Elin Berg

Estimering av investeringsrelasjoner med installasjonskostnader

Elin Berg

Estimering av investeringsrelasjoner med installasjonskostnader

Statistisk sentralbyrå • Statistics Norway
Oslo-Kongsvinger 1994

Standardtegn i tabeller	Symbols in Tables	Symbol
Tall kan ikke forekomme	Category not applicable	.
Oppgave mangler	Data not available	..
Oppgave mangler foreløpig	Data not yet available	...
Tall kan ikke offentliggjøres	Not for publication	:
Null	Nil	-
Mindre enn 0,5 av den brukte enheten	Less than 0.5 of unit employed	0
Mindre enn 0,05 av den brukte enheten	Less than 0.05 of unit employed	0,0
Foreløpige tall	Provisional or preliminary figure	*
Brudd i den loddrette serien	Break in the homogeneity of a vertical series	—
Brudd i den vannrette serien	Break in the homogeneity of a horisontal series	|

ISBN 82-537-4078-6
ISSN 0332-8422

Emnegruppe
59 Andre samfunnsøkonomiske emner

Emneord
Estimeringsmetode
Installasjonskostnader
Investeringer
Tidsseriedata
Tobins q
Økonometri

Design: Enzo Finger Design
Trykk: Falch Hurtigtrykk

Sammendrag

Elin Berg

Estimering av investeringsrelasjoner med installasjonskostnader

Rapporter 94/30 • Statistisk sentralbyrå 1994

Denne rapporten presenterer resultatene fra en økonometrisk analyse av installasjonskostnadene i norske industribedrifter. Installasjonskostnader er kostnader utover den direkte kjøpeprisen ved en investering og omfatter kostnader ved opplæring og tilvenning til bruk av nytt kapitalutstyr samt kostnader ved den fysiske utskiftningen av kapitalen. Analysen bygger på neoklassisk investeringsteori. Ved utvidelser av en enkel grunnmodell med homogen kapital uten skatter, tas det hensyn til at bedriften i investeringsbeslutningen står overfor flere kapitaltyper og skatter.

Selv om det knytter seg tildels stor usikkerhet til estimatene for installasjonskostnadene, antyder imidlertid resultatene at disse kostnadene er forholdsvis beskjedne i norske industribedrifter. Videre har flerkapitalmodellen klart bedre forklaringskraft enn modellen med homogen kapital. Dette impliserer at installasjonskostnadene varierer mellom kapitaltypene. Resultatene viser at installasjonskostnadene trolig er mindre for kapitaltypene maskiner, inventar og diverse anleggsmidler enn for skip, fly o.l. Derimot får vi det noe overraskende resultatet at det å trekke skattene inn i analysen ikke forbedrer modellens forklaringskraft.

Arbeidet er gjennomført som en del av metodeprogrammet under økonomi og økologi programmet til Norsk Forskningsråd.

Emneord: Estimeringsmetode, Installasjonskostnader, Investeringer, Tidsseriedata, Tobins q, Økonometri.

Innhold

1. Innledning*

Når en bedrift ønsker å anskaffe en ekstra enhet kapitalutstyr, påløper det to typer investeringskostnader. I tillegg til den direkte investeringskostnaden representert ved kjøpeprisen, vil det også være kostnader forbundet med selve investeringstransaksjonen. Disse omfatter kostnader ved opplæring og tilvenning til bruk av nytt kapitalutstyr samt kostnader ved den fysiske utskiftningen av kapitalen. Med en samlebetegnelse skal vi kalle disse kostnadene installasjonskostnader. Formålet med arbeidet som presenteres i denne rapporten er å skaffe empiriske estimater for installasjonskostnadene i norske industribedrifter.

1.1. Bakgrunn

En motivasjon for arbeidet er, som Wilcoxen (1993) nevner, at empiriske estimater kan bidra til å identifisere de underliggende årsaker til installasjonskostnadene og muligens indikere ulike praktiske tiltak som kan påvirke disse kostnadene og derigjennom også investeringstakten. Dette kan gi nye virkemidler i investeringspolitikken.

Empiriske anslag på installasjonskostnadene vil også være av betydning for resultatene i generelle likevektsmodeller. Wilcoxen (1993) viser at en bedrifts tilbudselastisitet avhenger av formen på installasjonskostnadene.[1] Jo "mer konvekse" installasjonskostnadene er, jo mindre er tilbudselastisiteten.[2] For lineære installasjonskostnader vil tilbudet være uendelig elastisk, og en liten prisendring gir umiddelbar tilpasning av investeringene da det ikke er noe incentiv til å spre investeringene over tiden. I det motsatte ekstremtilfellet når installasjonskostnadene er "uendelig konvekse", vil den langsiktige tilbudselastisiteten være lik den kortsiktige. Den eksakte formen og styrken på installasjonskostnadene er et empirisk spørsmål, og en empirisk bestemmelse av tilpasningskostnadsparametrene på industrinivå er derfor viktig da tilbudselastisiteten viser følsomhet selv overfor små avvik fra linearitetsantagelsen.

Det er foretatt få empiriske undersøkelser i Norge for å tallfeste styrken på installasjonskostnadene slik at man mangler gode empiriske estimater for disse parametrene for norske bedrifter. Vi vil i den empiriske delen sammenligne resultatene vi får med tidligere undersøkelser.

1.2. Klassifisering av modellen[3]

Vi vil legge vekt på at de økonometriske relasjonene utledes fra økonomisk teori og ikke er ad hoc spesifikasjoner. Vi benytter neoklassisk investeringsteori og utleder investeringsrelasjoner som er konsistente med adferden til en intertemporalt profittmaksimerende bedrift som står overfor installasjonskostnader i investeringene.

I litteraturen om investeringsanalyser skilles det ofte mellom beholdningsorientert investeringsanalyse (modeller med implisitt dynamikk) og strømningsbasert investeringsanalyse (modeller med eksplisitt dynamikk).

---

* Denne rapporten bygger på min hovedoppgave i sosialøkonomi. Jeg ønsker å takke Haakon Vennemo for god og tålmodig veiledning. Jeg vil også takke Gina Spurkland for tilretteleggelse av datamaterialet og Erik Biørn for hjelp med økonometriske spørsmål. Jeg er selv ansvarlig for gjenstående feil og mangler.

[1] Wilcoxen ser på en bedrift med Cobb-Douglas produktfunksjon med to innsatsfaktorer, arbeidskraft og kapital, som har konstant utbytte m.h.p. skalaen.

[2] Dette er vist av Abel (1980).

[3] Jeg bygger hovedsakelig på Mork (1993) og Chirinko (1993a).

Beholdningsorientert investeringsanalyse fokuserer på beholdningen av kapital. I bedriftens optimeringsproblem maksimeres verdien av bedriften m.h.p. kapitalbeholdningen, mens investeringsnivået avledes fra den optimale tilpasningen av kapitalen. Denne klassen omfatter den tradisjonelle neoklassiske investeringsanalysen med utgangspunkt i Jorgenson (1963) og Jorgenson og Hall (1967). Her utledes en etterspørselsfunksjon etter kapital fra bedriftens optimeringsproblem der kapitalen er en funksjon av de relative faktorprisene. Deretter innføres dynamikken i den økonomiske implementeringen ved å anta

(i) Leverings- og tilpasningstregheter; Man antar at den utledede etterspørselsfunksjonen angir etterspørsel etter ønsket kapital og at man har tregheter i tilpasningen av faktisk kapitalbeholdning.

(ii) Adaptiv forventningsdannelse; Man antar at etterspørselen etter kapital avhenger av forventede relative priser og man modellerer disse forventningene ved en adaptiv mekanisme. Adaptive forventninger innebærer at aktørene baserer sine antagelser om fremtidige verdier av en variabel på de tidligere observerte verdiene av den samme variabelen. Ved å spesifisere en adaptiv forventningsmekanisme og erstatte de forventningsvariable med en lagfordeling i tidligere observerte relative priser, introduseres dynamikken i modellen.

Et tredje alternativ er å kombinere (i) og (ii), men dette benyttes ikke så ofte da man kan få problemer med å identifisere hvilke av de estimerte parametrene som representerer tilpasningstregheter og hvilke som tilhører forventningsmekanismen.

Da de dynamiske elementene ikke opptrer eksplisitt i optimeringsproblemet, men introduseres noe ad hoc, klassifiserer Chirinko (1993a) denne typen investeringsmodeller som modeller med implisitt dynamikk. Chirinko (1993a) kritiserer også modellene (i), som introduserer tregheter i tilpasningen av kapitalen, for inkonsistens i forutsetningene. Den optimale kapitalbeholdningen utledes under forutsetning om umiddelbar levering av kapitalvarer, mens investeringene er basert på en antagelse om tilpasningstregheter. Et annet problem er at den optimale kapitalbeholdningen ikke er definert under forutsetning om konstant skalautbytte i produksjonen og fullkommen konkurranse. I dette tilfellet er størrelsen på bedriften ikke determinert.

I strømningsbaserte modeller derimot får man dynamikken eksplisitt inn i modellen ved å fokusere mer direkte på den enkelte investeringsbeslutning. Man modellerer installasjonskostnader som en del av de totale kostnadene ved investeringstransaksjonen og antar at disse er stigende og konvekse. Optimal tilpasning av investeringene krever da likhet mellom den marginale totale investeringskostnaden og den marginale gevinsten gitt ved den marginale profittøkningen. Investeringene blir dermed determinert, og en ønsket vekst i kapitalen blir spredt utover i tid da investeringskostnadene er en stigende, konveks funksjon av investeringsraten i øyeblikket. Slike installasjonskostnader ble først introdusert av Eisner og Strotz (1963). Installasjonskostnadene kan være interne, (som i vår analyse), eller eksterne i form av en stigende tilbudskurve for realkapital. Tolkningen med eksterne installasjonskostnader gir en analyse i tråd med Keynes' investeringsanalyse på kort sikt og med Haavelmo (1960).

I de rene strømningsbaserte modellene tar man imidlertid ikke hensyn til at bedriften treffer beslutninger om produksjonsnivå, sysselsetting og investeringer simultant. Det kan derfor gi et mer realistisk bilde av bedriftens beslutningssituasjon når man integrerer de to ovennevnte analysene slik at man får tatt hensyn til kortsiktig dynamikk samtidig som man setter investeringsbeslutningen i sammenheng med bedriftens andre beslutninger m.h.t. produksjon og sysselsetting og hvordan disse spres over tid. Vi skal benytte denne fremgangsmåten der Hayashi (1982) er foregangsmann.

1.3. Forutsetninger

(i) Vi ser på optimeringsproblemet til en representativ bedrift. Vi antar at bedriftens målsetting er å akkumulere kapital over tiden slik at markedsverdien av bedriften maksimeres. Det kan vises at dette er ekvivalent med å maksimere den neddiskonterte verdien av kontantstrømmen i all fremtid. Vi antar at andre variable innsatsfaktorer er optimalt tilpasset.

(ii) Produktfunksjonen er homogen av grad én i arbeidskraft og kapital d.v.s. man har konstant utbytte m.h.p. skalaen.[4] Når vi undertrykker arbeidskraften i den betingede profittfunksjonen, betyr dette at den betingede profittfunksjonen er homogen av grad én i kapital.

(iii) Vi antar fullkommen konkurranse slik at bedriften er prisfast kvantumstilpasser på vare-og innsatsfaktormarkedene. Vi normerer prisene ved å sette prisen på bedriftens produkt lik én. Forutsetningen om fullkommen konkurranse er nødvendig for å utlede en sammenheng mellom den uobserverbare q og en observerbar størrelse. Hvis vi tillater at bedriften har innflytelse på prisdannelsen, blir sammenhengen mellom de ovennevnte størrelsene mer komplisert, og man må ta hensyn til bedriftens monopolrente. Hayashi (1982) viser at dersom bedriften setter prisen, er gjennomsnittlig q større enn marginal q der differansen skyldes monopolrenten. Når man åpner for imperfekt konkurranse, vil man imidlertid ha en rekke andre forhold som virker inn på bedriftens tilpasning. Under ufullkommen konkurranse fokuserer man ofte på kapitalens "commitment value" ved å ta hansyn til at investeringer i realkapital er i ulik grad irreversible. I strategiske situasjoner kan bedriften ønske å investere i kapital som binder dens fremtidige handlinger og valgmuligheter. Under ufullkommen konkurranse har man ulike kapitalakkumulasjonsmodeller som tar hensyn til dette spillaspektet ved bedriftens tilpasning. Dette ligger imidlertid utenfor vår analyseramme der vi forutsetter at kapitalen er mobil og at det eksisterer perfekte markeder for brukt kapital.

(iv) Vi ser bort ifra usikkerhet. Denne forutsetningen er vanlig i nyklassisk investeringsteori. Nyere investeringsteori ved Dixit og Pindyck (1994) fokuserer på investeringer under usikkerhet.

(v) Aktørene har rasjonelle forventninger. De anvender all tilgjengelig informasjon, og de kjenner den aktuelle modellen og dens parametre når de danner sine forventninger om fremtidige variable. Denne forutsetningen kan kanskje være en bedre tilnærming til den faktiske forventningsdannelsen enn adaptive forventninger da bedriften danner sine forventninger basert på all tilgjengelig informasjon og ikke kun variabelens egen historie.Videre behandler de adaptive forventningene alle endringer, f.eks. endringer i eksogene skatteparametre, som om de er permanente, mens forhåndsannonserte endringer ikke vil ha noen umiddelbar effekt. Med rasjonelle forventninger vil annonserte endringer få konsekvenser for bedriftens tilpasning fra det tidspunktet bedriften får kjennskap til den planlagte endringen. Med full informasjon innebærer forutsetningen om rasjonelle forventninger at aktørene har korrekte forventninger.

(vi) Vi antar en konstant, geometrisk depresieringsrate slik at kapitalakkumulasjonen er gitt ved[5]

(1.1) $\dot{K}(t) = J(t) - \delta K(t)$

(vii) Installasjonskostnaden pr. krone investert er gitt ved[6]

(1.2) $G = G\left(\dfrac{J(t)}{K(t)}\right)$

Installasjonskostnadene omfatter kostnader utover innkjøpskostnaden ved investeringer. Det kan f.eks. dreie seg om tilvenning og opplæring til bruk av nytt kapitalutstyr samt kostnader ved den fysiske utskiftningen. Vi modellerer kostnadene som tapt produksjon i det vi tenker oss at arbeidskraft blir tatt vekk fra produktiv virksomhet mens opplæringen pågår eller at produktiviteten blir nedsatt under tilvenningsprosessen. Alternativt kunne vi modellert kostnadene som ekstra arbeidskraft nødvendig for å installere kapitalen.

Vi antar her at installasjonskostnadene er en stigende funksjon av bruttoinvesteringene og ikke av nettoinvesteringene. Dette innebærer en antagelse om at erstatningsinvesteringer i like stor grad som

[4] Klette (1993) finner at for de fleste industrinæringer i Norge i perioden 1975-1990 er konstant utbytte m.h.p. skalaen en akseptabel tilnærming.

[5] I tilfellet med flere kapitaltyper tillater vi at de kapitaltypene har forskjellige depresieringsrater. (1.1) gjelder da for hver kapitaltype individuelt. Se avsnitt 4.1.

[6] I flerkapitaltilfellet gjør vi de tilsvarende forutsetningene for installasjonskostnadene til hver enkelt kapitaltype. Se avsnitt 4.1.

nyinvesteringer er beheftet med installasjonskostnader. Erstatningsinvesteringene medfører fysisk utskiftning av depresiert kapital, men vil også innebære noe oppdatering av kapitalutstyret da man sjelden anskaffer nøyaktig det samme kapitalutstyret. Men selv om det også for erstatningsinvesteringene vil være rom for opplærings-og tilvenningskostnader, skulle disse ventes å være av mindre omfang enn for nyinvesteringene. Det vil være en fordel å modellere installasjonskostnadene ved bruttoinvesteringene fremfor nettoinvesteringene dersom kostnadene ved den fysiske utskiftningen er betydelige i forhold til tilvennings- og opplæringskostnadene og dersom det også er en viss oppdatering av realkapitalen ved erstatningsinvesteringene. Vi antar at de totale installasjonskostnadene er homogene av grad én i bruttoinvesteringene og kapitalbeholdningen. Dette impliserer at installsjonskostnadene pr. krone investert kun er avhengig av investeringsraten og ikke det totale nivået på investeringene. Vi forutsetter $G' \geq 0$ slik at et høyere investeringstempo gir høyere installasjonskostnader. Videre har vi antatt at installasjonskostnadene er konvekse i investeringsraten slik at vi har $G'' \geq 0$.

Vi har ikke spesifisert arbeidskraften som et argument i installasjonskostnadsfunksjonen. Man kunne kanskje argumentere for at installasjonskostnadene avhenger av arbeidskraftsintensiteten i bedriften. Dette ville gi en installasjonskostnadsfunksjon av typen

$$(1.3)\quad G = G\left(\frac{J(t)}{K(t)}, \frac{N(t)}{K(t)}\right)$$

der $G'_2 > 0$ da investering i ny kapital fører til større opplærings- og tilvenningskostnader jo mer arbeidskraft som står bak hver enhet kapital. Men dersom disse opplæringskostnadene utgjør en liten del av de totale installasjons-kostnadene, slik vi drøftet over m.h.t. spesifiseringen ved brutto- fremfor nettoinvesteringer, kan man forsvare å utelate dette andre argumentet i installasjonskostnadsfunksjonen. Den generelle formuleringen av de totale installasjonskostnadene er gitt ved

$$(1.4)\quad C(t) = p(t)J(t)G\left(\frac{J(t)}{K(t)}\right)$$

Vi skal hovedsakelig se på en kvadratisk spesifikasjon av installasjonskostnadene

$$(1.5)\quad G\left(\frac{J(t)}{K(t)}\right) = \frac{\frac{\beta}{2}\left(\frac{J(t)}{K(t)} - \gamma\right)^2}{\frac{J(t)}{K(t)}}$$

Vi tolker γ som et normalnivå på investeringene. Ofte ses γ på som depresieringsraten til realkapitalen da investeringsraten i en steady state likevekt uten teknisk fremgang er lik depresieringsinvesteringene.[7] Vi skal senere vise at i tilfellet med homogen kapital vil γ være konstantleddet i den estimerte investeringsrelasjonen, slik at γ er en funksjon av gjennomsnittene til den avhengige variabelen $\frac{J}{K}$ og til forklaringsvariabelen. Jo mer investeringene avviker fra dette gjennomsnittet jo dyrere er det å installere ny realkapital.

1.4. Valg av metode

Ved bruk av optimal kontrollteori løser vi bedriftens dynamiske optimeringsproblem og utleder første-ordensbetingelser for tilpasningen av realkapitalen. Disse inneholder den uobserverbare skyggeprisen til realkapitalen. Man har alternative metoder for å omforme førsteordensbetingelsene fra bedriftens optimerings-problem til estimerbare likninger avhengig av hvordan man velger å behandle forventningsmekanismen m.h.t. den ubserverbare skyggeprisen på kapitalen. Vi benytter Tobin q modeller til å danne estimerbare investerings-relasjoner. Denne metoden går ut på å utlede en sammenheng mellom bedriftens investeringer og Tobins marginale q som angir forholdet mellom markedsverdien og gjenanskaffelsesverdien av en ny enhet kapital. Tobin (1969) introduserte q og fremsatte hypotesen om at bedrifter ville reagere tregt på høye q-verdier. Det vil

[7] Chirinko (1993b) tolker γ som sjokk på installasjonsteknologien.

være lønnsomt for bedriften å investere når en ny enhet kapital øker bedriftens verdi. Med installasjonskostnader får bedriften et incentiv til å spre investeringene over tid slik at vi ikke får umiddelbar tilpasning av kapitalbeholdningen. Installasjonskostnadene kan derfor ses på som årsak til at bedrifter reagerer tregt på høye q-verdier. For å få en økonometrisk implementerbar investeringsrelasjon, utleder vi en sammenheng mellom den uobserverbare, marginale q-verdien og en observerbar, gjennomsnittlig q-verdi som angir den gjennomsnittlige verdien av all kapital bedriften har.

Estimering av modeller basert på Tobin q metoden har flere fordeler. Denne typen modeller utnytter informasjonsinnholdet i q slik dette utledes fra teorien der q antas å inneholde all relevant informasjon for bedriftens investeringsbeslutning. I konstruksjonen av q-variabelen gjør man bruk av den informasjonen som ligger i aksjekursene. Ved å benytte finansdata får man observasjoner for de ikke-observerbare rasjonelle forventninger av alle fremtidige variable relevante for investeringsbeslutningen. Alternativt kan man benytte regnskapsdata og eksplisitt foreta de kalkulasjoner som antas å ligge bak rasjonelle forventninger i finansdata. Man antar at markedet er effisient og at aktørene har rasjonelle forventninger. Deres anslag på kapitalens fremtidige verdi er da gjenspeilet i aksjekursene da bedriftens børsverdi er den neddiskonterte verdi av dividendeutbetalingene i all fremtid. Ved at likningens parametre kun er i form av "dypereliggende" teknologiparametre, blir modellene ikke gjenstand for Lucaskritikken, og man kan estimere i utvalgsperioden selv om det stokastiske miljøet er ustabilt. Endringer i forventningsdannelsen, f.eks. som resultat av endringer i politiske handlingsparametre, gjenspeiles i endringer i q-variabelen og vil ikke føre til skift i parametrene. Da modellen ikke er gjenstand for Lucaskritikken, vil den egne seg til å evaluere politikkforslag, dersom politikkforslagene ikke er direkte rettet mot bedriftenes installsjonskostnader.

Ved å korrelere den observerbare q-variabelen med investeringsraten, får vi empiriske anslag på installasjonskostnadene. Den eksakte sammenhengen mellom marginal og gjennomsnittlig q og formen på investeringsrelasjonen avhenger av de bakenforliggende forutsetningene. Vi ser på forskjellige tilfeller der vi fra den enkle modellen med homogen kapital uten skatter, går over til å se på konsekvensene av å trekke inn skatter i bedriftens optimeringsproblem og av å inndele kapitalen i flere kapitaltyper.

Kapitlene 2 til 4 inneholder de teoretiske utledningene av investeringsrelasjonene. For den enkle modellen med homogen kapital uten skatter, gjennomfører vi alle utregningene i kapittel 2. I de andre tilfellene er utregningene plassert i appendiksene A og B. I kapittel 5 presenterer vi de empiriske resultatene og drøfter noen økonometriske problemer ved estimeringen.

2. Grunnmodell med homogen kapital uten skatter

2.1. Forutsetninger

I dette kapitlet ser vi på det enkle tilfellet med homogen kapital uten skatter, og vi antar her at investeringene finansieres internt av tilbakeholdte likvide midler i bedriften. Begrunnelsen for denne forutsetningen er at når vi ser bort ifra skatter, er bedriftens finansieringsmåter likeverdige. Jeg refererer her til Modigliani-Miller-teoremet, Miller og Modigliani (1958). Når vi ikke tar finansielle beskrankninger eller skatter med i betraktningen, er bedriftens optimale gjeldspolitikk ikke determinert. Dersom en bedrift opptar gjeld for å finansiere økte dividendeutbetalinger, vil denne gjelden i fremtiden måtte nedbetales og medføre reduksjoner i fremtidige dividendeutbetalinger. Uten skatter og finansielle beskrankninger vil nåverdien av disse reduksjonene være nøyaktig lik nåverdien av de lånefinansierte dividendeutbetalingene slik at markedsverdien av bedriften er upåvirket. Tidsprofilen på dividendeutbetalingene vil imidlertid endres. Men i et perfekt kapitalmarked uten usikkerhet der aksjonærene har rasjonelle forventninger, vil aksjonærene være indifferente m.h.t. tidsprofilen på dividendeutbetalingene. Under disse forutsetningene kan aksjonærene selv låne til den samme rente som bedriften og kan derfor oppnå den ønskede utjevning av inntekten over tiden. I dette tilfellet er lønnsomheten til en investering uavhengig av finansieringsmetoden. Vi antar derfor at alle investeringene finansieres ved tilbakeholdte likvide midler i bedriften slik at emisjoner og gjeld begge settes lik null i det følgende.

Når man derimot tar hensyn til skatter i analysen, vil aksjonærene og bedriften stå overfor forskjellig rente etter skatt, og bedriftens ulike finansieringsmåter skattelegges ulikt. Dermed vil valg av finansieringsmåte ha betydning for en investerings lønnsomhet. Vi skal i kapittel 3 se hvordan dette endrer bedriftens tilpasning.

2.2. Bedriftens optimeringsproblem

2.2.1. Utledning av bedriftens maksimand

Vi tar utgangspunkt i arbitrasjelikevekten som er gitt ved (2.1) når emisjonene er satt lik null. Ved rasjonelle forventninger krever denne lik forventet avkastning ved å investere i aksjer og å spare i bank

$$(2.1)\quad \frac{\dot{V}(t)}{V(t)}+\frac{D(t)}{V(t)}=r$$

Venstresiden angir avkastning av å holde aksjer som er summen av kapitalgevinsten ved verdistigningen til bedriften ($\dot{V}(t)$) og utbetalt dividende, *D(t)*. Denne skal være lik renten (*r*) som er avkastningen av å plassere pengene i banken.

Dette er en førsteordens, lineær, inhomogen differensiallikning med ikke-konstante koeffisienter. (2.1) har en unik løsning for tidsutviklingen til verdien av bedriften (V) under transversalitetsbetingelsen

$$(2.2)\quad \lim_{t\to\infty} V(t)e^{-\int_0^t r(u)du}=0$$

som sier at verdien av bedriften ikke får eksplodere. Vi løser (2.1) under transversalitetsbetingelsen og får V uttrykt som nåverdien av alle fremtidige dividendeutbetalinger[8]

$$(2.3)\ V(0)=\int_0^\infty D(t)e^{-\int_0^t r(u)du}dt$$

Utbytte er definert ved bedriftens kontantstrøm. I vår fremstilling har vi undertrykt arbeidsinnsats og eventuelt andre variable innsatsfaktorer i bedriftens optimeringsproblem ved å operere med en betinget profittfunksjon der vi antar at andre variable innsatsfaktorer er optimalt tilpasset. I dette enkle tilfellet er utbytte gitt ved den betingede profitten minus de totale investeringskostnadene.

$$(2.4)\ D(t)=F(K(t))-p(t)J(t)\left[1+G\left(\frac{J(t)}{K(t)}\right)\right]$$

Vi setter inn for D(t) i (2.3) og får maksimanden i bedriftens dynamiske optimeringsproblem

$$(2.5)\ V(0)=\int_0^\infty\left[F(K(t))-p(t)J(t)\left[1+G\left(\frac{J(t)}{K(t)}\right)\right]\right]e^{-\int_0^t r(u)du}dt$$

2.2.2. Bedriftens dynamiske maksimeringsproblem

Bedriftens dynamiske optimeringsproblem kan spesifiseres som et optimal kontroll problem der investeringene er kontrollvariabelen mens kapitalbeholdningen er tilstandsvariabelen. Bedriftens problem er da å maksimere (2.5) m.h.p. J(t) gitt tidsutviklingen til kapitalen

$$(2.6)\ \underset{J(t)}{maks}V(0)=\int_0^\infty\left\{F(K(t))-p(t)J(t)\left[1+G\left(\frac{J(t)}{K(t)}\right)\right]\right\}e^{-\int_0^t r(u)du}dt$$

[8] Løsning av differensiallikningen (2.1):
(2.1) kan skrives som

$$(2.1.1)\ \dot{V}(t)-rV(t)=-D(t)$$

Denne løses på vanlig måte Jfr. formel 1.7 i Sydsæter (1990)

$$(2.1.2)\ V(t)=V(0)e^{\int_0^t r(u)du}+\int_0^t -D(z)e^{\int_z^t r(u)du}dz$$

(2.1.2) kan skrives om ved å multiplisere likningen med eksponensialfunksjonen og deretter splitte opp integralet i eksponenten i henhold til vanlige integrasjonsregler

$$(2.1.3)\ V(t)e^{-\int_0^t r(u)du}=V(0)+\int_0^t -D(z)e^{-\int_0^z r(u)du}dz$$

Når vi lar t vokse over alle grenser, anvender transversalitetsbetingelsen og forandrer integrasjonsvariabel fra z til t, får vi uttrykket gitt i (2.3).

gitt

(1.1) $\dot{K}(t) = J(t) - \delta K(t)$

Kontrollregionen er fri slik at vi i teorien kan ha $J(t) \in (-\infty,\infty)$. Dette problemet kan tolkes som en dynamisk analogi til Lagrange-problemet idet det er snakk om å maksimere et integral under en bibetingelse i form av en differensiallikning. Tilordnet hver bibetingelse i Lagrange-problemet har vi en konstant Lagrangemultiplikator. Når det gjelder problemet ovenfor, er bibetingelsen i form av en differensiallikning i intervallet $[0,\infty]$ og kan derfor betraktes som uendelig mange likninger, én for hver t. Den dynamiske analogien til Lagrange-multiplikatoren er følgelig et tall λ (t) for hver t i $[0,\infty]$. Funksjonen $\lambda(t)$ kalles den adjungerte funksjonen tilordnet differensiallikningen. Denne funksjonen kan tillegges en skyggepristolkning som i Lagrange-problemet, slik at $\lambda(t)$ angir økningen i markedsverdien av bedriften neddiskontert til tidspunkt null av at bedriften får en ekstra enhet kapital på tidspunkt t.

Vi setter opp Hamiltonfunksjonen tilordnet problemet

(2.7) $H = \lambda_0 \left\{ F(K(t)) - p(t)J(t)\left[1 + G\left(\frac{J(t)}{K(t)}\right)\right]\right\} e^{-\int_0^t r(u)du} + \lambda(t)[J(t) - \delta K(t)]$

2.2.3. Nødvendige betingelser etter maksimumsprinsippet

De nødvendige betingelsene etter Pontryagins maksimumprinsipp er gitt ved

1. λ_0 er en konstant lik null eller én og $\lambda(t)$ er en kontinuerlig, deriverbar funksjon. Vi kan i praksis sette $\lambda_0 = 1$ i de fleste økonomiske problemer da $\lambda_0 = 0$ impliserer at formen på verdifunksjonen er uten betydning for optimeringsproblemet slik at Hamiltonfunksjonen reduserer seg til $H = \lambda(t)[J(t) - \delta K(t)]$.

2. $(\lambda_0, \lambda(t)) \neq (0,0)$ for alle t
   Denne betingelsen er oppfylt når vi setter $\lambda_0 = 1$.

3. Maksimerer H for alle t. Når H er konkav og deriverbar i J, impliserer dette $\frac{\partial H}{\partial J(t)} = 0$

   for alle t.

4. $\dot{\lambda}(t) = -\frac{\partial H}{\partial K(t)}$

5. Transversalitetsbetingelsen
   $\lim_{t \to \infty} \lambda(t)K(t) = 0$

Vi skal senere vise at denne transversalitetsbetingelsen er den samme som transversalitetsbetingelsen gitt i (2.2). Økonomisk resonnement tilsier at transversalitetsbetingelsen er rimelig da $\lambda(t)$ er kapitalens skyggepris neddiskontert til tidspunkt null. I problemet med uendelig horisont medfører denne neddiskonteringen at forhold på slutten av perioden blir uten betydning for bedriftens optimale tilpasning slik at denne skyggeprisen går mot null.

Vi definerer

(2.8) $\mu(t) = \lambda(t)e^{\int_0^t r(u)du}$

(2.9) $q(t)=\dfrac{\mu(t)}{p(t)}$

Tobins marginale q angir forholdet mellom markedsverdien av en enhet investert kapital og gjenanskaffelsesverdien. Denne er definert ved (2.9) da $\mu(t)$ er kapitalens skyggepris neddiskontert til tidspunkt t eller markedsverdien av en enhet kapital, og p(t) er gjenanskaffelsesprisen til en enhet kapital på samme tidspunkt.

Maksimumsprinsippets betingelse 3 gir oss førsteordensbetingelsen for investeringene

(2.10) $\left\{-p(t)\left[1+G\left(\dfrac{J(t)}{K(t)}\right)\right]-p(t)\dfrac{J(t)}{K(t)}G'\left(\dfrac{J(t)}{K(t)}\right)\right\}e^{-\int_0^t r(u)du}+\lambda(t)=0$

Omforming av (2.10) der vi anvender definisjonene (2.8) og (2.9) gir oss q definert ved installasjonskostnadene

(2.11) $q(t)=1+G\left(\dfrac{J(t)}{K(t)}\right)+\dfrac{J(t)}{K(t)}G'\left(\dfrac{J(t)}{K(t)}\right)$

Fra maksimumsprinsippets betingelse 4 får vi

(2.12) $\dot{\lambda}(t)=-\left\{\left[F_K+p(t)\left(\dfrac{J(t)}{K(t)}\right)^2 G'\right]e^{-\int_0^t r(u)du}-\delta\lambda(t)\right\}$

Dette uttrykket kan omformes slik at vi får

(2.13) $F_K+p(t)\left(\dfrac{J(t)}{K(t)}\right)^2 G'=\delta\lambda(t)e^{\int_0^t r(u)du}-\dot{\lambda}(t)e^{\int_0^t r(u)du}$

Vi foretar implisitt derivasjon av definisjonssammenhengene (2.8) og (2.9) m.h.p. tiden

(2.14) $\mu(t)=e^{\int_0^t r(u)du}\lambda(t)\;\Rightarrow\;\dot{\mu}(t)=\dot{\lambda}(t)e^{\int_0^t r(u)du}+r(t)\lambda(t)e^{\int_0^t r(u)du}$

(2.15) $q(t)=\dfrac{\mu(t)}{p(t)}\;\Rightarrow\;\dfrac{\dot{q}(t)}{q(t)}=\dfrac{\dot{\mu}(t)}{\mu(t)}-\dfrac{\dot{p}(t)}{p(t)}$

Dermed kan vi skrive marginalbetingelsen for kapital

$$(2.16)\ F_K + p(t)\left(\frac{J(t)}{K(t)}\right)^2 G' = p(t)q(t)\left[r(t)+\delta - \left(\frac{\dot{p}(t)}{p(t)}+\frac{\dot{q}(t)}{q(t)}\right)\right]$$

Venstresiden i likningen representerer kapitalens marginale bidrag til bedriftens inntektsstrøm i form av verdien av grenseproduktet pluss det marginale fallet i installasjonskostnadene som følger av å ha litt mer kapital. Høyresiden i likningen angir brukerkostnaden på kapital definert ved skyggeprisen på kapital istedenfor kjøperprisen.Vi har dermed den vanlige betingelsen at grenseinntekten skal være lik grensekostnaden for en ny enhet kapital.

2.3. Likhet mellom marginal og gjennomsnittlig q i tilfellet med homogen kapital uten skatter[9]

Skyggeprisene som inngår i (2.11) og (2.16) er ikke observerbare. Vi ønsker derfor å finne en sammenheng mellom den uobserverbare, marginale q definert ved (2.9) og den observerbare, gjennomsnittlige q definert ved

$$(2.17)\ \bar{q}(t) = \frac{V(t)}{p(t)K(t)}$$

Mens q angir verdien av en ny enhet kapital regnet pr. krone, representerer $\bar{q}$ den gjennomsnittlige verdien av all kapital bedriften har.Vi skal imidlertid vise at disse to er identiske under forutsetningene (ii), (iii) og (vii)[10] fra avsnitt 1.3. Da valget av tidspunkt null som "i dag" er vilkårlig i problemet over, og formlene gjelder for alle t, er det tilstrekkelig å vise at likheten mellom marginal og gjennomsnittlig q gjelder for t=0.Vi ønsker derfor å vise $q(0) = \bar{q}(0)$.

For t=0 har vi at $\mu(0) = \lambda(0)$ slik at problemet reduserer seg til å vise at $\frac{\lambda(0)}{p(0)} = \frac{V(0)}{p(0)K(0)} \Leftrightarrow \lambda(0)K(0) = V(0)$.

Vi ser først på integralet $\int_0^\infty \frac{d}{dt}[\lambda(t)K(t)]dt$. Ved å anvende integralregningens fundamentalsetning, definisjonen av et integral med uendelig integrasjonsgrense samt vanlige integrasjonsregler, får vi

$$(2.18)\ \int_0^\infty \frac{d}{dt}[\lambda(t)K(t)]dt = \lim_{t\to\infty} \lambda(t)K(t) - \lambda(0)K(0)$$

Det første leddet på høyre side er null ved transversalitetsbetingelsen slik at uttrykket reduserer seg til

$$(2.19)\ \int_0^\infty \frac{d}{dt}[\lambda(t)K(t)]dt = -\lambda(0)K(0)$$

Vi utfører nå differensieringen under integraltegnet

$$(2.20)\ \frac{d}{dt}[\lambda(t)K(t)] = \dot{\lambda}(t)\,K(t) + \lambda(t)\,\dot{K}(t)$$

Vi setter så inn fra (2.12) og (1.1)

[9]Beviset følger Hayashi (1982).

[10]Vi benytter at installasjonskostnadene pr. krone investert er homogene av grad null i kapitalbeholdning og bruttoinvesteringene.

$$(2.21)\ \frac{d}{dt}[\lambda(t)K(t)] = \left[\lambda(t)\delta - \left[F_K + p(t)\left(\frac{J(t)}{K(t)}\right)^2 G'\right] e^{-\int_0^t r(u)du}\right] K(t) + \lambda(t)[J(t) - \delta K(t)]$$

Vi ser at første og siste ledd i dette uttrykket kan strykes mot hverandre, og når vi setter inn for skyggeprisen definert ved installasjonskostnadene, får vi

$$(2.22)\ \frac{d}{dt}[\lambda(t)K(t)] = -\left[F_K + p(t)\left(\frac{J(t)}{K(t)}\right)^2 G'\right] e^{-\int_0^t r(u)du} K(t) + p(t)\left[1 + G + \frac{J(t)}{K(t)}G'\right] e^{-\int_0^t r(u)du} J(t)$$

Dette uttrykket forenkles når vi bruker at $F_K \bullet K = F(K)$ fra forutsetning (ii)

$$(2.23)\ \frac{d}{dt}[\lambda(t)K(t)] = -\left[F(K(t)) - p(t)J(t)\left(1 + G\left(\frac{J(t)}{K(t)}\right)\right)\right] e^{-\int_0^t r(u)du}$$

Når vi tar integralet av uttrykket over får vi da minus markedsverdien av bedriften på tidspunkt null

$$(2.24)\ \int_0^\infty \frac{d}{dt}[\lambda(t)K(t)]dt = -\int_0^\infty \left[F(K(t)) - p(t)J(t)\left(1 + G\left(\frac{J(t)}{K(t)}\right)\right)\right] e^{-\int_0^t r(u)du} dt$$
$$= -V(0)$$

Dermed følger det direkte ved å kombinere (2.19) og (2.24)

$$(2.25)\ \lambda(0)K(0) = V(0) \iff q(0) = \bar{q}(0)$$

Da (2.25) er gyldig for en vilkårlig t, har vi generelt

$$(2.26)\ \mu(t)K(t) = V(t) \iff q(t) = \bar{q}(t)$$

Denne likningen er helt sentral da den setter oss i stand til å identifisere den ukjente skyggeprisen på kapital ved observerbare størrelser. Vi ser da at transversalitetsbetingelsen gitt i maksimumsprinsippet er identisk med den gitt ved (2.2)

$$(2.27)\ \lim_{t\to\infty} V(t)e^{-\int_0^t r(u)du} = 0 \iff \lim_{t\to\infty} \mu(t)K(t)e^{-\int_0^t r(u)du} = 0 \iff \lim_{t\to\infty} \lambda(t)K(t) = 0$$

2.4. Utledning av investeringsrelasjonen i tilfellet med homogen kapital

Vi har tidligere utledet en sammenhengen mellom Tobins q og installasjonskostnadene gitt ved (2.11). I avsnitt 2.3 viste vi at vi har likhet mellom marginal og gjennomsnittlig q under nærmere spesifiserte forutsetninger slik at (2.11) kan skrives

$$(2.28)\ Q(t) = G\left(\frac{J(t)}{K(t)}\right) + \frac{J(t)}{K(t)} G'\left(\frac{J(t)}{K(t)}\right)$$

der

$$(2.29)\ Q(t) = \bar{q}(t) - 1$$

(2.28) gir oss en investeringsrelasjon når vi spesifiserer installasjonskostnadsfunksjonen. Med kvadratiske installasjonskostnader kan (2.28) skrives[11]

$$(2.30)\ Q(t) = \beta\left(\frac{J(t)}{K(t)} - \gamma\right)$$

eller med investeringsraten som avhengig variabel

$$(2.31)\ \frac{J(t)}{K(t)} = \gamma + \frac{1}{\beta}Q(t)$$

Uten installasjonskostnader, d.v.s β=0, er investeringene ikke determinert og bedriften vil tilpasse kapitalen momentant slik at man alltid vil ha Q=0 $\Leftrightarrow$ q=1 i likevekt. Når man introduserer installasjonskostnader, får bedriften et incentiv til å spre investeringene over tid slik at investeringsraten blir determinert og man kan forklare eksistensen av q>1 i likevekt. Jo mer konvekse installasjonkostnadene er, jo mindre reagerer investeringene på endringer i økonomiske variable av betydning for investeringsbeslutningen. Det er lønnsomt for bedriften å investere mer enn normalnivået på investeringene gitt ved γ når en ny enhet kapital har en høyere skyggepris enn gjenanskaffelsespris på marginen d.v.s. når en ny enhet kapital øker bedriftens verdi mer enn den koster å anskaffe i markedet. Dette fører imidlertid ikke til en umiddelbar tilpasning av kapitalen da det lønner seg å spre veksten i kapitalbeholdningen over tid p.g.a. installasjonskostnadene. Da vi har fra teorien at $\beta \geq 0$, vil investeringsraten være en positiv, lineær funksjon av Q-variabelen. Jo høyere installasjonskostnadene (β) er, jo mindre reagerer investeringene på endringer i q-variabelen. I motsatt fall er det lønnsomt for bedriften å redusere kapitalbeholdningen når salg av kapitalen i bruktmarkedet gir større inntekter enn kapitalens bidrag til å øke verdien av bedriften i form av større overskudd fra produksjonen.

Vi vil nå se på noen utvidelser av denne enkle modellen.

[11] Fra kapittel 1 har vi

$$(1.5)\ G\left(\frac{J(t)}{K(t)}\right) = \frac{\frac{\beta}{2}\left(\frac{J(t)}{K(t)} - \gamma\right)^2}{\frac{J(t)}{K(t)}}$$

Dette gir

$$(1.5.1)\ G'\left(\frac{J(t)}{K(t)}\right) = \frac{\beta\left(\frac{J(t)}{K(t)} - \gamma\right)}{\frac{J(t)}{K(t)}} - \frac{\frac{\beta}{2}\left(\frac{J(t)}{K(t)} - \gamma\right)^2}{\left(\frac{J(t)}{K(t)}\right)^2}$$

Til utledningen av en investeringsrelasjon, trenger vi

$$(1.5.2)\ G\left(\frac{J(t)}{K(t)}\right) + \frac{J(t)}{K(t)}G'\left(\frac{J(t)}{K(t)}\right) = \beta\left(\frac{J(t)}{K(t)} - \gamma\right)$$

Når man kombinerer (1.5.2) med (2.28), får vi uttrykket i (2.30)

3. Homogen kapital med skatter

I kapittel 2 tok vi ikke hensyn til skatter i bedriftens optimeringsproblem. I praksis er imidlertid skattene en viktig faktor når bedriften treffer sine økonomiske beslutninger. Vi skal i dette avsnittet se hvorledes skattene trekkes inn i analysen gjennom definisjonen av bedriftens kontantstrøm og derigjennom påvirker bedriftens optimale tilpasning. Den relevante Q-variabelen blir nå modifisert til å hensyn til skatte- og avskrivningsreglenes innvirkning på tilpasningen av kapitalbeholdningen.

3.1. Forutsetninger

Når bedriften skal finansiere sine investeringer, har den i utgangspunktet tre finansielle instrumenter; tilbakeholdt overskudd/tilbakeholdt utbytte, emisjoner/utvidelse av aksjekapitalen ved utstedelse av nye aksjer, og gjeld. Vi forutsetter at bedriften står overfor en maksimal gjeldsgrad b som en bindende skranke på gjeldsvariabelen og at den resterende delen av investeringene som bedriften må finansiere ved egenkapital, skjer ved tilbakeholdt dividende. Vi setter dermed emisjonene lik null i alle perioder.

Det er flere forhold som motiverer disse forutsetningene. Carlsen (1992) omtaler syv ulike teorier på hva som forklarer bedriftens valg av finansieringsinstrumenter. I denne oppgaven skal vi hovedsakelig fokusere på bedriftens skatteforhold som forklaringsvariabel. I kapittel 2 så vi bort ifra finansieringen av investeringene. Dette skyldes at uten skatter er bedriftens alternative finansieringsmåter likeverdige. Når man derimot tar hensyn til skatter, kan finansieringsmåtene medføre ulik skattebyrde, og bedriftens skatteposisjon påvirker dens valg av kapitalstruktur. De fleste praktiske skattesystemer vil gjøre gjeldsfinansiering til den mest lønnsomme finansieringspolikk for bedriften slik at man ut fra teorien skulle vente full gjeldsfinansiering av investeringene. Empiriske observasjoner tyder imidlertid på at de fleste investeringer tross skattefordelene ikke blir fullt ut lånefinansiert. Når man avviker fra den teoretiske forutsetningen om full informasjon, kan man finne flere forklaringer på den observerte begrensningen av gjeldsfinansiering. Kapitalmarkedet vil typisk være karakterisert ved asymmetrisk informasjon der den ene siden av markedet har tilgang på informasjon den andre siden av markedet ikke har. Dermed kan man få problemer med adferdsrisiko (moral hazard) og ugunstig utvalg (adverse selection). Det asymmetriske informasjonsmønsteret i kapitalmarkedet kan illustreres ved at bedriftenes konkursrisiko er kjent for bedriftene selv, men ikke for bankene. I dette tilfellet kan bankene tolke økende gjeldsgrad som signal om økt konkursrisiko og dermed spesifisere gjeldskostnadene f.eks. gjeldsrenten, som en stigende funksjon av gjeldsgraden. På denne måten kan man determinere gjeldsvariabelen. Men dersom det er slik at kun høyrisikobedrifter er villige til å ta opp lån til en høyere rente, vil konkursrisikoen og renten bevege seg sammen. Man får da problemer med ugunstig utvalg når bankene ikke har mulighet til å skille mellom gode og dårlige bedrifter. Når banken hever renten for å unngå tap, tiltrekker den relativt flere høyrisikobedriftene og følgelig forverres bankens konkursstatistikk. Akerlof (1970) viste at i verste fall kan eksistensen av "lemons", i dette tilfellet høyrisikobedrifter, føre til at markedet bryter sammen. Et mindre ekstremt utfall er at bankene ikke tilbyr full lånefinansiering, men krever en viss egenkapitalfinansiering av investeringsprosjekter. Et annet moment er at bedriftene kan ønske å signalisere at de tilhører lavrisikogruppen av bedrifter for å oppnå bedre lånevilkår. Bedriftene kan derfor også selv ønske å redusere gjeldsgraden.

Adferdsrisiko inntreffer når konkursrisikoen kan påvirkes av bedriften uten at banken kan kontrollere bedriftens handlinger. P.g.a. de manglende kontrollmekanismene, kan kreditoren ikke utforme kontrakter som detaljspesifiserer bedriftens handlingsmønster. I den grad det finnes divergerende målsetninger mellom bedriftens ledelse og kreditor, får man problemer med moralsk hasard og i dette tilfellet vil det være ønskelig fra bankens side å kreve at en viss andel av investeringene finansieres med egenkapital. Dette gir bedriften incentiv til å minimere konkursrisikoen i tråd med bankens interesser, og man kan på denne måten minske interesse-konflikten.[12]

Hvorvidt egenkapitalfinansieringen tar form av tilbakeholdt utbytte eller av nyutstedelse av aksjekapital vil også avhenge av de relative skattesatsene. Når det samlede skattetrykket på dividende er høyt, er det lønnsomt for bedriften å finansiere investeringer ved tilbakeholdt dividende hvilket innebærer at man ikke betaler skatt. Likeledes er det lønnsomt for bedriften å emittere når "gevinstskatten" er høy da emisjonene reduserer utbytte pr. aksje. En overskuddsmaksimerende bedrift vil da velge den egenkapitalfinansieringen som har det høyeste skattetrykket. Holmøy, Larsen og Vennemo (1993) konkluderer: "Beregninger basert på vårt opplegg viser at tilbakeholdt overskudd er den billigste form for egenkapitalfinansiering i de fleste årene i perioden 1970-1990. Finansiering ved aksjeemisjoner ved en marginal investering er dermed sett bort fra." Et annet moment er at emisjonskostnader gjør tilbakeholdte midler rimeligere enn ekstern egenkapital i form av emisjoner (Carlsen 1992). Slike emisjonskostnader inkluderer trykkingsutgifter, konsulent-og advokatutgifter og offentlige avgifter. Dersom en finansinstitusjon garanterer for tegningsbeløpet, vil emisjonskostnadene også omfatte betaling til finansinstitusjonen.[13] Det er også hevdet at selskaper med svak inntjening og uten større reserver ikke har mulighet for å emittere da markedet ikke tar imot flere aksjer i selskaper.

Vi ønsker å undersøke hvordan de sentrale sammenhengene endres når vi tar hensyn til person- og bedriftsbeskatningen.

3.2. Markedsverdien av bedriften

Personskattesatsene kommer inn via beregningen av markedsverdien til bedriften. Vi må nå ta hensyn til at aksjonærene må betale skatt på realisert kapitalgevinst og på utbetalt utbytte. Vi tar utgangspunkt i arbitrasjelikevekten som ved rasjonelle forventninger krever likhet i finansiell likevekt mellom netto avkastning etter skatt ved å investere i aksjer og spare i bank

$$(3.1)\quad \theta_g \frac{\dot{V}(t)}{V(t)} + \theta_d \frac{D(t)}{V(t)} = \theta_p i(t)$$

Venstresiden angir netto avkastning etter skatt av å holde aksjer som, når emisjoner er satt lik null, er summen av kapitalgevinsten ved verdistigningen til bedriften og utbetalt dividende. Begge leddene er beregnet netto etter skatt der $\theta_g = 1-\tau_g$ og $\theta_d = 1-\tau_d$ med de respektive skattesatsene på kapitalgevinst og utbytte.

[12] Denne fremstillingen kan kanskje kritiseres for inkonsistens i forutsetningene da vi tidligere har forutsatt full informasjon og fullkommen konkurranse mens diskusjonen over bryter med disse forutsetningene. Til gjengjeld representerer denne fremgangsmåten en mer realistisk tilnærming til bedriftens beslutningssituasjon når vi tar hensyn til skatter og finansieringens betydning. Johansen (1994) og Nilsen (1993) påviser betydningen av imperfeksjoner i kapitalmarkedene. Johansen trekker den konklusjon fra sitt datamateriale at det en positiv sammenheng mellom en bedrifts gjeldsandel og kapitalens grenseproduktivitet. Dette tyder på at bedriftene er rasjonert på kapitalmarkedet da en rasjonert bedrift vil opptre som om den står overfor høyere brukerpris på kapitalen og følgelig krever en høyere marginal avkastning. Bedriften kan også møte en høyere rente. Nilsen argumenterer at med informasjonsproblemer i kapitalmarkedene, vil selskapets likviditet bli en viktig forklaringsvariabel når det gjelder selskapenes investeringer. Betydningen av selskapets likviditet for investeringene kan imidlertid avhenge av selskapets størrelse da større bedrifter er bedre kjent blant investorer slik at informasjonsproblemene for disse bedriftene er mindre. Han finner at selskap med en svak egenkapital var mer avhengig av intern finansiering enn mer solide selskap. Dette kan skyldes at konkursrisikoen stiger med økende gjeldsgrad slik at det er vanskeligere å få tak i ekstern kapital.Det viste seg også at små selskaper er mer sensitive overfor endringer i internt generte midler noe som kan tyde på asymmetrisk informasjon i kapitalmarkedene Videre finner Nilsen at selskaper med høy gjeldsgrad har en investeringsadferd som er mer følsom overfor endringer i aksjekursene d.v.s. de har lavere installasjonskostnader enn selskaper med høy egenkapitalandel. Dette kan kanskje skyldes at med høy gjeldsandel vil långiverne få større innflytelse overfor bedriftens ledelse. Med asymmetrisk informasjon i markedet, vil dermed investeringsbeslutningene bli mer avhengig av den informasjonen som er tilgjengelig for eksterne långivere i form av markedets vurdering.

[13] Et annet, mer praktisk moment som taler for denne antagelsen, er at det er vanskelig å skaffe data for emisjoner. Forutsetningen forenkler også utledningen av en sammenheng mellom marginal og gjennomsnittlig q.

Høyresiden representerer netto avkastning av å plassere penger i banken gitt ved den nominelle renten (i) korrigert for personskatt. (3.1) har en unik løsning for tidsutviklingen til markedsverdien av bedriften (V) under transversalitetsbetingelsen

$$(3.2)\ \lim_{t\to\infty} V(t)e^{-\int_0^t r(u)du} = 0$$

der

$$(3.3)\ r(t) = \frac{\theta_p}{\theta_g} i(t)$$

Vi løser nå (3.1) under transversalitetsbetingelsen på tilsvarende måte som i kapittel 2, og får V uttrykt som nåverdien av "netto" utbytte som aksjonærene mottar[14]

$$(3.4)\ V(0) = \int_0^\infty \frac{\theta_d}{\theta_g} D(t) e^{-\int_0^t r(u)du} dt$$

3.3. Definisjonssammenhenger

Definisjonssammenhengene fra kapittel 2 endres i henhold til gjeldende norske regnskapsregler for beskatning av aksjeselskaper. Dividende er definert som bedriftens netto kontantstrøm

$$(3.5)\ D(t) = F(K(t)) - iB(t) - p(t)J(t)\left[1 + G\left(\frac{J(t)}{K(t)}\right)\right] - T(t) + M(t)$$

Dividende er lik midler tilført fra driften gitt ved betinget profitt minus renteutgifter (iB(t)), totale investeringsutgifter og skatter (T(t)) pluss midler tilført utenfra i form av lån (M(t)). Definisjonssammenhengene for de variable som inngår i kontantstrømmen følger fra det norske skattesystemet. Skattene er proporsjonale, og de totale bedriftsskattene er summen av skatt på tilbakeholdt overskudd, skatt på utdelt utbytte og skatt på netto formue

$$(3.6)\ T(t) = T_b(t) + T_c(t) + T_v(t)$$

Ved utligningen av inntektsskatt til staten har selskapene rett til fradrag i inntekten for utbytte som ble delt ut av årets overskudd (R(t))

$$(3.7)\ T_b(t) = \tau_b\left[F(K(t)) - iB(t) - A(t) - p(t)J(t)G\left(\frac{J(t)}{K(t)}\right) - R(t)\right]$$

der de totale avskrivningene er summen av åpningsavskrivninger og ordinære avskrivninger

$$(3.8)\ A(t) = hp(t)J(t) + (1-h)a\int_{-\infty}^t p(s)J(s)e^{a(s-t)}ds$$

Som ordinære avskrivninger har vi her benyttet saldoavskrivninger der bedriftene kan avskrive en bestemt sats av gjenværende verdi av realkapitalen hvert år. Skatt på utdelt utbytte er gitt ved

$$(3.9)\ T_c(t) = \tau_c R(t)$$

[14] Hvis vi hadde tatt hensyn til emisjoner, vill vi hatt et ledd med fradrag av emisjonene som "utvanner" aksjekapitalen.

Formuesskatten utlignes på bedriftens nettoformue

$$(3.10)\quad T_v(t) = v\left[VK(t) - B(t)\right]$$

Den bokførte verdien av kapitalen til skatteformål er gitt ved

$$(3.11)\quad VK(t) = (1-h)\int_{-\infty}^{t} p(s)J(s)e^{a(s-t)}ds$$

Vi antar en bindende gjeldsgrad slik at bedriftens gjeld i forhold til gjenanskaffelsesverdien av realkapitalen er en konstant b

$$(3.12)\quad B(t) = bp(t)K(t) \;\Leftrightarrow\; b = \frac{B(t)}{p(t)K(t)}$$

Ved antagelsen om en bindende gjeldsgrad, er tidsutviklingen til gjelden gitt ved tidsutviklingen til gjenanskaffelsesverdien av kapitalbeholdningen.

$$(3.13)\quad M(t) = \dot{B}(t) \;\Leftrightarrow\; M(t) = b\left[\dot{p}(t)K(t) + p(t)\left(J(t) - \delta K(t)\right)\right]$$

der kapitalakkumulasjonen er gitt ved investeringene minus kapitalslitet som i kapittel 2. For å utlede et uttrykk for bedriftens verdi, setter vi inn fra likningene over og utnytter at utbetalt dividende er lik dividende før skatt minus skatt på dividende

$$(3.14)\quad D(t) = \theta_c R(t) \quad \text{der} \quad \theta_c = 1 - \tau_c$$

Med disse definisjonslikningene, kan vi utlede bedriftens optimeringsproblem på samme måte som i tilfellet uten skatter. Denne utregningen er plassert i appendiks A. Vi vil her kun se på hvordan skattene endrer marginalbetingelsen for kapital og investeringslikningen.

3.4. Marginalbetingelsen for kapital

Marginalbetingelsen for tilpasningen av realkapitalen kan nå skrives

$$(3.15)\quad \theta_b\left[F_K - ibp(t) + p(t)\left(\frac{J(t)}{K(t)}\right)^2 G'\right] + bp(t)\left(\frac{\dot{p}(t)}{p(t)} - (\delta - v)\right) = \frac{\theta_b\theta_b}{\theta_d\theta_c}p(t)q(t)\left[\delta + r - \left(\frac{\dot{p}(t)}{p(t)} + \frac{\dot{q}(t)}{q(t)}\right)\right]$$

Det første leddet på venstresiden reflekterer kapitalens netto bidrag til bedriftens kontantstrøm. I tillegg kommer et ledd som tar hensyn til at en økning i kapitalen øker bedriftens gjeld i henhold til gjeldsgraden. Mer kapital medførere høyere gjeld og mindre formuesskatt. Høyresiden uttrykker kapitalens brukerpris definert ved skyggeprisen istedenfor ved kjøpeprisen og korrigert ved skattetrykket. Når vi antar antar at egenkapitalfinansieringen skjer ved tilbakeholdt dividende, innebærer dette implisitt en forutsetning om $\frac{\theta_d\theta_c}{\theta_g\theta_b} \leq 1$ eller $\frac{\theta_g\theta_b}{\theta_d\theta_c} \geq 1$ slik at brukerprisen på kapital vil være høyere med skatt.

Dette henger sammen med vår antagelse om at bedriften velger egenkapitalfinansiering utifra det relative skattertrykket. Skattefaktoren $\theta_d\theta_c$ representerer den samlede beskatningen på dividendefinansiering. Jo høyere denne skattefaktoren er, jo mindre er det samlede skattetrykket på dividende. Man får en tilsvarende tolkning av skattefaktoren $\theta_g\theta_b$. Jo høyere denne faktoren er, jo mindre er skattetrykket på verdistigning. Det vil følgelig være lønnsomt for bedriften å finansiere egenkapitalen ved tilbakeholdt utbytte, hvilket innebærer at bedriften ikke betaler skatt , når skattetrykket på dividende er høyt relativt til skattetrykket på verdistigning, d.v.s når $\theta_d\theta_c \leq \theta_g\theta_b$.

3.5. Investeringsrelasjonen i tilfellet med skatter

Med kvadratiske installasjonskostnader får vi da den samme investeringsrelasjonen som i tilfellet uten skatter[15]

$$(3.16)\ \frac{J(t)}{K(t)} = \gamma + \frac{1}{\beta} Qs(t)$$

Vi opererer imidlertid med en skattemodifisert marginal Q-verdi gitt ved[16]

$$(3.17)\ Qs(t) = \frac{q(t)\dfrac{\theta_g\theta_b}{\theta_d\theta_c} - 1 + b + \tau_b h + (1-h)(\tau_b a - v)z(t)}{\theta_b}$$

der z(t) er nåverdien av de fremtidige avskrivningene på en krone investert på tidspunkt t. Denne inneholder ifølge teorien all relevant informasjon for bedriftens investeringsbeslutning når vi tar hensyn til skatter og avskrivninger i analysen. Den er imidlertid ikke observerbar da kapitalens skyggepris inngår i variabelen. Vi ønsker derfor, i likhet med tilfellet uten skatter, å utlede en sammenheng mellom den uobserverbare, marginale q-variabelen og den observerbare, gjennomsnittlige q-variabelen slik at variabelen definert ved (3.17) blir en observerbar størrelse. Denne sammenhengen, som utledes i appendiks A.4, er gitt ved

$$(3.18)\ q(t) = \frac{V(t) - ANV(t)}{p(t)K(t)} = \bar{q}(t) - \frac{ANV(t)}{p(t)K(t)}$$

I tilfellet med skatter må den gjennomsnittlige q korrigeres for et ledd som representerer nåverdien av avskrivningene på alle tidligere investeringer. Den marginale q vil være mindre enn den gjennomsnittlige.
Når vi kombinerer (3.17) og (3.18), får vi da den observerbare skattemodifiserte Q-variabelen vi benytter for å få en implementerbar investeringsrelasjon

$$(3.19)\ Qs(t) = \frac{\dfrac{V(t) - ANV(t)}{p(t)K(t)}\dfrac{\theta_g\theta_b}{\theta_d\theta_c} - 1 + b + \tau_b h + (1-h)(\tau_b a - v)z(t)}{\theta_b}$$

Vi ser at tilfellet uten skatter fremkommer som et spesialtilfelle når vi setter alle skattesatser og avskrivningssatser lik null.

[15] Se appendiks A, avsnitt A.5.
[16] Se appendiks A, avsnitt A.3 for utledning.

4. Flere kapitaltyper

Hittil har vi antatt at realkapitalen er homogen. Vi vil nå utvide modellen ytterligere ved å endre på denne strenge forutsetningen. En bedrift vil vanligvis anvende en rekke ulike typer kapital i produksjonsprosessen. En utvidelse av modellen til å ta hensyn til flere kapitaltyper, innebærer to mulige endringer i forhold til den enkle modellen. Man kan ta hensyn til at installasjonskostnadene for de ulike kapitaltypene kan variere, og at investeringer i ulike kapitaltyper kan ha ulik lønnsomhet. Chirinko (1993b) argumenterer for at man apriori skulle vente at de marginale tilpasningskostnadene er høyere for mer varige typer realkapital. Dette kan synes rimelig da mer varige kapitaltyper ofte er store, mer kompliserte maskiner eller nye produksjonsanlegg som trenger lengre "innkjøringstid" enn f.eks. biler og kontorinventar. Dersom vi antar at de fysiske installasjonskostnadene er dominerende i forhold til opplæringskostnadene,[17] skulle vi kanskje også vente høyere installasjonskostnader for bygninger da investering i nye bygninger medfører store fysiske flyttekostnader. En bedrift vil ofte oppleve at investering i visse kapitaltyper er mer lønnsomt enn andre. Relative prissjokk eller andre endringer i økonomien, kan redusere verdien av eksisterende kapital og kan gjøre nye investeringer i noen sektorer lønnsomme og investeringer i andre sektorer ulønnsomme. Hvis dette er tilfellet, vil det være mange ulike marginale q-verdier, én for hvert kapitalgode og man kan derfor få et brudd i sammenhengen mellom den observerbare gjennomsnittlige $\overline{q}$-verdien og disse partielle, marginale q-verdiene.[18] De skattemessige avskrivningene skiller mellom ulike kapitaltyper. Hvis man ønsker å analysere virkninger av endringer i disse skattereglene, kan dette ikke gjøres innenfor en enkel q-modell med homogen kapital. Det vil derfor være behov for å modellere bedriftens optimeringsproblem slik at man tar hensyn til denne kapitalheterogeniteten.

4.1. Forutsetninger og definisjonslikninger

Vi ser nå på det generelle tilfellet der vi inndeler kapitalen i *n* kapitaltyper. Forutsetningene i avsnitt 1.2.2 gjelder fortsatt, der (ii), (vi) og (vii) nå gjelder for alle kapitaltypene. Vi antar at produktfunksjonen er homogen av grad én i de *n* kapitaltypene og andre variable innsatsfaktorer. Når vi undertrykker innsatsfaktoren arbeidskraft, er den betingede profittfunksjonen homogen av grad én i de *n* kapitaltypene. Dette tilsvarer forutsetning (ii) i avsnitt 1.2.2. Analogt til forutsetning (vi) i avsnitt 1.2.2 antar vi at kapitalakkumulasjonen for hvert kapitalgode er gitt ved

$$(4.1)\quad \dot{K}_i(t) = J_i(t) - \delta_i K_i(t) \qquad \forall i$$

der δ_i er depresieringsraten for kapitalgode i. Vi tillater at depresieringsraten kan variere mellom de ulike kapitalgodene.

Installasjonskostnadene kan også være av ulik betydning for de forskjellige kapitaltypene. Forutsetningene om installasjonskostnadene for homogen kapital gitt i avsnitt 1.2.2 (vii) gjelder nå for hver kapitaltype individuelt. Vi antar at installasjonskostnadene til den enkelte kapitaltypen avhenger kun av egen investeringsrate, og vi antar,

[17] Se omtalen av installasjonskostnadsfunksjonen i avsnitt 2.2 (vii).

[18] Vi skal imidlertid anta konstante relative kapitalpriser i denne analysen. Dette er en nødvendig forutsetning for at vi skal kunne skrive den totale investeringsraten som en funksjon av den gjennomsnittlige Q-verdien, da en slik omskriving krever at Hicks aggregering er gyldig.

som i tilfellet med homogen kapital, at disse partielle installasjonskostnadene pr. investert krone er konvekse og homogene av grad null i investeringsraten og kapitalbeholdningen

$$(4.2)\ G_i = G_i\left(\frac{J_i(t)}{K_i(t)}\right) \quad \forall i$$

Vi antar videre at installsjonskostnadene er additivt separable slik at de totale installasjonskostnadene er gitt ved

$$(4.3)\ C(t) = \sum_{i=!}^{n} p_i(t) J_i(t) G_i\left(\frac{J_i(t)}{K_i(t)}\right)$$

Med den kvadratiske funksjonsformen for alle kapitaltypene, kan (4.2) skrives

$$(4.4)\ G_i = \frac{\frac{\beta_i}{2}\left[\frac{J_i(t)}{K_i(t)} - \gamma_i\right]^2}{\frac{J_i(t)}{K_i(t)}} \quad \forall i$$

Vi antar konstante relative kapitalpriser slik at Hicks aggregering er gyldig. Denne forutsetningen er nødvendig for at vi skal kunne skrive de totale investeringene som en funksjon av den observerbare, gjennomsnittlige q-verdien. Vi har da at den samlede verdien av bedriftens kapital og bruttoinvesteringer er gitt ved henholdsvis

$$(4.5)\ p(t)K(t) = \sum_{i=1}^{n} p_i(t) K_i(t)$$

$$(4.6)\ p(t)J(t) = \sum_{i=1}^{n} p_i(t) J_i(t)$$

Her er p(t) ment å være en form for prisindeks som angir den gjennomsnittlige prisen på realkapital. Vi setter emisjonene lik null med samme begrunnelse som i kapittel 3.

Definisjonslikningene vil avvike noe fra tilfellet med homogen kapital. Dividende er som tidligere definert ved bedriftens kontantstrøm

$$(4.7)\ D(t) = F(K_1(t),\ldots,K_n(t)) - iB(t) - \sum_{i=1}^{n} p_i(t) J_i(t)(1+G_i) - T(t) + M(t)$$

De totale skattene bedriften betaler er summen av skatt på inntekt, skatt på tilbakeholdt utbytte og formuesskatt. Skatt på utbetalt utbytte defineres som før, men uttrykkene for inntektsskatt og formesskatt nå er gitt ved henholdsvis

$$(4.8)\ T_b(t) = \tau_b\left[F(K_1(t),\ldots,K_n(t)) - iB(t) - \sum_{i=1}^{n} p_i(t) J_i(t) G_i - \sum_{i=1}^{n} A_i(t) - R(t)\right]$$

og

$$(4.9)\ T_v(t) = v\left[\sum_{i=1}^{n} VK_i(t) - B(t)\right]$$

De n forskjellige kapitaltypene kan nå ha ulike avskrivningssatser

$$(4.10)\ A_i(t) = h_i p_i(t) J_i(t) + (1-h_i) a_i \int_{-\infty}^{t} p_i(s) J_i(s) e^{a_i(s-t)} ds \quad \forall i$$

Den bokførte verdien av kapitalen er tilsvarende gitt ved

$$(4.11)\ VK_i(t) = (1-h_i) \int_{-\infty}^{t} p_i(s) J_i(s) e^{a_i(s-t)} ds \quad \forall i$$

Vi antar en bindende gjennomsnittlig gjeldsgrad b som er lik for alle kapitaltyper

$$(4.12)\ B(t) = bp(t)K(t) \Leftrightarrow B(t) = b\sum_{i=1}^{n} p_i(t) K_i(t)$$

Bedriftens lån er bestemt ved endringen i verdien av totalkapitalen når b antas å være konstant

$$(4.13)\ M(t) = \dot{B}(t) \quad \text{der} \quad \dot{B}(t) = b\left[\frac{d}{dt}\sum_{i=1}^{n} \frac{p_i(t)}{p(t)} p(t) K_i(t)\right]$$

4.2. Investeringslikningen i det generelle tilfellet

Vi kan utlede bedriftens optimeringsproblem som tidligere. Dette er nå et dynamisk optimeringsproblem der vi har n tilstandsvariable hvor hver kapitaltype er tilordnet en partiell skyggepris. Disse utledningene er vist i appendiks B. Vi er interessert i om det eksisterer en sammenheng mellom disse n partielle skyggeprisene og den ene observerbare, gjennomsnittlige $\overline{q}$ slik at vi kan danne en implementerbar investeringsrelasjon som i tilfellene med homogen kapital. Fra førsteordensbetingelsene for bedriftens optimale tilpasning, definerer vi en skattemodifisert marginal q-verdi som et veid gjennomsnitt av de partielle skattemodifiserte q-verdiene med kapitaltypenes andel av bedriftens totale realkapital som vekter

$$(4.14)\ \overline{Q}s(t) = \frac{\frac{\theta_g\theta_b}{\theta_d\theta_c}\sum_{i=1}^{n} w_i(t) q_i(t) - 1 + b + \tau_b \sum_{i=1}^{n} w_i(t) h_i + \sum_{i=1}^{n} w_i(t)(1-h_i)(\tau_b a_i - v) z_i}{\theta_b}$$

$$\text{der } w_i(t) = \frac{p_i(t) K_i(t)}{p(t) K(t)}$$

Vi ser at avskrivningsleddene nå inngår som veide summer av de individuelle avskrivningssatsene der vektene er gitt ved kapitalens verdiandel.

Vi har i dette tilfellet n uobserverbare, marginale q-verdier, men bare én observerbar, gjennomsnittlig q-verdi definert som i (2.17). Vi har dermed et identifikasjonsproblem da vi ikke kan identifisere de n uobserverbare marginale q-verdiene utifra den ene observerbare $\overline{q}$. Men da hovedformålet med denne oppgaven er å skaffe estimater for parametrene i installasjonskostnadsfunksjonene, er vi mer interessert i om disse parametrene er identifiserbare utifra modellen. Vi skal se at ovennevnte potensielle identifikasjonsproblem ikke hindrer identifikasjon av de individuelle kostnadsparametrene. De partielle marginale q-verdiene er ikke observerbare, og følgelig er $\overline{Q}s(t)$ ikke observerbar. For å få en implementerbar investeringsrelasjon, utleder vi en sammenheng mellom den uobserverbare størrelsen $\sum_{i=1}^{n} w_i(t) q_i(t)$ og den observerbare gjennomsnittlige q-verdien som er definert ved (2.17).

$$(4.15)\ \sum_{i=1}^{n} w_i(t) q_i(t) = \frac{V(t) - ANV(t)}{p(t)K(t)}$$

Vi ser at i flerkapitaltilfellet med skatter er den gjennomsnittlige q-verdien gitt ved en veid sum av de marginale partielle q-verdiene pluss den neddiskonterte verdien av avskrivningene på investeringer foretatt tidligere over gjenanskaffelsesverdien av totalkapitalen. Selv om vi kjenner vektene, kan vi imidlertid ikke identifisere de n partielle marginale q-verdiene utifra denne observerbare, gjennomsnittlige $\overline{q}$.

Vi får dermed en total, observerbar skattemodifisert Q som er ekvivalent med den uobserverbare definert ved (4.14) under de forutsetningene som er spesifisert i utledningen for tilfellet uten skatter

$$(4.16)\ \overline{Q}s(t) = \frac{\left(\frac{V(t)-ANV(t)}{p(t)K(t)}\right)\frac{\theta_g\theta_b}{\theta_d\theta_c} - 1 + b + \tau_b\sum_{i=1}^{n} w_i(t)h_i + \sum_{i=1}^{n} w_i(t)(1-h_i)(\tau_b a_i - v)z_i}{\theta_b}$$

I appendiks B viser vi at vi kan utlede en investeringsrelasjon hvor den totale investeringsraten avhenger av denne skattemodifiserte observerbare q-variabelen. I tillegg inkluderes investeringene i de ulike kapitaltypene og kapitalandelene som forklaringsvariable

$$(4.17)\ \frac{J(t)}{K(t)} = \gamma_k + \frac{1}{\beta_k}\overline{Q}s(t) - \sum_{i=1}^{n}\left(\frac{\beta_i}{\beta_k} - 1\right)\frac{p_i(t)J_i(t)}{p(t)K(t)} + \sum_{i=1}^{n}\frac{\beta_i}{\beta_k}(\gamma_i - \gamma_k)w_i(t)$$

De konvensjonelle q-modellene som antar homogen kapital, utelater de to siste leddene i likningen over. Dette er imidlertid kun korrekt hvis man har kvadratiske og identiske installasjonskostnader slik at alle $\beta_1 = \beta_2 = \ldots = \beta_n = \beta$ og $\gamma_1 = \gamma_2 = \ldots = \gamma_n = \gamma$. Da vil disse leddene forsvinne. Vi ser da at tilfellet med homogen fremkommer som et spesialtilfelle av denne generelle modellen når $\beta_1 = \beta_2 = \ldots = \beta_n = \beta$ og $\gamma_1 = \gamma_2 = \ldots = \gamma_n = \gamma$. Når disse forutsetningene ikke er oppfylt derimot, vil de konvensjonelle q-modellene ikke være korrekt spesifiserte, men utelate relevante forklaringsvariable.

Et annet spesialtilfelle av den generelle modellen er flerkapitaltilfellet uten skatter. Investeringsrelasjonen er den samme som i flerkapitaltilfellet med skatter, men vi erstatter den skattemodifiserte Q-variabelen med den observerbare $Q = \overline{q} - 1$. Q-variabelen er den samme som i tilfellet med homogen kapital uten skatter. Utledninger og bevis for dette spesialtilfellet finnes i appendiks B, avsnitt B.6.

5. Empiriske resultater

Vi ønsker å teste den neoklassiske investeringsteorien vi har presentert i teoridelen på data for norske industribedrifter. Vi ser på to datasett der det ene omfatter børsnoterte selskaper i perioden 1980-1992, og det andre er hentet fra Norges Offisielle Statistikk (NOS) og omfatter industribedrifter i perioden 1977-1991.[19]

5.1. Økonometrisk spesifikasjon

Vi omformer de teoretisk utledede investeringslikningene til økonometriske likninger. Dette innebærer at vi omskriver dem til diskret tid og konstruerer de empiriske variable. Vi viser til appendiks D for nærmere informasjon om konstruksjonen av variablene. For å få en økonometrisk likning, må vi også supplere med restleddsforutsetninger.

5.1.1. Økonometriske forutsetninger

Dersom modellen er korrekt spesifisert, vil restleddet kun inneholde tilfeldige stokastiske element. Det er da naturlig å forutsette

(i) e_t er et hvit støy-restledd. Dette innebærer at e_t er identisk og uavhengig fordelt $e_t \sim \text{iid}(0,\sigma^2)$. Denne kompakte fremstillingen inneholder to forutsetninger
   a) Ingen autokorrelasjon d.v.s. restledd i de ulike perioder er ikke korrelert med hverandre
   b) Homoskedastiske restledd d.v.s. restledd i alle perioder har den samme varians

(ii) Restleddene er normalfordelte $e_t \sim \text{iiN}(0,\sigma^2)$. Vi kan da gjennomføre tester og danne konfidensintervall selv i små sample som vårt.

(iii) De makroøkonomiske tidsseriene for kapital og investeringer vil antakelig ikke være stasjonære. Sterk stasjonaritet krever at sannsynlighetsfordelingen til variabelen "holder seg i ro" over tiden. Sterk stasjonaritet impliserer svak stasjonaritet som kun krever konstante første- og annenordens momenter, d.v.s. konstant forventning og varians og at kovariansen mellom to observasjoner kun avhenger av tidsavstanden mellom observasjonene og ikke av den absolutte tiden. Det er da mer rimelig å anta at investeringsratene er stasjonære. Likeledes antar vi at Q-variablene er svakt stasjonære.

5.1.2. Estimeringsmetode[20]

Homogen kapital

Investeringslikningen i den enkle modellen med homogen kapital uten skatter, kan skrives

$$(5.1)\quad I_t = \gamma + \frac{1}{\beta} Q_t + e_t$$

Der I er investeringsraten J/K.

[19] Se appendiks C for nærmere omtale av datamaterialet.
[20] Til estimeringen har vi benyttet programmet Microfit 3.0.

Slik vi har konstruert Q, er den predeterminert og vil følgelig være ukorrelert med restleddet under forutsetningene i 5.1.1. Så lenge restleddet og høyresidevariablene er ukorrelerte, vil Ordinary Least Squares (OLS) estimatorene være konsistente og asymptotisk normalfordelte. OLS vil være asymptotisk effisient, men mister small sample egenskapene. OLS ignorerer den ikke-lineære koeffisientrestriksjonen slik at vi får estimert $b = \frac{1}{\beta}$.

Vi er imidlertid interessert i strukturparameteren β som angir styrken på installasjonskostnadene. Ved Slutsky's teorem som sier at sannsynlighetsgrensen til en funksjon er funksjonen av sannsynlighetsgrensen plim[f(x)]=f(plim[x]), har vi at β vil estimeres konsistent ved formelen

$$(5.2)\ \hat{\beta} = \frac{1}{\hat{b}}$$

når b er konsistent estimert. Alternativt kunne vi estimere ved Nonlinear Least Squares (NLS) som tar hensyn til det ikke-lineære problemet å minimere residualt standardavvik m.h.p. β direkte.

Dersom man har tendenser til autokorrelasjon i residualene, kan egenskapene til OLS ødelegges. Autokorrelasjon i restleddene kan skyldes netto effekt av utelatte variable som viser autokorrelasjon, feilspesifikasjon av modellen og målefeil i variablene. I denne enkle modellen er det rimelig å forvente autokorrelasjon i restleddene som følge av alle tre punktene. Det er nærliggende å vente at utelatte variable i form av investeringsrater i de forskjellige kapitaltypene, er korrelert med Q. Dermed vil Q være korrelert med restleddet, og OLS vil være en inkonsistent estimator. Da vi har tidsseriedata, vil generelt også de utelatte variable ofte vise autokorrelsjon. Dersom vi har autokorrelasjon i restleddet, vil ikke nødvendigvis den predeterminerte Q-variabelen og restleddet være ukorrelerte, og OLS vil igjen gi inkonsistente estimater. Tendenser til autokorrelasjon i modellen er derfor en viktig indikator på at modellen er feilspesifisert, og OLS estimatene må tolkes med forsiktighet p.g.a. inkonsistens. Da resultatene for den enkle modellen viser tegn til autokorrelsjon, modellerer vi et AR(1) restledd for å se om dette fanger opp autokorrelasjonen og estimerer ved Exact Maximum Likelihood (ML). ML-estimering er asymptotisk effisient, men man har ikke like god kjennskap til small sample egenskapene.

Investeringslikningen i tilfellet med skatter er sammenfallende med (5.1) der vi erstatter Q med den skattemodifiserte størrelsen. Diskusjonen om valg av estimeringsmetode er derfor den samme.

Tendensen til autokorrelasjon i modellene med homogen kapital, kan tyde på misspesifikasjon. Spesielt da autokorrelasjonen vedblir i noen grad ved ad hoc dynamisering av modellen og ved inkludering av skatter. Chirinko (1993b) retter oppmerksomheten mot den viktige underliggende forutsetningen om homogen kapital.[21]

Flere kapitaltyper

Investeringslikningen i flerkapitaltilfellet er gitt ved

$$(5.3)\ I_t = \gamma_k + \frac{1}{\beta_k} Q_t - \sum_{i \neq k} \left(\frac{\beta_i}{\beta_k} - 1 \right) I i_t + \sum_{i \neq k} \left(\frac{\beta_i}{\beta_k} \gamma_i - \gamma_k \right) W i_{t-1} + e_t$$

der Ii er de individuelle investeringsratene og Wi er de tilsvarende kapitalandelene. I teorikapitlet har vi sett på det generelle tilfellet med *n* kapitaltyper. Hvilke kapitaltyper man i praksis deler realkapitalen inn i, avhenger av tilgjengelig data. Vi antydet i kapittel 4 at i flerkapitaltilfellet kan investeringsrelasjonen skrives på mange måter. Vi eliminerte skrivemåter som førte til at Q var den avhengige variabelen med investeringene som høyresidevariable da kausalitetsforholdet går motsatt vei ifølge teorien. En ulempe ved denne normeringen er imidlertid de ikke-lineære koeffisientrestriksjonene. En annen ulempe er at denne normeringen ikke tillater at $\beta_k = 0$.

Ved valg av estimeringsmetode må vi nå ta hensyn til at vi har endogene høyresidevariable ved at de individuelle investeringsratene inngår som regressorer. OLS vil dermed gi inkonsistente estimater. Et nærliggende alternativ

[21] Forutsetningen om homogen kapital er riktignok vanlig i investeringsteori og i følge Wildasin(1984) er den ikke mer problematisk for q-teori enn annen teori.

er metoden med instrumentvariable (IV). Denne går ut på å finne instrumenter for de endogene høyresidevariablene som oppfyller de følgende to krav

(i) De er ukorrelerte med restleddet.
(ii) De er korrelerte med de endogene høyresidevariablene de er instrumenter for.

Mulige instrumenter for investeringsratene er laggede verdier for investeringsratene, laggede Q-verdier, kapitalbeholdningen i forrige periode, ulike skatte- og avskrivningssatser, forskjellige lineære kombinasjoner av et utvalg eller alle instrumentvariablene. IV-estimatoren er konsistent, men generelt ikke effisient under forutsetningene (i) og (ii). IV vil imidlertid være "mer effisient" jo sterkere korrelasjon det er mellom instrumentene og høyresidevariablene. Vi har følgelig uendelig mange mulige IV-estimatorer som alle er konsistene når de to kravene over er tilfredstilt. Vi ser på to instrumentsett og velger det som viser sterkest korrelasjon med høyresidevariablene. Da instrumentsettene viste dårlig korrelasjon med høyresidevariablene, estimerte vi også ved OLS. Da IV i utgangspunktet kun er konsistent slik at man kan ha betydelige skjevheter i små sample, vil det kanskje ikke være så mye å hente ved IV-estimering når instrumentene er dårlige og samplet lite.

Investeringsrelasjonen i flerkapitaltilfellet med skatter, tilsvarer den gitt i flerkapitaltilfellet uten skatter med det forbehold at vi nå erstatter Q med den skattemodifiserte Q-variabelen i flerkapitaltilfellet.

5.2. Resultater[22]

5.2.1. Homogen kapital uten skatter

Den enkle modellen hadde dårlig forklaringskraft både for børsnoterte bedrifter og for bedriftene i NOS-datasettet.

For de børsnoterte bedriftene forklarte modellen lite av variasjonen i investeringene, og Q-variabelen var ikke signifikant. β ble estimert til -23,635, men dette estimatet er svært usikkert. Videre viste modellen tendens til positiv autokorrelasjon av første orden ved en lav Durbin Watson observator på 1,2695. Vi estimerte modellen under antagelse om AR(1) restledd. Dette ga noe bedre resultater og en D.W. lik 1,6658. β ble her estimert til 7,803.[23]

I NOS-datasettet fikk vi tilsvarende dårlige resultater for modellen med homogen kapital uten skatter.[24] Estimatene for β varierte mellom -40,26 og 173,04 for de forskjellige næringene på tresiffer-nivå. Modellen ga best resultater for næringene 321, 322, 331, 356 og 383. (Næringsdefinisjonene finnes i appendiks C.) For disse næringene var Q signifikant og D.W. observatorene lå i overkant av to. Her ble β positiv, men mindre enn 10 for alle næringene unntatt næring 356 hvor β ble estimert til -26,332. På tosiffer-nivå fikk vi best resultater for næringene 31 og 32. Her ble β estimert til rundt fire i begge næringene. Det er vanskelig å forklare hvorfor teorien bedre forklarer investeringsadferden i visse næringer fremfor andre uten tilgang til mer næringsspesifikk informasjon. En mulig forklaring er de ulike næringene er beheftet med ulik grad av støy i data. Regnskaps-og industristatistikken inneholder også eneeierforetak. Da investeringsteorien presentert i oppgaven gjelder aksjeselskaper, vil eksistensen av slike selvstendig næringsdrivende representere støy i datamaterialet. Vi kan da tenke oss at dette problemet er større for visse næringer enn andre og at dette kan bidra til å forklare de varierende resultatene.

For industrien totalt hadde vi lavere forklart variasjon og lav D.W., men Q-variabelen var signifikant på fem prosent signifikansnivå, og β ble estimert til 44,871.[25]

5.2.2. Homogen kapital med skatter

Resultatene fra børsdatasettet tyder på at det å trekke skattene inn i analysen ikke forbedrer forklaringskraften til den enkle investeringsmodellen. D.W. observatoren steg imidlertid, hvilket kan tyde på at utelatte skatte- og

[22] Tabeller med resultater fra estimeringen er plassert i appendiks E.
[23] Se tabell 1 i appendiks E.
[24] Se tabell 8 i appendiks E.
[25] Se tabell 9 i appendiks E for de aggregerte resultatene for den enkle modellen.

avskrivningsvariable i noen grad kan være årsak til den observerte autokorrelasjonen i modellen uten skatter. Nå ble β estimert til -68,611, men estimatet er svært upresist.

I NOS-datasettet kommer vi frem til den samme konklusjon. Å trekke inn skattene gir dårligere resultater for alle næringer med unntak av 324, 352, 354 og 390. For 352 og 354 ble Q-variabelen nå signifikant, men endringen i de estimerte installasjonskostnadene var liten. På tosiffer-nivå var Q-variabelen signifikant kun for næringene 32 og 36. I tilfellet uten skatter var den signifikant for 32, 33, 34, 38 og 3 på fem prosent signifikansnivå. For industrien totalt var nå Q-variabelen ikke signifikant, og β ble estimert til 158,642.

Vi testet disse to modellene mot hverandre ved en "non-nested" test. Aikake's informasjonskriterium for valg mellom ikke-nestede modeller favoriserte den enkle modellen uten skatter i børsdatasettet og for industrien totalt og alle næringer på tosiffer-nivå unntatt 32, 35 og 36 i NOS-datasettet. Dette tyder på at den dårlige forklaringskraften til den enkle modellen ikke (alene) skyldes at skattene er utelatt fra modellen. Resultatet impliserer at skattene ikke er av avgjørende betydning for bedriftens optimale tilpasning av investeringene.

5.2.3. Flere kapitaltyper med skatter

Når vi utvidet modellen med homogen kapital til å ta hensyn til kapitalheterogeniteten, steg modellens forklaringsstyrke betraktelig. Nullhypotesen om at alle høyresidevariable unntatt konstantleddet er uten påvirkning på investeringsraten, ble forkastet for stort sett alle likningene vi estimerte.

I børsdata har vi estimert ved OLS og IV med to forskjellige instrumentsett og vi har forsøkt med normering ved de fire kapitaltypene. Normering ved skip ga best resultater i form av minst estimert standardavvik, og videre viste OLS å gi bedre resultater enn IV. Resultatene varierte imidlertid mye avhengig av normering og estimeringsmetode. Vi fikk imidlertid en tendens til at installasjonskostnadene for investering i skip var større enn for investering i de andre kapitaltypene. Gruppene maskiner og diverse anleggsmidler hadde relativt små installasjonskostnader, mens installasjonskostnadene for bygninger ble negative. Dette strider kanskje mot hva vi apriori ville vente da det virker rimelig at investeringer i bygninger medfører store installasjonskostnader. Videre steg D.W. til rundt tre hvilket kan tyde på at den observerte positive autokorrelasjonen i modellene med homogen kapital i stor grad skyldes utelatte forklaringsvariable i form av partielle investeringsrater og kapitalandeler.

For børsdata beregnet vi de gjennomsnittlige installasjonskostnadene der de ulike investeringenes andel av de totale investeringene ble brukt som vekter. Ved normering ved skip fikk vi i tilfellet med skatter de gjennomsnittlige installasjonskostnadene estimert til mellom null og 10 avhengig av estimeringsmetode og årgang. Dette skulle kanskje være et bedre anslag enn estimatet fra modellen med homogen kapital, og det tyder på at de gjennomsnittlige installasjonskostnadene er forholdsvis beskjedne.

Også i NOS-datasettet hadde flerkapitalmodellen økt forklaringsstyrke. Her normerte vi ved transportmidler da denne normeringen ga best resultater i form av minst estimert standardavvik i en prøveestimering på et lite utvalg næringer. Vi fikk en tendens til at investering i transportmidler hadde høye installasjonskostnader, mens installasjonskostnadene ved investering i bygninger ble overveiende negative. Resultatene varierer imidlertid mye mellom de ulike næringene. For industrinæringen totalt fikk vi installasjonskostnadene i transportmidler, maskiner og bygninger estimert til henholdsvis 1583,782, -80,139 og 29,157 ved OLS mens de tilsvarende parametrene ble -64226,08, 13859,99 og -9669,236 ved IV. Dette er resultater uten økonomisk mening og tyder på at resultatene er svært upresise og at modellen har lav forklaringsstyrke for vårt datamateriale.

I tabell 18 i appendiks E har vi resultater fra testing av de forskjellige modellene mot hverandre. Modellen med homogen kapital ble forkastet til fordel for flerkapitalmodellen både i tilfellet med skatter og tilfellet uten. Til sist testet vi flerkapitamodellen uten skatter mot flerkapitalmodellen med skatter. Testen favoriserte modellen uten skatter for næringene 31, 32, 33, 35, 36, 38, 3.

5.3. Kritikk og mulige utvidelser

De tildels dårlige empiriske resultatene behøver ikke føre til forkastning av investeringsteorien bak modellene. Vi ser her på kritikk av datamaterialet og den empiriske implementeringen i oppgaven.

5.3.1. Kritikk av datamaterialet[26]

I begge datasettene er tidsseriene forholdsvis korte slik at vi får små sample å estimere på. Med få observasjoner og mange parametre som skal estimeres, gir dette få frihetsgrader og upresise estimater. Dette er spesielt viktig når estimatorene kun har optimale asymptotiske egenskaper. Vi kan derfor ha betydelige skjevheter i små sample.

I NOS-datasettet har vi støy i form av problemer med koblingen av data fra industri-og regnskapsstatistikken. Videre inneholder datasettet også selvstendig næringsdrivende selv om teorien kun gjelder aksjeselskaper.

Teorien gjelder en representativ bedrift. Da vi har imidlertid aggregerte tall, normerer vi disse ved å dele på antall selskaper i børsdatasettet og antall sysselsatte i NOS-datasettet. For å unngå problemer med aggregeringen, kunne vi alternativt estimert på bedriftsnivå og benyttet paneldata.

Det er vanskelig å finne gode tall for investeringene og markedsverdien av realkapitalen. Videre må vi i NOS-datasettet beregne markedsverdien av bedriften. I utregningen av de variable antar vi statiske forventninger og en konstant rente. Dette innebærer at skatteendringer kommer overraskende på bedriften. Denne statiske tankegangen er vanlig selv i litteratur som bygger på rasjonelle forventninger, men kanskje noe uheldig i vårt tilfelle hvor vi har en forhåndsannonsert skattereform i 1992 som trolig vil påvirke bedriftenes investeringsadferd også i de foregående år. De tilnærmingene vi benytter i utregningen av de variable gjør det rimelig å anta at vi kan ha tildels betydelige målefeil i variabelene. En indikator på dette er at vi hovedsakelig observerer negative Q-verdier hvilket etter teorien innebærer at det ikke er lønnsomt å investere.

5.3.2. Kritikk av Tobin q metoden

Tobin q modeller har ifølge Chirinko (1993a) tidligere vist å gi dårlige empiriske resulater. Ved å inkludere andre variable i likningen som f.eks. nødvendig arbeidsinnsats, etterspørsel etter andre faktorer, totalproduksjon og likviditetsvariable, gir modellen bedre resultater. Dette tyder på at q-variabelen ikke inneholder all relevant informasjon for investeringsbeslutningen slik teorien impliserer. Frode Johansen (1994) kritiserer Tobin q modeller for å kunne introdusere forventningsskjevheter i estimatorene fordi man approksimerer den uobserverbare marginale q med den observerbare gjennomsnittlige q. Problemer knyttet til denne approksimeringen kan også forklare eksistensen av signifikante variable som etter teorien er irrelevante. I praksis vil ikke nødvendigvis de forutsetningene som rettferdiggjør denne approksimeringen være oppfylt. Selv når disse forutsetningene er tilfredstilt, kan man ha målefeil i den gjennomsnittlige q p.g.a. "investor sentiment". "Investor sentiment", som reflekterer volatilitet og spekulative bobler i aksjemarkedet, skaper et avvik mellom markedsverdien og den "fundamentale" verdien til bedriften. Dette medfører et problem i q modellene dersom investeringsbeslutningen er basert på den "fundamentale" verdien.[27] Man har ikke tilstrekkelig empiriske resultater til å fastslå effekten av slike potensielle målefeil.

En alternativ fremgangsmåte til q modellene er metoden med Eulerlikninger. Her innfører man rasjonelle forventninger direkte på førsteordensbetingelsene. Hvis agentene har rasjonelle forventninger, handler de som om de kjenner strukturen til hele modellen (aksiomet om korrekt spesifikasjon). Forventningene er forventningsrette og forventningsfeilene er ukorrelerte med hverandre og informasjonssettet som er brukt til å danne forventningen. Man kan følgelig modellere rasjonelle forventninger ved å føye til et iid-restledd som inneholder all ny økonomisk informasjon i den siste perioden og som er ortogonal med alle variable som er inkludert i informasjonssettet, og vi får en estimerbar økonometrisk likning der restleddsspesifikasjonen har en teoretisk begrunnelse. Eulermetoden reduserer således problemet med uobserverbare forventninger til én-periode-frem-i-tiden-prediksjoner, og man "slipper" å modellere en uendelig horisont. Chirinko (1993a) hevder at estimering ved Eulerlikninger generelt har vist seg å ha mer suksess enn de to andre metodene. Han mener dette kan skyldes at totalproduksjonen opptrer i modellen. For å få en teoretisk begrunnelse for å inkludere totalproduksjonen i q modellen, må man eventuelt anta monopolistisk konkurranse i produktmarkedet. Hensynet til en eventuell ufullstendig spesifisert modell har også mindre betydning i følge Chirinko (1993a). Dette skyldes at metoden baserer seg på et utdrag av informasjonen om bedriftens optimeringsproblem. Man benytter kun marginalbetingelsen for kapital, ikke de andre førsteordensbetingelsene. Dette som i utgangspunktet er en begrensning, kan være en fordel dersom spesifiseringen av de andre likningene er usikker og beheftet med spesifikasjonsfeil.

[26] Se appendiks C og D for nærmere omtale av datasettene og beregningen av variablene.
[27] Dette problemet gjelder børsdatasettet.

Den relative suksessen til Eulermetoden kan muligens skyldes at metoden kun utnytter deler av informasjonen fra bedriftens optimeringsproblem. Dette er en måte å gi seg selv frihetsgrader i estimeringen. Tobin q-variabelen som inneholder all relevant informasjon for bedriftens investeringsbeslutning, gir kanskje en sterkere test av teorien.

En tredje metode går ut på å predikere direkte de ukjente forventningsvariable ved å anta en spesifikk stokastisk prosess for variabelen. En enkel slik prosess kunne være en AR(1)-prosess der X er den ukjente forventnings-variabelen. Vi antar at X følger

(5.4) $X_t = bX_{t-1} + e_t$

der e_t er et hvit støy-restledd der $E(e_t)=0 \ \forall t$. Vi har da

(5.5) $E_{t-1}(X_t) = bX_{t-1}$

Ved suksessive innsettinger får vi forventningene for alle de fremtidige størrelsene ved formelen

(5.6) $E_{t-1}(X_{t+s}) = b^{s+1} X_{t-1}$

Dette er et meget enkelt eksempel, men metoden er fleksibel og man kan modellere mange forskjellige kompliserte stokastiske prosesser. Den spesifikke stokastiske modellformuleringen er imidlertid ad hoc da den ikke utledes fra teori, men prøves ut på grunnlag av data. Metoden er også gjenstand for Lucaskritikken ved at prediksjonslikningene kun vil være nyttige dersom forholdet mellom tidligere og fremtidige variable er konstant ved endringer i politiske virkemidler det vil i dette tilfellet si dersom b er invariant overfor endringer i politikken.

5.3.3. Kritikk av estimeringsmetoden

I flerkapitaltilfellet har vi valgt å normere ved investeringene i et kapitalgode. I en mer omfattende analyse kunne vi vurdert alternative fremstillinger av investeringslikningen i flerkapitaltilfellet. Vi har estimert ved IV-metoden p.g.a. endogene høyresidevariable. Vårt sett instrumentvariable viste imidlertid dårlig korrelasjon med høyreside-variablene i likningen slik at IV antakelig bidrar ytterligere til usikkerheten ved estimatene. Med denne begrun-nelsen valgte vi å estimere ved OLS selv om OLS er inkonsistent i flerkapitaltilfellet. En annen utvei kunne være å legge mer arbeid i å finne et bedre sett med instrumentvariable. Vi ønsker den mest effisiente IV-estimatoren utifra det kriteriet at den minimerer estimatorens MSE. Vi kunne da estimert ved 2SLS som velger den vektoren med instrumentvariable som maksimerer den empiriske korrelasjonen med de endogene høyresidevariablene.

Vi har antatt at de variable som inngår i likningene er stasjonære. Det kunne være interessant å teste for denne stasjonaritetsantagelsen ved Dickey-Fuller-tester. Dersom stasjonaritetsantagelsen forkastes, kunne vi undersøke om de variable er kointegrerte og eventuelt estimert en enkel kointegrasjonsmodell for investeringene.

5.4. Noen andre empiriske undersøkelser

Vi refererer her noen få andre empiriske undersøkelser.

5.4.1. Utenlandske undersøkelser

Summers (1981)

Summers estimerer q modeller med homogen kapital på data for industri-investeringer i USA. Hans formål er å undersøke effekten av å trekke skattene inn i analysen. Han estimerer på to datasett der det første omfatter data i perioden 1932-1978, og det andre omfatter investeringer etter den annen verdenskrig (1948-1978). De empiriske resultatene er presentert i tabell 1.

Vi ser at Summers har enda lavere D.W. observatorer enn det vi fant i tilfellene med homogen kapital. Dette er et vanlig problem ved de enkle q modellene. Summers konkluderer med at den skattemodifiserte Q-variabelen bedre forklarer de totale investeringene. Han får estimert en høyere β når han tar hensyn til skattene. I vår undersøkelse fikk vi det noe overraskende resultatet at skattene ikke hadde signifikant betydning for investeringsmodellene.

Tabell 1:

Modell	β	p-verdi	D.W.
Homogen kapital uten skatter 1932-1978	-26,316	0,019	0,29
Homogen kapital med skatter 1932-1978	38,462	0,007	0,21
Homogen kapital uten skatter 1948-1978	40,0	0,009	0,92
Homogen kapital med skatter 1948-1978	111,111	0,003	0,73

Hayashi (1982)
Hayashi estimerer en q modell med homogen kapital med skatter der han ønsker å få et anslag på hvor stor andel av den totale investeringsraten som kan forklares ved den skattejusterte q-variabelen. Han benytter data for industrisektoren i USA i perioden 1952-1976. Hayashi får en koeffisient foran den skattemodifiserte q-variabelen lik 0,0423 med standardavvik lik 0,00912. Dette tilsvarer en installasjonskostnadsparameter estimert lik 23,641. Hayashi fikk R^2 lik 0,46 og en svært lav D.W lik 0,43 noe som sterkt indikerer positiv autokorrelasjon av første orden.

Chirinko (1993b)
Chirinko fokuserer på forutsetningen om homogen kapital som årsak til q modellenes dårlige empiriske resultater. Han estimerer en flerkapitalmodell på årsdata for bedriftsinvesteringer i perioden 1950-1978. Han ser på kapitaltypene maskiner og bygninger. Han estimerer ved en ikke-lineær instrumentvariabelmetode på tre ulike instrumentsett og finner at de estimerte installasjonskostnadsparametrene varierer med valg av normering og instrumentsett. Han får overveiende høye anslag for installasjonskostnadene som varierer mellom 40 og 150 avhengig av normering og instrumentsett. Chirinko trekker deretter inn innsatsfaktorene lager, arbeidskraft og forskning-og utviklingsutgifter (R&D). Han finner at installasjonskostnadene til lagerinvesteringene er negative. Ved å inkludere R&D blir installasjonskostnadene for maskiner ikke signifikante p.g.a. multikollinaritet. I modellen med alle fem innsatsfaktorene er det ingen indikasjon på misspesifikasjon, og installasjonskostnadene for bygninger og R&D er signifikante og relativt høye. Installasjonskostnadene for maskiner og lager er ikke signifikante. Chirinko konkluderer med å forkaste modellen med homogen kapital. Videre argumenterer han for at i datasett med få kapitaltyper, bør man normalisere ved Q-variabelen. Denne normeringen gir lavere estimerte installasjonskostnader. Vi kommer frem til samme resultat som Chirinko m.h.t. betydningen av å ta hensyn til kapitalheterogeniteten.

5.4.2. Norske undersøkelser
Det er foretatt få undersøkelser for å tallfeste installasjonskostnadene i norske industribedrifter.

Johansen (1994)
Johansen benytter metoden med Eulerlikninger på paneldata for norske industribedrifter for perioden 1977-1990. Formålet hans er å undersøke eksistensen og betydningen av imperfeksjoner i kapitalmarkedet innenfor en modell for bedriftsinvesteringer med konvekse, kvadratiske installasjonskostnader. Johansen ser kun på tilfellet med homogen kapital uten skatter. Han anfører flere årsaker til at det er en kile mellom intern og ekstern finansiering, og han modellerer den finansielle skranken ved å anta at en bedrifts finansieringskostnader er en stigende funksjon av gjeldsandelen. Johansen finner at installasjonskostnadene er svært små, tilnærmet lik null, sammenlignet med undersøkelsene referert over. Dette kan skyldes at gjeldsandelen tar opp i seg forklaringen. Johansen benytter samme datamateriale som i vårt NOS-datasett. Han estimerer imidlertid på bedriftsnivå ved å anvende paneldata. Hans konklusjoner bekrefter derfor våre funn om at installasjonskostandene er relativt små i norske industribedrifter.

Nilsen (1993)
Nilsen benytter q modeller i en empirisk studie på paneldata for norske børsnoterte bedrifters investeringer i perioden 1983-1989. Han ønsker å avdekke noen av de imperfeksjoner som eventuelt eksisterer i kapitalmarkedene. Nilsen mangler eksplisitt diskusjon av installasjonskostnader, og han knytter ikke investeringenes "ufølsomhet" overfor endringer i aksjekursen direkte til installasjonskostnader, men har en mer generell tolkning av denne tregheten. Han ser kun på tilfellet med homogen kapital og estimerer en rekke forskjellige modeller der han også inkluderer andre variable enn q-variabelen. Han beregner imidlertid ikke en skattemodifisert q. Med en installasjonskostnadstolkning av hans resultater, varierer styrken av installasjonskostnadene med modell-

formuleringen. Avhengig av modellvalg, varierer installasjonskostnadene fra små, negative estimater til høye, positive anslag. Hans basismodell tilsvarer vår enkle modell med homogen kapital uten skatter der han i tillegg inkluderer en likviditetsvariabel gitt ved bokført kontantstrøm skalert med gjenanskaffelsesverdien av anleggsmidlene. I denne modellen estimeres koeffisienten foran Q til 0,02 med en t-verdi på 2,038. Med installasjonskostnadstolkningen tilsvarer dette en estimert β lik 50. Koeffisienten foran likviditesvariabelen er 0,376. Nilsen finner derfor høyere installasjonskostnader enn vi fant i den enkle modellen på børsdatasettet.

5.5. Oppsummering og konklusjoner

Vi har i dette arbeidet testet neoklassisk investeringsteori med installasjonskostnader på data for norske industribedrifter. I teoridelen har vi utledet investeringslikninger fra den optimale tilpasningen til en representativ bedrift. Vi tar utgangspunkt i en enkel modell med homogen kapital uten skatter og ser på utvidelser ved å trekke inn skatter og ta hensyn til kapitalheterogeniteten. Vi benytter q modeller til å omforme de teoretiske investeringslikningene til økonomterisk implementerbare likninger. Vi har to datasett, der det ene omfatter data for børsnoterte bedrifter og det andre er hentet fra industri- og regnskapsstatistikken i Norges Offisielle Statistikk. Konklusjonene i de to datasettene er stort sett sammenfallende.

Vi finner at den enkle modellen med homogen kapital uten skatter forklarer forholdsvis dårlig den norske investeringsadferden. Vi har imidlertid liten tendens til autokorrelasjon i forhold til hva som er vanlig for denne typen modeller.

Modellens forklaringskraft blir ikke forbedret ved å trekke inn skattene. Dette er et overraskende resultat da man skulle forvente at en bedrift som tilpasser investeringene etter et dynamisk optimeringsproblem også vil ta hensyn til skatter. En forklaring på dette resultatet kan være at skattene er lagt inn galt i modellen. En annen forklaring er at modellen med skatter gir en bedre test av modellen slik at de svake resulatetene til modellen med skatt bedre reflekterer modellens kvalitet. Dette impliserer at den enkle modellen uten skatt er spurious. Summers (1981) nevner at sjokk i installasjonsteknologien kan introdusere spurious korrelasjon mellom q-variabelen og investeringene.

Derimot finner vi at flerkapitalmodellene gir klart bedre resultater enn modellene med homogen kapital. Dette impliserer at installasjonskostnadene varierer mellom de forskjellige kapitaltypene, og man bør ta hensyn til dette når man skal forklare bedriftens tilpasning av realkapitalen.

Innenfor NOS-datasettet varierer resultatene mye mellom de ulike næringene. Det er imidlertid vanskelig å forklare denne variasjonen uten tilgang til mer næringsspesifikk informasjon. Variasjonene kan f.eks. skyldes at næringene i ulik grad har innslag av eneeierforetak hvor teorien ikke er gyldig, eller at man av andre årsaker har ulik grad av målefeil i variablene.

Vi finner at installasjonskostnadene er overveiende små. I flere tilfeller får vi også negative estimater som ikke har noen meningsfull økonomisk tolkning. Dette tyder på at det er tildels stor usikkerhet knyttet til koeffisientestimatene.

I børsdatasettet finner vi at installasjonskostnadene er mindre for kapitaltypene maskiner, inventar, transportmidler o.l. og diverse anleggsmidler enn for gruppen skip, fly o.l. For gruppen bygninger, anlegg under utførelse og diverse fast eiendom, får vi et negativt estimat for installasjonskostnadene. I NOS-datasettet finner vi at installasjonskostnadene er høyere for transportmidler enn for maskiner og bygninger.[28] Disse resultatene er noe overraskende da vi ville vente høyere installasjonskostnader for bygninger og maskiner enn for transportmidler. Nye bygninger vil medføre store fysiske flyttekostnader, og det synes f.eks. rimelig å vente at investering i PC'er vil medføre betydelig opplæringskostnader før man får fullt utbytte av investeringene. Uten mer spesifikk informasjon om hvor stor andel de ulike kapitalvarene utgjør i hver kapitalgruppe, hva slags transportmidler som dominerer o.s.v., er det imidlertid vanskelig å forklare disse resulatene nærmere.

[28] Gruppen transportmidler inneholder her skip for næringene 311, 341, 369, 382, 383 og 384. I de andre næringene har vi sett bort ifra skip. Se appendiks C avsnitt C.2.

Som nevnt over, er resultatene fra vår undersøkelse upresise. Dette skyldes kanskje i første rekke at vi har et lite sample. Spesielt i flerkapitalmodellen er dette et viktig moment da det gir svært få frihetsgrader i estimeringen. Videre er IV estimatoren i flerkapitalmodellen kun konsistent, d.v.s. asymptotisk forventningsrett. Vi kan derfor vente betydelige forventningsskjevheter i vårt lille sample. Dette forsterkes av at instrumentsettet viser tildels liten korrelasjon med de instrumenterte variable. Dermed vinner vi kanskje ikke så mye ved å estimere med IV, og med denne begrunnelsen rapporterer vi også OLS estimatene, som vi vet fra teorien er inkonsistente. Flerkapitalmodellen vil videre ha problemer med multikollinaritet som også vil føre til mer upresise estimater. Spesielt i flerkapitalmodellen bør derfor resultatene tolkes med forsiktighet.

Innsats for å bedre datamaterialet og konstruksjonen av de variable samt å skaffe mer næringsspesifikk informasjon, vil kunne gi mer slagkraftige konklusjoner. Med ovennevnte forbehold gir vår undersøkelse liten støtte til den neoklassiske teorien. En klar konklusjon vi imidlertid trekker fra datamaterialet er at det er viktig å ta hensyn til kapitalheterogeniteten i den videre teoriutviklingen.

Appendiks A. Utregninger i tilfellet med homogen kapital med skatt

A.1. Utledning av bedriftens maksimand

Vi tar nå utgangspunkt i definisjonslikningene gitt i kapittel 3. Ved innsetting kan da de totale skattene skrives som

$$(A.1)\quad T(t) = \tau_b\left[F(K(t)) - iB(t) - A(t) - p(t)J(t)G\left(\frac{J(t)}{K(t)}\right)\right] + \left(\frac{\theta_b}{\theta_c} - 1\right)D(t) + v\big(VK(t) - B(t)\big)$$

Vi setter inn for de totale skattene i uttrykket for dividende og forenkler

$$(A.2)\quad D(t) = \frac{\theta_c}{\theta_b}\left\{\theta_b\left[F(K(t)) - iB(t) - p(t)J(t)G\left(\frac{J(t)}{K(t)}\right)\right] + \big[M(t) - p(t)J(t) + \tau_b A(t) - v\big(VK(t) - B(t)\big)\big]\right\}$$

Bedriftens markedsverdi kan dermed skrives

$$(A.3)\quad V(0) = \int_0^\infty \left\{\frac{\theta_d\theta_c}{\theta_g\theta_b}\left[\theta_b\left[F(K(t)) - ibp(t)K(t) - p(t)J(t)G\left(\frac{J(t)}{K(t)}\right)\right] - p(t)J(t)\right.\right.$$
$$+ b\left[\dot{p}(t)K(t) + p(t)\big(J(t) - \delta K(t)\big)\right]$$
$$+ \tau_b h p(t)J(t) + vbp(t)K(t)$$
$$\left.\left. + (1-h)(\tau_b a - v)\int_{-\infty}^{t} p(s)J(s)e^{a(s-t)}ds\right]\right\} e^{-\int_0^t r(u)du}\, dt$$

Vi ser på integralet i den nederste linjen i uttrykket

$$(A.4)\quad X(0) = \int_0^\infty \frac{\theta_d\theta_c}{\theta_g\theta_b}\varphi\left[\int_{-\infty}^{t} p(s)J(s)e^{a(s-t)}ds\right] e^{-\int_0^t r(u)du}\, dt$$

der

$$(A.5)\quad \varphi = (1-h)(\tau_b a - v)$$

Det indre integralet i X(0) kan splittes opp i henhold til vanlige regneregler for integraler.

$$(A.6)\quad X(0) = \int_0^\infty \frac{\theta_d\theta_c}{\theta_g\theta_b}\varphi\left[\int_{-\infty}^{0} p(s)J(s)e^{a(s-t)}ds + \int_0^t p(s)J(s)e^{a(s-t)}ds\right] e^{-\int_0^t r(u)du}\, dt$$

X(0) kan da skrives

$$(A.7)\ X(0) = ANV(0) + Z(0)$$

der ANV(0) er den neddiskonterte verdien på tidspunkt null av avskrivningene på investeringer foretatt før t=0

$$(A.8)\ ANV(0) = \int_0^\infty \frac{\theta_d\theta_c}{\theta_g\theta_b}\varphi\left[\int_{-\infty}^{0} p(s)J(s)e^{a(s-t)}ds\right]e^{-\int_0^t r(u)du}\,dt$$

og Z(0) er den neddiskonterte verdien av avskrivningene på fremtidige investeringer

$$(A.9)\ Z(0) = \int_0^\infty \frac{\theta_d\theta_c}{\theta_g\theta_b}\varphi\left[\int_0^t p(s)J(s)e^{a(s-t)}ds\right]e^{-\int_0^t r(u)du}\,dt$$

Da ANV(0) er en predeterminert størrelse siden den gjelder investeringer foretatt før beslutningstidspunktet, har den ingen betydning for bedriftens optimeringsproblem og kan derfor trekkes ut av maksimanden. Vi omskriver Z(0)[1] og benytter at man kan splitte opp integralene $\int_0^s r(u)du = \int_0^t r(u)du + \int_t^s r(u)du$. Dermed får vi det endelige uttrykket for bedriftens maksimand

$$(A.10)\ V(0) - ANV(0) = \int_0^\infty \Bigg\{ \frac{\theta_d\theta_c}{\theta_g\theta_b}\Bigg[\theta_b\left[F(K(t)) - ibp(t)K(t) - p(t)J(t)G\left(\frac{J(t)}{K(t)}\right)\right] - p(t)J(t)$$
$$+ b\left[\dot{p}(t)K(t) + p(t)\big(J(t) - \delta K(t)\big)\right]$$
$$+ \tau_b hp(t)J(t) + vbp(t)K(t)$$
$$+ \varphi p(t)J(t)\int_t^\infty e^{a(t-s)}e^{-\int_t^s r(u)du}ds\Bigg]\Bigg\} e^{-\int_0^t r(u)du}\,dt$$

---

[1] Vi ønsker å bytte om integrasjonsrekkefølgen i dobbeltintegralet Z(0)

$$(A.9.1)\ Z(0) = \int_0^\infty \frac{\theta_d\theta_c}{\theta_g\theta_b}\varphi\int_0^t p(s)J(s)e^{a(s-t)}e^{-\int_0^t r(u)du}\,dsdt$$

slik at vi får

$$(A.9.2)\ Z(0) = \int_0^\infty \frac{\theta_d\theta_c}{\theta_g\theta_b}\varphi\int_s^\infty p(s)J(s)e^{a(s-t)}e^{-\int_0^t r(u)du}\,dtds$$

Da p(s)J(s) i det innerste integralet ikke avhenger av t, kan det trekkes ut av det innerste integraltegnet

$$(A.9.3)\ Z(0) = \int_0^\infty \frac{\theta_d\theta_c}{\theta_g\theta_b}\varphi p(s)J(s)\left[\int_s^\infty e^{a(s-t)}e^{-\int_0^t r(u)du}\,dt\right]ds$$

Vi bytter så om på s og t uten at dette har noen betydning for uttrykkene

$$(A.9.4)\ Z(0) = \int_0^\infty \frac{\theta_d\theta_c}{\theta_g\theta_b}\varphi p(t)J(t)\left[\int_t^\infty e^{a(t-s)}e^{-\int_0^s r(u)du}\,ds\right]dt$$

Her er $s \geq t$.

A.2. Bedriftens optimeringsproblem

Når vi antar at den maksimale gjeldsandelen er bindende og at egenkapitalfinansieringen skjer ved tilbakeholdt dividende, har bedriften kun en kontrollvariabel som i tilfellet uten skatter. Bedriften ønsker da å maksimere (A.10) m.h.p. J(t) $\forall t$ når tilstandsvariabelen K er bestemt ved tidsutviklingen i (1.1) og når transversalitets-betingelsen er oppfylt. Kontrollregionen for kontrollvarablen er fri. Skranken representert ved tidsutviklingen til K er som tidligere tilordnet den adjungerte funksjonen λ(t) som nå angir kapitalens skyggepris etter skatt. Vi setter opp Hamiltonfunksjonen tilordnet problemet

$$
\begin{aligned}
(A.11)\ H = \lambda_d \Bigg[\Bigg\{ \frac{\theta_d\theta_c}{\theta_g\theta_b} \Bigg[\theta_b \Big[& F(K(t)) - ibp(t)K(t) - p(t)J(t)G\left(\frac{J(t)}{K(t)}\right)\Big] - p(t)J(t) \\
& + b\Big[\dot{p}(t)K(t) + p(t)\big(J(t) - \delta K(t)\big)\Big] \\
& + \tau_b h p(t)J(t) + vbp(t)K(t) \\
& + (1-h)(\tau_b a - v)p(t)J(t)\int_t^{\infty} e^{a(t-s)} e^{-\int_t^s r(u)du} ds \Bigg] \Bigg\} e^{-\int_0^t r(u)du} dt \Bigg] \\
+ \lambda(t)\big[J(t) - \delta K(t)\big] &
\end{aligned}
$$

De nødvendige betingelsene etter Pontryagins maksimumsprinsipp er de samme som i tilfellet uten skatter, og jeg henviser til avsnitt 2.3.1.

A.2.1. Marginalbetingelsen for kapital

Fra betingelse 4 kan vi utlede marginalbetingelsen for kapital definert ved skyggeprisen på kapital istedenfor ved kjøpeprisen

$$
(A.12)\ \dot{\lambda}(t) = \delta\lambda(t) - \frac{\theta_d\theta_c}{\theta_g\theta_b}\left[\theta_b\left(F_K - ibp(t) + p(t)\left(\frac{J(t)}{K(t)}\right)^2 G'\right) + bp(t)\left(\frac{\dot{p}(t)}{p(t)} - \delta + v\right)\right] e^{-\int_0^t r(u)du}
$$

Vi ordner på (A.12) og setter inn for λ(t) og $\dot{\lambda}(t)$ ved bruk av (2.8), (2.9), (2.14) og (2.15). Dette gir oss marginalbetingelsen for kapital gitt ved (3.15) i kapittel 3

$$
(A.13)\ \theta_b\left[F_K - ibp(t) + p(t)\left(\frac{J(t)}{K(t)}\right)^2 G'\right] + bp(t)\left(\frac{\dot{p}(t)}{p(t)} - (\delta - v)\right) = \frac{\theta_b\theta_b}{\theta_d\theta_c} p(t)q(t)\left[\delta + r - \left(\frac{\dot{p}(t)}{p(t)} + \frac{\dot{q}(t)}{q(t)}\right)\right]
$$

A.3. Utledning av en skattemodifisert q

Da Hamiltonfunksjonen er konkav i J, er en nødvendig betingelse for maksimum

$$
(A.14)\ \frac{\partial H}{\partial J(t)} = 0 \qquad \forall t
$$

Ved derivasjon av Hamiltonfunksjonen m.h.p. J(t) får vi

$$
\begin{aligned}
(A.15)\ \frac{\theta_d\theta_c}{\theta_g\theta_b}\Bigg[& \theta_b\left[-p(t)G\left(\frac{J(t)}{K(t)}\right) - p(t)\frac{J(t)}{K(t)}G'\left(\frac{J(t)}{K(t)}\right)\right] - p(t) + bp(t) + \tau_b hp(t) \\
& + (1-h)(\tau_b a - v)p(t)\int_t^{\infty} e^{a(t-s)} e^{-\int_t^s r(u)du} ds \Bigg] e^{-\int_0^t r(u)du} + \lambda(t) = 0
\end{aligned}
$$

Dette kan omskrives

$$(A.16)\ \frac{\lambda(t)e^{\int_0^t r(u)du}}{p(t)} = \frac{\theta_d\theta_c}{\theta_g\theta_b}\left[\theta_b\left(G\left(\frac{J(t)}{K(t)}\right)+\frac{J(t)}{K(t)}G'\left(\frac{J(t)}{K(t)}\right)\right)+1-b-\tau_b h\right.$$

$$\left.-(1-h)(\tau_b a-v)\int_t^\infty e^{a(t-s)}e^{-\int_t^s r(u)du}ds\right]$$

Vi benytter (2.8) og skriver om (A.16)

$$(A.17)\ G+\frac{J(t)}{K(t)}G' = \frac{\frac{\mu(t)}{p(t)}\frac{\theta_g\theta_b}{\theta_d\theta_c}-1+b+\tau_b h+(1-h)(\tau_b a-v)z(t)}{\theta_b}$$

der

$$(A.18)\ z(t)=\int_t^\infty e^{a(t-s)}e^{-\int_t^s r(u)du}ds$$

Den skattemodifiserte marginale q i (3.17) kan da defineres ved

$$(A.19)\ Qs(t)=\frac{q(t)\frac{\theta_g\theta_b}{\theta_d\theta_c}-1+b+\tau_b h+(1-h)(\tau_b a-v)z(t)}{\theta_b}$$

A.4. Sammenheng mellom marginal og gjennomsnittlig q i tilfellet med homogen kapital med skatter

Denne utledningen er analog med tilfellet uten skatter når vi setter emisjonene lik null.[2]
Vi har tidligere vist

$$(2.19)\ \int_0^\infty \frac{d}{dt}[\lambda(t)K(t)]dt=-\lambda(0)K(0)$$

Vi regner nå ut uttrykket under integraltegnet ved å sette inn fra resultatene i tilfellet med skatter

$$(A.20)\ \dot{\lambda}(t)K(t)+\lambda(t)\dot{K}(t)=\left[\delta\lambda(t)-\frac{\theta_d\theta_c}{\theta_g\theta_b}\left[\theta_b\left(F_K-ibp(t)+p(t)\left(\frac{J(t)}{K(t)}\right)^2G'\right)+bp(t)\left(\frac{\dot{p}(t)}{p(t)}-\delta+v\right)\right]e^{-\int_0^t r(u)du}\right]K(t)$$

$$+\lambda(t)[J(t)-\delta K(t)]$$

$$=-\frac{\theta_d\theta_c}{\theta_g\theta_b}\left[\theta_b\left(F_K-ibp(t)+p(t)\left(\frac{J(t)}{K(t)}\right)^2G'\right)+bp(t)\left(\frac{\dot{p}(t)}{p(t)}-\delta+v\right)\right]e^{-\int_0^t r(u)du}K(t)$$

$$+\lambda(t)J(t)$$

Som i tilfellet uten skatter, ordner vi på dette uttrykket og setter inn for skyggeprisen definert ved installasjonskostnader samtidig som vi benytter forutsetningene om fullkommen konkurranse og homogenitet av grad én av produktfunksjonen og de totale installasjonskostnadene. Dette gir

---

2 Dersom vi tillater at bedriftene finansierer egenkapitalen ved emisjoner, vil dette beviset ikke lenger være gyldig.

$$(A.21)\ \dot{\lambda}(t)K(t)+\lambda(t)\dot{K}(t)=-\frac{\theta_d\theta_c}{\theta_g\theta_b}\left[\theta_b\left(F(K(t))-ibp(t)K(t)-p(t)J(t)G\left(\frac{J(t)}{K(t)}\right)\right)-p(t)J(t)\right.$$
$$+b\left(\dot{p}(t)K(t)+p(t)\left(J(t)-\delta K(t)\right)\right)$$
$$\left.+\tau_b hp(t)J(t)+vbp(t)K(t)+\varphi p(t)J(t)z(t)\right]e^{-\int_0^t r(u)du}$$

Dersom vi integrerer over intervallet $(0,\infty)$ m.h.p. t på begge sider av likhetstegnet, får vi

$$(A.22)\ \int_0^\infty\left[\dot{\lambda}(t)K(t)+\lambda(t)\dot{K}(t)\right]dt=-\left[V(0)-ANV(0)\right]$$

Når vi kombinerer (A.22) med (2.19), får vi

$$(A.23)\ \lambda(0)=\frac{V(0)-ANV(0)}{K(0)}\quad\Leftrightarrow\quad q(0)=\overline{q}(0)-\frac{ANV(0)}{p(0)K(0)}$$

Da denne sammenhengen er gyldig for alle t, har vi at sammenhengen mellom marginal og gjennomsnittlig q i tilfellet med homogen kapital og skatter er gitt ved

$$(A.24)\ q(t)=\overline{q}(t)-\frac{ANV(t)}{p(t)K(t)}$$

Vi ser at i tilfellet med skatter, må den gjennomsnittlige q korrigeres for nåverdien av avskrivningene på alle tidligere investeringer.

A.5. Investeringsrelasjonen i tilfellet med skatter

Fra (A.17) og (A.19) får vi den generelle investeringsrelasjonen i tilfellet for homogen kapital med skatter

$$(A.25)\ Qs(t)=G+\frac{J(t)}{K(t)}G'$$

Denne tilsvarer (2.28) i tilfellet uten skatter.

Med kvadratiske installasjonskostnader får vi da en identisk investeringsrelasjon som i tilfellet uten skatter, men der vi nå opererer med en skattemodifisert q

$$(A.26)\ \frac{J(t)}{K(t)}=\gamma+\frac{1}{\beta}Qs(t)$$

Appendiks B. Utregninger i tilfellet med flere kapitaltyper

B.1. Utledning av bedriftens maksimand i det generelle tilfellet

Nåverdien av bedriften utledes som i kapittel 3. Vi tar utgangspunkt i definisjonslikningene gitt i kapittel 4. (4.13) kan under forutsetning om konstante relative kapitalpriser skrives [3]

$$(B.1)\ M(t)=b\left[\dot{p}(t)K(t)+p(t)\left(J(t)-\sum_{i=1}^{n}\frac{p_i(t)}{p(t)}\delta_i K_i(t)\right)\right]$$

Når vi setter inn fra (4.8), (4.9) og (3.14) i (3.6), får vi de totale skattene i flerkapitaltilfellet gitt ved

$$(B.2)\ T(t)=\tau_b\left[F(K_1(t),\dots,K_n(t))-iB(t)-\sum_{i=1}^{n}p_i(t)J_i(t)G_i-\sum_{i=1}^{n}A_i(t)\right]+\left(\frac{\theta_b}{\theta_c}-1\right)D(t)+v\left[\sum_{i=1}^{n}VK_i(t)-B(t)\right]$$

Vi setter nå inn for avskrivningene i (4.8)og den bokførte verdien av kapitalen i (4.9) i (B.2). Når vi deretter setter inn for T(t), M(t) og B(t) i uttrykket for dividende i (4.7), får vi verdien av bedriften neddiskontert til tidspunkt t=0

$$(B.3)\ V(0)=\int_0^{\infty}\left\{\frac{\theta_d\theta_c}{\theta_g\theta_b}\left[\theta_b\left(F(K_1(t),\dots,K_n(t))-ib\sum_{i=1}^{n}p_i(t)K_i(t)-\sum_{i=1}^{n}p_i(t)J_i(t)G_i\right)\right.\right.$$

---

[3] Vi utfører differensieringen i (4.13)

$$(B.1.1)\ \left(p(t)\dot{K}(t)\right)=\sum_{i=1}^{n}\left[\left(\frac{\dot{p_i}(t)}{p(t)}\right)\left(p(t)K_i(t)\right)+\frac{p_i(t)}{p(t)}\left(\dot{p}(t)K_i(t)+p(t)\dot{K_i}(t)\right)\right]$$

Når vi antar konstante relative kapitalpriser, vil det første leddet i parentesen falle bort.Vi setter inn for kapitalakkumulasjonen gitt i (4.1)

$$(B.1.2)\ \left(p(t)\dot{K}(t)\right)=\sum_{i=1}^{n}\left[\frac{p_i(t)}{p(t)}\left(\dot{p}(t)K_i(t)+p(t)\left[J_i(t)-\delta_i K_i(t)\right]\right)\right]$$

(B.1.2) kan forenkles

$$(B.1.3)\ \left(p(t)\dot{K}(t)\right)=\frac{\dot{p}(t)}{p(t)}\sum_{i=1}^{n}p_i(t)K_i(t)+\sum_{i=1}^{n}p_i(t)J_i(t)-\sum_{i=1}^{n}\delta_i p_i(t)K_i(t)$$
$$=\dot{p}(t)K(t)+p(t)J(t)-\sum_{i=1}^{n}\delta_i p_i(t)K_i(t)$$

Vi ser at under forutsetningen om konstante relative kapitalpriser, forenkles dette til det samme uttrykket som i tilfellet med homogen kapital hvis $\delta_1=\delta_2=\ldots=\delta_n=\delta$.

$$+b\left[\dot{p}(t)\sum_{i=1}^{n}p_i(t)K_i(t)+\sum_{i=1}^{n}p_i(t)J_i(t)-\sum_{i=1}^{n}p_i(t)\delta_iK_i(t)\right]-\sum_{i=1}^{n}p_i(t)J_i(t)$$

$$+\tau_b\sum_{i=1}^{n}h_ip_i(t)J_i(t)+vb\sum_{i=1}^{n}p_i(t)K_i(t)$$

$$\left.\left.+\left(\sum_{i=1}^{n}(1-h_i)(\tau_ba_i-v)\int_{-\infty}^{t}p_i(s)J_i(s)e^{a_i(s-t)}ds\right)\right]\right\}e^{-\int_0^t r(u)du}dt$$

der

$$(B.4)\quad \varphi_i=(1-h_i)(\tau_ba_i-v)$$

Vi foretar nå en omskriving av det siste leddet i (B.3) på samme måte som i appendiks A.1

$$(B.5)\quad X(0)=\int_0^\infty\left[\frac{\theta_d\theta_c}{\theta_g\theta_b}\sum_{i=1}^{n}\varphi_i\int_{-\infty}^{t}p_i(s)J_i(s)e^{a_i(s-t)}ds\right]e^{-\int_0^t r(u)du}dt$$

Vi splitter opp det innerste integralet og trekker ut de predeterminerte investeringene. Da kan vi skrive X(0) som

$$(B.6)\quad X(0)=ANV(0)+Z(0)$$

der ANV(0) nå er de samlede neddiskonterte avskrivningene på investeringer foretatt før beslutningstidspunktet

$$(B.7)\quad ANV(0)=\int_0^\infty\left[\frac{\theta_d\theta_c}{\theta_g\theta_b}\sum_{i=1}^{n}\varphi_i\int_{-\infty}^{0}p_i(s)J_i(s)e^{a_i(s-t)}ds\right]e^{-\int_0^t r(u)du}dt$$

og Z(0) er de samlede neddiskonterte avskrivninger på alle fremtidige investeringer

$$(B.8)\quad Z(0)=\int_0^\infty\left[\frac{\theta_d\theta_c}{\theta_g\theta_b}\sum_{i=1}^{n}\varphi_i\int_{0}^{t}p_i(s)J_i(s)e^{a_i(s-t)}ds\right]e^{-\int_0^t r(u)du}dt$$

Vi trekker ut ANV(0) fra bedriftens maksimand da ANV(0) er en predeterminert størrelse og skriver om Z(0) ved å bytte om integrasjonsrekkefølgen. Etter noe mellomregning som er utelatt her da den følger utledningen i appendiks A.1, får vi bedriftens maksimand gitt ved

$$(B.9)\quad V(0)-ANV(0)=\int_0^\infty\left\{\frac{\theta_d\theta_c}{\theta_g\theta_b}\left[\theta_b\left(F(K_1(t),\ldots,K_n(t))-ib\sum_{i=1}^{n}p_i(t)K_i(t)-\sum_{i=1}^{n}p_i(t)J_i(t)G_i\right)\right.\right.$$

$$+b\left[\dot{p}(t)\sum_{i=1}^{n}p_i(t)K_i(t)+\sum_{i=1}^{n}p_i(t)J_i(t)-\sum_{i=1}^{n}p_i(t)\delta_iK_i(t)\right]$$

$$+\tau_b\sum_{i=1}^{n}h_ip_i(t)J_i(t)-\sum_{i=1}^{n}p_i(t)J_i(t)+vb\sum_{i=1}^{n}p_i(t)K_i(t)$$

$$\left.\left.+\sum_{i=1}^{n}\varphi_ip_i(t)J_i(t)\int_t^\infty e^{a_i(t-s)}e^{-\int_t^s r(u)du}ds\right]\right\}e^{-\int_0^t r(u)du}dt$$

B.2. Bedriftens optimeringsproblem

Bedriftens optimeringsproblem består i å maksimere verdien av bedriften m.h.p. investeringene i de n kapitaltypene over den uendelige horisonten

$$(B.10)\quad \underset{J_1(t),\ldots,J_n(t)}{maks}\left(V(0)-ANV(0)\right)=\int_0^{\infty}\frac{\theta_d\theta_c}{\theta_g\theta_b}\Bigg[\theta_b\left(F(K_1(t),\ldots,K_n(t))-ib\sum_{i=1}^{n}p_i(t)K_i(t)-\sum_{i=1}^{n}p_i(t)J_i(t)G_i\right)$$
$$+b\left[\dot{p}(t)\sum_{i=1}^{n}p_i(t)K_i(t)+\sum_{i=1}^{n}p_i(t)J_i(t)-\sum_{i=1}^{n}p_i(t)\delta_iK_i(t)\right]$$
$$+\tau_b\sum_{i=1}^{n}h_ip_i(t)J_i(t)+vb\sum_{i=1}^{n}p_i(t)K_i(t)-\sum_{i=1}^{n}p_i(t)J_i(t)$$
$$+\sum_{i=1}^{n}\varphi_ip_i(t)J_i(t)\int_t^{\infty}e^{a_i(t-s)}e^{-\int_t^s r(u)du}ds\Bigg]e^{-\int_0^t r(u)du}dt$$

når

$$(4.1)\quad \dot{K}_i(t)=J_i(t)-\delta_iK_i(t)\qquad \forall i$$

Hamiltonfunksjonen tilordnet dette dynamiske optimeringsproblemet er gitt ved

$$(B.11)\quad H=\lambda_0\Bigg[\frac{\theta_d\theta_c}{\theta_g\theta_b}\Bigg[\theta_b\left(F(K_1(t),\ldots,K_n(t))-ib\sum_{i=1}^{n}p_i(t)K_i(t)-\sum_{i=1}^{n}p_i(t)J_i(t)G_i\right)$$
$$+b\left[\frac{\dot{p}(t)}{p(t)}\sum_{i=1}^{n}p_i(t)K_i(t)+\sum_{i=1}^{n}p_i(t)J_i(t)-\sum_{i=1}^{n}p_i(t)\delta_iK_i(t)\right]$$
$$+\tau_b\sum_{i=1}^{n}h_ip_i(t)J_i(t)+vb\sum_{i=1}^{n}p_i(t)K_i(t)-\sum_{i=1}^{n}p_i(t)J_i(t)$$
$$+\sum_{i=1}^{n}\varphi_ip_i(t)J_i(t)\int_t^{\infty}e^{a_i(t-s)}e^{-\int_t^s r(u)du}ds\Bigg]e^{-\int_0^t r(u)du}\Bigg]$$
$$+\sum_{i=1}^{n}\lambda_i(t)\left[J_i(t)-\delta_iK_i(t)\right]$$

B.2.1. Nødvendige betingelser etter maksimumsprinsippet

Maksimumsprinsippets betingelser for envariabeltilfellet kan anvendes tilsvarende på tilfellet med flere tilstandsvariable.

1. λ_0 er en konstant lik null eller en og $\lambda_i(t)$ er kontinuerlige, deriverbare funksjoner.

2. $(\lambda_0,\lambda_i(t))\neq(0,0)\qquad \forall i,t$

3. $\dot{\lambda}_i(t)=-\dfrac{\partial H}{\partial K_i(t)}\qquad \forall i$

4. $J_i(t)$ maksimerer H for alle i, t. Når H er konkav i $J_i(t)$ impliserer dette

$$\frac{\partial H}{\partial J_i(t)} = 0 \quad \forall i$$

5. Transversalitesbetingelsene i flerkapitaltilfellet er gitt ved

$$\lim_{t \to \infty} \lambda_i(t) K_i(t) = 0 \quad \forall i$$

B.3. Utledning av en skattemodifisert q i flerkapitaltilfellet

Når skattene er ført inn i analysen, får dette konsekvenser for bedriftens optimale tilpasning. Vi skal her se hvordan skattene påvirker den relevante q-variabelen for tilpasningen av investeringene. Fra betingelse 3 får vi

$$(B.12)\ \dot{\lambda}_i(t) = \delta_i \lambda_i(t) - \frac{\theta_d \theta_c}{\theta_g \theta_b}\left[\theta_b\left(F_{K_i} - ibp_i(t) + p_i(t)\left(\frac{J_i(t)}{K_i(t)}\right)^2 G'_i\right) + p(t)b\left(\frac{\dot{p}(t)}{p(t)} - \delta_i + v\right)\right] e^{-\int_0^t r(u)du} \quad \forall i$$

Fra betingelse 4 får vi

$$(B.13)\ \frac{\lambda_i(t)}{p_i(t)} = \frac{\theta_d \theta_c}{\theta_g \theta_b}\left[\theta_b\left(G_i + \frac{J_i(t)}{K_i(t)} G'_i\right) - b + 1 - \tau_b h_i - \varphi_i z_i\right] e^{-\int_0^t r(u)du}$$

der vi har definert

$$(B.14)\ z_i(t) = \int_t^\infty e^{a_i(t-s)} e^{-\int_t^s r(u)du} ds \quad \forall i$$

Vi definerer nå den partielle skyggeprisen på kapitalgode i neddiskontert til tidspunkt t

$$(B.15)\ \mu_i(t) = \lambda_i(t) e^{-\int_0^t r(u)du}$$

Tilsvarende definerer vi de partielle, marginale q-verdiene ved de respektive installasjonskostnadene

$$(B.16)\ q_i(t) = \frac{\mu_i(t)}{p_i(t)}$$

Fra likningene (B.13) og (B.15) har vi

$$(B.17)\ G_i + \frac{J_i(t)}{K_i(t)} G'_i = \frac{\frac{\mu_i(t)}{p_i(t)} \frac{\theta_g \theta_b}{\theta_d \theta_c} - 1 + b + \tau_b h_i + \varphi_i z_i}{\theta_b}$$

Dette er flerkapitalanalogen til (A.17). Denne er gyldig for en vilkårlig kapitaltype i, og vi definerer den partielle, marginale skattemodifiserte q

$$(B.18)\ Qs_i(t) = \frac{q_i(t) \frac{\theta_g \theta_b}{\theta_d \theta_c} - 1 + b + \tau_b h_i + \varphi_i z_i}{\theta_b}$$

der $q_i(t)$ er definert ved (B.16).

Vi ønsker imidlertid for en q-verdi som samsvarer med det totale investeringstempoet da disse partielle skyggeprisene ikke er observerbare. Vi definerer da den totale, skattemodifisert marginale q gitt ved (4.14) i kapittel 4

$$(B.19)\ \overline{Q}s(t)=\frac{\frac{\theta_g\theta_b}{\theta_d\theta_c}\sum_{i=1}^{n}w_i(t)q_i(t)-1+b+\tau_b\sum_{i=1}^{n}w_i(t)h_i+\sum_{i=1}^{n}w_i(t)\varphi_i z_i}{\theta_b}$$

B.4. Sammenheng mellom marginal og gjennomsnittlig q

De partielle marginale q-verdiene er som tidligere ikke observerbare, og følgelig er $\overline{Q}s(t)$ ikke observerbar. Vi ønsker å etablere en sammenheng mellom den uobserverbare størrelsen $\sum_{i=1}^{n}w_i(t)q_i(t)$ og den observerbare gjennomsnittlige h-verdien som er definert ved (2.17). Vi tar utgangspunkt i

$$(B.20)\ \int_0^\infty \frac{d}{dt}\left[\lambda_i(t)K_i(t)\right]dt=-\lambda_i(0)K_i(0)$$

der vi nå tolker $\lambda_i(t)$ som den partielle skyggeprisen på kapitaltype i etter skatt neddiskontert til tidspunkt t=0. Vi differensierer uttrykket under integraltegnet og setter inn for $\dot{\lambda}_i(t)\, og\, \dot{K}_i(t)$

$$(B.21)\ \frac{d}{dt}\left[\lambda_i(t)K_i(t)\right]=\lambda_i(t)J_i(t)-\frac{\theta_d\theta_c}{\theta_g\theta_b}\left[\theta_b\left(F_{K_i}-ibp_i(t)+p_i(t)\left(\frac{J_i(t)}{K_i(t)}\right)^2G'_i\right)+p_i(t)b\left(\frac{\dot{p}(t)}{p(t)}-\delta_i+v\right)\right]e^{-\int_0^t r(u)du}K_i(t)$$

Vi setter nå inn for $\lambda_i(t)$ og ordner uttrykket

$$\begin{aligned}(B.22)\ \frac{d}{dt}\left[\lambda_i(t)K_i(t)\right]=-\frac{\theta_d\theta_c}{\theta_g\theta_b}&\Big[\theta_b\big(F_{K_i}-ibp_i(t)K_i(t)-p_i(t)J_i(t)G_i\big)\\&+b\left[\frac{\dot{p}(t)}{p(t)}p_i(t)K_i(t)+p_i(t)J_i(t)-p_i(t)\delta_iK_i(t)\right]-p_i(t)J_i(t)\\&+\tau_b h_i p_i(t)J_i(t)+vbp_i(t)K_i(t)\\&+\varphi_i p_i(t)J_i(t)z_i\Big]e^{-\int_0^t r(u)du}\end{aligned}$$

Vi integrerer nå m.h.p. t på begge sider av likhetstegnet

$$\begin{aligned}(B.23)\ \int_0^\infty\frac{d}{dt}\left[\lambda_i(t)K_i(t)\right]dt=-\int_0^\infty\frac{\theta_d\theta_c}{\theta_g\theta_b}&\Big[\theta_b\big(F_{K_i}K_i(t)-ibp_i(t)K_i(t)-p_i(t)J_i(t)G_i\big)\\&+b\left[\frac{\dot{p}(t)}{p(t)}p_i(t)K_i(t)+p_i(t)J_i(t)-p_i(t)\delta_iK_i(t)\right]\\&+\tau_b h_i p(t)J_i(t)+vbp_i(t)K_i(t)-p_i(t)J_i(t)\\&+\varphi_i p_i(t)J_i(t)z_i\Big]e^{-\int_0^t r(u)du}\,dt\end{aligned}$$

Da (B.23) gjelder for alle i, kan vi summere over i gjennom hele likningen[4]. (B.20) gir da

$$(B.24)\ \sum_{i=1}^{n}\lambda_i(0)K_i(0)=\int_0^{\infty}\frac{\theta_d\theta_c}{\theta_g\theta_b}\Bigg[\theta_b\left(\sum_{i=1}^{n}F_{K_i}K_i(t)-ib\sum_{i=1}^{n}p_i(t)K_i(t)-\sum_{i=1}^{n}p_i(t)J_i(t)G_i\right)$$
$$+b\left[\frac{\dot{p}(t)}{p(t)}\sum_{i=1}^{n}p_i(t)K_i(t)+\sum_{i=1}^{n}p_i(t)J_i(t)-\sum_{i=1}^{n}p_i(t)\delta_iK_i(t)\right]$$
$$+\tau_b\sum_{i=1}^{n}h_ip_i(t)J_i(t)+vb\sum_{i=1}^{n}p_i(t)K_i(t)-\sum_{i=1}^{n}p_i(t)J_i(t)$$
$$+\sum_{i=1}^{n}\varphi_ip_i(t)J_i(t)z_i\Bigg]e^{-\int_0^t r(u)du}\,dt$$
$$=V(0)-ANV(0)$$

For en vilkårlig valgt t har vi

$$(B.25)\ \sum_{i=1}^{n}\mu_i(t)K_i(t)=V(t)-ANV(t)$$

Vi deler nå på p(t)K(t) og benytter definisjonen av de marginale partielle q-verdiene. Dette gir sammenhengen i (4.15)

$$(B.26)\ \sum_{i=1}^{n}w_i(t)q_i(t)=\frac{V(t)-ANV(t)}{p(t)K(t)}$$

og vi får den totale observerbare, skattemodifiserte Q i (4.16)

$$(B.27)\ \overline{Q}s(t)=\frac{\left(\frac{V(t)-ANV(t)}{p(t)K(t)}\right)\frac{\theta_g\theta_b}{\theta_d\theta_c}-1+b+\tau_b\sum_{i=1}^{n}w_i(t)h_i+\sum_{i=1}^{n}w_i(t)\varphi_iz_i}{\theta_b}$$

B.5. Utledning av investeringsrelasjonen i flerkapitaltilfellet med skatter

Fra (B.17), (B.18) og (B.19) får vi

$$(B.28)\ \sum_{i=1}^{n}w_i(t)\left[G_i+\frac{J_i(t)}{K_i(t)}G'_i\right]=\overline{Q}s(t)$$

Med kvadratiske installasjonskostnader for alle kapitaltypene, kan (B.28) skrives[5]

$$(B.29)\ \sum_{i=1}^{n}w_i(t)\beta_i\left(\frac{J_i(t)}{K_i(t)}-\gamma_i\right)=\overline{Q}s(t)$$

[4] Vi benytter at summen av et integral er lik integralet av summen, se Sydsæter (1986).

[5] Denne likningen kan skrives på flere måter som i teorien er ekvivalente. I den økonometriske analysen får imidlertid valg av skrivemåte betydning. Valget av den spesielle formen utledet her begrunnes nærmere i den empiriske delen av oppgaven.

I tilfellet med homogen kapital var dette siste leddet på venstresiden i (B.29) det utledede konstantleddet i likningen. Vi multipliserer (B.29) med $\frac{1}{\beta_k}$ og benytter

$$(B.30)\ \sum_{i=1}^{n} w_i(t)\frac{J_i(t)}{K_i(t)}=\sum_{i=1}^{n}\frac{p_i(t)K_i(t)}{p(t)K(t)}\frac{p_i(t)J_i(t)}{p_i(t)K_i(t)}=\frac{J(t)}{K(t)}$$

Dette gir oss en investeringsrelasjon med den totale investeringsraten som avhengig variabel og med investeringene i de ulike kapitaltypene over totalkapitalen og kapitalandelene som forklaringsvariable.

$$(B.31)\ \frac{J(t)}{K(t)}=\frac{1}{\beta_k}Q(t)-\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{\beta_i}{\beta_k}-1\right)\frac{p_i(t)J_i(t)}{p(t)K(t)}+\sum_{i=1}^{n}\frac{\beta_i}{\beta_k}\gamma_i\frac{p_i(t)K(t)}{p(t)K(t)}$$

Da kapitalandelene summeres til en, kan vi alternativt utelate en kapitalandel og inkludere et konstanledd. Dette gir oss investeringslikningen (4.17)

$$(B.32)\ \frac{J(t)}{K(t)}=\gamma_k+\frac{1}{\beta_k}Q(t)-\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{\beta_i}{\beta_k}-1\right)\frac{p_i(t)J_i(t)}{p(t)K(t)}+\sum_{i=1}^{n}\frac{\beta_i}{\beta_k}(\gamma_i-\gamma_k)w_i(t)$$

B.6. Spesialtilfellet uten skatter

Tilfellet uten skatter fremkommer som et spesialtilfellet av modellen over når vi setter alle skatter og avskrivninger lik null og ser bort ifra gjeldsfinansiering.

B.6.1. Bedriftens optimeringsproblem

Utledningen av bedriftens maksimand er tilsvarende de tidligere utledningene der kontantstrømmen uten skatter er definert som

$$(B.33)\ D(t)=F(K_1(t),\ldots,K_n(t))-\sum_{i=1}^{n}p_i(t)J_i(t)\left(1+G_i\left(\frac{J_i(t)}{K_i(t)}\right)\right)$$

Bedriftens maksimeringsproblem kan skrives

$$(B.34)\ \underset{J_1,\ldots J_n}{maks}\ V(0)=\int_0^{\infty}\left[F(K_1(t),\ldots,K_n(t))-\sum_{i=1}^{n}p_i(t)J_i(t)\left(1+G_i\left(\frac{J_i(t)}{K_i(t)}\right)\right)\right]e^{-\int_0^t r(u)du}$$

når

$$(4.1)\ \dot{K}_i(t)=J_i(t)-\delta_i K_i(t)\quad \forall i$$

Hamiltonfunksjonen tilordnet problemet er gitt ved

$$(B.35)\ H=\lambda_0\left[F(K_1(t),\ldots,K_n(t))-\sum_{i=1}^{n}p_i(t)J_i(t)\left(1+G_i\left(\frac{J_i(t)}{K_i(t)}\right)\right)\right]e^{-\int_0^t r(u)du}$$
$$+\sum_{i=1}^{n}\lambda_i(t)\left[J_i(t)-\delta_i K_i(t)\right]$$

De nødvendige betingelsene etter maksimumsprinsippet er de samme som i avsnitt B.2.1.
Fra betingelse 3 får vi da

$$(B.36)\ \dot{\lambda}_i(t) = \lambda_i(t)\delta_i - \left[F_{K_i} + p_i(t)\left(\frac{J_i(t)}{K_i(t)}\right)^2 G'_i\right] e^{-\int_0^t r(u)du} \qquad \forall i$$

Fra betingelse 4 får vi

$$(B.37)\ \lambda_i(t) = p_i(t) e^{-\int_0^t r(u)du}\left[1 + G_i + \frac{J_i(t)}{K_i(t)} G'_i\right] \qquad \forall i$$

Når vi kombinerer (B.37), (B.15) og (B.16) får vi

$$(B.38)\ q_i(t) = 1 + G_i + \frac{J_i(t)}{K_i(t)} G'_i$$

Vi ser vi har den tilsvarende sammenhengen for hver kapitaltype som gjelder for den aggregerte kapitalen i tilfellet med homogen kapital. Vi definerer en total, marginal q-verdi som et veid gjennomsnitt av de partielle skyggeprisene med kapitalandelene som vekter

$$(B.39)\ \overline{Q}(t) = \sum_i w_i(t) q_i(t)$$

B.6.2. Sammenheng mellom marginal og gjennomsnittlig q i flerkapitaltilfellt

Vi tar utgangspunkt i (B.20), differensierer under integraltegnet og setter inn for $\dot{\lambda}_i(t)\, og\, \dot{K}_i(t)$

$$(B.40)\ \frac{d}{dt}[\lambda_i(t)K_i(t)] = \lambda_i(t)\delta_i K_i(t) - \left[F_{K_i} + p_i(t)\left(\frac{J_i(t)}{K_i(t)}\right)^2 G'_i\right] e^{-\int_0^t r(u)du} K_i(t) + \lambda_i(t)[J_i(t) - \delta_i K_i(t)]$$

Vi multipliserer ut, forkorter og setter inn for $\lambda_i(t)$ fra (B.37)

$$(B.41)\ \frac{d}{dt}[\lambda_i(t)K_i(t)] = -\left[F_{K_i}K_i(t) + p_i(t)\frac{J_i(t)^2}{K_i(t)} G'_i\right] e^{-\int_0^t r(u)du} + p_i(t)J_i(t)[1 + G_i + G'_i] e^{-\int_0^t r(u)du}$$

$$= -[F_{K_i}K_i(t) - p_i(t)J_i(t)(1+G_i)] e^{-\int_0^t r(u)du}$$

Ved (B.20) får vi da

$$(B.42)\ \lambda_i(0)K_i(0) = \int_0^\infty [F_{K_i}K_i(t) - p_i(t)J_i(t)(1+G_i)] e^{-\int_0^t r(u)du} dt$$

Vi summerer deretter over i på begge sider av likhetstegnet og benytter at den betingede profittfunksjonen er homogen av grad én i alle n kapitaltypene[6] slik at vi får

[6] Det følger da fra Eulers likning at $\sum_{i=1}^{n} F_{K_i}K_i(t) = F(K_1(t),\ldots,K_n(t))$.

$$(B.43)\ \sum_{i=1}^{n} \lambda_i(0) K_i(0) = V(0)$$

Dette er flerkapitaltilfellets analog til $V(0) = \lambda(0)K(0)$. I tilfellet med homogen kapital tillater denne likningen at man erstatter den uobserverbare, marginale q med den observerbare, gjennomsnittlige $\bar{q}$ da man under nærmere spesifiserte forutsetninger[7] har likhet mellom disse to størrelsene. I flerkapitaltilfellet derimot ser vi at V(0) er en veiet sum av de partielle skyggeprisene. Da denne sammenhengen gjelder for en vilkårlig t, har vi

$$(B.44)\ \sum_{i=1}^{n} w_i(t) q_i(t) = \bar{q}(t)$$

B.6.3. Utledning av investeringsrelasjonen

Vi setter inn fra (B.38) i (B.44)

$$(B.45)\ \sum_{i=1}^{n} w_i(t)\left[1 + G_i + \frac{J_i(t)}{K_i(t)} G'_i\right] = \bar{q}(t)$$

Da vi har at $\sum_{i=1}^{n} w_i(t) = 1$, kan vi omskrive uttrykket over

$$(B.46)\ \sum_{i=1}^{n} w_i(t)\left[G_i + \frac{J_i(t)}{K_i(t)} G'_i\right] = \bar{q}(t) - 1 = Q(t)$$

Med tilsvarende utledning som i B.5 får vi den samme investeringslikningen som i tilfellet med skatter der vi nå har den enkle Q-variabelen fra kapittel 2

$$(B.47)\ \frac{J(t)}{K(t)} = \gamma_k + \frac{1}{\beta_k} Q(t) - \sum_{i=1}^{n}\left(\frac{\beta_i}{\beta_k} - 1\right)\frac{p_i(t) J_i(t)}{p(t) K(t)} + \sum_{i=1}^{n} \frac{\beta_i}{\beta_k}(\gamma_i - \gamma_k) w_i(t)$$

---

[7] Se avsnitt 2.5.

Appendiks C. Omtale av data

Vi foretar regresjonene på to sett tidsseriedata. Det ene datasettet er hentet fra Oslo Børsinformasjon A/S, og det andre er hentet fra Norges Offisielle Statistikk (NOS) .

C.1. Børsdata

Dette datasettet omfatter regnskapsdata pr. 31/12 for norske børsnoterte selskaper for perioden 1980-1992 hentet fra Oslo Børsinformasjon A/S. Her har vi i tillegg data for markedets vurdering av verdien av de børsnoterte selskapene slik at vi ikke behøver å regne ut denne v.hj.a. antagelser om statiske forventninger om fremtidige variable slik som i NOS-datasettet. Vi behøver derfor ikke å beregne de rasjonelle forventningene, men kan benytte oss av den informasjon som ligger i finansdata.

Under posten anleggsmidler er det her en undergruppe som omfatter "andel av verdien i samarbeidende selskaper". Dersom et selskap A eier 30 % i et annet selskap B, skal A føre 30 % av B's totalkapital under denne posten. Denne posten følgelig vil inneholde både gjeld, egenkapital samt finansielle og reelle anleggsmidler, og den er vanskelig å klassifisere for våre formål. Da undergruppen kun utgjør en liten del av de totale anleggsmidlene, ser vi bort ifra den.

Vi normerer tallene ved antall foretak for å få tall for "den representative bedrift". Antall børsnoterte selskaper i perioden er oppgitt i tabell 1.

Tabell 1:

År	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Antall foretak	52	54	59	67	78	95	89	87	78	72	60	48	56

C.2. Norges Offisielle Statistikk

Vi har tidsseriedata for perioden 1977-1991 fra regnskapssatstikken og industristatstikken. Det knytter seg til dels store problemer med å kombinere data fra disse to kildene da de opererer med ulike bedriftsdefinisjoner. I regnskapsstatistikken er utvalgsenheten "foretak" med mer enn 50 ansatte inntil 1990, og med mer enn 100 ansatte f.o.m 1991. Et foretak kan omfatte en eller flere bedrifter. I industristatistikken er utvalgsenheten "store bedrifter" med mer enn fem ansatte unntatt for følgende næringer hvor alle bedrifter regnes som store

31121	Meierier
31151	Produksjon av fiskeoljer og fiskemel
31154	Produksjon av margarin
314	Produksjon av tobakksvarer
38241	Produksjon av oljerigger

I perioden 1975-1985 regnes også bedrifter i de følgende næringene som store dersom de har mer enn tre ansatte

31123	Produksjon av iskrem
3116	Produksjon av kornvarer
3122	Produksjon av dyrefôr
3131	Produksjon av brennevin og vin
33111	Saging og høvling
3312	Produksjon av treemballasje
36991	Steinbearbeiding
36992	Produksjon av betong
36993	Produksjon av betongvarer

Fremgangsmåten for å håndtere problemet med å koble data fra de to datakildene har vært å hente ut fra industristatistikken kun de bedrifter som har foretakskode som er med i regnskapsstatistikken. Dette innebærer at vi kun har data for foretak med mer enn 50 (100 i 1991) sysselsatte. Hvis foretak har flere små bedrifter med mindre enn fem (tre) ansatte, vil disse ikke være representert i industristatistikken. Vi kunne tenke oss avvik sysselsettingstallene i de to statistikkene som en mulig indikator på omfanget av dette problemet. Dette avviket kan imidlertid også skyldes at regnskapsdata oppgir sysselsetting pr.31/12 mens industristatistikken opererer med sysselsettingstall som snitt av fem verdier i løpet av året. Dersom det er store variasjoner i arbeidsstokken i løpet av året, hvilket er tilfellet for mange sesongbedrifter, kan dette være en forklaring på det ovennevnte avviket. Denne forskjellen i beregningen av sysselsettingstallene forklarer trolig en større andel av avviket enn utelatte små bedrifter da dette måtte dreie seg om svært mange bedrifter dersom de skulle forklare sysselsettingsavvik på opptil flere tusen på næringer med kanskje færre enn 100 foretak.Vi har derfor ikke noe sikkert mål på hvor god "matchingen" av data er.

Vi ser på industridata disaggregert på tresifret næringskode. De aktuelle næringskodene er

311	Næringsmidler
312	Næringsmidler ellers, produksjon av dyrefôr
313	Drikkevarer
314	Tobakksvarer
321	Tekstilvarer
322	Klær, unntatt skotøy
323	Lær og skinnvarer unntatt klær og skotøy
324	Skotøy
331	Trevarer, unntatt møbler og innredninger
332	Møbler og innredninger av tre
341	Treforedling
342	Grafisk produksjon og forlagsvirksomhet
351	Kjemiske råvarer
352	Kjemisk-tekniske produkter
353	Raffinering av jordolje
354	Jordolje- og kullprodukter
355	Produksjon og reparasjon av gummiprodukter
356	Plastvarer
361	Keramiske produkter
362	Glass og glassvarer
369	Mineralske produkter ellers
371	Jern, stål og ferrolegeringer
372	Ikke-jernholdige metaller
381	Metallvarer
382	Maskiner
383	Elektriske apparater og materiell
384	Transportmidler
385	Tekn., vitensk., foto- og optiske artikler
390	Industriproduksjon ellers

P.g.a. at noen foretak kun inneholder ett foretak har vi slått sammen slik at

næring	313	omfatter	313,314
"	322	"	322,323
"	354	"	353,354

For næring 324 har vi ikke observasjoner for 1991. Dette tyder på at denne næringen kun hadde foretak med mindre enn 100 sysselsatte slik at ved overgangen til en ny foretaksdefinisjon i regnskapsstatistikken fra 1991, vil denne næringen være "tom". Når vi aggregerer over næringene, setter vi derfor observasjonene lik null for næring 324 i 1991.

Næring 385 hadde negativt utbytte i 1990. Dette skyldes at næringen inneholder personlige foretak. Negativt utbytte blir da mulig slik utbytte er definert til å inkludere uttak fra privatkonto dersom man i personlige selskaper setter penger inn på privatkonto for f.eks. å dekke underskudd i driften eller finansiere nyinvesteringer. Da teorien bygger på aksjeselskaper vil eksistensen av personlige selskaper komme inn som "støy" i data. Vi løser dette problemet ved å utelate næring 385 fra datamaterialet. Vi har imidlertid flere år med null utbytte i flere næringer. Dette kan tyde på at vi har tildels betydelig støy i data.

Vi har aggregerte næringer der vi har summert over næringene på tresiffer nivå slik at 31 er summen av 311, 312 og 313, 32 er summen av næringene 321, 322 og 324 o.s.v. Næring 3 er industrinæringen totalt og omfatter alle næringene med unntak av 385.

Kapitaltallene fra regnskapsstatistikken for skip og anlegg under utførelse svinger mye og har ofte null for en rekke år. Dette kan skyldes flere forhold. Dersom noen få foretak/bedrifter står for hele posten, vil kapitaltallene for næringen som helhet bli null hvis disse foretakene nedlegges. Hvis dette er årsaken til de svingende tallene, vil problemene elimineres ved aggregering.

Et annet problem med denne posten er skiftende regnskapsførsel i perioden. Posten kan være dårlig spesifisert noen år for plutselig å spesiferes igjen senere. Videre har enkelte foretak ikke fulgt opp utfyllingen av den ønskede oppsplittingen av realkapitalen. Foretakene står også regnskapsmessig fritt til hvordan de vil føre KS-andeler. KS-andeler i skip kan derfor for noen år være oppført på posten for skip, mens de i andre år er ført som aksjer og andeler, og man kan bruttoførte tall i noen år og nettoførte tall i andre. Det er derfor vanskelig å avgjøre den direkte årsaken til denne variasjonen uten å gå tilbake til regnskapsskjemaene for de enkelte foretak. Vi har antatt at for alle næringer hvor posten skip er null for ett eller flere år, vil denne posten omfatte KS-andeler og vi har ført posten under finansielle anleggsmidler. De gjenværende næringer som da antas å ha reelle skipverdier er næringene 311, 341, 369, 382, 383 og 384. Momentene over gjelder til en viss grad også anlegg under utførelse, selv om omfanget av KS-andeler her er mindre.

Vi normerer her tallene ved antall sysselsatte i regnskapsstatistikken for å få tall på "bedriftsnivå". Dette innebærer implisitt en antagelse om at de variable vi er interessert i er uavhengig av antall sysselsatte, men kan variere med foretakets størrelse slik at vi ikke normerer ved å dele på antall foretak. Dermed unngår vi problemet med en eventuell strukturendring ved overgangen til 1991 der regnskapssatistikken endres til å omfatte foretak med mer enn 100 ansatte.Vi har også gode erfaringer med denne normeringen fra en tidligere prøveestimering

Vi har her ikke data for markedets vurdering av kapitalen gitt ved børsverdiene som i det første datasettet, og vi beregner derfor denne ved formler gitt i appendiks D. Manglende observasjoner i datamaterialet er erstattet med null.

C.3. Skattesatser og avskrivningssatser

Skattesatsene og avskrivningssatsene er hovedsakelig hentet fra Holmøy, Larsen og Vennemo (1993). Saldosatsene for de ordinære avskrivningene på driftsmidler etter 1981 er hentet fra Lignings ABC .

Appendiks D. Beskrivelse av variable

I dette appendikset følger en beskrivelse av de variable som inngår i den empiriske analysen. Beskrivelsen er inndelt på de to datasettene da utregningene avviker noe for børsdata og NOS-data. Vi har imidlertid noen variable som er felles for begge datasettene.

Rente
Renten er satt konstant lik fire prosent i begge datasettene både i tilfellene med og uten skatt. Dette er den gjennomsnittlige avkastning på sikre papirer. Strengt tatt burde vi ha benyttet en modellkonsistent rente etter formel (3.3) der vi kan ta hensyn til at den nominelle renten og skattesatsene endres over perioden.

D.1. Skattevariable

Skatt på utdelt utbytte τ_d (TD)[8]
Her har vi brukt den formelle personskattesatsen på utdelt utbytte for perioden 1977-1992.

Bedriftens formuesskatt v (TV)
Her har vi benyttet den neddiskonterte formelle bedriftsskattesatsen der vi tar hensyn til at aksjeselskaper er etterskuddspliktige

$$(D.1)\ v = \frac{v'}{1+r}$$

der v' er den formelle statsskattesatsen på bedriftens formue.

Skatt på overskudd τ_b (TB)
Et aksjeselskap betaler skatt på overskudd til stat og kommune. Fondsavsetninger er fradragsberettiget ved beregning av ordinær inntektsskatt til stat og kommune. Da vi i utledningene ikke har tatt hensyn til dette, korrigerer vi for dette ved å benytte neddiskontert generell fondskorrigert skattesats på overskudd. Denne er regnet ut etter følgende formel

$$(D.2)\ \tau_b = \frac{u'}{1+r}$$

der u'er den generelle fondskorrigerte skattesats på overskudd

$$(D.3)\ u' = \left(u^S + u^K\right)\left(1-f\right)$$

8 Ved konstruksjonen av de empiriske variable er denne kalt TD. Tilsvarende gjelder de følgende variabelsymbolene gitt i parentes etter symbolene fra teorikapitlet.

med u^S lik statsskattesats på overskudd, u^K lik kommuneskattesats på overskudd og f lik sats for totale fondsavsetninger.

Skatt på tilbakeholdt overskudd τ_c (TC)
Utdelt utbytte var fradragsberettiget ved beregning av ordinær inntektsskatt til staten, men ikke til kommunen. For å ta hensyn til dette, regnes τ_c etter formelen

$$(D.4)\ \tau_c = \frac{\tau_b - \frac{u^S}{1+r}}{1 - \frac{u^S}{1+r}}$$

Vi ser at dersom u^S=0 slik at bedriften kun betaler inntektsskatt til kommunen hvor utdelt utbytte ikke er fradragsberettiget, vil utdelt og tilbakeholdt utbytte beskattes likt. Med skattereformen i 1992 har vi $\tau_c = \tau_b$.

Skatt på aksjegevinst τ_g (TG)
Gevinstbeskatning ved salg av aksjer ble innført ved lov av 10. desember 1971. Gevinsten blir skattelagt bare dersom aksjene blir solgt innen henholdsvis fem år etter at aksjene er ervervet (1991-1979), to år etter at aksjene er ervervet (1980-1986) eller tre år etter at aksjene er ervervet (fra juni1986). Tap ved aksjesalg innenfor disse fristene går til fradrag i skattbar aksjegevinst, og kan fremføres i fire år.[9] Vi antar at aksjer ikke blir solgt i perioden hvor gevinsten er skattepliktig og setter skattesatsen på kapitalgevinster lik null. Dermed får vi $\theta_g = 1 - \tau_g = 1$.

D.2. Avskrivningssatser

Åpningsavskrivninger
For perioden 1977-1981 var det tillatt med åpningsavskrivninger for bygninger og anlegg og fly og helikopter. For disse kapitaltypene var h=25%. Vi ser i det følgende bort ifra fly og helikopter da vi ikke har noen separate tall for denne gruppen transportmidler. Åpningsavskrivninger gjelder derfor kun bygninger i vårt datamateriale. Saldoavskrivningsprinsippet erstattet til dels de tidligere åpningsavskrivningene da de tillater store avskrivninger i begynnelsen av investeringsperioden. Fra og med 1982 har vi $h = 0$ for alle kapitaltyper. Vi har ikke tatt hensyn til kontraktsavskrivninger som for visse typer driftsmidler gir rett til å utgiftsføre deler av kjøpesummen før levering har funnet sted. Vi ser heller ikke på startavskrivninger etter distriktsloven som kan kreves på avskrivbare driftsmidler anskaffet til bruk i visse geografiske områder.

Ordinære avskrivninger
Frem til 1982 hadde vi lineære avskrivninger. Saldoavskrivningsprinsippet ble innført ved endring i skatteloven fra og med regnskapsåret 1984 og erstattet til dels de tidligere åpningsavskrivningene da de tillater store avskrivninger i begynnelsen av investeringsperioden. Det er imidlertid mulig å finne frem til eksponensielle avskrivningsrater som gir tilnærmet samme nåverdi av avskrivningsbeløpet som lineære avskrivningsprofiler slik at en kan regne om fra aggregerte data over levetid for ulike kapitaltyper til eksponensielle avskrivningsrater. Holmøy, Larsen og Vennemo(1993) viser at man kan kalkulere slike tilnærmede avskrivningssatser ved

$$(D.5)\ a = \frac{r\left[1-(1+r)^{-L}\right]}{rL - \left[1-(1+r)^{-L}\right]}$$

der r er diskonteringsrente og L er driftsmiddelets levetid. Den skattemessige levetiden til realkapitalen varierer med kapitaltypen. Realkapitalen for skattemessige avskrivningsformål er delt opp i

[9] Se Holmøy, Larsen og Vennemo (1993).

- bygninger og anlegg (40 år)
- transportmidler (10 år)
- fly og helikopter (10 år)
- maskiner (10 år)
- skip (10 år)

Med en rente på fire prosent, får vi beregnet $a_{10} \cong 0{,}17$ *og* $a_{40} \cong 0{,}04$ som saldoavskrivningssats for kapital med levetid i henholdsvis 10 og 40 år. Vi antar at alle bedrifter i 1982 og 1983 stilt overfor valget mellom det gamle lineære avskrivningssystemet og det nye saldoavskrivningsprinsippet, foretrakk det sistnevnte. Fra og med 1982 benytter vi derfor de skattemessige saldoavskrivningssatsene. I perioden 1982-1991 er kapitalen delt inn i de fire saldogruppene

- driftsløsøre (maskiner, redskap, inventar, transportmidler) (adrift)[10]
- skip&fly (skip, fiske&fangstfartøyer, borefartøy og annen flytende eller flyttbar plattform og innretning, fly) (askip)
- bygninger og anlegg (abygn.max)
- personbil (yrkesbil grupperes som driftsløsøre)

I 1992 har man åtte ulike saldogrupper med de respektive avskrivningssatsene angitt i parentesene

- kontormaskiner o.l. (30%)
- patenter, goodwill (30%)
- vogntog, transportmidler (eksklusive personbiler) (25%)
- personbiler, traktorer, driftsmaskiner, inventar o.l. (20%)
- skip (20%)
- fly (12%)
- bygninger og anlegg (5%)
- forretningsbygg (2%)

I tilfellet der vi antar at kapitalen er homogen, må vi kalkulere en gjennomsnittlig avskrivningssats der vi benytter kapitaltypens andel av den totale beholdningen av kapital på begynnelsen av perioden som vekter. Da det ikke er fullt samsvar mellom saldogruppene og inndelingen av kapitalen i vårt datamateriale, og da saldogruppene skifter i estimeringsperioden, må vi bruke noe skjønn i beregningen av de gjennomsnittlige saldoavskrivningssatsene ved homogen kapital. Disse gjennomsnittlige saldosatsene vil følgelig være beheftet med noen grad av målefeil, og de vil variere mellom datasettene. Vi bruker de maksimalt tillatte satsene i alle år under beregningene.

D.3. Børsdata[11]

Kapitaltall
Vi har variablene
KM=maskiner, inventar, transportmidler
KS=skip, fly o.l.
KDIV=diverse anleggsmidler
KB=K1+K2+K3
der
K1=bygninger
K2=anlegg under utførelse
K3=diverse fast eiendom

[10] Forkortelse for saldosatsen for driftsløsøre. Tilsvarende forkortelser i de øvrige parentesene.
[11] Alle variable er delt på antall selskaper.

Vi er interessert i gjenanskaffelsesverdien av den totale kapitalbeholdningen (PK). Vi har imidlertid kun regnskapstall som trolig vil undervurdere den reelle verdien av realkapitalen. Det er imidlertid vanskelig i korrigere for dette i børsdata da vi ikke har noe tall for f.eks brannforsikringsverdier å sammenligne kapitaltallene med slik som i NOS-datasettet. Vi har derfor valgt å bruke de korreksjonsfaktorene vi har funnet i det andre datasettet for industrinæringen totalt og anta at forholdene er de samme for utvalget av børsnoterte industriselskaper. Da kapitalen er forskjellig inndelt i de to datasettene, velger vi å korrigerer kun kapitaltallene for bygninger og fast eiendom. Det er mer sannsynlig at transportmidler og maskiner har en depresiering som er mer på linje med de tillatte saldoavskrivningene slik at regnskapstallene her kanskje ikke undervurderer realkapitalen i like stor grad. Vi får da

$$(D.6)\ PK = KM + KS + KDIV + KB * FB$$

der FB er korreksjonstallet gitt ved (D.15) regnet ut på industrinivå i NOS-datasettet.

Da regnskapstallene er pr. 31/12, benytter vi kapitalbeholdningen lagget én periode som proxy for kapitalbeholdningen på begynnelsen av perioden. Dette gjør at vi får predeterminerte variable i estimeringen.

Investeringer
Vi har her investeringene i varige anleggsmidler oppsplittet på kapitaltypene over

JM=investering i maskiner o.l.
JS=investering i skip, fly o.l.
JDIV=investering i diverse anleggsmidler
JB=investering i bygninger og fast eiendom[12]

Investeringsratene er gitt ved

$$(D.7)\ IM = \frac{JM}{PK(-1)},\ IS = \frac{JS}{PK(-1)},\ IDIV = \frac{JDIV}{PK(-1)}\ og\ IB = \frac{JB}{PK(-1)}$$

Gjennomsnittlige åpningsavskrivninger
De gjennomsnittlige åpningsavskrivningene er gitt ved

$$\begin{aligned}(D.8) 1977-1981 \quad & H = wB(-1) * 0{,}25 \\ 1982-1992 \quad & H = 0\end{aligned}$$

Gjennomsnittlige saldoavskrivningssatser

$$\begin{aligned}(D.9)\ 1977-1981 \quad & asaldo = wM(-1)*0{,}17 + wS(-1)*0{,}17 + wB(-1)*0{,}04 + wDIV(-1)*0{,}17 \\ 1982-1991 \quad & asaldo = w1M(-1)*adrift + wS(-1)*askip + wB(-1)*abygn.max + wDIV(-1)*adrift \\ 1992 \quad & asaldo = w1M(-1)*0{,}2 + wS(-1)*0{,}2 + wB(-1)*0{,}05 + wDIV(-1)*0{,}3\end{aligned}$$

I utregningen av de gjennomsnittlige saldosatsene og åpningsavskrivningssatsene, har vi benyttet de samlede kapitaltallene for bygninger selv om disse for børsdata inneholder anlegg under utførelse som ikke er grunnlag for avskrivningene. I børsdata omfatter posten skip også fly o.l., men vi har antatt at skip utgjør en større del av verdiene og har for benyttet avskrivningssatsen for skip for denne posten. Det er noe usikkert hva posten diverse anleggsmidler i børsdatasettet inneholder, men vi tenker oss at dette er en samlepost som kan omfatte diverse driftsløsøre, patenter, goodwill o.l.

[12] JB tilsvarer investering i kapitaltypene K1, K2 og K3.

Vektene er gitt ved

$$(D.10)\ wM = \frac{KM}{PK},\ wS = \frac{KS}{PK},\ wDIV = \frac{KDIV}{PK}\ og\ wB = \frac{KB * FB}{PK}$$

Gjeldsgraden
Med innføringen av skattereformen i 1992 har vi imidlertid ikke posten betinget skattefrie avsetninger (BSA). Den tilsvarende posten er nå "utsatt skatt" (US), og man kalkulerer med at ca. 28% av disse midlene er langsiktig gjeld, og det restende er ulike former for egenkapital. Gjeldsgraden beregnes derfor ved

$$(D.11)\ 1977-1991\quad b = \frac{LG + 0{,}5BSA - K6}{PK}$$

$$1992\quad b = \frac{LG + 0{,}28US - K6}{PK}$$

der K6 er finansielle anleggsmidler. Dette gir en gjeldsgrad på 30-50%.

Q-variable
For utregning av Q-variable viser vi til det tilsvarende avsnittet i NOS-data da fremstillingen er helt analog. Nå benyttes imidlertid den samme variabelen for verdien av bedriften i tilfellene med og uten skatter.

D.4. NOS-data

Kapitaltall
Vi har regnskapstall for de reelle anleggsmidlene
X12=bygninger
X13=anlegg under utførelse
X14=grunnarealer
X15=boliger
X11=maskiner m.v.
X9=skip
X10=andre transportmidler
X12+X13=bygninger og anlegg (bokførte verdier)
X9+X10=transportmidler (bokførte tall)

Videre har vi brannforsikringstall for
X19=bygninger og anlegg (inneholder ikke boliger)
X18=maskiner og inventar (inneholder ikke biler, skip, fly eller varelagre, men interne transportmidler som gaffeltrucks, transportkraner, etc.er inkludert)

I flerkapitaltilfellet er vi interessert i oppsplitting av kapitalen på de tre kapitaltypene vi har investeringstall for; maskiner og inventar, bygninger og anlegg og transportmidler. Vi har korresponderende brannforsikringsverdier for de to første gruppene, mens vi henter kapitaltallene for transportmidler fra regnskapsstatistikken. Det er ofte antatt at bokføringstallene for transportmidler ikke er så urealistiske som for de andre kapitaltypene da saldo-avskrivninger kan være en mer realistisk tilnærmelse for den faktiske verdiforringelsen for transportmidler enn for andre kapitaltyper slik at disse kapitaltallene ikke vil være så urealistiske. For å få realistiske verdier for grunnarealer og boliger kan man "blåse opp" de bokførte tallene med en faktor utregnet som forholdet mellom brannforsikringsverdier og bokførte verdier i de ulike år/næringshovedgrupper. Disse forholdstallene er beregnet for gruppen bygninger og anlegg der begge tall er tilgjengelig. Denne korreksjonen forutsetter dermed under-forstått at forholdet mellom forsikringsverdier og bokførte verdier er konstant over kapitaltypene. Vi danner da den kapitalvariabelen som tilsvarer den totale kapitalen vi har tilsvarende investeringstall for

$$(D.12)\ PK1 = X9 + X10 + X18 + X19$$

Investeringer
Vi har tall for investeringene fra industristatistikken for kapitaltypene

X20=bruttoinvestering i maskiner og inventar
X21=bruttoinvestering i transportmidler
X22=bruttoinvestering i bygninger og anlegg

Vi ønsker å matche investeringstallene med de tilsvarende kapitaltallene slik at X22 svarer til investering i X19, X20 svarer til investering i X18 og X21 svarer til investering i X9+X10. Investeringsratene blir

$$(D.13)\ IM = \frac{JM}{PK1(-1)},\ IT = \frac{JT}{PK1(-1)}\ og\ IB = \frac{JB}{PK1(-1)}$$

Gjeldsgraden
For at ikke den beregnede gjeldsgraden skal bli for høy, tar vi hensyn til bedriftens totale realkapital som inkluderer bedriftens totale kapitalbeholdning ikke kun de kapitaltypene vi har investeringstall for. Bedriftens totale beholdning av realkapital er da

$$(D.14)\ PK = PK1 + (X14 + X15) * FB$$

der FB er forholdstallet mellom brannforsikringstall og regnskapstall for bygninger og anlegg, regnet ut for de ulike næringer og årganger

$$(D.15)\ FB = \frac{X19}{(X12 + X13)}$$

For å korrigere for at regnskapstallene undervurderer den reelle verdien av realkapitalen, mulitipliserer vi regnskapstallene for grunnarealer og boliger med faktoren FB da vi antar at forholdstallet er det samme for disse typene realkapital som for bygninger og anlegg hvor vi har brannforsikringstall.

Gjeldsgraden b kalkuleres som forholdet mellom netto langsiktig gjeld og bedriftens totale realkapitals gjenanskaffelsespris slik som i børsdatasettet.

Gjennomsnittlige åpningsavskrivninger
Åpningsavskrivninger er kun tillatt for bygninger i perioden 1977-1981 og regnes ut som i (D.7).

Gjennomsnittlige saldoavskrivninger
Utregningen av gjennomsnittlige saldosatser avhenger av realkapitalens sammensetning og vi får følgelig forskjellige gjennomsnittlige saldosatser for ulike næringer og ulike år selv om de skattemessig tillatte satsene skulle være konstante

$$\begin{aligned}(D.16)\ 1977-1981\quad & asaldo = w1T(-1)*0{,}17 + w1M(-1)*0{,}17 + w1S(-1)*0{,}17 + w1B(-1)*0{,}04 \\ 1982-1991\quad & asaldo = w1t*adrift + w1M(-1)*adrift + w1S(-1)*askip + w1B(-1)*abygn.max\end{aligned}$$

der vektene er kaptaltypenes verdiandeler

$$(D.17)\ w1T = \frac{X18}{PK1},\ w1M = \frac{X10}{PK1},\ w1S = \frac{X9}{PK1},\ w1B = \frac{X19}{PK1}$$

Dividende
"Dividende o.l." er summen av postene 354, 355 og 357 i regnskapsstatistikken og tilsvarer utbytte/privatkonto og skatter (pers. selsk.). For 1975 og 1976 oppnås dividendetallene ved å summere over "utbytte" og "privatkonto

(inkl. skatter)". Det er mulig å få negativt utbytte hvis man har personlige selskaper i næringene og disse har satt penger *inn* på privatkonto fremfor å hente ut " utbytte" for f.eks å dekke underskudd i driften, nyinvesteringer etc.

Verdien av bedriften
I NOS-datasettet har vi ikke tall direkte for denne variabelen som derfor må beregnes. I teorikapitlet har vi utledet uttrykk for markedsverdien av bedriften i tilfellene med og uten skatter. Vi overefører disse formlene til diskret tid.

Tilfellet uten skatter
Med konstant rente er nåverdien av bedriften neddiskontert til tidspunkt t gitt ved

$$(D.18)\ V(t)=\int_t^\infty D(s)e^{-r(s-t)}ds \approx V_{t-1}=\sum_{i=0}^{\infty} D_{t+i}\left(\frac{1}{1+r}\right)^{i+1}$$

Verdien av bedriften er fremadskuende, og den er den neddiskonterte verdien av all fremtidig dividende. Da dividende utbetales i slutten av året må den "første" dividendeutbetalingen også neddiskonteres. Våre tall er pr.31/12 og vi har ikke tall for størrelser pr.1/1. Vi setter derfor data pr 1/1 i år t tilnærmet lik de oppgitte tall pr. 31/12 i år t-1.

(D.18) kan skrives

$$\begin{aligned}(D.19)\ V_t &= \frac{D_{t+1}}{1+r}+\frac{D_{t+2}}{(1+r)^2}+\ldots \\ &= \frac{1}{1+r}\left[D_{t+1}+\frac{D_{t+2}}{1+r}+\ldots\right] \\ &= \frac{1}{1+r}\left[D_{t+1}+V_{t+1}\right] \qquad t=1977,78,\ldots 90\end{aligned}$$

Vi antar at aktørene har statiske forventninger utover 1991. Dette innebærer at vi har $D_{92}=D_{93}=\ldots=D_{91}$ som gir

$$(D.20)\ V_{91}=\frac{D_{91}}{r}$$

Dette er ikke helt i overensstemmelse med de teoretiske forutsetningene vi bygger på i teorikapitlet, men er nødvendig for å få empirisk observerbare variable til estimeringen. Vi antar her at aktørene har rasjonelle forventninger og "perfect foresight" i observasjonsperioden, men statiske forventninger m.h.t. variable som ligger utenfor observasjonsperioden. Denne fremgangsmåten innebærer at vi kan nyttiggjøre oss av informasjonen som ligger i datamaterialet, men behandler ikke forventningsdannelsen helt konsistent innenfor aktørenes beslutnings-periode. Denne metoden er imidlertid litt uheldig da vår observasjonsperiode slutter i 1991 hvor det er rimelig å anta at bedriftene ikke hadde statiske forventninger m.h.t. fremtidige skattesatser p.g.a. den forhåndsannonserte skattereformen i 1992. Vi velger imidlertid denne fremgangsmåten, selv om den medførere en noe inkonsistent behandling av data, for å unngå problemer på tresifret næringsnivå der vi har flere tilfeller hvor utbytte er lik null.

Tilfellet med skatter
Analogt med (D.19) og (D.20) får vi med statiske forventninger om fremtidige dividendeutbetalinger og skattesatser

$$(D.21)\ VS_t = \frac{1}{1+r}\left[\left(\frac{\theta_d}{\theta_g}\right)_{t+1} D_{t+1} + V_{t+1}\right]$$

$$VS_{91} = \frac{\left(\frac{\theta_d}{\theta_g}\right)_{91} D_{91}}{r}$$

Q-Variable

Tilfellet med homogen kapital uten skatter
På diskret tid får vi

$$(D.22)\ QH_t = \frac{V_{t-1}}{PK1_{t-1}} - 1$$

Dateringen av variabelen begrunnes med at Q-varibelen er fremadskuende og dannes på begynnelsen av hver periode. Da våre regnskapstall er datert pr. 31/12, vil vi benytte variablene datert forrige periode som proxy variable for variable i begynnelsen av perioden.

Tilfellet med homogen kapital med skatter
På diskret tid dateres variablene

$$(D.23)\ QS_t = \frac{\frac{VS_{t-1} - ANV_{t-1}}{PK_{t-1}}\left(\frac{(1-TB)}{(1-TD)*(1-TC)}\right) - 1 + b_{t-1} + (TB*H)_t + (1-H_t)(TB*asaldo - TV)_t * Z_t}{(1-TB)_t}$$

Skatte- og avskrivningssatsene er datert i perioden t, da Q-variabelen er fremadskuende og er bestemmende for investeringene i periode t. Gjeldsgraden er datert t-1 da den omfatter beholdningsvariable som er datert pr. 31/12. Verdien av bedriften korrigeres nå for nåverdien av investeringene foretatt frem til og med tidspunkt t-1, d.v.s de predeterminerte investeringene. ANV er nåverdien av avskrivningene på investeringer foretatt før tidspunkt t og er under forutsetning om statiske forventninger gitt ved

$$(D.24)\ ANV_t = \left(\frac{(1-TB)}{(1-TD)*(1-TC)}\right) * \left(\frac{TB*asaldo - TV}{asaldo}\right) A_t \frac{1}{r + asaldo_t}$$

Z er den neddiskonterte verdien av avskrivningene på en krone investert i fremtiden gitt ved (D.25) under statiske forventninger

$$(D.25)\ Z_t = \frac{1}{r + asaldo_t}$$

Tilfellet med flere kapitaltyper uten skatter
Her opererer vi med den samme totale observerbare, gjennomsnittlige Q-variabelen som i tilfellet med homogen kapital uten skatt d.v.s.

$$(D.26)\ QF_t = QH_t = \frac{V_{t-1}}{PK_{t-1}} - 1$$

Tilfellet med flere kapitaltyper med skatter
Her får vi variabelen

$$(D.27)\ QFS_t = \frac{\dfrac{VS_{t-1} - ANV_{t-1}}{PK_{t-1}}\left(\dfrac{(1-TB)}{(1-TD)*(1-TC)}\right) - 1 + b_{t-1} + (TB*H)_t + OZBAR_t}{(1-TB)_t}$$

ANV-variabelen er som i tilfellet med homogen kapital. P.g.a. utregningen av den gjennomsnittlige åpnings-avskrivningssatsen med kapitalandelene som vekter, er det nest siste leddet over brøkstreken lik med det tilsvarende leddet i tilfellet med homogen kapital. Den eneste forskjellen i den skattemodifiserte Q-variabelen i tilfellet med flere kapitaltyper, er det siste leddet over brøkstreken. OZBAR er den veide summen i det siste leddet i telleren i formel (4.16) konstruert ved utregningen

```
SAMPLE 1977 1981
ZT  =  1/(0,04+0,17)
ZM  =  1/(0,04+0,17)
ZS  =  1/(0,04+0,17)
ZB  =  1/(0,04+0,04)
OT  =  TB*0,17-TV
OM  =  TB*0,17-TV
OS  =  TB*0,17-TV
OB  =  (1-0,25)*(TB*0,04-TV)
SAMPLE 1982 1991
ZT  =  1/(0,04+ADRIFT)
ZM  =  1/(0,04+ADRIFT)
ZS  =  1/(0,04+ASKIP)
ZB  =  1/(0,04+ABYGN.MAX)
OT  =  TB*ADRIFT-TV
OM  =  TB*ADRIFT-TV
OS  =  TB*ASKIP-TV
OB  =  TB*ABYGN.MAX-TV
SAMPLE 1977 1991
OZBAR = W1T(-1)*OT*ZT+W1M(-1)*OM*ZM+W1S(-1)*OS*ZS+W1B(-1)*OB*ZB
```

Appendiks E. Tabeller for empiriske resultater

E.1. Børsdata

Tabell 1: Homogen kapital uten skatter

$$I_t = \gamma + \frac{1}{\beta} QH_t + e_t$$

12 observasjoner

Metode	β	p-verdi	γ	p-verdi	R^2	S.E.****	D.W.	F-verdi
OLS*	-23,635	0,722	0,124	0,111	0,0132	0,0424	1,2695	0,1338 (0,722)
NLS**	-23,635 [64,607]	0,722	0,124 [0,071]	0,111	0,0132	0,0424	1,2695	0,1338 (0,722)
AR(1)***	7,803	0,368	0,227	0,025	0,1161	0,0423	1,6658	0,5910 (0,574)

*Ved OLS estimerer vi koeffisienten $b = \frac{1}{\beta}$. Den oppgitte signifikansverdien gjelder derfor b. Men denne viser seg å være lik signifikansverdien til β i NLS estimeringen.
**Konvergerte etter to iterasjoner. Vi benyttet resultatene fra OLS estimeringen som initialverdier. Tallene i parentes er standardavvikene til de estimerte koeffisientene.
***Vi estimerer ved Exact Maximum Likelihood. Konvergerte etter seks iterasjoner.
****Det estimerte standardavviket til regresjonen.

Tabell 2: Homogen kapital med skatter

$$I_t = \gamma + \frac{1}{\beta} QHS_t + e_t$$

11 observasjoner

Metode	β	p-verdi	γ	p-verdi	R^2	S.E.	D.W.	F-verdi
OLS	-68,611	0,833	0,143	0,000	0,0052	0,0369	1,7250	0,0472 (0,833)
NLS*	-68,61 [315,783]	0,833	0,143 [0,011]	0,000	0,0052	0,0369	1,7250	0,0472 (0,833)
AR(1)**	-35,712	0,680	0,143	0,000	0,0344	0,0385	1,4512	0,1421 (0,869)

*Konvergerte etter to iterasjoner. OLS resultatene er benyttet som initialverdier.
**Konvergerte etter fem iterasjoner.

Tabell 3: Flere kapitaltyper uten skatter

Likningen som estimeres*:

$$I_t = \gamma_k + \frac{1}{\beta_k} QF_t - \sum_{i \neq k} \left(\frac{\beta_i}{\beta_k} - 1 \right) I i_t + \sum_{i \neq k} \left(\frac{\beta_i}{\beta_k} \gamma_i - \gamma_k \right) W i_{t-1} + e_t \quad \text{der i, k=M, S, DIV, B}$$

12 observasjoner

Normert ved k lik :	Estimert ved:	β_M	β_S	β_{DIV}	β_B	γ_M	γ_S	γ_{DIV}	γ_B
Maskiner	OLS	20,447	25,071	14,429	-22,070	0,583	-0,745	0,342	-0,005
	IVsett A**	-79,981	127,265	-20,025	-0,369	0,401	0,659	0,488	-2,056
	IVsett B***	9,927	-53,686	15,548	22,073	1,158	0,6685	0,293	0,038
Skip	OLS	10,33	65,772	11,917	-32,972	0,361	0,024	0,249	-0,020
	IVsett A	-6,222	49,736	5,424	-16,075	0,075	0,183	0,122	-0,028
	IVsett B	8,18	21,860	11,03	-15,156	0,564	-0,306	0,182	-0,05
Diverse	OLS	12,111	24,275	13,110	-15,937	0,605	-0,503	0,274	-0,038
	IVsett A	-4,215	44,731	8,380	-9,289	-0,688	-0,011	0,362	-0,035
	IVsett B	18,73	-74,190	12,609	15,386	0,83	0,529	0,244	0,006
Bygninger	OLS	10,455	37,914	8,996	-27,903	0,379	0,012	0,104	-0,018
	IVsett A	-3,105	130,198	4,555	-56,161	2,086	0,264	-0,144	-0,012
	IVsett B	14,052	22,065	14,224	-14,801	0,633	-0,724	0,31	-0,036

*OLS og IV tar ikke hensyn til de ikke-lineære koeffisientrestriksjonene. Vi får estimert koeffisientene foran hver regressor og regner oss tilbake til strukturkoeffisientene etter formlene

$$\beta_k = \frac{1}{coefQF},\ \beta_i = \frac{1 - coefIi}{coefQF},\ \gamma_k = const \text{ og } \gamma_i = \frac{coefwi + const}{1 - coefIi}.$$

**IV sett A består av et konstanledd, $QF_t, IVAi_t = Ii_{t-1} = \frac{Ji_{t-1}}{pK_{t-2}}$ *og* wi_{t-1}. Med et hvit-støyrestledd er det kun investeringsratene som er korrelert med restleddet og må instrumenteres. Investeringsraten lagget én periode er predeterminert og følgelig ukorrelert med et iid-restledd.

***IV sett B består av et konstantledd, $QF_t, IVBi_t = \frac{Ji_{t-1}}{pK_{t-1}}$ *og* wi_{t-1}. Her får vi én frihetsgrad enkstra da vi ikke lagger kapitaltallet i investeringsraten to perioder, men kun én.

Tabell 4: forts. flere kapitaltyper uten skatter

Normert ved:	Estimert ved:	R^2	S.E.	D.W.	F-verdi
Maskiner	OLS	0,96479	0,012664	3,4238	15,6583 (0,009)
	IVsett A	0,91649	0,018501	3,3025	4,7036 (0,115)
	IVsett B	0,38281	0,053024	3,0550	0,35443 (0,890)
Skip	OLS	0,99549	0,004532	3,1436	126,142 (0,000)
	IVsett A	0,99208	0,005698	3,1945	53,6765 (0,004)
	IVsett B	0,98661	0,007809	2,8755	42,1120 (0,001)
Diverse	OLS	0,95391	0,014490	3,2554	11,8272 (0,015)
	IVsett A	0,77920	0,030085	2,7527	1,5124 (0,398)
	IVsett B	0,51257	0,047073	2,9474	0,60332 (0,738)
Bygninger	OLS	0,98778	0,007462	3,1117	46,1794 (0,001)
	IVsett A	0,95190	0,014041	3,1978	8,4820 (0,053)
	IVsett B	0,95611	0,014140	3,3768	12,4479 (0,014)

Tabell 5: Flere kapitaltyper med skatter

$$I_t = \gamma_k + \frac{1}{\beta_k} QFS_t - \sum_{i \neq k} \left(\frac{\beta_i}{\beta_k} - 1 \right) I_{it} + \sum_{i \neq k} \left(\frac{\beta_i}{\beta_k} \gamma_i - \gamma_k \right) W_{it-1} + e_t \quad \text{der i, k=M, S, DIV, B}$$

11 observasjoner

Normert ved:	Estimertved:	β_M	β_S	β_{DIV}	β_B	γ_M	γ_S	γ_{DIV}	γ_B
Maskiner	OLS	35,278	31,102	19,159	-37,007	0,453	-0,675	0,236	0,017
	IVsett A	38,620	-42,946	23,404	3,982	0,673	1,312	0,387	-0,237
	IVsett B	6,486	24,724	15,968	-6,885	1,716	-0,600	0,27	0,131
Skip	OLS	5,138	43,009	13,009	-20,859	1,318	-0021	0,124	0,036
	IVsett A	-17,673	133,985	7,421	-49,615	0,417	0,322	-0,369	0,012
	IVsett B	5,871	13,747	16,274	-0,235	2,080	-1,398	0,295	4,035
Diverse	OLS	4,563	18,756	12,284	-10,389	1,728	-0,357	0,118	0,075
	IVsett A	-11,793	117,066	15,296	-30,209	-0,167	0,139	0,242	0,031
	IVsett B	8,269	-5,579	14,655	2,237	1,493	3,754	0,242	-0,396
Bygninger	OLS	9,836	33,558	11,592	-25,35	0,661	0,001	0,016	0,025
	IVsett A	89,246	-2594,4	59,192	1234,72	2,912	0,375	1,308	-0,006
	IVsett B	2,576	9,756	15,104	2,869	4,322	-1,799	0,274	-0,331

Tabell 6: forts. flere kapitaltyper med skatter

Normert ved:	Estimertved:	R^2	S.E.	D.W.	F-verdi
Maskiner	OLS	0,96033	0,012752	3,1050	10,3754 (0,040)
	IVsett A	0,90908	0,019305	3,4593	4,2851 (0,130)
	IVsett B	0,74476	0,032346	3,0832	1,2505 (0,468)
Skip	OLS	0,99463	0,004694	3,0812	79,3075 (0,002)
	IVsett A	0,99001	0,0064	3,2893	42,4672 (0,005)
	IVsett B	0,92517	0,017514	3,1448	5,2986 (0,099)
Diverse	OLS	0,97287	0,010546	2,3829	15,3683 (0,023)
	IVsett A	0,49602	0,045452	2,9090	0,42180 (0,844)
	IVsett B	0,92553	0,017472	3,1631	5,3263 (0,099)
Bygninger	OLS	0,98533	0,007755	2,8685	28,7838 (,009)
	IVsett A	0,95013	0,014298	3,2344	8,1653 (0,056)
	IVsett B	-0,5854	0,080614	2,9543	-

Tabell 7: Gjennomsnittlige installasjonskostnader $\bar{\beta}$ *

År	Gjennomsnittlig β i flerkapitaltilfellet uten skatter			Gjennomsnittlig β i flerkapitaltilfellet med skatter		
	OLS	IV sett A	IV sett B	OLS	IV sett A	IV sett B
1981	67,7030	-4,7332	4,5712	2,4736	-15,3369	6,1289
1982	67,2266	-1,7967	4,8209	4,0250	-9,3655	8,9723
1983	67,9305	-4,1146	4,7352	2,9030	-14,2136	6,9739
1984	70,1418	-1,2800	6,3316	5,6533	-7,6701	9,4271
1985	64,7388	-0,98759	4,0832	3,7092	-6,774	8,0169
1986	67,2729	-1,1671	5,0600	4,5297	-7,5803	9,0006
1987	63,4539	-0,27252	3,8315	3,7996	-4,4894	7,3984
1988	61,7692	-0,14793	3,2037	3,2765	-3,8582	6,6437
1989	62,2744	1,6693	4,1209	4,9433	1,5647	6,4865
1990	65,3300	0,12156	4,7261	4,8029	-3,6386	8,2007
1991	68,6460	3,3858	7,1502	8,5123	4,9386	9,9406
1992	70,2686	2,1026	7,3274	8,0967	0,93564	10,7552

*Tallene er her basert på normering ved skip. Vektene er investeringene i de ulike kapitaltypene som andeler av de totale investeringene.

E.2.NOS-data

Tabell 8: Homogen kapital uten skatter

Likning som estimeres:

$$I_t = \gamma + \frac{1}{\beta} QH_t + e_t$$

Vi estimerer ved OLS. 14 observasjoner.

Næring*	β	p-verdi β	γ	p-verdi γ	R^2	S.E.	D.W.	F-verdi
311	50,898	0,032	0,0584	0,000	0,3304	0,00861	1,2409	5,9219
312	24,801	0,588	0,1136	0,000	0,0251	0,07322	1,1372	0,3091
313	-4,952	0,173	-0,118	0,373	0,1492	0,01994	1,6385	2,1041
321	3,761	0,011	0,2579	0,007	0,4266	0,01574	2,4358	8,9268
322	9,642	0,011	0,0925	0,000	0,4315	0,01967	2,6524	9,1071
324	-0,392	0,786	-2,5171	0,788	0,007	0,02349	1,9556	0,0773
331	3,780	0,002	0,3	0,000	0,5746	0,00847	2,4118	16,208
332	1,936	0,116	0,5477	0,087	0,193	0,02238	1,6121	2,8690
341	3,743	0,024	0,2642	0,009	0,3572	0,02447	1,3583	6,6682
342	13,488	0,174	0,1239	0,004	0,1482	0,02539	0,7075	2,0880
351	173,04	0,026	0,01	0,293	0,3489	0,01064	1,2559	6,4308
352	-20,03	0,290	0,0414	0,182	0,0927	0,02768	1,3240	1,2256
354	24,466	0,069	0,0527	0,002	0,2489	0,01206	1,5744	3,9771
355	1,486	0,211	0,6687	0,196	0,127	0,02634	1,2752	1,7450
356	-26,332	0,005	0,0319	0,002	0,4987	0,01740	2,0987	11,939
361	3,53	0,039	0,2747	0,026	0,3101	0,01117	1,8875	5,3930
362	-40,26	0,358	0,0324	0,008	0,0708	0,02703	1,8885	0,9146
369	-12,158	0,651	-0,0137	0,934	0,0176	0,02377	1,5156	0,2152
371	7,144	0,010	0,1658	0,002	0,4348	0,01144	1,4162	9,2299
372	62,806	0,077	0,0382	0,000	0,2383	0,02387	1,4795	3,7551
381	7,568	0,108	0,1553	0,036	0,2008	0,00955	1,1593	3,0149
382	3,361	0,027	0,3261	0,012	0,3469	0,01659	1,8730	6,3745
383	9,16	0,007	0,1530	0,000	0,4675	0,00672	2,2711	10,535
384	11,891	0,340	0,1175	0,156	0,0759	0,01098	1,2517	0,9861
390	138,50	0,844	0,0662	0,001	0,0034	0,02711	1,7921	0,0404

*Se appendiks C for forklaring av næringsinndelingen.

Tabell 9: Aggregerte resultater for homogen kapital uten skatter

Likning som estimeres:

$$I_t = \gamma + \frac{1}{\beta} QH_t + e_t$$

14 observasjoner.

Næring	Metode	β	p-verdi β	γ	p-verdi γ	R^2	S.E.	D.W.	F-verdi
31	OLS	96,200	0,425	0,064	0,000	0,0539	0,01066	1,1391	0,6835
	AR(1)*	62,508	0,377	0,065	0,000	0,2311	0,01004	1,5988	1,6532
32	OLS	4,702	0,004	0,205	0,002	0,5053	0,01430	2,6437	12,259
	AR(1)	4,869	0,001	0,198	0,000	0,5643	0,01402	1,8081	7,1234
33	OLS	3,498	0,001	0,325	0,000	0,5889	0,00663	1,6785	17,187
	AR(1)	3,450	0,003	0,329	0,001	0,5955	0,00686	1,8407	8,0957
34	OLS	4,497	0,016	0,2286	0,003	0,3939	0,01985	1,4840	7,8986
	AR(1)	4,334	0,036	0,235	0,011	0,4352	0,02007	1,6832	4,2376
35	OLS	-336,17	0,391	0,054	0,000	0,0619	0,01893	1,5641	0,7916
	AR(1)	249,27	0,352	0,040	0,017	0,1665	001864	2,0841	1,0983
36	OLS	-10,497	0,336	-0,025	0,764	0,0774	0,01961	1,3875	1,0067
	AR(1)	-16,974	0,635	0,007	0,950	0,1347	0,01984	1,8253	0,8561
37	OLS	51,303	0,033	0,043	0,000	0,3252	0,01583	1,4624	5,7822
	AR(1)	52,637	0,083	0,042	0,000	0,3646	0,01605	1,5871	3,1554
38	OLS	6,839	0,018	0,181	0,003	0,382	0,00820	1,5207	7,4163
	AR(1)	6,452	0,036	0,189	0,009	0,4128	0,00835	1,7314	3,8656
390**	OLS	138,50	0,844	0,066	0,001	0,0034	0,02711	1,7921	0,0404
	AR(1)	139,03	0,852	0,066	0,002	0,0034	0,02832	1,7994	0,0187
3	OLS	44,871	0,047	0,057	0,000	0,2902	0,00886	1,2959	4,9058
	AR(1)	41,748	0,095	0,058	0,000	0,3752	0,00868	1,6286	3,3021

*Vi tar hensyn til at resultatene tyder på autokorrelasjon og estimerer med et AR(1) restledd. Alle konvergerer etter mellom fire og syv iterasjoener.

**Næring 39 inneholder kun 390.

Tabell 10: Homogen kapital med skatter

Likning som estimeres:

$$I_t = \gamma + \frac{1}{\beta} QHS_t + e_t$$

Vi estimerer ved OLS. 13 observasjoner.

Næring	β	p-verdi β	γ	p-verdi γ	R^2	S.E.	D.W.	F-verdi
311	141,255	0,110	0,053	0,000	0,2154	0,00933	1,2234	3,0197
312	-136,945	0,800	0,121	0,004	0,0061	0,07718	1,1165	0,0672
313	-7,614	0,191	-0,048	0,578	0,1503	0,01986	1,7538	1,9464
321	6,863	0,028	0,133	0,013	0,3676	0,01586	2,1925	6,3929
322	30,751	0,039	0,037	0,000	0,3320	0,02159	2,4692	5,4670
324	72,270	0,694	0,027	0,012	0,0161	0,02025	2,5262	0,1641
331	10,392	0,056	0,131	0,004	0,2935	0,0113	1,6467	4,5686
332	38,824	0,757	0,067	0,325	0,0091	0,0202	1,5178	0,1010
341	15,657	0,307	0,085	0,047	0,0946	0,02956	1,3158	1,1494
342	21,28	0,195	0,094	0,000	0,1478	0,02621	0,7524	1,9077
351(B1)*	-989,805	0,460	0,036	0,002	0,0506	0,01101	1,3919	0,5865
351(B2)**	-896,459	0,419	0,037	0,002	0,0604	0,01096	1,4332	0,7065
352	-20,839	0,008	0,062	0,000	0,4877	0,01872	2,1451	10,473
354	30,994	0,033	0,039	0,000	0,3492	0,01119	1,3771	5,9016
355	8,546	0,225	0,135	0,148	0,1308	0,02741	1,4248	1,6558
356	-31,743	0,012	0,042	0,000	0,4511	0,01845	2,0157	9,0411
361	46,773	0,596	0,038	0,238	0,0264	0,01015	1,4925	0,2978
362	-92,132	0,415	0,044	0,000	0,0613	0,02737	1,9755	0,7183
369	-3,064	0,092	-0,217	0,176	0,2359	0,02059	1,1455	3,3968
371	16,095	0,019	0,088	0,000	0,4046	0,01227	1,4560	7,4733
372	153,198	0,130	0,035	0,004	0,1955	0,02545	1,4438	2,6726
381	-188,601	0,952	0,035	0,582	0,0003	0,00931	1,4007	0,0037
382	12,577	0,069	0,107	0,005	0,2693	0,0173	2,2577	4,0548
383	20,541	0,239	0,093	0,025	0,1234	0,00655	2,5089	1,5482
384	-27,787	0,439	0,011	0,768	0,0554	0,01113	1,1922	0,6449
390	51,041	0,182	0,063	0,000	0,1559	0,02368	1,8235	2,0310

*Næring 351 hadde negativ gjeldsgrad i visse år og gjeldsgrad større enn én i andre regnet etter formelen gitt i appendiks D. Vi beregnet derfor et gjennomsnitt av alle år som hadde gjeldsgrad mellom null og en. Dette ga B1=0,2175 som vi erstattet de avvikende observasjonene med.

**Blant de "normale" årene hadde 351 en svært høy gjeldsgrad i 1980 i forhold til resten av årene. I beregningen av en alternativ gjennomsnittlig gjeldsgrad B2, utelot vi denne avvikende observasjonen. Dette ga B2=0,073802.Vi ser imidlertid at forskjellene i estimeringsresultatene er minimale.

Tabell 11: Aggregerte resulater for homogen kapital med skatter

Likning som estimeres:

$$I_t = \gamma + \frac{1}{\beta} QHS_t + e_t$$

Næring	Metode	β	p-verdi β	γ	p-verdi γ	R^2	S.E.	D.W.	F-verdi
31	OLS	445,414	0,731	0,061	0,000	0,0112	0,01121	1,1614	0,1243
	AR(1)	341,355	0,732	0,061	0,000	0,1732	0,01085	1,6010	1,0473
32	OLS	9,974	0,012	0,091	0,003	0,4471	0,01421	2,5002	8,8955
	AR(1)	10,156	0,005	0,089	0,001	0,4909	0,01430	1,8846	4,8213
33	OLS	11,211	0,322	0,100	0,057	0,0892	0,0089	1,1501	1,0773
	AR(1)	15436,9	1,0	0,051	0,361	0,2663	0,0084	1,6862	1,8145
34	OLS	14,248	0,185	0,092	0,011	0,1537	0,02393	1,4516	1,9976
	AR(1)	17,812	0,382	0,084	0,049	0,2206	0,02408	1,6871	1,4152
35	OLS	-424,358	0,157	0,059	0,000	0,1736	0,01808	1,5998	2,3106
	AR(1)*	2212,39	0,835	0,043	0,013	0,2382	0,01800	2,2649	1,5632
36	OLS	-5,582	0,013	-0,077	0,114	0,4417	0,01526	1,4905	8,7030
	AR(1)	-5,562	0,029	-0,078	0,170	0,4741	0,01553	1,8327	4,5076
37	OLS	111,121	0,047	0,036	0,000	0,3133	0,01665	1,5744	5,0194
	AR(1)	119,422	0,106	0,036	0,000	0,3354	0,01718	1,6580	2,5230
38	OLS	17,481	0,186	0,091	0,020	0,1530	0,00873	1,6411	1,9876
	AR(1)	20,843	0,327	0,083	0,053	0,1804	0,00900	1,7747	1,1004
390	OLS	51,041	0,182	0,063	0,000	0,1559	0,02368	1,8235	2,0310
	AR(1)	48,232	0,201	0,063	0,000	0,1629	0,02474	1,9602	0,9727
3	OLS	158,642	0,198	0,048	0,000	0,1458	0,00927	1,2329	1,8778
	AR(1)	192,916	0,412	0,048	0,000	0,2684	0,009	1,5039	1,8346

*Konvergerte etter 17 iterasjoner.

Tabell 12: Flere kapitaltyper uten skatter

Likning som estimeres:

$$I_t = \gamma_T + \frac{1}{\beta_T} QF_t - \left(\frac{\beta_M}{\beta_T} - 1 \right) IM_t - \left(\frac{\beta_B}{\beta_T} - 1 \right) IB_t + \left(\frac{\beta_M}{\beta_T} \gamma_M - \gamma_T \right) w1M_{t-1} + \left(\frac{\beta_B}{\beta_T} \gamma_B - \gamma_T \right) w1B_{t-1} + e_t$$

her har vi normert ved transportmidler. Vi estimerer ved IV*. 14 observasjoner.

Næring	β_T	β_M	β_B	γ_T	γ_M	γ_B
311	170,422	45,840	20,848	0,166	0,237	-0,306
312	87,176	1,446	3,298	0,134	1,595	-0,223
313	-19,215	-2,540	-4,052	-0,548	-0,148	-0,08
321	52,513	6,556	-6,722	-0,556	0,268	-0,068
322	57,850	2,8	0,896	-0,05	0,374	0,721
324	0,581	-0,012	-0,036	1,0065	-81,938	-27,885
331	-39,648	-29,394	62,671	-0,555	0,104	0,089
332	-147,180	-18,548	11,333	-0,181	0,010	0,001
341	194,814	3,429	-2,416	-0,016	0,394	-0,102
342	11,472	6,218	-9,813	1,214	0,34	0,163
351	459,643	152,859	259,551	0,636	-0,011	0,021
352	1707,067	0,222	60,908	0,070	165,562	-0,570
354	143,049	3,528	32,916	-0,016	0,359	0,037
355	9,060	0,506	-0,201	-0,395	1,936	-5,186
356	-820,075	17,468	-24,504	-0,137	0,085	0,269
361	27,821	4,296	1,935	-0,342	0,282	0,41
362	5,075	56,416	-27,478	-25,969	0,022	-0,007
369	31,707	0,935	-1,094	-0,056	1,104	-1,085
371	139,361	0,709	-1,31	0,164	0,428	-2,273
372	670,826	3,897	-3,354	-0,091	0,598	0,066
381	18,387	-2,324	1,391	-0,555	-0,041	0,656
382	15,792	4,6	-0,256	0,080	0,273	-3,563
383	22,149	-1,852	13,51	-1,0729	-0,528	0,128
384	-1,751	-13,772	14,526	-1,625	-0,02	0,099
390	1964,251	17,6	79,159	0,560	0,42	-0,127

*Vi har estimert med instrumentsett B da dette var høyest korrelert med de instrumenterte variable. Dette instrumentsettet gir oss også en ekstra frihetsgrad p.g.a. at kapitaltallet i investeringsraten ikke lagges to perioder, men kun én.

Tabell 13: forts. flere kapitaltyper uten skatter

Næring	R^2	S.E.	D.W	F
311	0,99419	0,0009819	1,6009	273,7504
312	0,99746	0,004575	1,1147	629,0,353
313	0,97280	0,004366	2,2996	57,2320
321	0,99756	0,001258	2,0592	653,3391
322	0,99781	0,001496	2,6858	728,3153
324	0,99369	0,002347	2,7104	220,5304
331	0,65044	0,009406	1,9247	2,9771
332	0,99362	0,002437	2,2517	249,1645
341	0,99974	0,0005986	2,5843	6242,3
342	0,94762	0,007711	2,2966	28,9446
351	0,92598	0,004394	2,5052	20,0156
352	0,99881	0,001227	1,7255	1344,1
354	0,97475	0,002708	1,8663	61,7590
355	0,99916	0,0009979	1,8612	1913,8
356	0,99955	0,0006373	1,9388	3568,4
361	0,99190	0,001483	2,3997	195,9782
362	-11,6694	0,1222	1,5332	-
369	0,99647	0,001745	1,6236	451,6983
371	0,99752	0,0009282	1,7869	643,9849
372	0,99905	0,001033	2,5404	1679,9
381	0,98472	0,001617	2,2082	103,0966
382	0,99241	0,002191	2,3704	209,0795
383	0,81958	0,004791	1,9356	7,2684
384	0,97374	0,002268	2,4912	59,3262
390	0,99632	0,002017	2,5247	433,6338

Tabell 14: Aggregerte resultater flere kapitaltyper uten skatter

Likning som estimeres:

$$I_t = \gamma_T + \frac{1}{\beta_T} QF_t - \left(\frac{\beta_M}{\beta_T} - 1\right) IM_t - \left(\frac{\beta_B}{\beta_T} - 1\right) IB_t + \left(\frac{\beta_M}{\beta_T}\gamma_M - \gamma_T\right) w1M_{t-1} + \left(\frac{\beta_B}{\beta_T}\gamma_B - \gamma_T\right) w1B_{t-1} + e_t$$

her har vi normert ved transportmidler.

Næring	Metode	β_T	β_M	β_B	γ_T	γ_M	γ_B	R^2	S.E.	D.W.	F-verdi
31	IV	165,873	55,227	-7,813	-0,166	0,216	0,699	0,99416	0,001026	3,0444	272,3522
	OLS	156,284	5,415	2,930	-0,148	1,074	-0,727	0,99665	0,0007777	2,3599	475,3287
32	IV	66,432	-46,745	64,353	-1,3815	0,054	0,061	0,91896	0,007089	1,9262	18,1441
	OLS	85,186	0,460	-0,298	-0,24	2,783	-2,811	0,99976	0,0003850	1,9453	6691,7
33	IV	-24,750	8,229	7,593	-0,238	0,215	0,072	0,97352	0,0000339	2,4013	58,8195
	OLS	25,136	-1,626	-1,82	-0,291	-0,493	-0,746	0,99351	0,0010198	1,9215	244,8339
34	IV	30,380	3,491	-9,059	0,109	0,546	0,250	0,99866	0,001146	2,5570	1190,7
	OLS	-345,877	-4,323	-11,449	-0,043	0,390	0,365	0,99975	0,0004904	1,6662	6519,6
35	IV	9074,410	-271,325	264,882	0,248	0,045	0,077	0,99914	0,0007021	2,4297	1859,1
	OLS	5611,672	-285,634	92,088	0,249	0,018	-0,126	0,99935	0,0006116	2,3312	2451,1
36	IV	46,145	-1,772	-1,813	-0,243	-0,166	-1,174	0,99803	0,0011112	1,0267	808,6081
	OLS	48,681	-0,75	-2,395	-0,204	-0,51	-0,851	0,99818	0,0010660	1,2282	878,8120
37	IV	794,281	14,361	-119,46	0,062	0,26	0,059	0,99913	0,0006963	1,4234	1837,2
	OLS	824,742	-11,959	-39,175	0,046	-0,355	0,18	0,99957	0,0004874	1,1942	3750,7
38	IV	21,803	-70,378	57,035	-0,408	0,064	0,094	-5,7275	0,033152	2,1212	-
	OLS	42,232	1,579	-1,706	0,075	0,779	-0,462	0,99615	0,0007935	2,4820	413,5111
390	IV	1964,251	17,6	79,159	0,560	0,42	-0,127	0,99632	0,002017	2,5247	433,6338
	OLS	221,769	-4,879	-2,506	-0,2	-0,368	0,052	0,99841	0,0013282	2,7966	1002,2
3	IV	-5948,84	1490,184	-1222,606	0,103	0,067	0,116	0,99492	0,0009178	1,6525	313,6684
	OLS	540,278	-26,257	12,421	0,002	0,012	0,381	0,99952	0,0002830	2,1386	3314,2

Tabell 15: Flere kapitaltyper med skatter

Likning som estimeres:

$$I_t = \gamma_T + \frac{1}{\beta_T} QFS_t - \left(\frac{\beta_M}{\beta_T} - 1 \right) IM_t - \left(\frac{\beta_B}{\beta_T} - 1 \right) IB_t + \left(\frac{\beta_M}{\beta_T} \gamma_M - \gamma_T \right) w1M_{t-1} + \left(\frac{\beta_B}{\beta_T} \gamma_B - \gamma_T \right) w1B_{t-1} + e_t$$

Vi estimerer med IV sett B. 13 observasjoner.

Næring	β_T	β_M	β_B	γ_T	γ_M	γ_B
311	308,309	308,689	-42,824	0,340	0,125	0,557
312	150,310	47,376	-40,539	-0,227	0,294	0,310
313	-44,078	10,283	-10,872	-0,424	0,178	0,137
321	59,411	11,981	-11,591	-0,64	0,183	-0,001
322	78,094	11,56	-28,114	-0,142	0,257	0,0667
324	-995,222	41,7	73,049	-0,417	0,178	-0,113
331	-36,444	-23,829	21,444	1,331	0,065	0,180
332	145,630	11,442	-8,112	-0,138	0,162	-0,188
341	234,318	9,469	-29,360	-0,048	0,305	0,205
342	39,703	10,664	-15,262	0,713	0,236	0,174
351 (B1)	-2552,974	-2213,633	1153,944	0,497	0,016	-0,047
351 (B2)	-2631,579	-2152,026	1143,158	0,461	0,016	-0,046
352	-843,882	-70,886	-38,236	0,204	0,409	-0,445
354	2,295	22,040	31,833	-4,709	0,072	-0,003
355	89,246	15,677	-0,75	1,169	0,123	1,536
356	-609,979	7,015	-7,667	-0,097	0,183	0,707
361	214,998	111,034	83,129	-0,991	0,068	-0,009
362	-509,736	173,208	-25,222	1,107	0,042	-0,077
369	-60,350	-4,308	4,575	0,163	0,165	0,614
371	4909,180	54,786	919,833	0,370	-0,508	0,141
372	1103,509	-15,559	88,689	-0,021	-0,175	0,003
381	74,278	-0,28	7,035	0,157	-3,4	0,125
382	615,309	-61,592	-48,240	0,047	0,176	-0,277
383	96,834	-110,981	-130,59	-0,808	0,002	0,082
384	-56,744	-21,335	10,344	-0,033	0,033	0,156
390	1032,098	109,846	86,036	0,949	0,100	-0,117

Tabell 16: forts. flere kapitaltyper med skatter

Næring	S.E.	D.W	F	R^2
311	0,0015190	2,4037	104,4219	0,98677
312	0,0075974	1,9249	227,0181	0,99387
313	0,0054910	2,0475	32,4627	0,95866
321	0,0027858	1,8535	272,8497	0,99790
322	0,0077956	2,4016	23,8571	0,94457
324	0,0026344	2,5184	118,9595	0,99001
331	0,0049153	1,5907	15,0433	0,91486
332	0,0019339	2,2353	239,7055	0,99419
341	0,0007852	2,6189	3464,3	0,99960
342	0,0039370	1,9821	113,0266	0,98777
351 (B1)	0,0087095	2,4636	2,3061	0,62224
351 (B2)	0,0052428	2,4683	2,7376	0,66164
352	0,0005682	1,2267	4658,1	0,99970
354	0,1625	1,2505	-	-86,4671
355	0,0024453	2,0717	316,6051	0,99560
356	0,0004955	2,9682	5557,3	0,99975
361	0,0052699	1,6890	6,9884	0,83310
362	0,0031180	2,2935	179,1300	0,99225
369	0,0022837	1,4971	232,6664	0,99402
371	0,0014946	1,5930	247,6023	0,99438
372	0,0014937	2,3788	792,4073	0,99824
381	0,0011503	2,1954	142,7823	0,99029
382	0,0017415	2,5727	295,6324	0,99529
383	0,0080377	3,0914	0,26562	0,15947
384	0,0011869	1,5795	203,3457	0,99316
390	0,0031249	2,6770	148,2849	0,99065

Tabell 17: Aggregerte resultater flere kapitaltyper med skatter

Likning som estimeres:

$$I_t = \gamma_T + \frac{1}{\beta_T} QFS_t - \left(\frac{\beta_M}{\beta_T} - 1\right) IM_t - \left(\frac{\beta_B}{\beta_T} - 1\right) IB_t + \left(\frac{\beta_M}{\beta_T}\gamma_M - \gamma_T\right) w1M_{t-1} + \left(\frac{\beta_B}{\beta_T}\gamma_B - \gamma_T\right) w1B_{t-1} + e_t$$

her har vi normert ved transportmidler.

Næring	Metode	β_T	β_M	β_B	γ_T	γ_M	γ_B	R^2	S.E.	D.W.	F-verdi
31	IV	373,329	31,516	-21,242	-0,342	0,474	0,271	0,99753	0,0007081	2,3964	566,4888
	OLS	376,095	2,922	-9,967	-0,312	3,995	0,400	0,99776	0,0006749	2,0999	623,8350
32	IV	25,862	-28,272	37,006	-3,9213	-0,015	0,028	0,79010	0,010975	2,0480	5,2698
	OLS	166,667	2,267	-0,733	-0,155	0,94	0,068	0,99962	0,0004640	1,9564	3730,6
33	IV	-28,806	-9,175	20,539	0,270	-0,056	0,075	0,90763	0,0035620	2,3255	13,7562
	OLS	-230,441	20,302	32,054	0,056	0,166	-0,032	0,99047	0,0011442	2,7129	145,4917
34	IV	86,438	7,259	-29,812	0,07	0,426	0,225	0,99911	0,0009730	2,4593	1570,7
	OLS	638,651	1,245	-14,625	0,001	2,099	0,129	0,99976	0,0005094	1,8964	5734,2
35	IV	5321,98	-472,592	0	0,241	0,003	$-\infty$	0,99942	0,0006001	3,2181	2415,9
	OLS	7087,172	-472,714	70,376	0,24	0,010	-0,506	0,99957	0,0005147	3,1285	3284,3
36	IV	129,236	7,251	-8,943	-0,002	0,046	-0,285	0,99531	0,0017533	1,4794	196,9564
	OLS	99,483	0,083	-5,732	-0,040	1,906	-0,38	0,99602	0,0016138	1,2772	350,7522
37	IV	1765,848	6,057	-211,372	0,09	1,064	0,069	0,99948	0,0005747	1,4594	2686,9
	OLS	1605,394	-26,810	-55,226	0,075	-0,221	0,194	0,99978	0,0003747	1,4794	6321,3
38	IV	-25,543	-25,706	33,602	-0,419	0,012	0,047	0,80582	0,0052375	2,2667	5,8098
	OLS	453,248	34,655	-47,636	0,182	0,067	-0,014	0,99191	0,0010691	1,9427	171,6313
390	IV	1032,098	109,846	86,036	0,949	0,100	-0,117	0,99065	0,0031249	2,6770	148,2849
	OLS	1678,979	-59,436	-37,105	-0,113	-0,093	0,101	0,99836	0,0013079	2,4293	853,1273
3	IV	-64226,08	13859,99	-9669,236	0,122	0,071	0,142	0,99529	0,0008625	1,5633	296,0769
	OLS	1583,782	-80,139	29,157	-0,008	0,038	0,479	0,99920	0,0003554	1,6303	1751,1

Tabell 18: Testresultater for aggregerte næringer

Næring	Tester og testobservatorer*				
	M1 mot M2**	M1 mot M3***		M2 mot M4	M3 mot M4
	AIC	LM	LR	AIC	AIC
31	0,20437(M1)	13,9504 (0,007)	78,9876 (0,000)	-35,5877(M4)	1,0689(M3)
32	-0,43864(M2)	13,9932 (0,007)	106,8895 (0,000)	-43,4215(M4)	1,6893(M3)
33	3,5476(M1)	13,7789 (0,008)	58,0757 (0,000)	-25,6387(M4)	0,73045(M3)
34	1,9264(M1)	13,9943 (0,007)	109,2989 (0,000)	-48,9822(M4)	-0,15800(M4)
35	-0,38496(M2)	13,9903 (0,007)	101,7945 (0,000)	-45,2062(M4)	1,2563(M3)
36	-1,9086(M2)	13,9724 (0,007)	87,2176 (0,000)	-28,1406(M4)	6,2135(M3)
37	0,72653(M1)	13,9912 (0,007)	103,1356 (0,000)	-48,2569(M4)	-1,6960(M4)
38	0,6357(M1)	13,9127 (0,008)	71,0827 (0,000)	-26,2309(M4)	3,1583(M3)
390	0,037327(M1)	13,9776 (0,007)	90,1350 (0,000)	-36,5901(M4)	-0,06660(M4)
3	0,23141(M1)	13,9905 (0,007)	102,1120 (0,000)	-41,3356(M4)	2,1191(M3)
Børsdata	0,065433(M1)	11,9452 (0,063)	64,6590 (0,000)	-22,7143(M4)	-0,02717(M4)

*Modellene er for enkelhets skyld kalt M1 (homogen kapital uten skatter), M2 (homogen kapital med skatter), M3 (flere kapitaltyper uten skatter) og M4 (flere kapitaltyper med skatter). Alle tester er basert på OLS estimeringer. For NOS-data har vi basert oss på normering ved transportmidler, og i Børsdatasettet har vi normert ved skip.

**Dette er en "non-nested" test da ingen av modellene fremkommer som et spesialtilfelle av den andre. Vi refererer Aikake's informasjonskriterium for å vurdere disse modellene mot hverandre. Modellen som favoriseres er satt i parentes.

***Testes ved en "Variable deletion test". Dette er en "nested" test da M1 fremkommer som et spesialtilfelle av M3. Testen "favoriserer" M3 på 1% signifikansnivå i alle tilfellene unntatt i LM testen på børsdata.

Referanser

Abel, A.B. (1980): "Empirical Investment Equations: An Integrative Framework" i Brunner, K. og A.H. Meltzer (red.): *On the State of Macroeconomics*, Carnegie-Rochester Series on Public Policy 12, 1980, 39-91.

Akerlof, G. (1970): The Market for Lemons, *Quarterly Journal of Economics* **85**, 455-500.

Carlsen, F. (1992): Diskriminering mellom kapitalstrukturteorier på grunnlag av empiriske tverrsnittanalyser av gjeldsandel, BETA 1/92.

Chirinko, R.S. (1993a): Business Fixed Investment Spending: A Critical Survey of Modeling Strategies, Empirical Results, and Policy Implications, Research Working Paper, 93-01, Research Division, Federal Reserve Bank of Kansas City.

Chirinko, R.S. (1993b): Multiple capital inputs, Q, and investment spending, *Journal of Economic Dynamics and Control* **17**, 907-928.

Dixit, A.K. og R. S. Pindyck (1994): *Investment under Uncertainty*, Princeton University Press.

Eisner, R. og R.H. Strotz. (1963): Determinants of Business Investment, Commission on Money and Credit, *Impacts of Monetary Policy*, Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 60-337.

Gabrielsen, I. (1992): *Det Norske Skattesystemet 1992*, Sosiale og Økonomiske Studier 79, Statistisk sentralbyrå.

Haavelmo, T. (1960): *A Study in the Theory of Investment*, Chicago: University of Chicago Press.

Hayashi, F. (1982): Tobin's Marginal q and Average q : A Neoclassical Interpretation, *Econometrica* **50**, 1, 1982.

Holmøy, E., B.M. Larsen og H. Vennemo. (1993): *Historiske brukerpriser på realkapital*, Rapporter 93/9, Statistisk sentralbyrå.

Johansen, F. (1994): Investment and Financial Constraints - An Empirical Analysis of Norwegian Firms, Discussion Papers 109, Statistisk sentralbyrå.

Jorgenson, D.W. (1963): Capital Theory and Investment Behavior, *American Economic Review* **53**, 247-259.

Jorgenson, D.W. og R.E. Hall. (1967): Tax Policy and Investment Behavior, *American Economic Review* **57**,

Klette, T.J. (1993): Is Price Equal to Marginal Costs? An Integrated Study of Price-Cost Margins and Scale Economies among Norwegian Manufacturing Establishments 1975-1990, Discussion Paper 93, Statistisk sentralbyrå.

Modigliani, F. og M.H. Miller. (1958): The Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investment, *American Economic Review* **48**, 261-297.

Mork, K.A. (1993): *Forelesningsnotater i Investeringsteori,* Serien for Studenter 29-1993, Sosialøkonomisk institutt.

Nilsen, Ø.A. (1993): Imperfeksjoner i Kapitalmarkedene - en empirisk studie av norske bedrifters investering, Foredrag ved det 15. nasjonale forskermøte for økonomer 12. januar 1993.

Sensenbrenner, G. (1991): Aggregate Investment, The Stock Market, and the Q Model: Robust Results for Six OECD Countries, *European Economic Review* **35**, 769-825.

Sinn, H.-W. (1987): Capital Income Taxation and Resource Allocation, *Studies in Mathematical and Managerial Economics* **35**, University of Munich.

Summers, L.H. (1981): Taxation and Corporate Investment: A q-Theory Approach, *Brookings Papers on Economic Activity,* 1981:1a, 67-127.

Sydsæter, K. (1986): *Matematisk Analyse Bind I,* Oslo: Universitetsforlaget.

Sydsæter, K. (1990): *Matematisk Analyse Bind II,* Oslo: Universitetsforlaget.

Tobin, J. (1969): A General Equilibrium Approach to Monetary Theory, *Journal of Money, Credit and Banking* **1**, 15-29.

Yoshikawa, H. (1980): On the "q" Theory of Investment, *The American Economic Review* **70**, 4.

Vennemo, H. (1994): *A Growth Model of Norway with a Two-way Link to the Environment,* Rapporter 94/5, Statistisk sentralbyrå.

Wilcoxen, P.J. (1993): Supply Elasticities in the Presence of Adjustment Costs, Economic Note, *Journal of Policy Modeling* **15**, 1, 91-97.

Wildasin, D.E. (1984): The q Theory of Investment with Many Capital Goods, *The American Economic Review,* **74**, 203-210.

Utkommet i serien Rapporter (RAPP) etter 1. juli 1993

Issued in tne series Reports (REP) since 1 July 1993

ISSN 0332-8422

93/7 Dennis Fredriksen og Gina Spurkland: Framskriving av alders- og uføretrygd ved hjelp av mikrosimuleringsmodellen MOSART. 1993-58s. 90 kr ISBN 82-537-3945-1

93/20 Dag Kolsrud: Stochastic Simulation of KVARTS91. 1993-70s. 95 kr ISBN 82-537-3952-4

93/23 Torbjørn Eika: Norsk økonomi 1988-1991: - Hvorfor steg arbeidsledigheten så mye? 1993-38s. 75 kr ISBN 82-537-3912-5

93/24 Kristin Rypdal: Anthropogenic Emissions of the Greenhouse Gases CO_2, CH_4 and N_2O in Norway A Documentation of Methods of Estimation, Activity Data and Emission Factors. 1993-65s. 90 kr ISBN 82-537-3917-6

93/25 Skatter og overføringer til private Historisk oversikt over satser mv. Årene 1975-1993. 1993-75s. 90 kr ISBN 82-537-3922-2

93/26 Thor Olav Thoresen: Fordelingsvirkninger av overføringene til barnefamilier Beregninger ved skattemodellen LOTTE. 1993-42s. 75 kr ISBN 82-537-3923-0

93/27 Odd Frank Vaage: Holdninger til norsk utviklingshjelp 1993. 1993-41s. 75 kr ISBN 82-537-3931-1

93/28 Kjetil Sørlie: Bofasthet, flytting og utdanningsnivå i kommunene Åtte årskull fulgt gjennom aldersfasen 15-35 år Del 1: Østlandet. 1993-174s. 115 kr ISBN 82-537-3935-4

93/29 Kjetil Sørlie: Bofasthet, flytting og utdanningsnivå i kommunene Åtte årskull fulgt gjennom aldersfasen 15-35 år Del 2: Sørlandet og Vestlandet. 1993-179s. 115 kr ISBN 82-537-3936-2

93/30 Kjetil Sørlie: Bofasthet, flytting og utdanningsnivå i kommunene Åtte årskull fulgt gjennom aldersfasen 15-35 år Del 3: Trøndelag og Nord-Norge. 1993-165s. 115 kr ISBN 82-537-3937-0

93/31 Erling Holmøy, Torbjørn Hægeland, Øystein Olsen og Birger Strøm: Effektive satser for næringsstøtte. 1993-178s. 115 kr ISBN 82-537-3947-8

94/1 Torstein Bye, Ådne Cappelen, Torbjørn Eika, Eystein Gjelsvik og Øystein Olsen: Noen konsekvenser av petroleumsvirksomheten for norsk økonomi. 1994-54s. 95 kr ISBN 82-537-3956-7

94/2 Wenche Drzwi, Lisbeth Lerskau, Øystein Olsen og Nils Martin Stølen: Tilbud og etterspørsel etter ulike typer arbeidskraft. 1994-56s. 95 kr ISBN 82-537-3950-8

94/3 Hilde-Marie Branæs Zakariassen: Tilbud av arbeidskraft i Norge En empirisk analyse på kvartalsdata for perioden 1972 til 1990. 1994-100s. 110 kr ISBN 82-537-3958-3

94/4 Resultatkontroll jordbruk 1993 Tiltak mot avrenning av næringssalter og jorderosjon. 1994-96s. 95 kr ISBN 82-537-3966-4

94/5 Haakon Vennemo: A Growth Model of Norway with a Two-way Link to the Environment. 1994-57s. 95 kr ISBN 82-537-3985-0

94/6 Odd Frank Vaage: Feriereiser 1992/93. 1994-49s. 80 kr ISBN 82-537-3983-3

94/7 Magnar Lillegård: Prisindekser for boligmarkedet. 1994-31s. 80 kr ISBN 82-537-3992-3

94/8 Grete Dahl, Else Flittig og Jorunn Lajord: Inntekt, levekår og sysselsetting for pensjonister og stønadsmottakere i folketrygden. 1994-57s. 95 kr ISBN 82-537-3998-2

94/9 Leif Brubakk: Estimering av en makrokonsumfunksjon for ikke-varige goder 1968-1991. 1994-42s. 80 kr ISBN 82-537-4003-4

94/10 Marie Arneberg og Thor Olav Thoresen: Syke- og fødselspenger i mikrosimuleringsmodellen LOTTE. 1994-37s. 80 kr ISBN 82-537-4026-3

94/11 Klaus Mohn: Monetarism and Structural Adjustment - The Case of Mozambique. 1994-48s. 80 kr ISBN 82-537-4005-0

94/12 Tom Langer Andersen, Ole Tom Djupskås og Tor Arnt Johnsen: Kraftkontrakter til alminnelig forsyning i 1993. 1994-53s. 80 kr ISBN 82-537-4007-7

94/13 Svein Blom: Yrkesstart og familiestiftelse En analyse av sentrale begivenheter i menns livsløp. 1994-53s. 95 kr ISBN 82-537-4054-9

94/14 Asbjørn Aaheim: Inntekter fra utvinning av norske naturressurser Noen teoretiske betraktninger. 1994-30s. 80 kr ISBN 82-537-4022-0

94/15 Trine Dale og Arne Faye: Utenlandske statsborgere og Kommunestyre- og Fylkestingsvalget 1991. 1994-100s. 110 kr ISBN 82-537-4025-5

94/16 Tom-André Johansson: En økonometrisk analyse av lagertilpasningen i norske industrisektorer. 1994-46s. 80 kr ISBN 82-537-4027-1

94/17 Lasse Sigbjørn Stambøl: Flytting, utdanning og arbeidsmarked 1986-1990 En interaktiv analyse av sammenhengen mellom endringer i flyttetil-tilbøyelighet og arbeidsmarked. 1994-60s. 95 kr ISBN 82-537-4035-2

94/18 Anne Brendemoen, Mona I. Hansen og Bodil M. Larsen: Framskriving av utslipp til luft i Norge En modelldokumentasjon. 1994-56s. 95 kr ISBN 82-537-4036-0

94/19 Erling Holmøy, Gunnar Nordén and Birger Strøm: MSG-5 A Complete Description of the System of Equations. 1994-209s. 155 kr ISBN 82-537-4039-5

94/20 Ragnhild Balsvik and Anne Brendemoen: A Computable General Equilibrium Model for Tanzania Dokumentation of the Model, the 1990 - Social Accounting Matrix and Calibration. 1994-50s. 80 kr ISBN 82-537-4041-7

94/21 Skatter og overføringer til private Historisk oversikt over satser mv. Årene 1975-1994. 1994 - 77s. 95 kr ISBN 82-537-4055-7

94/22 Jon Erik Finnvold: Brukerkontakter i helsesøster-tjenesten En utvalgsundersøkelse. 1994-58s. 95kr ISBN 82-537-4056-5.

94/23 Anders Barstad: Bomiljø og ulikhet Om fordeling og endring av miljøproblemer på bostedet. 1994-69s. 95 kr ISBN 82-537-3829-3

94/24 Audun Langørgen: Framskriving av sysselsettingen i kommuneforvaltningen. 1994-33s. 80 kr ISBN 82-537-4066-2

94/25 Einar Bowitz, Taran Fæhn, Leo Andreas Grünfeld og Knut Moum: Norsk medlemskap i EU - en makroøkonomisk analyse. Under utgivelse

94/26 Mette Rolland: Militærutgifter i utviklingsland Metodeproblemer knyttet til måling av militær-utgifter i norske programland. 1994-42s. 80 kr ISBN 82-537-4069-7

94/27 Helge Brunborg og Svenn-Erik Mamelund: Kohort og periodefruktbarhet i Norge 1820-1993. 1994-77s. 95 kr ISBN-82-537-4970-0

94/28 Petter Jakob Bjerve: Utviklingsoppdrag i Sri Lanka. 1994-26s. 80 kr ISBN 82-537-4071-9

94/29 Marie W. Arneberg: Dokumentasjon av prosjektet LOTTE-TRYGD. 1994-40s. 80 kr ISBN 82-537-4077-8

94/30 Elin Berg: Estimering av investeringsrelasjoner med installasjonskostnader. 1994-86s. 95 kr ISBN 82-537-4078-6

94/31 Torbjørn Hægeland: En indikator for effekter av næringspolitiske tiltak i en økonomi karakterisert ved monopolitisk konkurranse. 1994-86s. 95 kr ISBN 82-537-4089-1

C

Returadresse:
Statistisk sentralbyrå
Postboks 8131 Dep.
N-0033 Oslo

Publikasjonen kan bestilles fra:

Statistisk sentralbyrå
Salg- og abonnementservice
Postboks 8131 Dep.
N-0033 Oslo

Telefon: 22 86 49 64
22 86 48 87
Telefaks: 22 86 49 76

eller:
Akademika - avdeling for
offentlige publikasjoner
Møllergt. 17
Postboks 8134 Dep.
N-0033 Oslo

Telefon: 22 11 67 70
Telefaks: 22 42 05 51

ISBN 82-537-4078-6
ISSN 0332-8422

Pris kr 95,00

Statistisk sentralbyrå
Statistics Norway

9 788253 740782