



Jacquards vävmaskin i modern upplaga.

# AUTOMATION och MATEMATIK- MASKINER

**K**AN MAN DRIVA INDUSTRIER helt utan manuell arbetskraft? Är det ekonomiskt försvarbart att helt ersätta den mänskliga arbetskraften med maskiner? Och hur går det för människan själv i en helautomatisk produktionsprocess? Karl-Erik Lundevall lät tre fackmän belysa dessa frågor i ett radio-program den 29 december.

**I** OCH FÖR SIG är automatisering av maskiner inte något nytt. Inte ens om man kräver att maskinen skall kunna ha ett inre minne, alltså vara kapabel att ta emot order och arbeta efter dem på egen hand. En fransman som hette Jacquard fullbordade en automatisk vävstol redan omkring 1808 och det sägs, att elva år efteråt var inte mindre än 11 000 sådana programstyrda vävmaskiner igång i Frankrike. Då använde man visserligen mänsklig arbetskraft för driften, men styrningen var automatisk genom ett slags stora pappkort med hål i, som vävstolen använde för att känna efter hur den skulle spela sitt mönster.

Ett annat känt exempel på automatisering är James Watt, som 1767 hittade på att sätta automatisk regulator på ångmaskinen. Det var heller inte något nytt. Det hade använts liknande saker för länge sedan.

Hur kommer det sig då att man just nu, i dessa sista år, har talat så mycket om automation? Ja, delvis beror det nog på den stora kampanjen för produktivitet. Den har satt spår i sinnena. Man begär en högre levnadsstandard, man begär att slippa alltför hårt handarbete och alltför

**Av prof. EDY VELANDER**

enformiga upprepningar. Man önskar att maskinerna skall kunna ta emot ett program och arbeta efter det. Men, det beror nog också på att det tekniska underlaget för automatisering genom en rad omständigheter har tillkommit på senare år.

Det var kriget som drev fram en komplicerad militär automatik, utan någon hänsyn till kostnaderna. Man konstruerade autopiloter för flygplan och robotprojektiler, man gjorde automatiska eldledningsmaskiner för luftvärnsbatterier, man gjorde alla möjliga servotekniska organ för skiftande ändamål. Man kan nog säga att dessa lärdomar nu delvis smids om till plogbillar, som det gamla talesättet låter.

Det är också en annan sak som har spelat stor roll och det är matematikmaskinerna.

**EN STOR HÄNDELSE** i Sverige i år är, att en verkligt snabb elektronisk räknemaskin har blivit färdig och tagits i regelbundet bruk. Den heter BESK och det betyder Binär Elektronisk Sekvenskalkylator. Maskinen består av elektronrör och har förmågan att ta emot order, dels siffror och upplysningar, dels också order hur den skall räkna, multiplicera, dividera eller vad den skall ha för sig. Den utför alltså med en fantastisk hastighet en massa tråkiga och besvärliga räkneoperationer. Det normala är att man precis som på Jacquards tid, slår ut hål i en remsa eller på ett hälkort. Detta förstår då maskinen att tolka till arbetsorder. Man kan också använda fotografiska remsor och andra metoder för att förklara, vad man vill att maskinen skall göra.

Utomlands går utvecklingen på matematikområdet med väldig snabbhet, och

det finns nu så många mirakelmaskiner, att man behöver en hel handbok för att hålla reda på alla, De används till de mest besynnerliga saker. Inte bara att räkna multiplikationstabellen. En stor statistikmaskin i Amerika, som heter FOSDIG, används för folkräkningen. Data från rapportformulären förs in på kodkort och mikrofilmas och filmen körs sedan i en väldig fart genom maskinen. Där finns apparater, som optiskt avsöker koden och utför de önskade statistiska sammanställningarna.

En forskare vid Harvard University håller på att jämföra 311 olika översättningar av Nya Testamentet för att ordna dem i likartade grupper. Småningom vill han komma fram till en slutsats om vilka översättningar som är mest lika det grekiska originalet, för det är ju för länge sedan bortkommet. För att nämna ett exempel till, så finns det en professor Lindqvist i Iowa som årligen

.....

**EDY VELANDER** är professor och verkstäl-  
lande direktör vid In-  
genjörsvetenskapsaka-  
demien sedan 1941. Han  
är född i Jönköping 1894,  
student i Skara 1912 och  
civilingenjör vid KTH:s  
elektroniska linje 1916.  
Bedrev fortsatta studier  
i Berlin, Harvard och  
Massachusetts Institute of technology samt  
blev assist. lärare vid Harvard 1919. 1920-27 var  
han byråingenjör vid Vattenfallsstyrelsen, blev  
1936 verkst. dir. i Svenska elverksförbundet,  
1934 verkst. dir i Fera och vik. verkst. dir. vid  
IVA 1938-40. Bland hans många uppdrag kan  
nämnas ledamotskap av tekniska forsknings-  
rådet och av träforskningsinstitutet sedan 1942  
och av Jordbrukstekniska institutets styrelse  
sedan 1948 samt särskilt uppdrag som tekniskt  
råd vid svenska legationen i Washington 1943



bearbetar 70 000 betygsformulär för ansökningar till 400 skolor. Det går på tolv timmar i matematikmaskin, men arbetet tog förr i världen 60 personer fem veckor. Ett lustigt problem, som i all sin enkelhet tycks vara ganska besvärligt vid kodningen och som därför ofta diskuteras vid sammanträden om matematikmaskinerna, kallas för »The Travelling Salesman». Det går ut på att med maskin räkna ut vilken resplan som ger kortast möjliga kilometertal för handelsresande, som önskar besöka samtliga större städer i Förenta Staterna.

**NU** KAN MAN FÖRSTA, att när matematikmaskinerna kan göra sådana broderier är det frestande att använda samma metodik för att lära maskiner i fabrikena att tillverka sina produkter. Det är just det som nu pågår på alla håll. I den kemiska industrin har man för länge sedan kommit ganska långt med automatisering och då går man i allmänhet över till kontinuerlig drift. Man använder olika mätinstrument som får rapportera till ett slags matematikmaskin, som sedan ställer regleringsorganen.

Det är mycket svårare att få automatisering vid styckearbeten inom en mekanisk verkstadsindustri. Där angriper man framför allt transportproblemen. Om transporterna flyter jämnt och automatiskt, så kan ju t. o. m. en styckegodstillsverkning förvandlas till ett slags kontinuerlig process. Det är också just vid transporterna mellan olika arbetsställen och för uppsättning av maskinerna och sådant som mänsklig arbetskraft hittills har spelat roll och därför också fått tunga arbetsuppgifter. Därför är det mycket viktigt att man kan komma fram till automatisering på dessa områden. Som ett

litet exempel kan jag nämna, att i en äldre motorfabrik, en Fordfabrik vid River Rouge, behövdes det 9 timmar för att forsla och bearbeta ett gjutet cylinderblock från gjuteriet och fram till montaget. I en ny fabrik i Cleveland behövs det 14,6 minuter för alldeles samma sak. Och det är rätt mycket beroende på att just transporterna har blivit automatiserade.

**MYCKET** AV DET som vi i dagligt tal kallar automatisering är faktiskt mekanisering och elektrifiering. I det sammanhanget kanske man kan skilja på hävstångseffekt och automation. Nu använder jag ordet automation, som började bli modernt i Amerika för något år sedan och med vilket man vill säga något mer än automatisering. När stenåldersmannen satte en hävstång under ett stenblock som han inte orkade lyfta själv, så mekaniserade han processen, kan man säga. Han använde en mekanik. Den moderna människan använder massvis med invecklade hävstångssystem och mekaniker, t. ex. när hon med hjälp av en fingerskiva på en automatisk telefon väljer sig fram kors och tvärs genom landet till det önskade numret. Det där brukar man sammanfatta under namnet servoteknik. Men med automation menar man något mer. Man vill att maskinen inte bara skall kunna arbeta efter ett program, som anges på förhand, utan den skall kunna kontrollera sitt eget arbete genom att jämföra produkter med programmet och sedan själv göra behövliga justeringar för att eliminera eventuella avvikelser. Den skall alltså bli en tänkande maskin, det är nog ingen överdrift att säga.

Ett känt exempel på programstyrning är automatsvarven. En mera avancerad form är kopieringsmaskinen. I den löper



Så här ser den nya svenska matematikmaskinen ut. Till vänster ser vi närmast kontroll-enheten, därnäst Williams-minnet och längst bort aritmetiska enheten. Längst bak i mitten kraftaggregat. På borden till höger remsläsare, provisoriskt kontrollbord samt skriv-maskin för utskrift av resultatet, som man får fram vid operationerna med maskinen.

ett känsselfinger utefter ytan på en modell och genom en pantografanordning fräsen utefter arbetsstycket, så att det i viss skala återbildar modellen. Ibland har man mera invecklade servosystem för styrningen av den här kopieringsmaskinen. Vid all sådan kopiering uppstår emellertid ett visst fel, som man vid noggrant arbete måste mäta upp för att kunna göra en korrigerig för hand i maskinen. Automationen skulle då bestå i att ett annat känsselfinger följer ytan på den kopierade biten och rapporterar till styrorganet alla avvikelser från modellens exakta form. Sedan sker automatiskt

justering, så att felet försvinner och produkten blir exakt lik modellen.

**I**NOM AUTOMATIONEN finns det två skilda skolor. Den ena utgår från befintliga typer av svarvar, fräsar, bormaskiner och annat och söker ersätta arbetarens handgrepp med automatiska anordningar. Den andra skolan vill konstruera helt nya arbetsmaskiner, som man aldrig har sett maken till förr och som från början är avsedda för automation. I det ena fallet söker man rädda den enorma investering som finns i nuvarande maskinparken och inriktar sig

på en kompromiss. I det andra fallet siktar man på ett mera avlägset framtida mål. Den automatiska fabriken drömer man alltså fram som en enhet för sig.

Vid Massachusetts Institute of Technology i närheten av Boston vid Cambridge pågår ett stort experiment enligt den förra principen. Det är den amerikanska marinen som har bekostat tillverkningen av en produktionsautomat för tillverkning av godtyckliga enkelböjda ytor i en fräsmaskin. Det är en relativt konventionell typ av fräsmaskin men den har försetts med tillsatser och servo-system. Den styrs av en hålremsa, som är baserad på ritningarna, och där finns kontrollorgan som via ett slags matematikmaskin övervakar att det färdiga arbetet nog stämmer med ritningen. Det är alltså ett taktiskt utförande av den idealiserade bild, som jag nyss gav.

Den andra typen av automation kanske kan illustreras med en kopieringsmaskin, som har byggts som experiment och som i stället för att styras av en på förhand gjord modell styrs direkt av en hålremsa, som är baserad på ritningarna. Vinsten kan bli mycket stor på en sådan automatik. En enda modell av ett flygplan för prov i en överljudstunnel lär kosta uppåt 100 000 kronor. Om man nu i stället gör halva modellen för hand och sedan använder en automatiserad självkontrollerad kopieringsmaskin för att framställa den andra halvan, så kan man redan göra stora besparingar. Men ändå finare vore det, om man från början kunde slå ut arbetsorder på en hålremsa och låta kopieringsmaskinen arbeta direkt från den. Däråt är det nog man siktar vid automationen.

Det finns redan en rad olika konstruktioner av tillsatsapparater till verktygs-

maskiner och matematikmaskiner, som automatiskt omsätter information beträffande produktens form till en kod som produktionsautomaten kan arbeta efter.

Nu är det klart att investeringen i dylika produktionsautomater blir väldigt hög, men det märkliga är att de utan omställning annat än i remsan kan fås att tillverka helt olika formade produkter. De skiljer sig alldeles från gammaldags automatiska maskiner, som är gjorda för att tillverka 100 000 exakt likadana bitar t. ex. Men det är just denna smidighet genom programkörningen, denna universalitet, som gör att produktionsautomaten borde få rätt stor betydelse även i industrier, som måste räkna med små serier. Man kan variera serierna. Det är därför all anledning, tror jag, också för svenska forskare och industrimän att ta automationen på allvar och följa utvecklingen. Den grundläggande tekniken finns redan i matematikmaskinerna. Och vi har lärt oss väldigt mycket av den militära automatiken. Nu gäller det för ingenjörerna att smida om detta till praktiskt användbara automatiska fabriker.

## Automationen ur social och ekonomisk synpunkt

Av fil. dr Jan Wallander

SOM FRAMGÅTT av vad Edy Velander sagt, så är det här man kallar automation och automatisering inte något som kan beskrivas på ett enkelt sätt, och olika människor tänker ofta på rätt olika saker när de talar om det. Det gör naturligtvis att det är rätt svårt att tala

om vilka ekonomiska och sociala följder och problem som detta nya kan komma att leda till — det är på sätt och vis lättare att säga vad det *inte* kommer att innebära. Det kommer t. ex. inte att betyda att vi *plötsligt* får stora, nya fabriker, där produktionen sköts av en eller ett fåtal man från ett kontrollrum och att arbetarna i de gamla fabrikererna samtidigt ställs utan arbete. Den förändring som här kommer att ske är en förändring på lång sikt, som av allt att döma kommer att ske gradvis i de olika företagen. Det är också en förändring av produktionsmetoderna som i vissa typer av industrier redan är av ganska gammalt datum. Det gäller t. ex. den kemiska industrien. Detta nya leder heller inte till något plötsligt friställande av en mängd folk — detta inte bara därför att det sker gradvis utan också därför att det kommer att krävas en hel del arbetare även i de automatiserade fabriker, inte bara för att så att säga sköta det löpande utan kanske framför allt för att reparera maskinerna, ställa in dem för nya tillverkningar o. s. v. En hel del av dem som frigörs genom den ökade mekaniseringen behövs naturligtvis också i de industrier som skall göra de maskiner, som den nya typen av fabriker behöver och till sist behövs det mera folk för att sköta distributionen av alla de varor som fabrikererna framställer.

Men det är klart att själva vitsen med automation liksom med all produktivetsförbättring är, att vi skall kunna producera lika mycket som förut med mindre folk — så naturligtvis blir det några över. Men våra tidigare erfarenheter visar oss att *det* behöver inte bli något problem om vi sköter oss med en smula skicklighet — utan tvärtom. Vi kommer att få möjlighet att välja om vi vill ha mer fritid

eller högre levnadsstandard. Det är väl heller inte otroligt att vi kan få både det ena och det andra.

••  
ÄR DET DÅ TROLIGT att automationen verkligen kommer att spela någon större roll i det svenska näringslivet i framtiden? De exempel på automation som man känner till rör ju ofta mycket stora enheter, t. ex. Fords motorfabrik i Cleveland. Den fabriken framställer 4 000 motorer per dag. Volvo som ju inte är något litet svenskt företag har en dagsproduktion på ungefär 180 motorer. Med den mycket begränsade marknad som vi har blir det kanske svårt för oss att komma upp i så långa produktionsserier att en automation verkligen lönar sig ekonomiskt. Ser man saken på det sättet får man naturligtvis en ganska pessimistisk syn på den nya teknikens möjligheter i vårt land. Det finns emellertid de som hävdar — och som Ni hörde så var Edy Velander en av dem — att man mycket väl kan tänka sig automation även om man inte har långa serier. Men det finns en hake till. Det är alldeles tydligt att en automatisering under alla omständigheter

\*\*\*\*\*

#### JAN WALLANDER

är chef för Industriens Utredningsinstitut sedan sommaren 1953. Han föddes 1920, blev fil. dr 1949. Redan från 1945 var han verksam vid Industriens Utredningsinstitut och hans arbete där resulterade i en avhandling om flykten från skogsbygden. Dr Wallander har också varit knuten till Studieförbundet Näringsliv och Samhälle som chef under åren 1951—1953.



kommer att kräva mycket stora investeringar. Kan vi klara den saken?

När det gäller frågan om våra resurser och vad de kan räckta till för så tror jag att man i de här sammanhangen ofta har gett den saken litet felaktiga proportioner. Man bör nämligen komma ihåg att när man talar om investeringar, det vill säga om utgifter för att bygga bostäder, vägar, skolor, fästningar, kraftverk och fabriker, för att skaffa kanoner, lokomotiv, lastbilar, bussar, traktorer, skördeutröskor, valsverk och mycket, mycket annat, så är i allt detta maskinerna till fabriken i själva verket en ganska liten post. I år, när man har skaffat ganska mycket maskiner till de svenska fabriken, så kan deras andel av hela investeringssumman uppskattas till 10—11 procent. Mot den bakgrunden är det litet svårt att tro, att vi inte skulle ha resurser för automatisering av vår industri, om det visar sig vara något som lönar sig bra. Fatta emellertid inte vad jag sagt som att vi överhuvud kommer att ha gott om utrymme för investeringar i framtiden. Så blir det säkerligen inte. Tvärtom. Automatiseringen kan ju beräknas leda till stigande levnadsstandard och ökad fritid. Det betyder att vi behöver mera butiker, lagerlokaler och lastbilar för att kunna sprida alla de nya varorna. Den stigande standarden för kanske också med sig att vi vill ha bättre bostäder än dem vi bygger nu. Om fritiden ökar så ökar också behoven av samlingslokaler, vägar, hotell, televisionsstudios och sommarstugor och mycket annat och allt detta kommer att kräva mycket stora belopp för investeringar. Det gäller emellertid inte bara att det finns resurser utan också att det finns folk och institutioner, som är villiga att satsa sina pengar på automa-

tiska fabriker, vilket nog ibland kan vara en rätt äventyrlig affär. Det gäller inte bara att våga satsa utan också att våga satsa i stor skala. Hur det blir i det fallet är inte så lätt att säga.

**UTBILDNINGSPRÅGAN** är mycket viktig i samband med automationen. Av allt att döma kommer de automatiska fabriken att kräva folk med relativt hög utbildning, det gäller ju särskilt den stora andel av dem, som skall svara för reparationerna och omställningen av de komplicerade maskinerna och som skall kunna bygga dessa maskiner. Andelen som sysslar med forskning, produktionsplanering, konstruktion o. s. v. kommer säkerligen också att öka, det vill säga tendensen till att vi får allt flera tjänstemän kommer att fortsätta. Sedan början på 30-talet har ju deras antal fördubblats medan antalet arbetare varit närmast sjunkande. Dessa förändringar kommer att ställa ökade krav på vårt utbildningsväsen och ökade anspråk på vår begävningsreserv. De problem som vi redan har, att få fram tillräckligt många väl utbildade och kvalificerade människor, blir alltså förmodligen bara värre i framtiden.

Ètt problem, som automationen kan sägas föra med sig, är att vi blir så oerhört beroende av det fåtal människor som sköter de automatiska fabriken. Den elit av högt utbildade tekniker som skall leda de nya fabriken, det är på deras skicklighet som vårt välstånd kommer att bero. Tillgången på dem kommer emellertid att bli knapp och vi kan få svårt att bilda oss någon säker uppfattning om hur de egentligen sköter sitt fögderi. De nya fabriken blir naturligtvis också

oerhört känsliga för sabotage — och strejker och arbetsstörningar får lätt vittgående verkningar.

Man kan säga att vårt nuvarande produktionssystem i stor utsträckning är uppbyggt så att vi hela tiden försöker konstruera maskiner, som kan framställa produkter som liknar dem som finns i naturen eller som vi tidigare framställt hantverksmässigt. Vi arbetar oss så att säga baklänges från produkten till produktionsmetoden. Det leder emellertid till produktionsmetoder som det nog ofta kan

vara svårt att automatisera. Jag kan inte frigöra mig från en stark känsla av att en förutsättning för automation är att vi mera går den andra vägen; d. v. s. att vi säger oss att vi har en viss teknik till vårt förfogande och frågar oss hur de produkter skulle se ut, som skulle passa särskilt bra att göra med den tekniken. Vi skulle alltså sätta oss ner och med utgångspunkt från tekniken försöka drömma fram helt nya produkter. Detta är något som för mig öppnar *särskilt många* nya och spännande perspektiv.