



# Investering og Usikkerhet i Oljebransjen

*Er selskapsstørrelse av betydning?*

**Erlend Wollan Johnsen og Tom Kenneth Green**

**Veileder: Professor Klaus Mohn**

Selvstendig arbeid, master i finansiell økonomi

NORGES HANDELSHØYSKOLE

Dette selvstendige arbeidet er gjennomført som ledd i masterstudiet i økonomi- og administrasjon ved Norges Handelshøyskole og godkjent som sådan. Godkjenningen innebærer ikke at Høyskolen eller sensorer innestår for de metoder som er anvendt, resultater som er fremkommet eller konklusjoner som er trukket i arbeidet.

## SAMMENDRAG

---

Olje er den viktigste energikilden i verden. Investeringer knyttet til utvinning er kapitalintensive og irreversible, og det tar mange år fra investeringsbeslutningen er fattet, til oppstart av kommersiell produksjon. Faktorer som avgjør om investeringene er lønnsomme, da spesielt oljepris, kan ha forandret seg gjennom denne perioden. Større usikkerhet øker gapet mellom forventet avkastning og mulige utfall til avkastningen.

Standard teori om irreversible investeringer og realopsjoner gir negativ relasjon mellom investering og økt usikkerhet. I den senere tiden har teorier knyttet til strategiske investeringer åpnet for en mulig positiv sammenheng. Basert på regnskapsdata for 210 børsnoterte olje og gass selskap i perioden 1992-2013, er det undersøkt hvilken effekt usikkerhet har på investeringsraten, samt undersøkt om selskapets størrelse er av betydning for denne effekten. Det er benyttet to mål for usikkerhet: markeds- og bransjespesifikk usikkerhet, med den hensikt å dele usikkerheten i makroøkonomisk usikkerhet og usikkerhet i fremtidig avkastning på oljeinvesteringer.

På bakgrunn av at utvinning av olje er en langsom prosess, hvor man må gjøre investeringer over flere år, vil investeringer være korrelert over tid. Av hensyn til kjente endogenitetsproblemer ved bruk av dynamiske modeller, benyttes en dynamisk paneldata estimator (GMM).

Resultatene viser totalt sett en positiv sammenheng mellom økt usikkerhet og investering. Fortegnet til koeffisientene for usikkerhetsvariablene er lik for alle selskapsstørrelsene, men at små og mellomstore selskap jevnt over har større endring i investeringsraten ved økt usikkerhet enn store selskap. En økning i markedsusikkerhet, fører til en umiddelbar økning i investeringer. Den langsiktige effekten av en permanent økning i usikkerheten er ubetydelig. For bransjespesifikk usikkerhet, er den umiddelbare effekten ubetydelig, mens den langsiktige effekten ved en permanent økning i bransjespesifikk usikkerhet, medfører en økning i investeringene.

## FORORD

---

Denne masterutredningen er skrevet som en del av avslutningen på to svært lærerike år ved Norges Handelshøyskole. Det store oljeprisfallet de siste årene, og alle artiklene i aviser om nedskjæringer og kutt i oljebransjen har ofte vært et tema rundt lunsjbordet på skolen, og ble en interesse vi ønsket å bygge videre på. Arbeidet med utredningen har vært krevende, men også vanvittig lærefult.

Vi ønsker i denne anledningen å rette en stor takk til vår veileder Professor Klaus Mohn. Veiledningen og de raske tilbakemeldingene har vært uvurderlige i arbeidet med utredningen. I tillegg ønsker vi også å rette en stor takk Professor Bård Misund, som har gitt oss tilgang til datamaterialet for denne utredningen.

Tom ønsker å takke sin kjæreste Jannicke for god støtte og motivasjon gjennom lange skoledager. Erlend ønsker å takke sin kjære samboer Kristine og sønn Theo-Sander, som har vært så forståelsesfulle og tålmodige i påvente av ferdigstillelse av denne utredningen. Til slutt vil vi takke Are W. Johnsen for korrekturlesning.

Bergen 20.juni 2016

---

Tom Kenneth Green

---

Erlend Wollan Johnsen

# INNHOOLD

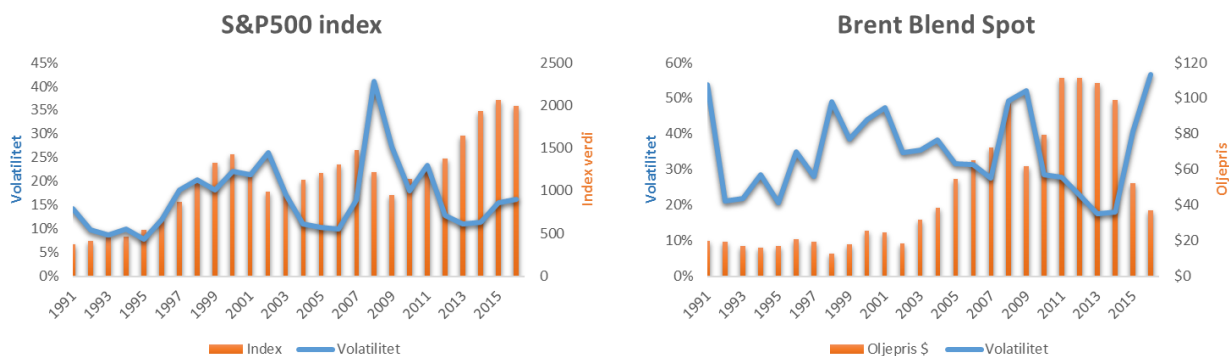
---

Sammendrag.....	I
Forord.....	II
1 Introduksjon.....	1
2 Oljebransjen.....	4
2.1 Historie.....	4
2.2 Investeringer i oljebransjen.....	6
2.2.1 Oppstrømsaktiviteter.....	7
2.2.2 Støtteaktiviteter/oljeservice.....	12
2.2.3 Midtstrømsaktiviteter.....	13
2.2.4 Nedstrømsaktiviteter.....	13
2.2.5 Fremtidsutsikter.....	14
3 Teori.....	15
3.1 Teori om prisdannelse.....	15
3.1.1 Tilbud og etterspørsel på kort sikt.....	15
3.1.2 Tilbud og etterspørsel på lang sikt.....	16
3.1.3 Prisdannelse.....	17
3.1.4 Dynamisk ubalanse.....	18
3.2 Teori om investering og verdsettelse.....	18
3.2.1 Inntektsbasert metode.....	19
3.2.2 Opsjonsbasert metode.....	21
3.2.3 Markedsbasert metode.....	28
3.3 Tobins q.....	30
4 Tidligere forskning.....	31
4.1 Teoretisk forskning på investeringer og usikkerhet.....	31
4.2 Empirisk forskning på investering og usikkerhet.....	32
4.3 Forskning på investeringer og usikkerhet i oljebransjen.....	33
5 Modell.....	35
6 Estimator.....	38
6.1 Paneldata estimator.....	38
6.2 Dynamisk paneldata estimator.....	39
6.3 GMM.....	41

7	Data.....	44
7.1	Størrelse.....	45
8	Resultater .....	47
9	Konklusjon.....	52
10	Referanseliste.....	54
11	Appendix .....	59
11.1	Appendix 1 .....	59
11.2	Appendix 2 .....	60
11.3	Appendix 3 .....	61

# 1 INTRODUKSJON

I 2013 lå olje på toppen av foretrukne energikilder. Med en andel på nærmere 40% av total energi konsumert i verden (International Energy Agency, 2015), kreves det kontinuerlige investeringer i både leteaktiviteter og eksisterende felt for å kunne opprettholde produksjonen på dagens nivå. Oljebransjen er en kapitalintensiv bransje, der investeringer går over flere år. De mest sentrale elementene i en oljeinvestering vil da naturlig nok være usikkerhet knyttet til fremtidig etterspørsel og fremtidig oljepris. Usikkerhet er et uobservert konsept, men defineres av Christense & Kreiner (1991) på følgende måte: "Usikkerhet er differansen mellom den informasjonen som er nødvendig for å ta en sikker beslutning og den informasjonen som er tilgjengelig på tidspunktet for beslutningen".



Figur 1: Volatilitet, oljepris og indeksverdi. Kilde: U.S Energy Information Administration & Yahoo! Finance

Med volatilitet som mål på usikkerhet, viser grafen til høyre i figur 1 at usikkerheten i oljeprisen de siste 25 årene har vært svært høy. Den har gjentatte ganger oversteget 40%, og hvis utviklingen i 2016 skulle fortsette slik den er i dag, vil usikkerheten til slutt ende opp høyere enn under finanskrisen i 2008 – 2009. Grafen til venstre i figur 1 viser at markedsusikkerheten i perioden også har vært varierende. Selv om grafene har likheter, som toppen i usikkerhet under finanskrisen, er det ikke en utelukkende sammenheng mellom dem. Markedsusikkerheten er det markedsconjunkturer, med tilhørende «booms» «busts» som står for. Selv om oljeprisen også vil være avhengig av markedsconjunkturer, er det i all hovedsak uroligheter i OPEC-land og problemer med dynamisk ubalanse som er årsak til de store svingningene. Siden olje er en ikkefornybar ressurs, er konkurransen om oljefeltene stor. I en bransje utsatt for høy usikkerhet, som oljebransjen, vil det være nyttig for beslutningstaker å vite hvilken innvirkning usikkerhet har

på investeringer for selskap av ulik størrelse. Kunnskapen kan benyttes til å optimalisere investeringer i tider hvor usikkerheten er høy, og dermed føre til økt inntjening ved et senere tidspunkt.

Hvilket fortegn økt usikkerhet har på investering, er mye diskutert i tidligere forskning. Teoretisk forskning på irreversible investeringer og realopsjoner, viser til en negativ sammenheng mellom usikkerhet og investering (Bernanke, 1983; McDonald & Siegel, 1986). Nyere teoretisk forskning som tar hensyn til strategiske investeringer åpner for muligheten til positiv sammenheng mellom usikkerhet og investering, da spesielt i næringer med begrensede ressurser (Bartolini, 1993; Kulatilaka & Perotti, 1998). Ut i fra teoretisk forskning er sammenhengen mellom investering og usikkerhet tvetydig. I empirien ligger konsensus i all hovedsak på at usikkerhet har en negativ innvirkning på investeringer (Carruth, Dickerson, & Henley, 2000; Bond, Moessner, Mumtaz, & Syed, 2005), selv om det også finnes bidrag der det argumenteres for en positiv effekt (Mohn & Misund, 2009; Henriques & Sadorsky, 2011).

Så vidt vi vet er forskning på hvilken innvirkning størrelse har i relasjonen mellom investering og usikkerhet lite utbredt, spesielt for oljeselskap. Ghosal & Loungani (2000) undersøker hvilken betydning usikkerhet har på investering for bransjer av ulik størrelse. Czarnitzki & Toole (2008) har sett på om konkurranse og størrelse kan ha innvirkning på R&D aktiviteter under usikkerhet, for industriselskap. Doshi, Kumar, & Yerramilli (2014) har forsket på om størrelse har betydning for sikringsstrategier og investering ved økt oljeprisusikkerhet, for oljeselskap i USA. Med en Q-modell, og et datasett bestående av 210 vestlige børsnoterte olje og gass selskap over en periode på 22 år, undersøker vi derfor om usikkerhet har signifikant forskjellig innvirkning på investeringsraten for små, mellomstore og store oljeselskap.<sup>1</sup> Siden empiri viser at ulike usikkerhetsmål kan ha forskjellig effekt, har vi valgt å følge Mohn & Misund (2009), og deler usikkerheten i bransjespesifikk- og markedsusikkerhet, for å skille mellom usikkerhet i oljepris og makroøkonomisk usikkerhet.

Utredningen er bygd opp på følgende måte. Kapittel 2 starter med et kort overblikk over oljehistorie og hvilken type usikkerhet som har vært gjeldende. Historien er viktig for å gi en forståelse av

---

<sup>1</sup> Fokuset i utredningen vil være rettet mot oljebransjen, - og det vil ikke differensieres mellom olje og gass selskap i teksten, med unntak av presentasjon av datamaterialet.

hvilke situasjoner som kan virke inn på oljeprisen, og som dermed kan skape usikkerhet. Videre synliggjøres strukturen i oljebransjen. Her deles bransjen opp i oppstrøms-, nedstrøms-, midtstrøms- og støtteaktiviteter, for å vise hvordan prosessene ved utvinning foregår. I tillegg nevnes både ulike usikkerhetsmomenter og investeringsbehov for prosessene.

Kapittel 3 inneholder økonomisk teori. Vi tar først for oss prisdannelse, med tilhørende tilbud og etterspørselskurver. Videre går vi inn i investerings- og verdsettelsesteori, der netto nåverdi (NNV), opsjoner og multipler er sentrale begrep. I Kapittel 4 gis et overblikk over tidligere teoretisk og empirisk forskning. I kapittel 5 beskrives valget av Q-modellen, dens forutsetninger, samt variablene som inkluderes i modellen. I kapittel 6 gjennomgås mulige estimatorer til estimering av modellen. Dette inkluderer beskrivelse og gjennomgang av både Pooled OLS (POLS), Random effects (RE), Fixed effects (FE), to stegs minste kvadraters metode (2SLS) og generaliserte momenters metode (GMM). I kapittel 7 gjøres en deskriptiv beskrivelse av datasettet. Kapittelet inneholder også screeningsprosessen, og en beskrivelse av oppdeling i henhold til selskapsstørrelse. I kapittel 8 presenteres resultatene fra analysen. Funnene viser at en økning markedsusikkerhet har en umiddelbar signifikant positiv effekt på investering, men at denne forsvinner over tid. En økning i bransjespesifikk usikkerhet derimot, har ingen umiddelbar effekt, men virker positivt på lang sikt. Den totale effekten av en simultan økning i begge usikkerhetsmålene har både en positiv umiddelbar og langsiktig effekt på investeringer. Effektene har likt fortegn for selskap i alle størrelser, men effekten på investeringsraten er av ulik grad. Kapittel 9 oppsummerer og konkluderer.



## 2 OLJEBRANSJEN

---

### 2.1 HISTORIE

Starten på moderne tids oljeindustri, er et resultat av at det ble vanskelig å oppdrive nok hval til å produsere hvalolje. Fram til 1859 ble bivoksllys og hvalolje brukt som primærkilde for belysning. Overfiske og den påfølgende reduksjonen i antall hvaler, førte til at hvaloljeprisen gikk kraftig opp. George Bissel, grunnleggeren av det første oljeselskapet, The Rock Oil Company, sendte derfor i 1854 en prøve av olje som kom sivende ut av et overflatebasseng i Pennsylvania, for å undersøke om det var mulig å destillere råoljen til lampeolje. Prøvesvarene var positive, og i 1859 ble den første brønnboringen startet i Titusville, Pennsylvania. Boringen ble ledet av Colonel Edwin Drake. Etter noen uker, den 27 August 1859, fant Drake olje. Med en brønn på 69 fot, blir han omtalt som starten på oljeindustrien slik den er i dag. Brønnen pumpet daglig opp 15 fat<sup>2</sup> olje og var i en kort stund den mest-produserende brønnen i verden. Prisen Drake fikk for 1 fat olje i 1860 var \$18, eller \$414 i 2014-dollar. Hovedgrunnen for den høye prisen, var at oljen erstattet den dyre hvaloljen. Olje ble så populært at markedet ble oversvømt av aktører, slik at tilbudet overgikk etterspørselen, og prisen tok et stup nedover. Den endte i slutten av 1861 på kun 10 cent per fat, eller \$2,90 i 2014-dollar.

Et kjennetegn på oljeindustrien, som har holdt fast siden begynnelsen, er at markedsmakten har vært samlet hos få selskap. Det hele startet med John D. Rockefeller, og hans Standard Oil Company. Selskapet ble opprettet i 1870, og kontrollerte allerede i 1890 hele 90% av oljemarkedet i USA. Standard Oil var så mektig at det i første instans ble omgjort til en trust, for å unngå fiendtlighet fra offentlige instanser. Det skulle vise seg nytteløst, for i 1911 ble Sherman Antitrust ACT<sup>3</sup> opprettet. Dette medførte at Standard Oil Company ble splittet i 34 konkurrerende selskap. Blant disse selskapene er ExxonMobil, Chevron og ConocoPhillips, nå blant de mektigste selskapene i verden. Etter splittelsen opprettet fire av de største selskapene et samarbeid med tre andre store selskap, kalt de syv søstre. Selskapene som bestod av Mobil, Exxon, Texaco, Chevron, Gulf Oil, Anglo-Persian (nå BP) og Royal Dutch Shell, overtok da kontrollen av oljemarkedet.

---

<sup>2</sup> 1 fat olje = 159 liter.

<sup>3</sup> Federal lov som regulerer konkurranse mellom selskap i USA.

De syv søstre hadde kontroll over oljemarkedet fram til 1971. Selv om OPEC hadde store oljereserver ved dannelsen i 1960, klarte de syv søstre å holde på makten i 11 år. Markedsmakten kom av kontroll over produksjon i flere OPEC-land, samtidig som selskap i USA hadde ledig produksjonskapasitet (overskuddskapasitet). I 1971 gav Texas Railroad Commission<sup>4</sup> produsentene i USA frie tøyler til å produsere så mye olje de klarte. Overskuddskapasiteten i landet forsvant, og OPEC ville ved å endre produksjonen, ha stor nok innvirkning på tilbudet til å kunne styre oljeprisen. (Downey, 2009). OPEC er i dag verdens mektigste oljekartell, bestående av Iran, Irak, Kuwait, Saudi Arabia og Venezuela, Algerie, Angola, Ecuador, Indonesia, Libya, Nigeria og De Forente Arabiske Emirater. I tillegg til overskuddskapasitet på ca. 3,5 Mmbbl/d<sup>5</sup> har OPEC nå kontroll over 81% av verdens oljereserver og 32,6% av tilbudet (OPEC, 2014). For å sette størrelsen av overskuddskapasiteten i perspektiv, var hele Norges produksjon i 2014 på 1,5 Mmbbl/d (Oljedirektoratet, 2015). Selv om OPECs misjon består av å koordinere og forene medlemmenes oljepolitikk for å sikre stabilitet i oljemarkedene (OPEC, 2016), er den politiske risikoen i medlemslandene så høy at den har ført til ustabilitet og høy usikkerhet i oljeprisen gjentatte ganger.

Et eksempel er da Syria og Egypt invaderte Israel den 6.oktober 1973. I det som kalles Oktoberkrigen, eller Yom Kippur krigen, viste USA sin støtte til Israel for å forhindre at Israel skulle bli tvunget til å bruke atomvåpen for å forsvare seg. Flere Arabiske stater så på USAs støtte til Israel som en fiendtlig handling, og stilte seg bak Egypt og Syria ved å øke prisen på råolje med 70%, og kutte produksjonen med 5% for hver måned krigen fortsatte. En handelsboikott ble også gjennomført mot USA og Nederland. Sammen førte handlingene til at prisen på råolje gikk opp fra \$3 til \$13 per fat i løpet av få måneder (Downey, 2009).

Et nyere eksempel er den arabiske våren i 2010 - 2011. Krig, opprør og demonstrasjoner spredte seg gjennom Nord Afrika og Midtøsten. Flere OPEC land ble berørt, som førte til en reduksjon i tilbudet, og en oppgang i oljeprisen fra \$85 per fat i Desember 2010 til \$110 per fat i Desember 2011. I tiden mellom 1973 og 2010 finnes det selvsagt flere eksempler på politisk risiko og ustabilitet, som nasjonaliseringen av oljeproduksjonen i Iran, Saudi-Arabia, Kuwait og Venezuela i 1974 - 1980, den iranske revolusjonen i 1978, Iraks invadering av Kuwait i 1990 og USAs angrep

---

<sup>4</sup> Texas Railroad Commission er et statlig organ, som regulerer oljeaktiviteter i Texas.

<sup>5</sup> Mmbbl/d = millioner fat olje pr dag.

på Irak i 2003 (Deutsche Bank, 2013). På grunn av den betydelige usikkerheten, undersøker selskap som ønsker å operere i mer risikofylte områder den politiske risikoen i flere år før de etablerer seg der (Lax, 1983). Landets institusjonelle kvalitet er også av stor betydning, da det er særdeles høyere sannsynlighet for boreaktivitet i land med god institusjonell kvalitet, enn for land med lav kvalitet (Cust & Harding, 2014).

Uro i OPEC-land har i stor grad ført til prisoppgang, men oljeprisen har ved flere tilfeller også gått ned. Nedgangen i oljepris har vært drevet av markedsusikkerhet, som følger av markedsconjunkturer. Asiakrisen i 1997 – 1998 var en valutakrise, utløst av mangel på bank og finanssystemer i asiatiske land. Resultatet av krisen var panikk blant investorer og foretak, i tillegg til at millioner ble arbeidsledige (Filseth, 2014). OPEC forutsatte i slutten av 1997 vekst i Asia, og satte følgelig opp produksjonen med 10%. Som følge av Asiakrisen ble etterspørsel etter olje i asiatiske land redusert, og grunnet tilbudsoverskudd falt prisen fra \$23 per fat i starten av 1997, ned til \$10 per fat i slutten av 1998 (Bret-Rouzaut & Favennec, 2011). En annen episode som har ført til nedgang i etterspørsel, og dermed pris, er den globale finanskrisen i 2008 – 2009. En bolig og kredittkrise i USA, spredte seg raskt gjennom finansmarkedene. Tillitt til finansmarkedet ble redusert og selskap slet med å få kreditt (Notaker, 2015). Selskap gikk konkurs og etterspørselen etter olje gikk ned. Selv om OPEC reduserte tilbudet av olje med hele 4Mmmbbl/d, endte det med en nedgang fra \$140 per fat i midten av 2008 til \$40 per fat i starten av 2009 (Bret-Rouzaut & Favennec, 2011). Felles for alle overnevnte hendelser er at uforutsigbare endringer i tilbud eller etterspørsel, har ført til høy volatilitet i oljepris. De to siste eksemplene viser at bransjespesifikk usikkerhet og markedsusikkerhet henger tett sammen. Selv om det er tilfellet, er det ikke nødvendigvis slik at markedsusikkerhet kun påvirker oljeselskap gjennom endringer i oljepris.

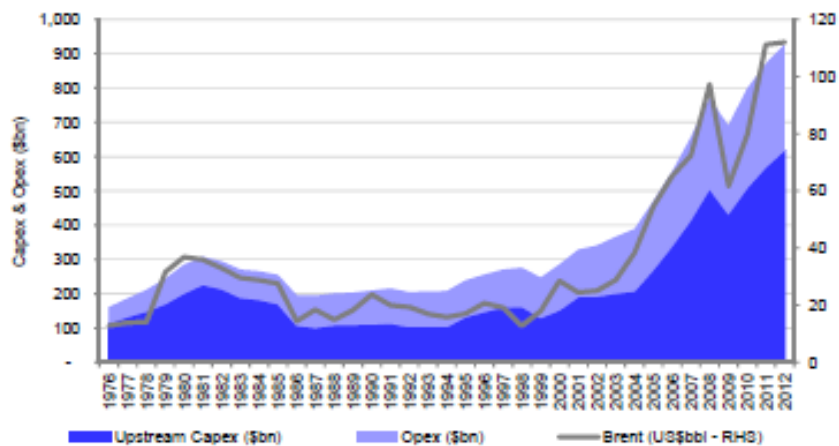
## **2.2 INVESTERINGER I OLJEBRANSJEN**

For å kunne forstå hvilke investeringer som gjøres i oljebransjen, og usikkerhet knyttet rundt investeringsbeslutningen, beskriver vi i dette kapitlet aktivitetene i de forskjellige delene av verdikjeden. Vi velger å benytte 3-delingen i Downey (2009), og deler verdikjeden i oppstrøms-, midtstrøms-, og nedstrømsaktiviteter. Fokuset i dette kapitlet vil være på oppstrømsaktiviteter, da det er den delen av verdikjeden som kreves størst investering, og er utsatt for mest usikkerhet. Majoriteten av oljeselskapene opererer kun i en av de tre hoveddelene, men flere av de største selskapene satser i større grad på vertikal integrering. Det vil si at de har kontroll over hele eller

del av verdikjeden. Vertikal integrasjon brukes som strategi for å redusere usikkerheten rundt kostnader og leveringstid (Heizer & Render, 2011).

## 2.2.1 Oppstrømsaktiviteter

I International Energy Agency (2016) estimeres det at oljeetterspørselen i 2015 var på 94,575 Mmbbl/d. Hvis man legger til grunn gjennomsnittsprisen på Brent spot dette året, tilsvarer det en industri på over \$1 800 milliarder.



Figur 2: Investeringer og operasjonelle kostnader for oppstrømsaktivitet. Kilde: Deutsche Bank (2013, s87).

For å kunne tilfredsstillende en stadig økende etterspørsel, kreves høye investeringer. Figur 2 viser at det i 2012 ble investert omlag \$600 milliarder i oppstrømsaktiviteter, i tillegg til \$300 milliarder i drift (Deutsche Bank, 2013).

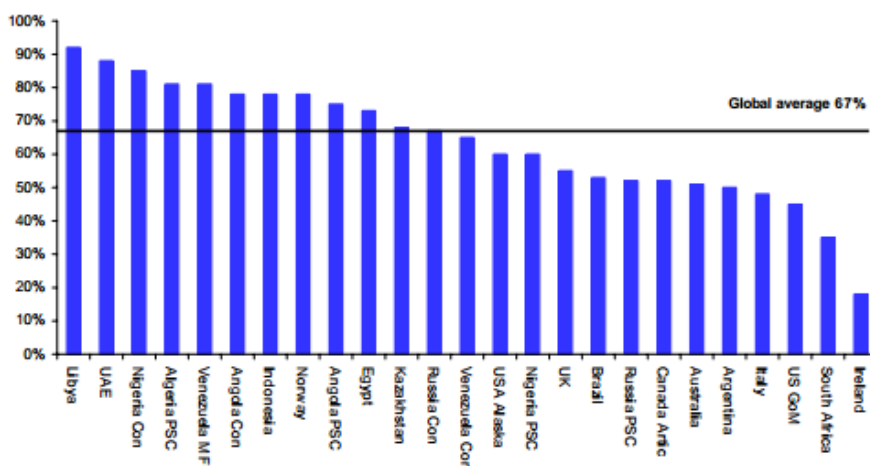


Figur 3: Verdikjede oppstrømsaktiviteter. Kilde: Deutsche Bank (2013, 53) og forfatter.

Oppstrømsaktivitetene kan deles i seks deler (Figur 3), og er den delen av oljebransjen som er desidert størst og mest lukrativ, men som også har den høyeste usikkerheten.

### 2.2.1.1 Lisenser og lovverk

Før prosessen med leting og utvinning starter, må oljeselskapene anskaffe lisenser, og et rettslig rammeverk må utarbeides. Rammeverk og lisenser er nødvendig for at oljeselskapene skal ha rettighetene på sin side, ved eventuelle funn. Konesesjon er eksempel på en slik lisens, og går ut på at offentlige myndigheter gir tillatelse til næringsvirksomhet på en gitt eiendom ("Konesesjon," 2013). Konesesjonen inneholder også avtaler rundt skatt, signaturbonus og royalty-betalinger (Bret-Rouzaut & Favennec, 2011). Denne typen lisens var veldig vanlig på 60-tallet, men er i dag mest benyttet av den Amerikanske regjeringen og land utenfor OPEC. Konesesjonen virker som en leasingavtale, og leteaktiviteter må gjøres innen en periode på 2 – 5 år, avhengig av i hvilket land man har fått konesesjon. Ved funn kan avtalen forlenges, slik at produksjonen kan starte (Downey, 2009). Konesesjoner blir som oftest auksjonert bort av vertslandet, men det finnes unntak. Som eksempel tildeles man i Norge områder etter hvor skikket man er til å utvinne oljen (Regjeringen, 2016). For å gjøre områder mer attraktive for eventuelle budgivere/søkere, gjøres det i noen tilfeller seismiske undersøkelser som medfølger konesesjonen. Ved andre tilfeller stilles det krav til at man må «skyte» seismikk over et visst område, eller bore et fastsatt antall letebrønner (Deutsche Bank, 2013). I en slik avtale tilfaller all risiko den leasende parten. Joint venture kontrakter anvendes derfor for å redusere risikoen. Dette er samarbeidskontrakter som gir delt eierskap på området, og er designet slik at to, eller flere, selskap deler kostnader (og inntekter ved funn). Fordelen med joint venture er at selskap kan operere i områder som tidligere har vært for risikofylte eller kostbare, som eksempelvis leteboring på dypt vann (Downey, 2009). Når det gjelder lovverk er også skatter og avgifter et tema som må overveies.

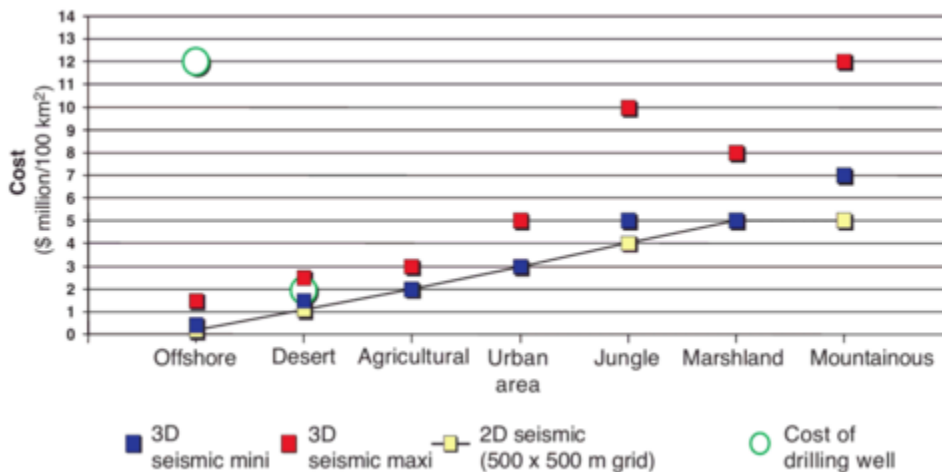


Figur 4: Oversikt over skattesats for oljevirksomhet i utvalgte land. Kilde: Deutsche bank (2013, s 114)

Skattesatsene varierer fra land til land, og baseres på landets egeninteresser. Irland som eksempel, benytter skattesatsen for å gi incentiver til leteaktivitet og utvikling. I Norge benyttes skattesystemet til å redusere inngangsbarrierer og stimulere til leteaktiviteter. Måten skattesystemet anvendes i Norge, er ved å tilbakebetale 78% av letekostnader for selskap med underskudd (Oljedirektoratet & Oljedepartementet, 2016). I Libya er situasjonen i andre enden av skalaen. På grunn av kjente forekomster av olje trenger de ikke stimulere til leting, og kan følgelig ha en skattesats på over 90% (Deutsche Bank, 2013)

### 2.2.1.2 Identifisere mulige mål

Etter at lisenser er utdelt og lovverket fastsatt, gjøres det geofysiske undersøkelser (hvis dette allerede ikke er utført) for å få kjennskap til hva som skjuler seg under overflaten. Geofysiske undersøkelser kan deles inn i tre kategorier: magnetometri, gravimetri og seismikk. Siden over 90% av alle undersøkelser gjøres ved seismikk, fokuseres det kun på seismiske undersøkelser. Seismiske undersøkelser gjøres ved å «skyte» lydbølger ned i grunnen, for deretter å måle de reflekterte bølgene. Bølgene kan deretter studeres, og man får dannet et bilde på hva som befinner seg under overflaten. Den nødvendige investeringen under seismikkfasen avhenger i stor grad av hva slags terreng det skal «skytes» i.



Figur 5: Effekten av terreng på seismikkostnader. Kilde: Bret-Rouzaut & Favennec (2011, s126)

Slik man kan se av Figur 5, varierer investeringskostnader for 2D seismikk fra \$500 000 per 100km<sup>2</sup> for offshore seismikk, til \$5 millioner per 100km<sup>2</sup> i fjellområder. For 3D seismikk følger investeringskostnadene samme mønster som ved 2D. Bakgrunnen for ulikt investeringsbehov er at det i vanskelig terreng, som for eksempel fjellområder, må brukes spesialutstyr. Spesialbygde

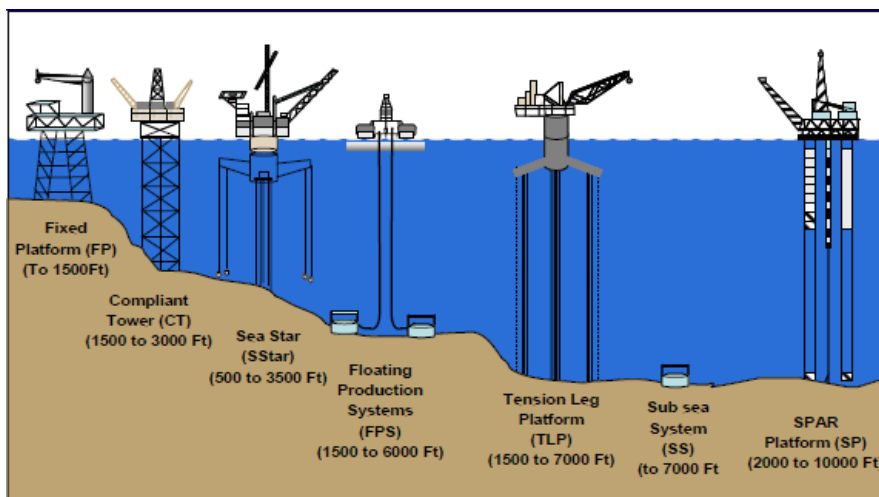
trucker og helikopter, inkludert mannskap, er blant kostnadsdriverne. Etter de seismiske undersøkelsene, skal dataen prosesseres og gjøres lesbar for beslutningstaker. Prosessen med å analysere dataen kan ta alt fra noen måneder til flere år, avhengig av størrelsen på søksområdet. Investeringer forbundet med analyser, varierer fra \$100 000 – \$1 million (Bret-Rouzaut & Favennec, 2011). Hvert reservoar har ulike egenskaper. Usikkerheten forbundet med reservoaret kan derfor knyttes til disse egenskapene. Hvor stor forekomst av utvinnbar olje, og blandingsforholdet mellom olje og gass, er begge ukjente faktorer, selv etter de seismiske undersøkelsene (Bøhren & Ekern, 1991). For å få mer informasjon må det bores letebrønner.

### ***2.2.1.3 Letebrønner og avgrensingsbrønner***

Av de ulike prosessene som utføres i forbindelse med leting, er leteboring en av de mest kapitalintensive og risikofylte. Ved gode indikasjoner fra de seismiske undersøkelsene leies riggselskap, supplybåter, helikoptre og andre oljeserviceselskap inn. Riggselskapene setter dagsrater etter hvor mange rigger som er ledige på markedet, og hva slags forhold det skal bores i. Ratene varierer fra ti tusen dollar til flere hundre tusen dollar pr dag. En offshore letebrønn kan derfor koste \$20 – \$100 millioner, mens en onshore letebrønn koster rundt \$5 – \$20 millioner. Ved boringen i begge forhold brukes det 30 – 100 dager. Durasjonen er vanskelig å estimere på grunn av usikkerhet i geologiske faktorer, og så mye som 70 – 75 % av kostnadene forbundet med prosessen kan kobles til leie av utstyr. Selv ved bruk av avansert utstyr er sannsynligheten for å finne kommersiell olje mindre enn 20% (Bret-Rouzaut & Favennec, 2011). Skulle man finne olje, bores det avgrensingsbrønner før man borer produksjonsbrønnen. Avgrensingsbrønnene bores for å skaffe informasjon om den totale størrelsen på feltet (Petroleum, 2016).

### ***2.2.1.4 Feltutvikling***

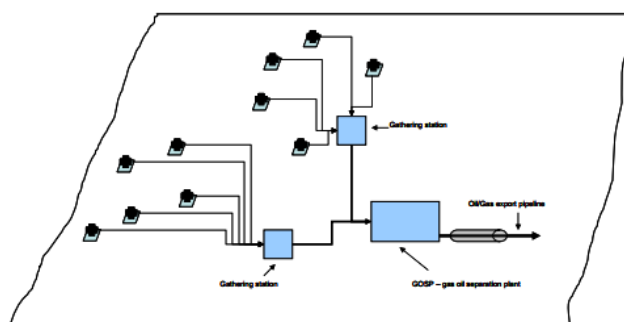
Utviklingen av et kommersielt oljefelt krever investeringer i form av boring av produksjonsbrønn, og installering av anlegg for produksjon og transport av råolje. Ved funn av olje gjøres det flere ulike studier. Studienes hensikt er å kartlegge eventuell usikkerhet, samt undersøke det økonomiske aspektet ved utvinningen. Her er de viktigste usikkerhetsfaktorene teknologi, investeringsvolum, oppstartstidspunkt, utvinningsgrad, produksjonsprofil, regularitet, driftskostnader og utfasing (Bøhren & Ekern, 1991). På bakgrunn av at utvikling av et oljefelt kan koste milliarder, er viktigheten av å identifisere usikkerhetsfaktorene stor. Før utvinningen kan starte, må boreriggen fjernes og en produksjonsplattform installeres.



Figur 6: Forskjellige varianter av offshore plattformer Kilde: Deutsche Bank (2013, 73)

Trykk, temperatur og dybde er viktig karakteristikk ved et reservoar, da det avgjør hva slags utstyr som er nødvendig for å utvinne oljen. Utstyret skal ved offshore produksjon fungere uten stopp i over 20år, i dybder på over 2000m, ved temperatur på 0 grader celsius og under trykk på 3000psi (200 bar) (Deutsche Bank, 2013). Figur 6 viser de forskjellige plattformene, og dybdene de opererer på. Kjentegnet på oljeproduksjon offshore er ofte oljeplattformen, men subsealøsninger tillater utvikling og utvinning fra satellittfelt, som hadde vært ulønnsomme om de måtte hatt egen plattform. Subseainstallasjoner kan installeres over et stort område, og med riktig løsning, klare seg uten plattform. Denne teknikken er tatt i bruk på Penguin feltet i Nordsjøen, med en "tieback" på 70km, i vanddybder på 175m (Deutsche Bank, 2013).<sup>6</sup>

Ved onshore produksjon kreves det ikke like mye tungt utstyr som ved offshoreproduksjon.



Figur 7: Typisk onshore oljefeltsstruktur. Deutsche Bank (2013, 72)

<sup>6</sup> Tieback: Installasjon av rør som kobler oljeproduksjon fra subseainstallasjoner sammen.



Slik Figur 7 viser, er det som trengs et nettverk av rør, en samlingsstasjon og et behandlingsverk. Oljen blir pumpet opp til samlingsstasjonen gjennom rørnettverket, og deretter ført til behandlingsverket. Prosesser der overflødig vann og gass elimineres blir utført, og oljen er klar til forsendelse (Deutsche Bank, 2013).

### **2.2.1.5 Forlengelse feltets levetid**

Prinsippet om at væske flytter seg fra områder med høyt trykk til områder med lavt trykk, utnyttes for å få olje opp av reservoaret. Reservoaret klassifiseres etter om oljen kommer opp av naturlige årsaker, også kalt *flush* produksjon, eller om det benyttes pumper og innsprøyting for å få oljen opp, såkalt *satt* produksjon. Andre metoder som kan benyttes er kjent som forbedret oljeutvinning eller brønnstimuleringsteknikker. Ved naturlige årsaker, er det reservoarets egenskaper, som trykk, gasser og grunnvann, som fører til at oljen blir presset opp til overflaten. Under satt produksjon har man to stadier. Det første stadiet er der man bruker pumper for å utvinne oljen. I det andre stadiet sprøytes vann eller gass ned i reservoaret for å øke trykket, slik at oljen drives mot brønnen. Helt til slutt, etter at alle de andre metodene er benyttet, kan forbedret oljeutvinning eller brønnstimulering brukes. Kokende vann, kjemikalier, bakterier, luft eller syre sprøytes ned i reservoaret for å få tak i den siste utvinnbare oljen. Etter alle prosessene kan det gjenstå så mye som 25 – 75% olje i reservoaret. Grunnen er at oljen ligger for spredt til at den kan utvinnes i kommersielt kvantum (Downey, 2009).

### **2.2.1.6 Avslutning/plugging av brønn.**

Etter endt produksjon, enten fordi reservoaret er tomt, eller at det ikke lenger er økonomisk forsvarlig å fortsette produksjonen, blir alt utstyr fjernet og hele området gjort i stand slik det var før produksjonen startet. Onshore plugges brønnen med sement og stålplugger, og behandlingsverket demonteres. Avviklingen offshore er mer kapitalintensiv. Det trengs kraner og nøye planlegging for å demontere en offshore plattform. Kostnaden ved plugging av brønn medregnes derfor i investeringsbeslutningen. Et eksempel er Totals avvikling av Friggfeltet. Det er forventet å ta 6 år, og ha en estimert total kostnad på \$700 millioner (Deutsche Bank, 2013).

## **2.2.2 Støtteaktiviteter/oljeservice**

I oljeservice inngår alle aktiviteter som ikke går under midtstrøms-, oppstrøms- eller nedstrømsaktiviteter. Utleie av borerigger, mat, boring, seismikk, vedlikehold, sikkerhet og lignende er alle aktiviteter som gjøres av oljeserviceselskap. Disse selskapene leies som oftest inn

på kontraktbasis (Downey, 2009), og de sentrale oljeservicetjenestene har blitt beskrevet under oppstrømsaktiviteter.

### 2.2.3 Midtstrømsaktiviteter

Midtstrømsaktiviteter omhandler transport av både råolje, og ferdige oljeprodukter. Metodene som brukes for transporten er tankskip, rørledning, tankbil og tog. Hvilken av metodene som benyttes er avhengig av hvor produksjonen befinner seg.



Figur 8: Midtstrømsaktiviteter. Kilde: forfatter.

Investeringsmessig, vil rørledning være det som krever størst initial investering, men som vil behøve minst vedlikehold. I den andre enden av skalaen er tankbil. Tankbiler krever mindre initial investering, men koster mer i drift og vedlikehold (Downey, 2009). Av usikkerhetsmomenter knyttet til midtstrømsaktiviteter, er sabotasje og politisk risiko relevante. Det er gjentatte ganger blitt utført sabotasje mot rørledninger og kapringer av tankbåter, da spesielt i og rundt OPEC-land.

### 2.2.4 Nedstrømsaktiviteter

Nedstrømsaktiviteter er en samlebetegnelse på aktivitetene raffinering, lagring og markedsføring. Oljen blir ved ankomst hos raffineriet ofte blandet ut med andre typer olje, for å skape en olje raffineriet kan prosessere.



Figur 9: Nedstrømsaktiviteter. Kilde: Forfatter

Grunnen til dette er at mange av oljeraffineriene er konfigurerte til å prosessere en spesiell type olje. Etter utblandingen blir oljen destillert i fraksjoneringsårn. I disse spesialbygde tårnene tilføres

varme, og de forskjellige oljeproduktene legger seg lagvis nedover. Butan og propan vil legge seg øverst, deretter kommer lettbensin, bensin, nafta, parafin, gassolje og til slutt tung fyringsolje (Lundberg, 2009).

På bakgrunn av årsaker som lav oljepris eller sviktende etterspørsel, lagres overskuddsolje. Dette er spesielt relevant ved dagens oljepris. Lagringsplassene finner sted både over og under bakken. Under bakken er de mest vanlige lagringsplassene gamle reservoar og saltgruver, mens det over bakken brukes tankskip og diverse typer siloer (Downey, 2009).

### **2.2.5 Fremtidsutsikter**

OPEC (2015) estimerer et investeringsbehov i oljerelatert virksomhet, fra i dag til år 2040, på omtrent \$9 900 milliarder, målt i 2014 dollar. Dette forventes å være fordelt på \$7 200 milliarder i oppstrømsaktiviteter, og \$2 700 milliarder i midtstrøms- og nedstrømsaktiviteter. Størsteparten av investeringer forbundet med oppstrømsaktiviteter vil foregå i land utenfor OPEC. På mellom-lang sikt vil disse landene ha et investeringsbehov på ca. \$250 milliarder årlig, mens OPEC-land på lang sikt vil ha behov for å investere om lag \$60 milliarder årlig.

Etterspørsel etter olje er forventet å stige i tiden fremover, og vil i stor grad være drevet av utviklingsland, der industrialisering, befolkningsvekst og ekspansjonen av middelklassen vil stå for størsteparten av økningen. Ved år 2040 forventes det at utviklingsland vil stå for 63 % av det globale energikonsumet, som tilsvarer en økning på 13 prosentpoeng fra 50% i 2014 (OPEC, 2015b). OECD-land vil tilsvarende ha en vekst på bare 4%, grunnet høyt fokus på å få ned energikonsumet. For olje, er det på lang sikt estimert en etterspørselsøkning på 18 Mmmbbl/d fra år 2014 – 2040. Økningen er fordelt på en nedgang på 8 Mmmbbl/d i OECD regionen, og en oppgang på 26 Mmmbbl/d i utviklingsland. Det forventes at olje i løpet av perioden vil miste tronen som det dominerende valget av energikilde. OPEC (2015) anslår at gass vil overta som det ledende energialternativet innen år 2040, men at olje og gass fremdeles vil stå for rundt 53% av det totale energikonsumet, på lik linje som i dag.

# 3 TEORI

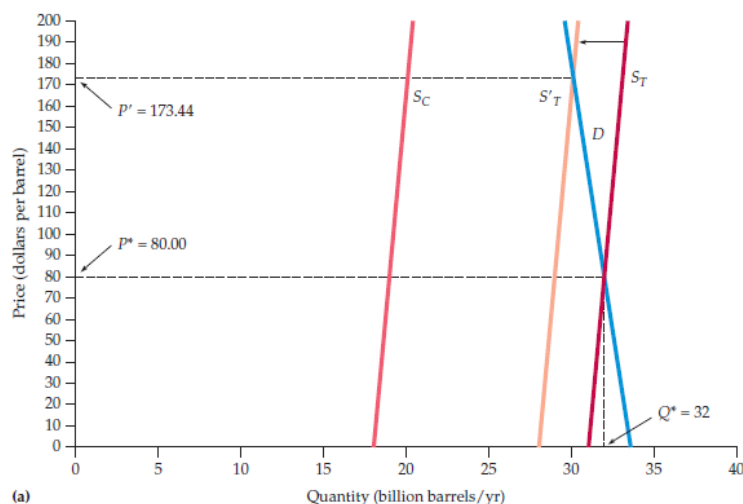
## 3.1 TEORI OM PRISDANNELSE

Usikkerhet i oljepris, kan i store deler forklares av markedsmekanismer. Gjennom historien har sjokk i tilbud og etterspørsel vært opphavet til de store svingningene. For å få et innblikk i mekanismene rundt prisdannelse i oljebransjen, vil vi i dette delkapittelet gjennomgå teori om tilbud, etterspørsel og prisdannelse, før vi avslutter med en diskusjon rundt dynamisk ubalanse.

I analyse av tilbud og etterspørsel, ønsker man å vite sensitiviteten produsert kvantum har overfor en prisendring. Priselasticitet er et slikt mål, der forventet priselasticitet er gitt av  $E(p) = \frac{P \cdot \Delta Q}{Q \cdot \Delta P}$ , hvor P er pris og Q er kvantum. Det skiller mellom priselasticitet på kort og lang sikt. Kort sikt er i denne sammenhengen definert som innen et år, mens lang sikt er den tiden det tar før konsumentene og tilbyderne fullt ut har tilpasset seg til prisendringen (Pindyck & Rubinfeld, 2013).

### 3.1.1 Tilbud og etterspørsel på kort sikt

En tilbudskurve angir kvantum tilbyderne er villige til å selge, gitt pris. I et marked vil tilbudskurven være summen av alle aktørers tilbudskurver. Tilbudskurven er stigende, av den grunn at tilbydere ønsker å tilby et større kvantum av en gitt vare, ved stigende pris. En etterspørselskurve angir hvilket kvantum konsumentene etterspør, gitt pris. Etterspørselskurven er synkende, av den grunn at konsumenter etterspør mindre av en gitt vare, ved stigende pris.

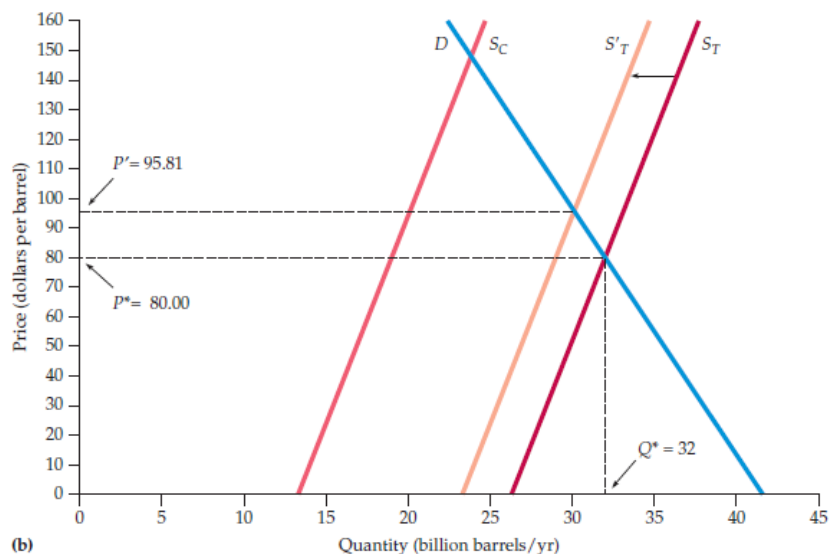


Figur 10: Tilbud og etterspørsel på kort sikt. Kilde: Pindyck & Rubinfeld (2013, s57)

Det kan sees av stigningen på kurvene at tilbudet ( $S_T$ ) og etterspørselen ( $D$ ) i Figur 10 at olje er uelastisk på kort sikt. Bakgrunnen for uelastisiteten i tilbudet er at selskap på kort sikt står overfor kapasitetsproblematikk. Dette setter en stopper for økt produsert kvantum, selv om selskapene ønsker å produsere mer. Grunnen til at etterspørselen etter olje er uelastisk på kort sikt, er at konsumet i dag er så stort, at olje blir sett på som et nødvendighetsgode. Hvis man eier en bil eller et annet gode, der olje eller oljeprodukter er en nødvendighet, vil man ikke kvitte seg med dette godet ved et positivt sjokk i oljeprisen. Som illustrert i Figur 10, vil uelastisiteten i både tilbud og etterspørsel føre til at et skift i kvantum tilbudt olje, fra  $S_T$  til  $S'_T$ , gitt av for eksempel krig i Midtøsten, medføre en økning i prisen fra \$80 per fat til \$173,44 per fat (Pindyck & Rubinfeld, 2013).

### 3.1.2 Tilbud og etterspørsel på lang sikt

På lang sikt vil oljeinvesteringer medføre økt produksjon, som gjør at tilbudselasticiteten ved en lengre tidshorisont vil være mer elastisk. Ved å sammenligne Figur 10 med Figur 11, tydeliggjøres det at stigningstallet for både tilbud og etterspørsel er lavere på lang sikt. Det vil si at etter et sjokk i tilbudet, vil prisen på sikt stabilisere seg på et nivå nærmere opprinnelig pris.



Figur 11: Tilbud og etterspørsel på lang sikt. Kilde: Pindyck & Rubinfeld (2013, s57)

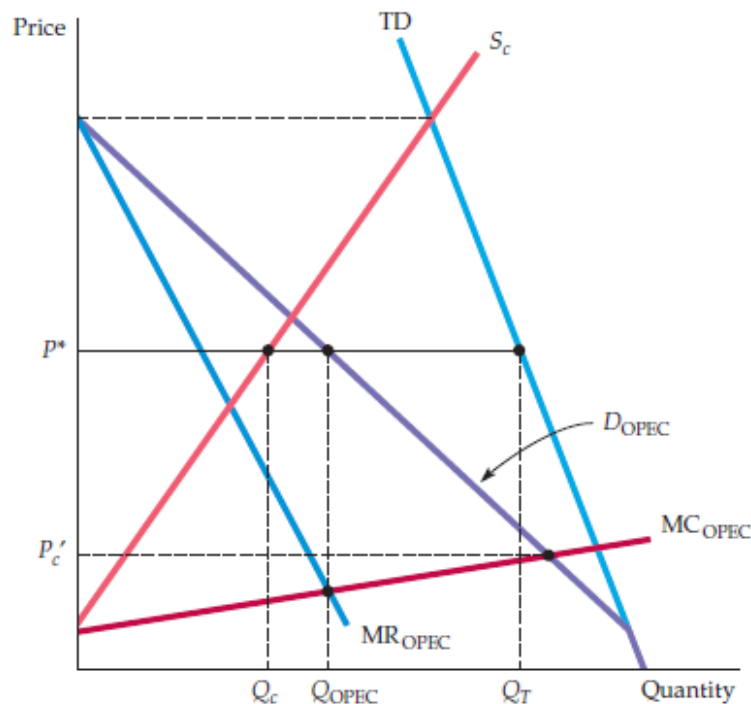
På lang sikt vil sjokket i eksempelet over, medføre at prisen går fra \$80 per fat og stabiliserer seg på \$95,81 per fat. Grunnen til en mer elastisk etterspørselskurve på lang sikt, er at ved en permanent prisøkning, vil konsumentene tilpasse seg ved å redusere konsumet av olje. Hvis vi går tilbake til

bil-eksemplet i tilbud og etterspørsel på kort sikt, vil man på lang sikt tilpasse seg ved å bytte ut bilen med noe mer energigjerrig eller oljefritt (Pindyck & Rubinfeld, 2013).

Teorien presentert, om tilpasning på kort og lang sikt, støttes også empirisk. Cooper (2003) har analysert priselastisiteten for 23 land. Resultatene viser til at etterspørselsetlastisitet for olje er mellom -0,18 og 0,6 på lang sikt, mens den ligger mellom -0,02 og -0,08 på kort sikt.

### 3.1.3 Prisdannelse

Hvordan prisdannelsen skjer er avhengig av karakteristikken i markedet. I et marked med perfekt konkurranse tar bedriftene prisen, som blir bestemt i punktet der tilbudskurven krysser etterspørselskurven, for gitt. Bedriftene i markedet tilpasser seg slik at kvantum produsert bestemmes av punktet der grensekostnad er lik pris på varen. Forholdene knyttet til markedsstrukturen er noe annerledes i oljebransjen. Kartelldannelser og oligopoltilstander fører til at prisen ikke nødvendigvis tas for gitt, og kvantum tilpasses etter hva som maksimerer profitten hos aktørene.



Figur 12: Prisdannelse ved kartellvirksomhet, gitt ved OPEC. Kilde: Pindyck & Rubinfeld (2013, s479)

Figur 12 viser prisdannelsen på kort og mellomlang sikt, i et marked der kartellvirksomhet i form av OPEC gjør seg gjeldende. Land utenfor OPEC klarer ikke tilfredsstille den globale

etterspørselen alene, som medfører at etterspørselen etter OPECs olje er uelastisk. Når i tillegg land utenfor OPEC produserer på maks kapasitet, vil deres tilbudskurve være uelastisk. Sammenlagt fører dette til at OPECs profittmaksimerende kvantum, her gitt ved  $Q_{OPEC}$ , vil være i krysningspunktet der OPECs marginalkostnadskurve ( $MC_{OPEC}$ ) møter OPECs marginalinntektskurve ( $MR_{OPEC}$ ). Ved dette punktet vil OPEC oppnå en pris på  $P^*$ , i stedet for  $P_c$ , som er punktet hvor  $MC_{OPEC}$  krysser OPECs etterspørselskurve  $D_{OPEC}$ . Kartellvirksomhet fører til at prisen i markedet vil være langt over det nivået den hadde vært, om perfekt konkurranse hadde vært gjeldende. På grunn av høyere elastisiteter på lang sikt, er OPECs makt større på kort sikt, enn på lang sikt. Konsumentene vil på lang sikt tilpasse seg det høye prisnivået, ved å konsumere mindre olje. I tillegg vil det komme nye aktører, i form av både oljeselskap og selskap som selger substitutter for olje, om prisnivået skulle bli for høyt (Pindyck & Rubinfeld, 2013).

### **3.1.4 Dynamisk ubalanse**

Konsum av olje henger sammen med konjunkturer, og kan raskt gå fra høyt til lavt. Ved høykonjunktur og høy oljepris, ønsker selskapene å produsere så mye som mulig. For å kunne produsere mer, er det behov for investering i nye felt, eller utbygging av eksisterende. Som diskutert, tar det lang tid fra investeringsbeslutning er tatt, til endelig kommersiell produksjon er igangsatt. Skulle etterspørselen forandre seg i det tidsintervallet, ved for eksempel finanskriser, vil man i det man starter produksjonen øke tilbudet i et marked som allerede er mettet. Samme prinsipp gjelder når oljeprisen synker. Ved lav oljepris, presses marginene til selskapene, og det blir behov for kostnadsbesparelser. Ulønnsomme brønner kan bli plugget, og investering i nye felt kuttes. Innen den tiden produksjonen har kommet ned på ønsket nivå ved lav etterspørsel, kan etterspørselen ha steget betraktelig. Tregheten i tilpasningen av tilbudet, gjør at tilbud og etterspørsel er i konstant ubalanse. Denne dynamiske ubalansen er med på å forsterke "naturlige" svingninger i oljeprisen.

## **3.2 TEORI OM INVESTERING OG VERDSETTELSE**

Som diskutert i kapittel 2.2, er oljebransjen en kapitalintensiv bransje, hvor det kreves store investeringer. Investeringene strekker seg over mange år, og er gjenstand for mye usikkerhet. På inntektssiden er det spesielt oljeprisen som er viktig for om hvorvidt investeringene er lønnsomme eller ikke. Høy usikkerhet i fremtidig oljepris vil derfor gi stor variasjon mellom forventet avkastning og mulige utfall på avkastningen.

I Økonomien defineres investeringer som handlinger hvor man pådrar seg umiddelbare kostnader, med forventning om fremtidig gevinst (Dixit & Pindyck, 1994). Et eksempel på dette er investering i leteboring. Leteboringen vil i første omgang påføre oljeselskapet en kostnad, for deretter generere en forventet gevinst ved funn. En annen, mindre opplagt investering er å kutte ned på ulønnsomme prosjekter, eksempelvis kostnaden av å plugge en ulønnsom brønn. Den sistnevnte gevinsten handler om å unngå fremtidige tap.

Det er tre hovedtyper av verdsettelsesmetoder for investeringer. Den første er inntektsbasert metode, som går ut på å neddiskontere fremtidig forventet kontantstrøm til dagens verdi. Det finnes flere typer inntektsbaserte metoder, eksempelvis internrente- og nåverdimetoden. Nåverdimetoden analyserer nåverdien av en investering, gitt et kapitalkrav, mens internrentemetoden analyserer hvilket avkastningskrav som gir en nåverdi lik null. Et problem med internrentemetoden er at flere investeringer i løpet av et prosjekts levetid, vil gjøre at man får mer enn en internrente. Sistnevnte metode vil ikke bli forklart videre, da det kreves investeringer over flere faser i oljebransjen, og internrentemetoden vil være misvisende. Den andre metoden vi tar for oss er opsjonsbasert verdsettelsesmetode. Denne baseres på at investeringer ikke er stiliserte, og at man kan gjøre investeringsvalg som maksimerer prosjektets verdi etter hvert som mer informasjon blir tilgjengelig. Til slutt gjennomgås markedsbasert verdsettelsesmetode, som går ut på å bruke multipler til å verdsette investeringer. Metoden er mest brukt for verdsettelse av selskap, og vil derfor være vinklingen som tas videre.

### 3.2.1 Inntektsbasert metode

For oljeselskap omhandler investeringsanalyser til et prosjekt i all hovedsak å estimere om dagens verdi av fremtidig inntjening overgår kostnaden av å investere i prosjektet. Metoden for å analysere dette går ut på å neddiskontere fremtidig forventet fri kontantstrøm ( $CF_t$ ). For et prosjekt vil fri kontantstrøm være følgende:

$$CF_t = \text{driftsresultat etter skatt}_t + \text{avskrivning}_t - \text{kapitalkostnader}_t - \Delta \text{arbeidskapital}_t, \quad (1)$$

der driftsresultat etter skatt er det regnskapsmessige resultatet. Avskrivning er en regnskapsmessig ikke-monetær kostnad av skattemessige hensyn. Kapitalkostnader er videre realinvesteringer som



må gjøres i prosjektet, mens arbeidskapital (omløpsmidler-kortsiktig gjeld), er bundet kapital i prosjektet. Endring i arbeidskapital vil være gitt av:

$$\Delta \text{arbeidskapital}_t = \text{arbeidskapital}_t - \text{arbeidskapital}_{t-1}. \quad (2)$$

For å estimere dagens verdi av investeringen ( $I$ ), neddiskonteres fremtidige kontantstrømmer med gitt diskonteringsrente ( $k_t$ ):

$$NPV = -I + \sum_{t=1}^N \frac{CF_t}{(1+k_t)^t}. \quad (3)$$

Ved sikre investeringer, som norske statsobligasjoner, vil forventet kontantstrøm være lik fremtidig kontantstrøm ( $E(CF_t) = CF_t$ ), og kan neddiskonteres med risikofri rente ( $r_f$ ). Når en investering er usikker ( $E(CF_t) \neq CF_t$ ), kreves det et risikopåslag ut over risikofri rente. For å ta hensyn til dette, kan man enten taps-justere kontantstrømmene i telleren, eller bruke et risikopåslag på diskonteringsrenten i nevneren. Ved å taps-justere kontantstrømmene, gjør man kontantstrømmene om til sikkerhetsekvivalenter, slik at disse kan diskonteres med risikofri rente. Metoden er lite brukt i praksis, da risikopåslag på risikofri rente i nevneren er en lettere og mer intuitiv metode å ta hensyn til risiko. Det finnes flere måter å gjøre dette på. Hovedpoenget er at diskonteringsrenten som benyttes til å neddiskontere kontantstrømmen, skal gjenspeile alternativkostnaden til investeringen, altså den beste tilgjengelige avkastningen ved en investering i markedet, gitt lik risiko og terminstruktur (Berk & DeMarzo, 2014). En mye brukt teoretisk måte å finne diskonteringsrenten er å benytte kapitalverdimodellen (CAPM). Det er verdt å merke seg at CAPM forutsetter at investoren er vel-diversifisert, slik at usystematisk risiko er irrelevant, og at man derfor kun får betalt for systematisk risiko. For å avgjøre prosjektets systematiske risiko, estimeres prosjektets beta ( $\beta$ ). Matematisk vil  $\beta$  være gitt av:

$$\beta_p = \frac{\rho(r_p, r_M) \cdot \sigma_p}{\sigma_M}, \quad (4)$$

hvor  $\rho(r_p, r_M)$  er korrelasjonen mellom forventet prosjektavkastning og markedsavkastning.  $\sigma_p$  og  $\sigma_M$  er usikkerheten til avkastningen i henholdsvis prosjektet og i markedet, målt i standardavvik (Bodie, Marcus & Kane, 2014). Ved å anta at  $\rho(r_p, r_m)$  og  $\sigma_m$  er gitt, kan det vises i likning (4) at

prosjekt med høy  $\sigma_p$  gir en høyere  $\beta_p$  enn prosjekt med lav  $\sigma_p$ . For å estimere hvordan dette påvirker investeringsbeslutningen, benyttes likningen for avkastningskravet i CAPM:

$$k_t = r_f + \beta_p * R_m, \quad (5)$$

hvor  $r_f$  er risikofri rente, og ( $R_m$ ) er markedets risikopremie over risikofri rente. Det kan vises ved bruk av likning (4) og (5), at en økning i usikkerheten på avkastningen til prosjektet, gitt lik  $\rho(r_p, r_M)$ , vil medføre et høyere avkastningskrav ( $k_t$ ). Utgangspunktet er at, hvis  $NNV \geq 0$  skal investeringen aksepteres, og forkastes dersom  $NNV < 0$ . Gitt fri tilgang til kapital, vil man investere i alle prosjekter som er uavhengige av hverandre, og har  $NNV > 0$ . Ved beskrankning på kapitalen, velger man det prosjektet (eller porteføljen av prosjekter) som totalt gir høyest  $NNV$ .

Nåverdimetoden tar utgangspunkt i en forventet kontantstrøm og at investeringen har en gitt levetid, uten mulighet til fremtidige valg, altså uten opsjonsmuligheter. Dette avviker fra virkeligheten, siden investeringer ikke er så stiliserte som dette.

### 3.2.2 Opsjonsbasert metode

Ifølge Dixit & Pindyck (1994) har investeringsbeslutninger tre viktige karakteristika. For det første er investeringer helt eller delvis irreversible. Det vil si at dersom man ombestemmer seg, vil investerte midler være helt eller delvis tapt. For det andre er gevinsten av investeringen usikker. Med det menes at avkastningen er tilstandsavhengig, og at variansen kan være stor. For det tredje, har man en utsettelsesopsjon, som gir mulighet til å utsette investeringen i påvente av bedre tider, eller til man har bedre informasjon om fremtiden. Dette gjør at nåverdimetoden kan være misvisende, da den ikke tar hensyn til fordelene av fremtidige muligheter og valg.

For investeringer i oljebransjen skaper opsjoner merverdi, da de gir mulighet til valg, som eksempelvis å legge ned et prosjekt med svake fremtidsutsikter. Først vil vi ta for oss finansielle opsjoner hvor diskontering av verdien er basert på avkastningskravet til investeringen, deretter gjennomgås realopsjoner i et hypotetisk oljeprosjekt for å synliggjøre hvordan opsjoner kan fungere i praksis og hvordan økt usikkerhet påvirker investeringsbeslutningen.

#### 3.2.2.1 Finansielle opsjoner

En opsjon er et derivat, hvor prisen bestemmes av et underliggende aktivum (Bodie, Marcus, & Kane, 2014). En kjøpsopsjon gir eieren rettighet (ikke plikt) til å kjøpe et aktivum på, eller innen,

et forhåndsbestemt tidspunkt, til en forhåndsbestemt pris, mens en salgsoption gir under samme omstendigheter eieren rettighet til å selge et aktivum.

Gevinsten ( $G$ ) på en option ved forfall er differansen mellom verdien på aktivumet ( $S$ ) og avtalt kjøpspris (salgspris) ( $X$ ). En kjøpsoption vil kun bli utøvd dersom verdien på aktivumet er høyere enn avtalt kjøpspris, mens en salgsoption vil bli utøvd dersom verdien på aktivumet er lavere enn avtalt salgspris. Gevinst ved forfall er dermed:

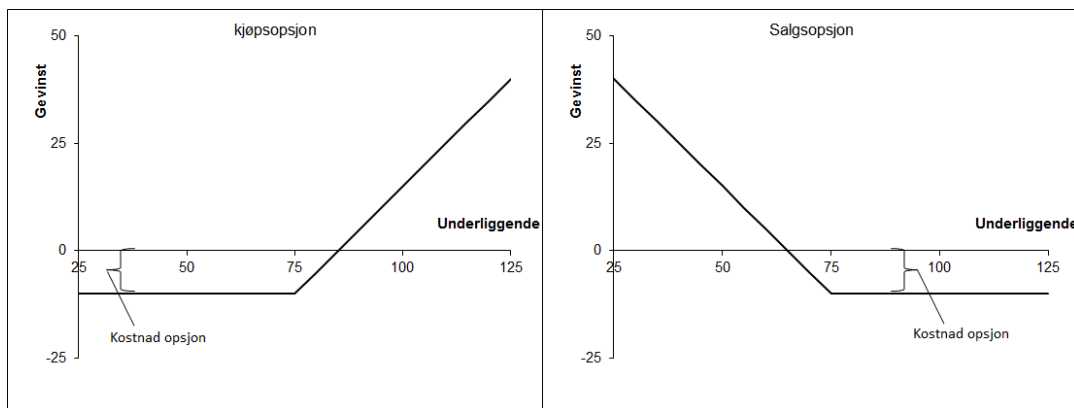
$$\text{Kjøpsoption:} \quad G = \text{Max}[S - X, 0] \quad (6)$$

$$\text{Salgsoption:} \quad G = \text{Max}[X - S, 0] \quad (7)$$

Inngåelse av en optionsavtale er ikke gratis. Uavhengig av hvilken type option det gjelder, vil det være en investeringskostnad ( $I$ ), ved at man må betale motparten en optionspremie. Ved å ta hensyn til kostnaden ved inngåelse av optionen, vil nåverdien av avkastningen ( $P$ ) ved fremtidig innløsning være:

$$\text{Kjøpsoption:} \quad P = \frac{\text{Max}(S - X, 0)}{1 + k} - I \quad (8)$$

$$\text{Salgsoption:} \quad P = \frac{\text{Max}(X - S, 0)}{1 + k} - I \quad (9)$$



Figur 13: Eksempel på avkastningsprofil til en finansiell kjøps- og salgsoption med innløsningspris på 75.

Figur 13 viser avkastningsprofil til en kjøpsoption og en salgsoption gitt av likning 8 og 9. Siden det ikke er nedside utover inngåelseskostnaden, vil høy usikkerhet være fordelaktig, da økt usikkerhet øker det mulige intervallet for utfallet.

### **3.2.2.2 Realopsjoner i oljebransjen**

Realopsjoner er lik finansielle opsjoner, men med den forskjellen at realopsjoner omhandler aktiva som ikke lett omsettes i markedet (Berk & DeMarzo, 2014). Med realopsjoner, har man i likhet med finansielle opsjoner mulighet til å gjøre investeringsvalg ved et senere tidspunkt. Ved usikkerhet kan man eksempelvis utsette en investering til man har tilegnet seg mer informasjon. Denne muligheten gir investeringer merverdi, av den grunn at man kan bruke lærdom til å ta de rette avgjørelsene. Ved å bruke realopsjoner til å verdsette prosjekt, forsøker man å estimere hva det gjeldende prosjektet ville vært verdt dersom det skulle vært solgt på det finansielle markedet (Smit & Trigeorgis, 2004).

Oljesektoren er karakterisert av store investeringer. Hvorvidt disse investeringene vil være lønnsomme er avhengige av flere usikre faktorer. Utviklingen av et oljefelt innebærer estimering av blant annet størrelse på oljereservene, produksjonskostnader og fremtidig oljepris.

En utsettelsesopsjon, som gir mulighet for å utsette investeringen til mer informasjon er kjent, har samme egenskaper som en kjøpsopsjon. Ved å vente til mer informasjon er tilgjengelig før man gjør investeringsbeslutningen, kan man beslutte å forkaste investeringen dersom nåverdien er mindre enn null. I likhet med en finansiell opsjon, kommer denne opsjonen med en kostnad, som eksempelvis tap ved utsatt inntjening og risiko for at konkurrenter kommer i forkjøpet. Ved å utsette investeringen, mister man også muligheten til å benytte vekstopsjon. Ved å investere med en gang, kan man legge til rette for fremtidig utvidelse av produksjonen, hvis forholdene skulle bli fordelaktige. Beslutningen mellom å utsette investeringen, eller investere med en gang, avhenger derfor av avveiningen mellom kostnadene ved å vente, og gevinsten ved å være fleksibel (Berk & DeMarzo, 2014). Dersom man starter ett prosjekt, og ser videre at investering i gjeldende prosjekt ikke lenger ansees som økonomisk forsvarlig, kan muligheten til å stoppe prosjektet sees på som en salgsopsjon.

En metode for å verdsette et prosjekt ved hjelp av realopsjoner, er å benytte risikonøytrale sannsynligheter. Fordelen med risikonøytrale sannsynligheter, er at det ikke er behov for å estimere kapitalkostnaden. Med utgangspunkt i at alle investorer er risikonøytrale, vil ethvert aktivum ha samme kapitalkostnad, risikofri rente (Berk & DeMarzo, 2014). Ved å benytte risikonøytrale sannsynligheter, antas det at utfallet følger en binomisk modell, og enten øker med en oppgangsfaktor ( $u$ ) eller synker med en nedgangsfaktor ( $d$ ). På bakgrunn av at risikoaverse

investorer krever risikopåslag ved risikable investeringer, og at risikonøytrale investorer ikke krever kompensasjon, må sannsynlighetene som legges til grunn for risikonøytrale investorer være mer pessimistiske. Grunnen til det er at neddiskontering med risikofri rente, skal gi samme verdi av en investering, som neddiskontering med risikopåslag. Ved å anta at oljeprisen følger en lognormal prosess, vil oppgangs- og nedgangsfaktorene være gitt ved:

$$u = e^{\sigma} \text{ og } d = \frac{1}{u} \quad (10)$$

hvor «e» er Eulers tall og « $\sigma$ » er volatilitet målt i standardavvik. Spotprisen til olje i neste periode er gitt av verdien i forrige periode multiplisert med oppgangs- eller nedgangsfaktoren:

$$S_{t+1}^+ = uS_t \text{ og } S_{t+1}^- = dS_t \quad (11)$$

hvor  $S_{t+1}^+$  er spotprisen ved oppgang og  $S_{t+1}^-$  er spotprisen ved nedgang. Ved kjøp og salg av råvarer, som underliggende aktivum, vil det være kostnader forbundet ved å eie råvaren. For å estimere sannsynligheten for oppgang og nedgang, justeres den risikofrie renten ( $r_f$ ) med en convenience yield ( $\delta$ ) (fordelen/ulempen ved å ha en vare disponibel). Den risikonøytrale sannsynligheten for oppgang ( $p$ ) er gitt av:

$$p = \frac{(1+r_f-\delta)S_t - S_{t+1}^-}{S_{t+1}^+ - S_{t+1}^-}, \quad (12)$$

hvor convenience yielden er gitt av forholdet mellom oljens fremtidige pris  $F_t$  og spotpris:

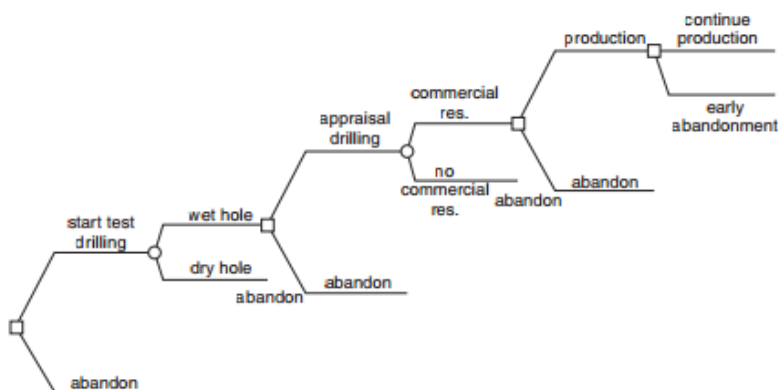
$$\delta_t = (1 + r_f) - \sqrt{\frac{F_t}{S_t}}, \quad (13)$$

slik at spotprisen i dag vil være gitt av forventning til fremtidig spotpris:

$$S_t = \frac{pS_{t+1}^+ + (1-p)S_{t+1}^-}{1+r_f}, \quad (14)$$

der sammenhengen benyttes til verdsettelse av oljeprosjekt.

Videre tar vi for oss hvordan opsjoner nyttes i et offshore oljeprosjekt med kontinuerlig produksjon.<sup>7</sup> I et oljeprosjekt er det mange steg hvor det må tas valg. Valgene som tas baseres på hva verdien av prosjektet er i dag, gitt fremtidig usikkerhet.



Figur 14: Beslutningstre for et offshore oljeprosjekt. Ledelsen har tilstandsavhengige valg, notert som «□». «○» er usikkerhet i pris og kvantum som utvikler seg gjennom prosjektets livssyklus. Kilde: Smit & Trigoris (2004, s137).

*Usikkerhet i mengde olje.* Leteboring og avgrensingsbrønner øker kunnskapen om mengde olje som er tilgjengelig for utvinning.

*Muligheten til å starte leteboring.* Dersom geofysiske undersøkelser gir positive resultater, kan man gå videre med leteboring.

*Muligheten til å investere i avgrensingsbrønner.* Dersom leteboringen ga positive resultater, kan man gå videre med avgrensingsbrønner, for å undersøke om reservoaret er stort nok og egnet for kommersiell produksjon.

*Usikkerhet i oljepriser.* Med kunnskap om mengde olje tilgjengelig, er det usikkerhet i fremtidig oljepris som avgjør om man bør fortsette med kommersiell aktivitet, eller legge ned prosjektet.

*Muligheten for investering i utvikling.* Etter at man har tilegnet seg kunnskap om mengde olje som er mulig å oppdrive, har man valget mellom å starte kommersiell produksjon, eller forlate prosjektet.

*Mulighet for tidlig nedleggelse.* Ved slutten av brønnens levetid, vil plugging av brønn og opprydding etter produksjon medføre en stor investering. For å unngå videre kostnader mot slutten

<sup>7</sup> Dette eksempelet er hentet fra Smit & Trigeorgis (2004)

av prosjektets levetid, har man mulighet til å avslutte produksjon før all potensiell olje er produsert. Valget å stoppe produksjonen gjøres dersom verdien av å legge ned umiddelbart er større enn å produsere videre.

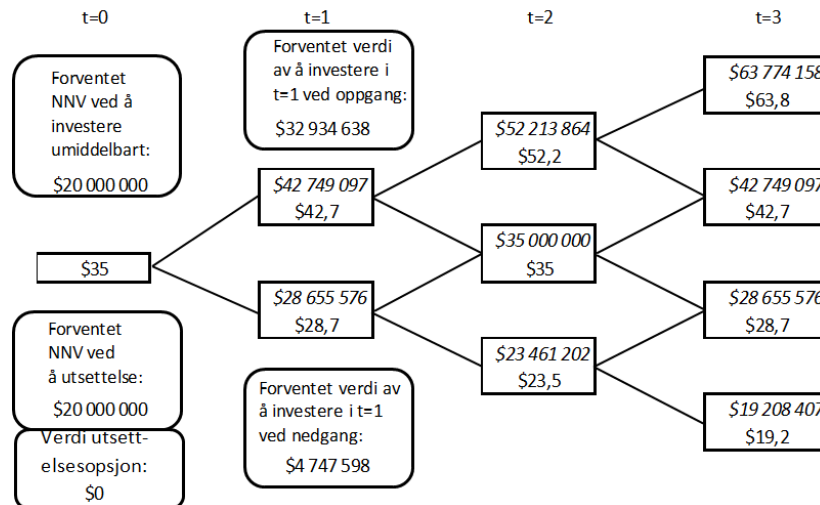
Ved å bygge videre på likning 14, og å anta at produksjonsmengden er gitt, slik at det er oljeprisen som avgjør fremtidig kontantstrøm, vil kontantstrømmen til prosjektet være gitt av mengde produsert ganget med oljepris på det gitte tidspunkt, minus kostnader som produksjonskostnader og skatt.

$$V_t = CF_t + \frac{pV_{t+1}^+ + (1-p)V_{t-1}^-}{1+r_f}, \quad (15)$$

for gitt tilstand til oljeprisen ( $S$ ), er verdien av prosjekt ( $V$ ) ved kontinuerlig produksjon, summen av fremtidige kontantstrømmer, når man regner seg bakover i tid.

Det kan vises at ved økt usikkerhet, øker verdien av å utsette investeringen. For å synliggjøre dette, tar vi for oss et numerisk eksempel i en litt forenklet verden. Det bygges videre på Figur 14, og i noden *commercial res.* antas, i stedet for *production* og *abandon*, at man kostnadsfritt har mulighet til å utsette investeringsvalget en periode. Usikkerhet i prosjektet, er kun usikkerheten i fremtidig oljepris, og denne antas å være fast det året produksjonen utføres. I eksempelet antas det at leteboring gir indikasjoner på at det er olje tilsvarende 2 millioner fat i reservoaret, og at denne mengden kan utvinnes lineært over 2 år, fra og med året etter investeringen. Investeringskostnaden for å kunne starte kommersiell produksjon er \$50 millioner i  $t=0$ , og vil øke samsvarende med risikofri rente, slik at investeringskostnaden i  $t=1$  ved utsettelse er \$52,6 millioner. Videre er tidligere kostnader tilhørende forundersøkelser tapt, slik at det kun er fremtidig inntjening som er av betydning. Kostnader ved produksjon antas for enkelhetens skyld å vær null. Risikofri rente antas kontinuerlig forrentning på 5% ( $\approx 5,1\%$  p.a.). For å sammenligne, antas  $\sigma=20\%$  i «scenario 1» og  $\sigma=40\%$  i «scenario 2».

«Scenario 1». Ved å benytte likning (10), blir oppgangs- og nedgangsfaktoren henholdsvis 1,22 og 0,82, som gir oljeprisutvikling og tilhørende produksjonsinntekter som vist i Figur 15. Den risikonøytrale sannsynligheten for oppgang og nedgang, kommer av likning (12) og er 0,577 for oppgang, og 0,423 for nedgang.

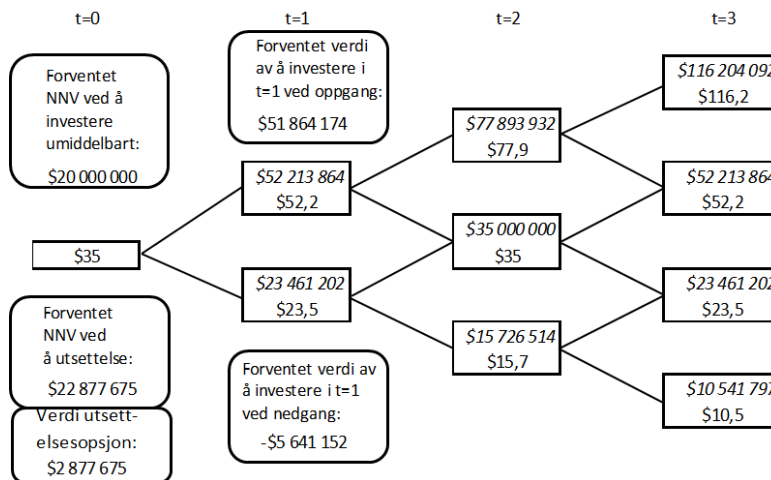


Figur 15: Binomisk tre, med utviklingsscenarioer for oljepris og medfølgende inntekter ved eventuell produksjon «scenario 1». Kilde: Forfatter.

Ved umiddelbar investering, benyttes likning (15) for å neddiskontere kontantstrømmene til periode  $t=0$ . Ved utsettelse, neddiskonteres kontantstrømmene til periode  $t=1$ , for å undersøke om det er positiv verdi ved å investere på det gitte tidspunktet. For å estimere forventet verdi av å utsette i  $t=0$ , neddiskonteres verdiene ved utsettelse i  $t=1$ :  $E(NNV, utsettelse) = \frac{\rho * Max(V^+, 0) + (1-\rho) * Max(V^-, 0)}{1+r_f}$ , hvor  $V^+$  og  $V^-$  er forventet verdi av å investere i  $t=1$  for henholdsvis oppgang og nedgang. Som man kan se av figuren, ønsker man å investere uavhengig av oppgang og nedgang fra periode 0 til periode 1. Forventet verdi av å utsette vil derfor være lik nåverdien av å investere i dag, og dermed er verdien av utsettelsesopsjonen \$0.

I «scenario 2» vil man med  $\sigma = 40\%$  få en oppgangsfaktor på 1,49 og en nedgangsfaktor på 0,67, som gir oljepris og tilhørende produksjonsinntekter, som vist i Figur 16. Den risikonøytrale sannsynligheten for oppgang og nedgang er henholdsvis 0,454 og 0,536.





Figur 16: Binomisk tre, med utviklingsscenarioer for oljepris og medfølgende inntekter ved eventuell produksjon «scenario 2». Kilde: Forfatter.

I dette tilfellet vil en nedgang fra t=0 til t=1 medføre en negativ verdi ved investering i periode 1. Dermed vil det ikke forekomme investering ved nedgang, slik at den reelle «verdien» ved nedgang i periode 1 er \$0. På bakgrunn av dette, er opsjonsverdien  $\frac{(0,536)*5\,641\,152}{1,051} = \$2\,877\,675$ , og det vil være lønnsomt å utsette investeringen.

Som illustrert, øker verdien av utsettelsesopsjonen ved økt usikkerhet, og det kan være fordelaktig å utsette investeringen, til mer informasjon er kjent. Dette eksempelet utelukker vekstopsjon. Muligheter for å kunne utvide produksjonen i fremtiden, øker verdien av å investere i dag, på grunn av fleksibilitet. Valget mellom å investere i dag eller vente til mer informasjon er kjent, vil derfor være avhengig hva som gir høyest verdi: utsette for å tilegne seg mer informasjon, eller investere og ha muligheten til å utvide produksjonen.

### 3.2.3 Markedsbasert metode

I relativ verdsettelse benyttes multipler for å verdsette eiendeler. Multipler er forholdstall, hvor en verdiindikator (som pris) står i telleren, og verdidriver (som fortjeneste eller antall fat oljereserver) står i nevneren. Prinsippet bak metoden er loven om en pris, altså at like aktiva må selges til lik pris. Det som gjør markedsbasert metode til en god verdsettelsesmetode, er dens enkelhet. Verdsettelse basert på multipler gjøres mye raskere og med færre antakelser om aktivumet, enn ved å bruke nåverdimetoden (Damodaran, 2012). I og med at man ser på relative tall, kan man gjøre vurderinger om tilstanden i markedet ved å se på historiske data. Markedsbasert verdsettelse

er mest vanlig å bruke for å verdivurdere selskap, men benyttes også på prosjektnivå. Multipler for bruk i verdsettelse av selskap er den synsvinkelen som blir brukt i dette avsnittet.

Det kreves to viktige faktorer for å bruke relativ verdsettelse (Damodaran, 2012). For det første må man standardisere eiendelene, slik at man måler det samme. Det mest vanlige er å konvertere de til multipler basert på inntekt, bokførte verdier og salg. Videre må man identifisere lignende selskap. Problemet med sistnevnte er at ingen selskap er helt like. For å løse dette, benyttes gjerne et gjennomsnitt av flere selskap innen en bransje.

Nedsiden ved metoden er den samme som gjør den god. Ved å bruke relativ verdsettelse og ikke ta høyde for nøkkelfaktorer, som blant annet risiko og vekstmuligheter, vil man fort kunne få inkonsistens i verdsettelsen (Damodaran, 2012). I og med at multipler gir verdsettelse basert på tilstanden i markedet, er det sannsynlig at man undervurderer verdien til aktivumet når markedet er pessimistisk, og man vil således overvurdere aktivumet når markedet er optimistisk. Siden multipler er bransjespesifikke, vil man ved nye teknologiske utspring og bransjer, få multipler hvor man ikke kan avklare markedets tilstand. Mangel på transparens i underliggende forutsetninger, som eksempelvis hvilke multipler som er gode å bruke, eller hvilke aktiva som er sammenlignbare, gjør at denne metoden er lett manipulerbar.

Videre nevnes to typer multipler, pris-bok og verdi-bok. Pris/bok multiplene evaluerer eiendelssiden av selskap, og er definert som følgende:

$$Pris/bok = \frac{\text{Markedsverdi av egenkapital}}{\text{bokført verdi av egenkapital}} \quad (17)$$

regnskapsstandarder gjør at markedsverdien til selskap kan sammenlignes med de bokførte verdiene. Man kan dermed se hvordan lignende selskap i like bransjer er priset i forhold til hverandre.

Ved å legge til markedsverdien av gjeld i telleren, og den bokførte verdien av gjelden i nevneren, får vi verdi/bok multiplene, som tar hensyn til alle interessentene til selskapet.

$$\frac{\text{Verdi}}{\text{bok}} = \frac{\text{Markedsverdi av egenkapital} + \text{markedsverdi gjeld}}{\text{bokført verdi av egenkapital} + \text{bokført verdi gjeld}} \quad (18)$$

dersom markedsverdien av gjeld mangler, kan man også benytte bokført verdi av gjeld i telleren (Damodaran, 2012). Denne multiplikatoren har likheter med Tobins  $q$ , som diskuteres i neste delkapittel.

### **3.3 TOBINS Q**

Tobins  $q$  (Tobin, 1969) er et mål på verdiskaping i et selskap, og er forholdet mellom markedsverdien til selskapets eiendeler og gjeld, over gjenkjøpskostnaden til dets eiendeler. En  $q$ -verdi på 1 betyr at nåverdien til fremtidig inntjening er lik gjenkjøpskostnaden til eiendelene. Dersom  $q > 1$ , er verdien til selskapet høyere enn gjenkjøpskostnaden til eiendelene. Det vil dermed være fordelaktig for selskapet å investere i mer kapital, for å øke dets verdi (Henriques & Sadorsky, 2011). Videre vil det i marked med  $q > 1$ , og (spesielt) ved lave inngangsbarrierer, komme nye aktører på markedet og investere i like eiendeler fram til den marginale  $q = 1$ . Av den grunn vil selskap i et marked med sterk konkurranse, ha  $q$  som går mot 1 (Lindenberg & Ross, 1981). I motsatt fall, dersom  $q < 1$ , vil det ikke være lønnsomt for bedriften å investere i ny kapital etter hvert som den gamle slites.

## 4 TIDLIGERE FORSKNING

---

### 4.1 TEORETISK FORSKNING PÅ INVESTERINGER OG USIKKERHET

Tidlig teoretisk forskning som Arrow (1968) under perfekt konkurranse, og Nickell (1974) under imperfekt konkurranse, studerer viktigheten av forventninger ved irreversible investeringer. Antakelse om at man ikke lenger kan selge realkapital, eller må selge det til en sterkt redusert pris, kan medføre at investeringen ikke lenger er lønnsom. Konklusjonen om investering i et gitt prosjekt kan derfor forandre seg.

Forskning på investeringsrelasjoner og påvirkningskraft, er noe som har vekket interesse hos forskere og akademikere i lang tid. Hartman (1972), Pindyck (1982) og Abel (1983) var tidlig ute i denne forskningen, og har undersøkt hvordan usikkerhet påvirker investeringsatferd. Gitt restriksjonene om en homogen produktfunksjon, og en økende tilfeldig varierende marginalkostnad for investering, finner Hartman (1972) at nåværende investeringer ikke vil bli redusert ved økt usikkerhet om fremtidige priser. Pindyck (1982), under andre forutsetninger, viser at ved stokastisk skiftende etterspørsel, vil investeringene gå opp eller ned avhengig av om den marginale justeringskostnaden øker med høy eller lav fart. Abel (1983) har bygget videre på Pindycks modell, og vist at ved gitt pris på output, fører høyere usikkerhet til høyere rate av investeringer, uavhengig av kurven på den marginale justeringskostnadsfunksjonen.

Teorier om investeringsadferd basert på effekten av at investeringer er irreversible, og at man har opsjon ved å vente, ble på 1980-tallet studert av blant annet Cukierman (1980), Bernanke (1983) og McDonald & Siegel (1986). Cukierman (1980) argumenterer for at i et Bayesisk rammeverk, vil økt usikkerhet redusere økonomisk aktivitet, slik at det til og med for risikonøytrale investorer er lønnsomt å vente med investeringsvalg til mer informasjon er tilgjengelig. Bernanke (1983) er den første til å definere asymmetrien ved "bad news" effekten, ved å undersøke hvordan investeringscykluser kan forklares av irreversible valg under usikkerhet. Ved økende usikkerhet, må investorer gjøre valg om timingen av investeringsbeslutningen, basert på avveining mellom ekstra avkastning gjennom tidlig investering, og fordelene av å inneha ekstra informasjon når investeringen iverksettes. Når investoren står overfor et valg om å investere, er det kun forventningene til alvorligheten av dårlige nyheter i neste periode som avgjør om man er villig til å investere i dag, eller venter på mer informasjon i neste periode (Bernanke, 1983). McDonald &

Siegel (1986) presiserer viktigheten av å tilpasse tidspunktet på investeringer for risikoaverse veldiversifiserte investorer.

Nyere teori knyttet til strategiske investeringer åpner for positiv sammenheng mellom investering og usikkerhet. Bartolini (1993) tar for seg næringer med begrensede ressurser, hvor investorer i utgangspunktet følger en optimal investeringsstrategi. På bakgrunn av at ressursene er begrenset, vil investorer konkurrere, og investere dersom ressursen faller under et kritisk nivå, selv om dette avviker fra optimal investering. Usikkerhet kan derfor ha en positiv effekt på investering, siden investorer ikke har mulighet til å utsette investeringen. Kulatilaka & Perotti (1998) finner at i marked med sterk strategisk konkurranse, vil investeringer tidlig gjøre det lettere å vokse i fremtiden. Økt usikkerhet vil dermed øke verdiene av en vekststasjon, da tidlig investering vil forbedre fleksibiliteten i fremtiden. Det som skiller forskningen til Bartolini (1993) og Kulatilaka & Perotti (1998) fra tidligere teoretisk forskning [som Cukierman (1980); Bernanke (1983); McDonald & Siegel (1986)], er den konkurransemessige delen. Dersom man ikke tar investeringsmuligheten, vil noen andre komme i forkjøpet. Kulatilaka & Perotti (1998) argumenterer at selv om verdien av å vente øker ved økt usikkerhet, så øker verdien av vekststasjonen mer. Sarkar (2000) tydeliggjør at usikkerhet kan ha en positiv effekt på investering, i den forstand at det øker sannsynligheten for beslutning om å investere. Dette gjelder spesielt for prosjekter med lav vekst og lite risiko. På bakgrunn av at teorien strider, må man derfor se på empirien for å avgjøre hvilken effekt usikkerhet har på investeringer.

## **4.2 EMPIRISK FORSKNING PÅ INVESTERING OG USIKKERHET**

Carruth m.fl. (2000) har sammenfattet tidligere forskning på investering og usikkerhet. Resultater viser at det gjennomgående har blitt funnet en negativ sammenheng mellom usikkerhet og investering. Den negative sammenhengen virker å være uavhengig av hvordan usikkerhetsvariabelen er definert. Et noe nyere bidrag er i Bond m.fl. (2005), hvor det benyttes fire forskjellige variabler for usikkerhet. Resultatene bidrar til å underbygge det negative forholdet, da alle variablene har negativ innvirkning på investering.

Basert på et ubalansert paneldatasett, for ikke-finansielle børsnoterte selskap i USA for perioden 1990-2007, undersøker Henriques & Sadorsky (2011) hvilken effekt usikkerhet i oljepris, gitt ved annualiserte daglige standardavvik, har på strategisk investering. Det viser seg at usikkerhet

påvirker selskaps investering, og at denne påvirkningen følger en U-form. Når usikkerheten stiger, øker verdien av utsettelsesopsjonen, og investeringene synker. Når usikkerheten i oljeprisen øker utover et visst innslagspunkt, øker investeringene igjen, da verdien av den strategiske vekstopsjonen overgår verdien til utsettelsesopsjonen.

Bloom, Bond & Van Reenen (2007) har analysert hvordan usikkerhet påvirker investeringsdynamikk, gitt at investeringene er helt eller delvis irreversible. Datasettet består av 672 børsnoterte industriselskap i Storbritannia, i perioden 1972 – 1991. Resultatene viser at selskap utsatt for større grad av usikkerhet, gitt ved aksjeprisvolatilitet, har en mer "forsiktig" investeringsatferd. Lee, Kang, & Ratti (2011) får med et noe større datasett over industriselskap i USA, tilsvarende resultater.

Ghosal & Loungani (2000) har undersøkt forskjeller i hvordan usikkerhet påvirker investeringer for sektorer dominert av små selskap kontra store. Hovedresultatene er at investeringene reduseres ved høyere usikkerhet, og at den negative effekten er betydelig større i sektorer dominert av små selskap. Gilbert & Lieberman (1987) finner at i oligopolistiske bransjer, tendenser små selskap å følge investeringsaktiviteten til andre selskap. Bakgrunnen for det er at små selskap belager seg på at investeringsbeslutningen for andre selskap er et tegn på positive fremtidsutsikter.

Czarnitzki & Toole (2008) har ved å legge til konkurranseaspektet, undersøkt effekten usikkerhet har på R&D investeringer i tyske industriselskap. Et av hovedfunnene er at strategisk rivalisering viser seg å redusere verdien av utsettelsesopsjonen. Det finnes også at store selskap reagerer mindre til usikkerhet, som argumenteres for at kan henge sammen med at store selskap diversifiserer bort større deler av usikkerheten.

### **4.3 FORSKNING PÅ INVESTERINGER OG USIKKERHET I OLJEBRANSJEN**

Forskning på hvordan usikkerhet påvirker investeringer i oljebransjen er ikke like utbredt. Hurn & Wright (1994) undersøker om investeringsbeslutninger i Nordsjøen kan forklares av økonomiske faktorer. Med en proporsjonal hasard-modell finner de at oljepris og størrelse av reserver forkorter verdsettelsestiden signifikant. Oljeprisvolatilitet er ikke signifikant i denne sammenhengen.

Et annet bidrag til forskningen på feltet er Mohn & Misund (2009). Ved å nyttiggjøre en Q-modell, på et datasett med 170 vestlige olje og gass selskap, over en periode på 13 år, har de undersøkt

både markedsusikkerhet og oljeprisusikkerhet i den internasjonale oljebransjen. Resultatene viser at den umiddelbare effekten av en økning i usikkerheten, både for markeds- og bransjespesifikk usikkerhet, medfører en nedgang i investering. I tillegg viser de at en permanent simultan økning i markeds- og bransjespesifikk usikkerhet, på lang sikt fører til en økning i investeringsraten.

Basert på ubalansert paneldata fra havene rundt Norge (Nordsjøen, Norskesjøen og Barentshavet), undersøker Mohn & Osmundsen (2011) responsen av oljeprisendringer og oljeprisusikkerhet på leteboring. Ved en oljeprisnedgang på 1%, synker leteboringer med 0.63%. En økning i oljeprisen har en positiv, men ikke-signifikant innvirkning på leteboringer. Videre har usikkerhet i oljepris en negativ effekt på aktiviteter i leteboring på kort sikt, mens den langsiktige effekten er ubetydelig.

Kellogg (2014) har ved å anvende detaljert data over letebrønner og avgrensingsbrønner boret i Texas, undersøkt sensitiviteten i investeringer overfor skift i usikkerhet. Datasettet inneholder totalt 23279 observasjoner og strekker seg fra 1993 – 2003. Som mål på usikkerhet anvendes implisitt volatilitet, der Black and Scholes opsjonspringsmodell og opsjonspriser fra NYMEX danner grunnlaget for variabelen. Resultatene viser et negativt forhold mellom usikkerhet og investeringer, og endringen i investeringer samsvarer med optimal respons beskrevet i teorien.

Basert på paneldata for 77 børsnoterte oljeselskap fra S&P500, undersøker Antoshin (2006) hvilke usikkerhetsfaktorer som påvirker investering. Som mål på usikkerhet, anvendes tre forskjellige implisitte volatilitetsmål: selskapsspesifikk, industrispesifikk og markedsspesifikk usikkerhet. Volatilitetsmålene blir etablert ved å benytte opsjoner på aksjer til selskapene, på oljefutures og rentefutures på statsobligasjoner. Funnene er at økning i usikkerhet, for alle faktorene, har negativ effekt på investering. Videre argumenteres det for at oljeprisen er en viktig faktor for investering. Ved å legge oljepris til modellen, vil usikkerhet i den industrispesifikke faktoren ikke lenger være signifikant.

Av forskning gjort på størrelse i oljebransjen har Doshi, Kumar, & Yerramilli (2014) forsket på hvilken effekt prisusikkerhet har på realinvesteringer og risikostyring, for selskap i ulik størrelse. Datasettet består av 197 olje og gass selskap i USA, gjennom perioden 1990 – 2013. Modellen brukt til estimering er en Q-modell, og resultatene viser at ved økt usikkerhet justerer store selskap sin sikringsstrategi, men holder realinvestering konstant. Små selskap derimot reduserer realinvesteringer og holder sikringsstrategien konstant.

## 5 MODELL

---

Ved valg av modell, har vi ønsket å bruke en modell underbygget av veletablert teori. Valget stod mellom to modeller, Euler- og Q-modell. Valget endte på en Q-modell, da tester viser at Q-modellen er bedre empirisk, og oppfører seg mer i tråd med økonomisk teori (Angelopoulou, 2005). Bruk av Q-modellen som base i regresjonslikningen er basert på forutsetningen om at aktørene i markedet er forutseende og at selskapets fremtidige investeringsmuligheter derfor er priset i dens markedsverdi (Carpenter & Guariglia, 2008). For å korrekt kunne implementere  $q$ , kan ikke markedsprisen til selskapet være påvirket av finansielle bobler eller nedgangstider (Bond & Van Reenen, 2007). Dermed benyttes den fundamentale verdien til selskapet i  $q$ . Basert på standard neoklassiske antakelser om selskapene, viser Bond & Van Reenen (2007) følgende lineære sammenheng:<sup>8</sup>

$$\left(\frac{I}{K}\right)_{it} = a + \left(\frac{1}{b}\right) Q_{it} + \varepsilon_{it} \quad t = 1, 2, 3, \dots, T, \quad (19)$$

hvor modellens variabel,  $Q_{it} = q_{it} - 1$ . I og med at Tobins marginale  $q$  er vanskelig å estimere, nyttiggjør vi oss av likheten mellom marginale  $q$  og gjennomsnittlige  $q$ , etablert av Hayashi (1982). Den gjennomsnittlige  $q$  er dermed definert som den totale markedsverdien<sup>9</sup> til selskapet i år  $t$  (aksjeverdi + bokført verdi gjeld) delt på totale eiendeler i år  $t-1$ .<sup>10</sup> Videre er  $\left(\frac{I}{K}\right)_{it}$  selskapets investeringsrate, der  $I_{it}$  er selskapets brutto investering, målt etter total realinvestering og  $K_{it}$  er selskapets totale eiendeler.  $\varepsilon_{it}$  er residualen, mens parameterne  $a$  og  $b$  er strukturelle parametere for justeringskostnadsfunksjonen. Denne modellen kan videre bygges på for å kontrollere for flere variabler.

For å undersøke hvordan usikkerhet påvirker investering, utvides modellen med usikkerhetsvariabler. I likhet med Mohn & Misund (2009), velger vi å dele usikkerheten i markedsusikkerhet og bransjespesifikk usikkerhet. Siden usikkerhet er et uobservert konsept

---

<sup>8</sup> Se Appendix 1 for utledning av modellen.

<sup>9</sup> Som beskrevet i teorikapittelet, skal det brukes markedsverdi av gjeld. Da vi ikke har data for dette, antar vi at bokført verdi og markedsverdi er lik, og erstatter følgelig markedsverdi med bokført verdi for gjeld.

<sup>10</sup> I og med at gjenkjøpskostnaden på eiendeler er vanskelig å estimere, bruker vi bokført verdi av totale eiendeler som proxy i  $t-1$  for gjenkjøpskostnaden. Dette er i tråd med tidligere forskning [se f.eks. Mohn og Misund (2009); Henriques og Sadorsky (2011); Pietrovito (2016)]



benyttes utbyttejustert daglig avkastning fra den amerikanske indeksen S&P500 som proxy for markedsusikkerheten. For å undersøke bransjespesifikk usikkerhet, benyttes daglig avkastning i oljepris.<sup>11</sup> Basert på daglig pris ( $p_{kt}$ , hvor  $k=1,2,3\dots,N$ ,  $t=1992-2013$ ), annualiseres standardavviket til den daglige avkastningen ( $r_{kt} = \Delta p = \frac{p_{kt}}{p_{k-1,t}} - 1$ ):

$$\sigma_t^X = \sqrt{\frac{1}{N} * \sum_{k=1}^N (r_{kt} - \bar{r}_t)^2}, \quad (20)$$

hvor  $N$  er det gitte års handelsdager, og  $\bar{r}_t$  er den gjennomsnittlige daglige avkastningen i samme periode. Likningen er multiplisert med 100 for å skalere opp den prosentvise endringen til hele tall.

Konsensus i tidligere forskning, er at kontantstrøm har innvirkning på investering. Fazzari, Hubbard, Petersen, Blinder, & Poterba (1988) konstaterer at kontantstrøm har en signifikant effekt på investeringer i selskap med lav utbetaling av dividende. Carpenter & Guariglia (2008) argumenterer for at kontantstrøm kan ha en signifikant positiv effekt, selv ved bruk av  $Q$ , fordi kontantstrøm er korrelert med informasjon som ikke er tilgjengelig for allmenheten, og derfor ikke fanges av  $Q$ . På den annen side argumenteres det i Erickson & Whited (2000) at kontantstrøm er uviktig, og ikke har noen plass i  $Q$ -modellen. De tester problemet med målingsfeil i marginal  $q$  og finner at når denne feilen er tatt i betraktning, vil den teoretiske fremstillingen av  $q$  være riktig. Vi velger å inkludere kontantstrøm i likningen, da den skal fungere som proxy for investeringsmuligheter som ikke fanges av  $Q$  (Kaplan & Zingales, 1997). Dette kan forsvares på bakgrunn av agent-prinsippal teori (Jensen & Meckling, 1976), hvor ledere i selskap gjør investeringsbeslutninger basert på egen vinning, fremfor selskapets beste. Markedet vet dette, og priser kapital så høyt, at det vil være for kostbart for selskap å hente ekstern kapital til strategiske investeringer. Siden selskapet ikke troverdig kan signalisere til markedet ved gode investeringsmuligheter (Myers & Majluf, 1984), vil det være lettere å gjøre strategiske investeringer med intern kapital (Henriques & Sadorsky, 2011).

---

<sup>11</sup> Daglig prisdata for Brent Crude olje er hentet fra U.S Energy Information Administration (EIA, 2016). For å estimere volatiliteten i S&P 500, er det nyttet daglige utbyttejusterte indeksverdier fra Yahoo! Finance (Finance, 2016).

Kontantstrøm<sup>12</sup> delt på totalkapital  $\left(\frac{CF}{K}\right)_{it}$  legges til likning (21). Videre deles residualen  $\varepsilon_{it}$  inn i idiosynkratisk feilledd  $v_{it}$ , tidsuavhengig individspesifikk effekt  $\eta_i$  og periodespesifikk effekt  $\vartheta_t$ :

$$\left(\frac{I}{K}\right)_{it} = a + \frac{1}{b}Q_{it} + \gamma_1\left(\frac{CF}{K}\right)_{it} + \gamma_2\sigma_t^O + \gamma_3\sigma_t^M + \eta_i + \vartheta_t + v_{it}. \quad (21)$$

På bakgrunn av at investeringer i oljebransjen går over flere år, er det naturlig å tenke seg at det idiosynkratiske feilleddet  $v_{it}$  er autokorrelert. Ved å følge Henriques & Sadorsky (2011) og Mohn & Misund (2009), antar vi at  $v_{it}$  følger en AR(1) prosess:  $v_{it} = \rho v_{i,t-1} + \varphi_{it}$ , hvor  $\varphi_{it}$  er hvit støy og antas å ikke være autokorrelert. Ved å transformere likning (21) ved hjelp av AR(1) prosessen, får vi følgende dynamiske modell:

$$\begin{aligned} \left(\frac{I}{K}\right)_{it} = & a(1 - \rho) + \rho\left(\frac{I}{K}\right)_{i,t-1} + \frac{1}{b}Q_{it} - \frac{\rho}{b}Q_{i,t-1} + \gamma_1\left(\frac{CF}{K}\right)_{it} - \\ & \rho\gamma_1\left(\frac{CF}{K}\right)_{i,t-1} + \gamma_2\sigma_t^O - \rho\gamma_2\sigma_t^O + \gamma_3\sigma_t^M - \rho\gamma_3\sigma_{t-1}^M + (1 - \rho)\eta_i + \vartheta_t - \\ & \rho\vartheta_{t-1} + \varphi_{it}. \end{aligned} \quad (22)$$

For å bruke likning (22) i økonometrisk sammenheng, kan den forenkles til følgende likning:

$$\begin{aligned} \left(\frac{I}{K}\right)_{it} = & \beta_0 + \beta_1\left(\frac{I}{K}\right)_{i,t-1} + \beta_2Q_{it} + \beta_3Q_{i,t-1} + \beta_4\left(\frac{CF}{K}\right)_{it} + \beta_5\left(\frac{CF}{K}\right)_{i,t-1} + \\ & \beta_6\sigma_t^O + \beta_7\sigma_{t-1}^O + \beta_8\sigma_t^M + \beta_9\sigma_{t-1}^M + (1 - \rho)\eta_i + \vartheta_t - \rho\vartheta_{t-1} + \varphi_{it}, \end{aligned} \quad (23)$$

hvor  $\vartheta_t$  blir hensyntatt ved bruk av år-dummier. Vi ønsker å undersøke om størrelsen på selskapet har betydning for investeringsraten ved økt usikkerhet. For å teste dette, utvides modellen videre med interaksjonsdummier, gitt ved selskapsstørrelse multiplisert med usikkerhetsvariablene. Inndeling og diskusjon om størrelse, blir drøftet i kapittel 7.1.

---

<sup>12</sup> Kontantstrøm<sub>t</sub> = driftsresultat etter skatt<sub>t</sub> + avskrivning<sub>t</sub> - Δarbeidskapital<sub>t</sub>.

## 6 ESTIMATOR

---

Valget av estimator er viktig, da estimatorene utledes forskjellig, og baseres på ulike forutsetninger. Vi skal i dette kapitlet nevne de forskjellige estimatorene, og valgene rundt utvelgelsen av estimatoren brukt i resultatene.

### 6.1 PANELDATA ESTIMATOR

Minste kvadraters metode (OLS) baserer seg på å minimere summen av kvadrerte residualer. For paneldata brukes en versjon kalt pooled OLS (POLS). Her samles (pooles) observasjonene i panel, før vanlig OLS estimering utføres. En standard multiplere regresjonslikning kan skrives som:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 x_{it} + \dots + \beta_k x_{it+k} + \varepsilon_{it}, \quad (24)$$

for at estimatoren skal være konsistent og forventningsrett, må en rekke forutsetninger være oppfylt.<sup>13</sup> Modellen forutsetter at  $\beta_0$  og  $\beta_1$  til  $\beta_k$  er identiske for alle individer og tidsperioder. Feilleddet  $\varepsilon_{it}$ , vil variere både over tid og mellom individ, og fange opp alle uobserverte faktorer som måtte være utelatt fra modellen. I et paneldatasett hvor man observerer samme individ over flere tidsperioder, er det ikke nødvendigvis slik at det kan forutsettes at feilleddene er ukorrelerte. Hvis dette er tilfellet, og POLS estimatoren likevel benyttes, vil estimatene bli mindre effisiente enn ved bruk av mer avanserte estimatorene.

En velkjent måte å løse problematikken rundt autokorrelasjonen i  $\varepsilon_{it}$  er å dele den opp i  $\varepsilon_{it} = \eta_i + v_{it}$  (Verbeek, 2012). Komponentene  $\eta_i$  er forutsatt å inneholde all autokorrelasjon som måtte være tilstede i  $\varepsilon_{it}$ . Autokorrelasjon i tillegg til korrelasjon mellom  $\eta_i$  og  $x_{it}$  må tas hensyn til ved valg av estimator. Fixed effects (FE) løser problemene som oppstår ved korrelasjon innad i, og med  $\eta_i$ , ved å gjøre en transformasjon som eliminerer  $\eta_i$  i sin helhet. Transformasjonen skjer ved at tidsgjennomsnittet blir subtrahert fra den opprinnelige likningen.<sup>14</sup> Siden  $\eta_i$  ikke varierer over tid vil den forsvinne, og den nye likningen kan estimeres ved hjelp av POLS. På grunn av transformasjonen, tillates korrelasjon mellom  $\eta_i$  og  $x_{it}$ , men man mister muligheten til å undersøke effekter av tidsuavhengige variabler. I tillegg mister man en frihetsgrad på grunn av

---

<sup>13</sup> se Appendix 2: Forutsetninger for POLS.

<sup>14</sup> Se **Feil! Fant ikke referanse-kilden.**: Utledning og forutsetninger for FE.

tidsgjennomsnittslikningen. Et annet alternativ for å eliminere  $\eta_i$ , er å bruke første-differensiert estimator (FD). Transformasjonen som nyttiggjøres i FD er subtraksjon av  $y_{i,t-1}$  fra  $y_{it}$ . På lik linje som FE, forsvinner  $\eta_i$ , fordi den er tidsuavhengig. Man mister i tillegg muligheten for å undersøke tidsuavhengige faktorer, da de vil bli differensiert bort

Random effects estimatoren (RE) er på mange måter en middelvei mellom FE og POLS. Den gjeldende forutsetningen for  $\eta_i$  er at den ikke lenger kan være korrelert med  $x_{it}$ , slik som i FE, men at den er ukorrelert for alle  $x_{it}$ .  $\eta_i$  kan fortsatt være autokorrelert, slik at hvis man samler feilleddet  $\eta_i + v_{it} = \varepsilon_{it}$ , vil man få et feilledd som er autokorrelert over tid. For å redusere autokorrelasjonen utføres en transformasjon i RE. Transformasjonen involverer at det subtraheres en andel lik  $\theta = (1 - \sqrt{\frac{\sigma_v^2}{\sigma_v^2 + T\sigma_\eta^2}})$  av hver variabel. Det tillates dermed tidsuavhengige variabler, så lenge variablene ikke er korrelert med  $\eta_i$ . Det kan også sees av andelen som subtraheres at både FE og POLS kan oppnås om henholdsvis  $\theta = 1$  og  $\theta = 0$ . Det skjer aldri i praksis at  $\theta$  er 0 eller 1, men når  $T \rightarrow \infty$ , går  $\theta$  mot 1. Denne sammenhengen fører til indifferens mellom FE og RE, ved estimering på datasett med lang tidsserie (Wooldridge, 2013). Da den gjeldende forutsetningen for RE er brutt på grunn av korrelasjon mellom  $\eta_i$  og  $Q$ , i tillegg til korrelasjon mellom  $\eta_i$  og  $\left(\frac{I}{K}\right)_{t-1}$ , vil ikke RE estimatoren benyttes til estimeringen av vår modell.

## 6.2 DYNAMISK PANELDATA ESTIMATOR

POLS og FE estimatoren antar at høyre-side variablene er eksogene. Ved å anvende  $\left(\frac{I}{K}\right)_{t-1}$  behandles endogen<sup>15</sup> variabel som eksogen. Det kan også argumenteres for at  $Q$ -variabelen er endogen. Lederatferd og kompetanse kan påvirke selskapsverdien gjennom over- og underinvestering og dermed skape endogenitetsproblemer. Ved bruk av endogene variabler, vil POLS og FE estimatene være inkonsistent og forventningsskjev.

Endogenitetsproblemene kan vises ved å ta utgangspunkt i en enkel AR(1) modell (Bond, 2002):

$$y_{it} = \rho y_{i,t-1} + (\eta_i + \varphi_{it}); \quad |\rho| < 1; \quad i = 1, 2, \dots, N; \quad t = 2, 3, \dots, T, \quad (25)$$

---

<sup>15</sup> Med endogene variabler, menes at  $x_{it}$  er ukorrelert med  $v_{i,t+1}$  og fremtidige sjokk, men er korrelert med  $v_{it}$  og tidligere sjokk. Med predeterminert menes at  $x_{it}$  er ukorrelert med  $v_{it}$  og fremtidige sjokk, men korrelert med  $v_{i,t-1}$  og tidligere sjokk. Men eksogen menes at  $x_{it}$  er ukorrelert med all  $v_i$ .

hvor  $y_{it}$  er observasjoner i en serie for individ  $i$ , i periode  $t$  og  $y_{i,t-1}$  er dens laggede variabel.  $\varphi_{it}$  er støy, og antas å være uavhengig mellom individer og ikke inneholde autokorrelasjon. Den uobserverte tidsuavhengige individspesifikke effekten,  $\eta_i$ , tillater heterogenitet i gjennomsnittet av  $y_{it}$ -serien mellom individer. Ved å behandle  $\eta_i$  som stokastisk, impliseres det at denne er korrelert med den laggede avhengige variabelen. Antakelsene for  $\eta_i$  og  $\varphi_{it}$  fører til at POLS estimatet for  $\rho$  i nivå-likninger er inkonsistent<sup>16</sup>, siden den forklarende variabelen  $y_{i,t-1}$  er positivt korrelert med feilledet ( $\eta_i + \varphi_{it}$ ) på grunn av individspesifikke effekter. Korrelasjonen forsvinner ikke når antallet individer øker, og vi får skjevhet for utelatt variabel. Empiri tyder på at skjevheten i POLS estimatoren, i nivå, er positiv spesielt for store data (Bond, 2002).

FE fjerner inkonsistensen ved å transformere likningen for å eliminere  $\eta_i$ . Et problem for panel hvor  $T$  er liten, er at transformasjonen medfører en betydelig korrelasjon mellom den laggede avhengige variabelen og feilledet. Den transformerte laggede avhengige variabelen fra likning (23) er  $y_{i,t-1} - \frac{1}{T-1}(y_{i1} + \dots + y_{it} + \dots + Y_{i,T-1})$ , mens det transformerte feilledet er  $\varphi_{it} - \frac{1}{T-1}(\varphi_{i2} + \dots + \varphi_{i,t-1} + \dots + \varphi_{iT})$ . Dette medfører at  $\frac{-y_{it}}{T-1}$  er korrelert med  $\varphi_{it}$ , og  $\frac{-\varphi_{i,t-1}}{T-1}$  er korrelert med  $y_{i,t-1}$ . Korrelasjonen mellom den laggede avhengige variabelen og feilledet er negativ, og forsvinner ikke når antallet observasjoner øker. FE estimatene blir derfor inkonsistente og forventningsskjev. Empiri tyder på at skjevheten i FE estimatene er negativ, spesielt for store data (Bond, 2002). Det faktumet at estimatorene med stor sannsynlighet er forventningsskjev i hver sin retning, kan utnyttes ved å bruke en estimator som legger seg mellom POLS og FE estimatene.

Anderson & Hsiao (1981) foreslår å bruke første-differensiert to-steps minste kvadrats estimator (2SLS):

$$\Delta y_{it} = \rho \Delta y_{i,t-1} + \varphi_{it}; \quad |\rho| < 1; \quad i = 1, 2, \dots, N; \quad t = 3, 4, \dots, T \quad (26)$$

første-differensiert transformering fjerner den individspesifikke effekten  $\eta$  fra modellen. Et viktig poeng er at første-differensiering ikke introduserer alle realisasjoner av støy ( $\varphi_{i2}, \varphi_{i3}, \dots, \varphi_{iT}$ ) i feilledet til den transformerte likningen for periode  $t$ , slik som ved FE transformasjon. På grunn av  $\Delta \varphi_{it}$  sin avhengighet til  $\varphi_{i,t-1}$ , vil POLS estimatene av  $\rho$  i første-differensierte modeller være inkonsistente. Denne skjevheten er negativ, og typisk større enn FE (Bond, 2002). Ved å bruke

<sup>16</sup> Inkonsistent vil si at likevel om utvalget øker, vil ikke verdien gå mot virkelig verdi (Wooldridge, 2013).

2SLS med instrumentelle variabler som både er korrelert med  $\Delta y_{i,t-1}$  og ortogonal med  $\Delta \varphi_{it}$ , kan man oppnå konsistente estimater av  $\rho$ . Eneste forutsetning er at initialbetingelsen  $y_{i1}$  er ukorrelert med fremtidig støy  $\varphi_{it}$  for  $t=2,3,\dots,T$ . I dette tilfellet er initialbetingelsene definert til å være predeterminerte (Bond, 2002). Siden  $\eta_i$  er differensiert bort, har korrelasjon mellom  $\eta_i$  og  $y_{i1}$  ingen betydning, og man trenger følgelig ingen restriksjoner på stasjonæritet. Ved å holde på tidligere antakelse om at  $\varphi_{it}$  ikke er autokorrelert, impliserer den predeterminerte initialbetingelsen at  $y_{i,t-2}$  i nivålikningen er ukorrelert med  $\Delta \varphi_{it}$ .  $y_{i,t-2}$  er derfor gyldig som instrumentell variabel, slik at  $\Delta y_{i,t-2} = (y_{i,t-2} - y_{i,t-3}) + \varphi_{i,t-2}$  er gyldig som differensiert instrument-variabel for  $\Delta y_{i,t-1}$  i likning (26). Et problem er at modellen er overidentifisert når  $T > 3$ , som medfører at 2SLS ikke er effisient, selv med et komplett sett av tilgjengelige instrumenter for hver likning og homoskedastisk støy  $\varphi_{it}$ . Ved å tillate for flere momenter, som ved GMM, medfører at man beholder effisiente estimater i denne konteksten.

### 6.3 GMM

For å håndtere problemene dynamiske modeller fører til, kan man benytte generaliserte momenter metode (GMM). Streng eksogenitet utestenger påvirkning av tidligere sjokk på nåværende variabel, noe som ikke vil være en realistisk forutsetning i modeller som inneholder variabler som er funnet simultant, slik som investering og Tobins Q. Det finnes flere typer GMM estimatorer. Første-differensiert GMM estimator, benytter første-differensiering for å eliminere den uobserverte selskapsspesifikke effekten, for så å bruke laggede endogene variabler som instrumenter. I første-differensiering vil instrumentene være svake dersom variabelen inneholder store enhetsrøtter ( $\rho \rightarrow 1$ ), og er nær å følge en random walk (Bond, 2002). Dette kan illustreres ved å trekke  $y_{i,t-1}$  fra likning (25) på begge sider når  $\eta_i$  er eliminert:

$$y_{it} - y_{t-1} = (\rho - 1)y_{t-1} + \varphi_{it}, \quad (27)$$

vi kan se av likning (27) at ved  $\rho = 1$  vil vi få random walk, siden  $\Delta y_t = (1 - 1)y_{t-1} + \varphi_{it} = \varphi_{it}$ . I lys av dette forutsetter GMM-estimatoren at de autoregressive parametrene er signifikant mindre enn 1. På bakgrunn av at den asymptotiske distribusjonsestimeringen i GMM-estimatoren bygger på antakelsen om at antall tidsperioder er konstant, mens antallet selskap øker, kan egenskapene til enhetsrøttene testes ved en enkel AR(1) prosess, på POLS og FE estimater med en t-test eller F-test (Bond, Elston, Mairesse, & Mulkay, 2003).

Avhengig var. / Estimator	$\left(\frac{I}{K}\right)_{it}$	$Q_{it}$	$\left(\frac{CF}{K}\right)_{it}$	$\sigma_t^M$	$\sigma_t^O$
POLS	0.613*** (0.00)	0.708*** (0.00)	0.302*** (0.00)	0.502*** (0.00)	0.255 (0.30)
FE	0.182*** (0.00)	0.432*** (0.00)	-0.113*** (0.01)		
Wald	67.16*** (0.00)	5.66** (0.02)	87.19*** (0.00)	27.13*** (0.00)	9.70*** (0.01)

Tabell 1: POLS og FE-estimatorer skaffet fra Stata 14. Wald er F-test på at koeffisienten til den laggede variabelen, på POLS estimatene, med nullhypotese at de er lik 1. \*  $p < 0.10$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.01$

Resultatene i Tabell 1 viser at koeffisientene er signifikant mindre enn 1, som vil si at instrumentene inneholder informasjon utover random walk. Vårt datasett inneholder  $T = 22$ , men som vi diskuterer i kapittel 0, vil regresjonen utføres på langt færre observasjoner enn det potensielle utgangspunktet, og gjennomsnittlig  $T$  per selskap er kun 6,8 år. En ulempe ved første-differensiert GMM er at estimatoren forstørker gapene mellom observasjonene på ubalanserte data. Ved testing på første-differensiert GMM, ender vi opp med koeffisienter på  $\left(\frac{I}{K}\right)_{t-1}$ , som er langt under FE estimatet, altså utenfor FE/POLS-intervallet. I lys av dette, velger vi derfor å bruke system GMM til regresjonene.

Proessen i system GMM, bygger videre på første-differensiert GMM, som først utfører en differensiering av variablene, slik at  $\eta_t$  elimineres. Problemer oppstår dersom man differensierer predeterminerte variabler, da disse variablene kan bli endogene. Arellano & Bond (1991) utviklet en estimator som ved å instrumentere den endogene variabelen med ønsket antall tidligere laggs, likevel kunne få effisiente estimat. En videreutvikling av Arellano & Bover (1995) og Blundell & Bond (1998), viser at ved å inkludere den opprinnelige likningen i tillegg til den differensierte, og dermed skape et system med to likninger, vil kunne skape en enda mer effisient estimator. System GMM kan dermed få nyttiggjort flere momenter, i og med at første-differensierte variabler kan benyttes som instrument på nivå likninger og nivå variabler kan benyttes som instrument på første-differensierte likninger (Roodman, 2009).

Det skilles mellom ett-steg og to-steps system GMM. I ett-steg system GMM forutsettes det homoskedastisitet, mens to-steps system GMM estimatoren er robust for heteroskedastisitet. Bond (2002) fremhever at tidligere forskning har fokusert i større grad på ett-steg system GMM på bakgrunn av at standardfeilene i to-steps system GMM er negativt forventningsskjev på datasett med liten  $T$ . Windmeijer (2005) foreslår en korreksjon, som reduserer skjevheten betraktelig, og

gjør to-steps system GMM mer effisient enn ett-steg GMM, også for liten T. På bakgrunn av dette, velger vi å benytte to-steps system GMM, med Windmeijer (2005) korreksjon, til estimering av vår modell.



## 7 DATA

Datasettet benyttet i utredningen er et ubalansert paneldatasett, og stammer fra Information Handling Services (IHS). Det inneholder utvalgte poster fra årsregnskapet for 210 børsregistrerte olje og gass selskap, fra den vestlige verden. Ved bruk av et ubalansert datasett, tillater vi at observasjonene ikke er tilstede i alle årene, for alle selskapene. Regnskapsdataen strekker seg fra perioden 1992 til 2013, som potensielt gir  $22 * 210 = 4620$  selskapsår.

Variabel	Obs	Gj.snitt	Std.		
			Avvik	Min	Max
I/K	2565	0,1906	0,1368	-0,3538	1,0995
Q	2145	3,0371	67,032	-0,8253	2313,4
CF/K	2526	0,1097	0,2075	-2,4807	5,8439
$\sigma^M$	22	16,901	7,7905	7,8066	41,054
$\sigma^O$	22	33,223	9,9417	17,623	52,063

Tabell 2: Deskriptiv statistikk for datamaterialet. Kilde: IHS ([www.ihs.com](http://www.ihs.com))

Av de 4620 potensielle selskapsårene var det 2028 selskapsår som manglet, målt etter observasjon på realinvestering. Tre selskap hadde to observasjoner for året 2013. Det kunne ikke gjøres rede for bakgrunnen til dette, og vi valgte følgelig å fjerne begge 2013-observasjonene for vedkommende selskap. Av hensyn til å kunne estimere Q, er observasjoner hvor markedsverdi manglet blitt fjernet, som utgjør en reduksjon på 159 observasjoner. En del observasjoner hadde høyere oppstrømsinntekter enn totale inntekter, som kan tyde på at det har lagt seg inn uobserverte negative element mellom oppstrømsinntektene og totalinntektene. Fjerning av disse medfører en reduksjon på 282 observasjoner. For å unngå potensiell feilmåling ved fusjoner, oppkjøp eller avhendelse, bruker vi årlig vekst som tegn på at selskapene har gjennomgått store restruktureringer (Mohn & Misund, 2009). I lys av dette, har vi fjernet alle selskap hvor eiendeler enten stiger eller synker med 33% eller mer fra ett år til et annet. Denne silingen reduserer antall observasjoner med totalt 626, hvor 572 observasjoner forsvinner ved vekstkriteriet, mens 54 blir fjernet av reduksjonskriteriet. På bakgrunn av at det ikke er økonomisk forsvarlig for selskap med  $q < 1$  å investere i ny kapital etter hvert som kapitalen slites, har vi fjernet selskap der  $Q(q-1) < 0$ , som utgjør en videre reduksjon på 312 observasjoner. 118 observasjoner forsvinner grunnet manglende Q variabel. Generering av kontantstrømvariabelen medfører en reduksjon på 10 observasjoner, grunnet manglende avskrivninger eller endring i arbeidskapital. Til slutt medfører lagging av

variablene at første observasjon for hver tidsserie forsvinner, som tilsvarer en reduksjon på 394 observasjoner.

Variabel	Obs	Gj.snitt	Std. Avvik	Min.	Max
<b>I/K</b>	691	0,1691	0,0892	0,0022	0,6209
<b>Q</b>	691	0,8239	0,8726	0,0000	8,7921
<b>CF/K</b>	691	0,1379	0,0999	-0,8634	0,4916
$\sigma^M$	21	17,24	8,00	7,81	41,05
$\sigma^O$	21	33,81	10,04	17,62	52,06

Tabell 3: Deskriptiv statistikk for variabler benyttet i regresjonen. Kilde: IHS (www.ihs.com).

Etter utsilingen står vi igjen med 15% av det opprinnelige potensielle antallet observasjoner. En reduksjon på 44% er en følge av manglende observasjoner, 3% blir fjernet som følge av manglende markedsverdi. Større oppstrømsinntekt enn totalinntekt førte til en ytterligere reduksjon på 6%. Videre blir 14% av observasjonene fjernet på bakgrunn av antatt restrukturering, mens Q-kriteriet førte til en reduksjon på 7%. Manglende observasjoner på avskrivninger, endring i arbeidskapital og Q, reduserte settet med ytterligere 3%. Lagging av variablene reduserte datasettet med 8%, og det står igjen 691 observasjoner til å utføre regresjoner på.

## 7.1 STØRRELSE

For å undersøke hvordan størrelsen på selskapene påvirkes av markeds- og bransjespesifikk usikkerhet, har vi delt selskapene i tre kategorier: store, medium og små selskap. Tidligere empiriske studier [eksempelvis Ghosal & Loungani (2000); Beck, Demirguc-Kunt, Laeven, & Levine (2008)] har brukt antall ansatte for å skille mellom store og små selskap. Bond, Klemm, Newton-Smith, Syed, & Vlieghe (2004) deler selskap i to, ut ifra om størrelsen er større eller mindre enn medianen det første observasjonsåret. Vi har i vår studie ikke tilgang på antall ansatte, og velger derfor å modifisere Bond m.fl. (2004) sin metode.

Gruppe	Gj.snitt	Std.avvik	Min	Maks	n	N
<b>Stor</b>	121416	97062	20631	393041	35	230
<b>Mellomstor</b>	8392	5179	2011	20202	58	231
<b>Liten</b>	502,5	501,5	6,746	1974	22	230

Tabell 4: Deskriptiv statistikk er selskaperens bokførte verdi av eiendeler, målt i millioner 2014-dollar. Kilde IHS (www.ihs.com)

På bakgrunn av at dataene strekker seg over flere år, har vi valgt å bruke inflasjonsjustert bokført verdi av eiendelene i 2014-dollar, slik at det er lik måling på størrelse gjennom hele datasettet. Vi

ønsker å la selskapene kunne skifte mellom gruppene i løpet av tidsserien. På bakgrunn av dette, er det inflasjonsjustert størrelse på eiendelene det gitte året som avgjør kategorien til selskapet. Merk at inflasjonsjustering kun er gjort for å generere størrelsesdummiene. Det er gjort lik inndeling mellom selskapene, slik at hver av kategoriene har like mange observasjoner.

## 8 RESULTATER

---

Tabell 5 viser den foreslåtte modellen i likning (23), inkludert størrelsesdummier multiplisert med usikkerhetsvariablene estimert ved POLS, FE og GMM. Som vist i Tabell 1 i kapittel (6.3) får vi en relativt høy koeffisient for den autoregressive variabelen  $\left(\frac{I}{K}\right)_{t-1}$  i POLS-estimatene, og tilsvarende lav koeffisient for samme variabel i FE-estimatene. Siden POLS er positivt forventningsskjev, overestimerer den følgelig effekten variablene har på investeringsrate, mens FE, som er negativt forventningsskjev, underestimerer den samme effekten. Ved bruk av GMM legger koeffisienten seg mellom disse estimatene.

Roodman (2009a) poengterer at bruk av for mange instrumenter i GMM, vil føre til at endogene variabler blir overidentifisert. På bakgrunn av at antallet elementer som blir estimert i variansmatrisen er kvadratisk i antallet instrumenter, vil antallet elementer kunne øke i fjerdegrad med T (Roodman, 2009a). Med et begrenset antall observasjoner, kan vi få problemer med å ha for lite informasjon til å kunne estimere matrisene på en god måte. Videre fører problemer med for mange instrumenter til at spesifikasjonstestene blir svekket (Roodman, 2009b). På bakgrunn av dette har vi valgt å sette den lengste laggen til 3. Det vil si at instrumentvariabler for den første-differensierte likningen er:  $\left(\frac{I}{K}\right)_{i,t-2}, \left(\frac{I}{K}\right)_{i,t-3}, Q_{i,t-2}, Q_{i,t-3}, \sigma_{i,t-2}^O, \sigma_{i,t-3}^O, \sigma_{i,t-2}^M, \sigma_{i,t-3}^M$ , og instrumentvariabler for nivå-likningen er:  $\Delta\left(\frac{I}{K}\right)_{i,t-2}, \Delta\left(\frac{I}{K}\right)_{i,t-3}, \Delta Q_{i,t-2}, \Delta Q_{i,t-3}, \Delta\sigma_{i,t-2}^O, \Delta\sigma_{i,t-3}^O, \Delta\sigma_{i,t-2}^M, \Delta\sigma_{i,t-3}^M$ .

For å teste om modellen er overidentifisert, rapporterer Stata *Sargan test* og *Hansen J* for overidentifikasjon. Ved heteroskedastisitet og autokorrelasjon vil Sargan testen være inkonsistent (Roodman, 2009a), og tendensere til å over-forkaste nullhypotesen om ingen overidentifisering (Mohn & Misund, 2009). I og med at Hansen J er robust for heteroskedastisitet og autokorrelasjon, rapporteres denne. Resultater fra Hansen J viser at nullhypotesen, om at modellen ikke er overidentifisert, ikke kan forkastes.

AB AC(1) og AB AC(2) er Arellano-Bond test for autokorrelasjon i differensierte residualer. Resultatet for AB AC(1) er som forventet. Forkasting av  $H_0$  om ingen autokorrelasjon gir unyttig informasjon, siden  $\Delta v_{it}$  er relatert til  $\Delta v_{i,t-1}$  via  $v_{i,t-1}$ , og derfor autokorrelert. For å undersøke

om det forekommer autokorrelasjon i nivå, sees det etter korrelasjon av 2.orden i de differensierte residualene (Roodman, 2009a). At AB AC(2) ikke kan forkastes, tyder på at vi ikke har autokorrelasjon i residualene i nivålikningen, og at instrumentene oppfører seg som ønsket. Wald  $X^2$  tester felles signifikans for alle variablene i modellen.

Variabler	Modell 1 POLS	Modell 2 FE	Modell 3 GMM
$\left(\frac{I}{K}\right)_{t-1}$	0.588*** (0.000)	0.141* (0.081)	0.329*** (0.000)
$Q$	0.0082 (0.123)	0.0161*** (0.003)	0.0037 (0.499)
$Q_{t-1}$	-0.0104** (0.032)	0.0101* (0.076)	-0.0065 (0.256)
$\left(\frac{CF}{K}\right)$	0.0862* (0.095)	0.0407 (0.383)	0.0579 (0.251)
$\left(\frac{CF}{K}\right)_{t-1}$	-0.0581 (0.168)	0.0066 (0.899)	-0.0269 (0.475)
$\sigma_{Liten}^O$	-0.0007 (0.525)	-0.0021 (0.319)	0.0013 (0.210)
$\sigma_{Med}^O$	-0.0026*** (0.001)	-0.0033 (0.106)	-0.0008 (0.297)
$\sigma_{Stor}^O$	-0.0020** (0.012)	-0.0034* (0.096)	-0.0004 (0.460)
$\sigma_{Liten,t-1}^O$	-0.0036*** (0.006)	-0.0017* (0.061)	0.0033*** (0.003)
$\sigma_{Med,t-1}^O$	-0.0034*** (0.000)	-0.0010 (0.140)	0.0032*** (0.000)
$\sigma_{Stor,t-1}^O$	-0.0038*** (0.000)	-0.0011** (0.041)	0.0028*** (0.000)
$\sigma_{Liten}^M$	0.0027 (0.143)	0.0009 (0.586)	0.0035** (0.030)
$\sigma_{Med}^M$	0.0035*** (0.000)	0.0013 (0.529)	0.0038*** (0.000)
$\sigma_{Stor}^M$	0.0023*** (0.004)	0.0014 (0.499)	0.0023*** (0.001)
$\sigma_{Liten,t-1}^M$	0.0008 (0.595)	0.0020 (0.366)	-0.0052** (0.010)
$\sigma_{Med,t-1}^M$	0.0024** (0.019)	0.0029 (0.178)	-0.0028* (0.064)
$\sigma_{Stor,t-1}^M$	0.0020*** (0.010)	0.0033* (0.087)	-0.0031*** (0.006)
Observasjoner	691	691	691
R <sup>2</sup>	0.515	0.202	
Ant. Selskap	117	117	117
Instrumenter			130
Hansen J			84.78 (0.664)
AB AC(1)			-3.280*** (0.000)
AB AC(2)			-1.586 (0.113)
Wald X <sup>2</sup>			4055*** (0.000)

Tabell 5: Estimering er utført i STATA versjon 14. POLS er samlet (clustret) etter selskap og estimert med robuste standardavvik. FE er estimert med robuste standardavvik. I modell 3 er  $(I/K)_{i,t-1}$  og  $Q_{it}$  er behandlet som endogen, og instrumentert etter GMM-prosedyre. I modell 3 er den lengste laggen satt til 3. Alle regresjoner er utført med et fullt sett av år-dummier. \*  $p < 0.10$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.01$ . P-verdier vises i parentes.

Fra modell 3 i tabell 5, kan det sees at koeffisientene for kontantstrøm-variablene ikke er signifikante. Dette kan tyde på at kapitalmarkedet klarer å skille mellom gode og dårlige

investeringer, slik at intern og ekstern kapital prises likt. På bakgrunn av det, vil selskapene være indifferente mellom intern og ekstern kapital, slik at kontantstrøm er uviktig for selskapets investeringer. Videre viser resultatene at Q-variabelen ikke bidrar med å forklare investeringsraten. Dette kan tyde på at mange av de strenge antakelsene for Q-modellen, gjør at prestasjonen empirisk for investering i oljebransjen er lav. Gjennomsnittlig q vil kun være en god proxy for marginal q under forutsetningene om fullkommen konkurranse, og homogen produksjonsfunksjon (Hayashi, 1982). Oljebransjen er som nevnt ikke kjennetegnet av fullkommen konkurranse, som gjør at Q inneholder målefeil. Relatert til målefeil, foreslår Bo (1999) at en annen grunn kan være at Q alene ikke klarer å forklare investeringsatferd, og at man får problemer med skjevhet på grunn av utelatte variabler. Dette samsvarer med våre resultater, da vi får signifikante verdier på usikkerhetsvariablene våre.

Ved en økning i markedsusikkerhet Tabell 6, er den umiddelbare effekten på investeringsraten for alle selskapene signifikant positiv. Merk at usikkerhetsvariablene for markeds og bransjespesifikk usikkerhet er annualiserte standardavvik av daglige endringer i prosent, og investeringsrate er investeringer i prosent av totalkapitalen.

	$\sigma_{Liten}^M$	$\sigma_{Med}^M$	$\sigma_{Stor}^M$	$\sigma_{Liten}^M - \sigma_{Med}^M$	$\sigma_{Liten}^M - \sigma_{Stor}^M$	$\sigma_{Med}^M - \sigma_{Stor}^M$
Umiddelbar effekt	0.0035** (0.030)	0.0038*** (0.000)	0.0023*** (0.001)	-0.0003 (0.874)	0.0012 (0.452)	0.0015** (0.033)
Lagget effekt	-0.0052** (0.010)	-0.0028* (0.064)	-0.0031*** (0.006)	-0.0023 (0.143)	-0.0021 (0.163)	0.0002 (0.841)
Langsiktig effekt	-0.0024 (0.325)	0.0014 (0.588)	-0.0011 (0.531)	-0.0038 (0.137)	-0.0013 (0.539)	0.0026 (0.208)

Tabell 6: Venstre side angir umiddelbar effekt, lagget effekt og den langsiktige effekten av en økning i markedsusikkerheten med 1pp. Høyre side sammenlikner disse effektene mellom gruppene. Den langsiktige effekten er kalkulert som  $(\beta_2 + \beta_3)/(1 - \beta_1)$ , hvor p-verdier er estimert gjennom ikke-lineære tester i Stata 14. \*  $p < 0.10$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.01$ . P-verdier vises i parentes.

Tolkningen av dette er at 1pp økning i markedsusikkerheten, isolert sett (ceteris paribus effekt), vil medføre en umiddelbar økning i investeringsraten for små, mellomstore og store selskap, med henholdsvis 0,35pp ( $p=0,030$ ), 0,38pp ( $p=0,000$ ) og 0,23pp ( $p=0,001$ ). Olje er den viktigste energikilden, og antas å være i toppsjiktet av foretrukne energikilder i lang tid fremover. Siden utvinningsraten på et oljefelt synker etterhvert som produksjonen modnes, kreves kontinuerlig investering for å opprettholde produksjonen. Positivt fortegn til koeffisienten for den umiddelbare effekten ved en økning i markedsusikkerheten, er i tråd med teori om strategisk investering. Aktørene investerer i usikre tider for å beholde markedsposisjon, og for å ha muligheten til å utvide produksjonen i fremtiden. Siden datasettet benyttet i utredningen er en utvidet versjon av Mohn og Misund (2009), er det nærliggende å sammenligne med deres resultater. Det viser seg at det har

vært et skift i hvordan selskap forholder seg til markedsusikkerhet. Høy oljepris, med unntak av en forbigående periode under finanskrisen 2008 – 2009, kan ha skapt en positiv og selvsikker holdning til forventet avkastning, slik at selskapene gjennom den siste perioden i større grad har fokusert på oppsiden ved økt usikkerhet. Tester viser at den umiddelbare effekten av en økning i markedsusikkerhet, er signifikant større for mellom-store enn for store selskap. Resultatet er noe overraskende, men en mulig forklaring kan være at mellomstore selskap har større insentiv til vekst og å øke markedsposisjon enn store selskap. Ved økt markedsusikkerhet, vil derfor verdien av strategiske investeringer være høyere for mellomstore selskap enn for store selskap. Effekten på investeringsraten ved økt markedsusikkerhet er for alle selskapsstørrelsene avtagende over tid, slik at den langsiktige effekten ved en permanent økning i markedsusikkerhet ikke er signifikant forskjellig fra null.

	$\sigma_{Liten}^0$	$\sigma_{Med}^0$	$\sigma_{Stor}^0$	$\sigma_{Liten}^0 - \sigma_{Med}^0$	$\sigma_{Liten}^0 - \sigma_{Stor}^0$	$\sigma_{Med}^0 - \sigma_{Stor}^0$
Umiddelbar effekt	0.0013 (0.210)	-0.0008 (0.297)	-0.0004 (0.460)	0.0020** (0.047)	0.0017* (0.078)	-0.0004 (0.577)
Lagget effekt	0.0033*** (0.003)	0.0032*** (0.000)	0.0028*** (0.000)	0.0000 (0.963)	0.0005 (0.570)	0.0004 (0.331)
Langsiktig effekt	0.0067*** (0.000)	0.0036** (0.022)	0.0035*** (0.003)	0.0031** (0.034)	0.0032*** (0.005)	0.0001 (0.926)

Tabell 7: Venstre side angir umiddelbar effekt, lagget effekt og den langsiktige effekten av en økning i oljeprisusikkerheten med 1pp. Høyre side sammenlikner disse effektene mellom gruppene. Den langsiktige effekten er kalkulert som  $(\beta_2 + \beta_3)/(1 - \beta_1)$ , hvor p-verdier er estimert gjennom ikke-lineære tester i Stata 14. \*  $p < 0.10$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.01$ . P-verdier vises i parentes.

Ved en økning i bransjespesifikk usikkerhet (Tabell 7), er ikke den umiddelbare effekten på investeringsraten signifikant forskjellig fra null, for noen av selskapene. Selskap har ulike preferanser, slik at noen vil være tjent med å gjøre investeringer for å posisjonere seg når usikkerheten i bransjen stiger, mens andre handler i tråd med standard opsjonsteori, og utsetter investeringer i påvente av mer kunnskap. En mulighet for manglende umiddelbare endringer kan derfor henge sammen med at verdien av utsettelsesopsjoner og muligheten for fremtidig fleksibilitet utligner hverandre, slik at det i gjennomsnitt vil være «business as usual». Siden koeffisientene ikke er signifikante, gir det ikke mening å se om det er signifikant forskjell mellom selskapene. Den langsiktige effekten av en permanent økning i bransjespesifikk usikkerhet på 1pp, vil medføre en økning i investeringsraten på 0,67pp ( $p=0,000$ ) for små selskap, 0,36pp ( $p=0,022$ ) for mellomstore selskap og 0,35 ( $p=0,003$ ) for store selskap. Det positive forholdet mellom bransjespesifikk usikkerhet og investeringsrate, kan komme av treghet i investeringene. Bar-Ilan & Strange (1996) viser at selskap med høy investeringslagg kan bli oppmuntret til å investere ved høyere usikkerhet. Positiv langsiktig effekt av bransjespesifikk usikkerhet kan også finnes i Mohn

& Misund (2009), der det argumenteres for at den positive relasjonen kan komme av ønsket om ustabilitet i pris, først poengtert av Oi (1961). Tester viser at små selskap på lang sikt har en signifikant høyere investeringsrate ved en permanent økning i bransjespesifikk usikkerhet enn mellomstore og store selskap. Oi (1961) sitt poeng med at selskap vil tjene på ustabilitet i pris, så lenge selskapene til enhver tid maksimerer kortsiktig profitt, kan tenkes å være en forklaring for forskjellen mellom selskapene. Små selskap har gjerne en mer sentralisert selskapsstruktur, og har derfor mulighet til å ta investeringsbeslutninger på kortere tid. Dette kan føre til at små selskap har mulighet til å reagere mer optimalt ved bransjespesifikk usikkerhet, og øker investeringer mer enn mellom-store og store selskap. En annen forklaring kan være at store selskap i større grad er vertikalt integrerte. Store selskap vil da, på grunn av mindre eksponering mot den bransjespesifikke usikkerheten, ha lavere forventet endring i investeringsrate ved økning i usikkerhet enn små selskap.

	$\sigma_{Liten}^O + \sigma_{Liten}^M$	$\sigma_{Med}^O + \sigma_{Med}^M$	$\sigma_{Stor}^O + \sigma_{Stor}^M$	$\sigma_{Liten}^{O+M} - \sigma_{Med}^{O+M}$	$\sigma_{Liten}^{O+M} - \sigma_{Stor}^{O+M}$	$\sigma_{Med}^{O+M} - \sigma_{Stor}^{O+M}$
Umiddelbar effekt	0.0048*** (0.001)	0.0030*** (0.000)	0.0019*** (0.000)	0.0019 (0.229)	0.0029** (0.042)	0.0011* (0.061)
Lagget effekt	-0.0019 (0.197)	0.0004 (0.699)	-0.0003 (0.701)	-0.0023* (0.094)	-0.0016 (0.201)	0.0007 (0.455)
Langsiktig effekt	0.0043*** (0.000)	0.0051*** (0.000)	0.0024*** (0.004)	-0.0007 (0.577)	0.0020* (0.072)	0.0027*** (0.009)

Tabell 8: Venstre side angir umiddelbar effekt, lagget effekt og den langsiktige effekten av en simultan økning i markeds- og oljeprisusikkerheten med 1pp. Høyre side sammenlikner disse effektene mellom gruppene. Den langsiktige effekten er kalkulert som  $(\beta_2 + \beta_3)/(1 - \beta_1) + (\beta_4 + \beta_5)/(1 - \beta_1)$ , hvor p-verdier er estimert gjennom ikke-lineære tester i Stata 14. \*  $p < 0.10$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.01$ . P-verdier vises i parentes.

En positiv koeffisient for den umiddelbare effekten ved en simultan økning i begge usikkerhetsmålene (Tabell 8), tyder på at strategisk investering, med påfølgende mulighet for bruk av vekstposjoner dominerer oljebransjen. Denne effekten er større for små og mellomstore selskap, som i gjennomsnitt øker investeringsraten med henholdsvis 0,29pp ( $p=0,042$ ) og 0,11pp ( $p=0,061$ ) mer enn store selskap. Den langsiktige effekten av en permanent økning i begge usikkerhetsmålene har en sterkt signifikant positiv effekt for alle selskapsgruppene. En permanent økning i begge usikkerhetsmålene på 1pp, vil på lang sikt i gjennomsnitt medføre en økning i investeringsraten for store selskap på 0,24pp ( $p=0,004$ ). Dette er 0,2pp ( $p=0,072$ ) lavere enn for små selskap og 0,27pp ( $p=0,009$ ) lavere enn for mellomstore selskap, som i gjennomsnitt vil øke investeringsraten med henholdsvis 0,43pp ( $p=0,000$ ) og 0,51pp ( $p=0,000$ ). Et skift i forskjellene mellom selskap, når man ser på total usikkerhet, kan skyldes at selskapene har ulike preferanser, i tillegg til at eksponeringen til usikkerhetsmålene er forskjellig.



## 9 KONKLUSJON

---

Denne utredningen har undersøkt hvordan bransjespesifikk usikkerhet og markedsusikkerhet påvirker investeringsraten i oljebransjen, og om størrelsen på selskapet er av betydning for omfanget av denne påvirkningen. Investeringsbeslutninger er basert på forventningen om fremtidig fortjeneste. Ved økt usikkerhet, øker spriket mellom forventet avkastning, og mulige utfall på avkastningen. Historisk sett har bransjespesifikk usikkerhet hatt en klar sammenheng med uro i Midtøsten, og da spesielt OPEC-land. OPEC har på bakgrunn av tilbudsoverskudd, mulighet til å kontrollere oljeprisen ved å manipulere tilbudet. Denne muligheten har ved gjentatte tilfeller ført til sjokk i oljepris, og dermed høy bransjespesifikk usikkerhet. Markedsusikkerheten er knyttet til makroøkonomiske faktorer. Usikkerhet knyttet til fremtidig global vekst, medfører usikkerhet rundt fremtidig etterspørsel. Krakk med påfølgende krise, medfører at etterspørselen etter olje vil forandres, og selskapene har behov for å redusere produksjonen. Problemet som oppstår ved høy volatilitet i etterspørsel, er at tilbud og etterspørsel blir i dynamisk ubalanse.

Standard økonomisk teori på realopsjoner og irreversible investeringer, viser til en negativ sammenheng mellom investering og usikkerhet. På bakgrunn av at olje er en begrenset ressurs, og at det knives hardt mellom selskapene om ledige oljefelt, vises det gjennom strategisk investering, og opsjonsteori at økt usikkerhet også kan gi en positiv sammenheng. Våre funn viser at en økning i bransjespesifikk usikkerhet stimulerer til økt investering på sikt. Positivt fortegn på den umiddelbare effekten ved økt markedsusikkerhet, gir tegn til strategisk investering. Denne effekten ser ut til å forsvinne over tid, slik at den langsiktige effekten ved en permanent økning i markedsusikkerheten ikke er signifikant forskjellig fra null. Den langsiktige effekten av en simultan økning i markedsusikkerhet og bransjespesifikk usikkerhet er positiv, og tyder på at selskapene stimuleres av økt usikkerhet. Fortegnet til usikkerhetsvariablene er det samme for alle selskap uavhengig av tidshorisont, men usikkerhet har signifikant større effekt på investeringsrate for små og mellom-store selskap enn for store selskap. En mulig forklaring til forskjellene kan være strategisk investering, og bruken av vekstoppsjoner. Ledelsen i selskapene har med stor sannsynlighet forskjellige preferanser og syn på fremtiden, som i tillegg til graden av eksponering kan være med på å forklare resultatene. Vi har konstatert at størrelse er av signifikant betydning for forholdet mellom usikkerhet og investeringsrate, men ytterligere forskning kreves for å etablere svar på hvorfor størrelse er av betydning.

Mulige feilkilder i utredningen kan være at datasettet har vært for lite til å få tilstrekkelig observasjoner i hver gruppe ved oppdeling. Små utvalg kan føre til forventningsskjevhet, og gjøre estimatene feilaktige. For videre forskning, kan flere usikkerhetsmål legges til likningen, for å få et bredere bilde av hvordan usikkerhet påvirker investeringsraten. Til slutt, siden Q-modellen viste seg å ikke opptre i tråd med teori, kunne det vært hensiktsmessig å benytte en mer sofistikert modell.

## 10 REFERANSELISTE

---

- Abel, A. B. (1983). Optimal investment under uncertainty. *The American Economic Review*, 73(1), 228-233.
- Anderson, T. W., & Hsiao, C. (1981). Estimation of dynamic models with error components. *Journal of the American statistical Association*, 76(375), 598-606.
- Angelopoulou, E. (2005). *The comparative performance of Q-type and dynamic models of firm investment: Empirical evidence from the UK*: na.
- Antoshin, S. (2006). Investment Under Uncertainty. Available at SSRN 972722.
- Arellano, M., & Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *The Review of Economic Studies*, 58(2), 277-297.
- Arellano, M., & Bover, O. (1995). Another look at the instrumental variable estimation of error-components models. *Journal of econometrics*, 68(1), 29-51.
- Arrow, K. J. (1968). Optimal capital policy with irreversible investment. *Value, Capital and Growth*, 1-20.
- Bar-Ilan, A., & Strange, W. C. (1996). Investment lags. *The American Economic Review*, 86(3), 610-622.
- Bartolini, L. (1993). Competitive runs: The case of a ceiling on aggregate investment. *European Economic Review*, 37(5), 921-948.
- Beck, T., Demirguc-Kunt, A., Laeven, L., & Levine, R. (2008). Finance, firm size, and growth. *Journal of money, credit and banking*, 40(7), 1379-1405.
- Berk, J., & DeMarzo, P. M. (2014). *Corporate finance* (3rd ed., Global ed., [Special ed.]. ed.). Boston: Pearson.
- Bernanke, B. S. (1983). Irreversibility, Uncertainty, and Cyclical Investment. *The Quarterly Journal of Economics*, 85-106.
- Bloom, N., Bond, S., & Van Reenen, J. (2007). Uncertainty and investment dynamics. *The Review of Economic Studies*, 74(2), 391-415.
- Blundell, R., & Bond, S. (1998). Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of econometrics*, 87(1), 115-143.
- Bo, H. (1999). *The Q theory of investment: does uncertainty matter*: Graduate School/Research Institute Systems, Organisation and Management.
- Bodie, Z., Marcus, A. J., & Kane, A. (2014). *Investments* (10th global ed. ed.). Berkshire: McGraw-Hill Education.
- Bond, S. (2002). Dynamic panel data models: a guide to micro data methods and practice. *Portuguese economic journal*, 1(2), 141-162.

- Bond, S., Elston, J. A., Mairesse, J., & Mulkay, B. (2003). Financial factors and investment in Belgium, France, Germany, and the United Kingdom: A comparison using company panel data. *Review of Economics and Statistics*, 85(1), 153-165.
- Bond, S., Klemm, A., Newton-Smith, R., Syed, M., & Vlieghe, G. W. (2004). The roles of expected profitability, Tobin's Q and cash flow in econometric models of company investment.
- Bond, S., Moessner, R., Mumtaz, H., & Syed, M. (2005). Microeconomic evidence on uncertainty and investment. *Institute for Fiscal Studies*.
- Bond, S., & Van Reenen, J. (2007). Microeconomic models of investment and employment. *Handbook of econometrics*, 6, 4417-4498.
- Bret-Rouzaut, N., & Favennec, J.-P. (2011). *Oil and gas exploration and production : reserves, costs, contracts* (3rd rev. ed. ed.). Paris: Editions technip.
- Bøhren, Ø., & Ekern, S. (1991). *Usikkerhet i oljeprosjekter: relevante og irrelevante risikohensyn*. Sandvika.
- Carpenter, R. E., & Guariglia, A. (2008). Cash flow, investment, and investment opportunities: New tests using UK panel data. *Journal of Banking & Finance*, 32(9), 1894-1906.
- Carruth, A., Dickerson, A., & Henley, A. (2000). What do we know about investment under uncertainty? *Journal of Economic Surveys*, 14(2), 119-154.
- Christense, S., & Kreiner, K. (1991). *Prosjektledelse under usikkerhet*: Universitetsforlaget.
- Cooper, J. C. (2003). Price elasticity of demand for crude oil: estimates for 23 countries. *OPEC review*, 27(1), 1-8.
- Cukierman, A. (1980). The effects of uncertainty on investment under risk neutrality with endogenous information. *The Journal of Political Economy*, 462-475.
- Cust, J., & Harding, T. (2014). Institutions and the location of oil exploration. *OxCarre Research Paper*, 127.
- Czarnitzki, D., & Toole, A. A. (2008). The R&D investment-uncertainty relationship: Do competition and firm size matter? *ZEW-Centre for European Economic Research Discussion Paper*(08-013).
- Damodaran, A. (2012). *Investment Valuation : Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset* (3rd ed. ed. Vol. v.666). Hoboken: Wiley.
- Deutsche Bank. (2013). Oil & Gas for Beginners (pp. 494). wallstreetoasis.com: Deutsche Bank.
- Dixit, A. K., & Pindyck, R. S. (1994). *Investment under uncertainty*: Princeton university press.
- Doshi, H., Kumar, P., & Yerramilli, V. (2014). Uncertainty and Capital Investment: Real Options or Financial Frictions. *SSRN Scholarly Paper ID*, 2315217.
- Downey, M. (2009). *Oil 101*. S.l.: Wooden Table Press.

- EIA. (2016). Europe Brent Spot Price FOB. Retrieved 04.06.2016, from U.S Energy Information Administration.  
<http://www.eia.gov/dnav/pet/hist/LeafHandler.ashx?n=PET&s=RB RTE&f=D>
- Erickson, T., & Whited, T. M. (2000). Measurement error and the relationship between investment and q. *Journal of political economy*, 108(5), 1027-1057.
- Fazzari, S. M., Hubbard, R. G., Petersen, B. C., Blinder, A. S., & Poterba, J. M. (1988). Financing constraints and corporate investment. *Brookings papers on economic activity*, 1988(1), 141-206.
- Filseth, G. (2014). Økonomi og Næringsliv i Asia *Store norske leksikon*.
- Finance, Y. (2016). S&P500 indeks. Retrieved 04.06.2016, from Yahoo  
<http://finance.yahoo.com/q/hp?s=%5EGSPC&a=00&b=1&c=1991&d=11&e=31&f=2013&g=d>
- Ghosal, V., & Loungani, P. (2000). The differential impact of uncertainty on investment in small and large businesses. *Review of Economics and Statistics*, 82(2), 338-343.
- Gilbert, R. J., & Lieberman, M. (1987). Investment and coordination in oligopolistic industries. *The Rand Journal of Economics*, 17-33.
- Hartman, R. (1972). The effects of price and cost uncertainty on investment. *Journal of economic theory*, 5(2), 258-266.
- Hayashi, F. (1982). Tobin's marginal q and average q: A neoclassical interpretation. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 213-224.
- Heizer, J., & Render, B. (2011). *Operations management* (Vol. 10th, Global). Boston, Mass: Pearson Education.
- Henriques, I., & Sadorsky, P. (2011). The effect of oil price volatility on strategic investment. *Energy Economics*, 33(1), 79-87.
- Hurn, A. S., & Wright, R. E. (1994). Geology or economics? Testing models of irreversible investment using North Sea oil data. *The Economic Journal*, 363-371.
- International Energy Agency. (2015). *Key world energy statistics*. Retrieved from [iea.org](http://iea.org):
- International Energy Agency. (2016). *Oil Market Report*. Retrieved from [iea.org](http://iea.org):  
<https://www.iea.org/oilmarketreport/omrpublic/>
- Jensen, M. C., & Meckling, W. H. (1976). Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure. *Journal of financial economics*, 3(4), 305-360.
- Kaplan, S. N., & Zingales, L. (1997). Do investment-cash flow sensitivities provide useful measures of financing constraints? *The Quarterly Journal of Economics*, 169-215.
- Kellogg, R. (2014). The effect of uncertainty on investment: evidence from Texas oil drilling. *The American Economic Review*, 104(6), 1698-1734.
- Konsesjon. (2013). In M. Rauch (Ed.), *Det store Norske leksikon*. <https://snl.no>.

- Kulatilaka, N., & Perotti, E. C. (1998). Strategic growth options. *Management Science*, 44(8), 1021-1031.
- Lax, H. L. (1983). *Political risk in the international oil and gas industry*: Springer Science & Business Media.
- Lee, K., Kang, W., & Ratti, R. A. (2011). Oil price shocks, firm uncertainty, and investment. *Macroeconomic Dynamics*, 15(S3), 416-436.
- Lindenberg, E. B., & Ross, S. A. (1981). Tobin's q ratio and industrial organization. *Journal of business*, 1-32.
- Lundberg, N. H. (2009). Oljeraffinering *Det store Norske leksikon*. <https://snl.no>.
- McDonald, R., & Siegel, D. (1986). THE VALUE OF WAITING TO INVEST. *The Quarterly Journal of Economics*, 101(4), 707-728.
- Mohn, K., & Misund, B. (2009). Investment and uncertainty in the international oil and gas industry. *Energy Economics*, 31(2), 240-248.
- Mohn, K., & Osmundsen, P. (2011). Asymmetry and uncertainty in capital formation: an application to oil investment. *Applied Economics*, 43(28), 4387-4401.
- Myers, S. C., & Majluf, N. S. (1984). Corporate financing and investment decisions when firms have information that investors do not have. *Journal of financial economics*, 13(2), 187-221.
- Nickell, S. (1974). On the role of expectations in the pure theory of investment. *The Review of Economic Studies*, 41(1), 1-19.
- Notaker, H. (2015). Finanskrisen i USA 2008 - 2009 *Store norske leksikon*.
- Oi, W. Y. (1961). The desirability of price instability under perfect competition. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 58-64.
- Oljedirektoratet. (2015). *Produksjonstal desember 2015*. Retrieved from npd.no: <http://www.npd.no/no/Nyheter/Produksjonstal/2015/Desember-2015/>
- Oljedirektoratet, & Oljedepartementet. (2016). Exploration Activity. Retrieved from <http://www.norskpetroleum.no/en/exploration/exploration-activity/>
- OPEC. (2014). *Annual report 2014*. Retrieved from OPEC.org: [http://www.opec.org/opec\\_web/static\\_files\\_project/media/downloads/publications/Annual\\_Report\\_2014.pdf](http://www.opec.org/opec_web/static_files_project/media/downloads/publications/Annual_Report_2014.pdf)
- OPEC. (2015). *World Oil Outlook*. Retrieved from Opec.org: [http://www.opec.org/opec\\_web/en/publications/340.htm](http://www.opec.org/opec_web/en/publications/340.htm)
- OPEC. (2016). About us. Retrieved from [http://www.opec.org/opec\\_web/en/17.htm](http://www.opec.org/opec_web/en/17.htm)
- Petroleum, N. (2016). Investeringer og driftskostnader. In O.-o. e. o. Oljedirektoratet (Ed.). [norskpetroleum.no](http://norskpetroleum.no).

- Pietroviato, F. (2016). Do price-earnings ratios explain investment decisions better than Tobin'sq? Evidence from German firm-level data. *Applied Economics*, 1-13.
- Pindyck, R. (1982). Adjustment costs, uncertainty, and the behavior of the firm. *The American Economic Review*, 72(3), 415-427.
- Pindyck, R., & Rubinfeld, D. (2013). *Microeconomics* (8th ed. ed.). Upper Saddle River, N.J: Pearson.
- Regjeringen. (2016). Norsk oljehistorie på 5 minutter. Retrieved from <https://www.regjeringen.no/no/tema/energi/olje-og-gass/norsk-oljehistorie-pa-5-minutter/id440538/>
- Roodman, D. (2009a). How to do xtabond2: An introduction to difference and system GMM in Stata. *Stata Journal*, 9(1), 86-136.
- Roodman, D. (2009b). A note on the theme of too many instruments\*. *Oxford Bulletin of Economics and statistics*, 71(1), 135-158.
- Sarkar, S. (2000). On the investment–uncertainty relationship in a real options model. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 24(2), 219-225.
- Smit, H. T. J., & Trigeorgis, L. (2004). *Strategic investment : real options and games*. Princeton, N.J: Princeton University Press.
- Tobin, J. (1969). A general equilibrium approach to monetary theory. *Journal of money, credit and banking*, 1(1), 15-29.
- Verbeek, M. (2012). *A guide to modern econometrics* (4th ed. ed.). Chichester: Wiley.
- Windmeijer, F. (2005). A finite sample correction for the variance of linear efficient two-step GMM estimators. *Journal of econometrics*, 126(1), 25-51.
- Wooldridge, J. M. (2013). *Introductory econometrics : a modern approach* (5th ed., international ed. ed.). S.I.: South-Western, Cengage Learning.

# 11 APPENDIX

---

## 11.1 APPENDIX 1

Utleddning av Q-modellen er hentet fra Bond & Van Reenen (2007) og Bond m.fl. (2004).

Basert på antakelsen om en profittmaksimerende bedrift, hvor innsatsfaktoren er av en ensartet homogen vare, og at justeringskostnaden har kvadratisk form:

$$G(I_t, K_t, \epsilon_t) = \frac{b}{2} \left[ \left( \frac{I}{K} \right)_t - a - \epsilon_t \right]^2 K_t, \quad \text{A(1)}$$

hvor  $b$  er justeringskostnaden og  $\epsilon_t$  er et stokastisk sjokk til denne funksjonen, vil profittmaksimeringen i et marked med perfekt konkurranse være:

$$V_t = \max E_t \left[ \sum_{i=0}^{\infty} \beta^i \Pi(K_{t+1}, I_{t+1}, \epsilon_{t+1}) \right], \quad \text{A(2)}$$

hvor  $\beta^i$  er periodens diskonteringsfaktor,  $E[.]$  angir forventet verdi, gitt informasjon i tid  $t$ , og profitt funksjonen til bedriften er gitt av:

$$\Pi(K_t, I_t, \epsilon_t) = p_t^I F(K_t) - p_t^I [I + G(I_t, K_t, \epsilon_t)], \quad \text{A(3)}$$

$F(K_t)$  hvor  $K_{t+1} = (1 - \delta)K_t + I_t$  er produktfunksjonen,  $\delta$  er kapitalslit, og  $p_t^I$  er prisen på innsatsfaktorer. Profittmaksimeringen vil følge to førsteordens betingelser:

$$-\left( \frac{\partial \Pi_t}{\partial I_t} \right) = \lambda_t, \quad \text{A(4)}$$

og

$$\left( \frac{\partial \Pi_t}{\partial K_t} \right) = \lambda_t - (1 - \delta) \beta E_t \lambda_{t+1}, \quad \text{A(5)}$$

$\lambda_t$  er framoverseende skyggepris på en ekstra enhet kapital. Ved å bruke antakelsen om lineær homogenitet, kan vi skrive:

$$\Pi_t = K_t \left( \frac{\partial \Pi_t}{\partial K_t} \right) + I_t \left( \frac{\partial \Pi_t}{\partial I_t} \right), \quad \text{A(6)}$$

ved å sette A(4) og A(6) inn i A(5), får vi:



$$\lambda_t = \left( \frac{\Pi_t}{K_t} + \frac{I_t \lambda_t}{K_t} \right) \beta (1 - \delta) E_t \lambda_{t+1}, \quad \text{A(7)}$$

hvor vi ved å bruke uttrykket for  $K_{t+1}$ , kan vi skrive dette som:

$$\lambda_t (1 - \delta) K_{t-t} = \Pi_t + \beta E_t [\lambda_{t+1} (1 - \delta) K_t], \quad \text{A(8)}$$

ved å løse dette, får vi den maksimerte verdien til selskapet:

$$\lambda_t (1 - \delta) K_{t-t} = E_t [\sum_{i=0}^{\infty} \beta^i \lambda_{t+1} (1 - \delta) K_t]. \quad \text{A(9)}$$

Videre definerer vi den marginale  $q$  som skyggeprisen til en ekstra enhet kapital,  $\lambda_t$ , til dens gjenkjøpsverdi,  $p_t^I$ . Den marginale  $q$  vil da være definert som:

$$q_t = \frac{\lambda_t}{p_t^I}. \quad \text{A(10)}$$

Ved å bruke likheten mellom marginal  $q$  og gjennomsnittlig  $q$ , etablert av Hayashi (1982), får vi

$$q_t = \frac{V_t}{p_t^I (1 - \delta) K_{t-1}}. \quad \text{A(11)}$$

Ved å nyttiggjøre antakelsen til likning A(1), kan likning A(4) manipuleres slik at vi får følgende sammenheng mellom  $Q$  og investering:

$$\left( \frac{I}{K} \right)_t = a + \frac{1}{b} Q + \varepsilon_{it}, \quad \text{A(12)}$$

hvor  $Q=(q-1)$ , som gir utgangspunktet for den økonometriske spesifikasjonen i likningen vår.

## 11.2 APPENDIX 2

Alle forutsetninger er basert på likningen:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 x_{1it} + \beta_2 x_{2it} + \beta_k x_{kit} + \varepsilon_{it}, \quad \text{A(13)}$$

hvor  $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$  er ukjente parametere, og  $\varepsilon_{it}$  er et uobservert feilledd.

### Forutsetninger i POLS

#### 1. Lineær i parametre

Forutsetning 1 beskriver forholdet i populasjonen, vi ønsker å estimere.

#### 2. Tilfeldig utvalg

Det er et tilfeldig utvalg av  $n$  observasjoner, som følger populasjonsmodellen i forutsetning 1. Forutsetningen om tilfeldig utvalg er viktig for at estimatene skal kunne være representative av populasjonen.

3. *Ingen perfekt kolinearitet*

For å kunne estimere  $\hat{\beta}_j$  må utvalget være fritt for faste uavhengige variabler, i tillegg til at det ikke er noe eksakt lineært forhold mellom de uavhengige variablene.

4. *Forventet verdi på 0*

Feilleddet  $\varepsilon_{it}$  har en forventet verdi på 0, gitt verdier på de uavhengige variablene:

$$E(\varepsilon|x_1, x_2, \dots, x_k) = 0. \quad \text{A(14)}$$

Hvis forutsetning 1 – 4 er oppfylt, vil POLS estimatoren være forventningsrett.

5. *Homoskedastisitet*

Feilleddet  $\varepsilon_{it}$  har samme varians, gitt verdier av de uavhengige variablene:

$$\text{Var}(\varepsilon|x_1, x_2, \dots, x_k) = \sigma^2. \quad \text{A(15)}$$

Hvis forutsetning 5 også er oppfylt, vil POLS estimatoren ha den minste variansen blant alle lineære forventningsrette estimatorene.

6. *Normalitet*

Feilleddet  $\varepsilon$  er uavhengig av de uavhengige variablene  $x_1, x_2, \dots, x_k$  og er normalfordelt med gjennomsnitt lik 0, og varians lik  $\sigma^2$ :

$$\text{Normal}(0, \sigma^2). \quad \text{A(16)}$$

### 11.3 APPENDIX 3

Utledning av FE, i tillegg til forutsetninger som er gjeldende.

$\varepsilon_{it}$  kan skrives som  $\eta_i + v_{it}$ , hvor  $\eta_i$  er en uobservert selskapsspesifikk effekt, og  $v_{it}$  er det resisterende feilleddet.

FE estimatoren behandler den uobserverte selskapsspesifikke effekten  $\eta_i$  ved å benytte en transformasjon der  $\bar{y}_i$  blir subtrahert fra  $y_{it}$ :

$$(y_{it} = \beta_1 x_{1it} + \dots + \beta_k x_{kit} + \eta_i + v_{it}) - (\bar{y}_i = \beta_1 \bar{x}_{1i} + \dots + \beta_k \bar{x}_{ki} + \eta_i + \bar{v}_i), \quad \text{A(17)}$$

hvor transformasjonen av opprinnelig likning vil da bli:

$$y_{it} - \bar{y}_i = \beta_1(x_{1it} - \bar{x}_{1i}) + \beta_k(x_{kit} - \bar{x}_{ki}) + \eta_i - \eta_i + v_{it} - \bar{v}_i, \quad A(18)$$

eventuelt:

$$\dot{y}_{it} = \beta_1 \dot{x}_{1it} + \dots + \beta_k \dot{x}_{kit} + \dot{v}_i. \quad A(19)$$

### Forutsetninger FE

#### 1. Lineær i parametre

For hver  $i$ , er modellen gitt ved

$$y_{it} = \beta_1 x_{1it} + \dots + \beta_k x_{kit} + \eta_i + v_{it}, t = 1 \dots T. \quad A(20)$$

#### 2. Tilfeldig utvalg

Vi har et tilfeldig utvalg av  $n$  observasjoner, som følger populasjonsmodellen i forutsetning 1. Tilfeldig utvalg forutsetningen er viktig for at estimatene skal kunne være representative av populasjonen.

#### 3. Ingen perfekt kolinearit

For å kunne estimere  $\hat{\beta}_j$  må utvalget være fritt for faste uavhengige variabler (i det minste for noen  $i$ ), i tillegg til at det ikke er noe eksakt lineært forhold mellom de uavhengige variablene.

#### 4. Forventet verdi på 0

Feilledet  $v_{it}$  har en forventet verdi på 0, gitt verdier på de uavhengige variablene:

$$E(v_{it}|x_i, \eta_i) = 0. \quad A(21)$$

Hvis forutsetning 1 – 4 er oppfylt, vil FE estimatoren være forventningsrett.

#### 5. Homoskedastisitet

Feilledet  $v_{it}$  har samme varians, gitt verdier av de uavhengige variablene:

$$Var(v_{it}|x_i, \eta_i) = \sigma_v^2 \quad \text{for alle } t = 1, \dots, T. \quad A(22)$$

#### 6. Ingen autokorrelasjon

De idiosynkratiske feilledene er ukorrelererte:

$$Cov(v_{it}, v_{is}|X_i, \eta_i) = 0 \quad \text{for alle } t \neq s. \quad A(23)$$

#### 7. Normalitet

Feilledet  $\eta_i + v_{it}$  er uavhengig av de uavhengige variablene  $x_i$  og er uavhengig og identisk normalfordelt med gjennomsnitt lik 0, og varians lik  $\sigma_v^2$ :

$$Normal(0, \sigma_v^2). \quad A(24)$$