

ELEKTROMAGNETISKE UNDERSØKELSER I OLJE- OG GASSLEITING:

Fisk merker magnetiske og elektriske felt

Oljeindustrien er avhengig av leitemetoder som er basert på geofysiske data, og noen av de nyeste metodene bruker elektriske og magnetiske måleprinsipper basert på en elektromagnetisk kilde. Både elektriske og magnetiske felt kan påvirke fisk, særlig arter som lever ned mot bunnen der de elektromagnetiske kildene taues, men påvirkningen avtar raskt med avstanden fra disse.

ENDRE GRIMSBØ | endreg@imr.no, JOHN DALEN og LISE DOKSÆTER SIVLE

Det er vanlig å kalle undersøkelser for å leite etter olje og gass i berggrunnen for seismikk eller seismiske undersøkelser, egentlig en akustisk metode. I dagligtale brukes begrepet seismikk også om elektromagnetiske undersøkelser, men dette er ikke helt korrekt idet metoden ikke dreier seg om utsendelse av lydenergi.

Fra eksplosiver til trykkluft

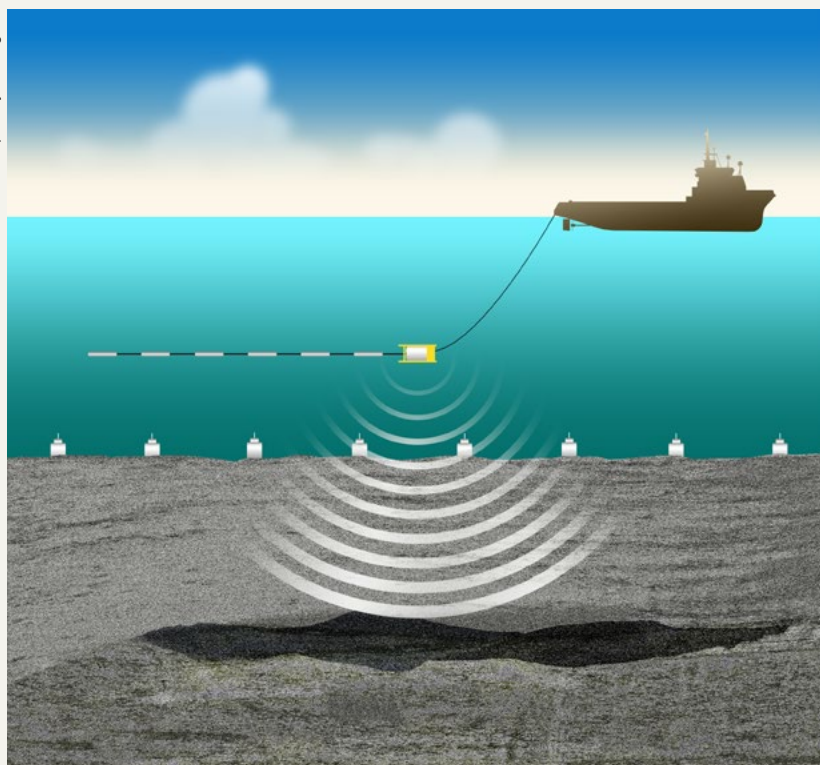
Uttrykket ”å skyte seismikk” har sitt opphav fra olje- og gassleiting før siste del av 1970-årene, da en som oftest brukte eksplosiver som lydkilde. Bruk av eksplosiver i sjøen har svært negative effekter på livet i havet. På grunn av skadene som oppstår ved bruk av eksplosiver benyttes ikke leitemetoden lenger, med unntak av

på svært grunne områder og med små ladninger. I moderne seismisk kartlegging til havs er eksplosivene erstattet med luftkanoner som lydkilde. Selv om vi fremdeles benytter uttrykket ”å skyte seismikk” i forbindelse med akustiske kartleggingsmetoder, så dreier det seg om trykkluftpulser som genererer et akustisk signal.

Finner olje med elektriske motstandsdata

Tradisjonell seismikk kartlegger ulike tetthetsstrukturer i bunnen ut fra refleksjon av det utsendte akustiske signalet, mens elektromagnetisk (EM) kartlegging måler de elektriske motstandsstrukturene i bunnen. Dette skjer gjennom måling av endringene i de elektromagnetiske feltene, som igjen danner grunnlag for beregninger av innholdet i berggrunnen. For å få tilstrekkelig inntrengningsdybde i berggrunnen skaper kilden et elektromagnetisk signal med høy styrke og lav frekvens. Motstandsdataene kan indikere forekomster av formasjonsvann (vann som vanligvis finnes under olje og gass), olje og gass, og skille mellom disse. Bergarter som basalt steinsalt (salt av faste forekomster i fjell), anhydritt (mineral av vannfritt kalsiumsulfat) og hydrokarboner har høy elektrisk motstand (det vil si liten elektrisk ledningsevne), mens leirstein, siltstein og sandstein, som inneholder saltholdig formasjonsvann, har lav motstand. Når sandsteinen er fylt med olje, øker motstanden og den elektriske ledningsevnen avtar betydelig. Vi får da en annen påvirkning av det elektriske signal enn om den var fylt med saltholdig formasjonsvann. Undersøkelser basert på elektriske og magnetiske prinsipper gir i hovedsak tilleggsm informasjon til vanlige seismiske undersøkelser.

Illustrasjoner: John Ringstad



Figur 1. Prinsippsskisse av oppsett for elektromagnetisk undersøkelse. To ulike konsept for elektromagnetiske undersøkelser er i dag i bruk: 1) Kilde og mottakere taues på samme kabel. 2) Mottakerne er plassert på bunnen og bare kilden taues. Signalet fra den elektromagnetiske kilden påvirkes avhengig av innholdet i berggrunnen, endringer vil så bli registrert av mottakerne.

Principle drawing of setup for electromagnetic explorations. Two different concepts for electromagnetic explorations are in use: 1) Source and receivers are towed at the same cable. 2) The receivers are placed at the bottom and only the source is towed. The signal from the electromagnetic source will be affected by the content of the bedrock, changes will then be detected by receivers.

Alen navigerer etter jordens magnetfelt

Elektromagnetiske kilder omgis av et elektrisk og et magnetisk felt, som begge dempes raskt i saltvann. Bare få meter fra kilden vil det magnetiske feltet være like svakt som jordas magnetfelt. Enkelte fisker, spesielt ål, navigerer ut fra jordas magnetfelt. Dette betyr at fisken må kunne oppdage relativt små endringer i et magnetfelt, og grenseverdien for påvirkningsavstand må derfor settes lavere enn styrken av jordas magnetfelt. En del fiskearter vil kunne merke magnetfeltet fra en elektromagnetisk kilde, men bare på kort avstand. Foruten ål påvirkes enkelte beinfisker av magnetiske felt, og det samme gjelder de fleste haiarter, skater og rokker i våre farvann. Siden fisk bruker jordas magnetiske felt for navigering, kan det være relevant å ta hensyn til gytetfelt og sårbare gytevandringene ved bruk av elektromagnetisk kilde.

Bruskfisk er følsom for elektriske felt

Elektriske felt avtar veldig raskt i saltvann, det skyldes at saltvann har høy elektrisk ledningsevne. Saltvann (i motsetning til ferskvann) leder elektrisk strøm bedre enn det fisk gjør. Det medfører liten elektrisk

strømgjennomgang i fisk i saltvann, og fisken unngår skade, bortsett fra når den er svært nær en elektromagnetisk kilde. Selv om fisken ikke tar direkte skade av det elektriske feltet, vil allikevel mange arter være i stand til å oppfatte at de befinner seg i et elektrisk felt. I norske farvann er det vist at flere beinfisker kan oppfatte elektriske felt. Det verdt å merke seg at bruskfisk generelt er svært følsom for elektriske felt. Siden den elektromagnetiske kilden taukes ganske nær bunnen (30–100 meter fra bunnen), er det særlig bunntilknyttede arter som skate, rokke og dels hai og flyndre som kan bli påvirket. I tillegg kan pelagisk fisk som gyter på bunnen være utsatt.

Påvirkningsavstand

Det foreligger ennå ingen direkte undersøkelser av eller forskning på biologiske effekter på fisk, sjøpattedyr eller andre frittsvømmende organismer fra elektromagnetiske undersøkelser.

Vi vet generelt for lite om mulige atferdsendringer hos fisk som følge av elektromagnetiske undersøkelser, men det vurderes som lite sannsynlig at påvirkningsavstanden er særlig stor. Ved elektromagnetiske undersøkelser kan det

være mer enn bare elektromagnetiske felt som påvirker atferden hos fisk, som for eksempel lavfrekvent støy. Ved fremtidig forskning bør derfor hele feltoppsettet vurderes: tauekabel, elektromagnetisk kilde og eventuelt slepte mottakere.

Fish and electromagnetic explorations

During the two latest decades the oil industry has made use of geophysical measuring methods based on electromagnetic sources. The source emits electromagnetic signal with high strength and low frequency to achieve sufficient penetration depth in the bedrock. Based on what the bedrock contains, the transmitted and backscattered electromagnetic signal will be affected. Both electric and magnetic fields may have impact in fish – particularly species living close to the bottom where the electromagnetic sources are towed. It is considered unlikely that electromagnetic explorations have an impact on fish at longer distances.

FAKTA

Bruk av elektriske felt og fisk

I ferskvann (figur A) har fisk bedre elektrisk ledningsevne (konduktivitet) enn i vannet, derfor går den elektriske strømmen letteste vei gjennom fisken (slik feltlinje i figur A hentyder). Ved elektromagnetiske undersøkelser vil en tilsvarende avbøyning av feltet oppstå i bergarter med ulik elektrisk konduktivitet. I ferskvann utnyttes forskjellen i konduktivitet mellom vann og fisk ved såkalt elektrofiske. I elektrofiske gjøres vannet strømførende, og fisk som befinner seg i det elektriske feltet blir bedøvd av strømgjennomgang i hjernen; dette kalles også for elektrobedøving. Når fisken har mindre elektrisk ledningsevne enn det omkringliggende saltvannet (linjene i figur

B indikerer det elektriske feltet) vil det gå mer strøm i saltvannet enn i fisken. Dette vil også være tilfelle med saltholdig formasjonsvann og olje, der oljen vil ha vesentlig dårligere elektrisk konduktivitet enn vannfraksjonen. Selv om det er vanskeligere å oppnå en effektiv strømgjennomgang av fisken i saltvann, brukes elektriske felt ved enkelte typer bunntråling. I tillegg til ren elektrobedøving, kan det også oppnås en skremmeeffekt slik at fisken havner i trålen. Elektrobedøving blir også brukt i forbindelse med industriell slaktning av fisk; spesielt laks. Slaktemetoden gikk opprinnelig ut på å pumpe fisk og saltvann gjennom et elektrisk felt. Nå praktiseres elektrobedøving normalt ved såkalt tørrbedøving, der fisken tas ut av vannet før den bedøves.

Fisk som utsettes for likestrøm eller lavfrekvent vekselstrøm får ofte skader i form av beinbrudd og bloduttredelser, som følge av sterke muskelkontraksjoner, noe som også kan forekomme i forbindelse med elektromagnetiske undersøkelser.

Fish has better electrical conductivity than freshwater, therefore the electric current mainly goes through the fish (Figure A). Fish has lower electrical conductivity than the surrounding salt water (Figure B), and then the main electric current goes through the water rather than the fish. Fish exposed to electrical current often get damages as a result of muscle contractions.

