



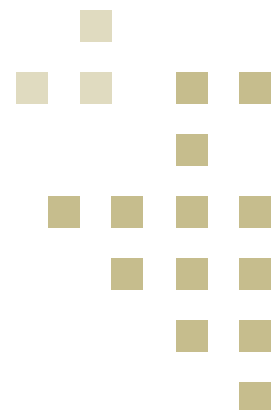
# [624] Notat

## Kan valg av eksportmarked forklares med teorien om investeringer under usikkerhet?

En økonometrisk studie av adferden til norske  
fiskeeksportører

Elisabeth Aarseth

No. 624 February – 2002



Utgiver: NUPI  
Copyright: © Norsk Utenrikspolitisk Institutt 2002  
ISSN: 0800 - 0018

Alle synspunkter står for forfatterens regning. De må ikke tolkes som uttrykk for oppfatninger som kan tillegges Norsk Utenrikspolitisk Institutt. Artiklene kan ikke reproduseres - helt eller delvis - ved trykking, fotokopiering eller på annen måte uten tillatelse fra forfatterne.

Any views expressed in this publication are those of the author. They should not be interpreted as reflecting the views of the Norwegian Institute of International Affairs. The text may not be printed in part or in full without the permission of the author.

Besøksadresse: Grønlandsleiret 25  
Adresse: Postboks 8159 Dep.  
0033 Oslo  
Internett: [www.nupi.no](http://www.nupi.no)  
E-post: [pub@nupi.no](mailto:pub@nupi.no)  
Fax: [+ 47] 22 17 70 15  
Tel: [+ 47] 22 05 65 00

# Kan valg av eksportmarked forklares med teorien om investeringer under usikkerhet?

En økonometrisk studie av adferden til norske fiskeeksportører

Elisabeth Aarseth

[Sammendrag] I denne artikkelen gjøres det rede for hvordan nye teorier for investeringer under usikkerhet kan anvendes til å forklare bedrifters eksportbeslutninger. Det gis en empirisk analyse basert på eksportadferden til norske fiskeeksportører. Valg av eksportdestinasjon er søkt forklart ved ulike landspesifikke egenskaper, samt opplysningen om hvorvidt bedriften har eksporterfaring til landet. Hvis valg av eksportdestinasjon medfører ugjenkallelige investeringer, vil teorien for investeringer under usikkerhet predikere at høy valutakurs-usikkerhet reduserer sannsynligheten for å etablere seg i et marked. Jeg finner at inneværende års valutakurs-usikkerhet gir signifikant effekt på sannsynligheten for å være i et marked. Derimot finner jeg ingen signifikant effekt av denne variabelen for valg av eksportland for førstegangsetablerere. Alternative forklaringsvariable med signifikant effekt er korrupsjonsindeksen CPI, velstandsnivå, geografisk avstand og markedets størrelse. Tilstedeværelsen av andre norske eksportbedrifter påvirket eksportbeslutningen positivt, noe som tyder på eksistens av positive eksternaliteter i eksportaktiviteten. Persistens i eksportstatus gir tentativ støtte til eksistensen av ugjenkallelige kostnader.

# 1. Innledning

I tradisjonell og nyere teori om handel og handelspolitikk blir handelskostnader som regel behandlet som variable kostnader eller kostnader som utgjør en viss andel av handelsverdien.

I praksis er det ofte slik at bedriftene står overfor faste handelskostnader, slik at det er en "inngangsbillett" til hvert marked. Handelsmodeller som forsøker å inkludere faste kostnader setter ofte fokus på en eksplisitt markedssetting, for å studere hvilken betydning regionalisering<sup>1</sup> og heterogenitet i bedriftens kostnadsstruktur har for handelsmønster og næringsstruktur i en langsiktig markedslikevekt<sup>2</sup>. Faste handelskostnader vil i disse modellene være nødvendig for å forklare effekter den tradisjonelle teorien har vanskelig for å fange opp. En annen, men relatert litteraturgren, fokuserer eksplisitt på hvordan dynamikken i eksporttilpasningen på bedriftsnivå kan forklares ved kombinasjonen av faste irreversible handelskostnader og usikkerhet. Disse studiene, som er direkte anvendelser av nyere teori for investeringer, brukes blant annet for å forklare eksistensen av "hurdle rates" og hysteresis i handelsstrømmer. I teoridelen av denne oppgaven tas det utgangspunkt i nyere teori for investeringer under usikkerhet, samt anvendelser av denne teorien på eksportbeslutningen. Videre inneholder oppgaven en empirisk del, som søker å finne støtte for teorien ved å studere eksportadferden til norske fiskeribedrifter.

Standard nyklassiske investeringsmodeller har vært basert på nåverdiprinsippet. Dette prinsippet bygger implisitt på antakelsen om at investeringen enten er reversibel, eller at investeringen må foretas umiddelbart for at den ikke skal forsvinne. I begge tilfeller, uavhengig om det eksisterer usikkerhet, vil det være optimalt å investere umiddelbart ved en positiv nåverdi av investeringsprosjektet. Nyere investeringsteori viser at når ingen av disse to antakelsene holder, vil nåverdiprinsippet ikke lenger være optimalt. Disse teoriene bygger på mer realistiske antakelser: Investeringen innebærer irreversible kostnader, det er usikkerhet knyttet til de fremtidige inntekter fra prosjektet og det er fleksibilitet med hensyn til tidspunktet for igangsettingen av investeringen. Også for eksportbeslutningen vil denne settingen være relevant: En bedrift som ønsker å gå inn i et nytt marked, må investere

---

<sup>1</sup> Der det er underforstått at regionalisering gir lavere faste eksportkostnader for bedrifter i et gitt geografisk område.

<sup>2</sup> Se Smith og Venables (1991) og Venables (1994). Basert på artikkelen til Venables (1994) ser Medin (2000) på betydningen av faste handelskostnader for størrelsen av land i den samme settingen.

betydelige ressurser i markedsføring, opparbeidelse av distribusjonsnettverk, etablering av langsiktige kontrakter o.l. Disse kostnadene vil typisk være irreversible eller "sunk cost" i den forstand at de ikke kan jenes inn når bedriften forlater markedet. Det er heller ikke urimelig å anta at eksportbeslutningen kan utsettes.

Modellen jeg tar utgangspunkt i, er utledet av Dixit og Pindyck (1994). Modellen har svært mange anvendelser, og ligger spesielt til grunn for både teoretiske og empiriske studier av eksportadferd. Det viktigste bidraget til denne teorien er at investeringsmuligheten kan tenkes på som en finansiell opsjon. Teknikker og intuisjon fra finansøkonomien kan så brukes på et nytt område. Når en bedrift står overfor en investeringsbeslutning, har den valget mellom å gå inn i markedet idag (og pådra seg sunk costs) eller vente til neste periode. Dermed vil bedriften ha en opsjon til å investere i hver periode. Når en bedrift pådrar seg en irreversibel investeringsutgift, utøver den opsjonen sin til å investere. Bedriften gir da fra seg muligheten til å vente på mer informasjon, som den kunne ha brukt for å revurdere lønnsomheten og/eller timingen til investeringsutgiften. Denne tapte opsjonsverdien er en alternativkostnad, som må tas med som en andel av kostnadene til investeringen. Alternativkostnaden er sterkt voksende med usikkerhet knyttet til fremtidige inntekter og kostnader, og vil gi et større krav til investeringens lønnsomhet i forhold til nåverdiprinsippet. Beslutningen om å forlate et marked behandles analogt: Hvis bedriften på et senere tidspunkt ønsker å gå inn i markedet igjen, påløper de irreversible kostnadene på nytt. Fordi disse kostnadene ikke påløper hvis bedriften velger å bli i markedet er også exit-beslutningen beheftet med en alternativkostnad.

I tråd med analysen til Dixit og Pindyck (1994) studerer jeg hvordan opsjonsverdien og den optimale investeringsregelen for entry-tilfellet beregnes, både ved stokastisk kontrollteori og ved bruk av opsjonsprisingsteknikker. Disse to metodene er nært knyttet opp mot hverandre, og gir like resultater i de fleste anvendelser. Konklusjonen om at man ikke bør investere før opsjonen er tilstrekkelig "deep in the money", er trolig det mest kjente resultatet fra opsjonslitteraturen. Denne nye innsikten om investering kan forklare hvorfor det i den virkelige verden observeres at bedriftenes adferd avviker fra standard investeringsteori. Bedrifter investerer i prosjekter der forventet avkastning overstiger en viss rate eller en såkalt "hurdle rate". Studier viser at slike "hurdle rates" viser seg å være tre eller fire ganger større

enn kapitalkostnaden. Ifølge modellen kan dette forstås som en optimal respons på usikkerhet.

I den empiriske delen av oppgaven blir den nevnte investeringsteorien testet på bakgrunn av et datasettet som består av eksportopplysninger for 552 norske fiskeribedrifter for årene 1999 og 2000. Ved å benytte en betinget logitmodell ønsker jeg å undersøke hvordan valutakursusikkerhet påvirker eksportbeslutningen. Utifra investeringsteorien skulle en forvente at høy valutakursusikkerhet vil redusere sannsynligheten for å gå inn i et nytt marked. Empirisk var det ikke mulig å påvise effekten av fjorårets valutakursusikkerhet på eksportbeslutningen. Imidlertid ga økningen i valutakursusikkerhet fra 1998 til 1999 signifikant effekt både på sannsynligheten for å være i markedet og for valg av eksportland for førstegangsetablerere. Inneværende års valutakursusikkerhet hadde en signifikant effekt på sannsynligheten for å være i et marked, men ga ingen signifikant effekt for valg av eksportland for førstegangsetablerere.

En rekke variable inkluderes i et forsøk på å kontrollere for effekter som kan tenkes å være korrelerte med både valutakursusikkerhet og eksportsannsynligheten. Noen av disse variablene, som korrupsjonsindeksen CPI, velstandsnivå og landets import av fisk fra andre norske eksportører, kan tenkes å være korrelerte med både kostnader og generell usikkerhet knyttet til inntekter og kostnader. Andre variable som geografisk avstand og tidligere eksporterfaring til landet kan tenkes å være knyttet til generelle kostnadsfaktorer. En rekke av disse variablene er interessante for å belyse også annen litteratur knyttet til handel og eksport, som for eksempel betydningen av eksternaliteter, infrastruktur og "learning by doing". På aggregert nivå har analysen relevans for hystereselitteraturen: Hvis sunk costs kombinert med usikkerhet gir persistens i eksportstatus på bedriftsnivå, kan dette gi hysteresis i handelsstrømmene ved endret konkuranssevne.

Resultatene viser at eksporterfaring til et land er en signifikant forklaringsvariabel for sannsynligheten for å eksportere til landet. Dette kan sees på som en indikasjon på eksistens av sunk cost<sup>3</sup> eller effekter av læring. Resultatene viser videre at tilstedeværelsen av andre norske eksportbedrifter påvirker eksportbeslutningen positivt, noe som tyder på eksistens av eksternaliteter på bransjenivå. At det er andre norske fiskeeksportører i et marked vil kunne

---

<sup>3</sup> Det må her tas forbehold om relevansen til bruk av en meget kort tidsserie.

reduere både sunk cost og risikoen ved å gå inn i et nytt marked, for eksempel som en følge av økt tilgang på informasjon om markedet. Velstandsnivå, korrupsjonsindeksen (CPI), geografisk avstand og markedets størrelse er utslagsgivende både for sannsynligheten for å være i et marked og for eksportbeslutningen til førstegangsetablerere.

## 2. Investeringer under usikkerhet: Fra den nyklassiske modellen til den nye innsikten<sup>4</sup>

Nåverdiprinsippet ligger til grunn for den nyklassiske teorien om investering. Utifra denne teorien kan investeringsregelen bli uttrykt ved en standard marginalbetraktning: invester inntil verdien på en marginal enhet av kapital er lik dens kostnad. Med tanke på å bestemme verdien og kostnaden av en marginal enhet finnes det to tilnærminger som nesten er helt like<sup>5</sup>. Jorgenson (1963) er trolig den mest brukte og anerkjente modellen tilhørende den ene tilnærmingen. Forfatteren definerer brukerkostnaden til kapital for å være lik leiekostnaden til kapital, d.v.s. alternativkostnaden i form av tapte renteinntekter. Andre kostnadskomponenter som det må tas hensyn til ved beregning av brukerkostnaden er depresiering av kapitalen, prisfall og beskatning. Bedriftens optimale nivå på kapitalen bestemmes ved å sette verdien av marginalproduktet av kapital (MPK) per periode, lik brukerkostnaden til kapital per periode. Dette er en såkalt beholdningsbasert investeringsanalyse, der formålet er å finne den optimale kapitalbeholdning. Slike analyser krever imidlertid at investeringer reagerer veldig raskt på endrede økonomiske betingelser, som f.eks. et etterspørselssjokk eller en renteendring. I virkeligheten viser det seg at responsen er mer gradvis. Flere modifikasjoner av den nyklassiske modellen ble som følge av denne observasjonen foreslått. Den mest anerkjente var trolig introduksjonen av den såkalte justeringskostnaden, d.v.s. kostnaden forbundet med å endre kapitalbeholdningen. Denne antakelsen er nødvendig for å transformere et ellers statisk problem inn i et dynamisk rammeverk. For at effekten skal være tilstrekkelig sterk, er disse typisk antatt å være en konveks funksjon av investeringsraten. Dette innebærer at marginalkostnaden til investeringen er en voksende funksjon av investeringsraten. Dermed vil det være kostbart å endre kapitalbeholdningen raskt, og bedriften får insentiv til å jevne ut investeringene over tid. Dette leder inn på en strømningsbasert investeringsanalyse, der det i tillegg til å bestemme hvor mye kapital som skal anskaffes er viktig å bestemme når investeringen skal foretas. Det blir en avveining mellom å nå den optimale kapitlabeholdningen raskt eller oppnå lave justeringskostnader. Den optimale kapitalbeholdningen bestemmes ved å sette marginalkostnaden ved å påskynde justeringen av

---

<sup>4</sup> Denne oversikten er basert på opplysninger fra Carruth og Henley (1998), Caballero og Leahy (1996) og Pindyck (1991).

<sup>5</sup> Mer formelt, se neste side.



kapital til det ønskede nivå, lik marginalgevinsten av å gjøre dette. Lucas (1967) og Gould (1968) var blant de første modellene som adopterte denne tilnærmingen.

Den andre tilnærmingen av nyklassiske modeller kan spores tilbake til Tobin (1969). Forfatteren ser på forholdet mellom markedsverdien på eksisterende (implementert) kapital og kostnaden ved ny kapital. Markedsverdien på eksisterende kapital kan observeres direkte dersom eierskapet til investeringen kan handles med i et annenhåndsmarked. I motsatt fall kan verdien beregnes ved å ta forventet nåverdi av fremtidige inntektsstrømmer. Forholdet mellom denne verdien og kostnaden til enheten, kalles for Tobin's  $q$  eller marginal  $q$ . Ifølge denne teorien bestemmer forholdstallet  $q$  investeringsbeslutningen. Investering bør foretas eller utvides, dersom  $q$  overstiger 1. Videre bør investering ikke foretas, og eksisterende kapital bør reduseres, dersom  $q$  er lavere enn 1. Disse to metodene vil gi samme optimale investeringsregel. Også denne tilnærmingen behøver en tilleggsantakelse som konvekse justeringskostnader for å genere dynamikken i en investeringsmodell.

Introduksjonen av usikkerhet ble først etablert av Hartman (1972) i en Tobin's  $q$  modell. Ved perfekt konkurranse og konstant skalautbytte viser modellen en positiv relasjon mellom usikkerhet i salgsprisen og investering. Denne hypotesen avhenger av at marginalproduktet til kapital er konveks i salgsprisen. Ved bruk av "Jensen's ulikhet" (matematisk formel), får vi at økt usikkerhet vil føre til økt forventet avkastning av den marginale enheten av kapital og følgelig øke interessen for investering i kapital. Et lignende resultat er gitt ved Abel (1984) og Craine (1989). Disse modellene betrakter bedriftene isolert, og ser på variansen til noen aspekter omkring bedriftens omgivelser.

I motsetning til forrige avsnitt finnes også teorier som ser på bedriften i relasjon med andre bedrifter. Det betyr ingenting om et prosjekt blir mer usikkert isolert sett. Her har usikkerhet kun betydning i den grad den påvirker kovariansen til avkastningen med andre investeringsprosjekter. Fokus på kovarianser leder inn på Kapitalverdimodellen. Ifølge denne modellen er kravet til forventet avkastning for et investeringsprosjekt positivt relatert til investeringens risiko, der risikoen måles ved kovariansen mellom dens avkastning og avkastningen til markedet under ett. En økning i kovariansen vil altså øke investeringens risiko, den forventede avkastningsraten og dermed føre til en reduksjon i det ønskede nivå på kapitalstokken. Kapitalverdimodellen gir følgelig en negativ relasjon mellom risiko og investering.

I den teoretiske litteraturen forekommer det per idag ingen konsensus om sammenhengen mellom usikkerhet og investering. Når det gjelder sammenhengen mellom usikkerhet og irreversibilitet finnes de første forsøkene i Bernanke (1983)<sup>6</sup> og McDonald og Siegel (1986)<sup>7</sup>. Arrow (1968) hadde tidligere modellert investeringer som en irreversibel prosess under full sikkerhet. Typisk for modeller med irreversible investeringer er antakelsen om imperfekt konkurranse og/eller avtakende skalautbytte. I tilfellet med usikkerhet påvises det at irreversibilitet vil kunne føre til en utsettelse av investeringsbeslutningen: Som et resultat av at investeringsmuligheten ansees som en opsjon, vises det at økt usikkerhet vil øke verdien av opsjonen til å vente, og dermed utsettes beslutningen om å investere. Økt usikkerhet, alt annet gitt, vil derfor redusere investeringsnivået, iallfall på kort sikt. Irreversibilitet kan følgelig ansees som en mulig forklaring på denne negative relasjonen mellom investering og usikkerhet. Resultatet er i samsvar med CAPM, men i konflikt med Hartman (1972).

---

<sup>6</sup> I denne modellen vil informasjon gjøre fremtidige verdien av prosjektet mindre usikker. I McDonald og Siegel (1986) oppnås informasjon over tid, men fremtiden vil alltid være usikker.

<sup>7</sup> Denne litteraturen er i stor utstrekning dekket av Dixit og Pindyck (1994). Andre eksempler: Cukierman (1980), Brennan og Schwartz (1985), Majd og Pindyck (1987), Bertola (1989), Pindyck (1988) og Dixit (1989a,b).

### 3. Teori

Nyere investeringsteori viser hvilken effekt en irreversibel investeringsutgift vil ha på beslutningen om å investere. Dixit og Pindyck (1994) viser at en investeringsmulighet har mange likheter med en finansiell opsjon og kan følgelig analyseres ved bruk av opsjonsprisingsteknikker. Den optimale investeringsbeslutning veier verdien av å vente for å oppnå ny informasjon opp mot kostnaden ved å utsette investeringen i form av tapte inntekter. Når en bedrift pådrar seg en irreversibel investeringsutgift, mister den muligheten eller opsjonen til å vente på ny informasjon som muligens kunne ha påvirket investeringsbeslutningen. Nåverdikriteriet må derfor modifiseres slik at det tas hensyn til denne opsjonsverdien.

#### 3.1 To-periode eksempel

For å fremheve den intuitive forståelsen av basiskonseptet ser jeg først på et to-periode eksempel, inspirert av Servin (1997). Anta at en risikonøytral bedrift må bestemme seg for hvorvidt den vil investere i et irreversibelt prosjekt, enten nå eller i neste periode. Investeringsutgiften er lik  $I$  og fremtidige inntekter er antatt å være usikre. Ved umiddelbar investering vil prosjektet oppnå en kjent avkastning  $R_0$  i slutten av denne perioden, og en usikker avkastning  $R$  i hver påfølgende periode. Den forventede fremtidige avkastning er lik  $E_0[R]$ , gitt tilgjengelig informasjon idag. Nåverdien av den forventede inntektsstrømmen ved umiddelbar investering er lik:

$$V_0 \equiv -I + \frac{1}{1+r} R_0 + \left[ \frac{1}{1+r} \right]^2 \sum_{t=0}^{\infty} (1+r)^{-t} E_0[R]$$

$$= -I + (1+r)^{-1} [R_0 + (1/r)E_0[R]]$$

der  $r$  er lik neddiskonteringsraten.

Ifølge nåverdikriteriet bør prosjektet gjennomføres hvis  $V_0 > 0$ , som også kan skrives på følgende måte:

$$(R_0 - rI) + \frac{(E_0[R] - rI)}{r} > 0 \quad (1.1)$$

Likning (1.1) kan også sees på som en versjon av q tilnærmingen. Ifølge Tobin's q vil en investere dersom nåverdien av forventet avkastning overstiger kjøpsprisen, d.v.s. når Tobin's q overstiger 1:

$$q \equiv \frac{(1+r)^{-1}[R_0 + (1/r)E_0[R]]}{I} > 1$$

Jorgenson's (1963) brukerkostnad er her lik  $rI$ <sup>8</sup>. Dersom investeringen hadde vært reversibel i sin helhet ville fremtiden ikke hatt noen betydning, og den optimale beslutningen ville være å investere umiddelbart hvis og bare hvis  $R_0 > rI$ , d.v.s. når løpende avkastning overstiger brukerkostnaden til kapital. Dette er optimalt fordi beslutningen kan omgjøres neste periode, med mulighet for å dekke inn investeringsutgiften, dersom inntektsstrømmen skulle vise seg å bevege seg ugunstig. Nåverdikriteriet, som ligger til grunn for begge disse to tilnærmingene, vil også være optimalt dersom en står mellom valget om å investere idag eller aldri. I dette tilfellet har bedriften ingen mulighet for å vente ett år, og det vil derfor ikke være noen alternativkostnad forbundet med valget. I videre fremstilling sees det bort fra disse to tilfellene.

Dersom bedriften har anledning til å utsette investeringen og investeringsutgiften er irreversibel, vil investeringsregelen representert ved likning (1.1) være ukorrekt. Beregningen overser en kostnad, nemlig alternativkostnaden ved å investere nå snarere enn å vente. Alternativkostnaden består av opsjonsverdien av å vente; denne reflekteres ved muligheten for å droppe investeringen, dersom inntektene skulle bevege seg i ugunstig retning. For å illustrere dette ser vi på et ekstremtilfelle, der all usikkerhet vil forsvinne i neste periode. Dette betyr at fremtidige inntekter vil forbli konstante i all evighet, lik den realiserte verdi neste år. Spørsmålet er nå om det vil være optimalt for bedriften å investere umiddelbart, eller vente til neste år for å se hvordan inntektsstrømmen utvikler seg. Antar nå at bedriften ikke

---

<sup>8</sup> Siden det forutsettes at kapitalen ikke depresierer og kan selges til samme pris som den ble kjøpt for.

foretar noen investering dette året og investerer neste år hvis avkastningen overstiger brukerkostnaden til kapital. Nåverdien av forventet inntekstrøm ved denne strategien er lik:

$$V_1 \equiv \Pr [R > rI] \left\{ \frac{1}{1+r}(-I) + \left[ \frac{1}{1+r} \right]^2 \sum_{t=0}^{\infty} (1+r)^{-t} E_0[R | R > rI] \right\}$$

Dette uttrykket er multiplisert med sannsynligheten for at et prosjekts avkastning vil overstige brukerkostnader til kapital, siden investeringen kun vil gjennomføres i det tilfellet.

De to strategiene kan sammenlignes ved å beregne<sup>9</sup>:

$$V_1 - V_0 = \left( \frac{1}{1+r} \right) \left[ \Pr[R < rI] \frac{E_0[rI - R | R < rI]}{r} - (R_0 - rI) \right] \quad (1.2)$$

Hvis dette uttrykket er negativt har opsjonen til å vente ingen verdi og det lønner det seg å investere umiddelbart, noe som er ekvivalent med:

$$(R_0 - rI) > \Pr[R < rI] \frac{E_0[rI - R | R < rI]}{r} \quad (1.3)$$

Denne betingelsen sammenligner kostnaden ved å vente i form av tapt inntekt fra første periode av ikke å investere, med verdien av å vente gitt ved den potensielle irreversible feilbeslutningen som ville blitt avslørt i neste periode. Den forventede nåverdi av en slik feilbeslutning er målt ved høyre side av likning (1.3). Det lønner seg å investere umiddelbart, kun når avkastningen i første periode overstiger brukerkostnaden til kapital med en margin som er stor nok til å kompensere for en potensiell irreversibel feilbeslutning. M.a.o. når kostnaden av å vente er større enn verdien av å vente.

Verdien av fleksibiliteten til å kunne utsette investeringen til neste periode, er lik maksimum av differansen mellom  $V_1 - V_0$  og 0.

---

<sup>9</sup>  $E_0[R] \equiv \Pr[R > rI]E_0[R | R > rI] + \Pr[R \leq rI]E_0[R | R \leq rI]$

### 3.2 Investeringsmodell med uendelig tidshorisont

Jeg vil se på en investeringsmodell i kontinuerlig tid som opprinnelig ble utviklet av McDonald og Siegel (1986). Denne modellen er videreutviklet av Dixit (1989a,b), Dixit (1992) og av Dixit og Pindyck (1994) som denne fremstillingen bygger på. Modellen bygger på to viktige egenskaper ved investeringsutgiften; for det første må den være irreversibel (i sin helhet), og for det andre må det være mulighet for å utsette den. Det antas at bedriften kan sette igang prosjektet ved å pådra seg sunk costs  $I$ . Spørsmålet om valg av neddiskonteringsrate,  $p$ , vil melde seg. Verdien av prosjektet som betegnes lik  $V$ , antas å følge en geometrisk Brownsk bevegelse. Det er her usikkerhetsmomentet kommer inn. Modellen analyserer usikkerhet omkring fremtidige inntekter på et generelt grunnlag. Kilden til usikkerhet kan bl.a. stamme fra fluktasjoner i etterspørsel, BNP, renten eller valutakursen.

#### 3.2.1 Basismodellen

Modellen til Dixit og Pindyck (1994) ser på følgende problem: Ved hvilket tidspunkt vil det være optimalt å betale en irreversibel investeringsutgift ( $I$ ) i bytte mot et prosjekt av verdi  $V$ , gitt at  $V$  følger en geometrisk Brownsk bevegelse med trend:

$$dV = \alpha V dt + \sigma V dz \quad (2.1)$$

der  $\alpha$  er lik den forventede prosentvise endring av  $V$  (trendraten) og  $\sigma$  er lik variansen til  $dV$ . Vi har at  $dz$  er et tilfeldig tillegg i en Brownsk bevegelse som er lik:

$$dz = \epsilon_t \sqrt{dt}$$

der  $\epsilon_t \sim N(0,1)$  som dermed gir  $E(dZ) = 0$ , og  $E(\epsilon_t \epsilon_j) = 0 \forall i, j \quad i \neq j$

Ligning (2.1) er et spesialtilfelle av en stokastisk Ito-prosess i kontinuerlig tid. Denne ligningen impliserer at nåværende verdi på prosjektet er kjent, mens fremtidige verdier er lognormalt fordelt med forventning lik  $E(V_t) = V_0 e^{\alpha t}$ , der  $V_0 = V(0)$ , og en varians som vokser lineært

med tiden  $t$ . Vi har følgelig at selv om informasjon oppnås gradvis over tid (firmaet observerer når  $V$  endres), vil den fremtidige verdien på prosjektet alltid være usikker.

Verdien av investeringsmuligheten (d.v.s. verdien av opsjonen til å investere) betegnes ved  $F(V)$ . Vi ønsker å finne en regel som maksimerer denne verdien. Bedriften vil velge det tidspunktet for investeringen som maksimerer forventet nåverdi av investeringsmuligheten:

$$F(V) = \max E(V_T - I)e^{-pT} \quad (2.2)$$

der  $V_T$  er lik verdien av investeringen på et ukjent, fremtidig tidspunktet  $T$  som investeringsbeslutningen foretas på. Maksimeringsproblemet løses m.h.p. likning (2.1).

For å løse dette problemet må det antas at  $\alpha < p$ . I motsatt fall vil integralet i likning (2.1) bli uendelig stort ved å velge en høyere  $T$ . Da ville venting alltid vært den beste strategien og optimum ville følgelig ikke eksistert. Lar  $\delta$  betegne differansen  $p - \alpha$ . Det antas dermed at  $\delta > 0$ .

### 3.2.2 Det deterministiske tilfellet

Dixit og Pindyck (1994) ser først på det deterministiske tilfellet. Selv om usikkerhet vil påvirke verdien av investeringsmuligheten, vil venting fortsatt kunne ha en verdi under full sikkerhet om  $V$ . Vi skal altså se på det følgende tilfellet med  $\sigma = 0$  og  $V(t) = V_0 e^{\alpha t}$ . Dersom vi antar at investeringen foretas på et vilkårlig fremtidig tidspunkt  $T$ , vil verdien av investeringsmuligheten for en gitt  $V$  være lik:

$$F(V) = (Ve^{\alpha T} - I)e^{-pT} \quad (2.3)$$

Anta først at  $\alpha \leq 0$ : Da vil  $V(t)$  forbli konstant eller reduseres over tid. Det vil i dette tilfellet bare være optimalt å investere umiddelbart dersom  $V > I$ , og aldri investere i motsatt fall. Dermed får vi at  $F(V) = \max [V - I, 0]$ .

Antar  $0 < \alpha < p$ : Da får vi at  $F(V) > 0$  selv når  $V < I$ , fordi  $V$  før eller siden vil overstige  $I$ . Selv når  $V$  overstiger  $I$  vil det også i dette tilfellet kunne være optimalt å vente. For å se dette maksimerer vi  $F(V)$  fra likning (2.3) m.h.p.  $T$  og får at førsteordensbetingelsen blir lik:

$$\frac{dF(V)}{dT} = -(p - \alpha)Ve^{-(p-\alpha)T} + pIe^{-pT} = 0$$

som impliserer at:

$$T^* = \max \left\{ \frac{1}{\alpha} \log \left[ \frac{pI}{(p-\alpha)V} \right], 0 \right\} \quad (2.4)$$

Av likning (2.4) får vi at  $T^* > 0$  når  $V$  ikke er så mye større enn  $I$ . Det vil i dette tilfellet være optimalt å utsette investeringsbeslutningen, fordi  $V$  reduseres med en faktor som er mindre enn den faktoren som  $I$  reduseres med ( $e^{-(p-\alpha)T} < e^{-pT}$ ).

Ved å sette  $T^* = 0$  finner vi at det vil være optimalt å investere umiddelbart hvis  $V \geq V^*$  der

$$V^* = \frac{p}{p-\alpha} I > I \quad (2.5)$$

Ved å sette likning (2.4) inn i (2.3) får vi følgende løsning for  $F(V)$ :

$$F(V) = \left[ \frac{\alpha I}{(p-\alpha)} \right] \left[ (p-\alpha)V / pI \right]^{p/\alpha} \quad \text{for } V \leq V^* \quad (2.6a)$$

$$F(V) = V - I \quad \text{for } V > V^* \quad (2.6b)$$

Vi får at  $F(V)$  og det kritiske nivået  $V^*$  øker når  $\alpha$  øker. Vekst i  $V$  skaper en verdi av å vente og øker verdien av investeringsmuligheten.

### 3.2.3 Det stokastiske tilfellet

Ser nå på det generelle tilfellet med  $\alpha > 0$ . Siden  $V$  nå beveger seg stokastisk, vil vi ikke kunne bestemme et tidspunkt  $T$  som i det deterministiske tilfellet. Istedet vil investeringsregelen bestå av en kritisk verdi  $V^*$  som overstiger  $I$ . Så lenge  $V$  er lavere enn denne kritiske verdien, vil det være optimalt å utsette investeringen. For å sikre at det kun eksisterer en kritisk verdi, må to betingelser være oppfylt. For det første må differansen mellom verdien av å vente en periode før investering foretas, og verdien av å investere



umiddelbart være en fallende funksjon av  $V$ . Vi forventer dermed at det vil være optimalt å vente for lave verdier av  $V$  og investere for høye verdier av  $V$ . For det andre må vi ha positiv seriekorrelasjon eller persistens i den stokastiske prosessen til utviklingen av  $V$ . En høyere verdi idag impliserer en høyere forventet verdi imorgen. Dette betyr at en gunstig utvikling i  $V$  vil ikke bli reversert i nær fremtid. Denne betingelsen vil alltid være oppfylt ved Brownsk bevegelse, mens den første betingelsen vil være enkel å verifisere i hvert enkelt tilfelle.

Som nevnt tidligere kan dette investeringsproblemet løses ved hjelp av to ulike metoder; ved dynamisk programmering og ved bruk av opsjonsprisingsteknikker. Ser først på løsningen av problemet ved dynamisk programmering. Dette er en metode som er spesielt egnet til å se på problemstillinger under usikkerhet. Metoden går ut på å bryte ned en hel sekvens av beslutninger inn i kun to komponenter: den umiddelbare beslutningen og en verdifunksjon som sammenfatter konsekvensene av alle etterfølgende beslutninger med utgangspunkt i resultatet fra den umiddelbare beslutningen. Ideen bak denne dekomponeringen er formelt erklært i "Bellman's Principle of Optimality", mens resultatet av dekomponeringen er en likning ved navn "Bellman likningen" eller "den fundamentale likningen for optimalitet". Dynamisk programmering er en systematisk metode som, i kraft av Bellman likningen, sammenligner nåverdien som resultat av umiddelbar investering og resterende beslutninger (som er summert i verdifunksjonen) ved baklengs induksjon. Dixit og Pindyck (1994) ser på en spesiell prosedyre for løsning av vårt investeringsproblem.

Dersom tidshorizonten er endelig, kan problemet løses ved statiske optimeringsmetoder. Avansert bruk av software og hardware har gjort det mulig å oppnå løsninger til slike type problemer. Ved en uendelig tidshorizont vil problemet bli mer komplekst. Dette forenkles imidlertid ved dets rekursive natur: hver beslutning leder til et annet problem som er eksakt likt det originale. Dette vil følgelig ikke bare muliggjøre numerisk beregning, men vil også kunne gjøre det mulig å oppnå en teoretisk karakteristik av løsningen og i noen tilfeller en analytisk løsning.

#### ***3.2.4 Løsning ved dynamisk programmering***

Siden investeringsmuligheten,  $F(V)$ , ikke oppnår noen innteksstrøm før investerings-tidspunktet, vil en økning i verdien av denne være eneste form for avkastning så lenge

prosjektet utsettes. For de verdier av  $V$  som det ikke vil være optimalt å investere til, blir Bellman likningen til problemet i likning (2.2) nå lik:

$$pFdt = E(dF) \quad (7)$$

Likningen sier at over et tidsintervall  $dt$  vil den totale forventede avkastningen av investeringsmuligheten,  $pFdt$ , være lik forventet appresieringsrate på kapitalen.

Ved å bruke Ito's lemma kan  $dF$  uttrykkes som:

$$dF = F'(V)dV + \frac{1}{2}F''(V)(dV)^2$$

Ved innsetting av likning (2.1) for  $dV$  i dette uttrykket blir forventningen av dette lik<sup>10</sup>:

$$E[dF] = \alpha VF'(V)dt + \frac{1}{2}\sigma^2 V^2 F''(V)dt$$

Bellman likningen blir nå (etter å ha dividert med  $dt$ ):

$$\frac{1}{2}\sigma^2 V^2 F''(V) + \alpha VF'(V) - pF = 0 \quad (2.8)$$

Det vil bli lettere å analysere løsningen og sammenligne med den som er oppnådd ved opsjonsprising dersom vi setter  $\alpha = p - \delta$ . Med denne notasjonen får vi nå at Bellman likningen blir lik følgende annenordens differensiallikning, som må bli tilfredsstilt av  $F(V)$ :

$$\frac{1}{2}\sigma^2 V^2 F''(V) + (p - \delta)VF'(V) - pF = 0 \quad (2.9)$$

Denne likningen holder for  $V < V^*$ , d.v.s for de verdier av  $V$  som det for bedriften vil lønne seg å utsette investeringen. I tillegg må  $F(V)$  tilfredstille følgende betingelser:

$$F(0) = 0 \quad (2.10)$$

$$F(V^*) = V^* - I \quad (2.11)$$

$$F'(V^*) = 1 \quad (2.12)$$

---

<sup>10</sup> Husk fra tidligere at vi har  $E(dZ) = 0$ .

Betingelsen (2.10) følger av at verdien på opsjonen til å investere blir lik null når verdien på prosjektet faller mot null. Dette er en implikasjon av den stokastiske prosessen (1) for  $V$ . De to andre betingelsene følger av optimale investeringsbetraktninger. Betingelsen (2.11) beskriver nettoutbetalingen til den verdi av  $V$  som det er optimalt å investere til. Likningen kan også ha en annen tolkning ved å omskrive den til  $V^* - F(V^*) = I$ : når bedriften investerer oppnår den prosjektverdien  $V$ , men gir samtidig opp muligheten eller opsjonen til å investere som er verdsatt ved  $F(V)$ . Den kritiske verdien  $V^*$  vil derfor være der nettogevinsten  $V - F(V)$ , gevinst fratrukket alternativkostnaden, er lik investeringsutgiften  $I$ . Alternativt kan likningen skrives som  $V^* = I + F(V^*)$ , d.v.s. sette verdien av prosjektet lik den totale kostnaden. Den tredje betingelsen (2.12) kalles en "smooth-pasting" betingelse, som krever at funksjonen  $F(V)$  er kontinuerlig omkring det optimale investeringspunktet.

Den kritiske verdien  $V^*$  angir beskrankningen til den regionen der likning (2.9) er gyldig (d.v.s for  $V < V^*$ ), og denne kalles "a free boundary". Det påpekes at likning (2.9) er en annenordens differensiallikning, mens det er tre betingelser som må oppfylles. Grunnen er at selv om posisjonen til den første betingelsen ( $V = 0$ ) er kjent, er posisjonen til den andre betingelsen ukjent. Dermed må  $V^*$  bestemmes som en del av løsningen, noe som krever en tredjebetingelse (2.12).

For å finne  $F(V)$  må vi løse likning (2.9) m.h.p. de tre beskrankningene (2.10)-(2.12). Fremgangsmåten går ut på å gjette en funksjonsform og ved innsetting sjekke om denne stemmer. For å tilfredstille betingelsen (2.10) må løsningen ta følgende form:

$$F(V) = AV^{\beta_1} \quad (2.13)$$

der  $\beta_1 > 1$  er en kjent konstant, hvor dens verdi avhenger av parametrene  $\sigma$ ,  $r$  og  $\delta$  til differensiallikningen (se nedenfor). De resterende betingelsene (2.11) og (2.12) kan brukes til å løse de to resterende ukjente, d.v.s. konstanten  $A$  og den kritiske verdien  $V^*$ . Ved innsetting av likning (2.13) inn i (2.11) og (2.12) finner vi at forventet avkastning ved det optimale investeringstidspunktet er gitt ved:

$$V^* = \frac{b_1}{b_1 - 1} I \quad (2.14)$$

$$\text{og } A = (V^* - I)/(V^*)^{b_1} = (\beta_1 - 1)^{b_1 - 1} / [(\mathbf{b}_1)^{b_1} I^{b_1 - 1}] \quad (2.15)$$

Likning (2.13)-(2.15) gir verdiene av investeringsmuligheten og den optimale investeringsregelen som består av den kritiske verdien  $V^*$ . Siden  $\beta_1 > 1$ , får vi at  $\beta_1/(\beta_1 - 1) > 0$  og  $V^* > I$ . Vi har følgelig at den tradisjonelle investeringsregelen er ukorrekt, fordi usikkerhet og irreversibilitet skaper en differanse mellom  $V^*$  og  $I$ . Størrelsen på denne differansen er en faktor  $\beta_1/(\beta_1 - 1)$ . For å undersøke dens betydning ved realistiske verdier på de underliggende parametrene og dens respons på endringer i disse parametrene, må likning (2.13) studeres i mer detalj.

*"The Fundamental Quadratic":*

Siden den homogene differensiallikningen (9) er lineær i den avhengige variabelen  $F$  og dens deriverte, kan likningens generelle løsning bli uttrykt som en lineær kombinasjon av ethvert par av uavhengige løsninger. Dersom vi forsøker med funksjonen  $AV^\beta$ , ser vi ved innsetting at denne tilfredsstiller likningen forutsatt at  $\beta$  er en rot av den kvadratiske likningen:

$$\frac{1}{2} \mathbf{s}^2 \mathbf{b}(\mathbf{b} - 1) + (p - \mathbf{d})\mathbf{b} - p = 0 \quad (2.16)$$

De to røttene er lik:

$$\mathbf{b}_1 = \frac{1}{2} - (p - \mathbf{d})/\mathbf{s}^2 + \sqrt{\left[ (p - \mathbf{d})/\mathbf{s}^2 - \frac{1}{2} \right]^2 + 2p/\mathbf{s}^2} > 1$$

og

$$\mathbf{b}_2 = \frac{1}{2} - (p - \mathbf{d})/\mathbf{s}^2 - \sqrt{\left[ (p - \mathbf{d})/\mathbf{s}^2 - \frac{1}{2} \right]^2 + 2p/\mathbf{s}^2} < 0$$

slik at den generelle løsningen til likning (9) kan skrives som:

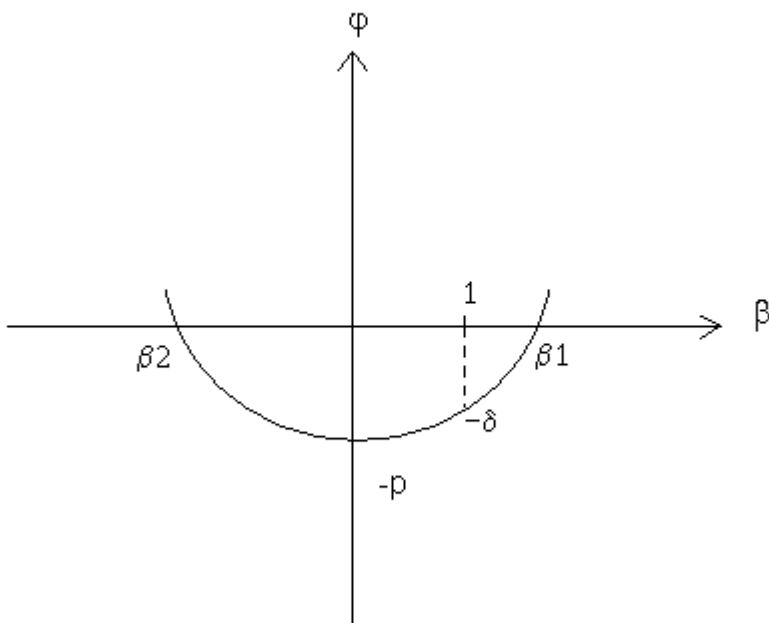
$$F(V) = A_1 V^{b_1} + A_2 V^{b_2}$$

der  $A_1$  og  $A_2$  er konstanter som må bestemmes. I vårt problem vil betingelsen (2.10) implisere at  $A_2 = 0$  slik at løsningen er gitt ved likning (2.13).

Vil se nærmere på den kvadratiske likningen (2.16). Betegner variabelen i likningen ved  $\beta$ , og hele det kvadratiske uttrykket (venstre side) ved  $\varphi$ . Dermed er  $\varphi$  en funksjon av variabelen  $\beta$  i tillegg til parametrene  $\sigma$ ,  $p$  og  $\delta$ .

Selv om røttene til en kvadratisk likning er kjente størrelser i eksplisitt algebraisk form, kan det være illustrativt å vise disse grafisk:

Figur 1:



Figur 1 viser  $\varphi$  som en funksjon av  $\beta$ . Koeffisienten til  $\beta^2$  i  $\varphi(\beta)$  er positiv slik at grafen er lik en parabel som vender oppover. Parabellen går mot  $\infty$  når  $\beta$  går mot  $\pm \infty$ . Vi har også at  $\varphi(1) = -\delta$  (husk at  $\delta > 0$ ) og  $\varphi(0) = -p < 0$ . Grafen vil derfor krysse den horisontale akse ved et punkt til høyre for 1 og et annet til venstre for 0. D.v.s. at en rot, som kan betegnes ved  $\beta_1$ , overstiger 1, mens den andre roten  $\beta_2$  er negativ.

Vi fokuserer på den positive roten  $\beta_1$  og undersøker ved bruk av komparativ statikk hvordan denne vil endre seg når en parameter, f.eks.  $\sigma$ , endres. Totaldifferensiering av den kvadratiske likningen gir:

$$\frac{\partial j}{\partial \mathbf{b}} \frac{\partial \mathbf{b}_1}{\partial \mathbf{s}} + \frac{\partial j}{\partial \mathbf{s}} = 0$$

der alle de deriverte er evaluert ved  $\beta_1$ . Figur 1 viser at  $\partial\varphi/\partial\beta > 0$  ved  $\beta_1$ . Videre har vi fra likning (16) at:

$$\partial\varphi/\partial\sigma = \sigma\beta(\beta-1) > 0$$

ved  $\beta_1 > 1$ . Dermed har vi at  $\partial\beta_1/\partial\sigma < 0$ . D.v.s. når  $\sigma$  øker, vil  $\beta_1$  reduseres og  $\beta_1/(\beta_1 - 1)$  vil dermed øke. Jo høyere usikkerheten er omkring fremtidige verdier av  $V$ , desto større er profittmarginen, gitt ved differansen mellom  $V^*$  og  $I$ , som bedriften vil etterspørre før den er villig til å foreta en irreversibel investering.

Ytterligere to andre egenskaper vedrørende  $\beta_1$  kan verifiseres fra den kvadratiske likningen: For det første vil  $\beta_1$  øke når  $\delta$  øker, slik at en høyere  $\delta$  vil bety en lavere differanse  $\beta_1/(\beta_1 - 1)$ . For det andre vil  $\beta_1$  reduseres når  $p$  øker, slik at en høyere  $p$  impliserer en større differanse.

Dermed har vi at lavere vekst og lavere rente, vil medføre at bedriften etterspør lavere profittmarginer før den går inn i markedet. Vil diskutere disse resultatene i mer detalj i kap. 3.3.

Videre har vi noen resultater vedrørende  $\beta_1$  som lett kan verifisere ved å se på den positive roten: når  $\sigma \rightarrow \infty$ , har vi at  $\beta_1 \rightarrow 1$  og  $V^* \rightarrow \infty$ , d.v.s. bedriften investerer aldri dersom  $\sigma$  er uendelig.

Når  $\sigma \rightarrow 0$ , får vi at:

- Dersom  $\alpha \leq 0$  er  $\beta_1 \rightarrow \infty$  og  $V^* \rightarrow I$ .
- Dersom  $\alpha > 0$  er  $\beta_1 \rightarrow p/(p - \delta)$  og  $V^* \rightarrow (p/\delta)I$ .

Disse resultatene er i samsvar med de i det deterministiske tilfellet som vi så på tidligere.

### 3.2.5 Løsning ved opsjonsprisingsanalyse

#### 3.2.5.1 Modellen:

Opsjonsprisingsmetoden bygger på antakelsen om at stokastiske endringer i  $V$  må kunne reproduseres ved hjelp av eksisterende aksjer i økonomien. Spesielt må kapitalmarkedene være tilstrekkelig ”komplette”, slik at man iallfall i prinsippet kan finne en aksje eller konstruere en dynamisk portefølje av aksjer der prisen er perfekt korrelert med avkastningen til prosjektet, ved enhver fremtidig dato og ved hver fremtidige usikre eventualitet<sup>11</sup>. Verdien av investeringsprosjektet må følgelig være lik totalverdien av denne porteføljen for å unngå risikofrie arbitrasjemuligheter (d.v.s. oppnå en sikker profitt ved å kjøpe den billigste av de to aksjene eller kombinasjoner og selge den mest verdifulle)<sup>12</sup>. Antar at en slik duplisering er mulig. Dermed kan vi bestemme investeringsregelen som maksimerer bedriftens markedsverdi, uten å gjøre noen antakelser om risikopreferanser eller neddiskonteringsrater.

La  $x$  være markedsprisen på en aksje eller en dynamisk portefølje av aksjer som er perfekt korrelert med  $V$ . Videre la  $p_{xm}$  betegne korrelasjonskoeffisienten mellom  $x$  og markedsporteføljen. Siden  $x$  er perfekt korrelert med  $V$ , får vi at  $p_{xm} = p_{vm}$ . Det antas at denne aksjen eller porteføljen ikke betaler dividende, s.a. dens totale avkastning stammer fra kapitalgevinst. Vi får dermed at  $x$  har følgende utviklingsprosess:

$$dx = \mu x dt + \sigma x dz, \quad (2.17)$$

---

<sup>11</sup> Med dynamisk portefølje menes en portefølje der dens komposisjon kontinuerlig justeres, slik at verdien på porteføljen er perfekt korrelert med prosessen til  $V$ .

<sup>12</sup> Antar at investeringsprosjektet organiseres som et selvstendig aksjeselskap, slik at selskapets aksjer kan kjøpes og selges.

der  $\mu$  (trendraten) er lik den forventede avkastningsrate for å holde aksjen eller porteføljen av aksjer. Den forventede avkastningsraten må være tilstrekkelig stor for å kompensere investor for risiko. Det finnes to former for risiko; systematisk risiko, som er et mål på hvordan aksjen koverierer med økonomien som helhet og usystematisk (irrelevant) risiko, som er uavhengig av økonomien. Siden en kan diversifisere vekk all risiko, med unntak av risikoen til økonomien, vil den eneste form for risiko som investor vil være villig å betale en premie for å unngå være kovariansrisikoen.

Ifølge Kapitalverdimodellen er den fundamentale likevektsbetingelsen til den forventede avkastningsraten lik:

$$\mu = r + \Theta \rho_{xm} \sigma,$$

der  $r$  er lik den risikofrie renten; denne antas eksogent spesifisert og kan f.eks. være lik avkastningen til myndighetenes obligasjoner<sup>13</sup>. Videre er  $\Theta$  en aggregert markedsparameter (markedsprisen på risiko)<sup>14</sup>, som i vår analyse er eksogent gitt. Dermed kan  $\mu$  betraktes som den risikojusterte forventede avkastningsraten som investor ville krevd ved eierskap av investeringsprosjektet.

Det antas at  $\alpha$  (den forventede prosentvise endring av  $V$ ) er mindre enn  $\mu$ . Ved motsatt tilfelle ville bedriften aldri investert. Vi lar nå  $\delta$  betegne differansen  $\mu - \alpha$ . Det antas dermed at  $\delta > 0$ . Denne antakelsen spiller den samme rollen som den korresponderende antakelsen ved den dynamiske programmeringstilnærmingen. Parameteren  $\delta$  spiller en viktig rolle i denne modellen. Det vil nå være nyttig å dra en analogi til opsjonsteori. En opsjon kan betraktes som et verdipapir med avkastning kontraktmessig tilknyttet et annet (eller flere andre) verdipapir. Opsjonen gir ihendehaveren en rett, men ingen forpliktelse, til å selge eller kjøpe dette underliggende verdipapiret til en på forhånd bestemt pris (kontraktsprisen). En kjøpsopsjon (call) gir rett til å kjøpe, og en salgsopsjon (put) gir rett til å selge. Markedet operer med to typer opsjoner. Den ene typen er amerikanske opsjoner som kan utøves innenfor et visst tidsrom, mens den andre typen er europeiske opsjoner som kan utøves på et gitt tidspunkt. En bedrift med en investeringsmulighet har tilsvarende en opsjon til å investere penger (analogt til kontraktsprisen) nå eller i fremtiden i bytte mot et investeringsprosjekt.

<sup>13</sup> Ser bort ifra at slike obligasjoner kan inneha risiko som følge av inflasjon.

<sup>14</sup> Fra CAPM:  $\Theta = (r_m - r) / \sigma_m$ , der  $r_m$  er den forventede avkastningen i markedet og  $\sigma_m$  er standardavviket til denne avkastningen.



Investeringsmuligheten kan altså betraktes som en amerikansk kjøpsopsjon med uendelig lang frist for utøvelse, på en dividendebetalende aksje, der  $V$  er prisen på aksjen,  $\delta$  er dividenderaten og  $I$  er lik kontraktsprisen til opsjonen. Beslutningen om å investere er ekvivalent med å bestemme når opsjonen skal utøves.

Dersom det antas at aksjen utbetaler dividende, er dens totale forventede avkastning lik  $\mu = \delta + \alpha$ , d.v.s. dividenderaten pluss forventet kapitalgevinst. Dersom dividenderaten er lik null, vil en kjøpsopsjon på aksjen alltid bli holdt til forfallsdato. Grunnen til dette utfallet er at hele avkastningen til aksjen stammer fra dens prisbevegelser, slik at det ikke vil være noen kostnad forbundet med å holde opsjonen i live. Dersom dividenderaten er positiv, vil det imidlertid være en alternativkostnad forbundet med å holde opsjonen i live fremfor å utøve den. Alternativkostnaden er lik den dividendestrømmen som investor går glipp av ved å holde opsjonen snarere enn aksjen. Siden  $\delta$  er en proporsjonal dividenderate, får vi at dividendestrømmen er høyere desto høyere prisen er på aksjen. Ved en tilstrekkelig høy pris vil derfor alternativkostnaden i form av tapt dividende bli stor nok til å gjøre det verdt å utøve opsjonen.

For vårt investeringsproblem er  $\mu$  den forventede avkastningsraten ved eierskap av prosjektet. Dette er som nevnt likevektsraten etablert i kapitalmarkedet. Ved  $\delta > 0$  får vi at den forventede kapitalgevinsten av prosjektet er lavere enn  $\mu$ . Følgelig er  $\delta$  en alternativkostnad i form av tapte driftsinntekter ved å utsette prosjektet og istedet holde opsjonen til å investere i live. Ved  $\delta = 0$  vil det ikke være noen alternativkostnad ved å holde opsjonen i live, og en vil aldri investere uansett hvor høy nåverdi til prosjektet. Dette er grunnen til at vi antar at  $\delta > 0$ . Analogien til en amerikansk kjøpsopsjon på en aksje som ikke betaler dividende, er at det ikke vil lønne seg å utøve denne før forfall. Verdien på opsjonen vil imidlertid bli veldig liten dersom  $\delta$  er veldig høy, fordi alternativkostnaden av å vente er stor. Når  $\delta \rightarrow \infty$ , vil opsjonsverdien gå mot null. Valget står i dette tilfellet mellom å investere nå eller aldri, og den optimale investeringsregelen vil følgelig være lik standard nåverdiprinsippet.

### 3.2.5.2 Løsning:

Vil nå se nærmere på løsningen til Dixit og Pindyck (1994), d.v.s. verdsettingen av investeringsmuligheten og den optimale investeringsregelen.  $F(V)$  vil også her betegne

verdien av bedriftens mulighet til å investere. Opsjonstilnæringsmetoden går ut på å bestemme verdien av  $F(V)$  ved å konstruere en risikofri portefølje, bestemme dens forventede avkastningsrate og dermed sette denne lik den risikofrie renten.

Vi setter sammen en portefølje som består av å holde opsjonen til å investere, som er verdt  $F(V)$ , og en kort posisjon i form av  $n$  enheter av prosjektet (alternativt: av aksjen eller porteføljen  $x$  som er perfekt korrelert med  $V$ ).

Verdien av denne porteføljen er lik:

$$\emptyset = F - nV.$$

Bruker Ito's lemma for å oppnå et uttrykk for  $dF$ <sup>15</sup>:

$$dF = F'(V)dV + \frac{1}{2}F''(V)(dV)^2.$$

Ved å erstatte  $dV$  med likning (1) får vi:

$$\begin{aligned} dF &= F'(V)\alpha Vdt + F'(V)\sigma Vdz + \frac{1}{2}F''(V)\alpha^2 V^2 dt^2 + F''(V)\alpha\sigma V^2 dt dz + \frac{1}{2}F''(V)\sigma^2 V^2 dz^2 \\ &= [\alpha V F'(V) + \frac{1}{2}\sigma^2 V^2 F''(V)]dt + \sigma V F'(V)dz \end{aligned}$$

Kapitalgevinsten til denne porteføljen blir dermed<sup>16</sup>:

$$\begin{aligned} dF - ndV &= [\alpha VF'(V) + \frac{1}{2}\sigma^2 V^2 F''(V)]dt + \sigma VF'(V)dz - n[\alpha Vdt + \sigma Vdz] \\ &= [\alpha VF'(V) + \frac{1}{2}\sigma^2 V^2 F''(V) - n\alpha V]dt + [F'(V) - n]\sigma Vdz, \end{aligned}$$

Ser av denne likningen at vi må velge  $n = F'(V)$  for å gjøre denne porteføljen risikofri, d.v.s. når det tilfeldige tillegget  $dz$  er lik null. Det er viktig å merke seg at denne porteføljen er dynamisk: når  $V$  endres vil  $F'(V)$  kunne endres fra et kort tidsintervall til det neste, slik at komposisjonen til porteføljen vil bli endret. Men innenfor et kort tidsintervall av lengde  $dt$  vil  $n$  holdes konstant.

<sup>15</sup> Se Sydsæter et. al. (1998); formel 29.11. og 29.12.

<sup>16</sup> Ved bruk av formel 29.12. har jeg nå kommet frem til formel 29.11, j.f.r. fotnote 14

En rasjonell investor som tar den lange posisjonen til transaksjonen, vil kreve en betaling som minimum er lik  $\delta VF'(V)$  kroner per tidsperiode. Vi får dermed at den totale forventede avkastningen av å holde porteføljen over et kort tidsintervall er lik:

$$\begin{aligned} dF - F'(V)dV - \delta VF'(V)dt \\ = F'(V)dV + \frac{1}{2}F''(V)(dV)^2 - F'(V)dV - \delta VF'(V)dt \\ = \frac{1}{2}F''(V)(dV)^2 - \delta VF'(V)dt. \end{aligned}$$

der Ito's lemma er brukt. Fra formel 29.12 får vi at  $(dV)^2 = \sigma^2 V^2 dt$  s.a. avkastningen til porteføljen blir lik:

$$\frac{1}{2}\sigma^2 V^2 F''(V)dt - \delta VF'(V)dt.$$

Siden denne avkastningen er risikofri, må denne være lik  $r\Delta t = r[F - F'(V)V]dt$  for å unngå risikofrie arbitrasjemuligheter:

$$\frac{1}{2}\sigma^2 V^2 F''(V)dt - \delta VF'(V)dt = r[F - F'(V)V]dt.$$

Ved å dividere likningen med  $dt$  og omorganisere gir dette følgende differensiallikning som  $F(V)$  må tilfredsstille:

$$\frac{1}{2}\sigma^2 V^2 F''(V) + (r - \delta)VF'(V) - rF = 0. \quad (2.18)$$

Observer at denne likningen nesten er identisk med likning (2.9) som er oppnådd ved dynamisk programmering. Den eneste forskjellen er at den risikofrie renten erstatter neddiskonteringsraten  $p$ . De samme beskrankningsbetingelsene (2.10)-(2.12) vil også gjelde her, og av samme grunner som før. Løsningen for  $F(V)$  har dermed igjen følgende form:

$$F(V) = AV^{\beta_1},$$

bortsett fra at  $r$  nå erstatter  $p$  i den kvadratiske likningen for eksponenten  $\beta_1$  og vi får dermed:

$$\beta_1 = \frac{1}{2} - (r - \delta)/\sigma^2 + \sqrt{\left[ (r - \delta)/\sigma^2 - \frac{1}{2} \right]^2 + 2r/\sigma^2} \quad (2.19)$$

Den kritiske verdien  $V^*$  og konstanten  $A$  er igjen gitt ved likningene (2.14) og (2.15). Følgelig er løsningen til investeringsproblemet identisk med løsningen ved dynamisk programmering under antakelsen om risikonøytralitet, d.v.s. at neddiskonteringsraten  $p$  er lik den risikofrie renten. Dette resultatet ble først introdusert av Cox og Ross (1976).

### 3.2.6 Sammenlikning av de to metodene

Begge metodene vil altså ha samme form på løsningen, og effekten av endringer i  $\delta$  eller  $\sigma$  er like. Et problem ved dynamisk programmering er at metoden er basert på en vilkårlig og konstant diskonteringsrate. Det er ikke åpenbart hvor denne diskonteringsraten burde komme fra eller om den burde være konstant over tid. Uten antakelsen om at duplisering er mulig, finnes det ingen teori for beregning av den korrekte verdi av diskonteringsraten, med mindre det gjøres restriktive antakelser om investorenes nyttefunksjoner. Dermed vil en heller ikke kunne bruke Kapitalverdimodellen til å beregne den risikjusterte diskonteringsraten.

Opsjonstilnærmingen stiller på den annen side krav om et tilstrekkelig rikt sett av markeder med risikofulle verdipapir. Dette er en nødvendig betingelse for at den stokastiske komponenten  $dz$  til avkastningen til den aksjen vi forsøker å verdsette, kan dupliseres ved den stokastiske komponent til avkastningen for en aksje som det handles med i markedet. Dette krever ikke bare at den stokastiske komponenten følger samme sannsynlighetslov, men også at de er perfekt korrelerte. Hvilken metode som vil være å foretrekke, vil avhenge av personlig erfaring og preferanser. Dessuten vil ulike typer problemstillinger kunne kreve ulik anvendelse.

## 3.3 Komparativ statikk

Ser nå nærmere på hvordan den optimale investeringsregelen og verdien av investeringsmuligheten, gitt ved likningene (2.13), (2.14), (2.15) og (2.19), avhenger av verdier på de ulike parametrene på kort sikt. Antar nå at duplisering er mulig. Disse resultatene vil kvaliatativt være de samme som oppnås ved standard opsjonsprisinde modeller. Ser på et eksempel med investeringsutgift,  $I$ , lik 1,  $r = 0.04$ ,  $\delta = 0.04$  og  $\sigma = 0.2$  (trenger ikke kjenne verdiene på  $\mu$  og  $\alpha$ , så lenge differansen av disse gitt ved  $\delta$ ). Gitt disse parameterverdiene får vi  $\beta_1 = 2$ ,  $V^* = 2I = 2$  og  $A = 1/4$ . Følgelig er standard nåverdiprinsippet, som sier at man skal investere så lenge  $V$  er minst like stor som  $I$ , misvisende. For disse

(nogenlunde realistiske) parameterverdiene må  $V$  være minst dobbelt så stor som  $I$  før bedriften bør investere. Verdien av investeringsmuligheten er lik  $F(V) = \frac{1}{4}V^2$  for  $V \leq 2$ , og  $F(V) = V - 1$  for  $V > 2$ , siden bedriften da vil utøve investeringsmuligheten og motta nettopprofitt  $V - 1$ .

Når parametre i modellen endrer seg, er det viktig å undersøke om  $\mu$  endres. Tar derfor utgangspunkt i CAPM likningen:

$$\mu (= \delta + \alpha) = r + \lambda \text{cov}\left(\frac{dx}{x}, r_m\right) \quad \text{der } \lambda = (\mu_m - r) / \sigma_m^2$$

Vil først se effekten av en renteøkning. Fra CAPM likningen ser vi at nettoeffekten av en økning i  $r$  er at  $\mu$  øker. Det betyr at enten  $\alpha$  eller  $\delta$ , eller begge samtidig, må øke for å opprettholde likvekt i markedet. Ser på de to ekstremtilfellene. Dersom vi antar at  $\delta$  holdes konstant, får vi at en økning av den riskofrie renten,  $r$ , vil øke  $F(V)$  og dermed vil  $V^*$  øke. Grunnen er at nåverdien av investeringsutgiften,  $I$ , betalt ved et fremtidig tidspunkt  $T$  er lik  $Ie^{-rT}$ , mens nåverdien av prosjektet som en mottar i bytte mot investeringsutgiften er lik  $Ve^{-\delta T}$ . Dermed får vi at en økning i  $r$  vil redusere kostnaden til investeringen, men ikke dens payoff. En økning i  $r$  vil ikke bare øke verdien av bedriftens investeringsmulighet, men også resultere i at færre av disse opsjonene blir utøvd. Følgelig vil høyere rente redusere investering, men av ulik årsak enn standard modellen. I standardmodellen vil en økning i rente redusere investering ved å øke kostnaden til kapital, mens ved denne modellen øker den verdien av investeringsmuligheten og dermed også alternativkostnaden ved å investere umiddelbart.

Dersom vi istedet holder  $\alpha$  konstant, får vi dermed at økningen i  $\mu$  fører til at  $\delta$  øker. En lavere  $r$  vil nå redusere  $\beta_1$  og øke det kritiske nivået  $V^*$ . En lavere rente vil altså her føre til lavere investering. En lavere rente gjør fremtiden relativt mer viktig og dermed vil alternativkostnaden ved å utøve opsjonen til å investere øke. En endring i renten vil altså ha to motstridende effekter på investering og nettoresultatet er uklart.

Ved voksende verdier på  $\delta$  vil  $F(V)$  reduseres, og dermed vil  $V^*$  reduseres. Årsaken er at etterhvert som  $\delta$  blir større (gitt at alt holdes konstant med unntak av  $\alpha$ ), vil den forventede vekstraten til  $V$  falle og den forventede appresiering i verdien til investeringsmuligheten

faller. Det blir altså dyrere å vente snarere enn å investere nå, som en følge av økt alternativkostnad.

Ser så på effekten av økt usikkerhet. Vi får at økt usikkerhet ikke trenger å få noen effekt på  $\mu$ <sup>17</sup>. Begrunnelsen antar at økt grad av usikkerhet er stokastisk uavhengig av alt annet. Tar vi utgangspunkt i CAPM likningen, ser vi at både  $\lambda$  og kovariansen er upåvirket, og dermed er også  $\mu$  upåvirket av økt usikkerhet. Dermed får vi ved voksende verdier av  $\sigma$ , at  $F(V)$  vil øke og dermed også den kritiske verdien  $V^*$ . Vi har at større usikkerhet øker verdien av bedriftens investeringsmulighet, og av denne grunn medfører det at den reelle investeringsmengden til bedriften reduseres. Når bedriftens markeds- eller økonomiske omgivelser blir mer usikre, vil markedsverdien til bedriften kunne øke selv om bedriften på kort sikt investerer mindre og kan hende produserer mindre. Dette resultatet er uavhengig av både risikopreferanser og til hvilken grad risikoen i  $V$  er korrelert med markedet.

Ved komparativ statikk må man være forsiktig med å tolke dets resultater, fordi ulike parametre mest sannsynlig vil avhenge av hverandre. Som vi så ovenfor vil en økning i den risikofrie renten resultere i en økning av  $\delta$  eller  $\alpha$  (eller begge samtidig). Videre må en ta hensyn til at modellen antar at parametrene  $\alpha$ ,  $\sigma$  e.t.c. er konstante. Dersom  $\alpha$  og  $\sigma$  endres over tid eller som respons på endringer i  $V$  (enten deterministisk eller stokastisk), bør bedriften ved kjennskap til dette ta hensyn til dette ved bestemmelse av den optimale investeringsregelen. Dette vil komplisere problemet betraktelig.

### 3.4 Fra tilfellet med en bedrift til flere bedrifter

Analysen har så langt hatt fokus på investeringsbeslutningen til en enkelt bedrift, og ignorert muligheten for at andre bedrifter vil velge å entre markedet i konkurranse med denne. I en utvidet modell viser Dixit og Pindyck (1994) likevekten til en hel industri bestående av slike bedrifter. Dette reiser spørsmål om tidligere konklusjoner fortsatt gjelder. Forfatterne viser at selv om konkurranse vil ødelegge bedriftens opsjon til å vente, vil bedriftene fortsatt være forsiktige med å utøve en irreversibel investering, men av ulike årsaker. En bedrift må nå, i tillegg til å vurdere konsekvensen av dens investeringsbeslutning på egen profitt, også vurdere hvordan tilsvarende beslutninger fra andre bedrifter vil påvirke denne. I denne sammenheng

---

<sup>17</sup> I Dixit og Pindyck (1994) hevder de at økt usikkerhet vil øke  $\mu$ , en feiltolkning påpekt av veileder D. Lund.

skiller forfatterne mellom to ulike former for usikkerhet, firmaspesifikk eller industrispesifikk, fordi disse kan ha ulike implikasjoner på investering.

Jeg vil i denne fremstillingen kun se på den underliggende intuisjonen, uten å se på hvordan forfatterne løser problemet formelt. Antar at produktet er homogent. Ser først på en økning i etterspørselen som gjelder for hele industrien, der utviklingen til dette etterspørselsskiftet er usikker. Enhver bedrift forventer at dette vil lede til høyere pris og dermed økt forventet avkastning, og investering vil dermed bli mer attraktivt. Bedriften er imidlertid også klar over at andre bedrifter vil tenke tilsvarende. Responsen på tilbudssiden vil redusere effekten av etterspørselsskiftet på industriprisen. Dermed vil ikke profittpotensialet være like gunstig, som i tilfellet der bedriften har monopol på investeringsmuligheten. Ved irreversible investeringer, vil negative etterspørselsskift imidlertid være like ugunstig som i monopol tilfellet. Selv om konkurrerende bedrifter er like hardt rammet, kan de ikke forlate markedet for å beskytte seg mot fallet. Dermed er responsen av usikkerhet i konkurransetilfellet asymmetrisk; negative skift gir sterkere effekt enn positive skift. Denne asymmetrien gjør hver bedrift mer forsiktig med å utøve en irreversibel investering. Selv om opsjonsverdien av å vente er lik null, påpeker forfatterne at tilpasningen til konkurrerende bedrifter under usikkerhet, ofte blir den samme som ved en-bedrift tilfellet.

Firmaspesifikk usikkerhet vil ikke føre til ovennevnte asymmetri. Hvis bare en bedrift opplever et gunstig etterspørselsskift, behøver den ikke å frykte at andre bedrifter vil "spise" opp dens profitt. Bedriften får muligheten til å vente for å se hvor permanent dette forspranget viser seg å være, før den binder seg til irreversibel kapital. Følgelig vil opsjonsver dianalysen for en-bedrift tilfellet også være gyldig i dette tilfellet.

## 4. Hysterese<sup>18</sup>

I en utvidet modell analyserer Dixit og Pindyck (1994) entry og exit samtidig, noe som leder inn på fenomenet hysterese<sup>19</sup>. Hysterese er en fellesbetegnelse på en effekt som vedvarer etter at årsaken til effekten er blitt fjernet. Innenfor økonomi brukes denne betegnelsen blant annet på å forklare effekten av valutakursendringer på bedriftens eksport- og importbeslutninger. Den teoretiske litteraturen på dette området er omfattende. Økonomer har tatt utgangspunkt i USA som devaluerte i 1985. Bakgrunnen for devalueringen var at dollaren styrket seg betraktelig fra 1980 til 1984. Dette ga utenlandske bedrifter en betydelig kostnadsfordel, men den forventede økningen i importen til USA kom ikke før i 1983. Så svekket dollaren seg og var i 1987 tilbake til det samme nivå som i 1980. Men det krevde et større fall i dollaren før importen gradvis ble redusert. M.a.o. kan vi si at selv om den underliggende årsaken (profitten) har blitt gjenopprettet til sitt gamle nivå, har dens effekt (eksport) vedvart.

Når vi betrakter entry og exit samtidig, får vi to opsjonsprisindeproblemer (og dermed to terskelverdier for forventet avkastning) som må løses simultant. Bedriftens strategi består nå i å bevege seg mellom to tilstander. I hver diskrete tilstand vil bedriften ha et kjøpsoppsjon på den andre. Når bedriften utøver opsjonen sin til å investere, får den et prosjekt og samtidig en opsjon til nedleggelse. Dersom den utøver opsjonen sin til å nedlegge, får den igjen opsjonen til å investere. Disse to opsjonene må prises simultant for å bestemme den optimale investerings- og nedleggelsesbeslutning. Denne linken har viktige implikasjoner. En høyere nedleggelseskostnad vil f.eks. gjøre bedriften mer forsiktig med å investere og vice versa<sup>20</sup>.

Den grunnleggende antakelsen bak hysteresemodellene er at en bedrift som ønsker å eksportere må pådra seg sunk entry costs for å gå inn i eksportmarkedet. For en enkel illustrasjon, anta først at valutakursendringer er forventet å være permanente, og at fremtidig valutakursusikkerhet er lik null. Bedriften vil velge å gå inn i eksportmarkedet, når forventet

---

<sup>18</sup> Dette kapitlet er kun en intuitiv fremstilling basert på Dixit (1989a,b) og Dixit og Pindyck (1994); formelle utledninger er utelatt.

<sup>19</sup> Pinoerartikkelen på analyse av "joint" beslutningen om å investere og nedlegge, er skrevet av Brennan og Schwartz (1985) i forbindelse med å åpne og legge ned gruvedrift.

<sup>20</sup> En bedrift som vurderer å nedlegge vil, ifølge teorien, ta i betraktning de sunk costs den må reinvestere i ved en eventuell ny oppstart.



profitt fra å eksportere i dette markedet er større enn sunk entry costs. Når bedriften først har pådratt seg sunk entry costs, vil bedriften imidlertid ikke forlate markedet før valutakursen når et punkt der forventet profitt fra å fortsette i markedet er negativ<sup>21</sup>. I litteraturen sier man at det foreligger en asymmetri mellom den valutakursen som utløser entry og nedleggelse i eksportmarkedet. Et sentralt resultat i hystereselitteraturen, introdusert av Baldwin (1988), er at en kombinasjon av sunk costs og valutakurssvingninger vil medføre at bedrifter ikke vil investere eller forlate et eksportmarked ved små, transitoriske valutasjokk<sup>22</sup>. Men er valutasjokket tilstrekkelig stort og vedvarende, vil dette gi handelsstrømmer som ikke reverseres selv om ”stimuliet” via valutakursen forsvinner. I en rekke artikler av Dixit som spinner videre på denne ideen, vises det at størrelsen på intervallet mellom den valutakursen som utløser entry og exit, ikke er konstant, men en stigende funksjon av usikkerhet omkring valutakursen<sup>23</sup>. Ved høy usikkerhet vil bedriften vente inntil valutakursen beveger seg i enda gunstigere retning, og som resultat utvides det valutakursintervallet der det er optimalt både for aktive og potensielt aktive bedrifter å beholde status quo. Tregheten i responsen til handelsstrømmene ved valutakursendringer kan sees på som en optimal respons på eksistens av sunk costs og usikkerhet omkring valutakursen, og kan forklares utifra nyere investeringsteori under usikkerhet. Som oppsummering kan vi si at sunk cost er kilden til hysteresese, mens graden av hysteresese påvirkes av valutakursusikkerhet.

---

<sup>21</sup> Ved sunk exit costs må negativ forventet profitt være større i absolutt verdi enn exit costs.

<sup>22</sup> Se også Baldwin og Krugman (1989).

<sup>23</sup> Campa (2000) påpeker at størrelsen på intervallet vil øke med enhver form for usikkerhet i forventet profitt fra å eksportere. Fokus i de fleste hystereseseartiklene er imidlertid på valutakursusikkerhet.

## 5. Eksportbeslutningen

Teorien presentert så langt hviler på at følgende tre antakelser er oppfylt:

- 1) Irreversibilitet: det må være kostnader forbundet med å gå inn i et nytt marked. Disse må være irreversible, d.v.s. prosjektet medfører sunk entry costs (ser bortifra sunk exit costs/nedleggelseskostnader).
- 2) Usikkerhet: fremtidig inntjening til bedriften er usikker.
- 3) Tidsfleksibilitet: dersom prosjektet ikke utøves idag, vil bedriften fortsatt ha en opsjon til å utøve prosjektet imorgen.

Når disse tre antakelsene holder får vi at venting kan inneha en verdi, og investeringsmuligheten kan dermed sammenlignes med en amerikansk kjøpsopsjon. Vil nå diskutere disse antakelsene hver for seg med tanke på relevans for eksportnæringen, og da spesielt fiskerinæringen i Norge som er særdeles eksportrettet.

*Antakelse 1* Eksisterende litteratur på beslutningen om å eksportere har bl.a. vært opptatt av rollen til irreversible kostnader. Begrepene irreversibilitet og "sunk costs" omfatter de investeringer og investeringskostnader som er forbundet med å gå inn i nye markeder, og som ikke kan dekkes fullt ut hvis bedriften må forlate markedet. Generelt vil det være irreversible kostnader forbundet med handel til utlandet både i produksjonen og i selve eksportapparatet. Ved fokus på eksport snarere enn på investering, vil sistnevnte kostnad være en mer "direkte" kostnad som følge av eksport. Begrunnelsen er at bedriften må kostnadsføre irreversible kostnader i produksjonen, uansett hvilket land bedriften velger å eksportere til eller om den i det hele tatt velger å eksportere.

Investeringer i eksportaktiviteten vil typisk være produkt- eller bedriftsspesifikke, d.v.s. kapital som ikke vil ha noen alternativ verdi verken for bedriften eller for andre bedrifter i samme bransje. En bedrift som ønsker å etablere seg i det utenlandske markedet, vil måtte investere betydelige ressurser i bl.a. markedsføring for å bygge opp merkeloyalitet, opparbeide pålitelige distribusjonsnettverk, innhente informasjon omkring etterspørselsforhold og etablere langsiktige kontrakter. Det vil også være kostnader forbundet med å tilpasse seg veterinære og helsemessige standarder, eller standarder knyttet til pakking, lagring, merking

etc. I innledningsfasen vil markedsundersøkelser ovenfor eksportlandet være viktig for å kartlegge faktorer som etterspørsel, reguleringer, språk, kultur, byråkratiske formaliteter o.s.v. Bedriftene lærer over tid og blir mer effektive i den forstand at kostnadene reduseres. "Learning by doing" (LBD) kan betraktes som en spesifikk irreversibel kapitalinvestering.

I Lorentzen (1998) påpekes "learning by doing" i fiskerinæringen. Forfatteren er av den oppfatning at effekten først og fremst er knyttet til markedsarbeidet. Med dette menes arbeidet forbundet med å etablere seg i et marked, og da fortrinnsvis investeringene i distribusjon og gode kontakter med kjøperne. Enkelte eksportører i næringen bruker mellomledd fra lokalbefolkningen, en såkalt agent, som kjenner markedet og dermed kan knytte verdifulle kontakter for bedriften. På den måten kan bedriften etablere langsiktige kontrakter, som vil være viktige for å sikre en jevn etterspørsel.

Selv om en bedrift har eksporterfaring, vil sunk costs muligens påløpe pånytt ved investering i nye markeder. Dette leder inn på hvorvidt det finnes eksternaliteter mellom ulike sektorer eller produkter. Dersom det eksisterer sunk costs eller LBD i eksportaktiviteten, vil dette følgelig kunne gi stordriftsfordeler. Dermed vil en forvente at kostnadene ved entry til nye utenlandske markeder reduseres. Dersom stordriftsfordelene er produktspesifikke (d.v.s. sunk costs ved eksport av hvert produkt), betyr det at en eksportør må "starte på scratch" ved eksport av en ny varetype. I dette tilfellet vil det altså ikke eksistere noen eksternaliteter. Dersom stordriftsfordelene er bedriftsspesifikke, betyr det at bedriften kan eksportere mange ulike varettyper når den først har lært seg markedet å kjenne. Dersom stordriftsfordelene er bransjespesifikke betyr det at bedriften lærer av andre eksportører i bransjen. Videre kan stordriftsfordelene være landspesifikke, noe som betyr at det er lettere å eksportere til land der andre norske eksportører er etablert. I de tre siste tilfellene vil det altså finnes eksternaliteter, h.h.v. mellom ulike produkter, eksportører i samme bransje og eksportører i samme land.

Vi må skille mellom irreversible investeringer forbundet med etablering på et eksportmarked og irreversible investeringer forbundet med ekspansjon i en eksisterende eksportkanal. En bedrift som øker eksporten til et land den allerede eksporterer til, kan være nødt til å øke investeringene i eksportkanalen til dette landet. Er eksportøkningen tilstrekkelig stor, er det sannsynlig at bedriften må øke investeringene, iallfall i noen av eksportaktivitetene, som f.eks. utbygging av distribusjonsnettverket og etablering av flere kontrakter. Hvorvidt dette er

tilfelle, vil ha implikasjoner på investeringsteorien. Antas det at begge investeringsformene er relevante, får vi at teorien impliserer at bedriften vil vente både med å etablere seg og å utvide eksporten til et marked som det er knyttet stor usikkerhet til.

*Antakelse II:* Fra teoridelen vet vi at modellen analyserer usikkerhet omkring fremtidig inntjening på et generelt grunnlag. Kilden til usikkerhet kan altså stamme fra ulike hold. På tilbudssiden kan det f.eks. være valutakursusikkerhet knyttet til importert råstoff, mens på etterspørselssiden vil en bedrift kunne møte valutakursusikkerhet ved eksport av dens varer. På etterspørselssiden kan det være usikkerhet knyttet til egenskaper ved det enkelte eksportland, som f.eks. skattepolitikk, investeringspolitikk, infrastruktur, toll og kvoteordninger, korrupsjonsnivå, valutakursregime og makropolitikk generelt. Med bakgrunn i teorien vil stabilitet og forutsigbarhet m.h.p. disse egenskapene være viktigere enn selve nivået.

Fiskerinæringen står overfor usikkerhet omkring havets ressurser og fiskebestanden. På tilbudssiden vil det følgelig være usikkerhet med hensyn til kontinuitet i råvaretilgangen. Dette medfører at fiskeriindustrien vil kunne stå overfor en produksjonsskranke i form av mangel på råstoff, noe som delvis løses ved å importere råstoff. Usikkerheten i råvaretilgangen kan bl.a. skyldes fiskesykdommer, overfiske og kvoteforhandlinger om fellesbestander, konsesjonsutdelinger og kvoteordninger fastsatt av (innenlandske) myndigheter. I Ot.prp. nr 65 (2000-01) skriver Fiskeridepartementet at oppdrettsnæringen er så utsatt for usikkerhet og svingende priser at tilbudet må reguleres via konsesjonsutdelinger, for å gi bedre stabilitet og forutsigbarhet for næringsutøverne, j.f.r. Vale (2001). Ifølge Lorentzen (1998) er formålet til myndighetenes politikk m.h.p. kvoter og konsesjonsutdelinger tosidig; dels for å oppnå monopolpris og dels for å beskytte havet mot overfiske.

Wilmann og Trollvik (2000) mener næringen har vist at den er i stand til å møte naturens svingninger. Det påpekes at en større utfordring i fremtiden vil være markedsadgang. Utviklingen av fiskeripolitikk og internasjonale handelsbetingelser, herunder toll- og kvoteordninger, er av stor betydning for næringen og utgjør viktige rammebetingelser for eksportbeslutningen. Det er per idag mye usikkerhet omkring resultatene av kommende forhandlingsrunde i WTO, og dessuten i hvilken grad EU's utvidelse østover til påvirke Norge's markedsadgang til disse landene i fremtiden.

Videre presiserer ovennevnte kilder at en rekke andre faktorer enn tariffære og ikke-tariffære handelshindringer også vil ha betydning for eksportbeslutningen. Et eksempel som nevnes er eksport av fisk til Øst-Europa, der Norge gjennom EFTAs frihandelsavtaler har null toll. Det påpekes at årsaken til at eksportvolumet fortsatt er relativt lite til tross for en stor eksportøkning, trolig er lav kjøpekraft kombinert med komplekse strukturer og stor risiko. Det at mange av markedene i disse landene har en distribusjonsstruktur som er kompleks og uoversiktlig kombinert med kulturelle forskjeller, uforutsigbare handelshindringer og kredittsikring, gjør at det er mye risiko forbundet med å eksportere til Øst-Europa.

*Antakelse III:* La oss videre se på muligheten for å utsette investeringsprosjekter. Det kan tenkes tilfeller der bedriften ikke har anledning til å utsette investeringen<sup>24</sup>. Det kan f.eks. være strategiske vurderinger som gjør det nødvendig for bedriften å investere raskt, og dermed hindre eksisterende og potensielle konkurrenter i å investere. I dette tilfellet vil det altså være en kostnad forbundet med å utsette investeringen, nemlig risikoen for at andre bedrifter går inn i markedet, (j.f.r. kap. 3.4). En mer åpenbar kostnad som følge av å utsette investeringsprosjektet er eventuelle driftsinntekter bedriften går glipp av. Disse kostnadene må veies opp mot fordelene av å vente på ny informasjon.

## **6. Oversikt over den empiriske litteraturen**

Den teoretiske litteraturen om investering har vært opptatt av å analysere hvorvidt usikkerhet har en positiv eller negativ innflytelse på investering. Empiriske modeller analyserer typisk relasjonen mellom investeringsstrømmer og proxy mål for usikkerhet. I Dixit og Pindyck (1994) understrekes det at deres modell bare kan si noe om faktorer som påvirker det kritiske nivået på forventet avkastning på kort sikt, og at det ikke kan sies noe med sikkerhet på lengre sikt. Generelt konkluderes det med at økt usikkerhet, både på aggregert og disaggregert nivå, fører til lavere investering på kort sikt. Dette tyder på en irreversibilitetseffekt, der større usikkerhet vil øke verdien av opsjonen til å vente med å utøve investeringsmuligheten. Det faktum at de fleste investeringsutgifter inneholder et element av irreversibilitet, kan bidra til å forklare hvorfor den nyklassiske investeringsteorien har mislykkes i å lage gode empiriske

modeller av investeringsadferd. En annen grunn kan være at nyere modeller viser at endrede økonomiske betingelser som påvirker risikoen til fremtidige inntektsstrømmer, kan ha større innflytelse på investering enn f.eks. nivået på renten. De neoklassiske investeringsmodellene har hatt en overdreven tro på effekten av renten og skattepolitikk for å stimulere investering. Implikasjonen for stimulering av investering er stabilitet og forutsigbarhet m.h.p. kilder til usikkerhet, vil være mye viktigere enn selve nivået på disse.

Siden 1990 har det skjedd forbedringer på den empiriske siden, der stadig mer sofistikerte metoder er tatt i bruk. Å implementere irreversibilitetskonseptet eller dets implikasjonempirisk er ikke enkelt. Empiriske modeller har bare vært i stand til å forklare og predikere en liten andel av endringen i investeringene. Selv for enkle regresjoner vil ligningen som beskriver den optimale investeringsbeslutningen være ekstremt ikke-lineær. Det er også problemer forbundet med å måle og i enkelte tilfeller identifisere variabler som reflekterer usikkerhet. Publiserte studier bruker ulike tilnærminger for beregning av mål for usikkerhet og det er uenighet om hvilken praksis som er best. I de fleste studiene beregnes usikkerhetsmål enten ved den ubetingede variansen til en variabel, f.eks. valutakurs, eller ved å estimere den betingede variansen innenfor et dynamisk rammeverk som GARCH (general autoregressive conditional heteroscedasticity).

Alan Carruth og Henley (1998) summerer hovedegenskapene og resultatene fra aggregerte og disaggregerte studier, som forsøker å korrelere investering med ulike mål for usikkerhet. De fleste av disse studiene viser en negativ relasjon mellom investering og usikkerhet. Resultatene fra de disaggregerte studiene er imidlertid mindre konsistente enn de aggregerte. Forfatterne mener dette markerer behovet for disaggregering, og legger vekt på at heterogenitet mellom industriene vil kunne forstyrre resultatene på aggregert nivå. Utifra dette konkluderer de med at det vil være mest fruktbart med data på bedriftsnivå. Dermed vil en kunne konsentrere seg om mål på usikkerhet som er nært knyttet opp mot bedriftens omgivelser.

---

<sup>24</sup> Slike strategiske spill studeres i teorien for "Industrial Organization", se f.eks. Tirole (1988).

## 6.1 Hysteresemodeller der fokus er på eksportadferd og valutakurs-usikkerhet

Ifølge Campa (2000) er det gjort få empiriske estimeringer av betydningen til hystereser, forårsaket av sunk costs, for å bestemme adferden til eksportørene. De fleste forsøkene har vært fokusert på asymmetrien (j.f.r. kap. 4) ved responsen til handelsstrømmer og eksport- eller importpriser som følge av valutakursfluktasjonene. Et problem ved empiriske tester på dette nivået, er at de også kan være konsistente med alternative forklaringer som ikke har noe med sunk costs å gjøre. Vi har f.eks. at eksistensen av konvekse justeringskostnader, endringer i forventninger og "pricing-to-market" adferd kan skape tilsvarende asymmetrier. Et annet problem er at ved bruk av aggregerte handelsdata, vil en ikke kunne skille mellom endringer i antall eksportører og endringer i volumet til eksisterende eksportører. Dermed vil de heller ikke kunne brukes til å predikere entry- og exitmønstre under ulike markedsbetingelser. Disse problemene er grunnen til at de fleste empiriske forsøkene har gått ut på å teste kun implikasjoner av teorien.

Av nyere studier som fokuserer mer eksplisitt på effekten av valutakursfluktasjoner på investerings- og nedleggelsesbeslutningen i eksportmarkeder, nevner Campa (2000): Campa (1993), Roberts et al. (1995), Roberts og Tybout (1997). Disse studiene finner empirisk støtte for at hystereser eksisterer. Sistnevnte artikkel er en dynamisk analyse basert på 2395 columbianske produksjonsbedrifter, i perioden 1981-89. Hystereselitteraturen (Dixit 1989a,b) foreslår at persistens/tregghet i eksportstatusen skyldes sunk costs kombinert med usikkerhet, noe som kan lede til hystereser, j.f.r. kap. 4. Med bakgrunn i hystereseteorien finner forfatterne empirisk støtte for sunk costs ved å se på persistens i eksportstatusen, og konkluderer utifra dette at det eksisterer hystereser i eksportmarkedet. Sannsynligvis vil også uobserverbare bedriftscharakteristika påvirke eksportbeslutningen. Siden disse karakteristika ofte vil være permanente, eller i det minste høyt seriekorrelerte, vil de føre til persistens i eksportadferden og dermed få oss til å overestimere sunk entry costs. Forfatterne argumenterer derfor for å bruke en modell med faste effekter for å fange opp uobserverbare bedriftscharakteristika. De klarer ikke å forklare persistens i eksportstatusen med bedriftscharakteristika (observerbare og uobserverbare), og konkluderer derfor med at dette gir støtte for hypotesen om eksistens av sunk costs. Resultatene viser også at eksporterfaring depresierer raskt etter at bedriften har forlatt eksportmarkedet. Videre finner de at det måtte både en betydelig og vedvarende devaluering til for at bedrifter skulle velge å gå inn i eksportmarkedet. Forfatterne påpeker, i

samsvar med Dixit (1989a,b), at denne trege responsen er konsistent med betydelige sunk entry costs, og at valutakursusikkerhet sannsynligvis også har bidratt til å utsette eksportbeslutningen. Artikkelen nevner intervjuer av columbianske produksjonsbedrifter, utført av World Bank (1992). Utifra disse intervjuene fant de at usikkerhet omkring valutakurs- og handelsregimer var insentiv til å utsette eller droppe å gå inn i eksportmarkedet.

Campa (2000) fokuserer i tillegg på den empiriske effekten av hysteresis på responsen til et lands handelsvolum av valutakursendringer, innenfor en dynamisk diskret valgmodell. Forfatteren ser på paneldata for 2188 spanske produksjonsbedrifter, i perioden 1990-97.

Forfatteren finner at hysteresis eksisterer på mikronivå, men ikke på aggregert nivå. Forfatteren påpeker at dette trolig skyldes at endringer i handelsstrømmen, som følge av valutakursendringer, i hovedsak foregår gjennom endring i volum til eksisterende eksportører, snarere enn gjennom endring i antall eksportører: En devaluering på 10 % øker eksportvolumet gjennom økt antall eksportører med kun 1.5 % av eksportvolumet. Forfatterene undersøker også hvorvidt hysteresis eksisterer i eksportvolumet, i tillegg til ved entry og exit i eksportmarkedet. Dette vil være tilfellet dersom det er sunk costs forbundet med ekspansjon i eksisterende eksportkanal, og ikke bare ved etablering. Det virker imidlertid som om valutakursusikkerhet verken påvirker entry-/exitbeslutningen eller løpende eksportvolum.

En annen relevant artikkel med et litt bredere perspektiv er skrevet av Bernard og Jensen (2001). Forfatterne modellerer innenfor et dynamisk rammeverk bedriftens eksportbeslutning, og tester hvorvidt faktorer som bedrifts karakteristika, inngangsbarrierer, valutakurs, eksternaliteter og eksportfremmende tiltak har effekt på sannsynligheten for å eksportere. De ser på paneldata for 13550 amerikanske produksjonsbedrifter, i perioden 1984-92. Denne perioden er preget av sterk eksportøkning og devalueringer. De starter med å se om ulike bedrifts karakteristika som størrelse, arbeidskraftens komposisjon, produktblanding og tidligere erfaring er viktig for å gå inn i utenlandske markeder. Videre tar de utgangspunkt i løpende debatter fra handelsteorien, og analyserer ulike faktorer som kan være relevante for eksportbeslutningen. Med referanse til hystereselitteraturen tester de hvorvidt det eksisterer sunk costs forbundet med å gå inn eller ut av markedet. Denne analysen er basert på modellen av Roberts og Tybout (1997). Med utgangspunkt i litteraturen om økonomisk geografi og handel med referanse til Krugman (1992), undersøker de om det eksisterer eksternaliteter fra



aktiviteter til andre bedrifter i samme industri eller region ( j.f.r. kap. 5). Til sist vurderer de effekten av eksportaktiviteter til myndighetene. Resultatene viser at deres estimater på entry costs er signifikante. Videre at de ulike bedriftskarakteristika kan forklare en stor andel av sannsynligheten for at bedriften eksporterer, der tidligere eksporterfaring viser seg å være den beste bedriftsindikatoren på fremtidig eksport. Å eksportere idag øker sannsynligheten for å eksportere imorgen med 36%. Videre finner de at sannsynligheten for å begynne med eksport øker ved gunstige valutakursendringer. De finner imidlertid ingen betydning av geografi eller eksternaliteter på industrinivå, og heller ingen effekt av statlige eksportfremkallende tiltak.

## 7. Empirisk undersøkelse av norske fiskeeksportørers adferd

La  $\Pi_{ij}$  være den neddiskonterte forventede profitten til bedrift  $i$  hvis bedriften velger å eksportere (optimalt kvantum) til land  $j$ , og  $\Pi_i$  neddiskontert forventet profitt hvis bedriften ikke eksporterer til land  $j$ . Bedrift  $i$  vil eksportere til land  $j$  hvis:

$$Y_{ij}^* \equiv \Pi_{ij} - \Pi_i - C_j \geq 0$$

der  $C$  er oppsjonsverdien av å vente med eksportbeslutningen. Denne vil avhenge av graden av sunk cost og pris- eller valutakursusikkerhet, jamfør formel (14) og (19). I fravær av sunk cost,  $I = 0$ , er  $C = 0$ , og nåverdikriteriet gjelder<sup>25</sup>. Foruten produktprisen vil  $\Pi_{ij} - \Pi_i$  avhenge av variable- og faste kostnadselementer, der noen av de faste kostnadene er ugjenkallelige.

### 7.1 Metode

#### 7.1.1 Diskrete valg med gjensidig utelukkende valgalternativer<sup>26</sup>

Hvis bedriftene kun velger ett alternativ, d.v.s. det alternativet som gir høyest neddiskontert forventet profitt der opsjonsverdien er regnet med i alternativkostnaden, kan modellen med relativt få restriksjoner motiveres med teori for diskrete valg. Dette vil ofte ikke være oppfylt for eksportbeslutningen, og mer restriktive forutsetninger må legges til grunn. Før jeg ser på dette problemet vil jeg først gi en kort introduksjon i teorien for diskrete valg: La  $S$  betegne

<sup>25</sup> Fravær av usikkerhet vil ikke nødvendigvis føre til at nåverdiprinsippet er optimalt, jamfør kap. 3.2.2.

<sup>26</sup> For en kort introduksjon av teorien for diskrete valg og McFaddens Choice modell, se Green (1997)

universet av valgalternativ for individ  $i$ , og la  $A$  være en delmengde av  $S$ . Anta at beslutningsproblemet med å velge det prefererte alternativet, alternativ  $j$ , fra  $S$  kan tenkes delt opp i to trinn; der delmengden  $A$  først velges fra  $S$  og deretter velges  $j$  fra den prefererte delmengden  $A$ . Hvis sannsynligheten for å velge  $j$  fra delmengden  $A$  er uavhengig av de alternativ som ble valgt bort i trinn 1 for alle  $j \in A \subseteq S$  har vi at "Independence of irrelevant alternatives" (IIA) gjelder. Hvis nytten for individ  $i$  ved å velge alternativ  $j$  er gitt ved:

$$U_{ij} = \mathbf{X}_j \boldsymbol{\beta} + u_{ij}$$

vil da sannsynligheten for at  $j$  velges fra  $S$  være lik:

$$P(j \text{ velges fra } S) = \frac{\exp(\mathbf{X}_j \mathbf{b})}{\sum_{r \in S} \exp(\mathbf{X}_r \mathbf{b})} \quad (3.1)$$

Modellen kalles McFaddens Choice model.

### 7.1.2 Logit modellen<sup>27</sup>

Når en ser på bedriftens valg av eksportdestinasjon, vil bedriften typisk velge flere alternativer og valget kan ikke motiveres på samme måte. Hvis en pålegger restriksjonen om at bedriften forholder seg til hvert eksportalternativ (som et ja/nei valg) uavhengig av alle andre alternativ kan vi imidlertid motivere logit modellen. Dette vil blant annet innebære at bedriften ikke kan ha restriksjoner på hvor mange land den kan velge å eksportere til. La  $Y_{ij}$  være en binærvariabel som indikerer hvorvidt bedrift  $i$  eksporterer til land  $j$  og  $X_{ij}$  være vektoren av forklaringsvariable som er spesifikke for eksportland  $j$  og eller bedrift  $i$  og spesifiser relasjonene:

$$Y_{ij}^* = \mathbf{X}_{ij} \boldsymbol{\beta} + u_{ij}$$

$$Y_{ij} = 1 \text{ hvis } Y_{ij}^* > 0$$

$$Y_{ij} = 0 \text{ ellers}$$

---

<sup>27</sup> For en kort introduksjon av Logit modellen, se Green (1997) eller Gujarati (1995).

Hvis  $u_{ij}$  er uavhengig ekstremverdifordelt vil

$$P(Y_{ij} = 1) = P(u_{ij} > -X_{ij} \mathbf{b}) = \frac{1}{1 + \exp(-X_{ij} \mathbf{b})}$$

### 7.1.3 Betinget “fixed effects” logit estimatoren

En annen måte å modellere problemet på kan være å betinge modellen på antall land de ulike bedriftene eksporterer til, og så estimere McFaddens Choice modell på omdefinerte valgalternativ. Hvis bedriften f.eks. velger å eksportere til 2 av 3 mulige land kan vi anta at bedriften vurderer alle par av 3 land  $\{\{1,2\},\{2,3\},\{1,3\}\}$  og velger ett av disse omdefinerte valgmengdene, der nytten av et omdefinert alternativ er lik summen av nytten av hver av elementene. Hvis disse sammensatte valgmengdene kan betraktes som selvstendige alternativ uavhengig av elementene som utgjør dem, kan vi se problemet som et valg mellom gjensidig utelukkende alternativer og McFaddens choice model kan brukes. Ved sette  $v_j = \beta x_j$  får vi da at sannsynligheten for valget  $\{1,2\}$  fra valgmengden  $\{\{1,2\},\{2,3\},\{1,3\}\}$  er gitt ved:

$$P = \frac{\exp(v_1 + v_2)}{\exp(v_1 + v_2) + \exp(v_1 + v_3) + \exp(v_2 + v_3)}$$

Generelt la  $\mathbf{y}_i = (y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{ij})$  oppsummere eksportprofilen til bedrift  $i$ ,  $\mathbf{x}_{ij} = (x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jk}, x_{ij1}, x_{ij2}, \dots, x_{ijr})$  være radvektoren av forklaringsvariable spesifikke for land  $j$  eller kombinasjonen land  $j$  og bedrift  $i$ , og la  $k_{i1} = \sum_j y_{ij}$ ,  $k_{i2} = J - \sum_j y_{ij}$ . La videre  $\mathbf{d}_i = (d_{i1}, d_{i2}, \dots, d_{ij})$ ,  $d_{ij} \in \{0,1\}$  og la  $S_i = \{\mathbf{d}_i : \sum_j d_{ij} = k_{i1}\}$  slik at  $\mathbf{d}_i \in S_i$  betegner mengden av mulige eksportprofiler for bedrift  $i$  gitt at bedriften eksporterer til totalt  $k_{i1}$  land. Har da at<sup>28</sup>:

$$P(\mathbf{y}_i | k_{i1} = \sum_j y_{ij}) = \frac{\exp\left(\sum_{j=1}^J y_{ij} \mathbf{x}_{ij} \mathbf{b}\right)}{\sum_{\mathbf{d}_i \in S_i} \exp\left(\sum_{j=1}^J d_{ij} \mathbf{x}_{ij} \mathbf{b}\right)} \quad (3.2)$$

<sup>28</sup> Utledningen er gjengitt fra Stata Manual, versjon 6 (1999).

Hvis en setter inn  $k_{i1} = \sum_j y_{ij}=1$  (bedriften velger bare ett alternativ) i formelen (3.2) fremkommer formel (3.1). Selv om (3.2) på denne måten algebraisk generaliserer (3.1) er det viktig å påpeke at den på ingen måte generaliserer teorien som ligger bak nyttemodeller for gjensidig utelukkende valg<sup>29</sup>. Den kan imidlertid brukes hvis en er villig til å omdefinere valgsettene som beskrevet over.

Formel (3.2) er også en "fixed effects" estimator for binærvalg (jmfør Stata Manual versjon 6). Vi kan derfor alternativt motivere denne estimatoren under samme betingelser som ved logit modellen. Til forskjell for logit modellen elimineres da individspesifikke effekter i konstantleddet, samt at alle foretak som eksporterer til samtlige land faller ut av analysen. Selv om forutsetningene som må ligge til grunn for bruk av denne empiriske tilnærmingen kan være problematiske, har jeg funnet referanser til bruk av metoden i svært like anvendelser. Et eksempel her kan være Smarzyńska (2000; to artikler) som bruker fixed effects probit analyse på tverssnittsdata for å analysere hvorvidt korrupsjon påvirker bedrifters valg av direkte investeringer til ulike land.

## 7.2 Data

Dataene er tilrettelagt av Statistisk Sentralbyrå, og inneholder samtlige norske fiskebedrifter som eksporterer i 1999 og/eller i 2000. Tilsammen utgjør det 552 bedrifter som totalt eksporterer til 152 land. Korrupsjonsindikatoren<sup>30</sup> var kun tilgjengelig for 65 av disse landene, og jeg begrenset derfor analysen til dette utvalget av land. Datasettet viser at 72 av 552 bedrifter eksporterte bare i år 2000, og disse representerer derfor førstegangsetablerte. I 1999 var det totalt 3311 eksportkanaler, derav 884 av disse var exit-kanaler. I 2000 var det totalt 3478 eksportkanaler, derav 1051 av disse var entry-kanaler.

## 7.3 Variablene<sup>31</sup>

- *Geografisk avstand*: måler avstanden (i miles) mellom Oslo og hovedstedene til de ulike

---

<sup>29</sup> En bedre måte å modellere dette problemet på kunne være å anta at hver bedrift rangerer alle landene og velger de k landene som rangeres høyest gitt at bedriften får velge k land. Hvis IIA for rangering av alternativer virker vil ikke dette gi samme struktur som ved (ref 3).

<sup>30</sup> Se nærmere omtale av denne variabelen i neste avsnitt.

<sup>31</sup> Deskriptiv statistikk er gjengitt i appendix; tabell 1.

land det eksporteres til. Avstand er forbundet med kostnader for bedriften. Det er rimelig å anta at både transportkostnader og sunk costs øker med avstand. Med bakgrunn i investeringsteorien vil en vil derfor forvente at lang avstand både vil redusere sannsynligheten for å være i markedet og for å gå inn eller ut av et marked.

- *Eksporterfaring*: dummy variabel som indikerer hvorvidt bedrift i eksporterte til land j året før. Med referanse til investeringsteorien vil signifikans av tidligere års eksporterfaring gi støtte til hypotesen om sunk costs. Vi vil forvente at denne variabelen er forbundet med høy eksportsannsynlighet.

- *Eksternaliteter*: angir landets import (volum i 1999) av norsk fisk ekskludert import fra bedrift i. Denne variabelen skal forsøke å fange opp hvorvidt det finnes eksternaliteter på bransjenivå, jamfør kapittel 5. En vil forvente at eksternaliteter på bransjenivå både vil gi økt sannsynlighet for å være i markedet og for å gå inn i et marked. Det kan også være lavere usikkerhet forbundet med å gå inn i markeder der andre norske eksportører allerede har etablert seg.

- *Velstand*<sup>32</sup>: BNP per capita for 1999. Denne variabelen sier noe om kjøpekraften til lokale konsumenter. Vil forvente at høy BNP per capita er forbundet med økt sannsynlighet både for å være i et marked og for å gå inn i et nytt marked. Vil også anta at land med høyt BNP per capita vil være forbundet med god infrastruktur og lavere usikkerhet og derfor lavere eksportkostnader.

- *Korrupsjonsindikatoren*: er en korrupsjonsindeks som kalles "Corruption Perceptions Index"(CPI) utført av Transparency International<sup>33</sup>. Indeksen rangerer opptil 90 land hvert år på en skala fra 1-10, der redusert korrupsjonsnivå får økende tallverdi. Vi vil forvente at korrupsjon virker negativt inn på eksportbeslutningen. Spesielt kan høyt korrupsjonsnivå være forbundet med både store sunk costs og høy risiko.

---

<sup>32</sup> Kilde: The World Bank Group

<sup>33</sup> Indeksen er basert på både objektive og subjektive kriterier, med fokus på korrupsjon blant politikere og offentlig ansatte.

- *Populasjon*: Denne variabelen skal forsøke å si noe om markedsstørrelse. Vi vil forvente at høy populasjon vil øke sannsynligheten for både å være i et marked og for å gå inn i et nytt marked.

- *Vekst*<sup>34</sup>: Veksten i BNP for 1999. Land med høy vekst i BNP kan gi signal om gode fremtidsutsikter og burde være forbundet med både økt sannsynlighet for å være i et marked og for å gå inn i et marked.

- *Appresiering*<sup>35</sup>: Angir relativ endring i valutakursen mellom første kvartal i år  $t$  og første kvartal i år  $t - 1$ . En vil forvente at appresiering av destinasjonsvalutaen vil være forbundet med høy sannsynlighet for å gå inn i et marked.

- *Valutakursusikkerhet*<sup>36</sup>: Angir variansen til relative ukesendringer i valutakursen over året. Alternativt kan en måle valutakursusikkerheten ved variansen til dagsobservasjoner over året. Hvis vi har en trend i disse seriene vil imidlertid dette være et dårlig mål: En valuta er ikke forbundet med usikkerhet dersom den appresier/depresiere jevnt over året. Ved bruke variansen til relative ukesendringer over året får vi at usikkerhet blir forbundet med ujevn vekst. En vil utifra investeringsteorien forvente at høy valutakursusikkerhet, reduserer sannsynligheten for både å gå inn eller ut av et marked<sup>37</sup>.

---

<sup>34</sup> Kilde: The World Bank Group

<sup>35</sup> Basert på daglige valutakursobservasjoner fra Ecwin.

<sup>36</sup> Basert på daglige valutakursobservasjoner fra Ecwin.

<sup>37</sup> En 1 foran varians betyr at den er lagget med et år, mens  $d$  betyr differansen mellom to år.

## 7.4 Estimerer

*Regresjon 1: Gir sannsynligheten for at bedrift i eksporterer til marked j:*

Conditional (fixed-effects) logistic regression Number of obs = 30848  
 LR chi2(11) = 8282.94  
 Prob > chi2 = 0.0000  
 Log likelihood = -4044.2134 Pseudo R2 = 0.5059

eksport	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
avstand	-.0001782	.0000186	-9.593	0.000	-.0002146	-.0001418
erfaring	3.90013	.0695562	56.072	0.000	3.763802	4.036457
ekstern	2.10e-10	1.60e-11	13.159	0.000	1.79e-10	2.42e-10
velstand	.0358626	.0061369	5.844	0.000	.0238346	.0478907
korrupt	.0514435	.0228039	2.256	0.024	.0067486	.0961384
pop	1.08e-09	1.52e-10	7.139	0.000	7.87e-10	1.38e-09
ldv	-28.33519	5.298642	-5.348	0.000	-38.72034	-17.95005
vekst	-.0039891	.0125762	-0.317	0.751	-.028638	.0206598
appres	1.101514	.3985281	2.764	0.006	.3204133	1.882615
varians	-631.7723	199.7709	-3.162	0.002	-1023.316	-240.2285
lvarians	19.78154	21.03198	0.941	0.347	-21.44038	61.00346

I denne regresjonen er den avhengige variabelen en dummy variabel som indikerer hvorvidt bedrift i eksporterer til land j.

Regresjonene viser at lang avstand, markedets størrelse og lavt velstandsnivå virker negativt inn på sannsynligheten for å eksportere. I tillegg viser regresjonene at eksporterfaring er en signifikant forklaringsvariabel for eksportsannsynligheten. Dette gir støtte for hypotesen om høy grad av sunk cost. Resultatene gir også støtte for at det er eksternaliteter på bransjenivå. Videre virker appresiering av destinasjonsvalutaen positivt inn på sannsynligheten for å eksportere. Et høyt korrupsjonsnivå virker negativt inn på sannsynligheten for å eksportere, noe som kan være en indikasjon på både høye sunk costs og høy grad av risiko. Variabler som søker å fange opp valutakursusikkerhet gir signifikant effekt i denne regresjonen. Det er imidlertid uklart hvor godt dette resultatet kan sammenholdes med teorien, ettersom eksportstatus bør betraktes som produktet av en rekke av entry- og exitavveininger. Høy valutakursusikkerhet vil for eksempel gi høyere terskel både for å gå ut og for å gå inn i et marked. Det vil derfor være interessant å se på eksportbeslutningen for førstegangsetablerere på eksportmarkedet:

Regresjon 2: Eksportbeslutningen for førstegangsetablerte:

Conditional (fixed-effects) logistic regression Number of obs = 4672  
 LR chi2(10) = 434.92  
 Prob > chi2 = 0.0000  
 Log likelihood = -547.6737 Pseudo R2 = 0.2842

entry	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
avstand	-.0004147	.0000748	-5.544	0.000	-.0005613	-.0002681
ekstern	2.77e-10	3.82e-11	7.251	0.000	2.02e-10	3.52e-10
velstand	.05302	.0160567	3.302	0.001	.0215495	.0844905
korrup	.102147	.0618854	1.651	0.099	-.0191461	.2234401
pop	2.00e-09	4.47e-10	4.488	0.000	1.13e-09	2.88e-09
ldv	-47.57101	15.66547	-3.037	0.002	-78.27476	-16.86726
vekst	-.0606298	.0432874	-1.401	0.161	-.1454715	.0242118
appres	3.512351	1.470621	2.388	0.017	.6299877	6.394714
varians	-909.0395	860.5032	-1.056	0.291	-2595.595	777.5159
lvarians	51.32145	80.66251	0.636	0.525	-106.7742	209.4171

Den avhengige variabelen er en dummy variabel som indikerer hvorvidt bedrift i, som etablerer seg på eksportmarkedet, går inn i marked j.

Variablene avstand, korrupsjon, markedet størrelse og velstand virker på samme måte som i forrige modell. Dette indikerer at høye sunk cost reduserer sannsynligheten for å gå inn i et marked. Videre har vi at eksternaliteter og appresiering av destinasjonsvalutaen er signifikante forklaringsvariable for eksportbeslutningen. Økningen i valutakursusikkerhet fra 1998-99 gir redusert sannsynlighet for å gå inn i et marked. De andre målene på valutakursusikkerhet er ikke signifikante, og det er derfor vanskeligere å finne støtte for teorien i disse resultatene. Nå må det påpekes at sistnevnte regresjon er basert på langt færre observasjoner enn regresjonen for eksportstatus, noe som i seg selv gjør det vanskeligere å dokumentere empiriske effekter. Det er også uklart hvorvidt populasjonen av førstegangsetablerere har den samme holdningen til usikkerhet og indikatorer for usikkerhet, nettopp fordi de mangler eksporterfaring. Førstegangsetablerere vil kanskje være mer opptatt av å "gå i flokk" med eksisterende eksportører, enn å ta beslutningen på bakgrunn av variable som valutakursusikkerhet og korrupsjonsnivå.



Det ville også vært interessant å sett på sannsynligheten for exit. Effekten av valutakursusikkerhet skal være symmetrisk, slik at høy usikkerhet ikke bare gir lavere sannsynlighet for entry, men også lavere sannsynlighet for exit. For at vi skal kunne finne mange exit-observasjoner for et land i datasettet må mange bedrifter først ha etablert seg der. Det vil derfor kunne være en underrepresentasjon av exit-observasjoner for lite attraktive eksportland og vi vil ikke ha det samme naturlige sammenligningsgrunnlaget som ved eksportbeslutningen for førstegangsetablerte bedrifter.

## 8. Oppsummering

Jeg har i denne oppgaven gjort rede for nyere investeringsteori, og forsøkt å knytte både teori og empiri opp mot eksportbeslutningen. Ved antakelsene om at en investering innebærer sunk costs og at det er mulighet for å utsette investeringsbeslutningen, viser teorien at nåverdiprinsippet ikke lenger vil være optimalt. Når en bedrift foretar en investering gir den fra seg opsjonen eller muligheten til å vente på mer informasjon. Denne tapte opsjonsverdien er en alternativkostnad, som må tas med som en andel av kostnadene. Som et resultat må nåverdiprinsippet modifieres. Det viser seg at alternativkostnaden er meget sensitiv for usikkerhet omkring fremtidige inntekter, noe som kan være en forklaring på hvorfor nyklassisk investeringsteori ikke har lyktes i å lage gode prediksjoner på investeringsadferd.

I den empiriske delen av oppgaven har jeg sett på i hvilken grad eksportadferden til norske fiskebedrifter kan relateres til teorien. Ut ifra nyere investeringsteori skulle høy grad av usikkerhet tilsi lavere sannsynlighet for både å gå inn og ut av markedet. Valutakursusikkerhet, representert ved varians i valutakursen over året, gikk inn som en signifikant forklaringsvariabel for eksportstatus, men ikke for endring i eksportstatus representert ved valg av eksportland for førstegangsetablerere. Fordi teorien først og fremst tar utgangspunkt i endring i eksportstatus (i form av entry eller exit), og kun implisitt sier noe om eksportstatus som produktet av en rekke slike entry- eller exitavveininger, er det derfor noe uklart hvor godt resultatene kan samholdes med teorien. Valutakursusikkerhet, representert ved økning i variansen fra 1998 til 1999, gikk imidlertid inn som signifikant forklaringsvariabel både for sannsynligheten for å være i markedet og for sannsynligheten for å gå inn i markedet.

Korrupsjonsindeksen CPI, som også kan betraktes som et mål på usikkerhet, gikk inn som signifikant forklaringsvariabel både for eksportstatus og for endring av eksportstatus. Fordi høy grad av korrupsjon kan være kilde til både kostnader og usikkerhet, kan ikke signifikans av denne variabelen tillegges samme støtte for teorien som signifikans av valutakursvariansen.

Signifikans av eksporterfaring for eksportstatus gir støtte for eksistensen av sunk cost i eksportaktiviteten. Betydningen av eksterne effekter må også kunne tolkes i denne retningen, da den vanskelig kan tilskrives andre kostnadskomponenter. Det kan også være forbundet med lavere risiko å gå inn i markeder der andre norske eksportører har etablert seg. Landets velstandsnivå kan være korrelert med både kostnader og usikkerhet. Et høyt velstandsnivå kan for eksempel være forbundet med god infrastruktur og derfor lavere eksportkostnader. Resultatene viser at landets import av fisk fra andre norske eksportører og velstandsnivå gir signifikant effekt både for eksportstatus og for endring i eksportstatus. De resterende variablene kan tenkes å være korrelerte med sunk cost eller eksportkostnader generelt. Det er rimelig å anta at både transportkostnader og sunk costs øker med avstand. Et stort marked, her målt ved populasjonens størrelse, kan være mer krevende sammenlignet med mindre markeder, og derfor innebære høyere sunk costs. Resultatene viser at både avstand og markedets størrelse er signifikante forklaringsvariable for begge regresjonene.

## 9. Referanser

Abel, A.B. (1984): "The Effects of Uncertainty on Investment and the Expected Long-Run Capital Stock", *Journal of Economic Dynamics and Control* 7, s. 39-53

Arrow, K.J. (1968): "Optimal Capital Policy with Irreversible Investment", University Press, Edingburgh

Baldwin, R.E. (1988): "Hysteresis in Import Prices: The Beachhead Effect", *American Economic Review* 78 (4), s. 773-85

Baldwin, R.E. og P.R. Krugman (1989): "Persistens Trade Effects of Large Exchange Rate Shocks", *Quarterly Journal of Economics* 104 (4), s. 635-54

Bernanke, B.S. (1983): "Irreversibility, Uncertainty, and Cyclical Investment", *Quarterly Journal of Economics* 98 (Februar), s. 85-106

Bernard A.B. og J.B. Jensen (2001): "Why some Firms Export", NBER working paper 8349, Cambridge

Brennan, M. og E.S. Schwartz (1985): "Evaluating Natural Resource Investments", *Journal of Business* 58 (Januar), s. 135-157

Cabellero, R.J. og J.V. Leahy (1996): "Fixed costs: the demise of marginal q", National Bureau of Economic Resarch, working paper 5508, Cambridge

Campa, J.M. (1993): "Entry by Foreign Firms in the United States under Exchange Rate Uncertainty", *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 75 (November), s. 614-622

Campa, J.M. (2000): "Exchange Rates and Trade: How Important is Hysteresis in Trade?", CEPR, discussion paper no. 2606

Carruth, A., A. Dicherson og A. Henley (1998): "What do we know about investment under uncertainty?", University of Kent at Canterbury, UK, unpublished

Cox, D.R. og S.A. Ross (1976): "The Valuation of Options for Alternative Stochastic Processes", *Journal of Financial Economics* 3, s. 229-263

Craine, R. (1989): "Risky Business: The Allocation of Capital", *Journal of Monetary Economics* 23, s. 201-218

Cukierman, A. (1980): "The Effects of Uncertainty on Investment under Risk Neutrality with Endogenous Information", *Journal of Political Economy* 88 (Juni), s. 462-475

Dixit, A.K. (1989a): "Entry and Exit Decisions under Uncertainty", *Journal of Political Economy* 97 (Juni), s. 620-638

Dixit, A.K. (1989b): "Hysteresis, Import Penetration, and Exchange Rate Pass Trough", *Quarterly Journal of Economics* 104 (Mai), s. 205-228

- Dixit, A.K. (1992): “Investment and Hysteresis”, *Journal of Economic Perspectives* 6
- Dixit, A.K. og R.S. Pindyck (1994): “Investment under Uncertainty”, Princeton University Press, Chichester
- Gould, J. P. (1968): “Adjustment Costs in the Theory of Investment of the Firm”, *Review of Economic Studies* 35 (Januar), s. 47-55
- Green, W.H.(1997): *Econometric Analysis*”, Prentice-Hall, New Jersey
- Gujarati D.N. (1995): “Basic Econometrics”, United States Military Academy, West Point
- Harman, R. (1972): “The Effects of Price and Cost Uncertainty on Investment”, *Journal of Economic Theory* 5 (Oktober), s. 258-266
- Jorgenson, D. (1963): “Capital Theory and Investment Behavior”, *American Economic Review* 53 (Mai), s. 247-259
- Krugman, P. (1992): “Geography and Trade”, MIT press, Cambridge
- Lorentzen, T. (1998): “Strategisk tilpasning i fiskerinæringen”, SNF(Stiftelsen for samfunns- og næringslivsforskning)-rapport 35/98
- Lucas, R.E. Jr. (1967): “Adjustment Costs and the Theory of Supply”, *Journal of Political Economy* 75 (August), s. 321-334
- Majd, S. og R.S. Pindyck (1987): “Time to Build, Option Value, and Investment Decisions”, *Journal of Financial Economics* 18 (Mars), s. 7-27
- McDonald, R. og D. Siegel (1986): “The Value of Waiting to Invest”, *Quarterly Journal of Economics* (November) 101, s. 707-728
- Medin, H. (2000): “The effect on trade patterns and commercial structure of including fixed export costs in a Dixit-Stiglitz trade model of different country sizes”, term paper
- Pindyck, R.S. (1991): “Irreversibility, Uncertainty, and Investment”, *Journal of Economic Literature*, Vol. XXIX (September), s. 1110-1148
- Roberts, M., T.A. Sullivan og J. Tybout (1995): “Micro Foundations of Export Supply: Evidence from Columbia, Mexico and Morocco”, Pennsylvania State University Working paper
- Roberts, M. og J. Tybout (1997): An Empirical Model of Sunk Costs and the Decision to Export”, *American Economic Review*, Vol. 87 (September), s. 545- 564
- Servin, L. (1997): “Irreversibility, Uncertainty and Private Investment: Analytical Issues and Some Lessons from Africa”, The World Bank
- Smarzynska, B. (2000): “Composition of FDI and Protection of Intellectual Property Rights in Transition Economies, Yale University

Smarzynska, B. (2000): "Corruption and Composition of Foreign Direct Investment: Firm Level Evidence, NBER working paper series, W7969, Cambridge

Stata Manual (1999), version 6, Stata Press, Texas

Sydsæter, K., A. Strøm og P. Berck (1998): *Matematisk Formelsamling for økonomer*, Universitetslaget, Oslo

Tirole (1988): "The Theory of Industrial Organization", MIT press Cambridge

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

Vale, Bent (2001): "Til oppdretternes beste", *Økonomisk Forum*, nr. 5, s. 3

Venables, A.J. og A. Smith (1991): "Economic integration and market access", *European Economic Review* 35

Venables, A.J. (1994): "Integration and the Export Behaviour of Firms: Trade Costs, Trade Volume and Welfare, *Weltwirtschaftliches Archiv* 130

Wilman, E. og T. Trollvik (2000): "Norsk Fiskerinæring og Millennium-runden i WTO", Arbeidsdokument utarbeidet av Fiskeridepartementet og Eksportutvalget for fisk

World Bank (1992): "Columbia Export Development Project", Mimeo, Washington

## Vedlegg:

Tabell 1: Korrelasjonen mellom de ulike forklaringsvariablene:

	avstand	erfaring	ekstern	velstand	vekst	pop	korrup
avstand	1.0000						
erfaring	-0.1401	1.0000					
ekstern	-0.2249	0.2940	1.0000				
velstand	-0.0711	0.2052	0.4600	1.0000			
vekst	0.0613	0.0263	-0.0016	0.2114	1.0000		
pop	0.1190	0.0166	0.0306	-0.1849	0.2169	1.0000	
korrup	-0.0743	0.1970	0.4181	0.7942	0.2190	-0.2129	1.0000
appres	0.3604	-0.0044	0.0391	0.2257	0.3022	0.1228	0.0977
varians	0.2787	-0.1208	-0.1851	-0.3171	0.0867	0.0531	-0.4059
lvarians	-0.0561	-0.0339	-0.0538	-0.1635	-0.0556	-0.0133	-0.1279
ldv	0.0576	-0.0211	-0.0086	0.1796	0.0133	-0.0580	0.2228

	appres	varians	lvarians	ldv
appres	1.0000			
varians	0.1170	1.0000		
lvarians	-0.5642	0.1736	1.0000	
ldv	0.2554	-0.1530	-0.5166	1.0000