

**RAPPORTER**

**85/21**

**KVARTALSVISE INVESTERINGSRELASJONER**  
**BASERT PÅ EN UTVIDET AKSELERATORMODELL**

AV  
MORTEN JENSEN

---

STATISTISK SENTRALBYRÅ  
CENTRAL BUREAU OF STATISTICS OF NORWAY

RAPPORTER FRA STATISTISK SENTRALBYRÅ 85/21

**KVARTÅLSVISE INVESTERINGSRELASJONER  
BASERT PÅ EN UTVIDET AKSELERATORMODELL**

AV  
MORTEN JENSEN

STATISTISK SENTRALBYRÅ  
OSLO — KONGSVINGER 1985

ISBN 82-537-2237-0  
ISSN 0332-8422

**EMNEGRUPPE**

Økonomisk og statistisk  
teori og analyse

**ANDRE EMNEORD**

Konjunkturmodell  
Kvartalsmodell  
Kvarts  
Makroøkonomisk modell

## FORORD

Statistisk Sentralbyrå har de senere år arbeidet med å etablere en kvartalsmodell for den norske økonomien (KVARTS). Den undersøkelsen av investeringsatferd som dokumenteres i denne rapporten er et forsøk på å endogenisere investeringene i næringer utenom industrien, ved hjelp av en relativt veletablert teori, nemlig den utvidede akseleratormodellen. Disse sektorene svarer for en meget stor andel av de årlige bruttoinvesteringene i Norge og betyr derfor mye for den totale etterspørselsutviklingen i norsk økonomi. Den samme modellen er også prøvet på industrisektorene ut fra et ønske om å undersøke hvorvidt en akseleratormodell også kan gi en rimelig forklaring for utviklingen i industriinvesteringene. Estimeringsresultatene impliserer klare atferdsforskjeller mellom industrien og næringer utenom industri. For de sistnevnte næringene betyr produksjonsveksten mye som forklaringsvariabel. Resultatene tyder på at for industrisektorenes del blir investeringene først og fremst motivert av fortjenesteforholdene representert ved størrelsen på brutto driftsresultat.

Statistisk Sentralbyrå, Oslo, 15. juli 1985

Arne Øien



## INNHold

|   | Side |
|---|------|
| 1. Innledning .....   | 7    |
| 2. Teorigrunnlag og modellformulering .....   | 8    |
| 2.1 Bestemmelse av den optimale kapitalbeholdningen .....   | 8    |
| 2.2 Modelling av kapitalslitet .....  | 12   |
| 2.3 Tilpasning av faktisk til ønsket kapitalbeholdning .....  | 13   |
| 3. Datagrunnlaget .....   | 16   |
| 3.1 Datamaterialet .....  | 16   |
| 3.2 Noen hovedtrekk ved datamaterialet .....  | 17   |
| 4. Estimeringsresultater og presentasjon av relasjonene som er implementert i kvartalsmodellen<br>KVARTS-75 ..... | 21   |
| 4.1 Behandling av sesongvariasjoner .....   | 21   |
| 4.2 Stokastisk spesifisering .....  | 21   |
| 4.3 Eliminering av forventningsvariable. Spesifisering av lagfordelinger .....                                    | 23   |
| 4.4 Vurderingskriterier for utvelgelse av likninger som skal implementeres i en total-<br>modell .....            | 25   |
| 4.5 Estimeringsresultater. Implementerte relasjoner .....   | 28   |
| 5. Simuleringseksperimenter .....   | 46   |
| Litteratur .....  | 51   |
| Vedlegg .....   | 53   |
| Utkommet i serien Rapporter fra Statistisk Sentralbyrå (RAPP) .....   | 54   |



## 1. INNLEDNING OG NOEN HOVEDKONKLUSJONER\*

Statistisk Sentralbyrå har de senere år arbeidet med å etablere en kvartalsmodell for den norske økonomien - KVARTS. (Oversikt over KVARTS-modellen finnes i Biørn, Jensen og Reymert (1985) og Jensen og Reymert (1984).) I forbindelse med dette arbeidet har det vært gjort en rekke økonometriske spesialstudier; delvis av eksplorativ karakter. Det har vært eksperimentert dels med ulike teoretiske utgangspunkter og dels med forsøk på å endogenisere variable som til nå har vært eksogent bestemt i norske makromodeller. For industrisektorene i modellen har en rekke forsøk av teoretisk og empirisk art vært gjort både hva angår bestemmelse av produksjons- og lageradferd og bestemmelse av produksjonskapasitet og faktoretterspørsel; deriblant bedriftenes etterspørsel etter realkapital og arbeidskraft (se Biørn (1985 a og b) og Stølen (1983) for nærmere redegjørelser). For sektorene utenom industri har vi derimot ikke benyttet særlig ambisiøse teoretiske formuleringer. Dette henger først og fremst sammen med at datakvaliteten for sektorene utenom industrien ikke gir de samme muligheter til å spille ut forskjellige teoretiske formuleringer som industristatistikken gjør. Men det er også et spørsmål om ressurser. Det tar mye tid å prøve ut avansert økonomisk teori empirisk; spesielt om datamaterialet er spinkelt.

Utgangspunktet for den undersøkelsen av investeringsatferd som dokumenteres her, har vært et ønske om også å forsøke å endogenisere investeringsetterspørselen fra sektorer utenom industrisektorene i KVARTS ved en relativt veletablert teori, nemlig det utvidede akselerasjonsprinsippet. Disse sektorene svarer for en meget stor andel av de årlige bruttoinvesteringene i Norge og betyr derfor mye for den totale etterspørselsutviklingen i norsk økonomi. Jeg har i tillegg prøvet ut den samme modellen for industrisektorene ut fra et ønske om å undersøke hvorvidt en akseleratormodell også kan gi en rimelig forklaring for utviklingene i industriinvesteringene.

Forklaringsvariablene i de investeringsrelasjonene jeg har benyttet, er sektorens produksjonsvekst og realverdien av dens brutto driftsresultat i tillegg til sesongfaktorer. Skisseaktig kan resultatene oppsummeres på følgende måte:

- Estimeringsresultatene kan gis en økonomisk meningsfylt tolkning, og det er klare atferdsskjeller mellom industrien og sektorene utenom industri. For de sistnevnte sektorene betyr produksjonsveksten mye som forklaringsvariabel. Resultatene tyder på at for industrisektorenes del blir investeringene først og fremst motivert av fortjenesteforholdene, representert ved størrelsen på brutto driftsresultatet.
- For de viktigste sektorene utenom industrien er resultatene noe blandet hva angår forholdet mellom den marginale og den gjennomsnittlige kapitalkoeffisienten; den marginale kapitalkoeffisienten er relativt lav. Dette er ganske vanlig i undersøkelser om investeringsatferd.
- Den økonometriske føyningen er i store trekk tilfredsstillende, men noe svakere for industrisektorene enn de øvrige sektorene. Det er imidlertid tegn til autokorrelasjon i de stokastiske restleddene; et problem jeg i stor grad har "løst" ved å gjøre enkle forutsetninger om den autoregressive strukturen i restleddene.
- Den modellmessige beskrivelse av tidsforsinkelsen mellom det tidspunkt endringene i forklaringsvariablene finner sted og det tidspunkt virkningen nedfeller seg i nye investeringer, har stått sentralt i det empiriske arbeidet. Dette er et felt hvor økonomisk teori på det nærmeste er taus. Selv om datamaterialet dessverre ikke kan avsløre presist hvorledes lagfordelingene bør se ut, er hovedtrekkene ved tidsforsinkelsene rimelig presist bestemt. Det tar om lag 5-8 kvartaler før endringer i forklaringsvariablene slår ut i investeringsetterspørselen med full tyngde.

\* Jeg takker Erik Biørn, Ådne Cappelen, Petter Frenger og Vidar Knudsen for nyttige kommentarer til manuskriptutkastet.



## 2. TEORIGRUNNLAG OG MODELLFORMULERING

Litteraturen omkring investeringsrelasjoner - både den teoretiske og den empiriske - er meget omfattende og en stor forskningsinnsats over en rekke år er lagt ned på å kartlegge dette viktige feltet av økonomisk virksomhet. Likevel er man ikke kommet fram til ett bestemt forklarings skjema for private bedrifters investeringsatferd som kan sies å være generelt akseptert blant økonomer. Mye av den økonometriske litteraturen innenfor feltet investeringsatferd er derfor fremdeles opptatt av å sammenlikne ulike teoretiske modellens empiriske forklaringskraft. En meget oversiktlig drøfting på grunnlag av norske kvartalsdata, hovedsakelig for industrien, er gitt i Biørn (1979), mens Bischoff (1971) og Clark (1979) har gjennomført liknende sammenlikninger av ulike investeringsrelasjoner på grunnlag av amerikanske data. Noen allment gyldige konklusjoner kommer ikke ut av slike sammenlikninger og det er i denne forbindelse fristende å sitere Martin Felstein (1982):

"Because the investment process is far too complex for any simple model to be convincing, I have estimated three quite different models of investment behaviour." (Side 825.)

På denne bakgrunn er det vanskelig å tenke seg at akseleratormodellen, som er utgangspunktet for investeringsrelasjonene i denne undersøkelsen, vil kunne fange opp alle viktige trekk ved investeringsatferden i alle faser av et konjunktur- og vekstforløp. I forbindelse med et konjunkturforløp hvor det er variasjoner i økonomiens aktivitetsnivå som står sentralt og ikke variasjonen i f.eks. relative priser, er det imidlertid grunn til å tro at akseleratormodellen kan være et brukbart utgangspunkt.

Når en skal lage et opplegg for en økonometrisk analyse av investeringsatferd kan det være fruktbart - slik jeg skal gjøre i dette kapitlet - å ta utgangspunkt i følgende tre problemstillinger<sup>1</sup>:

- Hvordan bestemmes den ønskede - eller optimale - størrelsen på realkapitalbeholdningen?
- Hvordan skal man modellere kapitalslitet?
- Hvordan skal man spesifisere den prosessen som bestemmer den faktiske kapitalbeholdningen når den optimale er kjent?

### 2.1. BESTEMMELSE AV DEN OPTIMALE KAPITALBEHOLDNINGEN

En mulig tolkning av de vanligste formuleringer av akseleratormodellen er at bedriftenes realkapitalbeholdning er en lineær funksjon av produksjonsnivået. Lar vi  $K_t^*$  være ønsket kapitalbeholdning på tidspunkt  $t$  og  $X_t^*$  forventet produksjon, så kan dette skrives:

$$(2.1) \quad K_t^* = \alpha \cdot X_t^* + \alpha_0$$

der  $\alpha$  er den marginale kapitalkoeffisienten. Dersom (2.1) tolkes som en invertert produktfunksjon, vil  $\alpha_0 = 0$  implisere konstant skalautbytte i produksjonen siden den marginale og den gjennomsnittlige kapitalkoeffisient er like. Når  $\alpha_0 > 0$  vil vi ha tiltakende utbytte og med  $\alpha_0 < 0$  avtakende utbytte

$$\text{idet} \quad E \left| \begin{array}{l} X_t^* \\ K_t^* \end{array} \right| = \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{K_t^*}{X_t^*}$$

For de sektorene i KVARTS hvor akseleratorrelasjonene er implementert, kan imidlertid modellen sies å mangle eksplisitte produktfunksjoner. Sektorene har nemlig implementert uavhengige estimerte relasjoner for kapital- og arbeidskraftteterspørsmål idet totalmodellen også inneholder relasjoner til bestemmelse av arbeidskraftteterspørselen som likner (2.1), men har antall timeverk som venstresidevariabel. Disse relasjonene må dermed sees i sammenheng for at man skal kunne vurdere sektorens implisitte "produktfunksjon". Jeg velger likevel å kalle elastisiteten av produksjonen mhp. kapitalen for

<sup>1</sup> Denne tredelingen skyldes Jorgenson (1963).

kapitalens grenseelastisitet. Årsaken er at sektorens skalautbytte i produksjonen innenfor totalmodellen, vil være et veiet gjennomsnitt av grenseelastisitetene til innsatsfaktorene i sektoren. Om  $\alpha_0 = 0$  i en sektor og arbeidskraftbruken, slik som vareinnsatsen, varierer pari-passu med produksjonen, vil sektoren således være karakterisert ved konstant skalautbytte når all bruk av innsatsfaktorer endres simultant. Ved vekst i produksjonen vil både bruken av arbeidskraft og kapital øke. I den grad bruken av arbeidskraft vokser mindre enn proporsjonalt med produksjonen, vil kapitalbruken kunne vokse mer uten at sektoren som helhet har stigende skalautbytte. Lav elastisitet av produksjon mhp. kapital i (2.1) trekker likevel isolert i retning av at sektoren som helhet vil karakteriseres av stigende skalautbytte.

Ved å tilbakedatere variablene i (2.1) til tidspunkt  $t-1$  og trekke fra får vi:

$$(2.2) \quad I_t^* = K_t^* - K_{t-1}^* = \alpha \cdot (X_t^* - X_{t-1}^*) = \alpha \Delta X_t^*$$

der  $I_t^*$  er ønskede nettoinvesteringer. Et konstantledd i (2.2) kan tolkes som en trend i ønsket kapitalbeholdning; f.eks. som følge av tekniske endringer.

Formuleringen (2.1) er den enkleste tenkelige spesifisering av akseleratormodellen og en rekke mer eller mindre raffinerte varianter er forsøkt (se Jorgenson (1971) for en oversikt). Det viktigste å nevne i denne sammenheng er at det sannsynligvis er en viss asymmetri i bedriftenes ønsker om investering i realkapital ved endringer i produksjonsnivået. Ved lav kapasitetsutnyttelse er det grunn til å tro at en viss ventet produksjonsvekst vil gi mindre vekst i ønsket kapitalbeholdning enn når produksjonen i utgangspunktet foregår nær kapasitetsskranken<sup>2</sup>. Pga. dataproblemer for produksjonssektorene utenom industri, har jeg ikke forfulgt dette poenget nærmere, men et eksempel på inkludering av et mål for ledig produksjonskapasitet i en investeringsrelasjon for en industri sektor finnes i Biørn (1985b), se også Eisner (1978); spesielt kapittel 5.

I teoretisk litteratur har akseleratormodeller av typen (2.1) opptrådt siden Carver (1903), men ble allment kjent først ved Clark's anvendelse av modellen på investeringer i amerikanske jernbaneselskaper; se Clark (1917). Det må med én gang innrømmes at som teoretisk utgangspunkt er (2.1) ikke særlig raffinert. Akseleratormodellen kan imidlertid også tolkes som et spesialtilfelle av en mer generell og derfor mer tilfredsstillende teoretisk modell, og det kan gis argumenter for at de viktigste konjunktoregenskapene kan representeres ved akseleratoren<sup>3</sup>. Vi tar da utgangspunkt i en CES-produksjonsfunksjon som angir en parametisert sammenheng mellom produksjon,  $X_t$ , innsatsen av arbeidskraft,  $N_t$ , og kapital,  $K_t$ :

$$(2.3) \quad X_t = A_0 \cdot [a \cdot N_t^{-b} + (1-a)K_t^{-b}]^{-\frac{1}{b}}$$

hvor  $A_0 > 0$ ,  $0 < a < 1$ ,  $h > 0$  og  $b > -1$ . Anta at produsenten minimerer sine produksjonskostnader<sup>4</sup> ved produktmengden  $X_t^*$  og til de forventede faktorpriser:  $W_t^*$ , lønnskostnader pr. enhet arbeidskraft, og  $q_t^*$ , leiepris på realkapitalen. Ønsket kapitalbeholdning blir da:

$$(2.4) \quad K_t^* = \left(\frac{1}{A_0}\right)^{\frac{1}{h}} [(1-a) + a^\sigma \cdot (1-a)^{1-\sigma} \cdot \left(\frac{W_t^*}{q_t^*}\right)^{1-\sigma}]^{-\frac{\sigma}{h}} \cdot X_t^* \frac{1}{h}$$

der  $\sigma = \frac{1}{1+b}$  er substitusjonselastisiteten. Den angir de tekniske mulighetene for å erstatte arbeidskraft med kapital i produksjonsprosessen.

<sup>2</sup> Slike assymetrier er et viktig trekk ved Goodwins konjunkturteori. I den enkleste utformingen av sin modell antar Goodwin at det bare investeres når kapasiteten er fullt utnyttet, ellers intet.

<sup>3</sup> Framstillingen her følger Smyth (1978). <sup>4</sup> Ved profittmaksimering oppstår det problemer med å betrakte produktmengden som eksogen i den avledede relasjonen for ønsket kapital. Se Smyth (1978) for gjennomføringen av den formelle utledningen.

Vi ser av (2.4) at bare når  $h=1$ , dvs. at vi har konstant utbytte mht. produksjonsskalaen, kan (2.1) ha håp om å være en brukbar tilnærming til (2.4). Dette krever at  $\alpha_0 = 0$ . Vi ser videre:

- Små substitusjonsmuligheter - lav  $\sigma$  - gjør "akseleratoren" i (2.4) til det viktigste leddet. I grensetilfellet  $\sigma=0$  får vi når arbeidskraften ikke er en limiterende faktor:

$$K_t^* = \frac{1}{A_0} \cdot X_t^* = \alpha_c \cdot X_t^*$$

Det er grunn til å tro at det i alle fall på kort sikt er lettere å ekspandere det eksisterende kapitalutstyret med uendret kapitalkoeffisient som følge av økt aktivitetsnivå enn å endre kapitalkoeffisienten - substituere - som følge av endrede relative faktorpriser. I en kortsiktsmodell over et konjunkturforløp, skulle dermed akseleratoren være viktigst. Se Bischoff (1971) og Wallis (1979) for empiriske resultater i denne retning. For et mindre entydig resultat, se Biørn (1979).

- Dersom det er lite variasjon i de forventede relative faktorpriser over konjunkturforløpet, vil akseleratoreffekten via  $X_t^*$  være dominerende i bestemmelsen av ønsket kapitalbeholdning.
- Dersom forventede relative faktorpriser - snarere enn de faktiske - varierer trendmessig og ikke over konjunkturforløpet, vil utgangspunkt i en akseleratormodell som inkluderer et trendledd kunne være en brukbar investeringsrelasjon i en konjunkturmodell som KVARTS.

Det er ingen grunn til å tvile på at den mer generelle formuleringen (2.4) er en teoretisk sett mer tilfredsstillende formulering enn (2.1) i bestemmelsen av ønsket kapital. De ovenfor nevnte argumenter trekker imidlertid i retning av at akseleratormodellen kan være en brukbar tilnærming - spesielt når formålet for relasjonen er å inngå i en konjunkturmodell<sup>5</sup>. Når jeg har valgt å forutsette akseleratormodellen a priori har dette sammenheng med at da estimeringsarbeidet ble gjennomført muliggjorde ikke datamaterialet en testing av hvorvidt prisleddet i (2.4) var signifikant<sup>6</sup>. Men det er også et moment at tidligere undersøkelser klart viser hvilken dominerende stilling produksjonsutviklingen har for investeringssetterspørselen. I sin oversiktsartikkel konkluderer Jorgenson (1971)<sup>7</sup> med at

"... real output emerges as the most important single determinant of investment expenditures".

I KVARTS inngår fire kapitalarter; maskiner, bygninger, oljeanlegg og skip. Bare for de to første har vi forsøkt å implementere økonometriske likninger til bestemmelse av investeringene. Det betyr likevel at produksjonssektorene ikke tilpasser bare én kapitalbeholdning, men to og disse burde da sees i sammenheng. En mulig løsning ville være å forsøke det samme opplegget som i Biørn (1985). Der aggregeres de to kapitalartene bygninger og maskiner til ett kapitalaggregat ved hjelp av en CES-funksjon. Jeg har valgt en enklere løsning, nemlig å behandle kapitalartene hver for seg. De lave verdiene Biørn estimerer for substitusjonselastisiteten mellom bygninger og maskiner indikerer at dette ikke er en altfor grov tilnærming. Jeg har imidlertid ikke under estimeringen pålagt noen restriksjon om at de to artene skal utvikle seg proporsjonalt; verken på kort eller lang sikt. Jeg har dessuten sett bort fra eventuelle aggregeringsproblemer og benyttet akseleratoren direkte på KVARTS-sektorenes aggregeringsnivå.

#### UTVIDELSE AV MODELLEN. INKLUDERING AV LIKVIDITETS Variabel

Akseleratorsammenhengen i (2.2) har den svakhet at den ser bort fra mulige problemer bedriftene kan ha med å finansiere ønskede kapitalutvidelser. Dette momentet er spesielt viktig i Norge hvor kredittmarkedet i estimeringsperioden (1966 - 1977) har vært til dels meget kraftig regulert og

<sup>5</sup> Det er grunn til å understreke at til grunn for (2.1) ligger helt andre forutsetninger om produktfunksjonen enn når vi antar en CES-produktfunksjon med små substitusjonsmuligheter. Siden formuleringen (2.1) er utgangspunktet for de relasjonene som er implementert i KVARTS, er det imidlertid naturlig i modellsammenheng å gi resultatene den tolkning som følger av for (2.1). <sup>6</sup> Dette gjelder produksjonssektorene utenom industri. <sup>7</sup> Se også liknende konklusjoner hos Bischoff (1971) og Clark (1979) som sammenlikner egenskapene til ulike modeller estimert på det samme datagrunnlaget.

kreditten kvantumsrasjonert. En mulighet for bedrifter som har problemer med å eksterntfinansiere sitt investeringsprogram, er da helt eller delvis å finansiere sine investeringer ved egne opptjente midler. Ut fra dette synspunkt kan man tolke det å ha en indikator for overskudd som argument i en relasjon til bestemmelse av optimal kapitalbeholdning, som bedriftens reaksjon på ikke å kunne lånefinansiere et ellers rentabil investeringsprosjekt.

I den grad en bedrift er i stand til å lånefinansiere sine kapitalutvidelser, er det også mye som tyder på at internfinansiering via egne opptjente midler kan være billigere enn eksterntfinansiering. Anta f.eks. at en bedrift går med store overskudd og om ønskelig kan lånefinansiere investeringer i sin helhet. En mulighet er da å betale ut overskuddet som utbytte til eierne og å lånefinansiere investeringen. Dette ville redusere bedriftens egenkapitalandel og derigjennom - alt annet like - øke dens risiko for å gå konkurs. Dersom beskatningen av utbytte på leierens hånd er høyere enn selskapsskatten og tilbakeholdt utbytte fører til skattefri verdistigning på selskapets aksjer, vil internfinansiering også reelt sett være billigere enn eksterntfinansiering<sup>8</sup>. Man tenker seg dessuten ofte at kostnadene ved eksterntfinansiering er stigende; f.eks. ved at lånerenten er høyere jo mindre egenkapitalandelen er. (Se Steigum (1983).)<sup>9</sup> En høy egeninntjening skulle således bidra positivt til investeringssetterspørselen. I motsatt retning trekker at bedriftene ikke kan imputere kostnader for bruk av egenkapital i sine regnskaper. Ifølge Urrang (1984) beregner imidlertid bare 31 prosent av industriforetakene seg kostnader for bruk av egenkapital.

Standard nyklassisk teori leder oss for øvrig til å vente en positiv korrelasjon mellom ønsket kapitalbeholdning og fortjeneste. En bedrift som initialt er i likevekt i et konkurransemarked, vil f.eks. ved en prisoppgang få økt sin fortjeneste. Den økte fortjenesten er signalet om at utvidet produksjon er lønnsomt. Et ønske om utvidet produksjon vil også medføre et ønske om økt faktorbruk; deriblandt et ønske om en høyere kapitalbeholdning. Et høyt driftsresultat vil dermed bety at produksjon og derfor også bruk av innsatsfaktoren kapital er lønnsomt i sektoren<sup>10</sup>. En slik sammenheng må imidlertid betraktes som en redusert-form sammenheng.

Et siste poeng jeg vil trekke fram i denne sammenheng har med dimensjoneringen av produksjonskapasiteten i forhold til produksjonen å gjøre<sup>11</sup>. Dersom det er usikkerhet knyttet til etterspørselsutviklingen og derigjennom til ønsket produksjon, kan det vises at det er optimalt å ha høyere produksjonskapasitet jo høyere overskuddet pr. produsert enhet er. Dette kommer av at jo høyere overskudd man får pr. produsert enhet, jo større villighet har man til å bære risikoen for ledig kapasitet fordi fortjenesten er så stor de ganger hele kapasiteten utnyttes. Resonnementet er strengt tatt basert på en forutsetning om putty-clay produksjonsteknologi, men vil selvfølgelig også ha relevans for de blandede produksjonsteknologier man i realiteten opererer med.

De ulike begrunnelsene som er gitt for at et mål for bedriftens overskudd, inntjeningssevne eller likviditet bør være argumenter i en investeringsmodell gir ikke noen klar konklusjon om et slikt mål bør føyes til i (2.1) eller i (2.2) - eller i begge. I tråd med en rekke andre undersøkelser om investeringsatferd<sup>12</sup> har jeg valgt å føye den til i (2.2) selv om dette gjør at modellen får litt ugunstige stabilitetsegenskaper; se kap. 5. Den relasjonen jeg blir stående ved til bestemmelse av ønskede nettoinvesteringer blir da:

$$(2.5) \quad I_t^* = \alpha \Delta X_t^* + \beta Y_t^*$$

der  $Y_t^*$ , er forventet inntjening i sektoren eller en likviditetsindikator, jf. drøftingen i avsnitt

#### 4.3.

<sup>8</sup> Se Simonsen (1984). En mer omfattende drøfting av slike poenger - som for min estimeringsperiode nok var mer treffende i USA - finnes i Evans (1969). <sup>9</sup> Steigums resonnementer avviker for øvrig fra mine da han tenker seg at egeninntjeningen ikke er bestemmende for den langsiktige kapitalbeholdningen, men bare påvirker hastigheten i tilpasningen av den faktiske kapitalbeholdningen til den ønskede. Se for øvrig avsnitt 2.3. <sup>10</sup> Se Bjørn (1985b) for en viss utdyping av dette poenget som kan sies å "indirekte fange opp noen elementer av tilbyderadferd fra bedriftenes side". <sup>11</sup> Poenget skyldes Moene (1983). <sup>12</sup> Se f.eks. Eisner (1978).

## 2.2. MODELLERING AV KAPITALSLITET

I avsnittet foran har jeg bare behandlet ønskede nettoinvesteringer eller den ønskede tilveksten til kapitalbeholdningen. Kapitalvareetterspørselen i alt - bruttoinvesteringene<sup>13</sup> - består imidlertid av summen av nettoinvesteringer og kapitalslit:

$$(2.6) \quad J_t^* = I_t^* + D_t^*$$

der  $J_t^*$  er ønskede bruttoinvesteringer i periode  $t$ .  $I_t^*$  er ønskede nettoinvesteringer og  $D_t^*$  er "ønsket" kapitalslit. Tabell 3.1 viser at i KVARTS-modellens basisår 1975 utgjorde kapitalslitet etter nasjonalregnskapets beregningsmåte hele 38 prosent av de totale investeringer. Hvordan man bestemmer  $D_t^*$  er derfor av stor betydning for bestemmelser av investeringsetterspørselen i alt.

Ifølge Wallis (1979) har det i økonometriske undersøkelser vært vanlig ganske enkelt å forutsette at kapitalslit utgjør en konstant andel,  $\delta$ , av kapitalbeholdningen ved inngangen til perioden<sup>14</sup>:

$$(2.7) \quad D_t^* = \delta \cdot K_{t-1}$$

hvilket ved innsetting av (2.5) og (2.7) i (2.6) gir

$$(2.8) \quad J_t^* = \alpha \Delta X_t^* + \delta \cdot K_{t-1} + \beta Y_t^*$$

Relasjon (2.7) innebærer for det første at strukturen i utrangeringen av realkapitalen er mekanisk og kan representeres ved en proporsjonalitetsfaktor. Jorgenson (1963) (side 251) argumenterer for at dette er en gyldig tilnærming på lang sikt når en kapitalgjenstands (tekniske) levetid er gitt. Han behandler imidlertid ikke de mulige økonomiske begrunnelser for å utrangere en kapitalgjenstand før den teknisk sett er ubrukelig. Klarest kommer dette til uttrykk i enkle putty-clay modeller der produksjonsenheten tas ut av produksjonen - permanent eller midlertidig - når dekningsbidraget er negativt. En bedrift kan også tenkes å variere intensiviteten i bruken av en maskin ved valg mellom ett- og toskiftordninger. Dette vil påvirke maskinens levetid og dermed replasseringsstidspunktet selv til konstant produktiv brukstid. Videre vil det ofte være slik at en maskin krever stadig mer vedlikehold pr. enhet brukstid når den blir eldre. Høye vedlikeholdskostnader kan derfor gjøre en gammel maskin ulønnsom i forhold til en ny uten at den gamle maskinen teknisk sett har mistet sin produksjonskapasitet. Til slutt vil jeg nevne at teknologiske nyvinninger også kan medføre at en gammel maskin skrotes ut fra lønnsomhetsbetraktninger<sup>15</sup>.

<sup>13</sup> Jeg neglisjerer her nasjonalregnskapets skille mellom nyinvesteringer og bruttoinvesteringer, som oppstår pga. kjøp og salg av brukt realkapital. Jeg neglisjerer også det begrepsmessig viktige skillet mellom nettokapital og bruttokapital og benytter uttrykkene utrangering, depresiering og kapitalslit om hverandre. Biørn (1985b) redegjør for behandlingen av dette skillet i KVARTS. <sup>14</sup> Se Wallis (1979) og Biørn (1979). <sup>15</sup> For en utdyping av noen av disse poengene, se Steigum (1980).

Den depresieringsstrukturen som formuleringen (2.7) representerer impliserer videre at replaseringen av utrangert kapital automatisk finner sted når nettoinvesteringene er positive. Det er flere grunner til at man ikke uten videre skulle vente en slik automatikk, bl.a. vil mulighetene til å finansiere (brutto) investeringene kunne spille inn. Argumentene for dette er de samme som i avsnitt 2.1. Jeg vil i denne sammenheng også legge til at resultatene til Feldstein og Foot (1971) tyder på at forholdet mellom replaseringensinvesteringer og kapitalbeholdning var positivt korrelert med bedriftenes egenopptjening og kapasitetsutnyttning og negativt korrelert med nettoinvesteringene. Eisner (1978) påviser imidlertid at det er klart mindre svingninger i replaseringensinvesteringene enn i nettoinvesteringene.

Som man forstår av det foregående er det en rekke grunner til å vente at replaseringensinvesteringenes størrelse avhenger av økonomiske forhold. For å ta hensyn til slike forhold måtte vi imidlertid ha uavhengige observasjoner av replaseringensinvesteringene siden nasjonalregnskapet ikke kan gi denne typen informasjon fordi dets kapitalstiltall er framkommet ved en mekanisk metode. Nasjonalregnskapets kapitaltall er dessuten basert på avskrivninger etter "den rette linjes metode" og vil således heller ikke være konsistente med en relasjon av typen (2.7). I KVARTS har vi derfor valgt å modellere nettoinvesteringene ved økonomiske relasjoner med utgangspunkt i (2.5), mens kapitalstiltet beregnes i en egen kapitalstiltmodell. Kapitalstiltmodellen i KVARTS er en tilnærming til de mekaniske metoder som benyttes i nasjonalregnskapet<sup>16</sup>.

### 2.3. TILPASNING AV FAKTISK TIL ØNSKET KAPITALBEHOLDNING

Akseleratormodellen (2.5) gir en sammenheng mellom forventet produksjon og ønsket kapitalbeholdning. Anta nå at produsentenes forventede framtidige produksjon øker. Man kunne f.eks. tenke seg en 10 prosents ventet produksjonsvekst og dette ville i så tilfelle også kreve en økning av kapitalbeholdningen med 10 prosent i pari-passu tilfellet. Dersom endringene i forventningene om produksjonsutviklingen skjedde meget raskt, ville også den ønskede kapitalbeholdningen endres svært raskt. Det er derfor rimelig å anta at den faktiske kapitalbeholdningen ikke kan være lik den ønskede til enhver tid og at det vil være reaksjonstreggheter i tilpasningen av den faktiske kapitalbeholdningen når den ønskede endrer seg. Dersom vi hadde modellert hele markedet for kapitalvarer og ikke bare etterspørselen etter kapital, ville ønsket og faktisk kapitalbeholdning kunne være like i markedslikevekt, men vi ville da vente svært store svingninger i kapitalvareprisen.

Jeg har etter noe eksperimentering i tråd med bl.a. Eisner (1978) valgt å innføre reaksjonstreggheter ved å anta at faktisk kapitalbeholdning er en lagfordeling over løpende og tidligere ønskede verdier for denne variabel:

$$(2.9) \quad K_t = \lambda_0 K_t^* + \lambda_1 K_{t-1}^* \dots = \lambda(L) K_t^*$$

der  $K_t$  er faktisk kapitalbeholdning og  $\lambda(L) = \lambda_0 + \lambda_1 L + \lambda_2 L^2 + \dots$  er et polynom i lagoperatoren  $L$ <sup>17</sup>. En tilbakedatering med en periode av samtlige variable i likning (2.9) gir

$$(2.10) \quad K_{t-1} = \lambda_0 K_{t-1}^* + \lambda_1 K_{t-2}^* + \dots = \lambda(L) K_{t-1}^*$$

<sup>16</sup> Bjørn (1985) inneholder en nærmere beskrivelse av kapitalstiltmodellen i KVARTS. <sup>17</sup> En lagoperator tilbakedaterer en variabel slik at  $LX_t = X_{t-1}$  og  $L^i X_t = X_{t-i}$ . Wallis (1979) inneholder i kapittel 3 en enkel innføring i algebraen ved bruk av lagoperatorer.

Ved å trekke (2.10) fra (2.9) får vi

$$(2.11) \quad I_t = K_t - K_{t-1} = \lambda(L) K_t^* - \lambda(L) K_{t-1}^* = \lambda(L) \Delta K_t^*$$

der  $I_t$  er faktiske nettoinvesteringer og  $\Delta K_t^* = I_t^*$  er ønsket nettoinvestering i periode  $t$ . (2.11) sier dermed at faktiske investeringer er en lagfordeling over ønskede investeringer, og kan tolkes som at de ønskede investeringene også blir fullført, men med en tidsforskyvning eller "delivery lag". En svakhet ved denne formuleringen er selvfølgelig at produsenten ikke revurderer sine investeringsplaner i lys av hva som er skjedd etter at ønsket om en bestemt kapitalutvidelse oppstod. Helt urimelig er dette imidlertid ikke, først og fremst fordi mange kapitalgjenstander vil være sterkt bedriftsspesifikke etter at de er bestilt. Alternativet til å motta en bestilt kapitalgjenstand vil dermed ofte være å betale dyrt for kansellering av ordre eller salg på kapitalvaremarkedet til svært lav pris.

Innsetting av (2.5) i (2.11) gir nå:

$$(2.12) \quad I_t = \lambda(L) \{ \alpha \Delta X_t^* + \beta Y_t^* \}.$$

Vi bør åpne for at tidsforskyvningen i investeringsprosessen er forskjellig avhengig av om den er motivert av endrede produksjonsforventninger eller endret inntjeningssevne. En mulig årsak kunne f.eks. være at ved hel eller delvis internfinansiering av et investeringsprosjekt behøver man ikke gå gjennom en tidkrevende finansieringsperiode. Vi kommer da fram til nettoinvesteringsrelasjonen på sin endelige form:

$$(2.13) \quad I_t = \alpha \cdot \lambda_1(L) \Delta X_t^* + \beta \cdot \lambda_2(L) Y_t^*$$

Ut fra de forutsetninger som er gjort bør vi anta at  $\sum \lambda_{1i} = 1$ , dvs. at alle ønskede investeringer realiseres før eller senere. Likning (2.13) vil dermed gi oss et anslag på den marginale kapitalkoeffisienten  $\alpha$ . Etersom inkluderingen av  $Y_t^*$  har et mer "ad hoc"-preg er det vanskelig å ha noen oppfatning om  $\sum \lambda_{2i}$  annet enn at den skal være positiv.

Eisner og Strotz (1963) har gitt tregheten i tilpasningen av den faktiske til den ønskede kapitalbeholdningen en økonomisk begrunnelse ved at det er en rekke kostnader knyttet til endringen av kapitalbeholdningen og at disse kostnadene er større jo større endringer man foretar i en periode, dvs. kostnadene ved å justere kapitalbeholdningen er konvekse. For det første er det stigende bedriftsinterne kostnader ved endringer av kapitalbeholdningen. Disse kan f.eks. skyldes behov for reorganisering og opplæring av ansatte ved installering av nytt utstyr. For det andre kan store endringer i kapitalbeholdningen implisere en signifikant høyere kapasitetsutnyttning i kapitalvareindustrien og dermed høyere pris på kapitalvarer. Dette vil isolert sett innebære en høyere kostnad knyttet til raske endringer av kapitalbeholdningen enn når endringen foregår langsomt. Kostnaden vil være konveks om det er avtakende utbytte i produksjonen hos kapitalvareprodusentene.

En optimaliserende bedrift vil veie de økte inntekter en rask installering av nytt kapitalutstyr innebærer opp mot de økte kostnader som er forbundet med et høyt tempo i justeringen av kapitalbeholdningen. En slik avveining samtidig som man forutsetter at justeringskostnadene kan representeres ved en kvadratisk funksjon, leder typisk fram til følgende justeringsregel:

$$(2.14) \quad K_t - K_{t-1} = \tau (K_t^* - K_{t-1}),$$

dvs. at man i løpet av perioden lukker en viss andel,  $0 < \tau < 1$ , av gapet mellom kapitalbeholdningen ved inngangen til perioden,  $K_{t-1}$ , og den som ønskes ved utgangen av perioden. En slik økonomisk begrunnelse for treghet i tilpasningen av ønsket kapital representerer et stort fremskritt i forhold til på ad-hoc basis å forutsette denne tregheten<sup>18</sup>. Når jeg likevel har valgt varianten (2.9) som baserer seg på forutsetningen om "delivery lags" har dette to årsaker. For det første har forutsetningene som ligger til grunn for resonnementet ovenfor blitt utsatt for en del kritikk først og fremst fordi den viktige antakelsen om konvekse justeringskostnader synes å være løst begrunnet; spesielt gjelder dette de bedriftsinterne kostnadene (se f.eks. Rothschild (1971))<sup>19</sup>. For det andre kan (2.14) tolkes som en variant av "delivery lag" formulering hvor lagstrukturen er geometrisk avtakende og hvor man aldri blir helt ferdig med å installere det nye utstyret. Det er for øvrig verd å merke seg at de to begrunnelsene for å innføre reaksjonstregheter er basert på helt ulike forståelser av årsakene til tregheten. Tidsforsinkelser på bakgrunn av "delivery lags" har sin årsak i forhold på tilbudssiden i kapitalvaremarkedet. Justeringskostnadene derimot, oppstår hos kapitalvareetterspørerne og resulterer i tidsutstrekning av etterspørselen.

<sup>18</sup> Til gitt forventet produksjon,  $X_t^*$ , gir (2.1) og (2.14) følgende relasjon:

$K_t = (1-\tau) K_{t-1} + \tau \cdot \alpha \cdot X_t^*$ . Dette er en første ordens lineær differenslikning med konstante koeffisienter. Den har følgende løsning:

$$K_t = (1-\tau)^t \cdot (K_0 - \alpha X^*) + \alpha X^*$$

For at modellen skal være stabil, kreves - ikke overraskende - at  $\tau$ , justeringshastigheten, er positiv og mindre enn én. <sup>19</sup> Resonnementet som leder fram til (2.14) kan også kritiseres på et annet grunnlag: Dersom produktfunksjonen inneholder flere argumenter, bør det faktum at en produsent ikke til enhver tid kan tilsette den ønskede mengde av innsatsfaktoren kapital få følger for den ønskede bruk av eventuelle andre innsatsfaktorer.



### 3. DATAGRUNNLAGET

#### 3.1. DATAMATERIALET

Det primære datagrunnlaget jeg har brukt til estimering av investeringsrelasjonene, er det kvartalsvise nasjonalregnskapet (KNR) for perioden 1966 - 1978<sup>1</sup>. Flere nødvendige variable - f.eks. kapitalslitet - har imidlertid manglet i KNR og i forbindelse med KVARTS-arbeidet er det derfor konstruert en rekke størrelser, bl.a. ved hjelp av det årlige nasjonalregnskapet.

Det kvartalsvise nasjonalregnskapet gir de ulike produksjonssektorenes bruttoinvesteringer i fast realkapital av de to artene maskiner og transportmidler, og bygninger og anlegg. Vi har antatt at investeringer i bygninger og anlegg i sektor (65) Oljeutvinning mv., i sin helhet består av oljeanlegg. Tilsvarende har vi antatt at maskininvesteringer i sektor (60) Utenriks sjøfart, samt fiskebåtenes andel av maskininvesteringene i sektor (10) Primærnæringer, utgjør arten skip, fiskebåter mv. Alt i alt har vi dermed følgende fire investeringsarter i KVARTS:

- JM Maskiner og transportmidler
- JB Bygninger og anlegg
- JS Skip, fiskebåter mv.
- JO Oljeanlegg

En detaljert oversikt over innholdet av de enkelte artene er gitt i vedlegget<sup>2</sup>. For de to artene JS og JO er det ikke gjort forsøk på å estimere økonometriske investeringsrelasjoner.

Ved beregning av fastprisserier i nasjonalregnskapet skiftes det jevnlig basisår, og en kjeding har vært nødvendig for å få sammenhengende serier til estimeringsarbeidet. Dessuten er investerings-tallene i KNR beregnet på et mer disaggregert sektornivå enn det som er spesifisert i KVARTS, og de må derfor aggregeres for å kunne brukes i modellen. Resultatet er ikke uavhengig av i hvilken rekkefølge kjedingen og aggregeringen foretas. Siden kjeding av to fastprisserier må antas å bli desto bedre jo mer ensartet prisutvikling komponentene i gruppene har, vil det være å foretrekke å utføre kjedingen på det mest disaggregerte nivå. Vi har derfor valgt å kjede først og deretter aggregere fastpristallene til KVARTS-nivå. De tilhørende prisindekser blir Paasche-indekser og fremkommer som forholdet mellom investeringene i løpende verdi og fastpristallene. De kjedede seriene har basisår 1975, dvs. de kvartalsvise prisindekser for 1975 har gjennomsnittsverdi lik 1.

Det kvartalsvise nasjonalregnskapet inneholder ikke serier for kapitalbeholdning eller depresiering etter sektor og art. Det har derfor vært nødvendig å beregne disse med utgangspunkt i de opplysningene årsregnskapet gir om kapitalbeholdning og depresiering samt KNR-tall for bruttoinvesteringer etter sektor og art. Beregningene benytter en tilnærming til nasjonalregnskapets metode med lineær depresiering og forutsetter at depresieringen i ett år fordeler seg proporsjonalt med kapitalbeholdningen på de ulike kvartaler. Se Biørn (1985b) for en dokumentasjon av beregningsmetoden.

Brutto driftsresultat framkommer i KNR som verdien av sektorens bruttoproduksjon korrigert for moms og vareavgifter fratrukket verdien av vareinnsatsen og lønnskostnadene. For å komme fram til netto driftsresultat må man også trekke fra verdien av kapitalslitet. Jeg har valgt bruttodriftsresultat som indikator for sektorens inntjeningssevne og likviditet. Dette henger sammen med at verdien av kapitalslitet er likvide midler for bedriftene. For øvrig er nasjonalregnskapets måte å beregne verdien av kapitalslitet på relativt mekanisk og gjenspeiler ikke nødvendigvis når produsentens faktiske "depresieringskostnader" påløper. En rekke viktige aspekter ved bedriftenes fortjenestesituasjon reflekteres imidlertid ikke i det valgte målet; bl.a. påvirkes ikke brutto driftsresultatet av endringer i reglene for bedriftsbeskatning eller i avskrivningsreglene. Finanskostnadenes virkning på bedriftenes disponible overskudd er heller ikke tatt hensyn til ved beregningene av driftsresultatet.

Jeg har valgt KNRs tall for bruttoproduksjon som mål på aktivitetsnivået i en sektor. Flere andre investeringsundersøkelser - bl.a. Biørn (1979) - benytter bruttoproduktet, dvs. bruttoproduksjon minus vareinnsats, som aktivitetsmål. Når jeg likevel her velger bruttoproduksjon henger dette for det

<sup>1</sup> For 1978 bygger KNR på det foreløpige årlige nasjonalregnskapet som er av relativt dårlig kvalitet hva investeringene angår; se Jensen og Wahl (1985). Jeg har derfor valgt ikke å bruke tallene for 1978 til tross for tapet dette innebærer i estimeringsmessige frihetsgrader. <sup>2</sup> Inndeling i investeringsarter i KVARTS er koordinert med de tilsvarende inndelinger i årsmodellen MODAG. De 6 investeringsartene i MODAG kan aggregeres direkte til de 4 i KVARTS.

første sammen med at en sektor nytter innsatsfaktoren kapital i hele sin produksjon og ikke bare til "produksjon av value added". For det andre gjør nasjonalregnskapets beregningsmetoder bruttoproduksjonen til det mest pålitelige mål idet bruttoproduktet i noen grad har karakter av residual. Anslaget på kapitalkoeffisienten  $\alpha$  i relasjon (2.5) er imidlertid ikke uavhengig av dette valget.

### 3.2. NOEN HOVEDTREKK VED DATAMATERIALET

Det er altfor omfattende å legge fram og kommentere hele det datamaterialet som ligger til grunn for estimeringsarbeidet. Noen interessante og viktige hovedtrekk vil jeg imidlertid presentere. Tabell 3.1 gir en oversikt over brutto- og nettoinvesteringer samt kapitalslitet etter produksjonssektor og art i 1975; basisåret til den KVARTS-versjonen resultatene fra denne analysen først ble implementert i.

Vi ser av tabell 3.1 at av de totale bruttoinvesteringene utgjør industriinvesteringene (dvs. sektorene 15, 25, 30, 45 og 50) bare 12,9 prosent. De øvrige sektorene hvor vi i KVARTS endogeniserer investeringene (sektorene 10, 55, 70 og 80, heretter kalt sektorene utenom industri etc.) svarer for hele 42,6 prosent av bruttoinvesteringene. For den totale etterspørselsutviklingen i økonomien betyr derfor disse sektorenes investeringsetterspørsel betydelig mer enn industriens. Vi ser også at 37,7 prosent av de totale bruttoinvesteringene er replassering av kapitalslitet.

Tabell 3.1. Investeringer og kapitalslit i KVARTS-produksjonssektorer i 1975. Mill.kr<sup>1</sup>

| Sektor   | Bruttoinvesteringer | Nettoinvesteringer | Kapitalslit |
|--|---------------------|--------------------|-------------|
| 10. Primærnæringer .....                           | 3 039,2             | 1 148,4            | 1 890,9     |
| 15. Næringsmiddel- og bekledningsindustri .....    | 1 000,5             | 292,2              | 708,3       |
| 25. Trevareindustri, grafisk industri mv. ....     | 1 301,8             | 503,0              | 699,7       |
| 30. Bergverk og råvareindustri .....               | 3 048,8             | 1 697,0            | 1 351,8     |
| 45. Metallbearbeidingsindustri .....               | 1 056,0             | 426,4              | 629,6       |
| 50. Verftsindustri .....                           | 588,3               | 390,5              | 197,8       |
| 55. Bygge- og anleggsvirksomhet .....              | 864,1               | 288,6              | 575,5       |
| 60. Utenriks sjøfart .....                         | 9 415,3             | 5 494,2            | 3 921,1     |
| 65. Oljeutvinning mv. ....                         | 7 646,5             | 6 195,2            | 1 451,3     |
| 70. Innenlandsk samferdsel og kraftforsyning ..... | 5 759,6             | 2 629,2            | 3 130,5     |
| 80. Diverse tjenesteytende virksomhet .....        | 13 375,8            | 8 668,8            | 4 707,0     |
| 90. Offentlig forvaltning .....                    | 7 019,0             | 5 864,6            | 1 154,5     |
| 99. Norske produksjonssektorer i alt .....         | 54 114,9            | 33 598,1           | 20 418,0    |

<sup>1</sup> Nettoinvesteringene og kapitalslitet summerer seg ikke nøyaktig til bruttoinvesteringene pga. små avrundingsfeil i beregningsopplegget.

Figur 3.1 og 3.2 viser nettoinvesteringene i (JM) Maskiner og transportmidler og (JB) Bygninger og anlegg i industrien. Ser man bort fra relativt store sesongutslag - spesielt i 4. kvartal - går det klart fram at figuren av nettoinvesteringene har et markert syklisk forløp. Med dette mener jeg at investeringsutviklingen har klare oppad- og nedadgående bevegelser og domineres ikke av en trendbevegelse slik man ofte ser i økonomiske tidsserier.

Jeg har beregnet en tidsserie for kapitalkoeffisientene på følgende måte for hver art:

$$(3.1) \quad v_t = \frac{K_{t-1}}{X_t}$$

$v_t$  definert som i (3.1) vil selvfølgelig vise variasjon også ut fra sykliske variasjoner i aktivitetsnivå, men må likevel antas å kunne avsløre eventuelle trender i kapitalkoeffisienten. Av figur 3.3 og 3.4 ser vi at det ikke er klare trender - som f.eks. kunne skyldes tilpasning til endrede relative faktorpriser - i kapitalkoeffisientene i industrien. Kapitalkoeffisientene ser imidlertid ut til å øke noe mot slutten av perioden. En mulig forklaring er den sterke svikten i industriproduksjonen og den lave kapasitetsutnyttningen etter det første oljeprissjokket på midten av 1970-tallet.

Utviklingen i de to forklaringsvariablene i investeringsrelasjonene er gjengitt i figurene 3.5.A og 3.5.B. Produksjonsveksten er beregnet som veksten fra samme kvartal ett år tidligere, men viser likevel store "tilfeldige" variasjoner. Et visst syklisk forløp er det likevel klart at produksjonsveksten har og toppe og bunner i dette forløpet ser ut til å være nær sammenfallende med toppe og bunner i investeringsutviklingen. Et slikt sammenfall i tid er overraskende, og kan skyldes at produksjonsutviklingen egentlig ligger en hel "periode" foran investeringene. Det er også mulig at sammenfallet i tid skyldes at industrien som helhet produserer mye av investeringsvarene. I så fall vil produksjonen av investeringene forgå umiddelbart før investeringen blir registrert.

Realverdien av bruttodriftsresultat i industrien har et meget klart syklisk forløp, med en topp tidlig i 1974. Ellers gir en sammenlikning av utviklingen i driftsresultatet og investeringsutviklingen inntrykk av at det sykliske forløpet er relativt likt, men med toppene i investeringene vel et års tid etter toppene i driftsresultatet.

Investeringsutviklingen i produksjonssektorene utenom industri, utenriks sjøfart, oljeutvinning mv. og offentlig produksjon, er gjengitt i figurene 3.6 og 3.7. I motsetning til industrien er det for disse næringene intet helt klart syklisk forløp i investeringsaktiviteten. Men veksten i investeringene tiltar sterkt mot slutten av perioden da utviklingen i norsk økonomi var sterkt preget av den såkalte motkonjunkturpolitikken. Kapitalkoeffisientene i figurene 3.8 og 3.9 har imidlertid en svak, men klar trend. Et konstantledd kan derfor være nødvendig i investeringsrelasjonene for disse sektorene.

Heller ikke driftsresultatet eller produksjonsveksten ser, slik figurene 3.10.A og 3.10.B viser, ut til å ha noe markert syklisk forløp i sektorene utenom industri etc. For disse sektorene ser utviklingen i både investeringene, produksjonen og bruttodriftsresultatet ut til å være dominert av felles trender.

Investeringene i samtlige sektorer har en klar "sesongtopp" i 4. kvartal. Dette er i grunnen litt overraskende fordi man a priori - til tross for julehandelen - ikke skulle vente et slikt sterkt sesongmønster i de realiserte investeringene. En mulig forklaring ligger i den metoden som er benyttet til å kvartalsfordele årsregnskapets bruttoinvesteringstall. Disse er kvartalsfordelt ved å benytte investeringstallenes tall for utførte investeringer. Det er grunn til å tro at tall for utførte investeringer i 4. kvartal sammenblandes med tall for planlagte investeringer idet mye av bedriftenes planer for neste år legges da. I estimeringsarbeidet er dataseriene benyttet slik de er presentert her; dvs. uten noe forsøk på å glatte ut sesongkomponentene på forhånd v.h.a. X11-metoden eller liknende glattingsmetoder basert på lineære filtere.

FIG.3.1 Nettoinvesteringer i maskiner og transportmidler ialt i industrien. 100 millioner 1975-kroner.

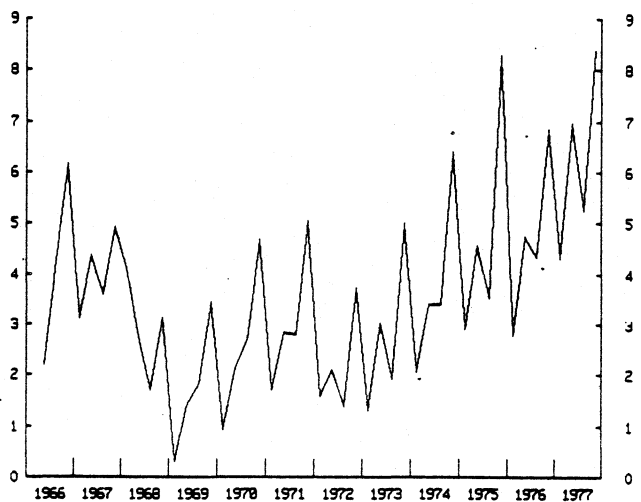


FIG.3.2 Nettoinvesteringer i bygninger og anlegg ialt i industrien. 100 millioner 1975-kroner.

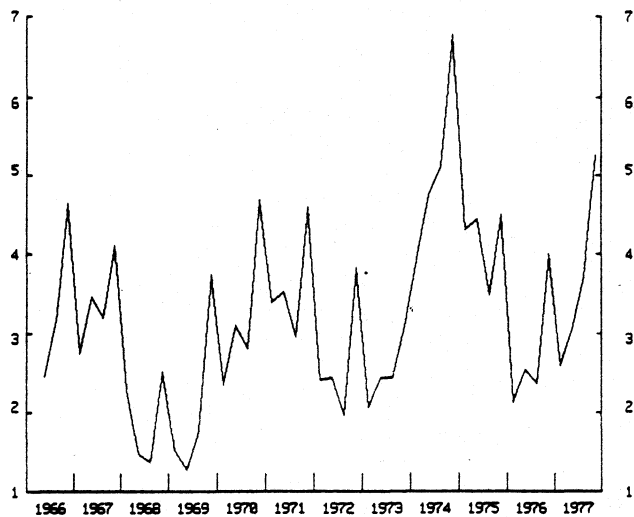


FIG.3.3 Kapitalkoeffisient for maskiner og transportmidler i industrien.

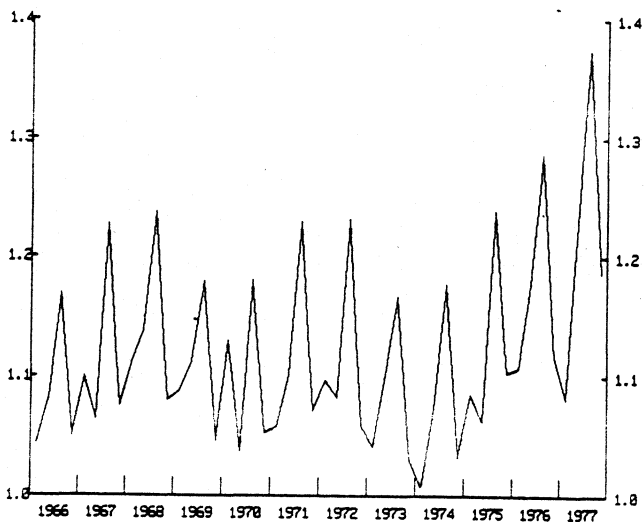


FIG.3.4 Kapitalkoeffisient for bygninger og anlegg i industrien.

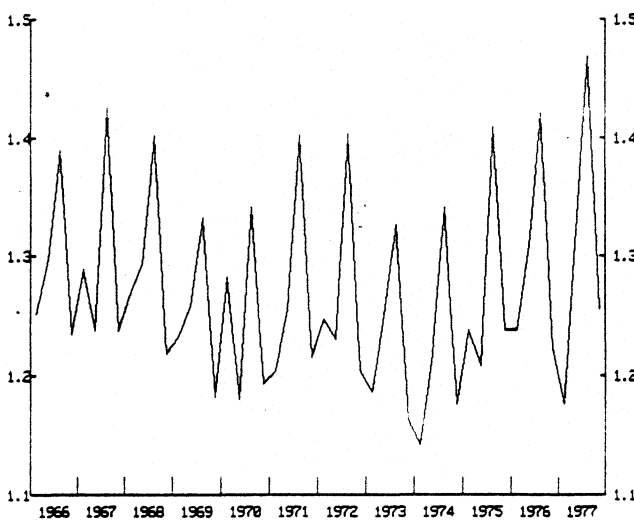


FIG.3.5.A Forklaringsvariabel i investeringsrelasjonen; industrien ialt. Produktionsvekst siste år. 100 millioner 1975-kroner.

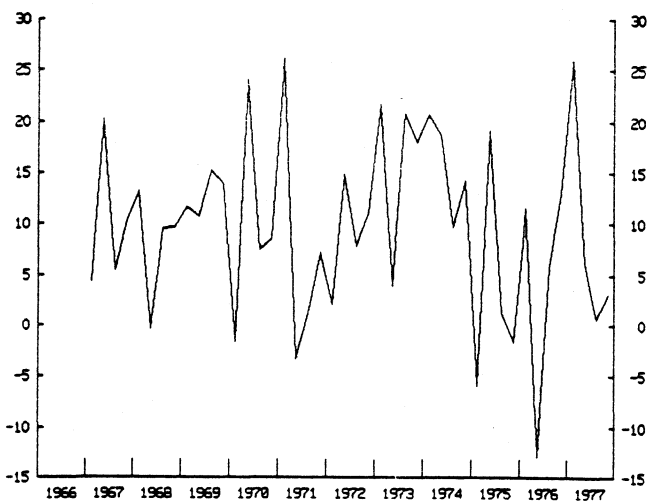


FIG.3.5.B Forklaringsvariabel i investeringsrelasjonen; industrien ialt. Bruttodriftsresultat deflatert med prisindeksen for bruttoinvesteringer. 100 millioner 1975-kroner.

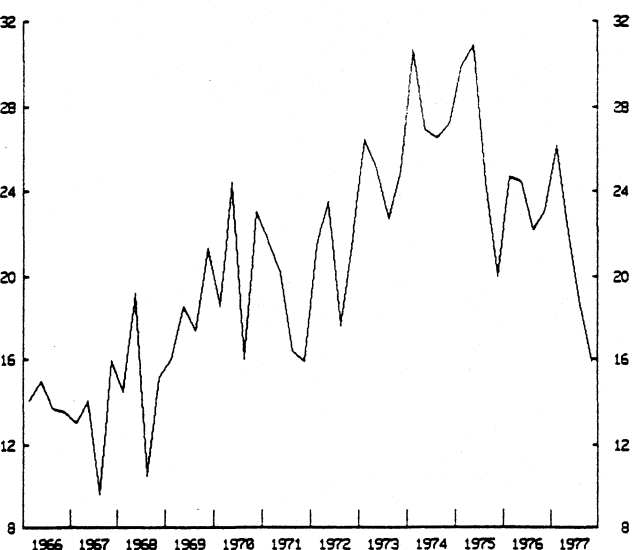


FIG.3.6 Nettoinvesteringer i maskiner og transportmidler i sektorene utenom industrien etc. (KVARTS-sektorene 18,55,78 og 88). 100 millioner 1975-kroner.

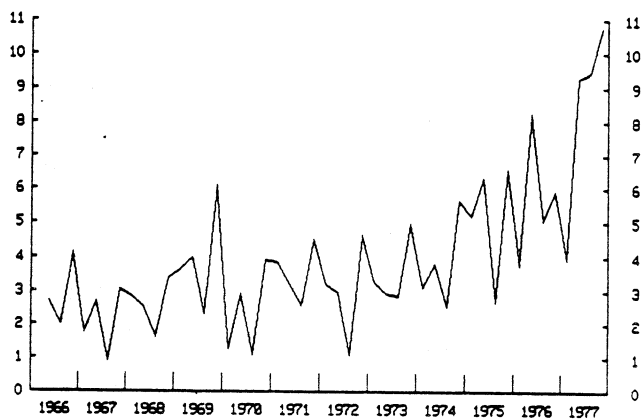


FIG.3.7 Nettoinvesteringer i bygninger og anlegg i sektorene utenom industrien etc. (KVARTS-sektorene 18,55,78 og 88 utenom boliger). 100 millioner 1975-kroner.

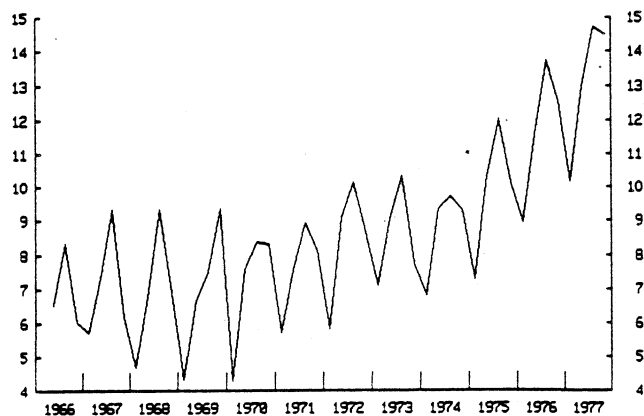


FIG.3.8 Kapitalkoeffisient for maskiner og transportmidler i sektorene utenom industrien etc. (KVARTS-sektorene 18,55,78 og 88).

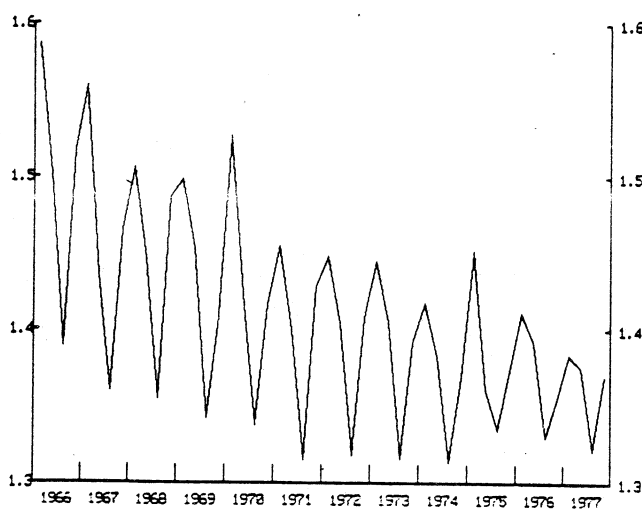


FIG.3.9 Kapitalkoeffisient for bygninger og anlegg i sektorene utenom industrien etc. (KVARTS-sektorene 18,55,78 og 88 utenom boliger).

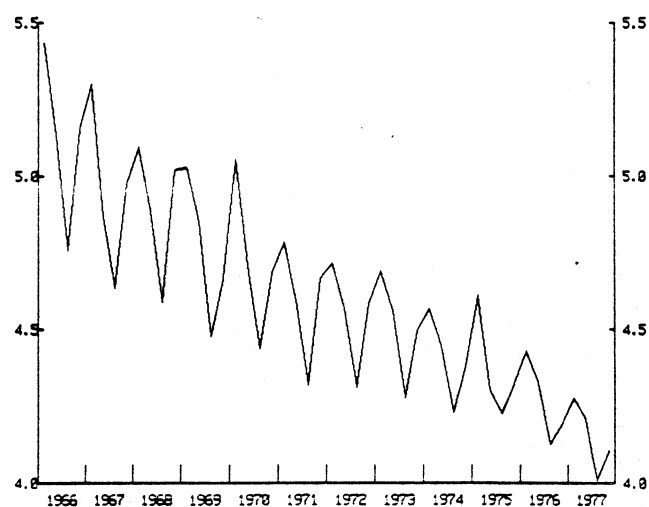


FIG.3.10.A Forklaringsvariabel i investeringsrelasjonen; sektorene utenom industrien etc. (KVARTS-sektorene 18,55,78 og 88 utenom boliger). Produksjonsvekst siste år. 100 millioner 1975-kroner.

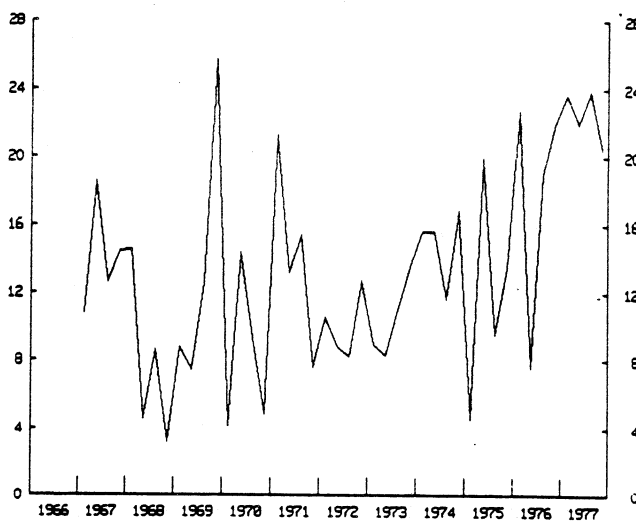
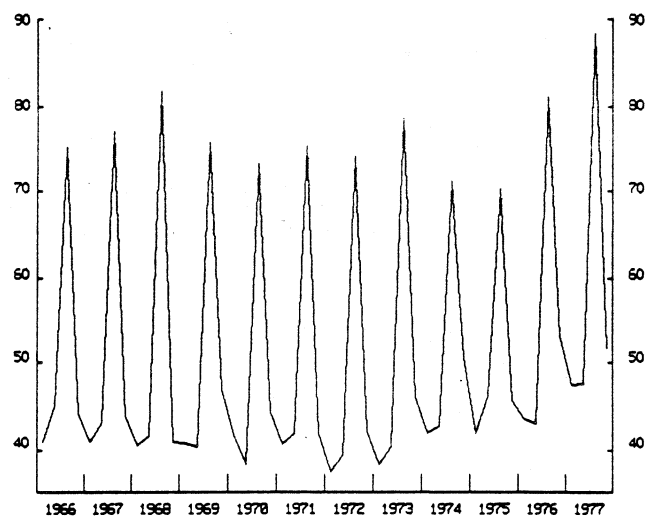


FIG.3.10.B Forklaringsvariabel i investeringsrelasjonen; sektorene utenom industrien etc. (KVARTS-sektorene 18,55,78 og 88 utenom boliger). Bruttodriftsresultat deflatert med prisindeksen for bruttoinvesteringer. 100 millioner 1975-kroner.



#### 4. ESTIMERINGSRESULTATER

I dette kapitlet vil jeg drøfte vanlige problemstillinger knyttet til den stokastiske spesifisering av investeringsrelasjonene, behandlingen av sesong samt presentere estimeringsresultatene. Disse problemstillingene tas opp i h.h.v. avsnitt 4.1, 4.2, 4.3 og 4.5. Formålet med den foreliggende analysen av investeringsatferd er å komme fram til relasjoner som kan implementeres i KVARTS som er en totalmodell for norsk økonomi. I forhold til økonometriske undersøkelser hvor formålet bare er å belyse eller teste enkelte atferdshypoteser oppstår en rekke nye problemer når man også må ta stilling til hvilke relasjoner man bør implementere i totalmodellen. Denne problemstillingen drøftes nærmere i avsnitt 4.4.

##### 4.1. BEHANDLING AV SESONGVARIASJONER

Kvartalsserier for økonomiske variable viser som regel systematiske svingninger over året i tillegg til en underliggende tendens. Variasjonene gjennom året kalles gjerne sesongvariasjoner, og de antas ofte å ha sin endelige forklaring i "ikke-økonomiske forhold". Den underliggende tendens, ofte kalt den trendsykliske komponent i tidsserien, antas derimot bestemt av økonomiske faktorer. Ved å betrakte figurene 3.1, 3.2, 3.6 og 3.7 er det ikke vanskelig å konstatere at de fleste av tidsseriene for variablene i investeringsmodellen inneholder sesongvariasjoner<sup>1</sup>. Det er utilfredsstillende å formulere en modell som neglisjerer dette faktum. I så fall ville vi komme til å "belaste" modellens restledd med komponenter som varierer systematisk over året, noe som ville kunne komplisere tolkningen av resultatene. Økonometrisk kan sesongvariasjonene behandles på flere måter, uten at jeg vil gå inn på en nærmere diskusjon av dette her<sup>2</sup>. Sesongvariasjoner ivaretas i investeringsrelasjonene av additive dummy-variable på følgende måte:

$$(4.1) \quad I_t = \alpha \cdot \lambda_1(L) \cdot \Delta X_t^* + \beta \cdot \lambda_2(L) \cdot Y_t^* + \delta_1 D_1 + \delta_2 D_2 + \delta_3 D_3 + (-\delta_1 - \delta_2 - \delta_3) \cdot D_4,$$

der  $D_i$  er lik 1 i det  $i$ -te kvartalet og null ellers. (4.1) innebærer at  $\delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4 = 0$ , dvs. at likning (4.1) er uten konstantledd i gjennomsnittskvartalet. Det bør den også i utgangspunktet være idet akseleratormodellen i (2.2) er uten konstantledd. Innføringen av et konstant ledd kunne imidlertid begrunnes ved min utvidelse av akseleratormodellen til også å inneholde driftsresultatet på nivåform som argument. Et konstantledd i (4.1) ville også kunne tolkes som å fange opp teknisk endring i kapitalbruken i sektoren.

##### 4.2. STOKASTISK SPESIFIKASJON

Relasjonen utledet til bestemmelse av nettoinvesteringene, (2.13), er deterministisk. Den vanlige framgangsmåten ved overgang fra en deterministisk økonomisk-teoretisk relasjon til en stokastisk likning, er uten nærmere begrunnelse å føye til et stokastisk restledd i relasjon (2.13); se f.eks. Biørn (1979) og Eisner (1978). Vi får da følgende relasjon:

$$(4.2) \quad I_t = \alpha \cdot \lambda_1(L) \cdot \Delta X_t^* + \beta \cdot \lambda_2(L) \cdot Y_t^* + \text{sesong} + \varepsilon_t,$$

<sup>1</sup> En mer formell test er å regressere variablene (eller deres logaritmer) med hensyn på tiden og binærvariable for kvartal. Sesongvariasjoner kommer da til uttrykk ved at regresjonskoeffisientene til minst én av binærvariablene er signifikant forskjellig fra null, ifølge en t- eller F-test. Av de 18 seriene for nettoinvesteringer som jeg har estimert investeringsrelasjoner for, har hele 14 signifikant sesong vurdert etter en tosidig t-test med 95 prosentnivå. <sup>2</sup> Interesserte henvises til Biørn og Jensen (1983) for en diskusjon av emnet og videre referanser.

der  $\varepsilon_t$  er et stokastisk restledd. Dette restleddet antas som nullhypotese å være "hvit støy", dvs.:

$$E(\varepsilon_t) = 0$$

$$(4.3) \quad E(\varepsilon_t \varepsilon_s) = \begin{cases} \sigma^2 & \text{når } t=s \\ 0 & \text{når } t \neq s \end{cases}$$

covar ( $\varepsilon_t$ , forklaringsvariable) = 0.

Eisner (1978) antar at restleddene er heteroscedastiske, men det er fordi han benytter tverrsnittsdata. På våre tidsseriedata er trolig forutsetningen om konstant varians i de stokastiske restleddene rimelig.

Dersom man skulle begrunne innføringen av et stokastisk restledd - f.eks. ved utelatte variable i den økonomiske modellen, ufullstendig profittmaksimerende atferd eller tilfeldige variasjoner i leveringstider o.l. - ville det være mer naturlig å innføre det i strukturformen, f.eks. (2.5):

$$(4.4) \quad K_t^* = \alpha \cdot X_t^* + \beta Y_t^* + U_t.$$

For enkelhets skyld ser jeg her bort fra at tidsforsinkelsene kan være ulike i de to argumentene  $\Delta X_t$  og  $Y_t$ . Bruk av (2.9) og (2.10) gir da følgende sammenheng mellom  $U_t$  og  $\varepsilon_t$ :

$$(4.5) \quad \varepsilon_t = \lambda(L) \cdot (U_t - U_{t-1}).$$

Ut fra (4.4) er det umiddelbart klart at  $\varepsilon_t$  kan få en ganske komplisert struktur selv om  $U_t$ , de opprinnelige restleddene i (4.5), skulle ha hvite egenskaper. Anta f.eks. den enkle lag-strukturen med bare en tilbakedatering:

$$(4.6) \quad \lambda(L) = \lambda_0 + \lambda_1 \cdot L. \quad \text{Dette gir}$$

$$\varepsilon_t = \lambda_0 U_t - (\lambda_0 - \lambda_1) U_{t-1} - \lambda_1 U_{t-2}.$$

$\varepsilon_t$  vil fremdeles ha konstant varians, men vil være seriekorrelert:

$$E(\varepsilon_t \varepsilon_{t-1}) = -(\lambda_0 - \lambda_1)^2 \cdot \tau^2$$

$$(4.7) \quad E(\varepsilon_t \varepsilon_{t-2}) = \lambda_0 \lambda_1 \tau^2$$

$$E(\varepsilon_t \varepsilon_{t-s}) = 0 \quad \text{når } s > 2$$

der  $\tau^2$  er variansen til  $U_t$ . Vi ser at  $\varepsilon_t$  vil utgjøre et 2. ordens bevegelig gjennomsnitt om (4.6) gjelder. Dersom det skulle være nødvendig med lengre lagpolynomer - noe som er et vanlig resultat ved bruk av kvartalsdata - vil  $\varepsilon_t$  ha seriekorrelasjon av tilsvarende høyere orden.

Strategien jeg har fulgt i estimeringsarbeidet er å ta utgangspunkt i (4.2). I den grad seriekorrelerte restledd har vært et problem vurdert ut fra Durbin-Watson-observatoren, har jeg antatt restleddsprosessen:

$$(4.8) \quad \varepsilon_t = \rho \varepsilon_{t-1} + \omega_t \quad \text{for } 0 < |\rho| < 1.$$

$\omega_t$  forutsettes å ha vært hvit støy. Det bevegelige gjennomsnittet som (4.7) utgjør et spesialtilfelle av er dermed tilnærmet til den noe restriktive første ordens Markov prosessen som gir:

$$(4.9) \quad E(\varepsilon_t \varepsilon_{t-s}) = \rho^s \quad \text{for } s > 0$$

## 4.3. ELIMINASJON AV FORVENTNINGSVARIABLE. SPESIFIKASJON AV LAGFORDELINGER

I relasjon (4.2) inngår  $\Delta X_t^*$  og  $Y_t^*$  som begge er uobserverbare variable. Den første variabelen har ut fra den teoretiske drøftingen i avsnitt 2.1 klart karakter av å være en forventningsvariabel. Det har i de senere årene pågått en til dels svært opphetet debatt om hvorledes økonomiske aktører danner seg forventninger om den framtidige utvikling i økonomiske variable. Utgangspunktet for debatten har vært den mye nyttede adaptive forventningsdannelsemekanismen:

$$(4.10) \quad \Delta X_t^* = \mu_1(L)\Delta X_t = \mu_0\Delta X_t + \mu_1\Delta X_{t-1} + \mu_2\Delta X_{t-2} + \dots$$

Vi ser at når forventningene dannes adaptivt, er oppfatningen om den framtidige utvikling i en variabel bare basert på tidligere realiserte verdier av variabelen selv. Denne enkle mekanismen er av flere årsaker blitt utsatt for sterk kritikk, spesielt fra tilhengerne av den såkalte "rational expectations school"; først og fremst fordi (4.10) forutsetter at aktøren ikke lærer av tidligere feil og at ikke annen relevant informasjon om utviklingen i  $\Delta X_t^*$  trekkes inn i vurderingen av den videre utvikling. Se f.eks. Sargent og Wallace (1976). En rekke empiriske tester av ulike hypoteser om forventningsdannelsen er gjennomført, men har ikke falt ut klart til fordel for noen, jf. drøftingen i kap. 18 i Levacic og Rebmann(1984) og Zarnovitz(1984). Zarnovitz konkluderer sin oversiktsartikkel om forventningsdannelsen med at den for sentrale beslutningstakere innenfor produksjonslivet, bl.a. investorer, har trekk både av rasjonalitet og adaptivitet. Jeg vil derfor til tross for den relevante kritikk teorien om rasjonelle forventninger retter mot adaptive forretningsdannelsemekanismer, benytte den enkle formuleringen (4.10). Dette kan også sies å være i tråd med den Keynsianske utforming KVARTS har som helhetlig modell. Eisner (1967) hevder at denne formuleringen av forventningsdannelsen først og fremst er treffende for bedriftenes måte å anslå den langsiktige produksjonsutviklingen. Kortsiktige fluktusjoner i  $\Delta X_t$  vil derimot ikke influere på  $\Delta X_t^*$ . Hans opplegg medfører imidlertid en "errors in variables"-modell som jeg ikke har kunnet følge opp i denne omgang.

De teoretiske overveielser i avsnitt 2.1 gav flere mulige tolkninger av  $Y_t^*$ ; enten som likviditetsvariabel eller som lønnsomhetsindikator. I siste tilfelle vil  $Y_t^*$  være forventet lønnsomhet ved investeringer i sektoren og det vil være rimelig å modellere den ved en lagfordeling over tidligere realiserte verdier som i (4.10), dvs.  $Y_t^* = \mu_2(L)Y_t$ . A priori skulle man da vente relativt lange lag ut fra at det på basis av tidligere erfaringer sannsynligvis tar noen tid å danne seg oppfatninger om lønnsomheten i en sektor. Men også  $Y_t^*$  som proxy for likviditetssituasjonen skulle tilsi en lagfordeling over tidligere verdier idet likvide midler forblir en tid i sektoren. Jeg vil da imidlertid vente relativt korte lag fordi driftsresultatet som likviditetsindikator først og fremst har med kortsiktige fluktusjoner å gjøre.

Alt i alt blir jeg dermed stående ved følgende formulering av nettoinvesteringsrelasjonene:

$$(4.11) \quad I_t = \alpha \lambda_1(L) \cdot \mu_1(L) \cdot \Delta X_t + \beta \cdot \lambda_2(L) \cdot \mu_2(L) \cdot Y_t + \text{sesong} + \varepsilon_t$$

$$= \alpha(L) \Delta X_t + \beta(L) Y_t + \text{sesong} + \varepsilon_t,$$

der  $\alpha(L) = \alpha \cdot \lambda_1(L) \cdot \mu_1(L)$  og  $\beta(L) = \beta \cdot \lambda_2(L) \cdot \mu_2(L)$  er lagfordelinger. Vi ser av (4.11) at  $\lambda_i(L)$  og  $\mu_i(L)$ ,  $i = 1, 2$ , ikke kan identifiseres hver for seg idet jeg ikke har implementert restriksjonen  $\Sigma \alpha_i = 1$ .



Det er av flere grunner å vente at koeffisientene i disse lagpolynomene ikke lar seg estimere fritt, dvs. uten å pålegge  $\alpha(L)$  og  $\beta(L)$  restriksjoner. Dersom antall lag er stort, slik man vil vente på kvartalsdata, vil lagfordelingene for det første legge beslag på svært mange frihetsgrader i estimeringen. Økonomiske tidsserier vil dessuten ofte endre seg lite fra kvartal til kvartal bortsett fra sesongvariasjoner. Vi risikerer derfor en høy grad av kolinearitet mellom på hverandre følgende verdier av samme variabel, og dermed lite presise anslag på koeffisientene i lagfordelingen. I det empiriske arbeidet har jeg derfor i tråd med en rekke tidligere forfattere på området investeringsatferd, valgt å pålegge lagpolynomene at de til gitt maksimalt lag, skal tilpasses et polynom av lav grad. Dette kalles gjerne for Almon-lag.

Økonomisk teori er til lite hjelp når man skal spesifisere laglengder, dvs. hvor lang tid det tar før virkningen av endringer f.eks. i driftsresultatet, helt har utspilt sin effekt på investeringene. Jeg har derfor forsøkt modellvarianter med lagfordeling av ulik lengde og har, som tidligere nevnt, holdt åpent for at  $\alpha(L)$  og  $\beta(L)$  er av ulik lengde og grad.

Foran argumenterte jeg for at koeffisientene i lagfordelingene bør tilpasses et polynom av lav grad og at det ut fra teoretiske overveielser ikke er mulig å vite hvor lange lag "den beste" modellspesifikasjonen bør inneholde. Jeg vil nå vise at da er det heller ikke mulig å stille opp et sett av nestede hypoteser som kan gi grunnlag for en simultan prøving av mange ulike lagspesifikasjoner i et forsøk på å finne "den beste" ved hjelp av et testtre. Anta følgende generelle modell:

$$(4.12) \quad Y_t = \alpha_0 \cdot X_t + \alpha_1 X_{t-1} + \alpha_2 X_{t-2} + \dots + \alpha_S X_{t-S} + U_t,$$

der  $S$  er den maksimale tidsforskyvning. For illustrasjonens del pålegger jeg lagkoeffisientene en lineær restriksjon:

$$(4.13) \quad \alpha_i = a_0 + a_1 i$$

der  $i$  er et heltall slik at  $i = 0, 1, \dots, S$ . Dersom vi f.eks. antar at  $S=2$  gir innsetting av (4.13) i (4.12):

$$(4.14) \quad Y_t = a_0(X_t + X_{t-1} + X_{t-2}) + a_1(X_{t-1} + 2X_{t-2})$$

En antakelse om at  $S=1$  gir på samme måte<sup>3</sup>:

$$(4.15) \quad Y_t = a_0(X_t + X_{t-1}) + a_1 \cdot X_{t-1}.$$

<sup>3</sup> Jeg ser i dette eksemplet bort fra at tilfellet  $S=1$  innebærer ikke (4.13) noen effektiv restriksjon på lagfordelingen.

Relasjonene (4.14) og (4.15) atskiller seg kun fra hverandre i at de antar forskjellig maksimal tidsforskyvning i virkningen av forklaringsvariabelen, dvs. ulik  $S$ . De to modellene er imidlertid ikke nestede, dvs. den ene er ikke inneholdt i den andre, fordi relasjonene ikke inneholder samme variable<sup>4</sup>. Vi kan altså ikke ta utgangspunkt i en generell formulering av typen (4.12) og teste oss fram til "riktig" laglengde v.h.a. et tradisjonelt testtre dersom vi vil legge restriksjoner av typen (4.13) på lagfordelingene<sup>5</sup>. I det empiriske arbeidet er det nødvendig å pålegge restriksjoner som (4.13) og å la datamaterialet i alle fall noen grad fastlegge  $S$ . Vi må bl.a. derfor oppgi å bruke et tradisjonelt testtre til bestemmelse av modellspesifikasjon, og i stedet benytte "goodness of fit" observatoren i tillegg til a priori oppfatninger om koeffisientenes fortegn etc. til å skille mellom modellene.

#### 4.4. VURDERINGSKRITERIER FOR UTVELGELSE AV LIKNINGER SOM SKAL IMPLEMENTERES I EN TOTALMODELL

Formålet med denne empiriske undersøkelsen er, som sagt, å finne fram til investeringsrelasjoner som kan implementeres i en totalmodell for norsk økonomi. Dette stiller noen andre krav til våre vurderingskriterier for gode og dårlige estimeringsresultater enn det som er vanlig i empiriske undersøkelser av investeringsatferd. For det første blir det klarere enn når formålet med undersøkelsen begrenser seg til en partiell analyse av investeringsatferd, at ideelt sett bør en produksjonssektors atferd være konsistent i ulike markeder ut fra teoretiske overveielser. F.eks. bør sektorens beslutninger om bruk av arbeidskraft og kapital ses i sammenheng. Dette har man i noen grad også gjort i de resultater som er implementert for industriktorene i KVARTS. For sektorene utenom industri har imidlertid først og fremst dataproblemene gjort at vi har valgt det mindre ambisiøse opplegg som er beskrevet i avsnitt 2. For det andre må man ta stilling til hvilke empiriske resultater eller modellspesifikasjoner det er forsvarlig å implementere i totalmodellen gitt det teoretiske utgangspunktet for delmodellen. Skarpe og entydige kriterier som samtidig er tilfredsstillende ut fra statistiske overveielser, fins desverre ikke. Man vil derfor i praktisk modellarbeid ofte føle som Hansen og Westphal (1983) i sitt arbeid med den tyske kvartsmodellen SYSIFO:

"Das empirische Ökonometrier ähnlich wie Sisyphos ihre Tätigkeit - in Gegensatz zur Priesterschaft der (ökonomischen und statistischen) Theorie - als sündige Datenanalytiker in einer Art Unterwelt ausüben ...."(side 1).

Noen overveielser kan man imidlertid gjøre seg og jeg vil i dette avsnittet gjøre rede for hovedkriteriene som ligger til grunn for utvalget av de investeringsrelasjonene basert på den utvidede akseleratormodellen som er blitt implementert i KVARTS.

En alminnelig framgangsmåte når man vil teste ulike modellspesifikasjoner opp mot hverandre, er å konstruere et såkalt testtre<sup>6</sup>. Man tar da utgangspunkt i den mest generelle spesifikasjonen man er interessert i å teste. Denne pålegges suksessivt nye restriksjoner som vanligvis innebærer at stadig nye forklaringsvariable utelukkes, inntil man ender i den mest restriktive spesifikasjonen i treet. Framgangsmåten innebærer at de restriktive hypotesene er inneholdt i de mer generelle; dvs. hypotesene er "nestede". Om de to forklaringsvariable i min modell ikke hadde bestått av polynomiske fordelte lag eller hadde en gitt laglengde, ville en tilsvarende framgangsmåte innebære å teste de enkelte forklaringsvariablenes utsagnskraft. Vi så imidlertid i avsnitt 4.3 at når jeg benytter Almon-lag teknikken, er en framgangsmåte basert på en tradisjonell test ikke mulig, fordi hypoteser om ulik lengde på lagene ikke er nestede. Ved utvelgelsen av implementeringsverdige relasjoner har jeg derfor lagt vekt på tre typer kriterier. Jeg har for det første lagt stor vekt på hva økonomisk teori sier om hvilken

<sup>4</sup> Et generelt bevis for dette finnes i Frost (1975). <sup>5</sup> Se Batten og Thornton (1983) for en (svak) modifisering av dette utsagnet. <sup>6</sup> Se Bjørn og Jensen (1983) avsnitt 5.3 for et eksempel.

sammenheng vi bør vente mellom variable i en strukturrelasjon og hvordan sektoren som helhet bør oppfattes. For det andre har tradisjonelle føyningsmål fra klassisk inferensteori vært viktige i valget mellom ellers like modellspesifikasjoner. Til slutt har jeg lagt meget stor vekt på de estimerte sammenhengers dynamiske egenskaper ved at jeg har foretatt dynamiske simuleringseksperimenter med dem. I det følgende drøftes disse kriteriene nærmere.

Økonomisk teori gir oss noen holdepunkter til hvorledes man bør bedømme et estimeringsresultat. For det første venter vi ut fra den teoretiske drøftingen i kapittel 2 at både produksjonsvekst og høyt driftsresultat skal virke positivt på investeringsetterspørselen. Siden KVARTS blant annet skal brukes til å analysere virkningen av endringer i eksogene variable, har vi lagt avgjørende vekt på om estimeringsresultatene viser "riktig fortegn" og at modellresultatene dermed ikke er i konflikt med resultater fra økonomisk teori. Dette har vi gjennomført nærmest uavhengig av hvor god den empiriske føyningen måtte være i relasjoner med feil fortegn<sup>7</sup>.

Kravet til koeffisientfortegn i overensstemmelse med økonomisk teori tilsier også at vi ikke uten videre ville ha akseptert resultatene med utgangspunkt i et testtre om det hadde vært mulig å legge opp til å benytte en slik leteprosedyre etter "den beste" modellspesifikasjon. Et testtre sikrer oss kontroll over det globale signifikansnivået ved simultan prøving av mange hypoteser, men sikrer oss ikke at avgjørelsen om hvilken modellspesifikasjon som er "den beste" samsvarer med økonomisk teori<sup>8</sup>.

Fra økonomisk teoretiske overveielser har vi også visse oppfatninger om størrelsen på noen parametre. F.eks. antas skalaelasticiteten i produksjonen å være mindre eller lik én for de fleste sektorer; i alle fall på lang sikt. I vår modell betyr dette at en verdi på den marginale kapitalkoeffisienten,  $\alpha$ , som er mindre enn den gjennomsnittlige kapitalkoeffisienten, har argumenter fra økonomisk teori mot seg. I den grad brutto driftsresultatet betyr noe, skulle man kanskje ikke vente en koeffisient særlig større enn én.

Til slutt vil jeg nevne at ved implementeringen av en estimert relasjon i totalmodellen, må man også ha sektoratferden som helhet for øye. Anta som eksempel at "den beste" investeringsrelasjonen vurdert ut fra estimeringsresultatene, angir driftsresultatet som motiverende for investeringsetterspørselen. Anta videre at andre (til dels uavhengige) empiriske arbeider har gitt at sektoren overvelter sine kostnader i produktprisen og at priselastisiteten i etterspørselen er mindre enn én i tallverdi. En kostnadsøkning vil under slike forutsetninger kunne føre til økt driftsresultat og økte investeringer og derigjennom økt kapitalbeholdning til tross for at produksjonsomfanget synker. I noen tilfeller har valget stått mellom å implementere en investeringsrelasjon enten med driftsresultatet eller produksjonsutviklingen som viktigste forklaringsvariabel. Jeg har da valgt å implementere relasjonen med produksjonsutviklingen som forklaringsvariabel selv i de tilfeller hvor den har gitt noe dårligere føyning. Ved den prisatferden som ble antydnet ovenfor vil da økte kostnader medføre at sektoren mister konkurranseevne og må redusere sin produksjon. Dermed faller også investeringsaktiviteten.

Gitt formålet med denne økonometriske undersøkelsen og det estimeringsopplegget jeg har valgt har, som nevnt, teknikken med multiple tester ikke vært mulig - og kanskje heller ikke ønskelig - å anvende. I slike situasjoner er det (se Johnston (1984) kap. 12) vanlig å benytte kriterier knyttet til hvilken modellspesifikasjon som gir lavest residualvarians eller best "føyning"<sup>9</sup>. "Goodness of fit"-observatorer som residualvarians og skarpheten til koeffisientenes punktestimater har da også vært viktige kriterier for å avgjøre hvilken modellspesifikasjon som er best. Når argumenter fra økonomisk

<sup>7</sup> I en kvartalsmodell som KVARTS kunne man tenke seg at argumenter omkring koeffisientenes fortegn først og fremst gjelder langsiktsverdiene; i praksis summen av koeffisientene i lagfordelingen. Man kunne da akseptere at ikke alle koeffisientene har samme fortegn bare summen hadde "riktig" fortegn. Dette ville trolig gjøre det lettere å spile ut det sykliske forløpet eller svingningene i dataseriene, men ville også gi analysen et større preg av tidsserieføyning. <sup>8</sup> Avsnitt 5.3 hos Biørn og Jensen (1983) gir flere eksempler på dette. <sup>9</sup> Frost (1975) inneholder noen litt skeptiske synspunkter til denne relativt standard framgangsmåten.

teori har talt sterkt for en variabel, har jeg imidlertid ofte inkludert den selv om den vurdert ut fra en tradisjonell t-test ikke var signifikant, f.eks. med et nivå på 95 prosent. Leamer (1978) argumenterer for at dette er en fornuftig strategi i tilfeller der man har få estimeringsmessige frihetsgrader slik som her.

Ut fra synspunktet om at den beste relasjonen skal implementeres i en totalmodell har jeg også lagt meget stor vekt på at relasjonene har gode dynamiske egenskaper. Durbin-Watson-observatoren er en sentral indikator på om relasjonen er feilspesifisert m.h.p. dynamiske egenskaper. F.eks. vil utelatte laggede forklaringsvariable kunne slå ut i lave Durbin-Watson-verdier. Som antydnet i avsnitt 4.2 har jeg når Durbin-Watson-observatoren har indikert seriekorrelerte restledd, spesifisert restleddsprosessen som en første ordens Markovprosess. Med en forenklet modell har vi da:

$$(4.16) \quad y_t = \alpha_0 + \alpha X_t + \varepsilon_t$$

$$(4.17) \quad \varepsilon_t = \rho \varepsilon_{t-1} + \omega_t,$$

hvor  $\omega_t$  er hvit støy. Innsetting av (4.17) i (4.16) og litt regning gir den estimerte CORC-transformasjonen<sup>10</sup>:

$$(4.18) \quad y_t = \rho \cdot y_{t-1} + \alpha(X_t - \rho X_{t-1}) + \alpha_0(1-\rho) + \omega_t,$$

hvor vi har fått med en laget endogen variabel som høyresidevariabel; riktignok med én bestemt struktur pga. at  $\rho$  er felles i alle ledd. (Se kap. 12 i Johnston (1984) og Nymoen (1984) for en kritikk av å pålegge en slik fellesstruktur a priori.) I nærvær av seriekorrelerte restledd av typen (4.17) er (4.18) formuleringene (4.16) klart overlegen og vil gi mer effisiente estimater på  $\alpha$  og  $\alpha_0$ . Hvorvidt man bør implementere sammenhengen (4.16) eller (4.18) i totalmodellen, er det derimot delte oppfatninger om. Dersom punktanslaget på  $\rho$  oppsummerer en rimelig stabil utelatt struktur, kan det imidlertid forsvares å implementere CORC-transformasjonen. Dette har vi gjort i KVARTS.

Jeg vil understreke at (4.18) har helt andre dynamiske egenskaper enn om man i (4.16) bare hadde inkludert laget endogen høyresidevariabel, noe som er et vanlig svar på lav DW-verdi, altså:

$$(4.19) \quad y_t = \alpha_0 + \alpha X_t + \beta y_{t-1} + U_t.$$

Blant annet vil en endring i  $X_t$  utspille sin virkning i løpet av inneværende kvartal i (4.18), mens virkningen av endret  $X_t$  i (4.19) i prinsippet vil vedvare i det uendelige. Sjokk i restleddet vil imidlertid påvirke relasjonene på samme måte.

I tilfellet med laggede endogene variable som høyresidevariable, er DW-observatoren dessuten av begrenset informasjonsverdi hva angår relasjonens dynamiske egenskaper<sup>11</sup>: Dette kan lettest vises ved å se på et enkelt eksempel med utgangspunkt i (4.19):

<sup>10</sup> Jeg har egentlig brukt TROLLs CORC-rutine hvor  $y_t - \rho y_{t-1}$  er venstresidevariabel og  $\rho$  bestemmes ved iterasjonsteknikker. <sup>11</sup> Ved formuleringen (4.18) henspiller DW-observatoren seg på restleddene  $\omega_t$  og har vanlige tolkninger. (4.19) derimot, innebærer at DW-observatoren er forventningsskjæv mot 2 og man bør bruke den såkalte Durbin-h-testen.

$$(4.20) \quad y_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_t + \alpha_2 y_{t-1} + u_t,$$

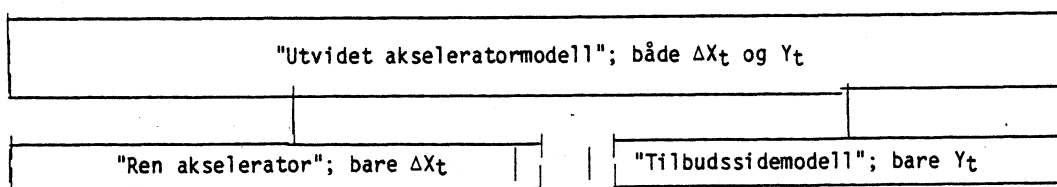
der størrelser med "hatt" er estimater. Poenget i denne sammenheng er at anslaget på  $u_t$  og derigjennom på DW-observatoren, er basert på at den riktige verdien for  $y_{t-1}$  settes inn i (4.20). Ved dynamisk simulering i en realistisk bruk av totalmodellen og derfor også av (4.20) vil  $y_{t-1}$  ikke være kjent i en eventuell framtidig prognoseperiode. La  $t=0$  være nåtidspunktet og  $t=1$  være én periode fram i tida. Vi vil da ha observasjoner for  $y_{t-1}$ , nemlig  $y_0$ , og vil v.h.a. (4.20) kunne regne ut  $y_1$  når  $X_1$  antas kjent. I periode 2 derimot vil vi mangle observasjonen av  $y_{t-1}$ , dvs.  $y_1$ . Det beste vi da kan gjøre er å sette inn den beregnede  $y_1$  når  $y_2$  skal beregnes. Tilsvarende vil gjelde videre framover i tid. Vi ser at mulige feilspesifikasjoner av dynamikken får anledning til å kumulere seg i et dynamisk forløp. Siden DW-observatoren blir beregnet på grunnlag av riktige verdier av  $y_{t-1}$ , vil den følgelig ikke nødvendigvis avsløre problemer med den dynamiske spesifikasjonen. Jeg har derfor underlagt alle relasjoner hvor lagget endogen variabel inngår på høyresiden en dynamisk simulering. Dersom en relasjon har "sporet av" ved at modellfeil i  $y_{t-1}$  har kumulert seg, så har dette vært et sterkt argument mot å implementere den i totalmodellen.

#### 4.5. ESTIMERINGSRESULTATER. IMPLEMENTERTE RELASJONER

Den strategi jeg har valgt for å bestemme forklaringsvariable og laglengder i investeringsrelasjonen kan best karakteriseres ved at jeg har forsøkt å spile ut mulighetsområdet for modellen:

$$(4.21) \quad I_t = \alpha(L) \cdot \Delta X_t + \beta(L) \cdot Y_t + \delta_1 D_1 + \delta_2 D_2 + \delta_3 D_3 + (-\delta_1 - \delta_2 - \delta_3) \cdot D_4 + \varepsilon_t.$$

Jeg har forsøkt modellvarianten som inneholder både  $\Delta X_t$  og  $Y_t$  som forklaringsvariable og variantene som inneholder bare én av de to, altså:



I noen tilfeller har jeg forsøkt å inkludere et konstantledd i modellen. For hver modellvariant har jeg prøvd ut lagfordelinger av lengde 4, 8, 12 og 16 kvartaler. De tre modellvariantene, fire ulike laglengder og kombinasjoner av laglengder utgjør i alt 24 modellspesifikasjoner for hver investeringsart i hver sektor. For å begrense antall varianter i alt er det da nødvendig å være restriktiv i utprøvingen av ulike polynomgrader i lagpolynomet tilsvarende (4.13). Tidligere undersøkelser viser klart at lagpolynomet bør være fleksibelt nok til at verdien på koeffisientene først kan stige og så avta<sup>12</sup>. Jeg har derfor valgt å bruke et annengradspolynom og pålagt det en halerestriksjon dvs. at  $\alpha_i, \beta_i = 0$  når  $i = S + 1$ .

<sup>12</sup> Se f.eks. Evans (1969) side 142 og Jorgenson (1971) side 1138.

Slik likning (4.21) står er det en lineær restriksjon på sesongparametrene og jeg har derfor anvendt iterasjonsmetoder i estimeringsarbeidet basert på minste kvadraters metode<sup>13</sup>. I de tilfeller hvor jeg har forsøkt å korrigere for seriekorrelasjon i de stokastiske restleddene, har jeg kombinert minste kvadraters metode med Cochrane-Orcutts iterative teknikk til bestemmelse av autokorrelasjonskoeffisienten  $\rho$ . Beregningene er gjennomført ved hjelp av rutiner i det interaktive databehandlingssystemet TROLL. Så vidt jeg kan bedømme har det ikke vært numeriske problemer idet jeg ikke i noen tilfeller har opplevd konvergensproblemer i iterasjonsprosessen.

Alt i alt er det blitt en resultatmengde som er helt uoverkommelig å dokumentere i sin helhet. For å kutte drastisk ned på den har jeg valgt å rapportere maksimalt to sett regresjonsresultater for hver estimert relasjon:

- Den prosedyren for utspiling av mange mulige modellspesifikasjoner som ble diskutert ovenfor er helt mekanisk og kan også gjennomføres med modifikasjoner som korreksjonen for autokorrelerte restledd og inkludering av konstantledd i likningen. Den "beste" av disse er rapportert.
- Den mekaniske prosedyren avslører ikke alltid en spesifisering som er tilfredsstillende; f.eks. fordi det spesifiserte lagpolynomet er for restriktivt eller fordi prosedyren resulterer i koeffisientanslag med "feil fortegn". I slike tilfelle har jeg funnet en mer tilfredsstillende modellvariant på en noe ad hoc-preget basis. Resultatene for denne modellspesifikasjonen er også rapportert.

Resultatene fra estimeringsarbeidet er presentert i tabellene 4.1 til 4.9 i form av koeffisientanslag, standardavvik og føyingsobservatorer. Disse tabellene gir grunnlag for en rekke interessante konklusjoner:

<sup>13</sup> Modellen kan gjøres lineær i parametrene ved å omforme sesongfaktorene på følgende måte:

$\delta_1 \cdot (D_1 - D_4) + \delta_2 \cdot (D_2 - D_4) + \delta_3 \cdot (D_3 - D_4)$ . Jeg har dessverre i denne omgang ikke hatt tid til å utprøve estimeringsmetoder som tar hensyn til at investeringsutviklingen egentlig blir bestemt i et simultant system.

(i) Det er klare forskjeller mellom industrisektorene og de øvrige sektorene i hva som er motiverende for investeringsutviklingen. I sektorene utenom industri etc. inntar produksjonsutviklingen en helt dominerende rolle i forklaringen av veksten i kapitalbeholdningen og bare i primærnæringene slår driftsresultatsvariabelen gjennom. For industrisektorenes del derimot, ser utviklingen i realverdien av bruttodriftsresultatet ut til å være svært viktig for investeringsforløpet. I den grad det er meningsfylt å tale om konkurranseposisjon for KVARTS-sektorene, er det også en viss tendens i retning av at jo mer konkurranseutsatt sektoren er, jo mer betyr driftsresultatet for investeringsatferden. I sektor (15) Næringsmiddel- og bekledningsindustrien - en relativt skjermet sektor - veier produksjonsveksten klart tyngst. I den utekonkurrerende sektor (30) Bergverk og råvareindustri inngår driftsresultatet alene som forklaringsvariabel. De hjemmekonkurrerende sektorene (25) Trevare- og grafisk, (45) Metallbearbeidingsindustri og (50) Verftsindustri inntar en mellomstilling. I de fleste industri-sektorene ser det imidlertid ut til at det legges mer vekt på produksjonsveksten ved bygningsinvesteringer enn ved maskininvesteringer. Det kunne være fristende å tolke dette som et tegn på at bygningsinvesteringene har mer preg av å være kapasitetssøkende enn maskininvesteringene. Men det vil trolig være å tøyе mitt teoretiske opplegg for langt; spesielt i lys av at jeg strengt tatt har forutsatt at det ikke er noen substitusjon mellom maskin- og bygningskapital.

Som antydnet i avsnitt 4.3, kan laglengden til brutto driftsresultatsvariabelen gis flere tolkninger. Lange lag antyder at driftsresultatet er en lønnsomhetsindikator fordi det er rimelig å tro at det tar noen tid å danne seg oppfatninger om lønnsomheten ved investeringer i en sektor. Korte lag vil vi vente når investorene har en portefølje av lønnsomme investeringsprosjekter og at driftsresultatet trengs først og fremst som likviditetstilskudd. Ut fra estimeringsresultatene vil jeg da - med de forbehold som nevnes i punkt (iv) under - slutte at industrisektorene som gruppe i stor grad investerer ut fra anslag på lønnsomhetsutviklingen i sektorene, og at det tar relativt lang tid å danne slike anslag.

(ii) Som nevnt i avsnitt 2.1 kan  $\alpha(L)$  tolkes som den marginale kapitalkoeffisienten. Ved å sammenlikne summen av lagkoeffisientene i  $\alpha(L)$  og den gjennomsnittlige kapitalkoeffisienten i estimeringsperioden slik det er gjort i tabell 4.1, får vi dermed et anslag på kapitalens grenseelastisitet. Denne bør i følge drøftingen i avsnitt 2.1, ikke være altfor høy om sektorenes implisitte produktfunksjoner skal ha avtakende utbytte i produksjonen. I de relasjonene hvor bare produksjonsutviklingen inngår som forklaringsvariabel, ligger kapitalens grenseelastisitet stort sett under en; i alle fall for de "tunge" sektorene. I industrisektorene derimot, er de høye. Årsaken henger i noen grad sammen med at produksjonsveksten og bruttodriftsresultatet samvarierer sterkt. En produksjonsvekst vil dermed påvirke størrelsen på kapitalbeholdningen ikke bare direkte, men også ved at det øker driftsresultatet. For å vurdere samvariasjonen mellom kapital og produksjonsresultat i disse relasjonene må koeffisientanslagene vurderes i sammenheng og man må gjøre forutsetninger om arten av samvariasjon mellom produksjon og driftsresultat. Dette er belyst nærmere ved et simuleringseksperiment i avsnitt 5, og også disse resultatene tyder på at kapitalen har høy grenseelastisitet på lang sikt i de "tunge" industrisektorene. Dette vil være desto mer tilfellet på kort sikt fordi det tar tid før kapitalbeholdningen justeres i takt med produksjon og driftsresultat.

Estimeringsresultatene tyder videre på at kapitalen har systematisk høyere grenseelastisitet for bygningsinvesteringer enn for maskininvesteringer. En mulig årsak er at det faktisk er slik, men det kan også hende at jeg for bygningsinvesteringene først og fremst har avslørt de mer kortsiktige variasjonene. Det høye aggregeringsnivået i KVARTS kan også være en mulig forklaring. F.eks. utføres maskininvesteringene i sektor (70) Innenriks samferdsel og kraftforsyning stort sett av samferdselssektorene, mens bygge- og anleggsinvesteringene overveiende skjer innen kraftforsyning.

(iii) I hele 9 av de 18 estimerte relasjonene er alle sesongfaktorene negative hvilket impliserer at 4. kvartal er en utpreget høysesong hva angår investeringsaktivitet. I lys av drøftingen i avsnitt 3.2 er ikke dette særlig overraskende.

Tabell 4.1. Kapitalens grenseelastisitet etter sektor og art,  $\epsilon_j$ , beregnet som

$$\epsilon_j = \frac{\text{gjennomsnittlig kapitalkoeffisient 1967 - 1977}}{\text{marginal kapitalkoeffisient, } \alpha(L)}$$

| Sektor   | Primær-<br>næringer | Nærings-<br>middel-<br>bekled-<br>ningsindu-<br>stri mv. | Trevare-<br>og industri,<br>grafisk<br>industri<br>mv. | Bergverk<br>og rå-<br>vare-<br>indust-<br>ri | Metall-<br>bear-<br>beid-<br>ings-<br>industri | Verfts-<br>in-<br>dustri | Bygge-<br>og an-<br>leggs-<br>virk-<br>somhet | Innenriks<br>samferd-<br>sel og<br>kraftfor-<br>syning | Diverse <sup>3</sup><br>tjenes-<br>teytende<br>virk-<br>somhet |
|--|---------------------|--|--|--|--|--------------------------|---|--|--|
| Maskiner og<br>transportmidler .                                     | 0.910 <sup>2</sup>  | 0.742 <sup>2</sup>                                       | -1   | -1   | -1   | 1.632 <sup>2</sup>       | 0.360   | 1.394  | 0.792  |
| Bygninger og<br>anlegg .....   | 3.889 <sup>2</sup>  | 2.881 <sup>2</sup>                                       | 5.685 <sup>2</sup>                                     | 4.907 <sup>2</sup>                           | 3.143 <sup>2</sup>                             | 3.577                    | 4.266   | 0.428  | 0.951  |
| Bruttoinveste-<br>ringer i alt i<br>1975. Milliarder<br>kroner ..... | 3.0                 | 1.0  | 1.3  | 3.0  | 1.1  | 0.6                      | 0.9   | 5.8  | 13.4   |

<sup>1</sup> Produksjonsvekst er ikke med som argument i den foretrukne relasjonen; bare driftsresultatet. <sup>2</sup> Både produksjonsvekst og bruttodriftsresultat er argumenter i den foretrukne relasjonen. Den beregnede grenseelastisiteten er dermed et øvre anslag idet økt produksjon i KVARTS også fører til økt brutto-driftsresultat. Se for øvrig kapittel 5. <sup>3</sup> For bygninger og anlegg gjelder relasjon for sektor 80 uten boligjenester.

(iv) Tidsforsinkelsen mellom tidspunktet for endringer i de investeringsmotiverende variable og når effekten nedfeller seg i realiserte investeringer, er svært vanskelig å bestemme med særlig presisjon. De resultater man kommer fram til vil i stor grad bli preget av hvilke a priori restriksjoner man pålegger lagpolynom; både polynomgrad, enderestriksjoner og angivelse av det maksimale lag har betydning. Med disse forbehold tror jeg likevel jeg kan si at den gjennomsnittlige tidsforsinkelsen ved investeringer i Norge er om lag 5-8 kvartaler, dvs. knapt to år<sup>14</sup>. En så treg reaksjon må sees i lys av at de fleste investeringsprosjekter av noe størrelse normalt krever både en planleggingsperiode, en anleggs- eller gjennomføringsperiode og gjerne også en installeringsperiode. I en utvalgsundersøkelse har Mayer (1960) kartlagt tidsforsinkelsene i investeringsprosessen for en rekke amerikanske bedrifter. Han fant at det i gjennomsnitt tok 22 måneder fra beslutningen om å gjøre nye investeringer ble fattet til investeringen var gjennomført, hvorav de 7 første utgjorde en planleggingsperiode. Mayer fant videre at utvidelser av et allerede eksisterende kapitalutstyr normalt tok kortere tid enn nyinvestering. Alt i alt tyder Mayers resultater på at de gjennomsnittlige tidsforsinkelsene på 5-8 kvartaler som jeg har funnet for Norge, er rimelige. Også andre økonometriske undersøkelser gir liknende resultater, se f.eks. Clark (1979) og Bischoff (1971). Biørn (1979) finner noe kortere lag på grunnlag av norske data når han benytter Almon-lag teknikken. Han spesifiserer imidlertid a priori det maksimale lag til 7 kvartaler hvilket i lys av resultatene som rapporteres her, må sies å være i korteste laget.

(v) Den økonometriske føyningen til de estimerte relasjoner må sies å være tilfredsstillende, den sterke sykliske og sesongmessige variasjonen i datamaterialet tatt i betraktning. Den residuale variasjonskoeffisienten (RVC), dvs. det residuale standardavviket dividert med venstresidevariablenes gjennomsnitt i estimeringsperioden, har typiske verdier mellom 20 og 40 prosent av nettoinvesteringene. Suverent dårligst er relasjonen for (80) Diverse tjenesteytende næringer med en RVC på over 100, mens flere av resultatene for industriktorene har RVC under 20. I de aller fleste av de estimerte relasjonene er de forklaringsvariablene som inngår i relasjonen klart signifikante ut fra et testnivå på

<sup>14</sup> I de tilfeller hvor  $\Delta X_t = X_t - X_{t-4}$  må man legge 2 kvartaler til det estimerte gjennomsnittlige lag slik dette er rapportert i resultattabellene.



5 prosent og i mange tilfeller også med et nivå på 1 prosent. Overraskende nok er også gjennomsnittlig lag ofte relativt skarpt bestemt, men dette må sees i lys av at jeg har pålagt lagpolynomene ganske strenge a priori restriksjoner.

Av resultattabellene framgår det at i hele 14 av 18 investeringsrelasjoner har jeg forutsatt at de stokastiske restleddene følger en første ordens Markovprosess, dvs.  $\varepsilon_t = \rho \cdot \varepsilon_{t-1} + \omega_t$ . Dette reflekterer at jeg har hatt store problemer med lave Durbin-Watson-verdier<sup>15</sup>. Anslaget på  $\rho$ , RH01, er da også foruroligende høyt i noen tilfeller, f.eks. i sektor (55) Bygge- og anleggsvirksomhet der den er 1 i likningen for bygningsinvesteringer. Men det dominerende inntrykk er moderate verdier rundt 0.4-0.5 på  $\rho$  med en svak tendens til de høyeste verdiene i sektorene utenom industri.

(vi) I KVARTS kommer etterspørselsimpulsene fra bruttoinvesteringene, ikke nettoinvesteringene, og det er derfor av interesse å se hvilke implikasjoner de estimerte nettoinvesteringsrelasjonene har for bruttoinvesteringene. For å belyse dette og de dynamiske egenskapene til regresjonslikningene nærmere, har jeg laget en modellvariant som består av nettoinvesteringsrelasjonene og delblokken for depresieringer. Med denne har jeg foretatt såkalte ex post-simuleringer, dvs. modellen simuleres over den periode som ligger til grunn for estimeringen, med de eksogene variable, dvs. produksjonsveksten og bruttodriftsresultatet satt eksogent lik sine observerte verdier. Avvikene mellom de modellberegnete - eller simulerte - verdier av bruttoinvesteringene og de tilhørende observerte verdier vil da gi et bilde av hvor godt de estimerte relasjonene beskriver utviklingen i estimeringsperioden. En ex post-simulering vil selvsagt ikke uten videre gi svar på hvor godt vi kan regne med å lykkes i å predikere bruttoinvesteringene i en aktuell prognosesituasjon - hvor vi vanligvis ikke kjenner utviklingen av de eksogene variable. De feilkildene vi får "rendyrket", er de som skyldes feil i de estimerte koeffisientene og restleddskomponentene i modellenes likninger.

De fleste implementerte relasjoner (se likning 4.18) har et betydelig innslag av dynamikk, idet tilbakedaterte verdier av endogene variable opptrer som høyresidevariable i en del av likningene. Skillet mellom dynamisk simulering og én-periode-simulering ("statisk simulering") blir derfor sentralt. Som forklart i avsnitt 4.4 regner modellen seg ved dynamisk simulering suksessivt framover fra første simuleringskvartal på grunnlag av tidsseriene for de eksogene variable, men benytter bare startverdiene for de endogene variable og modellberegnete verdier for øvrig. Ved én-periode-simulering utføres beregningene for ett kvartal av gangen - hver gang benyttes de observerte verdier både av de eksogene og de tilbakedaterte endogene variable. Avvik mellom de observerte og de simulerte verdier ved én-periode-simulering vil således ha tilsvarende tolkning som vanlige økonomiske residualer.

Resultatene fra disse simuleringseksperimentene er presentert i tabellene 4.1, 4.3, 4.5 og 4.7 i form av det relative gjennomsnittlige kvadratavvik mellom observert og modellberegnet verdi - gjerne kalt Relative Root Mean Squared Error (RRMSE) - definert som

$$\text{RRMSE} = \frac{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (J_t - \hat{J}_t)^2}{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T J_t}$$

<sup>15</sup> I mange av relasjonene har antall parametre vært betydelig - tre sesongparametre og opp til to parametre i hver lagfordeling. Det ubestemte området i Durbin-Watson-testen blir da ganske vidt. Hvorvidt man bør velge øvre eller nedre grense avhenger av den prosessen som genererer de eksogene variable. Dersom de eksogene variablene utvikler seg trendmessig bør man benytte den øvre grensen i Durbin-Watson-testen; se Pindycke og Rubinfeld (1981). Dersom det er sinusbevegelser i de eksogene variable bør man ifølge Malinvaud (1980) benytte den nedre grensen. Siden de eksogene variablene i mitt data-materiale utvikler seg dels trendmessig og dels med bølgebevegelser, har jeg valgt å benytte den øvre grensen som forkastningskriterium ved testing for første ordens seriekorrelasjon. Jeg unngår dermed også problemet med at den nedre grensen i vanlige tabuleringer av Durbin-Watson-observatoren ikke er gyldig når regresjonslikningen - som her - ikke inneholder et konstantledd (Farebrother (1980)).

hvor  $J_t$  er observert og  $J_t$  er simulert verdi i kvartal  $t$  og  $T$  er antall simuleringskvartaler. Denne størrelsen er - når vi ser bort fra korreksjoner for antall frihetsgrader - et motstykke til det vi foran kalte den residuale variasjonskoeffisienten og ved statistisk simulering vil de være sammenfallende.

For bruttoinvesteringene har RRMSE typiske verdier mellom 5 og 15 prosent. Dette er markert bedre enn RVC til de estimerte nettoinvesteringslikningene og må sies å være tilfredsstillende rent "føyningmessig". Vi ser også at det bare unntaksvis er stor forskjell på RRMSE ved statistisk og dynamisk simulering, selv om RRMSE konsekvent er størst ved dynamisk simulering der RH01 er forskjellig fra null. De dynamiske egenskaper til relasjonene må dermed jevnt over også sies å være gode - relasjonene holder seg stort sett på sporet.

RRMSE oppsummerer investeringsrelasjonenes dynamiske egenskaper i ett enkelt unyansert tall. Man får mye viktig tilleggsinformasjon ved å betrakte figurene 4.1-4.9 som gir et visuelt bilde av hvor godt de estimerte relasjoner treffer den faktiske utvikling i bruttoinvesteringene ved simulering sammen med depresieringslikningene. En rekke av kurvene for observert bruttoinvestering har til dels kompliserte sykliske forløp, f.eks. i sektor (30) Bergverk og råvareindustri. Investeringsrelasjonen treffer jevnt over likevel dette forløpet bra selv i de dynamiske simuleringene. Noen unntak er det imidlertid. Spesielt i relasjoner hvor anslaget på RH01 er nær én og det autoregressive innslaget dermed stort, har de dynamiske simuleringene en tendens til å spore av; se f.eks. på forskjellen mellom statistisk og dynamisk simulering i sektor (55) Bygge- og anleggsvirksomhet. Jeg fikk opprinnelig liknende resultater for bygningsinvesteringer i sektor (80) Diverse tjenesteytende virksomhet og har der til slutt valgt å implementere en relasjon med meget lav verdi på Durbin-Watson-observatoren, men som har den fordel at den i alle fall ikke sporer av.

Et karakteristisk trekk ved flere av relasjonene - f.eks. i sektor (30) Bergverk og råvareindustri - er at de ikke ordentlig klarer å spile ut toppene og bunnen i investeringsforløpet der det er markerte sykliske svingninger. Årsaken er delvis at den dominerende konjunkturbølgen i datamaterialet - 1972 til 1975 - hadde spesielt sterke utslag. Men det er også klart at det føyningmessig er vanskelig å treffe slike store variasjoner.

#### Implementerte relasjoner

I KVARTS har vi implementert relasjonene for både investeringer i maskiner og transportmidler og bygninger og anlegg i sektorene 45, 50, 55, 70 og 80, og disse er avmerket med en stjerne (\*) i tabellene 4.1 til 4.8. Det er ingen grunn til å legge skjul på at de implementerte relasjonene er av ujevn kvalitet. Deres egenskaper skulle gå fram av det foregående og resultattabellene samt drøftingen i kapittel 5. Her vil jeg bare knytte ytterligere noen få kommentarer til implementeringsbeslutningen.

Ingen av de implementerte relasjonene har konstantledd selv om jeg har gjort visse forsøk i denne retning. Investeringsrelasjonene for de "tunge" sektorene (70) Innenriks samferdsel og kraftforsyning og (80) Diverse tjenesteyting vurderer jeg alt i alt som relativt gode med unntak av bygninger og anlegg i sektor 80. Denne relasjonen gjelder bygninger og anlegg eksklusive boliger og tallene er antakelig i høy grad preget av måleproblemer. En relasjon med lav verdi på DW-observatoren er implementert fordi dynamiske simuleringseksperimenter fastslo at CORC-transformerte relasjoner "sporet av". Også de implementerte relasjonene for sektorene (45) Metallbearbeidingsindustri og (50) Verftsindustri må karakteriseres som tilfredsstillende selv om residualene er nokså store. Igjen er bygningsinvesteringene - denne gang i sektor 50 - vanskeligst å få ordentlig til. Relasjonene for sektor (55) Bygge- og anleggsindustri er implementert for helhetens del (nivået på investeringene er lavt) og relasjonene er kvalitetsmessig klart de minst tilfredsstillende. Dette henger først og fremst sammen med at dynamikken er dårlig spesifisert, noe som er tydelig ved sammenlikning av figurene 4.7.A - 4.7.D.

Tabell 4.2. Oppsummering av estimeringsresultatene for nettoinvesteringer i maskiner og transportmidler i industriktorene. Standardavvik i parentes.

$$I_t = \alpha(L)\Delta X_t + \beta(L)Y_t + \delta_1 D_1 + \delta_2 D_2 + \delta_3 D_3 + (-\delta_1 - \delta_2 - \delta_3) D_4 + \epsilon_t$$

|   | 15   | 25   | 25   | 30                                      | 30                                      | 45*                                  | 50                  | 50*                 |
|---|--|--|--|---|---|--------------------------------------|---------------------|---------------------|
|   | Nærings-<br>middel-<br>bekled-<br>ningsindu-<br>stri mv. | Trevarein-<br>dustri, gra-<br>fisk indu-<br>stri mv. | Trevarein-<br>dustri, gra-<br>fisk indu-<br>stri mv. | Bergverk<br>og rå-<br>varein-<br>dustri | Bergverk<br>og rå-<br>varein-<br>dustri | Metallbe-<br>arbeidings-<br>industri | Verfts-<br>industri | Verfts-<br>industri |
| Implementerbar?   | Ja   | Nei  | Ja   | Nei                                     | Ja?                                     | Ja                                   | Nei                 | Ja                  |
| Sum av lagkoeffisientene<br>$\alpha(L)$   | 0.287<br>(0.065)   | -  | -  | -                                       | -                                       | -                                    | 0.285<br>(0.050)    | 0.234<br>(0.039)    |
| Tilvekst i $X^1$  | Siste år   | -  | -  | -                                       | -                                       | -                                    | Siste kv.           | Siste kv.           |
| Gjennomsnittlig lag<br>(kvartaler)  | 4.27<br>(0.54)   | -  | -  | -                                       | -                                       | -                                    | 3.33<br>(0.16)      | 3.29<br>(0.25)      |
| Restriksjoner på lag-<br>fordeling <sup>2</sup>   | 12,2,T   | -  | -  | -                                       | -                                       | -                                    | 8,2,T               | 8,2,T               |
| Sum av lagkoeffisientene<br>$\beta(L)$  | 0.034<br>(0.018)   | 0.181<br>(0.017)                                     | 0.174<br>(0.016)                                     | 0.205<br>(0.043)                        | 0.212<br>(0.056)                        | 0.245<br>(0.018)                     | 0.038<br>(0.021)    | 0.053<br>(0.020)    |
| Gjennomsnittlig lag<br>(kvartaler)  | 1.51<br>(14.76)  | 9.69<br>(4.22)                                       | 5.50<br>(0.022)                                      | 11.18<br>(3.14)                         | 7.50<br>(0.737)                         | 4.01<br>(1.85)                       | 9.54<br>(14.66)     | 3.50<br>(5.74)      |
| Restriksjoner på<br>lagpolynom <sup>2</sup>   | 4,2,T  | 12,2,T   | 12,2,B   | 16,2,T                                  | 16,2,B                                  | 12,2,T                               | 8,2,T               | 8,2,B               |
| RH01 <sup>3</sup>   | 0.2450   | 0.5271   | 0.5259   | 0.6832                                  | 0.7646                                  | 0.1948                               | 0.0000              | 0.0000              |
| Residualt standardavvik   | 14.35  | 24.23  | 24.23  | 59.54                                   | 59.58                                   | 24.39                                | 14.06               | 14.42               |
| Residual variasjons-<br>koeffisient <sup>4</sup>  | 28.80  | 25.66  | 25.66  | 42.60                                   | 42.62                                   | 32.00                                | 52.42               | 53.77               |
| Durbin-Watson-observator  | 1.91   | 2.02   | 2.00   | 2.42                                    | 2.58                                    | 1.81                                 | 1.82                | 1.72                |
| Estimeringsperiode  | 69.4-77.4  | 69.4-77.4  | 69.4-77.4  | 70.4-77.4                               | 70.4-77.4                               | 69.4-77.4                            | 68.6-77.4           | 68.4-77.4           |
| Estimeringsmetode   | CORC   | CORC   | CORC   | CORC                                    | CORC                                    | CORC                                 | OLS                 | OLS                 |
| Gjennomsnittlig kapital-<br>koeffisient i perioden<br>1967 - 1977 <sup>5</sup>                    | 0.213  | 1.152  | 1.152  | 1.737                                   | 1.737                                   | 0.860                                | 0.465               | 0.465               |
| Relativt kvadratavvik<br>mellom observert og be-<br>regnet verdi av brutto-<br>investeringene ved |  |  |  |   |   |                                      |                     |                     |
| - statistisk simulering <sup>6</sup>  | 7.8  | -  | 10.5   | -                                       | 14.9                                    | 15.4                                 | -                   | 26.2                |
| - dynamisk simulering <sup>6</sup>  | 8.6  | -  | 11.7   | -                                       | 21.6                                    | 15.5                                 | -                   | 26.2                |

<sup>1</sup> Dvs. om  $\Delta X_t = X_t - X_{t-1}$  (siste kvartal) eller  $\Delta X_t = X_t - X_{t-4}$  (siste år).

<sup>2</sup> Første element angir lagpolynomets lengde, det andre angir grad og det tredje elementet angir endrerestriksjoner på polynomet; H er hode, T er hale og B er begge. <sup>3</sup> Estimert verdi på  $\rho$  når de stokastiske restleddene antas å følge prosessen:  $\epsilon_t = \rho \cdot \epsilon_{t-1} + \omega_t$  og  $\omega_t$  er hvit støy. Ved estimeringen har jeg benyttet Cochrane-Orcuts iterative teknikk. <sup>4</sup> Den residuale variasjonskoeffisienten er beregnet som 100 ganger det residuale standardavviket dividert på venstresidevariabelens gjennomsnitt i estimeringsperioden.

<sup>5</sup> Kapitalkoeffisienten er beregnet på årsbasis i det tilfellet  $\Delta X_t$  er det og på kvartalsbasis ellers. <sup>6</sup> Dette er resultater fra simulering av investeringsrelasjonene som bestemmer nettoinvesteringene, sammen med kapital-slitmodellen. Dersom  $\epsilon_t$  er avviket mellom faktisk og modellberegnet verdi for bruttoinvesteringene, er det relative kvadratavviket definert som

$\frac{1}{\bar{Y}}(e_t - \bar{e}_t)^2 / \bar{Y}$  der  $\bar{Y}$  er snittet i simuleringensperiode av sektorens bruttoinvestering. Simuleringensperiode er 1971.1 til 1977.4.

Tabell 4.3. Punktestimater for koeffisientene i nettoinvesteringsrelasjonene for maskiner og transportmidler i industriktorene. Standardavvik i parentes

| Sektor      | Implementerbar? | 15   | 25   | 25   | 30                                      | 30                                      | 45                                   | 50                  | 50                  |
|-------------|-----------------|--|--|--|---|---|--------------------------------------|---------------------|---------------------|
|             |                 | Nærings-<br>middel-<br>og<br>bekled-<br>ningsindu-<br>stri mv. | Trevarein-<br>dustri, gra-<br>fisk indu-<br>stri mv. | Trevarein-<br>dustri, gra-<br>fisk indu-<br>stri mv. | Bergverk<br>og rå-<br>varein-<br>dustri | Bergverk<br>og rå-<br>varein-<br>dustri | Metallbe-<br>arbeidings-<br>industri | Verfts-<br>industri | Verfts-<br>industri |
|             |                 | Ja   | Nei  | Ja   | Nei                                     | Ja?                                     | Ja                                   | Nei                 | Ja                  |
| $\alpha(L)$ | 0               | 0.0327<br>(0.0078)   | -  | -  | -                                       | -                                       | -                                    | 0.0255<br>(0.0072)  | 0.0223<br>(0.0070)  |
|             | -1              | 0.0328<br>(0.0067)   |  |  |   |   |                                      | 0.0365<br>(0.0067)  | 0.0306<br>(0.0057)  |
|             | -2              | 0.0325<br>(0.0064)   |  |  |   |   |                                      | 0.0434<br>(0.0075)  | 0.0358<br>(0.0059)  |
|             | -3              | 0.0316<br>(0.0066)   |  |  |   |   |                                      | 0.0463<br>(0.0083)  | 0.0377<br>(0.0065)  |
|             | -4              | 0.0302<br>(0.0070)   |  |  |   |   |                                      | 0.0451<br>(0.0085)  | 0.0365<br>(0.0067)  |
|             | -5              | 0.0282<br>(0.0073)   |  |  |   |   |                                      | 0.0399<br>(0.0078)  | 0.0322<br>(0.0063)  |
|             | -6              | 0.0257<br>(0.0074)   |  |  |   |   |                                      | 0.0306<br>(0.0062)  | 0.0246<br>(0.0050)  |
|             | -7              | 0.0228<br>(0.0071)   |  |  |   |   |                                      | 0.0173<br>(0.0036)  | 0.0139<br>(0.0029)  |
|             | -8              | 0.0193<br>(0.0065)   |  |  |   |   |                                      |                     |                     |
|             | -9              | 0.0152<br>(0.0055)   |  |  |   |   |                                      |                     |                     |
|             | -10             | 0.0107<br>(0.0041)   |  |  |   |   |                                      |                     |                     |
|             | -11             | 0.0056<br>(0.0023)   |  |  |   |   |                                      |                     |                     |
| $\beta(L)$  | 0               | 0.0067<br>(0.0205)   | -0.0442<br>(0.0503)                                  | 0.0057<br>(0.0005)                                   | -0.0256<br>(0.0252)                     | 0.0042<br>(0.0011)                      | 0.0323<br>(0.0293)                   | -0.0283<br>(0.0198) | 0.0035<br>(0.0013)  |
|             | -1              | 0.0101<br>(0.0333)   | -0.0225<br>(0.0333)                                  | 0.0105<br>(0.0010)                                   | -0.0147<br>(0.0187)                     | 0.0078<br>(0.0021)                      | 0.0309<br>(0.0193)                   | -0.0110<br>(0.0109) | 0.0062<br>(0.0023)  |
|             | -2              | 0.0102<br>(0.0121)   | -0.0041<br>(0.0186)                                  | 0.0144<br>(0.0013)                                   | -0.0050<br>(0.0135)                     | 0.0109<br>(0.0029)                      | 0.0294<br>(0.0108)                   | 0.0024<br>(0.0045)  | 0.0079<br>(0.0030)  |
|             | -3              | 0.0068<br>(0.0112)   | 0.0111<br>(0.0064)                                   | 0.0172<br>(0.0016)                                   | 0.0034<br>(0.0087)                      | 0.0135<br>(0.0036)                      | 0.0276<br>(0.0039)                   | 0.0119<br>(0.0037)  | 0.0088<br>(0.0033)  |
|             | -4              |  | 0.0230<br>(0.0042)                                   | 0.0192<br>(0.0017)                                   | 0.0106<br>(0.0050)                      | 0.0156<br>(0.0041)                      | 0.0255<br>(0.0030)                   | 0.0174<br>(0.0062)  | 0.0088<br>(0.0033)  |
|             | -5              |  | 0.0316<br>(0.0117)                                   | 0.0201<br>(0.0018)                                   | 0.0166<br>(0.0035)                      | 0.0171<br>(0.0045)                      | 0.0232<br>(0.0072)                   | 0.0189<br>(0.0074)  | 0.0079<br>(0.0030)  |
|             | -6              |  | 0.0369<br>(0.0170)                                   | 0.0201<br>(0.0018)                                   | 0.0213<br>(0.0047)                      | 0.0182<br>(0.0048)                      | 0.0206<br>(0.0102)                   | 0.0166<br>(0.0069)  | 0.0062<br>(0.0023)  |
|             | -7              |  | 0.0390<br>(0.0200)                                   | 0.0192<br>(0.0017)                                   | 0.0248<br>(0.0066)                      | 0.0187<br>(0.0050)                      | 0.0178<br>(0.0119)                   | 0.0103<br>(0.0044)  | 0.0035<br>(0.0013)  |
|             | -8              |  | 0.0377<br>(0.0207)                                   | 0.0172<br>(0.0016)                                   | 0.0270<br>(0.0083)                      | 0.0187<br>(0.0050)                      | 0.0148<br>(0.0123)                   |                     |                     |
|             | -9              |  | 0.0332<br>(0.0190)                                   | 0.0144<br>(0.0013)                                   | 0.0280<br>(0.0094)                      | 0.0182<br>(0.0048)                      | 0.0114<br>(0.0113)                   |                     |                     |
|             | -10             |  | 0.0254<br>(0.0150)                                   | 0.0105<br>(0.0010)                                   | 0.0277<br>(0.0099)                      | 0.0171<br>(0.0045)                      | 0.0079<br>(0.0089)                   |                     |                     |
|             | -11             |  | 0.0143<br>(0.0087)                                   | 0.0057<br>(0.0005)                                   | 0.0262<br>(0.0098)                      | 0.0156<br>(0.0041)                      | 0.0041<br>(0.0051)                   |                     |                     |
|             | -12             |  |  |  | 0.0234<br>(0.0091)                      | 0.0135<br>(0.0036)                      |                                      |                     |                     |
|             | -13             |  |  |  | 0.0195<br>(0.0077)                      | 0.0109<br>(0.0029)                      |                                      |                     |                     |
|             | -14             |  |  |  | 0.0142<br>(0.0058)                      | 0.0078<br>(0.0021)                      |                                      |                     |                     |
|             | -15             |  |  |  | 0.0773<br>(0.0032)                      | 0.0042<br>(0.0011)                      |                                      |                     |                     |

Tabell 4.3 (forts.). Punktestimater for koeffisientene i nettoinvesteringsrelasjonene for maskiner og transportmidler i industrisektorene. Standardavvik i parentes

| Sektor     | 15  | 25   | 25   | 30                                      | 30                                      | 45                                   | 50                  | 50                  |
|------------|---|--|--|---|---|--------------------------------------|---------------------|---------------------|
|            | Nærings-<br>middel- og<br>bekled-<br>ningsindu-<br>stri mv. | Trevarein-<br>dustri, gra-<br>fisk indu-<br>stri mv. | Trevarein-<br>dustri, gra-<br>fisk indu-<br>stri mv. | Bergverk<br>og rå-<br>varein-<br>dustri | Bergverk<br>og rå-<br>varein-<br>dustri | Metallbe-<br>arbeidings-<br>industri | Verfts-<br>industri | Verfts-<br>industri |
| $\delta_1$ | -22.62<br>(4.03)  | -33.82<br>(6.05)                                     | -34.05<br>(6.05)                                     | -49.73<br>(14.73)                       | -49.79<br>(14.16)                       | -34.6<br>(7.24)                      | -7.85<br>(5.00)     | -8.46<br>(5.11)     |
| $\delta_2$ | -3.03<br>(4.34)   | 2.94<br>(6.69)                                       | 0.01<br>(6.01)                                       | 11.56<br>(14.73)                        | 10.00<br>(14.11)                        | -2.74<br>(7.01)                      | -7.45<br>(4.15)     | -7.50<br>(4.25)     |
| $\delta_3$ | -15.58<br>(4.06)  | -15.75<br>(6.34)                                     | -13.84<br>(6.05)                                     | -27.74<br>(14.73)                       | -27.62<br>(14.16)                       | -5.37<br>(7.11)                      | -2.54<br>(5.47)     | -1.81<br>(5.59)     |

Tabell 4.4. Oppsummering av estimeringsresultatene for nettoinvesteringer i maskiner og transportmidler i sektorene utenom industri. Standardavvik i parentes.

$$I_t = \alpha(L)\Delta X_t + \beta(L)Y_t + \delta_1 D_1 + \delta_2 D_2 + \delta_3 D_3 + (-\delta_1 - \delta_2 - \delta_3) D_4 + \varepsilon_t$$

| Investeringer i maskiner og<br>transportmidler i sektor                                       | 10                  | 55                                  | 70   | 807                                     | 807                                     |
|---|---------------------|-------------------------------------|--|---|---|
|   | Primær-<br>næringer | Bygge- og<br>anleggs-<br>virksomhet | Innenriks<br>samferdsel og<br>kraftforsyning | Diverse<br>tjenesteytende<br>virksomhet | Diverse<br>tjenesteytende<br>virksomhet |
| Implementerbar?   | Ja                  | Ja                                  | Ja   | Nei                                     | Ja                                      |
| Sum av lagkoeffisientene $\alpha(L)$  | 0.740<br>(0.422)    | 0.239<br>(0.059)                    | 2.243<br>(0.334)                             | 0.973<br>(0.135)                        | 0.953<br>(0.142)                        |
| Tilvekst i $X^1$  | Siste år            | Siste år                            | Siste kv.                                    | Siste kv.                               | Siste kv.                               |
| Gjennomsnittlig lag (kvartaler)   | 5.18<br>(2.38)      | 5.83<br>(0.785)                     | 7.358<br>(1.406)                             | 4.050<br>(0.485)                        | 3.551<br>(0.499)                        |
| Restriksjoner på lagfordeling <sup>2</sup>  | 12,2,T              | 12,2,T                              | 16,2,T                                       | 8,2,T                                   | 8,2,H                                   |
| Sum av lagkoeffisientene $\beta(L)$   | 0.066<br>(0.013)    | -                                   | -  | -                                       | -                                       |
| Gjennomsnittlig lag   | 2.04<br>(2.91)      | -                                   | -  | -                                       | -                                       |
| Restriksjoner på lagpolynom   | 4,2,T               | -                                   | -  | -                                       | -                                       |
| RH01 <sup>3</sup>   | 0.8019              | 0.8699                              | 0.5385                                       | 0.3322                                  | 0.3362                                  |
| Residualt standardavvik   | 31.08               | 17.58                               | 57.08  | 101.42                                  | 106.09                                  |
| Residual variasjonskoeffisient <sup>4</sup>   | 29.02               | 25.18                               | 41.23  | 59.91                                   | 62.66                                   |
| Durbin-Watson-observator  | 2.22                | 2.41                                | 2.31   | 1.84                                    | 1.77                                    |
| Estimeringsperiode  | 69.4-77.4           | 69.4-77.4                           | 70.4-77.4                                    | 68.4-77.4                               | 68.4-77.4                               |
| Estimeringsmetode   | CORC                | CORC                                | CORC   | CORC                                    | CORC                                    |
| Gjennomsnittlig kapitalkoeffisient<br>i perioden 1967 - 1977 <sup>5</sup>                     | 0.673               | 0.086                               | 3.127  | 0.755                                   | 0.755                                   |
| Relativt kvadratavvik mellom obser-<br>vert og beregnet verdi av bruttoin-<br>vesteringen ved |                     |                                     |  |   |   |
| - statisk simulering <sup>6</sup>   | 5.0                 | 8.1                                 | 8.5  | -                                       | 14.3                                    |
| - dynamisk simulering <sup>6</sup>  | 10.4                | 20.5                                | 10.6   | -                                       | 14.1                                    |

<sup>1</sup> Se fotnote 1, tabell 4.2. <sup>2</sup> Se fotnote 2, tabell 4.2. <sup>3</sup> Se fotnote 3, tabell 4.2. <sup>4</sup> Se fotnote 4, tabell 4.2. <sup>5</sup> Se fotnote 5, tabell 4.2. <sup>6</sup> Se fotnote 6, tabell 4.2. <sup>7</sup> Gjelder sektor 80 utenom bolig.

Tabell 4.5. Punktestimater for koeffisientene i nettoinvesteringsrelasjonene for maskiner og transportmidler i sektorene utenom industri. Standardavvik i parentes

| Sektor          |                   | 10                  | 55                                  | 70   | 80                                      | 80                                      |
|-----------------|-------------------|---------------------|-------------------------------------|--|---|---|
|                 |                   | Primær-<br>næringer | Bygge- og<br>anleggs-<br>virksomhet | Innenriks<br>samferdsel og<br>kraftforsyning | Diverse<br>tjenesteytende<br>virksomhet | Diverse<br>tjenesteytende<br>virksomhet |
| Implementerbar? |                   | Ja                  | Ja                                  | Ja   | Nei                                     | Ja                                      |
| $\alpha(L)$     | 0                 | 0.0402<br>(0.0323)  | 0.0026<br>(0.0111)                  | 0.0564<br>(0.0652)                           | -0.0065<br>(0.0412)                     | 0.0619<br>(0.0146)                      |
|                 | -1                | 0.0552<br>(0.0330)  | 0.0110<br>(0.0080)                  | 0.0918<br>(0.0487)                           | 0.0778<br>(0.0248)                      | 0.1087<br>(0.0240)                      |
|                 | -2                | 0.0669<br>(0.0373)  | 0.0177<br>(0.0063)                  | 0.1220<br>(0.0356)                           | 0.1382<br>(0.0204)                      | 0.1402<br>(0.0286)                      |
|                 | -3                | 0.0753<br>(0.0423)  | 0.0230<br>(0.0060)                  | 0.1470<br>(0.0271)                           | 0.1748<br>(0.0242)                      | 0.1566<br>(0.0285)                      |
|                 | -4                | 0.0803<br>(0.0462)  | 0.0266<br>(0.0066)                  | 0.1688<br>(0.0246)                           | 0.1876<br>(0.0278)                      | 0.1577<br>(0.0250)                      |
|                 | -5                | 0.0820<br>(0.0480)  | 0.0287<br>(0.0073)                  | 0.1814<br>(0.0270)                           | 0.1765<br>(0.0278)                      | 0.1437<br>(0.0217)                      |
|                 | -6                | 0.0803<br>(0.0485)  | 0.0293<br>(0.0078)                  | 0.1910<br>(0.0313)                           | 0.1415<br>(0.0234)                      | 0.1145<br>(0.0449)                      |
|                 | -7                | 0.0753<br>(0.0404)  | 0.0283<br>(0.0079)                  | 0.1951<br>(0.0355)                           | 0.0827<br>(0.0142)                      | 0.0701<br>(0.0449)                      |
|                 | -8                | 0.0669<br>(0.0420)  | 0.0258<br>(0.0075)                  | 0.1942<br>(0.0386)                           |   |   |
|                 | -9                | 0.0552<br>(0.0352)  | 0.0216<br>(0.0065)                  | 0.1880<br>(0.0402)                           |   |   |
|                 | -10               | 0.0402<br>(0.0259)  | 0.0160<br>(0.0049)                  | 0.1767<br>(0.0401)                           |   |   |
|                 | -11               | 0.0218<br>(0.0142)  | 0.0088<br>(0.0027)                  | 0.1602<br>(0.0382)                           |   |   |
|                 | -12               |                     |                                     | 0.1386<br>(0.0344)                           |   |   |
|                 | -13               |                     |                                     | 0.1117<br>(0.0287)                           |   |   |
|                 | -14               |                     |                                     | 0.0797<br>(0.0115)                           |   |   |
| -15             |                   |                     | 0.0424<br>(0.0115)                  |  |   |   |
| $\beta(L)$      | 0                 | -0.0011<br>(0.0305) | -                                   | -  | -                                       | -                                       |
|                 | -1                | 0.0198<br>(0.0040)  |                                     |  |   |   |
|                 | -2                | 0.0269<br>(0.0159)  |                                     |  |   |   |
|                 | -3                | 0.0203<br>(0.0156)  |                                     |  |   |   |
| $\delta_1$      | -11.84<br>(34.77) | 3.20<br>(3.71)      | -9.27<br>(18.90)                    | -163.18<br>(51.23)                           | -91.71<br>(45.60)                       |   |
| $\delta_2$      | -3.12<br>(51.20)  | 5.60<br>(3.71)      | -1.34<br>(16.02)                    | 69.01<br>(29.52)                             | 45.99<br>(29.04)                        |   |
| $\delta_3$      | 25.97<br>(87.76)  | -15.83<br>(3.71)    | -63.66<br>(24.70)                   | -8.06<br>(29.73)                             | 12.99<br>(36.64)                        |   |

1 Satt lik null ved implementering i totalmodellen.

Tabell 4.6. Oppsummering av estimeringsresultatene for nettoinvesteringer i bygninger og anlegg i industrisektorene. Standardavvik i parentes

$$I_t = \alpha(L)\Delta X_t + \beta(L)Y_t + \delta_1 D_1 + \delta_2 D_2 + \delta_3 D_3 + (-\delta_1 - \delta_2 - \delta_3) D_4 + v_t$$

|   | 15  | 25   | 30                                 | 45<br>*                              | 50<br>*             |
|---|---|--|------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| Investeringer i maskiner og transportmidler i sektor                                | Nærings-<br>middel- og<br>bekled-<br>ningsindu-<br>stri mv. | Trevarein-<br>dustri, gra-<br>fisk indu-<br>stri mv. | Bergverk og<br>råvare-<br>industri | Metallbe-<br>arbeidings-<br>industri | Verfts-<br>industri |
| Implementerbar?   | Ja  | Ja   | Ja?                                | Ja                                   | Ja                  |
| Sum av lagkoeffisientene $\alpha(L)$  | 0.084<br>(0.036)  | 0.181<br>(0.116)                                     | 0.097<br>(0.065)                   | 0.091<br>(0.021)                     | 0.305<br>(0.136)    |
| Tilveksten i $X^1$  | Siste år  | Siste kv.  | Siste år                           | Siste år                             | Siste kv.           |
| Gjennomsnittlig lag (kvartaler)   | 4.00<br>(3.80)  | 5.87<br>(0.91)                                       | 4.10<br>(5.00)                     | 1.67<br>(2.24)                       | 5.68<br>(1.20)      |
| Restriksjoner på lagfordeling <sup>2</sup>  | 8,2,T   | 12,2,T   | 8,2,T                              | 4,2,T                                | 12,2,T              |
| Sum av lagkoeffisientene $\beta(L)$   | 0.092<br>(0.011)  | 0.115<br>(0.014)                                     | 0.133<br>(0.019)                   | 0.150<br>(0.010)                     | -<br>-              |
| Gjennomsnittlig lag   | 3.56<br>(2.94)  | 6.24<br>(3.62)                                       | 5.13<br>(2.72)                     | 5.74<br>(2.34)                       | -<br>-              |
| Restriksjoner på lagpolynom   | 8,2,H   | 12,2,T   | 12,2,T                             | 12,2,T                               | -                   |
| RH01 <sup>3</sup>   | 0.0000  | 0.3062   | 0.4659                             | 0.0000                               | 0.7056              |
| Residualt standardavvik   | 18.41   | 15.20  | 37.89                              | 13.22                                | 22.77               |
| Residual variasjonskoeffisient  | 35.94   | 19.59  | 32.82                              | 20.86                                | 60.29               |
| Durbin-Watson-observator  | 1.79  | 1.85   | 2.24                               | 1.84                                 | 2.17                |
| Estimeringsperiode  | 68.4-77.4   | 69.4-77.4  | 69.4-77.4                          | 69.4.-77.4                           | 69.4-77.4           |
| Estimeringsmetode   | OLS   | CORC   | CORC                               | OLS                                  | CORC                |
| Gjennomsnittlig kapitalkoeffisient i perioden 1967 - 1977 <sup>5</sup>              | 0.242   | 1.029  | 0.476                              | 0.286                                | 1.091               |
| Relativt kvadratavvik mellom observert og beregnet verdi av bruttoinvesteringer ved |   |  |                                    |                                      |                     |
| - statisk simulering <sup>6</sup>   | 15.4  | 12.5   | 17.2                               | 13.2                                 | 38.5                |
| - dynamisk simulering <sup>6</sup>  | 15.4  | 13.3   | 18.6                               | 13.2                                 | 50.7                |

<sup>1</sup> Se fotnote 1, tabell 4.2. <sup>2</sup> Se fotnote 2, tabell 4.2. <sup>3</sup> Se fotnote 3, tabell 4.2. <sup>4</sup> Se fotnote 4, tabell 4.2. <sup>5</sup> Se fotnote 5, tabell 4.2. <sup>6</sup> Se fotnote 6, tabell 4.2.

Tabell 4.7. Punktestimater for koeffisientene i nettoinvesteringsrelasjon for bygninger og anlegg i industriktorene. Standardavvik i parentes

| Sektor          |     | 15  | 25   | 30                                 | 45                                   | 50                  |
|-----------------|-----|---|--|------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|
|                 |     | Nærings-<br>middel- og<br>bekled-<br>ningsindu-<br>stri mv. | Trevarein-<br>dustri, gra-<br>fisk indu-<br>stri mv. | Bergverk og<br>råvare-<br>industri | Metallbe-<br>arbeidings-<br>industri | Verfts-<br>industri |
| Implementerbar? |     | Ja  | Ja   | Ja?                                | Ja                                   | Ja                  |
| $\alpha(L)$     | 0   | 0.0001<br>(0.0101)  | 0.0015<br>(0.0117)                                   | -0.0012 <sup>1</sup><br>(0.0142)   | 0.0121<br>(0.0102)                   | 0.0064<br>(0.0124)  |
|                 | -1  | 0.0071<br>(0.0068)  | 0.0080<br>(0.0104)                                   | 0.0075<br>(0.0113)                 | 0.0273<br>(0.0064)                   | 0.0160<br>(0.0110)  |
|                 | -2  | 0.0121<br>(0.0057)  | 0.0132<br>(0.0107)                                   | 0.0137<br>(0.0104)                 | 0.0304<br>(0.0080)                   | 0.0237<br>(0.0118)  |
|                 | -3  | 0.0150<br>(0.0060)  | 0.0173<br>(0.0117)                                   | 0.0176<br>(0.0103)                 | 0.0213<br>(0.0064)                   | 0.0300<br>(0.0135)  |
|                 | -4  | 0.0160<br>(0.0064)  | 0.0201<br>(0.0127)                                   | 0.0189<br>(0.0102)                 |                                      | 0.0337<br>(0.0151)  |
|                 | -5  | 0.0150<br>(0.0063)  | 0.0218<br>(0.0134)                                   | 0.0179<br>(0.0093)                 |                                      | 0.0360<br>(0.0161)  |
|                 | -6  | 0.0120<br>(0.0052)  | 0.0223<br>(0.0136)                                   | 0.0144<br>(0.0074)                 |                                      | 0.0363<br>(0.0165)  |
|                 | -7  | 0.0070<br>(0.0031)  | 0.0216<br>(0.0131)                                   | 0.0084<br>(0.0043)                 |                                      | 0.0349<br>(0.0160)  |
|                 | -8  |   | 0.0196<br>(0.0120)                                   |                                    |                                      | 0.0316<br>(0.0146)  |
|                 | -9  |   | 0.0165<br>(0.0101)                                   |                                    |                                      | 0.0265<br>(0.0124)  |
|                 | -10 |   | 0.0122<br>(0.0075)                                   |                                    |                                      | 0.0195<br>(0.0092)  |
|                 | -11 |   | 0.0067<br>(0.0041)                                   |                                    |                                      | 0.0107<br>(0.0051)  |
| $\beta(L)$      | 0   | 0.0060<br>(0.0087)  | -0.0018 <sup>1</sup><br>(0.0274)                     | 0.0076<br>(0.0230)                 | 0.0026<br>(0.0230)                   | -                   |
|                 | -1  | 0.0105<br>(0.0137)  | 0.0032<br>(0.0183)                                   | 0.0102<br>(0.0157)                 | 0.0075<br>(0.0155)                   |                     |
|                 | -2  | 0.0135<br>(0.0149)  | 0.0074<br>(0.0104)                                   | 0.0122<br>(0.0094)                 | 0.0115<br>(0.0090)                   |                     |
|                 | -3  | 0.0151<br>(0.0125)  | 0.0106<br>(0.0039)                                   | 0.0136<br>(0.0043)                 | 0.0145<br>(0.0036)                   |                     |
|                 | -4  | 0.0160<br>(0.0064)  | 0.0121<br>(0.0024)                                   | 0.0145<br>(0.0019)                 | 0.0166<br>(0.0014)                   |                     |
|                 | -5  | 0.0150<br>(0.0063)  | 0.0144<br>(0.0062)                                   | 0.0147<br>(0.0044)                 | 0.0178<br>(0.0045)                   |                     |
|                 | -6  | 0.0120<br>(0.0052)  | 0.0150<br>(0.0090)                                   | 0.0144<br>(0.0066)                 | 0.0181<br>(0.0069)                   |                     |
|                 | -7  | 0.0070<br>(0.0031)  | 0.0147<br>(0.0106)                                   | 0.0134<br>(0.0080)                 | 0.0174<br>(0.0083)                   |                     |
|                 | -8  |   | 0.0136<br>(0.0110)                                   | 0.0119<br>(0.0083)                 | 0.0158<br>(0.0087)                   |                     |
|                 | -9  |   | 0.0115<br>(0.0101)                                   | 0.0098<br>(0.0077)                 | 0.0132<br>(0.0080)                   |                     |
|                 | -10 |   | 0.0086<br>(0.0081)                                   | 0.0071<br>(0.0061)                 | 0.0098<br>(0.0064)                   |                     |
|                 | -11 |   | 0.0047<br>(0.0046)                                   | 0.0039<br>(0.0036)                 | 0.0053<br>(0.0037)                   |                     |
| $\delta_1$      |     | -9.94<br>(5.71)   | -12.61<br>(5.14)                                     | -11.84<br>(9.74)                   | -15.38<br>(4.39)                     | -0.39<br>(7.36)     |
| $\delta_2$      |     | -2.21<br>(5.64)   | -8.99<br>(4.64)                                      | -3.14<br>(9.80)                    | -3.42<br>(4.11)                      | -6.69<br>(5.44)     |
| $\delta_3$      |     | -9.70<br>(5.35)   | -17.60<br>(8.52)                                     | -5.03<br>(9.74)                    | -4.46<br>(4.21)                      | -4.71<br>(8.42)     |

<sup>1</sup> Settes lik null ved eventuell implementering i totalmodell.



Tabell 4.8. Oppsummering av estimeringsresultatene for nettoinvesteringer i bygninger og anlegg i sektorene utenom industri. Standardavvik i parentes.

$$I_t = \alpha(L)\Delta X_t + \beta(L)Y_t + \delta_1 D_1 + \delta_2 D_2 + \delta_3 D_3 + (-\delta_1 - \delta_2 - \delta_3) D_4 + v_t$$

|  | 10                  | 55<br>*                             | 70<br>*                                      | 807                                     | 807<br>*                                |
|--|---------------------|-------------------------------------|--|---|---|
|  | Primær-<br>næringer | Bygge- og<br>anleggs-<br>virksomhet | Innenriks<br>samferdsel og<br>kraftforsyning | Diverse<br>tjenesteytende<br>virksomhet | Diverse<br>tjenesteytende<br>virksomhet |
| Implementerbar?  | Ja                  | Ja                                  | Ja   | Nei                                     | Ja?                                     |
| Sum av lagkoeffisientene $\alpha(L)$   | 0.960<br>(0.369)    | 0.109<br>(0.088)                    | 7.305<br>(0.490)                             | 0.153<br>(0.206)                        | 0.432<br>(0.027)                        |
| Tilveksten i $X^1$   | Siste år            | Siste kv.                           | Siste kv.                                    | Siste kv.                               | Siste år                                |
| Gjennomsnittlig lag (kvartaler)  | 7.81<br>(2.53)      | 7.46<br>(1.28)                      | 7.45<br>(0.585)                              | 3.17<br>(3.85)                          | 1.44<br>(0.30)                          |
| Restriksjoner på lagfordeling <sup>2</sup>   | 16,2,T              | 16,2,T                              | 16,2,T                                       | 8,2,T                                   | 4,2                                     |
| Sum av lagkoeffisientene $\beta(L)$  | 0.076<br>(0.005)    | -                                   | -  | -                                       | -                                       |
| Gjennomsnittlig lag  | 1.73<br>(0.884)     | -                                   | -  | -                                       | -                                       |
| Restriksjoner på lagpolynom  | 4,2,T               | -                                   | -  | -                                       | -                                       |
| RH01 <sup>3</sup>  | 0.7235              | 1.0000                              | 0.6779                                       | 0.9999                                  | 0.0000                                  |
| Residualt standardavvik  | 14.06               | 2.55                                | 60.97  | 30.42                                   | 106.53                                  |
| Residual variasjonskoeffisient <sup>4</sup>  | 9.85                | 13.59                               | 12.93  | 9.79                                    | 31.70                                   |
| Durbin-Watson-observator   | 1.34                | 1.63                                | 2.04   | 2.65                                    | 0.52                                    |
| Estimeringsperiode   | 70.4-77.4           | 70.4-77.4                           | 70.4-77.4                                    | 68.4-77.4                               | 70.4-77.4                               |
| Estimeringsmetode  | CORC                | CORC                                | CORC   | CORC                                    | OLS                                     |
| Gjennomsnittlig kapitalkoeffisient i perioden 1967 - 1977 <sup>5</sup>               | 3.734               | 0.465                               | 3.127  | 0.755                                   | 0.411                                   |
| Relativt kvadratavvik mellom observert og beregnet verdi av bruttoinvesteringene ved |                     |                                     |  |   |   |
| - statisk simulering <sup>6</sup>  | 4.1                 | 10.0                                | 7.2  | -                                       | 19.7                                    |
| - dynamisk simulering <sup>6</sup>   | 6.1                 | 30.0                                | 9.3  | -                                       | 19.7                                    |

<sup>1</sup> Se fotnote 1, tabell 4.2. <sup>2</sup> Se fotnote 2, tabell 4.2. <sup>3</sup> Se fotnote 3, tabell 4.2. <sup>4</sup> Se fotnote 4, tabell 4.2. <sup>5</sup> Se fotnote 5, tabell 4.2. <sup>6</sup> Se fotnote 6, tabell 4.2. <sup>7</sup> Gjelder sektor 80 utenom bolig.

Tabell 4.9. Punktestimater for koeffisientene i nettoinvesteringsrelasjonene for bygninger og anlegg i sektorene utenom industri. Standardavvik i parentes

| Sektor          |                    | 10                  | 55                                  | 70   | 80                                      | 80                                      |
|-----------------|--------------------|---------------------|-------------------------------------|--|---|---|
|                 |                    | Primær-<br>næringer | Bygge- og<br>anleggs-<br>virksomhet | Innenriks<br>samferdsel og<br>kraftforsyning | Diverse<br>tjenesteytende<br>virksomhet | Diverse<br>tjenesteytende<br>virksomhet |
| Implementerbar? |                    | Ja                  | Ja                                  | Ja   | Nei                                     | Ja                                      |
| $\alpha(L)$     | 0                  | 0.0070<br>(0.0158)  | 0.0023<br>(0.0021)                  | 0.1573<br>(0.0657)                           | 0.0169<br>(0.0123)                      | 0.1080<br>(0.0458)                      |
|                 | -1                 | 0.0265<br>(0.0169)  | 0.0041<br>(0.0030)                  | 0.2791<br>(0.0499)                           | 0.0212<br>(0.0219)                      | 0.1182<br>(0.0281)                      |
|                 | -2                 | 0.0432<br>(0.0200)  | 0.0057<br>(0.0042)                  | 0.3834<br>(0.0391)                           | 0.0237<br>(0.0304)                      | 0.1130<br>(0.0286)                      |
|                 | -3                 | 0.0574<br>(0.0237)  | 0.0070<br>(0.0054)                  | 0.4701<br>(0.0344)                           | 0.0243<br>(0.0354)                      | 0.0924<br>(0.0482)                      |
|                 | -4                 | 0.0689<br>(0.0271)  | 0.0080<br>(0.0064)                  | 0.5393<br>(0.0355)                           | 0.0231<br>(0.0364)                      |   |
|                 | -5                 | 0.0777<br>(0.030)   | 0.0088<br>(0.0071)                  | 0.5909<br>(0.0396)                           | 0.0201<br>(0.0334)                      |   |
|                 | -6                 | 0.0839<br>(0.0318)  | 0.0093<br>(0.0076)                  | 0.6249<br>(0.0444)                           | 0.0153<br>(0.0264)                      |   |
|                 | -7                 | 0.0874<br>(0.0329)  | 0.0100<br>(0.0079)                  | 0.6414<br>(0.0484)                           | 0.0085<br>(0.0152)                      |   |
|                 | -8                 | 0.0883<br>(0.0331)  | 0.0095<br>(0.0080)                  | 0.6404<br>(0.0510)                           |   |   |
|                 | -9                 | 0.0865<br>(0.0323)  | 0.0093<br>(0.0078)                  | 0.6218<br>(0.0519)                           |   |   |
|                 | -10                | 0.0821<br>(0.0306)  | 0.0087<br>(0.0074)                  | 0.5856<br>(0.0508)                           |   |   |
|                 | -11                | 0.0751<br>(0.0280)  | 0.0079<br>(0.0068)                  | 0.5319<br>(0.0477)                           |   |   |
|                 | -12                | 0.0653<br>(0.0243)  | 0.0069<br>(0.0059)                  | 0.4606<br>(0.0423)                           |   |   |
|                 | -13                | 0.0530<br>(0.0200)  | 0.0055<br>(0.0048)                  | 0.3718<br>(0.0351)                           |   |   |
|                 | -14                | 0.0380<br>(0.0141)  | 0.0040<br>(0.0034)                  | 0.2654<br>(0.0256)                           |   |   |
| -15             | 0.0203<br>(0.0076) | 0.0021<br>(0.0018)  | 0.1415<br>(0.0139)                  |  |   |   |
| $\beta(L)$      | 0                  | 0.0082<br>(0.0160)  | -                                   | -  | -                                       | -                                       |
|                 | -1                 | 0.0229<br>(0.0014)  |                                     |  |   |   |
|                 | -2                 | 0.0264<br>(0.0081)  |                                     |  |   |   |
|                 | -3                 | 0.0188<br>(0.0081)  |                                     |  |   |   |
| $\delta_1$      | -87.58<br>(17.61)  | 0.76<br>(0.62)      | -138.20<br>(19.01)                  | -12.58<br>(14.82)                            | -91.71<br>(45.50)                       |   |
| $\delta_2$      | 59.13<br>(27.17)   | 0.60<br>(0.59)      | -43.01<br>(16.07)                   | -7.79<br>(7.88)                              | 45.99<br>(20.05)                        |   |
| $\delta_3$      | 114.43<br>(46.08)  | -0.17<br>(0.55)     | 91.54<br>(24.86)                    | 4.85<br>(7.03)                               | 12.99<br>(36.64)                        |   |

FIG.4.1.A Bruttoinvesteringer i maskiner og transportmidler i sektor (10) Primærnæringer. Faktisk og simulert verdi i 10 millioner 1975-kroner.

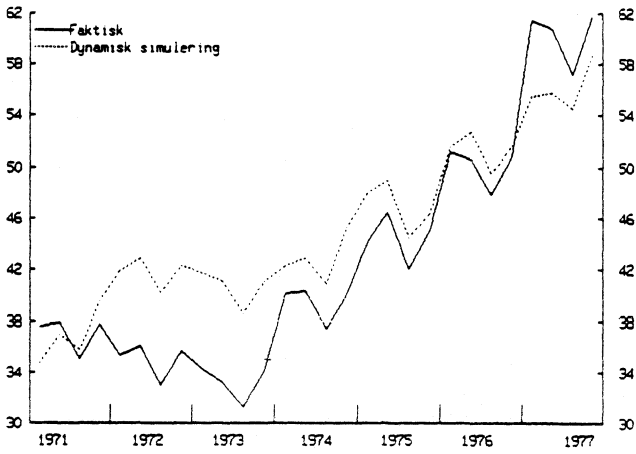


FIG.4.1.B Bruttoinvesteringer i bygninger og anlegg i sektor (10) Primærnæringer. Faktisk og simulert verdi i 10 millioner 1975-kroner.

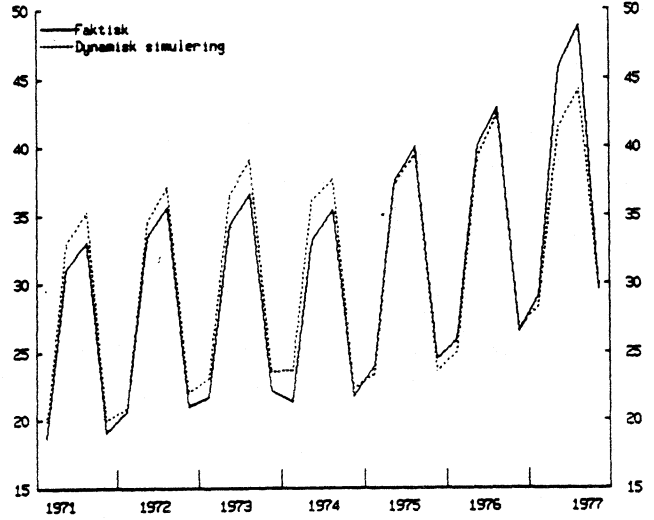


FIG.4.2.A Bruttoinvesteringer i maskiner og transportmidler i sektor (15) Næringsmiddel- og beklædningsindustri m.v. Faktisk og simulert verdi i 10 millioner 1975-kroner.

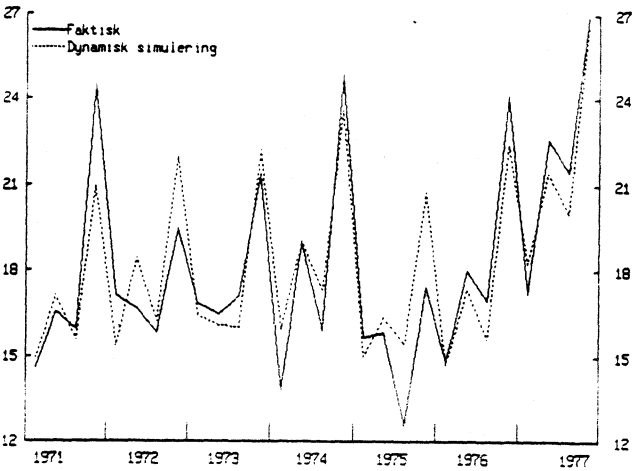


FIG.4.2.B Bruttoinvesteringer i bygninger og anlegg i sektor (15) Næringsmiddel- og beklædningsindustri m.v. Faktisk og simulert verdi i 10 millioner 1975-kroner.

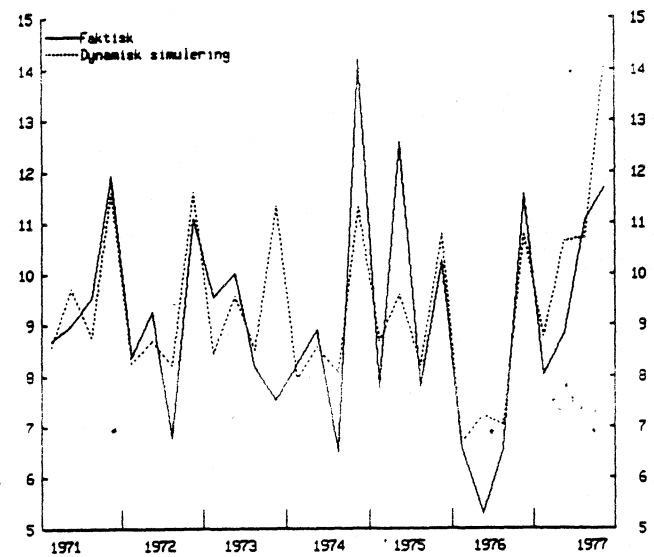


FIG.4.3.A Bruttoinvesteringer i maskiner og transportmidler i sektor (25) Trevareindustri, grafisk industri m.v. Faktisk og simulert verdi i 10 millioner 1975-kroner.

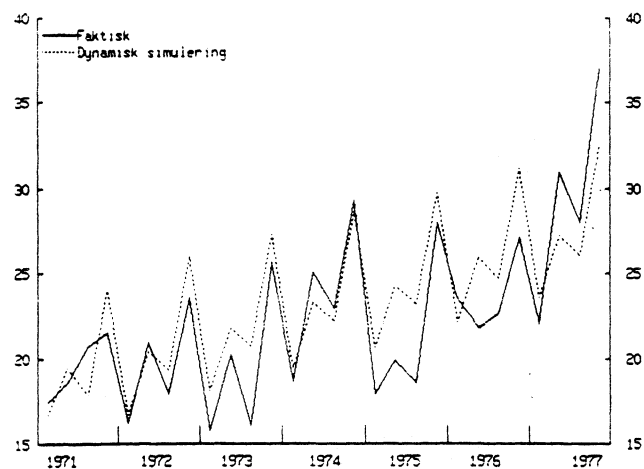


FIG.4.3.B Bruttoinvesteringer i bygninger og anlegg i sektor (25) Trevareindustri, grafisk industri m.v. Faktisk og simulert verdi i 10 millioner 1975-kroner.

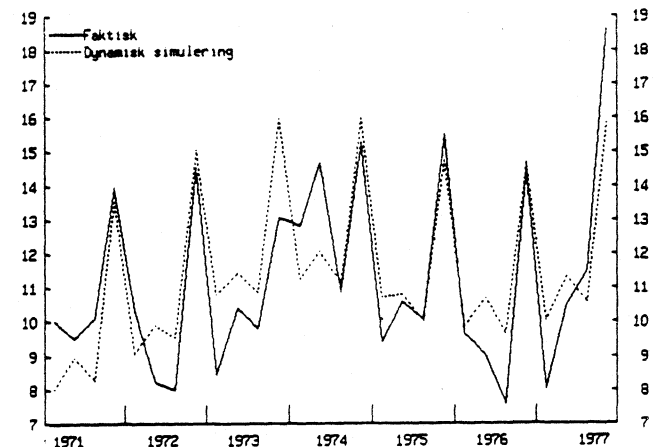


FIG.4.4.A Bruttoinvesteringer i maskiner og transportmidler i sektor (30) Bergverk og råvareindustri. Faktisk og simulert verdi i 10 millioner 1975-kroner.

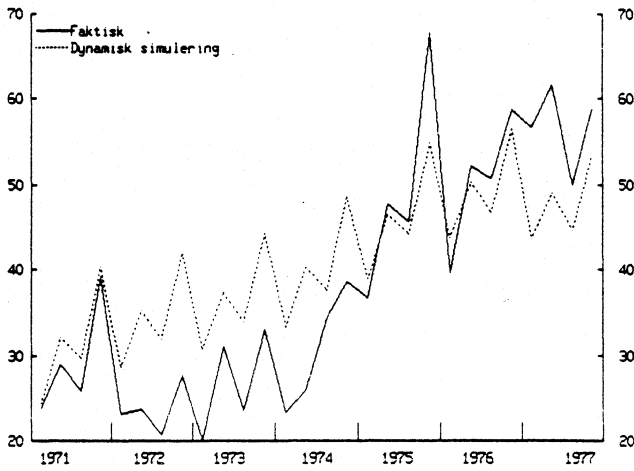


FIG.4.4.B Bruttoinvesteringer i bygninger og anlegg i sektor (30) Bergverk og råvareindustri. Faktisk og simulert verdi i 10 millioner 1975-kroner.

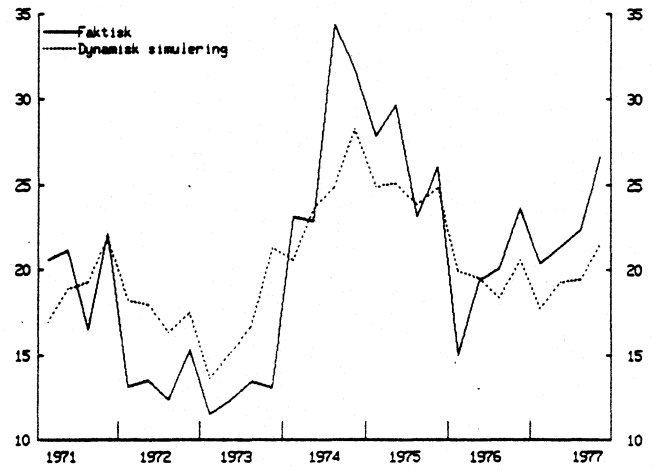


FIG.4.4.C Bruttoinvesteringer i maskiner og transportmidler i sektor (30) Bergverk og råvareindustri. Faktisk og simulert verdi i 10 millioner 1975-kroner.

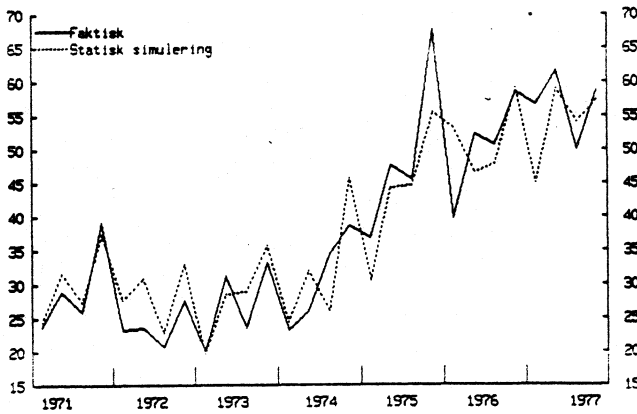


FIG.4.4.D Bruttoinvesteringer i bygninger og anlegg i sektor (30) Bergverk og råvareindustri. Faktisk og simulert verdi i 10 millioner 1975-kroner.

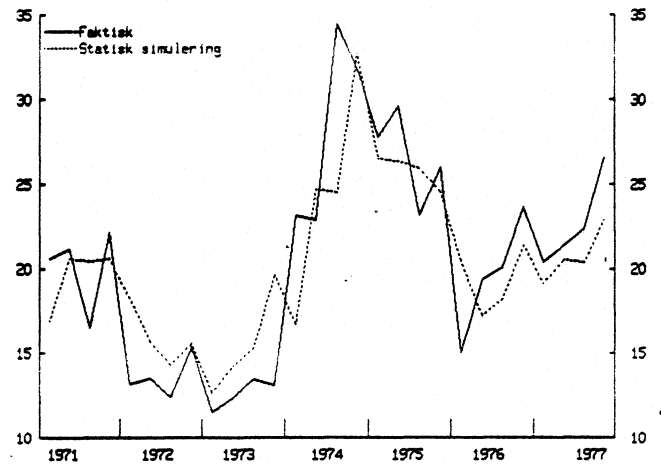


FIG.4.5.A Bruttoinvesteringer i maskiner og transportmidler i sektor (45) Metallbearbejningsindustri. Faktisk og simulert verdi i 10 millioner 1975-kroner.

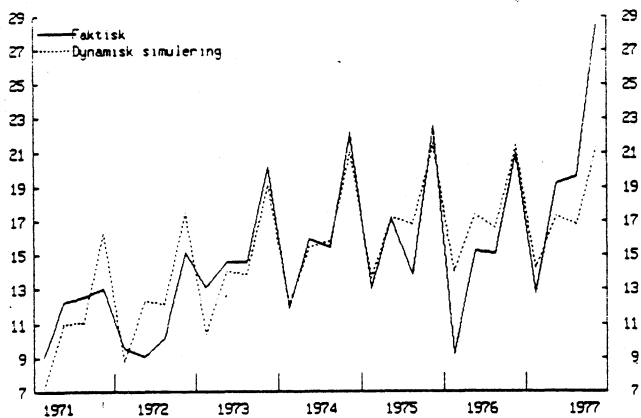


FIG.4.5.B Bruttoinvesteringer i bygninger og anlegg i sektor (45) Metallbearbejningsindustri. Faktisk og simulert verdi i 10 millioner 1975-kroner.

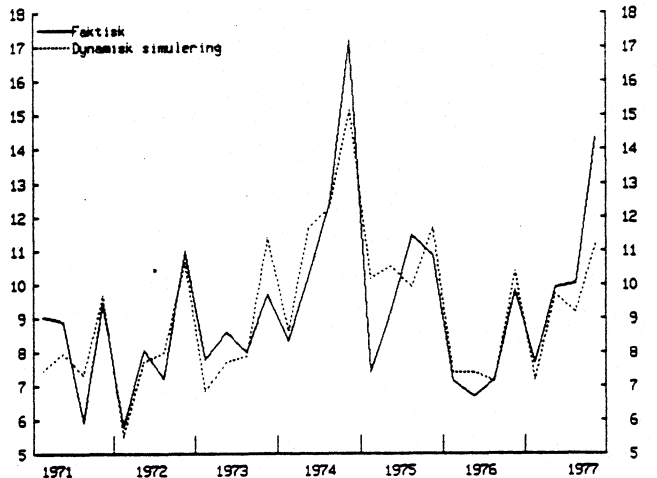


FIG.4.6.A Bruttoinvesteringer i maskiner og transportmidler i sektor (S0) Verftsindustri. Faktisk og simulert verdi i 10 millioner 1975-kroner.

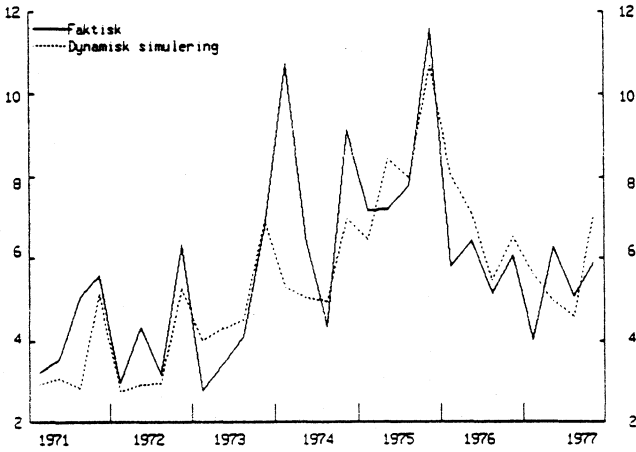


FIG.4.6.B Bruttoinvesteringer i bygninger og anlegg i sektor (S0) Verftsindustri. Faktisk og simulert verdi i 10 millioner 1975-kroner.

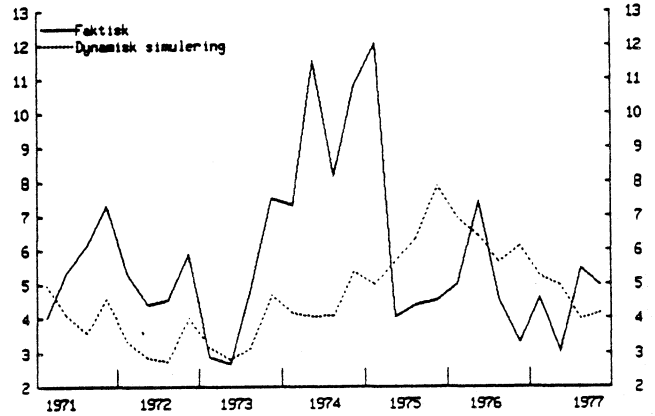


FIG.4.7.A Bruttoinvesteringer i maskiner og transportmidler i sektor (S5) Bygge- og anleggsvirksomhet. Faktisk og simulert verdi i 10 millioner 1975-kroner.

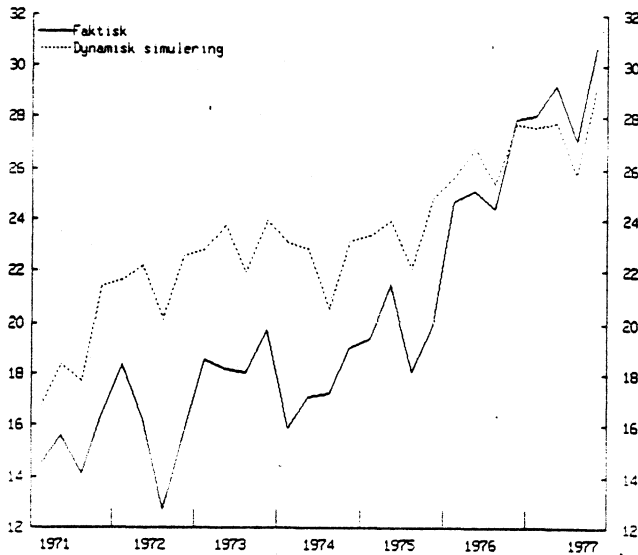


FIG.4.7.B Bruttoinvesteringer i bygninger og anlegg i sektor (S5) Bygge- og anleggsvirksomhet. Faktisk og simulert verdi i 10 millioner 1975-kroner.

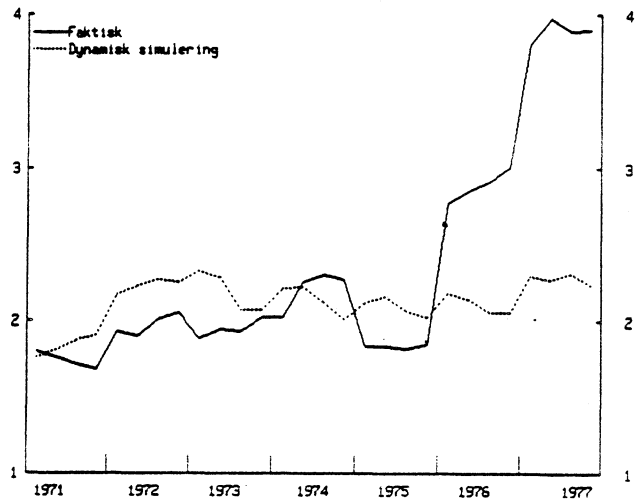


FIG.4.7.C Bruttoinvesteringer i maskiner og transportmidler i sektor (S5) Bygge- og anleggsvirksomhet. Faktisk og simulert verdi i 10 millioner 1975-kroner.

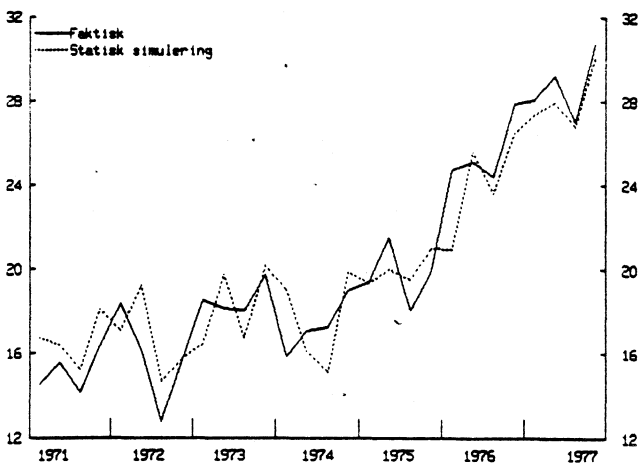


FIG.4.7.D Bruttoinvesteringer i bygninger og anlegg i sektor (S5) Bygge- og anleggsvirksomhet. Faktisk og simulert verdi i 10 millioner 1975-kroner.

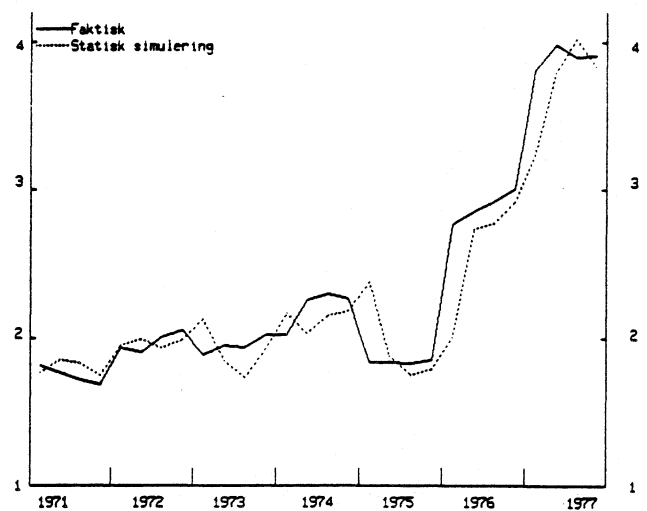


FIG.4.8.A Bruttoinvesteringer i maskiner og transportmidler i sektor (70) Innenriks samferdsel og kraftforsyning. Faktisk og simulert verdi i 10 millioner 1975-kroner.

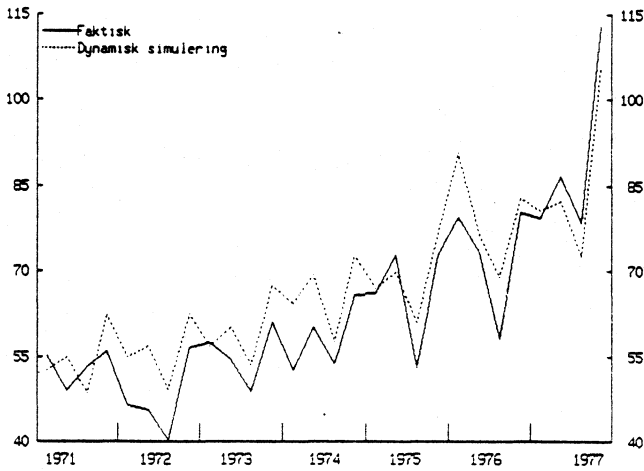


FIG.4.8.B Bruttoinvesteringer i bygninger og anlegg i sektor (70) Innenriks samferdsel og kraftforsyning. Faktisk og simulert verdi i 10 millioner 1975-kroner.

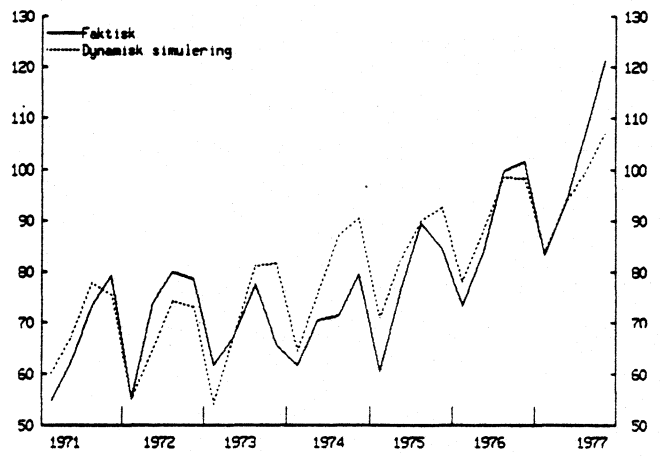


FIG.4.9.A Bruttoinvesteringer i maskiner og transportmidler i sektor (80) Diverse tjenesteytende virksomhet. Faktisk og simulert verdi i 10 millioner 1975-kroner.

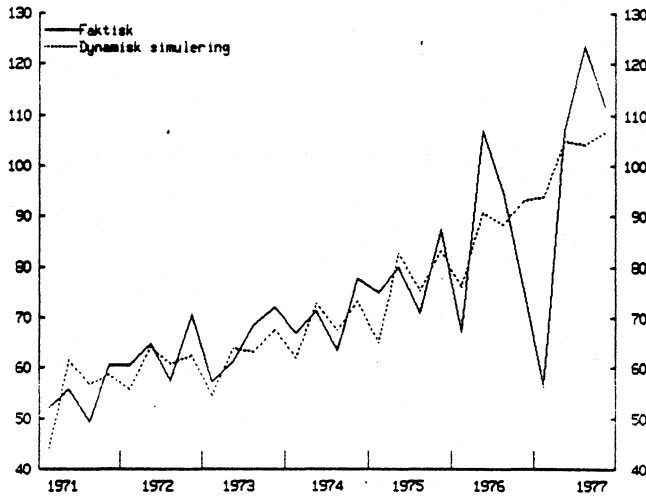
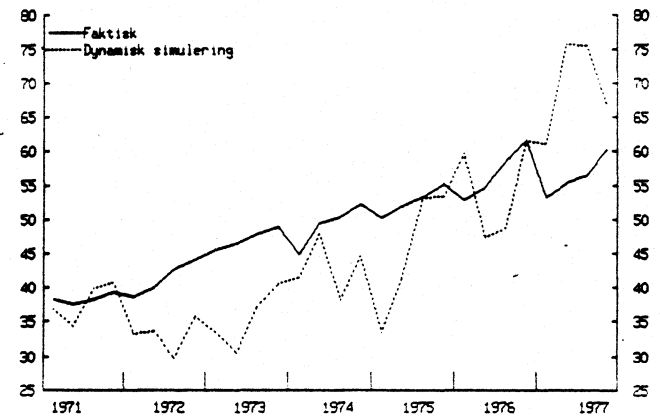


FIG.4.9.B Bruttoinvesteringer i bygninger og anlegg i sektor (80) Diverse tjenesteytende virksomhet utenom boliger. Faktisk og simulert verdi i 10 millioner 1975-kroner.



## 5. SIMULERINGSEKSPERIMENTER

For ytterligere å forbedre grunnlaget for å bedømme egenskapene til investeringsrelasjonene har jeg foretatt noen flere simuleringseksperimenter og jeg har da simulert investeringsrelasjonene sammen med kapitalslitmodellen. Formålet har først og fremst vært å studere virkningen av endringene i eksogene variable som produksjonsvekst og driftsresultat. Rent teknisk gjøres dette ved først å sette inn i modellen de historiske verdiene for de eksogene variable i en dynamisk simulering. Løsningsverdien til de endogene variablene kalles referanseverdiene. Deretter løses modellen på ny, men en eksogen variabel får endret sin verdi til et nytt nivå i forhold til det historiske. Løsningsverdiene kalles skiftverdiene. Forskjellen mellom referanseverdiene og skiftverdiene vil nå utgjøre den partielle virkningen av endringen i den eksogene variable.

### Økt produksjon

I figur 5.1 har jeg vist virkningen på totale bruttoinvesteringer, investeringer i maskiner og transportmidler og investeringer i bygninger og anlegg av en varig økning i produksjonen på 100 mill.kr i hver sektor fra 1971.1. Produsentene trenger da en høyere kapitalbeholdning og begynner å investere for å bygge den opp. Vi ser at den totale investeringsaktiviteten vokser relativt raskt og når en topp på om lag 220 millioner etter 5-6 kvartaler. Denne investeringsboomen varer ganske lenge, noe som skyldes at tidsforskyvningene er forskjellig i de ulike sektorene. Selv etter tre år ligger bruttoinvesteringene betydelig over sitt nye likevektsnivå som først nås mot slutten av det fjerde året. Det nye likevektsnivået for bruttoinvesteringene er klart høyere enn før produksjonsøkningen. Årsaken er at bedriftene har bygget opp en større kapitalbeholdning og dermed pådrar seg et økt kapitalslit som må relasseres. Vi ser videre at virkningene på bygningskapitalen er sterkere enn på maskinkapitalen og den melder seg også raskere. Etter fire kvartaler når investeringsboomen for bygningskapitalen toppen; disse investeringene er da om lag 130 mill.kr større enn i tilfellet uten produksjonsøkning. Investeringsveksten i maskinkapital når en topp på om lag 100 mill.kr etter 6 kvartaler. Man skulle kanskje ventet at det tok mindre tid å installere nye maskiner enn å reise nye bygg, men nye maskiner må på den annen side ha et sted å stå. Det at maskininvesteringene utvikler seg svakt i forhold til bygninger har bl.a. sammenheng med at den relative maskinintensive realkapitalen i industrien endres lite. Det nye likevektsnivået for bruttoinvesteringene i maskinkapital er likevel høyere enn for bygningskapital. Årsaken er at maskinkapital har mye kortere levetid enn bygningskapital. Dermed blir kapitalslitet og de nødvendige relasseringsinvesteringene forbundet med å opprettholde et gitt nivå på kapitalbeholdningen større.

Tabell 5.1 viser hvordan økt produksjon påvirker bruttoinvesteringene etter sektor og art. Fordelingen av investeringene på sektorer reflekterer både hvilke sektorer som har mye kapital og hvilke marginale kapitalkoeffisienter som impliseres av investeringsresultatene. Det er dermed i første rekke sektorene utenom industri som reagerer med stor investeringsvekst når produksjonen øker.

Tabell 5.1. Virkningstabell: Økning i bruttoinvesteringene ved varig økning i bruttoproduksjonen i hver sektor med 100 millioner 1975-kroner; fra og med 1971.1

| Millioner 1975-kroner i endrede bruttoinvesteringer:<br>Sektor | Art | Kvartaler etter økning |       |       |       |       |       |      |      |      |  |
|--|-----|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|--|
|  |     | 1                      | 2     | 3     | 4     | 8     | 12    | 16   | 20   | 24   |  |
| I alt .....  |     | 51,5                   | 103,7 | 156,0 | 206,1 | 214,5 | 158,6 | 65,8 | 31,6 | 33,8 |  |
| 10 Primærnæringer  | M   | 4,1                    | 9,8   | 16,9  | 24,9  | 38,8  | 25,3  | 8,0  | 8,3  | 8,9  |  |
|  | B   | 0,7                    | 3,4   | 7,7   | 13,5  | 32,2  | 34,1  | 18,8 | 1,1  | 1,1  |  |
| 15 Næringsmiddel- og beklednings-<br>industri mv.              | M   | 3,1                    | 6,3   | 9,0   | 11,1  | 13,5  | 5,8   | 2,3  | 2,4  | 2,4  |  |
|  | B   | 0,0                    | 0,7   | 1,9   | 3,5   | 5,1   | 0,2   | 0,2  | 0,2  | 0,2  |  |
| 25 Trevareindustri, grafisk<br>industri mv.                    | M   | -                      | -     | -     | -     | -     | -     | -    | -    | -    |  |
|  | B   | 0,2                    | 0,8   | 1,3   | 1,7   | 2,2   | 0,8   | 0,1  | 0,1  | 0,1  |  |
| 30 Bergverk og råvareindustri                                  | M   | -                      | -     | -     | -     | -     | -     | -    | -    | -    |  |
|  | B   | 0,0                    | 0,7   | 2,1   | 3,9   | 6,1   | 0,2   | 0,3  | 0,3  | 0,2  |  |
| 45 Metallbearbeidingsindustri                                  | M   | -                      | -     | -     | -     | -     | -     | -    | -    | -    |  |
|  | B   | 1,2                    | 4,0   | 7,0   | 9,2   | 0,2   | 0,2   | 0,2  | 0,2  | 0,2  |  |
| 50 Verftsindustri  | M   | 2,3                    | 3,1   | 3,7   | 3,9   | 1,8   | 0,4   | 0,5  | 0,5  | 0,4  |  |
|  | B   | 0,6                    | 1,6   | 2,4   | 3,0   | 3,6   | 1,2   | 0,2  | 0,2  | 0,2  |  |
| 55 Bygge- og anleggsvirksomhet                                 | M   | 0,3                    | 1,4   | 3,3   | 5,7   | 12,7  | 10,3  | 4,1  | 4,5  | 4,7  |  |
|  | B   | 0,2                    | 0,4   | 0,6   | 0,7   | 1,0   | 0,8   | 0,3  | 0,1  | 0,1  |  |
| 70 Innenriks samferdsel og<br>kraftforsyning                   | M   | 5,7                    | 9,4   | 12,5  | 15,2  | 21,2  | 19,4  | 9,0  | 5,5  | 5,9  |  |
|  | B   | 15,8                   | 28,1  | 38,6  | 47,4  | 65,5  | 55,7  | 17,5 | 3,7  | 3,7  |  |
| 80 Diverse tjenesteytende virksomhet<br>utenom bolig tjenester | M   | 6,4                    | 11,3  | 14,8  | 16,9  | 9,9   | 3,4   | 3,6  | 3,8  | 4,0  |  |
|  | B   | 10,9                   | 22,7  | 34,2  | 45,5  | 0,7   | 0,8   | 0,7  | 0,7  | 0,7  |  |

### Økning i bruttodriftsresultat

Jeg har også utført et simuleringsekperiment hvor realverdien av bruttodriftsresultat er økt med 100 millioner kroner fra 1971.1<sup>1</sup>. Resultatet er gjengitt i figur 5.2 hvor det framgår at investeringsaktiviteten øker relativt kraftig de første 8-9 kvartalene for deretter å nå et nytt og markert høyere nivå sammenliknet med før bedringen i driftsresultatet. Fordelingen etter sektor, slik den er vist i tabell 5.2, reflekterer klart estimeringsresultatene: En isolert økning i driftsresultatet påvirker først og fremst investeringene i industrien.

Investeringsboomen som følger av økt driftsresultat flater riktignok ut, men den avtar ikke. Kapitalbeholdningen vil derfor, slik disse investeringsrelasjonene er utformet, bare fortsette å øke. Dette kan tenkes å gi urimelig lav kapitalavkastning på lang sikt. I modell sammenheng bør vi derfor søke å finne bedre spesifikasjoner enn den valgte<sup>2</sup>. I KVARTS-sammenheng er det imidlertid hovedsakelig de kortsiktige egenskapene som er viktige og både tidsforløp og multiplikatorstørrelsen på kort sikt ser rimelige ut.

<sup>1</sup> Prisindeksen for bruttoinvesteringene varierer etter art mens bruttodriftsresultat gjelder hele sektoren. Det var derfor nødvendig å dividere nominelle verdier av driftsresultatet med forskjellige prisindekser avhengig av hvilken art investeringsrelasjonen angikk. <sup>2</sup> Jeg har gjort noen forsøk med alternative formuleringer, men dessverre bare på sektorer utenom industri hvor de ikke falt heldig ut. Se Biørn (1984) for noen resultater for industrisektorene.



Tabell 5.2. Virkningstabell: Økning i bruttoinvesteringene ved en varig økning av bruttodriftsresultatet med 100 millioner 1975-kroner; fra og med 1971.1

| Millioner 1975-kroner i endrede bruttoinvesteringer:<br>Sektor | Art | Kvartaler etter økning |      |      |      |       |       |       |       |       |
|--|-----|------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
|  |     | 1                      | 2    | 3    | 4    | 8     | 12    | 16    | 20    | 24    |
| I alt .....  |     | 7,8                    | 21,9 | 40,0 | 57,4 | 110,8 | 144,5 | 153,3 | 163,0 | 171,1 |
| 10 Primærnæringer  | M   | 0                      | 2,0  | 4,8  | 7,0  | 7,6   | 8,4   | 9,1   | 9,9   | 10,9  |
|  | B   | 0,9                    | 3,1  | 5,8  | 7,7  | 7,8   | 7,9   | 8,0   | 8,0   | 8,1   |
| 15 Næringsmiddel- og beklednings-<br>industri mv.              | M   | 0,5                    | 1,7  | 3,2  | 4,2  | 4,5   | 4,9   | 5,2   | 5,6   | 6,0   |
|  | B   | 0,6                    | 1,7  | 3,0  | 4,5  | 9,4   | 9,6   | 9,8   | 10,1  | 10,3  |
| 25 Trevareindustri, grafisk<br>industri mv.                    | M   | 0,6                    | 1,7  | 3,2  | 5,0  | 13,5  | 19,5  | 20,8  | 22,2  | 23,6  |
|  | B   | 0                      | 0,3  | 1,1  | 2,1  | 7,9   | 12,0  | 12,2  | 12,5  | 12,8  |
| 30 Bergverk og råvareindustri                                  | M   | 0,4                    | 1,2  | 2,4  | 3,8  | 11,3  | 19,3  | 24,5  | 26,2  | 27,8  |
|  | B   | 0,8                    | 1,8  | 3,0  | 4,4  | 10,2  | 13,8  | 14,1  | 14,4  | 14,8  |
| 45 Metallbearbeidingsindustri                                  | M   | 3,3                    | 6,4  | 9,5  | 12,4 | 22,2  | 27,6  | 29,4  | 31,2  | 33,1  |
|  | B   | 0,3                    | 1,0  | 2,2  | 3,6  | 10,8  | 15,5  | 15,8  | 16,1  | 16,5  |
| 50 Verftsindustri  | M   | 0,4                    | 1,0  | 1,8  | 2,7  | 5,6   | 6,0   | 6,4   | 6,8   | 7,2   |
|  | B   | 0                      | -    | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -     |
| 55 Bygge- og anleggsvirksomhet                                 | M   | 0                      | -    | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -     |
|  | B   | 0                      | -    | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -     |
| 70 Innenriks samferdsel og<br>kraftforsyning                   | M   | 0                      | -    | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -     |
|  | B   | 0                      | -    | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -     |
| 80 Diverse tjenesteytende virksomhet<br>utenom bolig tjenester | M   | 0                      | -    | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -     |
|  | B   | 0                      | -    | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -     |

#### Simultan økning i produksjon og bruttodriftsresultat

Som nevnt i avsnitt 4.4 vil det som regel være samvariasjon mellom produksjonsutviklingen og driftsresultatet. Man får derfor ikke noe fullstendig bilde av den implisitte grenseelastisiteten til kapital ved bare å betrakte koeffisientene foran produksjonsleddet i investeringsrelasjonene dersom driftsresultatet også er med som argument i likningen. Jeg har derfor foretatt et simuleringseksperiment hvor det er proporsjonalitet mellom produksjon og driftsresultat<sup>3</sup>. Dette er en rimelig tilnærming til det som skjer i KVARTS ved en ren etterspørselsøkning, men vil ikke være typisk for et konjunkturforløp, f.eks. for sektor (30) Bergverk og råvareindustri hvor det normalt også er store variasjoner i produktprisen over konjunktursykelene. Resultatene er vist i tabell 5.3 og 5.4. Vi ser av tabell 5.4 at selv når koblingen mellom driftsresultatet og produksjonen er tatt hensyn til, har kapital svært høy grenseelastisitet i industrisektorene; spesielt på kort sikt.

<sup>3</sup> Proporsjonaliteten er konstruert på følgende måte:  $\pi_t = \frac{Y_t}{X_t}$  som er en tidsserie. De realiserte  $\pi_t$  i estimeringsperioden blir på denne måten avgjørende for utfallet av simuleringseksperimentet.

Tabell 5.3. Virkningstabell: Økning i bruttoinvesteringene ved varig økning i bruttoproduksjon med 100 millioner 1975-kroner og proporsjonalitet mellom bruttoproduksjon og driftsresultat; fra og med 1971.1

| Millioner 1975-kroner i endrede bruttoinvesteringer:<br>Sektor | Art | Kvartaler etter økning |      |      |      |       |      |      |      |
|--|-----|------------------------|------|------|------|-------|------|------|------|
|  |     | 1                      | 2    | 3    | 4    | 8     | 12   | 16   | 20   |
| I alt .....  |     | 13,2                   | 29,8 | 58,6 | 84,7 | 114,9 | 86,6 | 50,6 | 35,1 |
| 10 Primærnæringer  | M   | 4,1                    | 10,7 | 18,6 | 28,0 | 38,9  | 28,8 | 11,7 | 12,4 |
|  | B   | 1,1                    | 4,6  | 10,1 | 17,0 | 35,6  | 37,5 | 22,0 | 4,6  |
| 15 Næringsmiddel- og beklednings-<br>industri mv.              | M   | 3,1                    | 6,4  | 9,2  | 11,4 | 13,8  | 6,1  | 2,7  | 2,7  |
|  | B   | 0,1                    | 0,8  | 2,2  | 3,8  | 5,8   | 0,8  | 0,8  | 0,8  |
| 25 Trevareindustri, grafisk<br>industri mv.                    | M   | 0,1                    | 0,2  | 0,3  | 0,5  | 1,4   | 2,0  | 2,1  | 2,2  |
|  | B   | 0,2                    | 0,8  | 1,5  | 2,0  | 3,1   | 2,1  | 1,4  | 1,4  |
| 30 Bergverk og råvareindustri                                  | M   | 0,0                    | 0,1  | 0,2  | 0,3  | 0,9   | 1,7  | 2,6  | 3,3  |
|  | B   | 0,1                    | 0,9  | 2,4  | 4,3  | 7,0   | 1,6  | 2,0  | 2,3  |
| 45 Metallbearbeidingsindustri                                  | M   | 0,3                    | 0,5  | 0,7  | 0,9  | 1,7   | 2,3  | 2,6  | 2,7  |
|  | B   | 1,2                    | 4,1  | 7,2  | 9,5  | 1,1   | 1,6  | 1,7  | 1,7  |
| 50 Verftsindustri  | M   | 2,3                    | 3,2  | 3,8  | 4,0  | 2,0   | 0,9  | 0,8  | 0,8  |
|  | B   | 0,6                    | 1,6  | 2,4  | 3,0  | 3,6   | 1,2  | 0,2  | 0,2  |

Tabell 5.4. Virkningstabell: Økning i kapitalbeholdningen ved varig økning i bruttoproduksjon med 100 millioner 1975-kroner og proporsjonalitet mellom bruttoproduksjon og driftsresultat; fra og med 1971.1

| Millioner 1975-kroner i endrede kapitalbeholdning:<br>Sektor: | Art | Kvartaler etter økning |     |      |      |      |       |       |       | Gjennomsnittlig kapitalkoeffisient pr. kvartal for perioden 1967 - 1977 |
|---|-----|------------------------|-----|------|------|------|-------|-------|-------|---|
|   |     | 1                      | 2   | 3    | 4    | 8    | 12    | 16    | 20    |   |
| 15 Næringsmiddel- og beklednings-<br>industri mv.             | M   | 3,1                    | 9,3 | 18,2 | 29,1 | 79,2 | 110,4 | 111,5 | 112,2 | 0,85  |
|   | B   | 0,1                    | 0,9 | 3,0  | 6,8  | 30,7 | 39,1  | 41,5  | 43,8  | 0,96  |
| 25 Trevareindustri, grafisk<br>industri mv.                   | M   | 0,1                    | 0,2 | 0,5  | 1,0  | 5,1  | 11,8  | 19,0  | 25,9  | 1,15  |
|   | B   | 0,2                    | 1,0 | 2,4  | 4,4  | 15,6 | 26,0  | 31,1  | 35,8  | 1,03  |
| 30 Bergverk og råvareindustri                                 | M   | 0,0                    | 0,2 | 0,4  | 0,7  | 3,2  | 8,4   | 16,6  | 27,1  | 1,74  |
|   | B   | 0,1                    | 1,0 | 3,4  | 7,7  | 35,9 | 47,9  | 54,0  | 61,6  | 1,89  |
| 45 Metallbearbeidingsindustri                                 | M   | 0,3                    | 0,8 | 1,5  | 2,4  | 7,7  | 15,6  | 24,3  | 33,2  | 0,86  |
|   | B   | 1,2                    | 5,3 | 12,4 | 21,9 | 39,7 | 44,4  | 49,9  | 55,5  | 1,14  |
| 50 Verftsindustri   | M   | 2,2                    | 5,3 | 9,0  | 12,8 | 24,3 | 25,7  | 27,2  | 28,2  | 0,47  |
|   | B   | 0,6                    | 2,2 | 4,6  | 7,6  | 21,7 | 30,5  | 30,5  | 30,5  | 1,09  |

Fig 5.1 Virkning på bruttoinvesteringene ved en varig produksjonsøkning på 100 millioner i hver produksjonssektor (utenom 60,65 og 90). Millioner 1975-kroner.

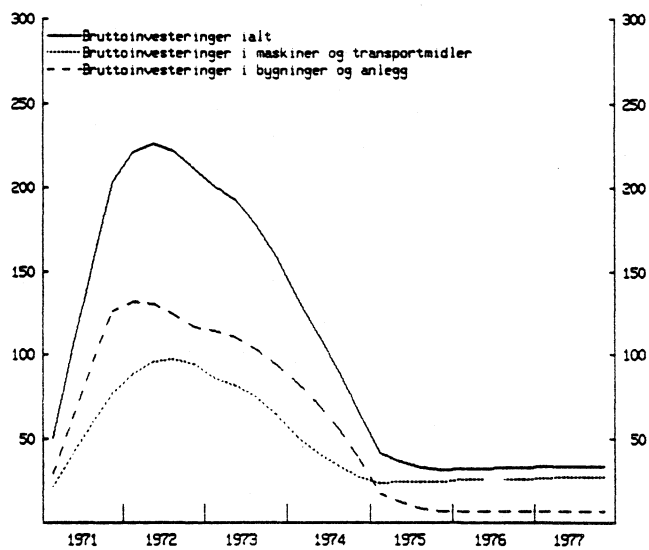


Fig 5.2 Virkning på bruttoinvesteringene ved en varig økning i realverdien til brutto driftsresultat på 100 millioner i hver produksjonssektor (utenom 60,65 og 90). Millioner 1975-kroner.

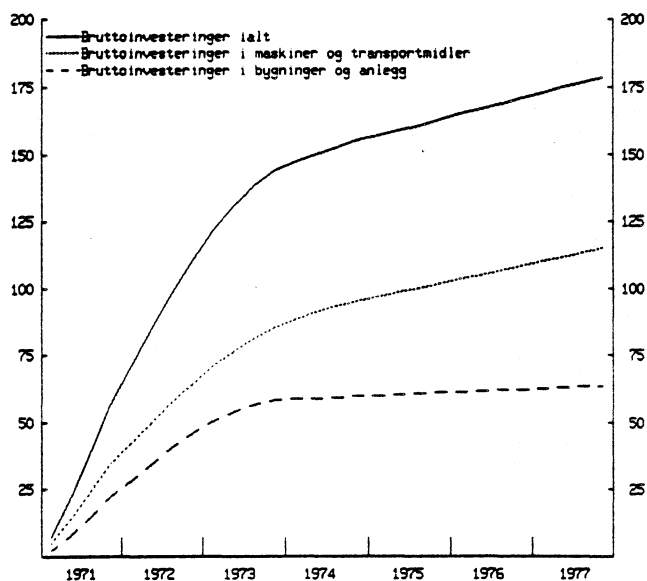
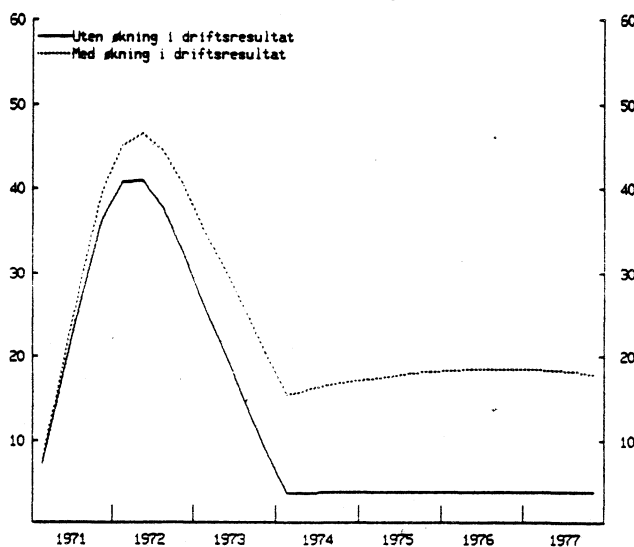


Fig 5.3 Virkning på bruttoinvesteringene ialt i industrien ved en varig produksjonsøkning på 100 millioner kroner med og uten derav følgende økning i driftsresultatet. Millioner 1975-kroner.



## LITTERATUR

- Batten, D. S. og Thornton, D. L. (1983): Polynomial Distributed Lags and the Estimation of the St. Louis Equation, Review, April 1983.
- Bischoff, C. W. (1971): Business Investment in the 1970s: A Comparison of Models. Brookings Papers on Economic Activity, vol. 1, pp. 13-58.
- Biørn, E. (1979): Analyse av investeringsatferd: Problemer, metoder og resultater. Samfunnsøkonomiske Studier fra Statistisk Sentralbyrå. Oslo 1979.
- Biørn, E. (1985a): Produksjonstilpasning og lageradferd i industri - en analyse av kvartalsdata. Under publisering i serien Rapporter fra Statistisk Sentralbyrå, Oslo.
- Biørn, E. (1985b): En kvartalsmodell for industrisektorens investeringer og produksjonskapasitet. Under publisering i serien Rapporter fra Statistisk Sentralbyrå, Oslo.
- Biørn, E. og Jensen, M. (1983): Varige goder i et komplett system av konsumeterspørselsfunksjoner. Rapport 83/16 fra Statistisk Sentralbyrå. Oslo 1983.
- Biørn, E., Jensen, M. og Reymert, M. (1985): KVARTS - A Quarterly Model of the Norwegian Economy. Under utgivelse i serien Discussion Papers fra Statistisk Sentralbyrå, Oslo.
- Carver, T. N. (1903): A Suggestion for a Theory of Industrial Depressions. Quarterly Journal of Economics, pp. 497-500.
- Clark, J. M. (1917): Business acceleration and the law of demand: A technical factor in economic cycles. Journal of Political Economy, 25, March, pp. 217-235.
- Clark, P. K. (1979): Investment in the 1970s: Theory, Performance and Prediction. Brookings Papers on Economic Activity, vol. 1, pp. 73-113.
- Eisner, R. (1967): A Permanent Income Theory for Investment: Some Empirical Explorations. American Economic Review, pp. 363-390.
- Eisner, R. (1978): Factors in Business Investment. (Cambridge; Mass.: National Bureau of Economic Research.)
- Eisner, R. and Strotz, R. H. (1963): "Determinants of Business Investment" i Commission on Money and Credit: Impact of Monetary Policy, Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.
- Evans, M. K. (1969): Macroeconomic activity. Theory, Forecasting and Control. (New York: Harper and Row.)
- Farebrother, R. W. (1980): The Durbin-Watson test for serial correlation when there is no intercept in the regression. Econometrica, vol. 48, pp. 1553-1557.
- Feldstein, M. (1982): Inflation, tax rules and investment: Some econometric evidence. Econometrica, vol. 50, pp. 825-862.
- Feldstein, M. og Foot, D.K. (1971): The Other Half of Gross Investment: Replacement and Modernization Expenditures. Review of Economics and Statistics.
- Frost, P. A. (1975): Some Properties of the Almon Lag Technique When One Searches for Degree of Polynomial and Lag. Journal of the American Statistical Association, vol. 70, pp. 606-612.
- Hansen, G. og Westphal, V., red. (1983): SYSIFO. Ein ökonometrisches Konjunkturmodell für die Bundesrepublik Deutschland. (Frankfurt/Main: Haag+Herchen Verlag.)
- Jensen, M. og Reymert, M. (1984): Kvartalsmodellen KVARTS - Modellbeskrivelse og teknisk dokumentasjon. Rapport 84/25 fra Statistisk Sentralbyrå, Oslo.
- Jensen, M. og Wahl, L. (1985): Dokumentasjon av data-serier og data-arkiver knyttet til modellprosjektet KVARTS: 1975-versjonen. Internt notat nr. 85/2 fra Statistisk Sentralbyrå.

- Johnston, J. (1984): *Econometric Methods*. (New York: McGraw-Hill Book Company).
- Jorgenson, D. W. (1963): *Capital Theory and Investment Behaviour*. *American Economic Review*, vol. 53, pp. 247-259.
- Jorgenson, D. W. (1971): *Econometric Studies of Investment Behaviour: A Survey*. *Journal of Economic Literature*, vol. 9, pp. 1111-1147.
- Leamer, E. E. (1978): *Specification Searches*. (New York: John Wiley & Sons).
- Levacic, R. og Rebmann, A. (1984): *Macroeconomics*. (Macmillan Publishers Ltd. Hong Kong.)
- Malinvaud, E. (1980): *Statistical Methods of Econometrics*. (Amsterdam: North-Holland Publishing Company).
- Mayer, T. (1960): *Plant and Equipment Lead Times*. *Journal of Business*, pp. 127-132.
- Moene, K. O. (1984): *Investments and fluctuations. Optimal "putty clay" investments under uncertain business prospects*. Memorandum no. 9 1984 fra Sosialøkonomisk Institutt ved Universitetet i Oslo.
- Nymoen, R. (1984): *Estimering av prisrelasjoner til PILOT*. Arbeidsnotat av 1. oktober 1984 fra Norges Bank.
- Pindyck, R. S. og Rubinfeld, D. L. (1981): *Econometric Models and Economic Forecasts*. (Tokyo: McGraw-Hill).
- Rotschild, M. (1971): "On the Cost of Adjustment". *Quarterly Journal of Economics*, 85, pp. 605-622.
- Sargent, T.J. og Wallace, N. (1976): *Rational Expectations and the Theory of Economic Policy*. *Journal of Monetary Economics*.
- Simonsen, G.H. (1984): *Rammebetingelsene for bedriftene - stimulans eller hemsko*. *Sosialøkonomen* nr. 11 1984.
- Skagseth, P. (1982): *Det norske nasjonalregnskapet. Dokumentasjonsnotat nr. 12. Beregninger av investering, realkapital og kapitalslit*. Rapport 82/16 fra Statistisk Sentralbyrå, Oslo.
- Smyth, D. J. (1978): *Business fixed investment: A Survey*. *Wayne Economic Papers* no. 38. (Detroit: Wayne State University).
- Steigum, E. (1975): *Bankkreditt og realinvesteringer - en empirisk test*. (Bergen: Statsøkonomisk Tidsskrift.)
- Steigum, E. (1980): *Rente- og investeringsadferd*. Vedlegg 3 til NOU 1980:4. (Oslo, Universitetsforlaget.)
- Steigum, E. (1983): *A Financial Theory of Investment Behaviour*. *Econometrica*, vol. 51, pp. 637-645.
- Urrang, H. (1984): *Ved investeringer i realkapital: Markedsmuligheter og selvfinansiering tillegges størst betydning*. *Norges Industri* nr. 11 1984.
- Wallis, K. F. (1979): *Topics in Applied Econometrics*. (Oxford: Basil Blackwell.)
- Zarnovitz, V. (1984): *Business Cycle Analysis and Expectational Survey Data i Oppenlander og Poser*, red (1984): *Leading Indicators and Business Cycle Surveys*. (Papers presented at the 16. CIRET Conference Proceedings, Washington, D.C. 1983)

## SEKTORER FOR NYINVESTINGER ETTER ART

Sammenhengen mellom investeringsartene i KVARTS og tilsvarende inndelinger i MODAG/MSG-E, MODIS IV, kvartalsvis nasjonalregnskap (KNR) og årlig nasjonalregnskap (NR)

| KVARTS |                             | MODAG/MSG-E |                                      | KNR    | MODIS IV-    | NR-sektorer  |
|--------|-----------------------------|-------------|--------------------------------------|--------|--------------|--|
| Kode   | Betegnelse                  | Kode        | Betegnelse                           | Kode   | Kode         | Kode   |
| JB     | Bygninger og anlegg         | B1          | Bolig-, fritids- og driftsbygg mv.   | Δ20120 | 20501-20536  | 20101, 20111-20113, 20121-20136, 20211-20236, 20311, 20336 |
|        |                             | B2          | Oljeanlegg mv.                       | Δ20120 | 20537, 20538 | 20137, 20138, 20237, 20238, 20337, 20338                   |
| JS     | Skip                        | M1          | Skip, fiskebåter mv.                 |        | 20541, 20542 | 20141, 20142, 20241, 20242, 20341, 20342                   |
| JM     | Maskiner og transportmidler | M2          | Fly, biler mv.                       | Δ20180 | 20550-20570  | 20150-20170, 20250-20270, 20350-20370                      |
|        |                             | M3          | Maskiner, ekskl. oljeplattformer mv. | Δ20180 | 20581-20586  | 20181-20186, 20281-20286, 20381-20386                      |
| JO     | Oljeplattformer             | M4          | Oljeplattformer                      | Δ20180 | 20587, 20588 | 20187, 20188   |

a) Δ betyr "del av".

Trykt 1984

- Nr. 84/1 Naturressurser og miljø 1983 Foreløpige nøkkeltall fra ressursregnskapene for energi, mineraler, skog, fisk og areal Sidetall 100 Pris kr 18,00 ISBN 82-537-1993-0
- 84/2 Torstein Bye: Energisubstitusjon i næringssektorene i en makromodell Sidetall 47 Pris kr 12,00 ISBN 82-537-2042-4
- 84/3 Tryggedes inntekts- og boforhold 1980 Sidetall 89 Pris kr 18,00 ISBN 82-537-2040-8
- 84/4 Jon Åge Vestøl: Kommunale avfallsbehandlingsanlegg Miljøstandard Sidetall 78 Pris kr 18,00 ISBN 82-537-2062-9
- 84/5 Bjørg Moen: Bibliography of Population Studies in Norway Bibliografi over befolkningsstudier i Norge Sidetall 114 Pris kr 18,00 ISBN 82-537-2045-9
- 84/6 Grete Dahl: Folketrygden. Korttidssytelser og stønad ved yrkesskade Sidetall 26 Pris kr 12,00 ISBN 82-537-2069-6
- 84/7 Tiril Vogt: Social Indicators and Environmental Dimensions Sidetall 33 Pris kr 12,00 ISBN 82-537-2060-2
- 84/8 Otto Carlsen: Pasientstatistikk 1982 Statistikk fra Det økonomiske og medisinske informasjonssystem Sidetall 61 Pris kr 18,00 ISBN 82-537-2066-1
- 84/9 Herdis Thorén Amundsen: Statistiske metoder for analyse av samvariasjon i kategoriske data Sidetall 228 Pris kr 24,00 ISBN 82-537-2074-2
- 84/10 Audun Rosland: Vannkraftutbygging - Reguleringsinngrep - .Virkninger på fisk Sidetall 127 Pris kr 18,00 ISBN 82-537-2102-1
- 84/11 Skatter og overføringer til private Historisk oversikt over satser mv. årene 1970 - 1984 Sidetall 75 Pris kr 18,00 ISBN 82-537-2081-5
- 84/12 Arne Faye og Helge Herigstad: Friluftsliv i Norge 1970 - 1982 Sidetall 77 Pris kr 18,00 ISBN 82-537-2092-0
- 84/13 Jon Paschen Knudsen: Boligstandard Variasjoner innen og mellom byer Sidetall 66 Pris kr 18,00 ISBN 82-537-2088-2
- 84/14 Erling Siring og Emil Spjøtvoll: Regresjonsanalyse med et stort antall variable Sidetall 55 Pris kr 18,00 ISBN 82-537-2122-6
- 84/15 Sindre Børke: Folke- og bolig telling 1980 Dokumentasjon Sidetall 211 Pris kr 24,00 ISBN 82-537-2112-9
- 84/16 Stein Opdahl: Aleneforeldres levekår og tidsbruk Sidetall 188 Pris kr 18,00 ISBN 82-537-2127-7
- 84/17 Alette Schreiner og Tor Skoglund: Virkninger av oljevirkosomhet i Nord-Norge Sidetall 43 Pris kr 18,00 ISBN 82-537-2118-8
- 84/18 Morten Reymert: Import- og eksportlikninger i KVARTS Utleddning, estimering og simulering med likninger for utenrikshandelen Sidetall 83 Pris kr 18,00 ISBN 82-537-2123-4
- 84/19 Børre Nordby: Valg av ferietype Sidetall 53 Pris kr 18,00 ISBN 82-537-2197-8
- 84/20 Arne Ljones: Energiundersøkelsen 1983 Om energibruk og energioptimering i private husholdninger Sidetall 62 Pris kr 18,00 ISBN 82-537-2130-7
- 84/21 Johan Heldal: Kvalitetskontrollundersøkelsen for Folke- og bolig tellingen 1980 Sidetall 115 Pris kr 18,00 ISBN 82-537-2140-4
- 84/22 Sindre Børke: Tilleggsundersøkelsen til Folke- og bolig telling 1980 Om muligheter for å erstatte skjema med registeropplysninger i senere folke- og bolig tellinger Sidetall 61 Pris kr 18,00 ISBN 82-537-2136-6
- 84/23 Roar Bergan: MINK En finansiell ettermodell til MSG En MSG-rapport Sidetall 71 Pris kr 18,00 ISBN 82-537-2138-2
- 84/24 Yngvar Holm: Engrosomssetningsindeks Sidetall 18 Pris kr 12,00 ISBN 82-537-2141-2
- 84/25 Morten Jensen og Morten Reymert: Kvartalsmodellen KVARTS - modellbeskrivelse og teknisk dokumentasjon Sidetall 87 Pris kr 18,00 ISBN 82-537-2139-0

## Trykt 1985

- 85/1 Naturressurser og miljø 1984 Foreløpige nøkkeltall fra ressursregnskapene for miljø, energi, mineraler, skog, fisk og areal Sidetall 94 Pris kr 30,00 ISBN 82-537-2133-1
- 85/2 Aktuelle skattetal 1984 Current Tax Data Sidetall 44 Pris kr 20,00 ISBN 82-537-2142-0
- 85/3 Eva Ivås og Gunnar Sollie: MODIS IV Detaljerte virkningstabeller for 1983 Sidetall 268 Pris kr 45,00 ISBN 82-537-2153-6
- 85/4 Lorents Lorentsen og Kjell Roland: Markedet for råolje Historisk utvikling. Teorier og modeller. Prisprognoser Sidetall 58 Pris kr 20,00 ISBN 82-537-2145-5
- 85/5 Morten Reymert og Carl-Erik Schulz: Eksport og markedsstruktur Eksportutvikling og markedsandeler for Norge og andre land 1963 - 77 Sidetall 149 Pris kr 30,00 ISBN 82-537-2155-2
- 85/6 Elisabeth Fadum, Katalin Nagy og Tiril Vogt: Referansearkiv for naturressurs- og forurensningsdata: Emnekatalog for ferskvann Sidetall 313 Pris kr 50,00 ISBN 82-537-2159-5
- 85/7 Arne Rideng, Knut Ø. Sørensen og Kjetil Sørli: Modell for regionale befolkningsframskrivninger Sidetall 71 Pris kr 25,00 ISBN 82-537-2162-5
- 85/8 Kjetil Sørli: MATAUK En modell for tilgang på arbeidskraft, revidert modell og framskriving av arbeidsstyrken 1983 - 2000 Sidetall 81 Pris kr 25,00 ISBN 82-537-2163-3
- 85/9 Hilde Olsen, Morten Reymert og Pål Ulla: Det norske nasjonalregnskapet. Dokumentasjonsnotat nr. 20 - Kvartalsvis nasjonalregnskap - Dokumentasjon av beregningsopplegget Sidetall 97 Pris kr 25,00 ISBN 82-537-2167-6
- 85/11 Liv Arge: Avisenes bruk av statistikk Resultater fra en postundersøkelse i oktober 1984 Sidetall 34 Pris kr 20,00 ISBN 82-537-2185-4
- 85/12 Anders Harildstad: Det norske nasjonalregnskapet Dokumentasjonsnotat nr. 19 Arbeidskraftregnskapet - Beregning av arbeidskraftforbruket i varehandel Sidetall 45 Pris kr 25,00 ISBN 82-537-2186-2
- 85/13 Vidar Knudsen: En kvartalsmodell for boliginvesteringer estimert på norske data for perioden 1966 - 1978 Sidetall 46 Pris kr 20,00 ISBN 82-537-2206-0
- 85/14 Hogne Steinbakk og Terje Wessel: Planrekneskap for Møre og Romsdal 1984 - 1995 Hovudresultat Sidetall 56 Pris kr 20,00 ISBN 82-537-2209-5
- 85/15 Tore Høy, Terje Wessel og Hogne Steinbakk: Planrekneskap for Sogn og Fjordane 1984 - 1995 Hovudresultat Sidetall 49 Pris kr 20,00 ISBN 82-537-2210-9
- 85/16 Olav Ljønes: Utviklingen av arbeidsmarkedsmodeller i Statistisk Sentralbyrå Sidetall 61 Pris kr 25,00 ISBN 82-537-2216-8
- 85/19 Svein H. Trosdahl: Kommunale og fylkeskommunale utvalg oppnevnt i 1984 for perioden 1984 - 1987 Sidetall 107 Pris kr 25,00 ISBN 82-537-2235-4
- 85/21 Morten Jensen: Kvartalsvise investeringsrelasjoner basert på en utvidet akseleratormodell Sidetall 55 Pris kr 25,00 ISBN 82-537-2237-0





Pris kr 25,00

Publikasjonen utgis i kommisjon hos H. Aschehoug & Co. og  
Universitetsforlaget, Oslo, og er til salgs hos alle bokhandlere.

---

ISBN 82-537-2237-0  
ISSN 0332-8422