikansk gigantforetagende, hvis kommercielle motiver ingen har grund til at tvivle om.

Hvad vi har brug for er to ting. For det første en kraftig styrkelse af uddannelsen i datalogi på alle niveauer, ikke mindst ved de højere læreanstalter. Udviklingen hemmes her ganske væsentligt af uddannelsessystemets traditionelle stivhed. Der er dog en voksende erkendelse af at en usædvanlig indsats er påkrævet, omend resultaterne stadig lader vente på sig. Det er også værd at nævne at de uafhængige erhvervsvirk-

FREMTIDSPERSPEKTIVER

somheder har følt mangelen på uddannelsesmuligheder så stærkt at de for nylig har dannet et erhvervenes uddannelsesfond for elektronisk databehandling, med betydelig økonomisk rygdækning.

Den anden ting vi har brug for er at fremhjelpe vor uafhængighed på området, ved at yde statsstøtte til hjemlig forsknings- og udviklingsvirksomhed, således at vi vil få en gunstig jordbund for en uafhængig udnyttelse af mulighederne. For at en sådan støtte skal blive gavnlig for landet som helhed er det vigtigt at det arbejde der gøres stadig holdes i kontakt med de dele af erhvervslivet der kan drage nytte deraf. Af denne grund er tanken om en uafhængig statslig forskningsinstitution, et datalogiens Risø, mindre frugtbar. Hvad man snarere måtte overveje er en stærk udvidelse af mulighederne for at yde støtte til sådanne erhvervsvirksomheder, som selv er interesserede i at arbejde med at udvikle nye datamatiske løsninger inden for deres eget felt, til at disse virksomheder kunne erhverve sig den nødvendige indsigt gennem efteruddannelse af medarbejdere og gennem samarbejde med uafhængige datalogiske specialistvirksomheder. I betragtning af hvad der hidtil er nået herhjemme kunne en sådan

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

støtte forventes at give endda overordentlig gode resultater. Det bør også nævnes at den form for støtte der her anbefales allerede nu praktiseres gennem det erhversforskningsfond der er etableret af Danmarks teknisk-videnskabelige Forskningsråd.

Lad os resumere: vi skal ikke vente at datamaterne vil påvirke den ydre form for vort dagligliv så meget som for eksempel bilerne eller fjernsynet. Virkningen ligger dybere, i vor tankegang og den måde vi går i lag med problemerne i virksomhederne og i det offentlige maskineri. Specielt vil forandringerne gælde administration og ledelse, som står over for dybtgående ændringer i arbejdsform. Hvad specielt angår Danmarks muligheder for at hævde sig, så har vi svagheder, men også stærke punkter, og situationen giver os grund til behersket optimisme.

Forslag til videre læsning

Den engelsksprogede litteratur om datamaterne og deres anvendelse er meget omfattende. Derimod har den skandinavisk-sprogede endnu betydelige mangler. For at opnå en nogenlunde dækning af de i fordragene omtalte emner har det derfor i den følgende liste været nødvendigt at medtage visse bøger på engelsk.

Charles Babbage and his Calculating Engines, udg. P. og E. Morrison, 400 sider, 1961. Dover Publications, New York. – En biografi med fyldige uddrag af Babbage's egne skrifter.

M. V. Wilkes: Automatic Digital Computers, 305 sider, 1956. Methuen & Co. Ltd, London. – En alsidig introduktion, med fyldige redegørelser for datamaternes tidlige historie, skrevet af en af pionererne.

Irving Adler: Tænkende Maskiner, 119 sider, 1964. Fremads Fokus-bøger. – Trods titlen giver bogen en sober redegørelse for datamaternes logiske grundlag, Turing's maskine, talsystemer, og logisk algebra.

Olle Dopping: Datamaskiner och Databehandling, 408 sider, 1966. Studenterlitteratur, Lund (Akademisk Forlag, København). – En fyldig og grundig introduktion både til teknik, programmering, og anvendelser.

Chr. Andersen: EDB til hverdagsbrug, 130 sider, 1966. Akademisk Forlag, København. – En vejledning i de praktiske problemer ved brug af datamater til administration i virksomheder.

Chr. Andersen: Algol, 176 sider, 1965. Akademisk Forlag. – En lærebog i programmeringsproget Algol.

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

Fortranhåndbog, udg. I/S Datacentralen af 1959, 110 sider, 1965. Akademisk Forlag. – En lærebog i programmeringssproget Fortran.

Carl-Erik Fröberg og Bengt Sigurd: Datamaskiner och deras användning inom vetenskap, administration och språköversättning, 147 sider, 1962. Tema, Bibliotekstjänst, Lund. – En let tilgængelig redegørelse, som medtager visse af de mere fantasifulde anvendelser.

Computers and the World of the Future, ed. M. Greenberger, 340 sider, 1962. The M.I.T. Press, Cambridge, Massachusetts, U.S.A. – Otte forelæsninger og efterfølgende diskussioner, med deltagelse af U.S.A.s mest fremragende eksperter inden for faget.

Note til side 12 og 55:

Princippet at lagre programmet for løsningen af en opgave i datamatens almindelige indre lager bør efter hvad Maurice Wilkes i 1967 oplyser i sin ACM Turing Lecture rettelig tilskrives Eckert og Mauchly, fædrene til den første elektroniske regnemaskine.

Å IKKE HJEMLÅNES
KUN TIL BRUG PÅ INSTITUTTET

SØNDAGSUNIVERSITETET

Til boghandleren. Send mig følgende bøger:

- 44. Verner Goldschmidt: Samfundsmennesket
- 45. Mogens Krustrup: Kirker og moskeer i Levanten
- 46. Niels Egmont Christensen: Sjæl og legeme
- 47. Knud Erik Svendsen: Østlandenes økonomiske udvikling
- 48. Carl Heinrich Petersen: Kommunismens kæftere
- 49. Lovovertræderen og samfundet
- 50. Mogens Fog: Hvordan hjernen arbejder
- 51. Leonard Malone: Det amerikanske negerproblem
- 52. Mit barn går til præst
- 53. Henny Harald Hansen: Islam
- 54. Justus Hartnack: Den ydre verdens eksistens
- 55. R. Meyer-Heiselberg: Afrika før den hvide mand
- 56. Svend Erik Stybe: Demokratiets principper
- 57. Niels Fock: Inkariget
- 58. Tyge W. Böcher: Anemoner fortæller naturhistorie
- 59. Anton F. Bruun: Verdenshavet
- 60. K. F. Plesner: Voltaire
- 61. B. J. Rambøll: Broer og brobygning
- 62. Jørgen Meldgaard: Nordboerne i Grønland
- 63. K. O. B. Jørgensen: De store opfindelser
- 64. Adolph Rastén: Grækenland og enhedsideen
- 65. Herbert Tingsten: Demokratiets problem
- 66. Leon Bagrit: Automationsalderen
- 67. H. H. Ussing: Den levende celledens kemi
- 68. Kommunismens udvikling
- 69. Ove Hoff: Metallerne
- 70. Torben Lundbæk: Afrikas kultur
- 71. Gerhard Nielsen: Filmens psykologiske virkninger
- 72. J. A. Bundgård: Den græske mytologi
- 73. Mogens Pihl: Nogle fysiske grundbegreber
- 74. Per Salomonsen: Religionssociologi
- 75. Træk af verdensbilledets historie
- 76. Bent Rold Andersen: Socialpolitik i velfærdssamfundet
- 77. Axel Schou: Geografi og velfærdsstat
- 78. Holger Poulsen: Dyrepsykologi
- 79. Niels A. Thorn: Hormonerne og deres funktioner
- 80. Johan Galtung: Fredsforskning
- 81. Niels Lund: De danske vikinger i England
- 82. Max Sørensen: Den intern. beskyttelse af menneskerettighederne
- 83. Sven Møller Kristensen: Litteraturforskningens mål og midler
- 84. Bjarne Nørretranders: Den russiske revolution

Navn:

Adresse:



PETER NAUR

DATAMASKINERNE OG SAMFUNDET

Elektronisk databehandling trænger hastigt frem som værktøj ved løsning af opgaver i administration, videnskab, ingeniørkunst og undervisning. I denne bog forklarer dr. phil. Peter Naur hvorfor datamaterne har fået deres store samfundsmæssige betydning.

Som elementer i udviklingen indgår dels en række revolutionerende opfindelser inden for elektroteknikken, dels menneskers evne til at arbejde med modeller og symboler, og endelig udviklingen af en indre struktur for elektroniske datamater der giver dem en enestående fleksibilitet. Gennem anskuelige sammenligninger med hverdagsfænomener forsøges det klargjort hvori disse landvindinger består.

I de senere kapitler gennemgås en række konkrete problemstillinger som med større eller mindre held har været angrebet med elektronisk databehandling. Bogen munder ud i en vurdering af fremtidsudsigterne og påpeger en række af de problemer der rejser sig for lovgivningen, uddannelsessystemet, forvaltningen og erhvervsvirksomhederne.

MUNKSGAARD