

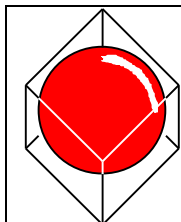


# Utprøving av skjermingsteknologi mot hval under linefiske



Av

Jan Erik Dyb<sup>1</sup>, Wenche Emblem<sup>1</sup> og Arnstein Leinebø<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Møreforskning Ålesund, <sup>2</sup>M/S Leinebris





# MØREFORSKING Ålesund

Møreforsking Ålesund  
Postboks 5075  
6021 ÅLESUND  
Telefon: 70 16 13 50  
Telefaks: 70 13 89 78  
www.mfaa.no

NO 971 371 153

## RAPPORT

Tittel:	ISSN 0804-5380
Utprøving av skjermingsteknologi mot hval under linefiske	Rapport nr.: Å0502
	Prosjekt nr.: P54395
Oppdragsgiver (navn og adr.): Fiskebåtredernes Forbund <sup>1</sup> Fiskeri og Havbruksnæringens Forskningsfond <sup>2</sup>	Dato: 22/11-2004
	Antall sider:
Tlf./Fax.:	Referanse oppdragsgiver: Webjørn Barstad <sup>1</sup> Terje Flatøy <sup>2</sup>
Forfatter: Jan Erik Dyb, Møreforsking	Signatur: 
Rapport godkjent av: Iren Stoknes, Møreforsking	Signatur: 

### Sammendrag:

Den norske lineflåten har siden begynnelsen av 90-tallet i økende grad slitt med interaksjoner av spermhval (*Physeter macrocephalus*) under fiske ved Grønland. Flere norske linebåtreidere har tatt opp denne problemstillingen med Fiskebåtredernes forbund, og gitt uttrykk for at dette er en problemstilling som må løses dersom linefisket ved Grønland skal fortsette. Fiskebåtredernes forbund tok derfor initiativet til å se nærmere på hva som er kjent og hvilke løsninger som synes å være aktuelle. Autolinefartøyet M/S Leinebris ble valgt ut til forsøksbåt for utprøving av utstyr og for å observere spermhval. To ulike skjermingsteknologier basert på lyd ble prøvd ut, hvor den ene typen ble festet til linen (pingere) og den andre ble senket ned fra båten (scrambler). Det ble funnet en effekt av utstyret mot spermhvalen. Det kan være at pingerene har en begrenset effekt, men pingerens eventuelle effekt på blåkveita må først beskrives før konklusjoner kan trekkes. Scrambleren hadde en mer tydelig effekt, men denne avtok etter hvert og kan på mange måter sies å ende opp med å ikke ha effekt i det hele tatt. Det var ment at scrambleren skulle danne en sone som spermhvalen ikke kunne se i, men dette ble ikke oppnådd. Det så ut til at hvalen var mest var disse lydene. Det ble tatt utgangspunkt i at hvalen brukte en lydstyrke på 180 dB under matsøk, men mye tyder på den kan bruke langt høyere lydstyrke. Begge teknologiene kan være aktuelle å jobbe videre med. Effekten på scrambleren må økes betraktelig. Dette kan gjøres ved å øke den generelle styrken, eller at kraften og lyden fokuseres og sendes ned langsmed linen. Dette vil reise miljømessige problemstillinger, og kan medføre at man blir tvunget til å se på andre alternativer for å hindre at hvalen tar blåkveita.

### Emneord:

Linefiske, hval, spermhval, interaksjon, blåkveite, Grønland, skjermingsteknologi

### Distribusjon/Tilgang:

Åpen

# Innholdsliste

1	Innledning .....	1
2	Metode .....	2
2.1	Deltagere .....	2
2.2	Gjennomføringen .....	2
3	Resultat .....	7
3.1	Observasjoner av hval .....	7
3.2	Fangstene om bord i Leinebris .....	8
3.3	Pingerene .....	10
3.4	Scrambleren .....	11
3.5	Skippers observasjoner .....	11
4	Diskusjon .....	14
5	Referanser .....	17

# 1 Innledning

Den norske lineflåten har siden begynnelsen av 90-tallet i økende grad slitt med interaksjoner av spermhval (*Physeter macrocephalus*) under fiske ved Grønland. Hvalen beiter på fangsten under fiske etter kveite og blåkveite. Tilsvarende problem finner en også på den sørlige halvkule under fisket etter Patagonian toothfish (Crespo & al. 1997; Jefferson & Curry, 1996). Det er vanskelig å anslå de faktiske tapene knyttet til disse interaksjonene, men fiskerne opplever vesentlige reduksjoner i fangstratene (ofte >50 %). Hval ansees å være det største problemet for lineflåten som fisker i disse områdene, og flere fartøy har gitt opp fisket etter blåkveite ved Grønland.

I følge fiskerne har det vært en tydelig økning av problemet gjennom de siste årene, og dette forklares ved at hval synes å lære av hverandre. Hvis dette er årsaken, er muligheten og sannsynligheten tilstede for at problemet vil øke i omfang og spre seg til andre fiskerier. Som følge av reduserte fangster har flere av fartøyene forsøkt å flytte til andre områder i håp om å slippe unna hvalen. Spermhvalene følger imidlertid ofte etter båtene, og det har så langt ikke lyktes fiskerne å finne fram til effektive metoder for å redusere problemet.

Lite vitenskapelig arbeid har tidligere blitt gjennomført med tanke på å beskrive eller løse problemer knyttet til interaksjoner mellom større tannhvaler og fiskeriinteresser. Slike forhold er kjent fra en rekke ulike fiskerier, og medfører betydelige problemer både i form av tap av fangst og redskap, samt miljømessige aspekter som ligger i bifangst og skader på marine pattedyr (Crespo & al., 1997; Jefferson & Curry, 1996; Sigurjónsson & Víkingsson 1997; Stefansson & al., 1997; Trites & al., 1997).

Flere norske linebåtreidere har tatt opp denne problemstillingen med Fiskebåtreidernes forbund, og gitt uttrykk for at dette er en problemstilling som må løses dersom linefisket ved Grønland skal fortsette. Fiskebåtreidernes forbund tok derfor initiativet til å se nærmere på hva som er kjent og hvilke løsninger som synes aktuelle. Det ble dannet en gruppe av personer fra ulike miljøer, både nasjonalt og internasjonalt, med kompetanse på ulike felt. Ut fra de tilgjengelige midlene så man for seg et utvidet forprosjekt, hvor man ved hjelp av undersøkelser fikk en bedre beskrivelse av problemet med hval og prøvd ut eksisterende skjermingsteknologi for hval.

Autolinefartøyet M/S Leinebris ble valgt ut til forsøksbåt for utprøving av utstyr og for å observere spermhval. To ulike skjermingsteknologier basert på lyd ble prøvd ut, hvor den ene typen ble festet til linen og den andre ble senket ned i fra båten.

## 2 Metode

### 2.1 Deltagere

Dette forprosjektet er et samarbeid mellom fiskerinæring, teknisk ekspertise innen akustikk, ekspertise innen sjøpattedyr og ressursforskning. Personene som har deltatt er:

Rolf Inge Ambjørnsen:	Konsulent med erfaring fra akustikk.
Webjørn Barstad:	Fiskebåtredernes Forbund
Kjell Lorgen:	Lineskipper på M/S Torita med lang erfaring fra Grønland.
Roger Knotten:	Lang erfaring fra fiske etter tannfisk.
Oddmund Volsund:	M/S Leinebris med erfaring fra Grønland
Arnstein Leinebø:	M/S Leinebris med erfaring fra Grønland
Inge Fossen:	Møreforskning
Jan Erik Dyb:	Møreforskning
Wenche Emblem	Møreforskning
Dave Goodson:	Loughborough University, Chief Experimental Officer. Bred erfaring fra problematikk knyttet til sjøpattedyr, her under akustikk og problemløsninger knyttet til interaksjoner mellom sjøpattedyr og fiskerier

Dave Goodson døde dessverre under planleggingsfasen av prosjektet. Hans erfaring og kunnskap var unik, og han var en av de ledende innen sitt felt i verden. Prosjektet hadde stor nytte av hans deltagelse, og vi skulle gjerne sett at han kunne deltatt gjennom hele perioden. Pingerne som ble festet til linen var hans oppfinnelse.

### 2.2 Gjennomføringen

Prosjektet hadde to hovedmål. Det ene delen innbefattet observasjoner av hval og fangst, og den andre delen bestod av utprøvinger av teknologi for å skjerme linen mot spermhvalen.

#### Observasjoner av hval

Det var ønskelig å observere når og hvor hvalen angrep lina. Ved hjelp av ekkoloddet ville det være mulig å se hvor dypt hvalen gikk. Det var også ønskelig å bruke en hydrofon for å ta opp sonaraktiviteten til hvalen. Lydmønsteret hvalen avgir vil kunne si noe om aktiviteten, blant annet om den sikter seg inn på fisk som sitter på lina. Hydrofonen kan også brukes for å få en ide om aktiviteten til hvalen når den ikke kan observeres pga dårlig vær og/eller lysforhold.

En annen viktig observasjon er avstanden mellom hvalen og båten, og hvor lenge hvalen er under vann. Registrering av dykketiden vil være en utfordring når det blir mange hvaler og disse skal holdes avskilt.

#### Fangst

Fangstratene pr stubb vil også kunne gi et bilde av hvor aktiv hvalen er på lina. M/S Leinebris har montert grader for å sortere produsert fisk i ulike vektgrupper, og for å ha en detaljert

oversikt over fangsten. All fangst ble kjørt over graderen og disse dataene ble gjort tilgjengelig for prosjektet.

Alle observasjonene skulle gjøres både med og uten bruk av skjermingsteknologi, slik at effekten kunne registreres.

### Skjermingsteknologi

To ulike elektroniske enheter basert på lyd ble prøvd ut for å skjerme linen mot spermhval. Den ene enheten var såkalte ”pingere” (Deep Water AQUAmark) basert på pingere som blant annet blir brukt for å unngå at mindre tannhvaler går i garn. Den andre enheten var en ”lavfrekvent bredbånd sonar scrambler”, som ble senket ned i fra båten.

### Pingerene

Pingerene er selvdrevne elektroniske enheter som genererer lyd og som festes på redskapen. Lyden blir sendt ut i forskjellige intervall og er enten enkle frekvenser eller et sveip gjennom et bredt frekvensområde. Disse har i følge Dave Goodson en god effekt på mindre tannhvaler for å unngå at de går inn i garn. De mindre tannhvalene blir var overfor lyden til pingerne, og svømmer rundt eller bort i fra garna.

Denne typen pingere hadde aldri vært testet ut mot spermhval, men ved å tilpasse frekvensområdet mente Dave Goodson at man kunne få en effekt. I tillegg til frekvensområdet måtte også maksimaldybden for standardenhetene endres. Standardenhetene var konstruert for 200 meters dyp, men enhetene som skulle brukes mot spermhval måtte tåle hele 2 000 meters dyp. Under bestillingen av pingerene fikk vi vite om Dave Goodson bortgang, og at han dermed ikke lenger kunne hjelpe oss med utviklingen av disse. Ingeniørene hos Aquatec, som produserer pingeren, hadde såpass kunnskap om Daves ideer at de allikevel kunne produsere pingerne for oss.

Figur 1 viser et bilde av en av pingerne som ble brukt. Den svarte delen til venstre er selve hydrofonen. I hullet ved siden av er det en bryter som starter pingeren ved kontakt av vann. Det øverste hullet til høyre er et festehull.

Pingerene ble festet til lina under setting. To til fem pingere ble prøvd ut på totalt 18 setninger, hvorav de tre første var uten observert hval. Hval ble observert på alle de resterende setningene.



Figur 1 Bildet av Deep Water Aquamark pingerene som ble prøvd ut på spermhval sommeren 2004.





Figur 2 Bilde av elektronikken i Deep Water Aquamark pingerene. Enheten til høyre med printkortet genererer og forsterker lydene. Disse blir sendt til hydrofonen som er den svarte delen av pingeren.

Metoden som ble brukt for å måle effektiviteten av pingerene, var å registrere posisjonen til alle blåkveitene langs lina og hvor pingerene var festet. For hver observasjon av blåkveite og pinger ble klokkeslettet registrert. Ved å vite tidspunktet for start og slutt på lina, samt anta at lina ble halt med konstant hastighet, kunne relativ posisjon på lina beregnes. Man antok videre at ved en effekt av pingerene på hvalen ville det være en større konsentrasjon av blåkveite rundt pingerene. Kjevener av blåkveitene ble også registrert. Etter at spermhvalen har nappet av blåkveita på lina, kan kevener henge igjen på kroken. Dermed kan observasjon av blåkveitekjevener på kroken være et tegn på at hvalen har vært på lina.

### Scrambleren

Scrambleren består av en keramisk transduser dekket med gummi, en forsterker og en pc (Figur 3). Pc-en ble brukt til å spille av lydene som ble sendt til transduseren via forsterkeren. Under bruk må transduseren være nedsenket i vann. Hvis ikke risikerer man at den sprekker. Det var i forkant komponert 16 lydfiler. Disse ble spilt av hver for seg eller sammen med inntil to andre lydfiler. Lydene kunne spilles av kontinuerlig eller i ulike intervaller. Styrken på lyden kunne justeres på forsterkeren.

### Spesifikasjoner:

#### Transduser:

Resonansfrekvens	11KHz
Strålemønster	Omni± 1 dB (opp til 18 KHz)
Innsignal styrke	3 300 W
Maksimal dybde	2 000 meter

#### Forsterker

Innsignal	BNC signal 0-3 Vpp
Utgangseffekt	2 000 W kontinuerlig i en halv time



Figur 3 Bilder av "scrambler" utstyret. Den bærbare pc-en er koblet til forsterkeren som igjen er koblet til den keramiske transduseren. Ovenfor transduseren er det påmontert en skjerm som skal lede lyden i en retning. (Foto: Arnstein Leinebø)

Transduseren ble festet og holdt ut fra skutesiden v.h.a. båtens kran (Figur 4). Vekten av transduseren og loddet måtte avlastes i egen line, og denne ble også brukt for å senke ned transduseren på ønsket dyp. For å fokusere lyden nedover i vannmassene ble en skjerm montert ovenfor transduseren. Dette oppsettet kunne ikke brukes i dårlig vær.

Det ble tatt utgangspunkt i at scrambleren skulle danne en lydsoner som skulle skjerme linen mot hvalen. All hval bruker lyd for å kunne "se" under vann, en slags biologisk sonar. Tanken er at visst omgivelsen blir støyende nok, vil ikke hvalen kunne skille sine egne lyder i fra omgivelsene og blir dermed blindet.

For å vite hvor kraftig kilden må være for å danne en slik sone, må man anta/vite hvalens lydstyrke, avstand mellom hval og bytte, byttetype og avstanden og vinkelen til hvalen. Det ble tatt utgangspunkt i at spermhvalen bruker en styrke på ca 180 dB under matsøk. Lyd under vann taper seg i styrke med et  $20\log(r)$  forhold til avstanden ( $r$ ). Er hvalen 10 meter unna lina under matsøk vil lyden tape seg ca 20 dB pga avstanden. I tillegg taper lyden styrke i det den blir reflektert av fisken. Fisk uten svømmeblære vil absorbere ca 40 dB, så av de 180 dB hvalen sender ut vil ca 120 dB kunne komme i retur. I tillegg kan hval diskriminere lyd med ulik retning av den lyden den selv sender ut. Siden hvalen sender ut i horisontal retning og scrambleren i vertikal retning blir det et tillegg på 30 dB for scrambleren. Ved å videre anta at hvalen kan gå ned til 1000 meter under beiting på lina vil man ved hjelp av tilbakeberegning finne ut at styrken på scrambleren må være minst 200 dB for å matche lyden som hvalen sender ut på 1000 meters dyp (50 dB i tap på 1000 meter).

For å registrere effekten av scrambleren ble avstanden til hvalen og dykketiden registrert. Samtidig skulle man følge med på ekkoloddet for å se hvor dypt spermhvalen gikk.

Hydrofonen og scrambleren ble leid inn av Rolf Inge Ambjørnsen (Nevstad Enkeltmannsforetak).





Figur 4 Bilde av transduseren og hvordan denne ble festet. I bakgrunnen kan ryggen og ryggfinnen på en spermhval sees i overflaten. (Foto: Arnstein Leinebø)

### M/S Leinebris

M/S Leinebris (M-505-HØ) er et autolinefartøy som ble bygget i 1997. Båten har en lengde på 44,9 meter og største bredde på 10,5 meter. Båten er rigget for autoline, men fisker også med garn i perioder av året. Fartøyet og reder Arnstein Leinebø har lang erfaring med fiske etter kveite ved Grønland og ønsker å beholde et driftsgrunnlag på Grønland.

Fartøyet fisket utenfor sørøstkysten av Grønland (ca 62°N og 40°W). Forsøket startet den 15/6 og ble avsluttet den 14/7. I løpet av denne perioden halte båten 132 setninger. Båten avsluttet turen den 1/8.

### Tilpasninger underveis

Personell fra Møreforskning var med båten for å gjøre utprøvingene og observasjonene av hval. Siden hvalen glimret med sitt fravær i begynnelsen av turen, måtte Leinebris ta over feltarbeidet i prosjektet. Dette ble et arbeid som skipper måtte gjøre i tillegg til de daglige gjøremålene han hadde. Det ble fokusert på å registrere den effekten scrambleren og pingerene måtte ha, og alle detaljene og variantene i utprøvingen måtte tones ned.

## 3 Resultat

### 3.1 Observasjoner av hval

Flere hvalarter ble registrert i området, men spermhvalen ble observert flest ganger og det var kun denne arten som beitete på linen. Andre arter som ble observert var finnhval og grindhval.

Fisket startet den 15. juni, men frem til den 21. juni ble spermhvalen bare observert sporadisk og beitete ikke på lina. Etter denne datoen ble det observert spermhval som gikk nærmere båten, og dagen etterpå var man sikker på at hvalen beitete på lina siden det kom opp blåkveitekjever på lina (stubb nr. 37, Figur 5). I begynnelsen ble det observert mellom en til tre hvaler pr stubb rundt båten under haling. Antall hval økte til mellom to til fire pr stubb etter et par dager og etter en uke ble det observert mellom fire til ni hval pr stubb som beitete på lina under haling. Dette antallet holdt seg konstant gjennom resten av turen, men spesielt mot slutten av turen ble det enkelte ganger observert opptil 15 spermhvaler rundt båten. Avstanden mellom båten og hvalen kunne variere, men som oftest ble de observert et stykke unna båten når halingen av stubben startet. Denne avstanden kunne være opptil 1,5 km, men hvalene nærmet seg raskt når stubben ble dratt inn. Avstanden mellom hval og båt vil bli nærmere omtalt i avsnittet som beskriver resultatene ved bruk av scrambleren.

Spermhvalen ble også observert på ekkoloddet under haling av lina. Figur 7 viser bilder av ekkoloddet når hvalen lå under båten og beitete på lina. Det ene bildet viser hval mellom 350 og 700 meters dyp, og det andre viser hvalen mellom 400 til 900 meters dyp. I et annet tilfelle ble en hvalflokk først observert på rundt 550 meter, men flokken forflyttet seg til ned til 850 meters dyp etter at scrambleren ble slått på.

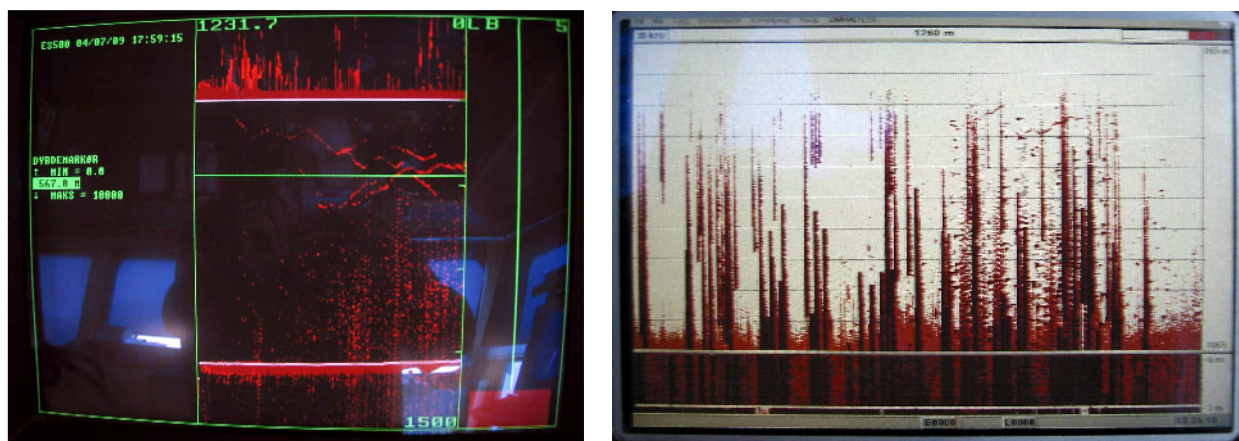


Figur 5 Bilder av blåkveite som har vært angrepet av hval og blåkveitekjever som hang igjen på linen. (Foto: Arnstein Leinebø)





Figur 6 Bilder av spermhval som holdt seg rundt Leinebris. (Foto: Arnstein Leinebø, Sigmund Andreassen)



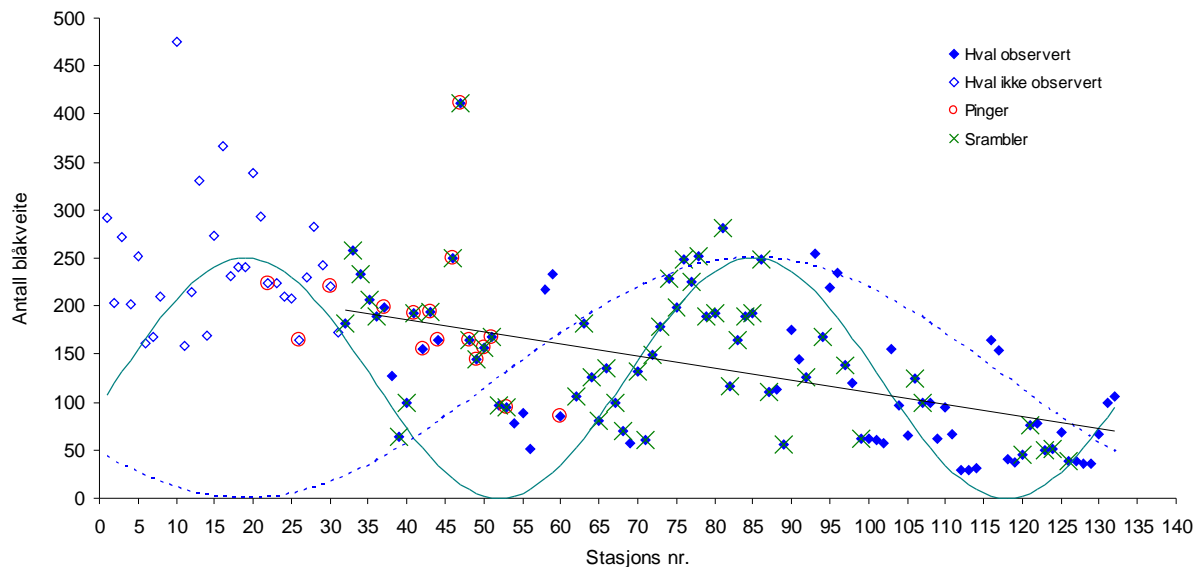
Figur 7 Bilder av ekkoloddsjermen ombord M/S Leinebris som viser spermhval under båten. Spermhvalen kan sees som horisontale strek som bukker seg over skjermen. Skjermen til venstre viser minst fire hvaler som ligger mellom 400 og 700 meters dyp. Skjermen til høyre viser to hvaler som ligger mellom 350 og 450 meters dyp. Her vises også signalene fra scrambleren som vertikale strek. (Foto: Arnstein Leinebø)

### 3.2 Fangstene om bord i Leinebris

Fangsten av blåkveite i løpet av turen til M/S Leinebris varierte i fra 30 til 475 stk pr stubb i løpet av turen. Fangsten i antall blåkveite pr stasjon er vist i Figur 8. De største fangstene ble tatt når det ikke var observert hval som beitet på linen. I denne perioden lå gjennomsnittsfangsten på 238 stk pr stubb (standardavvik = 65,8,  $n = 35$ ). I den perioden hvalen ble observert å beite på linen lå gjennomsnittsfangsten på 128 stk pr stubb (standardavvik = 72,4,  $n = 92$ ). I denne perioden var den største og minste fangsten på en stubb henholdsvis 411 og 30 blåkveite. Det var signifikant forskjell i fangstene mellom disse

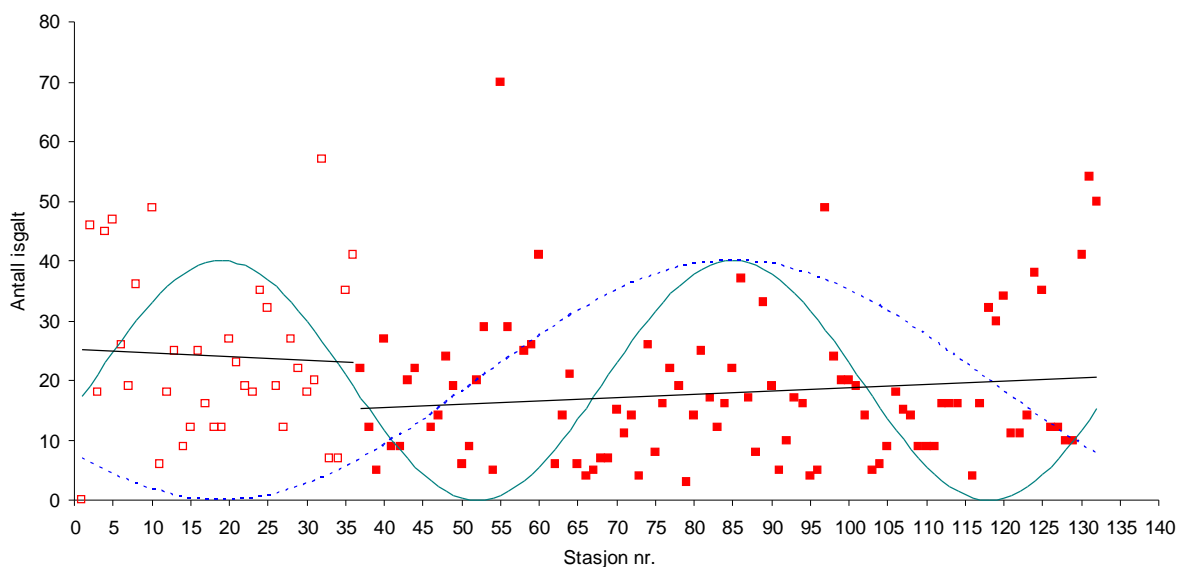
to periodene ( $p < 0,05$ , tosidig t-test med ulik varians). Den gjennomsnittlige fangsten gikk også ned gjennom perioden. Etter at hvalen ble observert i å beite på linen gikk fangstraten ned med 1,2 fisk pr stasjon (lineær regresjon,  $r^2 = 0,2044$ ).

Månefasen for gjeldende tur er tatt med i Figur 8. Det kan se ut til at fangstene svinger gjennom turen og at disse svingningene er i harmoni med månefasen når ny og fullmåne er toppunkt (halvmånefasen). Fangstene er størst på ny- og fullmåne. Fangstene ser allikevel ut til å være minkende vist man sammenligner fangstene i samme periode sett i henhold til "halvmånefasen".



Figur 8 Fangst av blåkkeite i antall pr stubb hentet ut i fra graderdatabasen til M/S Leinebris. Stasjonene er skilt på om det har eller ikke har vært observert hval som har beitet på linen. Det er også markert om det har vært påmontert pinger på linen eller om scrambler har vært brukt. Månefasen for perioden er tegnet inn som stiplet linje. Det er også tegnet inn månesyklusen hvor både ny og full måne er tegnet inn som toppunkt, heretter kalt "halvmånefasen" (hel linje). Den rette linjen er trendlinjen for lineær regresjon av fangstmengden etter at hvalen ble observert å beite på linen.

Fangstene av isgalt er vist i Figur 9. I denne figuren er det ikke noen tydelig trend i antall isgalt pr stasjon. Gjennomsnittet i antall isgalt pr stasjon var 24 stk (standardavvik = 13,8  $n = 35$ ) for perioden uten beiting av hval og 17,8 stk (standardavvik 12,4  $n = 92$ ) for perioden med hval. Disse to periodene ble også funnet til å være signifikant forskjellige i antall isgalt pr stasjon ( $p < 0,05$ , tosidig t-test med ulik varians). Trenden i antall pr stasjon gikk ned i perioden uten observert beitende hval (stigningstall =  $-0,07$ ,  $r^2 = 0,0025$ ), og opp i perioden hvor det ble observert hval (stigningstall =  $0,055$ ,  $r^2 = 0,0015$ ). Denne variasjonen er derimot så liten gjennom hele perioden at den må sies å være konstant. Det ser ikke ut til at det er noen svingninger i utbyttet pr stasjon i forbindelse med månefasen.



Figur 9 Fangst av isgalt i antall pr stubb hentet ut i fra graderdatabasen til M/S Leinebris. Månefasen for perioden er tegnet inn som stiplet linje. Det er også tegnet inn månesyklusen hvor både ny og full måne er tegnet inn som toppunkt (hel linje).

### 3.3 Pingerene

Registreringene som ble gjort i forbindelse med pingerene er vist i Figur 10. Denne figuren viser registreringene av blåkkeite i grupperinger langs lina i forhold til endene på lina og pingerene. På de tre første stasjonene (st. 22, 26 og 30) ble det ikke observert hval som beitet på lina. Fangstene på disse skal derfor være representative for områder uten hval. Fangstene var spredd over hele stubben, men fangstene på deler av stubben har vært bedre og kan sees som ansamling av relativt store sirkler. Det kan også være verdt å merke seg at det ikke har vært noen pinger i de beste delene av stubbene. Sammenlignes grupperingen med pinger (inkludert nabogruppingen) med resten av stubben, blir det funnet signifikant forskjellig ( $p < 0,05$ , tosidig t-test med ulik varians), hvor det var mest fisk i områdene uten pinger.

Det ble observert hval som beitet på alle de resterende stasjonene som er vist i Figur 10. På en del av stasjonene ble også scrambleren brukt i tillegg til pingerene. Dette var på stasjon 41, 43, 45 - 51 og 53. Det er vanskelig å si om det er en klar forskjell mellom stasjonen hvor det ble observert hval. Det kan virke som at det er mer blåkkeite på de første stasjonene og at mengden avtar etter stasjon 50. På stasjon 42, 57 og 60, hvor det ikke ble brukt scrambler, er det minst blåkkeite på stubbene, og store områder på stubben er helt uten blåkkeite.

For stasjonene med hval var også de mest fiskeririke delene av stubbene uten pinger. Det fantes riktignok en pinger i et svært fiskeririkt område av stasjon 48, men her var det godt fiske langs hele stubben. Derimot så fantes det blåkkeite i alle grupperingene med pinger (inkludert nabogruppingene), og mønstrene med antall blåkkeite rundt pingerene er svært likt mellom stasjonene med og uten hval. Ved å sammenligne grupperingene som inneholdt pinger (inkludert nabointervallet) fra stasjonene uten hval mot stasjonene med hval, ble det ikke funnet signifikant forskjell mellom disse. ( $p > 0,05$ , tosidig t-test med ulik varians)

På bakgrunn av disse observasjonene ble pinger tatt med til Akvariet i Ålesund og prøvd ut i en av fisketankene. En pinger som ikke gav fra seg lyd ble satt ut sammen med en pinger som gav lyd. Det kunne ikke observeres noen spesiell forskjell i atferden til fisken mellom disse to.



Fiskene i denne tanken er vant med å bli foret og søkte raskt mot begge pingerene for å undersøke om de var spiselige. Deretter mistet fisken raskt interessen.

### 3.4 Scrambleren

En av de utvalgte metodene for å finne effekten av scrambleren var å måle avstanden mellom båten og hvalen. Den observerte avstanden mellom fartøy og hval under haling av lina er vist i Figur 11. Figuren viser at avstanden mellom hval og båt er størst i begynnelsen under bruk av scrambleren. Sett gjennom hele perioden så er forskjellen i avstanden med og uten bruk av scrambler signifikant ( $p < 0,05$ , tosidig t-test med ulik varians). Avstanden mellom båt og hval ble mindre gjennom perioden under bruk av scrambleren, og minker med 6,3 meter i snitt pr stasjon gjennom perioden (lineær regresjon,  $x = -6,34$   $r^2 = 0,38$ ). Avstanden mellom båt og hval uten bruk av scrambler minket også gjennom perioden, men langt mindre ( $x = -1,07$   $r^2 = 0,0082$ ).

Den observerte avstanden mellom båt og hval, uten og under bruk av scrambleren, ble etter hvert ble mer lik, og etter stasjon 60 var det ikke lenger signifikant forskjell ( $p = 0,06$ , tosidig t-test med ulik varians).

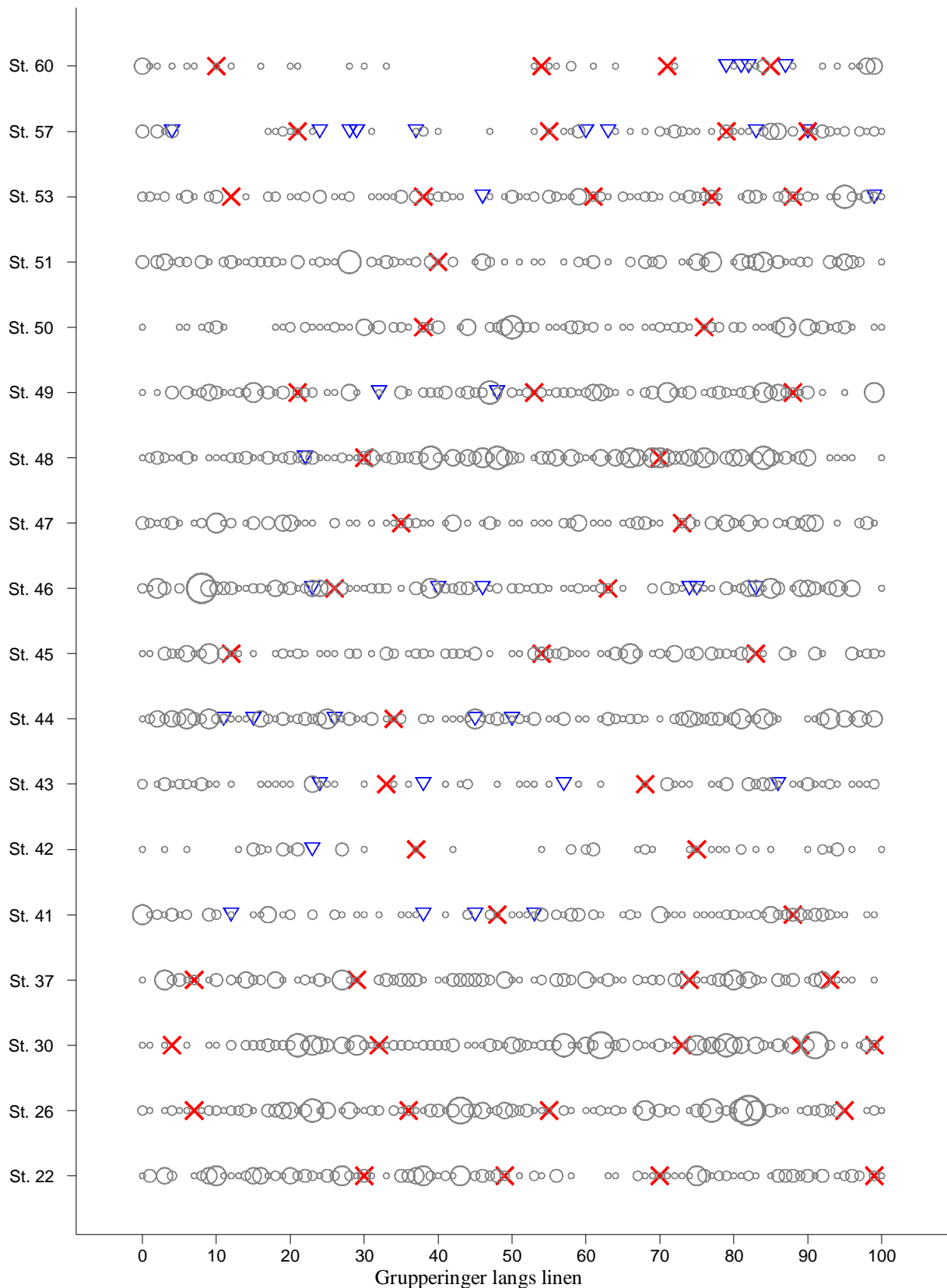
Effekten av scrambleren ble også forsøkt registrert ved å se på forskjellen i fangstene. Fangstene med og uten bruk av scrambleren var signifikant forskjellig for hele perioden det ble observert beitende hval ( $p < 0,05$ , tosidig t-test med ulik varians). Forskjellen ble mindre etter hvert (Figur 8), og etter stasjon 46 er det ikke lenger signifikant forskjell mellom fangstene med og uten bruk av scrambleren ( $p > 0,05$ , tosidig t-test med ulik varians).

### 3.5 Skippers observasjoner

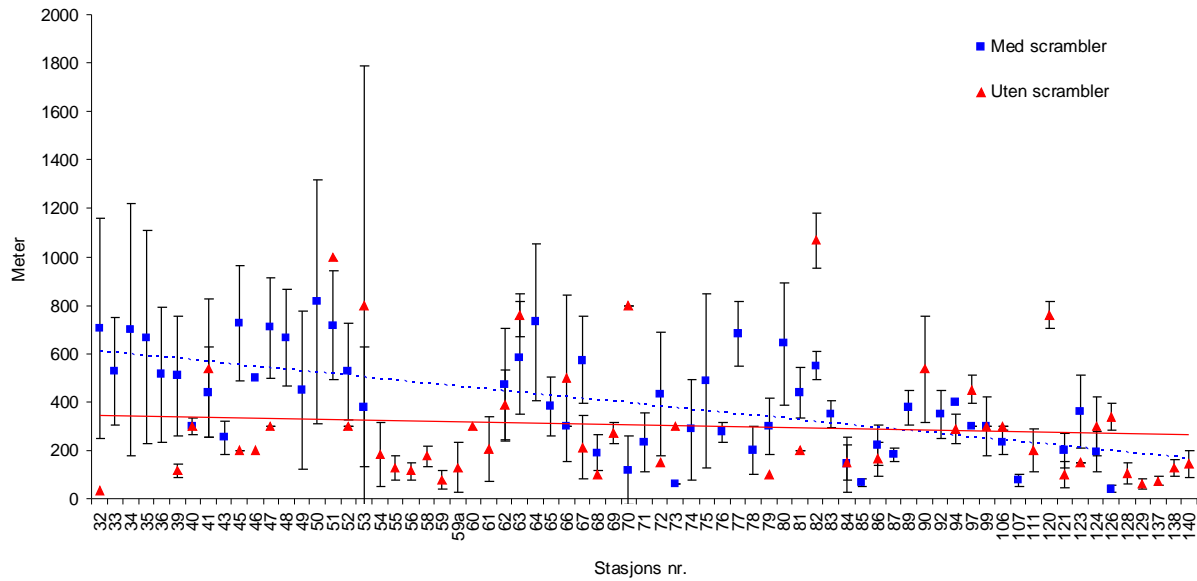
De første dagene på feltet var uten hval. Enkelte individ ble observert langt unna og det kunne virke som disse holdt til ved trålerene som var i området. Etter hvert ble hvalen observert nærmere båten og den begynte å beite på lina. Både scrambleren og pingerene ble da prøvd ut.

Skipperen kunne ikke registrere noen effekt av pingerene. Disse kunne heller virke mot sin hensikt siden halingen måtte stoppe opp når disse skulle hektes av linen. Det ble antatt at hvalen hadde det lettere for å ta av kveite fra en stillestående line. Etter hvert ble det også observert blåkveitekjever helt opptil pingerene.

Scrambleren hadde derimot en mye bedre effekt enn pingeren. Da denne ble tatt i bruk første gang kom alle hvalene rundt båten til overflaten og svømte hurtig vekk. Denne effekten var derimot kortvarig, og det kunne virke som hvalen raskt vente seg til lyden. Nye lyder og kombinasjoner av disse hadde samme virkning på hvalen. Hvalen kom opp til overflata og svømte vekk, men nye lyder fikk en gradvis mindre virkning. Til slutt hadde scrambleren ingen virkning og hvalen gikk tett opptil båten til tross for at utstyret ble brukt med full styrke (Figur 12).



Figur 10 Plot som viser fangst i antall blåkkeite på stasjoner med påmonterte pingere langs linja. Plasseringen er i forhold til endene av linja og linja er delt opp i 100 grupperinger. Fangsten er summert i disse gruppene. (Det var ca 25 krok i hver gruppe som representerer en avstand på 40 meter). Fangsten av blåkkeite er markert med sirkler (O) og størrelsen er relativ til antallet fanget innenfor hver gruppe (1 stk ved minste sirkel og 8 stk ved største sirkel). Relativ plassering av pingere er vist på samme linjene (X). Det er også plottet inn den relative plasseringen til observerte blåkkeitekjeveer (▼).



Figur 11 Gjennomsnittlig avstand mellom fartøy og hval under haling av linea. Observasjonene er skilt på om scrambleren har vært i bruk eller ikke. Standardavviket er tatt med.



Figur 12 Bilder av spermhval som ble observert på kloss hold inntil båten. (Foto: Arnstein Leinebø, Sigmund Andreassen)

En hydrofon ble brukt for å ta opp lyd i fra hval, men det ble for mye støy fra fiskebåten. Ved en anledning ble derfor MOB båten satt på sjøen, og mannskapet registrerte lydene i fra hvalen et stykke unna fiskebåten. Lydene var tydelige fra hvalen, men når scrambleren ble satt på ble det ikke hørt hvallyder. Dette varte i en periode før hvalen tok opp igjen aktiviteten, selv om scrambleren ble brukt.

## 4 Diskusjon

Til tross for mange utfordringer ble feltforsøket gjennomført på en god måte. Det ble ikke observert hval i utprøvsperioden, og mannskapet måtte derfor ta over ansvaret for utprøvingen og observasjonene av hval. Dette gjorde de på en glimrende måte. Båten og mannskap har lagt ned en kjempeinnsats i registreringer av hvalaktivitet gjennom hele turen. De har sørget for at utstyret har blitt testet ut, at resultater kan presenteres og at konklusjoner kan trekkes.

Det fantes flere hvalarter i området, men det var kun spermhvalen som beitet på lina. I begynnelsen av turen ble spermhvalen kun observert sporadisk og den beitet ikke på lina. Etter hvert økte antallet av hval og den begynte å beite på lina. Dette er i samsvar med det flere båter har påstått tidligere fra fisket ved Grønland.

Utprøvingen av pingerene gikk som planlagt, men de forventede observasjonen uteble. Ved en tydelig effekt av pingerene på beitende hval, kunne man forvente en større tetthet av blåkkeite rundt pingerene enn ellers på lina. I tillegg kunne man forvente at blåkkeita var mer eller mindre jevnt fordelt langs lina uavhengig av pingerene på setninger uten beitende hval. Ingen av disse observasjonene ble gjort.

Før hvalen dukket opp ble det funnet forskjell på lina mellom områdene med og uten pinger, og det ble tatt mest blåkkeite i områdene uten pinger. Her skulle det helst ha vært en lik fordeling av blåkkeitene uavhengig av pingerene, men ingen av pingerene stod i det mest fiskerrike delene av lina. Derimot stod flere pingerer i kanten av disse områdene.

Fangstene ble redusert etter at hvalen dukket opp, og på de siste setningene kunne det finnes større områder på lina som var helt uten blåkkeite. Denne reduksjonen ble kun registrert på de områdene på lina som ikke var påvirket av pingerene. Det ble ikke funnet forskjell mellom periodene med og uten hval for et område på ca 75 meter på hver side av pingerene.

På bakgrunn av disse observasjonene ble pingerer tatt med til Akvariet i Ålesund for å se om de kan påvirke atferden til fisk. Dette forsøket viste at ingen effekt av pingerene. Hadde fisken blitt tydelig påvirket av pingeren ville det vært rimelig å anta at også blåkkeita blir det, men ingen påvirkning på fisken i tanken betyr ikke automatisk at heller ikke blåkkeita blir det. Miljøet i tankene hos Akvariet er svært støyfullt og artene her er sannsynligvis tilvent aktiviteter og lyder utenfra. Det er svært stille i dypet mellom 1 000 og 2 000 meter sett i forhold til en fisketank. Dermed kan nye lyder i dypet lettere bli oppfattet som skremmende.

Har pingeren påvirkning på både hvalen og på blåkkeita, kan dette være forklaringen på de observasjonene som har blitt gjort. Forsøket ble planlagt ut fra at kun hvalen skulle bli påvirket av pingerene. Blir både hval og blåkkeite påvirket medfører dette at forsøket med en gang blir mer komplekst og det blir vanskeligere å trekke konklusjoner. Påvirker pingerene hvalen så kan disse enhetene være interessante å arbeide videre med, men det kan se ut til at de har kort rekkevidde. Et annet faremoment er at hvalen kan bli tilvent lydene såfremt pingerene ikke dannet en sone som hvalen ikke kan bruke "sonaren" sin i. Frekvensområdet må også sjekkes ut slik at man er sikker på at lyden ikke påvirker blåkkeita. Pingerene kan også modifiseres slik at de først blir aktive i nærheten av hval eller når de blir hevet i fra bunnen.

Scrambleren økte avstanden mellom båten og hvalen, men denne avstanden ble gradvis mindre gjennom perioden. Avstanden mellom båt og hval uten bruk av scrambleren minket også, men langt mindre sammenlignet med scrambleren. Etter en periode var det ikke lenger noen statistisk forskjell i avstanden mellom disse to gruppene. På slutten av turen hadde skipperen den oppfatningen at scrambleren hadde ikke funksjon i det hele tatt. Til tross for at scrambleren gikk på full effekt lå hvalen på kloss hold til båten. Dette kan tyde på at hvalen var mer vant til lydene enn at scrambleren dannet en sone som hvalen ikke kunne se i.

Fangsten av blåkveite hadde stort sett en nedadgående trend gjennom hele turen. Det var en økning midt i turen, og denne økningen synes å følge månefasen. I begynnelsen var det også en større forskjell i utbyttet pr stubb når scrambleren var i bruk, men etter hvert ble forskjellen mindre og var ikke lenger signifikant. Hvalen økte også etter hvert i antall og kom stadig nærmere båten. Skipperen så også på ekkoloddet at scrambleren drev hvalen dypere i begynnelsen. Hvalen bruker da lenger tid på å komme seg ned til "beiteområde" og kan dermed ikke være like effektiv som når han ligger grunnere. Det blir vanskelig ut fra fangstratene å si hvor mye av nedgangen som skyldes hval. Mye tyder på at andre forhold har stor betydning på fangstratene, og en nedgang i fiskeriet ikke alene kan forklares med beiting av hval. Nedgang i fiskeriet er ventet ettersom individene i området blir fisket ut. Skipperne som var med i dette prosjektet, mente derimot å ha observert en økning i blåkveitefangsten når det ble fisket i dette området. Aktiviteten av hval blir dermed best beskrevet visuelt, og ut fra de visuelle observasjonene kan det best knyttes sammenheng mellom nedgang i fangsten og beiting av hval.

Produsert mengde av isgalt varierte mellom stasjonene, men i snitt var utbyttet jevnt gjennom turen og det ser ikke ut til at denne arten blir utfisket. Man antar at hvalen stort sett lar denne arten være i fred. Inuitene kaller isgalt for "Imminnguaq", som betyr "fisken som setter seg fast i halsen til hval". At denne arten holdt seg jevn kan være en indikasjon på at nedgangen i blåkveitefangsten skyldtes hval og ikke utfisking, forutsatt at innsiget av isgalt og blåkveite var det samme.

Håkjerring er en art som i tillegg til ågn også spiser fisk på linen. Forskjellen mellom hval og håkjerring er at håkjerringa gjør dette mens linen fremdeles ligger på bunnen, og at den ofte biter av kroken visst den ikke blir sittende fast. Det ble fanget håkjerring på 9 av de 100 siste setningene, altså ca en håkjerring pr tiende setning. Siden registreringene av denne var jevnt representert gjennom hele turen, er det rimelig å anta at beitingen fra håkjerring har vært jevn og at håkjerringa ikke medfører til svingningene i blåkveitefangsten.

Ut fra skippers observasjoner så man at scrambleren økte avstanden mellom båt og hval, men at avstanden etter hvert ble mindre. Hvorvidt scrambleren skjermet linen er usikkert. Det virket mer som om hvalen ble vant til lydene som ble sendt ut, siden hvalen kunne ligge på kloss hold til båten og beite på lina. Spermhvalen kan nok derfor bruke en høyere lyd under matsøk enn det som ble antatt. Effekten kunne nok ha vedvart lenger med flere lyder, men trolig vil det være uunngåelig å holde hvalen vedvarende vekke fra linen.

En scrambler med denne styrken og lydspredningen vil derfor ikke være egnet for en vedvarende hindring av interaksjon mellom hval og line. Styrken må økes for å danne en barriere som hvalen ikke kan tilvenne seg til. Dette kan gjøres på to måter. Den ene er å øke den generelle styrken og oppdimensjonere utstyret. Dette vil være svært kostbart, og prisen var en av grunnene til at kraftigere utstyr ikke ble prøvd ut i dette forsøket. Økning av styrken på scrambleren vil også medføre miljømessige problemstillinger på hvor høy lyd som kan



sendes ut i havet uten å skade miljøet. Det har vært påstått at parringsbrølene til spermhvalen, fortrinnsvis eldre hanndyr, har vært opptil 230 dB. Kan denne styrken også brukes under matsøk må lydstyrken på scrambleren være 260 dB for å skjerme linen på 1 000 meters dyp, 60 dB over styrken på scrambleren som ble brukt i dette forsøket. Skipperen mente også å ha observert hval ned til 1 500 meters dyp som beitet på linen. Dette betyr at styrken på scrambleren sannsynligvis må være enda høyere.

Det andre alternativet er å fokusere retningen på dagens transduseren i en stråle, og dermed vil kraften samles istedenfor at den spres i alle retninger. Det ble utført et enkelt forsøk på å samle strålen. En ”hatt” ble satt over transduseren og skipper mente at dette hadde en positiv effekt. Denne strålen må sendes ned langsmed lina, og dermed vil det bli en teknologisk utfordring i å få dette til. Det kan også tenkes at svingeren kan senkes lengre ned i vannet og dermed redusere avstanden mellom hval og svinger.

Dette utsagnet fra Arnstein Leinebø beskriver godt problemet med å bruke lyd mot hvalen. ”Problemet med å bruke lydene systematisk var at så snart de fungerte så fungerte de ikke lenger. Selv enkelte lyder fra Windows fungerte like godt som de komponerte lydene. Vi måtte hele tiden finne nye lyder og de varte ikke lenger enn tiden det tok for hvalen å komme til overflaten samt vente litt og deretter sende ned en testhval. Når den da kom ned og ga signal tilbake var alle på vei ned igjen. Lydene måtte brukes svært forsiktig med korte intervall og man måtte variere hele tiden. Dette gjorde det svært vanskelig å finne et systematisk mønster i bruk av lyd. Vi fikk oppholdt hvalen i en liten periode men går ut fra at hvalen tok igjen fangsten når den ble aktiv på lina igjen slik at den fikk dekket sitt matbehov.

Et mer systematisk forsøk med bruk av lyd forutsetter at man flytter felt flere ganger og finner nye hvaler som ikke har hørt lydene før. Å gjennomføre et slikt forsøk vil være lite hensiktsmessig og svært kostbart økonomisk.”

Det var planlagt flere andre oppsett og registreringer i prosjektbeskrivelsen. Dette lot seg ikke gjøre siden båten måtte ta over uttestingen. Disse oppgavene hadde blitt så tidkrevende at skipperen ombord ikke kunne ha utført disse testene samtidig med en forsvarlig drift av båten.

#### Konklusjon:

Observasjoner av hval og utprøving av skjermingsteknologi ble utført til tross for alle utfordringene underveis. Det ble også funnet en effekt av utstyret mot spermhvalen. Det kan være at pingerene har en begrenset effekt, men pingerens eventuelle effekt på blåkveita må først beskrives før konklusjoner kan trekkes. Scrambleren hadde en mer tydelig effekt, men denne avtok etter hvert og kan på mange måter sies å ende opp med å ikke ha effekt i det hele tatt. Det var ment at scrambleren skulle danne en sone som spermhvalen ikke kunne se i, men dette ble ikke oppnådd. Det så ut til at hvalen var mest var for lydene fra scrambleren. Det ble tatt utgangspunkt i at hvalen brukte en lydstyrke på 180 dB under matsøk, men mye tyder på den kan bruke langt høyere lyder.

#### Videreføring:

Prosjektet bør videreføres siden problemet mellom spermhval og linefikse ikke ble løst. Begge teknologiene kan være aktuelle å jobbe videre med, men scrambleren synes mest aktuell siden effekten av pingerene var begrenset. Skal hele linen skjermes ved hjelp av pingerene som ble prøvd ut, trengs det vel 30 enheter – en pr 150 meter. Dette blir kostbart og kan bli svært dyrt i områder hvor brukstapet er stort. I tillegg er det fare for at hvalen også kan tilvenne seg disse lydene.

Scrambleren viste seg mest effektiv, og denne har også størst muligheter for modifisering. Forsøkene som ble utført viste at lydnivået på den aktuelle dybden rundt linen må økes. Dette kan, som beskrevet ovenfor, bli oppnådd på flere måter. Det er viktig at det blir tatt hensyn til de miljømessige problemstillingene en økning i lydstyrken kan medføre, og da synes alternativet med å modifisere den eksisterende svingeren mest aktuell. Samles lydstrålen redusere problemstillingen med å sende høy lyd ut i alle retninger. Denne lydstrålen må også sendes ned langsmed linen, og dermed må det konstrueres en innretning som kan vinkle strålen i rett vinkel. Dette blir nok enklest utført med en innretning som linen må gå igjennom, og som er feste for transduseren. Det vil være en ytterligere fordel visst denne innretningen også kan senkes ned et stykke i sjøen. Avstanden mellom hval og transduser vil da bli redusert og effekten vil bli høyere.

## 5 Referanser

- Crespo, E. A., Pedraza, S. N., Dans, S. L., Alonso, M. K., Reyes, L. M., García, L. M., Coscarella, M. & Schiavini, A. C. M. 1997. Direct and Indirect Effects of the Highseas Fisheries on the Marine Mammal Populations in the Northern and Central Patagonian Coast. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.* 22: 189-207.
- Goold, J. C. & Jhones, S. E. 1995. Time and frequency domain characteristics of sperm whale clicks. *J. Acoust. Soc. Am.* 98(3): 1279-1291.
- Jefferson, T. A. & Curry, B. E. 1996. Acoustic methods of reducing or eliminating marine mammal-fishery interactions: do they work? *Ocean & Coastal Management* 31(1): 41-70.
- Myrberg, A. A. 1997. Underwater sound: its relevance to behavioural functions among fishes and marine mammals. *Mar. Fresh. Behav. Physiol.* 29: 3-21.
- Sigurjónsson, J., Víkingsson, G. A., 1997. Sesonal abundance of and estimated food consumption by Cetaceans in Icelandic and adjacent waters. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.* 22: 271-287.
- Stefansson, G., Sigurjónsson, J. & Víkingsson, G. A. 1997. On dynamic interactions between some fish resources and cetaceans off Iceland based on a simulation model. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.* 22: 357-370.
- Trites, A. W., Christtensen, V. & Pauly, D. 1997. Competition Between Fisheries and Marine Mammals for Prey and Primery Production in the Pacific Ocean. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.* 22: 173-187.
- Watkins, W. A., Daher, M. A., Frstrup, K. M., Howald, T. J. & di Sciara, G. N. 1993. Sperm whale tagged with transponders and tracked under water by sonar. *Mar. Mamm. Sci.* 9(1): 55-67.