

# FORSØK MED AKUSTISKE MERKER I LOFOTEN I MARS 1974

[Experiments with acoustic tags in Lofoten in March 1974]

Av

JOHN DALEN

Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt

## ABSTRACT

DALEN, J. 1974. Forsøk med akustiske merker i Lofoten i mars 1974. [Experiments with acoustic tags in Lofoten in march 1974]. *Fiskets Gang*, 60: 433–436.

Introductory experiments on acoustic tagging were carried out on cod in Lofoten in March 1974. The research vessel used was «G. O. Sars» because of her excellent sonar equipment.

Two fishes were tagged. The tags used were pure transmitters — one working on 18 kHz and the other on 120 kHz. The signals were received by means of sonars, SIMRAD SU for 18 kHz and SIMRAD SK 120 for 120 kHz. Both fishes were tracked for approximately 8 hrs.

The two fishes showed some different behaviour. The first one changed swimming speed and position all the time within a limited area while the other moved slowly around within an open area.

## INNLEDNING

Ved adferdsundersøkelser av fisk har man i mange år lidd under mangelen på fjernsensorer som kan overbringe informasjon fra fritt svømmende, uforstyrret fisk. De senere års framskritt innen elektronisk teknologi har gjort det mulig å bygge små sensorer med tilstrekkelige energimengder som tilfredsstillende kravene til lang levetid og stor rekkevidde. Informasjon fra en sensor overføres som et akustisk signal — derfor navnet akustisk merke.

De forsøk som er gjort i Lofoten mars 1974 og som går ut på å utvikle utstyr og metodikk for fjernmåling fra fisk, er et ledd i et samarbeid mellom SINTEF, Trondheim og Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt. Den tekniske side av utstyrsutviklingen gis informasjon om i HOLAND og MOHUS (1973) og HOLAND (1973).

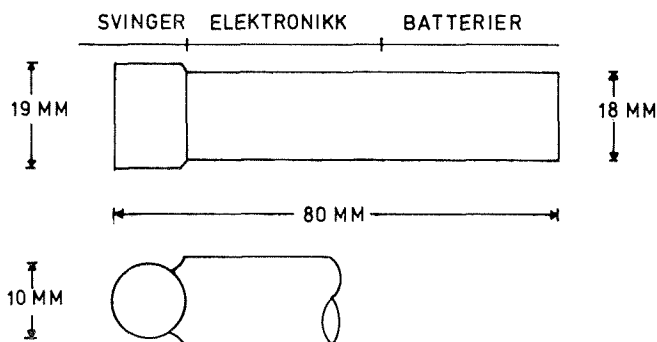


Fig. 1. Akustisk merke, mekanisk formgivning. Vekt: 40 g i luft og 25 g i vann. [Acoustic tag, mechanical design. Weight: 40 g in air and 25 g in water].

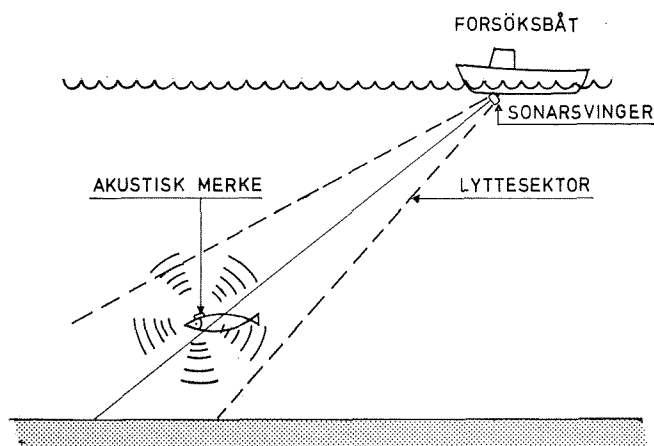


Fig. 2. Typisk arbeidssituasjon. [Typical working disposition].

## UTSTYRSBESKRIVELSE OG FORSØKSMETODIKK

### AKUSTISK MERKE

Et akustisk merke (Fig. 1) er en enhet som består av:

- 1 — et svingerelement (oftest av et keramisk materiale),
- 2 — et energireservoar (et eller flere kvikksølvbatterier) og
- 3 — signalgenererende enhet (oftest bare kalt elektronikk).

Man inndeler gjerne akustiske merker i to grupper:

- 1 — sendere og
- 2 — transpondere.

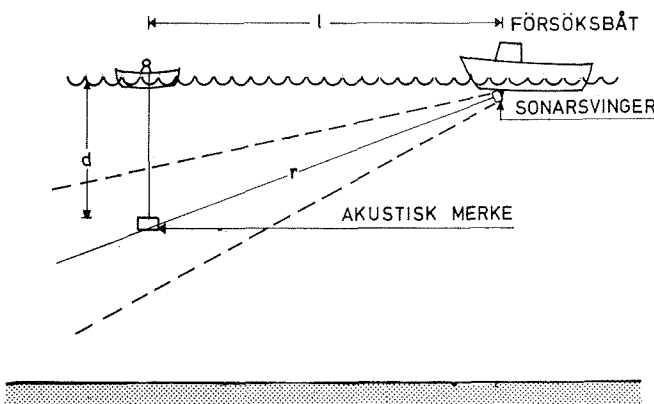


Fig. 3. Kalibrering av merke og sonar. [Calibration of tag and sonar].

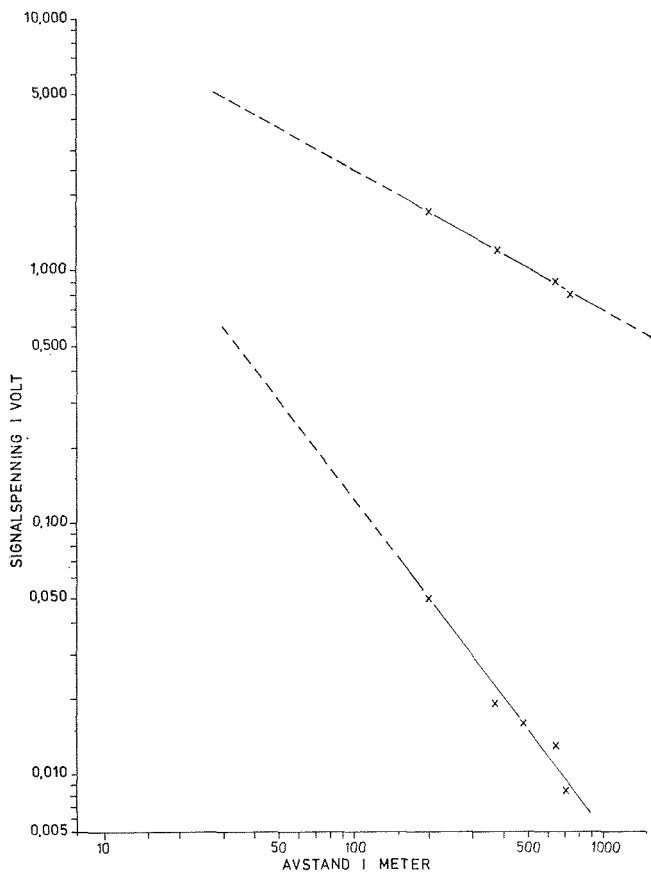


Fig. 4. Signalspenning målt på sonar som funksjon av avstand fra akustisk merke. Øverst: SIMRAD SU, 18 kHz. Nederst: SIMRAD SK 120, 120 kHz. [Signal voltage respons from sonar as a function of distance from acoustic tag. Upper: SIMRAD SU, 18 kHz. Lower: SIMRAD SK 120, 120 kHz].

En sender kan — som navnet sier — bare sende ut et signal, kontinuerlig eller pulset mens en transponderer både mottar og sender ut lydsignaler. Transponderer sender ikke før den har mottatt et signal, kalt triggesignal.

Merkene som er benyttet i disse forsøkene er sendere. De er laget som en sylinder med svingerelementet i den ene enden og elektronikk og batterier fordelt inni sylindren (Fig. 1). Sylindren er av plexiglass med påstøpt plexiglass bunn i en ende og en O-ringtettet skive i den andre enden. Til denne skiva er svingeren pålimt. Hele svingeren er innkapslet med et tetningsmateriale, polyurethane.

Det akustiske signal er en puls av varighet ca. 31 ms som utsendes hvert 2. sekund. Frekvensen av signalet avstemmes elektrisk til arbeidsfrekvensen for det lytte- og peileutstyret som merket benyttes sammen med. I de innledende forsøk har man benyttet to frekvenser, 18 og 120 kHz.

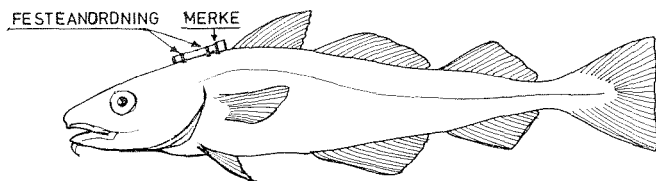


Fig. 5. Fisk med akustisk merke. [Fish with acoustic tag].

#### LYTTE OG PEILEUTSTYR

Som mottaker har man benyttet sonar som opereres kun i mottakermodus. For 18 kHz-merket er brukt SIMRAD SU og for 120 kHz-merket SIMRAD SK 120. En skisse av forsøksoppstilling er vist på fig. 2.

#### KALIBRERING

Når man bruker en sender og kun en lytte- og peilestasjon, får man bare informasjon om vinkelpelling i horisontal- og vertikalplanet relativt til forsøksbåten og ingen nøyaktig avstandsinformasjon. Har man en høyttaler tilkopleet sonaren, kan man høre forskjell i signalsstyrke ved varierende avstander mellom merke og sonar, men da hørbar forskjell i audiosignalet gir en altfor grov informasjon om variasjon i signalstyrke og dermed avstand, må man etablere en kurve som viser signalstyrke som funksjon av avstand.

Denne kalibreringen gjøres på forhånd på følgende måte. Fra en båt senkes merket ned til en passende dybde,  $d$  (50–60 m), hvor dens posisjon holdes konstant. Forsøksbåten beveger seg i varierende avstand mens merket holdes i sonarens lyttesektor. Signalsstyrken fra sonaren avleses enten på et oscilloscope eller et voltmeter samtidig som avstanden,  $l$ , noteres fra radar, ev. fra logg- og kursavlesninger (Fig. 3). Avstanden,  $r$ , finnes av uttrykket

$$r = \sqrt{l^2 + d^2} \quad (1)$$

Fig. 4 viser signalspenning som funksjon av avstand ved maksimal mottakerforsterkning for sendere på 18 og 120 kHz. Stiplet del av kurve uttrykker ekstrapolerte verdier.

#### FORSØKSMETODE

Fisk som skulle benyttes, ble fanget med not. Deretter ble den oppbevart i kummer i minimum 6 timer for å konstatere om den var skadet, f.eks. trykkskadet. Man valgte seg ut en passende fisk som merket ble festet til (Fig. 5) ved at det ble sydd fast med suturtråd i to festepunkter rett foran forreste ryggfinne. Fisken ble videre oppbevart minimum 1 time i kumme for om mulig å konstatere eventuell skade.

Den merkete fisk ble sluppet til sjøs sammen med

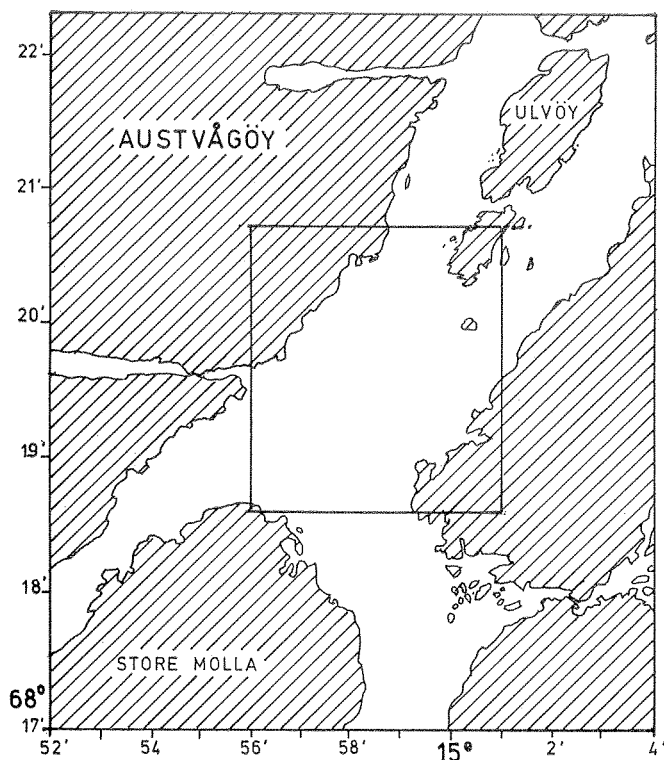


Fig. 6. Søndre del av Raftsundet. Fiskens bevegelsesområde innenfor avmerket rektangel. [Southern part of Raftsundet. Movements of fish within marked rektangel].

3—5 andre fisker av samme størrelse. Så snart fisken var kommet ned på få meters dybde, tok man det akustiske signalet inn på sonaren og selve followingen av fisken startet.

For å få informasjon om fiskens bevegelser i forhold til et landfast koordinatsystem ble følgende posisjonsparametre notert:

- 1 — vinkelpeiling av båt i forhold til et særmerket landmerke — fra radar,
- 2 — avstand fra båt til dette landmerket — fra radar,
- 3 — båtens kurs — fra gyrokompass,
- 4 — loggstand — fra logg,
- 5 — vinkelpeiling av fisk (merke) i forhold til båten — fra sonar,
- 6 — dybdevinkel (tilt) av fisk i forhold til båten — fra sonar,
- 7 — avstand fra båt til fisk som er proporsjonal med signalspenningen fra sonar — fra kalibreringsdiagram.

Tid mellom hver avlesning av disse parametrene bestemmes primært av fiskens bevegelser og hvor detaljert informasjon man vil ha om disse bevegelsene. Man valgte å starte med 5 minutters intervaller mellom avlesningene med muligheter til forandring når det ble påkrevet.

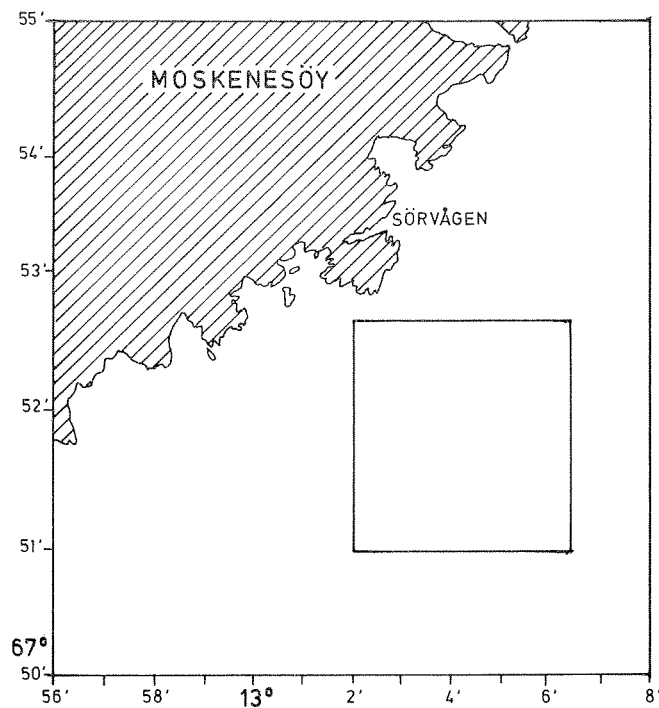


Fig. 7. Del av Vestfjorden ved Sørvågen. Fiskens bevegelsesområde innenfor avmerket rektangel. [Part of Vestfjorden by Sørvågen. Movements of fish within marked rektangel].

## RESULTATER

Man har instrumentert to fisker — en med 18 kHz — og en med 120 kHz-sender. Dette har gitt informasjon om hvilke frekvenser som er mest hensiktsmessige å arbeide med både når det gjelder lyd giver — og mottakerside.

Den første fisken, en hanfisk på 11 kg med en sender på 18 kHz, ble sluppet i søndre del av Raftsundet mellom Molla og Ungsmøla den 12. mars kl. 0026 (Fig. 6). Umiddelbart etter utslipp mistet man fisken på sonaren, men den ble funnet igjen ca. 15 minutter senere. Fra da av og frem til kl. 0926 samme dag fulgte man fisken kontinuerlig, avbrutt av noen få korte intervaller på mindre enn 15 minutter da fisken var utenfor rekkevidde.

Typisk adferd var at fisken beveget seg lite innenfor et begrenset område av utstrekning 20—30 m for en kort tid, opptil ca. 30 minutter. Deretter kunne den gå fort en avstand på opptil ca. 200 m for igjen å oppholde seg innenfor et begrenset område. Denne fisken ble gjenfanget den 16. mars ca. 3 nautiske mil sørøst av Henningsvær. Den hadde da tilbakelagt en distanse på minimum 25 nautiske mil over maksimum 4 døgn.

Den andre fisken, også en hanfisk av samme størrelse, ble instrumentert med 120 kHz sender og slup-

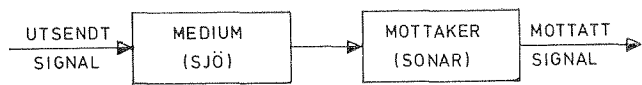


Fig. 8. Modell av overføringskanalen. [Model of the transmission channel].

pet utenfor Sørvågen den 12. mars kl. 1348 ca. 1,5 nautiske mil fra land. Dybden var ca. 80 m (Fig. 7). Denne fisken fulgte man kontinuerlig til kl. 2208 samme dag da forsøkene ble avsluttet.

Adferd for denne fisken var noe annerledes enn hva den første viste. Denne fisken beveget seg hele tida med lav hastighet innenfor et område av størrelse mindre enn 1 nautisk kvadratmil. Pr. medio april var ikke denne fisken gjenfanget.

## DISKUSJON

Vurderer man de to merkene mot hverandre, kommer man frem til følgende:

Sammenlikner man detekterbar rekkevidde for de to senderne, har man funnet at senderen på 18 kHz har størst rekkevidde — opptil ca. 1250 m ved vindstyrke 0—1. For 120 kHz-senderen hadde man rekkevidde opptil ca. 850 m. Dette var forventet da 18 kHz-signalet svekkes mindre p.g.a. absorpsjon enn 120 kHz-signalet. Utstrålt effekt var tilnærmet lik for begge senderne, og de var dimensjonert til en levetid på ca. 1,5 måned for batteriene. Levetid og utstrålt effekt er sterkt korrelerte størrelser. For en gitt energimengde (et visst antall batterier) er utstrålt effekt og dermed rekkevidde bestemt når man først har fastsatt en viss levetid. Dersom lydsignalerne ikke utsettes for refraksjon p.g.a. varierende temperatur og saltholdighet over aktuell dybde, vil støy i overføringskanalen, som her er sjø og sonar (Fig. 8) ha vesentlig betydning for laveste deteksjonsterskel av lydsignalet (lik terskel ved maksimal rekkevidde). Total støy eller støyspenning,  $U_{st}$  på utgangen av mottakeren er gitt ved følgende likning:

$$U_{st} = \sqrt{U_{st,a}^2 + U_{st,e}^2} \quad (2)$$

$U_{st,a}$  = støyspenning p.g.a. akustisk støy i sjøen målt på utgangen av sonaren.

$U_{st,e}$  = støyspenning p.g.a. elektrisk støy i sonaren målt på dennes utgang.

Ved 120 kHz har man svært lav støy i sjøen. Ligning 2 blir her

$$U_{st} = U_{st,e} \quad (3)$$

Deteksjonsterskelen er bestemt av den elektriske støyen i mottakeren — her målt til 0,007 V. Ved

18 kHz er derimot sjøstøyen vesentlig. Ligning 2 blir her

$$U_{st} = U_{st,a} \quad (4)$$

Deteksjonsterskelen er her bestemt av den akustiske støyen i mediet — her målt til 0,6 V ved vindstyrke 0—1. Tar man med at signalene ved 18 og 120 kHz reduseres forskjellig p.g.a. frekvensavhengig absorpsjon — over en distanse på 1000 m reduseres et lydsignal (lydtrykket) vel 100 ganger mer ved 120 kHz enn ved 18 kHz — kan man slutte: Den mest hensiktsmessige frekvens å arbeide på ved framtidige forsøk av denne art bør være mellom 18 og 120 kHz.

En frekvens som tilfredsstiller kravet om en signaloverføring upåvirket av sjøstøy og støy p.g.a. regn og hagl, vil være i området 35—40 kHz. Ved denne frekvensen vil også absorpsjonen være relativt lav. Over en distanse på 1000 m vil lydtrykket reduseres med en faktor på ca. 2 i forhold til ved 18 kHz.

Man kan også slutte at et merke av denne type ikke er optimalt å arbeide med når man benytter sonar som mottaker. Det best egnete merke vil være en transponder. Den sender ikke ut noe signal før den har mottatt et triggesignal fra f.eks. en sonar. For en transponder trenger man ingen avstandskalibrering idet avstanden fås direkte fra sonarskriveren eller sonarskopet. Batteriene vil også ha vesentlig lengre levetid da det bare brukes energi når transponderen er innenfor triggesignalet rekkevidde — her i sonarstråla. Man ser da bort fra hvileeffekten. Å øke levetida vil ha vesentlig betydning ved følgeforsøk i åpen sjø der værforholdene kan forårsake at man må avbryte forsøkene for uker.

Man har her festet merket til fiskens rygg. En alternativ måte er å stikke merket inn gjennom svelget og la fisken bære merket i magesekken. Innledende forsøk med dette er gjort på sild (RASMUSSEN og TORSSEN 1971), men det står igjen å gjøre forsøk på torsk, sei, hyse og andre aktuelle fiskeslag for å finne hvilken innvirkning en sådan merkemethode vil ha på fiskens adferd og fysiologi før denne merkemethoden kan anbefales eller forkastes.

## LITTERATUR

- HOLAND, B. and MOHUS, I. 1973. Fish telemetry, report 2, — 1973 equipment —, Report for Norges Fiskeriforskningsråd, SINTEF STF 48 A 73051, Trondheim: 1—29 [Mimeo.]
- 1973. Fish telemetry, report 3, — 1973 experiments, Report for Norges Fiskeriforskningsråd, SINTEF STF 48 A 73052, Trondheim: 1—22. [Mimeo.]
- RASMUSSEN, U. og TORSSEN, H. O. 1971. Tilbakekoplet styring av fisk, Tekn. notat nr. 19, Inst. for Reguleringsteknikk, NTH, Trondheim: 1—10. [Mimeo.]