

UTVIKLINGEN INNEN OSEANOGRAFISK FORSKNING I VESTFJORDEN

[The development of the oceanographic research in Vestfjorden]

Av

SVEIN SUNDBY

Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt

ABSTRACT

SUNDBY, S. 1980. Utviklingen innen oseanografisk forskning i Vestfjorden. [The development of the oceanographic research in Vestfjorden]. Fisken Hav., 1980(1): 11-25.

The cod fisheries in Vestfjorden, an ocean bay in Northern Norway have played the most important role in the development of the marine research in the area. Since G.O. Sars started his famous work on the biology of the cod in Vestfjorden in 1864, the different disciplines of the marine research have always been closely connected. In this report, however, emphasize is made on the development of physical oceanography. In particular the influence of the physical aspects on the spawning behaviour of cod is described and also the transport and distribution of cod eggs. Results from previous investigations have been compared to show the importance of the wind conditions.

Betydningen av skreifisket i Lofoten har gjort at fysisk oseanografiske undersøkelser i områdene i og omkring Vestfjorden tradisjonelt har vært knyttet til fiskeriforskningen. Til dels har de to disiplinene vært så sterkt knyttet sammen at det vil virke kunstig å prøve å skille dem. I denne framstillingen er hovedvekten lagt på utviklingen innen fysisk oseanografi, men biologiske problemstillinger er tatt med i de tilfeller disse er nær tilknyttet oseanografien. Det vil gå for langt i en kort oppsummering som denne å følge alle de sidesprang, irrganger og blindveier som utgjør det virkelige helhetsbildet av utviklingen. Tilbake står derfor først og fremst fakta som idag er etablerte sannheter. Dernest er det supplert med iakttagelser og måleresultater som er viktige i forbindelse med de siste års feltundersøkelser fra prosjektet "Torskelarvens første næringsopptak".

Havforskningens interesse for Vestfjorden startet for alvor allerede i 1864 da professor G.O. Sars begynte det epokegjørende arbeidet over torskens biologi (SARS 1879). Det var rene matnyttige hensyn som gjorde at myndighetene ga starten til dette arbeidet. Skreifisket i Lofoten hadde stor økonomisk betydning, og de store vekslingene i fisket hadde en vært opptatt av i århundreder. Blandt andre beskrev zoologen Jens Rathke dette omkring år 1800 (RATHKE 1907).

Sars observerte at torskeegg og larver drev fritt i sjøens øvre lag etter å ha blitt gytt i dypet. Selv om vel fiskerne i århundrer hadde kjent til dette, var det nytt for vitenskapen. Til da var det antatt at alle typer fiskeegg ble utviklet på bunnen. Fiskerne kjente også gjennom sin erfaring til at været hadde betydning for skreiens bevegelser over fiskebankene. G.O. Sars forklarte dette med temperatursvingningene i sjøen:

"Ved nordlig og østlig Vind eller ogsaa roligt Veir vil man derfor (ialfald om Vinteren), naar man ikke tager Hensyn til de smaa Forandringer, der er Følge af Ebbe og Flod, finde, at Strømmen i Regelen gjerne har en sydvestlig Retning eller "gaar ud". Ved indtreffende sydvestlig Storme eller saakaldet

Havveir gaar derimod Strømmen helst den modsatte Vei. At man her har med Golfstrømmen at gjøre, mærkes snart deraf, at dette Slags Veir ikke alene medfører en betydelig forhøiet Temperatur i Atmosfæren, men har ogsaa tilfølgende en ialfald nærmere Overfladen meget mærkelig Stigning af Havvandet's Temperatur. Jeg har saaledes efter vedholdende østlig Vind med Kuldegrader fundet den nær Overflaten ikke synderlig over  $+1^{\circ}\text{C}$ , medens den efter sydvestlig Vind steget i kort Tid til  $+3^{\circ}\text{C}$ ."

I de følgende år fikk Sars bekreftet at skreien sto dypt dersom det kalde vannet rakk dypt ned. Derfor understrekte Sars allerede i 1864 betydningen av temperaturmålinger i Vestfjorden. Slike målinger under Lofotfisket kom likevel ikke igang før i 1878 og ble utført utenfor Svolve av oppsynssjef Juel. Seinere ble måleperioden utvidet til hele året ved Lødingen av telegrafinspektør Lie (NORDGÅRD 1899). Temperaturmålingene fortsatte i de følgende årene og ble gjengitt i de offentlige beretningene fra Lofotfisket. I 1887 ble det imidlertid slutt på målingene fra fiskerioppsynet, men Edvard Meisfjord, som var fiskeskipper, hevdet at han hadde god nytte av å kjenne temperaturen under fisket. Han hadde fått anskaffet seg et "dypvannstermometer", og dette fortsatte han å bruke i de følgende årene. To år etter, i 1889, brukte fem fiskeskippere termometer, og alle var av den oppfatning at fisken fantes i dybden for  $4-5^{\circ}\text{C}$  vann.

I 1891 bevilget Stortinget penger til en undersøkelse med det formål å bringe på det rene hvilken sammenheng det var mellom temperaturforholdene og forekomstene av skrei. Disse undersøkelsene ble utført i 1891 og 1892 under ledelse av premierleutnant i marinen Gade. Dette var den første systematiske undersøkelsen av temperaturforholdene i Vestfjorden (GADE 1894). Han dekket hele "fiskehavet" fra Værøy til Hølla. Han konkluderte med at skreien kunne stå i temperaturer fra  $3-7^{\circ}\text{C}$ , men at den hovedsaklig foretrakk vann med temperatur mellom  $4$  og  $6^{\circ}\text{C}$ . Han påpekte også det fenomen at skillet mellom de kalde og varmere vannmassene kunne være meget skarp inne i fjorden mens ute ved Værøy og Røst var det alltid en jevn overgang. Gade antok at dette fenomenet skyldtes bunntopografien. Han pekte også på de plutselige variasjonene som kunne oppstå i dybden og skarpheten av denne overgangen. Som årsak til disse

fenomener skriver han:

"Disse foranderlige Forhold kommer af Havets Strømninger, som ofte er betinget av Forhold på temmelig fjerne Steder, men man har også iagttaget, at lokale Veirforhold har havt en stor og øieblikkelig Indflydelse på Havets Temperatur."

Han observerte også at temperaturen i det øvre laget ofte var lavere inn mot land enn ute på fiskebankene i fjorden. Med Gades systematiske undersøkelser var de første klare forestillinger om vannmassefordelingen i Vestfjorden etablert. Når det gjaldt den praktiske nytten dette kunne få for fiskeriene, var han vel selv noe skeptisk, kanskje først og fremst fordi han var klar over de store variasjonene både i tid og rom av temperaturfeltet. Således skriver han i sin rapport:

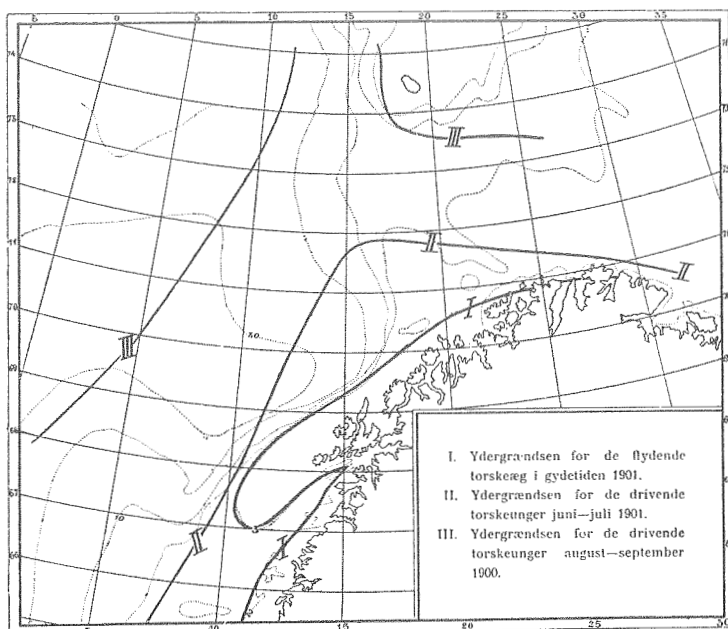
"I Modsætning til Storthingskomiteen finder jeg, at Telegrammer om Havtemperaturen vil være til liden eller ingen Nytte og vanskelig kan faa nogen Betydning for Fiskerne. Man kan kun underrette dem om, at paa en vis Havstrækning finder man en opgiven Temperatur paa en given Dybde. Det kan give et Vink om, at der er Sandsynlighed for at faa Fisk, men aldeles intet sikkert."

På denne tiden var det ennå sparsomt med systematisk kjennskap til strømforholdene. G.O. Sars' treffende beskrivelse av strømforholdene under forskjellige værforhold, som er referert ovenfor, ser dessverre ut til å ha gått i glemmeboken. Trolig skyldes dette at han så totalt feilvurderte strømsystemenes opprinnelse. I 1878 utkom Mohns berømte verk om Den norske Nordhavsexpedisjonen. Her ble det vist at det gikk strøm nordover langs hele Norges kyst (MOHN 1883). Sars mente derimot i 1864 at strømforandringene i Vestfjorden skyldtes vekselvirkningen mellom Golfstrømmen fra sør og "Polarstrømmen" som kom nedover langs kysten fra nord:

"Der findes her ogsaa en anden ligesaa mægtig Strøm, nemlig den fra Ishavet kommende kolde Polarstrøm, der i sydvestlig Retning stryger langs Finnmarkens Kyster og udtømmer sig i Vestfjorden gennem de mange trange Sund, der adskille Lofotøerne fra hinanden".

Kanskje har dette synet på strømforholdene også virket til å befestet en annen gal oppfatning, nemlig at skreien utenom gytesesongen oppholdt seg på de store dyp i Vestfjorden. Et av de viktigste mål Sars satte seg var å følge torskeyngelen fra gyteplassene til oppvekstområdet. Han hadde sett at yngel var "prisgitt Vekslingene i Veir og Vind" og vekslingene mellom "Golfstrømmen og Polarstrømmen". Således hadde han ingen formening om at yngelen ble transportert ut av Vestfjorden. Han mente at yngelen bare drev fram og tilbake. Derfor argumenterte han også i de første årene for at den yngelen som tilfeldigvis ble spredd ut av Vestfjorden, vokste opp på andre steder og var tapt for Lofotfisket når den ble kjønnsmoden. I beretningen fra 1876 var han derimot kommet til ny erkjennelse. Sars var selv deltager på Mohns Nordhavsexpedisjon. På de store havbankene langs kysten ble det funnet "banktorsk", og han kom til at denne var identisk med skreien. I prinsippet gjaldt det samme for Spitsbergentorsken, men det ser ut til at han var forsiktig med å trekke den slutningen at denne fisken også kunne gyte i Lofoten. To år seinere, i 1878, fikk han en god indikasjon på at dette faktisk var tilfellet da det ved Spitsbergen ble fanget skrei som hadde fiskekrok typisk for Lofotfisket inngrodd i kjøttet. Disse kjennsgjerningene sammen med kjennskapet til strømforholdene langs kysten og i Norskehavet etter Den norske Nordhavsexpedisjonen gjorde det nærliggende å tro at torskeyngel drev hele denne veien fra Vestfjorden til Spitsbergen. Sars' manglende observasjoner på dette punkt gjorde det imidlertid vanskelig å kunne hevde dette med sikkerhet. Som en kompliserende faktor kom også at en mente det trolig var flere torskestammer inne i bildet. Først i 1902 viste Johan Hjort at yttergrensen for utbredelsen av forskjellige stadier av torskeyngelen forflyttet seg nordover og fra kysten med økende alder (HJORT 1902) (Fig. 1).

Strømforholdene i selve Vestfjorden var derimot fremdeles lite kjent utover det faktum at transporten av egg gikk ut av fjorden. I "Den norske Lods" fra 1885 (DEN GEOGRAFISKE OPMAALING 1885) blir imidlertid tidevannsstrømmene og delvis vindens innvirkning beskrevet for sund og fjordmunninger rundt Vestfjorden. Dessuten blir tidevannsforholdene langs øyrekken fra Lofotodden til Skomvær



Udbredelsen af de flydende eg og torskeyngel til forskjellige årstider.

Fig. 1. Etter Hjort (1902).

beskrevet spesielt. Når det gjelder sundene Nappstrømmen Gimsøystrømmen og Raftsundet i Lofotøygruppen kan tidevannsforholdene i grove trekk summeres slik: Strømmen går nordover fra halvt flo til halv fjære og sørover fra halvt fjære til halvt flo. De høyeste strømhastighetene oppnåes i Gimsøystrømmen og Nappstrømmen. Hastigheten er imidlertid også avhengig av vindforholdene. Således ble det angitt at i Raftsundet kan sørvestlig storm øke hastigheten på nordgående strøm i betydelig grad og dessuten forsinke strømskiftet med over 1 time.

Moskenesstrømmen er blitt berømt gjennom en rekke beskrivelser. Den svenske geograf og biskop Olavs Magnus var den første som beskrev den voldsomme strømmen i forbindelse med et kart over kysten fra 1539. Seinere er Moskenesstrømmen også beskrevet av prestene Peder Claussøn Friis og Peter Dass. Disse beskrivelsene ga i sin tur grunnlaget for skildringer om "Malstrømmen" av spenningens mestre som Jules Verne og Edgar Allan Poe. Felles for disse skildringene er at de er sterkt overdrevet og er av liten verdi for vitenskapen.

Den saklige beskrivelsen i "Den norske Lods" fra 1885 er dramatisk nok:

"Moskensstrømmens Retning er meget afhængig af Vind og Vejr. Med vestlig Storm i Havet løber den om Vinteren ofte bestandig Øst hen baade med stigende og faldende Vand; ved højeste og laveste Vande kan den enten sagtne lidt i Hurtighed eller vise seg ganske rolig et Øjeblik, men tiltager snart igjen og sætter fremdeles Øst hen. Dersom i dette Tilfælde Søen ogsaa er i Tiltagende, bliver Strømmens Hurtighed ved Indfaldet, eller når Vandet stiger, overordentlig stærk og Strømmen aldeles ufarbar. Det hender ofte om Vinteren, at Vesten storms Banken staar i Havet og sætter svær Sø ind, medens klart Vejr inde i Landet giver Landvind og ud af Vestfjorden en staaende østlig Vind. I dette Tilfelde i Særdeleshed er Moskensstrømmen farlig at komme nær, thi Strøm og tvende Slags Undersø virke i Forening til at gjøre den hele Strøm til en eneste Brænding; jo stærkere Strømmen løber, desto sværere bliver Søen og desto uregelmessigere Strømningerne med Hvirvler (Malstrøm); under saadanne Omstandigheder styrer intet Fartøj i Strømmen."

Det er her vel verdt å merke vindens innvirkning på strømmen. "Den norske Lods" beskriver også tidevannet omkring Værøy og Røst. Her dreier strømmen  $360^{\circ}$  rundt (med urviseren) i løpet av den halvdaglige tidevannsperioden, men også her ble det understreket betydningen av langvarig uvær fra vest og nordvest som gjør at strømmen ligger stille i den perioden den ellers dreier fra øst til vest.

I årene 1895-1897 gjennomførte konservator Nordgaard hydrografiske målinger hvor han blandt annet tok for seg vanntransporten i fjorden (NORDGAARD 1899). Han bekrefter Sars' observasjoner om at sørvestlig storm gir varmt havvann innover fiskebankene, og at "landvinden", nordøstlig vind, fører kaldt vann ut over bankene, men Nordgaard hevdet at det kalde vannet hadde sin opprinnelse i fjordene rundt Vestfjorden. Han viste at det kaldere vannet også var noe ferskere. Dessuten viste han at dette kalde vannet er overordentlig homogent og strakk seg til store dyp, gjerne mer enn 100 m dyp. Dette, sa han, var karakteristisk for de helt kystnære områdene og i hele det indre området av Vestfjorden, mens denne spesielle homogene strukturen brøt sammen utenfor Lofotodden. Figur 2 viser et snitt fra Eggakanten mot Bodø. Her går det fram at skillet mellom kystvannet og det atlantiske vannet er betydelig skarpere i Vestfjorden.

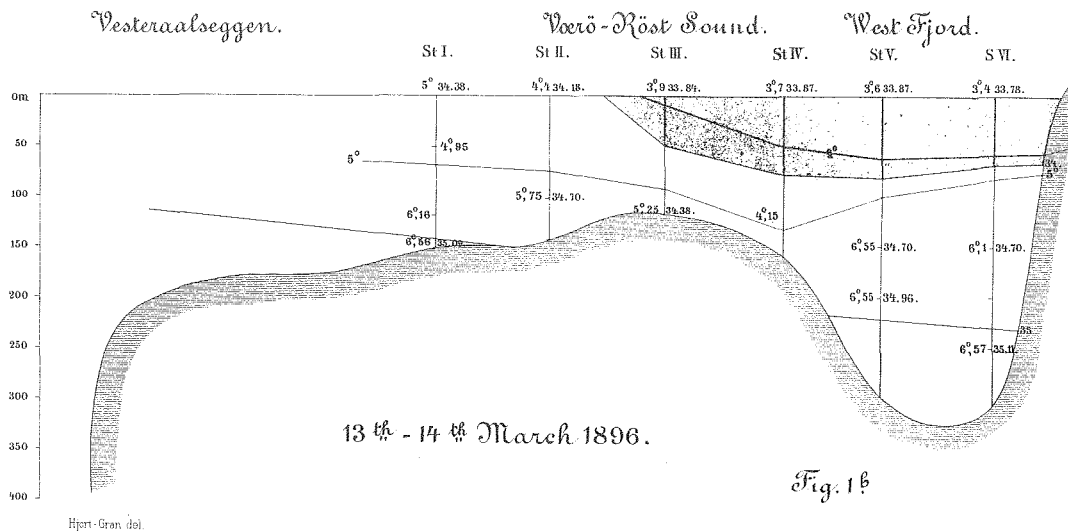


Fig. 2. Etter Nordgaard (1899).

Selv om Nordgaard mente at det i middel var en transport utover av fjordvann, påpekte han at det kunne være store lokale variasjoner i retningen. Således ga han et eksempel på at det ble observert et sterkt strømskjør i flere påfølgende dager ca. 6-8 nautiske mil fra Lofotveggen utenfor Reine i periodene omkring 26. mars og 6.-11. april 1896:

This at any rate shows that the direction of the current close to the islands (Lofoten) and further up the Vest-fjord may differ for several consecutive days. It is most likely that this is the rule. My measurements on March 26th 1896 showed different surface temperatures at the two sides of the boundary of the currents, the temperature of the east-running current being  $3.6^{\circ}$ , and of the west-running one  $3.2^{\circ}$ C. In saltness too, there was a small difference".

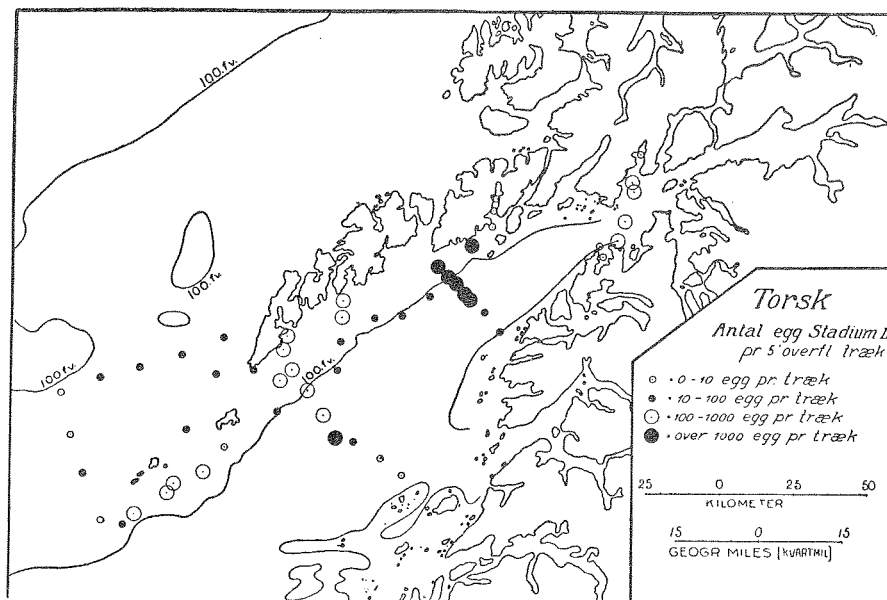
I 1905 beskrev Nordgaard fjordsystemene omkring Vestfjorden topografisk og hydrografisk (NORDGAARD 1905) og fant at bunnvannet i flere av de tilstøtende fjordene hadde omtrent samme temperatur og saltholdighet som i selve Vestfjorden, d.v.s. ca  $6-7^{\circ}$ C og  $35$  ‰. Som unntak pekte han på fjorder med særlig grunne terskler (Kirkefjorden, Skjerstadvfjorden, Skjomen og Øksfjorden) som i løpet av



vinteren utviklet et kaldt homogent fjordvann helt til bunns.

De biologiske undersøkelsene ble i årene etter århundreskiftet ledet av Johan Hjort. I 1913 ble det gjennomført en systematisk undersøkelse med det mål for øye å finne ut hvor i Vestfjorden eggmengdene forekom. Hjort mente at en på denne måten kunne lokalisere gyteplassene og finne fram til ukjente fiskeplasser.

Materialet fra 1913 ble bearbeidet av Alf Dannevig (DANNEVIG 1919). Han konkluderte med at de største konsentrasjonene av torskeegg var å finne over bankene på vestsiden av Vestfjorden. Riktignok pekte han på et eksempel med svært høye konsentrasjoner midt ute i fjorden, men antok at "dette var en tilfeldighet". Han kommenterer altså ikke dette siste fenomenet, men oppfatter det nærmest som et unntak fra regelen. Fig. 3 viser fordelingsmønsteret av egg i mellomstadier.



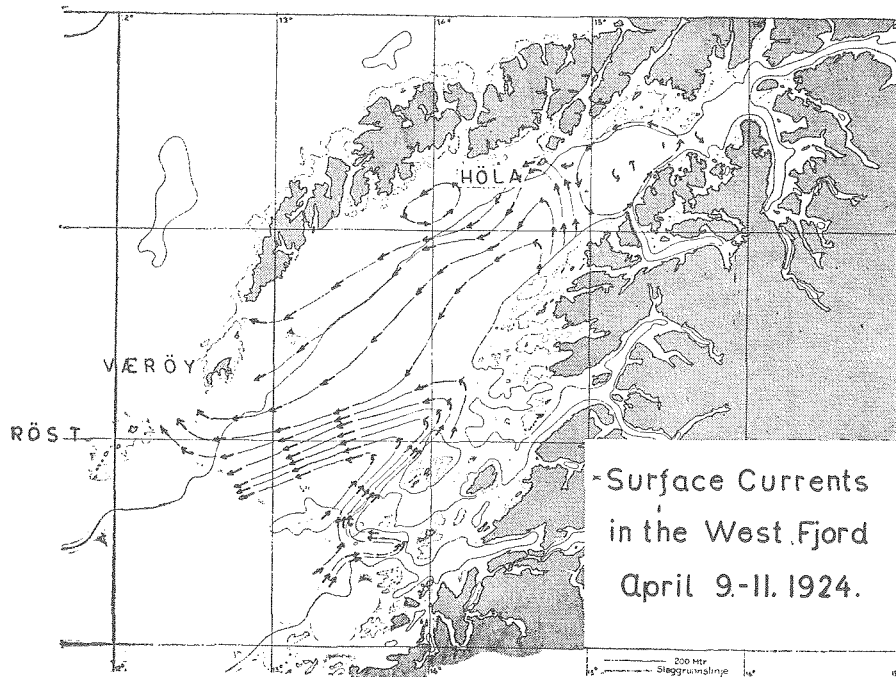
Torskeeggenes utbredelse i Lofothavet, mellemstadier.

Fig. 3. Etter Dannevig (1919).

Dannevig fant også at det var en større andel av eldre eggstadier i de indre deler av Vestfjorden enn i de ytre. Årsaken til dette fenomen diskuterte han inngående og kom til at enten ble eggene ødelagt i større grad i det ytre fjordsystemet eller så ble eggene ført raskere bort med strømmen her. Ved nærmere undersøkelser

forkastet han muligheten for at eggene skulle kunne ødelegges i sterkere grad i det ytre fjordsystemet. Han sto dermed igjen med, som eneste mulighet, at eggene ble ført raskere bort med strømmen i de ytre deler av fjorden. Her kom det for første gang fram refleksjoner om sirkulasjonsmønsteret i Vestfjorden:

"I litteraturen har jeg ikke funnet nogen indgaaende beskrivelse av strømforholdene, men at vandmassene fornyes hurtigere i den ytre del end længere inde i fjorden, det tror jeg med sikkerhed at kunne forutsætte. Temperaturmålinger utført av konservator Nordgaard og dr. Hjort viser at vandmasserne inde i fjorden under gytetiden er betydelig koldere end længere ute, og der er vel grunn til å tro at disse to partier ikke hører til samme strømsystem."



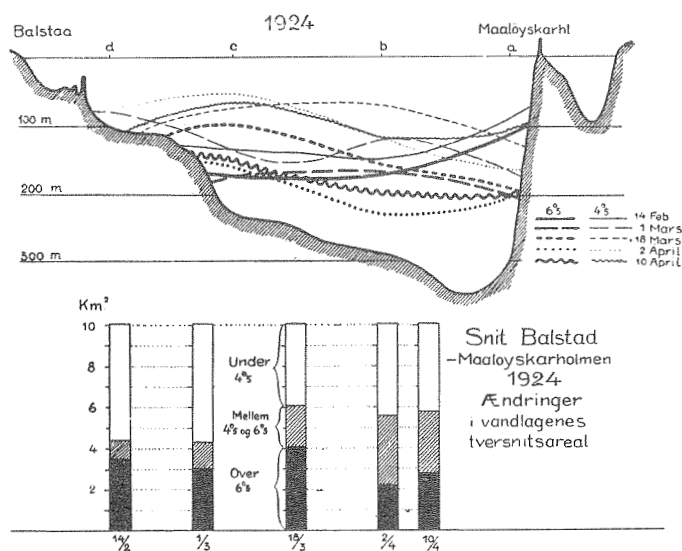
Strømforholdene i de øvre 50 meter i Vestfjorden. Etter Eggvin.

Fig. 4. Etter Eggvin (1931) og Wiborg (1950).

I 1931 ble det første strømkartet for overflatelagene presentert av Eggvin (EGGVIN 1931). Resultatene var basert på dynamiske beregninger fra målinger som ble utført i april 1924 (Fig. 4). Selve måleresultatene ble presentert i tegninger av snitt i "Beretning om Lofotfisket fra 1924" (SUND 1925). Han pekte på at det av materialet kunne antydes flere virvler i fjorden. Selv om en idag ikke

vil bruke slike beregningsmetoder i slike avgrensede farvann, er det vel grunn til å tro at strømreringene i grove trekk er riktige. Resultatene viser at strømmen går inn på østsiden av fjorden og ut langs vestsiden. Han antydte dessuten to virvler, én utenfor Henningsværstrømmen og én i den innerste delen av Vestfjorden. Dynamiske beregninger fra 4 andre situasjoner tidligere samme vinter ga et noe annet strømbilde, men strømvirvelen innerst i Vestfjorden syntes å være stasjonær. I 50 m dyp var strømreringen stort sett den samme som i overflaten, men farten var noe lavere.

I beretningene om Lofotfisket i 1920-årene tok konsulent Oscar Sund igjen opp sammenhengen mellom temperatur- og fiskefordelingen og bekreftet resultatene fra århundreskiftet. Mange av problemene med den praktiske anvendelsen av denne kunnskapen lå i forandringene i overgangslaget (skillet mellom kystvann og atlantisk vann) beliggenhet. I 1927 viste han (SUND 1927) hvilke forandringer dette laget kan gjennomløpe i fiskesesongen. Figur 5 viser hvordan dette ble observert fra fem situasjoner i snitt mellom Ballstad og Måløyskarholmen i sesongen 1924.



Dybde av temperaturerne  $4\frac{1}{2}$  og  $6\frac{1}{2}$  grad paa 5 tidspunkter vaaren 1926 paa tversnittet Balstad-Maaløyskarholmen, samt ændringer av vandlagenes tversnitsareal.

Fig. 5. Etter Sund (1927).

I løpet av 1930-årene tok EGGVIN (1932) (1934a) (1934b) (1936) (1938) opp problemstillingene med overgangslaget i detalj. Eggvin

viste at det kunne være betydelige vekslinger fra år til år mens han mente kortperiodiske vekslinger vanligvis var mindre. Som årsak til de årlige vekslingene så han først og fremst værutviklingen utover vinteren. De kalde og nedbørfattige vintrene ga ved vertikal konveksjon et dypt gjennomblandet øvre lag mens nedbørrike vintre økte stabiliteten i vannmassene og ga et grunnere øvre lag. Uavhengig av dette virket innstrømningen av atlantisk vann i Vestfjordbassenget inn på overgangslagets beliggenhet. Eggvin laget blant annet med dette som grunnlag prognoser for skreifisket: Således ble fisken stående dypt og langt fra land når overgangslaget lå dypt mens grunt overgangslag ga fisken mulighet til å sige helt inn på bankene.

I 1937 viste han også et eksempel på at kortperiodiske svingninger i overgangslaget kan gi utslag for fisket: En sørvestlig vedvarende vindsituasjon ga oppstrømming langs Lofotveggen og overgangslaget ble således liggende meget grunt nær land. Seinere (EGGVIN 1960) viste han også hvordan overgangslaget trykkes ned over bankene under vedvarende østavind som følge av oppstuing av kystvannet langs land.

I 1950 årene gjorde Kr.Fr. Wiborg en rekke biologiske undersøkelser over fordeling av yngel og egg, blant annet i Vestfjorden. Egg fra skrei ble funnet i hele fjordsystemet i større eller mindre mengder, men hovedsakelig ble de største konsentrasjoner funnet på fiskebankene langs Lofotveggen. Særlig i april 1949 ble det observert overordentlig store mengder torskeegg med maksimalkonsentrasjoner på over 13 000 egg pr. m<sup>2</sup> sjøoverflate inne ved Lofotveggen (WIBORG 1950). Dette er også det høyeste tall som er nevnt i litteraturen. ROLLEFSEN (1932) ga et eksempel fra sesongen i 1929 da uvanlig store eggmengder ble funnet på Hølla. Ca. 10 000 egg pr. m<sup>2</sup> overflate ble da tatt i håvtrekk over et område på ca. 30 km<sup>2</sup>. Trolig representerer dette karakteristiske maksimalkonsentrasjoner for områder innenfor én km<sup>2</sup>. Wiborg trakk også inn strømsystemenes betydning i fordelingen. Han antyder i overensstemmelse med DANNEVIG (1919) at eggmengdene trolig føres raskere ut av området fra de ytre deler av Vestfjorden (WIBORG 1952).

I 1936 opprettet Eggvin en fast hydrografisk stasjon utenfor Skrova. Her ble det tatt vannprøver mellom 2 og 4 ganger i måneden året rundt. Samme år fikk Eggvin også satt inn sjøtermografer ombord i to av hurtigruteskipene. På den måten fikk en temperaturdekning for overflatelagene i Vestfjorden på strekningen Bodø-Stamsund-Svolvær-Raftsundet. Med unntak av uregelmessigheter i krigsårene utgjør disse data nå en ca. 40 års tidsserie. Normaler for saltholdighet og temperatur ble utarbeidet for perioden 1936-1970 (BRAATEN OG SÆTRE 1972) for stasjonen ved Skrova. Fra 1951 ble det gjennomført 3 faste hydrografiske snitt i Vestfjorden under Lofotfisket. Data fra disse snittene og delvis fra den faste stasjonen på Skrova er blitt opparbeidet for årene 1951-1969 (GAUSDAL 1972). Gausdal beskriver vertikalkonveksjon i kystvannet og innstrømning av atlantisk vann til Vestfjorddypet, og han finner at innstrømning av atlantisk vann først og fremst skjer i sommermånedene, men kan også forekomme vinterstid.

I 1975 startet prosjektet "Torskelarvens første næringsopptak" ved Havforskningsinstituttet. Prosjektet er lagt opp med en bred tverrfaglig profil. Gjennom dette prosjektet er i særlig grad fordelingsmønsteret og spredning av torskeegg blitt tatt opp. Sirkulasjonen i Vestfjorden og vindvirkningen er således ofret økt oppmerksomhet. I 1977 startet prosjektet også samarbeid med Geofysisk institutt, Universitetet i Bergen gjennom Kyststrømprosjektet. Dette arbeidet er ennå i startfasen.

#### LITTERATUR

BRAATEN, B. og SÆTRE, R. 1973. Oppdrett av laksefisk i norske kystfarvann. Miljø og anleggstyper. Fisken og havet Ser. B. 1973 (9): 1-95.

DANNEVIG, A. 1919. Fiskeegg og yngel i Lofoten. Rep. Norw. Fishery and mar. Invest. 3 (3): 1-63.

DEN GEOGRAFISKE OPMAALING 1885. Den norske Lods. Grøndahl & Søn Kristiania.

- EGGVIN, J. 1931. Litt om Vestfjordens vannmasser i skreitiden. Årsberetn. Norg. Fisk. 1931 (2): 97-100.
- 1932. Vannlagene på fiskefeltene. Årsberetn. Norg. Fisk. 1932 (2): 90-95.
- 1934a. De oceanografiske forhold i Vestfjorden og deres sammenheng med Lofotfisket 1933. Årsberetn. Norg. Fisk. 1934 (2): 94-102.
- 1934b. Litt om de oceanografiske forhold under Lofotfisket 1934. Årsberetn. Norg. Fisk. 1934 (2): 93-95.
- 1936. Oceanografiske forhold i Nord-Norge under Lofot- og Finnmarksfisket 1936. Årsberetn. Norg. Fisk. 1936 (2): 131-143.
- 1938. Trekk fra Nord-Norges oceanografi sett i sammenheng med torskefisket. Årsberetn. Norg. Fisk. 1938 (2): 123-136.
- 1960. Tokt til Nord-Norge med "Johan Hjort" 8.-30. mars 1960. Fiskets Gang, 46 (24): 370-375.
- GADE, 1894. Temperaturmålinger i Lofoten 1891-1892. Carl C. Werner & Co. Christiania 1899: 162 s.
- GAUSDAL, T.A. 1972. Hydrografiske forhold i Vestfjorden i februar-mars årene 1951-1969. Hovedfagsoppgave i oceanografi Universitetet i Oslo våren 1972. 40 s. 39 fig.
- HJORT, J. 1897. Undersøgelsen over organismerne og strømforholdene i det norske Nordhav. Naturen, 1897: 1-32.
- 1902. Fiskeri og Hvalfangst i det nordlige Norge. Årsberetn. Norg. Fisk. 1902 (2): 1-243.

- MOHN, H. 1883. Nordhavets Dybder, Temperatur og Strømninger. Den Norske Nordhavsexpedition 1876-1878 Grøndahl og Søn, Christiania 212 s.
- NORDGAARD, O. 1899. Contribution to the study of hydrography and biology on the coast of Norway. In: Hjort, Nordgaard and Gran: Report on Norwegian Marine Investigations 1895-1897. Bergens Museum, Bergen 1899: 1-30.
- 1905. Hydrographical and biological investigations in Norwegian fjords. Bergens Museum, Bergen 254 s.
- RATHKE, J. 1907. Afhandling om de norske fiskerier og beretning om reiser i aarene 1795-1802 for at studere fiskeriforhold m.v. Utgitt af Selskabet for de norske fiskeriers fremme. Bergen 1907. 179 s. (Trykt etter håndskrevet materiale fra omkring 1800).
- ROLLEFSEN, G. 1932. Litt om skreiens gyting. Årsberetning vedkommende Norges Fiskerier nr. 2 1932: 95-97.
- SARS, G.O. 1879. Innberetninger til Departementet for det Indre fra professor G.O. Sars om de af ham i årene 1864-1878 anstillende undersøgelser angaaende Saltvandsfiskeriene. Berg og Ellefsens Bogtrykkeri, Christiania 221 s.
- SUND, O. 1925. Temperaturen i sjøen. Årsberetn. Norg. Fisk. 1924 (2): 469-471.
- SUND, O. 1927. Undersøkelser i Vestfjorden i fisketiden 1926. Årsberetn. Norg. Fisk. 1927 (2): 500-504.
- WIBORG, K.F. 1950. Utbredelse og forekomst av fiskeegg og fiskeyngel på kystbankene i Nordnorge våren 1948 og våren 1949. FiskDir. Småskr. 1950 (1): 1-26.
- 1952. Forekomst av egg og yngel i nordnorske kyst- og bankfarvann våren 1950 og 1951. FiskDir. Småskr. 1952 (1): 1-22.