

Leting etter olje og naturgass: Tallenes tale

av Klaus Mohn; klaus.mohn@uis.no

Høye oljepriser og knapphet på petroleumsressurser har rettet verdens oppmerksomhet mot sikkerhet i energiforsyningen. Vellykket leteaktivitet er en kritisk faktor for framtidig produksjon av olje og naturgass. Vi analyserer data fra norsk kontinentalsokkel ved hjelp av moderne tidsserieøkonometri, og avdekker nye sammenhenger mellom aktivitet og effektivitet i letingen etter olje og naturgass. En økning i oljeprisen stimulerer reservetilveksten både gjennom høyere leteaktivitet og større funn. Resultatene tyder videre på at oljeselskapene tar mer risiko i leteaktiviteten når oljeprisen er høy, noe som gir lavere funnrater og høyere gjennomsnittlige funnstørrelser.

1. Innledning

Tiltakende ressursknapphet og en markant oljeprisøkning har sendt energispørsmål høyere opp på den geopolitiske agendaen de siste årene. Etterspørselen etter olje er drevet av kraftig økonomisk vekst, både i industrialiserte land og i framvoksende økonomier som Brasil, Russland, India og Kina. IEA (2007) påpeker at verdens behov for energi er på vei oppover, samtidig som beholdningene av olje- og gassressurser er på vei ned, og at store energiinvesteringer er påkrevd for å møte forventningene om økonomisk vekst i årene som kommer. Forbrukerinteressene i sentral importland dreier seg dermed ikke lenger bare om kostnader, men også om sikkerhet i energiforsyningen.

Olje- og gassressurser kan imidlertid ikke produseres før de er påvist. Leteaktiviteten er særegen for olje- og gassvirksomheten. Få andre næringer må legge så mye penger i en risikabel og kostbar såkornaktivitet simpelthen for å opparbeide et grunnlag for framtidig produksjon og inntjening. Global knapphet på tilgjengelige olje- og gassforekomster representerer den viktigste strategiske utfordringen for den internasjonale olje- og gassindustrien i dag. Med mindre det årlige uttaket av olje og naturgass erstattes gjennom reservetilvekst fra vellykket leteaktivitet vil man før eller senere undergrave grunnlaget for framtidig produksjon.

Oljeselskapenes portefølje av letemuligheter er gjenstand for kontinuerlig vurdering av selskapsledelsen, med utgangspunkt i kriterier knyttet til geologi, teknologi, økonomiske faktorer og reguleringspolitiske forhold. Kontinuerlig avveining mellom faktorer i stadig endring munner ut i en dynamisk strategi for leteaktiviteten. Selskapsledelsens foretrukne tilpasning bestemmer nivået på leteinnsatsen. Samtidig vil innretningen av leteaktiviteten gi opphav til en bestemt risikoeksponering, og dermed også en bestemt funnrate, en bestemt fordeling av funnstørrelser, og til slutt en bestemt tilvekst i utvinnbare olje- og gassreserver. Dataene vi observerer for leteprosessen er dermed et resultat av et sett av samtidige beslutninger i olje- og gasselskapene. Denne simultaniteten bør også ivaretas når vi skal modellere prosessene rundt leteaktivitet og reservetilvekst.

Selve boreaktiviteten i letevirksomheten har fått betydelig oppmerksomhet i form av empirisk økonomiforskning, spesielt i USA (Dahl og Duggan, 1998; Mohn og Osmundsen, 2006). Langt færre studier foreligger når det gjelder produktiviteten i olje- og gassletingen, for ikke å snakke om samspillet mellom aktivitet og produktivitet. Datasett som dekker mer enn én oljeprissyklus er også sjeldne i den tidligere forskningen på området. Denne artikkelen

presenterer høydedrag og hovedresultater fra en økonometrisk analyse av leteaktiviteten på norsk sokkel i perioden 1969-2004 (Mohn 2007). Spesifikke sammenhenger for leteaktivitet, funnrater og funnstørrelser blir tallfestet ved hjelp av moderne tidsserieøkonometri (Engle og Granger 1987; Johansen 1995). Som forklaringsvariabler bruker vi oljepris, lisenstildelinger, samt et utvalg teknologirelaterte variabler. Modellen gir en dekomponering av viktige faktorer bak reservetilveksten på norsk sokkel, og åpner i tillegg for et skille mellom kortsiktige (forbigående) og langsiktige (vedvarende) virkninger av de ulike forklaringsvariablene.

Denne studien tar for seg leteaktiviteten med utgangspunkt i data fra norsk olje- og gassvirksomhet. Ideene har imidlertid relevans for innovasjonsorienterte næringer, hvor investeringer i forskning og utvikling (F&U) spiller en viktig rolle. Også for disse selskapene vil tilveksten av nye forretningsmuligheter være bestemt ikke bare av nivået på F&U-investeringene, men også av tilpasningen av disse investeringene, og ikke minst av hva de faktisk kaster av seg (se f. eks. Schmid og Smith 2004). På tilsvarende måte som for leting etter olje og naturgass, vil produktiviteten i F&U-investeringer derfor påvirkes både av suksess-rater og av markedspotensialet for eventuelle nye produkter. Den analytiske tilnærmingen og modelleringen kan derfor ha anvendelser som strekker seg langt utover olje- og gassindustrien. Analysen og resultatene kan derfor gjerne leses med nyskapende næringer som informasjonsteknologi, telekommunikasjon og farmasi i bakhodet.

Artikkelen er bygget opp som følger. Avsnitt 2 gir en oversikt over modellmessige beskrivelsen av letevirksomheten. Datasett og variable introduseres i Avsnitt 3, før hovedresultater presenteres og diskuteres i Avsnitt 4. Oppsummering og evaluering følger i Avsnitt 5.

2. Økonomisk modellskisse for olje- og gassleting

Produksjonsteknologien i olje- og gassindustrien er kjennetegnet ved to distinkte prosesser. Sluttproduktet er olje og naturgass som tilbys på globale og regionale energimarkeder. Olje- og gassproduksjonen realiseres gjennom innsats av kapital, arbeidskraft, energi – og reserver. Men før man kommer så langt må man ha tilgang til olje- og gassreservene, og her kombinerer selskapene to ulike strategier. En strategi som har blitt stadig mer verdifull i senere år består i å bearbeide produserende reservoar gjennom ulike metoder for effektiv drenering og økt utvinning. Dette innebærer for eksempel boring av stadig nye produksjonsbrønner, injeksjon av vann og gass, samt effektiv veksling mellom olje- og gassproduksjon.

Den tradisjonelle kilden til reservevekst er imidlertid leteboring. Her ligger også det største potensialet for verdiskaping. Basert på sofistikert kunnskap om undergrunnen retter man letebrønner mot antatt olje- eller gassførende lag i henhold til ulike typer letemodeller (se Oljedirektoratet, 2007). Leteboringen kan foregå i jomfruelige områder, hvor store forekomster foreløpig ikke er avdekket, og hvor kunnskap og erfaring derfor er beskjeden. Alternativt kan man lete i nærheten av allerede utbygde felt, med stor kunnskap om geologiske forhold (etablerte letemodeller) og god tilgang til infrastruktur for prosessering og transport. Leting i umodne områder innebærer høyere risiko enn leting i modne områder. I selskapenes fordeling av leteaktiviteten balanseres denne risikoen i forhold til forventet avkastning i form av leteresultater. Prosessen rundt letevirksomheten står i fokus for denne analysen.

Leteaktiviteten kan beskrives gjennom en standard produktfunksjon, hvor den årlige

reservetilveksten avhenger av faktorinnsats og teknologiske framskritt. Samtidig er kostnadene er gitt ved faktorpriser multiplisert med faktorinnsats. Med dette som utgangspunkt antas selskapene å maksimere profitten fra leteaktiviteten gitt et bestemt sett av muligheter og restriksjoner. I en formell modellramme viser Mohn og Osmundsen (2007) at dette gir opphav til en optimal plan, hvor årlig forventet reservetilvekst (R_t) avhenger av oljeprisen (P_t), tilgangen til leteareal (E_t) og et sett av tilstandsvariabler (Z_t) knyttet til geologi og teknologi. Samtidig bestemmes reservetilveksten ikke bare av hvor mye man leter, men også av hvor mye man finner. Det er mer enn 40 år siden Fisher (1964) demonstrerte at den årlige reservetilveksten er gitt ved produktet av leteaktivitet (D_t), funnrate (S_t) og gjennomsnittlig funnstørrelse (M_t). For den årlige reservetilveksten har vi dermed:

$$R(P_t, E_t, Z_t) = D(P_t, E_t, Z_t) \cdot S(P_t, E_t, Z_t) \cdot M(P_t, E_t, Z_t) \quad [1]$$

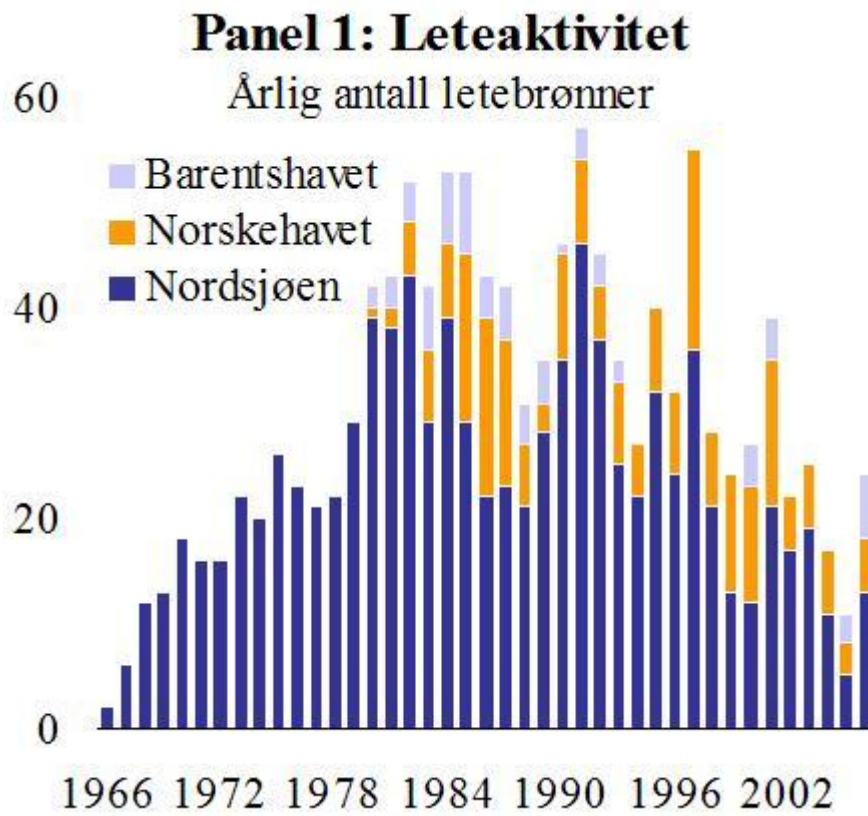
Vi ser dermed at forklaringsvariablenes rolle for reservetilveksten også blir dekomponert på tre ulike kilder. Virkningen på reservetilveksten av en økning i oljeprisen (P_t) avhenger nærmere bestemt av hvordan oljeprisøkningen påvirker henholdsvis leteaktivitet (D_t), funnrate (S_t) og gjennomsnittlig funnstørrelse (M_t). Forholdet mellom disse tre størrelsene er igjen et resultat av hvordan selskapene tilpasser leteporteføljen. Med litt mer formalisering kan disse virkningene adresseres enda mer presist. For dette formålet definerer vi ε_P^R som virkningen på den årlige reservetilveksten (R_t) av en økning i oljeprisen (P_t) på én prosent. Med utgangspunkt i Ligning [1] viser Mohn (2007) at reservetilvekstens oljepriselasitet kan skrives som summen av tre partielle elastisiteter:

$$\varepsilon_P^R = \varepsilon_P^D + \varepsilon_P^S + \varepsilon_P^M \quad [2]$$

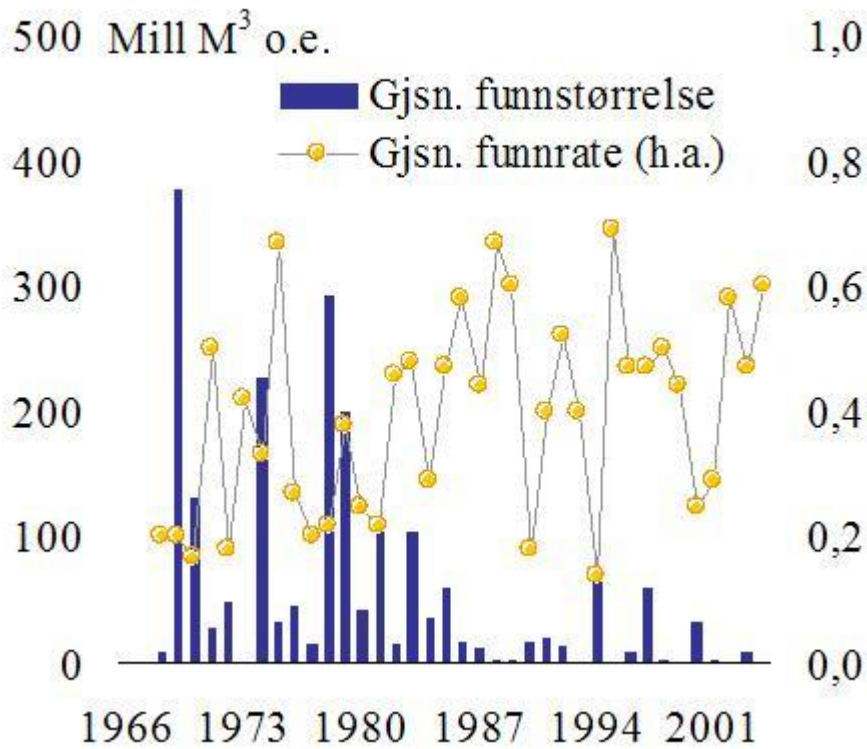
Virkningen av en oljeprisøkning på den årlige reservetilveksten avhenger altså direkte av hvordan oljeprisøkningen påvirker de tre komponentene i den årlige reservetilveksten. Tilsvarende resultater gjelder både for tilgangen til leteareal (E_t) og for de ulike teknologivariablene (Z_t). Disse resultatene står sentralt i den økonometriske analysen som følger nedenfor. Ved hjelp av teknikker for simultan estimering tallfester vi eksplisitte sammenhenger for leteaktivitet (D_t), funnrate (S_t) og gjennomsnittlig funnstørrelse (M_t). Ligningene [1] og [2] viser hvordan kombinasjonen av disse sammenhengene gjør at vi kan avlede implikasjoner og totale virkninger også for årlig reservetilvekst (R_t).

Den empiriske modellen har dermed tre endogene variabler (D_t, S_t, M_t). Vi spesifiserer modellen som en simultan feiljusteringsmodell, hvor endringen i avhengige variabler avhenger av endringer i avhengige og uavhengige variabler (P_t, E_t, Z_t), samt av avviket fra en langsiktig underliggende likevektssammenheng mellom variablene i modellen. Modellen er estimert ved hjelp av metoder basert på fullinformasjons sannsynlighetsmaksimering (Johansen 1995), som implementert i økonometri- og statistikkprogrammet Stata 9.0. Før vi ser nærmere på resultatene følger en redegjørelse for datasett og modellvariabler.

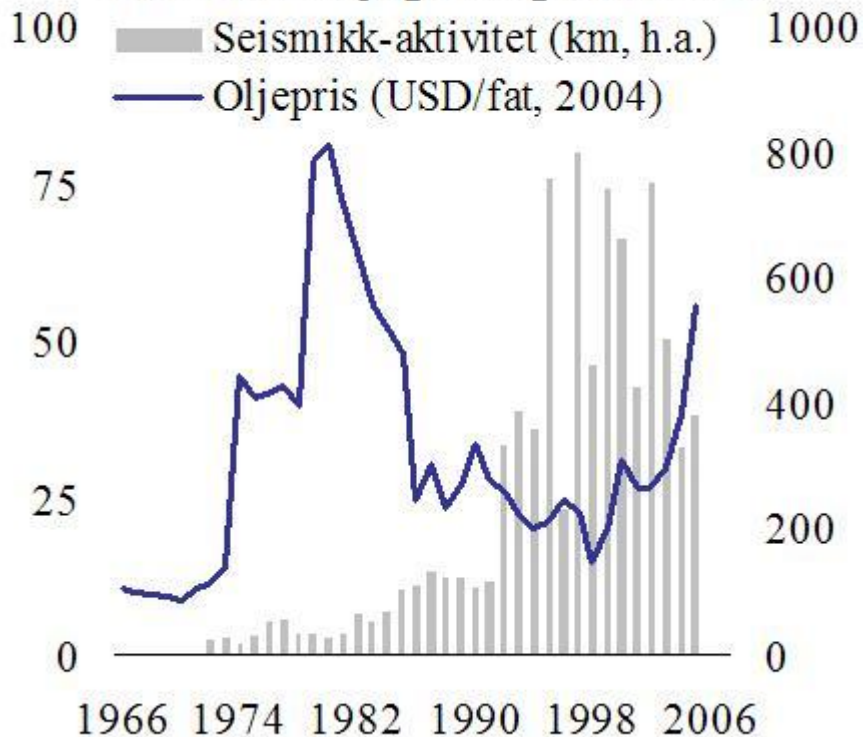
Figur 1. Variablene i datasettet

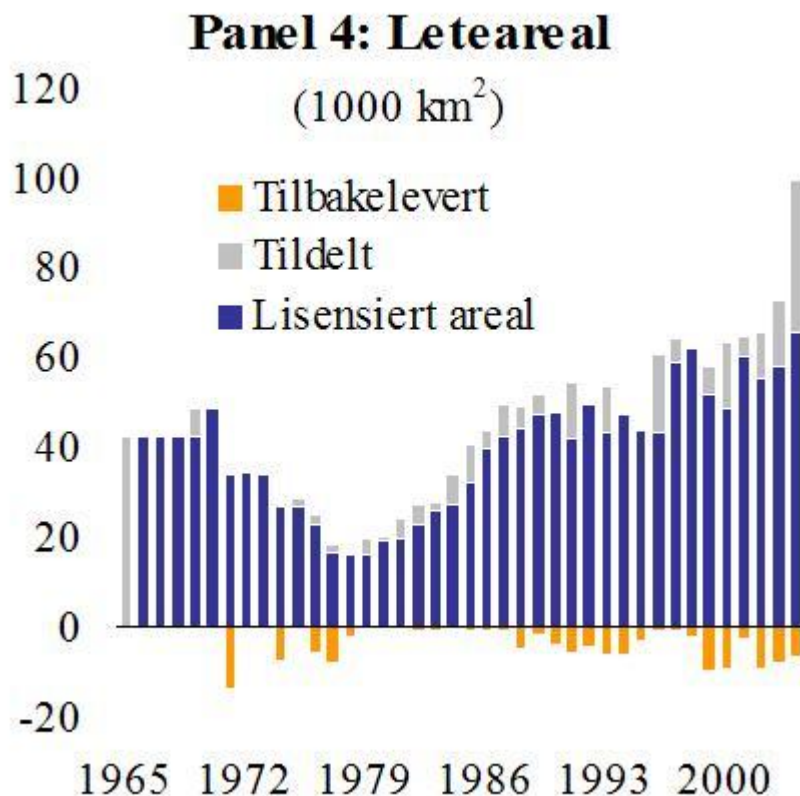


Panel 2: Leteproduktivitet



Panel 3: Oljepris og seismikk





Kilder: Oljepris <http://www.EcoWin.com>. Alle andre tall: Oljedirektoratet.

3. Datasett og variabler

Oljedirektoratet har samlet og organisert store datamengder om norsk olje- og gassvirksomhet helt siden den første leteaktiviteten startet på midten av 1960-tallet. Sammen med ressursregnskap, detaljert informasjon om konsesjoner og lisenstildelinger (Oljedirektoratet, 2007), har boreaktiviteten naturlig nok hatt spesiell interesse for våre formål. Som utgangspunkt for denne studien har vi aggregert data fra Oljedirektoratets databaser til tidsserier for variablene som inngår i modellen vi ønsker å tallfeste.

Figur 1, Panel 1 illustrerer samlet årlig leteaktivitet (D_t) på norsk kontinentalsokkel siden 1966, målt ved årlig antall letebrønner. Antall letebrønner er et enkelt og forståelig aktivitetsmål som henger godt sammen med vår modellspesifikasjon for letevirksomheten. For olje- og gasselskaper i Norge har det vist seg vanskelig å skille oljebrønner fra gassbrønner i letevirksomheten, simpelthen fordi man vet altfor lite om hva man vil finne før den aktuelle brønnen er boret. Leteaktiviteten steg kraftig de første 15-20 årene, men kulminerte på 1980-tallet, og har deretter vist en negativ trend. Den svake økningen i funnratene har ikke vært tilstrekkelig til å demme opp for fallet i leteaktivitet, og resultatet er at det årlige antallet olje- og gassfunn også har vist negative tendenser de siste 10 årene.

Figur 1, Panel 2 illustrerer det historiske forløpet for funnrate (S_t) og gjennomsnittlig funnstørrelse (M_t), to viktige indikatorer for produktiviteten i letevirksomheten. De virkelig

store funnene på norsk sokkel ble påvist mellom 1969 og 1980, og gjennomsnittlig funnstørrelse for de siste årene er helt minimal i forhold til det typiske mønsteret i ”norsk sokkels barndom” på 1970-tallet. Samtidig er funnratene i store trekk opprettholdt, med en svak positiv tendens. Dette indikerer at økende knapphet på gode letemuligheter i en viss grad er kompensert gjennom bedre teknologi og kompetanse, samt utvikling av spesifikk geologisk kunnskap. Etter som oljeselskapene minimerer kostnader i letevirksomheten, vil de mest prospektive områdene som regel bli undersøkt først. Resultatet er store funn og kraftig reservevekst i de tidlige fasene i utviklingen av en olje- og gassprovins. Over tid vil mulighetene gradvis uttømmes. Funnratene kan holdes oppe som følge av ”learning by doing”, men gjennomsnittlige funnstørrelser vil normalt falle etter som årene går. Dette mønsteret gir seg til kjenne også i våre data for norsk kontinentalsokkel.

Den første forklaringsvariabelen er oljeprisen (P_t). Det naturlige valget er her Brent Blend, som er referanse kvaliteten for råolje fra Nordsjøen. Innledende analyser ble utført med oljeprisen målt både i kroner og dollar, og modellegenskapene er testet og sammenlignet for både nominelle priser og realpriser. Resultatet fra denne øvelsen var at realprisen målt i dollar gav den beste forklaringen av variasjonen i leteaktiviteten, og denne varianten er derfor beholdt i den foretrukne modellen. Forløpet for denne variabelen er illustrert i Figur 1.

Teknologisk framgang tilnærmes ofte ved å inkludere en trendvariabel i empiriske analyser av bedriftsattferd. I tillegg har vi imidlertid inkludert en variabel som måler intensiteten i innhenting og prosessering av informasjon om geologiske forhold på norsk sokkel. Seismiske profiler av undergrunnen oppnås ved at lydbølger sendes ned i havbunnen. Refleksjoner fra ulike lag i undergrunnen fanges deretter opp av sensorer på havbunnen eller i overflaten. Signalene settes sammen til en grafisk skisse av de geologiske formasjonene i det aktuelle området, som igjen danner utgangspunkt for tilpassing av letevirksomheten. Seismiske undersøkelser gir informasjon som kan påvirke både funnrater og gjennomsnittlige funnstørrelser, og er representert ved variabelen Z_t i våre analyser. Denne indikatoren er illustrert i Figur 1, Panel 3.

Nederst til høyre i Figur 1 ser vi hvordan tilgangen til leteareal (E_t) har blitt regulert av norske myndigheter. 42000 kvadratkilometer ble tildelt i den første konsesjonsrunden i 1965, da norsk kontinentalsokkel ble åpnet for olje- og gassvirksomhet. Store områder ble tilbakelevert til myndighetene fram mot midten av 1970-tallet, før en serie nye konsesjonsrunder i Norskehavet og Barentshavet økte omfanget av åpent leteareal fra 1980 og utover. Gjennom de siste årene har myndighetene lagt opp til aktiv bruk av lisenspolitikken for å stimulere til økt leteaktivitet, og betydelige områder er tildelt både i modne og nye områder i 2003 og 2004. Sammen med tiltakende knapphet på reserver og økt oljepris har denne politikken bidratt til løfte leteaktiviteten på norsk sokkel gjennom de siste par årene.

4. Estimering og resultater

Økonometrisk modellering består i å benytte statistiske metoder for å tallfeste sammenhenger fra økonomisk teori med utgangspunkt i observerte data. I vår sammenheng er målsetningen å etablere stødige statistiske sammenhenger som kan forklare hva som påvirker utviklingen i leteaktivitet (D_t), funnrate (S_t) og gjennomsnittlig funnstørrelse (M_t). Spesifikasjonen gir en eksplisitt beskrivelse av dynamikken i tilpasningen av leteprosessen og av interaksjonen mellom de tre variablene vi skal forklare. I tillegg gjør modellen at vi kan skille mellom kortsiktige (midlertidige) og langsiktige (vedvarende) virkninger av endringer i forklaringsvariablene.

Estimeringen følger en såkalt generell-til-spesifikk tilnærming (Hendry 1995). Det innebærer at man starter med en fullspesifisert modell med alle aktuelle variabler og flere tidslag. I estimeringsprosedyren gjennomgår modellen en gradvis reduksjon, hvor koeffisienter og variabler plukkes bort én etter én, basert på statistisk signifikans og øvrige statistiske kvalitetskriterier. Resultatet er en redusert foretrukket modell, med gode statistiske kvaliteter. Med små bokstaver som naturlige logaritmer ($x_t = \ln X_t$) gir prosedyren i vår anvendelse opphav til en foretrukket modell bestående av følgende tre estimerte ligninger:

$$\Delta \hat{d}_t = \underset{(0.02)}{0.23^{**}} \Delta d_{t-1} + \underset{(0.02)}{0.28^{**}} \Delta s_{t-1} + \underset{(0.05)}{0.26^{**}} \Delta e_{t-2} - \underset{(0.00)}{0.22^{***}} d_{t-1} - \underset{(0.04)}{0.17^{**}} s_{t-1} + \underset{(0.06)}{0.08^*} p_{t-1} + \underset{(0.10)}{0.03^*} e_{t-2} \quad [3]$$

$$\Delta \hat{s}_t = \underset{(0.00)}{-1.19^{***}} + \underset{(0.05)}{0.33^{**}} \Delta e_{t-2} + \underset{(0.01)}{0.11^{**}} \Delta z_{t-1} - \underset{(0.01)}{0.37^{***}} s_{t-1} + \underset{(0.16)}{0.05} m_{t-1} - \underset{(0.06)}{0.09^*} p_{t-1} + \underset{(0.00)}{0.08^{***}} z_{t-1} \quad [4]$$

$$\Delta \hat{m}_t = \underset{(0.00)}{-0.71^{***}} m_{t-1} + \underset{(0.02)}{0.49^{**}} p_{t-1} + \underset{(0.01)}{0.21^{***}} e_{t-2} - \underset{(0.00)}{0.06^{***}} t \quad [5]$$

^{*} Signifikant på 90, ^{**} 95 og ^{***} 99 prosent konfidensnivå, henholdsvis. p-verdier i parentes.

Det estimerte ligningssystemet passerer det vanlige settet av spesifikasjonstester for autokorrelerte restledd (LM test: 0,85; p = 0,85), normalfordelte restledd (LM test: 9,94; p = 0,13) og heteroskedastisitet (F test: 0,38; p = 1,00). Se Mohn (2007) for detaljer. De estimerte parametrene tar i tillegg plausible verdier og fortegn i samtlige tre ligninger.

Ligning [3] viser at endringen i leteaktiviteten (Δd_t) avhenger av endringen i leteaktiviteten gjennom fjoråret (Δd_{t-1}), endringen funnraten gjennom fjoråret (Δs_{t-1}), endringen i tilgjengelig leteareal to år tidligere (Δe_{t-2}). Disse virkningene oppsummerer den kortsiktige dynamikken i modellen, og består av virkninger som opphører så snart de ulike variablene legger seg til ro. Resten av ligningen består av nivåvariabler (d_{t-1} , s_{t-1} , p_{t-1} , e_{t-2}) med tilhørende koeffisienter, og disse beskriver implisitt den underliggende langsiktige likevektssammenhengen som leteaktiviteten stadig beveger seg mot, samt tempoet i tilpasningen mot den langsiktige sammenhengen.¹ Merk at de kortsiktige virkningene spiller størst rolle for leteaktiviteten, mens den foretrukne ligningen for gjennomsnittlig funnstørrelse ikke inneholder noen endringsvariabler. Dette indikerer at at gjennomsnittlig funnstørrelse i all hovedsak er bestemt av langsiktige forhold.

Kortsiktige endringer i oljeprisen (Δp_t) opptrer ikke med signifikante virkninger i noen av de tre estimerte ligningene. Det er også rimelig å anta at bevegelser i oljeprisen må ha en viss varighet for å gi impulser til reservetilveksten. Lisensrunder med tildeling av nytt leteareal (Δe_t) gir imidlertid en betydelig kortsiktig impuls, til leteaktiviteten (Δd_t), til funnraten (Δs_t), og dermed også til reservetilveksten. Dersom vi bruker Ligning [2] på de kortsiktige virkningene av lisenstildeling, tilsier resultatene at en utvidelse av letearealet med ett prosentpoeng gir en økning i den årlige reservetilveksten på 0,68 prosentpoeng (p < 0,00).

Dette resultatet gir lisenspolitikken en viktig rolle for utviklingen i reservetilgangen på kort til mellomlang sikt.²

Tabell 1. Langsiktige virkninger på reservetilveksten

	<i>R</i>	<i>D</i>	<i>S</i>	<i>M</i>
<i>P</i>	1.02*** (0.03)	0.48*** (0.00)	-0.15 (0.13)	0.69*** (0.01)
<i>E</i>	0.44*** (0.00)	0.11 (0.16)	0.04 (0.28)	0.30*** (0.00)
<i>Z</i>	0.05 (0.61)	-0.17 (0.15)	0.22*** (0.00)	
<i>t</i>	-0.09** (0.01)	0.01 (0.39)	-0.01 (0.31)	-0.08** (0.01)

^{*)} Signifikant på 90, ^{**) 95} og ^{***) 99} prosent konfidensnivå, henholdsvis. p-verdier i parentes.

Fra de estimerte feiljusteringslikningene kan vi også avlede vedvarende virkninger mellom de ulike variablene. Disse er knyttet til nivåvariablene i likningene [3]-[5], og framkommer ved å simulere en likevekt hvor alle endringer nærmer seg null. I tillegg må de langsiktige sammenhengene ta hensyn til interaksjonen mellom venstreside-variablene i modellen. Se Mohn (2007) for en utførlig redegjørelse når det gjelder beregningen av de langsiktige virkningene.

Langsiktige virkninger av de ulike forklaringsvariablene er kalkulert og oppsummert i Tabell 1. Langs den øverste linjen finner vi de langsiktige effektene av en endring i oljeprisen. Den estimerte modellen innebærer at en økning i oljeprisen gir en vedvarende virkning på alle de tre kildene til reservetilvekst (D_t , S_t , M_t). Fra Ligning [2] vet vi at virkningen på reservetilveksten er gitt ved summen av de tre partielle virkningene. Modelleringen av våre data tilsier at en økning i oljeprisen på 1 prosentpoeng gir et vedvarende skift i den årlige reservetilveksten på 1,02 prosentpoeng, som tilsvarer summen av de tre partielle oljepriseeffektene langs øverste linje i Tabell 1. Resultatene innebærer imidlertid at virkningen varierer betydelig mellom de tre kildene til reservetilvekst. Ikke uventet blir leteaktiviteten (D_t) stimulert av en oljeprisøkning, men virkningen er relativt moderat. Samtidig antyder resultatene at funnraten (S_t) faller når oljeprisen stiger, selv om presisjonen i dette estimatet ikke er fullt ut tilfredsstillende ($p = 0,13$). Til slutt etablerer den estimerte modellen en tydelig og positiv kobling mellom oljepris og gjennomsnittlig funnstørrelse (M_t).

En nærliggende tolkning er at oljeselskapene tilpasser leteporteføljen i henhold til endringer i økonomiske og finansielle forhold (se f. eks. Reiss, 1990). I tider med høye oljepriser, store kontantstrømmer og god risikoappetitt vil selskapene dreie leteaktiviteten mot mer risikable områder ("nye områder") – hvor lave funnrater kompenseres gjennom høye forventede funnstørrelser. Når oljeprisen faller, inntjeningen skrumpes og risikoappetitten svekkes, vil letestrategien typisk bli mer forsiktig. Letenivået reduseres, og aktiviteten rettes mot områder med høyere funnrater mindre forventede funnstørrelser ("modne områder").³

Den neste linjen i Tabell 1 oppsummerer virkninger av tilgang til nye leteareal. En økning i letearealet på 1 prosentpoeng vil gi et vedvarende skift i den årlige reservetilveksten på 0,44 prosentpoeng, i henhold til resultatene. Denne effekten har to vesentlige kilder. For det første

tyder resultatene på at en viss økning i leteaktiviteten vil kunne opprettholdes selv på lenger sikt i etterkant av nye konsesjonsrunder. Leteaktivitet bidrar selvsagt til reservetilvekst. For det andre vil åpning av nye områder for olje- og gassvirksomhet bidra til å øke den gjennomsnittlige funnstørrelsen. Etter som selskapene til enhver tid vil fokusere på de mest attraktive letemulighetene, er det neppe noen overraskelse at tildeling av nye leteareal også øker potensialet for store funn.

Til slutt viser Tabell 1 at en opptrapping av seismiske undersøkelser har positive virkninger for funnraten. Den negative virkningen på leteaktiviteten er imidlertid vanskeligere å forklare for denne variabelen, og den samlede effekten for årlig reservetilvekst bør derfor tolkes med varsomhet. Parameteren for en enkel tidstrend fanger opp den trendmessige nedgangen i funnstørrelsen over tid, og representerer dermed et uttrykk for modningen av norsk kontinentalsokkel, med gradvis uttømming av de mest attraktive letemulighetene.

5. Konklusjon

Forståelse av de økonomiske mekanismene bak letevirksomheten er viktig for å danne et fullstendig bilde av utsiktene for tilbudssiden i olje- og gassmarkedet. Gjennom en kombinasjon av mikroøkonomisk teori for bedriftsutførelse og moderne tidsserieøkonometri gir denne studien ny innsikt i prosessen rundt reservetilvekst fra letevirksomhet. Den estimerte modellen gir plausible og robuste estimater for kortsiktige og langsiktige virkninger av oljepris, konsesjonspolitik og ulike teknologiske variabler, og sørger for en detaljert dekomponering av ulike kilder til reservetilvekst. Resultatene viser med all tydelighet at modeller for leteaktivitet bør kompletteres med modeller for leteproduktivitet for å gi en tilfredsstillende beskrivelse av prosessene bak reservetilveksten.

Resultatene etterlater også interessante politikk-implikasjoner. For det første illustrerer analysen at tiltak fra myndighetene ikke bør begrenses til regulering av boreaktivitet. Med reservetilvekst som det endelige målet kan gevinstpotensialet være minst like stort for tiltak som kan påvirke funnraten eller gjennomsnittlig funnstørrelse. For det andre tyder resultatene på at den årlige reservetilveksten følger et prosyklisk mønster, i takt med svingningene i oljeprisen. Dersom myndighetene er opptatt av å stabilisere reservetilveksten over tid, åpner dette resultatet for motkonjunkturpolitikk i reguleringen av leteaktiviteten.

En interessant videreutvikling ville være å undersøke symmetrien i de ulike kildene til reservetilvekst. Det er grunn til å mistenke at oljeselskapene responderer resolutt på et oljeprisfall, og mer gradvis når det gjelder en økning i oljeprisen. For å utvikle reservegrunnlaget må olje- og gasselskapene balansere boreaktiviteten mellom leteboring og produksjonsboring. Dette åpner også muligheten for å studere hvordan avveiningen mellom disse aktivitetene påvirkes av økonomi, geologi og politikk – ideelt sett i et integrert modellteoretisk rammeverk for investeringsutførelse.

Resultatene gir klare indikasjoner på at risikoappetitten i olje- og gassindustrien varierer med oljeprisene, og at selskapene tar mer risiko i gode tider enn i dårlige tider. Dette er et resultat som gjerne kan ha relevans også for andre innovasjonsorienterte næringer. Innenfor IT, telekommunikasjon og farmasi er det også naturlig å tenke seg at eksterne markeds- og risikoforhold påvirker ikke bare nivået på F&U-investeringene, men også den risikomessig tilpasningen av F&U-porteføljen. I så fall vil suksess-rater og realisert markedspotensial for eventuelle nyvinninger også stå i sammenheng med utviklingen i produktprisene også for disse næringene. Dette åpner interessante muligheter for videre forskning.

Referanser

Dahl, C. og T. E. Duggan. 1998. Survey of price elasticities from economic exploration models of US oil and gas supply. *Journal of Energy Finance and Development* 3 (2): 129-169.

Engle, R. F. og C. W. J. Granger. 1987. Cointegration and Error-Correction: Representation, Estimation and Testing. *Econometrica* 55: 251-276.

Fisher, F.M. 1964. *Supply and Costs in The US Oil and Gas Industry: Two Econometric Studies*. Baltimore: Johns Hopkins Press.

Hendry, D. F. 1995. *Dynamic Econometrics*. Oxford: Oxford University Press.

International Energy Agency. 2007. *World Energy Outlook*. Paris: IEA.

Johansen, S. 1995. *Likelihood-Based Inference in Cointegrated Vector Auto-Regressive Models*. Oxford: Oxford University Press.

Mohn, K. 2007. Oil exploration economics: a vector error-correction approach. Working Paper (October). University of Stavanger.

Mohn, K. og P. Osmundsen. 2006. Letevirksomhet og ressursutvikling på norsk sokkel. *Økonomisk Forum* 7: 27-35.

Mohn, K. og P. Osmundsen. 2007. Exploration economics in a mature petroleum province: the case of the NCS. Kommer i *Energy Economics*.

Oljedirektoratet. 2007. *Ressursrapporten 2007*. Oljedirektoratet. Stavanger.

Olje- og energidepartementet. 2007. *Fakta: Norsk Petroleumsvirksomhet 2007*. <http://www.faktaheftet.no>.

Reiss, P. C. 1990. Economic and Financial Determinants of Oil and Gas Exploration. In Hubbard, R. G. (ed.). *Asymmetric Information, Corporate Finance and Investment*: 181-206. Chicago: University of Chicago Press.

Schmid, E. F. og D. A. Smith. 2004. Is pharmaceutical R&D just a game of chance or can strategy make a difference? *Drug Discovery Today* 9 (1): 18-26.

Takk for nyttige kommentarer og merknader fra Frank Asche, Petter Osmundsen, Knut Einar Rosendahl og tidsskriftets referee, samt seminar deltakere ved Universitetet i Stavanger, Statistisk sentralbyrå, Oljedirektoratet og Norges Handelshøyskole. Gjenstående feil og mangler er utelukkende forfatterens ansvar.

1 Den såkalte feiljusteringskoeffisienten er gitt ved parameteren for den laggede endogene variabelen i hver av ligningene. For ligning [3] indikerer leddet $-0,22d_{t-1}$ på denne måten at avviket fra den langsiktige likevekten reduseres 22 prosent hvert år.

- [2](#) Se Olje- og energidepartementet (2007) og Oljedirektoratet (2007) for en oversikt over lisenspolitikk og ressursforvaltning på norsk kontinentalsokkel
- [3](#) I motsetning til jomfruelige områder er modne områder typisk kjennetegnet ved etablerte letemodeller, produserende felt, utbygget infrastruktur, transportfasiliteter og markedsadgang. Olje- og gassleting i slike områder retter seg vanligvis mot mindre satelittfelt som kan kobles opp mot produksjonsanlegg for store reservoar (som nærmer seg uttømming), uten de enorme investeringene som kreves av større uavhengige feltutbygginger i nye olje- og gassregioner.