

FISKEN OG HAVET, NR. 4 - 1993
ISSN 0071-5638

SEISMISK AKTIVITET OG FISKEFANGSTER
Analyse av innsamlede fangstdata

Av

Aud Vold Soldal og Svein Løkkeborg

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Mars 1993

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
SAMMENDRAG	3
SUMMARY	4
INNLEDNING	5
LINEFISKE ETTER TORSK PÅ FINNMARKSKYSTEN	7
Materiale og metoder	7
Resultater	7
Diskusjon	13
SEITRÅLING PÅ STOREGGA	13
Materiale og metoder	13
Resultater	16
Diskusjon	20
REKETRÅLING	23
Materiale og metoder	23
Resultater	23
Diskusjon	26
GENERELL DISKUSJON	28
KONKLUSJON	30
TAKK	30
REFERANSER	31
APPENDIX	34

SAMMENDRAG

Det er samlet inn fangstdata fra kommersielle fiskefartøyer som har fisket i områder hvor det samtidig har foregått seismisk skyting med luftkanoner. Opplysningene fra fiskefartøyene er relatert til posisjon for de seismiske linjene som er skutt og tidspunkt for skyting. Data fra tre ulike fiskerier er analysert: Vinterfisket etter torsk med line utenfor Finnmark, ferskfisktråling på Storegga og reketråling i Barentshavet.

Fra vintertorskfisket med line er det samlet inn fangstdata fra fire autolinebåter. Det ble funnet en reduksjon i linefangstene av torsk (*Gadus morhua*) fra 55 til 80 % for stubber som var satt nær ved de seismiske linjene. Fangstene ble redusert ut til en avstand på minst 5 nautiske mil.

Fangstdata fra seks ferskfisktrålere på Storegga viste at fangstene av sei (*Pollachius virens*) gikk ned med i gjennomsnitt 33 % under kortvarig seismisk skyting i april 1991. Fangstene fortsatte å synke i to døgn etter at skytingen opphørte. En tilsvarende analyse fra samme område i juni, da et større skyteprogram ble gjennomført, viste ikke reduksjon i seifangstene. Bifangsten av torsk økte til omtrent det tre-doble under den kortvarige skytingen i april. Etter få timer var imidlertid fangstratene tilbake til nivået før skyting.

Fangstdata fra to reketrålere som fisket i Barentshavet er analysert. Det ene fartøyet hadde en økning i fangstene av reke (*Pandalus borealis*) lå nærmere 60 % da skytingen tok til, mens det ikke ble observert noen forandring i rekefangstene på det andre. Det ble heller ikke funnet noen endring i bifangsten av blåkveite (*Reinhardtius hippoglossoides*) da skytingen startet. Imidlertid ble bifangsten av torsk kraftig redusert på begge fartøyer (80 - 85 %).

Det ble konkludert med at fangstratene i ulike fiskerier ser ut til å bli påvirket av seismisk aktivitet. Retningen og graden av påvirkning er svært forskjellig i ulike fiskerier og for ulike arter. Analyser av innsamlede fangstdata fra kommersielle fartøyer har mange svakheter fordi en ikke har kontroll over forsøksbetingelsene. Sikrere konklusjoner om hvordan seismisk aktivitet påvirker fiskefangster kan bare trekkes etter at kontrollerte feltforsøk er gjennomført.

SUMMARY

Catch data has been collected from commercial fishing vessels operating within areas where seismic exploration surveys with airguns have been conducted. The catch data were related to position of the seismic survey tracks and time of shooting. Catch data from three different cases has been analysed: The winter fisheries for cod (*Gadus morhua*) with longline off Finnmark, Northern Norway; bottom trawling for saithe (*Pollachius virens*) at Storegga, Central Norway; and shrimp (*Pandalus borealis*) trawling in the Barents Sea.

In the longline fishery for cod, catch data from four different autoline vessels were collected. Catch rate reductions from 55 to 80 % of cod on the longlines closest to the seismic survey tracks were observed. Catch reductions were observed at least 5 nautical miles from the seismic survey tracks.

Catch records from six different bottom trawlers at Storegga showed a 33% reduction in saithe catches during shooting of short duration in April 1991. The catches continued to decrease for two days after the shooting. A corresponding analysis of catch data from the same area in June did not show any reduction in the saithe catches. The bycatch of cod increased threefold during the shooting in April, but returned to normal immediately after the shooting.

Catch data from two shrimp trawlers in the Barents Sea were analysed. One of the vessels had a 60 % increase in the shrimp catches when the shooting started, while there were no changes in the shrimp catch rates of the other vessel. No changes were found in the amount of bycatch of Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*), while the bycatches of cod were significantly reduced (80-85 %) on both vessels.

It was concluded that seismic activity with airguns affects catch rates in these fisheries, but the nature and extent of the influence differs with kind of fishery, fish species and season. The confidence of the results from analyses of catch records from commercial fishing vessels is, however, somewhat confined because of the lack of control of the experimental design.

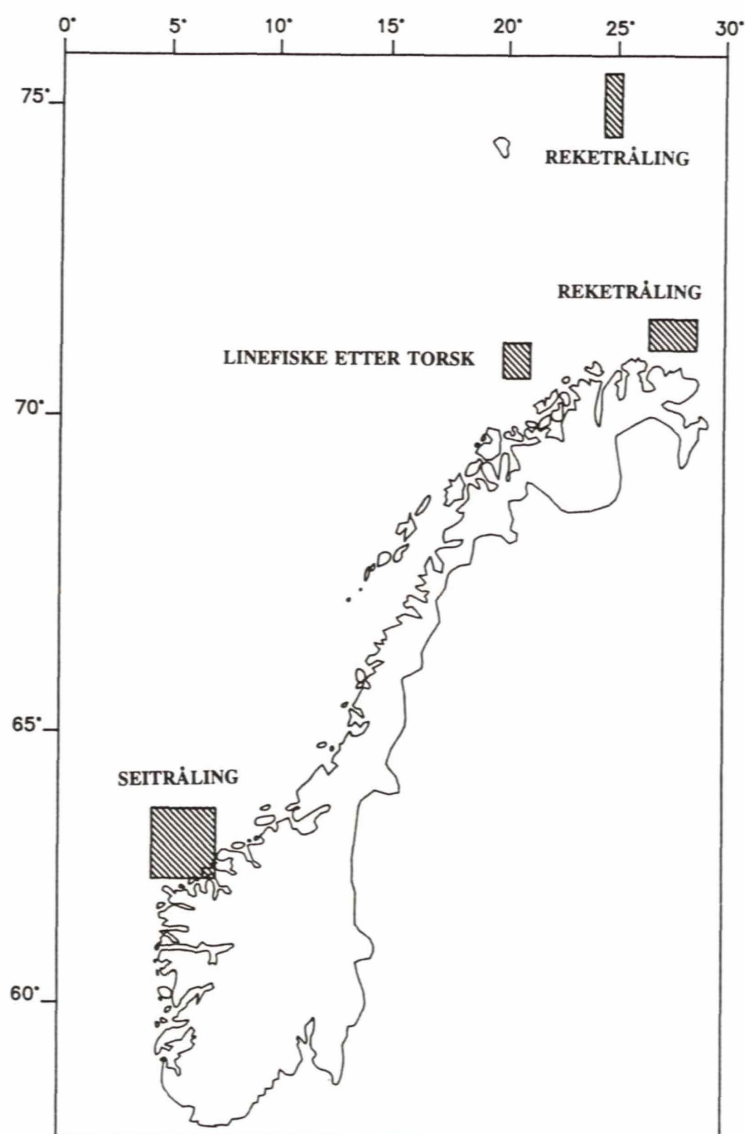
INNLEDNING

I Nordsjøen har det foregått kartlegging av havbunnen med luftkanoner siden tidlig på 60-tallet. Etersom den seismiske teknikken videreutvikles og gjør det mulig å avsløre stadig finere strukturer i havbunnen, undersøkes de samme havområder igjen og igjen. I de senere årene er leteområdet utvidet til å omfatte kysten av Møre og Trøndelag, Finnmarkskysten samt Barentshavet nord til Bjørnøya. Etersom leteområdet utvides, blir stadig nye fiskefelt utsatt for seismisk skyting.

Når geofysiske letefartøyer og fiskebåter møtes på fiskefeltene oppstår ofte konflikter. En vanlig påstand er at støyen fra luftkanonfeltene skremmer fisken og forårsaker reduserte fangstrater. I massemedia er det fremmet påstander om at fiskefartøyer tvinges til å forlate fangstfeltet så snart et seismisk fartøy dukker opp fordi fisken forsvinner. Fra oljeinteressenes side hevdes det at man tar tilbørlig hensyn til fiskerinteressene, og at fiskefartøyer ofte legger seg til å fiske tett opptil de seismiske kurslinjene.

I konflikten mellom fiskeri- og oljeutbyggingsinteresser står påstand mot påstand. Det finnes lite dokumentert viten om hvordan seismisk aktivitet virker inn på fiskeatferd og fangsttilgjengelighet. En undersøkelse som er foretatt utenfor kysten av California, viste at fangsten av uer (ulike *Sebastes*-arter) på line gikk ned med 52% etter at et fartøy med en luftkanon krysset over fangstfeltet (Pearson et al. 1992, Skalski et al, 1992). Dalen og Raknes (1985) viste ved hjelp av akustisk kartlegging og fangstforsøk at fiskefordelingen i et område endret seg under påvirkning av seismisk aktivitet. De mente at disse endringene skyldtes at pelagisk fisk unnvek ned og til side for de seismiske surveylinjene, mens bunnfisk ble trykt ned mot bunnen. De antok også at bunnfisk kunne stå gjemt tett ved bunnen slik at de ikke kunne registreres med hydroakustiske instrumenter. Konsentrasjonen av fisk i undersøkelsesområdet var imidlertid så liten at det var vanskelig å trekke statistisk sikre konklusjoner ut fra forsøket.

Denne rapporten er en del av prosjektet "Effekter av seismisk luftkanonskyting på fiskeatferd og fangsttilgjengelighet". Sentralt i prosjektet står et kontrollert fullskala fangstforsøk med bunnrål og line som ble gjennomført utenfor kysten av Finnmark i mai 1992. Som supplement til feltdelen av prosjektet er det samlet inn og analysert fangstdata fra kommersielle fiskefartøyer som har fisket i områder der det samtidig har vært seismisk aktivitet. Det har imidlertid vist seg vanskelig å skaffe til veie slike data fra flere typer fiskerier, fordi mange av fiskefartøyene forlater feltene når skytingen starter, angivelig fordi fangstratene, og dermed lønnsomheten, blir sterkt redusert. I denne rapporten presenteres innsamlede fangstdata fra tre ulike fiskerier (Fig. 1): Linefiske etter torsk utenfor Finnmark, seitråling på Storegga og rekefiske i Barentshavet.



Figur 1. Fiskefeltene hvor det er samlet inn fangstdata som inngår i rapporten.
Fishing areas where catch data are collected.

LINEFISKE ETTER TORSK PÅ FINNMARKSKYSTEN

Materiale og metoder

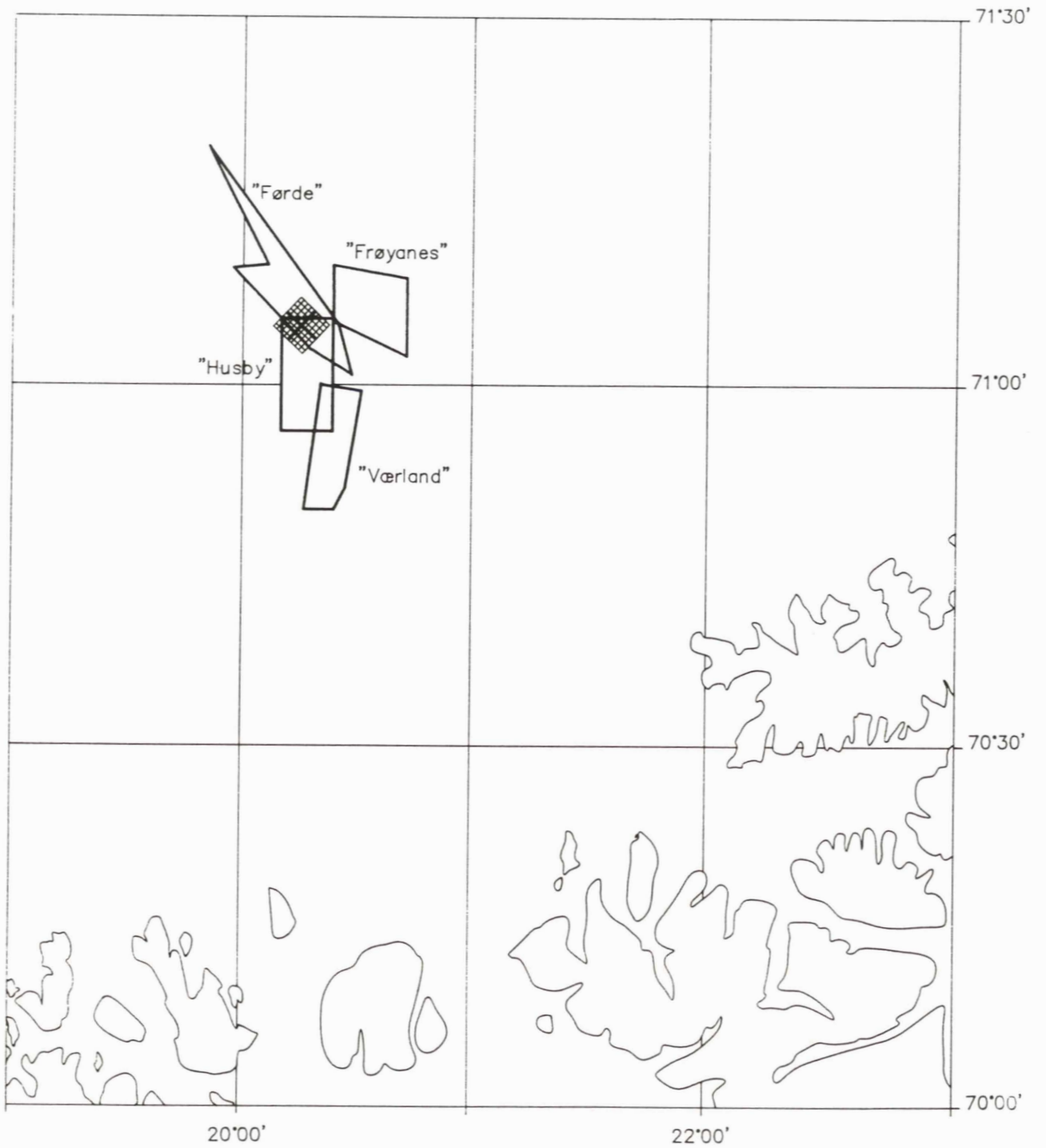
I januar 1990 utførte A/S Geoteam et grunnseismisk survey på Realgrunnen nordvest av Sørøya (Finnmark) på ca. 185 m dyp hvor flere linebåter fisket med bunnline etter torsk (Fig. 1). Det seismiske fartøyet brukte fire luftkanoner (40 in.³, Texas Instruments) som ble tauet på 3 m dyp i en avstand av 0.5 m. De seismiske linjene var ca. 4700 m og luftkanonene ble avfyrt for hver 12.5 m (dvs. i et intervall på ca. 5 s). Totalt ble 32 linjer skutt i løpet av fire perioder (Tabell 1).

Det ble innhentet fangstdata fra fire autolinebåter ("Husby", "Førde", "Frøyanes" og "Værland") som fisket i det aktuelle området i den perioden som den seismiske undersøkelsen ble utført (Fig. 2). Disse dataene (posisjonen til linestubbene, tidspunktet de var satt og fangsten i kg) ble relatert til posisjonene til de seismiske linjene og tidspunktet de ble skutt.

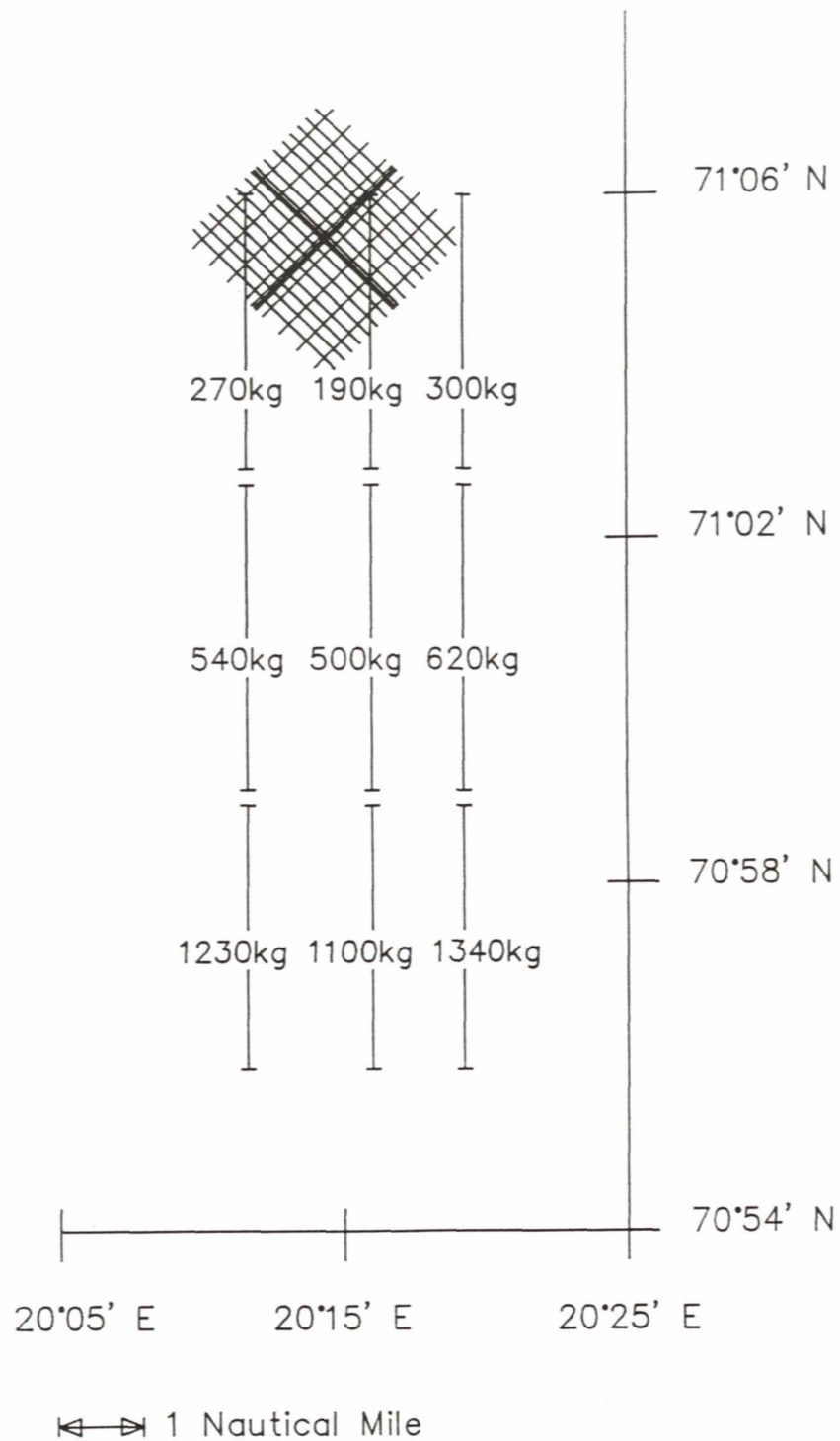
Resultater

Posisjonene og fangstratene for stubbene til "Husby" som var satt den 28. og 29. januar er vist i Fig. 3 (klokkeslett for setting var ikke notert av skipper). Tre stubber var satt 5 - 8 nautiske mil fra de seismiske linjene, og disse fanget i gjennomsnitt 1223 kg torsk. De tre stubbene som var satt 1 - 5 nautiske mil fra det seismiske området fanget gjennomsnittlig 553 kg, og stubbene som stod innenfor dette området fanget 253 kg. Dette utgjør henholdsvis 45% og 21% av fangstraten til stubbene som var satt lengst fra det seismiske området.

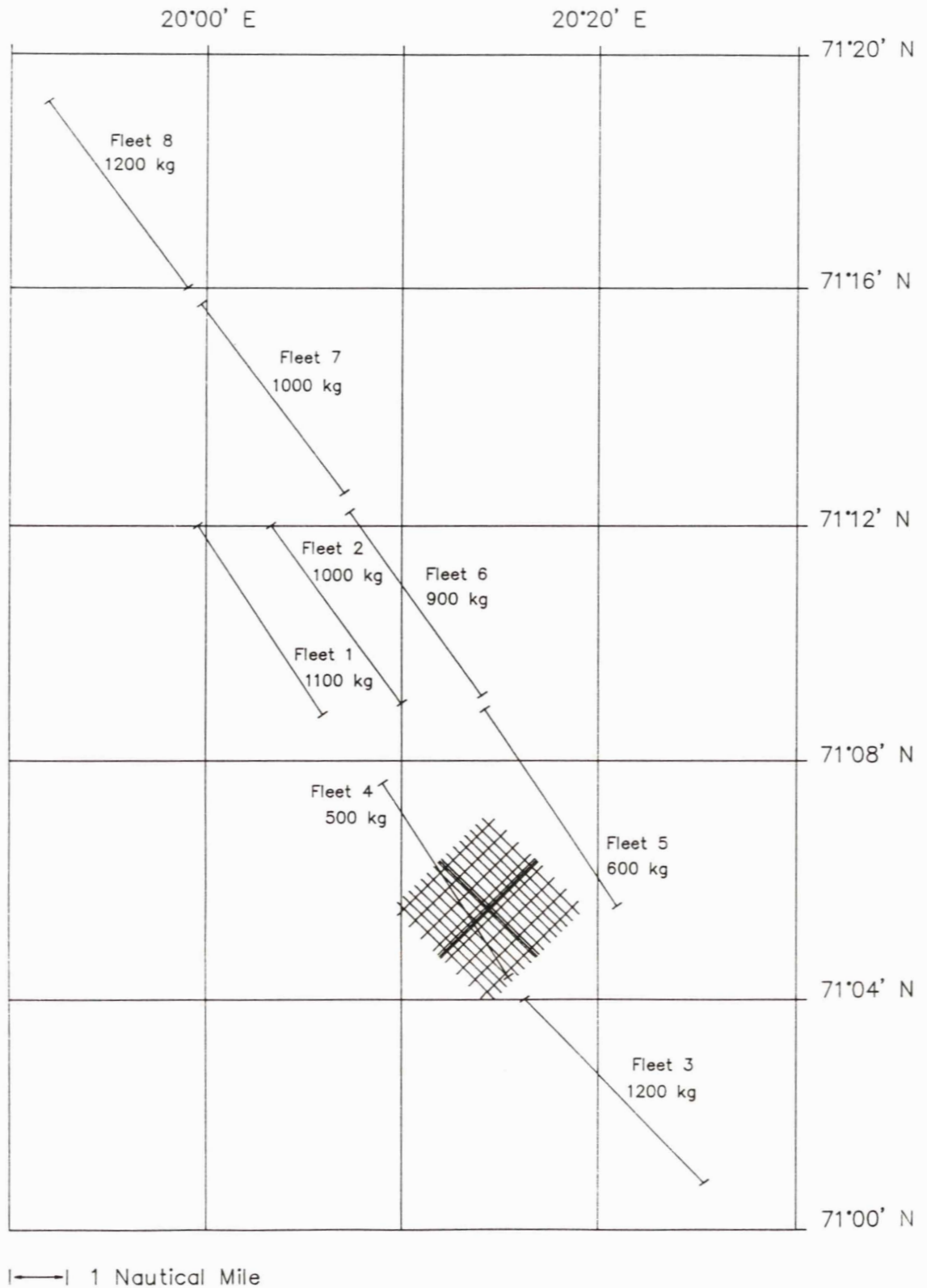
Fangstdataene fra "Førde" er gitt i Tabell 2 og Fig. 4. Stubb nr. 1 og 2 var satt mens skytingen pågikk, og stubb nr. 3 og 4 var satt ca. 7 t etter at skytingen var avsluttet. Fangstraten til stubb nr. 4 som stod innenfor det seismiske feltet, var 45% av den gjennomsnittlige fangstraten for stubb nr. 1-3 som stod 1-6 nautiske mil utenfor feltet. Stubb



Figur 2. Fangstområder for de fire autolinebåtene.
Fishing areas for the four autoline vessels.



Figur 3. Posisjon og fangstrater for linestubbene til "Husby" som ble satt 28. og 29. januar. Rutenettet er seismiske kurslinjer.
Position and catch rates for the longline fleets of "Husby" set the 28. and 29. of January. The grid shown is seismic survey tracks.



Figur 4. Posisjon og fangstrater for linestubbene til "Førde". Rutenettet er seismiske kurslinjer.
Position and catch rates for the longline fleets of "Førde". The grid shown is seismic survey tracks.

nr. 5-8 var satt et døgn etter skyting, og i økende avstand fra feltet. Fangstratene for disse stubbene økte med avstanden fra feltet.

Linestubbene til "Frøyanes" stod 1.5 - 8.5 nautiske mil fra det seismiske feltet (Tabell 2). Fangstratene for stubbene som var halt før skyting var 2000-2800 kg torsk (middelverdi = 2500 kg). Stubbene som var satt under skyting og innen 24 t etter skyting fanga 1200-2200 kg (middelverdi = 1518 kg), som gir en fangstreduksjon på ca. 40%.

Fangstdataene som blei innhenta fra "Værland" gir fangstene pr. døgn og ikke pr. stubb. Fangstene for dagene 15. - 19. januar varierte mellom 6300-8250 kg (middelverdi = 7100 kg), mens 4000 kg blei tatt 20. januar (skyting startet 19. januar, kl. 1832; Tabell 1). Neste dag flytta båten til et annet fiskefelt, og disse dataene er derfor av begrensa verdi.

Tabell 1. Tidsplan for den seismiske undersøkelsen som ble utført utenfor kysten av Finnmark i januar 1990.

Schedule of the seismic survey conducted off the coast of Finnmark in January 1990.

Periode	Start skyting		Slutt skyting		Antall seismiske linjer
	Dato	Klokkeslett	Dato	Klokkeslett	
1	190190	1832	200190	0433	7
2	210190	1643	220190	0638	10
3	280190	0914	280190	1200	3
4	290190	0344	290190	2027	12

Tabell 2. Avstand fra det seismiske området, tidspunkt for setting i forhold til den seismiske skytingen og fangstrate for linestubbene til autolinebåtene "Førde" og "Frøyanes". Avstanden fra det seismiske området er avstanden (i nautiske mil) fra hver ende av stubben til den nærmeste seismiske linja. Tidspunkt i forhold til skyting er tiden fra skytingen slutter til stubben settes. Stubb 11-15 ("Frøyanes") er relatert til periode 2 (se tabell 1), de andre stubbene er relatert til periode 1.

Distance from the seismic survey area, time of setting relative to sound emissions and catch rate of longline fleets of the autoliners "Førde" and "Frøyanes". **Avstand fra det seismiske området** is the distance (in nautical miles) between each end of the fleet and the nearest survey track line. **Tidspunkt i forhold til skyting** is the time that elapsed between the ending of sound emissions and setting of fleets. Fleets 11 - 15 of "Frøyanes" are related to period 2 (see Table 1), the other fleets are related to Period 1.

Båt	Avstand fra det seismiske området	Tidspunkt i forhold til skyting	Fangstrate (kg/stubb)
"Førde"			
Stubb 1	6.5-2.6	Under ¹	1100
Stubb 2	0.7-4.1	Under ¹	1000
Stubb 3	0.7-4.1	6t 30min	1200
Stubb 4	0-1.2	7t 10min	500
Stubb 5	0.8-1.8	24t 40min	600
Stubb 6	2.0-5.3	25t 20min	900
Stubb 7	5.7-9.7	25t 50min	1000
Stubb 8	9.9-13.7	26t 20min	1200
"Frøyanes"			
Stubb 1	5.1-7.2	Før ²	2500
Stubb 2	6.1-8.3	Før ²	2000
Stubb 3	4.1-6.7	Før ²	2800
Stubb 4	6.7-8.4	Før ²	2700
Stubb 5	3.4-5.9	- 4t 20min ³	1800
Stubb 6	6.2-7.9	Under ¹	1600
Stubb 7	2.0-5.7	1t 50min	1900
Stubb 8	5.0-7.2	9t 45min	1300
Stubb 9	1.5-6.3	17t 05min	1300
Stubb 10	3.3-6.5	24t 35min	2200
Stubb 11	2.3-5.0	- 4t 40min ³	1200
Stubb 12	4.4-6.5	Under ¹	1300
Stubb 13	5.5-6.6	Under ¹	1500
Stubb 14	6.7-7.2	3t 30min	1400
Stubb 15	7.3-8.2	10t 25 min	1200

¹ Stubben var satt mens skyting foregikk.

² Stubben var satt og halt før skyting startet.

³ Tiden fra stubben settes til skytingen starter. Ståtiden for disse stubbene var ca. 9 timer.

Diskusjon

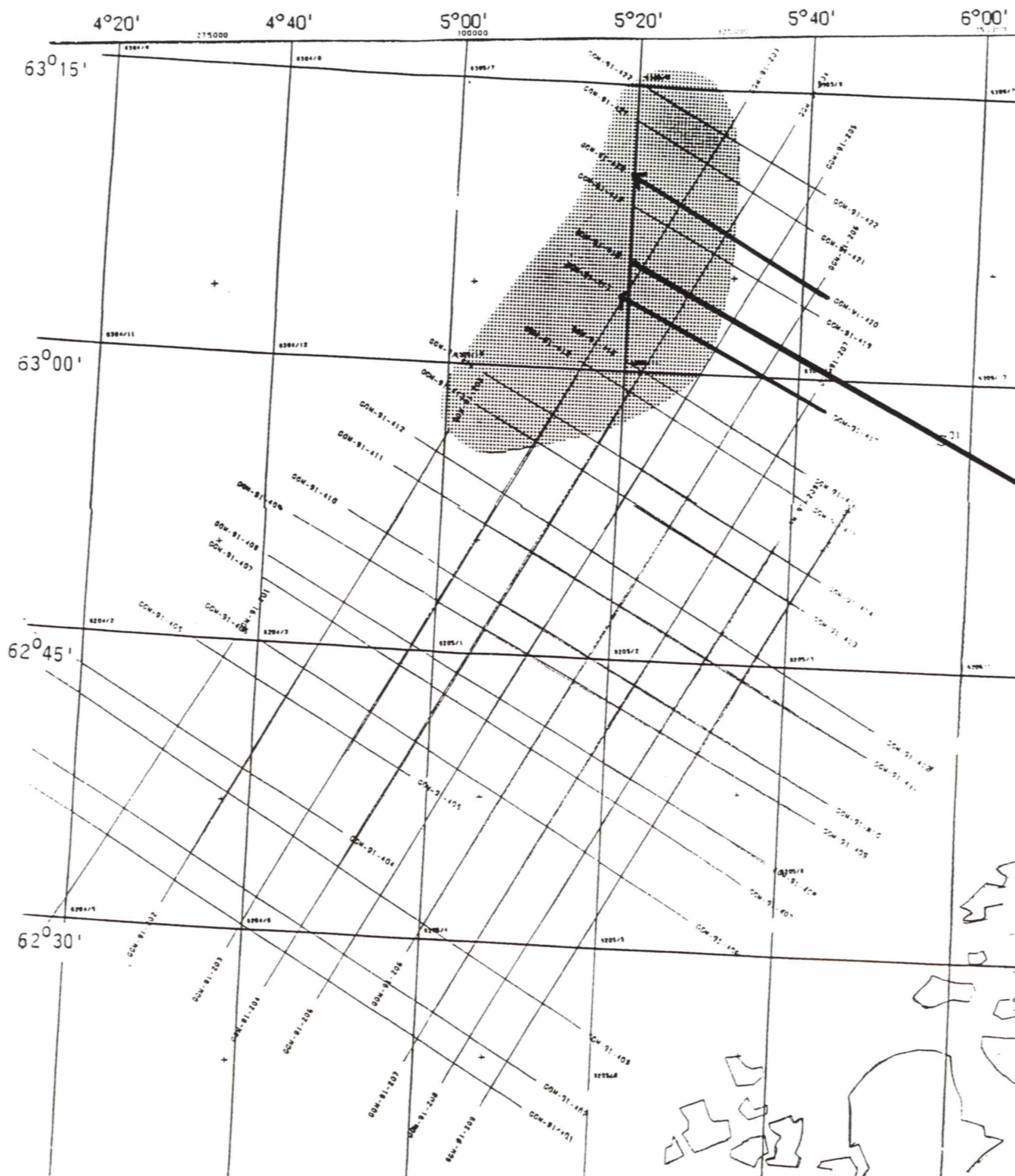
Fangstdataene fra alle de fire linebåtene som er med i denne undersøkelsen gir et entydig bilde av at fangstraten av torsk i linefisket reduseres ved seismisk luftkanonskyting. Fangstratene for de stubbene som var satt kort tid etter skyting og som stod innenfor eller nærheten av det seismiske området var betydelig lavere enn fangstratene for de stubbene som var satt før skyting eller som sto lengst fra det seismiske området. Under normale fangstforhold uten påvirkning fra seismisk aktivitet kan det på grunn av ujevn fiskefordeling være store forskjeller i fangstrate mellom stubber som er satt i samme område. Resultatene for de undersøkte båtene er imidlertid så entydige at en slik forklaring er lite sannsynlig. De lave fangstratene for stubbene som var påvirket av den seismiske aktiviteten kan derfor med stor sannsynlighet forklares med at fisken skremmes av støyen fra luftkanonene.

Fangstdataene som ligger til grunn for denne undersøkelsen viser at seismisk luftkanonskyting i dette tilfellet forårsaket en nedgang i linefangstene på 55-80%. Disse dataene gir dårlig grunnlag for å kunne si noe om over hvor lang avstand og tid slik aktivitet påvirker fisket. Dataene indikerer imidlertid at fangstene blir redusert i en avstand på 5 nautiske mil ut fra det seismiske området og at effekten har en varighet på minst ett døgn.

SEITRÅLING PÅ STOREGGA

Materiale og metoder

I 1991 gjennomførte GECO A.S. et seismisk survey på Storegga utenfor Møre (GGW-91) (Fig. 1). Skyteprogrammet startet opp i april med R/V Geco Sigma, men på grunn av svært dårlige værforhold ble det bare skutt to korte serier 14. og 18. april, til sammen 98 km. Deretter ble surveyet avbrutt inntil 10. juni, da de resterende 1500 km ble skutt på 16 dager med R/V Bin Hai (Fig. 5). Luftkanonfeltet som ble brukt hadde et kammervolum på 4800 in³, og skuddintervallet var 25 m.



Figur 5. Posisjon for de seismiske kurslinjene på Storegga. De tre uthevede linjene nord i feltet ble skutt i april, de resterende i juni. Trålområdet er skyggelagt.

Position of the seismic survey tracks at Storegga. The three marked lines in the northern part of the area were shot in April, the rest in June. The trawl area is shaded.

Tråling etter sei på dette feltet foregår stort sett langs Egga-kanten og litt inn på plataet på dyp fra 150 til 250 m. Det var stor fiskeriaktivitet i den nordlige delen av området i begge perioder. I følge rapporten fra den fiskerikyndige ombord i det seismiske fartøyet, var det observert opptil 12 trålere i tillegg til garn- og linebåter på feltet samtidig.

Det ble innhentet tillatelse til innsyn i fangstdagbøkene fra seks ferskfisktrålere som hadde fisket på Storegga i april og/eller juni. Det ble tatt ut opplysninger om starttidspunkt, startposisjon, tauet distanse og fangstmengde for trålhal som ble tatt innenfor den aktuelle tidsperiode og område. En nøyaktig kartfesting av trålhalenes forløp er ikke mulig ut fra opplysningene i fangstdagbøkene, fordi taueretning og sluttposisjon for trålhalene ikke er notert. Båtenes størrelse varierte fra 25 til 34 m (LOA) og motorkraften fra 775 til 2121 Hk. Siden data fra fangstdagbøkene er konfidensielle, er båtene nummerert fra 1 til 6 istedet for å benytte båtnavn. Sei var viktigste art i fangstene i begge perioder. I april var det i tillegg betydelig innblanding av uer, torsk, hyse, brosme og lange, mens innblandingen av andre arter i juni var liten.

En ønsket i utgangspunktet å sammenlikne fangstrater fra før seismisk skyting var startet med tilsvarende rater under og etter skyting. I analysene fra juni var dette vanskelig, fordi bare ett av fartøyene hadde ligget på feltet før det seismiske skyteprogrammet tok til, mens de to andre ankom midt i skyteperioden.

Geografisk avstand til det seismiske fartøyet og avstand i tid fra skytingen har funnet sted er vesentlig for hvordan fiskens atferd, og dermed også fangstratene, påvirkes av seismisk skyting. På grunn av de nevnte begrensninger fangstdagbøkernes datagrunnlag som gjør at trålbanens forløp ikke kan kartfestes nøyaktig, har en regnet med at trålhal hvis startposisjon ligger nærmere en seismisk linje enn 5 nautiske mil er under innflytelse av det seismiske surveyet.

Forskjellene i fangstrater (CPUE) ble analysert ved hjelp av variansanalyse (GLM, SAS Institute) på log-transformerte fangstdata. Årsaken til at en benyttet logaritmisk i stedet for lineær skala, er at variansen i fangstdata som oftest er proporsjonal med kvadratet av gjennomsnittet (Pennington 1983, Pennington & Vølstad 1991). Videre kan en forvente at en

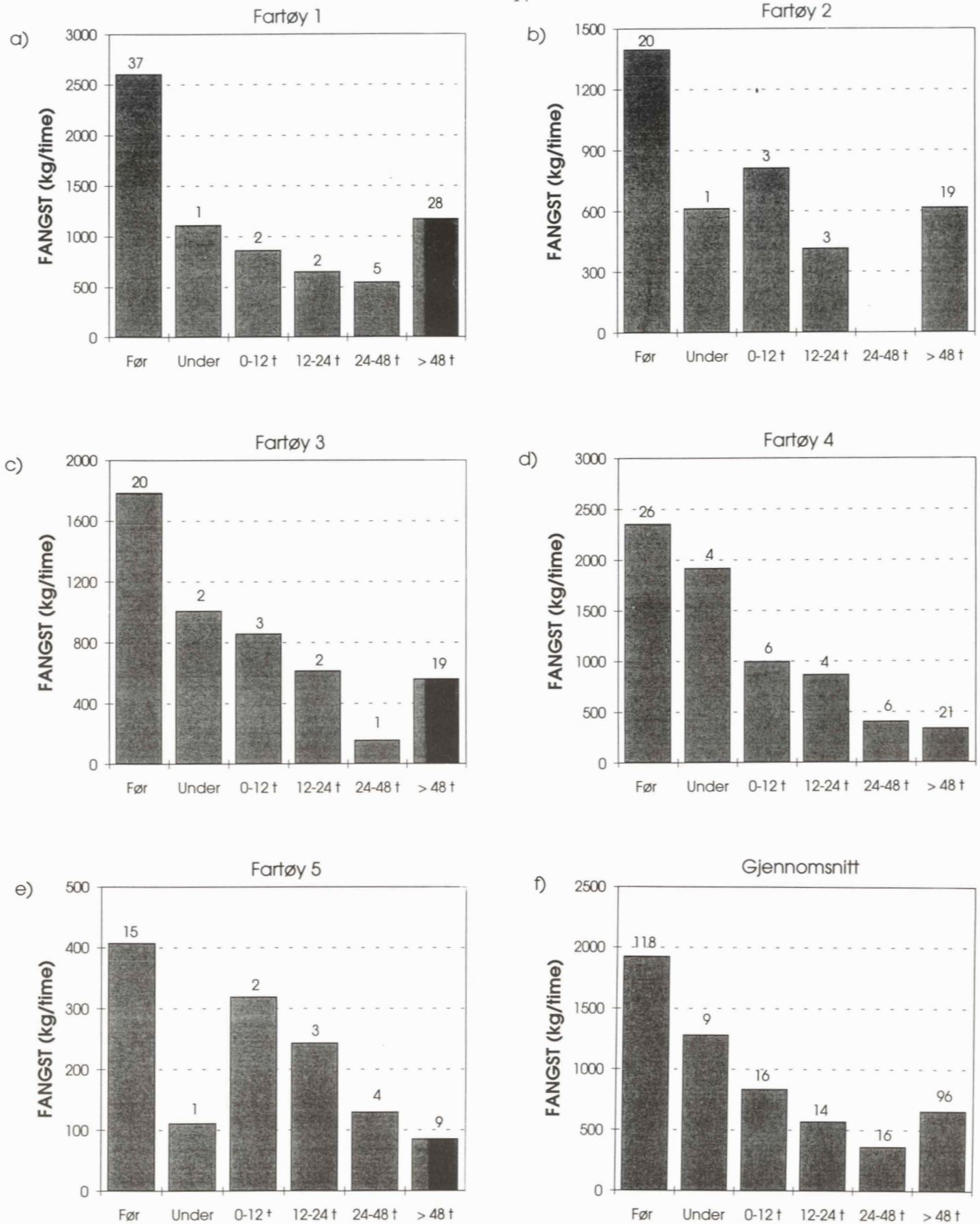
eventuell effekt av seismisk aktivitet vil være proporsjonal med tettheten, og dermed lineær i forhold til log-skalaen.

Resultater

Fig. 6a-f viser fangstrater (kg pr. time) i april for sei for de fem trålerne, mens 6g viser gjennomsnitt for alle båtene. Tallgrunnlaget for figurene er vist i Tabell 1 i Appendix. Det synes som om seifangstene gikk ned idet den seismiske skytingen tok til. I gjennomsnitt var reduksjonen 33 % under skyting. Nedgangen fortsatte i opptil to døgn etter at skytingen opphørte. Deretter var det en økning i fangstratene for båt 1 til 3. For båt 4 fortsatte nedgangen, mens båt 5 viste omtrent samme fangstrate som ett døgn etter skyting. I gjennomsnitt for alle båtene steg fangstene igjen to døgn etter at skytingen var avsluttet. Forskjellene i fangstene før og etter skyting var signifikante (Tabell 2 og 3 i Appendix). Antallet hal som ble tatt under skyting var imidlertid svært lavt, siden skytingen var så kortvarig.

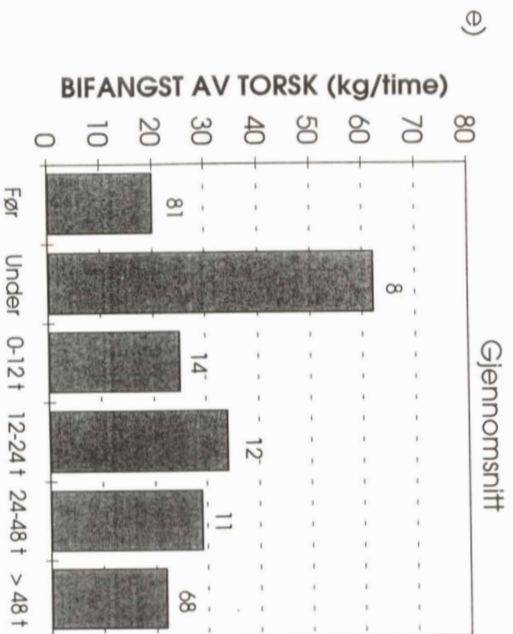
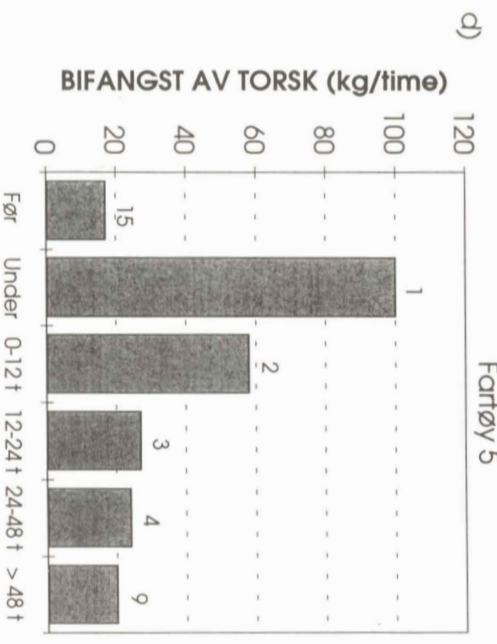
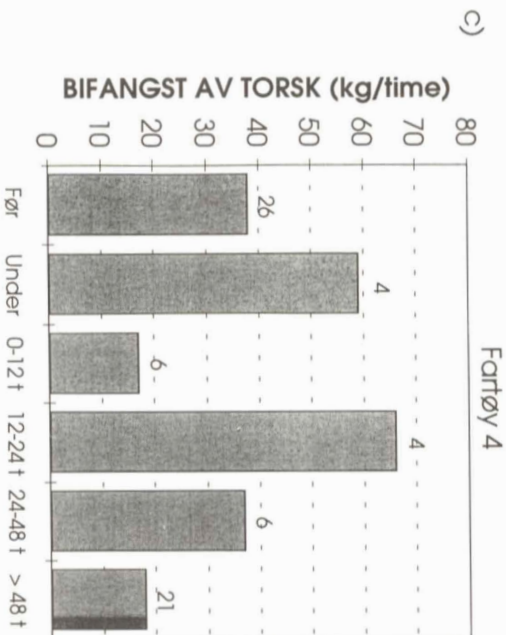
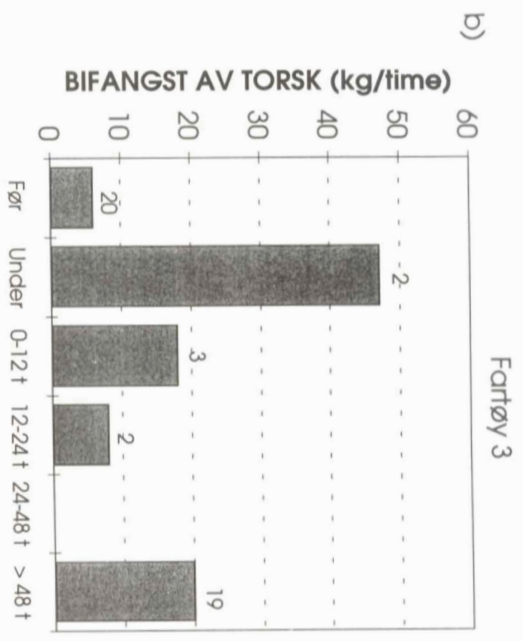
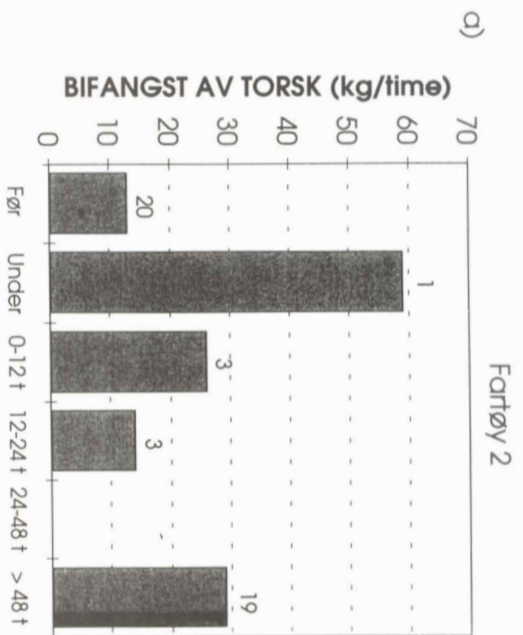
Figur 7a-e viser bifangsten av torsk for alle båtene med unntak av båt 1 der bifangst av torsk ikke var registrert i fangstdagbøkene. Bifangsten av torsk lå i gjennomsnitt relativt lavt, mellom 20 og 30 kg pr. time. Imidlertid økte fangstraten til omtrent det tredoble imens skytingen pågikk. Fangstene under skyting var signifikant større enn både før skyting og etter at den var avsluttet (Tabell 2 og 4 i Appendix). Dette bildet gjentok seg for alle de fire båtene. På båt 4 var imidlertid torskefangsten like stor 12 til 24 timer etter skyting som under skyting (Fig. 7c).

I juni ble det tatt tilnærmet rene seifangster. Bifangsten av torsk var så lav at den ikke ga grunnlag for analyser. Det ble ikke funnet tilsvarende reduksjon i fangstratene for sei etter seismisk skyting som i april (Figur 8a-d og Tabell 5 - 7 i Appendix). Det var vanskelig å finne en entydig trend i fangstutviklingen i denne tidsperioden. Figur 5d viser at fangstratene i gjennomsnitt for de tre fartøyene var over dobbelt så store under og like etter skyting som før skyting. Imidlertid er datagrunnlaget fra perioden før skyting svært dårlig. Bare ett av fartøyene lå i området før skytingen tok til. Dette gjorde 10 tråltrekk over en to-døgns periode

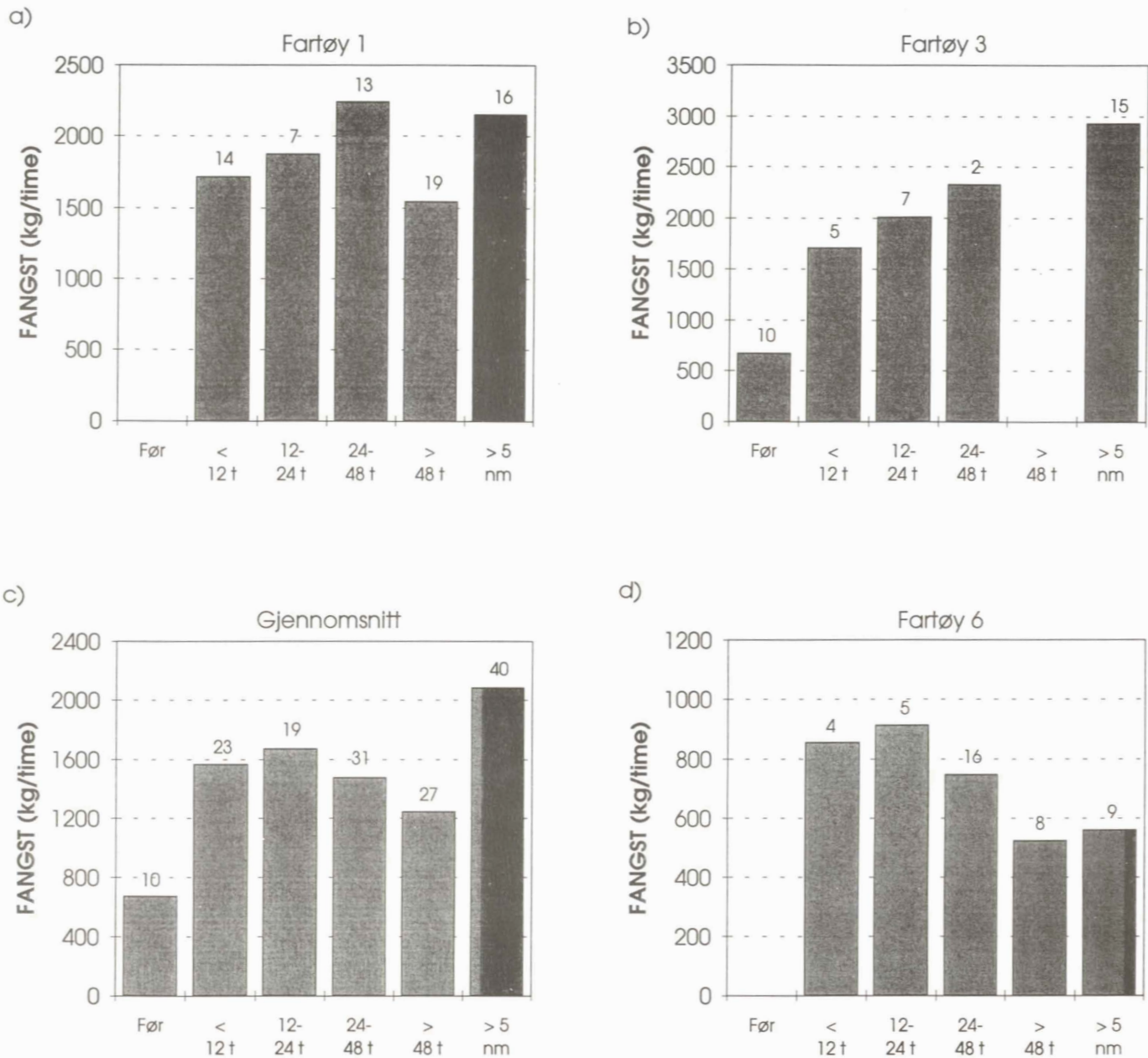


Figur 6. Fangstrater (kg/time) for sei fra fem trålere som fisket på Storegga i april før, under og i ulike tidsintervaller etter skyting. Det siste diagrammet viser gjennomsnittet for de fem fartøyene. Antall hal er gitt over hver søyle.

Catch rates (kg/hour) of saithe from five trawlers fishing at Storegga in April before, during and at different time intervals after shooting. The last Figure shows the average of the five vessels. Number of hauls are given above each bar.



Figur 7. Bifangst av torsk (kg/time) i fangstene fra fire trålere som fisket på Storegga i april før, under og i ulike tidsintervaller etter skyting. Antall hal er gitt over hver søyle.
Cod bycatch (kg/hour) from four trawlers fishing at Storegga in April before, during and at different time intervals after shooting. Number of hauls are given above each bar.



Figur 8. Fangstrater (kg/time) for sei fra tre trålere som fisket på Storegga i juni før, og ved ulike tidsintervaller etter skyting. >5nm = trålhal som er tatt mer enn 5 nautiske mil fra en seismisk kurslinje. Antall hal er gitt over hver søyle.

Catch rates (kg/hour) of saithe from three trawlers fishing at Storegga in June before and at different time intervals after shooting. > 5 nm = trawl hauls taken more than 5 nautical miles from a survey track line. Number of hauls are given above each bar.

ca. en uke før den seismiske aktiviteten startet opp, med fangstrater som lå langt lavere enn det som er normalt for området.

Diskusjon

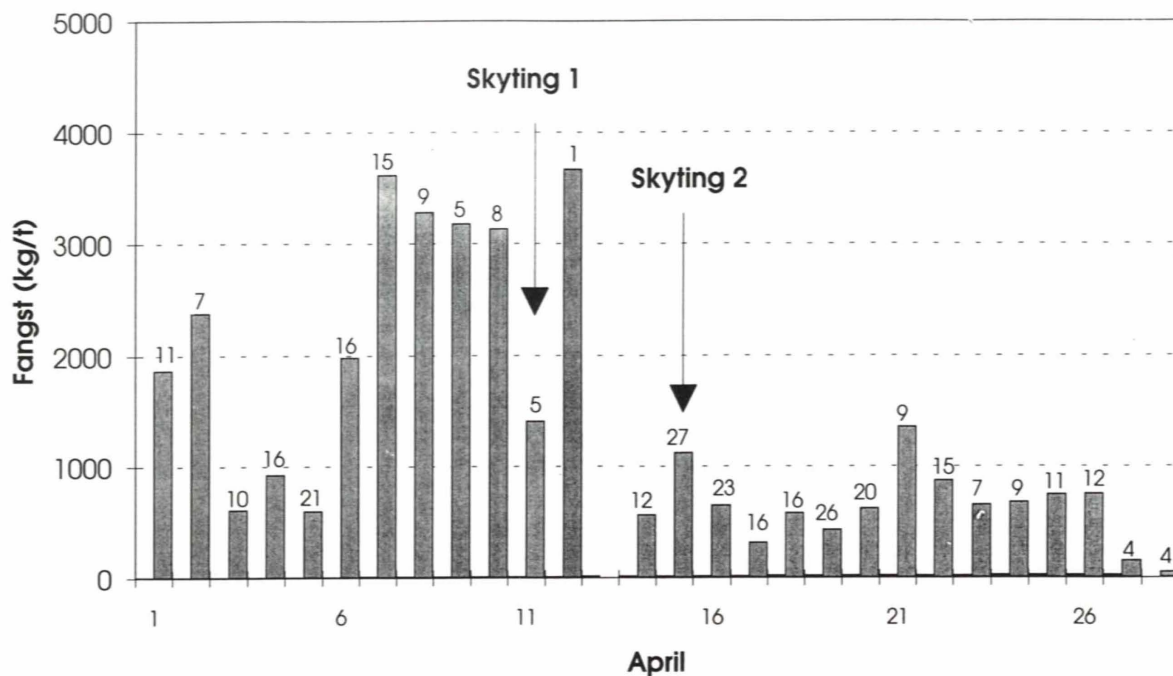
Analysene av fangstdata fra ferskfisktrålerne på Storegga gir ikke noe enkelt og entydig bilde av hvordan seifangstene påvirkes av seismisk skyting. I april gikk fangstene av sei signifikant ned etter at skytingen startet. I juni var trenden uklar, men det var heller en tendens til en økning enn en reduksjon i fangstene idet skytingen tok til.

I ethvert fiskeri vil fangstenes størrelse variere over tid på grunn av tilfeldige variasjoner i fiskens fordeling og sesong- eller langtidsendringer i bestandsnivået. Utover dette kan ytre påvirkninger, som f.eks. seismisk aktivitet, forårsake endringer. I en analyse av fangstdata som dette, der man ikke har kontroll over forsøksbetingelsene, er det vanskelig å skille effektene av den seismiske skytingen ut ifra sesongmessige endringer i fangstmengde.

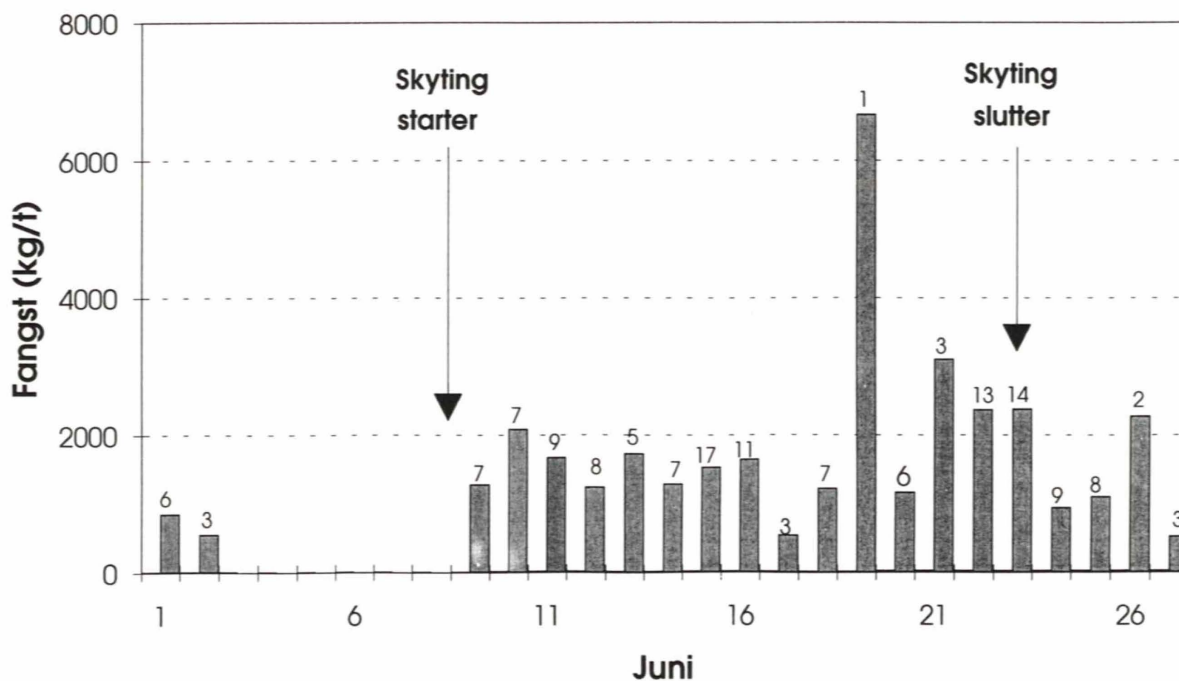
Figur 9 og 10 viser gjennomsnittlig daglig fangstrate for sei i april og juni. I april var fangstene, med unntak av ett enkelthald den 15., konsekvent lavere etter den første dagen med skyting. Imidlertid lå den gjennomsnittlige fangstraten på samme nivå også dagene 6. til 8. april, før det seismiske fartøyet ankom området. Dette viser at naturlige svingninger kan forårsake like lave fangster som det som ble observert i perioden etter skyting.

Datamaterialet gir ikke sikre holdepunkter for å fastslå om reduksjonen skyldes naturlige svingninger eller skremmeeffekter fra den seismiske skytingen. I fangstratene fra april er det imidlertid påfallende at det inntreer en betydelig reduksjon i fangstnivået nettopp idet den seismiske aktiviteten starter, og at det lave nivået holder seg stabilt over flere dager. Dette indikerer en sammenheng mellom de to hendelsene.

Fangstratene fra juni viser imidlertid ikke samme bilde. Fig. 10 viser klart det mangelfulle datagrunnlaget fra før det seismiske surveyet tok til den 11. juni. Det var bare tatt 10 hal ca. en uke før skyting med ett av fartøylene. Figuren viser heller ingen gradvis økning eller



Figur 9. Daglig fangstrate for sei i gjennomsnitt for de fem fartøyene som fisket på Storegga i april. Antall hal er gitt over hver søyle.
Average daily catch rates of saithe for the five vessels fishing at Storegga in April. Number of hauls are given above each bar.



Figur 10. Daglig fangstrate for sei i gjennomsnitt for de tre fartøyene som fisket på Storegga i juni. Antall hal er gitt over hver søyle.
Average daily catch rates of saithe for the three vessels fishing at Storegga in June. Number of hauls are given above each bar.

nedgang i fangstene over tid. Hverken denne figuren, plottene over fangst relatert til tid etter skyting (fig. 8) eller de statistiske analysene gir grunnlag for å si at den seismiske virksomheten virket negativt inn på fangstratene i denne perioden.

Lydpåvirkningen på fiskebestanden pågikk over en betydelig lengre periode i juni enn i april. Skytingen foregikk sammenhengende i 16 dager, i motsetning til i april da det ble skutt to korte serier med 4 dagers mellomrom. Dersom reduksjonen i fangstratene i april skyldtes den seismiske virksomheten, skulle en forvente å finne en tilsvarende eller sterkere nedgang i løpet av juni måned. Dette skjedde imidlertid ikke. Olsen (1976) observerte at sei som ble utsatt for skudd fra en luftkanon i et lukket basseng ble tilvendt lyden etter kort tid. En slik habituering kan ha skjedd med seien på Storegga, slik at den ikke lengre anser støyen fra seismikkfartøyet som en potensiell fare. Skyteepisodene i april var så kortvarige at tilvending til skuddene ikke var mulig, og de kan ha virket mer skremmende. En tilsvarende kortvarig skremmeeffekt før fisken ble tilvendt i juni er vanskelig å spore, fordi datagrunnlaget fra før skytingen startet gir for dårlig sammenligningsgrunnlag.

Bifangsten av torsk økte til omtrent det tredoble under skyting. Imidlertid var det få hal, til sammen 9, som ble tatt under skyting på grunn av den korte varigheten. Torsk har et annet atferdsmønster enn sei. Det er observert at torsk unnviker en lydkilde ved å svømme ned mot bunnen og vekk fra støykilden (Olsen et al. 1983, Ona og Godø 1990, Engås et al. 1991). Dette kan forårsake en "plogeffekt" rundt det seismiske fartøyet. I fartøyets kurslinje minker konsentrasjonen av torsk, men ved bunnen litt ut til siden for kurslinjene, hvor trålerne fisker, vil konsentrasjonen, og dermed fangstratene, øke. Denne effekten synes imidlertid å være kortvarig. I de hal som ble tatt mindre enn 12 timer etter at skytingen var avsluttet var fangstene ikke signifikant forskjellig fra før skyting.

REKETRÅLING

Materiale og metoder

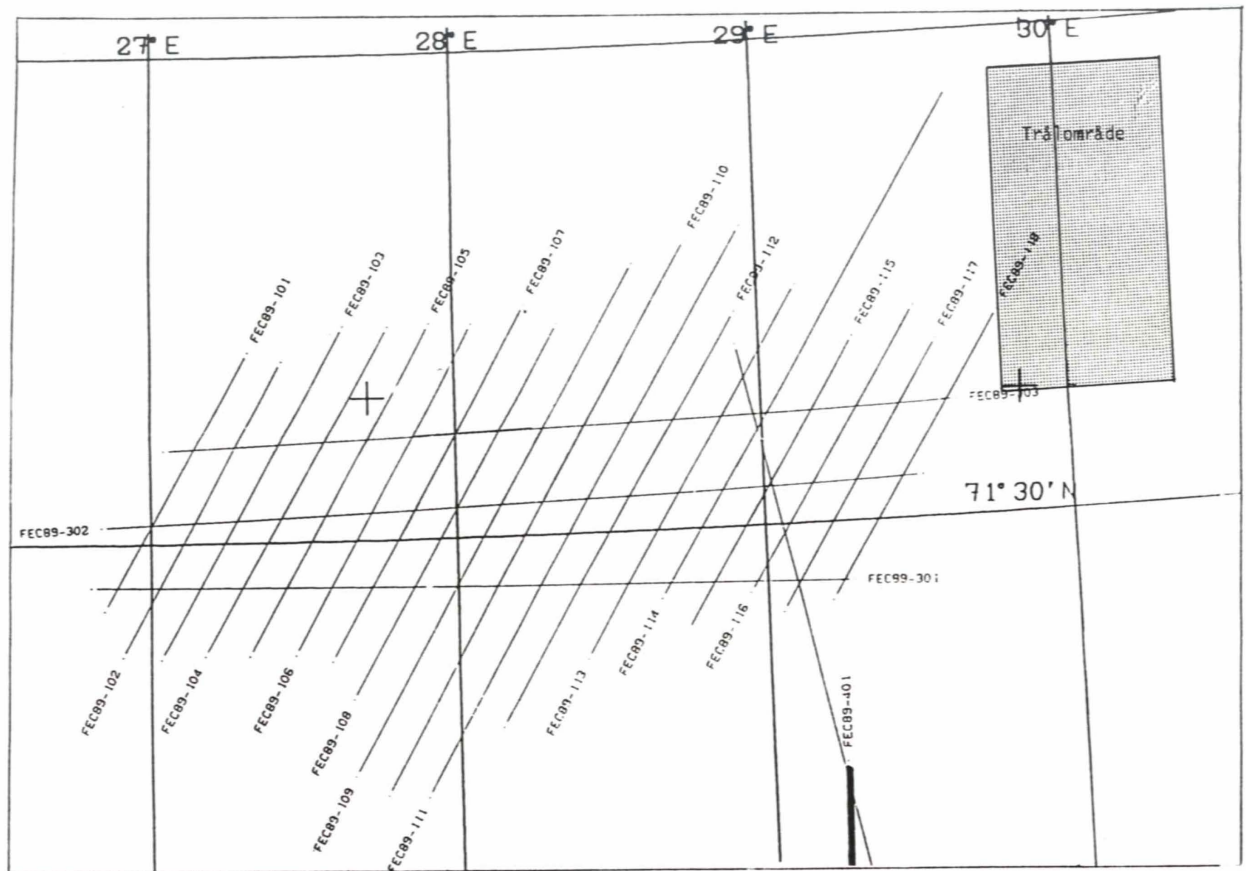
Etter tillatelse fra reder ble fangstdagbøker fra to rekeetrålere (33,6m og 52,2m, motorkraft 900 og 1500Hk) som hadde fisket innenfor et område der det samtidig hadde foregått seismisk aktivitet, analysert (Fig. 1). I juni 1989 lå båt 1 i Barentshavet nær Mehamnleira (se fig. 11) og trålte etter reker på 200-300 m dyp. Den 14. juni startet A/S Geoteam med R/V Geo Scanner et seismisk survey i samme område mellom 71^o og 72^o nord og 27^o og 30^o øst. Det ble brukt et luftkanonfelt med et kammervolum på 800 in³, og med et skuddintervall på 25 m. Rekeetråleren forlot feltet etter to døgn med skyting fordi den hadde full last. Det foreligger derfor ikke fangstdata for perioden etter skyting.

Fartøy 2 trålte etter reker øst av Bjørnøya i august 1991 (200-300 m dyp). Samtidig foregikk et seismisk survey med R/V Master Odin i regi av Oljedepartementet over et stort område sør for Svalbard (se fig. 12). Fartøyet hadde et luftkanonfelt på 2600 in³, og skuddintervallet var 25 m. Over en periode på 3 døgn opererte tråler og seismisk fartøy i nærheten av hverandre.

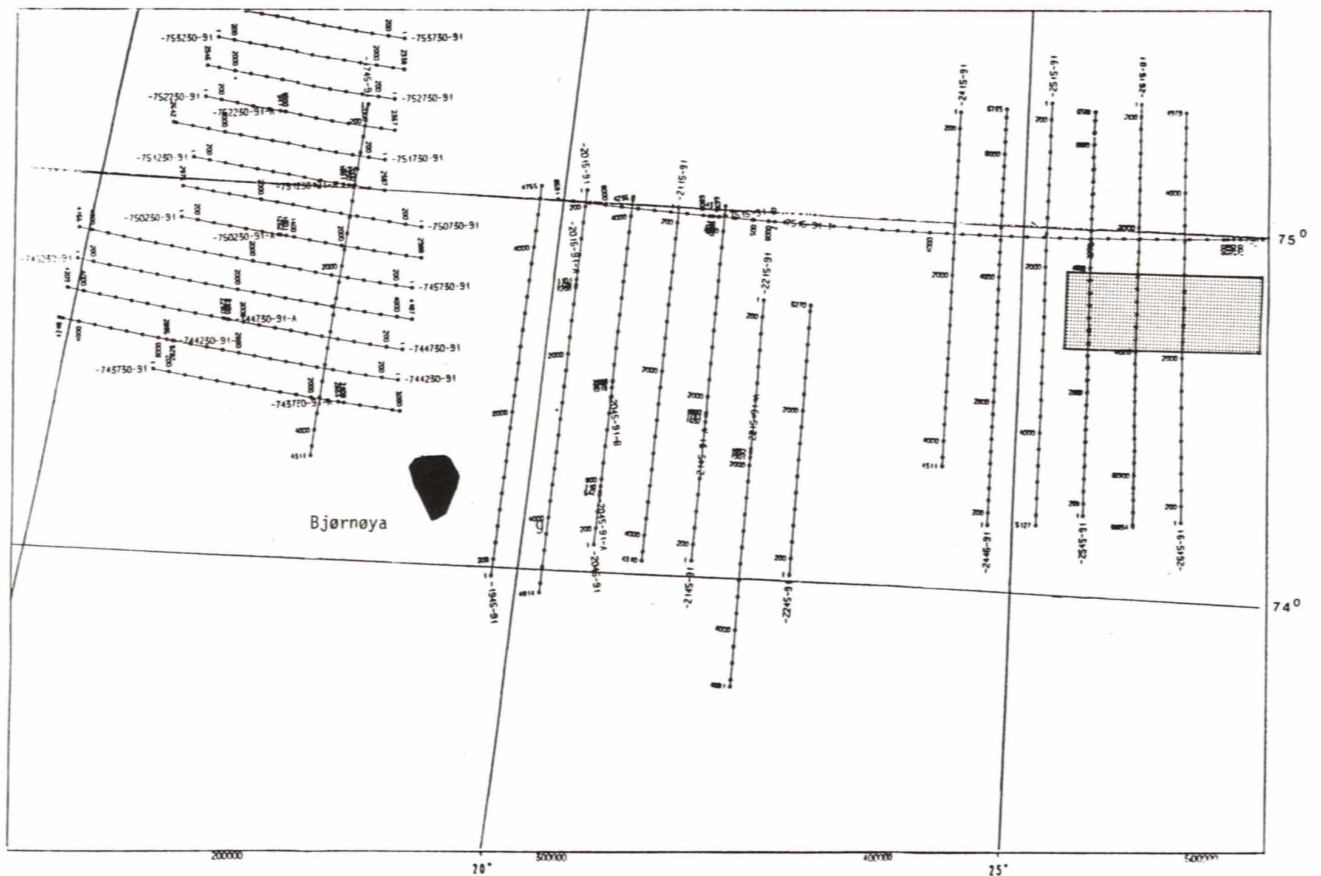
Resultater

Før den seismiske aktiviteten tok til ved Mehamnleira var gjennomsnittsfangsten av reker 170 kg pr. tråltid, med en relativt stor bifangst av torsk over minstemål, i gjennomsnitt 24 kg pr. time (Fig. 13 og Tabell 8 i Appendix). Etter at det seismiske fartøyet startet å skyte, økte fangsten av reke til 276 kg i gjennomsnitt ($p = 0,014$), mens bifangsten av torsk i rekeetrålen ble redusert til 5 kg pr. time i gjennomsnitt ($p = 0,023$).

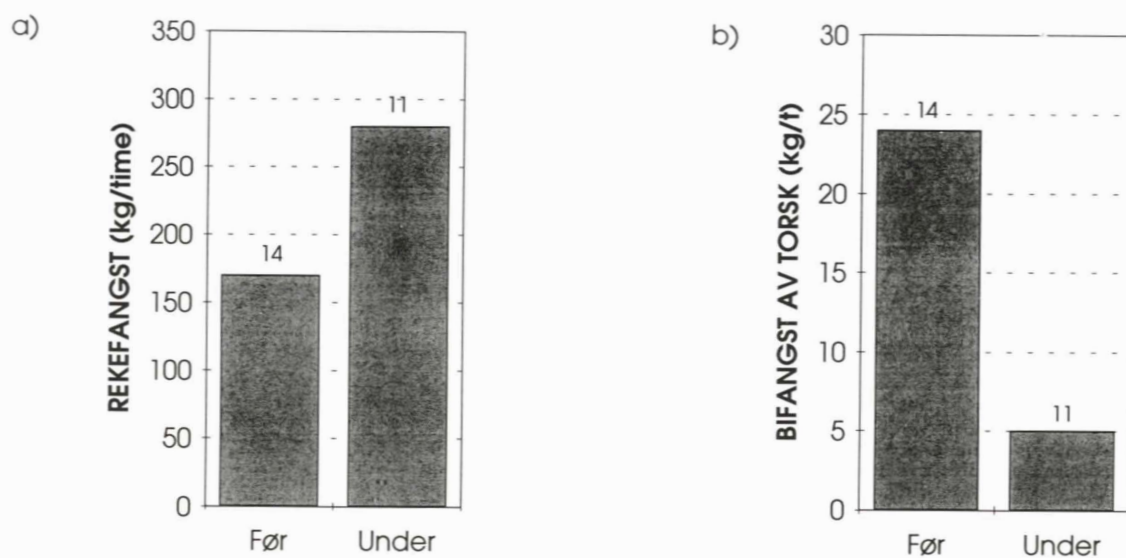
Det andre fartøyet, som trålte etter reker øst av Bjørnøya, tok normale rekefangster (ca. 250 kg pr. time) med relativt stor innblanding av torsk og blåkveite (18 og 23 kg pr. time, Fig. 14a-c og Tabell 9 til 11 i Appendix). Idet Master Odin kom nær fangstfeltet (nærmere enn



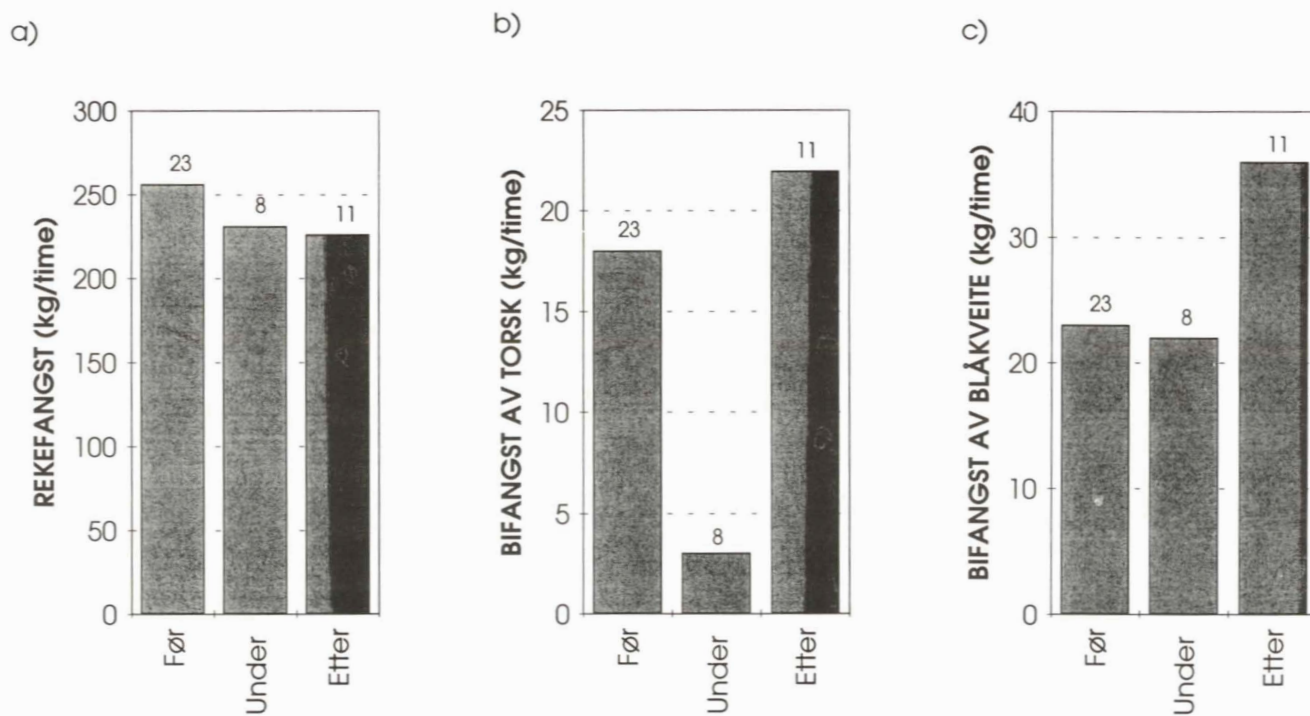
Figur 11. Fangstområde for reketråleren (skyggelagt) og de seismiske kurslinjene ved Mehamnleira utenfor Finnmark.
Trawl area for the shrimp trawler (shaded) and the seismic survey track lines at Mehamnleira off Finnmark.



Figur 12. Trålområde for reketråleren (skyggelagt) og de seismiske kurslinjene i Barentshavet øst av Bjørnøya.
Trawl area for the shrimp trawler (shaded) and the seismic survey track lines in the Barents Sea east of the Bear Island.



Figur 13. Fangstrater av reke og torsk tatt i rekestrål ved Mehamnleira.
Catch rates of shrimp and cod taken by shrimp trawl at Mehamnleira.



Figur 14. Fangstrater av reke, torsk og blåkveite tatt i rekestrål i Barentshavet.
Catch rates of shrimp, cod and Greenland halibut taken by shrimp trawl in the Barents Sea.

5 nautiske mil), sank innblandingen av torsk til ca. 3 kg pr. time ($p < 0,001$). Fangsten av reke og blåkveite holdt seg på samme nivå som tidligere. Bifangsten av torsk ble redusert ut til ca. 5 nautiske mil fra skytelinjene. Om lag ett døgn etter at det seismiske fartøyet hadde forlatt trålfeltet, normaliserte imidlertid fangstene seg, og bifangsten av torsk steg til samme nivå som før skyting. Bifangsten av blåkveite steg også etter at skytingen opphørte (Tabell 11 i Appendix).

Diskusjon

Innblanding av yngel og større fisk i fangstene er ofte et problem i rekefisket. Forskriftene fastsetter en øvre grense for tillatt bifangst. For tiden gjelder følgende regler: Det skal ikke være over 10 individer av torskefisk (yngel) pr. 10 kg reke, og ikke over 10% bifangst (i kg) av overmåls fisk. Fangstoppgevarene fra de to reketrålerne en har studert her, viser at innblandingen av stor torsk ble nesten borte under påvirkning av støy fra luftkanoner. Siden fangstoppgevarene bare inneholder data om fisk som er stor nok til å leveres til fiskemottak, er det ikke mulig å vurdere om innblandingen av undermåls fisk og yngel ble redusert. Sett fra fiskerens synspunkt er reduksjonen av fiskeinnblanding i rekefangstene gunstig, fordi arbeidet med sortering av fangsten blir redusert og en kan fortsette å fange på felter der det ellers ikke ville vært lov å fiske på grunn av for stor torskeinnblanding.

Reduksjonen i bifangsten av torsk kan forklares på to måter: 1) Fisken kan skremmes ut av området. 2) Fisken kan trykke tett mot bunnen. I det første tilfellet vil fisken når den hører støyen fra det seismiske fartøyet unnvike enten horisontalt eller diagonalt vekk fra fartøyet som nærmer seg, og forsvinne ut av rekkevidde for trålerne. I det andre tilfellet forblir fisken i området, men er skremt og ligger tett ved bunnen og "trykker". Gearet på en reketrål følger i de fleste tilfelle bunnen nokså godt. Særlig sommerstid i Barentshavet kortes det inn på geartampene for å få bunnkontakten så god som mulig (Bjørnar Isaksen, Havforskningsinstituttet, pers. medd.) fordi rekene står tett ved bunnen. I Svalbardsonen brukes imidlertid ofte lengre geartamper fordi rekene står fordelt høyere opp i vannsøyla, og for å hindre at trålen går full av "sopp".

Det ene av de undersøkte fartøyene lå i Barentshavet nettopp i den årstid da rekene står tett ved bunnen, og har trolig forsøkt å tråle så nær bunnen som mulig. Dersom torsken hadde blitt skremt ned mot bunnen, ville den blitt bedre tilgjengelig for bunnrål. Når innblandingen tvert imot ble redusert, må man anta at den er skremt vekk fra området der trålen opererer. En annen mulighet er at skremmeeffekten fra den massive lydpåvirkningen fra luftkanon-feltet til det seismiske fartøyet gjør torsken mer var for annen støy i ettertid, som f.eks. lyden fra trålens dører og gear.

Under ferskfisktråling på Storegga økte bifangsten av torsk mens det seismiske fartøyet skjøt sine linjer. Dataene fra reketråling i Barentshavet viser helt motsatt effekt. På Storegga var skyteprogrammet svært kortvarig pga. dårlige værforhold. I Barentshavet lå tråler og seismikkfartøy i nærheten av hverandre over en periode på flere døgn. En kan anta at torsken på rekefeltet, som hørte støyen fra det seismiske fartøyet over lengre tid, fikk tid på seg til å svømme ut av området, mens torsken på Storegga ble utsatt for en nærmest momentan støypåvirkning og bare rakk å dykke mot bunnen litt til side for seismikkfartøyets kurslinje.

Blåkveita reagerte ikke på seismisk støy på samme måte som torsk. Det skjedde ingen endring i bifangsten av denne arten under skyting. Flatfisk har dårligere hørsel enn fisk med svømmeblære (Hawkins 1986). Den har både høyere hørselsterskel og hører over et smalere frekvensbånd. Dette gjør at støy trolig ikke virker like skremmende på blåkveita som på torsk. Imidlertid skjedde en økning i bifangsten av blåkveite etter at skytingen opphørte som trolig ikke hadde noe med den seismiske aktiviteten å gjøre.

GENERELL DISKUSJON

Fisk hører og reagerer på lyd (f.eks. Hawkins 1986). Sensitiviteten og bredden på det frekvensspekter som oppfattes varierer fra art til art, men optimalområdet for de fleste arter ligger mellom infralyd (Sand og Karlsen 1986) og 1 kHz (Platt og Popper 1981). En gassfylt svømmeblære virker som resonanskammer og forbedrer fiskens hørselsevne (Blaxter 1981). Flatfisk, som er uten svømmeblære, er derfor lite sensitive for lyd, mens torsk, sild og andre arter med svømmeblære har relativt godt utviklet hørselsevne (Hawkins 1981). Torsk ble tidligere ansett å være mest sensitiv for frekvenser mellom 10 og 400 Hz (Chapman and Hawkins 1973), hvor hørselsterskel ligger på omtrent 80 dB re 1 μ Pa. Sand og Karlsen (1986) påviste imidlertid at torsk også er svært sensitiv for infralyd (under 10 Hz). Vanligvis reagerer fisk sterkere på pulset lyd enn på et sammenhengende lydssignal med konstant nivå (Blaxter et al. 1981), og et lydssignal med rask stigetid virker mer skremmende enn et signal med gradvis stigning i nivå (Schwarz 1985). Det er imidlertid også vist at for pulser med svært kort varighet ligger deteksjonsterskelen høyere enn for kontinuerlig lyd (Hawkins 1981). Nylig ble det påvist (Knudsen et al. 1992) at lavfrekvente lydstimuli (5-10 Hz) virket spesielt skremmende på laksefisk, og at fisken vanskelig habituerte til slik lavfrekvent lyd.

For at fisk ikke bare skal høre lyden, men også reagere på den, må lydnivået ligge betydelig over deteksjonsterskelen (Blaxter et al. 1981). Nøyaktig hvor høyt over er vanskelig å fastsette, men det vil variere med art, graden av atferdsendring, lydets karakter, etc. Studier av silde (*Clupea harengus*) respons på lyd i laboratorieeksperimenter viste skrekkreaksjoner når lydnivået lå rundt 70 dB over deteksjons-terskelen. Mildere atferdsendringer, som f.eks. polarisering, stiming og langsom dykking, er observert hos torsk når støyen fra et fartøy som nærmet seg lå 30-40 dB over bakgrunnsstøynivået (Engås et al. 1991b).

Luftkanoner produserer lyd hovedsakelig fra under 10 til noen få hundre Hz (Malme et al 1986). Det vil si at lydspekteret fra en luftkanon faller svært godt overens med fiskens mest sensitive hørselsområde. Spekteret har en energitopp i det lavfrekvente området (rundt 10 Hz), som er påvist å ha en særlig skremmeeffekt på laksefisk, og som den vanskelig habituerer til (Knudsen et al. 1992). Dersom videre forsøk viser at dette også er tilfelle for andre arter, vil

det betyr at lydsignalene fra et luftkanonfelt kan ha større skremmeeffekt på fisk enn det en i første omgang skulle tro ut ifra rene amplitydebetraktninger. I hvor stor avstand fra skytefeltet fisk vil høre og reagere på støyen, vil ellers være avhengig av fiskens deteksjonsterskel, kanonfeltets kilde nivå, effekten av pulsraten, bakgrunnsstøynivået og transmisjonstapet.

Typisk spissttrykk for et luftkanonfelt er fra rundt 220 til 250 dB re 1 μ Pa (Malme et al. 1986, Green 1985) som tilsvarer ca. 180 til 210 dB re 1 μ Pa på spektralnivå. Ut ifra vanlige modeller for transmisjonstap ($20 \log(R)$, der R er avstanden til lydkilden) er det helt klart at fisk kan høre et seismisk fartøy på lang avstand. Nøyaktig hvor langt unna er vanskelig å beregne fordi vår viten om deteksjons- og reaksjonsterskler hos fisk er mangelfulle, og lydutbredelsen påvirkes av temperaturskiktninger i sjøen, dyp, bunntopografi etc. Under normale forhold vil fisk med svømmeblære høre et seismisk fartøy på mange km avstand, og trolig starte en rolig unnvikelse vekk fra fartøyets kurslinje lenge før det kommer nær nok til at lydnivået når panikkterskelen. Typisk unnvikelsesmønster for torsk under moderat lydpåvirkning er en rolig svømmebevegelse diagonalt ut til siden for fartøyets kurslinje og ned mot bunnen. Dette er observert både i merdforsøk (Engås et al. 1991a) og i felt (Olsen et al. 1983, Ona og Godø 1990, Engås et al 1991b).

Et slikt atferdsmønster passer godt overens med de observerte endringene i fangstrater for torsk på line, bifangst i rekestrålfisket og i seifangstene på Storegga i april. De reduserte fangstratene kan forklares ved at fisken har blitt skremt av støyen fra luftkanonene og har unnveket fra området der støypåvirkningen foregår. Det er derimot vanskeligere å forklare hvorfor fangsten av sei ikke syntes å bli særlig påvirket på Storegga i juni, og hvorfor torske-bifangsten gikk opp under den kortvarige skyteepisoden i april. Denne skyteperioden var kanskje så kort at fisken ikke fikk tid til å trekke ut av området før støypåvirkningen opphørte.

KONKLUSJON

Ut ifra analysene av fangstdagbøkene er det vanskelig å trekke noen entydig konklusjon om hvordan fisket påvirkes av seismisk aktivitet. Analysene av fangstdata både for torsk og sei viser til dels motstridende tendenser. Mangler i datagrunnlaget gjør resultatene vanskelige å tolke. For å kunne vurdere på et sikrere grunnlag hvordan seismisk aktivitet virker inn på fangstrater i ulike fiskerier, må det gjennomføres feltforsøk der man har kontroll over både fiskefartøyer og det seismisk fartøyet. Det er nødvendig å kunne kontrollere faktorer som antall hal, avstander og tidsintervaller mellom trålhal og seismiske linjer for å sikre best mulig statistisk grunnlag. Før slike forsøk er gjennomført, er det vanskelig å gi en sikker vurdering av hvordan luftkanonskyting påvirker fiskefangster.

TAKK

Dette prosjektet er finansiert av Norges Fiskeriforskningsråd med midler stilt til rådighet for NFFR fra Oljeindustriens Landsforening, Olje- og Energidepartementet og Oljedirektoratet.

Vi vil takke firmaene Geco A/S og A/S Geoteam, samt Olje- og Energidepartementet og Oljedirektoratet for meget velvillig assistanse med å skaffe til veie det seismiske datagrunnlaget for denne rapporten. Uten deres samarbeide hadde denne undersøkelsen ikke vært mulig. Videre er vi svært takknemmelige overfor rederne til fiskefartøyene som ga tillatelse til å nytte konfidensielle fangstdata i våre analyser. Vi vil også takke Fiskeridirektoratet for hjelp med å skaffe fram fangstdagbøker for de aktuelle fartøyer.

REFERANSER

Blaxter, J.H.S. 1981. The swimbladder and hearing. *In*: Tavolga, W.N., Popper, A.N. og Fay, R.R. (eds). *Hearing and sound communication in fishes*. Springer-Verlag, New York, pp. 61-71.

Blaxter, J.H.S., Gray, J.A.B. og Denton, E.J. 1981. Sound and startle responses in herring shoals. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, 61(4):851-870.

Chapman, C.J. og Hawkins, A.D. 1973. A Field study of hearing in the cod, *Gadus morhua* L. *J. Comp. Physiol.*, 85: 147-167.

Dalen, J. og A. Raknes. 1985. Scaring effects on fish from three-dimensional seismic surveys. Report FO 8504, Institute of Marine Research, Bergen, Norway, 22 pp.

Engås, A., Misund, O.A., Soldal, A.V., Horvei, B. og Solstad, A. 1991a. Fish behaviour and vessel noise: Cathc data comparisons, noise analysis and playback experiment. *In*: Engås, A., *The Effects of Trawl Perfomance and Fish Behaviour on the Catching Efficiency of Sampling Trawls*. Dr. Philos. Thesis. University of Bergen, Norway 1991.

Engås, A., Soldal, A.V. og Øvredal, J.T. 1991b. Avoidance reactions of ultrasonic tagged cod during bottom trawling in shallow water. *Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea*, C.M.1991/B41 pp. 1-9, mimeo.

Greene, C.R. 1985. A pilot study of possible effects of marine seismic airgun array operations on rockfish plumes. Prepared for the Seismic Steering Committee by Greeneridge Sciences, Inc., Santa Barbara, California.

Hawkins, A.D. 1981. The hearing abilities of fish. *In*: Tavolga, W.N., Popper, A.N. og Fay, R.R. (eds). *Hearing and sound communication in fishes*. Springer-Verlag, New York, pp. 109-133.

Hawkins, A.D. 1986. Underwater sound and fish behaviour. p. 114-151. *In*: Pitcher, T.J. (ed.). The behaviour of Teleost Fishes. Croom Helm, London and Sydney.

Knudsen, F., P.S. Enger og O. Sand. 1992. Awareness reactions and avoidance responses to sound in juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* L.. J. Fish Biol. 40: 523-534.

Malme, C.I., Smith Jr., P.W., og Miles, P.R. 1986. Characterization of geophysical acoustic survey sounds. OCS Study MMS-86-0032. Prepared by BBN Laboratories Inc., Cambridge Massachusetts, for Battelle Memorial Institute under Contract No. 14-12-0001-30273 to the Department of Interior, Mineral Management Service, Pacific Outer Continental Shelf Region, Los Angeles, California.

Olsen, K. 1976. Evidence for localization of sound by fish i schools, pp. 257-270. *In*: A. Schuijf and A.D. Hawkins (eds.). Sound Reception i Fish. Elsevier, Amsterdam.

Olsen, K., J. Angell, F. Pettersen og A. Løvik. 1983. Observed reactions to a surveying vessel with special reference to herring, cod, capelin and polar cod. FAO Fish. Rep. 100: 131-138.

Ona, E. og O.R. Godø. 1990. Fish reactions to trawling noise: the significance for trawl sampling. Rapp. P.-v. Reun. Cons int. Explor. Mer., 189: 159-166.

Pearson, W.J., Skalski, J.R. og Malme, C.I. 1992. Effects of sounds from a geophysical survey device on behaviour of captive rockfish (*Sebastes* sp.). Can. J. Fish. Aquat. Sci., 49: 1343-1356.

Pennington, M. 1983. Efficient estimators of abundance for fish and plankton surveys. Biometrics, 39: 281-286.

Pennington, M., J.H. Vølstad, 1991. Optimum size of sampling unit for estimating the density of marine populations. Biometrics, 47: 717-723.

Platt, C. og A.N. Popper, 1981. Fine structure and function of the ear. *In*: Tavolga, W.N., Popper, A.N. og Fay, R.R. (eds). Hearing and sound communication in fishes. Springer-Verlag, New York, pp. 3-36.

Sand, O. og H.E. Karlsen. 1986. Detection of infrasound by the Atlantic cod. *J. exp. Biol.* 125: 197-204.

Schwarz, A.L. 1985. The behaviour of fishes in their acoustic environment. *Environ. Biol. Fishes*, 13(1): 3-15.

Skalski, J.R., W.H. Pearson og C.I. Malme, 1992. Effects of sounds from a geophysical survey device on catch-per-unit-effort in hook-and-line fishery for rockfish (*Sebastes* sp.). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 49: 1357-1365.

APPENDIX

Tabell 1. Fangstrater av sei og torsk i trålfangtene fra de fem fartøyene som fisket på Storegga i april.
Catch rates of saithe and cod in the trawl catches taken at Storegga in April.

a) FARTØY 1

	N	Sei	
		Fangst (kg/t)	Std. feil
Før	37	2603	526
Under	1	1111	
0-12 t	2	860	390
12-24 t	2	650	150
24-48 t	5	546	159
> 48 t	28	1171	386

b) FARTØY 2

	N	Sei		Torsk	
		Fangst (kg/t)	Std. feil	Fangst (kg/t)	Std. feil
Før	20	1397	278	13,5	4,5
Under	1	614		59,4	
0-12 t	3	812	450	26,2	6,8
12-24 t	3	415	121	13,6	7,5
24-48 t	0				
> 48 t	19	616	89	28,7	3,9

c) FARTØY 3

	N	Sei		Torsk	
		Fangst (kg/t)	Std. feil	Fangst (kg/t)	Std. feil
Før	20	1784	311	6,1	2,2
Under	2	1008	357	46,8	17,2
0-12 t	3	858	430	18,2	3,1
12-24 t	2	614	377	8,0	8,0
24-48 t	1	157		0,0	
> 48 t	19	558	108	20,1	4,2

d) FARTØY 4

	N	Sei		Torsk	
		Fangst (kg/t)	Std. feil	Fangst (kg/t)	Std. feil
Før	26	2355	592	38,3	7,8
Under	4	1919	526	59,4	14,0
0-12 t	6	996	569	17,3	6,5
12-24 t	4	865	514	66,5	21,5
24-48 t	6	403	129	36,5	6,8
> 48 t	21	331	62	17,9	3,0

e) FARTØY 5

	N	Sei		Torsk	
		Fangst (kg/t)	Std. feil	Fangst (kg/t)	Std. feil
Før	15	407	97	16,9	1,5
Under	1	111		100,0	
0-12 t	2	319	81	58,3	8,3
12-24 t	3	242	155	26,8	6,1
24-48 t	4	130	41	24,3	11,1
> 48 t	9	85	20	19,6	4,4

f) GJENNOMSNIITT

	N	Sei		Torsk	
		Fangst (kg/t)	Std. feil	Fangst (kg/t)	Std. feil
Før	118	1926	229	16,8	2,8
Under	9	1281	316	54,5	10,7
0-12 t	16	834	233	22,1	4,8
12-24 t	14	569	157	28,8	9,1
24-48 t	16	354	78	19,8	5,4
> 48 t	96	654	121	15,4	11,7

Tabell 2. Variansanalyse av fangstrater for torsk og sei tatt i trålfangstene i april. Analysen er gjort på log-transformerte data.

Analysis of variance for catch rates of cod and saithe taken by trawl in April. The analysis is performed on logarithmic data.

a) Variabel: Torsk

Kilde	Frihets- grader	Kvadrat- sum	Gj.snittlig kvardratsum	F-verdi	Signifikans- nivå
Hovedeffekter:					
Eksp.nering	5	390,06	78,01	5,69	0,0001
Båt	4	2812,92	703,23	51,27	0,0001
Samspill:					
Eksp. * Båt	19	530,31	27,91	2,03	0,0077
Rest	240	3292,18	13,72		
Korr. total	268	7025,48			

b) Variabel: Sei

Kilde	Frihets- grader	Kvadrat- sum	Gj.snittlig kvardratsum	F-verdi	Signifikans- nivå
Hovedeffekter:					
Eksp.nering	5	62,39	12,48	13,04	0,0001
Båt	4	86,06	21,51	22,49	0,0001
Samspill:					
Eksp. * Båt	19	11,08	0,58	0,61	0,8977
Rest	232	221,99	0,96		
Korr. total	260	381,52			

Tabell 3. T-test for parvise sammenligninger av fangstrater av sei ved ulike tidsintervaller før, under og etter skyting.

T-test of paired comparisons of catch rates of saithe at different time intervals before, during and after shooting.

Sammenligninger som er signifikant forskjellige på 0,05-nivået er merket med ***

Eksponering		Nedre konfidensgrense	Forskjell mellom gjennomsnitt	Øvre konfidensgrense	
før	under	-0,5797	0,0876	0,7549	
før	0-12 t	0,1981	0,7126	1,2272	***
før	>48 t	0,6598	0,9299	1,2001	***
før	12-24 t	0,4251	0,9708	1,5165	***
før	24-48 t	0,8352	1,3497	1,8642	***
under	før	-0,7549	-0,0876	0,5797	
under	0-12 t	-0,1779	0,6251	1,4281	
under	>48 t	0,1693	0,8424	1,5155	***
under	12-24 t	0,0598	0,8832	1,7066	***
under	24-48 t	0,4591	1,2621	2,0652	***
0-12 t	før	-1,2272	-0,7126	-0,1981	***
0-12 t	under	-1,4281	-0,6251	0,1779	
0-12 t	>48 t	-0,3047	0,2173	0,7393	
0-12 t	12-24 t	-0,4472	0,2581	0,9634	
0-12 t	24-48 t	-0,0443	0,6371	1,3184	
>48 t	før	-1,2001	-0,9299	-0,6598	***
>48 t	under	-1,5155	-0,8424	-0,1693	***
>48 t	0-12 t	-0,7393	-0,2173	0,3047	
>48 t	12-24 t	-0,5121	0,0408	0,5937	
>48 t	24-48 t	-0,1023	0,4198	0,9418	
12-24 t	før	-1,5165	-0,9708	-0,4251	***
12-24 t	under	-1,7066	-0,8832	-0,0598	***
12-24 t	0-12 t	-0,9634	-0,2581	0,4472	
12-24 t	>48 t	-0,5937	-0,0408	0,5121	
12-24 t	24-48 t	-0,3264	0,3789	1,0843	
24-48 t	før	-1,8642	-1,3497	-0,8352	***
24-48 t	under	-2,0652	-1,2621	-0,4591	***
24-48 t	0-12 t	-1,3184	-0,6371	0,0443	
24-48 t	>48 t	-0,9418	-0,4198	0,1023	
24-48 t	12-24 t	-1,0843	-0,3791	0,3264	

Tabell 4. T-test for parvise sammenligninger av fangstrater av torsk ved ulike tidsintervaller før, under og etter skyting.

T-test of paired comparisons of catch rates of cod at different time intervals before, during and after shooting.

Sammenligninger som er signifikant forskjellige på 0,05-nivået er merket med ***

Eksposering		Nedre konfidensgrense	Forskjell mellom gjennomsnitt	Øvre konfidensgrense	
før	under	-7,4978	-4,9748	-2,4518	***
før	0-12 †	-5,3511	-3,4073	-1,4636	***
før	12-24 †	-4,714	-2,6516	-0,5893	***
før	24-48 †	-3,0314	-1,0877	0,856	
før	>48 †	-1,767	-0,7642	0,2386	
under	0-12 †	-1,4724	1,5675	4,6075	
under	12-24 †	-0,7941	2,3232	5,4404	
under	24-48 †	0,8472	3,8871	6,9271	***
under	>48 †	1,6672	4,2106	6,754	***
under	før	2,4518	4,9748	7,4978	***
0-12 †	under	-4,6075	-1,5675	1,4724	
0-12 †	12-24 †	-1,9144	0,7557	3,4257	
0-12 †	24-48 †	-0,2599	2,3196	4,8991	
0-12 †	>48 †	0,6731	2,6431	4,6132	***
0-12 †	før	1,4636	3,4073	5,3511	***
>48 †	under	-6,754	-4,2106	-1,6672	***
>48 †	0-12 †	-4,6132	-2,6431	-0,673	***
>48 †	12-24 †	-3,9747	-1,8874	0,1998	
>48 †	24-48 †	-2,2936	-0,3235	1,6466	
>48 †	før	-0,2386	0,7642	1,767	
12-24 †	under	-5,4404	-2,3232	0,7941	
12-24 †	0-12 †	-3,4257	-0,7557	1,9144	
12-24 †	24-48 †	-1,1061	1,5639	4,234	
12-24 †	48 †	-0,1998	1,8874	3,9747	
12-24 †	før	0,5893	2,6516	4,714	***
24-48 †	under	-6,9271	-3,8871	-0,8472	***
24-48 †	0-12 †	-4,8991	-2,3196	0,2599	
24-48 †	12-24 †	-4,2341	-1,5639	1,1061	
24-48 †	>48 †	-1,6466	0,3235	2,2936	
24-48 †	før	-0,856	1,0877	3,0314	

Tabell 5. Fangstrater av sei i trålfangtene fra de tre fartøyene som fisket på Storegga i juni.
Catch rates of saithe in the trawl catches taken at Storegga in June.

a) FARTØY 1				b) F ARTØY 3			
	Sei				Sei		
	N	Fangst (kg/t)	Std. feil		N	Fangst (kg/t)	Std. feil
Før	0			Før	10	672	291
0-12 t	14	1717	483	0-12 t	5	1705	420
12-24 t	7	1876	406	12-24 t	7	2009	434
24-48 t	13	2242	464	24-48 t	2	2327	945
> 48 t	19	1545	327	> 48 t	0		
> 5 nm	16	2155	371	> 5 nm	15	2929	494

c) FARTØY 6				d) GJENNOMSNITT			
	Sei				Sei		
	N	Fangst (kg/t)	Std. feil		N	Fangst (kg/t)	Std. feil
Før	0			Før	10	672	291
0-12 t	4	855	223	0-12 t	23	1565	311
12-24 t	5	913	158	12-24 t	19	1672	237
24-48 t	16	745	76	24-48 t	31	1475	242
> 48 t	8	523	86	> 48 t	27	1242	247
> 5 nm	9	560	94	> 5 nm	40	2086	273

Tabell 6. Variansanalyse av fangstrater for sei tatt i trålfangstene i juni. Analysen er gjort på log-transformerte data.

Analysis of variance for catch rates of saithe taken by trawl in June. The analysis is performed a logarithmic data.

Kilde	Frihets- grader	Kvadrat- sum	Gj.snittlig kvardratsum	F-verdi	Signifikans- nivå
Hovedeffekter:					
Eksp.nering	5	22,75	4,55	6,51	0,0001
Båt	2	25,58	12,79	18,32	0,0001
Samspill:					
Eksp. * Båt	7	3,34	0,48	0,68	0,6866
Rest	134	93,58	0,69		
Korr. total	148	145,25			

Tabell 7. T-test for parvise sammenligninger for fangstrater av sei i juni ved ulike tidsintervaller før, under og etter skyting.

T-test of paired comparisons of catch rates of saithe in June at different time intervals before, during and after shooting.

T-test for variabel sei

Sammenligninger som er signifikant på 0,05-nivået er merket med ***

Eksposering		Nedre konfidensgrense	Forskjell mellom gjennomsnitt	Øvre konfidensgrense	
> 5nm	12-24 t	-0,4322	0,0283	0,4889	
> 5nm	0-12 t	-0,1448	0,2877	0,7202	
> 5nm	24-48 t	-0,1016	0,2939	0,6894	
> 5nm	>48 t	0,1305	0,5422	0,9538	***
> 5nm	før	1,0303	1,6401	2,2499	***
12-24 t	> 5nm	-0,4889	-0,0283	0,4322	
12-24 t	0-12 t	-0,2531	0,2594	0,7718	
12-24 t	24-48 t	-0,216	0,2656	0,7471	
12-24 t	>48 t	0,0189	0,5138	1,0088	***
12-24 t	før	0,9429	1,6117	2,2806	***
0-12 t	> 5nm	-0,7202	-0,2877	0,1448	
0-12 t	12-24 t	-0,7718	-0,2594	0,2529	
0-12 t	24-48 t	-0,4487	0,0062	0,4611	
0-12 t	>48 t	-0,2146	0,2544	0,7234	
0-12 t	før	0,7025	1,3523	2,0022	***
24-48 t	> 5nm	-0,6894	-0,2939	0,1016	
24-48 t	12-24 t	-0,7471	-0,2656	0,2161	
24-48 t	0-12 t	-0,4611	-0,0062	0,4487	
24-48 t	>48 t	-0,1868	0,2483	0,6833	
24-48 t	før	0,7213	1,3461	1,9719	***
>48 t	> 5nm	-0,9538	-0,5422	-0,1305	***
>48 t	12-24 t	-1,0088	-0,5138	-0,0189	***
>48 t	0-12 t	-0,7234	-0,2544	0,2146	
>48 t	24-48 t	-0,6833	-0,2483	0,1868	
>48 t	før	0,4517	1,0979	1,7341	***
før	> 5nm	-2,2499	-1,6401	-1,0303	***
før	12-24 t	-2,2806	-1,6117	-0,9429	***
før	0-12 t	-2,0022	-1,3523	-0,7025	***
før	24-48 t	-1,9721	-1,3461	-0,7203	***
før	>48 t	-1,7341	-1,0979	-0,4617	***

Tabell 8. Fangstrater for reke og torsk i rekestrål ved Mehamnleira utenfor Finnmark.
Catch rates of shrimp and cod in shrimp trawl at Mehamnleira off Finnmark.

	N	Reke		Torsk	
		Fangst (kg/t)	Std. feil	Fangst (kg/t)	Std. feil
Før	14	170,5	10,8	23,9	7,2
Under	11	276,5	40,9	5	2,8

Forskjell i fangst av reke før og under skyting: $p=0,014$

Forskjell i bifangst av torsk før og under skyting: $p=0,023$

Tabell 9. Fangstrater for reke, torsk og blåkkeite i rekestrål øst for Bjørnøya.
Catch rates of shrimp, cod and Greenland halibut east of the Bear Island.

	N	Reke		Torsk		Blåkkeite	
		Fangst (kg/t)	Std. feil	Fangst (kg/t)	Std. feil	Fangst (kg/t)	Std. feil
Før	23	256,3	10,8	17,8	1,2	23,3	2,1
Under	8	231,4	13,3	3,3	0,3	22	3,3
Etter	19	229,5	10,1	19,5	2,5	30,7	2,1

Tabell 10. Variansanalyse av fangstrater for reke, torsk og blåkveite i fangstene som ble tatt øst for Bjørnøya.
Analyses of variance for catch rates of shrimp, cod and Greenland halibut taken east of Bear Island.

a) Variabel: Reke

Kilde	Frihets- grader	Kvadrat- sum	Gj.snittlig kvadratsum	F-verdi	Signifikans- nivå
Modell	2	0,1369	0,0684	1,58	0,2177
Rest	47	2,0418	0,0434		
Korr. total	49	2,1786			

b) Variabel: Torsk

Kilde	Frihets- grader	Kvadrat- sum	Gj.snittlig kvadratsum	F-verdi	Signifikans- nivå
Modell	2	18,7639	9,3819	58,92	0,0001
Rest	47	7,4838	0,1592		
Korr. total	49	26,2477			

c) Variabel: Blåkveite

Kilde	Frihets- grader	Kvadrat- sum	Gj.snittlig kvadratsum	F-verdi	Signifikans- nivå
Modell	2	1,2853	0,6426	4,29	0,0195
Rest	47	7,0468	0,1499		
Korr. total	49	8,3321			

Tabell 11. T-test for parvise sammenligninger for fangstrater av reke, torsk og blåkkeite.
T-test of paired comparisons for catch rates of saithe, cod and Greenland halibut.

Sammenligninger som er signifikant forskjellige på 0,05-nivået er merket med ***

a) Variabel: Reke

		Nedre	Forskjell mellom	Øvre	
		konfidensgrense	gjennomsnitt	konfidensgrense	
før	under	-0,0781	0,0941	0,2662	
før	etter	-0,0211	0,1089	0,2389	
under	før	-0,2662	-0,0941	0,0781	
under	etter	-0,1619	0,0146	0,1916	
etter	før	-0,2389	-0,1089	0,0211	
etter	under	-0,1916	-0,0149	0,1619	

b) Variabel: Torsk

		Nedre	Forskjell mellom	Øvre	
		konfidensgrense	gjennomsnitt	konfidensgrense	
før	under	1,3356	1,6651	1,9946	***
før	etter	-0,2617	-0,0128	0,2361	
under	før	-1,9946	-1,6651	-1,3356	***
under	etter	-2,0163	-1,6779	-1,3396	***
etter	før	-0,2361	0,0128	0,2617	
etter	under	1,3396	1,6779	2,0163	***

c) Variabel: Blåkkeite

		Nedre	Forskjell mellom	Øvre	
		konfidensgrense	gjennomsnitt	konfidensgrense	
før	under	-0,2423	0,0774	0,3971	
før	etter	-0,5472	-0,3057	-0,0642	***
under	før	-0,3971	-0,0774	0,2423	
under	etter	-0,7114	-0,3831	-0,0548	***
etter	før	0,0642	0,3057	0,5472	***
etter	under	0,0548	0,3831	0,7114	***