

Småtryck från



nr 51

Lars Nabseth

**Innovations-spridning
inom svensk industri**

INDUSTRIENS

UTREDNINGS

INSTITUT

STOCKHOLM



Industriens Utredningsinstitut

är en fristående vetenskaplig forskningsinstitution grundad 1939 av Svenska Arbetsgivareföreningen och Sveriges Industriförbund.

Syfte

Att bedriva forskning rörande ekonomiska och sociala förhållanden av betydelse för den industriella utvecklingen.

Verksamhet

Huvuddelen av arbetet inom institutet ägnas åt långsiktiga forskningsuppgifter. Man siktar härvid till ett studium av de grundläggande sammanhangen inom näringslivet och särskilt till att belysa de frågor som hör samman med strukturella och institutionella förändringar. Forskningsresultaten publiceras i institutets skriftserier.

Vid sidan om det långsiktiga forskningsarbetet utför institutet smärre utredningar rörande speciella problem samt ger viss service åt industriföretag, organisationer, statliga myndigheter etc.

Styrelse

Tekn. dr Marcus Wallenberg, ordf.

Tekn. dr Ingmar Eidem

Direktör Curt-Steffan Giesecke

Direktör Tryggve Holm

Direktör Christer Höglund

Direktör Axel Iveroth

Direktör Eije Mossberg

Direktör Alde Nilsson

Bruksdisponent Sverre Sohlman

Direktör Sven-Olov Träff

Direktör Erland Waldenström

Direktör K. Arne Wegerfelt

Ekon. dr Lars Wohlin, chef

Adress

Industriens Utredningsinstitut

Storgatan 19, Stockholm, Box 5037, 102 41 Stockholm 5

Tel. 08-63 50 20

ISBN 91-7204-020-3

**Innovations-spridning
inom svensk industri**

Industriens Utredningsinstitut

**Innovationsspridning
inom svensk industri**
Studier av några
konkreta fall

Lars Nabseth

Utarbetat för International Economic Association-
konferensen i St. Anton 25 augusti – 2 september 1971

Almqvist & Wiksell, Stockholm

© Industriens Utredningsinstitut

ISBN 91-7204-020-3

Printed in Sweden by Almqvist & Wiksell Informationsindustri AB, Uppsala 1973

Innehåll

A. Spridning av ny teknik	7
B. Mätning av spridningen	8
C. De studerade processerna	8
D. Spridningsdiagrammen	10
E. Teori och hypoteser	14
F. Analys och resultat	19
I. Gruppering av datamaterialet	19
II. Ekonometrisk analys	23
G. Företagsattityder gentemot ny teknik	28
H. Sammanfattning och slutsatser	29
Litteratur	30

Diagram

1. Spridning av specialpressar bland anläggningar, företag och på produktionsvolymbasis 1962–70	11
2. Spridning av våta suglådor bland anläggningar, företag och på produktionsvolymbasis 1957–69	11
3. Spridning av kontinuerlig massakokning bland anläggningar, företag och på produktionsvolymbasis 1953–70	12
4. Spridning av flislagring utomhus bland anläggningar, företag och på lagringsvolymbasis 1955–70	12
5. Spridning av tunnelugnar bland företag och på produktionsvolymbasis 1948–69	13
6. Spridning av truckar bland tegelfabriker 1945–67	13

Tabeller

1. Antal observationer	10
2. Förteckning över oberoende variabler	18
3. Gruppering av olika processer för specialpressar	20
4. Gruppering av olika processer för våta suglådor	20
5. Gruppering av olika processer för kontinuerlig massakokning	21
6. Gruppering av olika processer för flislagring utomhus	21
7. Gruppering av olika processer för tunnelugnar och truckar	22

8. Regressionsekvationer för specialpressar, våta suglådor, kontinuerlig massakokning, flislagring utomhus, tunnelugnar och truckar 24
9. Signifikanter, förklarande variabler 27
10. Rangkorrelationer över företagens introduktion av de studerade processerna 29

A. Spridning av ny teknik

Institutets nuvarande intresse för problem i samband med spridning av ny teknik går tillbaka till 1967, då vi inbjöds av National Institute of Economic and Social Research i London att gemensamt studera denna fråga. Idag deltar sex institut som representerar Storbritannien, Österrike, Tyskland, Italien, Sverige och USA i detta projekt. En första preliminär rapport har redan publicerats, Ray [1969], och en fullständig rapport kommer att publiceras under 1973 eller början av 1974 enligt nuvarande planer. Institutets intresse för problemet ökades ytterligare, när det under arbete med industridelen i långtidsutredningen för perioden 1970–1975 konstaterades att den årliga totala produktivitetsökningen inom den svenska industrin varit ovanligt hög under 1960-talet. Med tillämpning av den välkända Cobb-Douglas-formeln erhöll vi värden för »trendfaktorn» eller residualen på ca 4,5, vilket tycks vara oproportionerligt högt enligt internationella normer, Nabseth [1971], kapitel 1. Kan snabb spridning av ny, bra teknik delvis förklara detta fenomen?¹

I det internationella studieprojektet valdes inalles tio nya processer som introducerats under efterkrigstiden för studium. Dessa var syrgasprocesser och kontinuerlig stränggjutning (ståltillverkning), specialpressar (papperstillverkning), numeriskt styrda verktygsmaskiner (verkstadsindustrin), skyttellösa vävstolar (textilindustrin), 'float'glas (glastillverkning), tunnelugnar (tegelbränning), moderna metoder för plåtframställning och skärning (varvsindustrin), automatiska transferlinjer (bilproduktion) och gibberelsyra (ölbrygning och maltberedning). I Sverige ansåg vi det vara av intresse att insamla data som inte bara berörde de tio nämnda processerna utan också några andra. Således insamlades liknande data beträffande andra processer inom pappers- och massaindustrin, järn- och stålindustrin samt tegelindustrin.

Vi kommer i denna skrift att diskutera spridningen av ny teknik inom svensk industri vad beträffar följande sex processer: specialpressar, våta suglådor, kontinuerlig massakokning och flislagring utomhus (alla inom massa- och pappersindustrin), tunnelugnar och truckar (tegelindustrin). Processerna i fråga har alla börjat tillämpas inom svensk industri under

¹ eller underlåtenhet att införa nya, dåliga metoder?

efterkrigstiden och spridningen håller fortfarande på. Eftersom det endast finns data för sex processer, skall vi inte försöka göra omfattande jämförelser mellan processerna. Syftet är snarare att diskutera och analysera företagens beteende, eftersom det är vad våra data är mest lämpade för.

B. Mätning av spridningen

Spridning av ny teknik kan naturligtvis mätas på ett flertal olika sätt, t. ex. som procentuella andelen av den totala produktionen i en industri som erhållits genom användning av tekniken i fråga, antalet företag inom en industri som tillämpar tekniken, antalet anläggningar eller maskiner etc. som arbetar med ifrågavarande teknik. Våra data visar när ett företag eller en anläggning inom de industrier som utvalts för studium först tillämpar den nya tekniken för kommersiell produktion. Därför kommer spridningen här att mätas med det antal företag eller anläggningar som tillämpar den nya tekniken vid olika tidpunkter. Detta innebär att vi inte kommer att diskutera spridningen med hänsyn till den andel av den totala produktionen som framställts med tillämpning av tekniken i fråga. Vi är i första hand intresserade av spridningsmönstren mellan företag och kommer inte att ta upp spridningsmönstret inom företagen. Även om en hel del skrivits om spridning av ny teknik är empiriska undersökningar ganska fåtaliga och hänför sig i de flesta fall till förhållanden i USA. Följande författare har mest påverkat denna uppsats: Carter & Williams [1957, 1958], Gold, Peirce & Rosegger [1970], speciellt kapital 8, Griliches [1957], Håkanson,² Mansfield [1968], Ray [1969] och Rogers [1962].

C. De studerade processerna

För att förstå den följande diskussionen om spridningen av ifrågavarande innovationer bör läsaren känna till något om deras betydelse för de berörda företagen. En kort beskrivning av de sex processer som undersökts kommer därför att lämnas här.

Specialpressar vid papperstillverkning påskyndar avlägsnandet av vattnet från massabanan. Jämfört med äldre system har specialpressarna högre urvattningskapacitet, vilket innebär att pappersmaskinens kapacitet kan ökas. Om man kan sälja den ökade produktionen på marknaden till unge-

² Håkanson, S., Diffusion of Special-Presses, kapitel i en kommande bok om spridning av ny teknologi i olika länder.

fär gällande pris, dröjer det ofta inte länge förrän de ganska små investeringarna betalar sig. Om man inte kan få avsättning för en produktionsökning, sparar man bara ånga på den oförändrade produktionen, vilket gör investeringen mindre lönsam men ändå värd att göra. Denna teknik har utvecklats i Sverige och patentsöktes 1957. (En likartad metod utvecklades ungefär samtidigt i USA.)

Våta suglådor ökar också urvattningskapaciteten. Liksom då det gäller specialpressar är avsikten med denna teknik bl. a. att öka maskinernas produktionskapacitet. Den viktigaste fördelen är emellertid att den förbättrar kvaliteten på det framställda papperet. Denna teknik utvecklades i USA och infördes därifrån till Sverige i slutet av 1950-talet. Den innebär relativt små investeringar.

Kontinuerlig massakokning har undergått stora förändringar under efterkrigstiden. Metoden förbättrades avsevärt under 1950-talets senare hälft och började därefter spridas i USA och sålunda ersätta den gängse diskontinuerliga kokningen. Under 1960-talet började denna metod också att spridas i Sverige. Att installera en kontinuerlig kokare innebär en ganska stor investering för en massafabrik. Sådana investeringar tycks också stå i mycket nära samband med ökning av produktionskapaciteten. Fördelarna med kontinuerlig kokning är lägre kapitalkostnad per ton massa om den årliga produktionen inte är alltför liten, lägre arbetskostnader och lägre kostnader för ånga och energi. En nackdel med kontinuerliga kokare i jämförelse med diskontinuerliga sådana är att man i det förra fallet inte kan utföra reparationer på kokarna utan att hela anläggningen måste stoppas, vilket däremot är möjligt i det senare fallet.³

I stället för att stapla ved i upplag kan veden omedelbart efter leveransen barkas och huggas i flis, som sedan blåses i högar, s. k. *flislagring* utomhus. Denna metod kom till Sverige från USA i början av 1950-talet men fick ingen större spridning förrän under 1960-talet. Vid denna lagring påbörjas kemiska processer som är gynnsamma för sulfatmassaproduktion men som kan vara ogynnsamma för sulfatmassaproduktion. Fördelarna med metoden är framför allt reducerade hanteringskostnader. En risk är att hela flishögen kan förstöras genom kemiska processer. Investeringskostnaderna är mycket låga för metoden.

Tunnelugnen uppfanns redan 1840 av en dansk. Hoffman-ugnen som patenterades i Tyskland 1858 erövrade emellertid marknaden på grund av lägre konstruktionskostnader och tekniska svårigheter med tunnelugnen. Under de senaste decennierna har emellertid de mekaniska framste-

³ Ett stort problem med denna teknik är att diskontinuerlig kokning också förbättrats efter hand, delvis som följd av den kontinuerliga metoden. Detta försvårar i hög grad lönsamhetsberäkningarna.

gen varit gynnsamma för tunnelugnen. Tunnelugnen är mer komplicerad och kostsammare än Hoffman-ugnen. Å andra sidan är arbets- och bränslekostnaderna avsevärt lägre, och risken för skador på kapitalutrustningen är mindre med tunnelugnen. Endast en tegeltyp kan framställas samtidigt i en tunnelugn, vilket kan vara en nackdel för mindre tegelbruk.

Redan i slutet av 1940-talet introducerade en del svenska tegelbruk *truckar*, men det var först på 1960-talet som spridningen blev mera allmän. Att lasta och lossa tegel för hand är inte bara arbetskrävande, utan det skadar också teglen. Genom att använda truckar reduceras både arbetskostnaderna och behovet av lagringsutrymme. Inköp av en truck innebär naturligtvis en relativt liten investering för ett medelstort tegelbruk.

D. Spridningsdiagrammen

De flesta data i denna skrift har erhållits genom direkta förfrågningar hos företagen. Frågeformulär har tillställts alla de företag inom massa- och pappersindustrierna och tegelindustrin i Sverige, som möjligen kunde antas tillämpa ifrågakarande processer. Företag, som tillverkar specialtyper av papper, massa eller tegel för vilka dessa metoder definitivt inte lämpar sig, har således lämnats utanför undersökningen. Svarsfrekvensen har varit mycket hög. Förfrågningarna har ställts till både sådana företag som redan tillämpar metoderna och sådana som kan tänkas tillämpa dem i framtiden, vilket innebär att spridningsprocessen inte avslutats ännu och att ytterligare spridning kan inträffa under 1970-talet. Många av de företag som ännu inte infört de nya processerna har meddelat att de har planer på att göra detta i framtiden. Detta kommer att förorsaka vissa problem i de följande ekonomiska kalkylerna. Tabell I visar det totala antalet observationer.

Tabell 1. *Antal observationer*

	Antal observationer	
	Företag	Anläggningar
Specialpressar	25	43
Våta suglådor	25	44
Kontinuerlig massakokning	19	23
Flislagring utomhus	21	38
Tunnelugnar	38	
Truckar		44

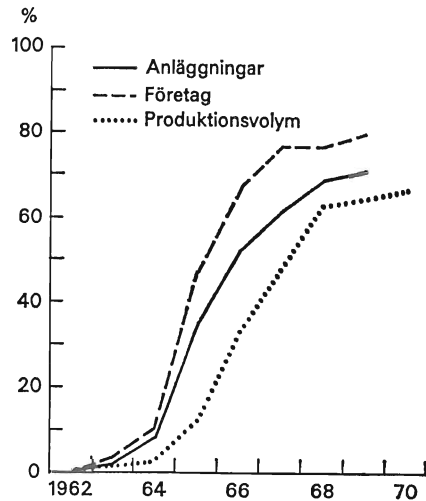


Diagram 1. Spridning av specialpressar bland anläggningar, företag och på produktionsvolymbasis 1962-70

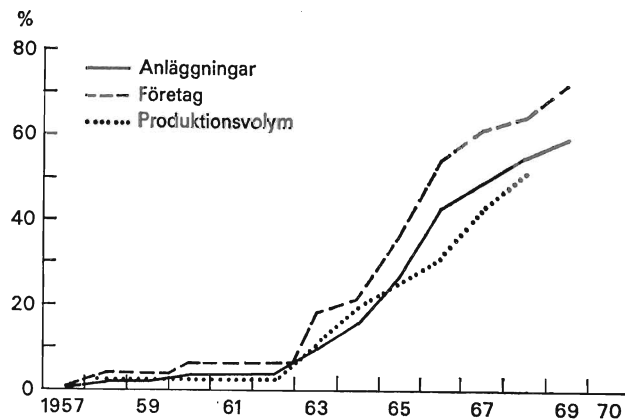


Diagram 2. Spridning av våta suglådor bland anläggningar, företag och på produktionsvolymbasis 1957-69

Huruvida företag eller anläggning är relevanta observationsenheter beror i detta sammanhang av på vilken nivå i företaget som beslutet fattas att processen skall införas. Då det gäller specialpressar, våta suglådor och flislagring utomhus är det ovisst, om det är ett beslut från den högsta företagsledningen eller om fabrikscheferna kan fatta beslut om införandet. Då det gäller kontinuerlig massakokning är det troligt att företagsledningen fattar avgörandet på grund av investeringens omfattning. Tunnel-

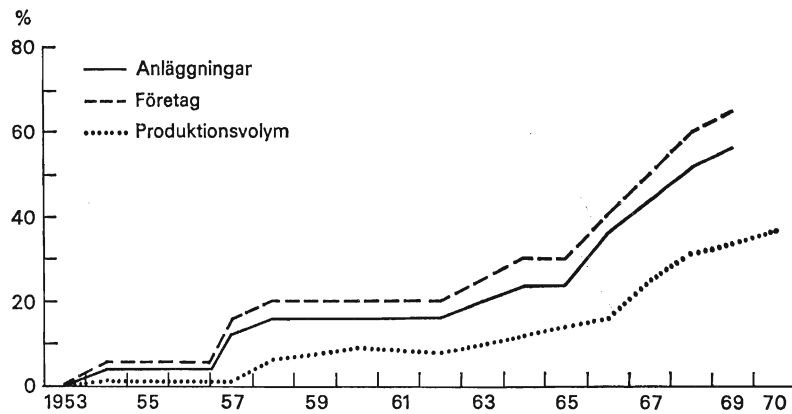


Diagram 3. *Spridning av kontinuerlig massakokning bland anläggningar, företag och på produktionsvolymbasis 1953-70*

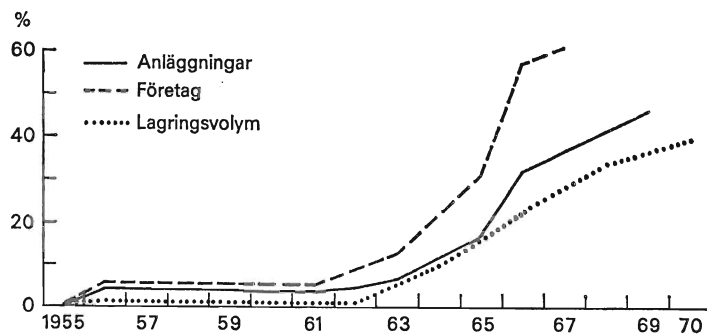


Diagram 4. *Spridning av flislagring utomhus bland anläggningar, företag och på lagringsvolymbasis 1955-70*

ugnar är utan tvekan en företagsledningsfråga, medan det motsatta förhållandet gäller för truckar.

Diagrammen 1-6 visar spridningskurvorna för de olika processerna. Kurvorna baseras på tre alternativa spridningsmått, nämligen antalet anläggningar respektive företag som tillämpar processen vid olika tidpunkter samt den procent av produktionen som framställs med processen vid olika tidpunkter. Det sistnämnda måttet kommer inte, som redan nämnts, att användas i föreliggande studie. Data i diagrammen hänför sig till år, medan kvartal används i analysen. För de första två spridningsmåten hänför sig data till det år då ifrågavarande process först började tillämpas i kommersiell skala. Av diagrammen framgår, att specialpressar började spridas i Sverige under 1960-talet, tunnelugnar och truckar på

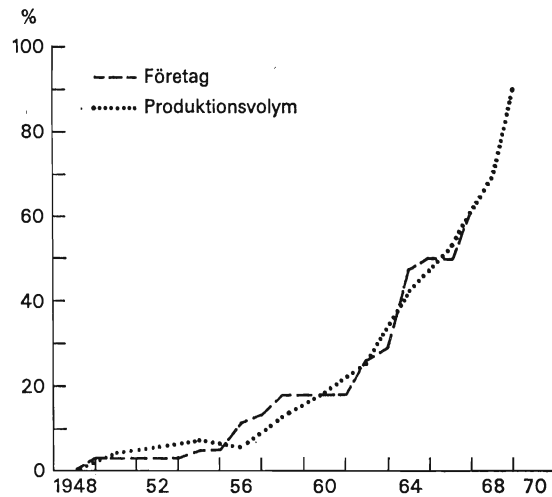


Diagram 5. Spridning av tunnelugnar bland företag och på produktionsvolym-basis 1948-69

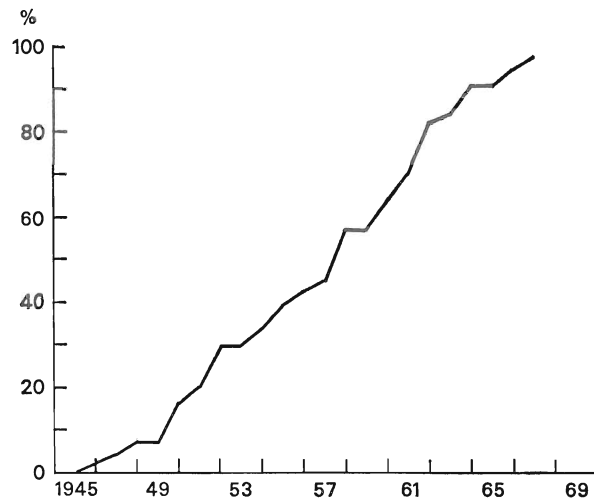


Diagram 6. Spridning av truckar bland tegelfabriker 1945-67

1940-talet och alla de övriga processerna på 1950-talet. Truckar är den enda process för vilken man kan säga att spridningen på anläggningsnivå nästan har upphört under den aktuella perioden.

Som sagts ovan är inte avsikten att försöka förklara olikheterna i spridning för olika innovationstyper. Sex observationer utgör ett för litet underlag för detta. Vi bör dock hålla i minnet de hypoteser som framlagts i

andra studier när vi betraktar spridningskurvorna i diagrammen 1–6 (t. ex. Mansfield [1968], kapitel 8). Naturligtvis skiljer sig spridningsmönstren från en innovation till en annan, t. ex. kontinuerlig massakokning och tunnelugnar. Specialpressar är ett exempel på mycket snabb spridning. »Den logistiska kurvan» och »band wagon»-effekten framstår tydligt för vissa innovationer, men då det gäller tunnelugnar och truckar är det svårt att finna några sådana tendenser. Eftersom vi inte kan jämföra processernas lönsamhet kan vi inte säga någonting om den ofta framförda hypotesen att lönsammare innovationer i genomsnitt sprids snabbare än mindre lönsamma. Vad investeringens storlek beträffar tycks kontinuerlig massakokning och tunnelugnar relativt sett innebära de största investeringarna för företagen, och dessa processer visar också en ganska långsam spridningstakt, vilket är i överensstämmelse med resultat på andra håll. Men spridningsmönstret för truckar passar inte alls in i denna bild.

E. Teori och hypoteser

När man skall försöka förklara spridningstakten bland företag och bland anläggningar måste man beakta vissa förhållanden, som ibland tenderar att försvinna vid analysen. För det första förbättras många nya processer med tiden, vilket betyder att företagens lönsamhetskalkyler inte blir desamma vid olika tidpunkter. Det är ofta mycket svårt att ta hänsyn till detta i analysen. Här gäller detta speciellt för kontinuerlig massakokning under 1950-talet, och i viss mån kanske även för flislagring utomhus. Lönsamheten med tunnelugnar beror bl. a. på förhållandet mellan kol- och oljepriserna, som ändrats under efterkrigstiden. För det andra får man akta sig för att tolka ett tidigt införande av en ny process som ett tecken på en progressiv och framgångsrik företagsledning. Det kan vara så, men det kan också vara mer lönande för ett företag att vänta med att införa en ny teknik tills det övertygat sig om att den verkligen fungerar och är fullt utvecklad.

Försök att framlägga testbara hypoteser om spridning av ny teknik kan stödja sig på olika slags teorier. Våra hypoteser är i princip tagna från ekonomisk teori men kan också sägas omfatta element från sociologin (speciellt genom inflytande av Rogers, [1962]). Fyra typer av hypoteser kommer att presenteras som i olika form framlagts i de studier som tidigare hänvisats till.

a) Den första typen av hypoteser hänför sig till den tidpunkt då information om en ny teknik erhålls och förmågan att utvärdera denna in-

formation.⁴ Ekonomiska modeller baseras ofta på antagandet att information om nya processer omedelbart sprids till företag och anläggningar. Detta är antagligen ett vilseledande antagande, och det går emot företagens strävan att maximera vinsten, eftersom det kostar pengar att skaffa information.⁵

Ett intressant förhållande i denna studie är att vi funnit att information om en ny teknik ofta sprids av tillverkare av den utrustning som bygger på tekniken i fråga («förändringsagenten» i Rogers terminologi). Vår hypotes är således att ju tidigare information om en ny process erhålls och ju större förmåga den beslutsfattande enheten har att utvärdera informationen, desto snabbare används processen av företaget eller anläggningen.

Eftersom det finns data om när folk i företagen eller anläggningarna först fick kännedom om processerna, är hypotesen testbar. Vi är emellertid inte övertygade om att våra data är helt pålitliga på denna punkt, eftersom det rör sig om subjektiva uppskattningar från de svarande företagstjänstemännens sida. Hypotesen kan alternativt testas indirekt genom att använda exportandelen av produktionen som »proxy» för informationsdatum med antagandet att en stor exportandel innebär ökade kontakter med utländska tillverkare, utländska marknader etc. och att detta leder till att information om ny teknik erhålls på ett tidigare stadium.⁶ Den andra delen av hypotesen har testats genom att använda den mängd resurser som används av ett företag för att utvärdera information som ett mått på företagets eller anläggningens förmåga att utvärdera information. I denna studie används kostnaderna för forskning och utveckling som »proxy» för utvärderingsförmåga. Företagets eller anläggningens storlek skulle också kunna tjäna som »proxy», om man antar att storleken står i positiv relation till den mängd resurser som kan utnyttjas för att utvärdera en ny teknik. Storleken kan å andra sidan också stå som »proxy» för ett antal andra faktorer vilket försvårar dess användning i analysen.

b) Den andra typen av hypoteser är av en mera rent ekonomisk karak-

⁴ Rogers [1962] talar om olika faser i införandeprocessen. Här har vi i första hand att göra med medvetenhetsfasen och utvärderingsfasen.

⁵ Carter & Williams [1957] säger att det tekniskt progressiva företaget har inkommande information av hög kvalitet. Kvalitet betyder mer än kvantitet. »Följaktligen får ett efterblivet företag kanske inte kännedom om en ny idé förrän efter flera år.»

⁶ Man har i många studier funnit, att de människor som tidigt använder innovationer tycks vara betydligt mer kosmopolitiska än de som kommer senare.

tär. Hypotesen är i princip att ju lönsammare det är för ett företag eller en anläggning att tillämpa processen ifråga, desto tidigare kommer den att tas upp. Chanserna till god lönsamhet uppväger således riskerna med ett tidigt införande. Om kapitalmarknaderna inte är helt perfekta, dvs. om marginalavkastningen på investerat kapital inte är densamma överallt, är hypotesen inte så självklar som den verkar, och påståendet kanske inte håller vid en jämförelse mellan företag. Företagen har antagligen olika alternativkostnader och en återbetalningstid eller internräntesats som är tillfredsställande för ett företag kan vara för stor eller för liten för ett annat företag. Denna hypotes ger vidare upphov till en kontrovers mellan ekonomer och sociologer beträffande den relativa betydelsen av olika variabler vid förklaringen av spridningstakten. Sociologer lägger större vikt vid den så kallade 'interaction'-effekten, dvs. den process genom vilken de som använder en innovation påverkar dem som ännu inte gör det. Här prefereras den ekonomiska hypotesen men vi måste naturligtvis vara medvetna om att vad vi egentligen är ute efter är ex ante-kalkyler gällande lönsamheten och inte ex post-kalkyler. Med tanke på de ovissa problemen i samband med introducerandet av ny teknik kan dessa ex ante-kalkyler antas vara i viss grad influerade av andras erfarenheter.

Det har varit svårt att finna adekvata mått på lönsamhet i analysen. För specialpressar har dock en återbetalningstid beräknats av Håkanson.⁷ För våta suglådor har vi använt maskinhastighet och typ av framställt papper som »proxies» för lönsamhet.⁸ För kontinuerlig massakokning har vi använt kokningsutrustningens ålder som »proxy» eftersom installation av kontinuerlig massakokning i de flesta fall betyder skrotning av gammal utrustning. Ju äldre ett företags utrustning är, desto tidigare bör följaktligen kontinuerlig massakokning introduceras. För flislagring utomhus har använts hanteringsutrustningen på vedgården och den typ av ved som används som »proxies».⁹ För tunnelugnar och truckar har vi inte lyckats

⁷ Följande formel har där använts

$$r = \frac{I}{a \cdot Q(P_{pa} - 1,05 P_{pu})}$$

r = återbetalningstid i år
 I = investeringskostnad
 a = kapacitetsökning (%), som är en funktion av en maskins ålder
 Q = pappersmaskinens årliga kapacitet
 P_{pa} = pris per ton papper
 P_{pu} = pris per ton massa.

⁸ Våta suglådor passar bäst på maskiner med höga hastigheter som framställer kraftpapper, tidnings- eller tidskriftspapper.

⁹ Flislagring utomhus har ansetts vara en mindre lämplig metod för företag som installerat kranar på vedgården. Dessutom har tall och gran vissa fördelar över andra träslag vid tillämpning av flislagring utomhus.

finna godtagbara »proxies» för lönsamhet, en fråga som det finns anledning återkomma till i beräkningarna senare. Ökningen av den producerade mängden kan också användas för att mäta lönsamheten. Användningen av denna variabel baseras på antagandet att ny teknik ofta introducerats i samband med investeringar i avsikt att öka kapaciteten, Salter [1960] och Wohlin [1970].¹⁰ Ju mer den producerande mängden ökar, desto lönsamare har det varit att utnyttja ifrågavarande teknik enligt denna hypotes. Det finns tillgängliga siffror för produktionsökningen för alla företag och anläggningar under den relevanta perioden gällande samtliga processer utom flislagring utomhus.

c) Det sägs ofta att ett företags finansiella förhållanden påverkar dess investeringsaktivitet och dess beredvillighet att ta risker.¹¹ Ju högre intern finansiering ett företag kan uppnå, desto mer beredd är man att investera i nya, osäkra tekniska processer. Teorin baseras på en förutsatt ovilja från företagsledningens och ägarnas sida att låna utöver en viss gräns, eftersom detta skulle öka borgenärernas ställning gentemot företaget. Kreditinstitut kräver också ofta vissa relationer mellan eget och främmande kapital i ett företag för att bevilja lån. Vi har försökt erhålla information om företagets finansiella struktur under tiden 1955–1964. Vi har ställt de totala interna medel som uppstått inom ett företag under denna period (nettovinst + avskrivning + andra plusposter) i relation till de totala investeringarna under perioden. Den hypotes som testas är att ju större de interna medlen är i förhållande till investeringsutläggen, desto lättare har det varit att finansiera investeringar i ny teknik, och desto tidigare bör sådan teknik ha introducerats. Storleken på företaget kan också anses vara en »proxy» för ekonomisk styrka i den mening att ju större ett företag är, desto lättare kan det ta förluster i samband med införandet av en viss ny teknik.

d) Det har sagts att det föreligger skillnader hos företagsledningarna i attityderna gentemot nya tekniska processer och att dessa kan påverka spridningstakten för processerna (se t. ex. Carter & Williams [1957, 1958], kapitlen 10 och 16). Diskussionerna med företagsledningarna har också gett belägg för att sådana skillnader kan föreligga. Tillverkare och försäljare av utrustning för nya processer (t. ex. AB Kamyr i Sverige för kontinuerlig massakokning) betonar också detta. Vi har här på olika sätt försökt ta hänsyn till attitydskillnadernas roll vid förklaringen av spridningen.

¹⁰ Gold, Peirce & Rosegger [1970] är mera skeptiska mot denna hypotes.

¹¹ Rogers, [1962], s. 175, konstaterar att de som tidigt använder innovationer ofta har en gynnsammare ekonomisk ställning än de som använder dem senare.

För specialpressar och våta suglådor finns information om hur snabbt fyra andra nya processer som introducerats under efterkrigstiden införts i företagen. Från denna information har vi konstruerat en skala från 16 till 0 allt efter hur snabbt företagen tagit upp dessa fyra processer. För tunnelugnar och truckar har samma procedur tillämpats, fastän här har vi endast haft tillgång till information beträffande *en* annan teknik (tunnelugnar för truckar och vice versa). Vad flislagring utomhus beträffar har företagen lämnat information om huruvida a) de vill vara först med att introducera en ny teknik i Sverige, b) de först vill veta om den fungerar inom något annat företag, c) de först vill veta om den fungerar inom många företag och d) de först vill vara säkra på att denna teknik fungerat tillfredsställande under någon tid i ett par företag. Med utgångspunkt från detta har vi ställt upp en skala från 4 till 1, som använts för att representera attityden gentemot ny teknik.

Forsknings- och utvecklingskostnadernas storlek kan också användas för att beskriva attityden gentemot ny teknik. Hypotesen bör då vara att ju mer intresserat ett företag är för forskning och utveckling, desto snabbare kommer det att införa ny teknik. I denna undersökning finns bara uppgifter om huruvida företagen ägnar sig åt forskning och utveckling eller ej. Vi har använt denna information som »dummy»-värde, där 1 står för företag med och 0 för företag utan forsknings- och utvecklingsverksamhet.

Tabell 2. Förteckning över oberoende variabler

	Special- pressar	Våta sug- lådor	Konti- nuerlig massa- kokning	Flis- lagring utomhus	Tunnel- ugnar	Truckar
Företagets eller anlägg- ningens storlek (<i>s</i>)	×	×	×	×	×	×
Produktionsökning (<i>p</i>)	×	×	×	×	×	×
Attityd mot ny teknik (<i>b</i>)	×	×	×	×	×	×
Forskning och utveckling (<i>fou</i>)	×	×	×	×	×	×
Exportandel (<i>exp</i>)	×	×	×	×		
Första information (<i>inf</i>)	×	×	×	×		
Finansiell kapacitet (<i>fi</i>)	×	×	×	×		
Återbetalningsperiod (<i>r</i>)	×					
Tillverkad papperskvalitet (<i>pgr</i>)		×				
Maskinhastighet (<i>hast</i>)		×				
Kapitalutrustningens ålder (<i>k</i>)			×			
Hanteringsutrustning (<i>hant</i>)				×		
Vedtyp (<i>ved</i>)				×		

I tabell 2 presenteras de oberoende variabler som använts för att förklara spridningen av de olika processer som omfattas av undersökningen. Den beroende variabeln är första gången ett företag eller en fabrik utnyttjat tekniken ifråga i kommersiellt syfte. Tiden har mätts i kvartal från det första kvartalet då tekniken över huvud taget tillämpats i Sverige (med värdet 1 för detta företag eller denna anläggning). För de företag som ännu inte infört tekniken ifråga har antagits att de kommer att göra detta under första kvartalet 1975. Detta antagande kommer att förklaras närmare senare. Från statistisk synpunkt förefaller det vara bättre att försöka utnyttja all tillgänglig information än att »kasta bort» en del av spridningskurvan.

Det föreligger naturligtvis ett antal problem i samband med valet av oberoende variabler som bara i korthet kan nämnas här. Ett gäller validiteten. Mäter de variabler vi valt verkligen vad vi vill att de skall mäta? Ett annat näraliggande problem är att de valda variablerna ibland kan användas för att testa olika hypoteser. Detta är t. ex. fallet med storlek, forskning och utveckling samt produktionsökning. Vi måste hålla detta i minnet vid tolkningen av resultaten.

F. Analys och resultat

Analysen har uppdelats i två avsnitt. I avsnitt I har datamaterialet fördelats på olika undergrupper där grupperingen skett i enlighet med värdena på de beroende variablerna; företag eller anläggningar som introducerat tekniken relativt tidigt, de som kommit något senare och så vidare i sjunkande skala. En sådan gruppering kan naturligtvis göras på flera sätt (se Rogers [1962], kapitel VI). Vi har försökt att få ungefär samma antal användare i varje grupp. Alla icke-användare har emellertid grupperats tillsammans. I avsnitt II prövas en formell ekonometrisk analys. En fördel med presentationen i avsnitt I är att den ger viss information om de funktionella relationerna mellan de beroende och oberoende variablerna. I avsnitt II måste vi naturligtvis göra antaganden på denna punkt.

I. Gruppering av datamaterialet

Tabellerna 3–7 visar grupperingen för de olika processerna och motsvarande ovägda medelvärden på de oberoende variablerna.

Tabell 3. *Specialpressar*

Grupp ^a	Tid för införande	Antal anställda 1968	Exportandel av omsättning i %	FoU-verksamhet ^b	Tid för första information	Produktions-tillväxt 1962-68 1962 = 100	Återbetalnings-tid i år	Självfinansieringsförmåga, genomsnitt 1955-64	Beteendevariabel från 16 till 0
<i>A. Företag</i>									
I (5)	1964: 2	1 865	68,0	0,6	1960	139	0,30	1,035	9,8
II (6)	1965: 3	1 623	68,2	0,8	1961	152	0,28	1,291 (5)	8,8
III (5)	1966: 1	1 552	47,6	0,8	1961	133	0,92	1,052	9,4
IV (5)	1967: 3	584	68,6	0,2	1961	131	0,60	0,786 (4)	7,4
V (4)	(1975: 1)	330	55,5	0,25	1963	132	1,90	0,902	2,5
<i>B. Anläggningar</i>									
I (8)	1964: 3	1 004	59,4	0,5	1961	142	0,31		8,5
II (9)	1965: 3	922	69,3	0,8	1961	154	0,36		6,0
III (8)	1966: 2	716	62,9	0,75	1961	162	0,16		6,2
IV (9)	1968: 1	581	61,6	0,4	1961	132	0,63		5,9
V (9)	(1975: 1)	314	54,5	0,7	1963	124	1,83		4,0

^a Antal företag respektive anläggningar inom parentes.

^b Relativt tal för forskning och utveckling. Bedriver egen forskning = 1. Ingen forskning och utveckling = 0.

Tabell 4. *Våta suglådor*

Grupp ^a	Tid för införande	Antal anställda 1968	Exportandel av omsättning i %	FoU-verksamhet	Tid för första information	Produktions-tillväxt 1962-68 1962 = 100	Framställd pappers-kvalitet ^b	Maskinhastighet ^c	Självfinansieringsförmåga, genomsnitt 1955-64	Beteendevariabel från 16 till 0
<i>A. Företag</i>										
I (5)	1960: 2	1 864	76,8	1,0	1956	157	0,8	352	1,145 (4)	12,0
II (5)	1965: 1	1 396	68,6	0,4	1961	149	0,4	232	1,216 (4)	10,6
III (5)	1966: 2	987	68,2	0,4	1961	131	0,8	286	0,926	7,8
IV (5)	1968: 2	1 094	42,0	0,4	1963	138	0,4	204	0,978	9,2
V (5)	(1975: 1)	731	50,4	0,4	1961	127	0,2	122	0,997	5,4
<i>B. Anläggningar</i>										
I (10)	1962: 4	914	75,2	0,8	1957	157	0,7	291		7,4
II (9)	1966: 1	652	66,3	0,6	1961	155	0,6	292		6,7
III (10)	1967: 4	524	54,0	0,5	1962	131	0,5	281		7,3
IV (15)	(1975: 1)	541	55,5	0,7	1961	130	0,3	174		5,5

^a Antal företag respektive anläggningar inom parentes.

^b Relativt tal för kraft-, tidnings- och tidskriftspapper = 1. Relativt tal för andra papperstyper = 0.

^c I meter per minut.

Tabell 5. *Kontinuerlig massakokning*

Grupp ^a	Tid för införande	Antal anställda 1968	Exportandel av omsättning i %	FoU-verksamhet	Tid för första information	Produktions-tillväxt 1962-68 1962 = 100	Genomsnittlig tidpunkt för införandet av tidigare kokningsutrustning	Självfinansieringsförmåga, genomsnitt 1955-64	Beteendevariabel från 4 till 1
<i>A. Företag</i>									
I (7)	1962: 1	686	81,3	0,9	1949	330	1936	0,650 (5)	3,3
II (6)	1968: 1	1 355	61,5	0,8	1950	261	1947	1,182	3,0
III (6)	(1975: 1)	656	77,2	0,7	1952	208	1950	0,987	2,3
<i>B. Anläggningar</i>									
I (7)	1962: 1	686	81,3	0,9	1949	330	1936		3,3
II (6)	1968: 1	1 355	61,5	0,8	1950	261	1947		3,0
III (10)	(1975: 1)	512	78,0	0,7	1952	219	1945		2,4

^a Antal företag respektive anläggningar inom parentes.

Tabell 6. *Flislagring utomhus*

Grupp ^a	Tid för införande	Antal anställda 1968	Exportandel av omsättning i %	FoU-verksamhet	Tid för första information	Typ av hanteringsutrustning ^b	Använd vedtyp ^c	Självfinansieringsförmåga, genomsnitt 1955-64	Beteendevariabel från 4 till 1
<i>A. Företag</i>									
I (7)	1963: 1	1 712	69,6	0,9	1959	0,4	0,9	1,236 (6)	3,1
II (7)	1966: 3	1 308	77,0	0,9	1958	0,1	1,0	0,731	3,3
III (8)	(1975: 1)	1 028	56,8	0,25	1960	0,5	0,5	0,882 (7)	2,4
<i>B. Anläggningar</i>									
I (9)	1963: 4	618	72,1	0,9	1958	0,3	0,9		3,1
II (10)	1967: 3	696	71,3	0,6	1960	0,4	0,8		2,8
III (19)	(1975: 1)	495	70,3	0,6	1961	0,6	0,5		2,4

^a Antal företag respektive anläggningar inom parentes.

^b Relativt tal för bra hanteringsutrustning för införande = 0.

Relativt tal för dålig hanteringsutrustning för införande = 1.

^c Relativt tal för gynnsam typ av ved och massa = 1.

Relativt tal för ogynnsam typ av ved och massa = 0.

En granskning av tabellerna visar att de förklarande variablerna fungerar utmärkt i många fall mot bakgrund av de hypoteser som tidigare framlagts. Information om de berörda processerna tycks ha spritts ungefär samtidigt inom den svenska industrin — även om tidsskillnaden mellan de första och de sista beslutsenheterna ibland är förvånansvärt stor.

Tabell 7. Tunnelugnar och truckar

Grupp ^a	Tid för införande	Antal anställda 1968	FoU-verksamhet	Produktions-tillväxt 1958-68 1958 = 100	Beteende-variabel från 5 till 1
<i>A. Tunnelugnar, företag</i>					
I (6)	1955: 2	54	0,3	255	4,0
II (6)	1957: 4	29	0,2	155	3,3
III (6)	1964: 3	24	0,5	220	4,3
IV (5)	1966: 4	27	0,4	196	2,6
V (15)	(1975: 1)	26	0,2	95	1,5
<i>B. Truckar, anläggningar</i>					
I (9)	1949: 2	38	0,3	171,1	3,6
II (8)	1953: 4	39	0,4	180,6	2,6
III (8)	1960: 4	31	0,5	143,4	3,5
IV (9)	1964: 2	42	0,3	164,3	3,0
V (9)	1967: 3	34	0,1	129,2	1,4
VI (1)	(1975: 1)	10	0	79	1,0

^a Antal företag respektive anläggningar inom parentes.

Skillnaderna i genomsnittlig medvetenhetstid mellan grupperna har varit ganska små. En förklaring till detta kan vara att företagen inom den svenska massa- och pappersindustrin samarbetar ganska intimt i olika former av branschorganisationer; i vissa fall har de gemensamma forskningslaboratorier som arbetar inom speciella områden. En annan orsak kan vara att försäljare av den nya tekniken kontaktat de berörda företagen ungefär samtidigt. Detta var åtminstone fallet i fråga om kontinuerlig massakokning. Trots detta överensstämmer medelvärdena för de olika grupperna i de flesta fall med hypotesen, att ju tidigare ett företag eller en anläggning erhåller information om en ny teknik, desto tidigare har man infört den. Vad beträffar storlek, exportandel och FoU-verksamhet visar medelvärdena för grupperna i flertalet fall väntade värden, på både företags- och anläggningsnivå. Kontinuerlig massakokning och truckar utgör undantag vad storleksvariabeln beträffar. Vi har av tillverkarna av utrustningen fått veta, att de stora massaproducenterna i början var något tveksamma inför kontinuerlig massakokning. För kontinuerlig massakokning ges också en blandad bild av exportandelens roll, även om de flesta exportinriktade anläggningarna och företagen först tycks ha introducerat kontinuerlig massakokning. FoU-variabeln fungerar bra på företagsnivå utom då det gäller tunnelugnar. Ifrågasvarande data är dock ganska osäkra här.

»Proxy»-variablerna för lönsamhet fungerar förvånansvärt bra i de flesta fall. Återbetalningstider, framställd papperskvalitet, maskinhastig-

het, utrustningens ålder och den typ av ved som används visar alla att god lönsamhet för en ny teknik tycks sammanfalla med tidigt införande. Motsvarande samband registreras för lägre lönsamhet och sent införande. De företag eller anläggningar som tidigt infört en ny teknik har också haft en snabbare produktionstillväxt än de som infört den senare eller inte alls.

Den finansiella variabeln fungerar mycket dåligt. (Här finns självfallet endast värdena på företagsnivå.) Man kan på sin höjd säga att det finns en liten tendens för dem som tidigt infört specialpressar, våta suglådor och flislagring utomhus att uppvisa en något bättre självfinansieringsförmåga än de som infört dessa processer senare eller inte alls, men denna tendens är svag. Innan man drar några slutsatser beträffande sambandet bör man komma ihåg att vår proxy-variabel är grovt tilltagen och kanske står i ett mycket svagt förhållande till hypotesen. Det bör nämnas, att ett antal företag uppgivit att de inte haft pengar till att finansiera den nödvändiga investeringen för införande av ifrågavarande processer. Detta är fallet med 5 företag för specialpressar, 6 för våta suglådor, 3 för kontinuerlig massakokning, 3 för tunnelugnar och 2 för truckar.

Vad den sista hypotesen beträffar, dvs. den roll som företagsledningens attityder inför nya tekniker och nya processer spelar, fungerar proxy-variablerna bättre än väntat, både på företags- och anläggningsnivå. Företag eller anläggningar som tidigt tar upp en ny teknik tycks också vara bland de första att införa andra nya tekniska processer. Om företagsledningarna vidare säger sig vilja vara bland de första som inför en ny process i landet, tycks de också handla i enlighet därmed när nya processer blir tillgängliga.

Naturligtvis har denna gruppering av våra data inte varit ett test på hypoteserna i egentlig mening. Den visar bara att korrelationen mellan de oberoende och beroende variablerna oftast fungerar i väntad riktning. Det klaraste undantaget härifrån visar data över självfinansieringsförmågan. Här måste man dock hålla primärmaterialets osäkerhet i minnet.

II. Ekonometrisk analys

Vid den ekonometriska analysen har vi tillämpat standardförfarandet för stegvis regression (BMDO2R). Resultaten för samtliga processer, både på företags- och anläggningsnivå, framgår av tabell 8. (Variabelbeteckningarna framgår av tabell 2, s. 18). En del problem måste dock uppmärksammas innan resultaten diskuteras.

Som tidigare nämnts har i analysen information utnyttjats inte bara för användare utan också för icke-användare av processerna. Sedan vi

Tabell 8. *Regressionskvationer för specialpressar, våta suglådor, kontinuerlig massakokning, flislagring utomhus, tunnelugnar och truckar (t-värde inom parentes)*

Specialpressar

Företag ($n=25$)

$$\log y = 1.719 - 0.043 b - 0.070 fou - 0.026 \log s - 0.233 \log p + 0.283 \log r - 0.047 \log \exp + 0.639 \log \inf \quad R^2 = 0.767$$

(3.078) (0.647) (0.155) (0.442) (2.532) (0.238) (2.829)

Anläggningar ($n=43$)

$$\log y = 3.289 - 0.023 b + 0.046 fou - 0.490 \log s - 0.395 \log p + 0.153 \log r + 0.028 \log \exp + 0.281 \log \inf \quad R^2 = 0.572$$

(2.106) (0.568) (3.388) (0.949) (1.483) (0.144) (1.493)

Våta suglådor

Företag ($n=25$)

$$\log y = 3.424 + 0.036 pgr - 0.007 b + 0.045 fou - 0.158 \log s - 0.198 \log \exp - 1.188 \log p + 0.103 \log \text{hast} + 1.139 \log \inf \quad R^2 = 0.736$$

(0.280) (0.369) (0.380) (0.934) (0.839) (1.579) (0.435) (5.256)

Anläggningar ($n=44$)

$$\log y = 2.903 - 0.023 b - 0.072 pgr + 0.082 fou - 0.291 \log s - 0.737 \log p + 0.181 \log \text{hast} + 0.803 \log \inf - 0.051 \log \exp \quad R^2 = 0.565$$

(1.707) (0.809) (1.006) (2.573) (1.728) (1.048) (4.810) (0.270)

Kontinuerlig massakokning

Företag ($n=19$)

$$\log y = 0.073 + 0.076 fou + 0.280 \log s - 0.371 \log p + 1.138 \log k - 0.387 \log \exp + 0.699 \log \inf \quad R^2 = 0.397$$

(0.300) (0.662) (0.521) (1.306) (0.621) (1.775)

Anläggningar ($n=23$)

$$\log y = 0.489 + 0.034 b + 0.410 \log s - 0.487 \log p + 0.768 \log k - 0.977 \log \exp + 0.913 \log \inf \quad R^2 = 0.349$$

(0.335) (0.873) (0.810) (1.147) (0.837) (2.334)

Flislagring utomhus

Företag ($n=21$)

$$\log y = 2.051 - 0.187 fou - 0.022 b + 0.130 \text{hant} + 0.020 \text{ved} - 0.062 \log s - 0.266 \log \exp + 0.378 \log \inf \quad R^2 = 0.511$$

(1.323) (0.311) (1.043) (0.127) (0.332) (1.082) (2.694)

Anläggningar ($n=38$)

$$\log y = 1.792 + 0.104 \text{hant} - 0.056 \text{ved} - 0.025 b - 0.033 fou - 0.043 \log s - 0.163 \log \exp + 0.398 \log \inf \quad R^2 = 0.413$$

(1.379) (0.666) (0.617) (0.385) (0.410) (0.893) (3.486)

Tunnelugnar

Företag ($n = 38$)

$$y = 103.630 - 0.043 s + 3.668 fou - 0.058 p - 9.599 b \quad R^2 = 0.419$$

(0.358) (0.441) (0.905) (3.364)

Truckar

Anläggningar ($n = 44$)

$$y = 93.156 - 0.375 s - 0.093 p + 1.898 fou - 6.379 b \quad R^2 = 0.253$$

(1.793) (1.680) (0.238) (2.707)

s = företags eller anläggningens storlek	r = återbetalningsperiod
p = produktionsökning	pgr = tillverkad papperskvalitet
b = attityd mot ny teknik	$hast$ = maskinhastighet
fou = forskning och utveckling	k = kapitalutrustningens ålder
exp = exportandel	$hant$ = hanteringsutrustning
inf = första information	ved = vedtyp

eliminerat alla de företag som inte rimligen kan väntas ta upp tekniken i framtiden på grund av att de framställer fel papperskvalitet etc., antas återstoden bestå av potentiella användare. Många av icke-användarna har också på de insända frågeformulären uttryckligen uppgivit, att de ämnar införa den aktuella tekniken i framtiden. Eftersom vi inte ville försumma denna information, har problem uppkommit med att försöka finna ett lämpligt införandedatum för dessa framtida användare. Genom att utgå från en logistisk spridningskurva (denna antas ofta gälla för spridning av innovationer) kan vi från diagrammen 1-6 erhålla vissa möjliga införandedata. Åren 1972, 1975 och 1980 har därvid framkommit som möjliga alternativ. Försök med dessa olika antagna införandeår har inte ändrat R^2 -värdena i någon högre grad, varför vi bestämde oss för att i fråga om samtliga processer sätta första kvartalet 1975 som införandetid för alla icke-användare. Detta är naturligtvis relativt godtyckligt.

Valet av funktionsform för regressionsekvationerna har varit ganska besvärligt. Av tabellerna över materialet framgår, att relationerna mellan de beroende och oberoende variablerna ofta tycks vara komplicerade. Vi har experimenterat med tre olika former.

I det första alternativet förutsätts ett linjärt samband av typen:

$$y = a + b_1 x_1 + b_2 x_2. \quad (1)$$

I det andra alternativet förutsätts ett multiplikativt samband av typen:

$$y = ax_1^{b_1} \cdot x_2^{b_2}$$

som i logaritmisk form omvandlas till

$$\log y = \log a + b_1 \log x_1 + b_2 \log x_2. \quad (2)$$

Man måste dock komma ihåg att beteendevariabler och »dummy»-variabler såsom FoU inte logaritmeras.

I det tredje alternativet har en beroende och en oberoende variabel, i detta fall tid för information, (förutom beteendevariabel och relativa tal) inte omvandlats i logaritmisk form. Lin-log-ekvationerna har då fått följande form (som endast prövats på specialpressar, våta suglådor och kontinuerlig massakokning).¹²

$$y = a + b_1 x_1 + b_2 \log x_2 + b_3 \log x_3. \quad (3)$$

Enligt Mansfield ([1968], s. 158) skulle det multiplikativa sambandet vara bäst, eftersom effekten av var och en av de oberoende variablerna sannolikt beror på värdet av den andra. Vi är emellertid inte säkra på att detta resonemang gäller för alla de oberoende variabler som prövats. Den logaritmiska formen fungerar bäst för massa- och pappersprocesserna, medan den linjära formen visar sig bäst för tegelprocesserna.¹³

Ett annat problem har legat i behandlingen av den finansiella variabeln. Informationsbrist medförde att när denna variabel testades, måste data från två företag elimineras. Det visade sig då, att den finansiella variabeln (enligt ett t-test) endast blev signifikant för kontinuerlig massakokning på företagsnivå. Vi tog då med de två företagen, och tog i stället bort den finansiella variabeln. Detta förändrade inte bilden för de olika processerna särskilt mycket, utom för kontinuerlig massakokning. I tabell 8 har den finansiella variabeln inte beaktats i beräkningarna.

Av resultaten i tabell 8 finner vi att R^2 alltid är större på företags- än på anläggningsnivå. Detta är egentligen inte särskilt överraskande. Våra hypoteser gäller snarare för ledningarna av företag än för ledningarna vid anläggningar. Variabler som FoU-verksamhet och tid för information är mera relevanta på företags- än på anläggningsnivå. Vi förklarar å andra sidan också en del av spridningen på anläggningsnivå, vilket innebär att samma förklaringsmodell kan användas i båda fallen. Detta står i överensstämmelse med Mansfields tes [1968], s. 190, att samma teori kan användas för att förklara spridningstakten såväl mellan som inom företag.

Ett kännetecknande drag för regressionsekvationerna är, att koefficienterna i de flesta fall får i förhållande till hypoteserna rätt tecken. Det är bara i fråga om våta suglådor som många av dem har fel tecken,

¹² Sambandet är av följande typ:

$$e^{y - b_1 x_1} = a \cdot x_2^{b_2} \cdot x_3^{b_3}.$$

¹³ I tabell 8 har vi endast presenterat log-ekvationerna för massa- och pappersprocesserna och lin-ekvationerna för tegelprocesserna.

speciellt då vad gäller FoU-verksamhet och maskinhastighet (anläggningar). För kontinuerlig massakokning (företag), tunnelugnar (företag) och truckar (anläggningar) får FoU-variabeln också fel tecken, vilket även i vissa fall gäller exportandelen. I övrigt måste emellertid överensstämmelsen mellan väntade och erhållna tecken betecknas som ganska uppmantrande.

R^2 - och t -värdena visar låga värden för tegelprocesserna och för kontinuerlig massakokning. Detta kan bero på att dåliga proxy-värden använts för lönsamheten i dessa fall. För tunnelugnar och truckar har endast produktionstillväxt använts som proxy-variabel. Vi har erhållit störst R^2 -värde för specialpressar, vilket inte är överraskande, eftersom vi kunnat begagna en mera genomarbetad lönsamhetskalkyl för denna process.

I tabell 9 har angivits de variabler som är signifikanta på 1%-, 5%-

Tabell 9. Signifikanta, förklarande variabler

	Lin-form	Log-form	Lin-log-form
<i>Specialpressar</i>			
Företag	$b^*r^{***}s^{***}$	$b^*r^{*}inf^{*}$	$b^*r^{***}s^{**}$
Anläggningar	$r^*s^*p^{**}b^{**}$	$s^*b^{***}r^{***}inf^{***}$	$s^*r^{***}b^{***}inf^{***}$
<i>Våta suglådor</i>			
Företag	p^{**}	inf^*p^{***}	p^{***}
Anläggningar	p^*pgr^{**}	$inf^*s^*b^{**}p^{**}$	$p^*pgr^{***}s^{***}$
<i>Kontinuerlig massakokning</i>			
Företag	k^{**}	$inf^{***}k^{***}$	k^*
Anläggningar	inf^{**}	inf^{**}	k^{**}
<i>Flislagring utomhus</i>			
Företag	$inf^{**}fou^{**}exp^{***}$	inf^*fou^{***}	
Anläggningar	$inf^*hant^{***}ved^{***}$	inf^*hant^{***}	
<i>Tunnelugnar</i>			
Företag	b^*	b^{***}	
<i>Truckar</i>			
Anläggningar	$b^*s^{**}p^{**}$	s^*b^{***}	

* = signifikant på 1 %-nivå
 ** = signifikant på 5 %-nivå
 *** = signifikant på 10 %-nivå

s = företagets eller anläggningens storlek
 p = produktionsökning
 b = attityd mot ny teknik
 fou = forskning och utveckling
 exp = exportandel

r = återbetalningsperiod
 pgr = tillverkad papperskvalitet
 k = kapitalutrustningens ålder
 $hant$ = hanteringsutrustning
 ved = vedtyp

respektive 10 %-nivån för olika processer och olika funktionsformer. Om man ställer resultaten från tabell 9 i relation till hypoteserna, finner man att informationshypotesen klarar sig bättre än väntat med utgångspunkt från de tidigare redovisade grupperingarna. Tiden för första informationen visar sig ganska ofta vara en signifikant variabel (problemet är naturligtvis vilken typ av data man här förfogar över). Hypotesen för utvärderingskapaciteten står sig emellertid mindre bra. Storleken på företaget eller anläggningen visar sig vara en signifikant variabel för tre processer på anläggningsnivån, vilket är mindre än väntat, medan hypoteserna tycks vara mindre väl lämpade på företagsnivån. Man bör beakta, att storlek kan vara en proxy-variabel även för andra faktorer. Våra data tenderar snarast att stödja hypotesen att företag, när de introducerar en ny teknik, börjar med att tillämpa den i sina stora fabriksanläggningar. Lönsamhetshypotesen får ett ganska starkt stöd av data, eftersom många av proxy-variablerna för lönsamhet är signifikanta på 10 %-nivån. Snabb produktionsökning är emellertid inte en så övertygande förklaring som vi hade trott (vilket dock överensstämmer med de resultat som uppnåtts av Gold, Peirce & Rosegger [1970]). Attitydhypotesen slutligen får starkt stöd i fyra av processerna, vilket innebär att man måste ta hänsyn till varierande inställning hos företagsledningarna, när man försöker förklara och göra prognoser över spridningsförlopp. Detta kommer att behandlas något utförligare i nästa avsnitt.¹⁴

G. Företagsattityder gentemot ny teknik

Som redan nämnts har vi i denna studie haft möjlighet att studera företagsbeteende vad gäller flera olika nya tekniska processer som införts under efterkrigstiden. Det är därför intressant att försöka utröna, huruvida en del företag alltid tenderar att vara först medan andra alltid kommer sent, då det gäller att införa nya processer. För de fyra massa- och pappersprocessen ifråga har sex rangkorrelationer erhållits över företagens rangordning vid introduktionen i Sverige medan vi för tegelprocesserna kunnat beräkna en rangkorrelation. Dessa värden framgår av tabell 10.

Av siffrorna i tabellen kan den slutsatsen dras, att det tycks ha existerat någon form av tekniskt ledarskap i Sverige inom de berörda industrierna under efterkrigstiden. Intervjuer med folk inom industrierna och

¹⁴ Vi har undersökt för multikollinearitet bland våra oberoende variabler och funnit, att detta inte tycks utgöra något större problem i våra beräkningar.

Tabell 10. Rangkorrelationer över företagens introduktion av de studerade processerna

$r_{SP-VSL}=0,492^{**}$	$r_{VSL-UFL}=0,495$
$r_{SP-KMK}=0,026$	$r_{KMK-UFL}=0,309$
$r_{SP-UFL}=0,611^{**}$	$r_{TU-TR}=0,434^{**}$
$r_{VSL-KMK}=0,606^{**}$	

** = signifikant på 5 %-nivån.

SP = specialpressar, VSL = våta sugglådor, KMK = kontinuerlig massakokning, UFL = flislagring utomhus, TU = tunnelugnar, TR = truckar.

försäljare av utrustning har också bekräftat denna hypotes vad massa- och pappersindustrin beträffar. Somliga företag har alltid velat vara ledande då det gäller att införa nya tekniska processer. Vi tycks ha fått starkare belägg för denna hypotes än t. ex. Mansfield [1968] erhållit.

H. Sammanfattning och slutsatser

I denna skrift har framlagts vissa hypoteser i ett försök att förklara spridning av ny teknik. De data som använts i den empiriska analysen har erhållits från de svenska massa-, pappers- och tegelindustrierna. Naturligtvis måste hänsyn tas till kvaliteten på tillgängliga data vid tolkning av resultaten. Detta gäller speciellt de mått på lönsamhet av processerna som använts. Hypoteserna står sig ganska bra när de konfronteras med data, även om de generellt förklarar beteendet på företagsnivå bättre än på anläggningsnivå. Analysen visar att lönsamheten tycks vara en viktig variabel vid förklaringen av spridningsmönstret mellan företag och anläggningar. Detta påstående hade antagligen ytterligare bekräftats, om lönsamhetsmåten varit mera precisa (speciellt inom tegelindustrin). Resultaten står i överensstämmelse med motsvarande resultat som uppnåtts på andra håll, t. ex. av Mansfield [1968] och Griliches [1957], fastän Griliches analys baseras på sammanslagna data och inte på data gällande individuella beslutsfattande enheter. De framlagda resultaten ger således ett visst stöd åt ekonomens synpunkter i debatten om lönsamhetens respektive 'interaction'-effektens betydelse för innovationsspridningen.

Presenterade data stöder också hypotesen att det föreligger markanta skillnader i olika företagsledningars attityd gentemot nya tekniska processer. Vissa företagsledningar är mer beredda vara först med införandet av dessa och att ta ledningen och de medföljande riskerna, medan andra föredrar att avvakta. Detta står i överensstämmelse med resultat som

erhållits av t. ex. Carter & Williams [1957, 1958]. Å andra sidan har vi inte kunnat testa hypotesen att företagsledningarna i de företag som tidigt introducerar nya processer också måste betraktas som tekniskt progressiva och framgångsrikare än de som kommer relativt sent med införandet. Våra data möjliggör emellertid jämförelser av produktivitetstillväxten inom olika typer av företag och anläggningar, vilket kanske i viss mån belyser frågan om teknisk framsynthet. Det har inte varit möjligt att utröna om tekniskt ledarskap är konstant eller förändras med tiden, vilket Mansfields [1968] resultat tycks antyda. I Sverige tycks dock förhållandena ha varit mera stabila än i USA.

Tidig medvetenhet om en ny teknisk process leder också enligt analysen till ett tidigt införande och vice versa. Eftersom införskaffande av information och utvärdering av denna är kostnadskrävande, kan detta förhållande mycket väl tolkas som ett annat sätt för att visa varierande beteenden hos företagsledningarna gentemot ny teknik. Företagsledningar som vill vara först försäkras sig också om att de så tidigt som möjligt får information om nyheter inom sin bransch. Företagets eller anläggningens storlek har också ett förklaringsvärde i beräkningarna, fast inte så stort som väntat och som fallet är i andra studier (t. ex. Mansfield [1968]). Om stora företag introducerar nya processer tidigt eller sent tycks ofta bero på tekniken ifråga. De var t. ex. ganska tveksamma i början inför kontinuerlig massakokning liksom även inför syrgasprocesserna Ray [1969].

Ökningstakten för produktionen och finansieringsmöjligheterna har inte haft någon väsentlig betydelse för förklaringen av spridningen av de processer som studerats. Vad finansieringssituationen beträffar kan detta dock vara ett validitetsproblem — proxy-variabeln har inte mätt det vi ville att den skulle mäta.

Litteratur

- Carter, C. F. & Williams, B. R., 1957, *Industry and Technical Progress*. London.
1958, *Investment in Innovation*. London.
- Gold, B., Peirce, W. S. & Rosegger, G., 1970, Diffusion of Major Technological Innovations in U.S. Iron and Steel Manufacturing. *The Journal of Industrial Economics*. Vol. XVIII, juli 1970.
- Griliches, Z., 1957, Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technological Change. *Econometrica*. Vol. 25, nr 4, okt. 1957.
- Håkanson, S., Diffusion of Special Presses.
- Mansfield, E., 1968, *Industrial Research and Technological Innovation*. New York.

- Nabseth, L., m. fl., 1971, *Svensk industri under 70-talet med utblick mot 80-talet*. Industriens Utredningsinstitut. Stockholm.
- Ray, G. F., 1969, The Diffusion of New Technology. A Study of Ten Processes in Nine Industries. *National Institute Economic Review*. Nr 48, maj 1969.
- Rogers, E., 1962, *Diffusion of Innovations*. New York.
- Salter, W. E. G., 1960, *Productivity and Technological Change*. Cambridge.
- Wohlin, L., 1970, *Skogsindustrins strukturomvandling och expansionsmöjligheter*. Industriens Utredningsinstitut. Stockholm.

Utgivna publikationer*

Böcker på engelska

1972

The Measurement of Efficiency in Production: An Application to Swedish Manufacturing Industries 1968. Bo Carlsson. Reprint Series No. 49. 18 s. 6: —

Slower Rise in Productivity: Serious Problem or Temporary Phenomenon? Lars Nabseth. Reprint Series No. 48. 8 s. 6: —

The Economics of the Agricultural Sector. Odd Gulbrandsen and Assar Lindbeck. 270 s. 48: —

Statistical Methods for the Analysis of Earnings Data with Special Application to Salaries in Swedish Industry. Anders Klevmarcken. 271 s. 48: —

Mergers in Swedish Industry. An Empirical Analysis of Corporate Mergers in Swedish Industry, 1946–69. Bengt Rydén. 323 s. 48: —

Böcker på svenska

1973

Innovationsspridning inom svensk industri. Studier av några konkreta fall. Lars Nabseth. Småtryck nr 51. 31 s. 15: —

Utlandsföretag i Sverige. Utvecklingen 1965–1970. Hans-Fredrik Samuelsson. Småtryck nr 50. 11 s. 6: —

1972

Bilprognos 1972–1985. Lars Jacobsson. 106 s. 25: —

Hyreskontroll och bostadsmarknad. Assar Lindbeck under medverkan av Sören Blomquist. 85 s. 25: —

1971

Produksjon og produktivitet i detaljhandelen. John Skår. 336 s. 40: —

Den privata konsumtionen 1931–1975. Carl Johan Dahlman och Anders Klevmarcken. 158 s. 40: —

Fusioner i svensk industri. En kartläggning och orsaksanalys av svenska industriföretags fusionsverksamhet. Bengt Rydén. 246 s. 55: —

1970

Skoindustrins distributionsproblem. Margit Lidén. 97 s. 25: —

Svensk industri under 70-talet med utblick mot 80-talet. Lars Nabseth m. fl. 271 s. 40: —

Skogsindustrins strukturomvandling och expansionsmöjligheter. Lars Wohlin. 291 s. 45: —

* En fullständig förteckning kan erhållas på begäran.