

Hvis havområdene utenfor Lofoten og Vesterålen blir åpnet for oljeboring vil man i framtida få omfattende seismikkskyting her. Dette notatet redegjør for hvordan oljeindustrien i dag bruker seismikkskyting som verktøy i flere faser av oljeproduksjonen. Dette notatet viser hva som er vanlig praksis på norsk sokkel i dag og gir derfor et bilde av hva som kan forventes utenfor Lofoten og Vesterålen hvis området blir åpnet for oljevirkosomhet.

### **1.0 Bakgrunn**

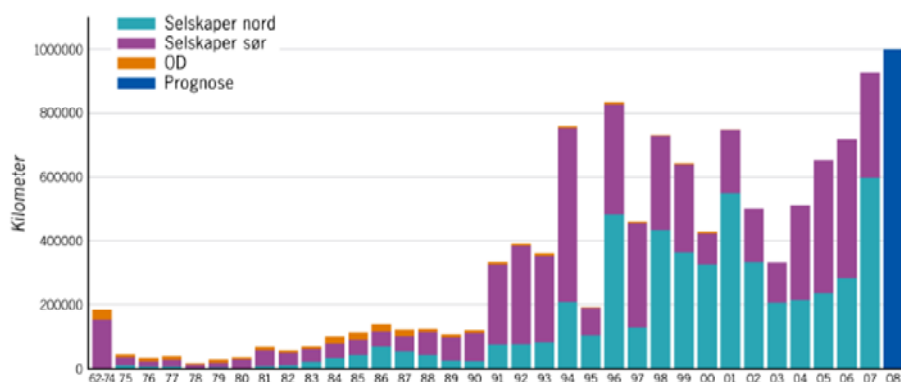
Oljedirektoratet (OD) skal i år skyte seismikk utenfor Vesterålen og Senja i perioden 29. juni til og med 9. august. Undersøkelsene har startet som planlagt, og vil gjøres av to seismikkskip med såkalt 3D-seismikk i havområdene utenfor Vesterålen og utenfor Senja.

Det har lenge vært antatt at seismikk har en betydelig skremmeeffekt, det vil si at de fleste individene som er i nærheten av luftkanonene rømmer raskt unna. I en undersøkelse i regi av Havforskningsinstituttet (HI) på seismikkens påvirkning på fangst av torsk og hyse gjennomført på Nordkappbanken i 1992, ble det påvist at fangstraten ved linefangst ble redusert et sted mellom 55 til 80 prosent og 80 prosent i trålfangst i et område på 18 nautiske mil (33 km). Det ble observert reaksjoner på fisk opptil 100 km unna selve skytefeltet. (Engås en al 1993). Det oppstår derfor en næringskonflikt mellom fiskeriene og oljevirkosomhet i områder hvor begge aktiviteter er konsentrert, slik som utenfor Lofoten og Vesterålen hvor sokkelen her er om lag 6 nautiske mil (11 km) bred på sitt smaleste.

Havforskningsinstituttet, SINTEF og Forsvarets forskningsinstitutt har på oppdrag fra SFT, Fiskeridirektoratet og Oljedirektoratet publisert en rapport om hvilke kunnskapshull som eksisterer om seismikkens effekter på økosystemet. Rapporten konkluderer med at det er behov for mer forskning på seismikkens effekter på dyreplankton, som er den viktigste maten til fisk og fiskelarver, og seismikk kan påvirke små fisk i forhold til stress etter å bli eksponert for kraftig støy. I tillegg framheves potensielle atferdsendringer som en effekt av seismikk på fisk og sjøpattedyr som et viktig kunnskapsbehov. I dag fraråder Havforskningsinstituttet seismikkskyting i områder hvor det pågår gyting og gytevandring på grunn av frykt for at bestanden kan bli påvirket som følge av effekter på fiskens atferd (Dalen et. al. 2008).

Bellona vil med dette notatet vise hvordan seismikkskytingen kan prege området utenfor Lofoten og Vesterålen om området blir åpnet for helårlig petroleumsvirkosomhet. Denne problemstillingen må belyses i større grad enn i dag fordi vi vet at det eksisterer kunnskapshull om miljøeffektene som følge av seismikkskyting samtidig som næringskonflikten mellom fiskeriene og seismikkskytingen er reell utenfor Lofoten og Vesterålen. Ved å ta utgangspunkt i hvordan oljeindustrien bruker seismikk som et leteverktøy i dag kan man få en god forståelse av hvordan situasjonen vil bli utenfor Lofoten og Vesterålen hvis området blir åpnet for oljeboring.

## Seismikk på norsk sokkel 1962-2008



BELFONA

Fig. 1. Graf over seismikk på norsk sokkel fra 1962 til 2008.

### 1. Hva er seismikk

Seismiske undersøkelser viser hvilke geologiske formasjoner som finnes under havbunnen og de forteller dermed noe om sannsynligheten for å finne olje og gass. Seismikk er derfor en viktig del av prosessen for å finne olje- og gassforekomster, og er også definert som petroleumsvirksomhet i petroleumsløven, jf. § 1-6 c). Undersøkelsene foretas ved at et skip med 5 til 8 km lange kabler slepende etter seg, skyter med luftkanoner som genererer trykkbølger ned mot havbunnen, hvorav de reflekterte signalene igjen fanges opp av kablene. Aktiviteten medfører ekstremt høy lyd i havet, og påvirker dermed annen næringsaktivitet og naturliv i området. Såkalt 2D-seismikk (todimensjonal) brukes til å drive såkalt regional kartlegging, og seismikkfartøyet sleper en lyd kabel etter seg (OD 03.04.08).

3D-seismikk brukes til mer grundig kartlegging over mindre områder og det benyttes som regel mellom 4 til 10 lyd kabler. Bredden på disse lyd kablene vil som regel være opp mot en halvannen kilometer, da det må være en gitt avstand mellom de ulike kablene. (OD 03.04.08). Siden 3D-seismikken samles inn tettere enn 2D-seismikk og fartøyet har vanskeligere for å navigere pga stort slep, vil denne typen innsamling i større grad beslaglegge areal mens undersøkelsen pågår. De siste årene har 4D-seismikk blitt stadig vanligere. 4D-seismikk går ut på å sammenligne resultater fra seismiske 3D-undersøkelser som er utført med betydelige tidsintervaller (f.eks. før et felt settes i produksjon sammenlignet med ulike stadier av produksjonsfasen). Disse undersøkelsene gjennomføres ved at det samles inn seismiske data i de samme linjene og med samme retning som er samlet inn tidligere. Den fjerde dimensjonen er tiden. Dette benyttes for å overvåke kjente reservoarer som er under produksjon. Spesielt i Nordsjøen har dette ført til en langt høyere utvinningsgrad av ressursene i reservoaret sammenlignet med tidligere. Betydelige forskjeller som oppdages mellom undersøkelsesresultatene, kan tilbakeføres til endringer relatert til væsker og/eller reservoartrykk. (Norges fiskarlag, Oljeindustriens landsforening, Norges kystfiskarlag, Sør-Norges Trålerlag, International Association of Geophysical contractors 2009: 17, Statoilhydro i.n) Ved innsamling av seismiske data fra produserende felt blir det mer og mer alminnelig å

benytte havbunnskabler, altså kabler som ligger enten på havbunnen eller nedgravd i havbunnen. Lydkilden som brukes er den samme som ved 3D-seismikk i letefasen, og den trekkes av et fartøy i området ved kablene. Utstrekningen varierer i forhold til størrelsen på det aktuelle feltet. Behovet for ny innsamling varierer fra felt til felt. Faktorer som kan påvirke innsamlingen er blant annet utstrekning av feltet, utvinningstakt og typen geologi. I konsekvensutredningen for Plan for utbygging og drift (PUD) for oljefunnet Goliat i Barentshavet hvor det italienske oljeselskapet ENI Norge er operatør skriver de at de anslår en årlig oppdatering av seismiske data gjennom feltets levetid som er estimert til 16 år fra produksjonsstarten i 2012 (ENI Norge 2008).

Ved en gjennomsnittlig seismikkundersøkelse vil det ifølge Oljedirektoratet skytes om lag ett skudd hver 25. meter 80 prosent av seismikkundersøkelsene. Ved 20 prosent av undersøkelsene vil det skytes et skudd hver 37,5 meter. Dette kommer av at noen undersøkelser skal gå dypere ned i havbunnen, og da benytter man en lengre lydkabel. Gjennomsnittlig fart under undersøkelsene er om lag 5 knop (OD 07.05.08).

I områder der det er lite geologisk struktur vil det samles inn data over et større område enn selve undersøkelsesområdet for å sikre gode data. Som et eksempel kan det måtte samles inn data fra et 9x9 km stort område selv om det bare ønskes data fra et 3x3 km område. Hvis ikke, risikerer man å sitte igjen med for dårlige data til å lage et godt bilde av de geologiske strukturene (Norges Fiskarlag et. al. 2009:14). Hvis flere seismikkundersøkelser må foretas i samme år, er avstanden mellom de to potensielle feltene avgjørende for om seismikken kan skytes samtidig, eller om den må foretas i to omganger. Dette skyldes at lydsignalene kan forstyrre hverandre hvis de pågår for nær hverandre.

Et eksempel på dette er da Oljedirektoratet i 2008 skulle skyte 2D utenfor Vesterålen (Nordland VII) og 3D utenfor Senja (Troms II) samtidig, og måtte ta hensyn til at båten som skulle skyte 2D-seismikken var i sørlige del av Nordland VII før de satte i gang 3D seismikken i Troms II.

Elektromagnetiske undersøkelser (EMU) er en forholdsvis ny metode som benyttes ved innsamling av geofysiske data for vurdering av olje- og gassforekomster. Selve datainnsamlingen foregår etter at en rekke mottakere er plassert langs linjer på havbunnen med avstander på mellom 500 og 3000 m. Den lavfrekvente elektromagnetiske kilden kan opereres på to ulike måter (to metoder). I den ene metoden taues kilde over mottakerne med ca. 2 knop som vist i fig. 2.17, mens med den andre metoden henger kilden som en lang kabel under fartøyet ned til bunnen. Vanlig utsendt strømstyrke ligger mellom 1250 A og 2500 A. Mottakerne registrerer signaler som har forplantet seg flere kilometer ned i undergrunnen og som blir spredt tilbake (Dalen 2008). Metoden undersøker den elektromagnetiske ledningsevnen til formasjonsvæsken i et reservoar, og vil dermed kunne skille mellom vann og olje i formasjonene, i motsetning til konvensjonelle seismiske undersøkelser som skiller mellom ulike formasjonstyper. Dagens begrensninger for denne metoden ligger i at den krever havdyp på minst 500 meter, og reservoaret må helst ikke ligge dypere enn 2000 meter under havbunnen (OD 2008).

## **2. Flere runder med seismikk**

I 2008 var halvparten av søknadene på en skyteperiode over halvannen måned, og den andre halvparten under halvannen måned. Til sammen var det 131 søknader som ble innsendt. Søknadene omfattet både 2D og 3D undersøkelser, borestedsundersøkelser (BSU) og

elektromagnetiske undersøkelser. Dette skyldes at i forbindelse med petroleumsvirksomheten pågår den geofysiske innsamlingen av data i ulike faser. Det kan derfor finne sted innsamling i samme område gjentatte ganger, men med ulike formål som ikke kan kombineres og ofte med flere års mellomrom.

### **Seismikk 1: I uåpnede områder**

I uåpnede områder er det bare myndighetene (Oljedirektoratet) som kan samle inn data med tanke på kartlegging av petroleumspotensialet. Det er denne typen seismikk OD har skutt utenfor Lofoten, og som de nå holder på med utenfor Vesterålen og Senja. I tillegg kan data samles inn til vitenskapelige formål.

Innsamlingen starter gjerne med et grovt regionalt nett av 2D-seismikk, der tolkningen vil avgjøre hvor det trengs et tettere linjenett (som 3D-seismikk), eller om det må samles flere linjer i andre retninger for å få et bedre bilde av de aktuelle geologiske strukturene.

### **Seismikk 2: Før konsesjonsrunde**

Etter at man har åpnet et nytt havområde for oljevirkosomhet vil det normalt være obligatorisk for de som vil slippe til, at de først kjøper Oljedirektoratets data. Deretter vil seismikkselskapene starte innsamling av seismikk over interessante områder med sikte på salg, såkalte "spec-data". Før utlysning av konsesjonsrunder kan også oljeselskapene samle inn egne data i spesielt interessante områder. Denne fasen omfatter gjerne 2D-seismiske data. Disse undersøkelsene pågår over store arealer og har en varighet på 3 til 5 måneder (HI 2008, personlig samtale 01.07.09).

### **Seismikk 3: Etter tildeling av utvinningstillatelse**

Etter tildeling av en utvinningstillatelse vil ofte det oljeselskapet som er såkalt operatør på feltet være pålagt av staten å samle inn og tolke tilstrekkelig seismikk for å få et godt nok datagrunnlag til å avgjøre om det skal bores en letebrønn.

Denne fasen omfatter gjerne 3D-seismiske data. Varigheten på slike undersøkelser varierer fra 3 til 18 uker. Arealet for slike undersøkelser varierer. Da Havforskningsinstituttet gjennomførte et forskningsprosjekt på skremmeeffekt som følge av seismikk på Nordkappbanken i 1992 tok de utgangspunkt i et område på 5 ganger 10 nautiske mil. Dette seismiske kartleggingsarbeidet over et område kan strekke seg over mange år og i ulike faser med hensyn på datakrav (HI 2008, personlig samtale 01.07.09).

### **Seismikk 4: Borestedsundersøkelser**

Oljeselskapene er pålagt av staten å samle inn grunnseismikk (eks. 5x5 km) i forbindelse med borestedsundersøkelser (BSU). Oljeselskapene er ut ifra sikkerhetshensyn som regel pålagt å skyte seismikk hver gang de skal bore en lete eller produksjonsbrønn i et konsentrert areal rundt borelokaliteten. BSU gjennomføres blant annet for å avdekke eventuelle gasslommer som kan befinne seg i undergrunnen og virke forstyrrende under boring av brønnen.

Utstyret som benyttes til borestedsundersøkelser er bruker et lettere lufttrykk enn ved konvensjonell seismikk da det skal undersøkes i øvre del av grunnen. En slik undersøkelse strekker seg som regel over ett døgn, men fartøyet kan ligge lenge og vente på optimalt

værvindu. Det søkes derfor gjerne om en lang periode for å få mulighet til å samle inn slike data. For borestedsundersøkelser blir den effektive skremmeavstanden mindre. En enkel vurdering basert på lydtrykkmålinger i forhold til høre- og responsterskler for bunnfisk fra et 3D-liket kanonoppsett og et BSU-liket kanonoppsett utført av Malme *et. al.* (1986) og Pearson *et. al.* (1987), tilsa at en ved en typisk borestedsundersøkelse kunne utløse skremmeatferd på ca. ¼ av avstanden som ved en 3D-undersøkelse (Dalen, 2008). Påvirkningsdosen blir også mindre ved en BSU enn ved en 3D-undersøkelse fordi en BSU har kortere varighet.

### **Seismikk 5: Reservoarovervåkning**

I enkelte mindre områder kan det også bevisst samles inn overlappende data med ett til noen års mellomrom fra felt i produksjon, for å se endringer i reservoarinnhold over tid. Denne fasen omfatter gjerne 4D-seismikk eller elektromagnetiske undersøkelser. 4D-seismikk vil gi et bedre bilde av formasjonene enn EMU, mens EMU gir en klarere indikasjon på hva som er miksen i reservoaret eksempelvis forholdet mellom olje og vann. Det aktuelle feltets utbredelse vil være avgjørende for tidsrommet til de seismiske undersøkelsene. Tidsrommet for seismiske undersøkelser under reservoarovervåkingen kan derfor variere til mellom 3 uker til 3 måneder (HI 2008, personlig samtale 01.07.09).

#### **Annen seismikk:**

Andre årsaker til at det forekommer overlappende seismikk kan være at nye innsamlingsmetoder og –teknologi gir en forbedret definisjon av undergrunnen og erstatter eldre seismikkdata (eks. etter ti år). Senere års innsamling med lengre kabler gir gjerne et bedre bilde av strukturene, både med oppløsning og definisjon av forkastninger. Det kan også være tilfelle mange steder at den første seismikken var rettet mot kartlegging av grunnere strukturer, mens det senere undersøkes i dypere lag, noe som krever et annet oppsett av seismikken – og en ny undersøkelse.

I en mindre grad er det også planlagt overlappende seismikk der nyere 2D eller 3D seismikkinnstillinger støter opp mot eldre eller andre undersøkelser, slik at de to områdene kan kobles sammen til tross for ulik metodikk eller årgang (OD 17.12.08).

I området rundt Oseberg og Tampen i Nordsjøen fra og med fra 1998 til 2007 ble det gjennomført hele 49 seismikkundersøkelser med 3D-seismikk og 7 stk 2D-seismikk undersøkelser (OD 17.12.08).

#### **Kilder**

John Dalen (HI), Jens Martin Hovem (SINTEF), Hans Erik Karlsen (UiO), Petter H. Kvasdheim (FFI), Svein Løkkeborg (HI), Rolf Mjelde (UiB), Audun Pedersen (CMR) og Anne Berit Skiftesvik (HI) (2008) *Kunnskapsstatus og forskningsbehov med hensyn til skremmeeffekt og skadevirkninger av seismiske lydbølger på fisk og sjøpattedyr*

Engås, A., Løkkeborg, S., Ona, E. & Soldal, A.V (1993). *Effekter av seismisk skyting på fangst og fangsttilgjengelighet av torsk og hyse*. Fisken og Havet, Nr. 3. 1993.

ENI Norge (2008) *Goliat. Plan for utbygging og drift. Del 2 Konsekvensutredning*.

Havforskningsinstituttet (HI) (2008) *Oversikt over vurderinger og tilrådninger – seismikk*. Elektronisk kilde: [http://www.imr.no/radgivning/annen\\_radgivning/sesmisk\\_aktivitet/2008/nb-no](http://www.imr.no/radgivning/annen_radgivning/sesmisk_aktivitet/2008/nb-no) utskrift 30.06.09.

Malme, C.I., Smith, P.W., and Miles, P.R. 1986. Study of the Effects of Offshore Geophysical Acoustic Survey Operations On Important Commercial Fisheries in California. Technical Report No. 1, Report No. 6125. Contract No. MMS 14-12-0001-30273. Prepared by BBN Laboratories Inc., Cambridge, Mass., for Battelle, Ventura Office, CA, USA. 92 s.

Norges fiskarlag, OLF, Norges kystfiskarlag, Sør-Norges Trålerlag, International Association of Geophysical contractors (2009) *Norges Geografisk minsteavstand mellom seismiske undersøkelser/ testing og fiskeriaktivitet/ fangst som ett ytterligere virkemiddel i regulering av seismisk aktivitet*

Oljedirektoratet (OD) 03.04.08, *OD-seismikk sommeren 2008* Elektronisk kilde: <http://www.npd.no/Norsk/Aktuelt/Nyheter/OD-seismikk+sommeren+2008.htm> utskrift 30.06.09

Oljedirektoratet (OD) 07.05.08, svar på forespørsel fra Bellona, ved Bjørn Rasen, kommunikasjonsrådgiver i Oljedirektoratet

Oljedirektoratet (OD) 17.12.08, Sammenfallende seismikkområder - unødvendig innsamling eller en nødvendighet? En undersøkelse av seismisk datainnsamling mellom 60- 62N

Oljedirektoratet (OD) (2008), *Beskrivelse av miljøteknologi. Delutredning til sektorutredning Petroleum og energi, Helhetlig forvaltningsplan for Norskehavet. Kartlegging av tilgjengelig miljøteknologi*

Pearson, W.H., Skalski, J.R., and Malme, C.I. 1987. Effects of Sounds from a Geophysical Survey Device on Fishing Success. OCS Study MMS-86-0032. Prepared by BBN Laboratories Inc., Cambridge, Mass., og Battelle, Marine Research Laboratory, Washington, contract No. 14-12-0001-30273, to the Department of the Interior, Mineral Management Service, Pacific Outer Continental Shelf Region, Los Angeles, California. 293 s.

Statoilhydro (i.n) *Kvantitativ 4D-seismikk* Elektronisk kilde: <http://www.statoilhydro.com/no/technologyinnovation/optimizingreservoirrecovery/imagingandmonitoring/quantitative%20time-lapse4dseismic/pages/quantitativetime-lapse4dseismic.aspx> utskrift 30.06.09

John Dalen. Personlig samtale. 1. juli 2009.