



**National Library
of Sweden**

Denna bok digitaliserades på Kungl. biblioteket år 2013

SOU
1961:60A

IKUNGL
29 DEC 1961
STOCKHOLM

STATENS OFFENTLIGA UTREDNINGAR 1961:60

Finansdepartementet



**DEN AUTOMATISKA
DATABEHANDLINGENS
TEKNIK**

**KOMMITTÉN FÖR
MASKINELL DATABEHANDLING**

Stockholm 1961

STATENS

OFFENTLIGA UTREDNINGAR 1961

Kronologisk förteckning

1. Totalisatorverksamheten. Idun. 140 s. Jo.
2. Sparstimulerande åtgärder. Idun. 121 s. Fi.
3. Effektivare prisövervakning. Idun. 177 s. H.
4. Automatisk databehandling inom folkbokförings- och uppbořrsväsendet. Idun. 230 s. Fi.
5. Begravningsplatser och gravar. Norstedt & Söner. 188 s. Ju.
6. Underrätterna. Idun. 339 s. Ju.
7. Enhetlig ledning av krigsmakten. Beckman. 120 s. Fö.
8. Om läkarbehov och läkartillgång. Idun. 223 s. I.
9. Principer för en ny kommunindelning. Beckman. 248 s. I.
10. Preliminär nationalbudget för år 1961. Marcus. V+105 s. Fi.
11. Den allmänna brottsregistreringen. Kihlström. 318 s. Ju.
12. Statliga belastningsbestämmelser av år 1960 för byggnadsverk. Idun. 50 s. K.
13. Lantbrukets yrkesskolor. Kihlström. 206 s. Jo.
14. Pensionsstiftelser. I. Marcus. 184 s. Ju.
15. Polisens brottsbekämpande verksamhet. Idun. 251 s. + 2 s. ill. I.
16. Kriminalvård i frihet. Idun. 187 s. Ju.
17. Hjälpmedel i skolarbetet. Idun. 244 s. + 12 s. ill. E.
18. Totalförsvarets upplysningsverksamhet. Kihlström. 90 s. Fö.
19. Byggnadsindustrins arbetskraft. Idun. 150 s. S.
20. Vissa frågor rörande allmänna val. Idun. 173 s. Ju.
21. Författningsutredningen. V. Organisationer. Beslutsteknik. Valsystem. Idun. 362 s. Ju.
22. Den svenska utvecklingshjälpens administration. Kihlström. 74 s. U.
23. Svensk trafikpolitik. I. Idun. 387 s. K.
24. Svensk trafikpolitik. II. Idun. 163 s. K.
25. Flygbuller som samhällsproblem. Idun. 200 s. Fö.
26. Reviderad nationalbudget för år 1961. Marcus. V+87 s. Fi.
27. Skifferoljefrågan. Norstedt & Söner. 144 s. H.
28. Kungl. Teatern. Verksamhet och ekonomi. Marcus. 320 s. E.
29. Förtidspensionering och sjukpenningförsäkring m. m. Idun. 341 s. S.
30. Grundskolan. Hægström. 881 s. E.
31. Läroplaner för grundskola och fackskolor. Idun. 388 s. E.
32. Handläggning av bostadslån. Idun. 101 s. S.
33. Redareansvarets begränsning. Idun. 101 s. Ju.
34. Huvudmannskapet för polisväsendet m. m. Kihlström. 227 s. I.
35. Ändamålsenliga studentbostäder. Idun. 224 s. S.
36. Tandsvården vid de odontologiska läroanstalterna. Kihlström. 102 s. E.
37. Stämpel- och expeditiönsavgifter. Idun. 294 s. Fi.
38. Stöd åt barnaföderskor. Idun. 122 s. S.
39. Lag om allmän försäkring, m. m. Idun. 143 s. S.
40. Länsindelningen inom Stockholms- och Göteborgs-områdena. Idun. 384 s. + 2 st. utvkningsblad. I.
41. Reviderad giftlagstiftning. Idun. 326 s. I.
42. Mål och medel i stabiliseringspolitiken. Idun. 436 s. Fi.
43. Användningen av August Abrahamsons stiftelse å Näs. Idun. 93 s. E.
44. Folkbildningsarbete och ungdomsverksamhet. Idun. 233 s. E.
45. Djurplågeri, vetenskapliga djurförsök samt djurskyddsordning. Kihlström. 46 s. Ju.
46. Boxningssportens skadeverkningar. Idun. 104 s. I.
47. Reviderad hyreslag. Idun. 247 s. Ju.
48. Byggnadsstyrelsens organisation. Norstedt & Söner. 124 s. K.
49. Förslag till jordförvärvslag m. m. Idun. 213 s. Jo.
50. Den svenska utvecklingshjälpen. Expertrekrytering och stipendiatmottagning. Kihlström. 79 s. U.
51. Bostadsbyggnadsbehovet. Idun. 53 s. S.
52. Förenklingar i utskänkningslagstiftningen — Ciderfrågan. Idun. 282 s. Fi.
53. Utskningsrätt. I. Partiella reformer. Norstedt & Söner. 164 s. Ju.
54. Ersättning för kommunala förtroendeuppdrag. Idun. 75 s. I.
55. Effektivare arbetsförmedling för tjänstemän. Idun. 246 s. S.
56. Ändrade bestämmelser om ackumulerad inkomst. Idun. 151 s. Fi.
57. Sociallagstiftningen och de s. k. beroende uppdragstagarna. Berlingska Boktryckeriet, Lund. 228 s. S.
58. Översyn av nykterhetsvården. Idun. 296 s. S.
59. Klubbverksamheten bland ungdomen på landsbygden. Kihlström. 73 s. Jo.
60. Den automatiska databehandlingens teknik. Kihlström. 86 s. Fi.

STATENS OFFENTLIGA UTREDNINGAR 1961:60

Finansdepartementet



DEN AUTOMATISKA
DATABEHANDLINGENS
TEKNIK

Kommittén för maskinell databehandling

EMIL KIHLSSTRÖMS TRYCKERI AKTIEBOLAG
STOCKHOLM 1961

STATE OF NEW YORK

COMPTROLLER



STATE OF NEW YORK
COMPTROLLER
REPORT
ON THE
REVENUES

FOR THE YEAR ENDING JUNE 30, 1901

ALBANY: J. B. LIPPINCOTT COMPANY, PRINTERS.
1901.

Till

Herr Statsrådet och Chefen för Kungl. Finansdepartementet

Kommittén för maskinell databehandling får härmed vördsamt överlämna en redogörelse för den automatiska databehandlingens teknik.

Redogörelsen utgör en självständig del av kommitténs huvudbetänkande, som är under färdigställande. För att bl. a. tillgodose ett föreliggande behov inom statsförvaltningen av en allmän redogörelse för den automatiska databehandlingens teknik och användningsområden har kommittén ansett lämpligt att denna redogörelse utges separat.

Stockholm den 2 november 1961.

Elof Cardelius

K. G. Linden

/G. Hävermark

Åke Dahlström

Olle Dopping

Herrn Statthalder von Lauenburg, Kinnick, Venedig, Amsterdam

Kommittent für masskräftig durchzuführen für die...
ein technisches für den...
Reduktion...
sein in...
das...
durch...
Stockholm den 5. September 1881

Wm. Lindberg

K. G. Lindberg

Stockholm
Lindberg

Innehåll

A. TEKNISKA HJÄLPMEDEL

A 1.	Gemensamma drag hos datamaskiner	7
A 2.	Konstruktionen	9
A 3.	Datamaskinens byggstenar och tillbehör	14
A 3.1.	Centralenhet	14
A 3.2.	In-utorgan	15
A 3.3.	Minnen	19
A 3.4.	Manöverpulpet	20
A 3.5.	Utrustning för datatransmission	21
A 3.6.	Fristående omvandlare	23
A 4.	Tillförlitlighet och driftsäkerhet	24

B. METODIK

B 1.	Systemarbete	26
B 2.	Programmering och kodning	27
B 3.	Exempel på standardproblem och deras lösningar	29
B 3.1.	Sortering (ordnande)	29
B 3.2.	Uppsökning av data i stora register	30

C. ANVÄNDNINGSSOMRÅDEN

C 1.	Matematiska beräkningsarbeten	36
C 2.	Registervård	37
C 2.1.	Förrådsbokföring	37
C 2.2.	Bokning av flygbiljetter och liknande	41
C 2.3.	Försäkringsväsende	41
C 2.4.	Bankväsende	42
C 2.5.	Avlöningsuträkning, pensionsväsende	42
C 2.6.	Andra reskontraföringar (skatter, avgifter m. m.)	43
C 3.	Statistik	43
C 4.	Planerings- och optimeringsarbeten	45
C 5.	Informationssökning: litteratur, patent, medicinska diagnoser etc.	49
C 6.	Språköversättning	51
C 7.	Processtyrning	51
C 8.	Exempel på andra tillämpningar: lotteridragning samt uppdatering av text	52

D. FÖRBEREDELSEARBETE

D 1.	Särskilda krav på förberedelsearbetet vid administrativ databehandling	54
D 2.	Möjligheter till partiella lösningar och etapplösningar	56
D 3.	Olika faser i förberedelsearbetet	57
D 4.	Förundersökning	58
D 5.	Detaljerad undersökning	60
D 5.1.	Organisation och personval	60
D 5.2.	Personalinformation	62
D 5.3.	Analys av nuvarande system	63
D 5.4.	Översyn av nuvarande system	66
D 5.5.	Systemuppläggning för automatisk databehandling	67
D 5.6.	Val av maskin	68
D 5.7.	Kostnadsjämförelse	69
D 6.	Förberedelser för maskinanvändning	70
D 6.1.	Urval av personal, utbildning, programmering och inkörning	70
D 6.2.	Iordningställande av lokaler m. m.	72
D 6.3.	Omläggning till det nya systemet	72

E. KOSTNADER

E 1.	Engångsutgifter	74
E 2.	Löpande utgifter	74
E 3.	De olika utgiftsposternas relativa betydelse	75
E 4.	Omräkningen från utgifter till kostnader och intäktsbortfall	77
E 5.	Köp, hyra eller legokörning	78
E 6.	Sammanfattning av kostnadssynpunkterna	83
Sak- och ordregister		84

A. Tekniska hjälpmedel

För att förstå principerna för den automatiska databehandlingen (ADB) måste man känna till något om den apparatur som användes. Föreliggande avsnitt behandlar datamaskinernas egenskaper samt grunderna för deras användning.

A 1. Gemensamma drag hos datamaskiner

Snabbheten i räkneoperationer är ett utmärkande drag för datamaskinerna. Som exempel kan nämnas att en addition av två tal tar någon miljondel av en sekund i de snabbaste i dag använda datamaskinerna. I de långsammaste maskinerna tar samma operationer några tusendelar av en sekund. Snabbheten betingas av att de räknande organen är helt elektroniska och således saknar mekaniskt rörliga delar.

En datamaskin är alltid försedd med ett s. k. minne, dvs. en anordning, som kan magasinera information i form av siffror, bokstäver och vissa andra tecken. Ofta finns det i en och samma maskin flera minnen. Ett minne är i regel uppdelat i ett stort antal celler, som var och en rymmer ett bestämt antal tecken. Vanligen använder man benämningen ett ord på den information som ryms i en cell. Ofta omfattar en cell omkring tio tecken, men en cellstorlek på ett enda tecken förekommer också. Cellerna är numrerade. Numren kallas adresser.

Under arbetsförloppet i maskinen kan information skrivas in i och läsas ut ur varje cell för sig. Vid inläsning av information i en cell utplånas automatiskt den information som till äventyrs fanns i cellen förut.

Maskinens arbetsgång följer ett s. k. program, i huvudsak bestående av en kedja av instruktioner. Varje instruktion består av en följd av siffror eller andra tecken. Instruktionerna lagras i minnet. En del av minnet upptas sålunda av programmet, medan resten kan användas för lagring av data, dvs. sådan information som är under bearbetning.

Genom att läsa in ett nytt program till minnet kan man på någon minut ställa om maskinen från ett arbete till ett annat. En och samma maskin kan exempelvis den ena gången användas för avräkning av preliminär skatt och den andra gången framställa mantalslängder eller utföra matematiska beräkningar. En del moderna maskiner kan till och med utföra flera arbetsuppgifter samtidigt. En datamaskin är sålunda i princip mångsidigt användbar, vilket inte hindrar en viss specialisering, som medför att en maskintyp kan vara särskilt väl lämpad för en bestämd arbetsuppgift.

Varje instruktion i programmet specificerar en arbetsoperation, som datamaskinen skall utföra. En instruktion innehåller en operationsdel och vanligtvis en eller flera adressdelar.

Operationsdelen anger med en siffer- eller bokstavskod vilket slag av operation som skall utföras, t. ex. en addition. En datamaskins operationslista, dvs. förteck-

ning över de slag av operationer som maskinen kan utföra, omfattar vanligen några tiotal operationer, dock med stora variationer från den ena maskintypen till den andra.

Adressdelen (eller adressdelarna) i en instruktion anger i regel den minnescell (de minnesceller), som skall beröras av operationen.

En viktig kategori av instruktioner gäller aritmetiska beräkningar av olika slag, t. ex. addition och subtraktion. Inmatningsinstruktioner beordrar maskinen att läsa information — exempelvis från hålkort — till en bestämd del av minnet. Utmatningsinstruktioner åstadkommer, att information ur en bestämd del av minnet meddelas till omvärlden, exempelvis genom utskrift i klartext på en skriv-anordning, ansluten till datamaskinen. Instruktioner om intern kopiering medför, att information överförs inom maskinen, exempelvis från en viss minnescell till en i maskinen ingående aritmetisk enhet eller tvärtom. Ytterligare en väsentlig typ av operationer ingår i de s. k. hoppinstruktionerna, vilkas innebörd närmare förklaras nedan.

De olika instruktionerna i ett program utförs i en bestämd följd. Huvudregeln är vanligen den, att de verkställs i cellnummerordning, dvs. i ordning efter adresserna till de celler i vilka de finns lagrade. I den mån denna huvudregel följs, kan alltså instruktionerna i programmet sägas hänga ihop i en obruten kedja. Avvikelser från huvudregeln kan emellertid åstadkommas av hoppinstruktioner. Verkställande av en hoppinstruktion innebär, att datamaskinen, i stället för att fortsätta till nästa instruktion i den normala ordningsföljden, »hoppa» till en annan instruktion, nämligen den som är belägen i den cell vars adress anges i hoppinstruktionens adressdel.

Genom en s. k. villkorlig hoppinstruktion bringas datamaskinen att hoppa till en annan instruktionskedja endast om ett visst villkor är uppfyllt. I motsatt fall sker inget hopp, utan datamaskinen fortsätter till nästa instruktion i cellnummerordning. Operationslistan för en datamaskin innehåller ofta ett stort antal villkorliga hoppinstruktioner, som utnyttjar olika hoppvillkor. Ett exempel på hoppvillkor är att ett tal — hämtat ur en viss minnescell eller på annat sätt definierat — är negativt.

Förekomsten av villkorliga hopp möjliggör för datamaskinen att välja mellan olika instruktionskedjor — och därmed mellan olika bearbetningsalternativ — på grundval av vissa egenskaper hos de data som bearbetas. Denna valmöjlighet är av grundläggande betydelse för datamaskinernas förmåga att utföra komplicerade databehandlingsuppgifter.

En annan egenskap hos datamaskinerna med stor betydelse för deras mångsidighet är förmågan att modifiera det egna programmet. Eftersom instruktionerna lagras i minnesceller på samma sätt som data, kan maskinen — på order av sitt program — förändra innehållet i en eller flera av programmets instruktioner. Ett exempel härpå är adressmodifiering, varvid man låter datamaskinen förändra enbart adressdelen — eller en av adressdelarna — i en instruktion. Ett annat exempel är insättning eller borttagning av hoppinstruktioner (kan användas för »omläggning av växlar i programmet»).

Snabbheten, förekomsten av minne, förmågan att följa i minnet lagrade program, som lätt kan bytas, förmågan att välja mellan olika bearbetningsalternativ på grundval av bearbetade data samt möjligheten att modifiera det egna programmet gör datamaskinen lämpad att utföra även mycket komplicerade databehandlingsuppgifter. Det är därför inte förvånande att ordet »elektronhjärna» på många håll sagt håller sig kvar såsom — inadekvat — benämning på en datamaskin. Man bör ha klart för sig, att datamaskiner inte är någonting annat än snabba, uthålliga och tillförlitliga verkställare av detaljerade direktiv, som människan har givit.

Datamaskinen kan inte ta initiativ och inte heller själv finna vad som bör göras i en situation som programmeraren inte har förutsett.

I detta sammanhang bör några ord sägas om de s. k. hålkortskalkylatorerna, som står datamaskinerna nära. En hålkortskalkylator av den mest använda typen skiljer sig från en datamaskin i princip genom att programmet är kopplat — med elektriskt ledande sladdar i en utbytbar s. k. kopplingsbox — i stället för att vara lagrat i minnet. Dessutom är minnet vanligen väsentligt mindre än i en datamaskin. Hålkortskalkylatorer av denna typ tillåter inte tillnärmelsevis lika komplicerade bearbetningar som datamaskiner med lagrat program.

A 2. Konstruktionen

I detta avsnitt orienteras om hur en datamaskin kan vara konstruerad. Framställningen är avsedd att kunna förstås — om än med någon möda — utan särskilda fackkunskaper. Detta har nödvändiggjort en viss förenkling och framför allt att exemplifieringar har fått träda i stället för generella beskrivningar.

Man kan särskilja två sidor av en datamaskins konstruktion, den logiska och den kretstekniska. Den logiska konstruktionen anger hur datamaskinen är organiserad, dvs. hur dess olika s. k. logiska byggelement samarbetar inbördes. Den kretstekniska sidan av konstruktionsproblemet avser det sätt varpå ett logiskt byggelement är uppbyggt av komponenter såsom transistorer, motstånd och dioder. Uppdelningen av konstruktionsproblemet på en logisk och en kretsteknisk sida är ändamålsenlig därför, att byggelement med en given logisk funktion vanligen kan byggas upp på flera kretstekniskt olika sätt. Sålunda kan en s. k. vippa — varom mera nedan — byggas upp alternativt av två elektronrör eller två transistorer. Kretstekniskt sett är dessa båda slag av vippor olika, men logiskt sett är de inbördes lika. Man kan alltså i stor utsträckning behandla en datamaskins logiska konstruktion utan hänsyn till vilken kretsteknik som tillämpas vid maskinens uppbyggnad. I föreliggande framställning kommer huvudvikten att läggas på den logiska konstruktionen, under det att kretstekniken bara behandlas flyktigt.

Såväl råvaran som slutprodukten i all databehandling utgörs av information — data — som kan uttryckas med hjälp av siffror, bokstäver och vissa andra tecken, såsom mellanslag, punkt och komma. Väsentligt för möjligheterna att bygga en datamaskin är att antalet olika tecken — antalet möjliga »valörer» — är begränsat. Vanligen tillåtes några tiotal valörer, nämligen siffrorna 0 t. o. m. 9, de 29 bokstäverna — man avstår vanligen från möjlighet att skilja mellan stora och små bokstäver — och något eller några andra typografiska tecken.

All behandling av informationen består i att den lagras, kopieras eller enligt vissa regler kombineras med annan information. Kopieringen innebär förflyttning av information i rummet, medan lagringen kan sägas innebära förflyttning av information framåt i tiden.

Varje information kan sägas utgöra ett val mellan olika möjligheter inom en given ram. I maskinskrift bär sålunda varje skrivposition information om ett val som skett mellan så många möjligheter, som svarar mot antalet olika typer på skrivmaskinen.

Inom databehandlingstekniken låter man all information sammansättas av binära informationselement. Med ett binärt informationselement avses information om ett val mellan två och endast två möjligheter, två valörer. Låt oss kalla dessa båda valörer 0 och 1, ett beteckningssätt som är vanligt inom datamaskintekniken — ej att förväxla med siffrorna 0 och 1. Det är bara fråga om en godtycklig definition av två motsatta fall, ungefär som man har definierat positiv och negativ elektricitet.

För att på detta sätt kunna inskränka antalet valörer måste man i stället öka antalet positioner som ett meddelande upptar. Antag exempelvis att man i datamaskinen vill lagra informationen ur ett »meddelande» som upptar en enda skrivposition i ett skriftsystem med 64 möjliga valörer. I datamaskinen måste detta meddelande uppta sex binära informationselement (»sex binära positioner»), ty av dessa kan man bilda exakt ($2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 =$) 64 olika meddelanden (000000, 000001, 000010 etc. t. o. m. 111111).

Varje meddelande, som kommer från datamaskinens 64-valöriga omgivning, måste alltså, när det matas in i datamaskinen, »kodas om» till datamaskinens 2-valöriga språk. Och omvänt, när ett meddelande skall avges från datamaskinen, måste det kodas om från 2-valörigt till 64-valörigt språk. Koden kan vara beskaffad på många olika sätt, exempelvis så att siffran 0 svarar mot den 2-valöriga representationen 000000, 1 mot 000001, 2 mot 000010, A mot 110001 etc.

Vissa datamaskiner (»rent binära maskiner») använder internt det s. k. binära talsystemet, under det att andra (»decimala maskiner») använder det vanliga decimala talsystemet. Vid användning av binärt talsystem omkodas varje decimalt siffertal som en helhet från den vanliga 10-valöriga representationen till 2-valörig representation. Vid decimalt talsystem däremot omkodas varje decimal sifferposition för sig till en 2-valörig representation (binärkodad decimal representation). Både den rent binära formen och den binärkodade decimala har sina för- och nackdelar med hänsyn till krav på minnesutrymme, operationernas snabbhet, de aritmetiska organens komplexitet och pris etc. Vid datamaskiner för administrativ databehandling är det decimala systemet vanligast. Det tidigare i detta avsnitt berörda system, där varje skrivtecken kodas om till sex binära informationselement, är ett exempel på ett binärkodat decimalt system.

I och med systemet att omkoda all information till 2-valörig form har man skapat förutsättningar för konstruktion av enkla, driftsäkra element för lagring, förflyttning och bearbetning av information. I olika delar av ett databehandlings-system representeras informationen av olika fysikaliska fenomen, men från logisk synpunkt kan de alla vara lika.

I ett hålkort representeras sålunda ett tecken av ett eller flera utstansade hål. En kolumn i hålkortet är avsedd för ett tecken och rymmer vanligen 12 möjliga hålpositioner, alltså 12 informationselement. I varje position kan det finnas hål eller icke hål, två möjligheter som kan sägas svara mot valörerna 1 respektive 0. Av alla de ($2^{12} =$) 4 096 olika kombinationer av hål och icke hål, som kan bildas i en kolumn, är det vanligen bara några tiotal som används. De återstående kombinationerna kan inte utan särskilda åtgärder produceras av de manuella hålkortsstansarna och utnyttjas icke annat än i vissa fall — i samband med administrativ databehandling nästan aldrig.

I en hålremsa har man vanligen 5, 6, 7 eller 8 hålpositioner i bredd (om man bortser från det s. k. styrhålet, som har en rent mekanisk funktion och inte har någonting med informationsrepresentationen att göra). Man säger att remsan har 5, 6, 7 eller 8 kanaler. I varje hålposition kan det liksom vid hålkortet finnas hål eller icke hål. Man brukar låta de hålpositioner, som ligger mitt för varandra utefter remsans bredd, tillsammans representera ett tecken (alltså en siffra, en bokstav, ett skiljetecken eller dylikt). I exempelvis en sexkanalig remsa kan alltså tecknen anta högst ($2^6 =$) 64 olika valörer.

Under det att sålunda informationsrepresentationen i hålkort och hålremsor är av mekanisk natur, är den i en datamaskin vanligen elektrisk eller magnetisk. På vissa punkter kan valörerna 0 och 1 representeras av hög och låg elektrisk potential, på andra punkter av strömförande eller strömlöst tillstånd. På åter andra

punkter kan 0 och 1 representeras av att ett element av ferromagnetiskt material är magnetiserat i den ena riktningen eller i den motsatta.

Informationen i ett magnetband är orienterad på samma sätt som i håltremsan, men i varje position är representationen av magnetisk natur i stället för håltremsans mekaniska (hål eller icke hål).

Nedan behandlas något mera ingående vissa byggelement, där en elektrisk eller magnetisk informationsrepresentation används.

En s. k. bistabil vippan är ett minneselement som förekommer i datamaskiner. Tekniskt sett kan vippan vara uppbyggd av två transistorer, som tillsammans med vissa andra komponenter är hopkopplade på sådant sätt att vid varje tillfälle antingen den ena transistoren är strömförande och den andra strömlös (strypt) eller tvärtom. Vippan kan sålunda inta två olika tillstånd. Dessa båda tillstånd får representera valörerna 0 och 1. Genom elektriska impulser, som kommer in till vippan via två ledningar (signalingångar) — en 0-ställande och en 1-ställande ingång — kan vippan ställas in i 0- respektive 1-tillstånd. Efter en impuls på den 0-ställande ledningen befinner sig alltså vippan i 0-tillstånd, oavsett om den förut befann sig i 0- eller 1-tillstånd. Motsvarande gäller den 1-ställande ledningen. Så länge ingen impuls kommer in på någon av signalingångarna står vippan kvar i det tillstånd den hade förut, liksom en vippströmbrytare förblir tillslagen eller frånslagen tills någon slår om den i motsatt läge. Vippan kan alltså lagra eller »minnas» valören 0 eller 1.

Förutom de båda signalingångarna har vippan också en signalutgång, som har låg elektrisk potential när vippan befinner sig i 0-tillstånd och hög potential när den befinner sig i 1-tillstånd. Genom signalutgången kan vippan meddela till andra organ i datamaskinen huruvida den är i 0- eller 1-tillstånd.

En enstaka vippan kan alltså bara lagra ett binärt informationselement. För att kunna lagra ett 64-valörigt tecken måste man ha sex vippor, som då tillsammans sägs bilda ett s. k. vippregister.

Ett sådant vippregister kan exempelvis användas för (tillfällig) lagring av den information, som en (sexkanalig) fotoelektrisk håltremsläsare levererar vid läsning av ett tecken. En sådan håltremsläsare är försedd med en lampa och sex fotoceller, en för var och en av de sex kanalerna. Varje fotocell »ser» alltså huruvida en viss position i remsan har hål eller icke hål. Informationen från varje fotocell kan via en elektrisk ledning överföras till en av vipporna i vippregistret, som alltså får ta emot ett slags elektrisk kopia av det från håltremsan lästa tecknet.

Vippan är ett relativt dyrt minneselement, som endast används på sådana punkter där vissa speciella egenskaper erfordras, t. ex. egenskapen att kontinuerligt lämna meddelande om den för tillfället lagrade valören. Den överväldigande majoriteten av minneselementen i en datamaskin är normalt av billigare slag.

Ett exempel på sådana billigare minneselement är ferritkärnan. Den består av ett material med speciella permanentmagnetiska egenskaper och har formen av en ring med en eller ett par millimeters diameter. Genom ringen passerar ett antal ledningstrådar. Med hjälp av strömpulser i dessa trådar kan man bibringa kärnan magnetisering i ena eller andra riktningen, »skriva in» en nolla respektive en etta. De båda magnetiseringsriktningarna får alltså representera 0 och 1. Utläsning av information sker likaledes med en elektrisk impuls. Vid utläsningen induceras i en särskild läsledning, som likaledes passerar genom kärnan, en elektrisk spänningsstöt som har olika styrka beroende på om kärnan är magnetiserad i 1- eller 0-riktningen. Vanligen »konserverar» man den signal, som i form av en sådan spänningsstöt erhålles från varje kärna, genom att låta den påverka en vippan, som kan leverera kontinuerlig signal under så lång tid som erfordras för att den utlästa informationen skall kunna utnyttjas.

Normalt kombinerar man ett stort antal kärnor till ett minne, som exempelvis kan rymma 4 000 celler à 40 informationselement. Därvid kan man låta ett enda vippregister om 40 vippor vara gemensamt för alla de 4 000 cellerna, av vilka man således bara kan använda en i taget.

I det föregående har ett par exempel på kopieringar av information antytts. Sådana spelar en viktig roll i datamaskiner. En kopiering från en vippa A till en vippa B betyder att B bringas att inta samma tillstånd (0- eller 1-tillstånd) som A redan intar. Tekniskt sett går kopieringen så till, att en signalutgång på A sättes i elektriskt ledande förbindelse med en signalingång på B. En förutsättning för att detta skall kunna ske är att det från signalutgången på A till signalingången på B går en elektrisk ledning, endast avbruten av en eller flera s. k. grindar, dvs. elektroniskt manövrerade kontakter. Grindar har användning även i andra viktiga sammanhang inom datamaskintekniken och skall därför ägnas några ord.

En grind är ett logiskt byggelement med en eller flera signalingångar och en signalutgång. Den sistnämnda levererar en elektrisk potential som är låg eller hög (motsvarande 0 eller 1) beroende på vilka kombinationer av 0- och 1-signaler som vid tillfället matas in på signalingångarna. Det finns grindar av logiskt sett olika slag, kännetecknade av de villkor som kombinationerna av ingångssignaler måste uppfylla för att signalutgångarna skall leverera en 1-signal.

En vanlig typ av grind är den s. k. och-grinden, som levererar en 1-signal endast då 1-signaler tillföres alla ingångarna samtidigt (ingången nr 1 och ingången nr 2 etc.). Om en och-grind har två ingångar, kan det i vissa sammanhang vara praktiskt att tänka sig den ena ingången som styrande och den andra som styrd (ehuru det inte är någon fysisk skillnad mellan de båda ingångarna). Grinden fungerar nämligen så, att en 1-signal från den styrda ingången kan släppas fram till utgången endast vid de tillfällen då den styrande ingången matas med en 1-signal.

En annan typ är eller-grinden, som levererar 1-signal då minst en av ingångarna matas med 1-signal (ingång nr 1 eller ingång nr 2 etc.).

En tredje typ av grind är den s. k. inverteraren, som levererar en 1-signal på signalutgången endast då (den enda) signalingången tillföres en 0-signal. Det förekommer också andra grindtyper, vilka är eller kan betraktas som kombinationer av de nu nämnda typerna.

En av användningarna för grindar har redan berörts, nämligen att öppna och stänga en väg för kopiering från en vippa till en annan. I själva verket är det vanligen inte så enkelt, att signalutgången från en vippa bara går via en enda grind till en annan vippa. I stället förbinds olika vippor och andra minneselement inbördes via ett komplicerat nät av elektriska förbindelser, med grindar i vissa av nätets knutpunkter. En och samma grind kan ta emot information från flera andra grindar eller minneselement, och likaså kan dess signalutgång vara förgrenad till flera andra grindar eller minneselement.

Man kan rentav säga att en datamaskins s. k. centralenhet i huvudsak består av grindar och minneselement, förenade med ett nät av elektriska ledningar. Tillammans bildar alla dessa element och ledningar en mycket komplicerad »rangerbangård» för information, där grindarna är växlar och minneselementen stickspår.

Ytterligare ett viktigt drag hör till bilden, nämligen synkroniseringen. Flera olika deloperationer kan utföras på en gång, men inte vilka deloperationer som helst och inte hur många som helst. Omställning av grindar och minneselement går visserligen snabbt, men inte obegränsat snabbt, och i många fall är det nödvändigt att en viss omställning avvaktar en annan. Sålunda kan ett informations-element inte tillåtas passera en grind som just håller på att läggas om, lika litet som ett tåg får passera en bangård under pågående växelomläggning. Man måste alltså se till, att datamaskinens arbete uppdelas i distinkta tempon. Vanligen åstad-

kommes detta med hjälp av s. k. klockgeneratorer, dvs. speciella pulsgeneratorer, som tjänstgör som metronomer för maskinens arbete. Frekvensen hos en klockgenerator kan vara exempelvis några hundratusen perioder per sekund. Genom att mata klocksignaler till ingångar på vissa av de grindar, som ingår i datamaskinen, kan man få datamaskinen att följa klockgeneratorns takt.

Vad som händer under en klockpuls — under ett s. k. mikrotempo — yttrar sig alltså huvudsakligen i en omställning av minneselement och därmed av grindar. På vilket sätt dessa omställningar sker beror dels givetvis på maskinens struktur, dvs. det sätt på vilket grindar och minneselement är hopkopplade, men dels också på vilken information som fanns i minneselementen vid klockpulsens början. Det är härmed i princip klart hur det i datamaskinens minne lagrade programmet kan påverka maskinens handlings sätt.

Det är för övrigt att märka, att den föränderliga information, som påverkar maskinens beteende, inte enbart består av program och data. Härutöver har maskinen tillgång till en hel del annan information, lagrad i minneselement vilkas existens programmerare och operatörer inte behöver känna till. Informationen i ett sådant minneselement behöver inte alls ha någonting med data eller program att göra utan kan ha en rent administrativ innebörd. Det kan exempelvis gälla en vippa som anger »skrivvillkor». När en sådan vippa ställs i 1-tillstånd, innebär detta att information skall skrivas in i datamaskinens kärnminne. En signalutgång på denna vippa är då ansluten till grindar som ombesörjer inskrivning.

I det föregående har inte uttryckligen angivits hur aritmetiska operationer och liknande går till. Emellertid skiljer sig inte aritmetiskt arbete i princip från vilket annat arbete som helst, från datamaskinens synpunkt sett. Låt oss som exempel betrakta additionen i en datamaskin som är så beskaffad att den behandlar en decimalsifferposition i taget (till skillnad från maskiner som behandlar antingen ett binärt informationselement i taget eller ett flersiffrigt tal på en gång). Maskinen börjar med att addera det ena talets sista siffra till det andra talets sista siffra. Vardera siffran finns från början lagrad i ett register, och eftersom var och en av siffrorna bara kan anta tio olika valörer finns det bara 100 kombinationer att välja emellan. De kretsar som ombesörjer additionen måste för den skull innehålla ett sådant system av grindar, att för var och en av dessa 100 kombinationer en signalkombination produceras, som representerar det korrekta additionsresultatet. Om konstruktören har valt den binärkodade decimalrepresentationen på ändamålsenligt sätt, är utformningen av ett sådant system av grindar lättare än det kan förefalla.

När maskinen har klarat av additionen i den sista positionen och skall börja med den näst sista, är situationen en aning mera komplicerad, eftersom det då kan finnas en »minnessiffra», som har uppstått vid den första additionen. Det betyder att antalet möjliga fall här är 200 i stället för 100, men uppgiften är fortfarande begränsad. Även vid behandlingen av var och en av de återstående sifferpositionerna finns det 200 möjliga kombinationer.

Subtraktion kan ske på ett sätt som liknar additionen. Ofta utförs subtraktion i datamaskiner i två eller flera steg, av vilka ett steg utgörs av en addition och ett annat av en s. k. komplementering, dvs. subtraktion från en gång för alla given diminuend.

Multiplikation utförs normalt i flera steg, bestående i additioner omväxlande med s. k. skiftoperationer, som kan sägas vara specialfall av kopieringsoperationer. På motsvarande sätt uppbygges divisioner vanligen av en serie subtraktioner och skiftoperationer.

Av det sagda framgår, att datamaskinen inte »vet» exempelvis att fyra plus fem är nio. Den »vet» inte ens vad nio är. Men dess mönster av grindar och minnes-

element är så uppbyggt, att de aritmetiska operationer som den utför kommer att ge de resultat som matematikens lagar kräver.

Vad som nu har sagts gäller närmast datamaskinens s. k. centralenhet. Därutöver måste en datamaskinanläggning innehålla anordningar för in- och utmatning av information. Dessa anordningar innehåller förutom elektroniska organ även mekaniskt rörliga delar. De bygger i stor utsträckning på principer som har utvecklats inom hålkortstekniken och därmed besläktade discipliner samt inom tekniken för magnetisk inspelning. Ytterligare enheter, som erfordras för att en datamaskinanläggning skall bli fullständig, är strömförsörjningsanordningar och i många fall luftkonditionerings- och kylaggregat.

De minsta byggelementen i en datamaskin — »komponenterna» — är i stor utsträckning typer som är allmänt förekommande inom teletekniken, såsom transistorer, dioder och motstånd. Det är i själva verket fullt möjligt att bygga upp en hel datamaskin enbart av komponenter som var kända före datamaskinens tillkomst. Uppfinnandet av datamaskinen kan alltså sägas ha inneburit enbart en ny princip för att organisera samarbetet mellan i och för sig kända element. Emellertid har det sedermera utvecklats en hel del komponenter speciellt för datamaskintekniken. Detta har möjliggjort väsentligt effektivare konstruktioner än som skulle ha kunnat utföras enbart med tidigare kända komponenter. Den bland dessa nya komponenter, som hittills har spelat den största rollen, är kanske ferritkärnan.

Den nu angivna innebörden av ordet komponent är den inom teletekniken vanliga. Inom datamaskintekniken förekommer det emellertid också att samma ord får beteckna en betydligt mera sammansatt del i en datamaskinanläggning, t. ex. ett magnetbandsaggregat.

A 3. Datamaskinens byggstenar och tillbehör .

En anläggning för automatisk databehandling har som kärna en eller flera datamaskiner. Dessutom ingår vanligen vissa fristående tillbehör i anläggningen. Sammansättningen av en sådan anläggning exemplifieras i *figur B 1*.

Den egentliga datamaskinen innefattar en centralenhet jämte vissa till denna elektriskt anslutna organ, nämligen inorgan, utorgan, sekundärminnen och manöverpulp. Det bör observeras att den funktionella uppdelning i olika enheter, varom här talas, inte är identisk med uppdelningen i fysiskt åtskilda »skåp». En funktionell enhet kan mycket väl bestå av två eller flera skåp, som är förenade med elektriska kablar, likaväl som ett skåp kan innehålla två eller flera funktionella enheter.

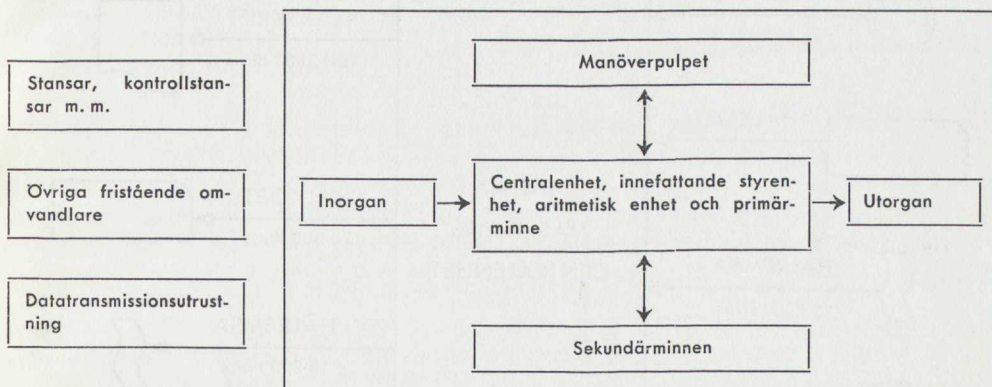
De fristående tillbehören till datamaskinanläggningen kan innefatta olika slag av omvandlare — till vilka även stansar och kontrollstansar kan räknas — samt datatransmissionsutrustning. Dessa fristående organ utbyter information med datamaskinen, inte via elektriska kablar, utan genom att informationsbärande medier, såsom hålkort och magnetband, förflyttas till eller från datamaskinen. I vissa fall, då en och samma maskin omväxlande fungerar som fristående organ och som till datamaskinen anslutet in- eller utorgan, erfordras dock ingen fysisk transport av det informationsbärande mediet, utan endast en elektrisk omkoppling.

A 3.1. Centralenhet

En datamaskins centralenhet innehåller bl. a. styrenhet, aritmetisk enhet och s. k. primärminne. I vissa maskiner ingår även ett eller flera sekundärminnen i centralenheten.

Fristående organ:

Datamaskin:



Figur B 1. Exempel på sammansättning av anläggning för automatisk databehandling.

Styrenheten läser instruktionerna från primärminnet och omsätter dessa till elektriska styrimpulser för de övriga organen i maskinen. Den aritmetiska enheten ombesörjer räkneoperationer och annan bearbetning av information.

Minnets storlek och snabbhet är av avgörande betydelse för centralenhetens prestationsförmåga. De olika minnestypernas egenskaper behandlas i avsnitt A 3.3.

A 3.2. In-utorgan

Eftersom tidsåtgången för databehandling ofta bestäms av tiden för inmatning av data i datamaskinen och utmatning därifrån, spelar in-utorganens egenskaper en viktig roll.

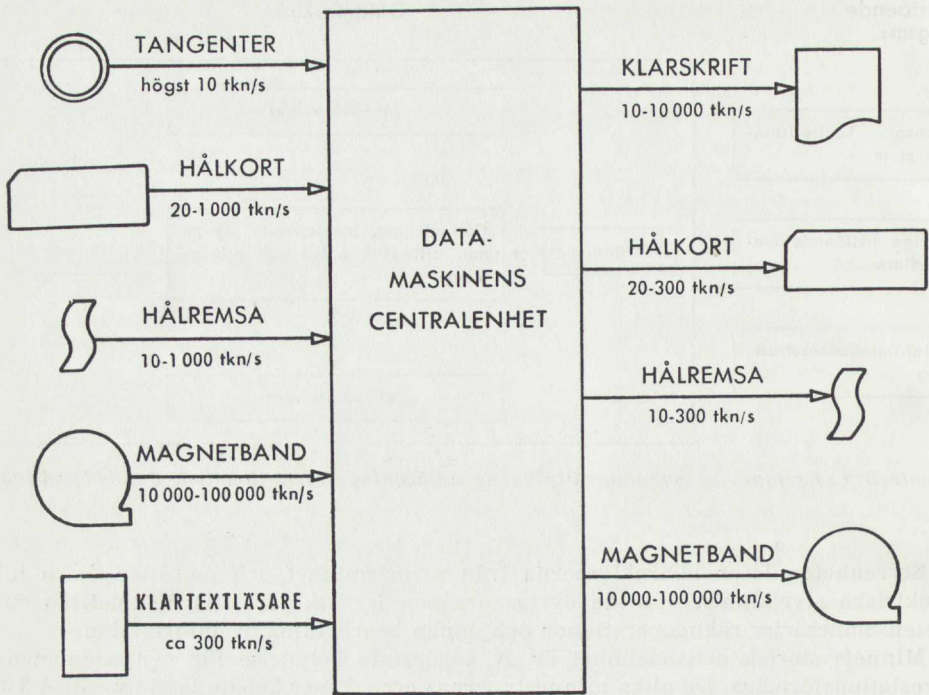
Figur B 2 antyder de viktigaste slagen av in-utorgan och typiska värden på deras hastigheter, uttryckta i antal tecken per sekund.

Tangenter (som på en skriv- eller räknemaskin) finns ofta tillgängliga för inmatning av information i datamaskiner men används huvudsakligen för arbeten i samband med start av ny körning, inmatning av program etc., eftersom hastigheten är för låg för att kunna accepteras i maskinens egentliga produktion.

Hålkortsläsare och hålremsläsare har ungefär samma övre gräns för hastigheten. Avgörande för valet mellan remsa och kort som ingångsmedium för ADB bör därför i regel vara vilketdera mediet som i det aktuella fallet ger de lägsta kostnaderna för stansning och övriga förberedelsearbeten. Skillnaderna därvidlag sammanhänger i stor utsträckning med att korten är fysiskt åtskilda från varandra och inbördes lika stora, under det att remsan används i sammanhängande stycken, som kan ha varierande längd men i allmänhet rymmer betydligt mer än ett hålkort.

Att hålkorten är fysiskt skilda från varandra är i många sammanhang en fördel. Detta gäller främst då man vill sortera korten efter stansningen, plocka ut vissa kort ur en större kortmassa eller interfoliera en kortmassa med kort ur en annan. Dessa fördelar saknar givetvis betydelse i de fall, där man ändå föredrar att låta sortering, urval och interfoliering ombesörjas av en datamaskin på magnetband.

I andra fall kan man föredra remsans egenskap att inte tillåta någon omkastning av ordningen mellan data. Den fixa ordningen mellan data medför bl. a. att



Figur B 2. Översikt av in-utorgan med angivande av typiska hastigheter i antal tecken per sekund. Beträffande klarskrift och hålkort gäller de angivna siffrorna vid fulla skrivrader respektive fullt utnyttjande av hålkorten.

uppgifter, som är gemensamma för en lång följd av dataposter, inte behöver upp-
repas. När det gäller hålkort däremot måste man vanligen på ett eller annat sätt
föra in alla till en post hörande uppgifter i det mot posten i fråga svarande kortet.

Håltremsans egenskap att medge helt variabel längd på dataposterna medför i
vissa fall besparing inte endast i stansningstid utan också i datamaskintid. Under
det att hålkortsläsare använder lika lång tid per läst kort, oavsett om alla eller
några få kolumner är utnyttjade, tar håltremsläsaren endast så lång tid i anspråk
som svarar mot antalet stansade tecken. I vissa fall, nämligen då korten inte skall
behandlas i konventionella hålkortsmaskiner utan endast användas som inmat-
ningsmedium för en datamaskin, kan dock motsvarande fördel vinnas även vid
hålkort, om dessa fylls med data genom stansning i en följd, post efter post.
Stansningen måste då ske på sådant sätt, att datamaskinen kan kontrollera att
kortet matas in i maskinen i den ordning, i vilken de har stansats.

I fråga om möjligheterna till korrigerig av felstansningar torde korten vara
överbänsna remsan, främst därför att man kan ersätta ett felstansat kort med ett nytt.

En viktig faktor i valet mellan remsa och kort har hittills varit att ändamålsen-
liga stansar, kontrollstansar och hjälpmaskiner har varit bättre utvecklade för hål-
kort än för håltremsa. Sålunda har man ända till på senare tid i stor utsträckning
fått reda sig med remsstansar som har haft alfabetiskt tangentbord som en skriv-
maskin, under det att hålkortsstansarna har varit bättre utvecklade även (eller uteslutande)
med speciella numeriska tangentbord, som är väsentligt bättre för stansning av
sifferuppgifter. Tillgången på ändamålsenlig håltremsapparat häller emellertid
nu på att förbättras.

I den mån man vill fånga upp data »vid källan», exempelvis genom att ansluta en stansmaskin till ett kassaregister eller någon annan tangentmanövrerad maskin, som ändå måste betjänas, synes man i allmänhet ha valt hålremsstansar i stället för hålkortsstansar.

Ytterligare faktorer i valet mellan kort och remsa som ingångsmedium är olika lämplighet för datatransmissionssystem samt olika pris på stansutrustningar och annan hjälpapparat.

Praxis beträffande arbetsfördelning mellan hålremsa och hålkort torde ännu icke ha stabiliserat sig. Det finns skäl att uppmärksamma frågan, eftersom stansning av ingångsmaterialet ofta representerar en mycket stor kostnadspost i den automatiska databehandlingen.

Magnetband spelar mycket stor roll som inmatningsmedium, eftersom magnetbandsinmatning kan vara omkring 100 gånger snabbare än hålkorts- och hålremsinmatning. De högre kostnader, som magnetbandsutrustning till en datamaskin medför, kan därför ofta motiveras av tidsvinsten.

Magnetbanden utgör i allmänhet inte primärt inmatningsmedium, utan informationen registreras på bandet i en särskild omvandlingsoperation (se avsnitt A 3.6) eller i samband med datatransmission (avsnitt A 3.5).

Magnetbandsaggregat av samma typ som de vilka används för inmatning i datamaskiner — och för övrigt också för utmatning ur dessa — används normalt också som yttre (dvs. bytbara) minnen. De fysiska egenskaperna hos magnetbandsaggregaten behandlas närmare i samband med olika minnestyper (avsnitt A 3.3).

Klartextläsare, dvs. anordningar som automatiskt läser siffror — i vissa fall även bokstäver och skiljetecken — existerar men har ännu icke kommit till användning i större utsträckning utom i specialfall. Till stor del beror detta på teknisk ofullgångenhet och ekonomiska hinder. Det kan emellertid förutses att klartextläsning inom de närmaste åren kommer att utvecklas i rask takt.

När det gäller klartextläsning arbetar man efter två skilda linjer, nämligen den magnetiska och den optiska. Den magnetiska har utvecklats först och är sedan någon tid tillbaka i begränsad praktisk användning i USA.

Den magnetiska klartextläsningen, som främst har utvecklats för checkbearbetning i banker och för liknande arbeten, förutsätter att siffrorna — det rör sig här endast om siffror — är tryckta eller skrivna med speciell, magnetisk tryckfärg och med ett särskilt typsnitt, skapat för magnetisk klartextläsning. Den magnetiska skriften kan appliceras dels i tryckpressar, som utnyttjas för tryckning av kontonummer och i fråga om resecheckar även belopp, dels i speciella, tangentmanövrerade maskiner, som används för ifyllning av belopp o. d. Kraven på kvalitet hos den magnetiska skriften är höga. Magnetiska klartextläsare brukar vara kombinerade med sorteringsmaskiner, som automatiskt kan sortera checkar i numerordning.

Såsom fördelar med den magnetiska formen av klartextläsning anføres främst en hög grad av säkerhet mot förfalskning samt det förhållandet, att de magnetiska klartextläsarna kan fungera även efter relativt svår åverkan på papperet och skriften, exempelvis skrynkling och nedsmutsning. Den största nackdelen är att kostnaderna för att anbringa skriften på papperet är höga.

Optiska klartextläsare reagerar — i likhet med människoögat — för svärtningsmönstret på papperet. Man kan därför använda skrift som är framställd med vanlig tryckfärg eller vanligt färgband. Den optiska klartextläsningen medger större frihet i valet av typsnitt, och det arbetas med konstruktioner med vilkas hjälp även handskrivna siffror skall kunna läsas på automatisk väg. Apparaturen blir å andra sidan väsentligt mera komplicerad än apparatur för magnetisk läsning.

Den optiska klartextläsningen kan förutses bli dyrare än den magnetiska, men i stället blir kostnaderna för framställning av skriften lägre.

Vid många tilltänkta ADB-tillämpningar framstår det som ett aktuellt önskemål att med användning av datamaskiner kunna till en låg kostnad framställa dokument som kan läsas av både människor och maskiner. Så till exempel skulle en sådan möjlighet vara till stor fördel vid framställning av utbetalningshandlingar för folkpensioner. Dessa handlingar måste givetvis uppta klartext för användning vid distribution och utbetalning. Den del av handlingen, som skall återgå för utbetalningskontroll, bör därjämte innehålla maskinellt läsbara markeringar för att underlätta maskinell revision. Båda kraven skulle kunna tillgodoses med anordningar för klartextläsning, så beskaffade att de kunde läsa skrift som frambringas av datamaskinstyrda snabbskrivare. I den mån sådana klartextläsare icke står till förfogande får man, liksom nu, låta datamaskinen framställa hålkort, som kompletteras med text vid en särskild hålkortsmaskinkörning, antingen i en s. k. översättare eller i en speciell tabulator, utrustad för s. k. bill feed.

För vissa specialändamål använder man optiska läsapparater, som läser kodmarkeringar i stället för klartext. En sådan anordning är den av National Bureau of Standards i USA utvecklade FOSDIC-apparaturen (av Film Optical Sensing Device for Input to Computers). Denna utnyttjas för statistisk bearbetning av uppgifter som intervjuare inhämtar vid folkräkningar och dylikt. Intervjuaren har en blankett, på vilken de olika frågorna är tryckta tillsammans med ett antal små, ofyllda cirklar, en för varje svarsalternativ. Om exempelvis en fråga skall besvaras med ja eller nej, motsvaras den av 2 cirklar, en för vardera svaret. Intervjuaren markerar svaren genom att med penna fylla i ja-cirkeln för ja och nej-cirkeln för nej. En fråga som skall besvaras med ett tvåsiffrigt tal motsvaras på samma sätt av 20 cirklar, 10 för vardera sifferpositionen. De ifyllda FOSDIC-blanketterna sänds in till en databehandlingscentral, där de mikrofilmas. Filmen matas därefter med stor hastighet in i FOSDIC-läsaren, som till magnetband överför den på blanketten markerade informationen.

FOSDIC-apparaturen — som icke reguljärt marknadsföres — synes vara väl ägnad för intervjuundersökningar i stor skala och med många frågor per intervju. För mindre intervjuundersökningar kan man nå i viss mån samma resultat genom användning av s. k. streckmärkning på vanliga hålkort. Apparatur för avkänning av streckmärkta kort («mark sensing») finns sedan länge tillgänglig vid ett stort antal hålkortsanläggningar.

Bland utorganen till en datamaskin spelar skrivarna en viktig roll. De långsamaste typerna skriver ca 7 tecken per sekund, de snabbaste omkring 100 rader per sekund, vilket vid någorlunda fulla skrivrader — något som sällan förekommer — svarar mot storleksordningen 10 000 tecken per sekund.

Skrivare med hastigheter under 20 rader per sekund arbetar i regel elektromekaniskt, med färgband och vanliga graverade typer. Karbonkopior kan tas, och piggmattning möjliggör användning av förtryckta blanketter. Snabbare skrivare arbetar optiskt, i det att skriften frambringas på skärmen till ett TV-bildrör eller en liknande anordning. Texten projicieras antingen på mikrofilm eller på en s. k. xerografisk skrivanordning, som fixerar tecknen på vanligt papper. Endast ett exemplar kan härvid framställas åt gången.

Hålkort, stansade av datamaskinstyrda stansar, kan utgöra maskinellt bearbetbara kartotek eller användas för framställning av klartext i hålkortsmaskiner — tabulatorer eller översättare.

Hålremsa som utgångsmedium för datamaskiner kan användas för förnyad inmatning i ett databehandlingssystem eller också ge klarskrift med hjälp av skriv- eller räknemaskiner, försedda med remsläsare. Den kan också användas för in-

matning i datatransmissionssystem (avsnitt A 3.5) eller för styrning av exempelvis speciella verktygsmaskiner.

Magnetband som utgångsmedium för datamaskiner används för senare överföring till klarskrift, till hålstansning etc. i fristående omvandlare eller i mindre datamaskiner. Den fysiska utformningen av magnetbandsaggregaten vid användning som utorgan är densamma som vid användning som inorgan eller minne (se avsnitt A 3.3).

In- och utorgan är ofta anslutna till datamaskinens centralenhet via s. k. buffertminnen (»buffertar»). Om exempelvis en hålkortsläsare är ansluten via en buffert, kan informationen i ett hålkort kopieras över till buffertminnet samtidigt som centralenheten har möjlighet att utföra annat arbete. Sedan hålkortsläsaren fyllt buffertminnet, kopieras dettas information över till ett avsnitt av primärminnet, vilket sker på en bråkdel av den tid, den s. k. kortcykeln, under vilken hålkortsläsaren och bufferten har varit upptagna. På detta sätt uppnår man en överlappning av olika arbetsmoment, vilket medför betydande tidsvinst.

Bland vanligen förekommande varianter av det vanliga buffertsystemet skall det s. k. tidsuppdelningssystemet (»time sharing») nämnas. Detta system, som används i vissa maskiner vilkas primärminne är av ferritkärntyp (jämför avsnitt A 3.3 nedan), har sin största betydelse i samband med magnetband. Vid — exempelvis — läsning från magnetband i en datamaskin med tidsuppdelningssystem placeras den inlästa informationen direkt i primärminnet, samtidigt som centralenheten kan utföra annat arbete. Detta möjliggöres av att man låter kärnminnet dela sin tid mellan å ena sidan magnetbandsaggregatet — som endast behöver disponera minnet under en bråkdel av tiden, några få mikrosekunder åt gången — och å andra sidan centralenheten, som inte heller den behöver disponera minnet under 100 procent av tiden. En stor fördel med tidsuppdelningssystemet är att vilken del av minnet som helst vid varje särskilt tillfälle kan avdelas som lagringsutrymme för information som har lästs in eller skall skrivas ut. Härigenom kan man mata stora mängder information i taget till och från magnetbandsaggregaten, vilket medför god ekonomi med dessas och datamaskinens tid.

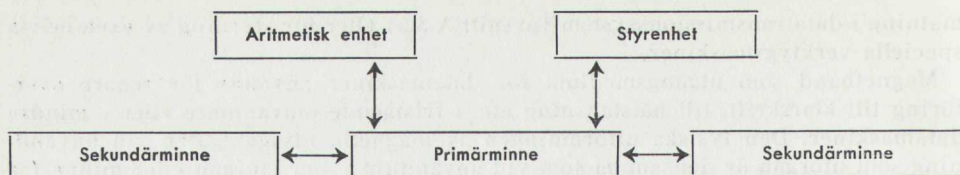
Förutom nu nämnda in- och utorgan förekommer s. k. analog-digitalomvandlare och digital-analogomvandlare, som används för direkt översättning från mekaniska eller elektriska storheter till datamaskinens språk respektive tvärtom. En närmare redogörelse för dessa speciella typer av utrustning ligger emellertid utanför denna framställnings ram.

A 3.3. Minnen

Ett stort antal olika typer av minnen används i datamaskiner. Inbördes skiljer de sig åt — förutom i fråga om konstruktionen — genom olika s. k. accesstid och olika pris per teckenplats. Vidare är accesstiden i olika grad beroende av belägenheten av den del av minnet som vid ett visst tillfälle skall användas. Härvidlag skulle man kunna skilja mellan direktminne (»random access memory») och sekvensminne (»serial access memory»). Termerna är icke allmänt vedertagna.

Accesstiden är ett mått på hur lång tid det tar för datamaskinen att uppsöka en bestämd del av minnet — t. ex. en viss cell — samt att skriva in information i denna minnesdel eller läsa ut informationen därur. Accesstiden är av intresse i samband med direktminnen men knappast i samband med sekvensminnen, där i stället läs- och skrivhastigheten — exempelvis angiven i antal tecken per sekund — kan användas som mått på minnets snabbhet.

Med direktminne avses ett minne där alla celler eller över huvud taget alla



Figur B 3. Illustration till skillnaden mellan primär- och sekundärminne.

delar av minnet kan nå — för inskrivning eller utläsning av information — på lika kort tid. Ett sekvensminne å andra sidan är så beskaffat, att de olika minnesdelarna blir tillgängliga i en viss tidsordning, varför tiden för uppsökande av en viss del av minnet blir beroende av om denna del står i tur att bli tillgänglig eller inte. Ett renodlat sekvensminne lämpar sig endast för användningar där man utnyttjar de olika minnesdelarna — för läsning eller skrivning — i den ordning i vilken de blir tillgängliga, ungefär som man läser en bokrulle eller använder bandet på en bandspelare, under det att ett direktminne lämpar sig även för sådana användningar där man utnyttjar minnesdelarna i oregelbunden ordning, ungefär som när man slår upp ord i ett lexikon.

De flesta minnestyper som används är strängt taget mellanformer av direkt- och sekvensminnen. Med hänsyn till det sätt på vilket de utnyttjas har de emellertid vanligen mera gemensamt med direktminnena än med sekvensminnena. Accesstiden är här inte konstant, utan varierar från det ena ögonblicket till det andra. Vanligen kan man emellertid definiera en medelaccesstid, som ger ett praktiskt användbart mått på minnets snabbhet.

De vanligaste minnestyperna i nu tillverkade datamaskiner framgår av tabell I.

Det s. k. primärminnet i en datamaskin har en sådan placering i maskinens organisation, att varje cell i detta minne kan nå direkt av styrenheten — för läsning av instruktioner — och av den aritmetiska enheten. Ofta finns det även ett eller flera sekundärminnen, som endast kommunicerar med primärminnet.

Figur B 3 illustrerar primärminnets och sekundärminnenas inplacering i datamaskinens organisation. Om exempelvis vissa data finns lagrade i någon del av ett av sekundärminnena, kan dessa data inte göras tillgängliga för bearbetning med mindre än att informationen i det ifrågakvarande avsnittet av sekundärminnet först kopieras över till en del av primärminnet. Kopiering från primärminne till sekundärminne sker när man i en del av primärminnet har information som inte för tillfället behöver bearbetas eller utnyttjas och man dessutom behöver platsen i primärminnet för annan information.

En datamaskins primärminne utgörs numera vanligen av kärnminne, mera sällan trumminne eller fördröjningsledningsminne. Sekundärminnen — i den mån sådana ingår i anläggningen — är vanligen av långsammare och, per teckenplats räknat, billigare typer, exempelvis magnetbandsminnen.

A 3.4. Manöverpulpvet

Till en datamaskin hör normalt en manöverpulpvet (»control console»), fristående eller sammanbyggd med centralenheten. Pulpveten innefattar indikeringsorgan, manöverorgan och vanligen även en med datamaskinen förbunden elektrisk skrivmaskin. Indikeringsorganen anger för maskinens operatör i stora drag vad som händer i maskinen, och manöverorganen möjliggör vissa ingrepp i maskinens verksamhet, t. ex. vid start av nytt program eller då programmet har beordrat

Tabell I. Översikt av vanliga minnestyper

Minnestyp	Typisk kapacitet (antal tecken-platser)	Snabbhetsmått (endast storleksordning)	Direkt- resp. sekvenskaraktär i användningen
Kärnminne (ferritminne, ferritkärnminne)	1 000—300 000	Accesstid 10 mikrosekunder	Direktminne
Fördröjningsledningsminne (vanligen med nickellegeringstrådar)	Upp till ca 10 000	Medelaccesstid vanligen någon millisekund eller mindre	Närmast direktminne
Skivminne med många magnethuvuden (hittills ovanligt) samt trumminne	50 000 (gäller trumminne; per trumma)	Medelaccesstid 10 millisekunder	Närmast direktminne
Skivminne med ett enda eller några få magnethuvuden	Några miljoner tecken per minnesenhet	Medelaccesstid några hundra till några tusen millisekunder	Närmast direktminne
Magnetbandsminne med flera korta band	Några miljoner tecken per minnesenhet	Medelaccesstid några sekunder	Används vanligen som direktminne
Konventionellt magnetbandsminne (med långa band)	Några miljoner tecken per band	Läs- och skrivhastighet 10 000 å 100 000 tecken per sekund	Sekvensminne

stopp i bearbetningen i och för operatörsingripande. Det kan exempelvis gälla byte av band på ett magnetbandsaggregat.

En del maskiner kan fås att automatiskt föra loggbok över vissa av de ting som händer under bearbetningen och bl. a. över vilka ingrepp operatören gör i maskinens arbete. En av uppgifterna för den automatiska loggbokföringen är att försvåra otillåtna ingrepp i datamaskinens arbete.

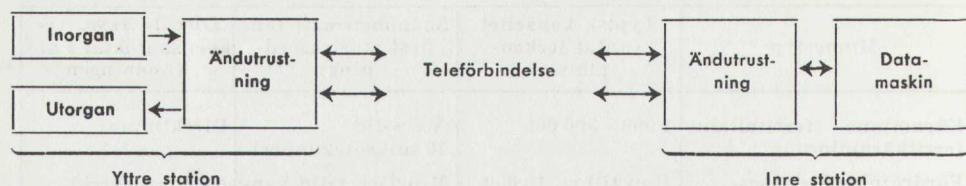
A 3.5. Utrustning för datatransmission

För överföring av data på teletekniska förbindelser — t. ex. telegrafförbindelser — begagnas termen datatransmission. I förevarande sammanhang avses sändning av sådan information — i form av siffror, bokstäver och andra tecken — vilken utgör in- eller utgångsinformation för automatisk databehandling.

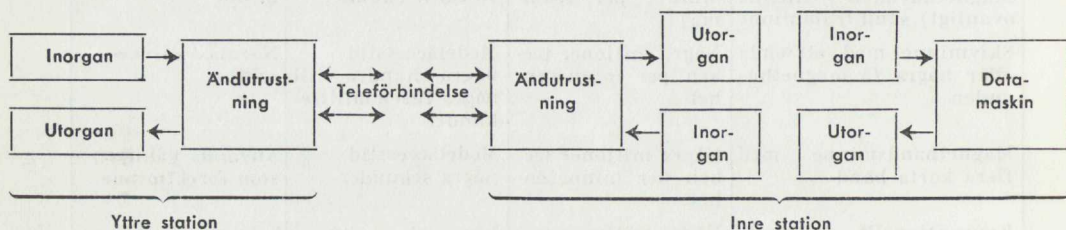
Möjligheter till snabb, tillförlitlig och ekonomisk datatransmission är av stor betydelse för den automatiska databehandlingens framtid, i det att den medför en högre grad av integration mellan verksamheter på skilda orter och utnyttjande av snabba, välutrustade datamaskiner även på platser där det inte är lönande att installera sådana. En svensk arbetsgrupp för datatransmission (»datakontaktgruppen») bildades år 1957 och arbetar under telestyrelsens överinseende. På initiativ av telestyrelsen har frågan även tagits upp av den internationella rådgivande telegraf- och telefonkommittén CCITT, som för ändamålet har tillsatt en speciell arbetsgrupp (Sp A).

En datatransmissionslänk mellan två punkter är i ändarna försedd med in- och utorgan, som kan vara av principiellt samma typ som motsvarande organ i en datamaskinanläggning (tangenter, skrivare och hålkortsutrustning, vilka är de i dag vanligaste slagen, samt hålkortsutrustning och magnetbandsaggregat). Man torde kunna förvänta att magnetbandsaggregaten i framtiden kommer att få ökad betydelse för datatransmissionen.

a) Direkt anslutning (»on-line«)



b) Indirekt anslutning (»off-line«)



Figur B 4. Direkt och indirekt anslutning av datatransmissionsutrustning till datamaskin.

Det är tekniskt möjligt att ansluta en datatransmissionslänk direkt (»on-line») till en datamaskin, varvid både in- och utorgan till databehandlingssystemet kan befinna sig på annan ort än datamaskinen själv (figur B 4 a). Ett sådant system tillämpas exempelvis vid fjärrbokning av flygbiljetter. En direktanslutning bör emellertid inte tillgripas om det inte är oundgängligen nödvändigt med ögonblicklig behandling i datamaskinen. Om man kan acceptera en fördröjning av åtminstone någon timme — vilket ofta torde vara fallet — är det bättre att låta datatransmissionslänken sluta i vanliga in-utorgan (se figur B 4 b). Förbindelsen mellan datatransmissionslänken och datamaskinen får därvid (i regel) skötas genom förflyttning av exempelvis hålremсор mellan datatransmissionsapparaturen vid innerstationen och datamaskinens in-utorgan. En sådan indirekt anslutning (»off-line») underlättar i hög grad planeringen av arbetet.

Den enda typ av utrustning för teleteknisk överföring av data, som i dag reguljärt används i Sverige för databehandlingsändamål, är s. k. fjärrskriftutrustning, vanligen ansluten till telexnätet. Vid telexanslutning, avsedd uteslutande för utväxling av skriftliga meddelanden, brukar man använda fjärrskrivmaskiner med enbart tangentbord som inorgan och enbart skrivare som utorgan. Vid användning för datatransmission kan man komplettera fjärrskrivmaskinen med hålremsläsare och hålremsstans, vilka då utnyttjas som de egentliga in-utorganen för datatransmissionen. Såväl vid sändning av i förväg stansad hålremsa som vid mottagning med stansning på hålremsa erhålls samtidigt klartext på fjärrskrivmaskinen.

Om man behöver upprätthålla fjärrskrifttrafik mellan två punkter flera timmar per dag är det lämpligt att permanent hyra ledning av televerket i stället för att vid varje användningstillfälle koppla upp en förbindelse över telexnätet.

Hastigheten i telexöverföringen är — vid sändning med hjälp av hålremsa — ca 7 tecken per sekund. Överföringskostnaden per tecken är under samma förutsättningar vid lokala förbindelser omkring 0,02 öre per tecken och vid förbindelser av 1 000 km längd omkring 0,1 öre per tecken, i båda fallen med bortseende från

kostnaderna för själva abonnemanget på fjärrskriftapparaturen och den tillhörande hålremsutrustningen, vilka kostnader sammanlagt utgör ca 3 500 kronor per år och anläggning.

När det gäller överföring av större datamängder är det angeläget att uppnå både högre snabbhet och lägre kostnad per överfört tecken. Vidare är det — speciellt vid stora datamängder — viktigt att ha ännu högre säkerhet mot överföringsfel än telexförbindelserna erbjuder.

Problemet att med en hastighet av något eller några hundratal tecken per sekund överföra data på vissa slag av ledningar — närmast av typ telefonledning — har redan fått tekniska lösningar för vissa fall genom utvecklingsarbete på olika håll. För att datatransmission skall komma till mera omfattande användning för databehandlingsändamål krävs emellertid ytterligare utrednings- och utvecklingsarbete. Bl. a. gäller det att bestämma sig för om man skall upprätta särskilda datatransmissionsnät eller utnyttja existerande telefonförbindelser — det förstnämnda stöter på ekonomiska svårigheter, det sistnämnda på tekniska — och om man skall inskränka sig till att använda permanent uppkopplade förbindelser eller tillåta tillfällig uppkoppling som vid telefon och telex. Vidare måste det avgöras vilken överföringshastighet man skall sikta på, vilket kodsystém som skall användas och på vilket sätt automatisk kontroll och korrigering av den överförda informationen skall ordnas. Ett problem för sig är vilka slag av in- och utorgan som skall få anslutas i datatransmissionslänkarnas ändar. Detta problem kan emellertid lösas i viss mån fristående från transmissionsproblemet i övrigt, eftersom det alltid kommer att vara möjligt att konstruera omvandlare för omkodning av information från exempelvis en viss hålremskod till den kod som kan komma att gälla för ett framtida datatransmissionsnät. Utformningen av ett nytt datatransmissionssystem bör göras under hänsynstagande till möjligheterna för internationell standardisering.

Man kan alltså förutse att det ännu kommer att dröja åtskillig tid innan det blir lika enkelt för en myndighet eller ett företag att beställa ett datatransmissionsabonnemang som att beställa ett telefon- eller telexabonnemang.

A 3.6. Fristående omvandlare

I en anläggning för automatisk databehandling ingår vanligen ett större eller mindre antal fristående informationsomvandlare av olika slag, dvs. anordningar som matas med information i en viss form och levererar samma information i en annan form.

En omvandlare innehåller ett eller flera inorgan (tangentbord, hålremsläsare, hålkortsläsare, läsare för stansade etiketter, klartextläsare, kodläsare eller magnetbandsaggregat), en enhet för omkodning samt ett eller flera utorgan (skrivare, hålremsstansar, hålkortsstansar eller magnetbandsaggregat).

Användning av fristående omvandlare är ibland motiverad av att en datamaskin, som man vill använda, inte är försedd med läsare för den form av information som primärt finns tillgänglig eller inte har utorgan som kan leverera information i den slutliga form man önskar. Ett exempel härpå är då en datamaskinanvändare, vars datamaskin endast kan läsa hålkort, måste ta emot information via telex för bearbetning och alltså får hålremsa. En apparat som omvandlar hålremsinformation till hålkort löser detta problem.

Vanligare är emellertid att man använder omvandlare för att ekonomisera med den dyrbara datamaskinens tid. Den information, som skall matas in i datamaskinen, överförs därvid i en fristående omvandlare till ett medium som datamaskinen kan läsa mycket snabbt, alltså lämpligen magnetband. Likaså låter man

datamaskinen registrera resultatet av bearbetningen på ett medium som medger hög utmatningshastighet — även här helst magnetband — varefter informationen från detta primära utmatningsmedium med hjälp av en omvandlare bringas till slutlig form. För att en sådan indirekt in- och utmatning (»off-line») vid en datamaskinanläggning skall vara motiverad fordras i regel ett relativt stort antal omvandlare.

Vid större anläggningar för ADB har omvandlare till och från magnetband kommit till stor användning. Emellertid synes man nu vara på väg att i stor utsträckning frångå användandet av speciella omvandlare och i stället låta erforderligt omvandlingsarbete skötas av särskilda datamaskiner, som är försedda med snabba in- och utorgan men som ändock kan byggas relativt billigt på grund av att man inte har kostat på dem någon snabb aritmetik eller något stort primärminne. Dessa maskiner är alltså i viss mån specialiserade för in- och utmatningsarbeten, men de kan också ta hand om åtskilliga mindre krävande databehandlingsuppgifter från början till slut. Ett antal sådana mindre datamaskiner kan bilda ett satellitsystem kring en större maskin, varvid de flesta av de mindre kan vara uppställda på annan plats än de större, närmare datakällorna och avnämareställena.

A 4. Tillförlitlighet och driftsäkerhet

Säkerheten i den automatiska databehandlingen är givetvis av fundamental betydelse för dess användbarhet. Som mått på den tekniska säkerheten kan man använda genomsnittliga antalet korrekt utförda operationer mellan två successiva feltillfällen. Det torde vara obestridligt att automatisk databehandling i fråga om teknisk säkerhet överträffar varje annan form av databehandling. Icke desto mindre kräver säkerhetsfrågan vid automatisk databehandling mycket stor uppmärksamhet.

En av orsakerna till säkerhetsfrågans stora betydelse ligger i datamaskinernas höga arbetskapacitet, som gör att i många fall endast en maskinenhet är engagerad i ett arbete, där man vid andra databehandlingsmetoder skulle ha haft parallellt arbete på flera enheter. Ett fel i denna enda maskinenhet får därvid svårare följder än ett fel i ett primitivare system med flera, parallellt arbetande enheter.

En annan omständighet som bidrar till att betona säkerheten sammanhänger med att man på datamaskinen inte kan ställa krav på eget omdöme. I ett konventionellt databehandlingssystem, där människor är inkopplade på flera ställen i bearbetningskedjan, kan ett bearbetningsfel på ett tidigt stadium upptäckas och korrigeras — det sistnämnda ofta genom en improviserad, tillfällig förändring av arbetsrutinen — men en datamaskin reagerar inte spontant för orimliga uppgifter, och improvisationer kan vara svåra att genomföra. Vid automatisk databehandling måste man därför redan från början ha tänkt igenom alla felmöjligheter — framför allt alla möjligheter för operatörsfel och för fel i inmatade data — och bestämt sig för vilka åtgärder som skall vidtas för felens upptäckande och avhjälpan.

Skarp uppmärksamhet på säkerhetsfrågan är således nödvändig vid automatisk databehandling. Ofta synes dock säkerhetsproblemet ha blivit något överbetonat. Till stor del torde detta förhållande kunna hänföras till obekantskap med den automatiska databehandlingens natur och bero på uppgifter om negativa erfarenheter från databehandlingstillämpningar där man har försummat säkerhetens krav.

När det gäller den tekniska säkerheten måste man skilja mellan å ena sidan tillförlitligheten, dvs. säkerheten mot felaktig funktion, och å andra sidan driftsäkerheten, dvs. säkerheten mot driftsavbrott. Förutom den tekniska säkerheten

måste man också tänka på säkerheten mot felaktigheter i program, data och operatörsarbete.

Mot felaktig funktion, alltså mot det fallet att en datamaskin gör fel i bearbetningen men ändå fortsätter att arbeta, måste man gardera sig genom kontroller, som syftar till att upptäcka felet på ett så tidigt stadium som möjligt. Helst bör felet upptäckas omedelbart när det uppträder, vilket underlättar sökningen efter den tekniska orsaken till felet. I varje fall bör det upptäckas så tidigt att man — i förekommande fall efter reparation — ännu kan rekonstruera de riktiga data och återuppta bearbetningen från en punkt före den, där felet uppträdde.

Kontrollerna innebär att vissa arbetsoperationer utförs på två skilda vägar, varefter resultaten jämförs. Är resultaten olika, vet man att ett fel föreligger. Man bör givetvis se till att utföra kontrollerna så, att ett fel, som träffar den ena bearbetningsvägen, inte träffar den andra på samma sätt.

I allmänhet dubblar man inte hela arbetet, utan i stället låter man den ordinarie bearbetningsvägen kompletteras av en summarisk kontrollbearbetning. Ett exempel på sådan summarisk kontroll är en s. k. paritetskontroll (udda-jämnkontroll), som med en viss förenkling kan sägas bestå i att datamaskinen, när ett tal lagras i dess minne, samtidigt lagrar en uppgift om huruvida summan av siffrorna i talet — den s. k. tvärsumman — är udda eller jämn (»uppgift om pariteten»). När talet sedermera läses ut ur minnet, kan datamaskinen på nytt beräkna tvärsummans paritet och jämföra denna med den lagrade paritetsuppgiften. Om pariteten icke stämmer, utlöses en felindikation, som vanligen medför att datamaskinen slår larm om felet och stannar, i vissa fall efter försök att korrekt göra om den operation under vilken paritetsfelet uppträdde. Paritetskontroll förekommer regelmässigt vid skrivning på och läsning från magnetband och ofta även vid andra operationer.

I regel utformas kontroller så, att de enbart upptäcker felet utan att korrigerar dem. Man kan emellertid även utforma dem så, att vissa fel automatiskt korrigeras. Sådan automatisk korrigerings är av värde huvudsakligen vid icke bestående fel, som exempelvis kan uppstå vid användning av magnetband, bl. a. på grund av dammpartiklar på bandet.

Kontroller kan antingen vara beordrade av programmet (programmerade kontroller) eller göras helt automatiskt (inbyggda kontroller, »hardware checking»). Mot teknisk felfunktion skyddar man sig bäst med inbyggda kontroller, men om sådana saknas kan man i viss utsträckning ersätta dessa med programmerade. Mot felaktigheter i ingångsdata hjälper i allmänhet endast programmerade kontroller.

Avvägningen av kontrollernas omfattning är en gammal tvistefråga. Teoretiskt har man en hållpunkt i att kontrollerna inte får kosta mer — genom högre maskinpris eller längre bearbetningstid — än de felaktigheter som de förhindrar. I praktiken har man emellertid inte så mycken hjälp av detta resonemang, eftersom det är svårt att få reda på hur många fel som skulle passera oupptäckta, därest man slopade ett visst kontrollmoment, och ännu svårare att taxera den ekonomiska skadan av dessa fel. Ser man på den utveckling som den marknadsförda databehandlingsutrustningen har undergått kan man spåra en tendens till ökad användning av inbyggda kontroller, liksom man sedan länge regelmässigt använder sådana i större utsträckning i maskiner som närmast är avsedda för administrativ databehandling än i maskiner för matematiska beräkningar.

B. Metodik

Ett databehandlingsarbete måste i god tid före sin start vara fastlagt i detalj genom en omsorgsfull planering. Denna planering kan schablonmässigt indelas i två faser, nämligen å ena sidan systemarbete, å andra sidan programmering och kodning. Föreliggande avsnitt behandlar metodiken för planeringsarbetet och ger också exempel på vissa delproblem i databehandlingen, för vilka standardlösningar finns utarbetade. Förberedelsearbetet för ADB — i huvudsak s. k. systemarbete — behandlas även i ett senare avsnitt men där mera från organisatorisk synpunkt och med starkare betoning på den kronologiska ordningen mellan de olika arbetsmomenten.

Nomenklaturen på området har icke hunnit stabilisera sig, och en varning för missförstånd av denna anledning är därför på sin plats. Speciellt bör det påpekas att termen systemman — som i ADB-sammanhang vanligen betecknar en person, sysselsatt med systemarbete — på vissa håll i stället används om en person som är specialist på datamaskinsystem snarare än databehandlingssystem. Det hör också påpekas att gränsen mellan programmeringsarbete och kodningsarbete är flytande och ibland över huvud taget icke kan skönjas.

Systemarbetet syftar till en fixering av målet för databehandlingsverksamheten och en skissering av medlen. Arbetet leder till beslut om vissa grundläggande politikfrågor för databehandlingsverksamheten och ger dessutom direktiv för det efterföljande programmeringsarbetet.

Programmeringen består väsentligen av ett utarbetande av datamaskinens program i stora drag på grundval av de specifikationer som systemmännen har levererat. Resultatet av programmeringen ges lämpligen formen av s. k. flödesplaner, som i delvis beskrivande, delvis grafisk form anger maskinbearbetningens gång. Kodningen innebär översättning av flödesplanernas uppgifter till ett för datamaskinen tolkbart språk. Arbetet utförs ofta av samma personal som har gjort programmeringen.

B 1. Systemarbete

Inom systemarbetets ram skall bl. a. sådana frågor som de följande besvaras.

- 1) Kan ADB ifrågakomma? I så fall för vilka arbetsuppgifter?
- 2) Vilken information skall matas ut ur ADB-systemet? Med vilken periodicitet?
- 3) Vilken information skall matas in i systemet? I vilken ordning?
- 4) Vilken information skall finnas i maskinellt läsbara register? I vilken ordning?
- 5) Vilken typ av maskiner skall användas? Med vilken minneskapacitet, vilka in- och utorgan? Vilken utrustning i övrigt?
- 6) Vilka informationsbärare (hålkort, magnetband etc.) skall användas?

- 7) Vilka maskinkörningar och andra arbeten behövs, och hurudan blir tidtabellen?
- 8) Vilka slag av förberedelser krävs för korrigerering av fel?
- 9) Vilka blir kostnaderna? Vilka besparingar kan uppnås? Vilka blir förbättringarna eller försämringarna i servicen?
- 10) Vilken personal och vilka lokaler behövs?
- 11) När kan systemet genomföras?
- 12) Hur skall omläggningen gå till?
- 13) Vilka återverkningar på personalläget kan väntas, och hur skall ogynnsamma återverkningar undvikas?

Ett gemensamt drag för de flesta av ovanstående frågor är att de har med företagets eller verkets målsättning att göra och bör underställas ledningen. Härigenom skiljer de sig från de flesta av de frågor som uppstår i programmerings- och kodningsarbetet och som kan lösas på specialistplanet utan medverkan från ledningen. Samtidigt gäller det inom systemarbetet i stor utsträckning frågor som för besvarande kräver detaljerade kunskaper på ADB-området. Ett exempel är att den arbetsgrupp, som sysslar med systemarbetet, måste ha tillgång till specialister som kan bedöma hur stort minnesutrymme en viss körning kräver och hur lång tid den tar.

Även om systemarbetet innefattar åtskilliga beslut som bör fattas på hög nivå, ingår det också åtskilligt arbete av mer detaljbetonat slag. Sålunda brukar man, när det gäller omläggning till ADB av ett arbete som har skötts manuellt eller hålkortsmässigt, genomföra en detaljerad kartläggning av det bestående systemet bl. a. i syfte att kontrollera att man inte vid konstruktionen av ADB-systemet glömmer bort något viktigt undantagsfall. Andra detaljbetonade moment i systemarbetet är uppgörande av blanketter — mer eller mindre detaljerat — och utarbetande av förteckningar över innehållet i olika handlingar och register, som skall användas i databehandlingssystemet.

Systemarbetets facit bör fastläggas i skrift. Dels förebygger detta många missförstånd, som skulle uppstå om man nöjde sig med muntliga föredragningar, och dels framtvingar en skriftlig framställning ett ordentligt genomtänkande av de uppgjorda förslagen, som skall fastställas av ledningen för att överlämnas till programmeringsgruppen för vidare bearbetning.

B 2. Programmering och kodning

Programmeringsgruppen består vanligen åtminstone delvis av andra personer än systemarbetsgruppen. Det som var resultatet av systemarbetet utgör förutsättningar för programmeringen. Man vet nu bl. a. vilka uppgifter som skall fullgöras av databehandlingssystemet, vilken maskinutrustning som kommer att stå till förfogande och vilka körningar som skall göras. Man vet också *vad* som skall göras av datamaskinen vid varje körning, men det överlämnas åt programmerarna att bestämma *hur* det skall ske. Systemarbetsgruppen har därvidlag nöjt sig med att förvissa sig om att uppgiften rimligen kan lösas inom ramen för tillgängligt minnesutrymme och rimlig maskintidsåtgång.

Programmeringen innebär fastställande av direktiv för datamaskinens arbete. Kodningen innebär formulering av dessa direktiv på ett språk som datamaskinen kan tolka och kan sålunda sägas utgöra en del av programmeringen.

Programmeringens primära resultat framställs vanligen i form av s. k. flödesplaner, som i delvis skriftlig, delvis grafisk form anger databehandlingens gång

och speciellt vilka alternativa behandlingsvägar som förekommer i olika delar av bearbetningen. Den efterföljande kodningen ger som resultat en lista av instruktioner, uttryckta som siffror eller som siffror och bokstäver, beroende på datamaskinens konstruktion.

Sedan kodningen är klar måste dess riktighet utprovas genom s. k. inkörning på datamaskinen. Vanligen finner man då åtskilliga programmeringsfel, som måste rättas till. Inkörningen förutsätter att man har skaffat sig en uppsättning testdata av samma slag som de data man önskar bearbeta vid de kommande rutinkörningarna. Vid valet av testdata måste man se till, att alla bearbetningsalternativ kommer att bli representerade, så att inga programmeringsfel undgår upptäckt, även om de skulle befinna sig i en programdel som bara kommer till användning i undantagsfall.

En datamaskin måste ha minutiöst detaljerade direktiv för sitt arbete, och även ett till synes enkelt problem kan därför kräva en mycket tidsödande programmering. En betydande lättnad i arbetet ligger emellertid däri, att man i stor utsträckning kan utnyttja tidigare uppgjorda program eller delar av sådana. För lösning av ofta återkommande deluppgifter brukar datamaskinleverantörerna tillhandahålla s. k. standardprogram. Arten och omfattningen av det tillgängliga standardprogrambiblioteket för en datamaskin betyder mycket för lättheten att använda maskinen. Exempel på för administrativ databehandling viktiga uppgifter, som kan lösas antingen helt och hållet med standardprogram eller i varje fall med utnyttjande av inom branschen välkänd metodik, ges i det följande (B 3).

Ytterligare en väsentlig lättnad i arbetet möjliggöres av s. k. automatisk kodning, som innebär att man låter datamaskinen själv ta hand om största möjliga del av det arbete som det innebär att omsätta programmerarens intentioner i ett för datamaskinen direkt användbart program, skrivet i s. k. absolut kod, dvs. uppbyggt av instruktioner av den art som har beskrivits i avsnitt A 1.

Vid automatisk kodning skriver programmeraren sitt program med användande av en s. k. pseudokod, dvs. ett orderspråk som innehåller all den information datamaskinen behöver men som är utformat för att passa, inte maskinens, utan programmerarens sätt att arbeta. Med hjälp av ett s. k. översättningsprogram omformar därefter maskinen själv pseudoprogrammet till ett absolut program, som sedan används i maskinens produktion på samma sätt som ett direkt i absolut kod skrivet program.

Uppbyggande av ett system för automatiskodning består av två faser, nämligen dels konstruktion av det orderspråk, i vilket pseudoprogrammen skall uttryckas, och dels uppgörande av programmet för översättning från pseudoprogram till absolut program. Översättningsprogrammet måste uppgöras separat för varje datamaskintyp, men orderspråket kan vara gemensamt för flera olika maskintyper. Man strävar numera efter internationell standardisering till ett mycket litet antal olika orderspråk. Att man inte anser sig kunna standardisera till ett enda orderspråk beror på att man anser att olika typer av problem ställer alltför olika krav på orderspråkets struktur.

För närvarande synes man vara på väg mot två olika slag av orderspråk, nämligen det formelskrivande, främst för matematiska problem, och det berättande, främst för administrativa databehandlingsproblem.

I ett formelskrivande orderspråk består ett pseudoprogram i huvudsak av en serie formler, som utnyttjar gängse matematiska symboler. Ett sådant språk är därför lättlärt för personer med matematisk utbildning. Ett avsnitt ur ett program, skrivet på ett formelskrivande språk, kan se ut på följande sätt, som beskriver beräkning av de $(n + 1)$ första termerna i serieutvecklingen av en exponentialfunktion $Y = e^x$:

```

INTEGER (N, M);
Y: =1;
TERM: = 1;
FOR M: =1(1)N;
BEGIN
TERM: = TERM x X/M;
Y: = Y + TERM
END;

```

I ett berättande orderspråk består ett pseudoprogram av en serie meningar, i huvudsak begripliga utan någon mera djupgående programmeringsutbildning. Programmeraren får dock inte avfatta sitt pseudoprogram i vilken språklig form som helst, utan han måste hålla sig till ett antal givna mönster för meningarna. Endast när det gäller att sätta namn på de siffer- och bokstavsbegrepp, som skall bearbetas av programmet, är hans valfrihet i huvudsak fullständig. Ett exempel på en följd av meningar i ett (engelskspråkigt) berättande orderspråk följer nedan:

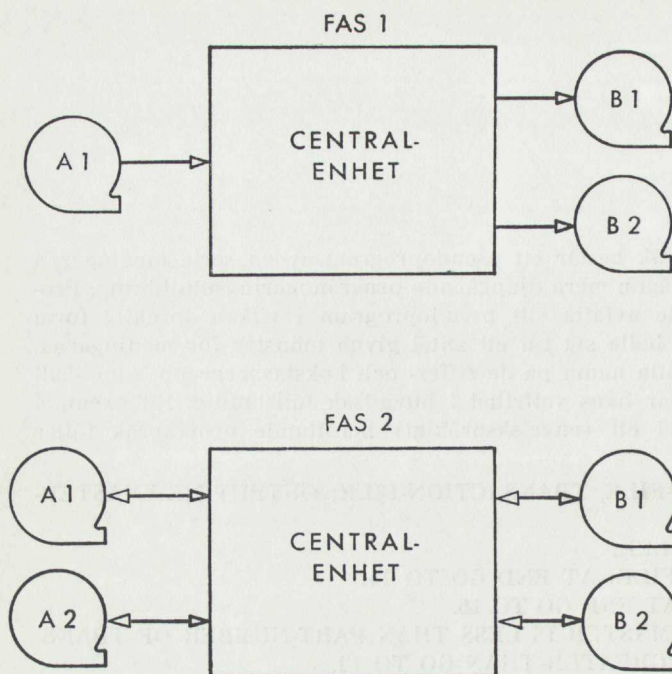
1. OPEN INPUT MASTER-FILE, TRANSACTION-FILE; OUTPUT NEWMASTER-FILE, REORDER-FILE.
2. MOVE SPACES TO FILLER.
3. READ TRANSACTION-FILE; AT END GO TO 14.
4. READ MASTER-FILE; AT END GO TO 16.
5. IF PART-NUMBER OF MASTER IS LESS THAN PART-NUMBER OF TRANSACTION GO TO 11; IF GREATER THAN GO TO 12.
6. MOVE MASTER TO REORDER.
7. SUBTRACT QUANTITY-USED FROM BALANCE.
8. IF BALANCE IS GREATER THAN LEVEL GO TO 10.

Utöver de båda slag av orderspråk som ovan berörts — det formelskrivande och det berättande — finns det åtskilliga andra typer, som i allmänhet står längre från de för människan naturliga uttryckssätten och närmare datamaskinernas eget språk. Dessa orderspråk kan därför sägas tillhöra primitivare automatkodningssystem. Olika automatkodningssystem kan vara av högst olika värde, dels genom att de är olika lätta att lära och att tillämpa, dels genom att de absoluta program, som utgör slutprodukten, kan uppvisa varierande grad av ekonomisering med datamaskintid och minnesutrymme. Att konstruera ett automatkodningssystem som är förstklassigt i alla dessa hänseenden kräver en mycket stor investering. I dagens läge finns verkligt högklassiga automatkodningssystem utarbetade endast för ett fåtal maskiner på marknaden — speciellt är de avancerade automatkodningssystemen för administrativ databehandling få — under det att det finns mer eller mindre primitiva automatkodningssystem för de flesta av marknadens maskintyper. Utvecklingen på området går emellertid raskt framåt.

B 3. Exempel på standardproblem och deras lösningar

B 3.1. Sortering (ordnande)

En ofta återkommande uppgift vid automatisk databehandling är att sortera (ordna) data. Det kan exempelvis gälla att sortera uppgifter om inbetalda försäkringspremier för att kunna notera de gjorda inbetalningarna i ett register över försäkringstagarna och upptäcka vilka som inte har betalat sina premier i tid. I det valda exemplet skall uppgifter om försäkringsnummer, belopp m. m. (poster) sorteras i ordning efter försäkringsnumret (sorteringsnyckeln). När antalet poster



Sorteringsfas 1. En enda bandgenomgång (nr 0). Bildning av sviter om ett visst antal poster (t. ex. 10) i stigande följd. Posterna (från bandstation A1) fördelas på två bandstationer (B1 och B2), grupperade i sviter om (i exempel) 10 poster med inom varje svit stigande ordningsföljd mellan posternas sorteringsnycklar.

Sorteringsfas 2. Flera bandgenomgångar. I bandgenomgång nr 1, 3, 5 etc. läser datamaskinen från bandstationerna B1 och B2 och skriver på A1 och A2. I bandgenomgångarna nr 2, 4, 6 etc. läser den i stället från A1 och A2, medan den skriver på B1 och B2. Läsningen och skrivningen sker i sådan ordning, att längden på sviterna i varje genomgång fördubblas. När hela materialet bildar en enda svit är sorteringen klar. — Exempel: Om materialet omfattar 5120 poster erfordras (i sorteringsfas 2) 9 bandgenomgångar, eftersom $10 \times 2^9 = 5120$.

Figur B 5. Sortering med magnetband (här tvåvägs samsortering). Figuren hänför sig till det fallet, att hela materialet ryms på en enda bandrulle.

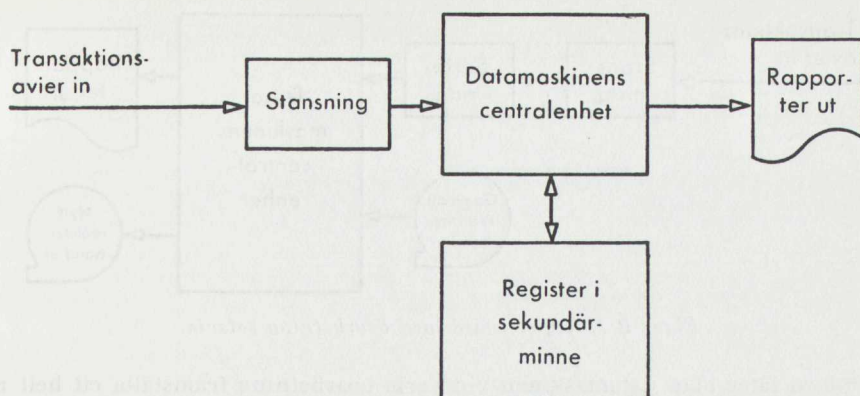
är för stort för manuell sortering av inbetalningshandlingarna kan man tillgripa maskinell sortering med hjälp av hålkort, ett kort för varje inbetald post. Om den fortsatta bearbetningen skall ske i datamaskin, kan det emellertid erbjuda fördelar att läsa in materialet till magnetband och låta sorteringen ombesörjas av datamaskinen med dit anslutna magnetbandsaggregat.

Figur B 5 illustrerar arrangemanget vid sortering med hjälp av en datamaskin och fyra magnetbandsaggregat. De data som skall sorteras får upprepade gånger kopieras över från det ena paret av band till det andra. Vid varje sådan passage kan man driva sorteringen ett stycke längre, tills materialet är fullständigt ordnat.

Sortering med magnetband är — när det gäller tillräckligt stora datavolymer — väsentligt snabbare än hålkortssortering och dessutom säkrare. Ekonomiskt är magnetbandssorteringen konkurrenskraftig gentemot hålkortssorteringen framför allt i sådana fall, där materialet ändå finns registrerat på magnetband, samt möjligen därutöver vid mycket stora datamängder, där hanteringsbesvären, risken för manuella fel m. m. ställer till svårigheter för hålkortssorteringen. Datamaskiner för administrativ databehandling är i många fall till en betydande del av sin tid sysselsatta med sorteringsarbete, varför god effektivitet i sorteringen är av stor ekonomisk betydelse. Leverantörer av dylika datamaskiner tillhandahåller standardprogram för sortering.

B 3.2. Uppsökning av data i stora register

Administrativt databehandlingsarbete består i stor utsträckning av s. k. registervård, som innebär utnyttjande och vidmakthållande av ett stort register med upp-



Figur B 6. Registervärd med direktbearbetning.

gifter om olika registreringsobjekt, t. ex. varorna i ett förråd. De data, som tillsammans bildar registret, hålls därvid vanligen lagrade i ett stort sekundärminne, t. ex. ett band- eller skivminne. Tidsåtgången och därmed kostnaden för registervärderna bestäms till stor del av tiden för uppsökning av registerposter som behöver läsas in till datamaskinens primärminne samt efter ändringar och kompletteringar åter skrivs in i sekundärminnet.

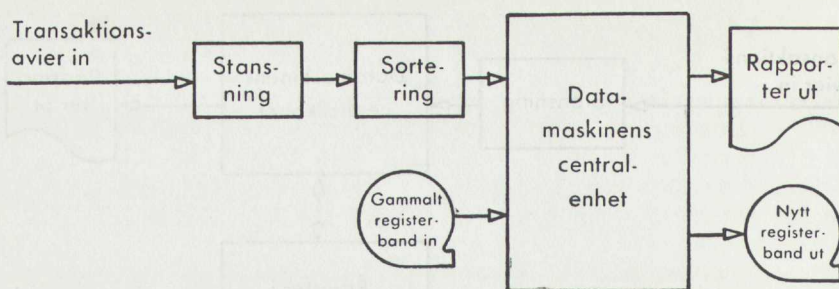
Uppsökningen av registerposter kan ske enligt två skilda metoder. Den ena kan kallas direktbearbetning (»on-line», »in real time»), den andra kan kallas bearbetning satsvis (»off-line», »batch processing»). Dessa båda metoder beskrivs nedan. Beskrivningen hänför sig närmast till ett förrådsredovisningsarbete. Metoderna är emellertid användbara inom hela registervärdsområdet och inte enbart i samband med förrådsredovisning.

Metoden med direktbearbetning illustreras av *figur B 6*. Informationen kommer in till databehandlingssystemet i transaktionsavier, stansas omedelbart in på hålkort eller liknande — i en del fall kommer den direkt i stansad form — och läses sedan omedelbart in i datamaskinen. Denna söker upp den berörda registerposten och skriver i förekommande fall omedelbart ut de rapporter som efterfrågas. En förutsättning för att denna direkta bearbetning skall vara möjlig är givetvis att registret ligger i ett direktminne, tillräckligt stort för att rymma alla registerposterna.

Metoden med bearbetning satsvis illustreras av *figur B 7*. Här sker bearbetningen periodiskt, t. ex. en gång per dag. Man måste alltså acceptera en icke obetydlig fördröjning från det en transaktionsavi kommer in till dess den är färdigbehandlad, vilket emellertid i många fall inte spelar någon större roll.

Registret ligger här på ett sekundärminne, alltså i praktiken magnetband. De olika posterna befinner sig i varunummerordning på banden, och berörda poster bearbetas i denna ordning. Det innebär att magnetbanden bara behöver förflyttas i en riktning, fränsett den återspolning som efterfrågas när en bandrulle är färdigbehandlad.

För att detta skall vara möjligt måste även transaktionsavierna vara sorterade i varunummerordning när registerbearbetningen börjar. Denna sortering sker lämpligen efter stansningen, antingen i en hålkortssorterare eller — vanligen med hjälp av magnetband — i själva datamaskinen. Erfarenheten visar att man vid registervärd med bearbetning satsvis lätt hamnar i den situationen, att datamaskinen blir använd för sorteringsarbeten en mycket stor del av tiden.



Figur B 7. Registervård med bearbetning satsvis.

Vanligen låter man datamaskinen vid varje bearbetning framställa ett helt nytt registerband. De registerposter som inte berörs av någon transaktion kopieras därvid oförändrade över till det nya registerbandet. I vissa system skulle det vara tekniskt möjligt att kopiera in de uppdaterade registerposterna på deras platser i det gamla bandet, men genom att för varje gång framställa ett helt nytt band vinner man vissa fördelar. En av dessa är att det gamla registerbandet (»fadersbandet») är intakt efter uppdateringen. Man har således möjlighet att rekonstruera det nya registret (»sonbandet») om något fel vid uppdateringen skulle medföra, att dettas information till någon del skulle ha gått förlorad. Först när »fadersbandet» efter ytterligare en uppdateringsoperation blivit »farfarsband» tillåter man detsamma att fyllas med ny information och på nytt spela rollen av »sonband». Eventuellt kan flera generationer sparas för säkerhets skull.

Skulle registret vara för omfångsrikt för att få plats på en enda bandrulle delas det upp på flera rullar, som bearbetas i tur och ordning. Om man bara har en bandstation för det gamla registret och en för det nya, får datamaskinens centralenhet stå sysslös medan återspolning och manuellt bandbyte pågår. Man kan avhjälpa detta genom att tilldela det gamla och det nya registret var sitt par bandstationer och låta datamaskinen bearbeta ett band på den ena stationen i varje par medan den andra stationen är sysselsatt med återspolning och bandbyte (»flip-flop-system»).

Ovan har räknats med ett magnetbandssystem för registervård med bearbetning satsvis. För mindre register kan man emellertid som medium använda hålkort i stället för magnetband. Principerna i övrigt liknar magnetbandssystemets.

De främsta fördelarna med direktbearbetning är givetvis att inga väsentliga väntetider uppstår och att registret alltid kan hållas fullt aktuellt. Detta har betydelse icke minst för förfrågningar om innehållet i vissa registerposter. Speciellt vid vissa slag av förrådsbokföring kan det vara av stort värde att omedelbart få svar på en förfrågan om lagertillgången på en viss vara.

Kostnaden för registervård med direktbearbetning kan lätt bli hög. Anskaffningskostnaden för direktminnet är stor, om stor minneskapacitet erfordras, men därtill kommer att databehandlingsanläggningen vanligen är bunden relativt lång tid för varje bearbetad transaktion, dels på grund av att de stora direktminnen som i dag finns att tillgå har relativt lång accesstid och dels på grund av att datamaskinen ständigt måste stå i beredskap för registervårdsarbetet, om fördelen med ögonblicklig behandling skall vinnas. Nackdelen med den stora tidsåtgången kan emellertid mildras väsentligt om man använder en datamaskin, som möjliggör s. k. multiprogrammering och som har en buffert mellan det för registret använda direktminnet — vilket givetvis är ett sekundärminne — och primärminnet. Om dessa förutsättningar är uppfyllda kan man nämligen arrangera datama-

skinens arbete så, att den utför annat arbete dels mellan transaktionerna, dels under den tid då sökning i direktminnet pågår.

Ett speciellt problem vid direktbearbetning är, att det kan vara svårt att ur en varas artikelnummer räkna fram vid vilken adress i direktminnet, som registerposten för varan i fråga befinner sig. Detta skulle inte vara något problem om artiklarna i huvudsak vore numrerade i löpande följd, alltså utan större vakanser i nummerserien, men vanligen är denna glest och ojämnt besatt. Om man inte kan numrera om artiklarna — och normalt är detta knappast möjligt — måste man därför i kostnadskalkylerna för registervård med omedelbar bearbetning räkna med antingen visst behov av extra minne — med relativt kort accesstid — för en »adresstabell», där maskinen slår upp adressen till varje registerpost, eller också avsevärt förlängd söktid i det direktminne som används för registret, eller en kombination av dessa nackdelar.

På teknikens nuvarande ståndpunkt är användningsområdet för registervård med direktbearbetning begränsat till relativt små register — upp till några tiotal miljoner tecken — med relativt hög transaktionsfrekvens.

Bearbetning satsvis används där direktbearbetning icke är nödvändig, där ekonomin så kräver och där registren är alltför omfattande för att kunna läggas på direktminnen av rimlig storlek. Registervårdsarbetet fyller därvid normalt endast en mindre del av datamaskinens tid, exempelvis en eller några få timmar per dygn vid daglig körning. Resten av tiden är maskinanläggningen tillgänglig för andra ändamål.

Vad som vid bearbetning satsvis bestämmer tidsåtgången per transaktion och därmed kostnaden per transaktion är vanligen transaktionsfrekvensen. Om exempelvis i genomsnitt endast var hundra registerpost är berörd av någon transaktion måste datamaskinen kopiera 99 oförändrade registerposter från det gamla registerbandet till det nya för varje registerpost som verkligen bearbetas. Därför är buffertsystem och höga bandhastigheter vanligen till fördel för ekonomin vid sådan registervård. Detta resonemang gäller dock endast om man kan kalkylera med att kostnaden är proportionell mot användningstiden. Om man av någon anledning vill ha en datamaskin enkom för ett visst registervårdsarbete är det givetvis inte motiverat att skaffa snabbare utrustning än som krävs för att arbetet skall medhinnas.

Om transaktionsfrekvensen är mycket låg lönar det sig kanske inte att använda magnetband, utan man får i stället — om man över huvud taget skall använda ADB — lägga registret på hålkort, varvid för varje datamaskinkörning de berörda registerkorten plockas ut ur huvudregistret. Risken för mänskliga feloperationer är givetvis större när registret ligger på hålkort än när det ligger på magnetband.

Problemet med förfrågningar om innehållet i ett register kräver speciell uppmärksamhet, om registret är placerat i ett sekvensminne (magnetband), men bereder såsom tidigare framhållits inga större svårigheter, om det är tillgängligt i ett direktminne. Ofta ställs det kravet, att det skall vara möjligt att inom någon minut svara på frågor om det aktuella innehållet i vilken registerpost som helst. Vanligen är det vid system med magnetband inte praktiskt möjligt att utnyttja registerbanden vid dessa förfrågningar, utan man måste ha någon form av visuellt register. Det kunde ligga närmast till hands att komplettera magnetbandsregistret med ett kortregister, som fortlöpande uppdateras genom att gamla registerkort byts ut mot nya, utskrivna av datamaskinen i samband med uppdateringen av banden. Det manuella arbetet med utbyte av korten kan emellertid lätt bli så omfattande, att det till stor del eller helt och hållet uppväger den rationaliseringsvinst som den maskinella registervården skulle ge. En annan möjlighet är att låta datamaskinen från magnetbandsregistret periodiskt skriva ut listor över de uppgifter, som kan

komma att bli efterfrågade. Listor kommer inte i ordning, om de inte hanteras mycket oförsiktigt, de tar mindre plats än kartotek, och man hittar ofta fortare i dem än i kartotek. Det är inte nödvändigt att för varje uppdatering skriva ut en lista över alla registerposter, utan man kan nöja sig med att göra en sådan fullständig utskrift med ganska långa mellanrum och att dessemellan framställa listor över endast de poster, som har blivit ändrade efter den fullständiga utskriften. Metoden att föra ett visuellt kompletteringsregister på lista i stället för kort har blivit mera attraktiv på grund av de senaste tekniska framstegen i fråga om snabba och relativt billiga datamaskinstyrda skrivare.

C. Användningsområden

Matematiska beräkningar är den typ av arbeten för vilken datamaskinerna ursprungligen konstruerades. De utgör fortfarande ett av de viktigaste användningsområdena för datamaskinerna, kanske det viktigaste, om man ser till den ekonomiska betydelsen för användarna.

Volyymmässigt dominerande torde dock numera den administrativa databehandlingen vara, dvs. utförandet av administrativa arbetsuppgifter inom förvaltning och näringsliv.

I den administrativa databehandlingen ingår ofta skötseln av register, s. k. registervård. Ett register kan exempelvis innehålla uppgifter om varorna i ett förråd eller försäkringstagarna hos ett försäkringsbolag. Under databehandlingens gång levererar registren information, samtidigt som de fortlöpande aktualiseras. Exempel på registervård är förrådsbokföring och avlöningsuträkning.

Statistiskt arbete ligger ofta väl till för automatiska datamaskiner, antingen som separat arbetsuppgift eller som biprodukt till annan databehandling.

Planeringsarbeten av olika slag — exempelvis tillverkningsplanering i fabriker — har stor ekonomisk betydelse bl. a. genom möjligheterna till optimering. Arbetet är ofta ytterst komplicerat och kan därför i många fall utföras bättre med hjälp av datamaskiner än med andra metoder.

Informationssökning (»information retrieval») innebär att i ett register söka upp information, som uppfyller vissa villkor, t. ex. uppgifter om tidskriftsartiklar inom ett visst ämnesområde. Utnyttjande av datamaskiner för detta arbete möjliggör användning av andra, effektivare klassificeringssystem för information än som kan utnyttjas vid den hittills vanliga registreringen i manuellt förda kortsystem.

Översättning av text från ett språk till ett annat med utnyttjande av datamaskin är ett problem, som sysselsätter forskare på flera håll i världen.

Förutom ovan nämnda kategorier av arbetsuppgifter kan också åtskilliga mera okonventionella sätt att utnyttja datamaskiner tänkas. Två inbördes vitt skilda exempel på detta är automatiserad lotteridragning samt uppdatering av text.

Vid sidan av beräkningsuppgifterna och den administrativa databehandlingen spelar också processtyrningen en växande roll. Processtyrning innebär i detta sammanhang att man låter en datamaskin styra fysikaliska förlopp, exempelvis i en fabrik eller en rymdraket.

En kombination av arbetsuppgifter, tillhörande samma eller olika arbetsområden, är ofta gynnsam för möjligheterna att utnyttja en datamaskin. Detta är fallet speciellt när en av uppgifterna kräver ständig beredskap från datamaskinens sida men inte belägger maskinens olika organ mer än en bråkdel av tiden. Då exempelvis en maskin utnyttjas för förrådsbokföring, kan den i många fall samtidigt syssla med ett matematiskt beräkningsarbete, som automatiskt hejdas under de ögonblick då förrådsbokföringen lägger beslag på primärminnet eller

den aritmetiska enheten. Ett sådant förfarande (»multiprogrammering») kräver speciell utrustning, som vanligen saknas på datamaskiner i lägre prisklass.

I det följande redogörs mera ingående för de olika användningsområden, som ovan i korthet skisserats.

C 1. Matematiska beräkningsarbeten

Ett klassiskt exempel på beräkningsuppgifter, lämpade för datamaskiner, är ytterballistiska beräkningar, dvs. fastställande av banor för projektiler. Det var för beräkningar av detta slag som de första datamaskinerna byggdes. Arbetet är uppdelat i ett stort antal steg, exempelvis på det sättet att varje steg omfattar beräkning av förändringarna i projektilens läge och riktning under ett visst tidsintervall, som kan vara av storleksordningen en tiondels sekund. När datamaskinen har beräknat projektilens läge och hastighet vid slutet av ett intervall, fortsätter den automatiskt med nästa intervall och använder därvid de nyss uträknade utgångsvärdena som ingångsdata. Efter ett tillräckligt antal steg finner maskinen, att projektilen har nått till markens nivå — om det gäller skjutning mot markmål — varvid den kan fastställa exakt plats och tid för nedslaget.

Ytterballistiska beräkningar uppvisar flera drag som är karakteristiska för sådana beräkningsarbeten som lämpar sig väl för datamaskiner. Antalet räkneoperationer är stort. Vidare består arbetet av en upprepning av ett visst beräkningsförlopp, vilket betyder att ett och samma programavsnitt utnyttjas ett stort antal gånger. Programmeringskostnaden kan därför slås ut på en mycket stor beräkningsvolym. Slutligen är in- och utmatningen av data av relativt liten omfattning i förhållande till räknevolymer, åtminstone i vissa fall. Detta är gynnsamt för datamaskinerna, eftersom dessas överlägsenhet över andra beräkningshjälpmedel är ofantligt mycket större när det gäller räkneoperationer än när det gäller in- och utmatning. I fråga om arbeten där andelen räkneoperationer är stor blir kostnaden för beräkning med datamaskiner ofta bara en bråkdel av kostnaden för samma beräkningsarbete, utfört med konventionella hjälpmedel.

Andra exempel på beräkningsarbeten för datamaskiner kan hämtas från snart sagt alla områden av teknik och naturvetenskap: aerodynamiska och hållfasthetsberäkningar inom flygtekniken, dimensionering av elektriska maskiner, beräkningar i samband med kärnenergens utnyttjande, s. k. numeriska väderleksprognoser och otaliga andra problemtyper.

Den sammanlagda beräkningsvolym, som datamaskinerna numera tar hand om, representeras endast till en mindre del av beräkningsarbeten som skulle ha utförts med andra metoder om datamaskinerna inte hade funnits. Ett typiskt exempel på arbeten, som praktiskt inte kunnat utföras utan datamaskinerna, är de numeriska väderleksprognoserna. De kräver så mycket räknearbete, att man med andra medel än datamaskiner inte skulle ha hunnit räkna fram en prognos förrän den redan vore för gammal; man skulle inte ha kunnat »räkna ikapp vädret». Ett annat exempel är flygtekniska beräkningar, där datamaskinerna möjliggör för konstruktörerna att räkna igenom flera konstruktionsalternativ än som skulle ha varit möjligt utan datamaskiner. Därigenom kan man i större utsträckning än eljest få fram optimala konstruktioner.

Hittills har beräkningsbehovet vuxit åtminstone i takt med tillgången på beräkningskapacitet. Trots att datamaskinerna år för år fått starkt ökad kapacitet och snabbhet finns det många viktiga typer av beräkningsproblem, som på grund av de kvarstående begränsningarna i maskinernas prestationsförmåga ännu inte bör-

jat bearbetas. Det gäller exempelvis stora problemkomplex inom atomfysiken och meteorologin.

Ovanstående översikt av matematiskt betonade datamaskin användningar är kortfattad i förhållande till de följande redogörelserna för administrativa databehandlingstillämpningar. Detta betyder inte att beräkningsarbetena skulle vara av mindre betydelse. I stället är det ett uttryck för att beräkningsarbeten inte längre erbjuder så stora svårigheter som den administrativa databehandlingen med dess ofta knappare lönsamhetsmarginaler och dess krav på ofta genomgripande omläggningar av arbetsformer och ibland även organisation.

C 2. Registervård

Till gruppen registervård hör databehandlingsuppgifter inom bl. a. följande områden:

- Förrådsbokföring
- Bokning av flygbiljetter och liknande
- Försäkringsväsende
- Bankväsende
- Avlöningsuträkning, pensionsväsende
- Avisering och kreditering av avgifter för gas, elektricitet och telefon.

Gemensamt för de ovan uppräknade, till synes väsensskilda arbetena är att i dem alla ingår som ett väsentligt led att utnyttja och vidmakthålla ett stort register, placerat i ett sekundärminne. Ett sådant register — som i hålkortssystem och manuell system vanligen utgöres av ett kartotek — består av ett stort antal på likartat sätt uppställda registerposter. Var och en av dessa poster bildas av uppgifter — identifierande, beskrivande och kvantitetsangivande — om en individ i en stor grupp. Individen kan exempelvis vara ett varuslag i ett förråd, en försäkring i ett försäkringsbolags bestånd eller en telefonabbonent.

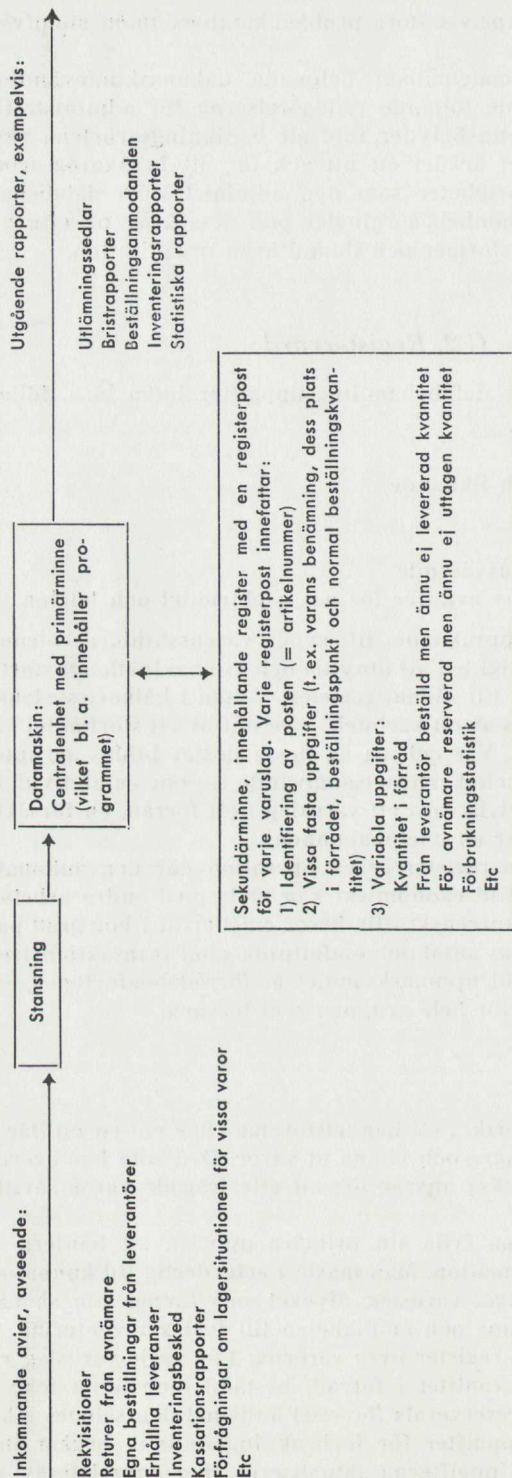
Uppsökning av data i stora register är en operation där den automatiska databehandlingen långt ifrån alltid ekonomiskt kan tävla med andra arbetsmetoder. I vilken mån ADB här är konkurrenskraftig beror emellertid i hög grad på systemutformningen, registerposternas antal och omfattning samt transaktionsfrekvensen.

I det följande ägnas särskild uppmärksamhet åt förrådsbokföringen, då denna i många avseenden är typisk för hela gruppen registervård.

C 2.1. Förrådsbokföring

Ett förråd exempelvis i en fabrik, i ett handelsföretag eller vid en militär verkstad har till uppgift att ta emot, lagra och lämna ut varor. Den som har överinseendet över förrådet har vanligen också ansvar för att efterfrågade varor såvitt möjligt alltid finns i lager.

För att förrådet skall kunna fylla sin primära uppgift, att hantera material, måste det också hantera information. Man måste i erforderlig tid kunna observera om brist hotar i fråga om något varuslag. Mycket små förråd kan skötas enbart med hjälp av människans minne och möjligheten till fysisk inventering, men vid större förråd måste man föra register över varorna. För varje varuslag redovisas bl. a. aktuella uppgifter om kvantitet i förråd, beställd men ännu icke erhållen kvantitet samt kvantitet som reserverats för visst ändamål och således icke får tas i anspråk för annat. Även uppgifter för förbrukningsstatistik brukar ingå i registret, jämte mycket annat. Uppgifterna aktualiseras eller »uppdateras» (av eng.



Figur B 8. Exempel på dataflöde vid förrådsbokföring.

update, bring up to date) fortlöpande vid alla inträffade förändringar och utnyttjas bl. a. för att förebygga brist.

Framför allt vid mycket stora förråd kan det erbjuda fördelar att använda datamaskin för skötseln av registret. Dataflödet i samband med förrådsbokföringen kan te sig på det sätt som visas i *figur B 8*.

Till vänster i figuren visas hur data om de olika händelser — transaktioner — som berör förrådsbokföringen kommer in i form av avier och i standardiserad form stansas i hållkort eller hålremsor. Ett stort antal olika transaktionsslag förekommer, och varje avi innehåller bl. a. en transaktionstypskod. Om avierna har formen av hållkort, kan denna kod bestå av en i en bestämd kolumn stansad siffra, exempelvis 0 för rekvisition, 1 för retur etc.

De stansade uppgifterna matas in till datamaskinens centralenhet, som söker upp den berörda registerposten i ett sekundärminne och verkställer de operationer som programmet föreskriver. I den mån ett meddelande till yttvärlden krävs, skriver datamaskinen en rapport, såsom anges till höger i figuren.

Vilka operationer som utlöses av en transaktion exemplifieras av *figur B 9*, som utgör en fingerad, förenklad, grov flödesplan.

Omedelbart efter starten (ruta 1 i *figur B 9*) inläses den transaktion som står i tur att behandlas (ruta 2). Maskinen undersöker om den inlästa transaktionsavin gäller en rekvisition eller inte. Flödesplanen i figuren avser endast att visa vad som händer med en rekvisition, varför de operationer som utlöses av andra transaktioner endast antyds (ruta 4; sedan en transaktion slutbehandlats återgår datamaskinen till ruta 2 för att läsa in nästa transaktion).

Om avin gäller en rekvisition, fortsätter datamaskinen till ruta 3. Maskinen kontrollerar att avin är formellt riktig och att dess uppgifter är rimliga i vissa hänseenden, vilka någorlunda lätt kan kontrolleras maskinellt. Om avin icke klarar provet, skriver datamaskinen en felrapport (ruta 5), varefter nästa transaktion läses in.

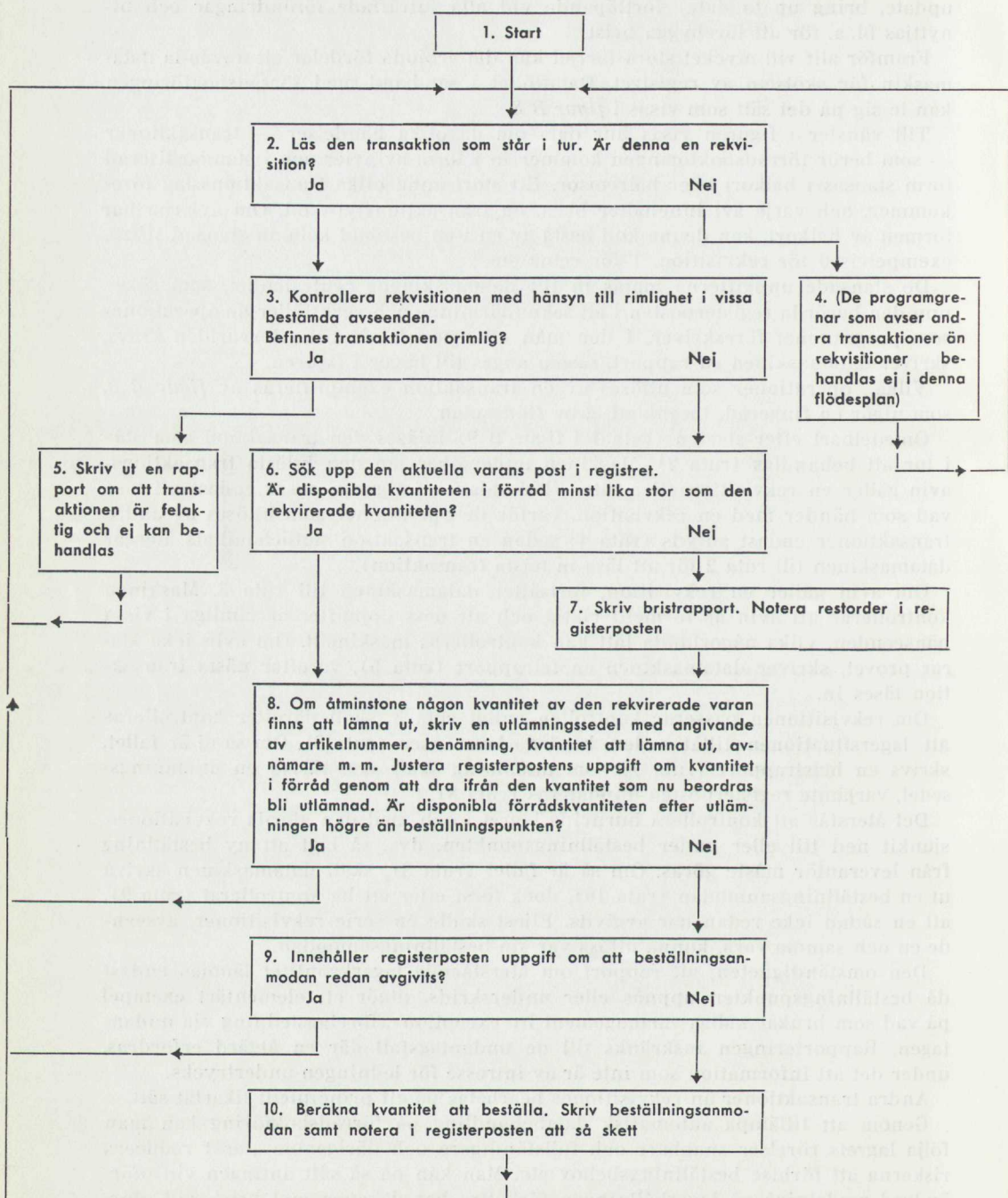
Om rekvisitionen passerar kontrollen enligt ruta 3, skall därefter kontrolleras att lagersituationen tillåter den begärda leveransen (ruta 6). Om så ej är fallet, skrivs en bristrapport (ruta 7). Om utlämning skall ske, skrivs en utlämningsedel, varjämte registerposten uppdateras (ruta 8).

Det återstår att kontrollera huruvida lagret i och med den gjorda rekvisitionen sjunkit ned till eller under beställningspunkten, dvs. så lågt att ny beställning från leverantör måste göras. Om så är fallet (ruta 8), skall datamaskinen skriva ut en beställningsanmodan (ruta 10), dock först efter att ha kontrollerat (ruta 9), att en sådan icke redan har avgivits. Eljest skulle en serie rekvisitioner, avseende en och samma vara, kunna utlösa var sin beställningsanmodan.

Den omständigheten, att rapport om återstående lagerkvantitet lämnas endast då beställningspunkten uppnås eller underskrids, utgör ett elementärt exempel på vad som brukar kallas »management by exception», företagsledning via undantagen. Rapporteringen inskränks till de undantagsfall där en åtgärd erfordras, under det att information som inte är av intresse för ledningen undertrycks.

Andra transaktioner än rekvisitioner bearbetas på ett principiellt likartat sätt.

Genom att tillämpa automatisk databehandling på förrådsbokföring kan man följa lagrets rörelser snabbare och fullständigare och därigenom starkt reducera riskerna att förbise beställningsbehov etc. Man kan på så sätt antingen vid oförändrad medelnivå på lagerhållningen förbättra beredskapen mot brist, vid oförändrad bristberedskap sänka medellagerhållningen eller uppnå en kombination av dessa båda fördelar. Såsom mest eftersträfvansvärt ter sig i allmänhet en sänkning av den genomsnittliga lagerhållningen, varigenom man kan få sänkta kapitalkostnader, minskade inkuransförluster samt minskat lokal- och personalbehov. Man



Figur B 9. Exempel på förenklad, grov flödesplan för förrådsbokföring.

kan således genom ADB nå stora besparingar, men dessa ligger vanligtvis inte i sänkta kostnader för själva förrådsbokföringen — dessa kostnader blir ofta högre än vid konventionella lagerbokföringssystem — utan i stället genom förbilligande av själva förrådshållningen och minskning av antalet fall då leverans ej kan fullgöras.

I exemplet ovan anges inga detaljer om på vilket sätt datamaskinen söker upp den aktuella varans post i registret. Detta kan ske med två skilda metoder, som kan kallas direktbearbetning respektive bearbetning satsvis. Dessa båda metoder är beskrivna i avsnitt B 3.2.

C 2.2. Bokning av flygbiljetter och liknande

Vid försäljning av flygbiljetter är det ett problem att vid alla försäljningsställen tillhandahålla fullt aktuella uppgifter om huruvida det finns lediga platser på en viss förbindelse. Lösningen ligger i att ha en central, där man håller reda på hur många av tillgängliga platser som redan har tagits i anspråk. Vid varje försäljningsställe får försäljaren före bokningen göra en förfrågan hos centralen över en telefon- eller telegrafförbindelse.

Eftersom en större bokningscentral av detta slag har ett mycket stort antal förbindelser att hålla reda på, har man på flera håll fört in minnesförsedda maskiner — egentliga datamaskiner eller liknande anordningar — för att hålla räkning på antalet lediga platser. Ett antal celler i maskinens minne avdelas för att lagra uppgifter om antalet lediga platser, varvid varje cell motsvarar en viss klass på en viss flygförbindelse för en viss resdag. Var och en av cellerna laddas från början med uppgift om totala antalet tillgängliga platser, och allteftersom biljetter säljs minskas det i cellen lagrade antalet. Före varje försäljning kontrolleras det att antalet lediga platser räcker till.

Bokningsproblemet har i sin princip åtskilligt gemensamt med förrådsbokföringen. Det gäller att hålla reda på ett »förråd» av lediga platser och signalera när detta förråd tar slut. Problemet får sin särskilda karaktär bland registervårdsuppgifterna därigenom att datamaskinen måste förbindas med försäljningsställena över datatransmissionslänkar av stor längd, direkt förbundna med den centrala maskinen. Datatransmissionsutrustningen ges normalt en speciell utformning, som möjliggör för biljettförsäljaren att med hjälp av tangenter eller i vissa fall speciellt utformade hålkort e. d. meddela önskad förbindelse, resdag, klass och antal biljetter. Datamaskinens svar på förfrågan, huruvida tillräckligt antal lediga platser finns, kan lämnas exempelvis i form av lampsignaler för ja och nej.

Med hjälp av automatiserad fjärrbokning kan man uppnå förbättrad service genom sänkta väntetider vid försäljningsställena och dessutom ökad säkerhet i bokningen. Man minskar risken för dubbelförsäljning av platser och för att platser förblir osålda på grund av felaktiga uppgifter om att ett plan är fullbokat.

Samma princip som sålunda börjat användas för fjärrbokning av flygbiljetter kan också användas för andra bokningsarbeten, exempelvis för sovvagnsbiljetter.

C 2.3. Försäkringsväsende

Ett försäkringsinstitut måste hålla register över sina försäkringstagare. Uppgifter som skall lösas med hjälp av detta register är bl. a. avisering om premieinbetalning, kreditering av premieinbetalningar, påminnelser vid försummad premieinbetalning, reglering av inträffade försäkringsfall samt åtskilliga aktuariella arbeten, t. ex. premiereservberäkningar.

Ett försäkringstagarregister — som kan vara ordnat efter försäkringsbrevnummer — innehåller för varje försäkrad uppgifter om bl. a. namn, adress, teckningsdatum, försäkringsobjekt, försäkringsbelopp, premiebelopp, premietermin samt uppgift om senaste betalda premie. Bearbetning sker satsvis.

Inkommande transaktioner innefattar meddelanden om nytecknade försäkringar, betalda premier, inträffade försäkringsfall samt förändringar i fråga om försäkringsvillkor, adress m. m. En speciell form av avi är uppgift om bearbetningsdagens datum. En sådan uppgift kan utlösa automatisk utskrift av premieavvier för försäkringar vilkas förfallodag infaller inom en viss tid och likaledes utskrifter av påminnelsebrev av olika grader till försäkringstagare som icke i tid betalat in premier.

Utgående rapporter innefattar — förutom de nämnda avierna och påminnelsebrev — utbetalningshandlingar vid inträffade försäkringsfall samt statistiska uppgifter, som ger upplysningar om försäkringsrörelsens resultat.

Genom överföring av registervården till ADB söker större försäkringsbolag bl. a. gardera sig mot brist på rutinpersonal. Man hoppas också på vissa besparingar.

C 2.4. Bankväsende

Banker och liknande inrättningar — inklusive postsparbanken och postgirokontoret — har stora registervårdsarbeten. Framför allt gäller det olika slag av inläsningsräkningar, t. ex. postgiro, checkräkning, girokapitalräkning och sparkassembleräkningsräkning.

För varje slag av sådan räkning måste banken föra ett register med en post för varje kontoinnehavare. Registerposten innehåller bl. a. uppgift om kontoinnehavarens namn och adress, i förekommande fall kontonummer samt vidare uppgift om aktuellt saldo och om vilka transaktioner som förekommit på kontot. Bearbetningen sker normalt satsvis.

Transaktionsavierna anger i allmänhet insättningar och uttag. I registervårdsarbetet ingår åtskilliga kontrolluppgifter, beräkning av nytt saldo, i förekommande fall ränteberäkning samt vidare bevakning av att övertrassering icke har skett.

Utgående rapporter innefattar kontoutdrag, räntebesked, journaler, uppgifter om övertrasseringar samt statistik.

Överföring av vissa av bankernas registervårdsuppgifter till ADB ter sig lockande som ett medel att bli mera oberoende av personaltillgången. Lönsamheten begränsas dock i många fall av att verksamheten i så hög grad är decentraliserad till de enskilda bankkontoren. Behovet av stansning är en stötesten, men införande av klartextläsande apparatur väntas komma att minska svårigheterna på denna punkt.

C 2.5. Avlösningsuträkning, pensionsväsende

Uträkning och bokföring av avlöningar hör till de klassiska uppgifterna för automatisk databehandling. Orsaken härtill torde inte främst vara att detta arbete ger särskilt god lönsamhet eller eljest lämpar sig speciellt väl för ADB. Snarare lär det vara så, att arbetet tätt sig som en lämplig probersten, inte alltför lätt men inte heller med oöverstigliga svårigheter.

Sin karaktär av registervård får avlösningsarbetet genom att det förutsätter en registrering av de anställda. Registret innehåller dels fasta uppgifter, som för varje anställd anger namn och adress samt de grunddata i övrigt som erfordras för uträkning av avlöning och avdrag, för utskrift av lönespecifikation etc., dels för-

änderliga uppgifter om hur mycket han har förtjänat sedan årets början, hur stor den innehållna preliminärskatten är etc. De sistnämnda uppgifterna skall efter kalenderårets slut meddelas den anställde och skattemyndigheterna. Bearbetningen sker satsvis.

Vad som ovan angivits beträffande avlöningar gäller i tillämpliga delar även för pensioner.

I industrin strävar man efter att integrera avlöningsbokföringen med andra databehandlingsuppgifter och främst med kostnadsfördelningsarbetet.

Erfarenheterna av avlöningsarbete med datamaskiner har visat varierande resultat i fråga om lönsamhet. De negativa rapporter som föreligger på denna punkt härrör emellertid i stor utsträckning från äldre databehandlingsanläggningar, och det kan antas att lönsamheten är bättre med de betydligt effektivare maskiner som nu finns att tillgå.

C 2.6. Andra reskontraföringar (skatter, avgifter m.m.)

I vissa av de tidigare beskrivna registervårdsuppgifterna har registren bestått av ett slags reskontra, alltså en ordnad förteckning över gäldenärer eller borgenärer med uppgifter om storleken av dessas skuld respektive fordran. Även för åtskilliga andra slag av reskontraföring än de ovan nämnda har emellertid automatisk databehandling föreslagits eller redan kommit till användning. Här skall framför allt nämnas debitering och uppörd av skatter och av olika slag av avgifter, t. ex. för gas, elektricitet och telefon. Huvuddelen av databehandlingsarbetet är vanligen dels ett skrivarbete — främst utskrift av räkningar — och dels ett sorteringsarbete, som syftar till avstämning av gjorda inbetalningar mot debiterade belopp. Bearbetningen sker lämpligen satsvis.

Beträffande automatisk databehandling för skatteuppörd hänvisas till uppörsorganisationskommitténs betänkande (SOU 1961:4).

C 3. Statistik

Det är naturligt att de statistiska arbetsuppgifterna — som en gång föranledde konstruktionen av de första hålkortsmaskinerna — ligger väl till för automatisk databehandling. Dessa uppgifter går ut på att ur en mångfald siffror och andra data sammanställa meningsfull, sammanfattande information. Denna procedur kan uppvisa vitt skilda grader av komplikation, alltifrån enkla sammandrag till de mest invecklade analyser.

Sedan länge används hålkortsmaskiner i stor utsträckning för statistiska bearbetningar, och användningen av datamaskiner för ändamålet ökar alltmera. Den erforderliga stansningen är dyrbar och tidskrävande, men allt eftersom databehandlingen blir mera utbredd kommer det att bli allt vanligare att de grunddata, som man behöver för statistiken, redan finns för andra ändamål överförda till maskinspråk och sålunda tillgängliga för maskinell bearbetning. Här skall endast erinras om vilka möjligheter som kommer att öppna sig framför allt för den offentliga statistiken om folkbokföring och skatteuppörd läggs över på datamaskiner.

Statistiska bearbetningar av sammandragskaraktär kan bestå av summeringar, medelvärdes- och spridningsberäkningar samt klassificering. Ett exempel på klassificering är uppgörande av en tabell, som visar hur individerna i en viss grupp — t. ex. medlemmarna i ett fackförbund — fördelar sig på olika kombinationer av inkomst- och åldersklasser. Tabellen kan ha en kolumn för varje åldersklass och en rad för varje inkomstklass, och varje enskild ruta i tabellen anger hur många

individer som har den mot rutan i fråga svarande kombinationen av ålders- och inkomstklass.

De nu nämnda slagen av statistiska sammanställningar — de enkla sammandragen — kan i många fall göras manuellt eller med hålkortsmaskiner. Framför allt om materialet är mera omfattande eller om resultaten kan erhållas såsom biprodukt till en datamaskinbearbetning för annat ändamål, kan det emellertid vara väl motiverat att använda datamaskin redan för dessa okomplicerade bearbetningar. Förutom aritmetiska operationer kan datamaskinen därvid behöva utföra sorteringar eller i sitt minne ackumulera sådana tabeller, som utgör resultat av klassificeringsarbetet. En stor fördel med användning av datamaskin är möjligheten till effektiv rimlighetskontroll av inmatade data. En annan väsentlig fördel är att man lätt kan se till att det utmatade resultatet direkt får sin slutliga form, med ändamålsenliga rubriker och lämplig typografisk uppställning. Om resultatet skall mångfaldigas kan man exempelvis med fotooffsetmetod reproducera de utskrivna tabellerna eller låta datamaskinen producera en hålremsa, som får styra en sättmaskin.

Ännu större betydelse torde dock datamaskinerna ha när det gäller att *analysera* det statistiska materialet, dvs. att så långt möjligt dra ut konklusionerna av de sammanställningar den kan göra. Man underlättar härvid arbetet för dem som skall tillgodogöra sig de statistiska uppgifterna, och automatiserar således inte bara produktionen av statistiken utan till en viss del också konsumtionen.

För att datamaskinen skall kunna göra en meningsfylld statistisk analys måste man naturligtvis noga veta vilken information som beställaren av statistiken ytterst vill ha, något som han kanske ofta själv inte har riktigt klart för sig.

En chef för ett försäljningsföretag kan exempelvis vilja ha månatliga sammanställningar över de olika försäljarnas resultat — eventuellt med uppdelning på olika distrikt, varugrupper, kundkategorier etc. — men vid närmare undersökning av det sätt på vilket han använder denna statistik kanske det visar sig att han bara är på jakt efter undantag. Alla de fall där en försäljare har uppnått ungefär »normalt» resultat ter sig för företagsledaren som ointressanta. Den information han är ute efter är den som bör föranleda undersökning eller åtgärd från ledningens sida, t. ex. att en försäljare når påtagligt bättre eller sämre resultat än genomsnittet eller visar en onormalt stark ökning eller minskning av försäljningen i förhållande till en föregående period.

Om man för denne företagsledares skull vill göra upp försäljningsstatistiken med hjälp av datamaskin, kan man programmera maskinen att presentera informationen i den form som gör det lättast för honom att uppfatta det intressanta. I detta fall kan alltså varje försäljares resultat lämpligen anges i procent av genomsnittresultatet och kompletteras med uppgift om hur stor den procentuella förändringen är i förhållande till en föregående period. Dessutom kan datamaskinen undertrycka uppgifter om allt som är »normalt» och således av begränsat intresse, eller mera exakt uttryckt, sådant som inte avviker mera från genomsnittet än att det med stor sannolikhet kan förklaras såsom resultat av slumpmässiga variationer. Härigenom rensas den statistiska rapporten från tyngande och ointressant gods, så att det verkligt viktiga blir mer iögonfallande. Ett sådant förfarande är ett exempel på »management by exception», företagsledning via undantagen.

Det ovan angivna exemplet på statistisk analys med hjälp av datamaskin gäller ett enkelt fall, där datamaskinen inte gör en djupare analys än vad statistikkonsumenten — företagsledaren — eljest med litet möda hade kunnat göra själv. Det är emellertid uppenbart att det förekommer fall där en snabb, outtröttlig och säker maskin kan utföra analyser av en skärpa, som vore helt ouppnåelig med andra metoder. Icke minst när det gäller samhällsekonomin och studiet av konjunktur-

svängningarna med dessas komplicerade samspel mellan olika variabler bör man med datamaskinernas hjälp kunna nå fram till en djupare förståelse för vad som sker och ett snabbare observerande av symptom på förändringar.

Den starka förbättring av den statistiska analysens genomträngningsförmåga på vissa viktiga områden, som man sålunda har anledning att vänta, kommer att kräva stora personella insatser. Ju mera förfinad analysen måste vara och ju längre avlägset från ursprungsdata analysresultatet är, desto mera blir resultatet beroende av att den statistiska modell, som ligger till grund för analysen, verkligen på ett riktigt sätt beskriver de väsentliga dragen i verkligheten bakom siffrorna. Om hypotesen bakom analysmetoden är felaktig, måste resultatet också bli missvisande.

Stora svårigheter möter också i programmeringen för en förfinad statistisk analys genom att utprovning av programmen kan bli vanskelig. När arbetet kompliceras bortom mänsklig räkneförmåga, kan man inte klara programutprovningen med handräknade exempel utan måste lägga ned yttersta omsorg på att på andra vägar kontrollera programmets korrekthet.

De möjligheter datamaskinerna erbjuder då det gäller statistiska beräkningar, som är för komplicerade för att kunna klaras med andra metoder, har nyss berörts. I de fall, där bearbetningen även kan utföras med enklare hjälpmedel, är det vanligen kravet på snabb leverans, som är den starkaste drivfjädern till användning av datamaskiner. Statistikens värde vilar ju ofta på att den skall vara aktuell. Speciellt när det gäller bearbetning av mycket stora material eller när statistikbearbetningen kan göras som biprodukt till annan databehandling kan emellertid användning av datamaskiner också ge ett väsentligt förbilligande av den statistiska bearbetningen.

C 4. Planerings- och optimeringsarbeten

Planering är ett vidsträckt och en smula vagt begrepp, som förekommer inom nästan alla verksamhetsgrenar av förvaltning och näringsliv. Ett typiskt exempel är tillverkningsplaneringen inom ett verkstadsindustriföretag.

Planeringen kan här innefatta fastställandet av en målsättning, t. ex. när företagsledningen fattar beslut om tillverkningsprogrammets omfattning och inriktning för en följande period (målfixering). Den kan vidare innefatta en rutinmässig kartläggning av målsättningens konsekvenser, t. ex. när företagets planeringsavdelning beräknar hur beläggningen vecka för vecka kommer att bli på de olika tillverkningsavdelningarna enligt den föreslagna målsättningen (råplanering). Slutligen kan planeringen också innefatta justeringar av råplanen i syfte att uppnå jämnare beläggning eller andra fördelar (optimering).

De uppgifter inom tillverkningsplaneringen, där datamaskinerna kan göra nytta, är för verkstadsindustrins del främst råplaneringen och optimeringen. Målfixeringen däremot kan inte till någon väsentlig del automatiseras, även om den givetvis i viss utsträckning kan grundas på av datamaskiner producerade prognoser och statistiska uppgifter.

För att datamaskinerna skall kunna konkurrera med mänskliga planerare måste vissa förutsättningar vara för handen. Sålunda måste planeringen kunna grundas på säkra fakta. Om den innefattar uppskattningar och andra omdömeskrävande moment, kommer maskinen till korta. Vidare måste planeringen ha att röra sig med en så stor mängd uppgifter, att människan har svårt att överblicka och hantera dem. Om antalet uppgifter är ringa, finns det ingen anledning att komplettera den mänskliga arbetskraften med en datamaskin.

De nämnda förutsättningarna — tillgång till fakta som planeringsunderlag och stor omfattning hos arbetet — är ofta för handen vid tillverkningsplanering inom industrin och kanske främst verkstadsindustrin. För varje produkt på tillverkningsprogrammet finns det normalt en detaljerad förteckning över allt material som ingår i produkten och över alla arbetsoperationer som erfordras för tillverkningen. I förteckningen anges också vilken maskingrupp (eller motsvarande) som engageras för varje arbetsoperation och hur stor tidsåtgången är. För komplicerade produkter är dessa förteckningar mycket omfattande. Normalt är de för övrigt uppdelade i flera »nivåer», motsvarande olika grader av halvfabrikat som ingår i den färdiga produkten.

Råplaneringen kan tillgå på det sättet — om underlag av nyss nämnt slag finns — att man utgående från det uppgjorda leveransprogrammet för varje produkt räknar sig bakåt från den beräknade leveransdagen mot startdagen och förlöpande noterar material- och arbetstidsbehovet — det sistnämnda specificerat på maskingrupp — för varje vecka under den period som planeringen avser. Man måste därvid göra vissa på erfarenheten grundade, schablonmässiga antaganden om hur lång liggtiden är mellan två olika arbetsoperationer på en och samma produkt.

När hela leveransprogrammet på detta sätt genomgåts, är råplaneringen färdig. Dess resultat kan, såvitt gäller arbetsbelastningen på de olika maskingrupperna, presenteras som en tabell, där antalet arbetstimmar per maskingrupp anges för varje vecka, och bör för överskådlighetens skull helst kompletteras med kurvor.

Råplaneringen kan framställas med hjälp av datamaskin, om underlaget finns uppgjort i maskinellt läsbar form, t. ex. på hålkort eller magnetband.

Efter råplaneringen följer optimering. Råplanen visar vanligen att beläggningen blir ojämn. Den kan visa överbelastning för en maskingrupp under vissa veckor och undersysselsättning under andra. Optimeringen innebär att man försöker jämka råplanen på sådant sätt, att man uppnår jämnaste möjliga beläggning. Vissa förskjutningar i planeringen kan man nå genom att i enstaka fall tumma på ligg-tiderna mellan successiva arbetsoperationer. Större förändringar kräver att man kastar om ordningen mellan vissa operationer. Sådana omkastningar kan inte utföras hur som helst, utan man måste iakttaga en hel serie restriktioner. I en bilfabrik kan man sålunda inte sätta ihop en serie motorer innan vevaxlarna är färdiga. Däremot kanske det inte spelar någon roll om dörrhandtagen tillverkas före pedalerna eller tvärtom.

Optimeringen är ett pussel, som vanligen inte kan fås att helt gå ihop. På vissa ställen i råplanen kan det ha legat två eller flera pusselbitar, den ena över den andra, vilket markerar överbelastning. Andra ställen i pusslet är inte täckta. Detta markerar ledig kapacitet. Genom att flytta om råplanens pusselbitar — hela tiden utan att komma i kollision med ordningsföljdsrestriktionerna — försöker man undvika överbelastning. Men i många fall hjälper det inte att flytta endast en pusselbit, utan man måste göra ett invecklat kedjebyte, vars konsekvenser kan vara svåra att överblicka. Om det inte är möjligt att helt undvika dubbelbeläggning måste man vidta speciella åtgärder, exempelvis tillgripa övertid, engagera underleverantörer eller rent av justera leveransplanen.

Optimeringen kan drivas mer eller mindre långt. Att komma fram till den absolut optimala planen kan kosta alltför mycket planeringsarbete för att vara motiverat. Man måste också tänka på att planeringen inte är mer korrekt än underlaget. Eftersom uppgifterna om erforderlig tidsåtgång för de olika operationerna är approximativa, gäller detsamma om hela den beläggningsbild som planeringen ger. Om en viss omflyttning av pusselbitar teoretiskt ger en mycket obetydlig för-

bättring av jämnheten i beläggningen, är det därför inte givet att denna teoretiska förbättring över huvud taget har någon motsvarighet i verkligheten.

Även om råplaneringen har gjorts med datamaskin, kan optimeringen utföras delvis manuellt. Planeraren studerar råplanen, bestämmer sig för vilka ändringar han skall företa och meddelar i kodad form dessa ändringar till datamaskinen, som gör upp en ny plan med hänsynstagande till ändringarna. En konsekvens av dessa blir vanligen nya överbeläggningar på andra punkter i planen, och förfarandet kan därför behöva upprepas ett antal gånger innan en acceptabel plan har erhållits.

Med tiden torde man komma att i allt större utsträckning överlåta optimeringsarbetet helt och hållet åt datamaskinen. En av förutsättningarna härför är att man entydigt kan ange i vilket avseende tillverkningsplanen skall optimeras. Man kan exempelvis eftersträva minimum av tillverkningskostnaden, av genomloppstiden eller av det i halvfabrikaten bundna kapitalet. En annan förutsättning, som kan vara svårare att uppfylla, är att det finns en för maskinell optimering lämplig metodik, som är användbar för det aktuella slaget av planering.

Tillverkningsplaneringen inom verkstadsindustrin har här tagits som typexempel för den mycket omfattande klass av planerings- och optimeringsproblem, som med fördel kan angripas med automatisk databehandling. Nedan följer några kortfattade uppgifter om vissa andra problem inom samma klass.

Vid vägbygge representerar schaktning och fyllning betydande kostnader, som det är angeläget att hålla nere. Man strävar efter att planera vägen på sådant sätt, att bortschaktat material på lämpligaste sätt kan användas för utfyllnad av sänkor, varigenom de sammanlagda kostnaderna för dessa arbeten blir så låga som möjligt. Numera görs denna planering i Sverige och åtskilliga andra länder normalt med hjälp av datamaskin, vilket medför en betydande sänkning av kostnaderna för schaktning, godstransport och fyllning. Genom att basera datainsamlingen på flygfotografering och fotogrammetriska mätningar har man för övrigt i samband med den automatiska databehandlingen också kunnat övergå till en metod att fastställa vägens sträckning, som ger en mjuk linje med svaga kurvor av kontinuerligt varierande krökningsradie. Detta anses bl. a. ge estetiska fördelar och bidra till att förhindra trötthet hos de vägfarande.

Vid produktion av elenergi med vattenkraft och användande av värmekraft för toppbelastningar är det ett svårt och ekonomiskt betydelsefullt problem att avpassa vattenuttaget ur magasinen på sådant sätt, att den sammanlagda kostnaden för kraftproduktionen minimeras. Problemet kompliceras av att man inte i förväg kan beräkna tillrinningens storlek, utan måste räkna med sannolikheter. Sedan några år tillbaka använder man bl. a. i vårt land datamaskiner för att studera vilken inverkan olika strategier i fråga om vattenuttag har på den sammanlagda kraftekonomin och kan med ledning härav bedöma hur man bör förfara i olika situationer beträffande vattentillgång och energibehov.

Ett tillverkningsplaneringsproblem av annat slag än det tidigare berörda förekommer bl. a. inom oljeraffinaderierna. Om tillgången på råvaror under en viss period är given, kan dessa råvaror disponeras på flera olika sätt, som ger olika fördelning mellan mängderna av olika slag av produkter (olika »product mix»). Rörelsefriheten begränsas alltid i viss mån av den tillgängliga produktionskapaciteten i olika delar av raffinaderiet. Läget i detta avseende förändras från tid till annan genom utbyggnader, genom driftstopp på grund av översyner och reparationer etc. Vid givet prisläge på olika produkter är det principiellt möjligt att avväga förhållandet mellan deras mängder så att exempelvis intäkterna av driften blir de högsta möjliga. Uträkningen av gynnsammaste tillverkningsinriktning är komplicerad men kan utföras med hjälp av datamaskin, vilket numera torde vara

allmän praxis åtminstone i USA. Samma metodik kan användas även inom vissa andra industrier.

Det s. k. transportproblemet är en klassisk arbetsuppgift för datamaskiner. Problemet går ut på minimering av den totala transportkostnaden för en kvantitet varor av ett visst slag, som skall sändas från ett antal fabriker, var och en med given storlek på produktionen, till ett antal kunder, var och en med given förbrukning. Fabrikanterna och kunderna antas vara geografiskt spridda, och man känner transportkostnaden per enhet (styck, ton eller dylikt) från var och en av fabriken till var och en av kunderna. Detta problem är generellt lösbart för det fall att transportkostnaden verkligen är proportionell mot mängden varor (vilket i praktiken sällan är fallet). De flesta datamaskinerna på marknaden torde vara försedda med standardprogram för lösning av detta problem.

En förenklad variant av transportproblemet är det s. k. handelsresandeproblemet. En person — exempelvis en handelsresande — skall besöka ett antal orter och vill välja sådan resväg, att sammanlagda reskostnaden blir den minsta möjliga. Reskostnaden från varje ort till var och en av de andra antages känd.

Uppgörande av skolscheman är en planeringsuppgift, som kräver mycket arbete varje år. På skilda håll har försök gjorts att använda datamaskiner för schema-konstruktionen, men såvitt bekant har man ännu inte vunnit någon större framgång. Det kan antas att det inte dröjer länge förrän en god lösning på detta problem är utarbetad.

Sist i denna redogörelse för olika slag av planerings- och optimeringsproblem — sinsemellan relativt väsensskilda — skall några ord sägas om planering i samhällsekonomiska sammanhang och enkannerligen i fråga om utrikeshandeln. Man kan betrakta ett helt land som ett företag, vars produktion kan få större eller mindre värde beroende på inriktningen på olika produkter, olika marknader etc. Det bör därför principiellt vara möjligt att åstadkomma en optimal produktions- och handelsinriktning. Detta problem bearbetas på många håll, främst inom de totalitära staterna. Svårigheterna är stora, men det behövs endast en ytterst obetydlig relativ förbättring för att även en mycket stor forskningsinsats skall vara motiverad.

Den matematiska metodik, som erfordras för lösning av de optimeringsproblem, vilka lämpligen angrips med datamaskiner, är i många fall svårtillgänglig och otillräckligt utvecklad. Den växer fram som en hjälpvetenskap till operationsanalysen, som i sin nuvarande utformning började komma fram under andra världskriget.

En av hörnstenarna i den matematiska arsenalen på detta område är den s. k. linjära programmeringen. (Programmering är här ett rent matematiskt begrepp, som inte har någonting med programmering av datamaskiner att göra.) Den linjära programmeringen innebär, i matematiska termer uttryckt, uppsökning av maximum eller minimum av en linjär funktion av flera variabler, när dessa variabler är underkastade en serie restriktioner, som alla kan uttryckas i form av linjära olikheter. Det finns generella lösningar till problemet utformade, och åtskilliga datamaskiner har färdiga program för ändamålet. En hel del optimeringsproblem av praktisk betydelse kan ges formen av linjär programmering. Ofta blir emellertid antalet variabler så stort att inte ens mycket stora datamaskiner förslår för lösningen.

Ordet »linjär» i »linjär programmering» uttrycker en begränsning i användbarheten, nämligen till de fall där restriktionerna och den funktion, som skall maximeras eller minimeras, matematiskt är av första graden. Åtskilliga praktiska problem kräver någon form av icke-linjär programmering, något som är betydligt svå-

rare. Man arbetar på lösningen av problemet för vissa praktiskt betydelsefulla specialfall.

Åtskilliga andra matematiska metoder är också av intresse i sammanhanget. Vissa av dessa metoder kan för övrigt sägas efterlikna ett för människan naturligt sätt att göra upprepade försök efter en viss plan för att på det sättet leta sig fram till en lösning som inte skiljer sig alltför mycket från den optimala. Det finns ingen skarp gräns mellan dessa metoder och den metod som har nämnts tidigare i samband med flygtekniska beräkningsarbeten, nämligen att med hjälp av data-maskin räkna igenom ett stort antal konstruktionsalternativ för att komma i närheten av en optimal lösning.

De planerings- och optimeringsproblem, som har presenterats i den ovanstående, på intet sätt fullständiga redogörelsen, har trots alla synbara olikheter åtskilligt gemensamt. Det rör sig genomgående om problem, vilkas svårighet ligger i den enorma mängden av alternativ att välja emellan. Det rör sig vidare om fall där det är principiellt möjligt att beräkna ett »godhetstal» för varje tänkbart alternativ, vilket innebär att det finns klara kriterier för gradering av de olika alternativens gynnsamhet. Nästan genomgående är optimeringsproblemen sådana, att den ekonomiska betydelsen av att finna en optimal eller nära optimal lösning är stor. Men de metodologiska svårigheterna begränsar för närvarande starkt möjligheterna till ett effektivt optimeringsarbete. Framstående matematiker över hela världen arbetar intensivt vidare med metodutvecklingen, och litteraturen på området flödar rikt.

C 5. Informationssökning: Litteratur, patent, medicinska diagnoser etc.

När man i en telefonkatalog skall söka upp telefonnumret till en person, vars namn man känner, använder man namnet för identifiering av abonnenten. Eftersom namnet också har tjänstgjort som sorteringsargument vid sammanställningen av telefonkatalogen, är sökningen lätt, och man kan på någon minut slå upp rätt abonnent bland hundratusentals andra.

Det finns många registreringsproblem där det inte är så gynnsamt, att ett och samma begrepp kan användas både för identifiering och som sorteringsargument. Ett sorteringsargument måste nämligen vara entydigt — eller får åtminstone inte vara hur mångtydigt som helst — och vid många registreringsuppgifter finns det inte någon entydig identifiering.

Ett exempel är registrering av vetenskapliga forskningsrapporter och tidskriftsartiklar efter ämne. Ett register av detta slag skall möjliggöra för en person, som söker efter litteratur på ett visst ämnesområde, att utan orimligt stort arbete finna uppgifter om i huvudsak all den litteratur på området, som är intagen i registret. Härför krävs någon form av ämnesklassificering, där ett ämne identifieras exempelvis i kodform eller genom (en serie av) s. k. ämnesord.

En diskussion av hur ämnesklassificeringen bör vara konstruerad skulle föra mycket långt. Här må det räcka med att konstatera, att uppgörandet av ett lagom snävt ämnesklassificeringssystem är ett svårt problem och att klassificeringen omöjligen kan bli helt entydig. När entydigheten saknas, är fördelarna av att använda klassificeringen — dvs. identifieringen — som sorteringsargument ej så stora.

Icke desto mindre har man i brist på bättre system hittills i allmänhet varit tvungen att använda klassificeringssystem som har måst tjänstgöra i den dubbla funktionen av identifiering och sorteringsargument, vilket har betytt att ingen-

dera delen har blivit effektiv och att massor av värdefulla litteraturreferenser har begravts i kartoteken på ställen, där ingen kommer på idén att söka.

Om man för identifiering och sökning använder vissa avancerade maskiner — t. ex. vanliga datamaskiner — kan man emellertid kosta på sig att vid varje litteratursökning låta maskinen leta igenom hela registret eller åtminstone en betydande del av det. Därvid minskas risken för att litteraturreferenser förbises.

Ett inte alldeles invändningsfritt exempel på hur en datamaskin skulle kunna användas vid litteratursökning följer nedan. Om man vill använda ett system med ämnesord — en sak som för övrigt är omstridd bland specialisterna på klassificeringsområdet — skulle man kunna tänka sig att en tidskriftsartikel om utnyttjande av datamaskiner för förrådsredovisning och produktionsplanering inom engelsk järn- och stålindustri skulle karaktäriseras med ämnesorden »användning — datamaskiner — förrådsredovisning — produktionsplanering — järn- och stålindustri — England — automatisk databehandling». Dessa ämnesord tillsammans med tidskriftens namn, årgång, häftesnummer och sidnummer skulle registreras på magnetband tillsammans med uppgifter om kanske tiotusentals andra tidskriftsartiklar inom varierande ämnesområden. Vid sökning efter artiklar inom ett visst område instrueras datamaskinen att leta fram artiklar, som har en viss uppsättning ämnesord. Den nyss nämnda artikeln skulle hittas exempelvis om man sökte efter endera av kombinationerna »användning — datamaskiner — England», »produktionsplanering — automatisk databehandling», »järn- och stålindustri — England».

En effektiv metod för uppsökning av litteratur efter ämne har stor betydelse, icke minst ekonomiskt, med hänsyn till det dyrbara dubbelarbete inom naturvetenskap och teknik som kan elimineras om forskare och tekniker får möjlighet att verkligen ta reda på den information som finns publicerad på deras arbetsområde.

Ett besläktat arbetsområde finns inom patentväsendet. Patentskrifterna utgör i sig själva värdefull teknisk litteratur. Dessutom är det av stor patenträttslig och ekonomisk betydelse att bland de miljoner patentskrifter från olika länder, som finns exempelvis hos det svenska patentverket, kunna sälla ut alla som berör ett visst område, aktualiserat genom en patentansökan e. d.

Även inom medicinen kan informationssökning komma att få betydelse. Experiment har visat, att det är praktiskt genomförbart att använda datamaskin för att få uppslag till diagnos av en given symptombild. Givetvis kan en datamaskin inte med visshet fastställa att en viss sjukdom föreligger, men den kan dock ge tips och även ange sannolikheten för att en viss diagnos är den riktiga, eller mera exakt uttryckt, den kan ange hur många procent av alla människor med en viss symptombild som har den eller den sjukdomen. Den största betydelsen av den maskinella diagnoshjälpen torde ligga i möjligheten att ge tips om ovanliga och föga kända sjukdomar, där det kan erbjuda stora svårigheter att av symptombilden sluta sig till vilken sjukdom en patient lider av.

Inom områden, där ett relativt stort antal mätvärden bör ingå i diagnosen, såsom i fråga om vissa blodsjukdomar, kan maskinell diagnoshjälp vara av speciell betydelse.

Det är svårt att säga om användning av datamaskiner för medicinska diagnoser någonsin kommer att spela någon väsentlig roll, men de redan gjorda experimenten tyder på att vägen är framkomlig. Bland annat kan genom maskinerna ett ökat utnyttjande av kvantitativa data och av statistiska uppgifter ifrågakomma. Det informationsmaterial, som finns i sjukhusjournalerna, kan exempelvis utsättas för statistisk bearbetning. Läkarvetenskapen kan härigenom få en mera omfattande statistik såsom underlag för diagnostiken.

Förutom de nu nämnda tillämpningarna av informationssökning är åtskilliga andra tänkbara, exempelvis sökning i register över brottslingars vanor, signalement och fingeravtrycksdata.

C 6. Språköversättning

Maskinell översättning av facklitteratur från ett språk till ett annat är ett problem, som sysselsätter ett stort antal forskare i olika länder. Problemet är mycket svårt, trots att man överallt inskränker sig till översättning av facktext och i vissa fall rent av sätter målet så lågt som att åstadkomma en text, tillräckligt begriplig för att en fackman på det område, som texten avser, skall kunna på grundval av den maskinellt översatta texten avgöra huruvida det är motiverat att beställa en »rik-tig» översättning.

En översättning ord för ord skulle i och för sig vara relativt enkel att programmera — även om den skulle behöva ange flera tydningar av alla ord och böjningsformer som kan ha flera olika betydelser — men skulle inte göra någon nämnvärd nytta. Det torde vara nödvändigt att låta maskinen analysera varje mening i källtexten, bl. a. för att fastställa de olika ordens inbördes relationer, och på grundval av resultaten syntetisera en motsvarande mening på målspråket.

Det torde vara en allmän uppfattning bland specialisterna på maskinell språk-översättning, att arbetet kräver synnerligen avancerad teknisk utrustning. Bl. a. torde de flesta vara inställda på att som »lexikon» använda stora, snabba direktminnen — alltså minnestyper som hittills varit synnerligen ovanliga — ehuru det också torde vara möjligt att använda magnetbandsminnen för detta ändamål.

Översättningen av källtexten till maskinspråk är ett problem i sammanhanget. Om man skulle behöva stansa källtexten på håltremsa e. d., skulle enbart stansningen troligen kosta alltför mycket för att det hela skulle vara ekonomiskt genomförbart. Optisk klartextläsning bör vara lösningen på detta problem. I vissa fall, när källtexten är satt i en håltremsstyrd sättmaskin och den använda håltremsan kan disponeras, är översättningen till maskinspråk därmed redan klar.

Även om maskinell språköversättning i dag kan te sig ganska utopisk, får man nog anta att de stora forskningsinsatser som görs på detta område tillsammans med de rent tekniska framstegen kommer att ge ett praktiskt användbart och ekonomiskt betydelsefullt resultat inom några år.

C 7. Processtyrning

Några ord bör också sägas om styrning av fysikaliska processer med datamaskin, ehuru detta ämne ligger i utkanten av detta betänkandes ämnesområde.

Redan i dag används datamaskiner i stor utsträckning för styrningsändamål i militära sammanhang, och på vissa håll används de också för industriell processtyrning. Möjligheten att använda datamaskiner för sådana ändamål betingas av att man numera kan göra datamaskiner — transistoriserade — som kan arbeta veckor och månader i sträck utan avbrott för översyn eller reparationer.

En förutsättning för införande av datamaskiner i industriell processtyrning är att processen är väl instrumenterad och att manöverorganen för de olika maskiner, vilkas arbete skall styras, är så utformade att de lämpar sig väl för fjärrstyrning. I de flesta fall torde kostnaderna för instrumenterings- och fjärrstyrningsanordningar helt dominera över kostnaden för anskaffning av datamaskinen i centrum av systemet.

C 8. Exempel på andra tillämpningar: Lotteridragning samt uppdatering av text

Ovan har ett antal databehandlingstillämpningar av numera välkänd karaktär — ehuru i många fall på försöksstadiet — i korthet berörts. Det finns emellertid fortfarande många potentiella tillämpningsområden som ännu är outforskade. Som exempel beröres nedan två mera okonventionella tillämpningar, som ännu inte i större utsträckning torde ha prövats men som kan medföra vissa fördelar, nämligen lotteridragning med datamaskin samt uppdatering av text.

Dragning på lotter och obligationer är tidsödande, och kostnaderna för alla kontrollmoment, sorteringar samt sättning av dragningslistor är höga. Man kan emellertid låta en datamaskin producera dragningsresultatet, utföra sorteringen och trycka dragningslistan. Tryckningen kan vid små upplagor ske på det sättet, att en till datamaskinen ansluten skrivare får producera ett offsetoriginal. Vid större upplagor bör man kanske hellre låta datamaskinen producera en speciell hålremsa, som styr en sättmaskin.

Produktionen av själva dragningsresultatet kan ske på endera av två vägar. Den ena möjligheten är att använda en specialtillverkad fysisk slumpvalsgenerator, exempelvis baserad på slumpvariationerna i sönderfallshastigheten hos ett radioaktivt ämne. Den andra möjligheten är att låta datamaskinen med hjälp av speciella program generera serier av s. k. pseudoslumptal med utgångspunkt i ett antal startvärden, som dras manuellt. Härvid är varje »slumptal» i princip bestämt av de föregående, men talens statistiska fördelning kan fås att uppfylla alla krav på ögonskenlig slumpmässighet.

Med båda de nämnda metoderna för generering av dragningsresultatet torde man kunna tillgodose alla sakligt motiverade krav på rättvisa de olika lott- och obligationsinnehavarna emellan. Den fysiska genereringen av slumptalen är mera »äkta», men kontrollen mot fusk är kanske lättare vid pseudoslumptalsmetoden. Vad som avgör huruvida någondera metoden kommer att kunna användas i praktiken är väl dock allmänhetens reaktion.

Maskinell uppdatering av text är av värde bl. a. i sådana fall där en omfattande, tryckt lista — t. ex. telefonkatalogen eller statskalendern — gång på gång skall tryckas om med de flesta posterna oförändrade men andra tillkomna, ändrade eller borttagna. Om informationen exempelvis i en telefonkatalog en gång har lagts upp på ett magnetband, kan man med vanlig registervårdsteknik föra in alla ändringar i ett nytt magnetband, som sedan får producera en sättmaskinremsa när tiden härför är inne.

Problemet med anomalier i fråga om sorteringen i telefonkatalogen — exempelvis att varje Carlsson placeras in som om han hette Karlsson — klaras enkelt på det sättet, att registerposterna på magnetbanden är kompletterade med en andra upplaga av namnet, med den normaliserade stavningen (t. ex. KARLSSON). I sorteringshänseende får datamaskinen härvid följa den normaliserade stavningsvarianten, under det att det namn som trycks får den stavning som abonnenten verkligen använder.

Även i fråga om löpande text kan maskinell uppdatering visa sig vara av värde. Framför allt torde detta gälla sådan text som före tryckning eller annan reproduktion måste passera ett stort antal instanser och utsättas för rättelser och ändringar. Om man vid den första renskrivningen av manuskriptet använder en hålremsstansande skrivmaskin, får man som biprodukt en maskinellt läsbar upplaga av texten. Med hjälp av en datamaskin kan man sedan tillfoga rättelser och ändringar samt företa strykningar, och efter varje ändringsomgång kan den nya,

korrigerade texten skrivs ut av datamaskinen. Sedan texten har fått sin slutliga form och blivit godkänd kan datamaskinen utan ytterligare mänsklig mellankomst skriva stencil eller dylikt eller, om texten skall tryckas i typtryck, producera en hålremsa som styr en sättmaskin.

En uppdatering av löpande text på sätt som nu antytts skulle möjligen förbilliga reproduktionen genom sänkta sättnings- och korrekturkostnader, men därutöver skulle den minska tidsutdräkten från godkännandet av manuskriptet till påbörjandet av reproduktionen. Vissa detaljproblem återstår att lösa men torde inte möta oöverstiglga svårigheter.

Ovanstående sammanställning av användningsområden för ADB är långt ifrån fullständig. En av orsakerna till den bristande fullständigheten är att vetandet om tillämpningarna är spritt på alltför många personer för att en heltäckande redogörelse skulle kunna göras upp med rimlig arbetsinsats.

Ett genomgående drag i bilden är att användningsmetodiken är någorlunda väl utvecklad endast när det gäller vissa beräkningsarbeten, registervård samt framställning av enkla statistiska sammandrag. På övriga områden har man inte på långt när hunnit utveckla den metodik, som på teknikens nuvarande ståndpunkt skulle vara möjlig.

D. Förberedelsearbete

I detta avsnitt behandlas det utrednings- och omlägningsarbete som måste föregå igångsättandet av ett automatiskt databehandlingssystem för administrativt arbete. Framställningen förutsätter att det redan finns ett databehandlingssystem, som sköts manuellt eller med konventionella hålkortsmaskiner. Vid helt nya arbetsuppgifter blir visserligen gången i förberedelsearbetet något avvikande, men i tillämpliga delar bör det nedan skisserade mönstret kunna vara till ledning.

Det förberedelsearbete som fordras för införande av ADB — problemdefinition, systemutformning, programmering, kodning samt testning och inkörning av programmet i maskin — är vanligen omfattande och tidskrävande. I fråga om större arbetsuppgifter av administrativ karaktär är en insats motsvarande 20—30 manår eller mer inte ovanligt. Kostnaderna blir därför ofta mycket stora och kan ibland överstiga kostnaderna för investering i maskinutrustning. Vidare blir tidsutdräkten för förberedelsearbetet i många fall mycket stor. Förberedelsearbetet är därför värt all uppmärksamhet.

D 1. Särskilda krav på förberedelsearbetet vid administrativ databehandling

Användningen av datamaskiner för administrativa uppgifter är en senare företeelse än den för beräkningstekniska tillämpningar och bör därför ha kunnat byggas på erfarenheter som vunnits vid beräkningsarbeten. Så har också varit fallet, ehuru i begränsad utsträckning, ty det har visat sig att problemen vid den administrativa databehandlingen och därmed kraven på förberedelsearbetet på många sätt är andra än dem man varit van vid från beräkningsarbetena under tidigare år. Det kan vara skäl i att något beröra en del förhållanden, som är karakteristiska eller eljest av väsentlig betydelse för den administrativa databehandlingen, och ange de särskilda krav på förberedelsearbetet som de ställer.

På det administrativa området framträder svårigheten att i detalj precisera vad som skall utföras. När det gäller att som ett underlag härför få vetskap om vad som nu sker, är bilden från början mycket vag. Ofta finns det inte någon som känner till alla detaljer i det arbete som skall utföras; det kan gälla en samling rutiner som har vuxit fram såsom ett anonymt lagarbete, utfört av en skara kontorister, som aldrig har haft behov av utförliga instruktioner eller någon detaljerad kartläggning av sitt arbete. Även oförutsedda situationer klarar de i allmänhet från fall till fall med hjälp av sitt sunda förnuft. I sådana fall kan det behövas en detaljerad kartläggning av rutinerna för att få besked om varje tänkbar situation som kan uppstå i arbetet och som måste beaktas även i ett nytt databehandlingssystem med kanske helt andra rutiner. Preciseringen av vad som skall utföras ger vanligen en bild, som är åtskilligt mera komplex än man hade kunnat tänka sig.

Det är för den skull förklarligt om system- och programmeringsarbetet vid administrativ databehandling blir dyrbart och tidsödande.

Särskilt utmärkande för det administrativa området är att det automatiska databehandlingssystem, som skall utformas sedan arbetsuppgifterna kartlagts och preciserats, kan ge nya organisatoriska förutsättningar, som medger mer eller mindre genomgripande förändringar i myndighetens eller företagets struktur. De organisatoriska förändringarna kan bli särskilt betydande om det blir fråga om ett mera omfattande datasystem, som innesluter en större del av organisationens verksamhet med ett flertal olika, av varandra i viss grad beroende arbetsuppgifter, dvs. ett datasystem av hög integration. I varje fall kommer personalens arbetsförhållanden att påverkas; rutinpersonal friställes och annan personal kan få arbetsuppgifter och ansvarsställning ändrade. Detta innebär problem, som måste lösas under förberedelsearbetet.

Typiskt för den administrativa databehandlingen är också, att antalet aritmetiska operationer är relativt blygsamt men att mängden av data är mycket stor — data som vid bearbetningen flyttas mellan primärminnet å ena sidan, in- och utorganen och sekundärminnena å den andra. Medan aritmetiska operationer är oerhört mycket billigare när de görs i datamaskiner än med andra hjälpmedel, är förflyttningar av data — kopieringsoperationer — ett arbete där maskinerna ger högre kostnader än enklare hjälpmedel eller i varje fall visar långt mindre lönsamhet än vid aritmetiska operationer. Inom den administrativa automatiska databehandlingen måste man därför utnyttja datamaskinerna synnerligen effektivt för att kostnaderna inte skall bli för höga. Detta ställer stora krav på förberedelsearbetet.

Stansningen av ingångsdata drar vid administrativ databehandling höga kostnader, och den kräver stor personal. Man måste därför ekonomisera med stansningen och tolerera att — trots kontrollstansning etc. — stansfel och andra felaktigheter kan finnas i de data som matas in till datamaskinen. I stället får maskinen i möjligaste mån sålla bort datafelen genom automatiska och programmerade kontroller. Härutinnan skiljer sig den administrativa databehandlingen från sådana beräkningsarbeten, där antalet ingångsdata är ringa och stansningen därför kan göras ytterst noggrant och där dessutom datamaskinen vanligen kan tillåtas stanna vid datafel.

Vid administrativ databehandling får bearbetningen inte hejdas i större utsträckning än som är absolut ofrånkomligt. Detta krav på regelbundenhet i arbetet innebär krav på omsorg i förberedelserna. Om ett tekniskt katastroffel inträffar, måste en plan finnas för vad som skall göras. Om datamaskinen matas med en transaktion, innehållande ett fel, får detta icke medföra att hela bearbetningen går om intet. De korrekta transaktionerna skall kunna behandlas på vanligt sätt. Programmet måste utlösa vissa bestämda åtgärder med anledning av den felaktiga transaktionen. Det blir en serie av åtgärder för varje förekommande slag av fel, och därför kan felrutiner och andra undantagsrutiner mycket väl bli av större omfattning än de produktiva delarna i ett program för administrativ databehandling.

Kravet på regelbundenhet i bearbetningen medför även stora krav på dokumentation i form av flödesplaner, programbeskrivningar m. m. Eftersom ett program kan behöva användas regelbundet i flera år, måste även andra än författaren till programmet kunna sätta sig in i det. Eljest kan besvärliga situationer uppstå bland annat när förutsättningarna för arbetet ändras och programmet behöver justeras.

Behovet av kontinuitet i registervården bidrar ytterligare till kravet på program, nämligen för korrigeringar och liknande. Nästan all administrativ data-

behandling förutsätter utnyttjande av register, som fortlöpande aktualiseras. Man kan därvid inte efter ett fel stryka ett streck över det inträffade, utan det måste finnas program som medger korrigerings av registren efter varje tänkbart missöde.

Redigeringen av den utmatade informationen kräver som regel långt större uppmärksamhet vid administrativ databehandling än vid beräkningsarbeten. Särskilt vid utskrift av blanketter till allmänheten är kraven stora på läsbarhet och överskådlighet. När utskriftsmängden är stor — t. ex. debetsedlar å slutlig skatt — kan utformningen av blanketten ha stor ekonomisk betydelse. Då kan genom lämplig disposition av utrymmet på blanketten stora besparingar göras i papper och datamaskintid. Utformning av blanketter och programmering för utskrift av data innebär ett tidskrävande arbete vid administrativ databehandling.

Det kan inte förnekas, att förberedelsearbetet för administrativ databehandling är förenat med svårigheter av olika slag, även om de senare årens framsteg både i fråga om datamaskinernas prestanda och automatkodningssystemens egenskaper har berett betydande lättnader. Efter ett förberedelsearbete, utfört med omsorg och insikt, kan dock vinsterna av den administrativa databehandlingen bli stora och varje ytterligare förbättring ge god avkastning.

D 2. Möjligheter till partiella lösningar och etapplösningar

I allmänhet strävar man efter att vid införande av automatisk databehandling genomföra en systemlösning som är optimal för ADB. Det är visserligen i många fall möjligt att reducera arbetet och därmed kostnaderna för detta genom att överflytta de vid manuella metoder eller hålkortsmetoder tillämpade systemlösningarna mer eller mindre oförändrade till maskinen, men ett sådant tillvägagångssätt tar inte hänsyn till maskinernas arbetssätt och speciella egenskaper och ger i regel ej maximalt ekonomiskt utbyte. De verkligt stora vinsterna av ADB uppnås först, om systemutformningen sker under utnyttjande av maskinernas möjligheter och med beaktande av de förutsättningar, som finns för integrering med besläktade arbetsuppgifter inom eller utom verksamheten.

Det må också framhållas, att en grundlig systemundersökning, även om den ej resulterar i omläggning till ADB, ofta ger värdefulla uppslag till förenkling och förbättring av arbetet och därför i regel betalar sig väl.

I speciella fall kan det emellertid vara befogat att lägga huvudvikten vid att så snabbt som möjligt tillgodogöra sig de besparingar och de fördelar i form av snabbare och säkrare resultat, som automatisk databehandling i vissa fall erbjuder redan vid lägre integreringsgrad, och låta utformandet av ett mera genomtänkt och integrerat databehandlingssystem bli ett arbete på längre sikt. Detta kan exempelvis vara förhållandet i en del fall, där arbetet redan är hålkortsmekaniseras. Det kan också gälla i fall, där erforderlig personal för en mera omfattande utredning ej finns tillgänglig eller där en mera genomgripande omläggning av målsättning eller arbetsfält är att vänta.

I vissa fall kan det förhålla sig så, att det integrerade system, som kan skönjas och i stora drag skisseras, är så omfattande och komplicerat, att en uppbyggnad steg för steg blir nödvändig av praktiska skäl. Ett dylikt etappbygge kan för övrigt te sig naturligt, om integrering planeras bl. a. med sådana arbetsuppgifter utom den egna verksamheten, där införande av ADB först måste avvaktas. Vissa avsnitt i det integrerade systemet bör kanske uppskjutas i avvaktan på emotsedda tekniska förutsättningar eller förbättringar. Andra avsnitt kanske med fördel kan överföras till ADB snarast möjligt. Det är fördelaktigt om det finns sådana som i sig själva är lönsamma, när det inte anses möjligt att genomföra hela datasyste-

met i ett sammanhang. Eljest gäller lönsamhetskravet i princip projektet i dess helhet och ej varje enskilt avsnitt, som är nödvändigt för helheten. För övrigt ger de första etapperna utdelning i form av praktiska erfarenheter, som kommer följande etapper till godo. Omläggning till ADB etappvis bör även minska de kostnader för verksamheten eller det allmänna, som kan uppstå i samband med friställning av personal. Det är emellertid angeläget att det successiva uppbygandet av datasystemet sker med sådant förutseende, att nya delar i systemet kan infogas vid senare etapper utan alltför stora omläggningar i redan genomförda avsnitt.

D 3. Olika faser i förberedelsearbetet

För att undersöknings- och förberedelsearbetet skall kunna bedrivas ändamålsenligt måste det planläggas noggrant. Det är ofta lämpligt att till en början göra en undersökning endast i grova drag för att klargöra, i vad mån arbetet inom verksamheten lämpar sig för ADB. En sådan undersökning — i fortsättningen kallad förundersökning — kan ge en uppfattning men i regel inte ett definitivt besked om huruvida det lönar sig att utnyttja en datamaskin. För ett definitivt besked erfordras en detaljerad undersökning, omfattande bl. a. en noggrann kartläggning och analys av det nuvarande arbetet, uppgörande av systemlösning för automatisk databehandling samt beräkning av kostnaderna för såväl det hittillsvarande systemet — efter möjliga förbättringar — som det automatiska. Den detaljerade kartläggningen av nuvarande arbete är nödvändig för att få det fullständiga grundmaterial, som behövs för systemutformningen — endast därigenom får man garantier för att inga databehov eller speciella undantag från huvudrutinerna blir bortglömda vid systemutformningen. Förundersökningens uppgift är att bilda underlag för beslut huruvida en sådan detaljerad, mera kostnadskrävande undersökning skall göras. Den detaljerade undersökningen i sin tur skall ligga till grund för beslut, huruvida automatisk databehandling skall införas inom verksamheten och, om en maskin skall anskaffas, vilken maskintyp som skall väljas. Beslutas övergång till automatisk databehandling, tillkommer ett omfattande arbete med att i detalj utforma systemet för maskinbehandling och förbereda genomförandet.

Undersöknings- och förberedelsearbetet kan således indelas i följande faser:

- 1) förundersökning
- 2) beslut huruvida en detaljerad undersökning skall göras
- 3) detaljerad undersökning
- 4) beslut huruvida automatisk databehandling skall utnyttjas
- 5) förberedelsearbete (utbildning och omskolning av personal, programmering, inkörning, iordningställande av lokaler m. m.)

I det följande lämnas en på erfarenheter från olika håll baserad, allmänt hållen redogörelse för undersöknings- och förberedelsearbetets metodik m. m. Någon absolut norm för hur arbetet skall läggas upp finns inte, och i en del fall kan andra tillvägagångssätt och andra organisationsformer än de som här beskrives vara bättre lämpade. Hur arbetet skall uppläggas i de enskilda fallen får sålunda i viss mån bli beroende av de föreliggande omständigheterna, arbetets omfattning och karaktär, tillgången på lämplig personal etc.

D 4. Förundersökning

Till att utföra förundersökningen utses lämpligen en särskild grupp, i vilken ingår personer som har god översiktlig kännedom om arbetet inom verksamheten. Inom ett verk kan i gruppen ingå exempelvis cheferna eller andra tjänstemän i ledande befattning inom de olika avdelningar eller byråer, vilkas verksamhet kan komma att påverkas av ett införande av automatisk databehandling, samt organisationsexperterna inom verket, om sådana finns. Är utredarna inte redan förtrogna med den automatiska databehandlingens teknik, bör de få lämplig utbildning häri innan det egentliga arbetet börjar. Särskilt om erfarenhet av automatisk databehandling inte finns representerad inom gruppen, kan bistånd av särskild expertis vara värdefullt redan på detta stadium. Undersökningen kan i vissa fall utföras helt av utomstående organisations- och databehandlingsexpertis.

Gruppens uppgift är att undersöka, om automatisk databehandling kan ifrågakomma antingen som ett hela eller större delen av verksamheten omfattande, integrerat system eller som en metod att förbättra eller förbilliga arbetet inom vissa områden av verksamheten, vidare att skissera de systemlösningar, som kan komma i fråga, samt att bedöma fördelar och kostnader av ett sådant system jämfört med ett icke automatiserat system. Visar det sig att de potentiella vinsterna är sådana att en närmare utredning är motiverad, skall målsättningen för det vidare arbetet definieras.

Vid sina bedömningar måste gruppen hela tiden ha målet för verksamheten — anledningen till att denna bedrivs — för ögonen och göra klart för sig hur detta mål enklast kan uppnås, med eller utan utnyttjande av datamaskiner. En fixering av målet och en kartläggning i stora drag av den information, som behövs för att uppnå detta mål, blir därför en av de första uppgifterna för gruppen. Samråd med ledningen för verksamheten är därvid nödvändig.

Såsom framhållits tidigare synes de största vinsterna kunna göras genom en hög grad av integration i databehandlingen. Detta förhållande måste särskilt beaktas av gruppen. Även möjligheterna till integrering med arbetsuppgifter utanför den egna verksamheten får därvid uppmärksammas. Det kan många gånger vara lockande att såsom ADB-tillämpningar välja ut arbetsuppgifter, där datavolymen är särskilt stor eller där en redan genomförd mekanisering medför, att man utan större arbetsinsats kan omställa arbetet för bearbetning i datamaskin. Anledningen härtill kan vara en önskan att så snabbt som möjligt tillgodogöra sig de fördelar, som den automatiska databehandlingen erbjuder. Man tänker sig kanske att till maskinen senare överflytta ytterligare arbetsuppgifter, där vinsterna bedömes vara inte fullt lika stora. Ett sådant tillvägagångssätt kan emellertid medföra, att man får en serie individuella applikationer, vilka visserligen kanske var för sig är väl mekaniserade, men där man i varje enskild applikation inte drar fördel av den information, som framställts i andra bearbetningar, eller där man inte tar till vara maskinens möjligheter att i samma körning utföra ett flertal arbetsuppgifter. Resultatet blir antingen att man går miste om de vinster, som ett integrerat databehandlingssystem ger, eller att redan färdigställda arbeten får göras om efter hand som nya arbetsuppgifter lägges över till maskinbearbetning.

Är emellertid arbetsuppgifterna inom verksamheten så artskilda, att en hela verksamhetsområdet omfattande integrerad databehandling inte är möjlig eller befinner en sådan av andra skäl inte kunna ifrågakomma, får gruppen i stället undersöka vilka av de nuvarande arbetsuppgifterna, som bäst lämpar sig för automatisk databehandling.

Det har sagts om de automatiska datamaskinerna, att de företrädesvis bör användas för att intjäna och inte för att inbespara pengar (»to make money, not to

save money»). Härmed har man velat betona, att de största vinsterna ofta kan göras genom att använda maskinerna för att snabbt få fram säkra uppgifter såsom underlag för beslut i viktiga frågor. Inom affärsdrivande verksamhet kan exempelvis tillförlitliga uppgifter om försäljningsutvecklingen erhållas snabbare än som tidigare varit möjligt och medföra att inköp eller produktion på ett tidigt stadium kan inrättas härefter. På detta område, inordnandet av maskinerna i själva »beslutsprocessen», har maskinerna tvivelsutan en av sina största uppgifter att fylla. I viss utsträckning kan även besluten överlåtas på maskinen. Efter hand som metoderna förbättras torde denna användning komma att få allt större betydelse.

I speciella fall kan lokalbrist eller brist på kunnig personal vara faktorer, som talar för eller nödvändiggör övergång till automatisk databehandling. Nybyggnader, som erfordras på grund av fortgående personalökning, kan exempelvis genom införandet av automatisk databehandling onödiggöras. I andra fall kan kanske önskvärda, men tidigare inte möjliga utvidgningar av verksamheten genomföras. Genom minskat lokalbehov på grund av personalreduktion, minskad förrådshållning e. d. kan i vissa fall på olika håll förlagda avdelningar av verksamheten sammanföras i gemensamma lokaler, så att transportproblem elimineras. Är arbetet säsongbetonat eller förekommer perioder med tillfällig toppbelastning, kan behovet av personalförstärkning under högbelastningstider minskas. Detta kan vara av särskild betydelse i fall där det är förenat med svårigheter att anskaffa tillfällig personal.

Sedan man inom gruppen gjort klart för sig om ett integrerat, hela verksamhetsområdet omfattande system kan ifrågakomma eller i annat fall vilka av arbetsuppgifterna inom verksamheten, som bäst ägnar sig för automatisk databehandling, bör man skapa sig en uppfattning i stora drag om hur arbetet skall utformas för att passa in i ett datamaskinsystem. Det kan på detta stadium, särskilt om tidigare erfarenhet av automatisk databehandling inte finns presenterad inom gruppen, vara värdefullt med visst biträde av utomstående expertis. Man bör även göra klart för sig hur maskinbehovet bör tillgodoses, om det är lämpligast att anskaffa en egen mindre eller större maskin eller att utnyttja service hos annan. Är de egna arbetena inte tillräckliga för att belägga en stor maskin i den omfattning att anskaffning av en sådan blir lönsam, kan de fördelar som en större maskin ger ändå vinnas genom servicebearbetning hos någon som har en sådan maskin installerad. Detta kan löna sig bättre än att arbeta med en egen, mindre snabb och mindre flexibel maskin.

Kostnaderna för såväl det nuvarande systemet som det skisserade ADB-systemet får sedan beräknas i huvuddrag. Har vid undersökningarna framkommit, att det nuvarande systemet kan förbättras även utan tillgång till en datamaskin, bör även kostnaderna för ett sådant förbättrat system uppskattas. En jämförelse får härefter göras mellan kostnaderna för de olika systemen. Hänsyn får härvid även tagas till speciella fördelar såsom att det i ett ADB-system kan bli möjligt att erhålla viktiga uppgifter snabbare än förr och att erhålla uppgifter, som det med tidigare metoder inte varit möjligt att framtaga. En värdesättning av dessa fördelar får göras, även om en sådan i flertalet fall med nödvändighet måste bli ungefärlig. Eventuella nackdelar av ett ADB-system får givetvis även beaktas. Utvisar kostnadsjämförelsen, att ett datamaskinsystem även utan hänsyn till dessa fördelar ställer sig fördelaktigast, kan det möjligen synas onödigt med en sådan värdesättning. Emellertid är det oftast av betydelse, att man gör klart för sig, hur mycket dessa fördelar är värda. För det fortsatta arbetet är det av vikt att en värdesättning sker, då system eljest kan utformas, där kostnaderna för att uppnå fördelarna blir större än värdet av dessa. Mera perifera fördelar får ej heller

glömmas. Sålunda kan exempelvis med en personalreduktion följa minskat utrymmesbehov, minskning av personalavdelningens arbete, minskade kostnader för utbildning av ny personal etc.

Gruppen skall på basis av den gjorda undersökningen, vilken inte bör få ta någon längre tid i anspråk, rekommendera huruvida en fortsatt, mera detaljerad undersökning skall göras. Uttalar sig gruppen för en sådan undersökning, bör målsättningen för denna anges. Lämpligen bör även en rekommendation göras om formen för det fortsatta arbetet, personaluppsättningen härför samt eventuellt den tid undersökningen bör få ta.

D 5. Detaljerad undersökning

D 5.1. Organisation och personal

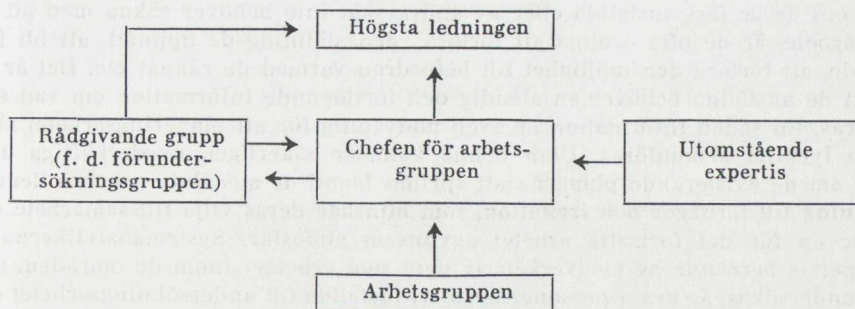
Leder förundersökningen till beslut om en mera detaljerad undersökning, tillsettes lämpligen en särskild arbetsgrupp för att utföra denna. Gruppens uppgifter är i huvuddrag att noggrant kartlägga nuvarande arbete inom de områden undersökningen omfattar, vidare att med beaktande av den givna målsättningen utforma ett system för automatisk databehandling, att beräkna kostnaderna för detta system och jämföra dem med kostnaderna för befintligt manuellt eller hålkortsmäsigt system — efter eventuellt möjliga förbättringar därav — samt, om anskaffning av en automatisk datamaskin bedömes lämplig, föreslå maskintyp. Då denna undersökning är ett detaljerat och i regel synnerligen omfattande arbete, måste härför anlitas personal, som helt kan friställas från övriga arbetsuppgifter. Den grupp, som svarat för förundersökningen och vari ingick personer i ledande ställning inom de olika grenarna av verksamheten, kan därför vanligen inte ifrågakomma för detta arbete. Men det innebär inte, att denna grupp skall upphöra att fungera. Den besitter genom sin sammansättning och sin dittillsvarande verksamhet en värdefull översiktlig kännedom om arbetet inom de olika grenarna av verksamheten. Då den även dragit upp riktlinjerna för det fortsatta arbetet, lämpar den sig därför synnerligen väl som granskande och rådgivande organ, till vilket arbetsgruppen rapporterar, och kan därför lämpligen i fortsättningen få en rådgivande funktion. Genom att den hålls väl informerad om vad som sker inom arbetsgruppen kan vidare medlemmarna var och en inom sitt område söka underlätta arbetsgruppens utredningsarbete. Man får inte heller bortse från att det av rent psykologiska skäl är angeläget, att medlemmarna av gruppen — till stor del vanligen chefstjänstemän från olika områden av verksamheten — hela tiden är väl informerade om det pågående utredningsarbetet.

Förundersökningsgruppen har uppenbarligen en viktig uppgift att fylla även efter det att den förberedande undersökningen slutförts. Den bör emellertid ej ha det direkta överinseendet över och ansvaret för arbetsgruppens arbete. Ledningen av arbetsgruppen bör inte utövas av någon grupp eller nämnd utan av en enda person, vilken i sin tur bör vara direkt underställd högsta ledningen för verksamheten.

Befattningen som chef för arbetsgruppen är en nyckelpost, som bör tillsättas med en driftig och initiativrik person, som har organisationsinriktning och besitter ledarförmåga. Givetvis måste han ha inhämtat goda kunskaper om ADB, men han behöver inte nödvändigtvis ha haft tidigare praktisk erfarenhet av dylik verksamhet. I regel är det viktigare, att han känner arbetet inom verksamheten väl. Det har visat sig, att det vanligen tar längre tid att sätta en utomstående person med kunskaper om ADB in i de speciella arbetsuppgifterna inom en verksamhet,

med vilken han inte är förtrogen, än att lära en person inom verksamheten den automatiska databehandlingens teknik. Även om detta påstående inte är allmängiltigt, bör man i allmänhet inte anställa en utomstående för denna uppgift, såvida han ej har erfarenhet från likartad verksamhet. Däremot är det fördelaktigt att anlita erfarna databehandlingsexperten att biträda gruppen med råd och anvisningar i dess arbete. Härigenom kan man undvika många dyrbara misstag.

Den ovan skisserade organisationen för det detaljerade undersökningsarbetet kan åskådliggöras på följande sätt.



De heldragna linjerna i figuren betecknar rapporteringsvägarna, de streckade granskande och rådgivande verksamhet.

Finns särskild organisationsavdelning inom verksamheten faller det sig ofta naturligt, att medlemmarna i arbetsgruppen i stor utsträckning väljes ur denna avdelning.

Antalet medarbetare i arbetsgruppen blir givetvis beroende av arbetets omfattning och i viss mån av hur snabbt man vill ha det utfört. Liksom chefen för arbetsgruppen bör medarbetarna tas ur den egna organisationen. Om möjligt bör de väljas så, att inom gruppen kommer att finnas representerad erfarenhet av arbetet inom vart och ett av de områden, som skall undersökas. Deras arbetsuppgifter blir till en början systemanalys och systemutformning. Sedan tillkommer arbete med programmering för datamaskinen.

De personer, som utses att ingå i arbetsgruppen, bör ha förmåga till analytiskt tänkande, de bör vara logiska och noggranna. De bör dessutom ha förmåga att samarbeta och, kanske framför allt, ha intresse för uppgiften. De kan utväljas med ledning av vitsord från arbetsledare, skolbetyg, lämplighetstester, intervjuer, vid kurser i databehandling visad lämplighet eller kombinationer av dessa metoder. Ett flertal lämplighetstester har utarbetats, men det är givet, att man inte kan förlita sig enbart på testresultaten. En kombination av de angivna urvalsmetoderna torde vara den bästa garantin för att de lämpligaste personerna blir utvalda. Detta är en angelägenhet av största vikt för ett lyckosamt genomförande av ett ADB-projekt. En skicklig programmerare, för att ta ett exempel, kan vara mera värd för arbetsgivaren än flera medelgoda genom de besparingar i form av minskad maskintid som erhålles av ett skickligt uppgjort program jämfört med ett mera ordinärt.

Innan undersökningsarbetet påbörjas måste gruppmedlemmarna, i den mån de inte tidigare utbildats i den automatiska databehandlingens teknik, få undervisning häri. Även i systemanalys kan de behöva undervisas, om de ej har tidigare erfarenhet av sådant arbete. Särskilda på automatisk databehandling inriktade

kurser för systemmän behövs bl. a. inom statsförvaltningen. Dylik kursverksamhet har nyligen startats av matematikmaskinnämnden.

D 5.2. Personalinformation

Det är naturligt att de anställda inom en verksamhet, där man planerar anskaffning av automatisk datamaskin, med hänsyn till vad de läst eller hört om maskiner, som ersätter många människors arbete, hyser farhågor för att de kommer att förlora sin anställning, om en sådan maskin införes på deras arbetsplats. Även om de är fast anställda eller av andra skäl inte behöver räkna med att bli utan arbete, är de ofta oroliga att förlora den ställning de uppnått, att bli förflyttade, att förlora den möjlighet till befordran varmed de räknat etc. Det är givet att de anställda behöver en allsidig och fortlöpande information om vad som planeras. En sådan information är även nödvändig för att planeringsarbetet skall kunna lyckligt genomföras. Utan denna kommer säkerligen ovederhäftiga uppgifter om de existerande planerna att spridas bland de anställda och hos dem ge anledning till farhågor och irritation, som minskar deras vilja till samarbete och skapar en för det fortsatta arbetet ogynnsam atmosfär. Systemanalytikerna är exempelvis beroende av medverkan av dem som arbetar inom de områden, som skall undersökas. Är dessa personer negativt inställda till undersökningsarbetet och blir då de upplysningar om arbetet de lämnar inte uttömmande, kan det hända, att ofullgångna system utformas med ty åtföljande behov av omläggningar i efterhand, innebärande kostnader och förseningar.

Informationen lämnas lämpligen muntligen vid informationsmöten för de anställda, gärna kompletterad med en skriftlig redogörelse för de viktigare punkterna. Efter hand som arbetet fortskrider lämnas sedan information antingen inför samarbetsnämnden (företagsnämnden) eller vid ytterligare informationsmöten. Finns personaltidning, bör denna utnyttjas för information på området.

Informationen bör innefatta bl. a. en allmän redogörelse för de automatiska datamaskinerna och deras verknings sätt, de konsekvenser införandet av sådana maskiner haft på annat håll, vilka arbetsuppgifter som planeras bli omlagda till det nya systemet och vilka förändringar detta kommer att medföra för de anställda. Kan man räkna med att personer, vilka innehar befattningar, som kommer att elimineras genom maskinanvändningen, på grund av den normala avgången av anställda eller av annat skäl inte behöver riskera att förlora sina anställningar, skall detta framhållas. Om möjligheter till befordran kan beräknas uppkomma genom omläggningen, kan detta påpekas. De anställdas farhågor i fråga om följderna av att ett automatiskt databehandlingssystem införes blir vanligen överdrivna. Ett klarläggande av de verkliga förhållandena och i övrigt vetskapen om att tillfälle skall ges till planering i god tid för att tillgodose den eventuellt friställda personalens trygghet på arbetsmarknaden kommer säkerligen att verka lugnande och bidra till en positiv inställning från deras sida. Dyrköpta erfarenheter har gjorts av en del företag, som underlätit att informera personalen och som till följd därav fått se flera av sina bästa befattningshavare med erfarenheter av arbetet lämna detta och övergå till konkurrerande företag.

De bästa resultaten uppnås, om man kan tillförsäkra sig medverkan av de anställda, få dem att känna att genomförandet av hela projektet till ett lyckligt slut är en angelägenhet, som berör dem alla och som de alla är i viss mån ansvariga för. På en del håll har man av denna anledning tillsatt grupper av anställda inom olika områden av verksamheten, vilka haft att behandla olika detaljfrågor och avge förslag härutinnan till huvudarbetsgruppen. Enligt rapporter över dylik verksamhet har därvid många värdefulla synpunkter kommit fram.

D 5.3. Analys av nuvarande system

Arbetsgruppen skall i detalj studera hur arbetet nu utföres, analysera det och uppgöra detaljerade beskrivningar. Arbetet kan härvid lämpligen följas i samma ordning som ett grunddokument och därur härledda handlingar förflyttar sig från den ena avdelningen eller personen till den andra. Undersökningen bör således i allmänhet inte utföras avdelningsvis, eftersom man då mister översikten över arbetsgången. De erforderliga uppgifterna angående arbetsmetoder, arbetsvolym etc. erhålles huvudsakligen genom intervjuer med dem som utför arbetet. Sålunda insamlade uppgifter sammanställs sedan och redovisas i arbetsbeskrivningar och flödesplaner. Finns det skriftliga redogörelser för arbetsrutinerna, kan dessa redogörelser vara till ledning vid undersökningen. Man kan dock inte enbart förlita sig på dessa, då de i regel inte är tillräckligt detaljerade för att kunna bilda underlag för ett ADB-system. Härtill kommer att beskrivningarna inte alltid överensstämmer med hur arbetet verkligen utföres; ändrade förhållanden kan ha inträffat sedan beskrivningen uppgjordes, vilket föranlett ändring i arbetsgången utan att beskrivningen samtidigt ändrats, de anställda kan ha funnit andra och bättre metoder att utföra arbetet på etc.

För att undersökningen skall kunna genomföras så snabbt som möjligt bör en uppdelning göras inom gruppen, så att gruppmedlemmarna var för sig eller gruppvis undersöker olika arbetsområden. Någon eller några medlemmar kan därjämte lämpligen avdelas för att särskilt undersöka samtliga register. Dessa är ofta kärnan i databehandlingssystemet. Det är viktigt att dubbleringar ej förekommer där. Genom en undersökning av registren kan man också få en god bild av sambanden mellan olika arbetsuppgifter och finna eljest måhända inte uppmärksammade beröringspunkter mellan olika arbetsområden. Är kommunikationerna av särskild betydelse — detta kan exempelvis vara förhållandet om avdelningskontor med ofta återkommande rapporteringsskyldighet till huvudkontoret eller till en central finnes — kan det vara lämpligt att någon eller några personer avdelas för att särskilt undersöka kommunikationsfrågorna.

Då arbetet utföres på många händer, måste det samordnas tidsmässigt. En relativt detaljerad tidsplan för arbetet bör därför uppgöras. Denna plan får ändras efter hand. Det uppkommer nämligen ofta situationer, som inte kunnat förutses och som medför tidsförskjutning eller nödvändiggör omläggning av undersökningsarbetet. Det kan bli nödvändigt att på något område sätta in mera ansträngningar, så att inte en försening inträffar, som kan blockera hela det fortsatta arbetet med systemutformningen. Tidsplanen kan i sådana fall vara till god hjälp. Genom den kan också ledningen lättare följa och kontrollera gruppens arbete.

Vid systemanalysen är det i regel lämpligast att följa arbetet så som det utföres tidsmässigt, exempelvis från ankomsten av en initialhandling till den sista åtgärden som utlöses av denna handling. För varje arbetsfunktion skall systemanalytikern inhämta uppgifter om i första hand arbetets art och omfattning, arbetsmetodiken, använda register, blanketter och andra kontorstekniska hjälpmedel, tidsåtgång, personalbehov samt kostnader.

De inhämtade uppgifterna antecknas på arbetsblanketter, vilka direkt eller efter redigering kan tjäna som arbetsbeskrivning. Med ledning härav uppgöres flödesplaner eller kompletteras redan påbörjade sådana planer.

Det finns två olika huvudtyper av flödesplaner, som båda kännetecknas av att de beskriver en viss procedur med hjälp av pilar och andra grafiska symboler jämte förklarande text.

Den ena typen av flödesplan kan exemplifieras med figur B 7, s. 32. Varje »box» i en sådan flödesplan visar antingen ett dokument eller en behandlingsinstans. Pi-

larna mellan boxarna betecknar de vägar, på vilka dokument förflyttas eller data överföres. I vissa fall kommer de också att beteckna tidsföljden mellan två operationer. I figur B 7 betecknar sålunda pilen mellan »stansning» och »sortering» en förflyttning av dokument från en maskin till en annan, men samtidigt visar pilen att stansningen går före sorteringen i tiden.

Den andra typen av flödesplan kan exemplifieras med figur B 9, s. 40. Denna typ kallas ibland blockdiagram. Ett annat tänkbart namn vore sekvensdiagram. Varje »box» betecknar här ett arbetsmoment eller en följd av arbetsmoment, och pilarna anger endast tidsordningen mellan olika moment. Ett sådant diagram lämpar sig för den skull väl för beskrivning av ett datamaskinprogram. Diagramformen motiveras av att det förkommer alternativval, vilket åskådliggöres genom att vissa boxar har två utgångar. Man får tänka sig att de olika boxarna »genomlöpes» i en ordning som anges av pilarna och de i alternativboxarna angivna valkriterierna.

Såsom framhållits får de erforderliga uppgifterna om arbetsmetoder m. m. inhämtas av systemanalytikern genom intervjuer med dem som utför arbetet. De frågor, som systemanalytikern därvid ställer, måste vara sådana, att han med ledning av svaren kan få en fullständig bild av det verkliga förfarandet inkluderande alla undantag. Ledande frågor måste undvikas. Lämnade svar får inte godtagas urskillningslöst. Uppgiftslämnaren kan ha glömt att ange något undantag, någon specialregel e. d. Detta kommer dock i regel fram, om rätt frågeteknik användes. Kontrollfrågor och upprepning av frågor bör exempelvis tillgripas. Följande frågeställningar bör särskilt beaktas.

I fråga om inkommande information

- 1) Varifrån härstammar den?
- 2) Varifrån erhålles den?
- 3) När erhålles den?
- 4) I vilken form erhålles den (ord, siffror eller andra symboler)?
- 5) Hur överföres den (genom telefon, telegraf, telex, brev, promemoria, direkt muntlig kontakt)?
- 6) I vilken form överföres den?
- 7) Vad händer om den uteblir eller är ofullständig? Vilka åtgärder vidtages?
- 8) När kan den utsträngas?
- 9) Vilka lagliga krav måste iakttas beträffande dess registrering, tillgänglighet och fortbestånd?
- 10) Vilka revisionella krav måste uppfyllas?

I fråga om arbetsgången

- 1) Vad utföres? Varför utföres det?
- 2) Var utföres det? Varför just där?
- 3) Vem utför det? Varför just han?
- 4) När utföres det? Varför just då?
- 5) Hur utföres det? Varför just så?

I fråga om den utgående informationen

- 1) Vem behöver den?
- 2) Varför behöver han den? Behöver han den verkligen?
- 3) När behöver han den?
- 4) Hur länge behöver han den?
- 5) I vilken form behöver han den?
- 6) Vad gör han med den?
- 7) Vilka beslut fattas på grundval av den?

- 8) Hur fattas dessa beslut?
- 9) När fattas dessa beslut?
- 10) Varför fattas dessa beslut?
- 11) Om ytterligare information behövs, vilken är denna, var finns den och varför är den nödvändig?

Av särskild vikt är att systemanalytikern skaffar sig kännedom om frekvensen av förekommande undantag från huvudrutinerna. Det lönar sig nämligen ofta inte att i ett automatiskt databehandlingssystem bygga in mera sällan förekommande undantag, utan dessa får utsorteras och behandlas manuellt eller på annat sätt.

Samtliga blanketter, som användes i arbetet, skall insamlas och uppgifter sammanställas om innehåll och omfattning av de anteckningar som göres å dessa, om metoderna för antecknandet samt om antalet per tidsperiod använda blanketter.

De med ledning av intervjuerna uppgjorda flödesplanerna bör i efterhand genomgå med uppgiftslämnarna ävensom med närmaste överordnade för kontroll av riktigheten.

Den i det föregående redovisade metoden att följa informationsflödet eller arbetsgången lämpar sig inte så väl när det gäller att analysera rapporter, som för olika syften framställs inom verksamheten. Det kan i fråga om dessa vara mera lämpligt att vid analysen utgå från den föreliggande rapporten och spåra innehållet tillbaka genom de olika leden. Härvid bör det särskilt undersökas om de förhållanden, som från början föranledde uppgörandet av rapporten, fortfarande består. Det händer nämligen inte alltför sällan, att rapporter uppgöres långt efter det att behovet av dem upphört. Man bör även undersöka, vid vilken tidpunkt rapporterna helst bör föreligga och vid vilken tidpunkt de med nuvarande system är tillgängliga. Rapporter, som helt eller delvis innehåller samma eller likartade uppgifter, bör särskilt observeras med tanke på möjligheterna att sammanslå dem.

Den grupp, som har till uppgift att undersöka registren, kan lämpligen även uppgöra en sammanställning över alla handlingar, som inkommer i systemet, även som alla utgående handlingar. En sådan sammanställning ger tillsammans med uppgifterna om kartoteken en översiktlig bild av verksamheten och därmed även goda möjligheter att upptäcka dubblingar i systemet. Särskild uppmärksamhet bör ägnas förekommande kod- eller numreringsystem, med hänsyn till den vikt dessa har för anpassning av systemet till bearbetning i automatisk datamaskin.

De olika gruppernas arbete koordineras av chefen för arbetsgruppen. Översiktliga flödesplaner, som uppgöres under arbetets gång, får korrigeras eller kompletteras efter hand som arbetet fortskrider och bilden av det nuvarande systemet framträder klarare. Är man osäker rörande riktigheten av de uppgjorda arbetsbeskrivningarna och flödesplanerna kan man för kontroll upprätta dokument med fingerade uppgifter och följa dessa handlingars väg genom verksamheten.

De insamlade uppgifterna ger även underlag för beräkningar av kostnaderna för det nuvarande systemet. Dessa kostnader är av följande huvudslag:

- personalkostnader,
- lokalkostnader,
- maskinkostnader,
- kostnader för möbler och annan utrustning,
- blankettkostnader samt
- kostnader för belysning, värme, telefon, städning o. d.

Vid beräkning av personalkostnaderna skall hänsyn tagas inte endast till själva lönekostnaden utan även till sociala förmåner av olika slag som tillkommer de anställda. Till personalkostnaderna skall även hänföras eventuella utbildningskostnader samt andel i indirekta och allmänna kostnader.

Analyserar man de olika kostnaderna närmare, finner man, att vissa av dem är i huvudsak fasta och att andra ökar trappstegsformigt med ökande arbetsvolym, medan åter andra är proportionella mot arbetsvolymen. Då man ju i flertalet fall inte har att räkna med konstant arbetsvolym över någon längre tid, är det av värde för de kommande bedömningarna rörande lönsamheten av ADB att känna såväl de olika kostnadsdelarnas som totalkostnadens variation med arbetsvolymen. För detta ändamål kan lämpligen ett särskilt kostnadsdiagram uppgöras.

Med kostnadsberäkningen är första delen av gruppens arbete — kartläggningsarbetet — avslutat.

D 5.4. Översyn av det nuvarande systemet

Sedan gruppen slutfört kartläggningsarbetet, har man erhållit såväl översiktlig som detaljerad kännedom om det nuvarande systemet. Troligen har man också redan under undersökningens gång funnit svaga punkter i detsamma såsom onödiga arbetsomgångar, arbete som ej längre tjänar något ändamål, dubbelarbete, överflödiga kontroller, rapporter som kan sammanslås, arbeten för vilka tillgänglig maskinell utrustning ej utnyttjas i möjlig mån etc. Ett närmare studium av de uppgjorda flödesplanerna och arbetsbeskrivningarna torde i varje fall ge uppslag till förenklingar.

Man bör akta sig för övertro på de automatiska datamaskinerna; i många fall kan arbetet utföras med enklare medel lika bra eller bättre till lägre kostnad. Eller, för att citera ett uttalande i en amerikansk kongressrapport: »I många fall är papper och penna alltjämt de bästa redskapen och en vanlig kortlåda det bästa minnesutrymmet». Innan man övergår till att utforma ett system för en automatisk datamaskin, är det därför lämpligt att — i de fall det inte redan under förundersökningen framgått, att utnyttjande av ADB ställer sig klart fördelaktigare — först skissera ett system, som är baserat på konventionella manuella eller hålkortsmässiga metoder men som inte har det nuvarande systemets svagheter. Alla de möjligheter till förenklingar och förbättringar, som man funnit under undersökningsarbetets gång, skall inkorporeras i detta system. Man måste också försäkra sig om att systemet blir sådant, att det tillgodoser de verkliga informationsbehoven inom verksamheten. Dessa behov har kartlagts under förundersökningen men bör i belysning av det nu föreliggande fullständiga materialet överses och kompletteras. Denna översyn bör göras i samverkan med bl. a. den rådgivande gruppen (jfr D 5.1).

Troligen kommer man att finna, att viss del av den information, som samlas eller framställs inom verksamheten, inte behövs utan är »död» information, medan verkliga informationsbehov, som inte uppfylles av det nuvarande systemet, kan tillgodoses med kanske relativt enkla metoder.

Den »döda» informationen kan uppträda i form av

- 1) obehövliga rapporter — de kan vara arvegods från tider då förhållandena var annorlunda,
- 2) dubbelrapporter,
- 3) för sitt ändamål onödigt detaljerade rapporter — förutom att de representerar ett onödigt merarbete blir dylika rapporter mindre överskådliga — många gånger kan det vara tillfyllest att redovisa undantagen från det normala skeendet (»management by exception») — och
- 4) rapporter som inte har annat ändamål än att tillfredsställa intellektuell nyfikenhet.

Sedan den »döda» informationen eliminerats, undersöks i vad mån verkliga informationsbehov, som tidigare inte uppfyllts, kan tillgodoses inom ramen för ett

icke automatiserat system. Kan ett informationsbehov fyllas endast till priset av kostnadsökning, måste man på något sätt mäta värdet av den ifrågavarande informationen och jämföra detta värde med kostnadsökningen. En sådan värdering, som givetvis måste bli mycket ungefärlig, får göras efter diskussioner med dem som skall använda informationen. Anses värdet av densamma överstiga kostnaden för dess framtagande, inbyggs metoder för framtagandet i systemet, i annat fall inte.

På grundval av de gjorda övervägandena revideras hela systemet, de lämpligaste metoderna för insamling och bearbetning av erforderliga data bestäms ävensom den form i vilken slutprodukten, den önskade informationen, skall föreligga. Behandlingen av typiska undantagsfall beaktas särskilt. Hänsyn till framtida informationsbehov tages i möjligaste mån. Skulle någon tänkbar metod att förbättra systemet strida mot gällande författningsbestämmelser, bör den inte utan vidare förkastas, utan möjligheterna till en författningsändring undersökas närmare.

I anslutning till denna genomgång modifieras flödesplaner och arbetsbeskrivningar, varjämte kostnaderna för systemet beräknas. Såsom resultat av denna del av gruppens arbete föreligger härfter dels ett reviderat manuellt eller hålkortsmässigt system och en beräkning av kostnaderna för detta, dels en förteckning över informationsbehov, som — antingen av kostnadshänsyn eller därför att de inte är möjliga att tillgodose vid manuell eller hålkortsmässig bearbetning — inte kunnat uppfyllas inom ramen för det reviderade systemet.

D 5.5. Systemuppläggning för automatisk databehandling

De beräknade kostnaderna för det översedda systemet med tillägg för värdet av de informationsbehov, som av kostnadsskäl eller annan anledning inte kan uppfyllas av detta men väl av ett ADB-system, utgör den ram, inom vilken kostnaderna för detta senare system måste hålla sig. Med denna kostnadsram för ögonen kan man nu säkrare än tidigare göra klart för sig, hur omfattande maskinbehovet kan bli och hur detta behov lämpligen bör tillgodoses. Vid dessa överväganden får man beakta inte enbart nuvarande informationsbehov och datavolymer, utan man måste även ta hänsyn till den ökning som kan väntas. För det fortsatta arbetet måste gruppen nu skaffa sig närmare kännedom om maskiner, som lämpar sig för arbetsuppgifterna och som finns tillgängliga för legokörning eller som kan hyras eller köpas helt för egen räkning eller för sambruk med annan intressent. Särskild uppmärksamhet bör ägnas frågan hur och med vilken hastighet in- och utmatning av data kan ske samt hur stor minneskapaciteten är. Det gäller normalt inte att göra ett definitivt maskinval i detta stadium av arbetet utan endast att göra klart för sig vilka maskintyper som kan komma ifråga och att förskaffa sig tillräckliga kunskaper om dessa för att kunna utforma ett praktiskt genomförbart och med hänsyn till maskinernas prestationsförmåga riktigt avvägt system. Är man av någon anledning redan från början hänvisad till att använda viss maskintyp, kan dock givetvis systemutformningen ske direkt med tanke på denna.

Vid systemutformningen kan det vara lämpligt att först dela upp de olika arbetsfunktionerna efter den frekvens, i vilken de förekommer, sålunda att man särskiljer exempelvis dagligen, veckovis, månatligen, kvartalsvis och årligen återkommande arbeten och sammanför dessa var för sig till särskilda delsystem. Man får därvid också göra klart för sig, hur dessa arbeten hänger ihop inbördes. Med början med de dagliga bearbetningarna granskar man för varje delsystem de önskade resultaten, »utmatningen», och undersöker vilka ingångsdata som behövs

för att åstadkomma dessa resultat. Särskilt uppmärksammas framställningen av dessa ingångsdata. Man bör eftersträva att på ett så tidigt stadium som möjligt, helst redan från början, få dem överförda till ett informationsmedium — vanligen hålkort eller hålremsa — som kan användas direkt för inmatning i maskinen. Härefter undersökes vilka bearbetningar, som ingångsmaterialet måste genomgå för att resultera i önskad utmatning. Med ledning av de detaljerade flödesplanerna söker man fastställa om och i förekommande fall hur i huvuddrag dessa bearbetningar kan uttryckas i sådan form (matematisk eller logisk), att de kan utföras i en automatisk datamaskin. Detta innebär inte att varje arbetssteg i maskinen fastställs — det får göras senare vid programmeringen — utan endast att man övertygar sig om att bearbetningarna verkligen kan utföras på maskinen med ianspråktagande av maskintid och maskinkapacitet i rimlig omfattning. Härvid får man tänka på, att det ofta inte lönar sig att i det automatiska systemet bygga in mindre vanliga undantag. De undantag, som inte inbygges i det för huvudbearbetningen i datamaskinen avpassade systemet, förtecknas särskilt för sig. Likaledes förtecknas de arbetsuppgifter, som det ej synes möjligt att utföra i en automatisk datamaskin. Dit hör exempelvis sådana arbetsuppgifter, som innefattar personliga kontakter med utomstående eller som är baserade på kunskaper eller erfarenheter, som ej kan definieras. Innan sådana arbetsuppgifter definitivt klassificeras såsom ej lämpade för maskinell bearbetning, bör dock undersökas, om det inte är möjligt att genom systemomläggning, ändring av grunderna för arbetsmaterialets insamlande e. d. anpassa dem för bearbetning i datamaskinen. För arbetsuppgifter, vilka befinnes definitivt inte kunna eller inte böra utföras i datamaskinen, utarbetas metoder för deras särskiljande från de arbetsuppgifter, som skall behandlas i maskinen.

På basis av de gjorda undersökningarna uppgöres härefter en flödesplan, utvisande all inmatning i systemet, vad som skall utföras i maskinen, all utmatning samt de undantag, som inte skall behandlas. Arbetsvolymerna anges ävensom beräknad tidsåtgång.

Sedan de dagliga arbetsuppgifterna genomgåts på angivet sätt, övergår man till de veckovis återkommande o. s. v. De sista stegen i denna del av arbetet blir att koordinera de olika delsystemen till ett sammanhängande system samt att noga granska och analysera detta, så att man blir förvissad om att det verkligen hänger ihop.

Vid utformningen av systemet måste även revisionsmässiga synpunkter iakttagas. Detta sker bäst genom att någon representant för den reviderande funktionen ingår i arbetsgruppen och får svara för att systemet blir godtagbart från revisions-synpunkt. Har sådan representant inte deltagit i systemutformningen, bör det uppgjorda systemet granskas av revisorer.

Förutsätter systemet författningsändringar, vilket kan vara aktuellt i samband med mera omfattande ADB-uppgifter på det statliga och kommunala området, måste dessa förberedas i tid, så att systemets igångsättande inte onödigtvis försenas. Gäller det mera omfattande ändringar, kan det vara lämpligt att för detta arbete tillsätta en särskild grupp av experter, som då bör arbeta parallellt och i nära kontakt med huvudarbetsgruppen.

D 5.6. Val av maskin

Om man inte redan från början är hänvisad till någon viss maskin, blir nästa steg att utvälja den bäst lämpade maskintypen. Givetvis begränsas valet till maskiner, som har erforderlig minneskapacitet och som har den typ av utrustning för in- och utmatning — exempelvis magnetband — som behövs. Det går inte att

bland de maskiner, som uppfyller dessa villkor, välja ut den som är bäst lämpad för de aktuella arbetsuppgifterna enbart med ledning av allmänna uppgifter om maskinernas prestanda, exempelvis deras kapacitet och räknehastighet eller deras räknehastighet satt i relation till maskinkostnad. Även om den interna hastigheten i en maskin är större än i en annan, kan den senare ändå vara den snabbare för de aktuella arbetsuppgifterna, beroende exempelvis på att dess instruktionslista är bättre lämpad för det arbete varom det är fråga, att den har vissa kontroller inbyggda, som måste programmeras i den andra maskinen, eller att den i högre grad möjliggör s. k. överlappning; såväl inläsning som utmatning sker exempelvis samtidigt med att bearbetning av tidigare inlästa data pågår. För att få definitivt avgjort, vilken av ifrågakommande maskiner som är bäst lämpad för en viss arbetsuppgift, skulle erfordras, att arbetet utfördes på prov med var och en av dem. Detta är givetvis otänkbart med hänsyn till bl. a. det omfattande arbete med programmering, som i så fall måste göras särskilt för varje maskin, och de därmed förenade kostnaderna. (Om man i framtiden får ett allmänt maskinspråk, som kan användas i olika maskiner oavsett fabrikat, blir förutsättningarna för en dylik jämförelse avgjort bättre.) En möjlighet är att av de aktuella arbetsuppgifterna välja ut vissa typiska delar och låta maskinleverantörerna programmera dessa för sina respektive maskiner. Med ledning härav kan sedan tidskalkyler och kostnadsberäkningar utföras, som kan bilda underlag för en jämförelse mellan maskinerna. Ännu bättre är givetvis, om de sålunda uppgjorda programmen också kan prövas på tillgängliga maskiner.

Det kanske vanligaste tillvägagångssättet att skaffa sig underlag för maskinvalet är att låta de maskinleverantörer, vilkas maskiner närmast kan komma i fråga, utforma systemförslag och kostnadsberäkna dessa. De egna systemlösningar, som kan finnas, anses ofta inte böra utlämnas, utan maskinleverantörernas förslag bör få bli en kontroll på de egna lösningarna och vice versa. Man får räkna med att arbetsgruppen under den tid det tar maskinföretagen att uppgöra sina förslag — i regel ett par månader — får lämna företagen hjälp i olika hänseenden vid systemutformningen. På så sätt får man också de bästa garantierna för att de system som utformas är sakligt riktiga. Granskningen av förslagen underlättas också härigenom.

Givetvis kan det vara en fördel att utnyttja båda de angivna möjligheterna, utväljandet av vissa typiska arbetsmoment för programmering och eventuell provkörning samt inhämtande av fullständiga systemförslag från maskinleverantörerna. Härigenom erhålles vissa kontroller på riktigheten av företagens fullständiga systemförslag.

Vid valet får hänsyn tagas inte enbart till bearbetningstid och direkt mätbara kostnader. Sådana förhållanden som maskinleverantörens erfarenhet på maskinområdet, den maskin- och systemtekniska service han kan tillhandahålla, förefintligheten av standardprogram etc. måste även beaktas. Viss försiktighet är tillräddlig när det gäller maskiner som ännu inte finns i marknaden och inte är utprovade i praktisk drift.

D 5.7. Kostnadsjämförelse

Sedan man valt maskintyp, skall kostnaderna för ett system, vari denna maskintyp ingår, beräknas. Kostnaderna är av två slag, nämligen initialkostnader och driftskostnader. Till den förra kategorin hör exempelvis kostnader för programmering, kostnader för lokalernas iordningställande o. d., till den senare hör exempelvis maskinhyra och — sedan maskinen tagits i drift — löner till programmerare och maskinoperatörer, lokalhyra, elkraftkostnader etc. En svårighet

är att fastställa den avskrivningstid man lämpligen bör räkna med för en inköpt maskin. (Se härom närmare avsnitt E.) Samtliga initialkostnader brukar man vanligen fördela över samma tid som den avskrivningstid man räknat med för den maskinella utrustningen.

Sedan årskostnaden för ADB-systemet beräknats, jämföres denna med motsvarande kostnad för det reviderade manuella eller hålkortsmässiga systemet. Härvid bör till kostnaderna för det reviderade systemet läggas beräknade kostnader för omläggning till detta. Däremot skall vid denna jämförelse kostnaderna för den hittills gjorda utredningen inte inräknas i kostnaderna för vare sig detta system eller ADB-systemet. Denna utredningskostnad är redan förbrukad och kan i nuläget inte påverka valet av system. Vid jämförelsen får hänsyn tagas till fördelar av olika slag, som endast ADB-systemet ger, exempelvis snabbare och säkrare rapporter och tillgodoseendet av vissa informationsbehov. De sistnämnda har tidigare värderats.

Systemformningen måste göras inte enbart med tanke på nuläget utan även med hänsyn till möjlig framtida expansion. Kan man räkna med att arbetsvolymen kommer att ändras inom en nära framtid eller ändras successivt, är det lämpligt att beräkna kostnaderna vid olika arbetsvolymmer. En uppställning i diagramform av kostnaderna vid olika utnyttjningsgrader för de system, som skall jämföras, ger god överblick och underlättar jämförelsen.

Kostnadsjämförelsen är sista steget i arbetsgruppens undersökning, vilken nu bör sammanfattas i en rapport, som kan bilda underlag för beslut om ABD skall utnyttjas samt, om så blir fallet, vilken maskin som skall användas.

D 6. Förberedelser för maskinanvändning

Beslutas utnyttjande av en automatisk datamaskin, följer omfattande förberedelser. Personal för detta arbete skall utses och prövas, de för den automatiska databehandlingen planerade arbetsuppgifterna skall detaljutformas för maskinbearbetning och programmeras, själva omläggningen från det nuvarande systemet förberedas etc. Innebär beslutet anskaffning av en egen maskin, skall dessutom lokaler för maskinen iordningställas. Den tid, som förflyter från maskinbeställning tills maskinen kan levereras av tillverkaren, normalt ett halvt å två år, är oftast mer än väl behövlig för förberedelsearbetena. Erfarenheten har visat, att man är benägen att underskatta den tid förberedelserna tar. Man gör därför klokt i att räkna tiden härför i överkant.

D 6.1. Urval av personal, utbildning, programmering och inkörning

Den första åtgärden sedan maskinvalet träffats är att utse personal för det fortsatta arbetet. Först och främst skall arbetsledaren utses. Oftast väljes den person, som lett undersökningsarbetet. Valet bör dock ske med tanke på att arbetsledaren lämpligen bör vara samma person som senare skall inom organisationen vara ansvarig för det löpande arbetet.

Programmerare och eventuellt särskilda kodare skall vidare utses liksom även maskinoperatörer. I många fall kan det vara lämpligt att utvälja programmerarna bland deltagarna i arbetsgruppen, vilka nu bör vara väl insatta i de arbetsuppgifter, som skall läggas in på maskinen. Huvudparten av systemmännens arbete skall nämligen nu vara fullgjort. Emellertid kan visst arbete med vidareutveckling av utarbetade system tillkomma i samband med programmeringsarbetet. Även själva

omläggningsarbetet till det nya systemet bör planeras av systemmän. Avser man dessutom att till ADB överföra ytterligare arbeten utöver dem som undersökts i första omgången, blir åtminstone en del av systemmännen sysselsatta med systemarbete även i fortsättningen och kan därför inte tagas i anspråk för rent programmeringsarbete. Det kan för den skull eller på grund av programmeringsarbetets omfattning bli aktuellt att utse programmerare utanför systemmännens krets. Urvalet bör ske enligt i huvudsak samma grunder som tidigare följdes när deltagare i arbetsgruppen utsågs.

Programmerarnas uppgift är att med utgångspunkt i material — främst översiktliga flödesplaner — som iordningställts under systemarbetet, göra upp mera detaljerade flödesplaner samt producera datamaskinprogram, stansinstruktioner, körinstruktioner, programbeskrivningar etc. Det förekommer att man låter en speciell personalkategori — kodare — ombesörja de sista momenten i programproduktionen, den s. k. kodningen. I det följande skall emellertid inte skiljas mellan programmerare och kodare.

Programmerarna skall utbildas i programmering — i den mån de inte redan är utbildade däri — och dessutom skaffa sig inblick i de arbetsuppgifter som skall programmeras. Det är väsentligt att kunskaperna i programmering är goda. Skillnaden mellan ett väl utformat program, där alla möjligheter till förenklingar tillvaratagits, och ett mindre expertmässigt kan betyda skillnaden mellan ett lönsamt och ett icke lönsamt system.

Även de som utses till maskinoperatörer skall genomgå kurser, lämpligen hos maskinleverantören.

De färdigställda och i kodform uttryckta programmen skall prövas. Logiska fel kan förekomma, och hänsyn har kanske inte tagits till alla i arbetet förekommande varianter. Även om erfarna programmerare vid granskning kan upptäcka en del, måste under alla omständigheter provkörning av programmen ske på maskin, s. k. inkörning. I regel är det bäst att prova programmen i småportioner och revidera dem dessemellan.

För inkörningen behöver man testdata. Dessa kan utgöras av data från tidigare manuella eller hålkortsmässiga bearbetningar, om sådana gjorts, i annat fall av konstruerade data. Resultaten av den maskinella bearbetningen av dessa data skall jämföras med resultaten från den manuella eller hålkortsmässiga bearbetningen. Det är viktigt att de sistnämnda resultaten är korrekta, och de bör därför kontrolleras mycket noga. Mycket onödigt arbete och bortkastad inkörningstid kan härigenom undvikas. En amerikansk expert på automatisk databehandling har uppgett, att, då resultaten av maskinbearbetningen och av den manuella bearbetningen inte överensstämmer, felet enligt hans erfarenhet i två fall av tre är hänförligt till den manuella bearbetningen. Att döma härav kan vikten av att testdata kontrolleras noggrant inte nog understrykas.

Förutom att kontrollera programmet genom inkörning på maskin med stickprovsmässiga eller konstruerade testdata kan det vara lämpligt att, där så låter sig göra, kontrollera programmet på verkliga data avseende en hel tidigare period. Ofta finner man då, att hänsyn till vissa situationer inte tagits i programmet.

Även om de enskilda programmen efter inkörning befunnits fungera tillfredsställande, är det ej givet att systemet i dess helhet kommer att göra det. Det visar sig ej sällan, att samspelet mellan olika program inte fungerar — utmatningen från det ena passar inte som inmatning i det andra. Särskild uppmärksamhet bör därför ägnas koordineringen av de olika programmen och särskild tid anslås för kontroll i detta hänseende.

Givetvis är det en stor fördel om inkörning av programmen kan ske under medverkan av någon erfaren expert.

D 6.2. Iordningställande av lokaler m.m.

Skall en datamaskin köpas eller hyras, måste erforderliga lokaler utväljas och iordningställas i god tid. Tillräckligt utrymme måste finnas inte enbart för själva maskinerna och arbete i anslutning därtill utan även för arbete med översyn och reparation. I närheten måste även beredas utrymme för den vid anläggningen sysselsatta personalen ävensom för bandarkiv — helst brandsäkert — samt lager av reservdelar etc. Möjlighet till framtida expansion bör finnas.

För att underlätta bearbetningen och skötseln av maskinerna bör de placeras lätt åtkomliga. Anvisningar om lämplig placering av maskinerna brukar tillhandahållas av maskinleverantörerna.

Åtminstone större maskiner placeras ofta på ett s. k. falskt golv ett par decimeter över det ordinarie golvet. Kablar och kyllufttrummor kan därvid placeras under det falska golvet.

Man måste vidare ta ställning till om det behövs luftkonditionering, med eller utan fuktighetsreglering. Behovet av luftkonditionering är närmast beroende av den mängd värme, som alstras i maskinerna — främst av förekommande elektronrör — och av antalet personer i rummet. Fuktighetsreglering kan behövas med hänsyn till hålkort och magnetband, vilka fungerar bäst vid viss relativ fuktighet. Magnetbanden måste också skyddas mot damm.

I fråga om tillförseln av elektrisk kraft måste tillses, att större spänningsvariationer inte förekommer. Detta krav är uppfyllt på flertalet större orter här i landet. Frekvensen hos nätspänningen är i vårt land 50 perioder per sekund, i USA 60. Vid beställning av maskiner från USA bör man försöka att få dem tillverkade för 50 p/s. Om detta inte är möjligt, måste man installera särskilda omformare.

D 6.3. Omläggning till det nya systemet

I många fall blir det aktuellt att lägga om befintliga kartotek och register och överflytta uppgifterna i dessa till nytt medium, exempelvis hålkort eller magnetband. I andra fall skall helt nya register uppläggas. Arbetet med registren kan vara mycket omfattande och bör därför planeras noga i förväg. Det kan bli nödvändigt att anställa särskild biträdes hjälp för detta arbete ävensom att förhyra extra stansmaskiner e. d. Gäller det register, som skall föras över till magnetband, och kan överföring ske oberoende av centralenheten i ADB-systemet, kan det vara lämpligt att få utrustningen härför levererad före leveransen av centralenhet och övrig utrustning.

Även arbetet med framställning av de data som skall bearbetas måste förberedas noga. För planering av beläggningen i maskinen måste tidpunkterna, då dessa data skall vara klara för maskinbearbetning, fastställas. Den tekniska servicen av maskinerna måste likaledes förberedas. Vidare måste programbiblioteket organiseras och enhetliga former för identifiering och märkning av de olika programmen fastställas. Finns register upplagda på magnetband, skall även metoder för märkning och förvaring av dessa utarbetas. Det är givetvis av stor vikt, att noggrannhet iakttages, så att förväxlingar av olika band ej sker. För att skydda sig häremot brukar man, förutom att banden externt förses med etiketter, i början av varje band i magnetisk skrift ange dess beteckning jämte vissa andra identifierings- och kontrolluppgifter. I slutet av varje band anges då också på motsvarande sätt påföljande bands beteckning m. m. Dessa uppgifter avläses av maskinen och jämföres. Skulle fel band ha påsatts, accepteras det inte av maskinen, och meddelande om det inträffade utskrivs automatiskt till operatören. En förväxling av band kan vara särskilt ödesdiger, om uppgifterna

på bandet uttraderas vid körningen. En hög grad av säkerhet mot sådan oavsiktlig radering uppnås genom det nyss nämnda etikettsystemet och genom särskilda skrivskyddsanordningar, t. ex. s. k. skrivskyddsringar på magnetbandsrullarna. Icke desto mindre bör viktigare program- och databand framställas i två exemplar, av vilka det ena får utgöra reserv och av säkerhetsskäl eventuellt förvaras på annat håll.

Det är inte givet, att man omedelbart sedan maskinen installerats och provkörts kan släppa det tidigare systemet och helt förlita sig på det nya automatiska. Många gånger och speciellt om man inte haft tillfälle att på annan maskin pröva programmet i dess helhet på historiska data, är det säkrast att någon tid behålla det gamla systemet parallellt med det nya. Den tid, under vilken parallellbearbetning sker, skall givetvis hållas så kort som möjligt, då kostnaderna härför regelmässigt är stora; längre tid än en à två månader bör i regel ej förekomma. Skall parallellbearbetning ske, uppkommer emellanåt speciella problem. Sålunda kan det vara svårt att få lokalutrymmen och personal för båda bearbetningarna. Hänsyn härtill måste givetvis tagas vid planeringen.

I vissa fall är det uteslutet att begagna sig av parallellbearbetning. Kostnaderna för en sådan bearbetning kan på grund av exempelvis arbetets omfattning vara alltför stora. I sådana fall, liksom då fråga är om helt nya arbeten, är det av särskild vikt att programmen kontrolleras minutiöst med användande av både konstruerade och autentiska testdata.

E. Kostnader

Införande av ADB kräver vanligen stora investeringar. För en kostnadskalkyl är det väsentligt att bestämma vilken avskrivningstid man skall räkna med. Bedömningen härav är svår, främst på grund av ovissheten om den kommande tekniska utvecklingen.

Kostnaden för den maskinella utrustningen är en viktig post i kalkylen. Användaren kan som regel välja mellan att köpa och att hyra datamaskinutrustningen. Därtill kommer ofta en tredje möjlighet, nämligen legokörning i annans datamaskinanläggning mot betalning, i regel beräknad per tidsenhet. I slutet av detta avsnitt diskuteras kostnadsrelationen mellan köp, hyra och legokörning. Närmast följer emellertid en uppställning av olika slag av utgiftsposter som man har att beakta vid automatisk databehandling. Denna uppställning är gjord utifrån den förutsättningen, att den maskinella utrustningen är köpt och uppställd i hyrda lokaler.

E 1. Engångsutgifter

Hit hör utgifter för:

- Datamaskin (centralenhet med tillhörande in- och utorgan)
- Maskiner för översättning av data till maskinspråk (stansar, kontrollstansar etc.)
- Eventuell luftkonditioneringsanläggning och andra dylika anordningar
- Lokalinredning och installation
- Utbildning och information av personal
- Systemanalys och systemkonstruktion
- Programmering, kodning, framställning av testmaterial samt inkörning
- Omläggning (eller uppläggning) av register
- Omläggning av organisation och arbetsformer
- Eventuell parallellkörning av ADB-systemet och äldre databehandlingssystem under en övergångstid; lokal-, maskin- och personalbehov härför
- Omskolning av viss friställd personal
- Andra utgifter i samband med friställandet, t. ex. avgångsersättningar.

E 2. Löpande utgifter

Hit hör utgifter för:

- Tekniskt underhåll av maskiner
- Lokalhyra
- Elkraft
- Personal för stansning o. d.
- Maskinoperatörer, bandarkivariéer, planerare etc.

Permanent anställda programmerare
 Materiel (hålkort, magnetband, blanketter o. d.)
 Eventuella försäkringar
 Administration och arbetsledning.

E 3. De olika utgiftsposternas relativa betydelse

Det är uppenbart att storleken av de olika utgiftsposterna varierar inom vida gränser från fall till fall. Vissa drag i kostnadsbilden kan dock anges som typiska för de anläggningar för automatisk databehandling, som nu arbetar eller som befinner sig på ett framskridet planeringsstadium.

Den utgiftspost som är lättast att bestämma är inköpspriset för datamaskinen med in- och utorgan samt maskiner för stansning o. d. De anläggningar för automatisk databehandling, som hittills installerats eller beställts av svenska myndigheter och företag, innehåller i allmänhet datamaskiner i prisläget mellan en och två miljoner kronor. Det förekommer dock även maskiner med lägre och högre pris. Den övre prisgränsen för hittills installerade eller beställda datamaskiner i Sverige ligger vid cirka 17 miljoner kronor.

Utgifterna för luftkonditioneringsanläggning, lokalinredning och installation är normalt inte alltför betydande i jämförelse med inköpspriset för datamaskinen. Vid äldre ADB-anläggningar, där datamaskinerna arbetar med elektronrör, har installationen ofta väsentligt fördyrats av att man har behövt stora kylanläggningar och i många fall har måst förstärka golven. Nyare, transistoriserade datamaskiner ställer blygsammare krav i dessa hänseenden. Ändå bör man inte försumma att noggrant kalkylera alla till installationen hänförliga kostnader för att undvika obehagliga överraskningar.

Utgifterna för personalutbildning, systemarbete, programmering och därmed sammanhängande arbeten är stora och ofta underskattade. Omfattningen av dessa arbeten kan vanligen räknas i tiotal manår, och utgifterna kan väsentligt överstiga inköpspriset för den tekniska utrustningen. Avgörande för storleken av utgifterna för systemarbete och programmering är — förutom personalens duglighet och löneställning — de programmerade rutinernas antal och komplexitet. Den lägsta kostnaden per enhet av utfört arbete fås alltså när rutinerna är relativt få och enkla men datavolymen stor.

Såsom nämnts i ett föregående avsnitt, krävs det vanligen före uppläggningsen av databehandlingssystemet en förundersökning, som syftar till att ge underlag för beslut, huruvida automatisk databehandling skall införas. Det anses allmänt, att en sådan förundersökning normalt betalar sina egna kostnader genom att ge uppslag även till sådana rationaliseringar som kan genomföras utan samband med införande av ADB.

Omläggning av register i samband med övergång till automatisk databehandling kan medföra höga kostnader. Störst blir kostnaderna om man går över från ett manuellt system, varvid all information i registren manuellt måste överföras till maskinellt läsbar form, vanligen genom att stansas i hålkort eller hålremsor. Gynnsammare ställer det sig om man tidigare har ett hålkortssystem. Överföringen av registerkortens information till magnetband — det vanligaste registermediet vid automatisk databehandling — kan utföras av datamaskinen själv. Emellertid krävs vanligen visst kompletterande stansningsarbete — eftersom man i allmänhet kan och bör ha mera innehållsrika register i ett ADB-system än i ett hålkortssystem — och inte minst korrigeringar. Det sistnämnda sammanhänger med att kraven på enhetlighet och korrekthet i de olika registerposternas innehåll regelmässigt är

större vid automatisk databehandling än vid ett konventionellt hålkortssystem. I samband med registeromläggningen bör man därför låta datamaskinen i så stor utsträckning som möjligt kontrollera den registrerade informationen och rapportera felaktigheter.

En speciell komplikation är ofta att registeromläggningen tar lång tid och att registren måste skötas även under omläggningstiden. Utnyttjandet och underhållet av registren under pågående omläggning kan föranleda extra arbete, exempelvis uppläggning av särskilda rutiner för användning enbart under omläggningsperioden. Kostnaderna härför måste räknas in i kalkylen för övergång till ADB.

Omläggning till ADB föranleder ofta utgifter även utanför det egentliga ADB-systemet i samband med eventuellt erforderliga omläggningar av organisation och arbetsformer. Sådana följdutgifter kan exempelvis föranledas av ändringar i lokaldisposition och inredning.

En fullständig parallellkörning av det gamla databehandlingssystemet och ADB-systemet under viss tid erfordras, om man inte har möjlighet att före omläggningen prova program och maskiner tillräckligt ingående för att våga lägga om helt och hållet till ADB »över en natt». Under parallellkörningsperioden måste man vidkännas kostnaderna för såväl det gamla som det nya systemet jämte de kostnader som härrör från själva kombinationen. Det är därför angeläget att om möjligt helt undvika en fullständig parallellkörning eller eljest göra den så kortvarig som möjligt. ADB-historien rymmer varnande exempel på databehandlingstillämpningar med långvarig parallellkörning, beroende på att rutinerna varit otillräckligt utprovade.

Utgifterna för omskolning av friställd personal ingår delvis i posten för personalutbildning; det är uppenbarligen lämpligt att i så stor utsträckning som möjligt i ADB-systemet utnyttja den personal som har varit sysselsatt i det tidigare använda databehandlingssystemet. Problemet med omplacering av den personal som blir överflödigt eller som inte lämpar sig för de nya uppgifterna brukar till en del lösa sig självt, eftersom de personalkategorier som friställs ofta kännetecknas av relativt hög omsättningstakt. En tids stopp för nyanställningar kan därför medföra större delen av den erforderliga personalminskningen. Emellertid måste man alltid räkna med att en viss del av den friställda personalen av åldersskäl eller av andra orsaker inte kan ta arbete på annat håll och inte heller kan sköta något arbete inom ADB-systemet. Man får därvid räkna med kostnader för omskolning av denna personal till arbete utanför databehandlingssystemet eller alternativt placera vederbörande i arbete som är mindre kvalificerat än som motsvarar den utgående lönen.

Bland de löpande utgifterna märks underhåll av datamaskin och tillbehör. Normalt ombesörjes underhållet av maskinleverantörens personal. Vid förhyrning ingår kostnaden för underhållet i hyran. Om användaren har köpt maskinen, betingar sig leverantören en årlig ersättning för underhållet med vanligen cirka 3 procent av utrustningens värde, förutsatt att den används i högst ett skift. Vid användning i tre skift torde underhållskostnaden vara ungefär dubbelt så hög som vid ett skift.

Hyran för lokal för datamaskinutrustningen jämte kringutrustning, arkiv etc. torde i allmänhet spela rätt liten roll bredvid kostnaden för själva utrustningen. Dock får man inte glömma att härutöver åtskilligt utrymme erfordras för personal, exempelvis programmerare.

Även elkraftkostnaden är — framför allt för transistoriserade datamaskiner — förhållandevis obetydlig.

Löner till personal för stansning och annat arbete i samband med databehand-

lingen utgör som regel en mycket stor kostnadspost. Dess storlek kan någorlunda lätt beräknas när man känner volymen av de data som strömmar in till databehandlingssystemet. Emellertid måste man därvid noga tänka igenom hur man skall förfara med korrektion av felskrivna och felstansade data. Det är en allmän erfarenhet att felfrekvensen i inkommande data är hög, beroende på att dataproduktionen innehåller så många manuella moment. Korrektionerna kan dra höga kostnader, för övrigt inte bara för löner, utan också för datamaskinkörningar som ingår i felsökning och korrigerings.

Man får heller inte glömma att räkna med löner för personal som hanterar in- och utgående handlingar och sysslar med annat expeditjonsarbete. I ett manuellt databehandlingssystem kan sådant arbete ofta ingå i andra arbetsuppgifter, varför det är lätt att förbise att man i ett automatiskt system kan behöva speciell personal för pappershanteringen.

Löner till maskinoperatörer torde vanligen uppgå till några procent av kostnaden för datamaskinens hyra eller avskrivning.

Programmeringsutgifter uppträder även bland de löpande utgifterna. Det är en allmän erfarenhet att behovet av programmerare för en databehandlingsanläggning inte avtar nämnvärt efter den ursprungliga omläggningen till ADB. Till en del beror detta på att förutsättningarna för databehandlingen normalt förändras med tiden, vilket skapar ett behov av fortlöpande förändring av programmen. Det är också normalt att man undan för undan lägger över större delar av verksamheten till automatisk databehandling; uppläggningsskedet tar alltså inte slut förrän efter lång tid. Dessutom visar det sig ofta önskvärt att göra om vissa delar av den ursprungliga programuppsättningen därför att man med tiden har kommit underfund med att programmen skulle kunna göras effektivare, exempelvis så att maskintiden för ett givet arbete nedbringas, vilket ger utrymme för nya rutiner. Det är alltså som regel inte realistiskt att tänka sig i varje fall någon större nedskärning av programmerarstaben när ADB-systemet sätter i gång.

Utgiftsposten för hålkort, magnetband, blanketter etc. är ingalunda obetydlig. Icke sällan blir den emellertid lägre än motsvarande post i ett manuellt eller hålkortsmässigt databehandlingssystem.

Sammanfattningsvis kan sägas att engångsutgifterna domineras av två poster, nämligen inköpspriset för den tekniska utrustningen och utgifterna för utbildning, systemuppläggning och ursprunglig programmering, samt att de löpande utgifterna domineras av lönerna till stanspersonal, operatörer och personal för det fortlöpande programmeringsarbetet. Övriga utgifter är vanligen var för sig av mindre betydelse men kan dock sammantagna spela en stor roll.

E 4. Omräkningen från utgifter till kostnader och intäktsbortfall

Utslagningen av engångsutgifterna på den tid, under vilken ADB-systemet skall användas, kan bereda vissa problem, som hänger samman med bestämmandet av avskrivningstid och räntefot. Synpunkter på valet av dessa storheter ges längre fram. Sedan man har bestämt avskrivningstiden (t år) och räntefoten (p procent per år) kan man beräkna en annuitet a på sådant sätt, att summan av nuvärdena av t stycken annuiteter, utfallande vid mitten av vart och ett av de t närmaste åren efter den tidpunkt, för vilken nuvärdena beräknas, blir lika med engångsutgiften K . Med en vid överslagsberäkningar tillräcklig noggrannhet kan man beräkna annuiteten a som $K/t + K \cdot p/200$. Om man exempelvis räknar med en engångsutgift på 1 000 000 kronor, en avskrivningstid av 4 år och en räntefot på 6 procent per år blir annuiteten $(1\,000\,000/4 + 1\,000\,000 \cdot 6/200 =)$ 280 000 kronor.

För den tekniska utrustningen behandlas valet av avskrivningstid separat i det följande i samband med en jämförelse mellan köp, hyra och legokörning. Övriga poster bland engångsutgifterna kan man för att vara på den säkra sidan skriva av på samma tid som den tekniska utrustningen, vars ekonomiska livslängd vanligen torde bli bestämmande för hur länge hela det automatiska databehandlings-systemet i någorlunda oförändrad form kan bestå.

Det kunde måhända synas rimligt att välja en längre avskrivningstid för vissa delar av utgifterna, nämligen de som motsvarar sådana investeringar som inte är tillspillogivna vid en framtida övergång till ny datamaskintyp. Förmodligen är emellertid en sådan uppdelning på olika avskrivningstider i dagens läge sällan motiverad, eftersom redan avskrivningstiden för den tekniska utrustningen tyvärr måste fastställas som resultatet av en grov gissning beträffande takten i den tekniska utvecklingen. Om man måste tillgripa nyanserade avskrivningstider för att få kalkylen att visa lönsamhet, gör man troligen bäst i att tills vidare inte införa ADB, utan se tiden an.

E 5. Köp, hyra eller legokörning

De flesta större datamaskinleverantörer tillämpar ett system enligt vilket användarna antingen kan köpa eller hyra datamaskinerna. Årshyran utgör, då maskinerna används under högst ett skift, vanligen omkring 25 procent av inköpspriset. Vid användning utöver ett skift uttages ett visst belopp per överskjutande timme, vanligen så beräknat att årshyran vid användning i tre skift uppgår till omkring 45 procent av inköpspriset.

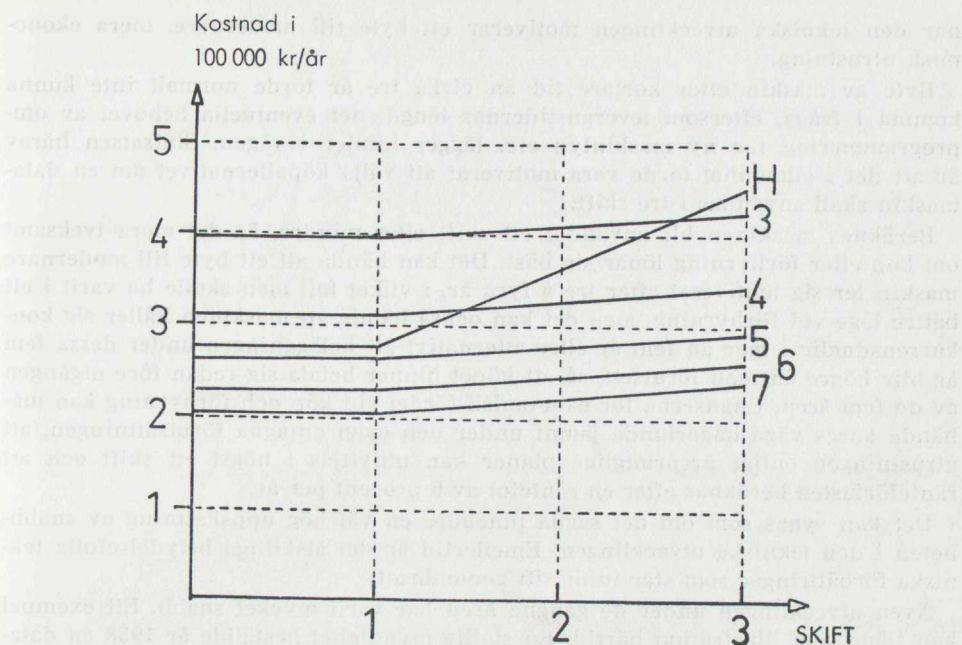
I de nämnda hyresbeloppen ingår ersättning för tekniskt underhåll. Om användaren har köpt utrustningen i stället för att hyra den, kan han med leverantören teckna kontrakt om underhåll mot en viss årlig avgift, vanligen utgörande cirka 3 procent av utrustningens värde vid användning i ett skift och ungefär dubbelt så mycket vid tre skift.

Installationskostnaderna liksom i förekommande fall importkostnaderna betalas av användaren, oavsett om utrustningen köpes eller hyres.

Vanligen kan ett förhyrningsavtal förenas med avtal om option å köp. Härigenom tillförsäkras användaren rätt att, om han så önskar, inom viss tid köpa den förhyrda utrustningen, varvid en del av det erlagda hyresbeloppet avräknas från köpesumman. Ett sådant optionsavtal förutsätter i vissa fall att användaren deponerar ett mindre belopp hos leverantören, vilket är förverkat om köp inte kommer till stånd.

Huruvida köp eller hyra ställer sig fördelaktigast för användaren från ekonomisk synpunkt beror av maskinens utnyttjningsgrad, kravet på förräntning av investerat kapital samt framför allt avskrivningstidens längd. *Figur B 10* visar i diagramform maskinkostnaderna — eller mera exakt uttryckt, kostnader plus eventuella intäktsbortfall på grund av ränteförlust — vid hyra och köp. Årshyran har beräknats enligt de grunder som nyss angivits. I köpfallet har räknats med en annuitet, beräknad på sätt som angivits under avsnitt E 4 — innefattande avskrivning jämte ränteförlust på icke avskrivet kapital vid en antagen räntefot av 6 procent — jämte ersättning för tekniskt underhåll enligt de grunder som angivits under E 3. Annuiteten har beräknats enbart på inköpspriset för utrustningen. Någon hänsyn har alltså inte tagits till installationskostnader och eventuella importkostnader, eftersom dessa kostnader är lika i hyres- och köpalternativet.

Diagrammet ger helt naturligt inte någon uttömmande bild av kostnadssituationen. Bl. a. har räntefoten schablonartat antagits vara 6 procent per år, medan



Figur B 10. Exempel på årskostnad för en datamaskin vid förhyring (H) respektive köp (3—7), i sistnämnda fallet under antagande av avskrivningstider på 3—7 år. Datamaskinen antages kosta 1 miljon kronor i inköp.

man i många situationer torde ha att räkna med helt andra tal. Vidare har det vid diagrammets uppgörande antagits, att kostnaden i köpfallet är jämnt fördelad över ett antal användningsår samt att utrustningens restvärde efter dessa användningsår är lika med noll. Vad diagrammet avser att illustrera är emellertid endast de ungefärliga kostnadsrelationerna mellan hyra och köp samt den inverkan som utnyttjningsgraden har med hänsyn till leverantörernas praxis i fråga om hyresdebitering för andra och tredje skiftet.

Under de förutsättningar, som har antagits vid uppgörandet av diagrammet i figur B 10, är tydligen köp ekonomiskt förmånligare än förhyring om maskinen kan avskrivas på mer än tre år vid användning i tre skift eller mer än fem år vid användning i högst ett skift.

Frågan är då närmast, om tre respektive fem år är en rimlig avskrivningstid för materiel av här ifrågavarande slag. Den fysiska livslängden på datamaskinutrustning är otvivelaktigt väsentligt större än så. Speciellt gäller detta de elektroniska organen, som saknar mekaniskt rörliga delar och troligen kan hållas i fullgott skick i decennier. Den ekonomiska livslängden måste emellertid med hänsyn till den snabba tekniska utvecklingen sättas väsentligt mindre än den fysiska. Det finns anledning anta, att det under de närmaste åren liksom under de senast förflutna i snabb takt skall komma fram nya datamaskintyper och förbättringar på de gamla, med sänkta kostnader per bearbetad enhet som följd. Dessa kostnadsänkningar kan vara så stora att de i och för sig skulle motivera ett utbyte av äldre, fullt funktionsdugliga maskiner. Yppar sig möjlighet till ett sådant byte före avskrivningstidens slut, är man i allmänhet ogynnsammare ställd genom att ha köpt maskinen än man skulle vara om man hade hyrt den. Det gäller att välja en sådan avskrivningstakt, att utrustningen kan beräknas vara helt avskriven

när den tekniska utvecklingen motiverar ett byte till modernare, mera ekonomisk utrustning.

Byte av maskin efter kortare tid än cirka tre år torde normalt inte kunna komma i fråga, eftersom leveranstidernas längd, det eventuella behovet av omprogrammering för ny maskintyp etc. lägger hinder i vägen. Slutsatsen härav är att det i allmänhet torde vara motiverat att välja köpalternativet om en datamaskin skall användas i tre skift.

Beräknas maskinen bli använd i ett skift eller mindre, är det mera tveksamt om köp eller förhyrning lönar sig bäst. Det kan hända att ett byte till modernare maskin ter sig motiverat efter tre à fyra år, i vilket fall man skulle ha varit i ett bättre läge vid förhyrning, men det kan också hända att maskinen håller sig konkurrensduglig i mer än fem år eller alternativt att beläggningen under dessa fem år blir högre än man förutsett, så att köpet hinner betala sig redan före utgången av de fem åren. Chanserna för ekonomisk fördel vid köp och förhyrning kan måhända anses väga någorlunda jämnt under den ovan antagna förutsättningen, att utrustningen enligt ursprungliga planer kan utnyttjas i högst ett skift och att ränteförlusten beräknas efter en räntefot av 6 procent per år.

Det kan synas som om det sagda innebure en väl hög uppskattning av snabbheten i den tekniska utvecklingen. Emellertid är det åtskilliga betydelsefulla tekniska förbättringar som står inför sitt genombrott.

Även utvecklingen under de gångna åren har varit mycket snabb. Ett exempel kan tjäna som illustration härtill. En statlig myndighet beställde år 1958 en datamaskin på förhyringsbasis. Man var väl medveten om att den valda datamaskintypen inte i längden var lämplig, men någon bättre fanns vid detta tillfälle inte tillgänglig på marknaden för det ändamål som det då gällde att tillgodose. Längre fram samma år tillkännagav maskinleverantören att en ny datamaskintyp med i många avseenden betydligt bättre prestanda än den just beställda maskinens hade konstruerats. Våren 1959, innan den först beställda maskinen ännu hade hunnit levereras, bestämde man sig för att teckna kontrakt på en maskin av den nya typen. Den ursprungligen beställda maskinen levererades planenligt på eftersommaren 1959. Den nya maskinen har under våren 1961 levererats och ersatt den ursprungliga. Denna kom alltså att få en ekonomisk livslängd av mindre än två år, varför det var mycket gynnsamt att den var förhyrd. Fallet är ingalunda unikt.

Några ord bör sägas om köpt databehandlingsutrustnings restvärde efter en viss tids användning. Om man äger databehandlingsutrustning, som är fullt brukbar, kan det ändock bli aktuellt att skaffa ny utrustning, antingen därför att man anser sig behöva större kapacitet och maskinanläggningen inte kan byggas ut ytterligare eller därför att den nya utrustningen erbjuder stora tekniska fördelar i förhållande till den gamla. Man kan då ha tre möjligheter att välja mellan, nämligen att byta till den nya utrustningen, att skaffa den nya för att använda den parallellt med den gamla och slutligen att avstå från nyanskaffningen och försöka att trots allt klara sig med de maskiner man har. Av stor vikt för valet mellan dessa möjligheter är vilket värde den gamla utrustningen representerar, dels vid försäljning och dels vid fortsatt bruk.

Vad beträffar försäljningsvärdet av äldre datamaskinutrustning gör man säkert klokt i att inte ställa för stora förhoppningar på marknadspriset, ty den tekniska utvecklingen gör att nyare materiel i allmänhet har väsentligt bättre prestanda vid givet prisläge, och den som skall betala installations- och uppläggningskostnader för ett databehandlingssystem vill nog i allmänhet inte betala mycket för materiel som redan är delvis föråldrad. Vid byte till ny utrustning av samma fabrikat som den gamla torde man emellertid i vissa fall kunna räkna med ett inbytesvärde

som följer fasta normer och som kan vara förmånligare för köparen än det pris han kan erhålla i marknaden.

Mera gynnsamt kan man bedöma bruksvärdet vid fortsatt egen användning. Detta bruksvärde kan man ju tillgodogöra sig utan att behöva vidkännas några nya utgifter för installation eller uppläggningsarbete. Det årliga bruksvärdet av den gamla utrustningen kan man få fram genom att räkna ut hur mycket det skulle kosta att med nyanskaffad utrustning göra det arbete som den gamla utrustningen redan utför — inklusive de kapitalkostnader som härrör från eventuell programmering m. m. — samt dra ifrån de rörliga kostnaderna, dvs. underhåll, operatörspersonal etc., för den gamla utrustningen.

Det är att observera att bruksvärdet, beräknat på detta sätt, är oberoende av vad man en gång har betalat för den utrustning man äger. Om en ägd databehandlingsanläggning har ett sådant bruksvärde, att det inte lönar sig att ersätta utrustningen med ny, är detta alltså inget bevis för att det en gång gjorda inköpet var klokt. Det kan mycket väl hända att det skulle ha varit förmånligare att hyra utrustningen, att köpa utrustning av annan typ eller att över huvud taget inte skaffa sig databehandlingsutrustning, men när man en gång har köpt den och har att dras med kapitalkostnaderna för den, kan det vara bättre att använda den än att sälja den till underpris och köpa ny.

På grund av vad som nu nämnts kan man vänta sig att de datamaskinanvändare, som hyr sina maskiner, i allmänhet kommer att finna det med sin fördel förenligt att hålla sina maskinanläggningar mera moderna än som är möjligt för dem som är låsta av köpt utrustning. Tendenser i denna riktning kan redan nu skönjas.

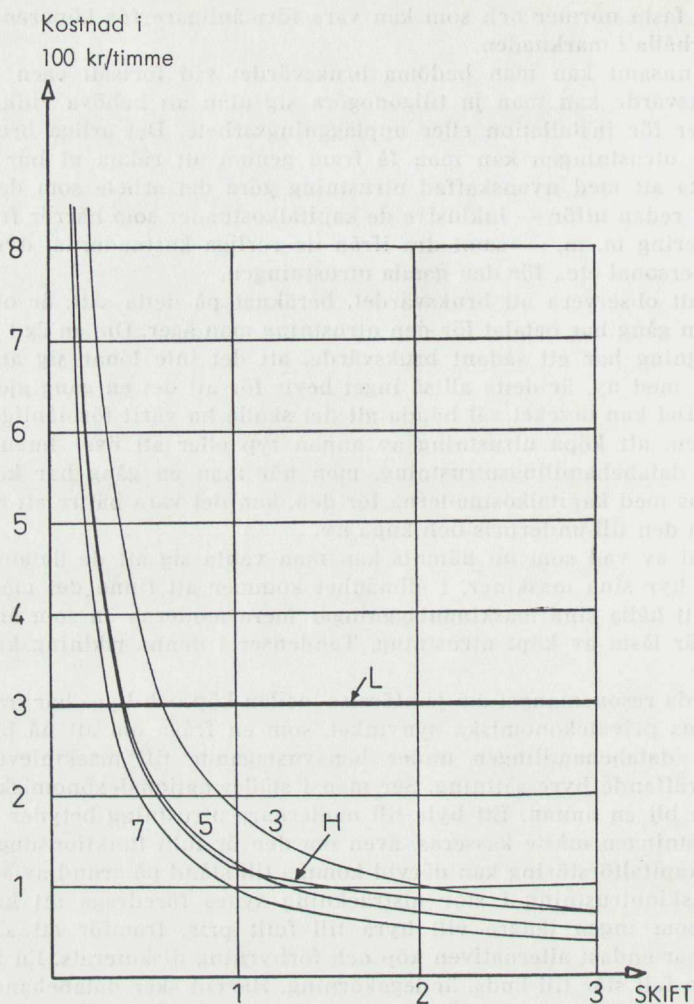
I det förda resonemanget om jämförelse mellan köp och hyra har frågan setts ur användarens privatekonomiska synvinkel, som en fråga om att nå bästa möjliga ekonomi i databehandlingen under hänsynstagande till maskinleverantörernas praxis beträffande hyressättning. Ser man i stället nationalekonomiskt på frågan, kan bilden bli en annan. Ett byte till modernare utrustning betyder ofta att den äldre utrustningen måste kasseras, även om den är fullt funktionsduglig. En icke önskvärd kapitalförstöring kan därvid komma till stånd på grund av att uthyrarna av datamaskinutrustning i stor utsträckning synes föredraga att kassera äldre materiel, som ingen längre vill hyra till fullt pris, framför att sänka hyran.

Hittills har endast alternativen köp och förhyrning diskuterats. En tredje utväg, som i vissa fall står till buds, är legokörning. Härvid sker databehandlingen i en datamaskin som är uppställd på annan plats än i användarens egna lokaler, exempelvis hos en s. k. servicebyrå, och som ställts till förfogande mot en viss avgift per tidsenhet. Timpriset för legokörning i en datamaskin är vanligen 200 à 400 kronor per miljon kronor av datamaskinpriset.

Hur denna prisnivå förhåller sig till kostnaden vid köp och förhyrning illustreras av *figur B 11*. För köp och förhyrning har timkostnaden i *figur B 11* härletts ur årskostnaden enligt *figur B 10* genom division med antalet utnyttjade timmar per år vid olika utnyttjningsgrad. Man ser ur diagrammet att legokörning under ett halvt skift grovt taget kostar lika mycket som förhyrning under ett helt skift.

Här måste emellertid två väsentliga reservationer göras. För det första är jämförelsen inte fullt rättvisande, eftersom i avgiften för legokörning kostnaderna för åtskilliga tjänster, som servicebyråns normalt åtar sig, är inräknade, t. ex. att hålla lokal, operatörer och viss programmeringspersonal. För det andra — och det är långt viktigare — gäller jämförelsen endast om det är fråga om samma maskintyp i hyresfallet och legokörningsfallet. Och det är en förutsättning som ofta inte är för handen.

En servicebyrå, som skall betjäna ett stort antal kunder, har givetvis normalt



Figur B 11. Exempel på timkostnad för en datamaskin vid förhyrning (H), vid legokörning (L) och vid köp (3, 5, 7). Kurvorna 3, 5 och 7 motsvarar avskrivningstider på 3, 5 och 7 år. Datamaskinen antages kosta 1 miljon kronor i inköp.

en flera gånger så stor bearbetningsvolym som var och en av kunderna. Den kan och bör då också hålla sig med en datamaskinanläggning av större kapacitet än någon av kunderna ensam skulle kunna utnyttja. Större datamaskiner är — vid tillräckligt god utnyttjning — regelmässigt mera ekonomiska än mindre sådana, i det att snabbheten hos en datamaskin mycket grovt räknat brukar vara proportionell mot kvadraten på priset. Om en datamaskin användare har en sådan daglig databehandlingsvolym, att den skulle sysselsätta en liten maskin under ett helt skift, kanske den kan klaras i en större servicebyråmaskin på en bråkdel av ett skift och till en kostnad som är betydligt lägre än den som skulle gälla vid användning av den mindre maskinen.

Till de större maskinernas ekonomiska fördelar i fråga om maskinkostnad kommer också mången gång en fördel i fråga om programmeringskostnad. Program-

mering av ett givet arbete går i många fall snabbare och blir därmed billigare vid användning av en större maskin, som ofta medger användning av mer avancerade automatkodningssystem och där man dessutom inte behöver ägna så mycket tid åt att utforma programmet så att det snålar med maskintid och minnesutrymme.

Vid legoalternativet undgår man vidare en stor svårighet, som eljest uppträder för den som skall införa automatisk databehandling, nämligen tvånget att — för att databehandlingen skall bli lönsam — på en enda gång, vid leveransen av en datamaskin, lägga över en mycket stor mängd arbete till ADB. Vid legokörning kan man successivt lägga över allt flera delar av verksamheten till ADB utan att vid någon tidpunkt betala för mer maskintid än man utnyttjar. Man kan därvid redan från början utnyttja en stor anläggnings fördelar, under det att man vid köp eller förhyrning kanske frestas att starta med en mindre anläggning, som successivt bygges ut, något som försvårar systemlösningen för de arbeten som först skall läggas om till ADB. Det är dock att observera att man vid legokörning av regelbundet återkommande arbete bör ha försäkrat sig om att för lång tid framåt få tillgång till maskintid, exempelvis genom tecknande av långtidskontrakt med servicebyrån.

Legokörningsalternativet medför vissa praktiska olägenheter genom att maskinen inte finns uppställd i användarens egna lokaler och inte heller kan disponeras vid vilken tidpunkt som helst. Dessa olägenheter kan i vissa fall, men inte alltid, omräknas till rena kostnader.

E 6. Sammanfattning av kostnadssynpunkterna

Kostnaderna för personalutbildning, systemarbete och programmering är stora, svårberäknade och hittills ofta underskattade. Kostnaderna för maskinanvändningen är stora och mera lättberäknade. Om datamaskinen måste finnas i användarens egna lokaler står valet mellan hyra och köp. Det sistnämnda ställer sig ekonomiskt sett åtminstone vid treskiftsdrift klart förmånligare, under förutsättning av måttliga krav på förräntning av investerat kapital. Mera tveksamt är fallet vid drift i högst ett skift. Ofta kan stora ekonomiska fördelar i förhållande till både köp- och hyresalternativet stå att vinna genom legokörning, dels genom att endast använd maskintid behöver betalas och dels genom att större, mera ekonomiska datamaskiner kan utnyttjas.

Sak- och ordregister

- Absolut kod 28
Accesstid 19
ADB (automatisk databehandling): se Databehandling
Administrativ databehandling 35
Adress 7
Adressmodifiering 8
Adresstabell 33
Analog-digitalomvandlare 19
Arbetsgrupp 60
Aritmetisk enhet 14
Aritmetiska operationer 8, 13
Automatisk databehandling: se Databehandling
Automatisk datamaskin (eller enbart Datamaskin):
För behandling av data med minne utrustad maskin, vars arbete styrs av ett i minnet lagrat program och som automatiskt, genom modifiering av programmet, kan anpassa sitt verkningssätt efter under behandlingen erhållna resultat¹
Automatisk kodning 28
Automatisk korrigerig 25
Ballistiska beräkningar 36
Bandarkiv 72
Batch processing 31
Bearbetning satsvis 31
Berättande orderspråk 28
Bill feed 18
Binärkodad decimal representation 10
Binär maskin 10
Binärt informationselement 9
Binärt talsystem 10
Blockdiagram 64
Buffertminne 19
Cell 7
Centralenhet 14
Checksorterare 17
Data 9
Databehandling:
Generellt begrepp för alla former av system för behandling av data. — Databehandling i en automatisk datamaskin kallas automatisk databehandling. — Databehandling med eller utan hjälp av datamaskin där principen är att olika arbetsmoment så långt möjligt samordnats kallas integrerad databehandling. Speciellt används denna term då den information, som utgör resultatet av ett moment i behandlingen, automatiskt registreras i maskinellt läsbar form — t. ex. på hålremsa, hålkort eller magnetband — så att behovet av mänsklig arbetskraft för kopiering av data från en handling till en annan minskas.¹
Databehandling, administrativ 35
Datafel 24
Datakontaktgruppen 21
Datamaskin:
Förkortat uttryck för automatisk datamaskin.¹
Datatransmission 21, 41
Decimal maskin 10
Decimalt talsystem 10
Digital-analogomvandlare 19
Direktbearbetning 31
Direktminne 19, 31
Driftsäkerhet 24
Eller-grind 12
Etiketter på magnetband 72
»Fadersband, farfarsband» 32
Felrutiner 55
Ferritkärna 11
Ferritkärnminne: se Kärnminne
Fjärrskriftutrustning 22

¹ Definition enligt Svenska Elektrotekniska Normer (SEN 01 16).

- Flip-flopsystem 32
- Flödesplan 29, 39, 63
- Formelskrivande orderspråk 28
- FOSDIC 18
- Fotoelektrisk hålsläsare 11
- Fördröjningsledningsminne 20, 21
- Generation (av magnetband) 32
- Grind 12
- Hardware checking 25
- Hoppinstruktioner 8
- Hoppvillkor 8
- Hålkort 10, 16, 18
- Hålkortskalkylator 9
- Hålkortsläsare 15
- Hålsläsare 10, 16, 18
- Hålsläsare 15
- Inbyggda kontroller 25
- Indikeringsorgan 20
- Information 9
- Information retrieval: se Informations-sökning
- Informationsrepresentation 10
- Informationssökning 35, 49
- Inkörning 28, 70
- Inmatningsoperationer 8
- Instruktion 7
- Integration, integrering 55
- In-utorgan 15
- Integrerad databehandling: se Databehandling
- Inverterare 12
- Katastroffel 55
- Klartextläsare 17
- Klockgenerator 13
- Kodare 70
- Kodning 26
- Kodsystem (för datatransmission) 23
- Komplementering 13
- Komponent 14
- Konstruktion av datamaskiner 9
- Kontroller 25
- Kopiering 8, 12
- Kostnader 59, 65, 74
- Kretsteknisk konstruktion 9
- Kärnminne 20
- Legokörning 74, 81
- Linjär programmering 48
- Loggbok 21
- Logisk konstruktion 9
- Logiskt byggelement 9
- Lämplighetstest 61
- Magnetband 11, 17, 19
- Magnetisk tryckfärg 17
- Management by exception 39, 44
- Manöverorgan 20
- Manöverpulpet 20
- Mark sensing 18
- Mikrosekund: miljondels sekund 21
- Mikrotempo 13
- Millisekund: tusendels sekund 21
- Minne 7, 19
- Minnescell 7
- Minneselement 11
- Minnessiffra 13
- Modifiering av program 8
- Multiprogrammering 32, 36
- Nätfrekvens 72
- Och-grind 12
- Off-line 22, 24, 31
- Omkodning 10, 23
- Omvandlare 23
- On-line 22, 31
- Operation 7
- Operationsanalys 48
- Operationslista 7
- Operatör 70
- Operatörsfel 24
- Ord 7
- Orderspråk 28
- Parallellbearbetning 73
- Paritetskontroll 25
- Personalinformation 62
- Personval 60, 70
- Planering (av databehandlingsarbete; jfr Tillverkningsplanering) 26, 54
- Position 10
- Post 29
- Primärminne 20
- Program 7
- Programmerade kontroller 25
- Programmerare 70
- Programmering (för datamaskiner) 26, 70
- Programmering, linjär och icke linjär 48
- Pseudokod 28
- Random access memory 19
- Real time 31
- Register (i registervård; jfr Vipregister) 31
- Registervård 30, 37
- Registrering 49
- Rimlighetskontroll 39, 44
- Satellitssystem 24

- Sekundärminne 20
 Sekvensminne 19, 31
 Serial access memory 19
 Servicebyrå 81
 Skivminne 21
 Skolschemaläggning 48
 Skrivare 18
 Skrivskyddsring 73
 Slumptalsgenerator 52
 »Sonband» 32
 Sortering 29
 Språköversättning 51
 Standardprogram 28
 Stansning 15, 55
 Streckmärkning 18
 Styrenhet 14
 Synkronisering 12
 Systemarbete 26
 Systemman 26, 70
 Systemuppläggning 67
 Tangenter 15
 Tecken 9
 Telexnätet 22
 Testdata 28, 71
 Tidsuppdelning 19
 Tillverkningsplanering 46
 Time sharing 19
 Transaktion 31, 39
 Transportproblemet 48
 Trumminne 20
 Udda-jämnkontroll 25
 Underhåll 76
 Uppdatering 37
 Utmatningsoperationer 8
 Vakanser i nummerserie 33
 Valör 9
 Verktygsmaskiner 19
 Villkorlig hoppinstruktion 8
 Vippa, vippregister 11
 Visuellt register 33
 Väderleksprognoser 36
 Xerografisk skrivanordning 18
 Yttre minne 17
 Överlappning 19
 Översättningsprogram (jfr Språköver-
 sättning) 28



NORDISK UDREDNINGSSERIE (NU) 1961

1. Den nordiske husholdshøgskolen.
2. Nordens folkelige akademi.
3. Nordisk filmsamarbeid.
4. Internordiske flytteattester.
5. Nordisk arbeidsmarknad för sjöfolk.
6. Gemensam lagstiftning i rättstillämpningen.
7. Prøvning af dentalmaterialer.

STATENS

OFFENTLIGA UTREDNINGAR 1961

Systematisk förteckning

(Siffrorna inom klammer beteckna utredningarnas nummer i den kronologiska förteckningen)

Justitiedepartementet

Begravningsplatser och gravar. [5]
Underrätterna. [6]
Den allmänna brottsregistreringen. [11]
Pensionsstiftelser. I. [14]
Kriminalvård i frihet. [16]
Vissa frågor rörande allmänna val. [20]
Författningsutredningen. V. Organisationer. Beslutsteknik. Valsystem. [21]
Redarensarets begränsning. [33]
Djurplågeri, vetenskapliga djurförsök samt djurskyddsordning. [45]
Reviderad hyreslag. [47]
Utsökningsrätt. I. Partiella reformer. [53]

Utrikesdepartementet

Administrationsutredningen för biståndet till utvecklingsländerna. 1. Den svenska utvecklingshjälpsadministration. [22] 2. Den svenska utvecklingshjälpen. Expertrekrytering och stipendiatmottagning. [50]

Försvarsdepartementet

Enhetlig ledning av krigsmakten. [7]
Totalförsvarets upplysningsverksamhet. [18]
Flygbuller som samhällsproblem. [25]

Socialdepartementet

Byggnadsindustrins arbetskraft. [19]
Förtidspensionering och sjukpenningförsäkring m. m. [29]
Handläggning av bostadslån. [32]
Ändamålsenliga studentbostäder. [35]
Stöd åt barnaföderskor. [38]
Lag om allmän försäkring, m. m. [39]
Bostadsbyggnadsbehovet. [51]
Effektivare arbetsförmedling för tjänstemän. [55]
Sociallagstiftningen och de s. k. beroende uppdragstagarna. [57]
Översyn av nykterhetsvården. [58]

Kommunikationsdepartementet

Statliga belastningsbestämmelser av år 1960 för byggnadsverk. [12]
1953 års trafikutredning. I. Svensk trafikpolitik. [23] 2. Svensk trafikpolitik. II. Bilagor. [24]
Byggnadsstyrelsens organisation. [48]

Finansdepartementet

Sparstimulerande åtgärder. [2]
Automatisk databehandling inom folkbokförings- och uppbördsväsendet. [4]
Preliminär nationalbudget för år 1961. [10]
Reviderad nationalbudget för år 1961. [26]
Stämpel- och expeditionsavgifter. [37]
Mål och medel i stabiliseringspolitiken. [42]
Förenklingar i utskänkingslagstiftningen — Ciderfrågan. [52]
Ändrade bestämmelser om ackumulerad inkomst. [56]
Den automatiska databehandlingens teknik. [60]

Ecklesiastikdepartementet

1957 års skolberedning. 5. Hjälpmedel i skolarbetet. [17] 6. Grundskolan. [30] 7. Läroplaner för grundskola och fackskolor. [31]
Kungl. Teatern. Verksamhet och ekonomi. [28]
Tandsjukvården vid de odontologiska läroanstalterna. [36]
Användningen av August Abrahamsons stiftelse å Nääs. [43]
Folkbildningsarbete och ungdomsverksamhet. [44]

Jordbruksdepartementet

Totalisatorverksamheten. [1]
Lantbrukets yrkesskolor. [13]
Förslag till jordförvärvslag m. m. [49]
Klubbverksamheten bland ungdomen på landsbygden. [59]

Handelsdepartementet

Effektivare prisövervakning. [3]
Skifferoljefrågan. [27]

Inrikesdepartementet

Om läkarbehov och läkartillgång. [3]
Principer för en ny kommunindelning. [9]
Polisens brottsbekämpande verksamhet. [15]
Huvudmannaskapet för polisväsendet m. m. [34]
Länsindelningen inom Stockholms- och Göteborgsområdena. [40]
Reviderad giftlagstiftning. [41]
Boxningssportens skadeverkningar. [46]
Ersättning för kommunala förtroendeuppdrag. [54]