



Gunnar Eliasson

Elektronik, teknisk förändring och ekonomisk utveckling

Särtryck ur

Datateknik,
ekonomisk
tillväxt och
sysselsättning
(DEK)

INDUSTRIENS

UTREDNINGS-

INSTITUT

STOCKHOLM

Elektronik, teknisk förändring och ekonomisk utveckling

Docent Gunnar Eliasson, Industriens Utredningsinstitut

INNEHÅLL

I.	Inledning och sammanfattning	191
II.	Den mystiska tekniska restposten	209
III.	Elektroniken och den tekniska utvecklingen	235
IV.	Totaleffekterna - en mikro-till-makroanalys	277
	Appendix: Den svenska mikro-till-makromodellen	307
	Bibliografi	311

1. INLEDNING OCH SAMMANFATTNING

Från skolans historiebok har vi fått lära oss att dela upp människans historiska utveckling i olika åldrar (stenålder, bronsålder, järnålder osv). Varje ålder representerar för sin tid jättelika steg framåt i utvecklingen. Steglängden var dock i början avsevärd. Övergången från jägar- och samlarekonomier till jordbrukssamhällen tog t ex ca 8000 år.

Allteftersom takten höjts och steghöjden ökats i dessa kliv har vi fått nya beteckningar på skeden av snabbt framåtskridande. Den industriella revolutionen, ångbåtens tidevarv, plast- och bilåldern, samt kärnkraftens tidsålder representerar i tiden mer avgränsbara och snabba skeden. Fler exemplifieringar kan göras. Sedan drygt ett decennium har romantiska föreställningar byggts upp kring det förestående postindustriella samhället. Vi höjer oss där över det hårda yrkeslivets krav och kan ägna oss åt oss själva och varandra. Samtidigt krymper den industri som kännetecknas av höga skorstenar, smuts och ett hårt slit till jordbrukets dimensioner vad gäller åtgången av arbetskraft och andra resurser. På sistone har i detta sammanhang elektronikåldern tonats in i debatten på ett för gemene man mycket oroande sätt. Långa robotlinjer tar för en bråkdel av hans arbetsersättning bort de uppgifter han behärskar i arbetslivet, och det postindustriella samhället får därmed för honom andra och mer obehagliga dimensioner än det tidigare hade.

Inte heller denna typ av otrevliga framtidsprofetior är något nytt i ett historiskt perspektiv. Samtidigt som Viktor Rydberg beskrev industrisamhällets fasor i sin Grottekvarn så försökte fantasirika män (och kvinnor?) i Europa och USA förverkliga det utopiska samhället, som byggde på en romantisk version av den industriella tekniken. Ingenting blev som någondera tänkt sig men allt har

sedan dess blivit mycket annorlunda. Få önskar sig dessutom vid närmare eftertanke tillbaka till den värld som var innan det började. Så kan man sammanfatta erfarenheten av dåtidens storslag-na framåtblickande och så bör man naturligtvis betrakta samma verksamhet i dag. Detta manar till blygsamhet både vad gäller slutsatser och ställningstaganden när vi i denna uppsats försöker bena upp ett ekonomiskt skeende med stora förändringar som just pågår. Vi bör akta oss för att göra framtiden till en förstoring av vad som just nu verkar ske. Men vi kan också komma ihåg - när vi ger oss in på okända, svåra tankar - att redan David Ricardo i sin berömda lärobok i nationalekonomi "The Principles of Political Economy and Taxation" (1817, första utgåvan) använde den helt obemannade maskinen för att exemplifiera kapitalets och vinstens betydelse vid sidan av arbetet på ett enkelt (pedagogiskt) sätt. Han blev så förlöjligad för att ha valt ett så helt orealistiskt exempel att han i sin andra utgåva av "Principles" valde en annan och mycket krångligare illustration.¹

Oron för vad som skall hända med det egna jobbet när nya tekniker installeras har också en lång historia. Redan på 1810-talet förekom i England att arbetarna förstörde maskiner i textilfabrikerna av rädsla för att förlora jobben (Ludditerna). Ordet sabotage kommer av "sabot" (träsko på franska) och lär ha sitt ursprung i att franska arbetare genom maskning, obstruktion eller direkt sabotage fick den produktion att gå långsamt som använde maskiner som arbetarna ansåg hotade deras jobb, precis "as that manner of footgear may be expected to bring on".² Att typograferna för några år sedan gjorde samma sak med Washington Post's tryckpressar har därför historiska förebilder, liksom på sitt sätt den långvariga strejken vid Berlingske Tidene och The Times, samt de problem av närliggande slag som både Dagens Nyheter och Svenska Dagbladet har. Ett av de mest illustrativa exemplen på elektronikens landvinningar gäller just den grafiska branschen. Redan

¹ Fabra (1979) s 375.

² Se Veblen (1921) s 1.

1862 oroade sig Henry Adams¹ över att naturvetenskaperna och maskinerna skulle bli människans herrar. Har vi verkligen anledning att tro det? Och vad menar vi i så fall?

En av de centrala uppgifterna för denna studie är att besvara frågan om speciella, extrema exempel på teknologiska framsteg, som t ex i den grafiska branschen, och särskilt vad gäller tidningarna, kan generaliseras till att gälla stora delar av arbetslivet.

I dagens politik och diskussion möts två motstridiga synpunkter. Samtidigt som robotiseringens sysselsättningskonsekvenser oroar arbetstagare, fack och i viss mån politiker inom stora delar av industrivärlden, oroas nationella regeringar i minst lika hög grad över vad den elektroniska revolutionen i andra länder kommer att ställa till med vad gäller det egna landets internationella konkurrenssituation. Industripolitik har blivit något av en universalmedicin som skall lösa alla problem. I Västtyskland, Frankrike och andra länder flödar offentliga resurser in i industrin i syfte att motverka det s k elektroniska hotet från USA och Japan.

Kan vi verkligen tala om att någonting revolutionerande nytt håller på att hända i och med införandet av elektroniken? Och vad menar vi i så fall? Två omständigheter har spelat en stor roll vid val av angreppssätt. För att komma åt elektronikens betydelse måste vi för det första studera innehållet i den tekniska förändringen på mikroplanet (företaget, fabriken). Dit har vi också förlagt våra observationer och mätningar. För att komma åt makroeffekterna måste vi för det andra koncentrera uppmärksamheten till användningen av elektroniken i produktion och produkter. Det har ej befunnits särskilt meningsfullt att följa den i litteraturen gängse mallen att ägna mycket stor uppmärksamhet åt den extrema prestandautvecklingen hos den elektroniska hårdvaran.

¹ Se Albinsson (1980). Se även de Geer (1978).

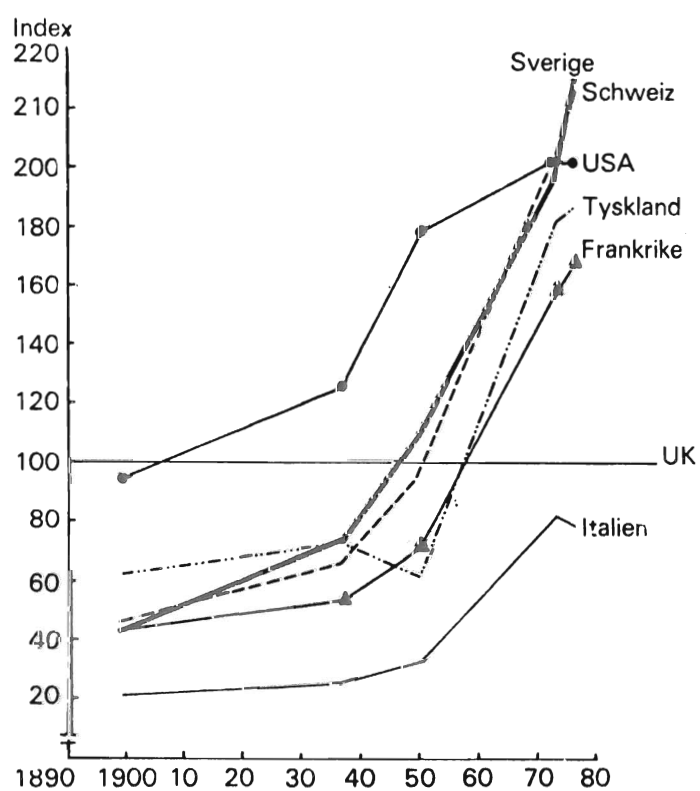
Det är illustrativt att hitta en bra analogi från historien. Tryckerikonstens upptäckt har sedan 1400-talets mitt påverkat människans yrkes- och privatliv på ett starkt förändrande sätt, även om det är mycket svårt att klargöra exakt hur. Det är inte osannolikt att, om man för gemene man på 1500-talet korrekt kunnat beskriva samhället i detta avseende som det ser ut idag, detta nya samhälle hade tett sig skrämmande. Det kommer så småningom indirekt att framgå varför vi valt just tryckeritekniken som jämförelse till elektroniken.

Vad vi kan konstatera så här i efterhand är att den ekonomiska utvecklingen gått framåt i olika takt i olika länder och i varierande takt över tiden i varje land som figur 1 beskriver det. Nästan alla människor har med undantag för vissa begränsade perioder av störningar i det ekonomiska systemet varit på det hela taget fullt sysselsatta med meningsfulla uppgifter. Ett gemensamt drag hos alla länder som lyckats höja sin materiella standard i takt med figurens kurvor har dock varit att samhället genomgått stora förändringar. Det är intressant att få veta vad slags "teknik" som åstadkommit så skiljaktiga utvecklingsresultat.

När man i figurens tillväxtkurvor försöker sig på att rensa bort effekterna på den ekonomiska tillväxten av insatsen av arbetskraft och maskiner i produktionen, återstår en stor och växande andel av tillväxten att förklara. I brist på bättre namn har denna återstående skillnad i den ekonomiska litteraturen fått det - som det skall visa sig - oegentliga namnet den "tekniska restposten" eller "teknikfaktorn". Vi skall fortsättningsvis ägna vår uppmärksamhet åt att mäta den, plocka sönder den i beståndsdelar och försöka förklara hur den uppstår. Vi skall försöka bilda oss en uppfattning om vad elektronik, datorisering och robotisering betyder och kommer att betyda för teknikfaktorns storlek. Det kommer att visa sig möjligt att illustrera med många exempel. Slutligen skall vi också förklara hur det kommer sig att sysselsättningen alltid kunnat upprätthållas långsiktigt trots att man med maskiner i ökande utsträckning kunnat producera allt mer med en insats av allt färre människor.

Figur 1. BNP per capita i olika länder 1890-1975

Index England = 100



Metoden

Det hör till nationalekonomernas uppgifter att sammanfatta allt som sker i samhället i ett mätsystem där pengar ingår som måtenheter. Ekonomen blir därmed den allmänpraktiker som sysslar med allt, företrädesvis sådant som han inte begriper sig särskilt väl på i någon detalj. Hans metod och vetenskap består i att kunna sätta verklighetens många företeelser på en gemensam nämnare, så att de kan fogas samman. Han ger dem bl a ett pris. Allt har sitt pris. Sömliga priser sätts på marknader, andra kan härledas indirekt ur människans aktiviteter. Marknadernas och prisbildningens betydelse ökar ju mer man rör sig uppåt mot allt större delar (aggregat) av en ekonomi.

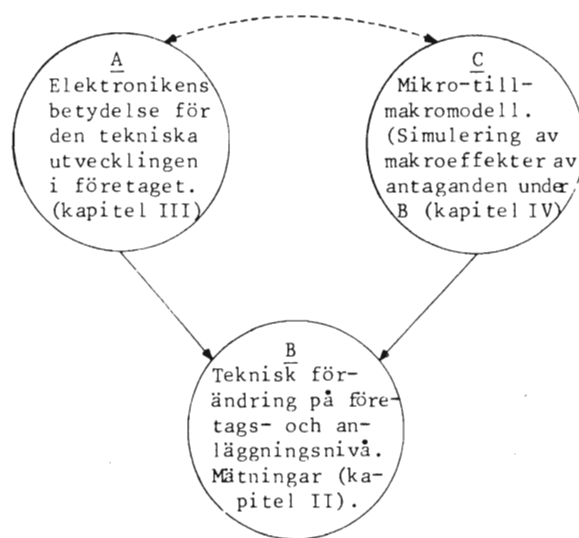
Teknik är ett typiskt område som ekonomer inte behärskar, men som på ett fundamentalt sätt påverkar vår ekonomiska utveckling. Teknik i ordets vanliga bemärkelse är något som ingenjörer och naturvetare sysslar med i sina olika delar. Men dessa vet i egenskap av tekniker inte särskilt väl hur delarna samverkar i ett totalt ekonomiskt skede så snart man hamnar ovanför maskinens, produktionssystemets eller företagets nivå.

Denna studie handlar om teknikförändringens plats, och särskilt elektronikens betydelse i ett ekonomiskt skeende, från såväl principiell som empirisk synpunkt. Vi kommer att tvingas - vi bör - röra oss från djupaste mikronivå inne i företagets produktionsanläggningar till sublima ekonomiska aggregat som BNP (total produktion i ekonomin) och total sysselsättning. Detta kräver en typ av metodik som ligger inom IUI:s kompetensområde men som ännu ej utvecklats långt, nämligen att förena ingenjörskunnande med ekonomisk analys.¹

¹ Carlsson-Eliasson-Nadiri (eds) (1978), samt Carlsson-Dahmén m fl (1979) representerar några av de få övergripande studier av detta slag som har gjorts.

Figur 2 illustrerar denna studies empiriska metod och disposition. Den metod vi har att gå från mikro till makro är en modell för hela den svenska ekonomin, där individuella beslutsenheter (företag) i Sverige ingår som byggstenar (till höger i figur 2). Dessa företag utgör våra mätobjekt. När vi (för det andra) lyckats mäta den tekniska förändringen på denna företagsnivå ger modellen möjlighet att kvantifiera effekterna på hela ekonomin av tekniska förändringar i ett sådant företag eller grupper av sådana företag (B, längst ned, mitten). Det tredje steget i vår analys blir att identifiera och i möjligaste mån mäta elektronikkens plats i den så definierade tekniska förändringen på företagets nivå (A, till vänster). När detta är klart kan vi som ett fjärde steg bedöma elektronikkens betydelse på total ekonomisk nivå (produktion, sysselsättning etc) (överst i figur 2, streckad pil).

Figur 2. Elektronikkens makroeffekter - principskiss över mätmetoden



Denna studie avslutas med en rad beräkningar (simuleringar) på mikro-till-makromodellen som illustrerar totaleffekterna. Innan dess måste vi dock mäta upp den tekniska förändringens storlek på företagsnivå. Detta har krävt ett omfattande förarbete. I denna studie (kapitel II) sammanfattas resultaten helt kort. De bygger på separata undersökningar för denna studie, framför allt Carlsson (1980a), som genomför den generalisering av data för svensk industri som krävs bl a på grundval av en specialstudie av Nilsson (1980) m fl¹ samt ovan nämnda IUI-IVA-studie (Carlsson-Dahmén m fl, 1979).

Betydelsen av elektronik och datorisering i ett industriellt sammanhang blir kvantifierbar först när vi fått ett grepp om den totala tekniska förändring som äger rum, även om det skall visa sig att det är svårt, för att inte säga omöjligt, att särskilja (isolera) elektronikens betydelse från den av andra tekniska förändringar på den mätnivå vi rör oss.

Analysen börjar därför med en översikt av vad vi vet om den tekniska förändringen (hittills), hur den bör avgränsas, definieras och mätas (kapitel II). Vi fortsätter med en diskussion av just elektronikens, datoriseringens och robotiseringens plats i den tekniska förändringen och illustrerar med flera exempel (kapitel III). Vi kopplar sedan, som nämnts, kvantifieringarna av den tekniska förändringen på företagsnivå (kapitel II) med den mikrobaserade totalmodellen och avslutar med beräkningar av effekterna på hela ekonomin (produktion, sysselsättning etc; kapitel IV). Logiken i presentationen är att finna en nivå, nämligen företaget (anläggningen), där man relativt väl kan mäta den tekniska förändringens storlek. Vi försöker sedan med hjälp av diskussioner och diverse beskrivningar visa hur elektroniken påverkar just denna så uppmätta tekniska förändring. Därefter visar vi på olika sätt och framför allt med hjälp av mikro-till-makromodellen hur dessa tekniska

¹ Bl a ännu icke publicerade studier inom IUI av Jim Albrecht och Lars Vinell.

förändringar påverkar hela ekonomin. Texten blir i de två sista kapitlen gradvis allt mer teknisk och svårforcerbar. Vi har därför valt att redan i detta kapitel summera upp huvudresultaten för att tillfredsställa ett bredare register av läsare.

Flertalet praktikfall och exempel i denna studie är hämtade från verkstadsindustrin. Tre skäl finns till detta. För det första är verkstadsindustrin en stor och viktig bransch i svensk industri, inte minst i sysselsättningsavseende. För det andra kännetecknas den av stark heterogenitet och förändring både vad gäller produkter och processer. Information om den tekniska förändringens karaktär i denna bransch är därför mycket knapphändig. Det var med andra ord både från informations- och vetenskaplig metodsynpunkt angeläget att först ta itu med denna bransch. För det tredje vet vi i grova drag att vad beträffar de problem som studerats i verkstadsindustrin gäller för processindustrin samma slutsats ofta i lika eller högre grad. Det är sannolikt att de viktiga resultaten även är någorlunda överförbara till service och kontorsproduktionen, även om detta bör studeras ytterligare, innan starka slutsatser kan dras.

Sammanfattning

Det är intressant att notera att svårigheterna att förutsäga arten hos och storleken av tekniska förändringar på det makroekonomiska planet är av principiellt samma natur som de svårigheter som begränsar elektronikkens, datorernas och automatiseringens införande i den industriella produktionen. Det handlar om mätteknikkens kvalitet.

Man kan under vissa antaganden om marknadernas sätt att fungera ange vissa principiella resultat på makroplanet, t ex att en någorlunda fri prisbildning i en ekonomi omöjliggör långvariga och extrema arbetslöshetstillstånd. Man kan på samma sätt i princip ange vad valda tekniska innovationer kan tänkas användas till.

God teori står alltid i direkt korrespondens med ett mätsystem som tillåter kvantifieringar och bortsorteringar av mindre lyckade principer. Utan sådan kvantifierbar teori om produktionsprocessen och en rad erfarenheter, blir det t ex ingen automatisering av produktionen. Det avgörande hindret för den nya teknikens introduktion är kunskapen om produktionsprocesserna och om hur den nya tekniken skall användas. Detta är det första principiella och viktigaste resultatet från denna studie.

Detta är vad vi lärt oss om elektronikens plats i den tekniska utvecklingen på företagsnivån:

1. En väsentlig del av produktionens effektivitet på verkstadsplanet - i många fall den största delen - beror på hur produktionsflöden är organiserade snarare än på de ingående delarnas (t ex maskinernas) prestanda. Detta tycks gälla såväl i verkstadsindustrin som i processindustrin och i administrationen (organisationsfaktorn).
2. Möjligheterna att förbättra organisationen beror på exakt detaljkunskap samt överblick av hela processen från en central plats. Automation av hela produktionssystem med hjälp av elektronik kräver denna typ av centralt kunnande i särskilt hög grad. Konsten att modellera hela produktionssystem i digitalt språk blir avgörande. Vi kan tala om en ökad teoretisering av produktionslivet.
3. Detta ökade kunnande ställer i sin tur större krav på människornas utbildning såväl från det reguljära skolsystemet som på arbetsplatserna. Man brukar tala om humankapitalets betydelse. Invånarnas utrustning vad gäller denna typ av kapital sätter absoluta hinder för automatisering och elektronisering av produktionen.

4. Introduktionen av automatisering i olika former sker normalt gradvis och gäller enskilda arbetsmoment. Ej sällan är elektroniken en mycket liten del i sammanhanget. Ofta kan extrema höjningar av prestanda noteras i enskilda arbetsmoment (se praktikkallet i avsnitt III:e). Fullständig automatisering av längre produktionskedjor hindras normalt av att man inte känner produktionsprocessen tillräckligt väl, otillräckligheten hos de mekaniska systemen och ofullkomlig mätteknik (sensorer). Det kunnande som krävs innebär ofta ett långvarigt förberedande systematiseringsarbete och en nedbrytning av arbetsprocessen i ett mycket stort antal standardiserade detaljer och moment. Även vid en relativt höggradig automation i enskilda led gäller därför i allmänhet att produktivitetshöjningarna på den nivå som en hel produktionslinje eller en hel fabrik representerar blir "normala", dvs inte större än vad som registrerats tidigare under efterkrigstiden (se praktikkallet, avsnitt III:e). I detta avseende kan jag inte se någon anledning att förvänta mig någon väsentlig förändring i framtiden av just de skäl som nämnts. Utnyttjandet av elektronikens möjligheter begränsas av andra faktorer.

5. Automatisering i olika former, med eller utan elektronik, liksom storskalig produktion är något som i första hand gäller stabila produkter som produceras i stabila produktionsprocesser för långsiktigt stabila marknader. Om produkter och produktionsteknik förändras snabbt eller om produkterna är av tillfällig modenatur är ekonomin bakom längre serier och automation i allmänhet dålig. Man skall dock komma ihåg att stabila förhållanden ofta råder i produktionsmiljöer som förändras mycket snabbt. Det gäller verkstadsproduktionen, när man tittar på enskilda produktionsmoment. Även om klämodet förändras från säsong till säsong så produceras plaggen för samma kroppar. Mycket talar dock för att avancerad industriell produktion i framtiden i ökande grad kommer att handla om den instabila typen av verksamheter, vilket innebär att man bör vara försiktig med att okritiskt generalisera den högautomatiserade produktionsprocessens egenskaper till ett totalekonomiskt perspektiv.

6. En viktig nyansering av slutsatsen i punkt 4 gäller överblicken och kontrollen av hela produktionssystem i motsats till automatisering av själva produktionsprocessen. Här har framför allt dator-teknikens möjligheter att hålla stora mängder information systematiskt lagrade och snabbt tillgängliga visat sig kunna utnyttjas utan att den mekaniska utrustningen och mättekniken begränsat möjligheterna. Vad som nu sägs gäller företagets hela produktion: design, konstruktion, produktionsplanering, "produktion", lagerhållning, test och kvalitetskontroll, distribution samt den övergripande administrationen. Arbetet sker fortfarande under decentraliserade former där specialist- och yrkeskunnande är avgörande. Resultatet har i de fall vi studerat i första hand blivit kortare produktionstider, dvs framför allt att maskin- och lagerkapitalbehovet per produktionsenhet sjunkit.

7. Denna slutsats, som med en viss försiktighet kan generaliseras, skulle tyda på att den nya tekniken ("elektroniken") är relativt mer kapitalbesparande än arbetsbesparande än vad som tidigare gällt för den tekniska utvecklingen. Om detta visar sig riktigt efter ytterligare empiriska studier skulle man kunna tala om en möjlig förändring av den tekniska utvecklingens karaktär på grund av elektroniken. Den tekniska förändringen tidigare under efterkrigstiden (och även dessförinnan) var av tidigare studier att döma i första hand arbetsbesparande. Man skall dock då komma ihåg att vi här följer en något missvisande begreppskonvention. Kapitalbesparingen har åstadkommits på hårdvarusidan med hjälp av ökade insatser av s k humankapital.

8. På samma sätt som hårdvarans betydelse överdrivits när det gäller elektronikens införande, har produktionen i bemärkelsen mekanisk bearbetning överdrivits när man talar om teknisk utveckling och produktivitetshöjningar i företaget. Det moderna industriföretaget har mycket betydande inslag av produktion i icke fabriksmiljö. Vi kan räkna med att denna bild i framtiden kommer att bli än mer accentuerad för en större andel av industriföretagen. Det som sagts om elektroniken i produktionen, i betydelsen

mekanisk bearbetning, tycks i ännu högre grad gälla företagets totala produktion (design, konstruktion, marknadsföring, administration, distribution osv). Människornas och humankapitalets betydelse ökar i relation till maskin- och anläggningskapitalet.

Denna uppsummering av vad vi lärt oss om elektronikens plats i den tekniska utvecklingen i fabriken eller i det enskilda företaget leder direkt till frågor om vad som kan tänkas hända på det makroekonomiska planet, dvs hela ekonomin, som en följd av tekniska förändringar på företagsnivå. Vi kan då konstatera:

9. Ingenting i den tidigare analysen tyder på att elektroniken i alla dess manifestationer kommer att allmänt höja den tekniska nivån, som den kommer till uttryck i faktiska produktivitetsförändringar i hela företag i ett jättesteg eller i en avsevärt ökad takt jämfört med tidigare. Eftersom detta hävdas allmänt kan vi bara konstatera att det i allra högsta grad återstår att visa. Vi kan till och med vända på argumentationen och säga att eftersom den tekniska förändringen i företagen har betytt en hel del hittills för den ekonomiska tillväxten och eftersom vi enligt somliga bedömare under de senaste 10 à 15 åren tycks ha varit "på baksidan" av den innovationscykel som följde efter andra världskriget, så är det inte ens säkert att elektroniken kommer att lyckas höja den tekniska förändringen i framtiden tillbaka till den takt som registrerades t ex på 60-talet. Elektroniken har dock några särdrag, som måste framhållas för att makroeffekterna skall förstås.

10. Elektroniken är liksom tryckeritekniken universell. Den kommer att påverka produktionstekniken i praktiskt taget hela ekonomin och i alla länder. Andra länder än Sverige har dessutom varit ledande och banbrytande.

11. Effekterna av elektronikens införande kan därför uppstå på två sätt, dels genom att svenska företag introducerar tekniken, dels genom att utländska företag gör det före svenska. I det senare fallet erfar vi effekterna i form av ökad priskonkurrens på våra produkter på världsmarknaderna.

Simuleringsexperiment på IUI:s mikro-till-makromodell ger klara besked här. Både de omedelbara och de långsiktiga effekterna på sysselsättning, tillväxt och strukturuomvandling är avsevärt kraftigare och generellt negativa om omvärlden leder i den tekniska utvecklingen och konsekvenserna träffar svensk exportindustri i form av en kraftig prispress på världsmarknaderna.

12. De ökande kraven på kunskapskapital, förberedande icke direkt produktionsarbete samt marknadsföring och distribution kan komma att öka riskinnehållet i industriell verksamhet. Det tar längre tid att ta fram en ny produkt till marknaden, men när den en gång kommit möts den av ett allt kortare förväntat liv just på grund av den snabba tekniska förändringen. Möjligheterna att i förväg bedöma affärsresultatet med säkerhet blir mindre. Osäkerheten om de alternativ som konkurrenterna utvecklar blir större. Ett misslyckande kan tömma företaget på de resurser som behövs för att utveckla och lyckas med nästa produkt. Finansiell styrka hos företagen kan därför komma att öka i betydelse, om stora satsningar med en viss chans till mycket stor kommersiell framgång skall kunna genomföras utan att hela företagets existens äventyras.

13. Förutom jämförelser mellan effekten från utlandet och inhemska förändringar under punkt 11 visar simuleringsexperimenten på IUI:s mikro-till-makromodell att effekten av en allmän höjning av takten i den inhemska tekniska förändringen

a) på lång sikt praktiskt taget enbart återspeglas i variationer i realinkomst eller produktion per capita, medan sysselsättningen långsiktigt förblir opåverkad

b) på kort sikt däremot kan påverka sysselsättningen i samband med den

c) strukturförändring som ofelbart inträffar och som åstadkommer en förändrad sammansättning av sysselsättningen mellan företag och branscher och "arbetslöshet" som uppstår i modellen på grund av tekniska förändringar eller ändrade konkurrensförutsättningar är med andra ord av arbetsbyte(turnover)karaktär. Med kort sikt menar vi här upp till max 5 år av anpassning. Storleken av anpassningen beror av den tekniska förändringens storlek, men den är i alla experiment som genomförts avsevärt mindre än den strukturuomvandling som motsvarande tekniska förändring i utlandet åstadkommer.

Skälen till att sysselsättningen i det långa loppet inte påverkas är framför allt två. För det första tillåts den ekonomiska strukturen och alla priser att ändra sig som ett resultat av de förändrade konkurrensförutsättningar som den tekniska utvecklingen åstadkommer. Så länge detta sker kan ingen massarbetslöshet uppstå annat än mycket tillfälligt under extremitet ogynnsamma omständigheter, som t ex när en hel sektor slås ut plötsligt av utlandskonkurrensen.

För det andra återförs i modellen alla de resurser som uppstått på grund av den tekniska produktivitetshöjningen i form av en ökad efterfrågan. Arbetstiden kan minska och fritiden öka. Alla får så småningom mer inkomster att köpa mer för eller också står den offentliga sektorn för den ökade efterfrågan och den kompenserande sysselsättningen.

14. Makroeffekterna av en teknisk förändring på företagsnivån i termer av realinkomstutvecklingen i ekonomin kan bli avsevärda. Simuleringsexperimenten understryker dock betydelsen av "teknologin" på ett högre plan, nämligen hur resurserna fördelas mellan företagen i ekonomin. Förutom arbetsproduktivitetsens tillväxt på (a) företagsnivå måste man ta hänsyn till (b) på vilka företag etc som arbetskraft och investeringar fördelas samt (c) hur existerande resurser utnyttjas totalt. Det visar sig att de senare alloke-

ringseffekterna ensamma, långsiktigt under perioden 1955-1975 mycket väl kan ha svarat för mer än halva den uppmätta teknikfaktorn i industrin eller drygt 2 procents tillväxt per år. Dessa strukturomvandlingseffekter (till skillnad från rena teknikförändringar inom företagen) kan alltså mer än väl förklara de avsevärda skillnader i ekonomisk tillväxt mellan länderna som registrerats i figur 1. Marknadssystemets och den ekonomiska politikens teknologi har därför stor betydelse när det gäller att förklara den ekonomiska tillväxten.

15. Den totala sysselsättningen blir vid ganska stora förändringar av takten i den tekniska utvecklingen på företagsnivå och utlandskonkurrensen (t ex på grund av teknisk utveckling i konkurrentländerna) långsiktigt opåverkad så länge en normal anpassning av den ekonomiska strukturen till förändrade konkurrensförhållanden tillåts äga rum. Försöker man hejda anpassningen kan problemen kumuleras och så småningom tvinga fram en plötslig omstrukturering. Även vid en gradvis strukturanpassning innebär den typ av teknisk utveckling som vi talar om stora förändringar i sysselsättningens sammansättning mellan branscher och företag samt i jobbens karaktär. Teknisk förändring i olika former har alltid - under de senaste tvåhundra åren - åstadkommit detta. Det är ingenting nytt, men det bör påpekas.

16. Sektorförskjutningarna blir ännu mer påtagliga om den tekniska förändringen - som sannolikt är - inträffar punktvis, dels i inhemska företag, dels i utlandet.

Simuleringsexperiment har visat att om man med ekonomisk politik hejdar anpassningen, så förlorar totalekonomin tillväxt, inte blott därför att produktion av relativt lägre marknadsvärde kommer fram i de subventionerade sektorerna (t ex varven idag), utan framför allt därför att tillväxten hålls tillbaka i andra, expansiva verksamheter.

17. Kunskapskrav på alla plan är det mest framträdande kännetecknet för elektroniken. Den takt varmed detta kunskapskapital

byggs upp kommer förmodligen att bli bestämmande för hur och i vilken takt elektroniken förs in i såväl produktionssystemet som på andra håll och i vilken utsträckning attityderna till det nya kommer att vara positiva. Detta fäster uppmärksamheten inte bara på kvaliteten i det reguljära skolsystemet inklusive högskolor och universitet utan även på den viktiga fort- och vidareutbildning som sker på arbetsplatserna. I bägge fallen lämnar dagens situation en hel del övrigt att önska. Det hör dessutom till saken att kunnandet om dessa nya ting i första hand finns där man arbetar praktiskt med dem, dvs ute i företagen.

Det tar lång tid att bygga upp denna typ av erfarenhet och kunnande i det reguljära utbildningssystemet.

18. Den slutsats som följer är att effektiviteten i utbildningen totalt kan bli avgörande för i vilken form vi träffas av elektronikens ekonomiska effekter; från utlandet via priskonkurrens därför att konkurrentländerna varit effektivare eller i form av en snabbare teknisk förändring i inhemsk industri.

Jag har i denna studie i hög grad tonat ned de - som jag anser överdrivna - föreställningar om elektronikens genomslagskraft som florerar i såväl populär som vetenskaplig litteratur. De som till äventyrs inte håller med mig på denna punkt efter läsningen av hela skriften bör därför ha ännu större anledning att ta notis om ovanstående makrokonsekvenser av elektronikens införande, i all synnerhet om han eller hon ej är tillfredsställd med skolornas och företagens förmåga att klara den nödvändiga utbildningen.

19. Det är av dessa skäl som vi valt tryckerikonsten som analogi. Den har betytt enormt mycket för mänskligheten under de århundraden som gått sedan Gutenberg konstruerade sin tryckpress kring mitten av 1400-talet. Det är omöjligt att med någon grad av exakthet beskriva hur! Det avgörande för ~~hur~~ snabbt det tryckta ordet slog igenom i samhället var dock inte tryckeritekniken som sådan utan hur snabbt, i vilken omfattning och med vilken kvalitet ett lands befolkning lärde sig läsa och skriva.

II. DEN MYSTISKA TEKNISKA RESTPOSTEN

a) Teknik och tillväxt

Med hjälp av en s k produktionsfunktion beskriver ekonomen en hel industri, eller en hel bransch, som en enda "fabrik". Den matas med arbetstimmar, utrustning (kapital) och råvaror. Produktionen kommer ut i andra ändan. Det har nu visat sig att produktionen i de flesta länder har vuxit fortare än vad som kan förklaras av insatsen av arbetskraft och kapital. Mellanskillnaden har av tradition kommit att kallas "teknikfaktorn". Man tänkte sig då att den produktionsmaskin som beskrevs av produktionsfunktionen hela tiden blev tekniskt bättre när den matades med FoU och innovationer.¹ Denna nomenklatur skall visa sig vara ganska missvisande. Men det är ändå både traditionellt och pedagogiskt bra att börja i denna ända och föra in begreppet teknik i en mycket bred bemärkelse. Den tekniska restposten har som framgår av tabell 1 gradvis växt i storlek.

Med följande tabeller som utgångspunkt får den tekniska förändringen en viss bestämd innebörd.

Den första naturliga associationen man får är att teknik har att göra med

(1) produktionsprocessen

samt möjligen med

(2) produktens egenskaper (konstruktion, teknologi etc).

Förändringen i dessa två avseenden fångas upp i den teknikfaktor som visas i tabell 1. Uppdelningen är heller inte ointressant av

¹ Rasmussen (1975) kan sägas både sammanfatta och representera den skola ekonomer som utgått från detta betraktelsesätt.

Tabell 1A. Produktion, kapitalstock, antal sysselsatta samt teknikfaktor 1870-1964 i hela industrin

Period	Procentuell förändring per år av				Procentuellt bidrag till den årliga produktions-tillväxten från		
	pro-duk-tions-volym (1)	kapi-tal-stock (2)	antal syssel-satta (3)	total-produk-tivitet (4)	kapital (5)	arbets-kraft (6)	teknik-faktor (7)
1870-1913	2,8	3,2	0,5	1,2	48	10	42
1920-1939	2,5	2,4	0,9	1,0	39	22	39
1946-1964	3,4	2,0	1,0	2,0	25	16	59
1870-1964	3,0	3,0	0,8	1,3	43	14	43

Tabell 1B. Produktion, faktorinsats och teknikfaktor 1950-1976 i hela industrin

Period	Procentuell förändring per år av				Teknikfaktorns bidrag till produktions-ökningen, % (5)
	produk-tion (1)	antal arbets-timmar (2)	kapital-stock (3)	total-produk-tivitet (4)	
1950-1955	2,5	0	5,5	0,9	36
1955-1960	4,8	-0,2	4,6	3,6	75
1960-1965	6,9	0	5,4	5,3	77
1965-1970	5,1	-1,8	4,8	4,9	96
1970-1975	2,4	-1,8	4,6	2,2	92
1950-1976	4,2	-0,8	5,0	3,2	76

Anm: Bidragen från produktionsfaktorerna till produktionsvolymökningen har erhållits genom multiplicering av produktionsfaktorernas relativa förändring med respektive faktors produktionselasticitet, som har framkommit genom skattning av produktionsfunktionen. Se vidare angivna källor.

Källor: Åberg (1969), samt Carlsson-Dahmén m fl (1979).

många skäl. Det förekommer ofta beskrivningar där det hävdas att olika företag (eller länders industrier) är bättre på att effektivisera produktionen (t ex USA). En förmodan att mikroelektroniken i första hand påverkar produktionsprocessen och utbudet av produkter snarare än förbättrar produkterna och höjer efterfrågan har dessutom i en nyligen publicerad rapport från den engelska fackföreningsrörelsen¹ tagits som utgångspunkt för ett resonemang som leder till slutsatsen massarbetslöshet som en konsekvens av elektronikens snabba införande. I flera av de praktikfall som ligger till grund för denna studie och särskilt det "stora praktikfallet" i avsnitt III:e visas att de stora rationaliseringsvinsterna i produktionen uppnås när produkten (konstruktionen) ändras och ej genom rationaliseringar i produktionen av en given (oförändrad) produkt. Valet av inriktning av ansträngningarna på denna punkt är alltså mycket viktigt för resultatet. En för hårt processorienterad styrning ger inte alltid de bästa resultaten. Den relativt hårdare inriktningen på styckkostnadssänkningar snarare än intäktshöjningar i svenska jämfört med amerikanska företags budget- och kontrollrutiner kan vara en indirekt indikation på samma sak.² I denna studie måste vi ta ställning till vilka förutsättningar i detta avseende som är korrekta och vilka konsekvenser som är rimliga att förvänta sig på makronivå i en marknadsekonomi av västerländsk typ.

Men det är bara en del, kanske en mindre del av den totala tekniska förändringen som fångas upp i teknikfaktorn under rubrikerna (1) och (2). Dessutom är det naturligtvis svårt att skilja på (1) och (2), eftersom de flesta produkter som produceras på något sätt återkommer i senare leds produktion som insats- eller investeringsvaror. Det är också lätt att glömma (som vi återkommer till nedan), att ett ökat utbud mer eller mindre automatiskt via

¹ Technological Change and Collective Bargaining, ASTMS Discussion Document, 1979.

² Se Eliasson (1976) s 227.

inkomstbildning (läs "höjda löner") återkommer som ökad efterfrågan i privat eller offentlig regi. Dessutom sker i moderna industriföretag utvecklingen av nya produkter och ny produktionsteknik ofta simultant. Utöver (1) och (2) ingår i den tekniska restposten effekterna av

(3) företagens skötsel (managementteknik)

Här handlar det väldigt mycket om organisatoriska förändringar inom företagen och inte minst om vilka delar av produktsortimentet som får växa (där man investerar) och vilka som fasas ut. Vi skall strax illustrera hur stor denna organisationseffekt kan vara. Dess betydelse framhävs dessutom av ett vanligt missförstånd vad beträffar den industriella produktionens innehåll. Den uppfattas ofta som till väsentlig del bestående av mekanisk bearbetning. Denna vanliga benägenhet att så lätt glömma bort organisationsformernas betydelse för produktionsresultatet framstår som något märklig med tanke på att organiserandet av specialiserad produktion var temat i den första stora teoretiska skriften i nationalekonomi 1776 av Adam Smith, eller som en mindre känd svensk nationalekonom¹ uttryckte saken redan 1768:

"Förfarne läkare anse kännedomen af en sjukdoms rätta beskaffenhet och ursprung, såsom första steget till dess grundeliga botande" (s 9).

Därför borde efter ett noggrant studium som i England uti "hvarjehanda genvägar vid arbetets utövning, samt en vigare arbetsfördelning, hvarigenom en arbetare ej blandar sig i flera än ett göromål" även "svenske bönder, då de rätteligen blifver anförde och använda" (s 8) kunna åstadkomma en större tillverkning.

¹ Se Westerman (1768).

Det faktum att serviceinnehållet i industriell produktion är stort och växande¹ understryker ytterligare betydelsen av arbetets organisation för den tekniska utvecklingen och de krafter (ekonomiska eller tekniska) som fört det svenska samhället från en jordbruks-ekonomi kring 1800-talets mitt till en industriell ekonomi under första hälften av 1900-talet.² Om samma krafter kommer att skapa något ytterligare nytt under resten av seklet - det är frågan.

I specialisering och effektivare organisation av produktionen i ett företag ligger ett bättre utnyttjande av de resurser som sätts in. Tekniken att hålla en hög och jämn utnyttjandegrad är viktig för såväl en produktionsanläggning som ett helt företags ekonomi.³ Samma sak gäller i lika hög grad ett helt lands ekonomi.

(4) Hela ekonomins skötsel (politisk teknik)

får därför inte glömmas bort i detta sammanhang.

Teknikfaktorn i tabell 1 gäller hela industrin. Hela industrin (och även hela ekonomin, som har en på liknande sätt definierad teknikfaktor) beror i hög grad av hur väl det totala ekonomiska systemet fungerar, bl a hur den ekonomiska politiken sköts. Den ekonomiska politiken hämtar ett brett spektrum av ingredienser från de sociala och kulturella former som reglerar samvaron mellan individer och företag till utbildning, hälsovård etc och direkta försök att via "parametrar" styra ekonomin. Effekten av allt detta fångas upp i teknikfaktorn som vi mäter den. Börjar vi på denna höga abstraktionsnivå, kan vi redan från början skapa den rätta bilden av vad teknik är i ett samhällsekonomiskt perspektiv, nämligen som Adam Smith och Johan Westerman så tidigt påpekade, en form av organisation.

¹ Se Nilsson (1980).

² Se Carlsson (1980b).

³ Jfr praktikfallet i avsnitt III:e.

Låt oss börja med en analys av företaget. Företaget har ett effektivitetsproblem i utnyttjandegraden av installerade resurser. För hela den nationella ekonomin gäller samma sak - och för världsekonomin. En trendmässigt ökande utnyttjandegrad av installerade resurser (t ex kapital) under en period, t ex efterkrigstiden i tabell 1, innebär att också teknikfaktorn kommer att öka. Det är möjligt att den stora och ökande teknikfaktorn under 60-talet åstadkommit just av en extremt välbalanserad och allt bättre utnyttjad produktionsapparat bland industriländerna totalt under denna period¹ och att 70-talets sänkning till viss del berodde på att marknadskoordinerings inom och mellan industrivärldens ekonomier av olika skäl fungerade mindre väl.²

Vi kommer i fortsättningen ofta att använda termen marknadsteknologi för att illustrera denna typ av effekter under punkt (4) ovan. Här innefattas alltså de flesta olika former av ekonomisk politik. Med denna indelning har vi dels fört upp begreppet teknik på en ekonomisk nivå, dels lyckats åstadkomma en tidig anknytning till de makroekonomiska beräkningarna i kapitel IV som knyter samman mätningen av storleken på effekterna (1) + (3) med effekten av (4). På högsta nivå handlar organisationsproblemet om företagets relativa tillväxt. Detta är en fråga om marknadsteknologi. På företagsnivå handlar samma problem om företagets interna organisation (management-teknik). Går vi så ett steg längre ned så möter vi frågan om hur verkstaden är bäst organiserad (punkterna 1 och 2). Det skall visa sig att teknikfaktorn, som vi mäter den t ex i tabellerna 1A och B i allt väsentligt handlar just om hur man lyckats med dessa organisationsproblem på respektive nivå.

¹ Se Eliasson-Carlsson-Ysander m fl (1979) s 102 ff.

² Vi kommer att kunna exemplifiera dessa effekter i det följande på flera nivåer från en produktionsanläggning till mikro-makromodellens totalnivå.

Det totala nationalekonomiska maskineriet kan fungera olika bra, liksom den ekonomiska politiken. Detta påverkar storleken på den tekniska utvecklingen som vi hittills mätt den. Även stora delar av den utbildning, den hälsovård och den infrastruktur som gör att kvaliteten på såväl arbetsinsats som kapital sedan 1800-talet höjts gradvis inom företagen och äger rum i form av investeringar på ett annat plan, bl a inom den offentliga sektorn, hör i vår inledning hemma under gruppen (4) ovan.

Av allt att döma¹ bestod den offentliga sektorn under 1800-talet och fram till tidig efterkrigstid i huvudsak av en kommunal sektor som i sin tur i praktiken fick som huvudsaklig funktion att förse industrin med nödvändig infrastruktur, dvs utbildning, hälsovård, transporter och under senare år även bättre metoder att i förväg säkra individens privata ekonomi för ålderdomen (pensions-system). Utan denna uppbyggnad av infrastrukturen hade den svenska industrialiseringen förmodligen gått avsevärt långsammare. Effekterna av allt detta visar sig mättekniskt under den tekniska restposten.

Därmed måste ytterligare en viktig uppdelning göras, som är nära besläktad med vår betoning av hela ekonomins skötsel och marknadsteknologin. På ett sätt som beskrivs av den mikro-till-makro-modell som vi senare kommer att använda oss av beror totalresultatet (ekonomisk tillväxt) av

- (1) en ren teknisk förändring på företagsnivå (vår mätnivå)
- (2) investeringens storlek
- (3) investeringens typ och lokalisering (allokering) mellan företag.

Låt oss illustrera. Vi observerar en teknisk förändring på någon nivå. Vi har lyckats föra dessa mätningar ned till nivån en produktionsanläggning i ett företag. Storleken av effekten på tillväxten blir då beroende av inte bara investeringens storlek utan även i vilken teknik (produktion) man investerar. Investeringens storlek

¹ Ysander, B-C; pågående IUI-studie.

och användning dikteras av ekonomiska lagar. Det framgick med all önskvärd tydlighet i den studie IUI slutförde år 1979, för IVA:s s k Storprojekt att tekniskt förnämliga produkter som togs fram med den internationellt sett bästa tekniken varken garanterade kommersiell framgång eller självklart åstadkom hög tillväxt. Svensk fartygstillverkning hörde t ex till den tekniskt förnämsta i världen mot 70-talets slut, men den ekonomiska anledningen att fortsätta produktionen i Sverige eller att nyinvestera i den saknades.

Investerings storlek har dock fortfarande en avgörande betydelse för hur effektivt företaget är i produktionstermer. Det har visat sig i flera IUI-studier att anläggningarnas prestanda i flera branscher i ökande grad halkat efter effektiviteten i de bästa (s k best practice) anläggningarna. Detta gäller mejerier, spånplattfabriker, massa- och pappersfabriker, stålverk samt vattenkraftverk.¹ Det gemensamma för dessa branscher är en stagnerande investeringsutveckling. Eftersom det (förutom energiproduktionen) dessutom handlar om stagnerande marknader med i vissa fall starkt hårdnande internationell konkurrens, kan man kanske säga att det varit förståndigt ur samhällsekonomisk synpunkt att hålla tillbaka investeringarna.

Detta leder över till en avslutande problemavgränsning på detta plan. En nationell ekonomi är aldrig ett slutet system. Den är alltid i olika grad, och för Sverige i hög grad, öppen och påverkas av den tekniska och ekonomiska utvecklingen i andra länder. För att göra diskussionen av den tekniska utvecklingen intressant och fullständig bör vi alltså studera den i kombination på alla dessa nivåer:

¹ Se Forsund och Hjalmarsson (1978 och 1980), Grufman (1978) samt Carlsson (1980a).

- (1) globalt (hela världen)
- (2) ett land
- (3) en bransch
- (4) ett företag
- (5) osv.

Teknik kommer till oss från omvärlden på olika vägar, via licensköp, via imitation och kopiering, via överföringar internt inom internationella företag. Men framför allt påverkar den oss via prisbildningen på internationella varu- och tjänstemarknader. Detta gör sammanhangen mycket komplicerade. Det kan inte nog framhållas att man bör ha detta klart för sig, innan beslut fattas och åtgärder vidtas på grund av alltför enkla föreställningar om hur en industriell ekonomi fungerar.

Den tekniska förändringen kan inträffa i omvärlden, som illustreras av exemplet från biltillverkningen nedan. Effekterna av en sådan relativ förändring till svensk nackdel träffar oss via priserna och vice versa, om den går åt andra hållet.

Det skall samtidigt framhållas att denna typ av prispress (eller konkurrens) från omvärlden också tvingar till effektivisering på det tekniska planet i den egna ekonomin, antingen genom investeringarnas inriktning och bortsortering av de verksamheter där man är relativt sämre än i omvärlden eller också genom att en teknisk nydaning tvingas eller stimuleras fram. Den första "sorterings-" eller allokeringseffekten har varit basen för ekonomisk utrikeshandelsteori i alla tider. Den andra investerings- och nydaningseffekten har berikat det ekonomiska tänkandet på ett senare stadium, och vi skall ägna särskild uppmärksamhet åt den här, eftersom den kan vara den viktigaste.

Den begynnande industriella revolutionen i slutet av 1700-talet gjorde England till ett intressant föremål för besök och studier. Redan i sin tidiga analys av det svenska näringslivet konstaterade

Westerman (1768) nackdelen för landets ekonomi av att man av brist på kunnande ägnade sig åt arbetsgrenar som "mera fordra kroppsstyrka, än någon särdeles vighet och händighet". Sålunda konstaterar han att vid våra skeppsbyggerier "fordras nästan trenne dagsverken för att uträtta det man i England eller Holland åstadkommer med ett enda" (s 7). Skillnaderna i arbetsproduktivitet var till och med 1 till 4 mellan drejerierna; "Fayance-verken i Holland" och motsvarande anläggningar i Sverige. Sammanfattningsvis konstaterar Westerman att den engelska arbetskraften åstadkommer ungefär dubbelt så mycket i arbetsprestation som den svenska. Med denna uppskattning försämrades Sveriges relativa ekonomiska läge något under de följande drygt 100 åren - dvs under den industriella revolutionen i England. Därefter inledde den svenska ekonomin en extremt snabb och stabil utveckling som under de 100 följande åren fram till våra dagar mer än kastade om relationerna (figur 1).

År 1979 besökte en delegation för den svenska Data- och Elektronikkommittén Japan i ett ärende som hade vissa likheter med Westermans studie 200 år tidigare. Bl a besöktes Nissan's Oppamafabrik utanför Tokyo och någon månad senare Volvos Torslanda-fabrik.¹ I mycket grova tal skulle man kunna göra följande jämförelse. Man konstaterade att Oppamafabrikens 7 600 anställda producerade ca 400 tusen enheter per år uppdelade på 5 bilmodeller. Samtidigt producerade Volvo/Torslandaverkens 8 000 anställda ca 200 tusen enheter per år. Vissa justeringar i jämförelsen måste här göras för detaljtillverkningens organisation. På det hela taget var tekniken och automatiseringsgraden mycket lika, fränsett den dubbla skalan i Oppamafabriken. Maskiner av samma märke och konstruktion användes. Automatiseringsgraden var något mer sofistikerad i Torslanda, enligt Volvos bedömningar. Löneläget var något högre hos Volvo (6 000 kronor i månaden jämfört med ca 5 500 kronor i månaden hos Nissan). Lönekostnadsläget däremot var avsevärt högre i Sverige på grund av våra sociala avgifter etc.

¹ Industri- och forskningspolitiska program inom data- och elektronikområdet. Ds I 1980:7. Promemoria utarbetad av data- och elektronikkommittén (DEK).

Hur gick det ihop, att alla tal var ganska lika fränsett att dubbelt så många bilar kom fram ur den japanska fabriken? Låt oss säga att varje bilenhet vid Torslanda i medeltal representerar 20 procent mer "bilkvalitet" än medelbilen vid Oppamafabriken. Medan varje arbetare vid Volvo var närvarande 1200-1400 timmar om året på arbetsplatsen, så presterade den japanske arbetaren ca 2000 arbetstimmar per år. Skillnaden i arbetsinsats beror framför allt av hög frånvaro i Sverige (sjukfrånvaro och annan frånvaro, ca 20 % vid Volvo mot praktiskt taget ingenting vid Oppama), som betalas av sjukförsäkringssystemet samt semester. Efter korrigering för kvalitet och arbetsinsats samt variationer i integrationsgraden blir produktivitetsskillnaden uppskattningsvis ca 20 procent till fördel för Oppamafabriken,¹ en siffra som vid denna grova beräkning bör anses ligga inom en normal felmarginal. Efter hänsyn även till lönekostnaden blir dock skillnaden i vinstmarginal avsevärt större till förmån för Oppamafabriken. Den stora skillnaden ligger dock i den mycket lägre kapitalförbrukningen vid Oppama på grund av den större skalan och en mycket snabbare lageromsättning och därmed en ytterligare förbättrad lönsamhetsrelation vid normalt utnyttjande av maskinkapaciteten till förmån för Oppamafabriken. Det är dock viktigt att komma ihåg att lönsamheten inte enbart beror av de direkta produktionskostnaderna. Gustavsson (1979) hävdar t ex att produktens konstruktion är den avgörande faktorn,² dvs annorlunda uttryckt vad kunden är beredd att betala för en viss bil jämfört med en annan.

Bägge dessa "reseberättelser" skilda 200 år åt i tiden illustrerar samma sak, nämligen kostnadsrelationernas betydelse för utrikeshandeln. Som vi sett från exemplen är det inte bara rent tekniska

¹ Man kan som Gustavsson (1979) hävda att produktiviteten i detta sammanhang bör räknas per anställd, eftersom även den frånvarande belastar företagets kostnadsbudget på många olika sätt. Skillnaden blir då 50 procent.

² Medan marknadsvärdet hos Nissans personvagnsproduktion låg på ca 14 miljarder kronor 1979, låg Volvos på ca 12 miljarder. Förädlingsvärdeandelen av omsättningen var ungefär lika stor. Se Gustavsson (1979) s 235 ff.

faktorer som avgör de s k komparativa fördelarna. Utrikeshandelskonkurrens förekommer även inom den egna ekonomins gränser av samma skäl. Teknisk utveckling i vissa företag eller sektorer slår i senare led ut verksamheten i andra sektorer därför att resurserna inte räcker för allt. Det totala produktionsresultatet blir störst om de relativt minst produktiva anläggningarna inom landet inte får resurser. I en fungerande marknadsekonomi sker denna utsortering automatiskt genom konkurrens. Snabbt expanderande näringar bjuder över stagnerande sektorer på arbetsmarknaden. Så till exempel försvann nästan tre fjärdedelar av sysselsättningen i det svenska jordbruket under de 30 år som passerat sedan 1950,¹ dvs vad som motsvarar ett stort företag (ca 1300 anställda) lades ned varje månad under 30 år. Denna ständiga omstrukturering framtvungad av marknadskrafterna svarar för större delen av den tekniska restfaktor som enligt gjorda mätningar (se ovan) svarat för en så stor del av den ekonomiska tillväxten i olika länder. Den amerikanska ekonomin gömmer t ex stora kontraster i form av både snabbt växande industriella delområden och stagnerande deekonomier, bl a på grund av det "skydd" som en stor hemmamarknad erbjuder.

Det är intressant att här konstatera att den "svenska modellen" som den formulerades i arbetarrörelsens efterkrigsprogram² i allt väsentligt utgick från att låta marknadskrafterna effektivisera produktionen, varvid den solidariska lönepolitiken hjälpte till i detta avseende. Fördelningskonsekvenserna skulle sedan påverkas med inkomstskattepolitik och arbetsmarknadspolitik i kombination. I allt väsentligt kan en marknadsekonomi fungera med dessa resultat som följd under de villkor som gällde för politiken fram till andra hälften av 60-talet - nämligen att samhället accepterade de förändringar som följde av en ständigt fortgående snabb struk-

¹ Se Eliasson-Carlsson-Ysander m fl (1979) s 33.

² Se t ex Fackföreningsrörelsen och den fulla sysselsättningen, LO, Stockholm 1953.

turomvandling och/eller att den positiva, inkomsthöjande sidan av samma omvandling dominerade i debatt, politik och beslutsunderlag.

Betydelsen för den totala effektiviteten av produktionens organisation snarare än takten i själva den mekaniska bearbetningen är i själva verket en omformulering av Adam Smith's idé om organiserandet av specialiserad produktion, eller av dess modernare beteckning, en marknadsekonomi. I organisationen ingår inte bara förändringar i hur man gör saker utan även vad man gör och på vilket sätt olika verksamheter tillkommer eller sorteras bort. Vi kan med samma glasögon betrakta produktion i en fabrik, i ett kontor, i en skola eller i ett sjukhus. En effektiv och fungerande satsning på förebyggande vård snarare än den traditionella, omhändertagande sjukhusvården representerar en annan organisaton av denna typ av produktion, som kan innebära mycket stora tekniska kliv framåt, även om de mäts helt felaktigt i vår ekonomiska statistik.¹

Det är lätt att finna exempel på hur tillståndsgivning, regleringar och annat tvingar fram mindre effektiva lösningar av produktionens organisation än vad som skulle ha åstadkommit utan samma kontrollerande inslag. Med detta har vi velat framhålla betydelsen av produktionens organisation mellan företagen och hela ekonomin när det gäller att förklara den s k tekniska restfaktorn. Den ekonomiska politiken inklusive närings- och industripolitik spelar här en avgörande roll. Två av varandra oberoende beräkningar (den ena med hjälp av IUI:s mikro-till-makromodell)

¹ Ju mer sjukvård och ju mer den kostar, desto större blir BNP som vi mäter den. Om den nya datortomografen, som helt bygger på den teknik som denna studie handlar om, på ett väsentligt sätt kommer att reducera behovet av vård - och till en i relation här till försumbar insats av forsknings- och utvecklingsarbete, så kommer alltså den uppmätta tillväxten att sjunka, som en konsekvens härav. I nationalräkenskapstermer kan vi möjligen få en positiv BNP-effekt av att människorna blir mer friska och därför kan arbeta fler timmar och intensivare.

tyder på att dessa faktorer svarat för 50 à 60 procent av teknikfaktorn i industrin 1955-1975 (se kapitel IV), eller drygt 2 procents tillväxt per år. Teknisk utveckling på företags(fabriks)planet svarar därmed för blott ca 40 à 50 procent av teknikfaktorns tillväxt.

Nästa steg blir att komma in under skalet på företaget och studera hur teknisk utveckling ser ut därinnanför. Innan vi via ett praktikfall ger oss i kast med att bryta ned den totala tekniska utvecklingen i dess beståndsdelar på verkstadsgolvet (se avsnitt III:e) skall vi dock som en introduktion till vår diskussion av elektronikens plats i sammanhanget kort presentera det moderna industriföretaget, till skillnad från det som förekommer i läroböcker och - som det tycks - i det allmänna medvetandet.

b) Vad är och vad gör ett modernt industriföretag?

Westerman (1768) betonade förståelsens betydelse för såväl läkares diagnos som den rätta organisationen av industriell produktion. Det är möjligt (troligt) att litteraturen i dag förmedlar en bild av industriföretaget som hör historien till.

Vi kan konstatera:

1) Att den moderna industriprodukten (varan) när den väl nått konsumenten, t ex affären, innehåller en betydande förädlingsvärdeandel som inte beror av produktion (maskinell bearbetning) i traditionell bemärkelse.¹ Transporter inom och mellan företag, lagerhåll-

¹ I amerikansk tillverkningsindustri ("Durable goods manufacturing") svarar direkta produktionsarbetare endast för obetydligt över hälften av alla anställda. Se Pratten (1975) s 14. Se även tabell 4 i avsnitt III:e.

ning, finansiering, administration, FoU, design, konstruktion, kvantifiering, klassificering, standardisering, prissättning, reklam, förpackning osv utgör förmodligen mer än hälften av den svenska industrins förädlingsvärde. En stor del av varans slutvärde representerar det produktionsvärde som marknaderna utför när varan skall hitta från rätt fabrik till rätt slutkund. Det är egentligen ganska lätt att se hur liten den del av det totala värde som kunden i butiken betalar för som är industriell produktion i meningen maskinell bearbetning i fabrikskus med höga skorstenar.

2) En snabbt minskande andel av de totala investeringarna i industriföretaget utgörs av annat än maskinanskaffningar och bygandet av anläggningar. FoU-investeringarnas tillväxt kan vi mäta.

Det är i allt väsentligt en fråga om en växande insats av mycket kvalificerade arbetstimmar som driftskostnadsförs i företagens interna statistik. 1964 investerades i svensk industri för varje krona i maskiner och anläggningar 16 öre i FoU, 1967 och 1969, 18 öre,¹ samt 1971 och 1975 25 respektive 26 öre.²

I vissa industrier som läkemedel och elektronik är investeringarna större i FoU än i maskin- och anläggningskapital. Samma sak gäller betydande investeringar i marknadsföring, som vi i dag inte har bra metoder att mäta.

3) En växande investeringspost hos det enskilda företaget, som inte skall glömmas bort, utgör omsättningskapitalet (lager, kundfordringar och likviditet) som väsentligen syftar till att möjliggöra en effektivare intern planering i företagen och stabilare flöden i produktionsapparaten.³

¹ Eliasson (1971).

² Källa: IVA:s Kunskap och konkurrenskraft (1979). Enligt preliminära siffror fortsätter FoU-investeringarna att stiga kraftigt även 1977. Procentandelen blir dock extremt hög detta år (43 procent), därför att övriga investeringar går ned kraftigt.

³ Se Nilsson (1980).

En rätt dimensionering av lagerkapitalet är mycket viktig för en snabb och störningsfri produktion och samma sak gäller egentligen även finansieringssidan i ett företag. Få omständigheter stör ett företags planering av sina investeringar, produktionen och tillväxten som att inte kunna kontrollera (överblicka) en tillräckligt lång framtida period finansiellt.¹

En annan och bättre organisation av produktionen kan möjliggöra stora besparingar av fysiskt och monetärt kapital. Ett annat sätt att säga samma sak är att en förändrad organisation av hela produktionssystemet möjliggör snabbare produktionsflöden. De totala produktionsstyrningsproblem, som elektroniken i ökande grad kommer att lösa i den takt man inom företagen lär sig sin egen produktionsprocess, möjliggör av våra praktikfall att döma i ökande grad jämfört med tidigare kapitalbesparingar för företagen. Det är möjligt att den tekniska utvecklingen, som hittills i huvudsak tycks ha varit arbetskraftsbesparande,² därför kommer att ändra karaktär och i ökande relativ grad bli kapitalbesparande. Vad som därmed inträffar är att "human-kapital" (FoU, utvecklingsarbete, programmering etc) ersätter fysiskt kapital i produktionen. Vår gängse statistiska mätutrustning kommer därmed att bli än mer ofullkomlig.

¹ Det är lätt att överföra detta resonemang - som vi skall göra - till en hel ekonomi med balansproblem i utrikeshandeln.

² Så långt den empiriska litteraturen på området, som i allt väsentligt bygger på högt aggregerade produktionsfunktionsberäkningar. För en sammanfattning se Bentzel (1978) s 13 ff. En viktig fråga är dock i vilken utsträckning detta resultat redan finns inbyggt i den använda mätmetoden. I viss utsträckning gäller detta de simuleringar som redovisas i kapitel IV, där vi på grundval av andras resultat valt att enbart låta arbetsbesparande teknisk utveckling äga rum på företagets nivå och antar att kapitalproduktiviteten är oförändrad. På högre aggregationsnivåer än företaget kan dock kapitalbesparande teknisk utveckling äga rum, om t ex tunga, råvarubaserade industriföretag växer långsammare än verkstadsföretagen.

4) Man kan delvis karakterisera de svenska storföretagen som jättelika, internationella marknadsföringsorganisationer, investmentföretag och banker i kombination. Inom sig samordnar de utveckling av nya produkter, investeringar och i viss mån produktion. Produktionen är inte längre det typiska kännetecknet på ett modernt storföretag. I stor utsträckning sker basproduktionen hos underleverantörer utanför storföretaget i Sverige eller i omvärlden. Företagens storlek och delarnas gruppering inom företagen är väldigt mycket beroende av tekniken (läs managementtekniken, punkt 3 ovan) att effektivare än marknaderna för krediter hålla ihop systemen finansiellt, dvs att få systemet totalt att förränta sig bättre än i mindre enheter skilda åt av marknader. I denna sammanhållande funktion (information, kontroll etc) har elektronik, datateknik och informationsteknik kommit att spela en stor roll.¹

5) Svenska storföretag kan dock fortfarande förefalla små vid internationella jämförelser. Det sägs ofta att svenska företag ej byggt sin framgång på skalfördelar utan på nischspecialisering och flexibilitet. Svaret beror på vad man menar, och den ovannämnda traditionella bilden av det lilla svenska storföretaget är förmodligen grovt missvisande. Det svenska storföretaget, sett som en finansiell enhet är litet jämfört med amerikanska, engelska och tyska storföretag. Ser vi till produktionen (anläggningen) blir bilden inte alls lika självklar. Pratten (1976)² finner t ex att medan engelska företag sett som finansiella enheter är större än motsvarande svenska företag, så gäller motsatsen klart vad gäller anläggningarnas storlek. Carlsson (1980)³ observerar att de svenska

¹ Se vidare Eliasson (1976), särskilt de sammanfattande kapitlen I och XI samt Supplement 6 om datorer och modeller i företagens administrativa och finansiella system.

² Se t ex Pratten (1976b).

³ Se Carlsson (1980a).

elektrostålverken ("electric steel furnaces") i början av 60-talet hörde till de största i världen. Numera gäller det rakt omvända förhållandet. Svensk stålindustri kämpar uppenbarligen med problem som kanske inte kan lösas. Ser vi till marknaden finner vi att flera av våra mest framgångsrika företag är storskaliga producenter för relativt små marknader.

6) Förskjutningen av svensk industri från en egen råvarubas och en från konkurrens relativt skyddad tillvaro till en teknologisk bas, med ett i allt väsentligt internationellt tillgängligt kunnande kan ha förlängt den totala investeringsprocessen ("gestationsperioden") samtidigt som den färdiga produktens livslängd förkortats på grund av den snabbare tekniska förändringen. Detta kan ha gjort investeringarna i många företag totalt mer riskfyllda. En ny produkt och en ny produktionsteknik måste i växande grad föregås av ett långvarigt och kostsamt utvecklingsarbete där sluttestet på marknaden både är mer avlägset och uppfattas som mer osäkert än i tidigare traditionell produktion. Ett misslyckande kan ta lång tid att reparera framför allt därför att misslyckandet kan förstöra den finansiella bas som skulle användas till nästa utvecklingsprojekt. Det är möjligt att egen finansiell styrka ("soliditet") därför kommer att betyda mer i framtiden i de avancerade teknologi-industrierna. Det handlar alltså om i vilken utsträckning man inom företaget kan bedriva ett långsiktigt utvecklingsarbete i medvetande om att kunna överleva ett misslyckande. En viktig fråga är vad detta kommer att betyda för de små företagen. Det fordras dessutom en ny typ av managementkunnande för att driva ett företag med framgång under de nya hårda villkor som ständig förnyelse uppställer jämfört med vad som länge gällt inom tex de delar av den råvarubaserade industrin, som tidigare varit skyddad av egna, högt värderade råvarutillgångar. Den andra sidan av samma mynt är att kapitalet (såväl FoU som maskiner), när det en gång investerats är snabbare förgängligt i konkurrensen. Om vi till detta lägger att framgångsrik teknologi inom industrin måste backas upp av avancerad utbildning och forskning i utbildningssystemet, blir riskexponeringen ännu större. Att bygga upp den sistnämnda typen av kapacitet tar många år.

c) Restpostens beståndsdelar

För att förstå elektroniken och bedöma dess betydelse för den ekonomiska utvecklingen måste vi kunna ange var och hur den kommer in i produktionsprocessen. För detta är det traditionella nationalekonomiska redskapet en produktionsfunktion för industrin eller för en bransch oanvändbart. Mätningarna måste komma ned på företagets nivå och in i fabriken. Det visar sig också att begreppet produktionsfunktion är skäligen obekant och oanvändbart som analysredskap eller kalkylmetod på denna nivå.¹ Det är till och med oklart, om den uppdelning av faktorinsatsen på arbete och kapital å ena sidan och "teknikfaktorn" å den andra, som tabellerna 1 bygger på, har någon mening. Vi ifrågasätter dock inte denna mätmetod här och utgår i det följande från den sålunda uppmätta tekniska förändringen på makronivå. Utgångspunkten för detta avsnitt är att finna några klart definierade "produktionsenheter" (läs maskiner eller grupper av maskiner), vilkas tekniska egenskaper kan beskrivas och mätas samt att från dessa mätningar försöka kvantifiera den rena tekniska förändringens betydelse. Det skall dessutom vara möjligt (i kapitel III) att i begripligt språk uttrycka hur och var elektroniken kommer in i förhållande till dessa "enheter". Vi behöver alltså en "taxonomi", och så långt vi kan bedöma kan vi gå en bra bit in i fabriken utan att helt lämna ekonomens domäner. Ända ned på maskinplanet blir den tekniska förändringen till stora delar en fråga om maskinernas ordning i ett materialflöde. Samarbete mellan ekonomer och ingenjörer bör ge goda resultat i form av ökad förståelse.

En uppgift är att skilja ut betydelsen av prestandaförändringar hos de enskilda maskinerna från betydelsen av sådana organisationsförändringar. Liknande uppdelningar i maskinenheters prestanda

¹ Eliasson (1976) s 296 ff.

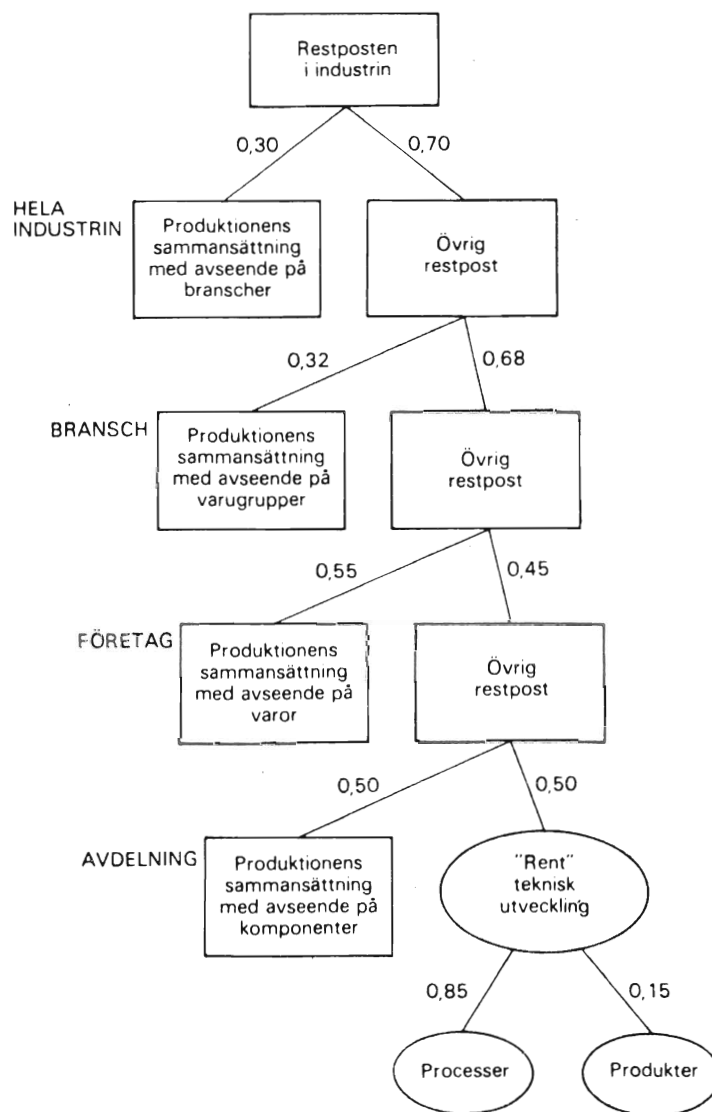
och inbördes organisation finns naturligtvis även inne i själva maskinen. Inne i maskinen finns dessutom ofta elektronik. Men då är vi helt inne på ingenjörens och konstruktörens arbetsområden, ej ekonomens.

Ett annat skäl för vår valda indelning är att maskinen är den enhet kapital en människa arbetar med i produktionen. Ett inslag i elektronikens utveckling är att knyta ihop flera maskiner i system (automatisering).

Figur 3 illustrerar storleksordningen på organisationseffekten i olika led. Traditionella kalkyler på data för hela industrin tyder på att restposten (för hela industrin) kan uppdelas i en del (30 procent) som beror på sammansättningsförändringar mellan branscherna och en annan övrigdel (70 procent) som beror på totalproduktivitetsförbättringen för varje given bransch. Går vi så ett steg nedåt ytterligare kan vi visa att "övrigheten" i sin tur kan uppdelas på en del (32 procent) som beror av förändringar i sammansättningen i varugrupper inom varje bransch och en övrigdel på 68 procent. Därmed har vi i praktiken kommit ned på företags- eller fabriksplanet och man skulle grovt kunna säga att denna beräkning visar att restposten till hälften ($0,7 \times 0,68 = 0,48$) beror på förändringar i den relativa tillväxten hos företag (= produktionsanläggningen) och till hälften på totalproduktivitetsförändring hos de individuella anläggningarna. Målet är, som redan nämnts, att på detta sätt komma ända ned till maskinnivån. Figur 3 innehåller vissa försök i den riktningen grundade på data från ett par företag.

Redan på anläggningsnivå har vi dock tillgång till kompletterande kontrollberäkningar direkt från företagsplanet (produktionslinjenivå, som i praktiken kan anses motsvara anläggningen). Dessa kalkyler, som återges i tabell 2, visar arbetsproduktivitetsförändring i vissa s k best-practice-anläggningar, dvs de anläggningar

Figur 3. Restpostens (teknikfaktorns) sammansättning på olika aggregeringsnivåer



Källa: Carlsson (1979).

som tillämpar den vid tillfället bästa, kända tekniken. Dessa data utgör i sin tur å ena sidan definitionen på teknikantagandet för varje enskilt företag i den mikro-till-makromodell som vi senare skall använda oss av för att analysera totaleffekten på ekonomin av tekniska förändringar. Å den andra sidan handlar nästa kapitel uteslutande om att försöka påvisa hur just elektroniken påverkar denna tekniska förändring på arbetsställeplanet.

Med hjälp av mikro-till-makromodellen har vi sedan genom en serie experiment (som gjordes innan tabellens data samlades in)¹ försökt skatta just teknikförändringens storlek på företagsplanet. Detta har skett på följande sätt. Arbetsproduktiviteten i nyinvesteringarna (teoretiskt i varje företag men hittills i praktiken i varje bransch) bestäms exogent utanför modellen. För en historisk period 1955-75 känner vi den faktiska ekonomiska utvecklingen, däremot ej den tekniska förändringen på företagsplanet. Genom att experimentera med olika teknikantaganden kom man så småningom fram till en makroekonomisk utveckling som trendmässigt stämde väl med verkligheten. De teknik(produktivitets)antaganden på de individuella företagens nivå som gav detta resultat finns angivna inom parentes för varje bransch i tabell 2. Denna uppskattning ger en medelförändring av arbetsproduktiviteten i de enskilda produktionsanläggningarna på 2,5 procent per år under 1955 och 1975. Från långa simuleringsexperiment med modellen under förutsättningar som i övrigt liknar dem som gällt under efterkrigstiden i Sverige visar resultaten att en höjning av den så definierade teknikförändringstakten med en procentenhet per år ger en ökning av produktionstillväxten i industrin med i medeltal 0,6 procent per år (allt annat lika). De 2,5 procenten per år skulle alltså ha motsvarat en produktionstillväxt på ca 1,5 procent per år under 20-årsperioden 1955-1975, dvs nästan 40 procent (1,5/4) av den teknikfaktor som för samma period registrerats i tabell 1.

¹ Se Carlsson-Olavi (1978).

Tabell 2. Exempel på tillväxten i arbetsproduktivitet i nya anläggningar 1955-1975

Industri	Produktivitets- mått	Årlig procentuell förändring		
		1955-65	1965-75	1955-75
<u>Extraktiva industrier</u>				
Malmbrytning	Ton av sten/timme	7,9	3,4	5,6
Skogsbruk	m ³ /arbetsdag	7,2	11,6	9,4
<u>Råvaru- industri</u>				(5,9)
Massa-och pappersindustri	Ton/timme	11,6	0-3,4	5,6-7,4
Etylene- produktion	Ton/timme	14,5	6,0	10,2
<u>Insatsvaror</u>				(3,0)
Handelsstål	Ton råstål/timme	6,0	4,8	5,4
Handelsstålör	Ton/timme	3,6	5,8	4,7
Stålsnide	Ton/timme	6,5	2,5	4,5
<u>Investeringsvaror</u>				(2,6)
Värmeväxlare	m ² värmeyta/timme	7,2	7,2	7,2
Vattenkrafts- generatorer	MVA/timme	1,0	3,6	2,2
Marinturbiner	kW/timme	7,2	-4,5	1,2
Skeppsbyggeri	Ton stål/timme	7,2	1,0	4,1
<u>Konsumentvaror</u>				(0,4)
Läkemedel	Ton/timme	1,4	2,5	1,9
Livsmedel				
Konserv- och djupfrysindustri	Ton färdig- varor/timme	13,1 ^a	4,3	5,4
Sockerindustri	Ton betor/timme	2,7 ^b	4,1	3,4

^a Hänför sig till 1960-1965.

^b Hänför sig till 1960-1970.

Källor: Carlsson-Dahmén m fl (1979) s 141, samt Carlsson-Olavi (1978).

Enligt denna beräkning på mikro-makromodellen skulle alltså den relativa tillväxten mellan de enskilda anläggningarna (organisationseffekten) förklara 60 procent av teknikfaktorn. Detta skall då jämföras med den uppskattning på 50 procent av samma sak på helt andra data som visas i figur 3. Övriga data för vissa delar av industrin ger inte möjlighet att ytterligare avgränsa detta intervall. Fortsatt forskning på detta område pågår dock inom IUI.

Vi kan dock läsa ut vissa saker från tabell 2. Tabellens övriga resultat bygger på en omfattande enkät till teknisk expertis inom företagen, som representerar en lång historisk erfarenhet, dvs perioden 1955-1975. Enkäten gjordes inom ramen för IUI:s samarbetsprojekt med IVA (Storprojektet) 1979. Frågorna formulerades så att de skulle passa företagsstrukturen i mikro-makromodellen och ställdes till ett stort antal utvalda personer i IVA:s medlemskrets.¹ Svaren avser i princip "best-practice"anläggningar, dvs bästa tillämpade teknik vid varje tidpunkt. Svaren visar att de verkligt kraftiga produktivitetsförändringarna i nya anläggningar har inträffat i de enkla, råvarunära industrierna. För dessa gäller dels att produkterna varit relativt enkla och standardiserade, dels att de ej förändrats särskilt mycket under den period som studerats. Utöver detta gäller en tendens till större produktivitetsökningar i de verksamheter som haft det besvärligt på sina marknader.² Till yttermera visso synes gälla att ökningarna i hög grad beror på en ökad skala i produktionen.³ Tillsammans stämmer denna bild med den typ av "rationaliseringsinriktning" som kännetecknat hårt pressade basindustrier under 60- och 70-talen, och

¹ Se närmare Carlsson-Dahmén m fl (1979).

2) Carlsson (1972).

3) Se Carlsson (1980a).

som i mikro-makromodellens företag representerar ett slags "bas-beteende". Det handlar om typiska rationaliseringar i produktionen av relativt oföränderliga produkter.

De industrier där vi (möjligen) kan tänka oss snabba produktförändringar kännetecknas däremot inte av höga ökningstal i arbetsproduktiviteten. Dessa industrier är dock underrepresenterade i tabellen. Det är alltså sannolikt att enkäten saknar de innovativa industrierna med snabb produktförnyelse och hög tillväxt men ej nödvändigtvis snabb produktivitetstillväxt och att detta förhållande förklarar en stor del av skillnaderna mellan enkätresultaten och branschskattningarna med hjälp av mikro-till-makromodellen. Det återstår därför att komplettera informationen på denna punkt. Man bör dock fråga sig om inte tabell 2 ändå pekar på en viktig omständighet bakom svensk industris problem, nämligen den tunga basvarudominansen. En större del av industrin i Sverige än i länder som USA, Västtyskland, Japan och Schweiz producerar standardiserade och relativt oföränderliga produkter av råvarukaraktär. Det är sannolikt att innovationstakten inom denna typ av produktion är lägre än inom de FoU-intensiva och ingenjörstäta delarna av industrin (delar av verkstad, elektronik, finkemi etc). Detta står inte i något motsatsförhållande till att Sverige samtidigt har en rikt differentierad, snabbt växande och framgångsrik verkstadsindustri, som till och med fått vissa bedömare att klassa Sverige, Västtyskland och Schweiz i en "första division" av länder med tekniska förutsättningar att bli industriellt utomordentligt framgångsrika under 80-talet.¹

Denna fråga leder direkt över till analysen av effekten på hela ekonomin i kapitel IV. Vi visar där med simuleringsexperiment på mikro-till-makromodellen hur en allmän steghöjning i den tekniska utvecklingen som den mäts i tabell 2 på företagsnivå startar en lång tillväxtcykel i ekonomin på mellan 20 och 30 år. Vi tror

¹ Se Pavitt (1979).

oss veta (vi har tyvärr av kostnadsskäl inte kunnat genomföra sådana simuleringar) att en våg av innovationer, eller höga produktivitetsförändringar av den typ som tabell 2 ger exempel på, skulle skapa en lång tillväxtcykel av den 40 à 50-åriga typ som fått beteckningen Kondratiev-cykeln. (Jfr här figur 6 i kapitel IV.) Frågan är dock fortfarande om det är på detta sätt som de långa "konjunkturvågor" som kan studeras i statistiken uppstått, eller om innovationerna skall tolkas på detta sätt. Det intressanta med dessa cykler, hur de än skapas, är dock att de representerar en oerhörd ekonomisk kraft. Det vet vi av erfarenheter från simuleringarna. En nedåtgående trend långt efter "innovationsfasen" kan med andra ord inte annat än tillfälligt hävas med traditionell ekonomisk politik. På sikt kan cykeln vändas uppåt av nya innovationsvågor. Frågan är om "elektroniken" kommer att åstadkomma detta, och i så fall för vilka länder.

Tabell 3. Årlig medelproduktion av stål i elektriska ugnar
i vissa länder 1960-1975
1 000 ton

	1960	1975
Sverige	15,1	22,7
Västtyskland	12,9	28,2
Frankrike	12,3	29,3
USA	25,2	71,9
Japan	7,1	25,0
England	5,3	13,6(1973)
Belgien	24,5	51,8

Källor: ECE, Structural Changes in the Iron and Steel Industry, 1979, s 73. Se även Carlsson (1980a).

III. ELEKTRONIKEN OCH DEN TEKNISKA UTVECKLINGEN

a) Produktionens element

Redan i föregående kapitel framgick det vanskliga i att på traditionellt sätt använda analogin en maskin när man studerar produktionen och den tekniska utvecklingen på nationell nivå. Alltefter som man tar fram starkare glasögon visar sig produktionsproblemet i ökande grad vara ett organisationsproblem. Denna bild av allt mindre enheter, som fogas samman i en organisationshierarki, kommer att följa oss hela vägen in i den hårdvara som fabriken tycks representera på ytan. Denna observation blir helt avgörande för vår förmåga att rätt förstå hur elektronikens betydelse skall bedömas. Det kommer t ex att visa sig ganska meningslöst att försöka exakt isolera elektronikens särskilda inverkan på den tekniska utvecklingen på vår mätnivå, en produktionsanläggning.

I stället för en produktionsfunktion behöver vi ett klassificeringssystem (en taxonomi) som gör det möjligt att bryta ned en produktionsprocess och beskriva dess organisatoriska hierarki på ett generaliserbart sätt. Generaliserbarheten ökas ju mer komplicerad den produktionsprocess vi bryter ned i någorlunda stabila och standardiserade delkomponenter är. Vi väljer därför ett verkstadsföretag och tror oss kunna hävda att en processindustri i allmänhet utgör ett enklare specialfall av verkstadsmodellen. För verkstadsföretaget jämfört med processindustriföretaget gäller såväl att produkten är mer differentierad och föränderlig som att tillverkningen i en given verkstad kan ske enligt flera lösningar, särskilt vad gäller tidsplanering och utnyttjandet av underleverantörer. Detta betyder att både produktionsförberedande arbete och marknadsföring utgör en större andel av förädlingsvärdet. Vi kan tänka oss att spjälka upp ett företags aktiviteter ungefär enligt följande mönster.

Struktur 1 (produkten)

1. Idé, initiering, FoU
2. Design
3. Konstruktion
4. Dokumentation
5. Arbetsberedning
6. Inköp och lager
7. Tillverkning
8. Kvalitetskontroll
9. Lager
10. Försäljning och distribution.

I en annan överlagrad dimension finns:

Struktur 2 (företagsledning)

1. Administration
2. Finansiering och investering.

Företagens kontoplaner skiljer i allmänhet upp de olika leden i produktens framställning i dessa kategorier eller i ännu mer finfördelade grupperingar. Vi hävdade t ex redan i första kapitlet att den populära föreställningen av ett företag som en tillverkan- de fabrik, dvs enbart inslag 7 i struktur 1 ovan, blir alltmer missvisande.

Vår utgångspunkt är att kategorisera företagets aktiviteter i så små enheter som möjligt utan att taxonomin förlorar i generalitet. Vi kan komma en bra bit ytterligare på väg.

Struktur 3 (tillverkning, punkt 7 i struktur 1)

1. Ämnesframtagning (gjutning etc)
2. Bearbetning (skärande eller formande)
3. Sammanfogning
4. Ytbehandling
5. Montering.

Över denna sekvens lagrar sig ytterligare en:

Struktur 4

1. Förråd
2. Hantering
3. Kvalitetskontroll
4. Lager.

Varje produktionslinje i ett företag kan t ex brytas ned i strukturer 3 och 4.

Man skulle kunna säga att vi fortfarande befinner oss på en uppdelningsnivå där en ekonom bör känna sig någorlunda hemma tillsammans med ingenjören. Men vi kan gå vidare utan att egentligen tappa i generalitet.

I varje verkstad står en mängd olika verktygsmaskiner med olika specialiserade funktioner. Det intressanta är egentligen att dessa maskinenheter fortfarande (i den normala verkstaden) har samma funktioner och är utformade på sätt som mycket liknar de maskiner som man hade under 1800-talets andra hälft.¹ Det visar sig dessutom att ända ned på denna nivå (maskinnivån) står sig den allmänna bilden från tidigare, nämligen att det är maskinernas inbördes organisation och materialflödet mellan dessa som i första hand definierar produktionssystemets prestanda (produktivitet) och i betydligt mindre grad de enskilda maskinernas prestanda.² Vi

¹ Se t ex Kamura-Yamashina (1979).

² Såväl praktikfall från data- och elektronikkommitténs verkstadsstudie och IUI:s studie av vissa produktionslinjer inom ASEA tyder på detta. Se Nilsson (1980).

Att verktygsmaskinerna är "stabila" maskiner som bibehållit sina funktioner länge illustreras i Jan Wallanders studie från 1962. Han visade där att det fanns många gamla maskiner i svensk industri som fortfarande användes i produktionen. Se Wallander (1962).

kan alltså arbeta oss ned på en ytterligare lägre nivå med "stabila enheter" på vilka ett stabilt mätsystem kan baseras, ett mätsystem som redan i allt väsentligt finns etablerat i företagens kontoplaner. Låt oss exemplifiera utan att fördjupa oss för mycket i detaljer.

Struktur 5 (verktygsmaskiner)

1. Skärande

svarv

fräs

borr osv

2. Formande

press

böckning

3. Sammanfogande

svetsning

nitning.

Det exempel som följer i avsnitt III:e nedan kommer att byggas upp kring data från lägre nivåer än strukturnivå 5 men kommer att presenteras nedbrutna för olika tillverkningslinjer enligt struktur 3. Vi har dock nu kommit ned på ett plan som gör det möjligt att placera in den "nya elektroniken" i företaget på ett någorlunda entydigt sätt. Och vi konstaterar att den kan komma in på en mängd ställen utan att nödvändigtvis ändra på systemets fundamentala beståndsdelar (verktygsmaskinerna). Till och med inom företagets tillverkning (delmoment 7 i struktur 1) handlar alltså "datorisering, elektronisering, automatisering" till betydande del om att koordinera och att organisera det arbete som utförs av just verktygsmaskinerna. Detta är en viktig slutsats. Även inne i fabriken är risken att överbetona hårdvarans betydelse stor när det gäller införandet av elektronik och datorer.

Elektroniken har möjliggjort en allt snabbare hantering av stora mängder digitalt lagrad information. Det finns även andra, t ex mekaniska eller manuella, sätt att sköta informationshanteringen. Den digitala tekniken har stora fördelar när det gäller mycket exakt och stabil modellering av produktionsmoment. Den kräver dock hantering och lagring av informationsmängder i en omfattning som för kort tid sedan troddes ofattbar. Det är här elektroniken ger nya möjligheter.

Men dessa möjligheter kan inte utnyttjas om inte kunnandet att med tillräcklig exakthet modellera produktionsprocessen finns på rätt ställe i företaget och att den nödvändiga mekaniken och mättekniken (sensorer etc) är tillräckligt utvecklade. Kunnandet handlar i sin tur om en mycket detaljerad nedbrytning av hela arbetsprocessen i standardiserade och stabila moment enligt ett klassificeringssystem som är tillräckligt generellt för att täcka den produktion man skall automatisera. När detta skett kan arbetsmomenten mätas upp och kunnandet lagras centralt i en dator.¹ Det är med andra ord fråga om ett nytt koncept att arbeta efter. Man får så att säga ett mer teoretiskt produktionsliv (se avsnitt d). Datorer utan kunniga användare hjälper lika litet som en modern bil i ett land utan vägar och god service, när något går på tok. Vad som är fundamentalt när det gäller datorers och elektroniks tillämpningar är den teoretiska representationen av komplicerade sammanhang och förlopp i produktionsprocessen. Det är här den digitala tekniken och datorernas enorma minneskapacitet öppnat nya möjligheter.

Vi har tagit exemplen ovan från verkstadsindustrin. Men bilden är som sagt i princip densamma inom processindustrin och inom den administrativa processen.

¹ Man bör här kunna dra flera paralleller från tidsstudietekniken, t ex utnyttjandet av MTM.

b) Var kommer elektroniken in?

Vi kan konstatera att automatiken i bred bemärkelse hittills i huvudsak har förts in där arbetsmomenten varit relativt enkla, få till antalet och framför allt repetitiva. Detta gäller särskilt processindustrin och i verkstadsindustrin, framför allt vid ämnestillverkning och ytbehandling ((1) och (4) i struktur 3 ovan). Numerisk styrning har i verkstadsindustrin använts sedan 60-talet. Samma teknik har också kommit till användning länge när det gäller formande bearbetning av material, (2). Vad gäller sammanfogning (med undantag av svetsning) och montering däremot har ganska litet hittills åstadkommits. Det är också här som sysselsättningsintensiteten är hög och som några bedömare anser att stora arbetskraftsbesparingar kommer att göras under 80-talet.

Om vi breddar produktionsprocessen till att omfatta allt under struktur 1 ovan, kan vi ytterligare konstatera att mycket litet i form av automation hittills har åstadkommits på design- och konstruktionssidan, om vi undantar tekniska beräkningar och vissa elektronikkonstruktioner. Utanför själva tillverkningen finner man automation i första hand inom arbetsberedning, lagerhantering och inom distribution. Vi har här konstaterat att dessa områden inklusive administration och marknadsföring - dvs icke tillverkning i bemärkelsen mekanisk bearbetning - upptar en växande andel av produktionsvärdet i det moderna industriföretaget.

Två försiktiga generaliseringar bör kunna göras här. För det första (och det har redan illustrerats) gäller automatiseringen praktiskt taget alltid delmoment i produktionen. Ju mer komplicerad och innehållsrik produktionen blir, desto fler, och mindre i förhållande till totalen, blir dessa. För det andra gäller att produktivitetshöjningar av dessa skäl endast delvis och kanske i mindre utsträckning kan förväntas komma att bero på automation i den bemärkelse vi avser, och att elektroniken i dess olika former inte utan vidare kan förväntas kunna åstadkomma de kraftiga produktivitetshöjningar som vi registrerat historiskt.

Samma förhållanden gäller inom alla moment av industriproduktionen. Ökningen av skärhastigheten betyder ofta väldigt mycket för produktiviteten vid mekanisk bearbetning. Hastighetens ekonomi beror i sin tur framför allt på att tillräckligt hårda och slitstarka skärande material finns att tillgå. Sandvik kan här visa på en magnifik utveckling för bearbetningstiden vid ett visst arbetsmoment, från kolstålet i början av 1900-talet (100 minuter) till snabbstålet 1910 (16 minuter), hårdmetall ca 1930 (6 minuter) till en ny kvalitet i mitten på 70-talet som klarar samma moment på 1 minut.¹ Carlsson (1980a) visar i sin tur på hur mycket denna utveckling i tid har betytt för produktiviteten i svensk gruvhantering, särskilt under 60-talet. Elektroniken har mycket litet med detta att göra. I gruvhanteringen har hydrauliken betytt mycket mer.

Kontinuerlig smörjning och kylning av skärverktygen underlättas ofta om bearbetningen kan kapslas in och styras på avstånd eller automatiskt. Här kommer elektroniken in med nya möjligheter.

Arbetsberedningen i verkstadsindustrin var manuellt upplagd före elektronikåldern, dvs långt in på 60-talet. På kontorslandskapens väggar avbildades produktionens flöden "halvteoretiskt" på diagram, nåltavlor och belastningsscheman. Varje maskin eller sammanhållen produktlinje hade sina stabila positioner med kapacitetsmått och optimeringen över detta "nätverk" (modellen) gjordes till stor del med en kombination av "trial and error" och intuition av en grupp ingenjörer. Schemaläggningen i skolorna under somnaren är en analog form av arbetsplanering. I bägge fallen kan "modellen" (verkstaden, skolan) numera bli mer "vetenskapligt" återgiven i en dator. Produktionslösningar kan experimenteras fram vid en terminal. I vissa enklare fall kan optimeringsalgoritmer sköta delar av experimenterandet automatiskt. Exempel på sådana applikationer är när många serier av relativt okomplice-

¹ Se Affärsvärlden, nr 40, 3 oktober 1979 (s 18).

rade produkter (t ex ämnen) tas fram i samma maskinpark. Om-prioriteringen mellan serierna och förändringar i serielängden, t ex när brist på en viss dimension uppstår, kan ibland göras helt automatiskt. Liknande system finns på konstruktionssidan. I bägge fallen gäller att ett effektivt "interface" mellan lager och inköps-sidan är avgörande för den totala flödeseffektiviteten i produktionen. Spektakulära höjningar av produktiviteten kan ofta uppvisas i enskilda moment av produktionen, och vi har redan visat i vilken ordning och i vilka delar just elektroniken åstadkommit detta.

Partiell automatisering av order, lager, planering av inköp började redan under 60-talets första år när datorn fortfarande var en relativt primitiv räknare. Automatiska kontroll(monitöring)system har gradvis möjliggjort en stabilisering och utjämning av aktivitetsnivåer och flöden samtidigt som hastigheten ökats och buffert-lagren nedbringats. Den intressanta frågan är om det är i just denna totala omorganisation och övervakande kontroll av hela systemet som de stora produktivetsinsatserna står att finna. Vi återkommer till detta nedan. Noteras bör dock att erfarenheterna från mikro-till-makromodellen i IUI:s långtidsbedömning 1979 gav anledning att uppställa hypotesen att en gradvis allt stabilare och effektivare prissignalering under 50- och 60-talen - såväl inom som mellan industriländerna - möjliggjort den anmärkningsvärda höjning av produktivitetstillväxten som registrerades i alla industriländer under det gyllene 60-talet. Det handlar alltså om en höjning av den totala systemeffektiviteten såväl inom som mellan länderna på grund av en förbättrad organisation av produktionens flöden. Vi erinrar oss att denna effekt kommer med i teknikfaktorn i tabell 1 på industrinivå, som vi mäter den.

Prissystemet är den övergripande styrfunktionen i ett marknadssystem. Erfarenheten med mikro-till-makromodellen visar ytterligare att en alltför högutnyttjad ekonomi för det första tenderar att långsamt

bygga upp instabiliteter. Flaskhalsarna i produktionen blir allt frekventare och kan skapa en krypande inflationsvåg. För det andra blir systemet känsligt för chocker utifrån, t ex sådana som tillfälligt kastar om relativpriserna. Vi kan visa på flera analoga egenskaper från tekniska och fysiska systemkonstruktioner, t ex elektrisk distribution. Instabiliteter drar ned den dynamiska effektiviteten hos systemen.

Avancerade, datorstödda konstruktionssystem (CAD) har funnits i marknaden under några år. Dessa konstruktionssystem håller gradvis på att integreras med datorstödda produktionssystem (CAM) vad gäller operationsberedningen och den direkta styrningen av produktionen från konstruktionsavdelningarna. Mycket litet har dock hittills åstadkommit vad gäller direkt styrning från konstruktionsborden av mekanisk produktion i verkstäderna. För praktikern är CAD fortfarande liktydigt med grafiska tillämpningar i datorn och CAM uppfattas nästan som samma sak, som en numeriskt styrd verktygsmaskin. Utvecklingen går dock fort. CAD/CAM-teknologin har förutom inom grafisk industri gått längst inom den elektroniska hårdvarutillverkningen. Endast 2-dimensionell geometri behövs där på konstruktionsbordet och solid state-tekniken inom elektronikindustrin gör i detta avseende produktionen enklare än i en verkstad. Inom verkstadsindustrin har framsteg främst gjorts när det gäller standardproduktionens definitioner. Konstrukören har samtidig kontakt med ritning, komponentlager och verkstadens monteringslinje. En stor del av framstegen beror dock på standardisering av komponenter och monterings teknik. Det handlar om en tidskrävande utveckling. Framstegen sker bitvis, ofta i samband med att nya konstruktioner introduceras. Elektroniken är endast ett inslag i denna utveckling och inte alltid ett nödvändigt inslag.

Robotisering av monteringslinjer uppfattas ofta som ett högt hinder för utvecklingen. I enskilda tillverkningsmoment har som vi

redan visat stora steg tagits mot automatisering. De robotar som nu marknadsförs kan dock fortfarande blott utföra enkla transport- och bearbetningsfunktioner enligt förprogrammerade scheman. Utvecklingen hålls tillbaka av en långsammare utveckling på den mekaniska sidan och vad gäller "sensor"tekniken, dvs den teknik (syn, hörsel, känsel) som skall möjliggöra adaptiva robotar. Nya robotinstallationer handlar fortfarande mest om att moment av rutinarbete i en existerande produktionslinje byts ut. Svetsrobotar i en bilfabrik är ett exempel. Det är intressant att notera, att just robotar, som teoretiskt skulle representera "flexibilitet" i verkstäderna, i dag i första hand tycks finnas i fasta installationer, medan däremot NC-maskinerna i kanske högre utsträckning utnyttjas för mer flexibla uppgifter.¹

Den första slutsats vi kan dra på detta stadium är alltså att man kan komma alldeles fel i sina slutsatser om man fäster uppmärksamheten på enskildheter i produktionen där automatiseringen gjort stora framsteg. Vi har inom ramen för denna studie tittat på delmoment i produktion av vissa ämnen där ökning i produktiviteten på 20 à 30 procent per år kunnat registreras. Generalisering av sådana enskildheter till totalnivå (ett företag eller hela industrin) ger en felaktig bild av verkligheten (se avsnitt III:e).

För det andra är det inte vanligt att det är just eller enbart elektroniken som åstadkommit dessa resultat. Mekaniska lösningar av olika slag är mer vanliga och exempel på spektakulära framsteg kan letas fram ur historien. Vi kommer att kunna illustrera vad som sagts ganska klart i praktikfallet nedan.

På den administrativa sidan gäller samma sak som inom konstruktionsarbetet (struktur 2). Beräkningsarbetet (bokföring, löner, reskontra m m) ligger i datorerna men den administrativa produktionen har ännu inte automatiserats annat än i ringa omfattning.

¹ Se Carlsson-Selg (1980).

Det är framför allt datorernas överlägsenhet när det gäller mekanisk minnes- och beräkningskapacitet som exploaterats. Härvid gäller att en del enklare och mycket repetitiva kontorsarbeten försvunnit. Å andra sidan har en mängd arbetsmoment, som tidigare inte varit tekniskt möjliga, tillkommit. Detta gäller t ex den räkenskapsmässiga rapporteringen och kontrollen i företagen (se nedan). Många bedömare anser att kontorsrationaliseringen med elektronikens hjälp kommer att ta jättekiv under 80-talet. Liksom i alla andra sammanhang är det dock även här viktigt att klargöra vad man menar. Herbert Simon's prognos från 1965 att väsentligt bedömningsarbete inom företagens beslutshierarki kommer att utföras av datorer inom 25 år ligger fortfarande mycket långt borta.¹ Övergången till 70-talets ekonomiska krisår, med en svårprognoserbar ekonomisk omvärldsmiljö har varit en mindre behaglig upplevelse för scientific planners, modellbyggare och prognosmakare i företagen - och många har numera andra arbetsuppgifter.²

Det är framför allt viktigt att observera att även en stor del av automationen inom administration och beslutsfattande inte på något väsentligt sätt bygger på elektroniken. Skrivautomater ersätter i rask takt mycket rutinarbete på kontoren. Elektronisk post och arkivering kommer förmodligen att underlätta eller ta bort annars mycket monotont och tråkigt arbete. Men det förarbete för beslut och kontroll som går under den sammanfattande beteckningen "budgetprocessen" är ännu långt ifrån elektroniserad och datoriserad och kommer förmodligen inte att bli det inom överskådlig framtid. Denna verksamhet sysselsätter i det moderna storföretaget många människor, som var och en är specialist på sitt område och deltar i denna egenskap i budgetarbetet. Däremot har som nämnts datoriseringen av räknearbetet och det interna räkenskapsarbetet möjliggjort en helt annan överblick och siffermässig kontroll av de beslut som gäller hela företagsorganisationen.² Denna överblick och totalkontroll blir i sin tur allt nöd-

¹ Simon (1965).

² Eliasson (1976).

vändigare ju större företaget blir. Flera stora svenska koncerner hade t ex i början av 70-talet vare sig en systematiskt upplagd koncernredovisning eller koncernbudgetering. Inom några sådana företag kunde förlustverksamhet i stor skala i vissa divisioner och dotterbolag, framför allt utländska, förbli oupptäckt länge på koncernledningsnivå.

En av högsta ledningens tyngsta uppgifter i flera bemärkelser har varit att ständigt resa runt och kontrollera och inspektera. Modern budget- och rapporteringsteknik innebär en form av automatisering (rutinisering) av denna funktion, som möjliggör kontroll på avstånd och som delvis befriar högsta ledningen från det rutinmässiga kontrollarbetet och frigör den för "större" uppgifter.¹ Datorerna har hjälpt till när det gällt kalkylarbete, rapportering och kontroll, men det avgörande har varit något helt annat, nämligen storleken på företaget, vilket illustreras av att dessa administrativa styrsystem fanns i vissa amerikanska storföretag redan när datorerna byggde på elektronrörsteknologi.

Vad som varit avgörande har varit en samlad kunskap om vad en produktionsprocess och totalstyrning av ett företag innebär och den precision som krävs för att denna samlade kunskap skall kunna användas som underlag för beslut. Goda, standardiserade mätsystem inom företagen som gör det svårt för divisionschefer att dölja förluster och andra resultat av oskicklighet har varit avgörande samt en väl tränad stab som kan arbeta med denna typ av abstraktioner av företagets verklighet. Joseph Schumpeter insåg förmodligen inte hela vidden av sin insikt när han i förbigående² nämnde den dubbla bokföringstekniken som "the towering monument" i industriländernas marknads- och penningssystem, som kräver ett effektivt redskap för "rational cost-profit calculation" hos företagen.

¹ vilket i sin tur kan kräva en ny typ av företagsledare för att fungera bra.

² Se Schumpeter (1942) s 12.

c) En fabriksmodell

I kapitel II benade vi upp företagets organisation och diskuterade vad förändringar i denna organisation kunde betyda för produktivitetstillväxten på företagsplanet och nivåer däröver. På detta plan innebär prestandahöjningen till största delen att mixen av produktionsanläggningar förändras och att varje anläggning som får fortsätta utsätts för en press att prestera bättre. Man kan alltså likna det stora företagets huvudkontor vid en koncernledning som övertagit en banks och ett investmentinstituts funktioner när det gäller poolning och fördelning av finansiella resurser samt sammanhållningen av de olika ingående produktionsenheterna.¹ Detta företags existens som en finansiell organisation bygger alltså på att denna sammanhållande funktion fungerar bättre än om alla produktionsenheter varit enskilda företag skilda åt av marknader.

Vi genomför nu motsvarande dissekering av en produktionsanläggningens inre, där uppenbarligen central organisation av produktionsprocessen de facto befunnits överlägsen en alltför finfördelad splittring av aktiviteter på underleverantörer skilda från företaget av marknader. I föregående avsnitt har produktionens olika element diskuterats. Ett viktigt argument var att just den mekaniska bearbetningen, som vi här skall ägna särskild uppmärksamhet, ofta inte spelar en dominerande roll jämfört med den produktion som utvecklingsarbete, design, konstruktion, marknadsföring och administration var för sig representerar.

En annan, allmän slutsats var att produktionens organisation ofta spelade en betydligt mer dominerande roll för hela fabriken produktivitet än de ingående maskinenheternas enskilda prestanda. Det finns många exempel på hur en utomordentligt effektiv produktion kunnat organiseras kring ett stall av mycket gamla verktygsmaskiner. Likaså finns det gott om exempel på dyrbara maskin-

¹ Eliasson (1976) s 142.

anskaffningar som aldrig fått komma till sin rätt i en dåligt organiserad fabrik. Organisationskunnandet i verkstäder kan inte ersättas eller kompenseras av högpresterande maskiner.

Återigen kan läkarvetenskapen användas i illustrationssyfte. Hur modern utrustning ett sjukhus än har, blir patienten inte friskare om läkare och sjuksköterskor inte kan använda sig av den.

Fabriks organisation

Det löpande bandet innebar den första organisationen av storskalig produktion av en given produkt. Jättelika produktivitetsvinster kunde i ett slag åstadkommas genom en mycket långt gående uppdelning av tillverkningen i specialiserade arbetsoperationer och utnyttjandet av specialmaskiner. Produktionsprocessen var "stel" och krävde långt gående standardisering, begränsad produktvariation och stor skala, eller oförändrad produktion under många år.¹ En annan produktionsteknisk organisation är den funktionella verkstaden för småskalig ("small lot") produktion av relativt många produkter, där alla verktygsmaskiner av ett slag, t ex svarvar, finns på ett ställe. Denna organisation innebär krångliga flöden, som resulterar i stora lager i fabriker där många produkter framställs. I gengäld kan man effektivisera maskinutnyttjandet.

Gruppteknologin är en speciell organisation av verkstaden som lämpar sig för mellanstora serier av relativt många produkter, där detaljerna är "familjegrupperade" och maskinerna ställs upp efter verkstadens produktorientering. Varje verkstad har sitt speciella nätverk, där flödenas komplexitet reducerats så långt som möjligt utan att maskinparkens utnyttjandegrad försämrats på ett väsentligt sätt.²

¹ Frekventare modellbyten gör därför t ex att USA:s bilfabriker inte nödvändigtvis i alla avseenden uppnår mycket större skalfördelar än de europeiska. Se Gustavsson (1979) s 273.

² Se t ex Hitoini (1979) s 66 ff.

Produktverkstaden (eller den integrerade verkstaden) i sin tur utgör en flödesorienterad specialverkstad för en produkt, en produktionslinje så att säga, inom en anläggning med blandad tillverkning. Den är vanligen en förhållandevis liten enhet i motsats till det löpande bandet. I produktverkstaden är syftet att uppnå snabba flöden men till priset av minskad flexibilitet. Produktverkstaden, vars flöden organiseras efter principen att den dyraste utrustningen skall få högsta möjliga beläggning, ger dessutom en enklare organisation och bättre överblick av produktionen för alla involverade parter. Tendensen synes för närvarande gå mot produktverkstäder från den funktionella organisationen. Den s k trattorganisationen som ofta framhållits av ASEA¹ är en variant på produktverkstaden, där principen att hålla överkapacitet i slutändan av produktionen ger ett "sug" i produktionsprocessen, som inte bara håller uppe utnyttjandegraden av maskinerna totalt utan även minimerar lagerhållningen i hela produktionssystemet. Flaskhalsar och stockningar framåt i produktionen tvingar till högre lagerhållning i tidigare led.

Denna enkla beskrivning visar på att varje produktionsanläggning med sitt produktsortiment erbjuder ett stort antal möjliga produktionslösningar och mängder med förbättringsmöjligheter på detaljnivå. Förbättringar i totalsystemets prestanda - vilket är det intressanta ur företagets synvinkel - kan åstadkommas genom bättre prestanda hos de ingående delarna eller bättre organisation av flödena. Människan kan ersättas av maskiner och den förbättrade organisationen kan spara både människor, maskinkapital och omsättningskapital.

Den förbättrade organisationen innebär inte att man en gång för alla byter maskinkonstellationer och flöden i fabriken. Särskilt gäller detta i komplicerad verkstadsproduktion med många olika produkter i slutändan. Ekonomiska överväganden kan motivera olika

¹ Se t ex Nicolin (1977) och Nilsson (1980).

prioriteringar (olika flöden) vid olika tillfällen. Produktionsavbrott i ett led kan kraftigt dra ned hela fabriken's prestanda. Omprioriteringar kräver en överblick av kapaciteten och lagren, som är svår att erhålla centralt vid en komplicerad flödesorganisation. Här är det dock viktigt att komma ihåg att människan fortfarande är den mest flexibla produktionsfaktorn.

Det blir ofta helt missvisande att fästa uppmärksamheten på någon viss aspekt, t ex automatisering av själva den mekaniska bearbetningen. I många fall kan en komplicerad men helt manuell verkstad med ett datoriserat produktionskontrollsystem vara mycket effektiv i totalproduktivitetstermer. Den avgörande effekten uppnås via en bättre total överblick, som möjliggör lägre lagrehållning, lättare omprioriteringar etc och framför allt kontroll över att kapitalet (maskiner, lager etc) verkligen utnyttjas. Även på den administrativa och finansiella sidan kan liknande exempel ges. Datoriserad kontroll av reskontror och påminnelser ger snabba betalningar och en lägre kundfinansiering. Omedelbar "on line access" till reservdelslager eliminerar behovet av många smålager. Löpande central rapportering mot budget på varje "profit center" (vinstenheter) gör det svårare att inne i företaget för högsta ledningen gömma verksamheter som går dåligt eller sköts illa och kanske helst skulle avvecklas (se föregående avsnitt).

Man tror sig ha konstaterat att den tekniska utvecklingen tidigare i huvudsak varit av arbetsbesparande karaktär.¹ Många av de exempel vi studerat och de generaliseringar som kan göras tyder på att elektroniken och datoriseringen möjliggör en teknisk förnyelse som i relativt högre grad än tidigare är kapitalbesparande i "hårdvarubemärkelse" (maskiner och lager) genom att en ökad överblick och kontroll möjliggör en snabbare genomströmning i existerande fabriker utan nödvändigt samband med en automatisering.

¹ Se Bentzel (1978).

ring av produktionen. Samtidigt har vi inte funnit särskilt starka belägg för att elektroniken kommer att höja arbetsproduktiviteten i ett snabbare tempo än vad som skedde under 50- och 60-talen.

Fabriken som en stor maskin

Det vi konstaterat om produktionens organisation innebär att vid varje aggregationsnivå över ett enskilt arbetsmoment blir produktionsprocessen en instabil relation mellan "inputs" och "outputs". (Se praktikfallet i avsnitt e.) Material och produktens konstruktion ändras. Den allra viktigaste förändringen är att produktionsflöden organiseras om, så att de samband som ingår i vad ekonomerna brukar kalla en produktionsfunktion (arbetstimmar och kapital å ena sidan som åstadkommer en produkt å den andra) ändrar på sig hela tiden, och på tillräckligt låg nivå efter mycket oregelbundna mönster. Detta är förmodligen det främsta skälet till att företagen själva sällan funnit anledning att arbeta med begreppet produktionsfunktion.¹ Det är så att säga inte operationellt användbart. I stället arbetar man internt vanligtvis med standardkostnadskalkyler för att utvärdera produktionens effektivitet. Normalt innebär förändringar i produktionens metoder en förbättring av produktionens effektivitet. Den s k produktionsfunktionen skiftar hela tiden utåt. Men det kan ske på många olika sätt, och för företaget är det ganska ointressant hur (genom besparing av arbetskraft, kapital, material etc) om blott utvecklingen på bästa möjliga sätt bidrar till företagsledningens primära långtidsmål - en acceptabel lönsamhet. Detta gör det naturligt för ledningen i ett företag att arbeta och resonera i kostnadstermer. Tekniska förbättringar av alla de olika slag som kan förekomma minskar totalkostnaden. Finfördelar man så dessa och korregerar dem för prisförändringar (löner, materialpriser etc) får man ett totalmått, en inflationsrensad s k standard cost. Dess invers är vad ekonomerna

¹ Se Eliasson (1976) s 298 ff.

brukar kalla totalproduktiviteten.¹ När man kommit upp på en tillräckligt hög nivå (en bransch eller mer) och när man har grupperat ihop ingående faktorer till några få (vanligtvis arbete, kapital, "teknik" och numera energi) samt rensat produktionsvärdet från materialkostnader, har totalproduktiviteten visat sig öka långsiktigt i en ganska konstant takt. Problemet är bara att totalproduktiviteten på denna nivå inte bara är beroende av en mångfald "tekniska" förändringar utan på detta detaljerade plan även av prisernas utveckling.

Om väsentliga förändringar av priserna sker så blir totalproduktiviteten missvisande och hela produktionssambandet instabilt. Detta gäller på alla aggregationsnivåer. Energiprisernas gradvisa sänkning relativt andra priser fram till 1972 fångades sannolikt upp som en förbättring i totalproduktiviteten. När de så plötsligt femfaldigades under två år 1972-73 hoppade den historiska "produktionsfunktionen" plötsligt till. Av dessa och andra skäl har den produktionsteoretiska forskningen hela tiden strävat i riktning att fånga upp fler faktorer - allt eftersom man tvingats till det av verklighetens förändringar - i syfte att få stabila samband att arbeta med. Den intressanta frågan är om meningsfulla sådana samband överhuvudtaget kan finnas; samband som samtidigt fyller syftet att vara statistiskt stabila vid väsentliga förändringar i den ekonomiska utvecklingen och som också bidrar till en insikt om hur produktionen fungerar (går till) eller åtminstone inte är missvisande. Detta är två centrala krav för relevant teori. Det svar denna skrift förmedlar är att dessa krav knappast är uppfyllda i modern makroekonomisk produktionsteori. Man måste finna en annan väg om man vill komma längre än till triviala, principiella slutsatser. För denna studie har detta bl a lärt oss, att man måste föra ned mätningarna på en låg nivå (minst den enskilda anläggningen) för att kunna säga något meningsfullt om vad tek-

¹ Se Eliasson (1976) s 296 ff.

nisk förändring är och hur den påverkar tillväxt och sysselsättning. Vi har också lärt oss att det är säkrast att arbeta med teknisk förändring på denna nivå som en exogen storhet, som man gör antaganden om. Vi har ännu ingen god teori att förklara hur den tekniska förändringen uppstår som ett resultat av olika förklarande omständigheter. På högre aggregationsnivå blir den tekniska förändringen delvis endogen på grund av strukturförändringar på det sätt som t ex sker i mikro-makromodellen (se nedan). I själva verket illustrerar strävanden att automatisera produktionsprocessen samma svårigheter som ekonomer brottas med på detta plan. Det saknas en generell, stabil och tillfredsställande enkel taxonomi, med vilken man kan beskriva produktionsprocesser så exakt att man kan styra en produktionsprocess och/eller förklara hur teknisk förändring äger rum. På något sätt vore det också märkligt om en sådan förklaring skulle komma från akademiska kretsar, där ett ytterst begränsat kunnande om produktionens former residerar.

d) Digitalteknikens fördelar - ett mer teoretiskt produktionsliv

Så långt kan vi konstatera att elektroniken i dess olika manifestationer kommer att förse oss med ökade möjligheter att beskriva (modellera) och styra komplexa produktionsprocesser exakt med stor precision och säkerhet med hjälp av ett digitalt språk. Begränsningarna ligger i första hand i kunnandet om produktionsprocessen samt i den mekaniska utrustning och den sensorteknik som krävs.

Av allt att döma är situationen i princip densamma i både verkstads- och processindustri samt på den administrativa sidan. Begränsningarna ligger i det explicita, centrala produktionskunnandet.¹

¹ På den administrativa sidan finns denna typ av svårigheter redan beskrivna i Eliasson (1976).

Det "analogt" lagrade och decentraliserade kunnandet hos kvalificerade arbetare, ingenjörer och administratörer som traditionell produktion bygger på är inte utan vidare tillgängligt för översättning till en central "produktionssystemmodell". Mycket av den tidigare entusiasmen över helautomatiska fabriker¹ och vetenskapliga beslutssystem, som fungerar bättre än mänsklig intuition,² har lagt sig efter konfrontation med verklighetens svårigheter. Utvecklingen går enligt de flesta bedömare nu klart mot interaktiva system, där människan arbetar i samråd med en dator och en modellerad processbeskrivning.

Människan tar vid när systemets rutinkunnande ej klarar av produktionen. Detta innebär för det första att en ny "intellektuell" värld håller på att introduceras på många arbetsplatser. Även om det går långsamt på den tekniska sidan, kan förändringarna av arbetsmiljön ändå uppfattas som stora. Vi får så att säga ett mer teoretiskt produktionsliv. Personalen måste lära sig en ny erfarenhet och framför allt ett nytt "språk" - en förändring som kan antas väcka olika former av motstånd hos dem som berörs om de inte förberetts väl.

Denna slutsats framhåller betydelsen av utbildningssidan, såväl vad det gäller attityderna till förändringar som möjligheterna (kompetensen) att klara av den. Utbildningssystemet producerar av tradition kunskap baserad på historisk erfarenhet. Kunskaper om det nya finns i första hand där det nya håller på att utvecklas och introduceras, dvs i detta fall i industrin. Detta är viktigt att komma ihåg vad gäller möjligheterna såväl att förbättra den reguljära utbildningen som att effektivisera olika former av "on the job training". För närvarande verkar situationen inte vara

¹ Svårigheterna härvidlag kommer att illustreras väl i såväl den verkstadsindustri- som den processindustristudie som data- och elektronikutredningen håller på att färdigställa. Se även Hallendorff (1979) s 681 f.

² Se Eliasson (1976) s 218 ff.

bra på någondera sidan. Framåtriktad utbildning på arbetsplatserna finns i bästa fall på hög exekutiv nivå. Det var visserligen ett gott tecken att 29 procent av den svenska arbetskraften 1979 rapporterade att den hade haft kontakt med datorer eller "output" från datorer på sin arbetsplats. Hela 27 procent av dessa, dvs 7,5 procent av hela den svenska arbetskraften, arbetade dessutom regelbundet vid en datorterminal. Mot detta måste dock ställas att 65 procent av arbetskraften inte hade fått någon som helst utbildning eller information om den nya teknologin.¹ I sammanhanget förtjänar också att påpekas att vad som med en vid definition kallas "informationsarbete" utgör en av de snabbast växande yrkeskategorierna i samhället, där tillväxten delvis beror på just denna teknologis introducerande.² Om företagen vill ha extra besvär, när det gäller introducerandet av den nya, elektronikbaserade teknologin i verkstäder och kontor, så avstår man från framförhållande utbildning på arbetsplatserna ungefär på samma sätt som för närvarande tycks vara fallet.

Utbildning är emellertid inte på långt när tillräckligt. Den nya styrteknologin, som är baserad på digital representation i stället för decentraliserat yrkeskunnande hos arbetskraften, kräver en enorm höjning och fördjupning av den motsvarande kunskapsnivån vad gäller produktionen. Kunnandet måste bli både explicit (på papperet och i datorprogram) och kvantifierat och finnas tillgängligt centralt (på en plats) i företaget. Dessa krav har än så länge bara klarats av vad gäller enklare former av produktion eller delmoment i produktionen. Min hypotes - som kräver ytterligare test-

¹ Zetterberg (1979).

² Se Thornton-Wheelock (1980) som med en mycket vid definition uppskattar att i England "between 62-65 per cent of the working population can now be classified as information operatives". Att denna växande yrkeskategori har en hög andel kvinnor förklarar delvis - enligt Thornton-Wheelock - varför den kvinnliga sysselsättningen kunnat hållas uppe så väl trots en i övrigt vikande sysselsättning i England under senare år.

ning - är att detta kunnande och denna kompetens ställer avsevärt mycket högre krav på ett industrilands befolkning än bygandet och utnyttjandet av den elektroniska hårdvaran. Mjukvaran kommer först. Den kräver en uppgradering av den teoretiska och pedagogiska kompetensen såväl bland ingenjörer, arbetare och administratörer som bland befolkningen i stort. - Det sistnämnda för att den nya tekniken skall uppfattas som något positivt och ej av okunnighet som något farligt mystiskt. Missar man denna aspekt kan hela problemet med ny teknologi missförstås. "Systems engineering" kommer t ex att bli en viktig utbildningslinje på de tekniska högskolorna. Det land som för närvarande har operationellt upplagd "systems engineering" på sina högskolors schema i någon större omfattning tycks vara USA.

Mikroprocessorerna innebär utan tvivel dramatiska höjningar av produktiviteten i datahantering. Deras användning när det gäller att utföra decentraliserade operationer i ett centralt kontrollerat produktionssystem kräver emellertid yrkesutbildat folk. Mikroprocessorn kommer ej att backas upp av samma lättillgängliga utbildnings- och underhållsfunktioner som gällt för de stora "main framedatorerna". Såväl de stora som - i ännu högre grad - de små specialiserade datorernas användning kommer alltså att begränsas av tillgången på människor som är kompetenta att använda utrustningen. Redan i dag är dessa människor den tunga posten i användarnas datorbudget, samt en produktionsfaktor som det råder stor brist på i alla industriländer.

Ytterligare en slutsats följer. En normal verkstad utför i dag ungefär samma bearbetningsmoment som genomfördes vid mitten av 1800-talet. Maskinerna är av samma universella typ, men mer hållbara, snabba, pålitliga, exakta, kompakta och mindre farliga. Produktionens organisation innebär att organisera materialflöden och buffertlager mellan sådana maskiner. Det nya "vetenskapliga" angreppssättet på detta organisationsproblem som digitaltekniken

möjliggör kommer antagligen att avslöja och möjliggöra nya, förbättrade lösningar vad gäller såväl produktionens uppläggning som produktens design.

En vanlig föreställning är att de största fördelarna kommer från en ändrad organisation av produktionen av givna produkter.¹ I personvagnstillverkning robotiseras till exempel en existerande svetsningslinje helt eller delvis. Erfarenheten är emellertid - och det kommer att illustreras av praktikfallet nedan - att de verkligt stora stegen framåt kommer när produkten är konstruerad med den nya produktionstekniken i åtanke. Detta är också en viktig slutsats från ASEA-studien.² Den nya CAD/CAM-tekniken som håller på att introduceras för avancerade arbetsplatser offererar stora möjligheter i detta avseende.

I tidigare avsnitt stannade vi vid automation av en given produktionslinje. Man kan dock spekulera kring vad den nya tekniken kan åstadkomma i kombination med att nya material och nya produkter i ökande takt ser dagens ljus. Den existerande 100 år gamla verkstaden från den industriella revolutionen är inte ett nödvändigt inslag i samma omfattning i framtidens industri. Nya sofistikerade produkter som flygplan, datorer och integrerade kretsar produceras på ett helt annat sätt. De nya produkterna bygger dessutom ofta sin existens på datorer och elektronik.³ Framför allt gäller detta integrationen mellan design, arbetsberedning och tillverkning. Denna nya typ av produktion kommer att vinna ökad

¹ Denna föreställning har t ex gjorts till ett starkt hårddraget antagande i Technological Change and Collective Bargaining, ASTMS Discussion Document, 1979.

² Nilsson (1980).

³ Så t ex utgörs nästan hälften av samtliga produktionssteg i tillverkningen av avancerade halvledare ("chips") vid IBM:s fabrik de Corbeil-Essonnes utanför Paris av tester.

terräng i de länder som industriellt går framåt. Varken stora trafikflygplan eller trafiksäkerheten vid dagens flygplatser skulle fungera utan avancerad elektronik. Datorer används i stor utsträckning vid tester och kontroll av produkter som förutsätter en kvalitet som inte kan åstadkommas utan datorernas hjälp, men som i övrigt bygger på en helt annan teknik, t ex nya material.¹ Man bör därför inte tala om en elektronisk revolution. Alltför många andra faktorer finns med i bilden. Möjligen kan man få anledning att tala om en något höjd teknisk utvecklingstakt, även om inte ens detta är självklart. Det helt avgörande blir om landets tekniska kompetensnivå håller mer än jämna steg med samma utveckling i omvärlden. Attityderna till det nya och till förändringar måste vara positiva såväl bland de professionella - vars arbetsuppgifter kastas om - som bland allmänheten. Denna anpassning måste börja i utbildningssystemet och den revolutionen tar sin grundliga tid.

e) Teknisk förändring på fabriksgolvet - ett praktikfall²

Beskrivningen gäller IBM:s Järfällafabrik, där skrivare tillverkas för hela världen utanför Nordamerika. Nästan hela produktionen går på export. Fabriken är inlemmad i IBM:s globala system. Såväl marknadsföring som väsentliga delar av design- och konstruktionsarbetet ligger utanför Järfällafabriken. Fabriken som sådan sysselsätter 1200 personer och är därför att betrakta som en stor produktionsanläggning. Fördelen med detta är att vi på ett relativt renodlat sätt kan beskriva just tillverkningsmomenten, dvs 5 och 6 i struktur 1 eller hela struktur 3 i föregående kapitel vad gäller tillverkning av en mycket avancerad finmekanisk verkstadsprodukt.

² Återigen är halvledartekniken ett av de bästa exemplen.

³ Detta praktikfall har varit möjligt att genomföra endast tack vare en mycket positiv inställning från IBM:s sida och en betydande arbetsinsats av särskilt Frans Beck (produktionsteknisk chef vid Järfällafabriken) och Gunnar Lundestam (budgetchef).

Ur fabriken's produktion har vi tagit bort alla udda produkter samt små skrivare och reservdelsproduktion, som utgör 30 procent av utleveranserna. Vi har ur det sortiment som kan sägas vända sig till ungefär samma användarkategori, de stora dataanvändarna, som behöver stor utskriftskapacitet, valt ut en grupp stora skrivare (produktfamiljen höghastighetsskrivare) som representeras av många konstruktionsårgångar och tekniker under hela 70-talet. Tillsammans har de hela tiden svarat för ca 30 procent av utleveranserna och nästan hälften av produktionen av skrivare. Med denna avgränsning har vi dessutom fått en relativt klar skala att mäta de olika skrivarnas storlek (prestanda) i förhållande till varandra. Måttet är skrivna rader per minut (Lines Per Minute, LPM). En nykonstruktion av skrivaren, som innebär att LPM fördubblas men antalet skrivare förblir detsamma, innebär därför med våra mått en fördubbling av produktionen.

Eftersom IBM-fabriken i hög, men varierande grad, använder sig av underleverantörer av delar måste det sålunda definierade produktionsvärdet korrigeras för en varierande inköpsandel för att fabriken's prestandautveckling skall kunna mätas. Detta har vad gäller beräkningarna gjorts på sådant sätt att inköpsens värde varje år beräknats i procent av fabriken's utfakturering inklusive vinstpåslag. Produktionsvärdet mätt i LPM har därefter korrigerats för variationer i denna inköpsandel.

Med detta praktikfall vill vi illustrera ett antal förhållanden som är fundamentala för att förstå dels hur ett företag ser ut inuti, dels hur elektroniken kan komma in i framför allt verkstadsproduktionen. Denna kännetecknas av en lång serie standardiserade produktionsmoment, som dels är karakteristiska för IBM:s produktion, dels - vad gäller ytterligare nedbrytningar - är karakteristiska för all verkstadsproduktion.

Till att börja med får några enkla kvantifieringar illustrera att ett modernt företag är någonting ganska annorlunda än vad gemene man vanligtvis föreställer sig och de intryck som förmedlas av många läroböcker. IBM:s Järfällafabrik sysslar enbart med tillverkning, dvs arbetsberedning, tillverkning och lagerhållning i struktur 1 i avsnitt III:a. Forsknings- och utvecklingsarbete, design och konstruktion av produkter samt distribution och marknadsföring ligger helt utanför Järfällafabriken. Denna typ av "serviceproduktion" utgör i det moderna industriföretaget en betydande och växande andel av total produktion. Vi har inte kunnat finna någon statistik eller några studier som ger besked om de storleksordningar som här gäller för hela industrin.

För den enbart tillverkande Järfällafabriken har vi dock erhållit data över en nedbrytning av de olika produktionsmomenten. Det visar sig där att drygt 50 procent av sysselsättningen och ungefär samma andel av den totala tillverkningskostnaden (exklusive inköp) ligger på arbetsberedningen. När vi så ytterligare bryter ned tillverkningsdelen i komponenter visar sig enligt tabellen nedan i grova drag endast 33 procent av sysselsättningen gälla direkt mekanisk bearbetning, dvs vad som i dagligt tal menas med produktion. I förhållande till leveransvärdet blir denna andel för hela IBM som företag självfallet avsevärt mindre. De i tabell 4 angivna andelarna gäller de 5 åren 1974-1979. Det är intressant att notera att andelarna förhållit sig relativt konstanta under 5-årsperioden. Vid Järfällafabriken finns i dag 5 robotar och 9 numeriskt styrda (NC) maskiner. Detta skall jämföras med Sveriges i dag (1979) installerade ca 1000 robotar och ca 3500 numeriskt styrda maskiner.

Avsikten med detta praktikfall är att bryta ned arbetsproduktivitetens förändring på disaggregerad nivå, i detta fall ett "paket" av stora radskrivare (olika konstruktioner och tekniker) i olika komponenter, som kan identifieras i produktionstekniska termer. I detta "schema" vill vi sedan försöka isolera automatikens karaktär och till sist hur elektroniken (datorer, robotar, NC-maskiner etc) kommer in i automationen.

Tabell 4. Förädlingsvärdets uppdelning på komponenter (arbetsinsats)
 Procent, medeltal för perioden 1974-1979

	Arbetade timmar
4. <u>Arbetsberedning</u>	51
därav: a) administration/planering	38
b) teknisk beredning	13
5. <u>Tillverkning</u>	49
därav: a) arbetsledning, service, kvalitetskontroll	10
b) direkt produktionsarbete	33
c) transporter, lagerhållning	6
Totalt	100

- Genom att välja ut flera och i ökande grad komplicerade och sammansatta produktionsmoment vill vi illustrera hur spektakulära prestandaförbättringar kan åstadkommas i enstaka delmoment av produktionen men att en produktionslinje eller fabrik kräver så många förbättringssteg och ett så avancerat produktionskunnande att hela fabrikens prestationstal ändå utvecklas förhållandevis långsamt.

- Genom val av aggregeringsnivå visar vi på vilka platser elektronik och automatisering i första hand kommer in.

- Det standardiserade mätetalet LPM gör det möjligt att illustrera betydelsen av produktbyte (eller snarare konstruktionsbyte) för produktivitetens utveckling.

- Det visar sig att de verkligt snabba produktivitetshöjningarna uppnås vid just produkt- och konstruktionsförändringar och ej vid rationaliseringar av produktionen av en given produkt, vilket är den gängse föreställningen.

- Vi kommer också att kunna visa att stora delar av investeringskostnaden i denna typiska hårdvarufabrik ligger på softvarusidan, ca hälften gäller konstruktions- och designarbete.
- Vi kan också visa att stora höjningar av prestanda kunnat åstadkommas utan elektronik, samt illustrera att fler och bättre maskiner inte nödvändigtvis innebär snabbare produktivitetshöjningar på aggregerad nivå.
- Utbildning på alla nivåer är avgörande för goda resultat på produktivitetssidan. Vi avslutar detta avsnitt med att illustrera hur denna är ordnad vid IBM:s Järfällafabrik.

Slutstadiet i vårt praktikfall är mätningar av hela (eller en stor del av) fabriken tekniska utveckling och produktivitet. Vi börjar i andra änden med rationaliseringsutvecklingen för ett element i skrivkedjan till skrivaren, nämligen:

Produktionen av skrivtyper

En skrivtyp (en "stans") har tre bokstäver (jämför en vanlig skrivmaskin, som har en på varje arm). Fabriken producerar några miljoner sådana typer per år. Figur 4A visar arbetsproduktivitetsutveckling under åren 1969 till 1981. Under en förberedande inkörnings- och inlärningsperiod (1969 och 1970) sjönk timåtgången kraftigt, till 70 procent av ingångsvärdet. I allt väsentligt berodde denna sänkning på att man gradvis kunde avveckla ett stort antal kontrollmoment.

Under 1971 lades tillverkningen ut på en underleverantör, som i sin tur fick lära sig produktionen, därav puckeln på kurvan. Detta arrangemang fungerade emellertid ej så bra, och tillverkningen togs hem till moderbolaget 1972 för att återigen läggas ut på en ny underleverantör. En ny puckel i åtgångstalen registrerades

under dennes inlärningsperiod 1973. Därefter började ett gradvis förbättringsarbete.

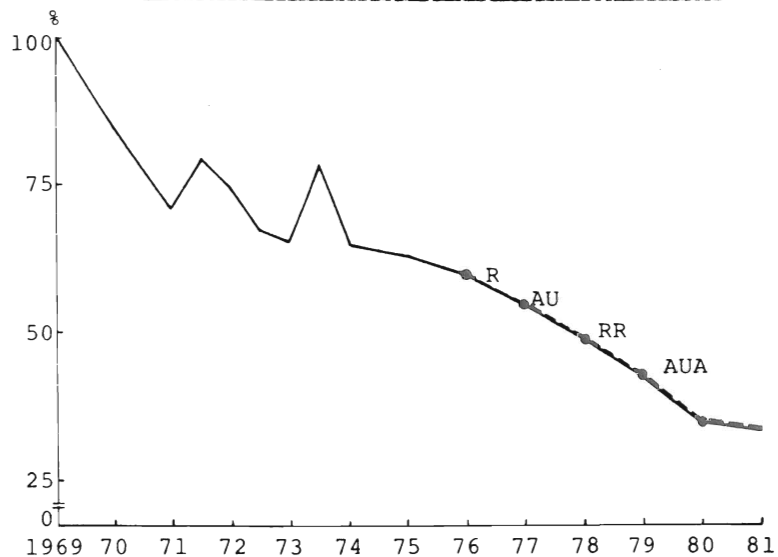
1975/76 installerades s k pick and place robotar. 1976/77 infördes automatisk gravering (från manuell pantograf till 6-spindlig NC-maskin) av "typstansen" (av kol, se nedan) samt flermaskinbetjäning (en man på två maskiner).

1978 tillkom elektrokemisk gradning med hjälp av en tvåspindlig robot. Detta innebär att kanten slås loss av en elektrod, dvs enkelt uttryckt en automatiserad form av kantslipning.

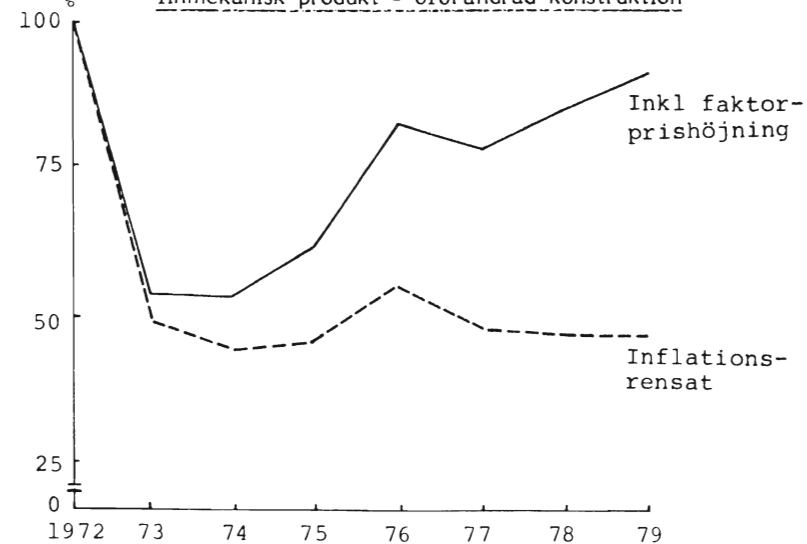
Observera att elektroniken hittills bara kommit in vid de två robotinstallationerna.

1978 installerades också en automatisk procedur för exaktare positionering av dels det kolstycke från vilket "typstansen" graverades, dels den krans med 24 graverade kolstavar med vars hjälp 24 skrivtyper graverades med s k gnistning. Tidigare hade dessa ringar förflyttats manuellt till 5 stycken enismaskiner. Nu gjordes även detta med en maskin. Denna automatisering valdes i stället för alternativet att köpa in 3 nya gnistmaskiner för 450 tusen kronor styck för att kunna klara en ökad produktionsvolym. Automatiseringen innebar visserligen att bemanningen kunde sänkas från 22 till 16 personer, men fördelen var i första hand att maskinutnyttjandegraden kunde höjas väsentligt genom ett snabbare genomflöde för hela operationen utan att tempot ökade i de enskilda arbetsmomenten och utan att de ingående verktygsmaskinernas prestanda ändrades. Man kallade därför denna förändring för "optimering av gnistning".

1979 automatiserades gradningen (kantslipningen) av typerna helt. Tidigare hade den $\frac{1}{2}$ cm stora typen hållits fast med en tång och slipats manuellt, ett oerhört påfrestande arbete. Själva gripmomentet var det besvärligaste vid automatiseringen. Detta klarades genom att typerna vändes rätt i en vibratormaskin för att

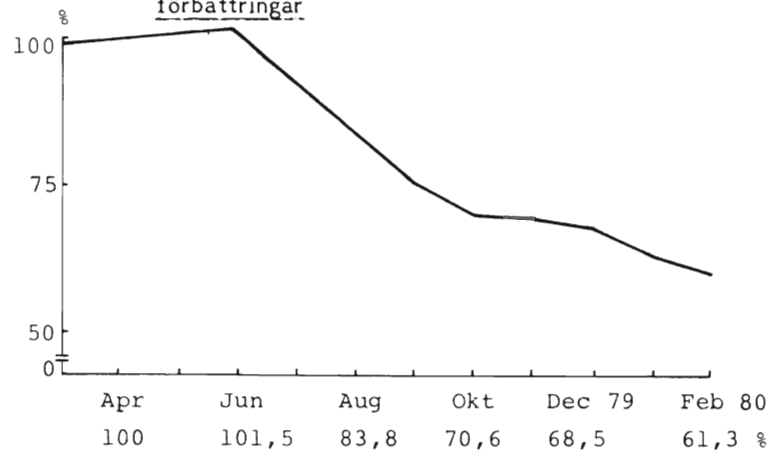
Figur 4A. Arbetsproduktivitetsens ökning vid ämnestillverkning

1. Inlärningsfas. I första hand åstadkommes timreduceringar av att minskade resurser behöver anslås för kontroll
2. Underleverantör
3. Egen tillverkning
4. Ny underleverantör
- R. Pick and Place Robot
- AU. Automatisk gravering + flermaskinbetjäning
- RR. Elektrokemisk gradning + extra robot + optimering av gnistning
- AUA. Automatisk gradning

Figur 4B. Total produktivitsutveckling hos mycket komplicerad finmekanisk produkt - oförändrad konstruktion

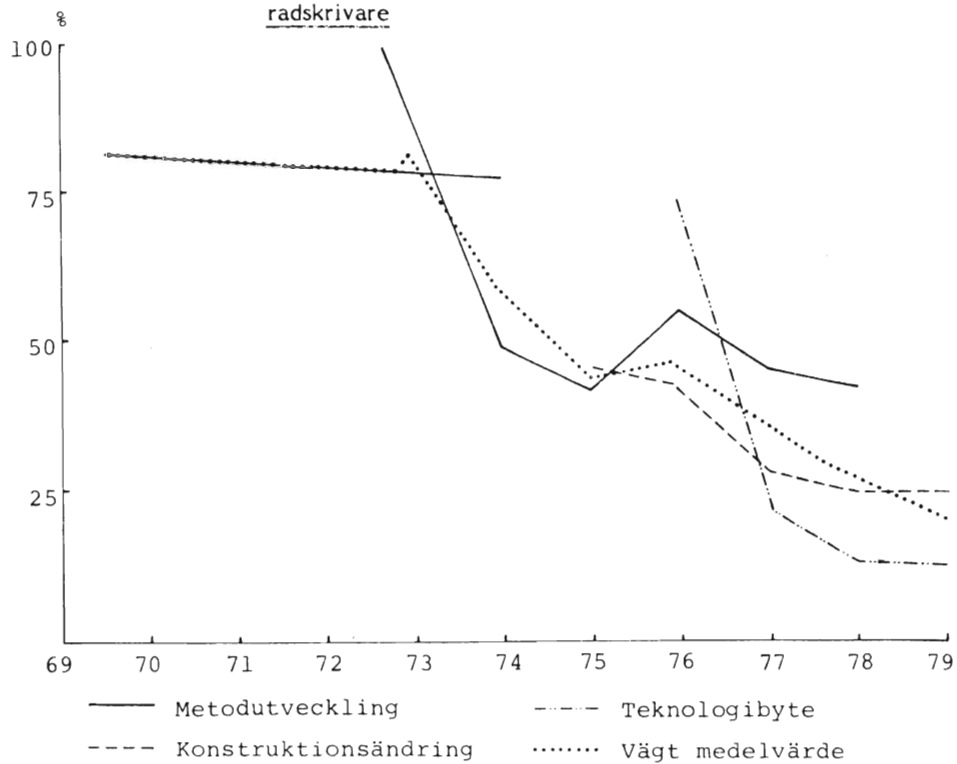
Anm: Totalproduktivitsutvecklingen har mätts som total tillverkningskostnad i procent av starttillverkningskostnad år 1972.

Figur 4C. Utveckling av totalproduktiviteten hos komplicerad verkstadsprodukt på grund av gradvisa konstruktionsförbättringar



Anm: Kurvan gäller produktivitetens utvecklingen av hel produkt och mäts som total tillverkningskostnad i procent av starttillverkningskostnad.

Figur 4D. Totalproduktivitetsens utveckling för en grupp radskrivare



kunna gripas exakt utan att förstöras av en automatisk tång. Denna tång förde sedan skrivtypen från slip(eller borst)maskin till slipmaskin. Gradningen blev därvid mycket exaktare än vad en människa kunde åstadkomma. I och med att "gripmomentet" kunnat automatiseras blev även kassationsfrekvensen låg, vilket var viktigt eftersom skrivtypen på detta stadium hade uppnått ett inte obetydligt förädlingsvärde. Denna automatisering innebar en minskning av bemanningen från 9 till 2 personer.

Vi konstaterar att efter inkörnings- och inlärningsperioden blir rationaliseringsutvecklingen ganska jämn, ett steg i sänder klaras av. Trenden över hela 14-årsperioden är från index 100 till ca 45, vilket motsvarar strax över 6 procent per år, dvs mindre än industrins totala produktivitetsutveckling under 60-talet och mer än under 70-talet. Dessa typer ingår som element i skrivkedjan.

Montering av skrivkedja

Fabriken monterar tusentals kedjor med skrivtyper för lika många skrivare per år. I dag åtgår 0,74 timmar för montering av 80 skrivtyper i skrivkedjan, som sker helt manuellt. Inga automatiseringsbara deloperationer ingår, varför utvecklingen av arbetsproduktiviteten vid denna montering varit praktiskt taget horisontell historiskt sett.

5 personer sköter monteringen av skrivtyperna på dessa skrivkedjor. För närvarande studeras automatisk montering av skrivellement i skrivkedjan. Praktiska prov visar, att monteringstiden kan sänkas med 0,32 timmar (eller 43 %) med hjälp av en robot. (En förkalkyl visar, att återbetalningstiden blir 1,9 år, vilket inte gör robotiseringen till en självklart lönsam investering.)

En väsentlig förklaring till att robotiseringen är en tveksam investering är dock att produkten är gammal. Produktionen kommer visserligen inte att läggas ned, men den kommer relativt snart att minskas och göras intermittent för att bereda plats för en helt ny typ av skrivteknik. Robotinstallationen blir under sådana betingelser ej fullt utnyttjad.

I IBM:s radskrivare trycks papperet mot den snabbt förbiilande typen på skrivkedjan av en hammarenhet. Typerna (bokstäver, siffror) är spridda över skrivkedjan på ett sätt som motsvarar deras relativa frekvens i det "språk" skrivaren är avsedd för. Banden är därför t ex olika organiserade vid leverans till olika länder. Styrningen av hammarenheten sker av en dator som maximerar den hastighet varmed man kan få fram en viss bokstav etc. Skrivkedjan går dessutom ohyggligt fort. Man brukar ibland likna hammarenhetens uppgift vid att någon sittande i ett snälltåg som går med en hastighet av 1000 km/tim försöker plocka blommor med olika färg (bokstav) på banvallen genom ett staket. Skrivmekanismen kräver därför en omfattande och exakt injustering.

Automatisk injustering av hammarenheter till radskrivare

Injustering av de 132 hammarpositionerna i en hammarenhet har för alla radskrivare, som monteras i Järfälla, skett manuellt. Varje hammarposition skall dynamiskt justeras så att den specificerade flykttiden ej varierar med mer än $\pm$ en hundratusendels sekund (10 mikrosekunder).

Injustering manuellt tar cirka 1 timme för de 132 positionerna. En nyligen (1979) framtagna automatisk justeringsrobot bygger på att en mikrodator jämför är- mot börvärde för varje position och ger stegmotorer kommando för justering. Vid denna justering uppnås en noggrannhet på $\pm$ 2 mikrosekunder. Justeringsroboten lad-

das manuellt. Justertiden för roboten är 6 minuter och en operatör kan sköta 2 enheter. (Målsättningen är att han så småningom skall kunna sköta 3 enheter.)

<u>Summering:</u>	Tidigare operationstid	60 min
	Nuvarande (betald) operationstid	3 min
	Tidsvinst/enhet	57 min
	Investerings återbetalningstid	0,8 år

Med nuvarande installation av justeringsrobot med en operatör för två enheter har alltså en besparing från 60 minuter till 3 minuter vunnits i ett enda slag. Om dessa enheter tillverkats enligt samma metod som tidigare (för hand) skulle 7 man ha åtgått. En man klarar nu samma arbete för en investering i hårdvara på ca 450 tusen kronor. Vad gäller detta moment i produktionen kan man alltså tala om ett spektakulärt steg framåt. Sett i det större, mer aggregerade sammanhanget, som en hel skrivare representerar, blir dock även steg av denna storlek små.

Produktion av hel radskrivare - oförändrad konstruktion

Figur 4B visar den totala "standardkostnaden" för en skrivare (oförändrad konstruktion) som producerats sedan 1972. Standardkostnaden utveckling omräknad för oförändrade faktorpriser kan i praktiken tolkas som totalproduktiviteten.¹ Återigen visar sig ett typiskt mönster. Under en inkörningsperiod på 1 à 2 år (1972/73) sänktes standardkostnaden i fasta priser till hälften. Därefter stabiliserades den på praktiskt taget oförändrad nivå under ca 8 år. På denna aggregationsnivå kan alltså inte någon påverkan från de tidigare nämnda delrationaliseringarna spåras.

¹ Se Eliasson (1976) s 296-300.

Det är intressant att notera den tillfälliga puckeln 1976. Under åren 1974 och 1975 inkom anmärkningar om kvalitetsbrister hos vissa skrivare. Denna "diagnos" av problemet missledde till en början felsökandet. Orsaken till att åtgångstalen ökade 1976 var dels denna felsökning, dels en allmän konjunkturavmattning med kraftigt sänkta utnyttjandet. Felsökningen störde produktionen och krävde arbetstimmar.

Felet visade sig så småningom ligga i konstruktionen, som låg helt utanför Järfällafabrikens ansvarsområde. En oljepump, som var dimensionerad för 60 Hertz fick 50 Hertz och släppte för få droppar olja i timmen. Skrivaren fick för dålig smörjning och skrivtyperna förstördes delvis.

Den skrivare vars produktivitetsutveckling visas i figur 4B förändrades ej konstruktionsmässigt under en lång tid. De stora produktivitetsstegen sker vid konstruktionsbyte. Man kan visserligen gradvis förändra även konstruktionen och vinna produktivitetsförbättringar (se nedan), men detta är inte optimalt för den typ av relativt kortlivade men mycket avancerade produkter det här normalt är fråga om. Konstruktionsarbetet svarar för närmare hälften av den totala investeringskostnaden.

Byte av konstruktion

År 1979 infördes en helt ny konstruktion av samma radskrivare som ovan. Jämförelsen underlättas av att den hade prestanda som mycket liknade den tidigare radskrivarens. Konstruktionsbytet motiverades därför i hög grad av krav på kostnadssänkning för att klara priser och lönsamhet gentemot konkurrerande utrustning. Den nya skrivaren kommer enligt en preliminär uppskattning att gå in till samma kostnad (totalproduktivitet) som den gamla skrivaren. Efter ca ett års inlärningsperiod räknar man med att vara

nere i halva kostnaden, dvs dubbla totalproduktiviteten. Detta stora steg beror alltså helt på att produkten konstruerats om. Konstruktionsförändringarnas stora betydelse för produktivitsutvecklingen kommer dock ytterligare att illustreras när vi följer fabriken's hela sortiment av höghastighetsskrivare över en 10-årsperiod.

Gradvisa konstruktionsförbättringar i bankterminal

IBM Järfälla tillverkar förutom sin dominerande produkt radskrivare av olika modeller även andra produkter. Detta exempel handlar om en bankterminal som konstruerats i Västtyskland och under någon tid producerats i Skottland. Produktionen fördes sedan över till Sverige. Terminalen var ursprungligen avsedd att produceras i en kort serie, men efterfrågan ökade och gav möjlighet till högvolymproduktion. Det var denna förlängning av produktionsserien som gjorde det lönsamt att genomföra konstruktionsförändringar, vars effekter på produktiviteten visas i figur 4C.

IBM Järfälla sände 20 man till Skottland för att lära sig produktionen. Inkörningen klarades alltså av redan där och man startade så att säga på "inkörd nivå" i figur 4B. En lång rad möjligheter att på enkelt sätt förbättra konstruktionen upptäcktes mycket snart.

Exempel 1: Fyra plastdetaljer som liknade en trådrulle ingick i varje terminal. Formen gjorde att de måste svarvas - en komplicerad operation som kostade ca 5 kronor per rulle. Någon kom på att om man delade av "trådrullen" på mitten, kunde vardera delen gutas och sedan passas ihop. Därmed sjönk kostnaden per rulle omedelbart till 32 öre. Funktionen var oförändrad och tillverkningen avsevärt billigare.

Exempel 2: En mycket tunn (0,1 mm) bladfjäder i terminalen var i ena änden förstärkt med en 1 mm tjock metallbit. För fastsättning av denna metallbit hade konstruktören föreskrivit elektronstrålesvetsning. Tillsammantaget var det hela en ganska omständlig procedur med många arbetsmoment och kostnaden per detalj (fjäder) uppgick i detta utförande till 17 kronor. Efter en granskning av konstruktionen vid Järfälla föreslog man utvecklingslaboratoriet i Västtyskland att förstärkningen i bladfjäders ena ände skulle utföras i plast, som gjöts utanpå. Först trodde man inte alls att detta överhuvud taget skulle fungera. Efter funktionsprov i Västtyskland accepterades dock förslaget. Kostnaden per detalj sjönk ornedelbart från 17 kronor till 1 krona.

Under loppet av drygt ett halvår lyckades man med hjälp av ett antal modifikationer av konstruktionen höja totalproduktiviteten med nästan 70 procent (se figur 4C). Detta illustrerar återigen konstruktionens betydelse för tillverkningskostnaderna.

Produktivitetsutvecklingen - en stor del av fabriken

De valda exemplen illustrerar olika förbättringssteg i delar av produktionen av enstaka produkter. På sina håll tas jättekiv framåt. På andra håll står utvecklingen stilla i många år. Vi väger nu samman en större andel av fabriken sortiment av radskrivare (produktfamiljen höghastighetsskrivare). Den sålunda sammansatta produkten ligger mycket närmare den aggregationsnivå på vilken antaganden om produktiviteten gjorts i mikro-makrosimuleringarna i kapitel IV, och som mätts upp i tabell 2. Till denna tabell kan vi därför nu foga produktionen av en mycket komplicerad verkstadsprodukt för åren 1970 till 1979. Den distinktion som bör göras är att tabellens tal egentligen avser en helt nybyggd fabrik eller produktionslinje, medan figur 4D avser en gradvis förbättrad produktionsanläggning.

Den sålunda sammansatta produkten består alltså av delar (hela produkter), varav några varje år förändras till sin konstruktion och genomgår ett jättesteg vad gäller produktiviteten, medan de andra varje år tillverkas enligt en given konstruktion, till endast obetydligt förbättrade åtgångstal. Under 70-talets första år tillverkades t ex huvudprodukten vad gäller denna typ av skrivare enligt en oförändrad konstruktion från 60-talet. Mellan 1969 och 1974 ökade produktiviteten vid denna produkts tillverkning ytterst obetydligt (mindre än 4 procent för hela 5-årsperioden). Fabrikens produktivetsförbättringar skedde under denna tid i andra delar av produktsortimentet.

Figur 4D visar totalkostnader (inflationsrensade) för tre kategorier av skrivare, två av den mekaniska typen, den tredje är den nya laserskrivaren. I två av fallen följer vi (1) en oförändrad konstruktion under introduktionsskedet, och (2) under gradvisa metodförbättringar på processidan. I ett fall (3) visar kurvan totalproduktivitetsens utveckling vid en serie vidareutvecklingar av den ursprungliga konstruktionen samt i ett annat (4) effekten på arbetsproduktiviteten vid teknologibytet (till den nya laserskrivaren).

Vi konstaterar återigen att den oförändrade konstruktionen efter de snabba produktivetsförbättringarna under inkörningen i bägge fallen ger en fortsatt oförändrad produktivitet. Efter inkörningen representerar dock varje nykonstruktion eller teknologi en ny nivå. Dessa nivåer är som synes mycket åtskilda. Om vi t ex sätter totalproduktiviteten för den skrivare som var i produktion 1969 till index hundra, så lade sig den nya konstruktion som introducerades 1972/73 stabilt vid ca 45, och den 1976 introducerade laserskrivaren synes mot slutet av 70-talet ha stabiliserat sig vid ca 20. Väger vi så för varje skrivartyp ihop de olika konstruktionsvarianterna och inkluderar inkörningsperioden får vi för vardera en betydligt jämnare produktivetsstegring över hela perioden.

Vid denna sammanvägning har produktvärdet normerats med hjälp av de olika skrivartypernas prestandatal (LPM) på det sätt vi beskrev inledningsvis.

Om vi sedan slutligen väger ihop hela familjen höghastighetsskrivare med deras respektive andelar av produktionen under hela perioden i figur 4D, får vi en ännu jämnare produktivitetstillväxt för hela sortimentet men lägre än för respektive delgrupp. Totala arbetsproduktivitetens tillväxt för hela sortimentet (eller 30 procent av fabriakens utleveranser) beror starkt av när man börjar jämförelsen på grund av att en skrivare(konstruktion) var i produktion så länge. Tar vi perioden 1969-1979 blir totalproduktivitetens ökning i medeltal ca 15 procent per år. Börjar vi 1973 blir den 25 procent per år, dvs i bägge fallen ganska höga tal även jämfört med 60-talet för hela industrin. I samband med denna jämförelse kan vi då observera hur mycket bortsorteringen av "gamla" produkter och produktionsmetoder betyder för totalresultatet. Vi observerar dessutom att elektroniken spelat en relativt undanskymd roll bakom dessa relativt snabba produktivitetshöjningar.

Denna aggregering över olika årgångar av produkter ger en konkret illustration av den teoretiska uppdelningen av "teknikfaktorn" i avsnitt II a i komponenter som beror av (1) processförbättringar, (2) produkt- och konstruktionsförbättringar, (3) managementteknik och (4) "politisk teknik". Upp till fabriakens nivå är det uppenbart att vad de flesta vanligen förknippar med teknisk utveckling, nämligen processförbättringar, betyder minst både faktiskt och vad gäller den möjliga förbättringspotentialen. De stora sprången tas vid byte av konstruktion och spegelbilden av detta är managementtekniken, vars potential ligger i förmågan att göra företaget innovativt med ett stadigt flöde av nya och bättre konstruktioner, samt effektivt i så måtto att produktionen av gamla och tekniskt relativt dyra konstruktioner snabbt avvecklas.

En annan icke glädjande konsekvens av detta konstaterande är att ju mer innovativa och effektiva företagen blir, desto svårare kommer det att bli att modellera och mäta vad som händer. En produktionslinje motsvaras egentligen av en produkt (konstruktion). För en så definierad produktionslinje (en "aktivitet") får man av detta praktikfall att döma relativt stabila prestandatal. Vid produktbyte ändras de väsentligt. Väger man samman flera "aktiviteter" får man i industrier av det slag Järfällafabriken representerar normalt mycket instabila relationer mellan faktoråtgång och produktionsresultat.

Utbildning på jobbet

Vid Järfällafabriken förekommer dels specifik utbildning och träning för nya produkter och produktionsmetoder, dels mer allmänna former av utbildning.

IBM tillverkar visserligen datorer, men som vi kunnat konstatera utgör elektroniken i form av robotisering etc inget dominerande inslag i Järfällafabrikens tillverkning. Detta till trots gäller att även vanlig kontorspersonal och arbetare i allmänhet sänds till en grundläggande ADB-kurs på några dagar i nära anslutning till anställningen. Idén är att man skall bli bekant med begreppsapparat och språk samt fenomenet dator som sådant. Det förekommer dessutom ofta att även personal som inte direkt skall arbeta med datorer sänds på en programmeringskurs på ca en vecka. Det handlar även här om att bli bekant med "fenomenet" och denna möjlighet gäller alla personalkategorier.

Vid introduktion av nya produkter och processer blir utbildningen mer specifik. En ny produkt utvecklas normalt på något IBM-laboratorium någonstans i världen. Med den globala uppläggning av produktionen som IBM har med två eller fler fabriker som tillver-

kar varje viktig produkt eller systemkomponent finns det normalt ett flertal kandiderande fabriker att välja på. Ofta startas tillverkningen av t ex en ny skrivare först i en USA-fabrik. När det blir dags att ta upp en liknande tillverkning i Järfällafabriken är det normala förfarandet att tekniker och förmän först sänds över en tid till USA-fabriken för att sätta sig in i produktionens problem på platsen. På ett senare stadium sänds även arbetarepersonal (t ex monteringsarbetare) över för att lära sig jobbet innan produktionen startas upp i Sverige. Överförandet av produktionen av en bankterminal från Skottland till Sverige (se ovan) illustrerar samma sak och effekterna. Genom att sända 20 Järfällaarbetare till Skottland en längre tid kunde man direkt kapa de inkörs- och läro kostnader som alltid är förenade med nya produkter och processer.

Vad gäller tillverkningen av den nya höghastighetsskrivare som startades under andra hälften av 1976 kan noteras att monteringsarbetet inte innebar så stor skillnad jämfört med tidigare produkter. Där fanns ingenting nytt i utbildningsavseende och montörerna kunde tränas upp på platsen.

Vad gäller testningen var situationen annorlunda. Här anställdes ingenjörer med grundutbildning i elektronik. De fick därefter kompletterande utbildning i maskinens funktion.

Vid de robotinstallationer som redogjorts för tidigare gäller att teknikerna fick en vidareutbildning hos tillverkaren (svensk). Det handlar om fasta installationer som inte anpassas till olika typer av produkter. Det är därför främst underhåll, som kräver specialkunnande. I detta fall användes underhållspersonal från IBM, som hade erfarenhet av betydligt svårare underhållsarbete på IBM:s egna maskiner. Förutom en kort utbildning i maskinens funktioner hos leverantören behövdes ingenting ytterligare, speciellt som leverantören var svensk och med kort varsel kunde ställa upp om

särskilda problem skulle uppstå. I framtiden kommer dock lätt programmeringsbara robotar med datorer bakom att i ökande utsträckning installeras. För de tekniker som övervakar dessa kommer programmeringsutbildning att krävas. För dem som programmerar om robotarna räcker det ofta inte med att de kan just det delmoment i produktionen som skall automatiseras. Kunskap om hela produktionssystemets uppbyggnad kommer ofta att vara nödvändig. Dels kan en felaktig inställning av processen vid effektiva verktygsmaskiner göra att andra maskiner utsätts för ökat slitage, dels är det viktigt att individuella produktionsmoment får den dimensionering och inställning som maximerar hela produktionsprocessens utnyttjandegrad och effektivitet.

IV. TOTALEFFEKTERNA - EN MIKRO-TILL-MAKROANALYS

a) Långa innovationscykler

Ekonomer har länge i statistiken kunnat observera mycket långa vågor i den ekonomiska aktiviteten på ca 50 år, s k Kondratiev-cykler (se figur 5). Den österrikiske ekonomen Joseph Schumpeter förknippade dessa långa cykler med vågor av tekniska innovationer.¹

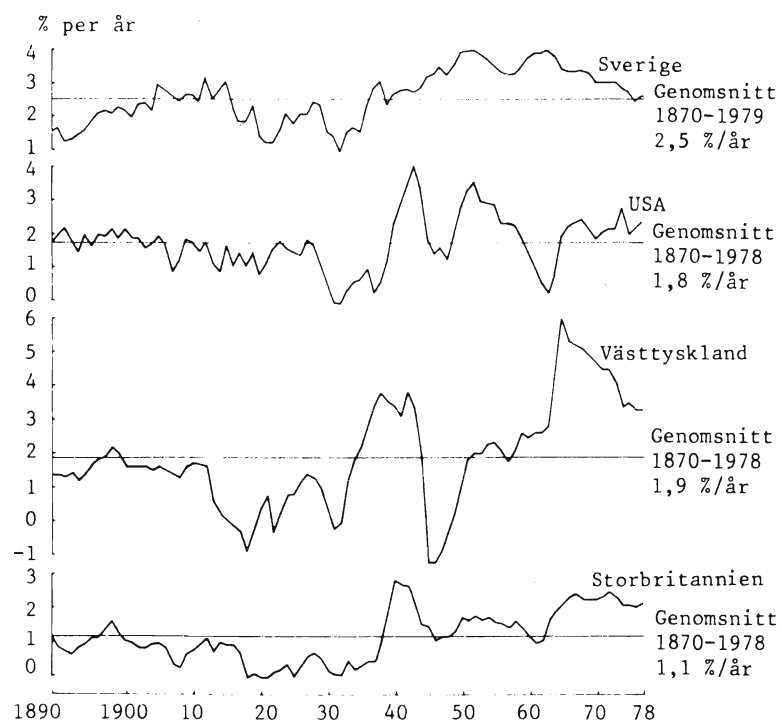
Innovationstakten ansågs i många fall på det sätt som blivit tradition inom efterkrigstidens produktionsfunktionsanalys vara exogen i förhållande till det ekonomiska skeendet. Somliga författare ansåg att innovationstakten berodde på det sociala och ekonomiska klimatet. Därvid betonade Schumpeter framför allt det kapitalistiska systemets förtjänster.² De vågor som sålunda skapades ansågs ha stor ekonomisk kraft i så måtto att man endast obetydligt och kortsiktigt kan påverka dem med traditionell ekonomisk politik. Vi kan skapa och illustrera innovationscykler av denna typ i mikro-till-makromodellen. Ett argument som prövades i IUI:s långtidsbedömning³ och som ytterligare tas upp av Carlsson (1980a) är att Sverige sedan några år befinner sig på baksidan av en sådan lång cykel, där såväl teknologiska faktorer på företagets nivå som försämringen i vad vi då och då kallat "marknadsteknologin" spelar in och att detta är ett tungt vägande skäl till att 80-talet vad vi än gör ekonomisk-politiskt kommer att bli ett låg-

¹ Schumpeter (1939).

² Se vidare Carlsson (1980a).

³ Eliasson-Carlsson-Ysander m fl (1979).

Figur 5. Tillväxten i BNP per capita i Sverige, USA, Västtyskland och Storbritannien 1870-1978
20 års löpande medelvärden



Källa: Eliasson-Carlsson-Ysander m fl (1979) s 71.

växtdecennium i förhållande till 60-talet.¹

En intressant fråga är därför om någon ny "teknologi", t ex elektroniken, har den potential som behövs för att föra upp de tekniska förändringarna på företagsnivå och produktivitetsökningarna i hela industrin till vad som gällde under 50- och 60-talens gyllene årtionden. Under 50- och 60-talen handlade det i väsentlig grad om att vi hämtade in det teknologiska försprång som USA hade.² Är elektroniken i vid bemärkelse en kandidat som ligger nära till hands för att fullgöra denna uppgift?

Vi har i tidigare kapitel diskuterat vad teknisk förändring är och hur elektroniken kommer in, samt försökt mäta hur stor den tekniska förändringen varit. Vi har konstaterat att vad vi kallar teknisk förändring till väsentlig del handlar om organisatoriska förändringar på alla nivåer. Mikro-till-makroanalysen kommer därför automatiskt att innefatta en analys av "marknadsallokeringens" betydelse för tillväxten. Teknikfaktorn för hela industrin beror, som vi strax skall konstatera, förmodligen till mer än hälften av andra faktorer än (1) teknisk förändring. Det handlar med andra ord dessutom om (2) vilka företag som investerar hur mycket, samt (3) hur produktionssystemet totalt utnyttjas. Exemplet skulle vara, att även om våra skeppsvarv och underjordsgruvor råkar höra till dem som i tekniskt avseende är bäst i världen - vilket IUI-IVA-studien tyder på - förstör vi resurser genom att investera i dessa verksamheter och drar ned produktionen totalt i industrin genom att bedriva produktion i dem. Utbytet i produktionsvärde är nämligen litet jämfört med vad motsvarande resurser skulle

¹ Ovanpå denna slutsats kommer sedan den ekonomiska obalansen och svårigheterna att ställa om krav och förväntningar från 60-talets optimism till de magrare år vi därmed skulle ha framför oss. Se vidare Eliasson-Carlsson-Ysander m fl (1979).

² Se Carlsson-Dahmén m fl (1979) (IUI-IVA-studien).

kunna åstadkomma på annan plats. Dessutom tyder vissa experiment på att expansionen på dessa "andra platser" hålls tillbaka just därför att produktionen i fel industrier snedvrider priserna i ekonomin.¹

I detta kapitel stannar vi på företags- eller anläggningsnivå när det gäller mätningar och antaganden om den tekniska förändringens storlek, dvs på den nivå som representeras av hela fabriken i det praktikfall som avslutade föregående kapitel. Detta är inte helt korrekt eftersom de mätningar vi genomfört tidigare gäller hela företaget inklusive administration, marknadsföring etc. Det är också företaget som finns redovisat som "individ" i mikro-till-makromodellen. Därmed för vi in tekniken på just den mikronivå (= företaget) där den finns representerad i institutets mikro-till-makromodell. Vi skall illustrera hur teknikförändringar på denna nivå av olika storlek och fördelning påverkar den ekonomiska tillväxten, sysselsättningen osv.²

Den tekniska förändringen kan också inträffa utomlands i stället för i Sverige. Effekten når oss då via utländsk priskonkurrens. Vi får därför inte försumma att jämföra vad som händer som en följd av en allmän höjning av den tekniska nivån i omvärlden inom några av våra tunga industrigrenar med fallet när en motsvarande ensidig höjning initieras i vårt land. Detta angreppssätt är nödvändigt av två skäl. För det första kan man förvänta sig att omställningsproblemen för en liten, specialiserad ekonomi blir stora om en viktig bransch utsätts för en sådan konkurrensschock.

¹ Se Eliasson-Lindberg (1980).

² Vad som kommer att sägas i det följande bygger till stor del på simuleringsexperiment med mikro-till-makromodellen genomförda i slutet av 1978 och rapporterade i större teknisk detalj i Eliasson (1979). Kompletterande kontrollerexperiment under nya antaganden och på en ny och bättre statistisk databas har därefter genomförts. Av tidsskäl har det dock varit omöjligt att göra om hela diagrammaterialet i detta kapitel på grundval av dessa nya experiment. Inga nya resultat som föranlett annat än små justeringar i texten har heller framkommit.

Vi kan peka på många exempel från historien, som visserligen ligger långt från elektroniken, men vars effekter i princip visar sig på samma sätt. Under andra hälften av 1800-talet öppnade den nya transporttekniken det svenska jordbruket för en stark importkonkurrens av spannmål från Nord- och Sydamerika. Även om det svenska jordbruket visade sig smidigt i sin förmåga att ställa om produktionen, var jordbruksnäringen på den tiden så dominerande att sysselsättnings- och försörjningsproblemen tvingade till en omfattande emigration.¹ Detta är det enda exemplet på stora och omfattande sysselsättningsproblem vi kunnat finna i vårt land som en följd av teknikens förändringar, och det handlade om en kraftig teknikförändring i utlandet som träffade oss via prissänkningar på världsmarknaderna. Öppnandet av mycket effektiva järnmalmsgruvor i Australien och Brasilien och en förödande priskonkurrens mot svensk gruvhantering är ett liknande exempel i mindre skala i nutid. På samma sätt skulle man kunna säga att oljefyndigheterna i Nordsjön för Norge² och England utgör en liknande, inhemsk teknologisk förändring i bred bemärkelse.

Det andra skälet är att vår viktigaste slutsats i förra kapitlet var att "elektroniken" i bred bemärkelse utgör en universell teknologi. Förmågan att ta initiativ och att utnyttja densamma var dock i allra högsta grad beroende av "kvalitetsnivån" hos användarna. Utbildning och erfarenhet är avgörande faktorer för framgång. Risker att misslyckas är stor, men framför allt gäller att utbildning och erfarenhet tar avsevärt längre tid att åstadkomma än det tar att leverera "hårdvaran". Industrier (företag) som är ledande på sin marknad och som inte leder vad gäller införandet av den nya teknologin kan därför lätt "tas på sängen".

¹ Se Carlsson (1980b).

² Effekten av detta har studerats i ett konstruerat fall i Eliasson (1978).

Om därför "elektroniken" endast har en obetydlig genomslagskraft på produktiviteten i de företag där den sätts in, följer att enskilda företag i internationell konkurrens, som inte själva leder utvecklingen, löper en stor risk att plötsligt utsättas för ett förödande pristryck, som snabbt dränerar deras finansiella position och gör det svårt eller omöjligt för dem att sedan återhämta sig och hinna ikapp. Detta är i viss mån vad som redan inträffat vad gäller "skalteknikens" snabba utveckling i t ex svensk stålindustri (jfr tabell 3).

Kontentan av vad som sagts är alltså att medan det är svårt att finna exempel på att en ledande introduktion av nya teknologier i vårt land ställt till med några problem, så finns det många exempel på hur problem uppstått när initiativ tagits i utlandet och svenska företag hamnat på efterkälken.

För att understryka den här viktiga sidan hos teknikproblemet skall vi börja med ett enkelt praktikfall på mikroplanet, där de två effekterna råkar sammanfalla i en tillverkningsenhet, på ett sätt som kan beskrivas relativt enkelt.

En viss, större, detalj hade av ett svenskt storföretag lagts ut till en underleverantör. Den utländska priskonkurrensen var emellertid mycket hård. Utan en väsentlig sänkning av underleverantörens styckkostnader skulle han vara tvungen att släppa hela tillverkningen. Som en lösning beslöt man att integrera flera NC-maskiner till en enda transfermaskin. NC-maskinerna var redan elektroniskt styrda, likaså transfersystemet. Ett helt mekaniskt system var dock tänkbart, men ej lika bra. Produktionstiden sänktes nu från 30 till 6 minuter. Nyinvesteringen var "liten". Transferarrangemanget hittades på, designades och byggdes av underleverantören själv.

Denna totallösning gav flera positiva resultat. Tillverkningens lönsamhet höjdes. Kostnadssänkningen möjliggjorde samtidigt kraftiga prissänkningar och en stor exportökning. Utöver detta blev transfermaskinen själv en stor exportartikel.

Den totala sysselsättningen i både detaljtillverkningen och produktionen av transfermaskiner är ungefär densamma som vad som gällde den olönsamma detaljtillverkningen från början. Utan denna nya lösning hade fabriken dock måst stängas.

Det argument som kommer att följa är att även om sysselsättningen minskat på grund av den produktiva investeringen, hade den kraftfulla expansion som investeringen givit upphov till i företaget skapat indirekt expansion på andra håll i ekonomin med ökade sysselsättningstillfällen på annat håll som följd. För att demonstrera detta behöver vi dock ett nytt vetenskapligt redskap.

b) Mätinstrumentet - mikro-till-makromodellen

Mikro-till-makromodellen för Sveriges ekonomi blir vårt mätinstrument vad gäller teknikförändringarnas totalekonomiska effekter. Modellen är både stor och komplicerad.¹ Den innefattar i sig en väldig mängd uppmätt information om enskilda företag och hela ekonomin. Idén är att utnyttja denna "struktur" för att skatta teknikeffekten på hela den svenska ekonomin. Vi kan på grundval av det som tidigare sagts redan bedöma elektronikens effekter på den tekniska förändringen som den kommit till uttryck för hela företag. Tillsammans taget blir det därmed möjligt att säga något om elektronikens plats i tillväxtprocessen. Av naturliga skäl är och förblir dock denna modell - liksom den verkliga ekonomin - något av en svart låda för de flesta. Man kan peka på förändringar i

¹ För en kortfattad beskrivning och referenser se avslutande appendix.

olika delar av ekonomin. Men det är svårt intill omöjligt att förklara hur de hänger ihop i alla sina detaljer, än mindre kvantifiera alla samband. Vad gäller de flesta viktiga sammanhang i samhällsekonomin bör inte heller detta vara lätt med tanke på det omfattande kunnande som för ett sådant ändamål måste sammanfattas på en gång. Det blir - som det skall visa sig från våra experiment - å andra sidan helt fel om vi i pedagogiskt syfte förklarar och ser på en partiell effekt i taget. De förändringar vi skall studera är stora nog för att påverka hela det ekonomiska systemet (ekonomin) över tiden. Då ger en partiell analys helt enkelt fel svar. Problemet kan jämföras med vad vi redan lärt oss om svårigheterna att automatisera en längre produktionsprocess på verkstadsgolvet. Det är därför inte heller så märkvärdigt att ekonomer inte alltid kommer överens, särskilt när det gäller ekonomisk-politiska beslut, som kräver väl preciserade och kompletta informationsunderlag. Bygger man, var och en för sig, sina rekommendationer på delar av totalmodellen skall det normalt bli olika svar.

Mikro-makromodellen har både fördelar och nackdelar i detta avseende. Den är byggd på en nivå, som gör att förändringarna i ekonomin är erfarenhetsmässigt välkända för vanliga lekmän. Modellspråket är så att säga bekant. Man kan röra på en parameter (göra experiment på ekonomin) och följa effekterna hela vägen upp på det makroekonomiska planet. Man kan i ord berätta vad som händer. Det skall vi strax göra. Mycket av det som saknas i traditionell ekonomisk teori (marknader, företag) finns med i ett sammanhang i modellen och på ett igenkännligt sätt.

Det stora problemet är att hela modellen därmed blir mycket komplicerad. Den kan därför inte som vanlig teori användas som pedagogiska exempel för att beskriva något enstaka sammanhang. De som arbetar med modeller av detta slag lär sig deras egenskaper genom erfarenhet - på samma sätt som gäller för den riktiga

ekonominns egenskaper eller verkstadens produktionsprocess. Detta problem delar mikro-makromodellen med många andra totalmodeller, som under de senaste 10 à 20 åren blivit allt vanligare redskap vid ekonomisk analys. I själva verket är denna egenskap en fördel. Den bibringar inte lätt läsaren den ofta felaktiga illusionen att han förstått.

Det stora problemet ligger på ett annat plan. En företagsbaserad totalmodell för en hel ekonomi kräver en mycket stor mängd statistisk information. Den bärande idén hos modellen är just att utnyttja och sammanfatta all den mikroinformation av hög kvalitet som finns på företagsplanet för att bättre förstå verkligheten på makroplanet. Om irrelevanta data och omständigheter kommit med skall man i första hand lära sig detta från modellarbetet och inte införa starka, förenklande och ofta felaktiga a priori förutsättningar från början. Detta är en ambition som redan i viss mån uppfyllts. Ytterligare förenklingar och förbättringar kan dock endast uppnås med hjälp av mer empirisk information. För närvarande är modellen laddad med 30 riktiga företag och 30 "syntetiska". För varje sektor med enskilda företag (4 stycken)¹ samt hela ekonomin stämmer data med de svenska nationalräkenskaperna. Hela räkenskapssystemet är noggrant anpassat mikro till makro för år 1968, det år då alla simuleringar för närvarande börjar.² Eftersom modellen är den första i världen av sitt slag och eftersom den statistiska information som krävs tar tid att samla in och ordna, återstår alltså mycket arbete än, innan man kan uttala sig kategoriskt om simuleringsresultaten. De får tillsvidare anses gälla en ekonomi som liknar den svenska.

¹ Råvaror, mellanprodukter, investeringsvaror och konsumentvaror. Utöver dessa finns 6 produktionssektorer modellerade i makro.

² Problemet är att vissa, viktiga data om de enskilda företagen saknas detta år, någonting som vi hoppas kunna rätta till inom kort, när en ny databas från 1975 grundad på Industriförbundets planenkät blir klar.

c) De indirekta effekterna

I tidningar och TV möter lekmannen ofta påståenden av typen: Elektroniken påverkar framför allt produktiviteten. Däremot förbättras inte alla produkterna på samma sätt och efterfrågan kommer därför att växa mycket långsammare. Lika mycket som tidigare kommer att produceras med mycket färre människor, och dessa kommer därför i ökande utsträckning att bli arbetslösa.

Den som läst de föregående kapitlen kan redan konstatera att det är mycket tveksamt att göra denna klara åtskillnad mellan elektronikens effekter på produktionsprocessen och produkten. En betydande del av produkterna i samhällsekonomin konsumeras dessutom inte direkt utan går i sin tur in i senare led i produktionen, där de just utgör de faktorer som höjer produktiviteten. För att ovanstående påstående skall vara korrekt i detta begränsande avseende måste man alltså hävda att varor och tjänster för slutlig konsumtion förbättras i avsevärt mindre utsträckning än insatsvaror och investeringsvaror. Det finns inte mycket som tyder på att så skulle vara fallet.

Det allvarliga är att ovanstående påstående helt bortser från den typ av indirekta effekter, som är så viktiga för hela det ekonomiska systemets egenskaper. De är svåra att förklara och beskriva. Men detta hör egentligen till en av den nationalekonomiska vetenskapens viktigaste uppgifter. Vi kan börja med att vända på frågan: Vad finns det för skäl att tro att arbetslösheten bara skulle fortsätta att öka? Varför skulle tekniska förändringar av den typ vi har varit med om i hög takt sedan 1800-talets slut och som i bästa fall inte kommer att avta i framtiden - nu till skillnad från tidigare - inte åtföljas av en parallell höjning av efterfrågan i samhället? Vad finns det för skäl att tro att en fortsatt hög takt i den tekniska förändringen i framtiden kommer att skapa en hög och långvarig, icke frivillig arbetslöshet som ej tidigare uppstått? Den korrekta frågan är: hur lång tid tar det under

olika ekonomiska villkor innan produktionsstruktur och arbetsmarknad har anpassat sig till de nya betingelser som elektronik eller andra tekniska förändringar medför.

Därvid är det väsentligt att hänsyn även tas till de balansproblem som den svenska ekonomin just nu är utsatt för. Likaså bör den parallella utvecklingen av förhållanden i omvärlden beaktas.

För att kunna studera detta i den svenska ekonomiska miljön måste man kunna kvantifiera efterfrågeeffekterna genom hela ekonomin av varje teknisk förändring. Samtidigt måste man kunna fånga effekten på prisbildningen på olika marknader, och inte minst arbetsmarknaden. Detta gäller särskilt om man önskar ta hänsyn till den tekniska utvecklingen i omvärlden, som når oss via utlandspriserna.

Efterfrågeeffekten kan studeras i en traditionell makromodell. Prisbildningens effekter och totalanalysen kräver däremot en mikrobaserad totalmodell, där marknadssystemets anpassningsmekanismer finns representerade. Framför allt måste de olika marknaderna vara sammankopplade via ekonomins resursfördelande mekanismer. Låt oss försöka beskriva vad som händer i marknadssystemet vid olika typer av tekniska förändringar.

d) Resultat från experimenten

da) En allmän höjning/sänkning av den tekniska förändringen på företagsnivå

Enligt de beräkningar som utförts låg den tekniska förändringen på företagsnivån (arbetsproduktiviteten i nybyggda anläggningar; kallas MTEC) på 2,5 procent per år $\pm$ minst $\frac{1}{2}$ procent under perioden 1965-75. Dessa data, med den branschspridning som återfinns

i tabell 2, finns antagna i den referenssimulering som någorlunda väl beskriver den långsiktiga (ca 20 år) utvecklingen i svensk ekonomi och som vi jämför alla experiment med. Vi har i samtliga företag höjt respektive sänkt den årliga ökningstakten i MTEC¹ eller arbetsproduktiviteten i nybyggda anläggningar med 1 procentenhet. Det är härvid viktigt att komma ihåg att måttet MTEC är en egenskap hos anläggningarna (investeringarna). Effekten på företaget beror även av hur mycket det investerar, vilket i sin tur beror på lönsamheten och en rad andra faktorer. Resultaten för tillväxten (industriproduktionen) återfinns i figur 6. Som synes åstadkommer höjningen i MTEC en lång konjunkturcykel i förhållande till referensfallet (=100 i figuren). Under vissa år går till och med industriproduktionen ned under referensfallets nivå. Långsiktigt ger denna teknikförändring upphov till en extra ökning i industriproduktionen på ca 0,6 procent per år. Efter 30 år ligger trenden ca 18 procent över produktionsnivån i referensfallet, men blott på halva den "högre" nivå (den övre räta linjen) där produktionen skulle ha legat om all utrustning (även gammal) vore uppgaderad i takt med nivån för nybyggda anläggningar och fullt utnyttjad för produktion.

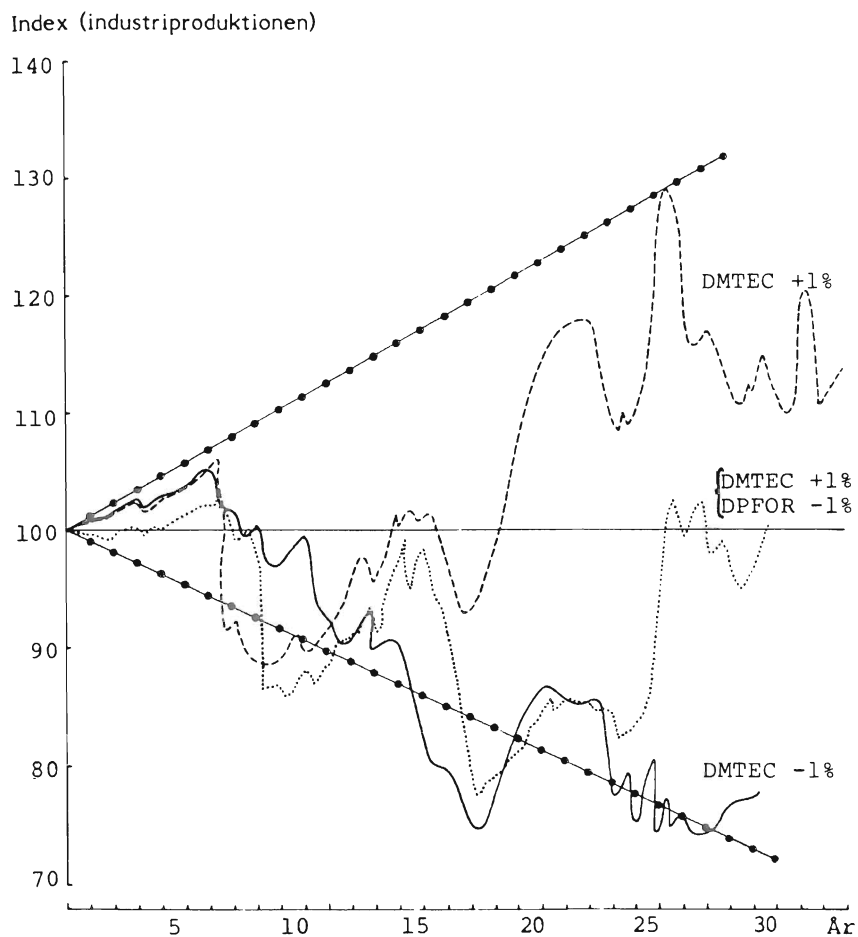
Skälet är alltså dels investeringstakten i kombination med den gamla utrustningens livslängd, dels effektiviteten i utnyttjandet av den installerade utrustningen. Det typiska i modellen och förmodligen i verkligheten² är att företagen utnyttjar sin fulla potential först när de tvingas därtill av olika skäl, som annars skulle ha drivit ned lönsamheten under målsatta nivåer. Huruvida en mer hårdhänt konkurrensmiljö i modellen, t ex via ökad utlandskonkurrens, kommer att höja produktionen snabbare beror dock på om prisutvecklingen är sådan att just expansion höjer lönsamheten.

¹ Ökningstakten kallas DMTEC.

² Se Eliasson (1976).

Figur 6. Effekterna av en allmän höjning av arbetsproduktiviteten i nya anläggningar (nyinvesteringarna) på industriproduktionen

Index 100 = referensfallet



Anm: Symbolerna förklaras i texten.

Detta illustreras även i fallet med en sänkning av arbetsproduktiviteten vid investeringar i nybyggda anläggningar vid oförändrade konkurrensantaganden avseende utlandet. Vad som nu händer kan synas något komplicerat vid första anblicken. I detta fall blir alltså den existerande produktionspotentialen högre än den nedre räta linjen, som beskriver utvecklingen när all kapacitet (gammal som ny) nedgraderas 1 procent extra varje år. Det faktum att produktionen så småningom går ned till den räta linjen tyder alltså på ett sämre utnyttjande av existerande kapacitet att producera än i plusfallet. Detta beror i modellen på den försämrade konkurrenssituationen gentemot omvärlden, lägre export, sjunkande investeringar och en allmänt lägre aktivitetsnivå i hela ekonomin.

När vi så kombinerade den positiva förändringen i teknikutvecklingen (DMTEC) med en motsvarande negativ prisutveckling på utlandsmarknaderna, (DPFOR)¹ därför att även omvärlden introducerade samma teknik, fann vi (figur 6) att den totala (negativa) efterfrågeeffekten tog överhanden (jämför utrikeshandelseffekten i nästa experimentserie nedan). Man skulle kunna karakterisera detta experiment som en global teknikförändring, där konkurrenterna i utlandet är aggressivt prisledande. Under en mycket lång period var produktionsutvecklingen endast obetydligt bättre än i fallet med lägre teknisk utveckling. Först så småningom började den nya, bättre tekniken slå igenom i form av en positiv nettoeffekt på produktionen. Skälet var helt enkelt (i modellen) att det försämrade internationella konkurrensläget gav lägre vinster och lägre real inhemsk efterfrågan. Orsaken till detta var i sin tur en tendens hos nominallöneökningarna att inte snabbt nog anpassa sig nedåt till den "deflationistiska" utvecklingen i omvärlden. Investerings efterfrågan dämpades i Sverige och exporten från investeringsvarusektorn tappade lönsamhet. Följden blev att denna sektor råkade ut för en långvarig ekonomisk stagnation, stor nog att dra ned hela industriproduktionen kraftigt.

¹ DPFOR -1 % i figurerna 6 och 7 betyder att exportprisnivån antas sjunka 1 % varje år i förhållande till referensfallets prisnivå.

Figuren visar slutligen mycket långvariga konjunktursvängningar, som vi valt att visa snarare än att dölja med medelvärdesberäkningar. För det första bör ihåggkommas att våra diagram över simuleringsexperimentens genomförande visar avvikelser från ett underliggande referensfall (= index 100). Detta referensfall kännetecknas i sin tur av konjunktursvängningar. Den "svängning" som den nya teknikförändringen eller prisförändringen åstadkommer kan vissa år överlagra den gamla så att de går starkt åt olika håll. Därför kan den effektsvängning som figur 6 visar (t ex kring år 20 i fallet med en positiv förändring) te sig ganska stor. Likaså förklarar denna förstärkningseffekt att produktionen i fallet med positiv teknikförändring ligger under referensfallets nivå i medeltal mellan åren 8 och 19. Detta år kännetecknas av en kraftig högkonjunktur i referensfallet, som i experimentet skjuts framåt. Det vi ville illustrera är i första hand att ett lyft i teknikförändringstakten från en stadig tillväxttrend till en ny, något högre startar en långvarig (nästa 25 år) cykel. Fortsatta mycket långa experiment har av kostnadsskäl inte kunnat utföras, men en a priori hypotes, som vi skulle kunna ställa upp på grundval av erfarenheter från modellens egenskaper är att "innovationsvågor" (representerade av en "konjunkturvåg" i MTEC:s förändring) av längden ca 20¹ år skulle skapa just den långa ca 50-åriga "konjunkturvåg" som brukar gå under beteckningen "Kondratievcykel".²

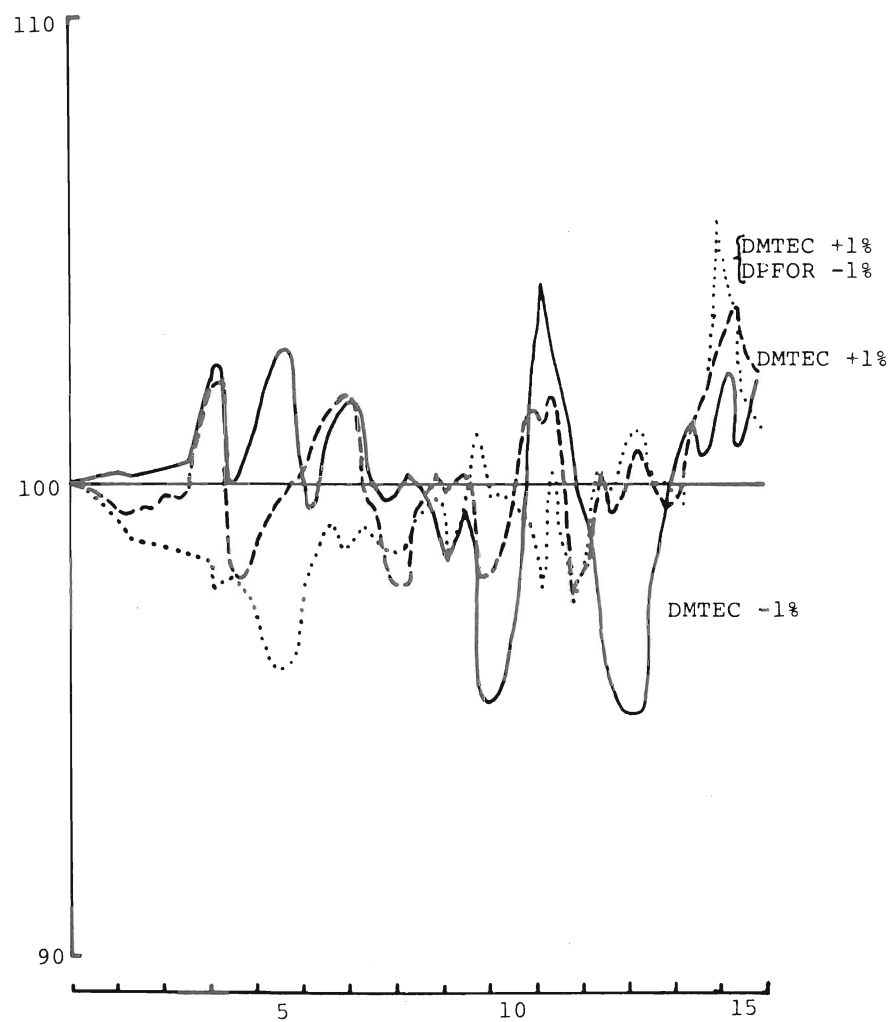
Figur 7 visar sysselsättningseffekterna av samma allmänna tekniska förändring. Under de första tre åren stämmer effekterna av de tekniska förändringarna väl med vad man allmänt tycks föreställa sig. Ökningen i produktiviteten hos nyinvesteringarna, allt annat oförändrat, sänker obetydligt sysselsättningen i industrin (som mest till $\frac{1}{4}$ procent under nivån i referensfallet), därför att

¹ Som bl a Mensch (1975) och Carlsson (1980a) diskuterar.

² Schumpeter (1939) betonade just innovationernas betydelse för dessa långvariga svängningar i den ekonomiska aktiviteten.

Figur 7. Sysselsättningseffekterna i industrin av den allmänna
teknikförändringen i figur 6
Index 100 = referensfallet

Sysselsättningsindex



Anm: Symbolerna förklaras i texten.

det tar tid för produktionen att riktigt skjuta fart. Denna fördröjning skulle alltså kunna stämma med föreställningen att produktionen tillfälligt blir effektivare utan att efterfrågan och produktionen ökas. Den ökade exportefterfrågan och den ökade inhemska efterfrågan på grund av de ökade inkomsterna, som uppstår på det sätt vi nyss berättade, behöver alltså en viss tid för att komma igång. Under denna övergångsperiod minskar sysselsättningen i industrin tillfälligt, i detta experiment dock mindre än vad naturlig avgång ensam skulle ha åstadkommit. Vid sänkningen av den allmänna tilläxttakten i nya anläggningar redovisas däremot en positiv och något större inledande sysselsättningseffekt. Den långsiktiga effekten på sysselsättningen (trenden) är noll. Den negativa effekten vänds efter något år i en positiv effekt. Efter ca tre år och efter den första "cykliska" vändningen blir varje effektjämförelse av detta slag meningslös. Teknikförändringen har startat nya konjunkturcykler och effekterna för sysselsättningen i förhållande till referensfallet är långsiktigt noll.

Den intressanta effekten uppstår kanske vid den globala teknikförändringen (den som inträffar både i svensk industri och hos konkurrenterna i utlandet), där konkurrenterna i utlandet antas välja en aggressivt prissänkande politik, så långt detta går utan att deras lönsamhet påverkas negativt. Vi har i figur 6 konstaterat en dämpning av den inhemska industriproduktionen och redan förklarat varför. Vi ser nu från figur 7 att denna gång blir den inledande sysselsättningseffekten både större och mer långvarigt negativ men (Obs!) att också den efter drygt 5 år försvinner och att sysselsättningseffekten fortfarande långsiktigt är noll.

Hur kommer sig nu detta? Det handlar om en kombination av rörlighet på arbetsmarknaden och de totala efterfrågeverkningarna i ekonomin. Det kan tyckas som om den försämrade teknikutvecklingen på företagsnivå skulle innebära att fler människor behövs för att klara samma produktion. Detta är korrekt i rent mekaniska termer. Men den sämre konkurrenskraften (högre kostnader per

producerad enhet) gör att exporten dämpas. Landets invånare får mindre inkomster att handla för. Den offentliga sektorn får mindre reala resurser att röra sig med. Den inhemska efterfrågan växer långsammare och företagen minskar sina investeringar i förhållande till dem i referensfallet. Somliga företag konkurreras ut i modellen (går i konkurs). Reallönetillväxten sjunker i förhållande till referensfallet. Om den inte skulle göra det av någon anledning, skulle företagen inte få den lönsamhet man eftersträvar. Produktionen skulle ha dragits ned ytterligare och arbetslösheten ökat till dess inkomstökningarna hejdats. I olika delar av modell-ekonomin kan man direkt följa denna anpassning.

Vid en ökning av den tekniska utvecklingen på företagsnivå blir utvecklingen den omvända. Företagens kostnadssituation förbättras. De kan sänka priserna och ändå förbättra lönsamheten. Det är i första hand exporten som börjar reagera positivt på grund av prissänkningarna men till en början inte tillräckligt snabbt för att hindra en sänkning i efterfrågan på arbetskraft. Ökade inkomster i exportindustrierna blir i detta experiment ökade disponibla inkomster för hushållen. Den privata konsumtionen stiger och därmed såväl inhemsk produktion som import. Investeringarna kommer igång. Så småningom höjs efterfrågan på arbetskraft och lönerna börjar öka. En överkonjunktur inträffar i experimentet kring år 5. Löneglidningen skjuter över och en recession (i förhållande till referensfallet) uppstår åren 7 och 8. Därefter normaliseras utvecklingen. Utan denna konjunkturella instabilitet i pris- och lönebildning hade sysselsättningseffekten totalt förmodligen varit försumbar.

Som vi redan observerat tar den negativa internationella efterfrågeeffekten överhanden i experimentet med den globala teknikförändringen, och anpassningen blir till följd härav något långvarigare.

Som påpekats på annat håll (se även appendix) bygger dessa modellexperiment på en databas, där dels endast hälften av antalet företag (ca 70 % av industrins produktionsvärde) utgörs av riktiga företag, dels vissa individuella företagsdata vad gäller kapacitetsutnyttjandet saknas år 1968, dvs det är alla experiment börjar. På sektornivå stämmer alla statistiska data med nationalräkenskapsstatistiken, men fördelningen över företagen kan ha varit något skev. Vi vet av erfarenheter från modellarbetet att konjunktursituationen under startåret för ett experiment spelar en ganska stor roll för experimentets resultat, t ex effekten av ekonomisk-politiska åtgärder. Dels finns alltså i dessa data vissa ofullständigheter i det statistiska materialet för startåret 1968, dels gäller att året (i databasen) kännetecknas av lågkonjunkturförhållanden. Erfarenheter från modellarbetet antyder att positiva teknikförändringar bör ge lägre initiell produktionseffekt under en lågkonjunktur än under en högkonjunktur och en något större initiell sysselsättningseffekt. Om experimentet startats under ett högkonjunkturrår, kan det mycket väl hända att ingen initiell sysselsättningseffekt alls registrerats samt att en snabbare positiv produktionseffekt observerats. Avsaknad av fullständiga data gör det dock inte förenat med stora svårigheter att snabbt byta basår vid experimenten.¹

db) En jämförelse av effekterna på den svenska ekonomin när en inhemsk industri respektive utländska konkurrenter leder den tekniska utvecklingen

Denna gång begränsar vi experimentet till sektorn för konsumentvaror exklusive varaktiga konsumentvaror. Denna sektor svarar ungefär för 25 procent av förädlingsvärdet i svensk industri. Å

¹ Den databas för 1975 som för närvarande håller på att installeras kommer att möjliggöra både lättare byten framåt av basår och ett i alla avseenden bästa möjliga statistiska basmaterial för ett startår kännetecknat av relativ högkonjunktur (1975).

ena sidan höjer vi teknikförändringen (DMTEC) i nyinvesteringarna med en procentenhet (A och B i figur 8). Å den andra sidan sänker vi export- och importpriserna på sektorns produktion med en extra procentenhet per år (C och D i figur 8). Förändringen gäller alla företag i sektorn och inget företag i någon annan sektor.

Figur 8 visar effekterna på produktion i sektorn respektive hela industrin. Figur 9 visar sysselsättningen i hela industrin enbart. Experimenten har kalibrerats så att de skall vara likvärdiga vad gäller påverkan. För exportprisförändringen innebär detta att alla konsumentvaruföretag i världen utom de svenska får den förändring i MTEC som svenska företag får i det andra experimentet och att man väljer att sänka priserna med bibehållen lönsamhet.

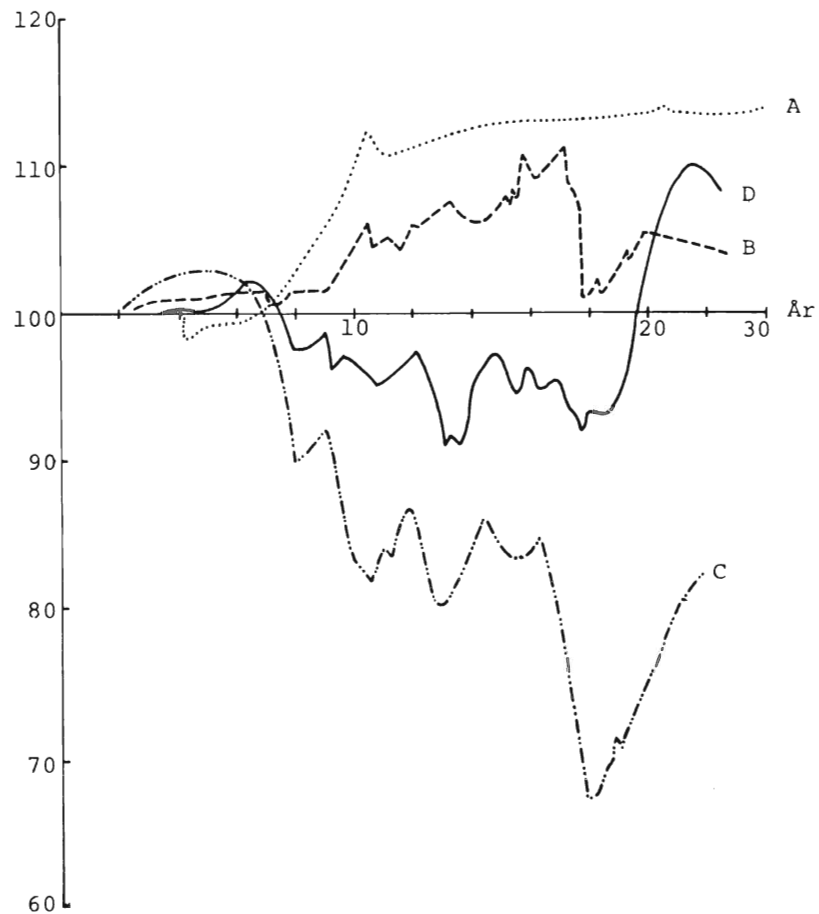
Alternativt kan denna teknikförändring ha inträffat enbart i några stora marknadsdominerande utländska företag, som väljer att föra samma prispolitik och därmed tvingar alla konkurrenter att på samma sätt sänka sina priser på exportmarknaden. Vad som händer med priserna på den svenska marknaden däremot bestäms i modellen.

Resultaten är entydiga. Priskonkurrensen från utlandet på grund av att svenska företag släpar efter i den tekniska utvecklingen innebär en mycket hårdhänt behandling av de svenska företagen inom konsumentvarusektorn. Sektorns produktion stiger först något (till ca 3 à 4 procent över referensfallets nivå kring år 5) allteftersom de utsatta företagen tvingas bli mer effektiva genom att höja produktionen (detta sker endogent i modellen). Detta sätt att klara konkurrensen är möjligt bara en kortare tid. Lönsamheten faller och även investeringarna, som dessutom är allt mindre produktiva jämfört med de utländska konkurrenternas investeringar.¹ Efter år 5 börjar nedgången för sektorn gå snabbt. År 20 ligger produktionen på ca 75 procent av den i referensfallet.

¹ Observera att detta är ungefär vad som hänt i stora delar av svensk stålindustri på grund av skalfördelarnas snabba utveckling. Se tabell 3.

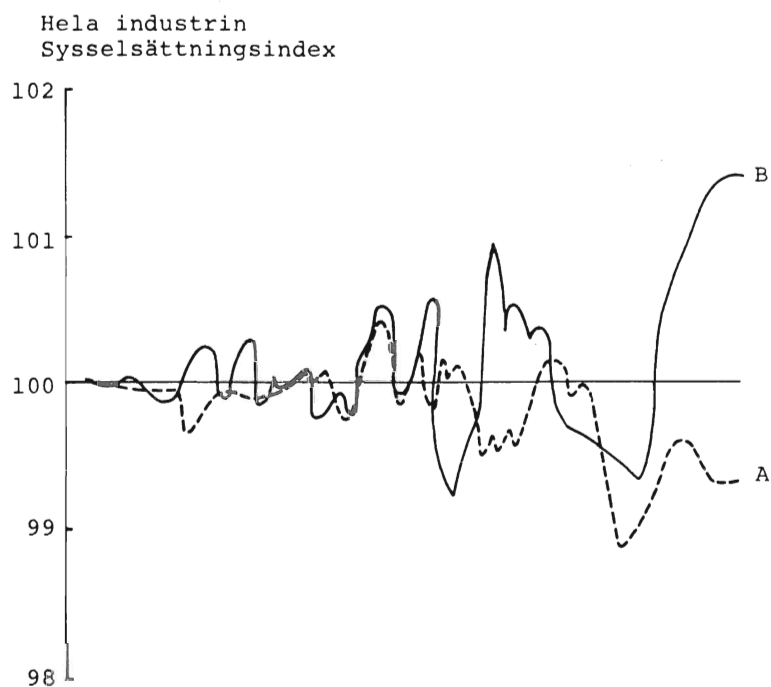
Figur 8. Effekten på produktionen av likvärdiga förändringar i DMTEC i respektive relativpriset för konsumentvarubranschen

Effekten visas dels för sektorn, dels för hela industrin



- A = Konsumentvarusektorns produktion vid ensidig ökning av arbetsproduktiviteten i nyinvesteringar.
 B = Samma experiment. Hela industrins produktion.
 C = Konsumentvarusektorns produktion vid ensidig försämring av sektorns konkurrensförutsättningar (relativpris)
 D = Samma experiment. Hela industrins produktion.

Figur 9. Samma experiment som i figur 8. Effekten på sysselsättningen i hela industrin



A = Teknisk förändring (+) i nyinvesteringarna i konsumentvarusektorn

B = Ökad utländsk konkurrens gentemot konsumentvarusektorn av motsvarande storlek som A.

Två intressanta observationer kan nu göras. Till att börja med sjunker produktiviteten totalt i industrin på grund av bortfallet av produktion i den drabbade sektorn. Efter någon tid vänder utvecklingen och övriga branscher börjar växa mycket snabbare än i referensfallet. År 20 och framåt är total produktion i industrin större än den i referensfallet. Orsaken är helt enkelt att övrig industri fått resurser att växa med, som frisläppts från den drabbade konsumentvarusektorn, där produktionen blir relativt allt mindre värdefull på grund av de fallande priserna. Eftersom sektorns storlek och sysselsättning krympt, har överföringen av arbetskraft till övriga sektorer från nytillskottet på arbetsmarknaden och från de företag som lagts ned kunnat ske utan snabb löneglidning och pressad lönsamhet i de övriga företagen. Vi observerar att tidsfördröjningen för den positiva totaleffekten ungefär motsvarar produktionsutrustningens livslängd. Den livslängden bestämmer tydligen den takt varmed arbetskraften överförs till nya, mer produktiva och lönsamma verksamheter. Det viktiga och intressanta är för det andra att denna överföring kunnat ske utan observerbara effekter på sysselsättningen totalt (se figur 9). Självfallet har sysselsättningen i den drabbade sektorn träffats hårt. Den har krympt till 70 procent av referensfallets nivå efter 20 år. Blott ett fåtal företag i sektorn har dock direkt lagts ned.

I det alternativa experimentet med höjd teknisk utveckling i svensk konsumentvaruindustri men ingen annanstans påverkas inte produktionens relativa värde nämnvärt i de produktionsberäkningar som genomförs i modellen.¹ Förändringen i resursernas allokering påverkas därför i första hand från kostnadssidan. Som i det tidigare experimentet dröjer det innan företagen utnyttjar den förbättrade tekniken. Konkurrensen tvingar dem inte. Till en början sjunker faktiskt sysselsättningen något i sektorn och detta ger snabbare möjligheter till expansion i andra sektorer, där lönsamhe-

¹ De förändrade kostnaderna påverkar naturligtvis inkomsten från produktionen och indirekt efterfrågan och därmed priserna när utbud och efterfrågan möts.

juu

ten är något bättre och lönerna något högre. Så småningom kommer expansionen igång i konsumentvarusektorn med hög fart och främst via exporten (motsatsen till det alternativa fallet), där lönsamheten nu blir god till de lägre kostnaderna. För såväl sektorn som hela industrin stabiliseras produktionen snabbt på en högre nivå. Sysselsättningen är som framgår av figur 9 både kortsiktigt och långsiktigt opåverkad även om förändringarna skapat nya, förskjutna konjunkturvågor. (Observera skalan i figuren.)

dc) Teknisk förändring i ett stort företag

De tekniska förändringarna är i allmänhet av olika storlek och olika karaktär från företag till företag. Vi har därför valt att analysera effekterna av en teknisk förändring i ett stort företag i investeringsvarubranschen. Vi studerar dels effekterna på företaget självt, dels effekterna på hela branschen - en typisk mikro-makroanalys således. Data för företaget gäller ett verkligt företag i branschen som svarar för ungefär 5 procent av sektorns produktion. Det är med andra ord ett stort och relativt dominerande företag med många anläggningar. Experimentet fick följande utformning. Jämfört med företagets situation i referensfallet "påtvungades" företaget första året ett jättestort, fem gånger förstorat, investeringsprogram. Dessa investeringar var dessutom 50 procent mer effektiva (MTEC, eller arbetsproduktiviteten, var 50 procent högre) än i referensfallet. Varje investeringskrona adderade med andra ord 50 procent mer produktionskapacitet till företaget än i referensfallet. Från och med andra året var dock alla siffror lika dem i referensfallet men alla tal växte, så att säga, från en högre nivå.

Vi kan nu från figurerna 10 och 11 notera följande. Företaget upplever som väntat en kraftig inledande produktivitetsförbättring som kulminerar efter 3 à 4 år (figur 10). Som väntat stiger vinstmarginalerna lika starkt samtidigt som sysselsättningen går ned

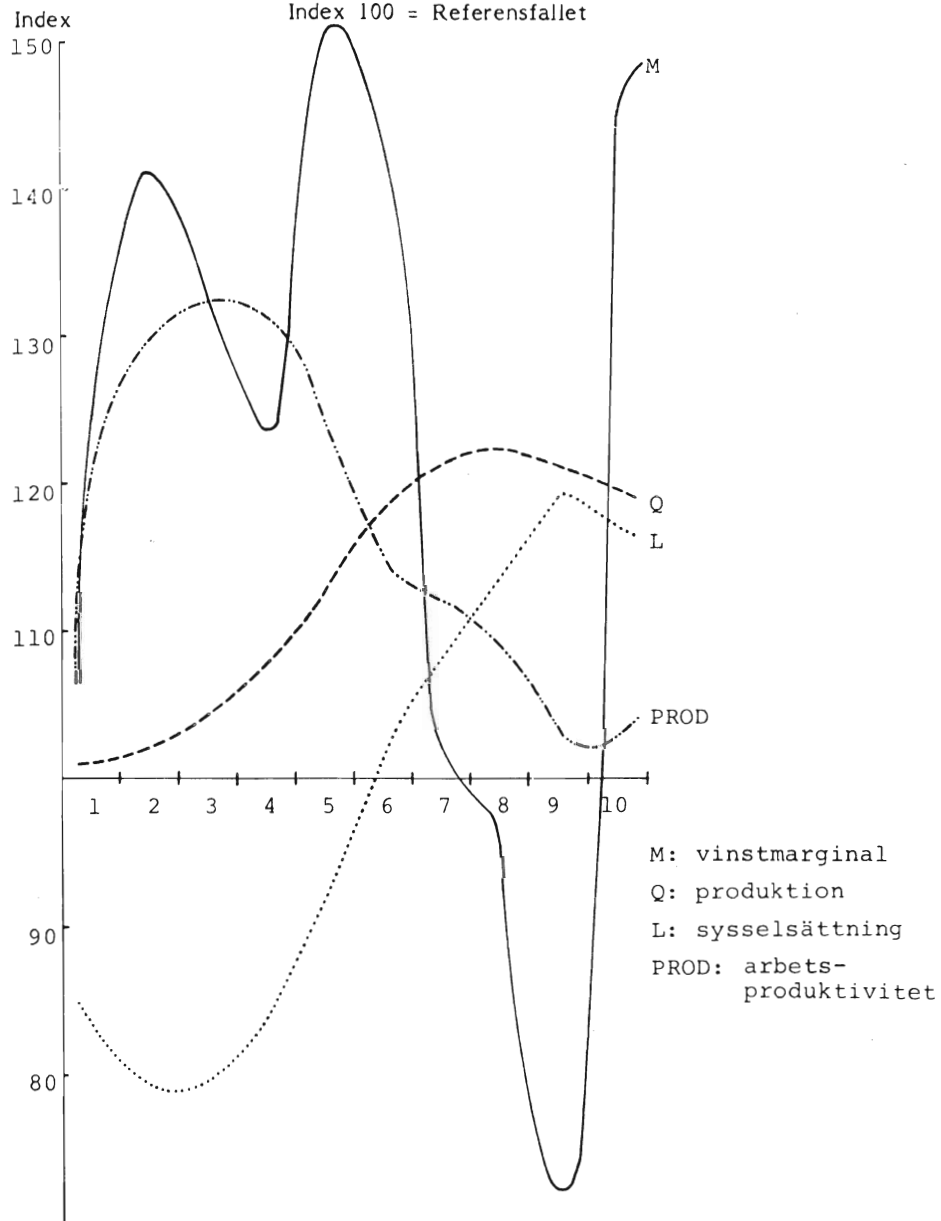
kraftigt. Så småningom, mer långsamt, kommer expansionen igång. Den går i modellen¹ i första hand till så att existerande kapacitet gradvis börjar utnyttjas. Förstoringen och förbättringen av företaget var dock i kraftigaste laget. En del av den ökade kapaciteten att producera förblir outnyttjad (slack)² och företaget börjar undan för undan behöva nyanställa för att fortsätta expansionen. Det goda vinstläget, framför allt i förhållande till övrig industri, gör att man blir "slapp i vinstkontrollen" och släpper fram för höga löner vid nyanställningar. Samtidigt har två saker hänt. Det ökade utbudet har drivit ned priserna på marknaden (se figur 11), men konkurrenterna har under de år som gått (drygt 5 vid det här laget) fortsatt att nyinvestera och så småningom i en ny teknik och har samma effektivitetstal som de i det studerade företaget. Detta i sin tur har inte nyinvesterat i någon större utsträckning på grund av sin initieellt stora och ännu ej fullt utnyttjade kapacitet.³ Följden blir en plötslig vinstkris i företaget efter ca 7 år, som endast klaras tack vare att några företag slås ut i konkurrensen och utbudet totalt minskar (figur 11). Detta förklarar den kraftiga och häftiga sänkningen av vinstmarginalen i företaget. Konsekvenserna för företaget blir att det avslutar 10-årsperioden som ett 20 procent större och mer dominerande men endast obetydligt bättre företag (mätt med produktiviteten) på en något mindre marknad. Den mindre marknaden (produktionen) beror på de något höjda priserna. Detta tillsammans med det faktum att företaget lyckats vända den nedåtgående produktivitetseffekten ger företaget en högre lönsamhet än i referensfallet mot

¹ och i verkligheten. Se bl a diskussionen kring den s k Horndals-effekten i Carlsson (1980a).

² Denna mekanism finns endogent i modellen. Se Eliasson (1978) s 71 ff.

³ Jämför återigen beskrivningen av de svenska stålverken i Carlsson (1980a).

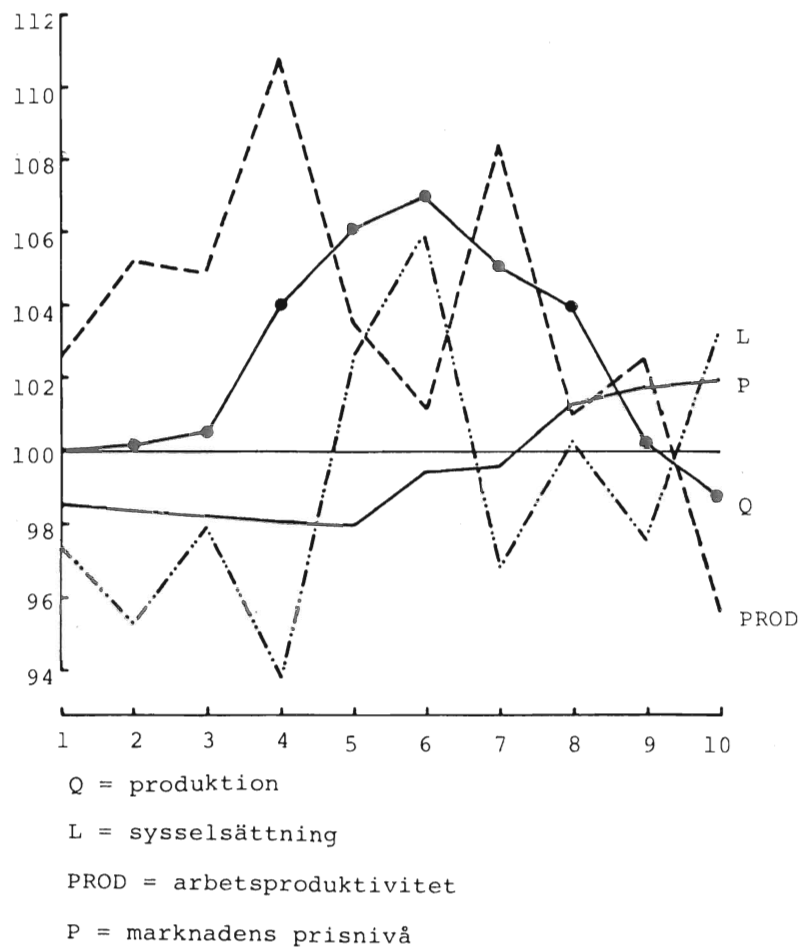
Figur 10. Teknisk förändring plus stor investering i ett stort företag - Effekter på företaget
 Index 100 = Referensfallet



Anm: Index jämför företaget (i experimentet) med sig självt i referensfallet.

Figur 11. Teknisk förändring plus stor investering i ett stort
företag - effekter på marknaden (sektorn för in-
vesteringsvaror)

Index 100 = Referensfallet



slutet av experimentet.¹

De verkligt intressanta effekterna finner vi dock för hela marknaden (=sektorn; se figur 11), som blir ganska omskakad av det dominerande företags stora initiala investering. Sysselsättningen går till att börja med ned, men sugs omedelbart upp av andra sektorer (ej visat). Produktiviteten ökas och så småningom utbudet av varor.

De sänkta kostnaderna tillgodogörs delvis i form av lägre priser, även om vinstmarginalen samtidigt går upp (ej visat). Utslagningen av några dåliga företag åren 6 och 8 höjer tillfälligt produktiviteten men drar ned utbudet. De lägre priserna ger upphov till en snabbt ökande efterfrågan på sektorns produkter. En kraftig expansion sätter in, följd av en ännu snabbare nyanställningsvåg, när svårigheter att få fram produkter uppstår. Nyanställningsvågen kulminerar just när produktionen viker och följs av en snabb minskning av sysselsättningen för att klara lönsamheten.

Priserna stiger över dem i referensfallet, vilket hämmar efterfrågan och sektorn avslutar en 10-årsperiod något mindre samt med något sämre effektivitet och ett stort, nu verkligen dominerande företag, som (vilket redan sagts) inte är särskilt mycket effektivare än det var i referensfallet.

¹ Stora modellprojekt av detta slag kräver återhållsamhet när det gäller ambitionen att modellera detaljer. Modellen är i dag ej symmetrisk i så måtto att konkurrensmarknaderna sorterat ut företag utan att nypåfyllnad sker genom nyetablering. Där finns alltså en inbyggd tendens till koncentration. En entryfunktion byggd på erfarenheter från Gunnar Du Rietz' snart färdiga nyetableringsstudie (se Du Rietz (1980)) har åstadkommit de väntade effekterna när den kopplas in i modellen. Se Eliasson (1978) s 52-55. För att hålla räknandet i datorn och kostnaderna inom rimliga gränser har den funktionen här, liksom normalt, varit frånkopplad.

Sammanfattningsvis kan vi nu konstatera att tekniska förändringar i nya anläggningar

- a) på lång sikt i första hand återspeglas i förändringar av realinkomsten och produktionen per capita, medan sysselsättningen långsiktigt förblir oförändrad.
- b) på kort sikt däremot kan samma förändring påverka sysselsättningen i samband med den
- c) strukturförändring som de tekniska förändringarna tvingar fram via marknaderna och som åstadkommer en förändrad fördelning av sysselsättningen mellan företag och marknader.

Den strukturuomvandling som en inhemsk teknisk förändring (generellt eller i en enskilda bransch eller ett enskilda företag) åstadkommer är dock liten jämfört med de effekter

- d) motsvarande ensidiga tekniska förändringar i utlandet kan åstadkomma. Den framtvingade anpassningen blir inte bara större utan även långvarigare.

Appendix

DEN SVENSKA MIKRO-TILL-MAKROMODELLEN

Detta projekt handlar om marknadssystemets empiriska egenskaper och dess institutioner. Syftet är i första hand att genom bättre teori och ett bättre statistiskt underlag öka kunskapen om de ekonomiska mekanismer som ligger bakom hela ekonomins "beteendena" på makronivå. Institutionerna (företagen) har behandlats i en tidigare studie.¹ Projektet har inte ambitionen att i detalj modellera enskilda företag.

Modellsystemet utgör en dynamisk teori av ett totalt ekonomiskt system där marknaderna, deras funktioner och institutioner står i förgrunden. Modellen, som löper per kvartal, representerar ett ekonomiskt system i ständig ojämvt. Institutionerna är för närvarande i första hand företag som modellerats som kort- och långsiktiga planeringssystem, placerade i lika marknadsmiljöer (arbets-, produkt- och kreditmarknaderna).

En egenskap som varit viktig för de experiment som redovisas i denna studie är att utbudsförhållanden både på kort och lång sikt på mikroplanet träder i förgrunden i makroanalysen tillsammans med de samlade återmatningseffekterna via efterfrågan av såväl ändrade utbuds- och prisförhållanden som av den ekonomiska politiken. Bl a kan effekterna i det reala produktionssystemet av olika former av efterfrågepolitik, bl a sådan som skapar störningar i marknadssystemen (t ex inflation), studeras. Modellen kombinerar med andra ord konjunkturanalys med långsiktig strukturanalys.

Den ekonomiska tillväxten är endogen under en övre teknisk gräns och beror i hög grad av marknadssystemets egenskaper. Det är denna exogena tekniska gräns, som den kommer till uttryck i form av arbetsproduktivitets förändring i nyinvesteringarna i de enskilda företagen, som vi experimenterat med i de modellsimuleringar som redovisats i denna uppsats. Det nya är att såväl våra mätningar som våra antaganden görs på företags- och anläggningsnivå. Införandet (spridningen) av ny och bättre teknik sker i modellen genom endogena investeringsbeslut i de enskilda företagen. Takten bestäms här bl a av företagets lönsamhet, låneräntans storlek, tillgången på finansieringsmedel och kapacitetsutnyttjandet i det enskilda företaget. Alla marknadsmekanismerna i hela ekonomin kommer därför individuellt att påverka takten varmed den nya tekniken förs in i det enskilda företaget. I en sådan "realistisk" modell blir alltså marknadernas organisation och processer mycket betydelsefulla för hela makroekonomins uppträdande. Vi har t ex simulerat långa historiska förlopp på över 50 år, där

¹ Eliasson (1976)

olika specifikationer av marknadssystemets egenskaper, men i övrigt lika antaganden om teknisk utveckling och omvärldens priser, givit upphov till mycket olika tillväxtresultat av samma storleksordning som historiskt skilt industriländerna åt. Några sådana resultat har redovisats i studien. Figur 12 illustrerar löneförändrings- och kapitalförräntningsdata för individuella företag under två perioder i en simulering i mikro-makromodellen. Under den första perioden 1969-73 (prickar) lyfts prisnivån upp kraftigt. Under den andra, längre perioden 1969-75 (asterisker), hinner även en kraftig löneförändring äga rum som ett resultat av den inledande inflationen. Figuren illustrerar dels en relativt likformig ökning av lönenivån hos flertalet företag oavsett lönsamhet, dels en tendens hos företagen att ligga kvar vid sin tidigare relativa lönsamhetsposition. En tydlig benägenhet till försämring av lönsamheten syns bland de från början låglönsamma företagen. I den högre lönsamhetsgruppen finns en svag tendens till förbättrad avkastning och i mitten av fältet blir utslaget relativt slumpmässigt åt bägge hållen.

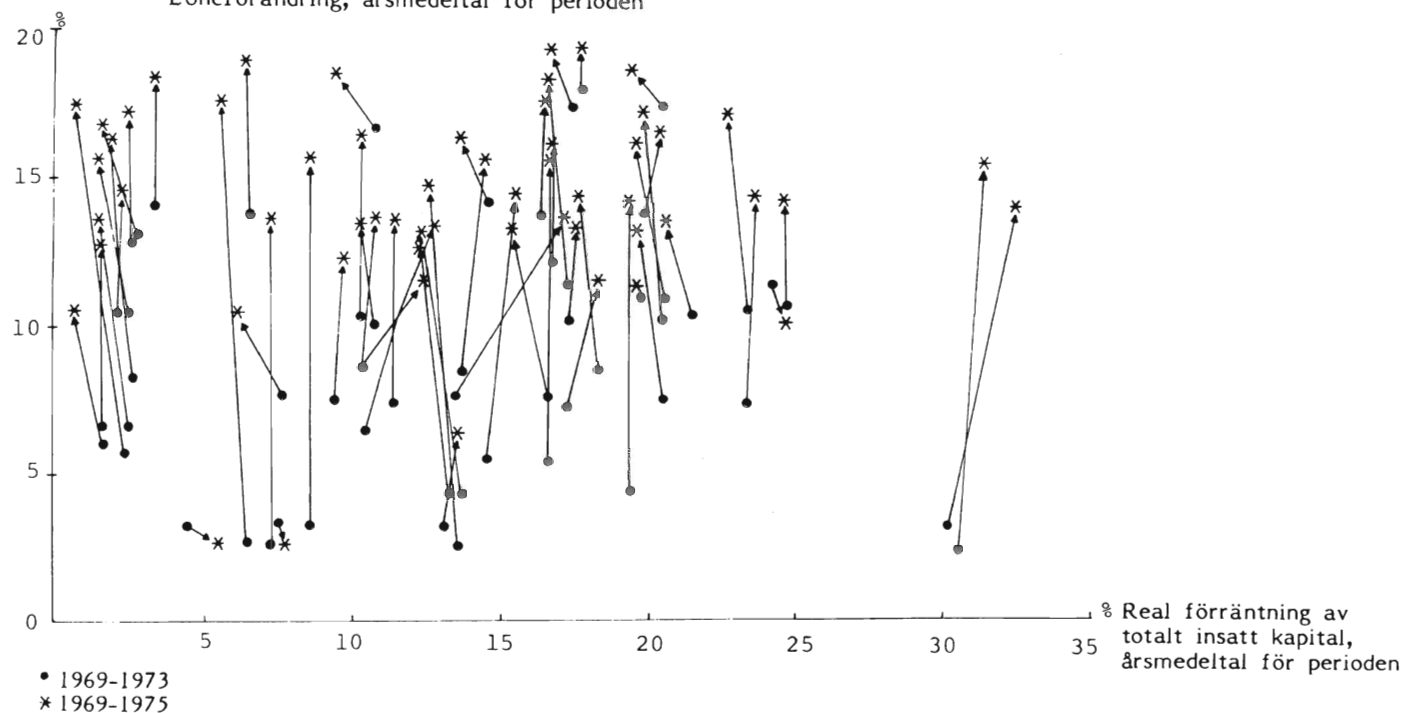
Orsaken är att den stora grupp företag i modellen som lönsamhetsmässigt ligger i mitten har en tendens att styra den allmänna lönenivåns höjning samtidigt som inflationen tenderar att förstärka de relativprisförskjutningar som hela tiden pågår i modellekonomin och som finns inbakade i omvärldsantaganden, tekniska förändringar och långsiktiga förskjutningar i konsumtionsmönstret.

Bland övriga dynamiska egenskaper hos modellsystemet kan följande tre nämnas. Stimulanspolitik ger för det första normalt en rekyll av motsatt riktning efter någon tid. Ett brett spektrum av både bra och dåliga företag gör för det andra ekonomin mer stabil genom att fungera som en buffert om konkurrensförutsättningarna ändras mycket och snabbare än normalt. Ekonomins prisstruktur är normalt anpassad till medelföretaget. De bättre företagen kan absorbera förändringen. Om alla är ungefär lika effektiva kan stora delar av en bransch slås ut plötsligt. Av liknande skäl innebär, för det tredje, en för snabb strukturanpassning till förändrade konkurrensförhållanden risk för ekonomisk instabilitet och långsiktiga tillväxtförluster genom felaktiga produktions- och investeringsbeslut, om förändringarna är tillfälliga eller tolkas fel av företagen. Man kan alltså i modellen tala om den optimala strukturuomvandlingstakten och när modellen så småningom fått en mer exakt empirisk bas att stå på bör det även bli möjligt att ungefärligen kvantifiera hur snabb denna omvandlingstakt är vid ett givet tillfälle.

Projektet startades ursprungligen som ett samarbetsprojekt med IBM Svenska AB. Syftena var att studera inflationsprocesser på mikro-marknadsnivå samt att utvärdera de tekniska möjligheterna för denna nya metod inom tillämpad nationalekonomi.

Figur 12. Nominell löneförändring och real förräntning av totalt insatt kapital före och efter en inflationsperiod i investeringsvarusektorn 1969-73 och 1969-75

Löneförändring, årsmedeltal för perioden



Anm: Prickar och asterisker anger individuella företag under simulering i mikro-makromodellen. Pilarna binder samman de olika företagen för respektive period samt anger förändringens riktning.

Källa: Illustrationen har hämtats från Eliasson, "Experiments with Fiscal Policy Parameters in a Micro-to-Macro Model of the Swedish Economy"; i Haveman-Hollenbeck (eds), Microeconomic Simulation Models for Public Policy Analysis (kommande volym från Academic Press, 1980).

I början av 1978 var det teoretiska systemet färdigt och tekniskt utprovat på en icke fullständig företagsdatabas. Denna version av modellen har tidigare publicerats.¹ Den använda företagsbasen hade syntetisk karaktär, dvs "företag" hade skapats genom en nedbrytning av nationalräkenskapsdata enligt vissa fördelningsprofiler. Av denna del av projektet återstår i stort endast avrapporteringen av den slutliga och fullständiga teorin (modellen) samt det redan färdigställda databasarbetet och en omfattande teoretisk analys av totalsystemets egenskaper. Någon ytterligare modellutveckling planeras inte för närvarande.

De experiment som redovisats i denna studie bygger på en databas bestående av 30 riktiga företag som svarar för ca 70 % av industrins förädlingsvärde och 30 s k syntetiska företag. Data för varje bransch och hela ekonomin i övrigt stämmer dock vid startåret (1968) exakt med nationalräkenskapsstatistiken.

¹ Eliasson (ed) (1978).

BIBLIOGRAFI

Affärsvärlden nr 40, 3 okt 1979.

Albinsson, G, 1980, "Industrin och ideérna"; i Industriell utveckling i Sverige - teori och verklighet under ett sekel, Dahmén-Eliasson (eds), kommande publikation från IUI-konferens anordnad i anledning av Marcus Wallenbergs 80-årsdag.

Albrecht, J, 1975, Automatisk montering i engelsk och tysk industri, IVF Resultat, nr 75623 (maj).

-----, 1978, Capacity Utilization in Swedish Industry 1975-76, Industriekonjunkturen, Våren 1978, Sveriges Industiförbund, Stockholm.

Bentzel, R, 1978, "A Vintage Model of Swedish Economic Growth from 1870 to 1975"; i Carlsson-Eliasson-Nadiri (1978).

Carlsson, B, 1972, The Measurement of Efficiency in Production. An Application to Swedish Manufacturing Industry 1968, The Swedish Journal of Economics, 1972:4.

-----, 1979, "Den tekniska utvecklingens innehåll och betydelse för den ekonomiska tillväxten"; i IUI 40 år 1939-1979 (Företagen i marknadsekonomin), Stockholm 1979.

-----, 1980a, Technical Change and Productivity in Swedish Industry in the Post-war period, IUI Research Report No 8.

-----, 1980b, "Jordbrukets roll vid Sveriges industrialisering"; i Dahmén-Eliasson (eds), Industriell utveckling i Sverige - teori och verklighet under ett sekel, kommande publikation från IUI-konferens i anledning av Marcus Wallenbergs 80-årsdag.

Carlsson, B - Eliasson, G - Nadiri, I, 1978, The Importance of Technology and the Permanence of Structure in Industrial Growth, IUI Conference Reports 1978:2.

Carlsson, B - Olavi, G, 1978, "Technical Change and Longevity of Capital in a Swedish Simulation Model"; i Eliasson (ed), A Micro to Macro Simulation Model of the Swedish Economy, IUI Conference Reports 1978:1.

- Carlsson, B - Dahmeń, E m fl, 1979, Teknik och industristruktur - 70-talets ekonomiska kris i historisk belysning. IUI, IVA, Stockholm.
- Carlsson, B - Selg, H, 1980, Trends in the Development of Numerically Controlled Machine Tools and Industrial Robots in Sweden. Paper presented at Polytechnic of Central London, June 1980.
- Denison, E F, 1974, Accounting the United States Economic Growth 1929-1969, The Brookings Institution, Washington, D.C.
- , 1979, Accounting the Slower Economic Growth: The United States in the 70s, The Brookings Institution, Washington D.C.
- ECE, Structural Changes in the Iron and Steel Industry, 1979.
- Eliasson, G, 1971, "Forskning, investeringar och utveckling"; Affärsvärlden/Finanstidningen nr 47, 1971.
- , 1976, Business Economic Planning - Theory, Practice and Comparison, John Wiley & Sons Ltd.
- , 1978, "Relative Price Change and Industrial Structure - The Norwegian Case "; i Carlsson-Eliasson-Nadiri (1978).
- , 1979, Technical Change Employment and Growth - Experiments on a Micro-to-Macro Model of the Swedish Economy, IUI Research Report No 7.
- , 1980, Electronics Industrial Change and Total Economic Performance, IUI Research Report No 9.
- Eliasson, G, - Carlsson, B - Ysander, B-C m fl, 1979, Att välja 80-tal, IUI:s långtidsbedömning 1979.
- Eliasson, G - Lindberg, Th, 1980, "Allocation and Growth Effects of Corporate Income Taxes", i Eliasson-Södersten (eds), Business Taxation, Finance and Firm Behavior, kommande konferensvolym från IUI.
- Fabra, P, 1979, L'Anticapitalism - Essai de réhabilitation de l'economic politique, Flammarion, Paris.
- Fackföreningsrörelsen och den fulla sysselsättningen, LO, Stockholm 1953.
- Friedrichs, G, 1978, Einsatz von Mikroprozessoren - Auswirkungen auf Produktion und Beschäftigung, Rationalisierung 29, Js 1978-718, not 9.

- Gaps in Technology, OECD, Paris 1969.
- Førsund, F R - Hjalmarsson, L, 1978, "Technical Progress and Structural Efficiency of Swedish Dairy Plants"; i Carlsson-Eliasson-Nadiri (1978).
- , 1980, Analysis of Industrial Structure: A Production Function Approach, kommande IUI-skrift.
- de Geer, H, 1978, Rationaliseringsrörelser i Sverige, SNS, Stockholm.
- Gruftman, A, 1978, Teknisk utveckling och produktivitet inom energiomvandlingssektorn, IUI, Stockholm.
- Gustavsson, S-O, 1979, Drivkrafter till och konsekvenser av olika anläggningsstorlek, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg.
- Hallendorff, C J H, 1979, Verktygsmaskiner, Kristianstad (3:e utgåvan).
- Hitomi, K, 1979, Manufacturing Systems Engineering, London.
- Johannesson, O, 1966, Sagan om den stora datamaskinen, Stockholm.
- Kamura, K O - Yamashina, H, Production System Design for Integrated Manufacturing, Department of Mechanical Engineering, Kyoto University (mimeo).
- Kunskap och konkurrenskraft - Tekniskt industriella utvecklingsproblem i ett internationellt perspektiv, IVA, Stockholm 1979.
- Lumsden, K R, 1975, Teknologiskt produktionsstyrande, Lunds Tekniska Högskola.
- Mensch, G, 1975, Das Technologische Patt, Frankfurt.
- Nilsson, S, 1980, Förändrad tillverkningsorganisation och dess återverkningar på kapitalbindningen, IUI, Arbetsrapport nr 23.
- Nicolin, C, 1977, Kapitalanvändningen i industrin, i Herin-Werin (eds), Ekonomisk debatt och ekonomisk politik i Nationalekonomiska Föreningen 100 år, Norstedt, Stockholm.
- Pavitt, K, 1979, Technical Innovation and Industrial Development, Futures, Dec 1979.

- Pratten, C F, 1976, A Comparison of the Performance of Swedish and UK Companies, Cambridge University Press.
- Product System Productivity Research, Volume 2, Productivity, Technology and Product system Productivity Research, prepared for the National Science Foundation by Charles Stark Draper Laboratory with the MIT Center for Policy Alternatives, Washington, D C, 1975.
- Product System Productivity Research, Volume 3: Methodology and Research Needs, prepared for the National Science Foundation by General Electric Company, Washington, D C, 1976.
- Rasmussen, P G, 1975, The Economics of Technological Change, Wicksell Lectures 1975, The Stockholm School of Economics, Stockholm.
- Ricardo, D, 1817, The Principles of Political Economy and Taxation.
- Du Rietz, G, 1980, Företagsetableringarna i Sverige under efterkrigstiden (kommande IUI-skrift).
- Rothwell, R, and Zegveld, W, 1979, Technical Change and Employment - Report prepared for the Six Countries Programme on Government Policies towards Technological Innovation in Industry, (mimeo) Science policy, Research unit, University of Sussex, U K.
- Schumpeter, J, 1939, Business Cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process, McGraw-Hill, New York-London.
- , 1942, Capitalism, Socialism and Democracy (paperback edition from George Allen & Norvin, Ltd, London 1976).
- Simon, H, 1965, Automationens betydelse för samhälle och företagsledning (på svenska 1969, Wahlström & Widstrand. Originalens titel: The Shape of Automation for People and Management).
- Sleigh, J - Boatwright, B - Irwin, P - Stanyon, R, 1979, The Manpower Implications of Micro-Electronic Technology, Her Majesty's Stationary Office, London.

- Smith, A, 1776, The Wealth of Nations.
- Technological Change and Collective Bargaining, ASTMS Discussion Document, 1979.
- Thornton, P - Wheelock, U, 1980, "Technology and Employment: The Prospects to 1990"; i Technology and Society nr 1 1980.
- Wallander, J, 1962, Verkstadsindustrins maskinkapital. En studie av dess sammansättning och av "maskiners åldrande och död", IUI, Stockholm.
- Veblen, Th, 1921, The Engineers and the Price System, The Viking Press, New York.
- Westerman, J, 1768, Om svenska näringarnes undervigt emot de utländske förmedelst en trögare arbetsdrift, Stockholm.
- Zetterberg, H, 1979, Arbetslivet som slutanvändare av databehandlad automation - en informationsskrift från IBM Svenska AB (oktober).
- Åberg, Y, 1969, Produktion och produktivitet i Sverige 1861-1965. IUI, Stockholm.
- Österberg, G, 1965, "An Empirical Study of Labour Reallocation Gains in Sweden between 1950 and 1960", The Swedish Journal of Economics, nr 1 1965.