


Fisk og seismikk – forskningsfokus fremover

Av Lise Doksæter Sivle



<h1>PROSJEKTRAPPORT</h1>		Distribusjon: Åpen
 HAVFORSKNINGSINSTITUTTET INSTITUTE OF MARINE RESEARCH Nordnesgaten 50, Postboks 1870 Nordnes, 5817 BERGEN Tlf. 55 23 85 00, Fax 55 23 85 31, www.imr.no		HI-prosjektnummer 14615
		Oppdragsgiver(e): Statoil
		Oppdragsgivers referanse:
		Dato:
Tromsø Flødevigen Austevoll Matre 9294 TROMSØ 4817 HIS 5392 STOREBØ 5984 MATREDAL Tlf. 55 23 85 00 Tlf. 37 05 90 00 Tlf. 55 23 85 00 Tlf. 55 23 85 00		
Rapport: Rapport fra Havforskningen	Nr. 17-2016	Program: Marine prosesser
Tittel (norsk/engelsk): Arbeidsgrupperapport: Fisk og seismikk - forskningsfokus fremover		Forskningsgruppe: Marin økosystemakustikk
Forfattere: Lise Doksæter Sivle		Antall sider totalt: 10
<p>Sammendrag (norsk): I desember 2015 ble det arrangert en arbeidsgruppe i regi av Havforskningsinstituttet for å diskutere forskningsaktivitet på effekter av seismikk på fisk og fiskeri. Deltagerne representerte tre ulike interessegrupper; forskningsinstitusjoner, næring (seismikk og fiskeri) og regulerende myndigheter. Formålet med arbeidsmøtet var å formulere forslag til konkrete forskningsaktiviteter med støtte blant alle aktørene for å kunne gi bedre og mer kunnskapsbaserte råd for regulering av seismikkaktivitet i forhold til fisk og fiskerier.</p>		
<p>Summary (English): <i>In December 2015 a workshop was arranged by the institute of marine research to discuss scientific investigation of the effect of sound exposure on fish. Participants represented 3 different stakeholders; science, industry (seismic and fishery) and regulating authorities.</i> <i>The workshop aim was to formulate specific research activities supported by all three stakeholders, with the common goal to give a better scientific basis for giving advice on how to regulate seismic activity in relation to fish and fisheries.</i></p>		
Emneord (norsk): Seismikk, lydpåvirkning, fisk, arbeidsgruppe	Subject heading (English): Seismic, sound exposure, fish, workshop	
Prosjektleder: Lise Doksæter Sivle	Programleder: Frode Vikebø	

Fisk og seismikk – forskningsfokus fremover

Arbeidsgruppe avholdt i Bergen, 15.–16. desember 2015

Bakgrunn og formål

Havforskningsinstituttet (HI) er rådgivende organ for seismikkinnsamling, og blir bedt om å gi råd om potensiell påvirkning på marint liv av seismikkinnsamling. Vi ønsker å bruke en kunnskapsbasert rådgivning, basert på et vitenskapelig fundament av best tilgjengelig kunnskap. Det finnes en del kunnskap om hvordan fisk påvirkes av seismikk, men det er svært mye man ikke vet, og dette kan være svært utfordrende for å få til en god og kunnskapsbasert rådgivning.

Det er derfor et sterkt ønske fra Havforskningsinstituttet om å få i stand forskningsprosjekter som gir et styrket fundament for å få til en kunnskapsbasert rådgivning. Det er videre et ønske om å gjennomføre forskningsprosjekter som har forankring og støtte både blant involverte næringer (olje og fiskeri) og regulerende myndigheter (Fiskeridirektoratet, Oljedirektoratet og Miljødirektoratet).

Arbeidsgruppen ble derfor arrangert for å samle alle de involverte aktørene for sammen diskutere hvilken type forskning som er mest trengende/behov for i nær fremtid.

Deltagere

De 25 deltagerne representerte forskere, oljeselskaper, fiskerinæringen og regulerende myndigheter. Disse var fordelt slik:

Havforskningsinstituttet: Endre Grimsbø, Svein Løkkeborg, Olav Rune Godø, Nils Olav Handegard, Lise Doksæter Sivle, Anne Berit Skiftesvik, Kathrine Michalsen

Universitetet i Oslo: Hans Erik Karlsen, Rune Roland Hansen

Forsvarets Forskningsinstitutt: Petter Kvadsheim

Statoil: Lars Petter Myhre, Finn Roar Aamot, Jürgen Weissenberger, Geir Simensen

CanocoPhilips: Harald Lura

PGS: Magnus Christiansen

Fiskeridirektoratet: Dagfinn Lilleng, Rune Rasmussen, Anne Berit Fjemedal, Hanna Bauge, Lise Langård

Oljedirektoratet: Jan Stenløkk

Miljødirektoratet: Håvar Røstad

Norsk Olje og gass: Turid Øygard, Einar Lystad

Nordlandsforskning: Maiken Bjørgan

Norges Fiskarlag: Elling Lorentsen

Gjennomføring

Arbeidsgruppen gikk over to dager. Første dag var inndelt i tre sesjoner, en med presentasjoner av tidligere studier på effekter av seismikk på fisk, en med presentasjoner av aktuell metodikk for fremtidige studier og en hvor næringsaktørene fikk anledning til å gi en kort presentasjon av hvilke typer studier og forskerprosjekter de ønsker/ser behov for. Andre dag var satt av til diskusjon, hvor deltagerne ble delt inn i mindre grupper med fokus på ulike identifiserte problemstillinger, etterfulgt av plenumsdiskusjon.

Program:

Dag 1, tirsdag 15. desember 2015

Sesjon 1: Hva har vært gjort? Eksempler på sesimikk-fisk-studier

- Effekter på larver og yngel (Lise D. Sivle)
- Fangsforsøk kombinert med akustisk mengdemåling, Nordkappbanken og Vesterålen (Svein Løkkeborg)
- Akustisk følgeforskning av pelagisk fisk (sild) (Nils Olav Handegard)
- Hvordan kan vi bruke slike studier til å undersøke hvilke lydkomponenter fisken reagerer på? (Nils Olav Handegard)
- Effekter av seismikkpulser på makrell i merd (Rune R. Hansen og Lise D. Sivle)
- Studier av hørsel og adferd i laboratoriet (Hans Erik Karlsen)
- Planlagte studier av fiskeadferd i regi av IOGP JIP Sound and Marine Life (Jürgen Weissenberger)

Sesjon 2: Hvordan kan vi studere adferdseffekter? Eksempler på metodikk

- Måling av responsterskel hos fisk, f.eks. med sild og militær sonar (Lise D. Sivle)
- Dose-respons-forsøk med kontrollert eksponering i felt, f.eks. med sonar og sjøpattedyr (Petter Kvadsheim)
- Stasjonært observatorium, erfaringer fra LoVe (Olav Rune Godø)
- Merkeforsøk på fisk (Katrine Michalsen) og sjøpattedyr (Rune R. Hansen)
- Studier av gytende fisk i fangenskap (Anne Berit Skiftesvik)
- Studier av hørsel og adferd i laboratoriet (Hans Erik Karlsen)

Sesjon 3: Hva ønsker næringen?

- PGS (Magnus Christiansen)
- Statoil (Lars Petter Myhre)
- Fiskarlaget (Elling Lorentsen)
- Fiskeridirektoratet (Dagfinn Lilleng)
- Oljedirektoratet (Jan Stenløkk)
- Miljødirektoratet (Håvar Røstad)

Diskusjon rundt gitte spørsmål

- Hvilke spørsmål er de mest sentrale å besvare? F.eks. hvilke arter, skremmeavstand, påvirkning på gyting/beiting, hvilke lydkomponenter som er "skremmende".
- Hvilken type studier kan besvare disse spørsmålene? F.eks. forsøk med fisk i fangenskap, fangstforsøk, merkeforsøk etc.

Dag 2, onsdag 16. desember 2015

Gruppearbeid og plenumsdiskusjon

Deltakerne ble delt i 2-3 grupper, hver med minst én representant for hver av interessegruppene (forsker - næring - regulerende myndighet). Diskutere hvordan en best mulig kan besvare de tre mest relevante forskningsspørsmål identifisert, etterfulgt av presentasjon av gruppearbeid og plenumsdiskusjon.

Referat

Dag 1

Etter presentasjoner av forskning som har vært gjort (sesjon 1), tilgjengelig metodikk (sesjon 2) og aktørenes ønsker (sesjon 3), ble det laget en liste med 12 punkter over forskningsbehov:

1. Påvirkningsavstander/effektavstander/terskelverdier.
Hvor langt unna/ved hvilket nivå påvirkes fisken? Er forsøket fra Nordkappbanken (Engås mfl. 1996) fortsatt gyldig? Gjelder dette resultatet i andre områder? Hvis nei, hvorfor? Hva er egentlig denne påvirkningen, hva består den i?
2. Hvordan påvirkes gyteadferd av seismikk?
Herunder gyteadferd, gytevandring, langtidseffekter og ev. konsekvens på populasjonsnivå.
3. Hvordan påvirkes beiting og beitevandring?
Reduseres motivasjon til å beite under seismikkeksponering?
4. Andre arter samt variasjoner innen arter/bestander
Variasjoner mellom ulike arter (f.eks. pelagisk vs. bentisk, stim vs. solitær), og mellom for eksempel ulike stadier/sesonger innen samme bestand (f.eks. beitende fisk vs. gytende fisk, stor vs. liten fisk).
5. Hvilke lydkomponenter er det som i hovedsak utløser adferdsrespons?
Eksempler på slike komponenter er frekvensinnhold, lydtrykksdose og partikkelakslerasjon.

6. Hvordan påvirker seismikk sjøpattedyr?
For eksempel har studier vist at sjøpattedyr unngår området og slutter å beite under eksponering av militær sonar, men vi vet lite om hvordan de reagerer på seismikk.
7. Påvirkning på populasjonsnivå/bestandsnivå.
Studier som har vært gjort har vært konsentrert om en liten del av en populasjon i korte tidsperioder. Bruk av modellering (f.eks. PCAD) sammen med adferdsstudier kan gi indikasjoner på om en påvist adferdseffekt vil kunne gi utslag som en effekt på den totale populasjonen.
8. Effekter over tid/langtidseffekter
Hvordan forandrer mengde og sammensetning av fisk seg over tid i et område som jevnlig utsettes for seismikk? Vil påvirkning over tid kunne gi effekt på fiskens kondisjon og gytesuksess?
9. Effekter på lavere trofiske nivåer
F.eks. hvordan påvirkes krill?
10. Statusrapport på kunnskapsgrunnlaget
Litteraturgjennomgang av et ekspertpanel for å lage en samlet rapport om tilgjengelig kunnskap.
11. Lydutbredelsesmodeller, utbredelse i ulike områder og tider på året, verktøy for å beregne dette. Legge inn adferdsmodeller i dette verktøyet. Effektsoneverktøy.
12. Retrospektiv analyse av fangststatistikk, sammenlikne før-under-etter i områder der det har vært gjort seismiske undersøkelser.

Diskusjonsmomenter

Følgende diskusjonsmomenter stod sentralt under den avsluttende diskusjonen dag 1:

- Adferdsstudier vs. direkte skade. Adferdsstudier er mest relevant å få til. Forsøk som har vært gjort på direkte skade og dødelighet har vist at dette kun vil gi utslag for dyr som er svært nær lyd-kilden. Det er derfor lite sannsynlig at dette gir noen effekt på bestandsnivå.
- Anvendelse. Ulike aktører poengterte at forskningen bør være direkte anvendbar i planleggingen for både forvalterne og seismikk-selskapene. Forsøkene bør i størst mulig grad være realistiske og sammenliknbare med reell operasjonell setting.
- Småskala (merd/lab.) vs. storskala feltforsøk. Dette ble diskutert mye. Generell enighet om at feltforsøk er å foretrekke for mest mulig realistiske resultater. Ulempen er at det er svært kostbart og det er vanskeligere å kontrollere forsøksbetingelsene.

- Hvilke arter bør vi fokusere på? Mange ulike arter/bestander som befinner seg i områder potensielt eksponert for seismikk. Det er stor adferdsvariasjon mellom bestander, og også innad i en bestand mht. årstid, biologisk kontekst og motivasjon. En bør derfor tenke nøye gjennom valg av art samt i hvilken kontekst en gjør et forsøk, slik at det i størst mulig grad er mulig å generalisere.

- Terminologien "skremmeavstand" ble diskutert. Ikke entydig hva som ligger i dette begrepet, og hva denne avstanden innebærer. Termen bør heller omdøpes til "effektavstand" eller "påvirkningsavstand".

Dag 2

Denne dagen startet med en gjennomgang av listen med forskningsbehov. Deretter ble det gjort en uformell avstemning der alle fikk anledning til å nominere de tre av disse tolv punktene de mente var de viktigste. De tre som fikk flest stemmer var:

- Påvirkningsavstand
- Påvirkning på gyting og gytevandring
- Hvilke lydkomponenter som er utløsende for en adferdsreaksjon

Gruppearbeidet ble derfor konsentrert om disse tre problemstillingene, og hver av gruppene ble bedt om å diskutere mulige tilnærminger til problemstillingen i form av 1) forskningsspørsmål, 2) hvilke art(er) det bør fokuseres på og 3) hvilken metodikk som kan brukes.

Gruppe 1:

Påvirkningsavstand kan defineres ut fra en terskelverdi for reaksjon og angis som en avstand til fiskeriene.

Metodikk:

- Merdforsøk som en start
- Fullskala forsøk kanskje mest relevant for hva som virkelig skjer ute i havet
- Fisk kan overvåkes under en reell seismikkoperasjon, eller en kan ha et leiefartøy med en seismikkilde.
- Observasjonsposter som LoVe kan brukes til å studere beiteadferd ev. kanskje gyting.

Gyting - potensiell påvirkning på gytevandring er det området det er mest behov for kunnskap. Dette gjelder for de arter som har en definert konsentrert gytevandring inn mot gytefeltene, som nordøstarktisk torsk, nordøstarktisk hyse og lodde.

Lydkomponenter - Her ser en at infralyd er viktig i hvert fall for én art (makrell). Gjelder dette også for andre arter?

Gruppe 2:

Arter som er viktig å fokusere på: makrell, sei, hyse

Påvirkningsavstand kan undersøkes gjennom følgende metodikk:

- Merkeforsøk
- Merdforsøk, ev. ved bruk av større merder for å skape et mer realistisk miljø, ikke så avgrenset av plass.
- Designe et robust merdeksperiment-oppsett som kan brukes på flere arter.
- Når har lært mer om basisen til reaksjoner hos fisk, ta dette med for å gjøre studier til havs
- Dose-respons-forsøk til havs på makrell
- Dorgeforsøk før-under-etter seismikk
- LoVe observatorium

Gyting kan undersøkes gjennom følgende metodikk:

- Merd med gyteadferd

Lydkomponenter kan undersøkes gjennom følgende metodikk:

- Tilbakespilling av ulike lydkomponenter, viktig med en kilde som kan få med de laveste frekvenskomponentene. Dette kan være problematisk i merd/fjorder med mye gjenklang.

Gruppe 3:

Arter: makrell

Påvirkningsavstand: Viktig med en klar definisjon for hva man legger i "påvirkning", hva slags adferd dette er. Eksempel kan være C-start eller klar unnvikelse. Undersøke hvilke avstander disse inntreffer.

Metodikk:

- Merdstudier
- Observatorier som LoVe

Lydkomponenter:

Om en vet hvilke lydkomponenter som er viktige i å utløse adferd, kan dette være nyttig kunnskap for videre teknologiutvikling. Eksempel: om enkelte frekvenser er utslagsgivende, vil utstyr som ikke har disse være mer miljøvennlige.

Diskusjonsmomenter

De viktigste momentene som ble diskutert i etterkant av gruppearbeidet er listet under.

Hvilke adferdsparametre kan vi studere som vil gi kunnskap som kan brukes i forvaltningen?

- Unnvikelse. Om en fisk unnviker et område kan dette gi konsekvenser for fiskeri, og ev. om det er et viktig biologisk område for fisken (f.eks. gyte- eller beiteområde).
- Startle respons (C-respons) kan angi terskel for når en fisk reagerer, men er ikke nødvendigvis en god indikator på en biologisk alvorlig forstyrrelse hos fisken.
- Spiseadferd; en fisk som slutter å spise er tegn på forstyrrelse, og om det er langvarig, kan det gi biologisk signifikante følger.
- Svømmehastighet; økt svømmehastighet kan være tegn på en fluktprespons hos fisken. I seg selv vil økt svømmehastighet gi et økt energiforbruk hos fisken, og om det vedvarer kan det gå på bekostning av andre energikrevende parametre (f.eks. gonadeutvikling). Biologisk signifikans kan særlig bli aktuelt om det ses i sammenheng med enten unnvikelse eller endret beiteadferd.

Merdstudier vs. storskala forsøk.

Merdstudier er ideelle for å studere enkeltkomponenter av signalene og hvordan disse påvirker fisk, samt studere finskala adferd på enkeltfisk og stimodynamikk som ikke er mulig (eller veldig vanskelig) til havs. Studier til havs er imidlertid også svært viktig for å kunne gi et bilde av en reell situasjon. Merdstudier kan hjelpe oss til å gi en indikasjon på hvilke typer reaksjoner vi ser etter, for så å designe et feltstudium til havs som er egnet til å avdekke den type reaksjoner.

Hvilke type seismisk kilde kan brukes?

Viktig med representative kilder, tilbakespilling av signaler er ikke ideelt, da det ofte er vanskelig å få med de laveste frekvensene. Det aller beste vil selvsagt være å bruke tilsvarende luftkanonoppsett som en bruker i reelle undersøkelser, men det er svært kostbart og uegnet til undersøkelser f.eks. i et fjordsystem. Alternativt kan en bruke en nedskalert kilde (lettseismikk), men effekten må være skalerbar til en reell kilde. En slik kilde kan taues fra et mindre fartøy, og vil være representativ i form av pulstype og frekvensinnhold, selv om kildenivået er lavere. En slik lettseismisk kilde vil sannsynligvis være det beste kompromisset mellom kostnader, gjennomførbarhet og logistikk.

Merkeforsøk

Kan være best på fisk som er relativt stasjonær, f.eks. torsk, sei og hyse. Akustiske merker trenger basestasjoner for å triangulere bevegelse, og er derfor best for fisk som mest sannsynlig holder seg i noenlunde samme områder. Basestasjoner kan være enten plassert ut som noder i et område, eller kan være mobile, f.eks. ROV eller båt på overflaten.

Retrospektiv analyse

Bruke fangstdata sammen med AIS fra fiskefartøy som har fisket før og under pågående seismikk for å se på eventuell nedgang i fangst. Problematisk at data er svært grove, rapportering kun én gang i døgnet og fangstposisjon ganske unøyaktig.

Studier til havs

For å studere adferd hos fisk til havs kan det være aktuelt å bruke fiskeforsøk, slik det har vært gjort tidligere i forsøk på Nordkappbanken og Vesterålen (Engås mfl. 1996; Løkkeborg mfl. 2012) eller å følge stimer med fiskerisonar som er gjort med sild i Vesterålen (Peña mfl. 2012). Et annet forslag som kom opp var å fange fisk til havs med snurper, ha dem i noten og merke/studere mens et seismikkfartøy passerer. Adferd over tid og potensiell adferdsavvik under eksponering kan dokumenteres ved stasjonære observatorier som LoVe (se <http://love.statoil.com/>).

Fiskeriforsøk

Ved bruk av fiskeriforsøk, hvor en ser på f.eks. fangst per innsats (CPUE) eller historiske fangster i tid med og uten seismikk, f.eks. i et retrospektivt studium, er det viktig å vurdere hvilke faktiske redskaper som har vært brukt. Eksempelvis kan forandring i ulike reguleringer favorisere f.eks. bruk av not til fordel for line i en gitt periode. Sammenlikning av fiskeriaktivitet vil da ikke gi et riktig bilde.

Oppsummering og konklusjoner

Det bør fokuseres på adferdsstudier, ikke fysiologiske responser, skade og dødelighet.

Det er stor enighet blant aktørene at det er behov for en bedre forståelse av reaksjonsavstand, herunder hvilke reaksjoner som kan forventes på ulike avstander og hvilke lydkomponenter som utløser dem.

Når det gjelder arter har makrell vært en gjenganger som har skapt konflikter mellom seismikkinnsamling og fiskeri. Videre studier på makrell er derfor etterspurt. Imidlertid bør man ikke henge seg opp for mye i én enkelt art, da det er viktig å få til en bred forståelse av hvordan fisk påvirkes av seismikk på tvers av arter og funksjonelle grupper (f.eks. pelagisk fisk / bunnfisk), for å kunne få til en mer enhetlig forvaltning.

Med hensyn på aktuell metodikk er det å bruke merdforsøk ansett som en god start, da de er mye mindre kostbare enn storskala feltforsøk, samt at de gir detaljert informasjon om adferd og stort rom for kontroll over alle forsøksbetingelser. Slike merdstudier kan brukes til å undersøke reaksjonsavstand eller lyd dose/nivå ved reaksjon ved å ha kilden i ulike avtander til merden. Imidlertid bør en bruke kunnskapen fra slike studier til å designe et eksperiment i felt i fiskens naturlige miljø under en operasjonell setting som ligger mest mulig oppunder den man bruker i seismiske undersøkelser. Adferd hos fisk kan undersøkes ved fangstforsøk, stasjonære observatorier, merkeforsøk eller ved stimfølgning vha. sonar.

Veien videre

Havforskningsinstituttet ønsker å skrive et prosjektforslag/prosjektsøknad til videre forskningsarbeid på effekter av seismikk på fisk. Denne vil ta utgangspunkt i de problemstillinger som ble identifisert som de mest sentrale under denne wokshopen, da i første omgang studier knyttet opp mot å identifisere terskelverdier/reaksjonsavstander samt å identifisere hvilke lydkomponenter i seismikkpulsene som utløser adferdsrespons. Vi vil også knytte inn andre av de identifiserte problemstillingene hvor det blir naturlig.

Ulike interessenter, som har vært representert på dette arbeidsmøtet vil kunne få innsyn i en slik søknad, med mulighet til å uttale seg og komme med forslag til forbedringer.

Prosjektskissen vil bli lagt fram for potensielle finansieringskilder, eksempelvis Statoil og andre oljeselskaper, Norges forskningsråd, Norsk Olje og Gass, FHF.

Referanser

- Engås, A., Lokkeborg, S., Ona, E., and Soldal, A. V. 1996. Effects of seismic shooting on local abundance and catch rates of cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 53: 2238-2249.
- Løkkeborg, S., Ona, E., Vold, A., and Salthaug, A. 2012. Sounds from seismic air guns: gear- and species-specific effects on catch rates and fish distribution. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 69: 1278-1291.
- Peña, H., et al. (2013). Feeding herring schools do not react to seismic air gun surveys. ICES Journal of Marine Science 70(6): 1174-1180.