

# SILDEUNDERSØKELSER I NORDSJØEN SOMMEREN 1967

Av

STEINAR HARALDSVIK og RIKARD LJØEN  
Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt, Bergen

## INNLEDNING

I de senere år har kraftblokkflåtens aktivitet i Nordsjøen i sommermånedene vært konsentrert til to avgrensede felter. Det ene feltet har vært øst av Shetland, det andre i Egersundbankområdet.

Sildefisket ved Shetland ga i sesongene 1965 og 1966 ca. 2.0 mill. hl og 2.2 mill. hl. I Egersundbankområdet ble det i tiden mai—august de samme år oppfisket henholdsvis 2.1 mill. hl og 1.8 mill. hl.

I begge områder er det hovedsakelig Nordsjøens banksildstamme som danner grunnlaget for fisket.

Hensikten med sommertoktet 1967 var å undersøke eventuell sammenheng mellom sildas utbredelse og enkelte miljøfaktorer. Det ble lagt opp et tett stasjonsnett for innsamling av planktonprøver og hydrografiske data. Planktonprøvene ble tatt med Judayhåv 0/80 i vertikaltrekk fra 50—0 m. Volumet av planktonet ble målt og sammensetningen bestemt. På samtlige stasjoner ble temperatur og saltholdighet målt i alle standarddyp fra overflaten til bunnen.

Sildas utbredelse ble kartlagt på grunnlag av registreringer med ekkolodd og sonar. På programmet sto også innsamling av sildeprøver og merking av sild.

## RESULTATER

### TOKTBESKRIVELSE

Utgåtte kurser, stasjonsnett og registreringer av sild er inntegnet på Fig 1. Toktet startet fra Bergen 15. juni 1967. Første del av turen tok sikte på å undersøke farvannene ved Shetland. I østkanten av Vikingbanken lå en mindre russisk trålerflåte i arbeid, men så langt en kunne bedømme, var fangstene deres heller små. Nord av Shetland kom «G. O. Sars» opp i en del sildeforekomster. Silda sto imidlertid dypt, og snurperne i området fikk bare mindre fangster.

I området vest av Shetland arbeidet 3—4 færøyske snurpere, og en fikk opplyst at de hadde kast på opptil 1 500 hl. «G. O. Sars» registrerte ingen stimer i området.

Øst av Sumburgh Head, ca. 12—30 nautiske mil av land, traff en på en stor russisk trål- og drivgarnsflåte, samt noen russiske moderskip. En hadde en del stim- og slørregistreringer i dette området.

De beste sildeforekomstene hadde en i Devil's Holeområdet. Her registrerte en gode stimer, og det var ikke uvanlig at de største snurperne fikk last i et eneste kast.

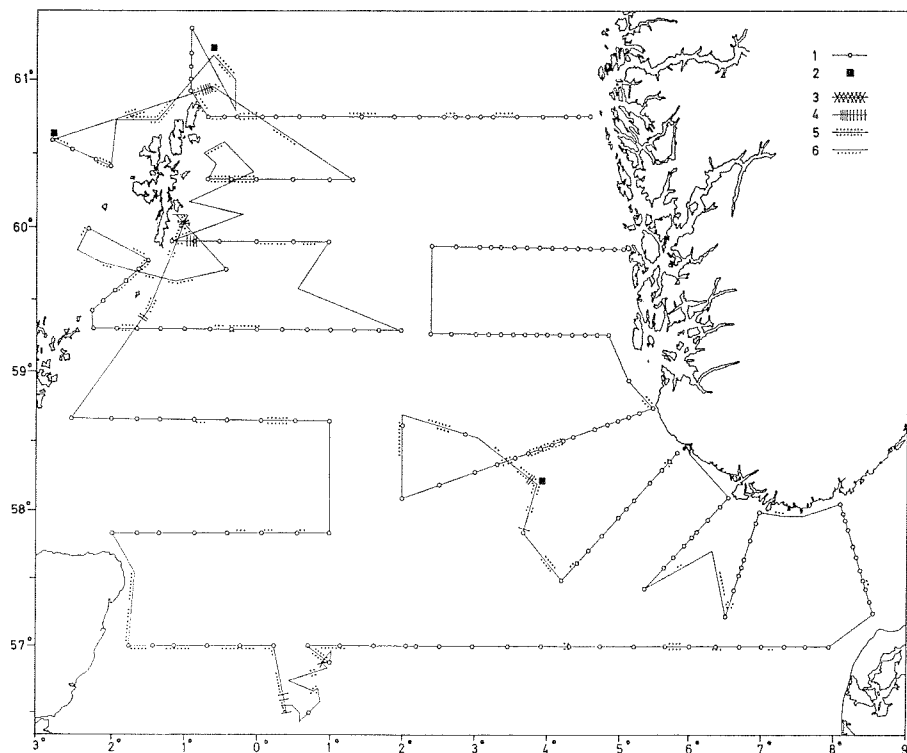


Fig. 1. Kurser, stasjonsnett og silde-registreringer med F/F «G. O. Sars» i tiden 15. juni—4. juli 1967. 1) hydrografi og plankton st. 2) merkelokalitet. Silde-registreringer: 3) meget gode, 4) gode, 5) spredt, 6) meget spredt.



Fig. 2. Temperatur,  $t^{\circ}C$  i 50 m.

Siste del av toktet arbeidet en i ytre Skagerak og nordover langs Norskerenna. På Egersundbanken (sektorene 3—6) hadde en flere mindre sildekontakter. Fangstene i dette området var gjennomgående små.

Toktet hadde vært begunstiget med godt arbeidsvær. «G. O. Sars» avsluttet turen i Bergen 4. juli 1967.

#### HYDROGRAFI

Tidevannskreftene, den generelle sirkulasjon og den vertikale lagdeling av de forskjellige vannmasser er

de hydrografiske faktorer som i vesentlig grad bestemmer det fysiske miljø i Nordsjøen. Det aller meste av Nordsjøen er et grunnhav, og strømforholdene vil derfor i store trekk være de samme fra overflaten til bunnen.

I den vestlige delen av det undersøkte område er tidevannsstrømmen sterk nok til så godt som å gjenomblende vannmassene fra overflaten til bunnen hele året, mens en for resten av området, hvor tidevannsstrømmene er mindre, finner en vertikal skiktning gjennom hele eller en del av året. Tilførsel av vannmasser med forskjellig tetthet og meteorologiske

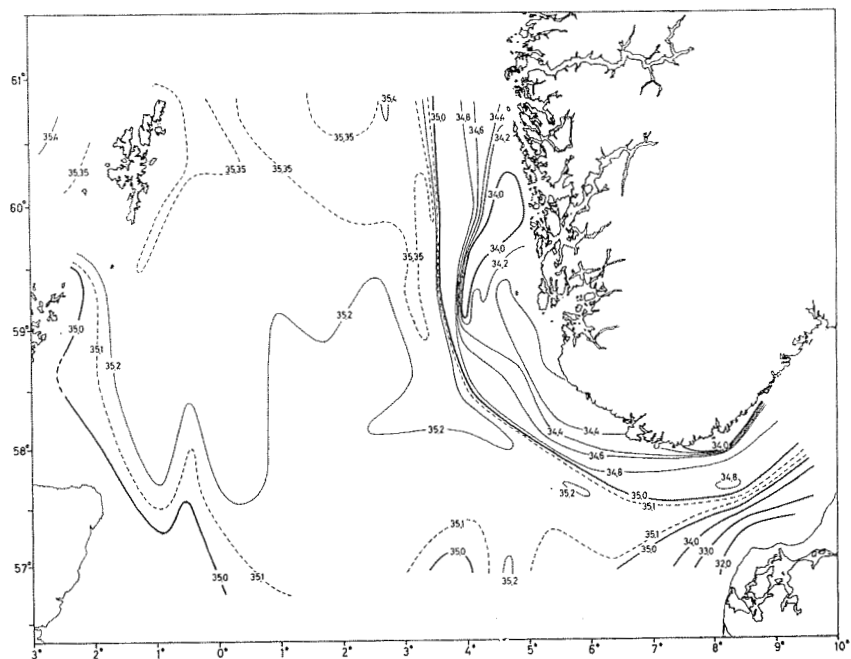


Fig. 3. Saltholdighet, S‰ i 50 m.

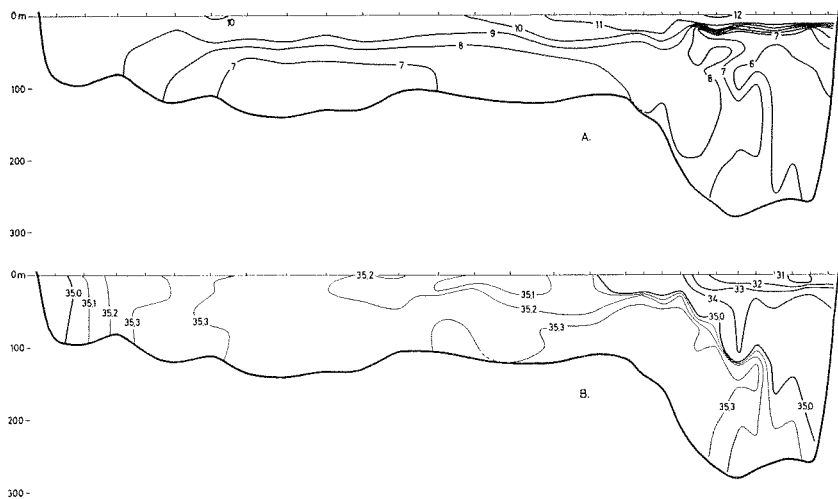


Fig. 4. Snitt Star Point-Utsira,  
A. Temperatur, t° C  
B. Saltholdighet, S‰

forhold kan også forskyve stabiliteten og graden av skiktningen.

I Figurene 2, 3 og 4 er vist henholdsvis temperatur og saltholdighet i 50 m dyp og de tilsvarende parametre i et snitt mellom Start Point og Utsira. Figurene viser en del generelle trekk av den horisontale fordeling og sirkulasjon og den vertikale lagdeling av de enkelte vannmasser. Innstrømningen av Atlantisk vann med høy saltholdighet og temperatur på over 8°C er et fremtredende trekk. Selve innstrømningen er delt i to grener. Den østlige grenen følger i hovedtrekk Revkanten. En avtagnning av saltholdighet og temperatur fra nord mot syd antyder at bevegelsen av vannmassen er i denne retning. Strøm-målinger har vist dette, og en kan følge denne sirkulasjon inn i Skagerak (LJØEN 1962 og 1965). Av snittet (Fig. 4) ser en at denne grenen opptrer hoved-

sakelig intermediært, som en kjerne omringet av vannmasser med andre karakterer. Vannmassene i den vestlige grenen, nær Shetland, er i stor utstrekning gjennomblandet fra overflaten til bunnen (Fig. 4). Den horisontale blanding er også kraftig slik at innstrømningen her hurtigere taper sin opprinnelige karakter.

Mellom disse to grener finner en en større vann-masse med saltholdighet 35.0 til 35.2‰ og med gjennomsnittlig lavere temperatur, til dels under 7°C. Denne lave temperaturen skyldes foregående vinteravkjøling. På grunn av liten tilførsel av ferskvann, strømmer, mye uvær, lav lufttemperatur og andre meteorologiske forhold blir mesteparten av vannmassene på Nordsjøplatået gjennomblandet fra overflaten til bunnen om vinteren, samtidig som hele vannsøylen avkjøles. Ved sommeroppvarmingen

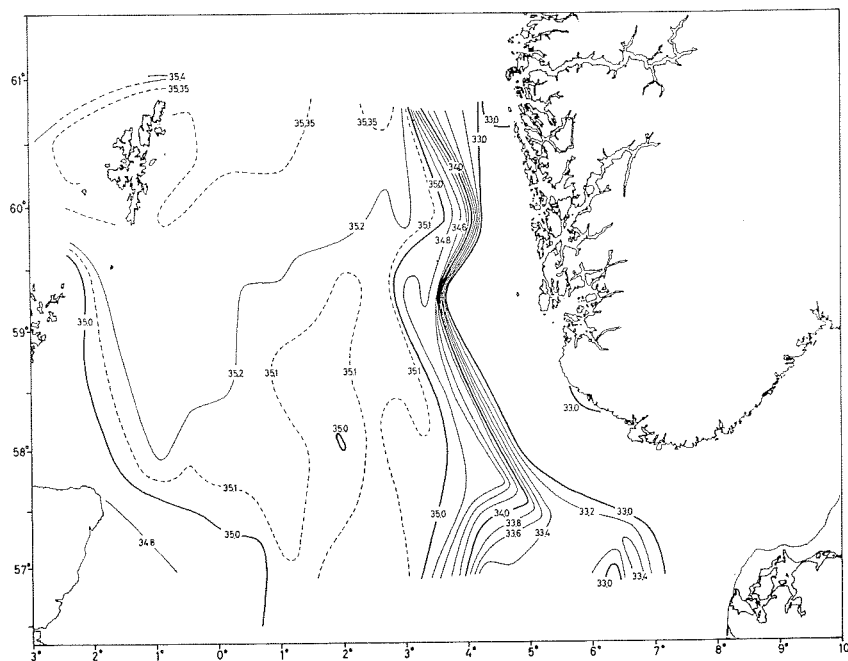


Fig. 5. Gjennomsnittlig saltholdighet, S‰, i 0-30 m.

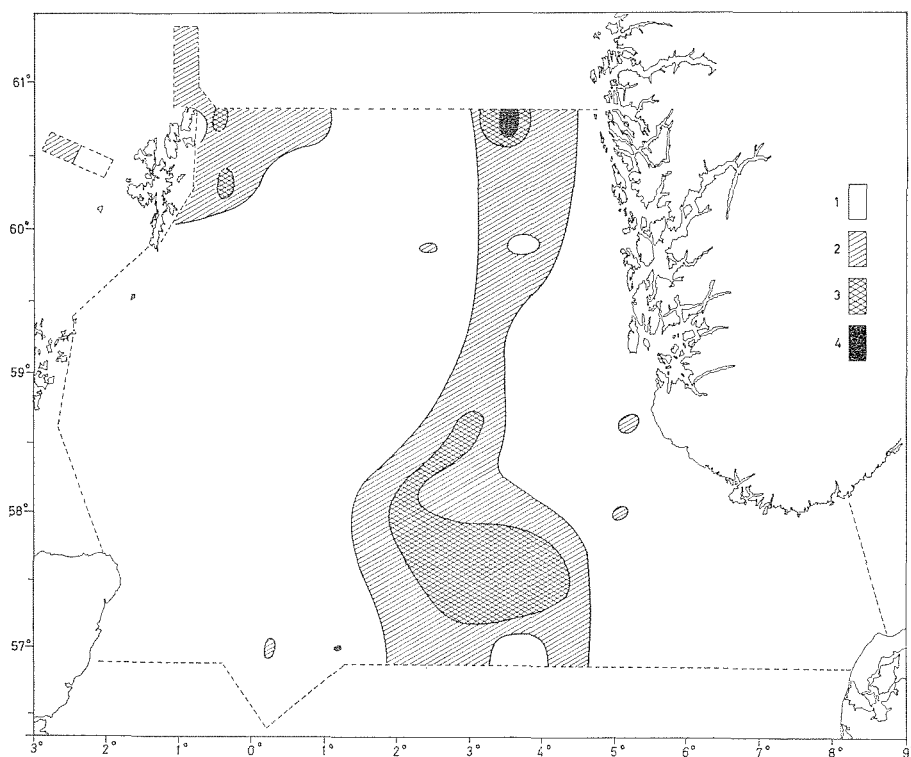


Fig. 6. Kvantitativ fordeling av zooplankton i  $\text{ml/m}^3$ .

- 1)  $< 0.5 \text{ ml/m}^3$ .
- 2)  $0.5 - 1.0 \text{ ml/m}^3$ .
- 3)  $1.0 - 1.5 \text{ ml/m}^3$ .
- 4)  $> 1.5 \text{ ml/m}^3$ .

dannes et lett overflateskikt. I den vestlige delen blir denne lagdelingen straks nedbrutt av tidevannskreftene, mens den i de sentrale og østlige deler av det undersøkte området stadig blir mer markert. Overflatelaget blir gjennomblandet av bølger og annen bevegelse, samtidig som bunnskiktet også gjennomblendes ved friksjon mot bunnen. Gjennom sommerhalvåret utvikler det seg således to homogene skikt med vesentlig forskjellig temperatur. Tetthetsgradienten mellom skiktene er i alminnelighet stor nok til å hindre vertikal varmeutveksling i vesentlig grad. Denne situasjon vil vare til neste vinteravkjøling bryter ned gradienten. Enkelte deler av dette kalde området blir imidlertid tilført noe varme advektivt (ved horisontal bevegelse).

I Fig. 2 er vist et slikt område på sørsiden av Fladen grunn. Et belte med temperatur over  $7.5^\circ \text{C}$  antyder her en forbindelse mellom den østlige og vestlige gren av innstrømningen av Atlantisk vann. På denne måten vil kaldtvannsområdet bli delt i to, ett med sentrum på Fladen grunn og ett med sentrum på Store Fiskebank.

Bortsett fra i Skagerak og et belte langs norskekysten ligger termoklinen dypere enn 30 m. Fig. 5 viser gjennomsnittssaltholdighet i de øverste 30 m og gir vesentlige trekk av det fysiske miljø i dette skiktet. I disse vannmasser foregår produksjonen, og en finner her den største konsentrasjonen av dyreplankton.

Den østlige grenen av atlantehavsvann er synlig

også i dette skiktet i Nordsjøen, men mangler fullstendig i Skagerak hvor forholdene er dominert av vannmasser som kommer fra den sydøstligste delen av Nordsjøen. Utenfor Vestlandet er overgangen mellom kyst- og oseanisk vann meget skarp, men den er mer diffus ved innløpet til Skagerak.

I den vestlige delen av det undersøkte området er forholdene i overflatelaget ikke vesentlig forskjellig fra bunnskiktet.

#### ZOOPLANKTON

Mengden av zooplankton på hver stasjon ble angitt i milliliter pr. kubikkmeter. De målte mengder antar en er representative for de øvre 50 m av vannmassene. På grunnlag av stasjonsnettet har en trukket isolinjer gjennom områder med like store planktonmengder. Den kvantitative fordeling av zooplankton ble da som vist i Fig. 6. Av denne fremgår det at en fant de beste planktonforekomstene på to felter: langs  $3^\circ$  Øst og i farvannen rundt Shetland. Begge feltene er knyttet sammen med innstrømningen av Atlantisk vann. På det vestlige felt er konsentrasjonen av zooplankton funnet i selve kjernen av innstrømningen, mens den i det østlige felt også dekker overgangen mellom kyst og oseanisk vann (Fig. 5). Største planktonmengde fant en hvor overgangen var skarpest, øst av Vikingbanken. Hvor overgangen blir mer diffus, utvider også feltet seg. I den sydøstlige delen av undersøkelsesområdet, hvor forholdene domineres av vannmasser fra den sydøst-

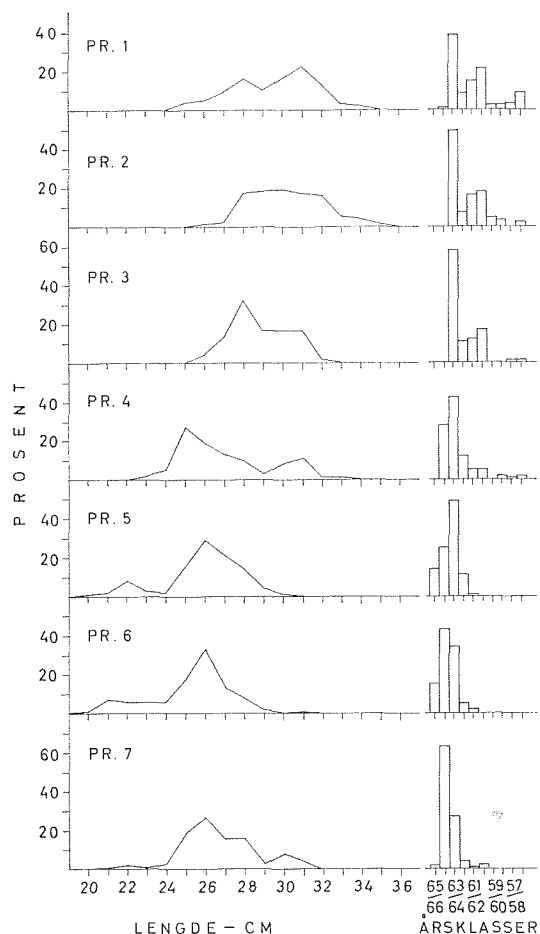


Fig. 7. Lengde- og årsklassesammensetning av sildeprøver fra Shetland, Devil's Hole og Egersundbanken i tiden 15. juni—4. juli 1967. Pr. 1) Nord av Shetland. Gj. lengde 30.06 cm, Pr. 2) Nord av Shetland. Gj. l. 30.73 cm, Pr. 3) Vest av Shetland. Gj. l. 1. 29.31 cm, Pr. 4) Øst av Shetland. Gj. l. 27.45 cm, Pr. 5) Devil's Hole. Gj. l. 26.39 cm, Pr. 6) Devil's Hole. Gj. l. 25.75 cm, Pr. 7) Egersundbanken. Gj. l. 27.18 cm.

ligste del av Nordsjøen, er forekomsten av plankton helt ubetydelig. Det samme gjelder for det skotske kystvann.

I området ved Devil's Hole ble det registrert flere store åter av zooplankton. Enkelte av dem var opptil 100 m dype og så store og konsentrerte at de ga god asdickontakt. Området ligger på grensen mellom den vest—øst gående forbindelse mellom de innstrømmende atlantiske vannmasser og den mer stillestående kalde kjerne på sydøstsiden. På slike steder, mellom vannmasser med forskjellig bevegelse, kan det oppstå hvirvler. En medvirkende årsak til dette kan også være den meget ujevne bunnen en har her. I slike hvirvler kan planktonet lett konsentreres, og dette er en mulig årsak til disse åter.

På de stasjoner hvor planktonmengden var større enn  $0.5 \text{ ml/m}^3$  var rauåten, *Calanus finmarchicus*, den dominerende planktonorganisme både i antall og

vekt. Rauåten gjennomgår 5 ungdomsstadier (kopepodittstadier) før den blir kjønnsmoden. Det er hovedsakelig de senere kopepodittstadier av rauåte som har betydning som føde for sild. Under dette toktet utgjorde kopepodittstadiene III—V og kjønnsmodne dyr hovedtyngden av *Calanus finmarchicus* i Nordsjøen, mens kopepodittstadiene I—III var de mest fremherskende på et par stasjoner vest av Shetland.

I de områdene som hadde planktonmengder mindre enn  $0.5 \text{ ml/m}^3$  var det andre små krepsdyr som var dominerende i artssammensetningen.

I den sydøstlige del av undersøkelsesområdet var *Paracalanus sp.* og *Pseudocalanus sp.* de dominerende arter, mens *Acartia sp.* var den mest tallrike i den sydvestlige del. Øst av Orkenøyene og i de sentrale deler av nordlige Nordsjøen var *Oitona sp.* den mest alminnelige arten. Alle disse artene spiller sannsynligvis en mindre rolle som næringsgrunnlag for sild. Ifølge tidligere undersøkelser består næringen til silda i nordlige Nordsjøen hovedsakelig av *Calanus sp.* og *Oikioleura sp.* (SAVAGE 1937).

I det foreliggende materiale forekom *Oikioleura sp.* på flere stasjoner, men i antall var denne arten ikke dominerende på noen av stasjonene.

#### SILDAS FORDELING

De beste silderegistreringene hadde en i farvannene ved Shetland, i Devil's Hole området og på Egersundbanken (Fig. 1). Nord av Shetland sto silda for det meste på dypt vann døgnet gjennom og var av den grunn vanskelig å fange. I Devil's Hole området sto den også dypt, men her hadde silda en tendens til å fløyte seg i grålysningen, og i tillegg kunne en bunnkaste med netene på de fleste steder. I dette området gikk silda i store kompakte stimer, og det var ikke uvanlig at det ble tatt fangster på 3 000—4 000 hl i et eneste kast.

I Egersundbank området holdt silda seg stort sett i de øvre vannlag mellom 10—50 m. Sildestimene var her gjennomgående små, og fangst pr. kast var av størrelsesorden 200—700 hl.

Utenom disse områdene registrerte en bare mindre forekomster av sild. Forekomstene, som på Fig. 1 er inntegnet vest for Fladen grunn, kan også ha vært oppblandet med brisling.

Studerer en nå sildas utbredelse i relasjon til de fysiske parametre som saltholdighet og temperatur og den kvantitative fordeling av zooplankton, er det vanskelig å utlede en klar og entydig forbindelse.

Silda har sannsynligvis stor toleranse ovenfor de undersøkte faktorer, og denne toleranse vil muligens variere med sildas alder. Silda ved Shetland vil på

grunn av en høyere gjennomsnittsalder sannsynligvis ha et annet atferdsmønster enn silda på Egersundbanken.

Selv om en ikke vil trekke noen konklusjon ut fra foreliggende materiale, har denne analyse gitt flere interessante trekk som en vil forsøke å utforske nærmere i de kommende år. En tenker her spesielt på to ting. Før det første vil en legge opp detaljundersøkelser for å finne ut om det er noen positiv korrelasjon mellom sildefordeling og næringsmengde. I de tre områdene hvor en fant de største sildeforekomstene påviste en, som tidligere nevnt, også relativt store mengder *Calanus*.

Det andre forholdet en vil undersøke er om silda i sommermånedene unnviker områder som har temperatur under  $+7^{\circ}\text{C}$  i bunnskiktet. På Store Fiskebank og i sentrale deler av Fladen grunn var temperaturen under  $+7^{\circ}\text{C}$  (Fig. 2 og Fig. 4). I disse områdene hadde en ingen silderegistreringer selv om det var tilstrekkelig næringsmengder til stede.

Som tidligere nevnt har en mellom de to kaldtvannsområder et belte med høyere temperatur som forbinder den østlige og vestlige gren av innstrømmingen av atlantisk vann. Silderegistreringene i dette området kan antyde at en her har en kommunikasjonsvei mellom sildeforekomstene i den nordøstlige og nordvestlige del av Nordsjøen.

#### ANALYSE AV SILDEPRØVER

Under toktet ble det samlet inn 7 sildeprøver. Prøvene nr. 1—4 er fra Shetland, prøvene nr. 5 og 6 fra Devil's Hole og prøve nr. 7 fra Egersundbanken. Prøve nr. 4 er tatt med drivgarn, de øvrige med snurpenot.

Av Tabell 1 vil det fremgå at innblandingen av vårgytende sild var større ved Shetland enn i de andre områdene i Nordsjøen. Dette er også i overensstemmelse med tidligere års undersøkelser. Sommeren 1967 utgjorde f. eks. vårgytende sild 20—30 % i prøvene fra Shetland, mot ca. 10 % i nord-

østlige Nordsjøen (HARALDSVIK 1966). Vårgyterne i Nordsjøen tilhører en sildestamme som en antar har hovedgytefelt på Vikingbanken og ved Shetland. Av vårgyterne var 1964 årsklassen den mest fremherskende i alle områdene og utgjorde totalt ca. 65 %.

Høstgyterne tilhører Nordsjøens banksildstamme, som gyter i området Orkenøyene—Doggerbank i tiden august—oktober. Alder- og lengdesammensetning av det innsamlete materiale er vist i Fig. 7. Prøvene fra Shetland skiller seg ut fra de øvrige ved å bestå av eldre og større sild. Blant høstgyterne var her 1963 årsklassen den dominerende og utgjorde ca. 40 % av materialet. De tidligere sterke 1960- og 1956 årsklassene var i 1967 redusert til henholdsvis 18 % og 5 %. Til sammenlikning kan nevnes at de samme årsklasser i sesongen 1966 ga henholdsvis 38 % og 16 %.

I Devil's Hole området og på Egersundbanken var høstgyterne dominert av 1964- og 1963 årsklassene. Tilsammen utgjorde disse to årsklasser ca. 80 % av materialet.

#### MERKING AV SILD

Det ble merket 2 200 sild, alle med innvendige stålmerker. Utslipningene fordeler seg med 700 sild vest av Shetland, 1 000 sild nord av Shetland og 500 sild på Egersundbanken (Tabell 2 og Fig. 1).

All merket sild var i god kondisjon ved utslipningen.

Hensikten med disse merkeforsøkene er å få et klarere bilde av sammenhengen mellom sildebestandene på begge sider av den nordlige Nordsjøen. Gjenfangster fra merkeforsøkene utført sommeren 1966 tyder på at denne utveksling ikke er så sterk som tidligere antatt (HARALDSVIK 1967).

Spesiell interesse knytter det seg til merkeforsøket utført vest av Shetland. I dette området registrerte en i mai 1967 med M/S «Havdrøn» gode sildeforekomster (REVHEIM og HARALDSVIK 1967). Resultatene av de prøver en samlet inn der, tyder på at denne silda tilhører samme populasjon som den på de tra-

Tabell 1. Sammensetning av høst- og vårgytende sild (%).

Prøve nr.	Antall indiv.	Kategori		
		Høstgytere	Vårgytere	Ubestemt
1	100	80.0	15.0	5.0
2	100	49.0	44.0	7.0
3	68	77.9	19.1	2.9
4	100	85.0	11.0	4.0
5	100	100.0	—	—
6	100	96.0	3.0	1.0
7	100	89.0	6.0	5.0
Total	668	82.6	13.8	3.6

Tabell 2. Merkeforsøk i Nordsjøen sommeren 1967.

Dato	Posisjon	Antall	Nummer
17/6	N 61°10' W 00°35'	50	N 280001—280050
«	«	600	N 280601—281200
«	«	350	N 281251—281600
18/6	N 60°36' W 02°48'	700	N 281601—282300
1/7	N 58°11' E 03° 48'	50	N 281201—281250
«	«	450	N 282301—282750
Merket i alt 2 200			

disjonelle feltene øst av Shetland. Dette kan igjen tyde på at sildebestanden, som opptrer øst av Shetland om sommeren, får et tilskudd av sild fra vest av De Britiske Øyer. Med M/S «Havdrøn» ble det merket 800 sild vest av Shetland. Dette merkeforsøket og merkeforsøket utført om bord i F/F «G. O. Sars» har begge gitt gjenfangster øst av Shetland. Dette materialet er imidlertid ikke ferdig bearbeidet så det er for tidlig å uttale seg om hvor sterk denne forbindelsen er.

#### SUMMARY

1. In the summer 1967 a survey of herring distribution in relation to zooplankton and hydrographical conditions has been carried out in the northern North Sea.
2. The hydrographical survey was based on the stations shown in Fig. 1. Temperature readings and salinity samples were taken at standard depths. An outstanding feature is the eastern and western intrusions of highly saline atlantic water of high temperature (Figs. 2 and 3). This watermass is flanking on both sides the cool winter water which is preserved by a thermocline. A transverse movement of warmer bottom water divides this cool watermass into two cores. At the top layer the border between the coastal and oceanic water is sharp in the eastern part of the region. In the western part the tidal turbulence thoroughly mixes the watermasses from surface to bottom.
3. The zooplankton was most abundant in the intruding atlantic water and in the Devil's Hole area (Fig. 2). In the Devil's Hole area the zooplankton occurred in large patches, which were recorded by sonar.
4. *Calanus finmarchus* was the dominating copepod in the areas containing more than 0.5 ml/m<sup>3</sup>. *Paracalanus sp.*, *Pseudocalanus sp.* and *Acartia sp.* were the most numerous copepods in the south-eastern and the south-western part of the

area investigated. *Oithona sp.* was common in the central part of the northern North Sea.

5. Concentrations of herring in the Shetland waters, in the Devil's Hole area and on the Egersund-bank were located by echosounder and sonar. The relation between herring, hydrography and zooplankton has been discussed.
6. Autumn spawners of the Bank herring stock were dominating in these areas, but spring spawners were also abundant in the Shetland waters (Table 1). Among the spring spawners the 1964 year-class was the strongest, contributing 65 %. Among the autumn spawners the 1963 year-class was dominating (40 %) in the Shetland waters. In the Devil's Hole area and on the Egersundbank the 1963- and 1964 year-classes made out about 80 % of the sampled herring (Fig. 7).
7. Altogether a number of 2 200 herring were tagged with internal steel tags. 700 herring were liberated west of Shetland, 1 000 herring north of Shetland and 500 herring on the Egersund-bank (Fig. 1 and Table 2).

#### LITTERATUR

- HARALDSVIK, S. 1966. Sildeundersøkelser i Nordsjøen sommeren 1966. *Fiskets Gang*, 52: 958—962 og *Fisken og Havet*, 1966 (5): 13—17.
- 1967. Norwegian herring tagging experiments in the Northern North Sea, 1966. *Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea., 1967* (H 26): 7 pp., 10 tabs., 2 figs. (Mimeo.).
- LJØEN, R. 1962. Om hydrografiske forhold i Skagerak og den nordøstlige del av Nordsjøen og deres betydning for fordelingen av brislingegg og yngel. *Fiskets Gang*, 48: 179—187 og *Fisken og Havet*, 1962 (1): 15—23.
- 1965. On the exchange of deep waters in the Skagerack. *Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea, 1965* (paper 157): 1—4, 10 Figs. (Mimeo.).
- REVHEIM, A. og HARALDSVIK, S. 1967. Sild- og makrellundersøkelser vest av Shetland, Orkenøyene og Hebridene med M/S «Havdrøn» i tiden 19. mai—3. juni 1967. *Fiskets Gang*, 53: 732—735.
- SAVAGE, R. E. 1937. The food of North Sea herring 1930—34. *Fishery Invest., Lond. Ser. 2, 15* (5): 1—57.