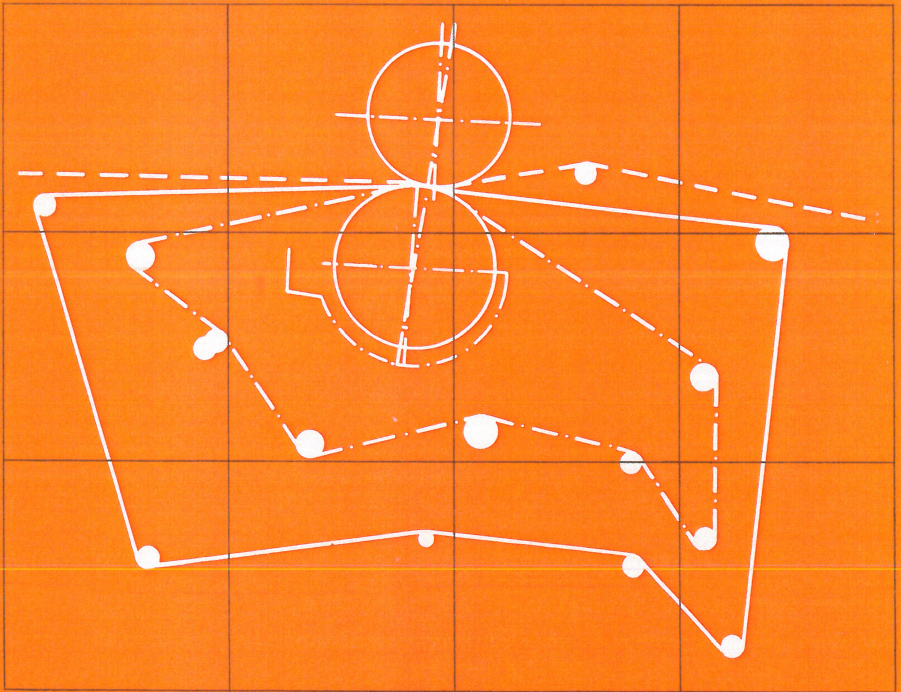


Staffan Håkanson

# Spridning av ny teknik

ett exempel från  
pappersindustrin



Industriens Utredningsinstitut

**Spridning av ny teknik**

Industriens Utredningsinstitut

**Spridning av ny teknik**  
**– ett exempel från pappersindustrin**

*Staffan Håkanson*

Almqvist & Wiksell i distribution

© Industriens Utredningsinstitut

Citering ur denna bok är tillåtet om följande uppgifter anges:  
Håkanson, S., 1974, Spridning av ny teknik – ett exempel från  
pappersindustrin. Industriens Utredningsinstitut. Stockholm.

ISBN 91-7204-052-1

Almqvist & Wiksell, Uppsala 1974

# Innehåll

*Förord* 9

*Introduktion* 11

*Kapitel 1. Tekniken för Z-pressar* 17

Pappersmaskinen och presstekniken 17

Uppfinnandet och utvecklingen av Z-pressar 17

Tekniska och ekonomiska fördelar med Z-pressar 19

*Kapitel 2. Modell och variabler* 20

Två olika fall av ZP-installationer 20

Aggregeringsnivån 21

Företagsbegreppet 21

Antagningsprocessen 21

Spridningsmodellen 22

Operationell definition av variablerna 23

Innovationsvariabler 23

Företagsvariabler 25

*Kapitel 3. Empiriska data* 29

Metoder och källor för datainsamling 29

Populationer, urval och uppgiftslämnare 29

Validitetsproblemet 32

*Kapitel 4. Antagningsprocessen* 33

Två faser i antagningsprocessen 33

Den första kännedomen om ZP-tekniken 33

Informationsspridning 33

Informationskällor 35

Den första användningen av ZP-tekniken 36

Antagningsperioden 37

*Kapitel 5. Den första användningen av ZP-tekniken (inom företag)* 40

Inledning 40

Spridningen av ZP-tekniken 40

Analys av accepteringstidpunktens bestämningsfaktorer 41

Klassificering av företag	41
Innovationsvariabler	42
Företagsvariabler	44
Finansiella resurser	44
Informationsresurser	45
Attitydvariabler	48
Vinst och företagsstorlek	50
Ekonometrisk analys	52
Variabler, observationer, modell och hypoteser	52
Resultat	53
<i>Kapitel 6. Spridningen av ZP-tekniken inom företagen</i>	57
Spridningen av Z-pressar bland företag, anläggningar och pappersmaskiner i urvalen	57
Spridningen av Z-pressar bland anläggningar	58
Grafisk framställning av ZP-spridningen på anläggningsnivå	58
Lönsamhetens inverkan på spridningen till anläggningar	61
Effekten av företagskaraktäristika	62
Slutsatser beträffande spridningen på anläggningsnivå	63
Introduktionsbeteende på maskinnivå och effekten av lönsamheten	64
<i>Kapitel 7. En explicit jämförelse mellan länderna</i>	68
En jämförelse av spridningsmönstret	68
Några förklaringar till länderskillnader	71
Ny tillverkningskapacitet	71
Effekten av lönsamheten	72
Effekten av företagskaraktäristika	73
Det internationella informationsflödet	73
Spridningen av olika typer av Z-pressar	74
Institutionella variabler	76
Bransch- och företagsstruktur	78
Sammanfattning	83
<i>Litteratur</i>	85
<i>Figurer</i>	
1. De olika Z-pressarnas funktionssätt	18
2. Andel företag i urvalet med kännedom om ZP-teknik	34
3. Procentuell andel av företagen (i urvalet) som accepterat ZP-tekniken (första acceptandet)	37

4. Spridning av kännedom och acceptering 38
5. Antalet företag i olika återbetalningstidsintervall som använde Z-pressar 44
6. Andelen företag, anläggningar och pappersmaskiner (Fourdrinier- och kombinerade maskiner) med Z-pressar 59
7. Faktisk, minimi- och maximispridning av Z-pressar på anläggningsnivå 60
8. Andelen pappersmaskiner i varje återbetalningstidsintervall utrustade med Z-pressar 66
9. Andelen av total pappers- och kartongproduktion (från Fourdrinier- och kombinerade maskiner) som framställts i maskiner med Z-pressar 69
10. Utländska informationskällor och året för första tillämpningen av ZP-tekniken 74
11. Spridningen på produktionsbasis av olika Z-pressar 75
12. Andelen av produktionen av olika papperskvaliteter som tillverkats med pappersmaskiner utrustade med Z-pressar 79
13. Konsumtionen av papper och kartong 80
14. Andelen av produktionen som tillverkats i maskiner utrustade med Z-pressar i stora, medelstora och små företag 81

#### *Tabeller*

1. Operationella variabler 27
2. Populationer, urval och uppgiftslämnare 30
3. Företagens medelstorlek i populationen och bland uppgiftslämnare 1966 31
4. Antalet år mellan tidpunkterna då det första och det sista företaget fick kännedom om ZP-tekniken för samtliga uppgiftslämnare och för 80 % av uppgiftslämnarna 34
5. Informationskanaler ordnade efter deras betydelse som källor för den första informationen till företagen om ZP-tekniken 35
6. Genomsnittsåret för den första kännedomen om ZP-tekniken för olika användarkategorier 39
7. Antalet företag i olika användarkategorier 42
8. Genomsnittlig återbetalningstid (år) för olika användarkategorier 43
9. Genomsnittlig självfinansieringsgrad och återbetalningstid för olika användarkategorier 45
10. Informationsresurser bland företagen i olika användarkategorier 46
11. Effekten av verkligt beteende på introducerandet av Z-pressar. Medeltal för *B*-variabeln för olika användarkategorier 48

12. Effekten av tillväxttakten på introducerandet av Z-pressar. Medeltal för  $G$ -variabeln för olika användarkategorier 49
13. Effekten av vinsten på introducerandet av Z-pressar. Medeltal för  $F$ -variabeln för olika användarkategorier 50
14. Genomsnittlig företagsstorlek – antal anställda och produktion av papper och kartong 1966 – för olika användarkategorier 51
15.  $P$ -,  $S$ -,  $B$ - och  $I$ -variablernas effekter på introducerandet av Z-pressar i företagen 55
16. Antal företag, anläggningar och pappersmaskiner (Fourdrinier- och kombinerade maskiner) i urvalen 58
17. Antalet anläggningar i olika användarkategorier 62
18. Genomsnittlig återbetalningstid (år) på anläggningsnivå för olika användarkategorier 62
19. Medelvärden för beteende och anläggningsstorlek för olika användarkategorier 63
20. Flermaskinsanläggningar med första ZP-installation på maskiner med kortaste återbetalningstid 65
21. Genomsnittlig introduktionsmånad ( $\bar{T}$ ) och återbetalningstid ( $\bar{P}$ ) (år) för den första och den andra ZP-installationen i flermaskinsanläggningar 65
22. Genomsnittlig ökning av spridningen (i procent per år) under spridningscykelns tillväxtfas 70
23. Genomsnittlig återbetalningstid (år) för ZP-installationer på maskiner för tillverkning av olika papperskvaliteter 78
24. Pappersmaskinernas genomsnittliga produktionskapacitet för olika kvalitetsgrupper (1 000 ton per år) 82
25. Pappersmaskinernas genomsnittliga installationsår för olika kvalitetsgrupper 82



## Förord

Institutet har sedan 1967 varit engagerat i ett samarbetsprojekt med ett antal liknande forskningsinstitut i andra länder med syfte att beskriva och förklara hur snabbt ny teknik införs i olika länders industrier. Övriga deltagande institut har varit National Institute of Economic and Social Research i London, Istituto Nazionale per lo Studio della Congiuntura i Rom, National Bureau of Economic Research i New York, IFO-Institut für Wirtschaftsforschung i München och Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung i Wien. Till att börja med deltog också Bureau d'Informations et de Prévisions Économiques i Neuilly, Frankrike, i projektet.

Föreliggande skrift redovisar institutets bidrag till detta samarbete. Författaren, civilingenjör Staffan Håkanson, är den som inom institutet i första hand ansvarat för upplägningen och genomförandet av den presenterade undersökningen.

Tidigare har framlagts en interimrapport från projektet »The Diffusion of New Technology. A Study of Ten Processes in Nine Industries», av George F. Ray, publicerad i National Institute Economic Review nr 48, maj 1969, även utgiven som särtryck i institutets småtrycksserie. Projektet har för institutet resulterat i ytterligare två skrifter: »Innovations-spridning inom svensk industri. Studier av några konkreta fall», av Lars Nabseth, publicerad 1973, och »The Diffusion of New Industrial Processes: An International Study», redigerad av Lars Nabseth och George F. Ray och publicerad 1974 av National Institute of Economic and Social Research. En engelsk version av föreliggande skrift ingår såsom ett kapitel i den engelska skriften, vilken är huvudrapporten om projektet.

Institutet riktar ett tack till Riksbankens Jubileumsfond, Sundsvallsbankens Norrlandsstiftelse och Ford Foundation, vilka genom generösa anslag bidragit till täckandet av institutets kostnader för projektet.

Stockholm i februari 1974

*Lars Wohlin*

# Introduktion

## Teknisk utveckling

Ekonomernas intresse för det teknologiska framåtskridandet härrör från deras studier av den ekonomiska tillväxtprocessen. Med hjälp av olika ekonometriska metoder för att skatta produktionsfunktioner har man försökt bestämma de bidrag till den ekonomiska tillväxten som lämnats av olika kvantifierbara faktorer – i första hand insatserna av arbete och kapital. Skillnaden mellan den faktiska tillväxten och de bidrag som kunnat tillskrivas dessa faktorer – residualen eller trendfaktorn – har betraktats som det sammanlagda resultatet av den tekniska utvecklingen, förbättrade företagsledningsmetoder och andra icke kvantifierbara faktorer.

Det är ingen tvekan om att den tekniska utvecklingen och ett ökat utnyttjande av tekniskt kunnande bidragit väsentligt till den ekonomiska tillväxten. Men även om den tekniska utvecklingen tillskrivs en betydelsefull roll i detta sammanhang är det klart att den takt varmed tekniken utvecklas i sin tur påverkas av de många andra faktorer som påverkar utvecklingen i andra länder, alltifrån utbildningssystemets utformning till beskattningsreglerna. Även om skillnader på dessa punkter kan undersökas med sociologiska, antropologiska eller psykologiska metoder, lämpar de sig inte för ekonometrisk analys.

Det finns även ett mindre antal undersökningar, som har behandlat problemet på en annan nivå. De försöker göra en mer direkt analys av själva den teknologiska utvecklingsprocessen och sysslar inte bara med att bestämma dess bidrag till den ekonomiska tillväxten utan även med att förklara processen som sådan. Svårigheten är dock att dessa »mikro»-studier måste bygga på företagsdata, som är svåra att få tillgång till, och det medför att resultaten måste publiceras på ett sådant sätt att företagets identitet inte röjs. Dessa svårigheter är förmodligen förklaringen till att sådana undersökningar är få i jämförelse med de mer teoretiska »makro»-studierna. De studier som gjorts försöker bl. a. att finna samband mellan spridningshastigheten bland företag för en viss innovation och dels dess lönsamhet definierad i alternativkostnadstermer, dels sådana variabler som företagsstorleken, marknadsstrukturen och företagsledarens ålder. Hypotesen om ett positivt samband mellan företagsstorlek och teknologiskt ledarskap är kanske den som prövats mest intensivt – de policy-skapande följderna av en bestämd slutsats på denna punkt är uppenbara.

## **Teknikspridning och tekniskt framåtskridande**

Spridningen av en ny process eller produkt är en etapp i det komplicerade händelseförlopp som teknisk förändring utgör. I detta kan man urskilja tre huvudfaser. I den första sker forsknings- och utvecklingsarbete, som leder fram till en ny idé eller uppfinning, vanligen i form av en tekniskt fungerande prototyp. Under den andra fasen utvecklas och modifieras uppfinningen så att den blir kommersiellt överlägsen i vissa avseenden, och detta kulminerar i dess första praktiska tillämpning, en innovation eller en ekonomiskt fungerande prototyp. Under den tredje fasen leder konstaterandet att innovationen representerar en mer effektiv teknologi än de som tidigare använts till att den får fler tillämpningar i samma företag och till att den kommer till användning inom fler företag i branschen, dvs. till att den sprids.

I praktiken är gränserna mellan de tre faserna svåra att urskilja. Ofta förbättras tekniken ytterligare sedan spridningen börjat, kanske med hjälp av erfarenheter som vunnits vid dess praktiska utnyttjande. Men även om man beaktar detta kan man något förenklat säga att den takt varmed den tekniska utvecklingen sker i ett samhälle bestäms av följande fyra faktorer:

- a) antalet uppfinningar som görs,
- b) den hastighet med vilken uppfinningarna utvecklas till innovationer med konstaterad kommersiell överlägsenhet,
- c) den arbetsinsats som ägnats åt att förbättra ny teknik efter det att den blivit ekonomiskt användbar,
- d) den takt med vilken ny teknik sprids.

De fyra faktorerna bestämmer inte bara den tekniska utvecklingstakten, utan de har också stort inflytande på den ekonomiska tillväxttakten. Medan de tre förstnämnda faktorerna tidigare ägnats stor uppmärksamhet har tekniskspridningen inte väckt något nämnvärt intresse. Den kan dock sägas inta en nyckelposition i sammanhanget såtillvida som det är först genom spridningen den nya tekniken får några ekonomiska konsekvenser. Detta är bakgrunden till att tekniskspridningen gjorts till föremål för denna studie.

## **Ny teknik och det enskilda företaget**

Spridningen av en ny teknik sker genom att enskilda företag inför den, i regel genom att installera utrustning som använder tekniken. Men denna installation är vanligen det sista, eller näst sista, steget i en lång kedja av reaktioner på den nya tekniken. Sedan den första informationen om tekniken nått företaget strömmar fler och fler uppgifter in från olika håll om dess fördelar och begränsningar. Snart nås det stadium där man blir intresserad av tekni-

ken – man har mycket information om den, men uppgifterna är inte alltid konsistenta. Efter en tid leder denna samlade information till att man gör en utvärdering av tekniken, framför allt om man under alla förhållanden planerar en modernisering av sin produktionsapparat. Man gör en undersökning för att bestämma teknikens värde med beaktande av företagets speciella förhållanden. Om man därefter med ledning av undersökningsresultaten beslutar att införa tekniken, innebär det att tekniken accepteras och att den därmed kommer till faktisk tillämpning. Sådana accepteranden på mikronivå utgör tillsammans teknikens spridning på makronivå.

Information om en teknik sprids via olika kanaler, och den når inte alla företag samtidigt. Tiden från det att man blivit intresserad till det att man tar ställning kan också variera med det enskilda företags förhållanden – i synnerhet dess allmänna inställning till innovationer och dess allmänna arbetsvillkor. Här verkar ungefär samma faktorer som vid beslutsfattandet för eller emot accepterande av den nya tekniken. Ju mer vaken och öppen för nya idéer företagsledningen är desto kortare tid hinner förflyta. Mellan beslutet om införande och det faktiska införandet av en speciell teknik förflyter också en viss tid – den tid som krävs för att rita och uppföra nya byggnader, köpa och installera maskinutrustningen, organisera arbetsflödet etc.

### **Mått på spridningen**

Den spridning som en teknik nått vid en viss tidpunkt kan mätas på olika sätt. Den kan uttryckas med andelen av företagen eller anläggningarna i branschen som utnyttjar tekniken eller med den andel av branschens produktion, kapacitet eller sysselsättning som tekniken svarar för. Det första måttet beskriver endast spridningen bland företag, de övriga spridningen både bland och inom företagen fast på olika sätt. Det första måttet är lätt att beräkna, men för många ändamål krävs andra mått. När det till exempel gäller att mäta teknikspridningens inverkan på produktivitetsutvecklingen måste man veta teknikens andel av produktionen.

I de kvoter som andelarna uttrycker kan ofta nämnaren, dvs. den nya teknikens potentiella tillämpningsområde, vara svår eller omöjlig att definiera entydigt. Ibland kan en ny teknik med framgång användas inom en hel bransch som är lätt att avgränsa, men det finns många tekniker som bara kan utnyttjas för vissa typer av produktion inom en bransch.

### **Spridningsmönstret**

Spridningsmönstret för nya tekniker kan vara av intresse för många ändamål, t. ex. för att förutsäga förändringar i teknologin, i försäljningen av ny utrust-

ning, i investeringsvolymen, i industrins arbetskraftsbehov eller i kraven på de anställdas kunskaper och omskolning.

I den tidigare litteraturen om spridningsprocessen råder stor enighet om tidsmönstret för spridningen av en ny teknik eller en innovation. Denna enighet gäller för vitt skilda tekniker och i helt olika omgivningar, likaså för både nya processer och nya produkter. Den kumulerade relativa spridningen för en ny teknik anses enligt den allmänna uppfattningen vanligen följa en kumulerad normalfördelningsfunktion eller någon liknande S-formad kurva.

### **Detta forskningsprojekts uppläggning**

Arbetet med detta forskningsprojekt inleddes med sökandet efter en kvantifierbar länk mellan teknologiskt framåtskridande och ekonomisk tillväxt. Tidigare studier hade haft liknande syften men hade vanligen använt produktionsfunktioner på makronivå, som lämnade en residual, vilken betraktades som ett mått på tekniska framsteg. Vårt syfte var att studera teknologiska framsteg på mikronivån, och för detta ändamål syntes spridningsprocessen vara det mest lovande undersökningsprojektet.

Gruppen beslöt att studera spridningen av nya industriella processer, eftersom mindre är känt härom än om spridningen av nya produkter. Syftet för undersökningen blev klarare efter åtskilliga diskussioner. Det var:

- a) att undersöka i vilken omfattning ett antal nya processer spritts i de studerade länderna och att kartlägga de internationella skillnaderna i denna spridning och dess hastighet,
- b) att studera de faktorer som påverkar spridningshastigheten,
- c) att försöka förklara skillnaderna mellan länderna.

Undersökningen genomfördes i två etapper. Den första pilotstudien syftade till att bestämma spridningshastigheten för utvalda processer – närmare bestämt tidpunkten för införandet i de olika länderna, spridningens tidsförlopp och den spridningsnivå som uppnåtts omkring 1968. Samtidigt insamlades en stor mängd uppgifter som beredde vägen för den andra etappen, i vilken de faktorer som påverkat spridningen i de olika länderna studerades mera ingående.

För en undersökning av detta slag krävdes samtidiga undersökningar i varje land av ett antal nya tekniker. Gruppen var huvudsakligen intresserad av spridningen, men en del studier av uppfinnings- och innovationsfaserna, liksom även av produktionsprocesserna, var också nödvändiga. Tio nya processer, som införts under de senaste 15–20 åren (i nio olika branscher), utvaldes för pilotundersökningen. De var syrgasprocessen och kontinuerlig stränggjut-

ning (ståltillverkning), Z-pressar (papperstillverkning), numeriskt styrda verktygsmaskiner (verkstadsindustrin), skyttelösa vävstolar (textilindustrin), 'float' glas (glastillverkning), tunnelugnar (tegelbränning), gibberelsyra (bryggeriindustrin), moderna metoder för märkning och skärning av fartygsplåt (varvsindustrin) samt automatiska transferlinjer (bilindustrin). Alla dessa processer, utom de två sistnämnda, analyserades mera ingående i undersökningens senare etapp.

Tio processer är alltför få för att representera industrin som helhet, men urvalet är någorlunda väl avvägt i flera avseenden. Det omfattar processer som kräver små och stora kapitalinvesteringar, branscher som tillverkar konsumentvaror och kapitalvaror, produkter med avsevärd och obetydlig exportandel, och branscher med varierande inslag av storföretag. Vidare är alla de utvalda processerna viktiga inom sina respektive områden.

Vi försökte inte välja ut processer med något slags odiskutabel teknologisk »överlägsenhet». Urvalet måste begränsas till processer som redan kommit till praktisk användning – annars hade deras spridning inte kunnat studeras. Vi mötte ändå svårigheter av två slag. För det första var några av de processer vi studerade fortfarande under utveckling, och för det andra var flera av processerna inte de enda tänkbara när det gällde att ersätta föråldrad teknik – det fanns konkurrerande nya processer.

Man kan göra upp en lång lista på faktorer som kan tänkas påverka uppkomsten av en innovation och dess spridning. Bland de viktigare faktorer som undersöktes märks:

- 1) den nya processens tekniska användningsområde,
- 2) den nya processens lönsamhet,
- 3) företagets möjligheter att finansiera de erforderliga investeringarna,
- 4) företagets och branschens storlek, struktur och organisation,
- 5) företagsledningens attityder,
- 6) diverse faktorer, däribland forskningsverksamhetens omfattning, tillgången till information, tillgången på arbetskraft med erforderlig utbildning och efterfrågetillväxten.

Allmänt uttryckt var hypotesen att utnyttjandet av ny teknologi påverkades kraftigt av varje enskilt företags speciella situation. Mängden faktorer som inverkar är så stor att situationen är unik för varje företag – det finns någon faktor, eller någon kombination av faktorer, som påverkar det företaget och inget annat. Vidare är många av faktorerna icke kvantifierbara. De kan inte av det skälet uteslutas från analysen, men de är svåra att behandla i en studie som syftar till generaliseringar.

Den arbetsmetod som gruppen följde var i korthet följande. Ansvaret för

uppläggnings och genomförandet av undersökningen av varje process tilldelades ett av instituten, och de andra gick med på att fungera som datainsamlare enligt givna riktlinjer. Varje institut blev alltså ansvarigt för undersökningen av en process (under projektarbetets senare del tilldelades dock National Institute of Economic and Social Research tre processer), men det ansvarade också för materialinsamlingen i sitt land avseende samtliga studerade processer. Användningen av Z-pressar inom pappersindustrin var den process som föll på Industriens Utredningsinstituts lott att undersöka. De följande kapitlen i denna skrift utgör en redogörelse för denna undersökning.<sup>1</sup> På varje stadium har arbetets uppläggning och förlopp redovisats och diskuterats inom gruppen, men det slutgiltiga ansvaret för undersökningen och redogörelsen vilar på institutet.

<sup>1</sup> Z-pressar har behandlats även i en tidigare rapport från institutet över detta forskningsprojekt (Nabseth [1973]). I föreliggande skrift har analysen fördjupats och variabelschemat utvidgats, varför resultaten inte på alla punkter helt överensstämmer med de i den tidigare publikationen redovisade.

# Tekniken för Z-pressar

## Pappersmaskinen och presstekniken

En pappersmaskins huvudfunktion är att framställa ett pappersark av en dispersion av fibrer i vatten, i huvudsak genom att avlägsna vattnet. En pappersmaskin består av tre huvuddelar – virapartiet, presspartiet och torkpartiet, som alla samarbetar för att reducera vattenhalten i pappersbanan. En förbättring av någon av dessa delars förmåga att avlägsna vattnet gör det möjligt att köra maskinen med högre hastighet och därmed uppnå större produktionskapacitet.

Det finns olika slag av pappersmaskiner. Fourdrinier-maskiner har ett flertal cylindrar i torksektionerna, medan Yankee-maskiner har en enda stor cylinder. Kombinationsmaskiner har några mindre cylindrar och en stor cylinder. Det finns också maskiner av mer speciell typ, t.ex tissue- och kartongmaskiner.

Pappersbanan förs genom nypet mellan två valsar med hjälp av en yllefilt och utsätts för tryck i detta nyp. Två till fem par valsar kan användas allt efter papperskvalitet. De tidigare valsarna var massiva och vattnet måste passera genom filten i sidled och rann antingen ut före nypet ned på den undre valsens framsida eller genom nypet i filten. Genom att bottenvalsens gjordes ihålig och försågs med ett perforerat hölje kunde vattnet sugas in i denna vals medelst vakuum. Detta var »sugpressen», som introducerades omkring 1925 och som på sin tid ansågs vara en *enorm* förbättring. Vattnet kunde nu passera lodrätt genom pappersarket och filten, men en viss passage i sidled förekom fortfarande på grund av valsens massiva partier mellan perforeringarna. Avvattningsskapaciteten ökade avsevärt och sugpressen togs allmänt i bruk över hela världen.

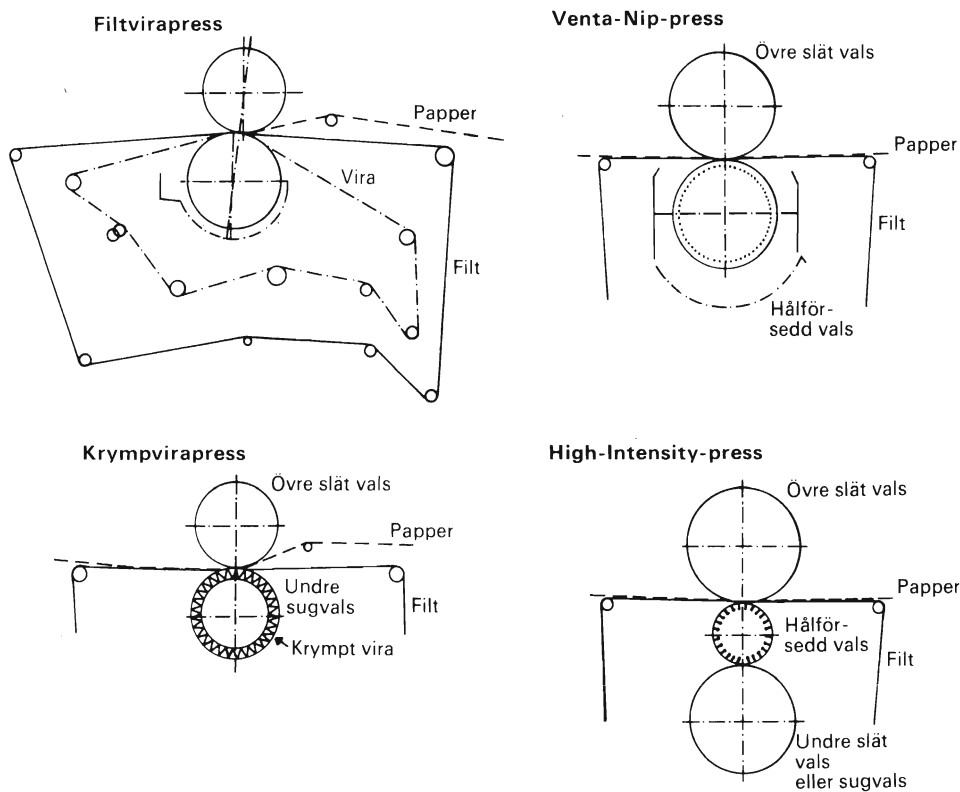
Allt eftersom storleken av de nya pappersmaskinerna ökade och maskinhastigheten blev högre, framträdde nackdelarna med sugpressen allt tydligare. Investeringskostnaderna var höga på grund av vakuumutrustningen. Denna medförde också hög strömförbrukning. Underhållskostnaderna blev höga på grund av den kostsamma rengöringen av hålen i valsarna. Trots dessa nackdelar tog det ca 30 år, innan en ny pressningsteknik utvecklats.

## Uppfinnandet och utvecklingen av Z-pressar

Den tidigaste utvecklingen av Z-pressar rörde sig om försök att förbättra sugpressen. Omkring 1956 kom dr Otto Brauns och civ. ing. Lars Jordansson



Figur 1. De olika Z-pressarnas funktionssätt



vid Svenska Pappersbrukens Centrallaboratorier på idén att placera en vira under filten i en ändlös bana som också rörde sig i en separat slinga runt bottenvalsens. Mellanrummen i plastviran eller perforeringar i en gummiplatta skulle ta emot vattnet som pressades ut lodrätt genom papperet och filten och behålla det under passagen genom nypet, varefter det avlägsnades på lämpligt sätt utanför nypet. Patentansökan gjordes i Sverige 1957 och i USA, Kanada, Tyskland, Frankrike och England 1958.

Den ursprungliga idén innebar användning av en gummiplatta, som emellertid inte fungerade så bra i praktiken. Mead Corporation i Chillicothe, Ohio, blev intresserad och utvecklade idén att använda en vävd vira i samarbete med filtillverkaren Huyck, som levererade olika sorters viror för ändamålet.

Den första kommersiella installationen av denna nya press, kallad *filtvirapress*, gjordes i december 1961 av Mead Corporation. Den andra installationen följde i oktober 1962 i samma företag. I januari 1963 gjordes den första installationen av en filtvirapress i Europa i ett medelstort svenskt pappersbruk.

Ett par år senare introducerade Beloit Corporation i Wisconsin *Venta-Nip-pressen*, med små kaviteter i valsen i stället för viran. Den första installationen gjordes i USA 1963. I början av 1964 ägde den första installationen i Europa rum i ett mindre brittiskt företag. Denna press har blivit den mest använda Z-pressen. Över 500 Z-pressar har installerats i USA.

För att få fram en enklare och billigare press än filtvirapressen lade de svenska uppfinnarna fram idén att krympa viran på en solidpress eller sugpress. Den första *krympvirapressen* introducerades i Sverige i början av 1965.

En annan version av Venta-Nip-pressen utvecklades i USA. Black-Clawson Company i New York utvecklade *High-Intensity-pressen*, som först användes i kommersiell drift 1966. En hålförsedd vals med liten diameter place-ras i denna presstyp mellan två stora solida valsar. Den lilla hålförsedda valsen alstrar ett jämförelsevis högre specifikt tryck.

Benämningen Z-press<sup>1</sup> som ett samlat uttryck för de presenterade pressty-perna härrör från den vertikala riktning (Z-axeln i ett tredimensionellt koordinatsystem) i vilken vattnet transporteras från pressen i pappersbanan. De fyra Z-pressarnas huvudfunktion framgår av figur 1.

## **Tekniska och ekonomiska fördelar med Z-pressar**

De allmänna fördelarna med Z-pressar i jämförelse med sugpressar är:

- Bättre avvattning, vilket gör att pappersmaskinen kan köras med högre hastighet och därigenom får större produktionskapacitet.
- Inga valsmärken på papperet.
- Ingen krossning av arken på grund av högt tryck.
- Lägre kostnader för Z-pressar än för en sugpress och vakuumutrustning vid ny installation.
- Underhållskostnaderna reduceras eftersom ingen borstning eller rengöring av hål fordras, som fallet är med sugpressen.
- Eliminering av vakuumutrustning gör att de höga strömförbrukningskostnaderna bortfaller.
- Eftersom torrhalten i pappersbanan ur pressdelen ökar kan ångförbrukningen reduceras.

---

<sup>1</sup> I fortsättningen i sammansatta ord förkortat till ZP.

## Modell och variabler

### Två olika fall av ZP-installationer

Ny teknik tas i stor utsträckning i bruk inom en bransch i samband med nyinvesteringar i maskiner och byggnader. Även produktivetsförbättringar inom befintliga anläggningar och med befintlig utrustning spelar en viss roll men i en kapitalintensiv bransch som pappersindustrin sammanhänger antagligen större delen av den tekniska utvecklingen med nya kapitalutgifter (Wohlin [1970] s. 155). Salter, [1960] s. 65, hävdar att »bruttoinvesteringar är det medium genom vilket ny teknik sprids, och bruttoinvesteringstakten bestämmer hur snabbt ny teknik tas i allmänt bruk och med vilken takt den ökar produktiviteten».

Z-pressar representerar kapitalbunden teknisk utveckling. Vi kan därför anta att spridningen av Z-pressar står i nära samband med investeringar i ny pappersproduktionskapacitet, antingen genom nya pappersmaskiner eller genom modernisering av befintliga maskiner. Ur analytisk synvinkel kommer dessa två alternativ att behandlas separat i denna rapport. Beslutssituationerna skiljer sig avsevärt åt och följaktligen också skälen och motiveringarna för installation av Z-pressar.

Då det gäller nya pappersmaskiner, installeras Z-pressar därför att de representerar bästa tillgängliga teknik vid installationstillfället.<sup>1</sup> Pressarna representerar bara en mycket liten del av de totala investeringskostnaderna för en ny pappersmaskin. Sådana investeringsbeslut kan därför anses påverkas mycket litet av vilken pressteknik som väljs. Spridningen av Z-pressar blir då en funktion av pappersindustrins kapacitetstillväxt och utbytet av pappersmaskiner.

Då det gäller modernisering av befintliga pappersmaskiner, står investeringsbeslutet i mer direkt samband med valet av den nya presstekniken och kalkyler och motiveringar är därför anknutna till de relativa fördelarna med den nya tekniken.

I fortsättningen kommer vi ofta att behandla dessa båda fall separat. Vi skall speciellt ägna vår uppmärksamhet åt det senare fallet, eftersom detta rymmer ett mera direkt och okomplicerat teknikvalsbeslut. De flesta Z-pressarna har för övrigt installerats i befintliga pappersmaskiner.

<sup>1</sup> För vidare definition och diskussion av begreppet bästa-teknik se Salter [1960].

## Aggregeringsnivån

Man kan ta olika aggregeringsnivåer som utgångspunkt för analyser av innovationsspridningen. Man kan börja med aggregerade länderdata och försöka förklara spridningsskillnader länder emellan. Residualerna kommer sedan, om möjligt, att förklaras av skillnader mellan individuella företag. Den andra utgångspunkten ligger på företagsnivå och syftar till förklaringar av spridningsskillnader företag emellan. Företagsdata kan sedan aggregeras upp till ländernivå för analys av länderskillnader.

Vi föredrar den andra utgångspunkten. För det första har vi mycket få data tillgängliga för ZP-teknik på aggregerad ländernivå. För det andra utgör aggregerade länderdata för bara fem eller sex länder ett för litet material för statistiska analyser och tester. För det tredje tror vi också att vi med denna utgångspunkt kan göra en intressant analys av företagsbeteende, eftersom företagen betraktas som beslutsenheter. Slutligen är våra data ofta inte representativa för alla pappersindustrierna i de länder som studerats. Detta får allvarligare konsekvenser för en analys på ländernivå.

## Företagsbegreppet

Redan från början av projektet betraktades företaget som den naturliga enheten att studera, då vårt intresse riktades på företagsbeteenden vid tillämpning av nya tekniska metoder. Men företagsbegreppet kräver en klar och entydig definition. Ett företag eller en grupp av företag (en koncern) består av en hierarki av enheter med olika uppgifter. *Planeringsenheten* är oftast det vidaste begreppet som täcker hela gruppen av enheter. Både moderbolaget och dotterbolagen är *juridiska företagsenheter*. Inom dessa har vi olika *anläggningar*, som i sin tur består av olika *tekniska enheter*.

Vi är i första hand intresserade av företaget som *beslutsenhet*. Vi har dock valt den juridiska företagsenheten som infallspunkt, bl. a. därför att viss information lättast kan erhållas på denna nivå. Detta innebär att dotterföretag betraktas som särskilda enheter, medan anläggningar ingår i respektive företagsenheter. Detta sätt att definiera företagen kan i vissa fall tyckas ganska godtyckligt, men av statistiska och tekniska skäl har detta visat sig vara den mest praktiska definitionen att tillämpa.

## Antagningsprocessen

Vår teori är uppbyggd kring den process genom vilken innovationen antas eller förkastas av företaget, antagningsprocessen. Denna process omfattar en kedja av händelser som börjar när företaget första gången får kännedom om innovationen.

I denna undersökning har vi inte kunnat studera de olika aspekterna av beslutsprocessen inom företaget. Vi har inskränkt oss till att observera företagsbeteende utifrån, vilket innebär att vi i huvudsak intresserat oss för vilka beslut som fattats och tidpunkten för dessa.

Olika faser kan urskiljas i antagningsprocessen. Rogers, [1962] s. 81 ff., definierar fem faser i processen: (1) kännedom, (2) intresse, (3) värdering, (4) prov och (5) acceptering. Flera av dessa faser är ganska svåra att mäta och blir lätt något tvetydiga när man försöker definiera dem operationellt. Vi har i första hand koncentrerat oss på den första och sista fasen i processen: kännedom och acceptering. Vi har också försökt definiera värderingsfasen, men det visade sig mycket svårt att finna en operationell definition av begreppet, åtskilt från beslutet om acceptering/förkastande.

## Spridningsmodellen

Antagningsprocessen kan betraktas som den beroende variabel som skall förklaras i den allmänna spridningsmodellen. För att inte göra vår modell alltför komplicerad har vi emellertid valt endast en av faserna, acceptering, som den *beroende variabeln*. Vår uppmärksamhet är i första hand riktad mot den faktiska *tillämpningen* av ny teknik. Många av de oberoende variablerna antas påverka de tidigare faserna i antagningsprocessen. Dessa faser kan betraktas som mellanvariabler. Vissa variabler påverkar t. ex. tidpunkten då ett företag först erhåller information om en innovation. Om man förutsätter ett samband mellan detta datum och datum för acceptering av innovationen, kan dessa variabler sägas förklara också den sista fasen i antagningsprocessen.

Antagningsprocessens tidsschema och karaktär är beroende och påverkas av ett antal olika variabler. Vi har delat upp dessa *oberoende variabler* i tre kategorier – innovations-, företags- och institutionella variabler. *Innovationsvariablerna* har direkt anknytning till innovationens karakteristika, såsom dessa uppfattas av det individuella företaget. Rogers, [1962] kapitel V, definierar fem karakteristika, av vilka den *relativa fördelen* är av största intresse och betydelse i vår modell. Den relativa fördelen utgör den grad i vilken en innovation är överlägsen idéer som den ersätter.<sup>2</sup> Den relativa fördelen mäts ofta i lönsamhetstermer.

Den andra kategorin av variabler är *företagsvariablerna*, som beskriver företagets karakteristika. Dessa variabler uppdelas i resursvariabler och attitydvariabler. Det är ofta svårt att klart åtskilja dessa två undergrupper. Resurser påverkar antagligen attityder, som i sin tur påverkar den mängd

---

<sup>2</sup> Definition av Rogers [1962] s. 124.

resurser ett företag vill ägna åt antagandet av ny teknik. Skälet för denna uppdelning är emellertid endast att göra det lättare att förstå hur vi ser på variabelernas effekt på accepterandebeslutet. *Resursvariablerna* återspeglar vid en given tidpunkt företagets finansiella och ekonomiska resurser, de resurser och möjligheter företaget har att få information om ny teknik från yttre källor liksom resurser för att utvärdera sådan information. *Attitydvariablerna* avses återspegla företagets allmänna attityd gentemot ny teknik, innovationsverksamhet och tekniska framsteg i allmänhet.

Den tredje kategorin av variabler kallas *institutionella variabler*. De återspeglar den inverkan på spridningsprocessen som omgivningen utanför företaget har, såsom juridiska bestämmelser, bransch- och forskningsorganisations verksamhet etc. Dessa variabler är ofta konstanta inom länderna och blir därför mest intressanta när vi diskuterar skillnader länder emellan.

En modell som innehåller innovations- och företagsvariabler används för analyser av spridningen bland företag. Vi kan sedan aggregera data till ländernivå och på denna basis utförligt diskutera frågan varför ZP-tekniken spritts tidigare och snabbare i vissa länder. I denna diskussion kommer vi också att ta hänsyn till de institutionella variablerna.

## Operationell definition av variablerna

Den *beroende variabeln* definieras som tidpunkten för det första kommersiella införandet av ZP-tekniken i ett företag, i en fabrik eller i en pappersmaskin. Denna variabel,  $T$ , mäter månaden för antagandet med början januari 1963<sup>3</sup> ( $T=1$ ). Således får t. ex. april 1966 värdet  $T=40$  ( $3 \times 12 + 4$ ).

### Innovationsvariabler

Den relativa fördelen med en ny teknik mäts vanligen i lönsamhetstermer. Vår hypotes går ut på att, om allt övrigt hålls lika, tenderar den tidsperiod som en firma väntar med att installera en Z-press att stå i omvänt förhållande till installationens lönsamhet (se Mansfield [1968] s. 157). Med strikt tillämpning av traditionell ekonomisk teori skulle man besluta att låta installationen äga rum, när lönsamheten överskrider en viss nivå.<sup>4</sup> Riskfaktorn, som bör tas med i beräkningen, är troligen störst i de tidigare spridningsfaserna och minskar allt eftersom erfarenheter och kunskaper förvärvas. Vår formulering av hypotesen tar följaktligen på ett effektivare sätt hänsyn till denna riskfaktor än användning av en fast lönsamhetsgräns skulle göra.

<sup>3</sup> Datum för den första ZP-installationen bland de utvalda företagen (den skedde i Sverige).

<sup>4</sup> Denna nivå kan variera mellan företagen och beror bl. a. på andra investeringsmöjligheter och tillgängliga finansiella resurser.

Beräkningen av lönsamheten är ett viktigt och ganska svårt problem. Vi vill ha en variabel som är jämförbar mellan företag, vilket innebär att den genomgående måste beräknas på samma sätt och med samma antaganden. Detta gör de eventuella beräkningar som gjorts av företagen själva oanvändbara för vårt syfte. Dessutom har många företag inte gjort några explicita sådana beräkningar. I de fall beräkningar gjorts, har de endast gällt gjorda eller övervägda installationer och inte andra maskiner. Vi var därför tvungna att finna några närmevärden för ZP-installationers lönsamhet.

Ett av de viktigaste karakteristika för Z-pressar är deras kapacitetshöjande egenskaper. Diskussioner med pappersmaskintillverkare ledde till antagandet att denna förmåga främst är en funktion av pappersmaskinernas ålder. För äldre maskiner begränsades den möjliga kapacitetsökningen av deras allmänna tekniska konstruktion. Vi antog därför en ökning med mellan 4 och 10 % beroende på maskinernas ålder.

Vårt nästa antagande är att den extra produktionen kan säljas till oförändrade priser. Besparingen genom att använda Z-pressar skulle således bli produkten av kapacitetsökningen och skillnaden mellan papperspriset och de variabla kostnaderna, som i huvudsak utgörs av massakostnader och ett litet tillägg för energi och ånga.

Investeringskostnaden har uppskattats på basis av diskussioner med pappersmaskintillverkare och kan approximeras som en funktion av pappersmaskinens bredd och ålder. Ju bredare och äldre maskinen är, desto dyrbarare blir ZP-installationen. Investeringskostnaderna varierar i stort sett mellan 100 000 och 500 000 kronor. Genom att dividera de uppskattade investeringskostnaderna med de årliga besparingarna erhåller vi en återbetalningstid, som vi kan använda som ett närmevärde för lönsamheten:

$$P = \frac{I}{\alpha \cdot Q(Z_{pa} - 1,05 Z_{pu} - V)}$$

där  $P$  = Återbetalningstid i år

$I$  = Investeringskostnad =  $f$  (bredd, ålder). Avläses från ett nomogram

$\alpha$  = Kapacitetsökning (%) =  $f$  (ålder)

$Q$  = Pappersmaskinens årliga kapacitet 1966, ton

$Z_{pa}$  = Pris per ton papper

$Z_{pu}$  = Pris per ton massa (ca 1,05 ton massa behövs för att framställa 1 ton papper)

$V$  = Övriga variabla kostnader, som energi och ånga (motsvarande ca 50 kr per ton).

Denna formel kräver tre kommentarer. För det första gäller lönsamhetsberäkningarna endast installation av Z-pressar i *befintliga* pappersmaski-

ner – detta innebär ombyggnad av solid- eller sugpressar. Då det gäller nya pappersmaskiner kan formeln inte tillämpas.

Den andra kommentaren gäller olika typer av Z-pressar. Denna formel avser i första hand filtvirapressar. Eftersom vi inte intresserar oss för en förklaring av varför ett företag väljer en viss Z-press, har vi antagit att vi kan använda dessa återbetalningstidsberäkningar åtminstone för att inrangera maskinerna i lönsamhetsordning. Beräkningarna uppvisar inga signifikativa differenser i lönsamhet mellan olika Z-pressar.

För det tredje är dessa återbetalningstidsberäkningar hypotetiska så till vida som de inte är beroende av huruvida en Z-press verkligen installerats eller ej. Vi kunde därför få fram återbetalningstider för pappersmaskiner där Z-pressar ej installerats. En integrerad anläggning (massa och papper tillverkas i en kontinuerlig process) kan medföra en något högre lönsamhet för ZP-installationen, främst därför att massakostnaderna kan vara lägre i en integrerad anläggning. Integrationseffekten har i viss mån inkluderats i de massapriser som används i återvinningsberäkningarna.

Det kan finnas andra faktorer som gör Z-pressar fördelaktiga, t. ex. kvalitetsförbättringar. Dessa är emellertid svåra att mäta. Vidare tyder diskussioner med företag på att kvalitetsförbättringar betyder jämförelsevis mindre än kapacitetsökningen. Denna sista faktor kan därför rimligtvis betraktas som en approximering för hela den relativa fördelen.

#### **Företagsvariabler**

*Finansiella tillgångar* är en typ av ett företags resurser. Vid intervjuer har företagsledare nämnt bristande finansiella resurser som ett viktigt skäl till att man inte installerat en innovation, även om den betraktats som ganska lönsam. Ett ofta använt mått på ett företags förmåga att skapa finansiella resurser är självfinansieringsgraden, dvs. det av verksamheten genererade kapitaltillskottet (cash-flow) i procent av de totala investeringarna. Vi mäter cash-flow som nettovinst efter skatt plus avskrivningar och dispositioner men minus utdelningar. Hög självfinansieringsgrad antas göra företaget villigare att investera, speciellt i mer riskfyllda projekt, t. ex. införandet av ny teknik. För att reducera inverkan av de årliga variationerna mäts cash-flow som årliga genomsnitt över fyraårsperioden 1962–1965, som för de flesta länder ligger strax före den tid då Z-pressar introducerades. De totala investeringarna mäts som årliga genomsnitt över en åttaårsperiod, 1960–1967, för att reducera inverkan av konjunkturfluktuationer.

*Resurser för inhämtande av information* har antagligen nära samband med företagets internationella förbindelser, t. ex. utländska ägarintressen i företaget, dotterbolag utomlands och omsättningens exportandel. Utbyte av kunskap genom formella avtal utgör en mer direkt del av detta informationsflöde



mellan företag och länder. Vi antar också att medlemskap i branschens forskningsorganisation i ett land skulle kunna ge företaget värdefull information och möjligheter till informationsutbyte med kolleger.<sup>5</sup>

Det är ganska svårt att få fram ett enkelt operationellt mått på resurserna för inhämtande av information. Genom att utnyttja olika indikatorer kan vi hoppas att täcka åtminstone en del av begreppsvariabeln. Mer påtagliga och direkta mått, som t. ex. den internationella reseaktiviteten inom företaget, kontakter med maskinleverantörer, besök på tekniska mässor etc., förkastades, eftersom det var för tidskrävande för företagen att besvara frågor därom.

När företaget erhållit information om en ny teknik, måste det ha *resurser och förmåga att analysera och överblicka dess tillämpningsmöjligheter*. För att undvika omfattande intervjuer och undersökningar hos varje företag måste vi också på denna punkt uppskatta dessa resurser genom lättare tillgängliga ersättningsvariabler. Vi antog att förmågan att analysera teknisk information på något sätt har samband med förekomsten och omfattningen av forsknings- och utvecklingsverksamhet (FoU) inom företaget. Detta behöver inte förutsätta att FoU-avdelningen är direkt involverad i analysen av den studerade innovationens lämplighet. Några företag har nämnt att denna analys i stället utförs av produktionstekniker. FoU-resurser kan dock indikera *förmåga* att utvärdera tekniska möjligheter.

Vid intervjuer med ett antal företagsledare har vi kommit underfund med att *ett företags attityder gentemot ny teknik* ofta har avgörande betydelse för den tidsmässiga planeringen och introduktionen av ny teknik. Problemet är hur man skall mäta dessa attityder. När man ställer företagscheferna inför direkta frågor, kan man aldrig veta i vilken utsträckning svaren anger företagets verkliga beteende eller endast representerar en officiell inställning. Ett sätt att kontrollera svaren är att jämföra dem med företagets faktiska beteende vad avser ett antal nya tekniska processer. Vi frågade därför om de tillämpade, ämnade tillämpa, hade provat eller var intresserade av fyra andra innovationer – våta suglådor, foils, syntetiska viror och processtyrning.

Mansfield, [1968] s. 165, har testat ett företags tillväxthastighet som en variabel som förklarar spridningen av innovationer. Den totala volymtillväxten hos en papperstillverkare kan indelas i två delar.<sup>6</sup> Den första omfattar produktionen från nya pappersmaskiner som installerats under perioden. Denna nya kapacitet kommer att analyseras separat (se s. 71). Den andra delen består av ökningen av produktionen från befintliga maskiner, vilken i stor

<sup>5</sup> Vårt val av operationella variabler influeras i viss mån av Carter & Williams [1957] studie över det tekniskt progressiva företaget.

<sup>6</sup> Egentligen även en tredje, negativ del, bestående av produktionen i uttrangerade maskiner. Utrangeringen har under den studerade perioden varit mycket liten och har beaktats i vår analys.

Tabell 1. *Operationella variabler*

Symbol	Operationell definition
<i>Beroende variabel</i>	
<i>T</i>	Månad för introducerandet av den första Z-pressen. Januari 1963 är $T=1$ .
<i>p</i>	Återbetalningstid för introducerandet av en Z-press. <i>P</i> står i omvänt förhållande till ZP-installationens lönsamhet.
<i>I</i>	Investeringskostnad för en Z-press.
<i>Företagsvariabler</i>	
<i>Finansiella resurser</i>	
<i>C</i>	Självfinansieringsgrad=Cash-flow (årligt genomsnitt 1962–1965) i procent av investeringar (årligt genomsnitt 1960–1967).
<i>Informationsresurser</i>	
<i>O</i>	Utländsk integration – moderföretag eller dotterföretag utomlands
<i>E</i>	Export i procent av den totala försäljningen 1966
<i>K</i>	Avtal om utbyte av kunskaper med andra företag
<i>M</i>	Medlemskap i branschens forskningsorganisation
<i>R</i>	FoU-verksamhet inom företaget
<i>Attitydvariabler</i>	
<i>B</i>	Företagets beteende, beräknat för fyra andra nya tekniska processer för pappersmaskiner. Maximivärdet av <i>B</i> är 16 (samtliga fyra processer är tillämpade relativt tidigt) och minimivärdet 0 (ingen av processerna tillämpas och de saknar intresse för företaget)
<i>G</i>	»Nettotillväxt»-index för produktionen med Fourdrinier- och kombinerade maskiner i drift både 1962 och 1968. Index 1962=100.
<i>Övriga variabler</i>	
<i>F</i>	Bruttovinst i procent av omsättning, årligt genomsnitt 1960–1967.
<i>S</i>	Företagets storlek – antal anställda 1966.

utsträckning kan tillskrivas tekniska förbättringar. Tillväxten genom dessa maskiner (kallad »nettotillväxt») kan följaktligen användas som ett approximativt mått på företagets allmänna intresse för tekniska förbättringar.

Vi har även försökt analysera två *andra variabler*, vinstutvecklingen och företagsstorleken, som båda står i relation till flera av våra oberoende variabler. En gynnsam vinstutveckling skapar inte bara finansiella resurser i ett företag utan är också ett mått på allmän företagsledningsförmåga, som skulle kunna korreleras med vilja att prova innovationer.

I stället för att direkt använda företagsstorleken i vår modell har vi försökt definiera ett antal variabler som mera direkt återspeglar sådana egenskaper

hos ett företag, som annars ofta brukar approximeras med storleken – finansiella resurser, externa kontaktmöjligheter, innovationens lönsamhet etc. I de ekonometriska analyserna använder vi emellertid företagets storlek som en ersättningsvariabel för ett antal sådana variabler. Som mått på ett företags storlek föredrar vi antalet anställda framför mått på producerade mängder. Vi tvingas då emellertid bortse från skillnader i arbetskraftsproduktivitet mellan företag och länder.

En lista över våra variabler och deras definitioner finns i tabell 1.

## Empiriska data

### Metoder och källor för datainsamling

Vår undersökning avser papperstillverkande företag i de sex i undersökningen deltagande länderna (Österrike, Tyskland, Italien, Sverige, Storbritannien och USA). Huvudkällan för de empiriska data är frågeformulär som i huvudsak distribuerats till företagen per post men som i några fall besvarats vid personliga intervjuer. Ytterligare data har erhållits från andra källor, såsom bransch- och forskningsorganisationer, publicerad statistik etc.

Två frågeformulär har använts. Frågeformulär A innehåller i huvudsak frågor rörande »innovationsvariabler», dvs. faktorer som påverkar lönsamheten av ZP-installationer på individuella pappersmaskiner, och har besvarats för varje maskin av Fourdrinier- och kombinerad typ hos företaget i fråga. Frågeformulär B täcker i huvudsak frågor rörande »företagsvariablerna» och besvaras endast för företag.

Data för »institutionella variabler» har insamlats från branschorganisationer och nationell statistik. Data från företagen insamlades under hösten 1968 och våren 1969 i de europeiska länderna och under 1970 i USA.

### Populationer, urval och uppgiftslämnare

Populationerna i de sex länderna bestod av samtliga papperstillverkare med Fourdrinier- (F) eller kombinerade (K) maskiner. Andra maskiner, som Yankee etc., ansågs generellt olämpliga för Z-pressar och uteslöts därför.

I Sverige har samtliga företag i populationen tillfrågats, medan man i övriga länder gjort ett icke slumpmässigt urval. I vissa länder har man därvid medvetet eftersträvat en överrepresentation i urvalet för stora företag och för företag som installerat Z-pressar.

Det har varit mycket svårt att erhålla data beträffande populationen av företag med F/K-maskiner och den totala produktionen med F/K-maskiner. Siffrorna i tabell 2 innefattar företag som endast hade andra typer av maskiner och produktion med andra maskintyper. Det har emellertid varit möjligt att insamla data beträffande det totala antalet F/K-maskiner i varje land. En jämförelse mellan raderna (6) och (7) kan förhoppningsvis ge en bas för beräkningen av den totala F/K-produktionen, även om genomsnittstorleken är större för F/K-maskiner än för andra maskiner. Vi kan följaktligen notera,

Tabell 2. Populationer, urval och uppgiftslämnare

Rad	Öster- rike	Tysk- land	Ita- lien	Sve- rige	Storbri- tannien	USA
(1) Pappers- och kar- tongtillverkande företag, totalt	21	226	586	47	50	400
(2) Företag i urvalet	17	31	60	31	28	50
(3) Svarande företag Svarsfrekvens i % (3) : (2)	16	12	29	31	23	17
Täckning i % (3) : (1)	94	39	48	100	82	34
(4) Pappers- och kar- tongproduktion (1 000 ton), totalt	76	5	5	66	46	4
(5) Produktion hos upp- giftslämnarna (1 000 ton)	738 <sup>a</sup>	4 143	2 633	3 182	4 469 <sup>a</sup>	45 000
Täckning i % (5) : (4)	399	1 229	717	2 783	1 853	6 000 <sup>b</sup>
(6) Pappers- och kar- tongmaskiner, to- talt antal	54	30	27	87	41	13
(7) F/K-maskiner, to- talt antal	80-90	493	891 <sup>c</sup>	280	310	2 500
(8) F/K-maskiner hos uppgiftslämnarna, antal	60	364	432 <sup>c</sup>	121	300	2 000
Täckning i % (8) : (7)	51	48	55	121	149	153
	85	13	13	100	50	8

<sup>a</sup> Omfattar inte den del av de utvalda företagens produktion som tillverkats i maskiner där ZP-installationer ej kunnat komma i fråga av tekniska skäl.

<sup>b</sup> Avser 1968.

<sup>c</sup> Avser 1965.

Anm.: Uppgifterna för produktion och antal maskiner avser 1966 där annat ej anges.

att F/K-maskinerna är mycket dominerande i Storbritannien, ganska dominerande i Österrike, Tyskland och USA men av mindre betydelse i Italien och Sverige.

I Österrike och Sverige täcker urvalet nästan hela branschen. I Storbritannien täcks ungefär halva branschen och i Tyskland, Italien och USA utgör uppgiftslämnarna en avsevärt mindre andel.

För att analysera urvalens representativitet har företagens medelstorlek beräknats efter produktionsvolym.

Tabell 3 visar, att stora företag är kraftigt överrepresenterade i Tyskland, Italien och USA. Detta kan delvis förklaras av att det, speciellt i Italien, finns ett mycket stort antal ytterst små papperstillverkningsföretag, som avsiktligt utelämnats i undersökningen. I Österrike, Sverige och Storbritannien är urvals företagen jämförelsevis representativa vad storleken beträffar.

Tabell 3. *Företagens medelstorlek i populationen och bland uppgiftslämnare 1966*

Medelstorlek (1 000 ton) av pappers- och kartongtillver- kande företag	Rad i tabell 2	Öster- rike	Tysk- land	Ita- lien	Sve- rige	Storbri- tannien	USA
Hela branschen	(4) : (1)	35	18	5	68	89	112
Uppgiftslämnare	(5) : (3)	25 <sup>a</sup>	102	25	89	81 <sup>a</sup>	353

<sup>a</sup> Omfattar inte den del av de utvalda företagens produktion som tillverkats i maskiner där ZP-installationer ej kunnat komma i fråga av tekniska skäl.

USA-urvalet är jämförelsevis litet. Dessutom har av de 17 företagen i urvalet endast 4 besvarat de fullständiga frågeformulären, medan 13 besvarat ett kort formulär med endast ett begränsat antal frågor. Den låga representativiteten för de tyska, italienska och amerikanska urvalen kommer naturligtvis att påverka möjligheterna till jämförelser med de övriga länderna. I analyser av skillnader mellan länderna kommer därför huvudintresset att ägnas Österrike, Sverige och Storbritannien.

Svarsfrekvensen varierar avsevärt mellan de sex länderna. I Österrike, Sverige och Storbritannien har företagen varit ganska villiga att besvara vår förfrågan, medan mindre än hälften av de tillfrågade företagen svarat i Tyskland, Italien och USA. Antalet företag som kontaktats och antalet svar anges i tabell 2.

I några fall utgjorde det stora antalet frågor ett skäl till vägran att svara. Företagen var ofta misstänksamma beträffande avsikten med undersökningen och oroade sig för i vilken mån konkurrenter hade möjlighet att ta del av deras svar trots vår garanti att alla data från individuella företag skulle behandlas konfidentiellt.

De siffror över svarsfrekvenser som ges i tabell 2 lämnar ingen upplysning om svarens kvalitet. Flera företag har returnerat frågeformulären utan att ha besvarat alla frågor. Svarsfrekvensen är således högst olika för de individuella frågorna. De tekniska frågorna på frågeformulär A har i allmänhet fått en mycket hög svarsfrekvens. Det enda problemet har varit siffrorna gällande produktionsvolymen, som en del företag, speciellt i Storbritannien, har varit ovilliga att lämna ut. Här har vi gjort vissa uppskattningar. På frågeformulär B har frågorna beträffande företagets ekonomiska och finansiella ställning nästan helt lämnats obesvarade i de flesta länder. Vi har god täckning på denna punkt endast vad beträffar Sverige. Många företag har också haft svårigheter att besvara frågorna om de resurser som ägnas forskning och utveckling.

## Validitetsproblemet

När man omvandlar begreppsvariabler till operationella variabler står man alltid inför ett validitetsproblem, dvs. i vilken mån en variabel verkligen mäter vad den är avsedd att mäta. Tyvärr har våra möjligheter att utföra tester för att mäta validiteten varit mycket begränsade. Således återstår för oss alternativet att verbalt analysera och diskutera denna fråga.

Lönsamhetsvariabeln ( $P$ ) innesluter det kanske viktigaste validitetsproblemet i denna studie. För det första baseras den på ett antal förenklingar och antaganden och för det andra är variabeln betydelsefull, därför att den direkt återspeglar den traditionella vinstmaximeringsteorin. Vi tror att den har en rimligt hög validitet av bl.a. följande skäl. För det första bygger  $P$ -variabeln på empiriska data och inte enbart på teoretiska antaganden. För det andra uppvisar jämförelser med lönsamhetsvärden från företag en viss överensstämmelse med våra beräkningar. För det tredje har presstillverkare och papperstillverkare som konsulterats i allmänhet accepterat vår metod att uppskatta lönsamheten. Vi vill slutligen betona, att  $P$ -variabeln inte i första hand bör betraktas som ett objektiva lönsamhetsbegrepp utan mera som ett hjälpmedel för att rangordna olika pappersmaskiner med hänsyn till deras lämplighet för installation av  $Z$ -pressar.

Redan vår tidigare anmärkning att vi inskränkt oss till att observera företagsbeteende utifrån pekar på det validitetsproblem som innefattas i företagsvariablerna. Dessa är i viss mån avsedda att illustrera företagetens karakteristika som organisation. Vi har emellertid också här funnit ett visst stöd i våra diskussioner med företagsrepresentanter. Vidare har flera begrepps- och operationella variabler tidigare studerats av andra forskare – t.ex. Carter & Williams, Mansfield, Rogers – och deras studier utgör en bas för vår egen teori.

## Antagningsprocessen

### Två faser i antagningsprocessen

I detta kapitel lägger vi fram några empiriska data för de två faserna i vår antagningsmodell. Vi syftar endast till en kort verbal beskrivning och analys av dessa data. Vi skall också diskutera de huvudsakliga informationskällorna och de olika skäl som företagen lämnat för sitt faktiska beteende.

#### Den första kännedomen om ZP-tekniken

Till de undersökta företagen ställdes en direkt fråga om när de först fick kännedom om ZP-tekniken och ur vilken källa/vilka källor de erhöll den första informationen härom. Utan tvekan är detta ganska svåra frågor att besvara. För det första var det kanske inte den person vi frågade som erhöll denna information – han kanske inte ens arbetade i företaget vid den aktuella tidpunkten. För det andra är det svårt att minnas fakta som sällan fästs på papper. Vi har ändå haft vissa skäl att lägga vikt vid svaren. Mycket ofta har de personer vi kontaktat haft mångårig verksamhet i företaget som tekniska ledare eller produktionsingenjörer och de kunde ofta härleda den första informationen till en viss händelse, t. ex. ett besök vid en forskningsinstitution eller ett annat företag. Vi kan därför hoppas att våra data är tillfredsställande vad beträffar spridningen av information om ZP-tekniken (tabell 4).

#### *Informationsspridning*

Mönstret för denna informationsspridning kan illustreras av spridningskurvor som visar kumulativt procenttal för andelen företag som erhållit första information. Sådana kurvor för de sex länderna visas i figur 2. Vi lägger först märke till att fem av kurvorna når 100 %, vilket anger att inte något företag i dessa länder var okunnigt om ZP-tekniken vid tidpunkten för undersökningen.<sup>1</sup>

Det bör dessutom nämnas att de österrikiska, brittiska och svenska urvalen är representativa för hela pappersindustrin i dessa länder (se kapitel 3) medan urvalen i Tyskland, Italien och USA avviker genom överrepresentation av stora företag och även av företag som tillämpar ZP-tekniken. Detta påverkar informationskurvorna.

<sup>1</sup> Endast ett företag i Italien fick kännedom om ZP-tekniken efter det att undersökningen påbörjats.



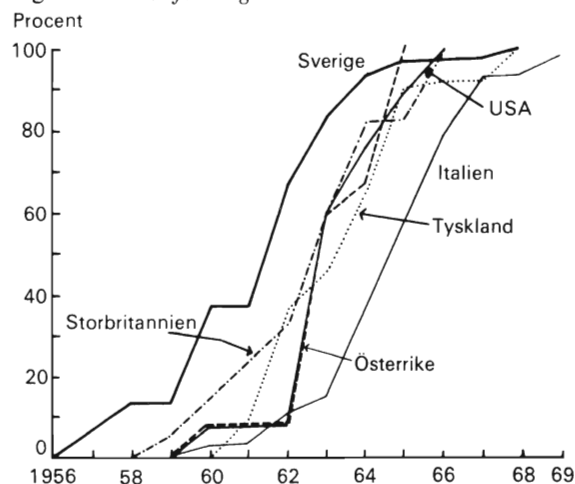
Tabell 4. Antalet år mellan tidpunkterna då det första och det sista företaget fick kännedom om ZP-tekniken för samtliga uppgiftslämnare och för 80 % av uppgiftslämnarna

Land	Samtliga upp- giftslämnare	80% av upp- giftslämnarna
Österrike	6 år	3 år
Tyskland	8	4
Italien	10	4
Sverige	12	6
Storbritannien	8	5
USA	7	3

Den svenska informationskurvan ligger några år före de övriga kurvorna. Ett skäl härför kan vara att ZP-tekniken ursprungligen uppfanns i Sverige och att detta underlättat informationsflödet till företagen. Detta var speciellt betydelsefullt under den tidigaste spridningsfasen. Redan 1960, två år innan den första Z-pressen togs i kommersiellt bruk i Sverige, hade 11 svenska företag kännedom om tekniken jämfört med endast 3 brittiska och 1 i vardera Österrike, Italien och USA. Den amerikanska informationskurvan förefaller ganska sen trots det faktum att en ansevärd mängd utvecklingsarbete på Z-pressar utfördes i USA.

I högindustrialiserade länder med väletablerade branschorganisationer kan man vänta sig att information om nya processer sprids mycket snabbt. Den ganska långa tidsrymden – i Sverige 12 år – mellan det första och sista företagens erhållande av ZP-information verkar därför överraskande. Man bör

Figur 2. Andel företag i urvalet med kännedom om ZP-teknik



Tabell 5. Informationskanaler ordnade efter deras betydelse som källor för den första informationen till företagen om ZP-tekniken

Land	Svarsfrekvens <sup>a</sup>		
	Hög	Medelhög	Låg
Österrike	1 - 4 - 3		6 - 2 - 5
Tyskland	1 - 4 - 3		6 - 5 - 2
Italien	1 - 4	3	6 - 5 - 2
Sverige	1 - 4 - 2	3	6 - 5
Storbritannien	1 - 4	3 - 6	2 - 5
USA	4 - 1 - 3	6	2 - 5

<sup>a</sup> Hög frekvens innebär att ca 50 % eller fler av företagen nämnt denna informationskanal. Låg frekvens anger att mycket få företag nämnt denna informationskanal.

Anm.: För förklaring av beteckningarna hänvisas till texten.

dock hålla i minnet att ZP-tekniken är en relativt liten nyhet, inte revolutionerande och inte något särskilt vanligt diskussionsämne i facktidskrifterna. Om dessutom ca 20 % av företagen i intervallens yttermarginaler utelämnas, reduceras tidsrymden för återstående 80 % till hälften av den för samtliga företag. Detta visas i tabell 4.

Av tabellen framgår också att spridningshastigheten var avsevärt lägre i Sverige, där ZP-information spreds tidigare än i de övriga länderna. Detta gäller även när ytterlighetsförhållanden i kurvans båda ändrar utelämnas.

#### Informationskällor

Företagen ombads också identifiera från vilken/vilka av följande informationskällor de i huvudsak erhöll sin första information om ZP-teknik:

- (1) Facktidskrifter
- (2) Forskningsinstitutioner
- (3) Kongresser, konferenser och mässor
- (4) ZP-tillverkare och licenshavare
- (5) Kunder
- (6) Konkurrenter
- (7) Övriga.

Många företag hade svårt att identifiera en enda källa och angav två eller tre i svaret. Trots detta tror vi att svaren tillfredsställande återspeglar vilka informationskällor som företagen anser ha varit de viktigaste. I tabell 5 anges informationskällorna i ordning efter hur ofta de nämndes av företagen. De tre grupperna är ganska markant åtskilda, medan skillnaderna inom grupperna är mindre.

Ordningmönstret är mycket lika för de sex länderna. I alla europeiska länder betraktas tekniska tidskrifter som den viktigaste informationskällan, följda av ZP-tillverkare och licenshavare. Detta innebär att företag som tillverkar Z-pressar och annan utrustning för pappersindustrin har spelat en stor roll i spridningen av ZP-information. Den tredje viktigaste informationskällan var kongresser, konferenser och mässor. De amerikanska siffrorna överensstämmer ganska väl med siffrorna för de europeiska länderna, även om den inbördes ordningen av de två första källorna är omkastad. Tillverkare av pressar har varit den ojämförligt viktigaste informationskällan i USA. Kunder spelade endast en mycket underordnad roll i informationsprocessen, vilket tyder på att kunderna inte haft sin efterfrågan inriktad speciellt på papper som framställts i maskiner med Z-pressar.<sup>2</sup> ZP-information spreds endast i begränsad omfattning genom andra företag, t. ex. konkurrenter. Det är emellertid tänkbart att denna informationskälla blir mer betydelsefull i senare faser av antagningsprocessen. Intervjuer med företagsledare visar, att kontakter företag emellan ofta omfattar ömsesidigt utbyte av erfarenheter gällande ny teknik. För fem av länderna visade sig slutligen forskningsorganisationerna sakna betydelse som informationskälla. I Sverige har emellertid ett sådant institut en viktig roll, vilket är ganska naturligt, eftersom filtvirapressen uppfanns vid Svenska Pappersbrukens Centrallaboratorium.

Den relativa betydelsen av de olika informationskällorna höll sig tämligen konstant under hela antagningsperioden. Det verkar dock som om facktidsskrifter och licenshavare var av något mindre betydelse under de tidigare faserna. I Sverige var forskningsinstitutioner viktigare som informationskälla i början av informationsspridningen.

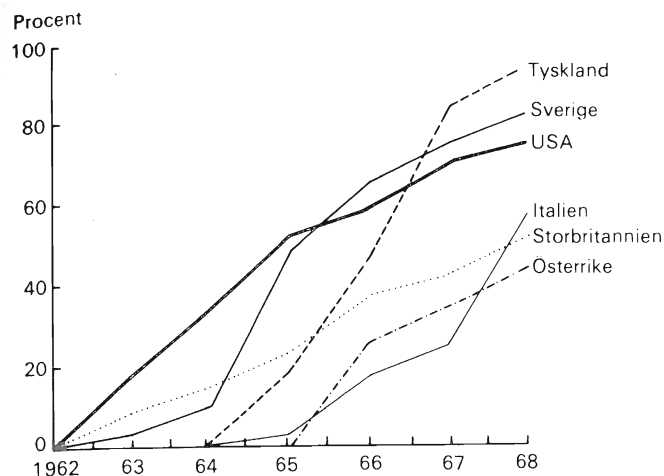
#### **Den första användningen av ZP-tekniken**

Den andra fas i antagandeprocessen som vi betraktar är det första accepterandet av ZP-tekniken hos de enskilda företagen. Detta spridningsmått blir föremål för en grundligare analys i kapitel 5. Här skall vi endast visa spridningskurvorna för att fullständiga vår undersökning av antagningsprocessen. Liksom då det gäller informationskurvorna började spridningen av accepterandet tidigt i Sverige och i Storbritannien, men i Storbritannien gick den fortsatta spridningen jämförelsevis långsamt. Det tog 5 år för Storbritannien att nå ca 40% spridning jämfört med endast 2-3 år i de övriga fyra länderna. Den amerikanska kurvan ligger här mycket nära informationskurvan, vilket tyder på att tidsrymden mellan den första informationen och accepterandet i ge-

---

<sup>2</sup> Beträffande vissa andra processer är det däremot vanligt att kunder kräver att produkterna behandlas enligt den speciella processen. Detta gäller bl. a. vakuumavgasning inom stålindustrin, vilken tillhörde de processer som studerades i ett inledningsskede av denna undersökning.

Figur 3. Procentuell andel av företagen (i urvalet) som accepterat ZP-tekniken (första accepteraudet)



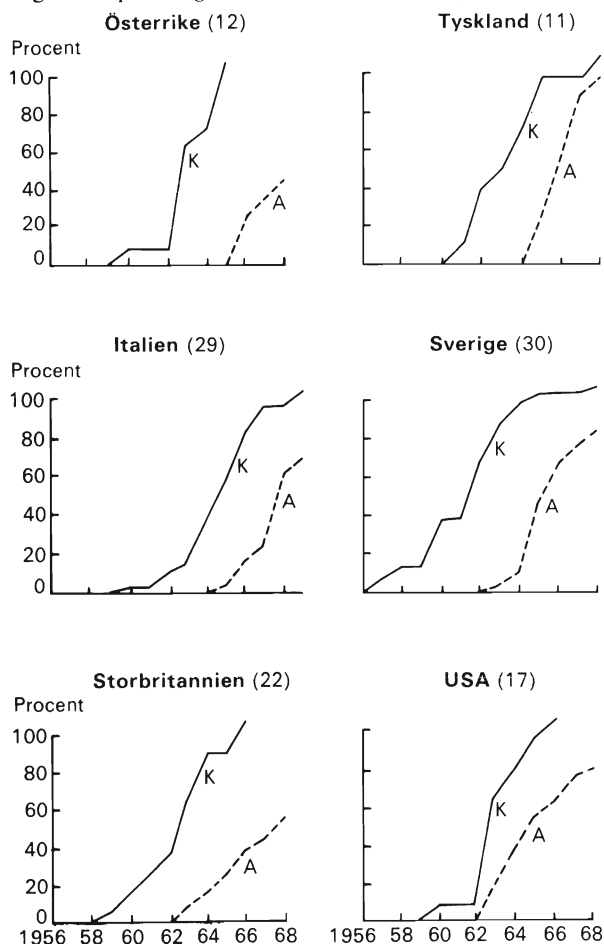
nomsnitt varit relativt kort i USA. De tyska, italienska och amerikanska kurvorna i figur 3 påverkas antagligen i stor utsträckning av de orepresentativa urvalen.

### Antagningsperioden

Vår teoretiska modell, som diskuterats i kapitel 2, omfattar en grupp oberoende variabler, som hypotetiskt bestämmer den beroende variabeln, datum för accepteraudet. Detta är emellertid en förenklad beskrivning av de kausala förhållandena i modellen. Några av de oberoende variablerna påverkar inte direkt datum för accepteraudet. Informationsvariablerna t. ex. förutsätts förklara, åtminstone delvis, hur tidigt ett företag erhåller kännedom om en innovation. Vidare antar vi att de variabler som representerar utvärderingsresurser skall ha en viss effekt på tidpunkten för värdering av innovationen. I vår modell förutsätter vi också implicit, att tidig information skapar goda förutsättningar för ett tidigt beslut. En grafisk framställning av hela antagningsperioden, tidsrymden för antagningsprocessen, kan således ge en grundval för en preliminär diskussion av olika variabelgrupper.

Spridningen av de två faserna i antagningsprocessen visas i figur 4. Mönstret skiljer sig avsevärt de olika länderna emellan. I Tyskland och Sverige tycks kurvorna för den första kännedomen och accepteraudet i viss mån konvergera med tiden, medan de amerikanska, österrikiska och brittiska kurvorna tycks divergera. I de första två länderna sker alltså accepteraudet i

Figur 4. *Spridning av kännedom och acceptering*



K = Kännedom. A = Accepterande.

Anm.: Siffra inom parentes anger antal företag.

snabbare takt än informationsspridningen, medan informationen sprids snabbare än acceptandet i de senare länderna.

Rogers ([1962], s. 108) framlägger på basis av andra undersökningar hypotesen att kännedom (information) sprids snabbare än acceptering. Våra rön enligt figur 4 bestyrker endast delvis hans hypotes. För Österrike, Storbritannien och USA ökar tidsskillnaden mellan de två stadierna, vilket antyder en långsammare spridningstakt för acceptering än för kännedom.

Tyskland och – i ringa utsträckning – Italien visar den motsatta tendensen: tidsskillnaden minskar med ökande procenttal. De svenska siffrorna

Tabell 6. *Genomsnittsår för den första kännedomen om ZP-tekniken för olika användarkategorier*

Användarkategori	Österrike	Tyskland	Italien	Sverige	Storbritannien	USA	Genomsnitt
Tidiga användare	–	–	–	1961	1961	1963	1962
Majoriteten	1963	1963	1964	1961	1963	1964	1963
Sena användare	1964	1965	1965	1961	1962	1964	1964
Icke-användare	1963	1965	1966	1966	1963	1962	1964
Genomsnitt	1963	1964	1965	1962	1963	1964	1963

följer fram till ca 50% spridning de tyska och italienska siffrorna, men över denna nivå ökar tidsskillnaden igen. Detta kan kanske förklaras av att de företag som sent övergår till den nya tekniken är ganska små och har begränsade företagsledningsresurser. Om de tyska och italienska urvalen utökades till att omfatta fler småföretag, skulle vi i så fall kunna vänta oss samma ökning i tidsskillnaderna där som för Sverige. Den ganska stora tidsskillnaden vid de lägre procentalen för Sverige kan förklaras av att en del företag erhöll kännedom om ZP-tekniken innan den kunde tillämpas kommersiellt. Dessa företag tvingades således att vänta på en vidareutveckling av tekniken, innan de på allvar kunde tänka på att övergå till den. Denna närmare granskning av tidsskillnaderna mellan informations- och antagandekurvorna stöder i viss mån Rogers hypotes att kännedomen sprids snabbare än accepterandet av tekniken.

Ovanstående diskussion baseras på aggregerade data och säger oss ingenting om antagningsperioden för enskilda företag. Kommer de företag som tidigt får kännedom om en innovation också att tidigt tillämpa den? För att besvara denna fråga jämför vi den genomsnittliga tidpunkten för information för olika användarkategorier. Kategorierna definieras i kapitel 5 (s. 41 f.).

Tabell 6 ger endast svaga belägg för att bristande kännedom skulle försena accepterandet av en innovation. I Sverige t. ex. är genomsnittsåret för den första kännedomen samma för alla tre användarkategorierna, medan icke-användarna blev medvetna om tekniken betydligt senare. För de övriga länderna är skillnaderna i tid mellan olika kategorier också ganska små. Detta är också i överensstämmelse med de rön som gjorts i flera projekt som Rogers ([1962], s. 108) refererar till.

När data för varje kategori aggregeras (genomsnitt-kolumnen) finner vi att de tidiga användarna och majoritetsgruppen tycks ha varit medvetna om tekniken några år före de sena användarna och icke-användarna. Dessa resultat påverkas naturligtvis i hög grad av de svenska och brittiska data, eftersom Sverige och Storbritannien svarar för en stor del av observationerna.

# Den första användningen av ZP-tekniken (inom företag)

## Inledning

I detta kapitel skall vi behandla spridningen på företagsnivå, dvs. hur snart företagen sätter in sin första Z-press i kommersiell drift. De flesta av våra variabler är till karaktären förbundna med företaget som en enhet. Detta ligger t. ex. i »företagsvariablernas» natur. Vi måste emellertid definiera både den beroende variabeln och det lönsamhetsmått som skall användas i analyserna av spridningen bland företagen.

Den beroende variabeln mäter den första användningen av ZP-tekniken i ett företag (i någon av dess anläggningar), dvs.  $T$ -värdet för den tidigaste ZP-installationen på någon av dess pappersmaskiner. Lönsamhetsvariabeln skall gälla den pappersmaskin i varje företag som har det fördelaktigaste lönsamhetsvärdet (den kortaste återbetalningstiden). Denna maskin behöver dock inte nödvändigtvis vara den i vilken den första Z-pressen inom företaget installerats (om någon Z-press överhuvudtaget installerats). Det finns många skäl till att ett företag kan vilja göra den första installationen på en maskin med en något längre återbetalningstid, t. ex. att maskinen med den kortaste återbetalningstiden är en mycket stor maskin och att därför relativt stora risker föreligger i samband med utprovandet av en ny teknik. Den kortaste återbetalningstiden utgör ändå en möjlighet till ekonomisk avkastning för företaget, även om man först utprovar tekniken på en annan maskin.

I nästa avsnitt illustrerar vi spridningen av Z-pressar på företagsnivå och i ett följande avsnitt försöker vi analysera inverkan av olika variabler. I det sista avsnittet försöker vi slutligen att ekonometriskt testa en enkel spridningsmodell genom en multipel regressionsanalys.

## Spridningen av ZP-tekniken

Spridningen av en innovation bland företag kan mätas genom förändringen över tiden i det ackumulerade antalet företag som accepterat innovationen.

Ett diagram som visar denna spridning återfinns i figur 3. ZP-tekniken har efter introducerandet 1961 i USA spritts ganska snabbt. Både i Österrike och i Sverige tillämpade nästan hälften av företagen denna teknik redan efter tre år. I Sverige tog det ytterligare två år att nå ca 75 % täckning. Att döma av detta ligger inflexionspunkten på den svenska kurvan så lågt som vid 30–40 %. Den brittiska kurvan för användare av Z-pressar är nästan linjär och följer inte samma S-form som den svenska. Vi kan se att den brittiska kurvan började lika tidigt som den svenska men efter några år närmade den sig den österrikiska kurvan, som började tre år senare.

Urvalen från de övriga tre länderna når samtliga en ganska hög relativ spridningsnivå. Den jämförelsevis snabba uppgången i den tidiga amerikanska kurvan tyder på att ZP-tekniken snabbare accepterades bland amerikanska paperstillverkare än bland europeiska. Det är också intressant att notera den ganska snabba uppgången för de tyska och italienska kurvorna. Vi bör dock komma ihåg att dessa urval uppvisar en dålig representativitet.

### **Analys av accepteringstidpunktens bestämningsfaktorer**

I detta avsnitt analyserar vi först hur lönsamheten påverkar introduktionsvariabeln och därefter diskuterar vi effekterna av företagsvariablerna. Skälet till detta är att lönsamheten står i direkt samband med den specifika innovationen, medan företagsvariablerna är avsedda att återspegla vissa karakteristika gällande innovationsverksamheten och företagets allmänna beteende.

#### **Klassificering av företag**

Det kan för vår analys vara värdefullt att klassificera företagen i olika användarkategorier allt efter hur tidigt de accepterat ZP-tekniken. Eftersom detta mått på innovationsbenägenheten är kontinuerligt, måste varje uppdelning i klasser innebära ett visst godtycke. Som Rogers ([1962], kapitel IV) visar har en mängd olika metoder (och rubriker) för kategorisering använts av olika forskare. Rogers framlägger själv en metod (s. 159 ff.) som baseras på antagandet att användarna är ungefär normalfördelade över tiden och där olika användarkategorier definieras av avståndet i multipler av standardavvikelsen från den genomsnittliga accepteringstidpunkten. Även om de svenska observationerna tycks vara normalfördelade i stort, är antalet företag i de olika urvalen för litet för att göra en diskussion om normalfördelning meningsfull.

Vi har valt att indela företagen i fyra kategorier. De första tre skils åt genom vissa tidsgränser, som valts ganska godtyckligt. Den första gruppen, tidiga användare, spänner över en tid av två och ett halvt år, medan majori-



Tabell 7. Antalet företag i olika användarkategorier

Användarkategori	T-intervall	Österrike	Tyskland	Italien	Sverige	Storbritannien	USA
Tidiga användare	1-29	–	–	–	5	2	6
Majoriteten	30-48	4	4	4	15	6	4
Sena användare	49-	3	6	13	6	3	4
Icke-användare	–	9	2	10	5	12	3
Totalt		16	12	27 <sup>a</sup>	31	23	17

<sup>a</sup> Av det totala antalet italienska företag i urvalet, enligt tabell 2, har två företag utelämnats. De har endast maskiner som installerats efter 1965.

Anm.: För definition av *T*-intervall se tabell 1.

tetsgruppen endast täcker ett och ett halvt år. Sena användare har introducerat ZP-tekniken mer än fyra år efter dess tillkomst.<sup>1</sup>

I vissa tabeller i den fortsatta analysen stämmer inte antalet företag i de olika kategorierna för olika länder med siffrorna i tabell 7. Detta beror på bristande information beträffande vissa variabler. För ovanstående företag finns data tillgängliga för somliga men inte nödvändigtvis för alla variabler.

#### Innovationsvariabler

Vår enda operationella innovationsvariabel är lönsamhetsvariabeln – återbetalningstiden. Denna finns emellertid tillgänglig endast för de europeiska länderna och inte för USA. Förhållandet mellan återbetalningstiden och tidpunkten för introducerandet kan studeras genom att beräkna den genomsnittliga återbetalningstiden för varje användarkategori. Brittiska, italienska och svenska data i tabell 8 tycks stödja vår lönsamhetshypotes ganska väl. *P*-variabeln tycks speciellt kunna skilja mellan användare och icke-användare. Data från Österrike och Tyskland är mer förbryllande men kan i viss mån förklaras av den stora effekt som extrema värden får när medeltalen baseras på så få observationer.

Tabell 8 ger ingen upplysning om fördelningen av *P*-variabeln för individuella företag. Genom att fördela de olika företagen efter deras *P*-värden längs en axel kan vi följa företagsfrekvensen i olika *P*-intervall. De vita staplarna i figur 5 visar antalet företag i varje *P*-klass som använde Z-pressar 1968. De mörka staplarna visar antalet icke-användare. För Sverige skiljer ettårsgränsen nästan helt mellan användare och icke-användare. Samtliga brittiska användare har återbetalningstider på mindre än ett och ett halvt år, men också mer än

<sup>1</sup> Tabellerna 8-14 är genomgående redigerade med denna klassindelning av företagen med avseende på accepteringstidpunkten för att möjliggöra jämförelser av olika oberoende variablers variation med accepteringstidpunkten. Detta medför att de oberoende variablerna i tabellerna oegentligt kommer att framstå som beroende.

Tabell 8. *Genomsnittlig återbetalningstid (år) för olika användarkategorier*

Användarkategori	Österrike	Tyskland	Italien	Sverige	Storbritannien	Totalt
Tidiga användare	–	–	–	0,5	0,2	0,4
Majoriteten	1,1 <sup>a</sup>	1,4	0,7	0,5	0,6	0,7
Sena användare	0,5	0,7	0,4	0,6	1,3	0,6
Icke-användare	0,6	(0,1) <sup>b</sup>	3,2	3,0	2,4	2,3

<sup>a</sup> Om ett extremt värde utelämnas, blir genomsnittet=0,2.

<sup>b</sup> Endast en observation.

hälften av icke-användarna har återbetalningstider på mindre än ett år. Återbetalningstiden tycks knappast ha något samband med införandet av Z-pressar bland österrikiska företag, medan man för Tyskland inte kan finna någon korrelation ens bland de företag som använder Z-pressar. I det italienska urvalet har samtliga användare – utom en – kortare återbetalningstider än ett år. Huruvida ett företag använder Z-pressar eller ej, tycks alltså hänga ganska nära samman med *P*-variabelns värde för de svenska och italienska företagen och i viss mån även för brittiska företag.

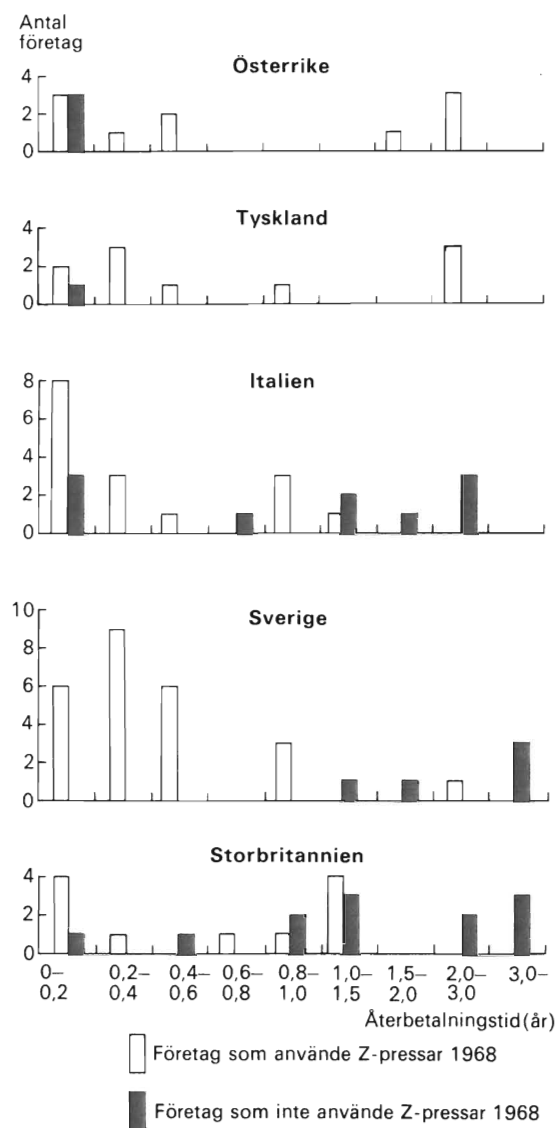
Ett annat utmärkande drag för histogrammet förtjänar uppmärksamhet. Antag att vi kunde ange en gräns för återbetalningstiden, under vilken vi förväntade oss att företagen använde Z-pressar och över vilken vi väntade oss att de inte använde Z-pressar. Vi skulle då kunna ange om företag »överanvände»<sup>2</sup> tekniken (använde den trots att de egentligen inte skulle förväntas göra det) eller om de var sena i användningen (inte använde Z-pressar trots att de förväntades göra det – »undertillämpning»)<sup>3</sup>. Genom intervjuer med företagsledare har vi erfarit, att det för så relativt små investeringar som Z-pressar, som närmast kan betraktas som förbättringar av existerande maskiner, ofta krävs en återbetalningstid av ett eller två år. Låt oss sätta gränsen för återbetalningstiden någonstans mellan ett och ett och ett halvt år.<sup>4</sup> Då har endast ett fåtal tyska företag »övertillämpat» ZP-tekniken, medan flera österrikiska, brittiska och italienska företag inte introducerat Z-pressar trots en relativt hög lönsamhet. Av detta kan vi också dra den slutsatsen att antalet potentiella ytterligare användare av ZP-tekniken är relativt högt i dessa tre sistnämnda länder jämfört med i Sverige.

<sup>2</sup> Begreppet »överanvändning» (overadoption) diskuteras av Rogers [1962], s. 142.

<sup>3</sup> Detta är naturligtvis en ganska teoretisk argumentering, som t. ex. förutsätter att vårt lönsamhetsmått tar hänsyn till alla relevanta aspekter på de relativa fördelarna med Z-pressar.

<sup>4</sup> För innovationer som innebär avsevärt högre investeringskostnader antas återbetalningstiderna vara längre (t. ex. en ny syrgasugn för ståltillverkning eller en tunnelugn inom tegelindustrin).

Figur 5. Antalet företag i olika återbetalningstidsintervall som använde Z-pressar



### Företagsvariabler

#### Finansiella resurser

En investering av given storlek betraktas normalt som en tyngre börda för ett litet företag än för ett stort. Omvänt kan stora företag antas ha bättre finansiella

Tabell 9. *Genomsnittlig självfinansieringsgrad och återbetalningstid för olika användarkategorier*

Användarkategori	Antal företag	Självfinansieringsgrad, %	Återbetalningstid, år
<i>Sverige</i>			
Tidiga användare	5	99	0,5
Majoriteten	12	79	0,5
Senare användare	6	70	0,6
Icke-användare	4	91	2,9
<i>Storbritannien</i>			
Användare	5	100	0,8
Icke-användare	5	71	1,5

la resurser i förhållande till en given investeringsmöjlighet än små företag. Storleksaspekten kommer emellertid inte att tas upp här, men den kommer att analyseras separat längre fram i detta kapitel.

Det finansiella begrepp vi studerat i denna undersökning är självfinansieringsgraden. Data beträffande denna variabel har varit ganska svåra att erhålla i vissa länder. Vår analys måste därför inskränka sig till Sverige och Storbritannien. För Sverige finns data tillgängliga för alla företag utom fem, i huvudsak små företag, och för Storbritannien saknas data för tio ganska små företag. Den genomsnittliga självfinansieringsgraden för olika användarkategorier framgår av tabell 9.

Bland de svenska företagen är den genomsnittliga självfinansieringsgraden högst för tidiga användare och avtar sedan för senare användare. Den jämförelsevis låga lönsamheten (lång återbetalningstid) för icke-användare kan förklara varför de förblivit icke-användare trots vissa disponibla finansiella resurser (hög självfinansieringsgrad). De ganska få brittiska observationerna ger också ett visst stöd åt vår hypotes att en hög självfinansieringsgrad gynnar introducerandet av en ny teknik. Återbetalningstiden är emellertid i genomsnitt också längre för icke-användare, vilket försvårar uttalanden om det primära orsakssambandet.

#### *Informationsresurser*

Informationsvariablerna är avsedda att mäta de resurser ett företag har för att skaffa sig och utvärdera information om ny teknik. Vi har analyserat vilken effekt dessa variabler har på tidpunkten för introducerandet av Z-pressar genom att beräkna det procentuella antalet företag i varje användarkategori som har utländsk integration (moderbolag eller dotterföretag utomlands, variabel *O*), avtal om utbyte av »know-how» (*K*), medlemskap i branschens

Tabell 10. Informationsresurser bland företagen i olika användarkategorier

Användarkategori	Antal företag	O	K	M	R	E
<i>Österrike</i>						
Majoriteten	4	0	25	50	50	0
Sena användare	3	33	37	67	67	38
Icke-användare	9	70	10	30	10	34
Totalt	16	47	24	41	29	35
<i>Tyskland</i>						
Majoriteten	4	25	25	75	25	2
Sena användare	6	50	33	50	50	3
Icke-användare	2	0	0	0	100	4
Totalt	12	33	25	50	50	3
<i>Italien</i>						
Majoriteten	4	50	0	75	50	4
Sena användare	13	0	23	46	23	4
Icke-användare	10	10	10	50	30	2
Totalt	27	11	15	52	30	3
<i>Sverige</i>						
Tidiga användare	5	20	40	100	60	67
Majoriteten	15	20	33	100	56	62
Sena användare	6	18	18	100	18	59
Icke-användare	5	0	0	80	40	31
Totalt	31	16	28	97	56	57
<i>Storbritannien</i>						
Tidiga användare	2	50	50	100	100	13
Majoriteten	6	50	67	100	100	8
Sena användare	3	33	0	100	0	2
Icke-användare	12	8	17	67	42	1
Totalt	23	26	30	83	57	4
<i>USA</i>						
Tidiga användare	6	- <sup>a</sup>	40	80	100	3
Majoriteten	4	- <sup>a</sup>	25	100	100	25
Sena användare	4	- <sup>a</sup>	50	100	75	24
Icke-användare	3	- <sup>a</sup>	40	100	100	2
Totalt	17	- <sup>a</sup>	40	93	94	15
<i>Samtliga länder</i>						
		$O_p^b \quad O_s^b$				
Tidiga användare	13	43	0	42	92	85
Majoriteten	37	18	9	32	89	64
Sena användare	35	16	3	29	69	35
Icke-användare	41	3	21	13	55	39
Totalt	126	14	11	26	72	50

<sup>a</sup> Inga data tillgängliga.

<sup>b</sup>  $O_p$ =moderbolag för utländska dotterbolag.  $O_s$ =dotterbolag till utländskt moderbolag.

forskningsorganisation ( $M$ ) och FoU-verksamhet inom företaget ( $R$ ) samt vidare för samtliga företag i varje kategori den genomsnittliga exportandelen ( $E$ ) i procent av produktionen. Resultatet av denna analys visas i tabell 10. På grund av de relativt få observationerna i vissa kategorier blir avvikelserna runt medelvärdet ganska stora. Några tendenser kan emellertid skönjas.

Våra hypoteser gör att vi väntar oss relativt höga procenttal för samtliga variabler för de tidiga användarna och låga siffror för icke-användarna. Vi kan finna en sådan tendens för vissa variabler för Sverige och Storbritannien. För de övriga länderna är bilden mer oklar. Vi kan vidare se att skillnaden mellan tidiga användare och majoritetsgruppen är ganska liten. Skillnaden mellan användarkategorierna och icke-användare är relativt tydlig i  $O$ -variabeln (utom för Österrike) och  $K$ -variabeln (utom för USA).

$M$ -variabeln uppvisar stora skillnader mellan länderna. I Sverige, Storbritannien och USA är nästan alla företag medlemmar av branschens forskningsorganisation, medan detta är mycket ovanligare i de tre övriga länderna.  $M$ -variabeln är således antagligen lämpligare för att förklara skillnader i spridning mellan länderna än mellan företag i samma land. Detsamma kan sägas om exportvariabeln ( $E$ ). Österrike och Sverige är stora pappersexportörer i jämförelse med de övriga fyra länderna. Vad FoU-variabeln ( $R$ ) beträffar, ägnar sig de amerikanska företagen oftare åt FoU-verksamhet än företag i de övriga länderna.

Variabeln för utländsk integration ( $O$ ) utgörs av två element – ett företag kan vara antingen moderbolag för utländska dotterbolag eller dotterbolag till ett utländskt moderbolag. Vi antog från början att båda dessa fall skulle innebära ökade möjligheter att erhålla teknisk information. Den kombinerade  $O$ -variabeln ger knappast något stöd åt detta antagande. Om vi delar upp den i två variabler –  $O_p$ : moderbolag för utländska dotterbolag och  $O_s$ : dotterbolag till ett utländskt moderbolag – ser vi att de österrikiska och italienska siffrorna hänförs till  $O_s$ -variabeln, medan alla svenska och brittiska siffror hänförs till  $O_p$ -variabeln. Vi lägger då märke till att 7 av 10 österrikiska icke-användare men endast 1 av 7 användare är dotterbolag till utländska moderbolag. I Storbritannien har 5 av 11 användare men endast 1 av 12 icke-användare dotterföretag i andra länder. Det verkar således som om det fanns en positiv korrelation mellan introducerandet av Z-pressar och förekomsten av utländska dotterbolag men en negativ korrelation, då man har moderbolaget utomlands. Detta framgår tydligast när siffrorna för samtliga länder summeras.

*Förklaring till tabell 10:*

$O$ =Procentuellt antal företag med utländsk integration,  
 $K$ =Procentuellt antal företag med avtal om utbyte av 'know-how',  
 $M$ =Procentuellt antal företag med medlemskap i branschens forskningsorganisation,  
 $R$ =Procentuellt antal företag med FoU-verksamhet inom företaget,  
 $E$ =Genomsnittlig exportandel i procent.

Tabell 11. Effekten av verkligt beteende på introducerandet av Z-pressar. Medeltal för B-variabeln för olika användarkategorier

Användarkategori	Österrike	Tyskland	Italien	Sverige	Storbritannien	USA <sup>a</sup>	Totalt
Tidiga användare	– <sup>b</sup>	– <sup>b</sup>	– <sup>b</sup>	10	12	12	10
Majoriteten	5	8	9	9	12	– <sup>b</sup>	9
Senare användare	4	7	8	6	8	10	7
Icke-användare	5	5	4	2	9	8	6

<sup>a</sup> Siffrorna baseras på endast fem företag.

<sup>b</sup> Inget företag i denna kategori med B-värde tillgängligt.

*Anm.:* Ett företag får 4 poäng som tidig användare av någon av de fyra tekniska processerna, 3 poäng som sen användare, 2 poäng om tekniken testats, 1 poäng om intresse föreligger och 0 poäng om intresse saknas. Maximivärdet för B-variabeln blir alltså =  $4 \times 4 = 16$ . För definition av B-variabeln se tabell 1.

Sammanställning av data från samtliga länder ger oss ett större antal observationer. Analys av hela materialet ger resultat som stämmer bättre överens med våra hypoteser och antaganden än resultaten av separata analyser för individuella länder. Ett skäl till detta kan emellertid vara att en sådan sammanlagring av data också medför så kallade skiktningseffekter, om det förekommer strukturella skillnader mellan länderna (t. ex. i *M*- och *E*-variablerna).

#### Attitydvariabler

Företagsledares och teknikers attityder antas ha ett avgörande inflytande på introducerandet av ny teknik. Attityderna påverkar bedömningen av risker och osäkerhetsmoment och därmed företagsledningens uppfattning om den relativa fördelen med en ny teknik. Attityderna påverkar också hur stora ansträngningar som ägnas sökandet efter information.

Vi frågade företagen om deras attityder gentemot ny teknik. Vi är dock helt medvetna om svårigheterna att tolka svaren. För att få ett direkt mått på företagens *verkliga beteende* då det gäller ny teknik definierade vi B-variabeln (se tabell 1, s. 27). Vi beräknade korrelationen mellan *uppgivna attityder* och verkligt beteende för de sex länderna. För både Österrike och Tyskland fick vi negativa värden för korrelationskoefficienten. För Italien och Sverige fick vi positiva men ganska låga värden. Endast i data för Storbritannien kunde vi upptäcka ett positivt samband med ett jämförelsevis högt värde för korrelationskoefficienten ( $R^2=0,40$ ). Av dessa analyser slöt vi oss till att företagens uppgivna attityder antagligen utgör ganska opålitliga mått på deras verkliga attityder.

För Sverige och Storbritannien hade vi också en annan möjlighet att bedöma företagsattitydernas validitet. En industriexpert i vart och ett av länderna

Tabell 12. Effekten av tillväxttakten på introducerandet av Z-pressar. Medeltal för *G*-variabeln för olika användarkategorier

Användarkategori	Österrike	Tyskland	Italien	Sverige	Storbritannien	Fem europeiska länder	USA <sup>a</sup>
Tidiga användare	–	–	–	134	145	137	161
Majoriteten	166	132	122	141	124	137	123
Sena användare	130	156	134	128	109	134	143
Icke-användare	134	99	128	113	134	127	111
Alla företag	140	138	129	133	128	133	135

<sup>a</sup> Siffrorna hänför sig till den totala produktionstillväxten och omfattar således maskiner som byggts eller tagits ur produktionen mellan 1962 och 1968.

Anm.: För definition av *G*-variabeln se tabell 1.

gjorde upp en rangordningslista över företagen efter innovationsintresse. För båda länderna var korrelationen mellan expertens uppfattning och företagets verkliga beteende avsevärt högre än korrelationen med företagets uppgivna attityder. Detta stöder vår slutsats ovan, att *B*-variabeln antagligen utgör ett bättre mått på företagets attityder än de attityder de själva uppgivit. Genomsnittliga *B*-värden för olika användarkategorier i de sex länderna visas i tabell 11.

Data i tabellen ger ett visst stöd åt våra antaganden om ett positivt samband mellan *B*-variabeln och tidpunkten för ZP-introducerandet. Som vi såg när vi granskade informationsvariablerna är skillnaderna mellan tidiga användare och majoritetsgruppen relativt små. Huvudgränsen går mellan majoriteten och sena användare, åtminstone för Sverige, Storbritannien och USA. De stora skillnaderna i de genomsnittliga *B*-värdena för länderna kan delvis förklaras av skillnader i urvalen. I länder, där stora företag är överrepresenterade, kan man förutsätta ett högre genomsnittligt *B*-värde än för hela populationen. Detta kan vara ett skäl till de höga *B*-värdena för Storbritannien och USA.

Den andra variabel, som antas ange en gynnsam attityd gentemot innovationer, är tillväxttakten för produktionen från pappersmaskiner (i drift både 1962 och 1968). Dessa produktionsökningar för individuella maskiner har i huvudsak orsakats av tekniska förbättringar. Genomsnittliga tillväxtindex för olika användarkategorier visas i tabell 12.

Tabellen ger endast delvis stöd åt våra hypoteser. Kolumnen för de europeiska länderna sammantagna visar siffror, som minskar ganska litet för senare kategorier. Medeltalen för de olika länderna (sista raden) ligger överraskande nära varandra. Produktionen från de individuella maskinerna har under en sexårsperiod ökat med 30–40 %, vilket innebär ca 4–5 % per år.



Tabell 13. *Effekten av vinsten på introducerandet av Z-pressar. Medeltal för F-variabeln för olika användarkategorier*

Land	Tidiga användare	Majoriteten	Sena användare	Icke-användare	Totalt
Sverige	13,2	13,1	13,5	10,5	12,8
Storbritannien	13,5	13		11,7	12,7

Anm.: För definition av F-variabeln se tabell 1.

### *Vinst och företagsstorlek*

Företagens vinst och deras storlek är två variabler som inte direkt passar in i vår modell som oberoende variabler. Vinsten, definierad som genomsnittlig årlig bruttovinst i procent av omsättningen 1960–1967, finns tillgänglig endast för de flesta svenska företag och några brittiska. Medeltalet för olika kategorier visas i tabell 13.

Tabellen visar att icke-användare tycks ha haft avsevärt lägre vinster än användare. Siffrorna för Sverige och Storbritannien är anmärkningsvärt lika.

Vi har flera gånger i detta kapitel diskuterat företagsstorleken och dess inverkan på hur snabbt Z-pressar introduceras, inte därför att storleken betraktas som en oberoende variabel i sig själv, utan därför att flera av våra variabler tycks stå i samband med företagsstorleken, t.ex. återbetalningsvariabeln och de företagsvariabler som uttrycker resurser. I debatten om teknologiskt framåtskridande har man ofta ägnat intresse åt i vilken mån stora företag är mer innovativa än små. Vi har därför skäl för en ingående studie av sambandet mellan företagets storlek och övergången till Z-pressar.

I tabell 14 har vi beräknat medelstorleken av företag i olika användarkategorier. Två storleksmått har använts. Antalet anställda är avsett att illustrera storleken av företaget som organisation och har antagligen ett visst samband med t.ex. resursvariablerna. Det andra storleksmåtten, produktionsvolymen, står snarare i relation till Z-pressarnas lönsamhet.

Antalet anställda är uppenbarligen korrelerat med tidpunkten för ZP-installationerna, åtminstone vad Sverige och Storbritannien beträffar. Som vi lade märke till när vi analyserade informationsvariablerna (s. 45), föreligger de största skillnaderna mellan de två första och de två sista kategorierna. I Österrike, Tyskland och Italien finner vi att de sena användarna i allmänhet är större än majoritetsgruppen, medan icke-användarna är minst, utom då det gäller Tyskland. Att de brittiska tidiga användarna har så stor företagsstorlek beror på att många av dem är koncerner, som det inte varit möjligt att uppdelning i individuella företag.

Det andra storleksbegreppet, produktionen, tycks variera starkare än selsättningen med tidpunkten för introduktionen. För fyra länder sjunker

Tabell 14. *Genomsnittlig företagsstorlek – antal anställda och produktion av papper och kartong 1966 – för olika användarkategorier*

Användarkategori	Antal företag	Genomsnittligt antal anställda	Genomsnittlig produktion 1 000 ton	Genomsnittlig produktion ton per anställd
<i>Österrike</i>				
Majoriteten	4	886	61	
Sena användare	3	1 002	47	
Icke-användare	8	721	20	
Totalt	15	821	36	44
<i>Tyskland</i>				
Majoriteten	4	377	44	
Sena användare	6	1 726	162	
Icke-användare	2	1 132	71	
Totalt	12	1 177	107	91
<i>Italien</i>				
Majoriteten	4	386	32	
Sena användare	13	667	21	
Icke-användare	10	174	18	
Totalt	27	298	20	67
<i>Sverige</i>				
Tidiga användare	5	1 430	72	
Majoriteten	15	1 189	133	
Sena användare	6	620	67	
Icke-användare	5	252	13	
Totalt	31	966	91	94
<i>Storbritannien</i>				
Tidiga användare	2	4 958	300	
Majoriteten	6	3 688	147	
Sena användare	3	731	37	
Icke-användare	12	628	17	
Totalt	23	1 816	81	45
<i>USA</i>				
Tidiga användare	5	2 558	569	
Majoriteten	4	1 617	497	
Sena användare	3	2 440	273	
Icke-användare	2	1 793	86	
Totalt	14	2 127	416	196
<i>Samtliga länder</i>				
Tidiga användare	12	2 485	317	
Majoriteten	37	1 421	145	
Sena användare	34	922	80	
Icke-användare	39	554	23	
Totalt	122	1 094	105	96

medeltalen för senare användarkategorier. I Tyskland och Sverige har de tidiga användarna emellertid avsevärt mindre produktionsvolym. I Sverige har de dock samtidigt större genomsnittligt antal sysselsatta än övriga användarkategorier, vilket förklaras av att de tillverkar papper av hög kvalitet, vilket kräver större arbetskraftsinsats. Beräkningarna för materialet i dess helhet understryker att det finns ett påtagligt samband mellan företagsstorleken och tidpunkten för introducerandet.

## Ekonometrisk analys

Vi avslutar kapitel 5 med att testa några av våra hypoteser i en ekonometrisk modell. Detta ger oss en möjlighet att jämföra våra resultat med Mansfields ([1968], kapitel 8) i hans undersökning av spridningen av fjorton innovationer i fyra branscher i USA.

### Variabler, observationer, modell och hypoteser

Den beroende variabeln – tidpunkten för den första introduktionen av Z-pressar i ett företag – är naturligtvis endast tillgänglig för de företag som introducerat tekniken. För att även inkludera icke-användare i våra beräkningar har vi fastställt fiktiva  $T$ -värden och antagit början av 1975 som en hypotetisk tidpunkt för ZP-installation i dessa företag.  $T$ -variabeln har här inte mätts med antalet månader från januari 1963 utan med antalet kvartal från första kvartalet 1963.

De relativt få observationerna kräver att antalet variabler i den ekonometriska modellen är begränsat. Vi har valt fyra oberoende variabler. Den första är lönsamhetsvariabeln ( $P$ ). Eftersom finansiella och ekonomiska data endast finns tillgängliga för mycket få företag har  $C$ - och  $F$ -variablerna utelämnats. Företagsstorleken ( $S$ ) har valts att representera många andra variabler. Som representant för variablerna för informationsresurser har använts tidpunkten (året) för den första kännedomen ( $W$ ).

Som framgick av tabell 10 är exportvariabeln ( $E$ ) i huvudsak en ländervariabel och därför mindre användbar för jämförelser mellan företag. Bland attitydvariablerna har vi valt  $B$ -variabeln (verkligt beteende).

Eftersom vi saknar uppgifter om  $P$ -variabeln för de amerikanska företagen, kan dessa ej medtas i analysen. Totala antalet företag, för vilka vi har data för alla valda variabler, utgör 103, med följande fördelning bland de europeiska länderna:

Österrike	11
Tyskland	11
Italien	27
Sverige	31
Storbritannien	23

Beräkningarna görs på företagsdata i följande fyra grupper:

I Sverige	31
II Storbritannien	23
III Italien	27
IV Alla fem länderna	103

Beräkningar görs inte individuellt för Tyskland och Österrike på grund av det ringa antalet observationer.

Vi bör slutligen diskutera modellens matematiska formulering. Vi har liksom tidigare Mansfield [1968] valt en multiplikativ modell. Mansfields motiv för att välja denna form var att »effekten på  $T$  av var och en av de exogena variablerna sannolikt beror på de övrigas nivå. Skillnader i företagsstorlek kan t. ex. väntas ha mindre effekt, om en innovation är extremt vinstgivande än om den är mindre lönsam» (Mansfield [1968], s. 158).

Den multiplikativa modellen kan skrivas

$$T = A' \cdot P^{a_1} \cdot S^{a_2} \cdot B^{a_3} \cdot W^{a_4} \cdot a'_a \quad (1)$$

och kan omvandlas till additiv form genom logaritmering:

$$\ln T = A + a_1 \cdot \ln P + a_2 \cdot \ln S + a_3 \cdot \ln B + a_4 \cdot \ln W + a_a \quad (2)$$

där  $A$  är en konstant,  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  och  $a_4$  är regressionskoefficienter och  $a_a$  är en slumpmässig variabel.

Med ledning av diskussionen i kapitel 2 kan vi formulera följande hypoteser:

(1) Eftersom det operationella lönsamhetsmättet  $P$  (återbetalningstiden) står i omvänt förhållande till investeringens lönsamhet, väntas tecknet för  $a_1$  vara positivt.

(2) Eftersom större företag väntas införa ny teknik före mindre företag, väntas tecknet för  $a_2$  vara negativt.

(3) Eftersom en allmänt positiv attityd till ny teknik medför snabbt införande, väntas tecknet för  $a_3$  vara negativt.

(4) Eftersom sämre informationsresurser väntas fördröja införandet av ny teknik, väntas tecknet för  $a_4$  vara positivt.

### Resultat

Vi använde ett standardprogram för stegvis multipel regressionsanalys<sup>5</sup>, som medgav stegvis addition av variabler till regressionsekvationen. Beräkningen började med  $P$  som den enda beroende variabeln, varefter  $S$ ,  $B$  och  $W$  addera-

<sup>5</sup> Programmet kallas BMD02R.

des successivt, så att det fjärde steget innehöll alla fyra variablerna. För varje företagsgrupp fick vi således fyra beräkningar av  $a_1$ , tre av  $a_2$ , två av  $a_3$  och en av  $a_4$ . Totala antalet ekvationer blev sexton.

De erhållna koefficienterna visas i tabell 15. De fyra koefficientblocken representerar beräkningarna för var sin grupp av observationer. Till höger anges  $R^2$  (korrelationskoefficienten).

Talen inom parentes är  $t$ -värden.

Resultaten för grupp I (Sverige) visar att  $P$ ,  $S$  och  $B$  har en viss inverkan på tidpunkten för introducerandet av  $Z$ -pressar (koefficienterna är signifikanta på 10%-nivån).  $W$ -variabeln tycks däremot vara av mindre betydelse. För de brittiska observationerna (grupp II) har betydelsen av  $P$ - och  $S$ -koefficienterna bestyrkts (båda signifikanta på 5%-nivån). Här är både  $B$ - och  $W$ -variablerna av mer begränsad betydelse. Vad som förvånar är det positiva tecknet för koefficienten för  $B$ -variabeln.

De italienska beräkningarna visar en sämre korrelation. Jämfört med brittiska och svenska data är koefficienten för  $P$  ganska låg i Italien, medan signifikansen för  $B$ -variabelns inverkan tycks vara större. Beräkningarna för grupp IV (samtliga länder) visar att variablerna har en viss betydelse.  $R^2$ -värdena är emellertid avsevärt lägre, vilket är helt naturligt, eftersom sammanslagningen av grupperna infört nationsskillnader till vilka inga hänsyn tagits i modellen. I vissa fall kan dessa sammanslagningseffekter ändra koefficienten och dess signifikans, men denna förändring beror ofta endast av vissa institutionella skillnader mellan länderna utöver dem som står i samband med de explicita variablerna.

Vi har också försökt göra beräkningar för en additiv modell. Denna modells förklaringsvärde är emellertid lägre än den multiplikativa modellens.

Mansfield använde också investeringens lönsamhet och företagets storlek som variabler i sin modell (Mansfield [1968], s. 161). Mansfields beräkningar av koefficienten för  $P$ -variabeln gav mycket skilda resultat för olika innovationer och därför skulle en jämförelse med hans resultat sakna mening. Effekterna på företagets storlek är lättare att jämföra. Mansfield uppskattade  $S$ -variabelns koefficient till  $-0,4$  (i en modell med endast  $P$  och  $S$  som oberoende variabler). Våra beräkningar, enligt  $S$ -kolumnen i tabellen, ligger vid ca  $-0,33$  för Sverige och Storbritannien, vilket är en aning under Mansfields resultat.

Vi kan till slut notera, att speciellt  $P$ - och  $S$ -variablerna tycks ha haft en signifikant effekt på introducerandet av  $Z$ -pressar, vilket också överensstämmer med vad vi kommit fram till på s. 44–48. Även  $B$ - och  $W$ -variablerna har visat sig ha ett visst förklaringsvärde.

Våra rön vad  $P$ - och  $S$ -variablerna beträffar stämmer ganska väl överens med Mansfields resultat. Till skillnad från honom kunde vi emellertid beräkna parametrarna i vår modell för olika länder eller grupper av länder. Vi fann

Tabell 15. *P*-, *S*-, *B*- och *I*-variablernas effekter på introducerandet av *Z*-pressar i företagen

Beräknings- grupp	Ekva- tion nr	Kon- stant	Koefficienter för				R <sup>2</sup>
			<i>P</i>	<i>S</i>	<i>B</i>	<i>W</i>	
I. Sverige  <i>n</i> =31	(1)	2,999	0,468 (4,407)				0,401
	(2)	5,104	0,311 (2,735)	-0,339 (2,638)			0,520
	(3)	4,7646	0,258 (2,266)	-0,202 (1,371)	-0,327 (1,732)		0,568
	(4)	3,724	0,229 (1,873)	-0,190 (1,271)	-0,321 (1,681)	0,383 (0,708)	0,576
II. Storbritannien  <i>n</i> =23	(1)	3,241	0,501 (3,502)				0,369
	(2)	5,441	0,356 (2,743)	-0,333 (3,063)			0,570
	(3)	4,914	0,404 (2,863)	-0,358 (3,173)	0,317 (0,890)		0,588
	(4)	2,107	0,404 (2,834)	-0,339 (2,908)	0,516 (1,173)	0,875 (0,785)	0,601
III. Italien  <i>n</i> =27	(1)	3,405	0,110 (1,672)				0,101
	(2)	4,116	0,046 (0,605)	-0,147 (1,615)			0,189
	(3)	4,647	0,022 (0,334)	-0,087 (1,055)	-0,486 (2,842)		0,400
	(4)	4,329	0,021 (0,312)	-0,084 (0,950)	-0,480 (2,596)	0,106 (0,120)	0,400
IV. Alla länder  <i>n</i> =103	(1)	3,202	0,244 (4,324)				0,156
	(2)	4,482	0,165 (2,926)	-0,215 (3,946)			0,270
	(3)	4,634	0,151 (2,703)	-0,181 (3,210)	-0,197 (1,895)		0,296
	(4)	1,428	0,145 (2,678)	-0,112 (1,890)	-0,153 (1,511)	1,045 (2,953)	0,353

Anm.: Talen inom parentes är *t*-värden. Vid enkelsidigt test innebär  $t > 1,7$  signifikans på 5%-nivån och  $t > 1,3$  signifikans på 10%-nivån. För definition av de olika variablerna se tabell 1.

också att en effekt av sammanställning av observationer kan vara att en variabel får ett mer signifikant värde än om beräkningen görs för endast ett land men att samtidigt förklaringsvärdet kan sjunka. Förklaringen till detta kan vara skiktningseffekter. Internationella modeller kräver därför också variabler för differenser länderna emellan. Dessa frågor diskuteras vidare i kapitel 7.

## Spridningen av ZP-tekniken inom företagen

I föregående kapitel ägnade vi oss enbart åt en analys av det första accepterandet av Z-pressar i företag. Den vidare spridningen inom företagen kan betraktas som ett ytterligare steg i antagningsprocessen. Detta steg är emellertid ganska vagt definierat och kan sträcka sig från den andra ZP-installationen till fullt utnyttjande av tekniken i alla pappersmaskiner i alla anläggningar. Eftersom företagsbegreppet definierats att omfatta separata anläggningar, men inte dotterföretag, anser vi det vara värdefullt att också analysera den vidare spridningen inom företagen. Först skall vi dock visa spridningskurvorna för Z-pressar, beräknade för företag, anläggningar och maskiner.

### Spridningen av Z-pressar bland företag, anläggningar och pappersmaskiner i urvalen

Antalet företag, anläggningar och pappersmaskiner (Fourdrinier- och kombinerade maskiner) i de sex länderna visas i tabell 16. I Österrike och Italien har de flesta företagen endast en fabriksanläggning. I de övriga europeiska länderna är medeltalet anläggningar per företag högre, nästan två i Tyskland och Storbritannien. Antalet pappersmaskiner per anläggning är lägst i Italien, mindre än två, och högst i Storbritannien, där varje anläggning i medeltal har nästan fyra maskiner. Ju högre förhållandet mellan anläggningar och företag respektive mellan maskiner och anläggningar är, desto intressantare blir uppdelningen av aggregerade företagsdata på grund av det ökade antalet observationer. Vi har inga data för de individuella anläggningarna i USA. De följande sidorna gäller således i första hand Europa.

Kurvorna i figur 6 visar spridningen i de fem länderna för företag (*C*), anläggningar (*P*) och pappersmaskiner (*M*) med Z-pressar. Den relativa spridningen på anläggningsnivå är i alla länder mindre än på företagsnivå, vilket tyder på att företag först använder den nya tekniken i en av sina anläggningar och därefter, senare, använder den på maskiner i andra anläggningar. Det är naturligtvis precis vad man kunde vänta sig. Detsamma kan sägas om den relativa spridningen på maskinnivå jämfört med anläggningsnivå.



Tabell 16. Antal företag, anläggningar och pappersmaskiner (Fourdrinier- och kombinerade maskiner) i urvalen

	Öster- rike	Tysk- land	Ita- lien	Sve- rige	Stor- britan- nien	USA	Totalt
Företag	16	12	29	31	23	17	128
Anläggningar	19	23	31	43	41	— <sup>a</sup>	157
Maskiner	51	50	55	110	147	163	576

<sup>a</sup> Information om antalet anläggningar inom de amerikanska företagen ej tillgänglig.

### Spridningen av Z-pressar bland anläggningar

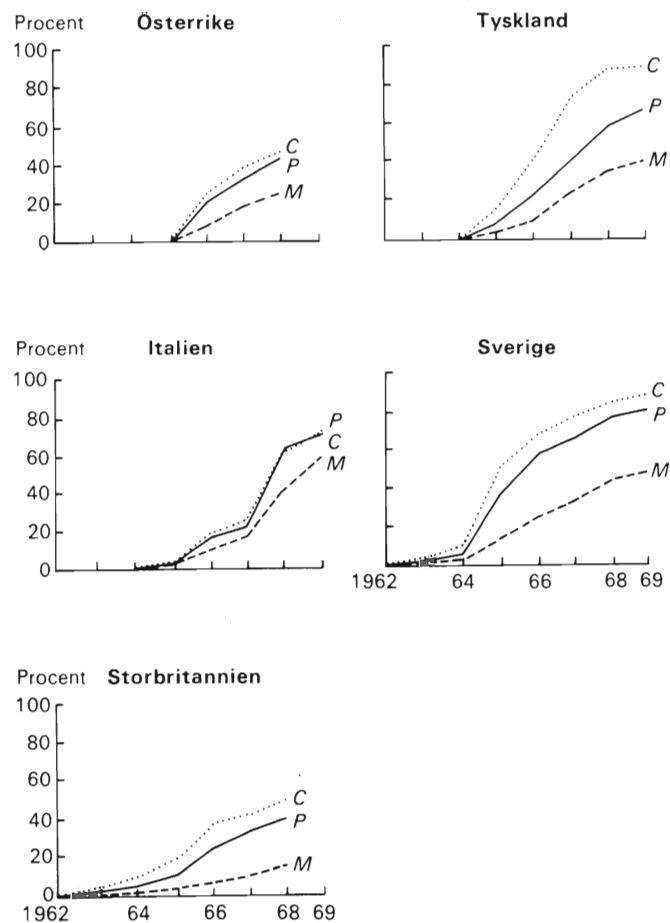
Vi har valt att definiera beslutsenheten som det juridiska företaget, vilket innebär att alla anläggningar inom ett företag inkluderas, medan dotterföretag behandlas som separata enheter.<sup>1</sup> Anläggningarna är dock ofta i hög grad självständiga beslutsenheter då det gäller översyn och modernisering av deras produktionsutrustning, åtminstone vad beträffar initiativ och förslag. Vidare är anläggningen en mera homogen enhet än företaget, som ofta inte bara utgörs av flera anläggningar inom en bransch utan också av tillverknings- och administrationsenheter inom andra branscher. Dessa skäl motiverar en kortfattad analys av spridningen på anläggningsnivå enbart för jämförelse med våra rön i kapitel 5 beträffande orsakerna till spridningen på företagsnivå.

#### Grafisk framställning av ZP-spridningen på anläggningsnivå

Figur 6 visade bl. a. de faktiska spridningskurvorna på anläggningsnivå ( $P$ ). Dessa kurvor berättar dock mycket litet om i vilken takt ett företag inför ZP-tekniken i andra anläggningar inom företaget, sedan man en gång accepterat tekniken. Det är emellertid möjligt att konstruera två andra kurvor, som visar övre och nedre gränser för  $P$ -kurvan, med spridningen given på företagsnivå. Den nedre kurvan,  $P_{\min}$ , visar hur spridningen skulle ha varit om varje företag endast använt Z-pressar i en av sina anläggningar. Den övre kurvan,  $P_{\max}$ , visar spridningen om varje företag hade infört Z-pressar i alla sina anläggningar samtidigt med att man för första gången accepterade tekniken. Dessa tre kurvor,  $P$ ,  $P_{\min}$  och  $P_{\max}$ , visas i figur 7. I början är  $P$  och  $P_{\min}$  identiska, men efter några år börjar en del av företagen att införa tekniken i en andra och en tredje anläggning osv.  $P$ -kurvan börjar således att avvika från  $P_{\min}$ . Det skuggade området mellan dessa kurvor illustrerar ZP-spridningen inom företagen till olika anläggningar. När t. ex.  $P$ -kurvan för Italien berör

<sup>1</sup> Motiven för denna definition diskuteras i kapitel 3.

Figur 6. Andelen företag, anläggningar och pappersmaskiner (Fourdrinier- och kombinerade maskiner) med Z-pressar



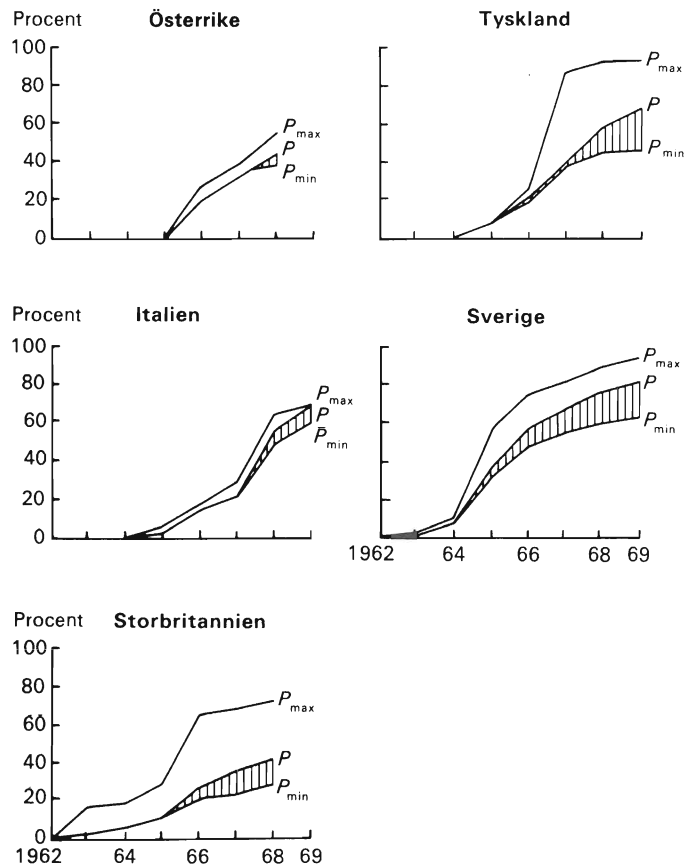
C=Procentuellt antal företag som använder Z-pressar.  
 P=Procentuellt antal anläggningar som använder Z-pressar.  
 M=Procentuellt antal maskiner utrustade med Z-pressar.

$P_{max}$ -kurvan innebär detta, att alla anläggningar i de italienska företag som använder Z-pressar har utrustats med Z-pressar.<sup>2</sup>

Avståndet mellan  $P_{min}$ - och  $P_{max}$ -kurvorna ger en antydning om antalet anläggningar jämfört med antalet företag. I Österrike och Italien är skillnaden ganska obetydlig, men avsevärt större i Tyskland och Storbritannien. Det tog två till tre år från den första introduktionen av ZP-tekniken i varje land tills

<sup>2</sup> I det italienska materialet tycks anläggningar utan Z-pressar inom företag som introducerat Z-pressar ha utelämnats.

Figur 7. Faktisk, minimi- och maximispridning av Z-pressar på anläggningsnivå



$P_{max}$  Procentuellt antal anläggningar inom de företag som använder Z-pressar.  
 $P$  Procentuellt antal anläggningar som faktiskt använder Z-pressar.  
 $P_{min}$  Procentuellt antal anläggningar om endast en anläggning inom varje företag som använder Z-pressar var utrustad med Z-pressar.

den interna företagspridningen bland anläggningar började. Denna tid är kortast i Tyskland och längst i Italien och Storbritannien. Eftersom vi har det största antalet observationer för Sverige och Storbritannien, kan det vara intressant med några kommentarer till en jämförelse mellan dessa båda länder. Det första introducerandet av Z-pressar ägde rum samma år, 1963. Redan från början började stora företag med ett flertal pappersfabriker använda Z-pressar, vilket framgår av den snabba stigningen i  $P_{max}$ -kurvan. Den företagsinterna spridningen till anläggningar började tidigare i Sverige och hade 1968 nått ca 70% av den maximala interna spridningen. För Storbritannien var denna siffra för 1968 endast 30%. 1968 tillhörde 86% av de svenska anlägg-

ningarna företag som använde Z-pressar ( $P_{\max}$ -värdet). Denna siffra var 68 % för Storbritannien. Dessa procenttal uppvisar mindre skillnader än de faktiska P-värdena.

### Lönsamhetens inverkan på spridningen till anläggningar

Analysen av spridningen på anläggningsnivå kan göras ur två synvinklar. Å ena sidan kan anläggningarna betraktas som separata enheter med bortseende från varje samband med företagens övriga delar. Å andra sidan kan analysen syfta till att förklara hur snabbt den företagsinterna spridningen går och vilka faktorer som styr den. Den spridning som diskuterades i föregående avsnitt betraktades ur denna senare synvinkel. Vi skall också börja denna analys av orsakerna till spridningen från denna synpunkt. Här står vi emellertid inför det problemet att vi har ett begränsat antal observationer till hands, dvs. ganska få företag har mer än en pappersanläggning (åtminstone med Fourdrinier- eller kombinerade maskiner). Vi måste därför inskränka vår analys till Sverige och Storbritannien, där antalet företag med mer än en anläggning är 8 respektive 6.

I vilken utsträckning introducerade företag med ett flertal anläggningar i första hand Z-pressar i den anläggning som hade det mest gynnsamma lönsamhetsmättet (beräknat på pappersmaskinen med den kortaste återbetalningstiden i varje anläggning)? Alla de 8 svenska företagen använde Z-pressar. Av dessa införde 4 företag först Z-pressar i anläggningen med den kortaste återbetalningstiden. Av de 6 brittiska företagen använde 5 Z-pressar, och inget av dessa införde sin första Z-press i »den mest lönsamma» anläggningen. Det fortsatta introducerandet av Z-pressar i företagen visar också klara skillnader mellan Sverige och Storbritannien. Medan nästan alla svenska anläggningar med återbetalningstider på mindre än ett år hade infört Z-pressar, användes Z-pressar bara inom 4 brittiska anläggningar av 16 med så korta återbetalningstider. Det begränsade antalet observationer tillåter emellertid inte mera ingående analyser.

Eftersom vi i frågeformulären inte direkt begärde data för individuella anläggningar, måste vår analys i detta avsnitt baseras på ganska knapphändiga informationer. Men eftersom lönsamhetsberäkningarna gjorts för varje pappersmaskin, kan analysen av effekten på lönsamheten utan svårigheter utföras på anläggningsnivå.

Vi såg i kapitel 5 att lönsamheten ( $P$ -variabeln) endast i viss utsträckning kunde förklara tidpunkten för införandet av Z-pressar på företagsnivå (se t. ex. tabellerna 8 och 15). Skulle  $P$ -variabelns förklaringsvärde förbättras om analysen utfördes på anläggningsnivå? För att besvara denna fråga uppdelar vi först anläggningarna i olika användarkategorier med ledning av tidpunkten då de utrustades med Z-pressar. Antalet anläggningar i varje kategori i länderna framgår av tabell 17.

Tabell 17. *Antalet anläggningar i olika användarkategorier*

Kategori	T-intervall	Österrike	Tyskland	Italien	Sverige	Storbritannien
Tidiga användare	1–29	–	–	–	6	2
Majoriteten	30–48	4	5	4	18	8
Sena användare	49–	4	9	16	9	6
Icke-användare	–	11	9	11	10	25
Totalt		19	23	31	43	41

Anm.: För definition av *T*-intervall se tabell 1.

De genomsnittliga återbetalningstiderna för olika användarkategorier visas i tabell 18. Sverige och Storbritannien skiljer sig avsevärt från de övriga tre länderna vad *P*-variabelns diskriminerande effekt beträffar, även om mönstret inte är identiskt i de båda länderna. I Sverige skils användare och icke-användare åt genom olika värden på *P*-variabeln, medan skillnaderna mellan användarkategorierna är små. I Storbritannien tycks emellertid de tidiga användarna ha en definitivt kortare återbetalningstid än övriga kategorier. Mönstret i de övriga tre länderna visar inte någon tydlig tendens.

*P*-värdet för användare och icke-användare kan nu jämföras på anläggnings- och företagsnivå (se tabell 18 respektive tabell 8). Den mycket tydliga skillnad som vi fann mellan användare och icke-användare på företagsnivå har avsevärt reducerats på anläggningsnivå. Uppenbarligen var det inte de anläggningar som hade de lägsta *P*-värdena inom sina företag som först utrustades med *Z*-pressar.

#### Effekten av företagskaraktistika

Företagsvariablerna är avsedda att karakterisera företagen. De flesta av dessa variabler insamlades endast för företag, men två av dem – *B*-(beteende) och storleksvariabeln(-variablerna) – finns också tillgängliga på anläggningsnivå, men endast för Sverige och Storbritannien.

Tabell 18. *Genomsnittlig återbetalningstid (år) på anläggningsnivå för olika användarkategorier*

Användarkategori	Österrike	Tyskland	Italien	Sverige	Storbritannien
Tidiga användare	–	–	–	0,5	0,4
Majoriteten	1,1	1,2	0,5	0,5	1,7
Sena användare	0,5	0,7	0,7	0,7	1,3
Icke-användare	0,8	1,3	1,6 <sup>a</sup>	2,4	1,6

<sup>a</sup> Tre extrema värden utelämnade, eftersom de skulle ha ändrat siffrorna drastiskt.

Tabell 19. Medelvärden för beteende och anläggningsstorlek för olika användarkategorier

Användarkategori	Beteende (B)		Anläggningsstorlek (antal anställda)	
	Sverige	Storbritannien	Sverige	Storbritannien
Tidiga användare	8,3	10,0	1 118	701
Majoriteten	7,0	9,6	772	873
Sena användare	6,0	7,8	552	1 073
Icke-användare	3,9	9,0	277	688

Anm.: För definition av *B*-variabeln se tabell 1.

I tabell 19 visas medelvärdena av de två variablerna för olika användarkategorier i Sverige och Storbritannien. Data på företagsnivå för *B* återfinns i tabell 11 och storleksdata i tabell 14. Vad *B*-variabeln beträffar tycks tabell 19 ytterligare bekräfta de rön som gjorts på företagsnivå. Tidiga användare av Z-pressar tycks ta upp även andra nya tekniska processer på ett tidigt stadium.

Slutligen är i Sverige tidiga användare störst på både företags- och anläggningsnivå, och storleken är ganska väl korrelerad med tidpunkten för introducerandet. Vad Storbritannien beträffar finner vi en avsevärd skillnad i mönstret mellan de två aggregationsnivåerna. På företagsnivå verkar det som om de största företagen också vore de tidigaste användarna. På anläggningsnivå tycks emellertid de största anläggningarna vara sena användare. Denna skillnad kan ha följande förklaring. Stora företag, som är tidiga användare, har ett stort antal anläggningar. Dessa företag har i viss utsträckning inte först introducerat Z-pressar i sina stora anläggningar utan i de mindre. Orsaken till detta beteende är svår att upptäcka, men med tanke på den relativt låga spridningsgraden i Storbritannien kan en möjlig förklaring vara att risktagandet i samband med introducerandet i mindre anläggningar (med mindre maskiner) är mindre. Den vidare spridningen av Z-pressar kan då antas ske i större anläggningar. Våra data ger ett visst belägg för denna förklaring.

I tabell 14 beräknade vi också medelstorleken av den årliga pappersproduktionen. På företagsnivå fann vi, något överraskande, att de tidigaste användarna i Sverige inte var de största pappersproducenterna. En jämförelse med motsvarande beräkning på anläggningsnivå visar samma mönster för Sverige. De största anläggningarna tillhör majoritetsgruppen. Eftersom de tidiga användarna har fler anställda, måste förklaringen vara skillnader i produktiviteten, som förorsakas av att anläggningarna framställer olika papperskvaliteter.

#### Slutsatser beträffande spridningen på anläggningsnivå

Vi lade först märke till att spridningen av Z-pressar inte bara skett snabbare på företagsnivå i Sverige, utan också att ett svenskt företag som en gång börjat

använda Z-pressar också varit snabbare än brittiska företag med att introducera pressarna i andra anläggningar. Vi såg också, att svenska företag i större utsträckning än brittiska introducerade Z-pressar i sådan ordning, att den ger stöd åt vår lönsamhetshypotes.

Om man betraktar anläggningar som individuella enheter och bortser från sambanden med andra anläggningar inom ett företag, tycks lönsamheten ha haft ett visst förklaringsvärde för tidpunkten för införandet av Z-pressar. De genomsnittliga återbetalningstiderna var kortare för de tidiga användarkategorierna i både Sverige och Storbritannien. Det finns emellertid, jämfört med Sverige, ett ansevärt antal anläggningar i Storbritannien med ganska korta återbetalningstider som inte använder Z-pressar, och de utgör, åtminstone från denna synpunkt, en ganska stor grupp potentiella ZP-användare.

Vad beträffar inverkan av företagsvariabler, gav den stöd åt de rön vi gjort på företagsnivå med ett undantag. I Storbritannien tycks stora företag vara tidiga användare, medan på anläggningsnivå de sena användarna tycks ha den största medelstorleken. Detta är intressant, eftersom anläggningar är mer jämförbara enheter än företag. Vidare fann vi i svenska data ingen likhet med det brittiska mönstret.

Generellt sett gav analysen på anläggningsnivå stöd åt de rön som gjorts på företagsnivå, och den gav, i vissa fall, ytterligare bekräftelse av resultaten. Vår slutsats av detta är att svagheter i analysen på företagsnivå knappast kan förklaras av aggregationsnivån.

## **Introduktionsbeteende på maskinnivå och effekten av lönsamheten**

När ett företag beslutar sig för att installera sin första Z-press – på vilken pappersmaskin kommer den då att installeras? Enligt vår lönsamhetshypotes skulle installationen ske på maskinen med den kortaste återbetalningstiden. Ett svar på ovanstående fråga ges i tabell 20, som visar den andel av de flermaskinsanläggningar<sup>3</sup> som använder Z-pressar, där den första Z-pressen har introducerats på maskinen med den kortaste återbetalningstiden eller också på den ena av de två maskiner som haft den kortaste återbetalningstiden. Vi kan se att i Tyskland, Italien och Sverige har 50% av anläggningarna eller mer gjort den första ZP-installationen på maskinen med den kortaste återbetalningstiden, medan denna siffra är avsevärt lägre i Österrike och Storbritannien. Vid denna jämförelse måste vi dock än en gång påminna läsaren om ofullständigheten hos våra tyska och italienska data. Medan de

<sup>3</sup> Naturligtvis är endast anläggningar med minst två pappersmaskiner av intresse för denna analys.

Tabell 20. *Flermaskinsanläggningar med första ZP-installation på maskiner med kortaste återbetalningstid*

	Österrike	Tyskland	Italien	Sverige	Storbritannien
Antal flermaskinsanläggningar med Z-pressar	6	8	11	23	15
Andel (%) med första ZP-installation på: maskin med kortaste återbetalningstid	33	50	64	57	33
en av de två maskinerna med kortaste återbetalningstid	83	100	100	83	67

flesta anläggningarna i fyra länder installerat sin första Z-press på en av de två maskinerna med de kortaste återbetalningstiderna, gjorde ca 1/3 av de brittiska anläggningarna denna installation på maskiner med längre återbetalningstider.

I genomsnitt har den första ZP-installationen i alla fem länderna gjorts på en maskin med 1,7 års återbetalningstid. Denna siffra står i viss mån i relation till antalet pappersmaskiner i anläggningen. För en 2-maskinsanläggning är siffran 1,5 och för en 4-maskinsanläggning 1,9. Det förekommer också variationer mellan länderna. I Tyskland, Italien och Sverige ligger siffran omkring 1,5, i Österrike på 1,8 och i Storbritannien omkring 2,1.

Vi har ovan endast tagit hänsyn till den första ZP-introduktionen i en anläggning. Vilken är skillnaden i återbetalningstid mellan den första och den andra ZP-installationen? Kan skillnader i återbetalningstiden åtminstone delvis förklara skillnader i den tid som förflutit mellan installationerna? För att besvara denna fråga jämförde vi den genomsnittliga återbetalningstiden för den första och den andra ZP-installationen i anläggningar med minst två maskiner utrustade med Z-pressar. Resultaten framgår av tabell 21.

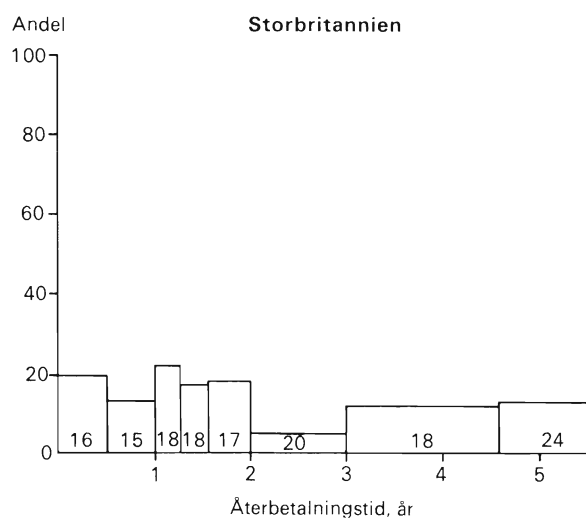
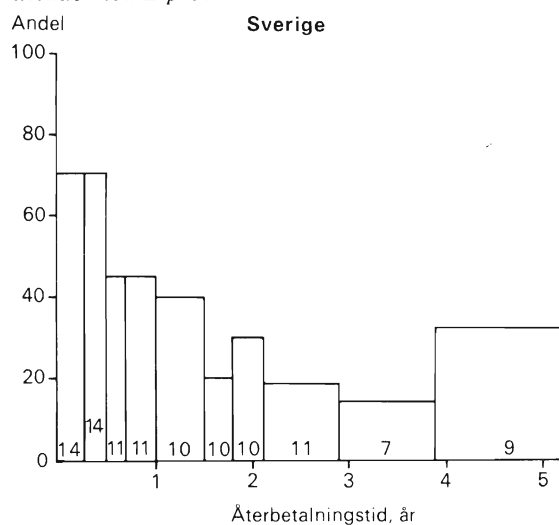
Tabell 21. *Genomsnittlig introduktionsmånad ( $\bar{T}$ ) och återbetalningstid ( $\bar{P}$ ) (år) för den första och den andra ZP-installationen i flermaskinsanläggningar*

Land	Första ZP-installationen		Andra ZP-installationen	
	$\bar{T}$	$\bar{P}$	$\bar{T}$	$\bar{P}$
Italien	60	1,1	70	1,6
Sverige	30	1,1	53	1,6
Storbritannien	28	1,5	63	1,4

Anm.: För definition av  $\bar{T}$ - och  $\bar{P}$ -variablerna se tabell 1.



Figur 8. Andelen pappersmaskiner i varje återbetalningstidsintervall utrustade med Z-pressar



Eftersom antalet anläggningar med minst två Z-pressar är så litet i de två övriga länderna, visas endast data för Italien, Sverige och Storbritannien i tabellen. I Italien och Sverige är återbetalningstiden avsevärt kortare för den första installationen än för den andra. I Storbritannien tycks dock återbetalningstidens längd inte inverka på ordningsföljden för installationerna.

Slutligen skall en annan skillnad mellan svenska och brittiska data diskuteras. I figur 8 har vi uppdelat alla pappersmaskiner i de två länderna efter

beräknad återbetalningstid. För varje återbetalningstidsintervall har det procentuella antalet maskiner utrustade med Z-pressar beräknats. Siffran i varje stapel anger det *totala* antalet maskiner i intervallet. Som framgår har en ganska stor del av maskinerna med korta beräknade återbetalningstider utrustats med Z-pressar i Sverige. Allt eftersom lönsamheten minskar, minskar också andelen maskiner med Z-pressar. För maskiner med en återbetalningstid av mindre än ett halvt år är denna andel 70% i Sverige. När återbetalningstiden överstiger två år har endast ca 20% Z-pressar. I Storbritannien tycks emellertid procenttalet inte stå i någon nära relation till *P*-intervallet. Siffran är ca 20% eller mindre för samtliga intervall.

## En explicit jämförelse mellan länderna

I de föregående kapitlen har vi i huvudsak sysslat med spridningsbegreppet tillämpat på företagsnivå (eller på enheter inom företag). Man skulle kunna säga, om än något oegentligt, att vi försökt ta reda på vad som är gemensamt för länderna – att konstruera en modell eller en rad samband som gäller för alla, eller åtminstone flertalet av länderna. Syftet med detta kapitel är snarare att försöka finna direkta skillnader mellan länderna och förklara dessa skillnader. Vi kommer först att lägga fram spridningskurvorna redovisade på volymbasis. Sedan skall vi analysera tidpunkterna för och hastigheten av spridningen i de sex länderna och diskutera inverkan av olika variabler. Slutligen skall vi försöka ställa spridningen i relation till olika aspekter på industristrukturen i länderna.

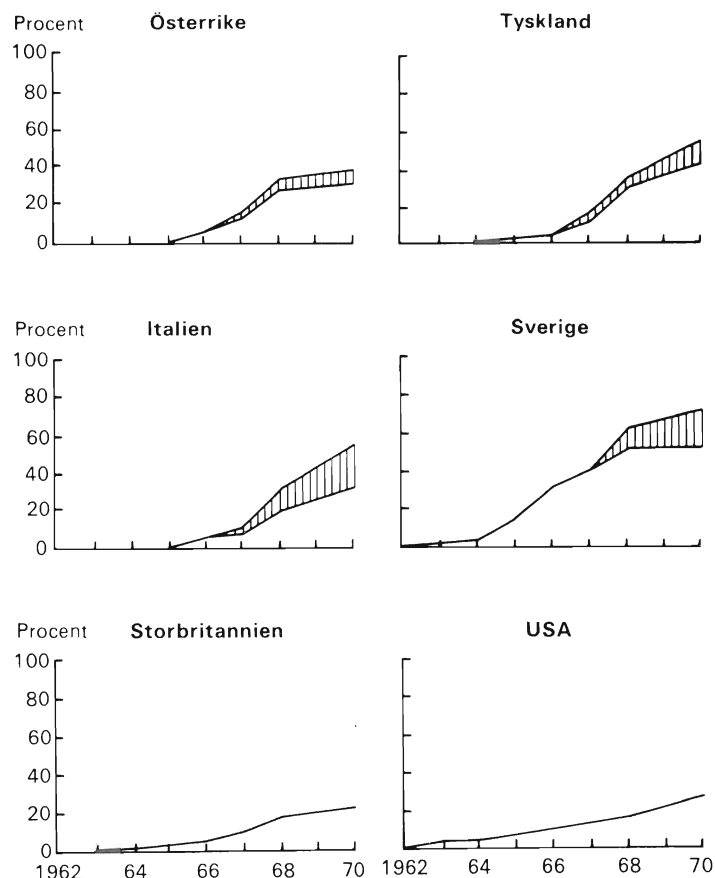
### En jämförelse av spridningsmönstret

Tidigare har vi diskuterat spridningen av Z-pressar i termer av antalet företag, anläggningar eller pappersmaskiner som använder denna teknik. Skillnader mellan de enheter vi studerat, t. ex. storlek, har inte tagits med i beräkningen i explicit form, men de har naturligtvis använts som förklarande variabler. Ett annat sätt att visa spridningen är att beräkna den relativa (eller absoluta) pappersvolym som framställs i pappersmaskiner med Z-pressar. I de föregående kapitlen ges små eller stora företag, anläggningar eller maskiner samma vikt i beräkningen av spridningen. Men på volymbasis vägs antalet maskiner med Z-pressar med deras storlek, uttryckt i producerad mängd. Ett litet företag kommer således att få en relativt mindre effekt på spridningskurvan än ett stort. Spridningen på volymbasis kan betraktas som en mer adekvat bild av en ny tekniks ekonomiska betydelse för en bransch eller ett land.

De sex länderna uppvisar stora skillnader i spridningen av Z-pressar beräknad på volymbasis. Detta framgår tydligt av figur 9, som visar andelen av pappers- och kartongproduktionen som tillverkats i maskiner utrustade med Z-pressar. Jämfört med de österrikiska, tyska och italienska kurvorna har den svenska spridningen legat några år före under hela perioden. Kurvornas utseende har emellertid vissa likheter.

I Storbritannien och USA började spridningen nästan lika tidigt som i

Figur 9. Andelen av total pappers- och kartongproduktion (från Fourdrinier- och kombinerade maskiner) som framställts i maskiner med Z-pressar



Anm.: Skuggat område anger produktionen från nya maskiner med Z-pressar installerade 1966 och senare.

Urvalen för Storbritannien och USA omfattar endast en respektive två maskiner installerade efter 1966, och inga produktionsdata föreligger för dessa maskiner. Därför kan inte något skuggat område ritas in. USA-kurvan är baserad på uppskattningar från presstillverkare.

Sverige, men ökningstakten har varit relativt låg i båda länderna. Ännu efter sex års spridning hade de amerikanska och brittiska kurvorna endast nått ca 15%. Denna siffra nåddes i de övriga länderna redan efter två eller tre år.

Kurvorna i figur 9 ligger för samtliga länder<sup>1</sup> lägre än spridningskurvorna på företagsbasis i figur 3. Detta gäller speciellt för Tyskland och Storbritannien.

<sup>1</sup> USA-siffrorna i figur 3 hänför sig till urvalet, medan kurvan i figur 9 hänför sig till nationella uppskattningar. De två siffrorna är alltså ej jämförbara för USA-kurvorna.

Tabell 22. Genomsnittlig ökning av spridningen (i procent per år) under spridningscykelns tillväxtfas

Spridningsmått <sup>a</sup>	Österrike	Tyskland	Italien	Sverige	Storbritannien	USA
Kännedom	31	20	20	16	14	28
Accepterande	14	20	17	21	10	13
Produktionsandel	15	12	15	16	4	4

<sup>a</sup> Se figurerna 2, 3 respektive 9.

Då ett företag börjar använda en Z-press, kommer detta att i full utsträckning påverka 'företags'-spridningskurvan, medan endast produktionen på maskinen med denna Z-press kan inverka på 'volym'-kurvan.

Den amerikanska kurvan är ganska överraskande.<sup>2</sup> Trots att två av Z-pressarna (Venta-Nip och High-Intensity) utvecklats i USA (en tredje, filtvirapressen, har delvis också utvecklats där) och att det första introducerandet skedde redan 1961, har spridningen gått ungefär lika långsamt som i Storbritannien och markant långsammare än i både Österrike och Sverige (de något orepresentativa tyska och italienska urvalen gör jämförelser mindre meningsfyllda).

Vid en summering av våra rön beträffande mönstret för olika spridningsmått (första kännedomen, första accepterandet i ett företag, spridningen på produktionsbasis) har vi funnit, att den svenska spridningen genomgående varit tidig och snabb. Den brittiska spridningen har i de flesta fall börjat lika tidigt som i Sverige, men den fortsatta spridningen har gått mycket långsammare. Efter några år uppvisar Storbritannien ofta den lägsta relativa spridningen bland länderna. Österrike har i samtliga fall legat ganska sent, och markant efter både Tyskland och Italien, vars urval dock varit ganska orepresentativa. Som tidigare framhållits hänför sig de amerikanska kurvorna till olika datamaterial. Vi kan emellertid lägga märke till den relativt sena spridningen av både information och ZP-produktion i USA.

Spridningshastigheten kan hämtas ur tabell 22, som visar den genomsnittliga spridningen i procent per år under spridningscykelns »tillväxtfas». Spridningskurvan börjar med en introduktionsfas med en ofta ganska låg spridningshastighet. Denna fas följs av *tillväxtfasen* med en avsevärt högre ökningshastighet. Tillväxtfasen efterträds i sin tur av mättnadsfasen. När man beräknar den genomsnittliga ökningshastigheten verkar det högst rimligt att bortse från introduktions- och mättnadsfaserna. Definitionen av faserna är

<sup>2</sup> Den låga USA-kurvan kan delvis förklaras av att de presstillverkare som gjort bedömningarna kan ha tolkat begreppet Z-pressar mer snävt än vad vi gjort.

naturligtvis något godtycklig, och siffrorna i tabellen bör endast betraktas som ungefärliga närmevärden.

Tabellen visar tydligt vad vi tidigare konstaterat, nämligen att ökningshastigheten i Storbritannien varit ganska låg jämfört med den i de övriga länderna. Vi kan också se att ökningen i Sverige inte varit snabbare än i de övriga länderna, med undantag av Storbritannien och USA. Att Sverige ligger så tidigt i alla spridningsbilder måste således bero på det tidiga introducerandet av ZP-tekniken i Sverige.

Vi lägger också märke till de relativt höga siffrorna för Österrike, där spridningen uppenbarligen skett sent men inte långsamt. Tabellen stöder också hypotesen, att spridningshastigheten står i negativt samband med tidpunkten för det första accepterandet.<sup>3</sup> Detta är naturligtvis ganska rimligt. Informationer om den nya tekniken är lättare tillgängliga, då tekniken nått en viss spridning i andra länder. Om tekniken accepterats av en del företag, känner de som ännu ej använder den starkare press och samtidigt större säkerhet i samband med introducerandet av tekniken. Detta är ingenting annat än ett av de grundelement på vilka teorin om den S-formade, logistiska spridningskurvan vilar. Vi har här endast tillämpat den på internationell nivå.

## Några förklaringar till länderskillnader

### Ny tillverkningskapacitet

En orsak till skillnaderna i spridning länderna emellan är den omfattning i vilken nya pappersmaskiner installerats i länderna. Som nämnts i kapitel 2 är Z-pressar billigare både att installera och att använda än sugpressar. Vi skulle därför kunna vänta oss, att nästan alla pappersmaskiner som installerats efter introducerandet av Z-pressar skulle vara utrustade med sådana pressar. Eftersom fler nya maskiner installerats i några av länderna, skulle vi således kunna vänta oss att spridningen av Z-pressar skulle vara relativt snabbare i dessa länder.

I de sex urvalen har 18 nya pappersmaskiner installerats efter 1966.<sup>4</sup> 17 av dessa har varit utrustade med Z-pressar redan vid installationen av maskinen. Endast en stor tidningspappersmaskin, installerad i Sverige 1969, har byggts utan Z-pressar. Italien och Sverige svarar för vardera sex av de nya maskinerna, medan de återstående sex maskinerna installerats i de övriga fyra länderna. Den observerade relativt snabba spridningen av Z-pressar i Sverige och

<sup>3</sup> Detta konstaterades redan i interimrapporten över detta projekt (Ray [1969], diagram 15), även om sambandet var starkare för några av de andra tekniska processerna.

<sup>4</sup> Från och med 1966 kan ZP-tekniken anses fullt utvecklad och accepterad.

Italien kan således i viss mån förklaras av ett större tillskott av ny papperstillverkningskapacitet.<sup>5</sup>

Detta framgår av figur 9, där vi ser att nya pappersmaskiner i Italien och Sverige svarar för en stor del av ZP-spridningen under de senaste åren.

#### **Effekten av lönsamheten**

Vi har funnit vissa skillnader mellan länderna i medelnivån för återbetalningstidsvariabeln. T. ex. kan skillnader i spridningen mellan Sverige och Storbritannien i viss utsträckning förklaras av en generellt högre lönsamhet i Sverige. Men detta förklarar endast en del av skillnaderna mellan länderna. Figur 5 visade att nästan alla svenska företag med kort återbetalningstid introducerat Z-pressar, medan det fanns ett stort antal sådana företag i Österrike, Italien och Storbritannien som 1968 fortfarande inte infört Z-pressar. Vad introducerandet av Z-pressar inom företagen beträffar, framgick det av figur 8, att ca 60% av de svenska pappersmaskinerna med en återbetalningstid av mindre än ett år var utrustade med Z-pressar, medan motsvarande siffra i Storbritannien var 20%. Förutsatt att vårt lönsamhetsmått tillfredsställande uttrycker den verkliga ekonomiska avkastningen av ZP-investeringarna, har svenska företag definitivt i större utsträckning utnyttjat de potentiella ekonomiska möjligheter som skapats av den nya papperspresstekniken.

Denna diskussion har endast berört den verkliga användningen av Z-pressar under ett bestämt år (1968). Vilken effekt har lönsamheten på tidpunkten för introducerandet av Z-pressar? Både tabell 8 och tabell 18 visade, att den genomsnittliga återbetalningstiden var kortare för tidiga användare (på både företags- och anläggningsnivå) än för senare kategorier.<sup>6</sup> Denna tendens var på båda nivåerna tydligast i det brittiska urvalet. Det ekonometriska testet (tabell 15) gav också tydligt belägg för *P*-variabelns betydelse. Koefficienten för *P* var hög för både Sverige och Storbritannien.

Vi har slutligen kommit fram till att bland brittiska företag som använder Z-pressar har de med de kortaste återbetalningstiderna också tidigast introducerat tekniken men att ett antal företag med låga *P*-värden ännu inte introducerat denna.

I Sverige har emellertid också företag med ganska långa, men fullt acceptabla återbetalningstider varit tidiga användare. *P*-variabeln tycks i första hand ha haft förmåga att skilja mellan användare och icke-användare vad Sverige beträffar.

---

<sup>5</sup> I Italien har en stor mängd kapital blivit tillgängligt under 1950-talet och i början på 1960-talet genom nationalisering av vissa andra industrier. En relativt stor del av detta kapital har investerats i pappersindustrin, vilket förklarar det stora antalet nya pappersmaskiner.

<sup>6</sup> Denna tendens gäller emellertid inte för Tyskland.

### Effekten av företagskaraktistika

På s. 47 fann vi (tabell 10) att både  $M$ -variabeln (medlemskap i forskningsorganisationer) och  $E$ -variabeln (exportandel av produktionen) antagligen bäst lämpade sig för att förklara skillnader länderna emellan. Vi kan notera att i Österrike, som haft en ganska sen spridning, var också  $M$ -variabeln relativt låg. Exportvariabeln var emellertid den näst högsta bland de sex länderna, vilket dock bör ses i samband med  $O$ -variabeln. Detta visar att ganska många österrikiska företag är dotterbolag till utländska (i första hand tyska) företag, till vilka de exporterar en stor andel av sin produktion. Också  $B$ -variabeln (beteende) är låg för Österrike, vilket innebär att man här är sen också med avseende på andra innovationer inom pappersindustrin.

Även om den brittiska spridningen uppvisar vissa likheter med den i Österrike, ligger de brittiska företagsvariablerna i allmänhet på samma höga nivå som de svenska, med undantag för exportvariabeln. Därför har vi inte mycket hjälp av dessa variabler för att förklara att spridningen i Storbritannien varit långsammare än i Sverige.

Den ganska snabba spridningen i Sverige motsvaras av höga medelvärden för de flesta företagsvariablerna. Detta gäller också för det amerikanska urvalet. På samma sätt föreligger det ett samband mellan den sena italienska spridningen och de låga värdena på de flesta företagsvariablerna. Detta samband kan också skönjas för Tyskland om vi håller i minnet, att även om flertalet tyska företag använder Z-pressar, så gör de det i ganska ringa omfattning.

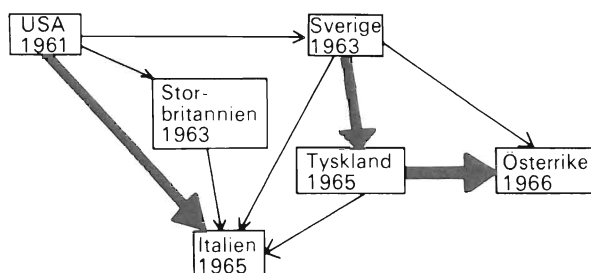
### Det internationella informationsflödet

Vår diskussion om de två komponenterna i  $O$ -variabeln<sup>7</sup> (utländsk integration) förutsätter ett internationellt flöde av information om tekniska nyheter, även om man på basis av våra resultat kan anta att dotterföretag eller moderföretag utomlands spelar en underordnad roll i detta informationsutbyte. Många företag har dock nämnt (se s. 35 ff) att de erhållit information om ZP-tekniken från utländska källor. Svaren ger en bild av det internationella informationsflödet, som kan sättas i samband med den första faktiska användningen av Z-pressar i de olika länderna. Figur 10 visar frekvensen för informationskällor i olika länder enligt företagens rapporter jämte året för den första användningen av ZP-tekniken i varje land. Vi kan lägga märke till hur erfarenheterna från USA spred sig till Europa efter det första introducerandet av ZP-tekniken 1961. Sverige spelade en viktig roll för spridningen av information i Europa.

<sup>7</sup> Variablerna  $O_p$  (moderbolag till utländska dotterbolag) och  $O_s$  (dotterbolag till ett utländskt moderbolag) definieras på s. 46.



Figur 10. Utländska informationskällor och året för första tillämpningen av ZP-tekniken



Anm.: Bredden på linjerna mellan länderna anger omfattningen av informationsflödet.

De oftast nämnda utländska informationskällorna för Tyskland var svenska. 1/3 av företagen i det tyska urvalet svarade att de erhållit sin information från Sverige. Tyska källor spelade i sin tur en viktig roll för Österrike, som accepterade ZP-tekniken något senare än Tyskland. Italien påverkades i hög grad av amerikanska källor, men också andra länder var av viss betydelse.

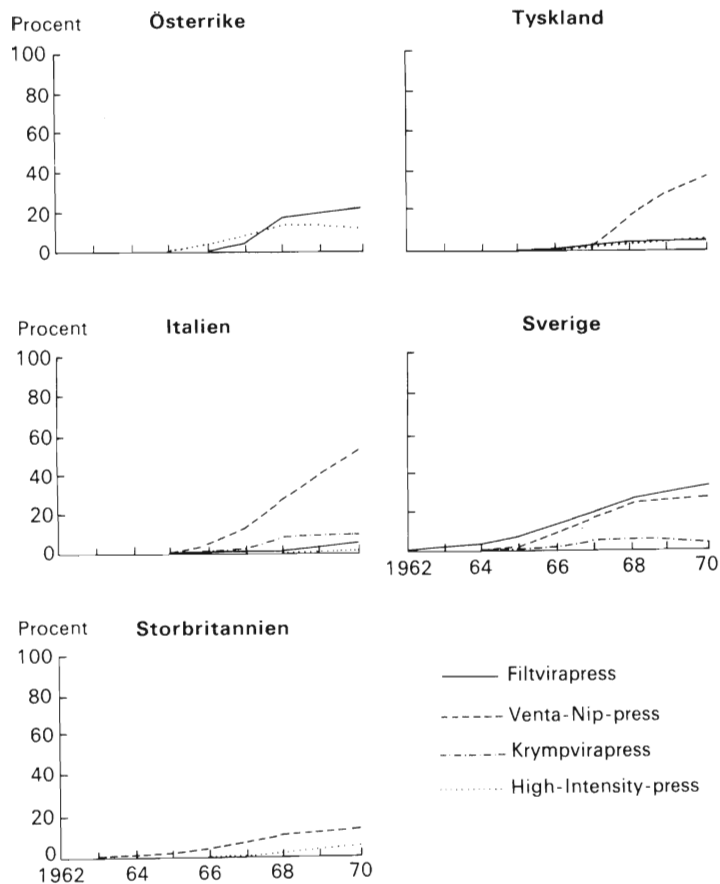
I figur 10 kan vi identifiera två huvudinformatiönskällor, Sverige och USA. Detta är inte övveraskande, eftersom ZP-tekniken uppfanns och utvecklades i dessa båda länder. Figuren ger endast en allmän bild av hur informationen spritts. Viktiga aspekter på detta problem har ej beaktats, t. ex. spridningen av licenser. Figuren visar endast direkt information från ett land till ett företag i ett annat land. I nästa avsnitt skall vi emellertid diskutera en annan viktig fråga som står i nära samband med informationsflödet, nämligen hur olika typer av Z-pressar spritts och hur presstillverkarna agerat.

### Spridningen av olika typer av Z-pressar

I kapitel 1 beskrev vi fyra olika typer av Z-pressar – filtvirapressen (FP), krympvirapressen (KP), Venta-Nip-pressen (VNP) och High-Intensity-pressen (HIP). De baserade sig på samma princip, men olika tekniska lösningar hade tillämpats. I detta avsnitt kommer vi att dela upp de totala spridningssiffrorna för länderna på de olika Z-pressarna och kortfattat diskutera några orsaker till olikheter mellan länderna.

De fyra Z-pressarna skiljer sig åt vad ursprungslandet beträffar. FP och KP är i första hand svenska uppfinningar, även om de första proven med FP utfördes i USA. Licenserna för båda pressarna är svenskägda (utom för FP på USA-marknaden). VNP och HIP utvecklades i USA och säljs på licens över hela världen. VNP, som är den vanligaste av de två, tillverkas av dotterföre-

Figur 11. Spridningen på produktionsbasis av olika Z-pressar



tag till Beloit Corporation i både Storbritannien och Italien. ZP-tekniken har således spritts över Europa från två håll – FP och KP från Sverige och VNP och HIP från USA.

Detta mönster för och riktningen av information om ZP-tekniken kunde identifieras i figur 10, som visade betydelsen av utländska informationskällor. Man skulle nu kunna anta att detta informationsmönster också skulle ha påverkat valet av ZP-typ i olika länder. Bekräftar våra data detta antagande?

Figur 11 visar den totala spridningen på produktionsbasis, uppdelad på de fyra olika ZP-typerna. Sådana data finns tyvärr ej tillgängliga för USA. Enligt en del amerikanska uppskattningar skulle emellertid ca 70% av Z-pressarna i USA utgöras av VNP (ca 500). Det finns ca 200 KP och 20 FP, medan endast ett fåtal HIP existerar. Av figur 11 framgår också, att VNP är den vanligaste

Z-pressen även i Tyskland, Italien och Storbritannien. Beloit Corporation beräknar det totala antalet VNP i hela världen till ca 800. Med tanke på det stora amerikanska inflytandet på italiensk pappersteknik, som framgår av figur 10, är VNP:s dominans i Italien inte överraskande. Licensinnehavaren för VNP har dotterbolag i både Italien och Storbritannien, ett förhållande som antagligen haft en viss inverkan på teknikens spridning.

I Sverige har, helt naturligt, den inom landet uppfunna FP nått den största spridningen. Även i Österrike, där man enligt figur 10 erhållit viss information från Sverige, är FP den vanligaste Z-pressen. Alla de tre länder som nämnt Sverige som en informationskälla använder FP, och frånvaron av sådana 'informationsförbindelser' mellan Storbritannien och Sverige motsvaras av att FP och KP saknas i Storbritannien.

Den relativt stora spridningen av VNP i Sverige, den ringa spridningen av FP i Tyskland (med jämförelsevis många svenska informationskontakter) och avsaknaden av VNP i Österrike kan emellertid uppenbarligen inte förklaras av figur 10.

Även om man inte bör dra alltför vittgående slutsatser ur figurerna 10 och 11, kan man tydligt se att ursprungslandet för information och de kanaler genom vilka den sprids har ett visst inflytande på en innovations spridning. Denna fråga, som har viktig policy-innebörd både för individuella företag och för länder, kräver dock en mycket mer inträngande behandling än vad som varit möjlig i denna undersökning.

### **Institutionella variabler**

Vi har definierat några variabler, som karakteriserar den institutionella omgivningen runt företagen, och som kanske kan förklara en del av skillnaderna mellan länderna. Dessa variabler kan betraktas som konstanter inom respektive land och kommer därför endast i fråga i jämförelser länderna emellan.

Några av de informationskällor som diskuterats i kapitel 4 (se s. 35), och speciellt de som oftast nämnts av företagen, representerar vad vi skulle vilja kalla institutionella variabler. Vi har i föregående kapitel redan nämnt tillverkarna och licensinnehavarna av Z-pressar, vilka angivits som den näst viktigaste informationskällan för de europeiska företagen och som den viktigaste i USA.

En annan viktig institutionell faktor var bransch- och forskningsorganisationers verksamhet. Dessa organisationer står ofta bakom andra informationskällor, såsom tidskrifter, forskningsinstitutioner, kongresser och mässor. Facktidsskrifter nämndes i alla de europeiska länderna som den viktigaste informationskällan. Även kongresser och mässor ansågs vara viktiga informationskällor. Ett individuellt företags medlemskap i en branschforsk-

ningsorganisation kan ses som ett indicium på företagets inställning till samarbete och vilja att dela andra företags erfarenheter. En sådan organisations storlek och aktivitet är inte bara mått på de förhärskande attityderna inom en hel bransch utan också indikationer på storleken av de resurser som finns för kollektiv forskning och informations spridning.

Branschforskningsorganisationer har definitivt haft stor inverkan på spridningen av Z-pressar i Sverige. Både filtvirapressen och krympvirapressen uppfanns under experiment vid Svenska Pappersbrukens Centrallaboratorium, där också fortsatta experiment och utvecklingsarbete utfördes. Svenska företags uppskattning av sådana organisationers verksamhet i Sverige illustreras kanske bäst av det mycket höga medlemsantalet i Svenska Pappersbruksföreningen, som äger centrallaboratoriet, 97 %. Svenska företag var också de enda i vår undersökning som direkt nämnde forskningsinstitutioner som en viktig informationskälla (se s. 35).

83 % av företagen i det brittiska urvalet är medlemmar av »Paper Industry's Research Association» (PIRA). Alla icke-medlemmar är medelstora eller små företag som inte introducerat Z-pressar. Ingen av de industriexperter som konsulterats har hävdats att bristande kommunikation kunde vara orsaken till den relativt långsamma spridningen av ZP-tekniken. Det kan därför ifrågasättas om det till synes dämpade intresset i Storbritannien för denna nya teknik kan tillskrivas otillräcklig information från forskningsorganisationer, även om denna möjlighet inte kan helt uteslutas då det gäller mindre företag med en mindre framsynt företagsledning.

I Tyskland framstår en inställning att endast följa den tekniska utvecklingen utomlands avgjort tydligare än i Storbritannien. Forskningsorganisationer har mindre betydelse och utbytet av erfarenheter och idéer inom industrin sker snarare mellan personer än mellan företagen. Endast 50 % av de tyska företagen i urvalet är medlemmar av forskningsorganisationer, och med tanke på storföretagens överrepresentation i urvalet är siffran för hela den tyska pappersindustrin antagligen lägre.

Informella, personliga kontakter är mycket viktiga också i Österrike. Den viktigaste forskningsinstitutionen är »Österreichisches Holzforschungsinstitut». Andelen österrikiska företag som är medlemmar i forskningsorganisationer är så låg som 40 %. Internationell information får man främst genom facktidskrifter, bland vilka tyska tidskrifter är de viktigaste. Endast äldre tekniker reser utomlands till kongresser eller på studiebesök – detta är mycket ovanligt bland unga ingenjörer.

Ca 55 % av företagen i det italienska urvalet är medlemmar av forskningsorganisationer. Den italienska regeringen ger direkt ekonomiskt forskningsstöd åt pappersindustrin, t. ex. genom »Ente Nazionale per la Cellulosa e Carta» (E.N.C.C.), som utför tillämpad forskning och publicerar tekniska tidskrifter.

Tabell 23. *Genomsnittlig återbetalningstid (år) för ZP-installationer på maskiner för tillverkning av olika papperskvaliteter*

Kvalitet	Österrike	Tyskland	Italien	Sverige	Storbritannien
Bulkpapper	2,7	1,33	1,1	0,9	1,8
Specialpapper	1,8	5,4	0,5	1,4	2,5

Nästan alla de amerikanska företagen i urvalet är medlemmar av en eller flera forskningsorganisationer. Det finns ett antal sådana organisationer inom den amerikanska pappersindustrin, bland vilka »The American Paper Institute» och »The Technical Association of the Pulp and Paper Industry» (TAPPI) kan nämnas. Forskningen bedrivs dock till största delen av enskilda företag. Organisationerna fungerar mer som informationskanaler.

Bland de institutionella variablerna kan också nämnas beskattningsregler, speciella investeringsbidrag, avskrivningsbestämmelser, tullar etc. Vi befattar oss inte direkt med dem i denna undersökning, då vi tror att de varit av ringa betydelse för ZP-teknikens spridning.

### **Bransch- och företagsstruktur**

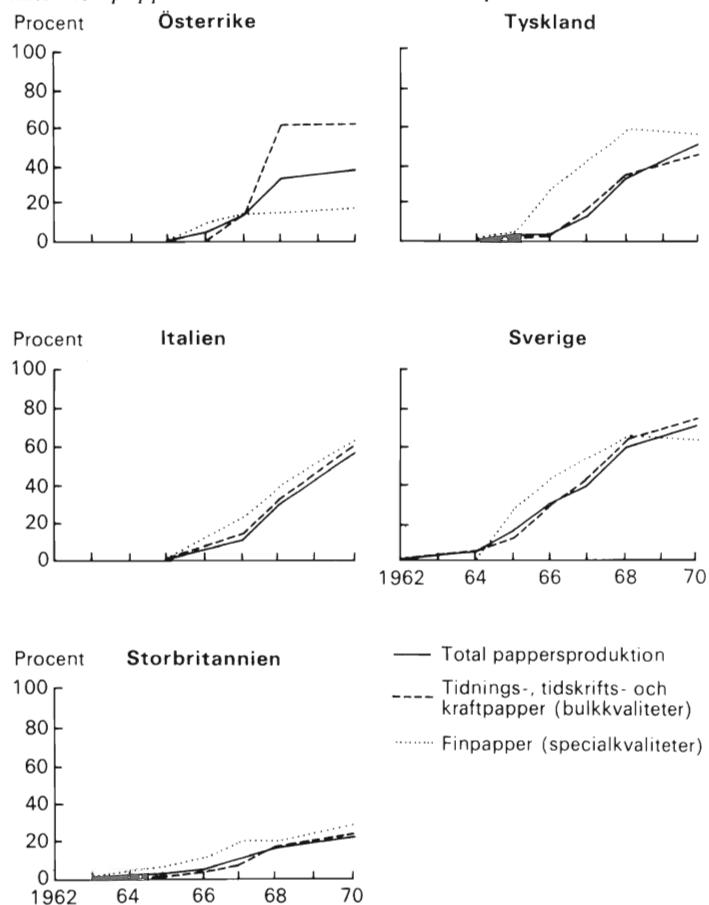
Vi skall också diskutera i vilket förhållande spridningen står till några strukturfaktorer för branschen och företagen. Några av dessa strukturfaktorer har redan tidigare implicit medtagits, t. ex. i lönsamhetsberäkningarna, men här skall vi explicit jämföra dessa faktorer länderna emellan och se deras samband med spridningen.

Först ser vi på produktionsstrukturen och på hur produktionen av papper och kartong kan uppdelas på olika papperskvaliteter. Figur 12 visar spridningskurvorna för Z-pressar inom produktionen av två huvudgrupper av papperskvaliteter – bulkkvaliteter (tidningspapper, tidskrifts- och kraftpapper) och specialkvaliteter (finpapper). Dessa kurvor jämförs med kurvan för den totala pappersproduktionen i varje land. I alla länder utom Österrike ligger spridningskurvan för bulkkvaliteterna mycket nära spridningskurvan för den totala produktionen, medan spridningskurvan för specialkvaliteterna ligger strax över totalkurvan.

I tabell 23 beräknas de genomsnittliga återbetalningstiderna för samtliga maskiner i varje kvalitetsgrupp. Under i övrigt lika förhållanden skulle man vänta sig att Z-pressarna skulle ha den största spridningen inom produktionen av kvaliteterna med de kortaste återbetalningstiderna.

Om vi jämför tabell 23 med figur 12 finner vi inte något klart samband mellan lönsamhet och spridning. Och tvärtom visar hypotesen för alla

Figur 12. Andelen av produktionen av olika papperskvaliteter som tillverkas med pappersmaskiner utrustade med Z-pressar



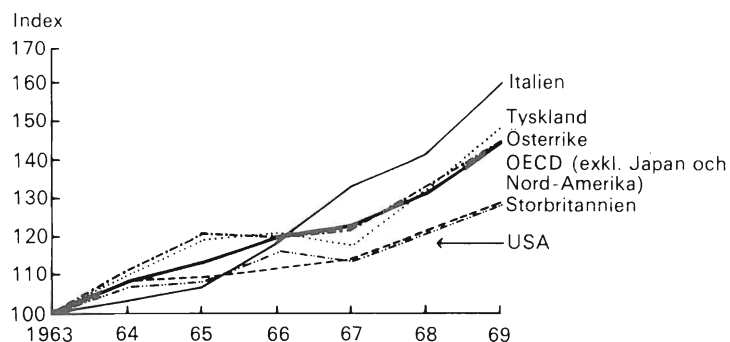
länder utom Italien kvaliteten med den kortaste återbetalningstiden också den lägsta spridningshastigheten.

Vi antog i vår lönsamhetsberäkning (s. 24) att den extra mängd papper, som kunde produceras med Z-pressar, kunde säljas till oförändrade priser. I vilken utsträckning detta antagande gällt i olika länder beror på den efterfrågan som rått på marknaderna för pappersprodukter från länderna. I figur 13 har vi illustrerat utvecklingen av papperskonsumtionen under 1963–1969. För Sverige, som är en stor exportör, har vi tagit hänsyn till utvecklingen av hela OECD-marknaden. För övriga länder använder vi siffror för deras hemmarknader.

Vi kan se att konsumtionstillväxten i Storbritannien och USA gått mycket långsammare än i de övriga länderna. Vi kan därför anta, att de amerikanska

Figur 13. Konsumtionen av papper och kartong

Index 1963=100

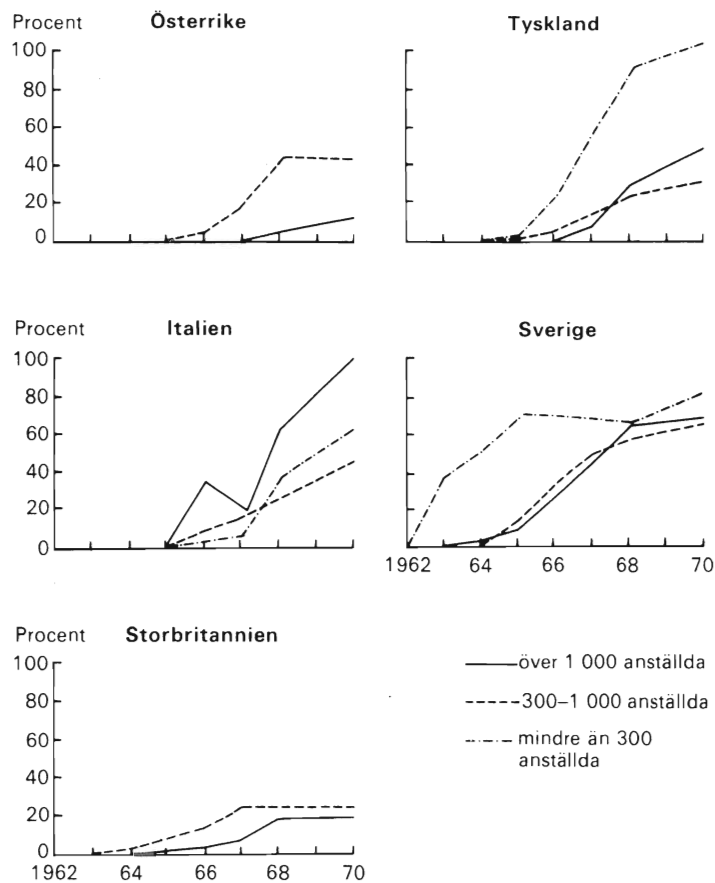


och brittiska papperstillverkarna betraktat möjligheterna att sälja de ytterligare pappersmängder som producerats som något mer begränsade än t. ex. de svenska tillverkarna. Den snabba ökningen av den italienska konsumtionen återspeglar den stora ökningen av bruttonationalprodukten i Italien och motsvarar produktionen från ett relativt stort antal nya pappersmaskiner (se s. 72).

En annan faktor har troligtvis varit gynnsam för den svenska pappersindustrin. Bildandet av EFTA har öppnat nya tullfria marknader i Europa för Sverige, av vilka den brittiska marknaden är den viktigaste. Detta har betytt ökade möjligheter för den svenska pappersindustrin och mindre möjligheter för den brittiska industrin att finna köpare för sin ökade pappersproduktion.

Företagens storleksfördelning är en annan aspekt på branschstrukturen. Av tabell 14 framgick, att de amerikanska och brittiska företagen genomsnittligt var de största, medan de italienska företagen var relativt små. Vi fann också att båda våra storleksmått (antalet anställda och den producerade kvantiteten) tycktes vara korrelerade med tidpunkten för introducerandet av Z-pressar i företagen. Men har stora företag också i större utsträckning spritt Z-pressar inom sina anläggningar? Denna fråga illustreras i figur 14. Företagen i varje land har indelats i tre klasser – stora (över 1000 anställda), medelstora (300–1000 anställda) och små (mindre än 300 anställda). För varje klass har spridningskurvan konstruerats. Resultatet är en aning överraskande. Som vi ser, representeras de stora företagen i fyra av länderna av ganska låga kurvor, medan de små och medelstora företagen tycks ha introducerat Z-pressar i större relativ skala. Detta framgår speciellt tydligt i Tyskland och Sverige. Å andra sidan fann vi i tabell 14, att stora företag tidigare hade övergått till Z-pressar än små företag. En förklaring är att de stora och medelstora företag som klassificerats som tidiga användare introducerat Z-pressar endast i ett

Figur 14. Andelen av produktionen som tillverkats i maskiner utrustade med Z-pressar i stora, medelstora och små företag



fåtal anläggningar och maskiner jämfört med de senare och ofta mindre företagen. Stora företag är kanske tidiga användare av ny teknik, men det är alltså mera tveksamt om man kan säga att de också sprider nyheterna snabbare inom företagen än mindre företag.

Man kan rimligen anta att stora företag kan ha svårare att uppnå en mycket hög spridningsgrad för en ny teknik än små företag med få pappersmaskiner. En annan förklaring skulle kunna vara, att erfarenheterna av ZP-tekniken varit så dåliga, att de gjort företagen ovilliga att göra vidare installationer. Detta skulle ha haft större inverkan på spridningssiffrorna för stora företag. Uppgifter från olika företag ger emellertid inte stöd för denna förklaring. Mycket få sådana problem har rapporterats.

Pappersmaskinernas storlek står i direkt förhållande till lönsamheten enligt



Tabell 24. *Pappersmaskinernas genomsnittliga produktionskapacitet för olika kvalitetsgrupper (1 000 ton per år)*

Kvalitet	Österrike	Tyskland	Italien	Sverige	Storbritannien
Tidningspapper	28	29	–	77	40
Tidskriftspapper	8	37	29	29	24
Kraftpapper	10	14	8	39	14
Finpapper	10	9	20	9	6

formeln på s. 24. Tabell 24 visar maskinernas medelstorlek (mätt i årlig produktionskapacitet) för både länder och olika papperskvaliteter. Vi ser att de svenska maskinerna i genomsnitt är de största. I flertalet länder är tidningspappersmaskinerna de största och finpappersmaskinerna de minsta.

Slutligen beräknas genomsnittligt installationsår för maskiner i olika kvalitetsgrupper (se tabell 25). Jämfört med de svenska är de brittiska maskinerna några år äldre. De italienska maskinerna är alla ganska nya. På grund av en nationalisering av kraftverksindustrin i Italien erhöll ett stort antal italienska företag stora finansiella resurser i början av 1960-talet (se s. 72). Många av dem övergick till pappersindustrin, och ett stort antal nya maskiner har byggts i Italien. Detta förklarar både varför italienska finpappersmaskiner är större än de i andra länder och varför återbetalningstiderna är så korta i Italien. Det bör också nämnas att dessa stora maskiner antagligen är överrepresenterade i det italienska urvalet.

Österrikiska pappersmaskiner är i genomsnitt de äldsta. De tyska maskinerna är också tämligen ålderstigna. Maskinernas ålder kan antas mäta moderniteten, inte bara hos själva maskinerna utan också hos hela produktionsutrustningen. Enligt resonemanget på s. 24 påverkar åldern även kostnaderna för ZP-installationen. Man skulle således kunna anta att de allmänna produktionsresurserna inte har gynnat introduktionen av nya papperspressar i Österrike och Tyskland.

Tabell 25. *Pappersmaskinernas genomsnittliga installationsår för olika kvalitetsgrupper*

Kvalitet	Österrike	Tyskland	Italien	Sverige	Storbritannien
Tidningspapper	1944	1948	–	1945	1939
Tidskriftspapper	1896	1934	1952	1921	1930
Kraftpapper	1925	1932	1953	1946	1941
Finpapper	1928	1914	1959	1937	1923

## Sammanfattning

ZP-tekniken har under en relativt kort tid blivit ganska allmänt accepterad i alla de sex länder som vi studerat i denna rapport. Spridningens nivå och hastighet varierar emellertid avsevärt mellan länderna. Vår analys ger vissa möjliga förklaringar till dessa skillnader, som sammanfattas i det följande.

I Sverige och USA, där ZP-innovationerna gjorts, började spridningen några år tidigare än i de övriga länderna. Den vidare spridningen har emellertid gått snabbare i Sverige än i USA. Denna skillnad kan inte förklaras av skillnader i den totala pappersproduktionens tillväxttakt. I båda länderna ökade nämligen produktionen med ca 20 % mellan 1963 och 1966. Det har inte varit möjligt att jämföra ZP-investeringarnas genomsnittliga lönsamhet i de båda länderna, men med tanke på de amerikanska pappersmaskinernas större medelstorlek<sup>8</sup> har vi inte skäl att förmoda att lönsamheten skulle varit lägre i USA. Vi har emellertid funnit, att konsumtionen på den amerikanska marknaden ökat långsammare än på marknaderna för den svenska pappersindustrin. Dessutom har Sverige definitivt fått förbättrade avsättningsmöjligheter genom tillkomsten av den stora tullfria marknaden inom EFTA.

Användningen av Z-pressar började i Storbritannien nästan lika tidigt som i Sverige, men den har ökat mycket långsammare. Följande möjliga orsaker har identifierats:

- Den genomsnittliga lönsamhetsnivån har varit något lägre i Storbritannien.
- Konsumtionen i Storbritannien har ökat mycket långsammare än på OECD-marknaden i dess helhet.
- Konkurrensen från utländska företag har ökat avsevärt.
- Investeringarna i ny papperstillverkningskapacitet har varit mindre i Storbritannien.

Analyserna i kapitlen 5 och 6 visar att vid given lönsamhet har Z-pressar installerats i svenska företag i mycket högre utsträckning än i brittiska. Vi har skäl att förmoda, att detta delvis kan förklaras av den jämfört med Sverige (jämförelsevis) nedslående konkurrenssituationen och allmänna ekonomiska utvecklingen i Storbritannien.

I de övriga europeiska länderna började spridningen av Z-pressar senare än i Sverige och Storbritannien. Ökningen av ZP-användningen har sedan gått i en ganska måttlig takt. Branschstrukturen – små företag och små maskiner – har helt naturligt påverkat ZP-investeringarnas lönsamhet. Konkurrensen från de nordiska länderna har i viss utsträckning hållits tillbaka av tullar (dock icke i Österrike som är EFTA-medlem). Investeringarna i nya pap-

---

<sup>8</sup> Ur tabell 2 kan vi beräkna den genomsnittliga amerikanska maskinen till 18 000 ton jämfört med 11 000 ton för den svenska.

persmaskiner har varit små eller måttliga i Österrike och Tyskland men ganska stora i Italien, vilket till stor del förklarar den snabbare spridningen av Z-pressar i Italien. Den allmänna ekonomiska utvecklingen och den snabbt ökande papperskonsumtionen har främjat denna utveckling i Italien.

Den lägre lönsamheten i Österrike, Tyskland, Italien och Storbritannien beror också på branschernas produktionsstruktur i dessa länder. I Sverige produceras stora mängder bulkkvaliteter eller dyrbara specialkvaliteter av papper, medan mer traditionella kvaliteter produceras med mindre maskiner i de övriga länderna. Som nämnts på s. 25 kan integrationsgraden i en anläggning påverka lönsamheten av Z-pressar. Den svenska pappersindustrin är i ganska stor utsträckning integrerad – dvs. massa och papper produceras i en linje. De flesta pappersbruken i de övriga europeiska länderna är icke integrerade, vilket förorsakar något högre produktionskostnader och därmed något lägre lönsamhet av ZP-investeringar. Detta kan i viss mån förklara den snabbare spridningen i Sverige.

Det föreligger slutligen ett samband mellan företagsledarnas attityder och branschstrukturen i länderna, i vilket det kan vara svårt att skilja mellan orsak och verkan, speciellt då man försöker förklara skillnader i spridningen av ny teknik. Vår undersökning har trots detta övertygat oss om, att attitydmönster och branschtraditioner spelar en viktig roll för denna spridning.

## Litteratur

- Carter, C. F. & Williams, B. R., 1957, *Industry and Technical Progress*. London.
- Mansfield, E., 1968, *Industrial Research and Technological Innovations*. New York.
- Nabseth, L., 1973, *Innovations-spridning inom svensk industri*. Industriens Utredningsinstitut. Stockholm.
- Ray, G. F., 1969, The Diffusion of New Technology. A Study of Ten Processes in Nine Industries. *National Institute Economic Review No 48*. (Även utgiven som särtryck av Industriens Utredningsinstitut.)
- Rogers, E. M., 1962, *Diffusion of Innovations*. New York.
- Salter, W. E. G., 1960, *Productivity and Technical Change*. London.
- Wohlin, L., 1970, *Skogsindustrins strukturomvandling och expansionsmöjligheter*. Industriens Utredningsinstitut. Stockholm.

Den takt varmed ny teknik sprids inom industrin har stor betydelse för industrins produktivitet utveckling och internationella konkurrenskraft. I denna studie analyseras i detalj hur en innovation inom massa- och pappersindustrin (s.k. Z-pressar) har spridits och vilka faktorer som förklarar dess spridningstakt.

Rapporten är ett resultat av ett internationellt forskningsprojekt, där Industriens Utredningsinstitut tillsammans med forskningsinstitut i fem andra länder studerat skillnader i den takt varmed ny teknik introducerats inom industrin i olika länder.

Bland de många frågor som besvaras i rapporten märks följande: hur snabbt, och genom vilka kanaler, sprids kännedomen om en innovation? Tas ny teknik i praktiskt bruk tidigare i det land där tekniken utvecklats än i andra länder? Vad betyder industrins marknadstillväxt för den nya teknikens spridningstakt? Hur inverkar den förväntade lönsamheten av en installation på spridningen?