

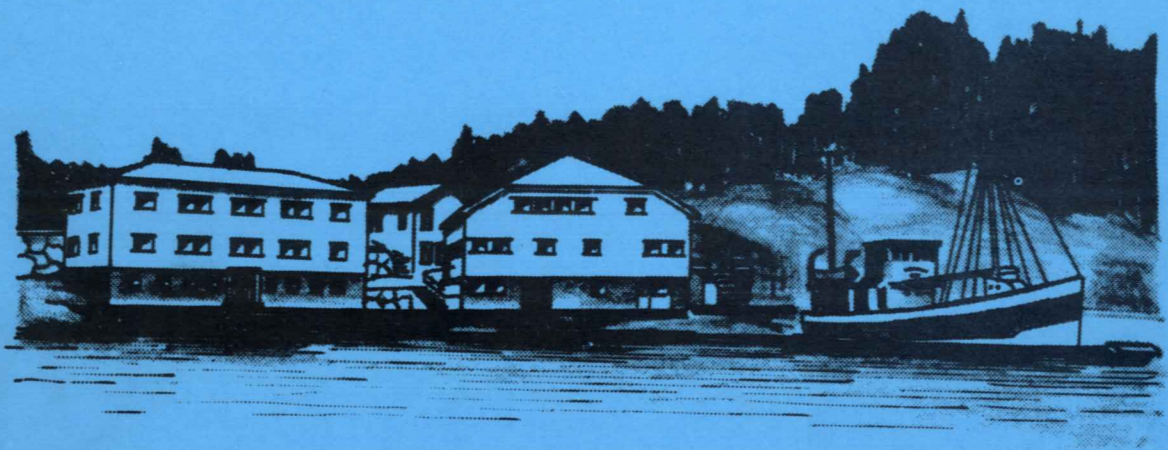
Dublett

FISKERIDIREKTORATET  
HOVEDBIBLIOTEKET  
30 OKT. 1985

# FLØDEVIGEN

## MELDINGER

### Nr. 3 - 1985



FOREKOMSTER AV GYRODINIUM AUREOLUM TIL OG MED  
1981 MED SPESIELL VEKT PÅ SØR – NORSKE FARVANN,  
OG EFFEKTER AV MASSEFOREKOMSTER – SAMLERAPPORT

Utgitt av

Einar Dahl, Didrik S. Danielssen og Karl Tangen

FISKERIDIREKTORATETS HAVFORSKNINGSINSTITUTT  
STATENS BIOLOGISKE STASJON FLØDEVIGEN  
N-4800 ARENDAL, NORWAY

ISSN 0800 - 7667

FLØDEVIGEN MELDINGER

NR. 3 - 1985

ISSN 0800-7667

**FISKERIDIREKTORATET**  
**HOVEDBIBLIOTEKET**

FOREKOMSTER AV GYRODINIUM AUREOLUM TIL OG MED 1981  
MED SPEIELL VEKT PÅ SØR-NORSKE FARVANN; OG EFFEKTER  
AV MASSEFOREKOMSTER - SAMLERAPPORT

Utgitt av

Einar Dahl<sup>1)</sup>, Didrik S. Danielssen<sup>1)</sup> og Karl Tangen<sup>2)</sup>

1) Statens Biologiske Stasjon Flødevigen, 4800 Arendal

2) Trondhjem Biologiske Stasjon, 7000 Trondheim

Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt

Statens Biologiske Stasjon Flødevigen

4800 ARENDAL

~~05 / 114 / 586.3 / 596.11~~

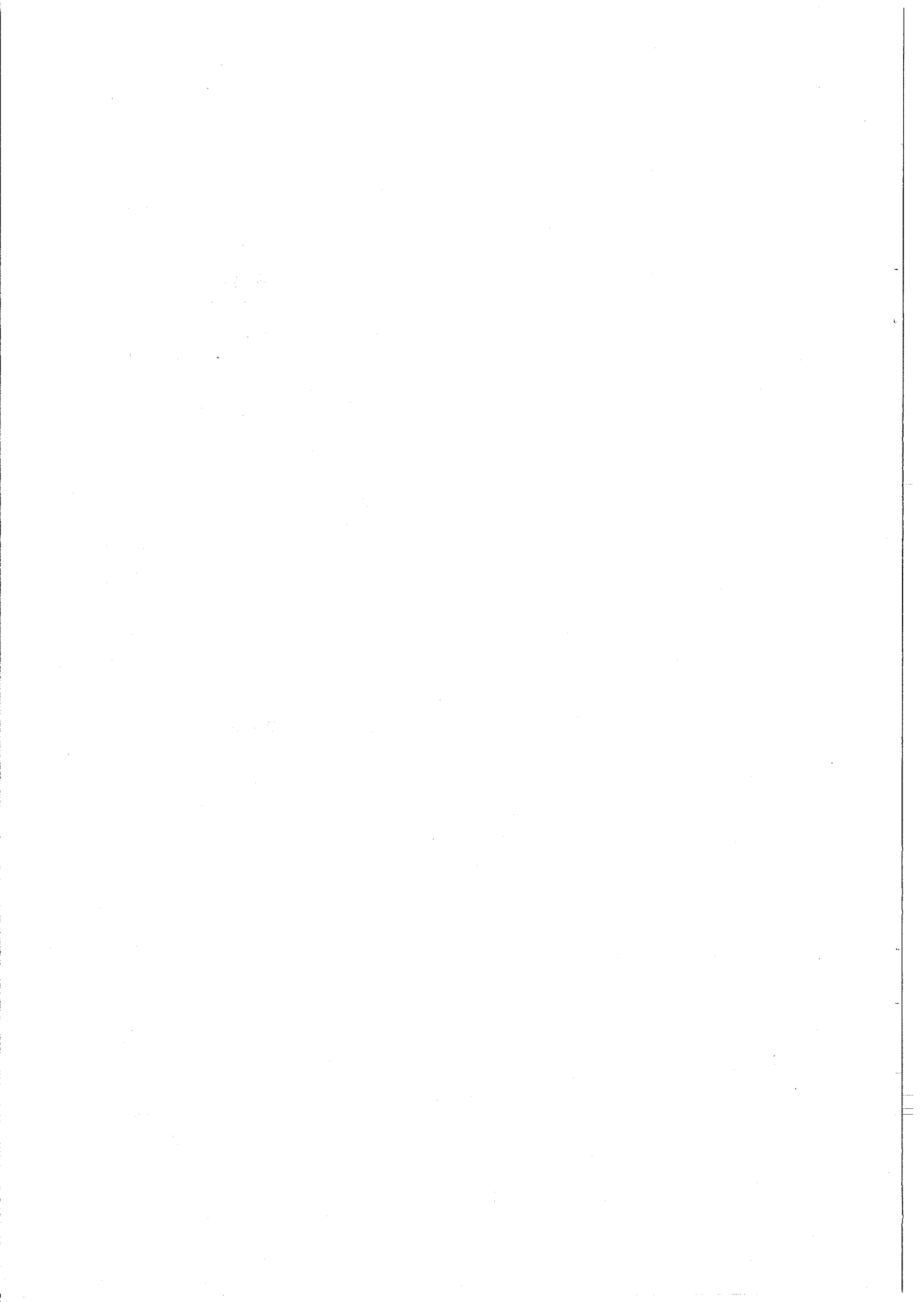
~~**ISKERIDIREKTORATET**  
**HOVEDBIBLIOTEKET**~~

~~eks. 5~~

## INNHold

	Side
Forord .....	3
B. Bøhle	
Undersøkelser vedrørende fiskedød i ørretanlegg på Dirhue, oktober 1966 .....	5
G. Berge	
Flagellatblomstring og brunt sjøvann høsten 1966. Foreløpig rapport .....	9
K. Tangen	
Oppblomstringer av dinoflagellaten <i>Gyrodinium aureolum</i> før 1981 .....	15
K. Tangen	
<i>Gyrodinium aureolum</i> og andre dinoflagellater i Oslofjorden, 1966-1982 .....	33
K. Tangen og T. Bjørnland	
<i>Gyrodinium aureolum</i> høsten 1981. Observasjoner i Oslofjorden i oktober .....	55
B. Rex och M. Rex	
Observasjoner kring den kraftiga planktonblomningen i Skagerrak i oktober 1981 .....	65
E. Dahl og D.S. Danielssen	
<i>Gyrodinium aureolum</i> høsten 1981. Observasjoner langs kysten av Sør-Norge .....	75
E. Dahl og D.S. Danielssen	
Observasjoner på fisk og skalldyr under masseforekomsten av <i>Gyrodinium aureolum</i> høsten 1981 .....	89
T. Berg Lea og K. Tangen	
Fiskedød ved et oppdrettsanlegg ved Sirevåg, Rogaland, oktober 1981 .....	93
S.R. Erga	
Planktonundersøkelser ved Kårstø 1981. Feltobservasjoner fra tokt i tiden 6/10 - 9/10 .....	99
B. Riddervold Heimdal	
Planteplanktonundersøkelser i området sør for Bergen, høsten 1981. Feltobservasjoner .....	103
T. Håstein og T.T. Poppe	
Histopatologiske forandringer hos brisling i forbindelse med mortalitet etter algeoppblomstring .....	131
B. Underdal og P. Ballangrud	
Undersøkelse av ål .....	133
U. Underdal og M. Yndestad	
Prøver av ål til undersøkelse med henblikk på algetoksiner .....	135
E. Dahl	
En kronologisk rekkefølge av litteratur om <i>Gyrodinium aureolum</i> , dens forekomst og økologi i norske og tilgrensende farfann inkludert en del sentral litteratur vedrørende algens toksiske effekter .....	137





## FORORD

Høsten 1981 var sjøen i store deler av Skagerrak og langs kysten av Sør-Norge nord til Bergen kaffebrun på grunn av masseforekomst av en dinoflagellat, *Gyrodinium aureolum*. Foruten at det var et iøynefallende og stortstilt naturfenomen, hadde masseforekomsten også dramatiske effekter, idet den forårsaket dødelighet blant fisk og andre organismer i sjøen.

I Norge var det tilsvarende masseforekomster i 1966 og 1976, og siden 1966 har også andre land i Nord-Europa blitt hjemsøkt av masseforekomster av *Gyrodinium aureolum* med dødelighet blant fisk og andre organismer som en følge.

Det meste man vet om slike masseforekomster, er det man har lært gjennom improviserte undersøkelser av konkrete tilfelle, og i mange tilfelle har nok ofte opptegnelsene vært så spredte at de har blitt arkivert i skrivebordsskuffer.

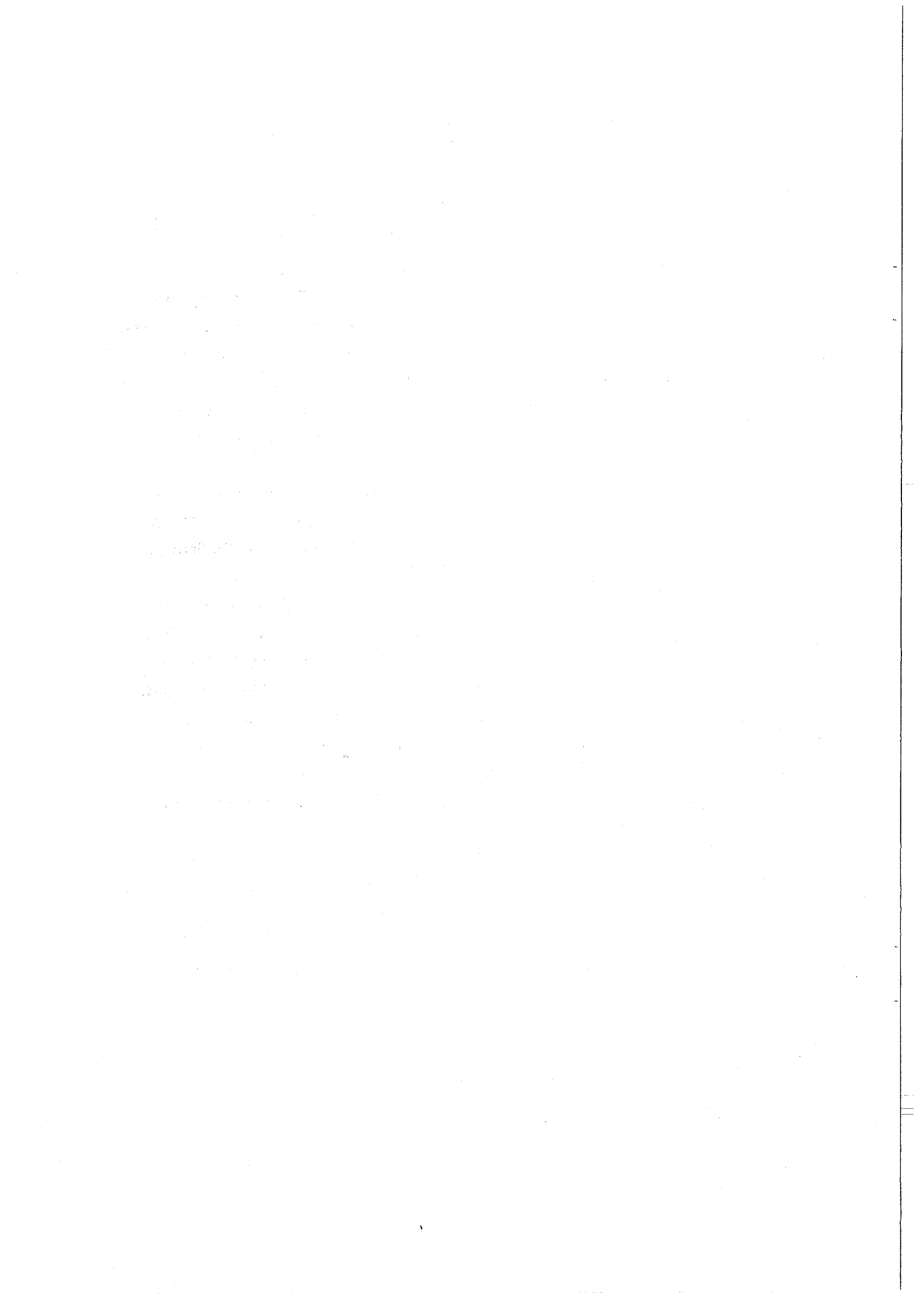
Målet med denne samler rapporten, som bygger på informasjon fra et stort antall personer, er å presentere data som ble samlet inn og erfaringer som ble gjort under masseforekomsten høsten 1981. En informasjon som kanskje ellers ville vært vanskelig tilgjengelig, men som kan være nyttig bakgrunn for å møte og forstå eventuelle masseforekomster av *Gyrodinium aureolum* som måtte komme i fremtiden. I tillegg er det tatt med et par oversiktsartikler om oppblomstringer av algen før 1981.

Første gang *Gyrodinium aureolum* forårsaket brun sjø og fiskedød i Nord Europa, var i Norge i 1966. Det ble da laget et par foreløpige rapporter, som fikk liten utbredelse. Disse to, av Bjørn Bøhle og Grim Berge, er nå tatt med her for å gi denne første dokumentasjonen om fiskedødelighet en bredere distribusjon.

Kontorfullmektig Bente Lundin har maskinskrevet rapporten og utført det tekniske oppsettet.

Vi ønsker å takke alle som har bidratt med stoff og hjelp til denne samler rapporten.

Einar Dahl, Didrik S. Danielssen og Karl Tangen



FORELØPIG RAPPORT OM UNDERSØKELSER VEDRØRENDE FISKEDØD I ØRRET-  
ANLEGG PÅ DIRHUE, OKTOBER 1966

Bjørn Bøhle

Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt, Postboks 1870,  
5011 NORDNES

Nåværende adresse:

Statens Biologiske Stasjon Flødevigen, 4800 ARENDAL

Fra ca. 15. oktober 1966 ble det på flere steder langs sør-  
landskysten og Oslofjorden meldt om massedød av fisk som stod i  
samleteiner og fiskekister. Således døde også ca 200 regnbue-  
ørret i oppdretningsanlegget på Dirhue (Tjøme kommune, Vest-  
fold) natt til lørdag 22. oktober 1966 og den påfølgende  
formiddag. Langs kysten ble det samtidig meldt om "brunt vann".  
Vannprøver som ble undersøkt av Professor Trygve Braarud på  
Institutt for Marin Biologi, Avd. A (Universitetet i Oslo)  
viste at det var en naken dinoflagellat av slekten *Gymnodinium*  
som opptrådte i meget tette bestander og farget vannet brunt.

På henvendelse fra Professor Trygve Braarud og Herr Jørgen  
Huitfeldt reiste undertegnede den 22. oktober på kort varsel  
til Dirhue for 1) som konsulent å gi råd for hvordan redde den  
ennå levende regnbueørret og 2) å ta vann- og planktonprøver  
som kunne belyse årsaken til at fisken døde.

Vi ankom Dirhue kl. 16 og vannet var da temmelig brunt i  
hele bukten, det var en entydig brunfarge med et rødlig skjær  
(9 : (E7)-F7 i Kornerup). Vaktmann Pettersen sa imidlertid at  
vannet allerede da var blitt "noe bedre". På det tidspunkt var  
det så å si ikke død fisk i notposene. Det ble umiddelbart tatt  
oksygenprøve i overflaten, 2 og 3 m dyp foruten en overflate-  
prøve inne i notposen. Planktonprøver fra de samme dyp ble  
fiksert for kvantitativ bestemmelse. Da vi tappet vannhenteren,  
var det helt tydelig at vannet i 2 og 3 m dyp var mye klarere  
enn overflatevannet.

På dette tidspunkt rådet undertegnede til at man for å søke

å få igang vertikalblanding av sjøvannet enten 1) skaffet en oksygentilførsel eller 2) sette igang en påhengsmotor e.l. som ville bedre sirkulasjonen i vannet. Det var på det tidspunkt trolig at fiskedøden skyldtes oksygenmangel i de øverste vannlag p.g.a. den tette planktonbestanden.

På gjellene til den døde ørret var det mye slim, beige til grått av farge og gjellene i seg selv var bleke. På en av de nylig opptatte fiskene ("halvdød") var gjellene imidlertid røde. Vaktmann Pettersen fortalte at den døde ørret ble funnet både flytende og på bunnen av posen. Kl. 1730 ble det tatt 2 levende prøver av planktonet, fra overflaten og 3 m dyp.

For å få bekreftet eventuell oksygenminimum i vannet, ble det tatt oksygenprøver søndag morgen, kl. 0630-0700 og kl. 0830-0900. Det ble da også tatt prøve for analyse av saltinnholdet i sjøvannet i overflaten, 2 og 3 m dyp. Temperaturen ble målt med vendetermometer. Selv om sjøvannet søndag enda hadde tydelig brunfarge var det da allerede meget klarere. Eksempelvis kunne den hvite vannhenteren ses tydelig på 3 m dyp.

Om natten, når planteplanktonets kullsyreassimilasjon er meget lite, vil det i en planktonbestand forbrukes oksygen til respirasjon og forråtnelse av døde individer. Døgnminimum i vannets oksygeninnhold er således sannsynlig i grålysningen om morgenen.

## RESULTATER

Planktontellingen er ennå ikke avsluttet, heller ikke den endelige artsbestemmelse, men etter de foreløpige undersøkelser på Institutt for Marin Biologi Avd. B bestod planktonet i alt vesentlig av en *Gymnodinium*-art som sannsynligvis ikke er giftproduserende. Imidlertid, overflateprøve, tatt inne i notposen lørdag ettermiddag inneholdt 15 millioner *Gymnodinium*-celler pr. liter og representerer en uvanlig tett bestand av alger.

Resultatene av oksygen-, temperatur- og saltholdighetsmålinger:



Dyp (m)	22. okt.	23. okt			
	Kl. 1645	0630-0700	0830-0900		
	Oksygen (ml O <sub>2</sub> /l)	Temperatur (°C)	Oksygen (ml O <sub>2</sub> /l)	Salt- holdighet (o/oo)	Oksygen (ml O <sub>2</sub> /l)
0	6.41	10.6	5.83	24.02	5.47
2	6.23	11.1	6.04	25.97	5.95
3	6.39	11.2	6.06	25.26	5.76

0 m inne  
i posen: 6.34

Størrelsesorden 5-6 ml oksyngass/l er tilstrekkelig for fisken og representerer noe bortimot "normalt" i sjøen. Heller ikke er det vesentlig forskjell på overflaten og 2-3 m dyp. Fra lørdag ettermiddag til søndag morgen er det en viss tendens til fallende oksygenverdier, men forskjellen er liten og muligens ikke statistisk holdbar. Temperaturfordelingen tyder ikke på spesielle forhold.

Dette tilfelle av fiskedød er helt analogt med andre tilfelle (Grimstad og flere steder i Oslofjorden) idet massedød kun er blitt rapportert hvor fisken har stått låst i samle-teiner eller fiskekister og på krok, dvs. ikke hatt mulighet til å svømme til dypere (og renere) vann. Også i Oslofjorden ble det fastslått at gjellene (torsk) var meget slimet og av blek farge.

#### KONKLUSJON

Oksygenanalysene viser at fisken ikke har dødd av oksygenmangel i vannet. Den eventualitet at fisken har dødd p.g.a. gift som algene har utskilt kan ikke utelukkes før planktonorganismen er bestemt til art og eventuelt det er blitt gjort ekstrakt av algekulturene. Dette vil ifølge Professor Braarud ta flere uker. Det er ikke tatt prøver av slimet på gjellene, men sannsynligvis representerer dette en tilstopning slik at

respirasjonen, dvs. gassutvekslingen på gjellene, er blitt hindret og fisken kvalt. En annen mulighet er at slimdannelsen er et sekundært fenomen p.g.a. at algene er giftige og har påvirket fisken. Dette er som tidligere nevnt mindre sannsynlig.

Hvis det i fremtiden skulle opptre liknende tette bestander av plankton (en mulighet som slett ikke kan utelukkes), dvs. "brunt vann" vil dette gjerne være begrenset til overflaten i kortere perioder. For å beskytte f.eks. ørret i oppdretningsanlegg kan det muligens hjelpe å pumpe luft under ørreten med kompressor for å tilføre oksygen og dessuten vil luftboblene føre klarere vann til overflaten. En enkelt båtmotor vil også kunne hjelpe i et knipetak. Hvis det gis anledning, ville det være en betryggelse å ha muligheten til å senke hele anlegget f.eks. 5 meter dypere ved et tauarrangement for den tid det brune vann opptrer.

Oslo 27. oktober 1966

#### LITTERATUR

- Braarud, T. 1963. Marine planktonalger som årsak til blåskjellforgiftning og andre skader. *Naturen* 87: 451-473.  
Kornerup, A. 1963. *Fargene i farger*. Aschehoug, Oslo, 236 s.

## FLAGELLATBLOMSTRING OG BRUNT SJØVANN. FORELØPIG RAPPORT.

Grim Berge

Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt, Postboks 1870,  
5011 NORDNES

I tilknytning til meldinger om store flagellatblomstringer med skader på fisk og andre marine organismer i kystdistriktene i Skagerrak og senere på Vestlandet, ble undertegnede den 1. november og 4. november 1966 intervjuet av Norsk Rikskringkasting om flagellatblomstringer og deres giftighet på sjødyr og på mennesker. Da visse typer av flagellater er kjent for å produsere sterke gifter som kan akkumuleres i skjell og gjøre disse farlige for konsum, ble det i intervjuet advart mot å nytte blåskjell og oskjell fra lokaliteter med "brunt vann" som mat, inntil arten og den eventuelle giftigheten av flagellaten var bestemt.

Fenomenet med brunt vann ble først rapportert i et fjernsynsprogram av professor dr. T. Braarud, som i samarbeid med cand. real. Bjørn Bøhle registrerte flere tilfeller med masseforekomster av en til da ikke artsbestemt naken flagellat på øst- og sørkysten og i noen tilfeller dødelighet av fisk i merer i forbindelse med slikt "brunt vann".

I løpet av de siste tre uke synes blomstringen å ha bredt seg vestover med kyststrømmen, og rapporter om analoge tilfeller kom inn til Havforskningsinstituttet fra lokaliteter på Vestlandet. Således ble det mottatt melding fra Melandsvågen på Bømlo, 1. november, om at 2000 regnbueørret var omkommet i et oppdretteri i forbindelse med sterkt brunfarget sjø som hadde stuet seg opp på vågen. En overflyging for eventuell fotografiering av brunt vann ble organisert i samarbeid med Flyvåpenet. Men det lykkes ikke å registrere den "brunfargete" sjøen og utbredelsen med denne metode.

Et tokt ble organisert av dr. Wiborg og undertegnede til Melandsvågen for nærmere å undersøke den antatte flagellatblom-

string, og samle prøver av fisken til eventuell undersøkelse av dødsårsaken. Det ble på toktet foretatt målinger av miljøfaktorer som saltholdighet, temperatur, næringssalter og lys; tatt prøver for identifisering og måling av konsentrasjoner av planktonet; samlet 20 omkomne og 20 friske ørret fra en og samme mer for sammenlignende undersøkelser av kondisjonen, og tatt prøver av skjell for toksikologiske analyser.

Det innsamlede materiale har blitt analysert av forskjellige eksperter, slik:

1. Havforsker G. Sundnes: Makroskopisk undersøkelse av kondisjonen i omkommet og overlevende regnbueørret i samme mer fra Melandsvågen. (Rapport til Havforskningsinstituttet 4/11-66).
2. Veterinær Holth, Veterinærinstituttet, Oslo: Histologiske og bakterielle undersøkelser av regnbueørret (omkommet og overlevende) fra Melandsvågen.
3. Prosektor T. Oftebro, Institutt for Næringsmiddelhygiene, Norges Veterinærhøgskole: Toksikologiske undersøkelser av blåskjell fra kaistolper i Melandsvågen og Finnåskanalen. (Rapport til Havforskningsinstituttet v/dr. Wiborg).
4. Professor dr. T. Braarud, Institutt for Marin Biologi, Universitetet, Oslo: Prøver for identifisering, kultivering og senere studium av flagellaten og eventuell giftproduksjon.
5. Havforsker G. Berge: Registrering av utbredelse, konsentrasjoner og effekter på fisk. Bio-assay med fisk i akvarier med naturlige forekomster av flagellaten til bestemmelse av eventuell giftighet. Virkningen av blomstringen på oksygenmengden i sjøen. Analyse av blomstringen og miljøfaktorer. I tillegg til det nevnte materiale er det foretatt innsamlinger og undersøkelser på sør- og østkysten av cand. real. Bjørn Bøhle. (Intern rapport fra B. Bøhle 27/10-66).

Av de hittil funne resultater fremgår følgende:

Utbredelsen av det brunfargete vannet er flekkvis på hele kyst-området fra Østfold til Bergen og har vært observert opptil 6 n. mil av land. I de typiske tilfellene skyldes fargen masseforekomst av en og samme art dinoflagellat, som av professor dr. T. Braarud nå er bestemt til *Gyrodinium aureolum* (pers. meddelelse 6/11-66). Blomstringen synes å ha startet i

midten av oktober i ytre Oslofjord; også på Vestlandet har brunt vann ifølge fiskere fra Melandsvågen vært observert omtrent på samme tidspunkt, med de første meldinger til Havforskningsinstituttet ble mottatt 1. november.

*G. aureolum* er en fotosyntetiserende planteplankton-organisme, og som sådan avhengig av lys. Den vil derfor bare kunne vokse og formere seg i overflatelagene, og de observasjoner vi har, tyder på at det er i et meget tynt sjikt (1/2 m) den vesentlig er konsentrert. De største forekomster er funnet inne på våger og i trange passasjer, hvor vind-oppstuinger og strøm har konsentrert dem. En har ikke funnet noe litteratur som gir spesiell grunn til mistanke om at *G. aureolum* er giftig for fisk, slik som tilfelle er med velkjente nær beslektede arter. Fra forskjellige lokaliteter langs Norskekysten har det imidlertid kommet meldinger om fisk som er omkommet i forbindelse med denne uvanlige flagellatblomstringen, (data 1 - 7 muntlig fra cand. real Bøhle):

1. v/Drøbak 19/10-66:

Fisk fra teiner tatt opp i brønnbåt og transportert til byen. Brønnenes kapasitet var 150 kg fisk. Det ble innlastet 40 kg. Under transporten passerte båten gjennom brunt vann. Fisk døde i løpet av et kvarter. Båten hadde ventil i kummen for sirkulasjon av sjøvannet, men øket sirkulasjon hjalp ikke. Fiskerne fortalte at fisken ikke sprikte med gjeller og gap som den vanligvis gjør under oksygen-mangel.

2. v/Grimstad 15/10-66:

300 kg torsk og 250 kg ål sto i fiske-kister. Fiskerne iakttok "brunt vann" drive inn på havnen. I løpet av kort tid døde all torsken, og ålen døde noen timer senere.



3. v/Hvasser 22/10-66: Brunt vann i tette konsentrasjoner. Totalt omkom 100 kg torsk i flere ruser som sto i dybder fra 3 fot til 3 favner. Hummer syntes å bli slapp, men døde ikke.
4. v/Dirhue, Tjøme  
22. - 23.10-66: I forbindelse med brunt vann døde 250 ørret i mer, 120 overlevde i samme mer. Merens dybde var ca 2 1/2 m.
5. v/Lervik, y. Oslofjord  
22/10-66: 4-500 kg torsk i samle-kummen døde i forbindelse med brunt vann. Dybden i kummen var 1 favn. Også ål døde.
6. v/Larkollen, y. Oslofjord  
22/10-66: 300 kg torsk døde i samleteine, 2-3 m dyp. Torsk på line 3-5 favner døde. Brunt vann.
7. v/Årefjord Oslofjorden  
v/Kurefjord Dødelighet på fisk i merer skal ha forekommet i forbindelse med brunt vann, men nærmere data foreligger ikke.
8. v/Kvitsøy, Ryfylke  
22/10-66: Kraftig brunt vann med noe dødelighet på torsk og småsei i grunne merer på 1-1 1/2 m dyp.
9. v/Melandsvægen,  
Bømlo, 1/11-66: 2.000 regnbueørret i mer omkom under situasjon med kraftig brunfarget sjø. Noe fisk overlevde i samme mer. I merer ved siden av overlevde all fisken.

"Brun sjø" har ellers vært rapportert fra mange andre lokaliteter, og pr. 8/11 så langt nord som til Vatilestraumen ved Bergen.

For nærmere å undersøke de indikerte gifteffekter fra "brunt sjøvann", foretok vi ved Havforskningsinstituttet bio-assays, hvor fisk ble satt ut i akvarier med misfarget vann. Tidspunktet for eventuell død blir brukt som angivelse av giftkonsentrasjoner etter empirisk konstruerte kurver. Brunt vann fra Melandsvåg med opp til 30 millioner *G. aureolum* pr. liter ble brukt, og små torsk, sei og kutling satt ut. Akvariet ble

gjennomluftet med boblende luft. En sei døde etter 5 timer, men ble erstattet med en ny som i likhet med de andre fisk i akvariet fremdeles levde vel etter 2 døgn. Gjentatte forsøk med brunt vann fra Vattlestraumen (1 mill. *G. aureolum* pr. liter) viste ingen virkning på fisk (8 stkr.).

Tette konsentrasjoner av flagellaten kan tenkes å påvirke oksygen-innholdet i vannet: I lys vil fotosyntesen medføre at det utvikles oksygen, men i mørke stopper denne prosessen og organismen forbruker oksygen til respirasjonen. Eksperimenter for måling av respirasjonen i brunt vann ble satt igang med *G. aureolum* i konsentrasjoner på 1 mill. celler pr. liter. I mørke ble det over 14 timer målt oksygenforbruk på  $6.3 \cdot 10^{-8}$  O<sub>2</sub>/1 time celle. Dette betyr at om natten (ca 14 timers mørke) kan "brunt vann" med eksempelvis 10 mill. celler pr. liter lage lokale anaerobe betingelser, og selv ved adskillig mindre flagellat-konsentrasjoner redusere vannets oksygen-innhold til verdier som er kritiske for enkelte dyr. Mest følsom for slike endringer vil eksemplarer være med forstørret oksygenbehov, som f.eks. fisk under kraftig fóring, syk fisk, eller fisk som er skremt. (En ytterligere effekt i samme retning er at flagellatene kan delvis tilstoppe gjeller og redusere den effektive overflate.) Flere av disse faktorer er tilstede for fisk i merer, ruser o.l., som også ofte holdes på bukter og viker hvor de største ansamlinger av plankton har funnet sted. Således viste den selvdøde fiske fra Melandsvågen overføring og katarrisk infeksjon til forskjell fra fisken som overlevde; den siste var i et stadium hvor den ikke tok til seg næring (rapport fra G. Sundnes). Også tidspunktet for den inntrufne dødelighet, tidlig om morgenen, harmonerer med at oksygenmangel kunne være en alvorlig medvirkende årsak til at fisken døde på dette tidspunkt. Likeledes synes flere av de andre rapporterte tilfeller å kunne forklares ut fra effekten av nedsatt oksygen i vannet.

Ut fra de ovenfor nevnte observasjoner og rapporter kan en foreløpig summere følgende:

"Brunt vann" observert på øst-, sør- og vestkysten av Norge de siste tre uker er generelt forårsaket av en uvanlig blomstring av en flagellat, *Gyrodinium aureolum*. Slikt brunt vann

med konsentrasjoner av flagellaten opp til 30 mill. celler pr. liter var ikke giftig for frisk fisk. Planktonspisende organismer som blåskjell ble ikke giftige som mat for dyr og mennesker av å være i dette vannet. (Rapport fra Prosektor T. Oftebro, Institutt for Næringsmiddelhygiene). Store konsentrasjoner av *G. aureolum* demonstrerte en betydelig reduksjon i vannets oksygen-innhold om natten, til verdier som kunne være kritiske for fisk med stort oksygenbehov. Det antas at dette forholdet var den direkte årsaken til forekommende fiskedød i merer og oppdretterier.

Årsaken til den uvanlige blomstringen av *G. aureolum* vet en enda lite om. Observasjoner ved Melandsvågen over salt, temperatur og fosfater, viser følgende trekk:

Saltholdigheten var svært lav (ca 23-27 o/oo). Den øverste del av overflaten (ca 1 m) var stabilisert oppå tyngre vann på grunn av lavere saltholdighet.

Fosfatverdiene var høyere i det øverste tynne overflatelaget (1 m) enn det underliggende lag. Disse spesielle trekk i hydrografien tyder på at stor ferskvannstilstrømming f.eks. som konsekvens av nedbør, hadde gjødslet og sjiktet vannet slik at muligheten for en viss planktonblomstring var tilstede. Også gunstige vindforhold må ventes å ha hatt betydning. En videre vurdering og analyse av slike forhold er under arbeid.

Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt  
Bergen, 11/11-1966

OPPBLOMSTRINGER AV DINOFLAGELLATEN *GYRODINIUM AUREOLUM* FØR 1981\*

Karl Tangen

Biologisk Stasjon, Universitetet i Trondheim,  
7000 TRONDHEIM

*Gyrodinium aureolum* Hulburt ble første gang observert på nord-østkysten av USA og beskrevet fra dette området som ny art for vitenskapen av Hulburt i 1957<sup>1</sup>. Den første observasjonen utenfor typelokaliteten var fra norske farvann; Braarud og Heimdal<sup>2</sup> beskrev en masseforekomst fra sydkysten av Norge, fra Oslofjorden til Bergen i 1966. Denne oppblomstringen vakte atskillig offentlig oppmerksomhet fordi den blant annet førte til fiskedød enkelte steder langs kysten. Det er senere rapportert en rekke lignende tilfeller fra Nord-Europa, og det er grunn til å betegne *Gyrodinium aureolum* som en av de viktigste planktonalger i disse farvann. Arten har vært årsak til fiskedød, misfarget brunt og rødbrunt vann, omfattende dødelighet av bunndyr og tap av fisk i oppdrettsanlegg over store kystområder.

I Tabell 1 er det satt opp en summarisk oversikt over masseforekomster som er kjent fra Nord-Europa. I litteraturoversikten er det tatt med ytterligere detaljer fra oppblomstringene. Områder som har vært berørt av slike tilfeller, er avmerket på kartet i Fig. 1. Ved siden av norskekysten der det har vært tre store oppblomstringer (1966<sup>1</sup>, 1976<sup>3</sup>, 1981<sup>47</sup>), er det områdene omkring de Britiske øyer som har vært mest utsatt for *Gyrodinium aureolum*<sup>4-19</sup>. Her har det vært en rekke massive oppblomstringer siden sommeren 1975 i de vestlige delene av den Engelske Kanal, både i åpent hav og langs kysten av Syd-England og Nordvest-Frankrike. Den siste oppblomstringen i dette området skjedde i juli-august 1981 og dekket et havområde på hele 10 000 km<sup>2</sup><sup>20</sup>. I tillegg har det vært oppblomstringer langs syd- og vestkysten av Irland og i de østlige delene av Irskesjøen, i Clyde-fjorden i Skottland og ved Orknøyene. Dette

\* Bidrag nr. 235 fra Trondhjem Biologiske Stasjon, 7000 Trondheim, Norge.

Tabell 1. Oversikt over oppblomstringer av *Gyrodinium aureolum* i Nord-Europa. Kartreferanser til Fig. 1.

Kart-ref.	År	Måned	Geografisk område	Litteratur-ref.
1	1966	oktober-november	Norskekysten	2, 35
2	1968	juli-november	Danske vestkyst	24, 25
2	1968	august-november	Tyskebukta	26
3	1971	oktober	Irskesjøen	4, 5
4	1975	september-november	Irskesjøen	7
5	1975	juli	Engelske kanal	6
6	1976	oktober-desember	Norskekysten	3, 36
7	1976	august-november	Irskesjøen	8
8	1976	juli-august	Engelske kanal	9
8	1976	august	Frankrike, Bretagne	14
9	1976	juli-august	Irland, sydkysten	13, 17
10	1977	juli-august	Engelske kanal	10
11	1977	juli-november	Oslofjorden	41
12	1977	august	Orknøyene	21, 22
13	1978	juli-august	Frankrike- Bretagne	19
14	1978	august-september	Irland, sydvestkysten	12,15,31,32
15	1978	august-september	England, sydkysten	11,30,33,34
16	1979	juli-september	Irland, sydkysten	16
16	1979	september-november	" , sydvestkysten	29
17	1980	september	Skottland, Clyde	18
18	1981	juli	Engelske kanal	20
19	1981	september-oktober	Kattegat, Skagerrak Norskekysten	47



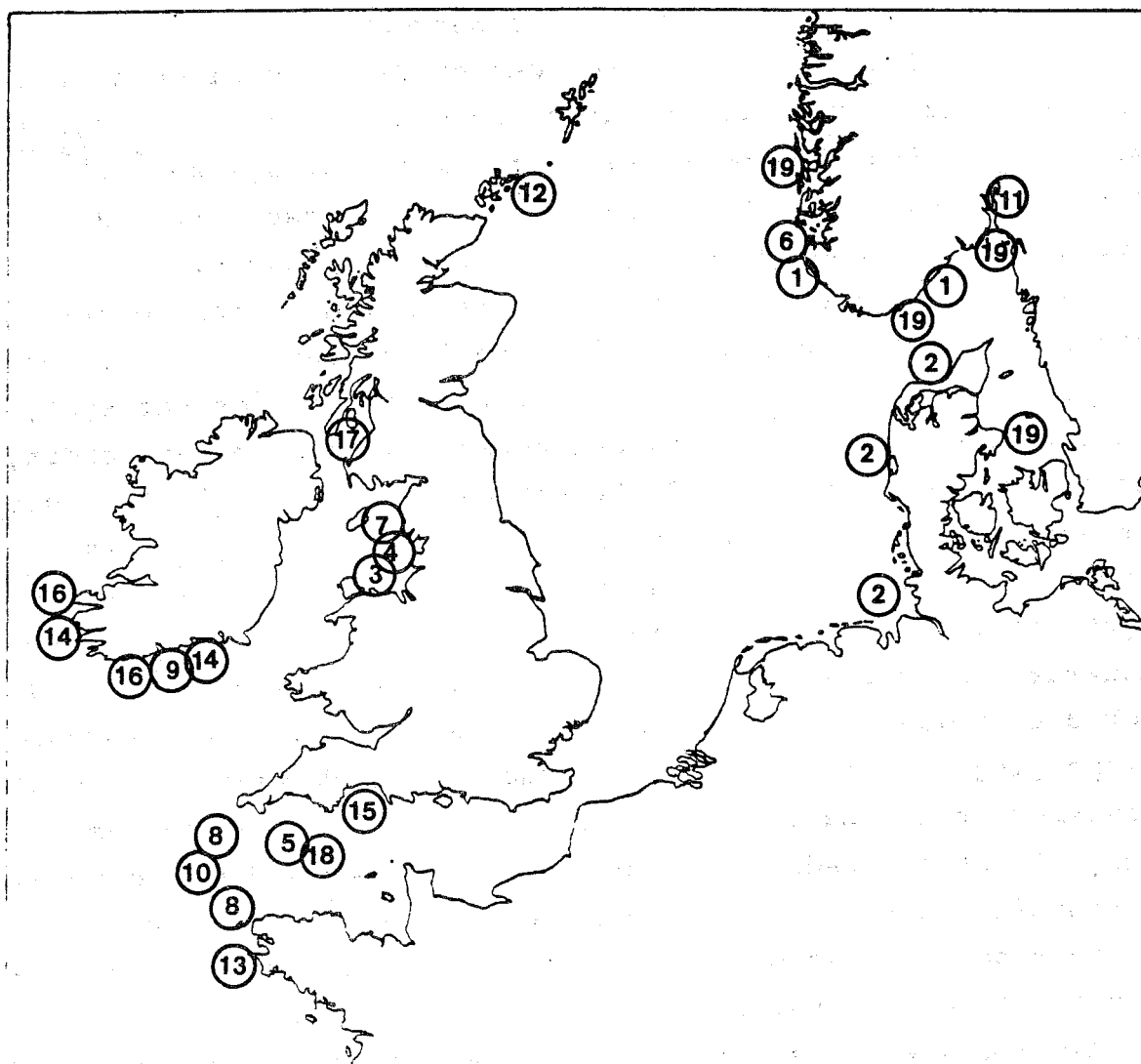


Fig. 1. Oversikt over områder der det er rapportert oppblomstringer av *Gyrodinium aureolum*. Tall i sirkel refererer til tilfeller nevnt i Tabell 1.

siste tilfellet er rapportert som et tilfelle av misfarget vann forårsaket av "various dinoflagellate species"<sup>21</sup>. Imidlertid var *Gyrodinium aureolum* den dominerende komponenten i planktonet, ifølge Holligan<sup>22</sup> som har analysert de kvantitative planktonprøvene fra det misfargede vannet. Dette er en viktig opplysning, fordi den dokumenterer at denne arten kan finnes i store bestander også i de nordvestre delene av Nordsjøen. Dodge<sup>23</sup> har rapportert *Gyrodinium aureolum* fra en rekke lokaliteter langs østkysten av Skottland, både helt inne ved

land og til havs, men ikke i store mengder.

I de østlige delene av Nordsjøen er det, ved siden av tilfellene langs Norskekysten, kjent en eneste oppblomstring, som strakte seg fra Tyskebukta til nordspissen av Jylland<sup>3</sup>, 24-26. *Gyrodinium aureolum* er, såvidt vites, ikke observert i de sydvestlige delene av Nordsjøen eller i Østersjøen.

Mange av oppblomstringene har hatt en meget stor geografisk utbredelse. Dette gjelder også tilfellene langs Norskekysten i 1966, 1976 og 1981. I det siste tilfellet der både Kattegat, Skagerrak og store deler av den norske syd-kysten var berørt, er det mulig at mer enn 50 000 km<sup>2</sup> av dette havområdet i løpet av oppblomstringen hadde unormalt høye konsentrasjoner av *Gyrodinium aureolum*. Ved de Britiske øyer kan det tenkes at oppblomstringene i Irskesjøen og ved kysten av Irland har vært utløpere fra oppblomstringsområdet i den Engelske Kanal. Tidsforløpet i 1976, med store bestander i Kanalen i juli-august og misfarging av overflatevannet nordover i Irskesjøen i august-november, tyder på at det i alle fall det året var en sammenheng. I dette området synes det som om de store bestandene av *Gyrodinium aureolum* har sin bakgrunn i storstilte hydrografiske fronter og at de store bestandene følger med havstrømmene når frontene er i bevegelse.

Det har vært reist spørsmål om *Gyrodinium aureolum* er en nyinnvandrer i Nord-Europeiske farvann, ved at arten ble tilført dette området umiddelbart før den første masseforekomsten ble observert i 1966. Dette er det vanskelig å ha noen formening om. Cellene forandrer form ved de fleste slags fiksering, og en sikker identifikasjon forutsetter at man har levende materiale tilgjengelig. Braarud og Heimdal<sup>2</sup> nevnte muligheten for at en uidentifisert "*Gyrodinium*" fra Portugal<sup>27</sup> kan ha vært *Gyrodinium aureolum*, og muligheten for forveksling med andre arter som tidligere har vært rapportert fra europeiske farvann ble vurdert av Ballantine og Smith<sup>4</sup> og Tangen<sup>3</sup>. Alt i alt kan vi si at selv om *Gyrodinium aureolum* kan ha forekommet i området før den første store oppblomstringen i 1966, så må dette ha vært i forholdsvis små mengder, i alle fall sammenlignet med de hyppige og massive forekomstene i de senere år. Arten synes nå å være svært vanlig gjennom det meste av

året flere steder. Ved sydkysten av England blir *Gyrodinium aureolum* observert i omtrent hver eneste håvtrekkprøve gjennom hele året, ifølge Holligan<sup>22</sup>. I Oslofjorden har arten vært funnet hvert eneste år i sommer-høstperioden siden 1976. Således kan vi regne med at det nå i store områder finnes utgangsbestander av *Gyrodinium aureolum* som kan gi opphav til nye oppblomstringer når forholdene ellers ligger tilrette for det.

#### ÅRSAKER TIL OPPBLOMSTRING AV *GYRODINIUM AUREOLUM*

Masseforekomster av *Gyrodinium aureolum* er rapportert fra områder som miljømessig sett er svært forskjellige, slik som innenskjærs farvann, f.eks. Oslofjorden, og åpent hav langt fra kysten som i den Engelske Kanal. Det er derfor ikke sikkert at miljøbetingelser som vanligvis har betydning for algeoppblomstringer (tilførsel av plantenæringsstoffer, lysforhold, lagdeling av vannmassen, etc.), hver for seg har hatt samme betydning i alle tilfeller. De lokale oppblomstringene i Oslofjorden kan det være grunn til å oppfatte som en effekt av eutrofieringen ("kloakkforurensningen") i fjorden, mens de storstilte oppblomstringene som har berørt store havområder, må ha hatt andre årsaker.

Tangen<sup>3</sup> påpekte at oppblomstringene som var kjent inntil 1976, syntes å ha noen felles trekk. I de tilfellene der det forelå hydrografiske målinger, viste det seg at de store bestandene av *Gyrodinium aureolum* fantes i vannmasser med utpreget lagdeling og et stabilisert overflatelag. Forut for denne situasjonen var overflatelaget tilført plantenæringsstoffer fra dypere vannlag.

I den Engelske Kanal er oppblomstringene knyttet til hydrografiske fronter som oppstår på grunn av de store tidevannsbevegelsene i området. En slik front er karakterisert ved kraftig omrøring av vannmassen fra overflaten til bunnen slik at næringsrikt vann transporteres fra dyplagene til overflaten<sup>6, 9</sup>. I sommerperioden kan oppvarming av overflatelaget bak fronten medføre at det blir en utpreget termisk lagdeling, slik at

resultatet blir et stabilt, næringsanrikt overflatelag. I slike vannmasser har det omtrent årvisst siden 1975 vært observert store bestander av *Gyrodinium aureolum* om sommeren. Også noen av oppblomstringene ved kysten av Irland synes å ha opptrådt ved slike hydrografiske situasjoner<sup>15</sup>.

Årsaken til oppblomstringene langs norskekysten er ikke helt klarlagt. Både i 1966<sup>2</sup> og i 1976<sup>3</sup> synes det å ha vært en situasjon der næringsrikt dypvann strømmet opp til overflaten i perioden forut for oppblomstringene. Dette kunne skyldes meteorologiske forhold, ved at det i begge tilfelle hadde vært vedvarende kraftig østlig vind som innvirket på Den norske Kyststrøm. Det er kjent fra tidligere undersøkelser<sup>28</sup>, at dette er forhold som kan bevirke at Kyststrømmen presses ut fra kysten slik at dypvann kan strømme opp til overflaten langs land.

De store bestandene både i 1966, 1967 og i 1981 ble registrert i vannmasser med noe nedsatt saltholdighet. Dette synes å ha en klar sammenheng med nedbøren. Store nedbørmengder forut for oppblomstringene i alle tre tilfeller tilførte kystsonene store mengder ferskvann. Dette førte blant annet til at det ble dannet et brakkvannslag med stor stabilitet. En annen effekt av denne ferskvannstilførselen er bragt frem i diskusjonen etter den siste oppblomstringen, nemlig betydningen av plantenæringsstoffer i det tilførte ferskvannet. Det synes som om oppblomstringene kan ha mottatt næring, spesielt nitrogenforbindelser fra to kilder, både fra oppstrømming av næringsrikt dypvann og ved tilførsel fra nedbøren direkte på sjøen og ved tilførsel fra land gjennom avrenning.

#### EFFEKTEN AV *GYRODINIUM AUREOLUM* PÅ ANDRE ORGANISMER

I svært mange rapporter er det nevnt at oppblomstringene har forårsaket effekter på andre organismer. I de alvorligste tilfellene har det vært omfattende fiskedød, først og fremst i oppdrettsanlegg der fisken har vært stengt inne og derfor ikke hadde mulighet til å rømme unna de store bestandene av *Gyro-*

*dinium aureolum*. Men også frittlevende fisk er funnet død under noen av oppblomstringene. De alvorligste tilfellene er fra vestkysten av Jylland i 1968 der det ble funnet død fisk over store områder, også til havs<sup>26</sup>, og fra norskekysten i 1981 der død fisk drev i land eller ble observert flytende i overflaten. Under noen av oppblomstringene har det dessuten vært en nærmest katastrofal virkning på enkelte invertebratbestander<sup>5, 7, 12, 13, 16-19, 24, 29-34</sup>. Spesielt har det gått hardt ut over littoral- og gruntvannsorganismer, slik som fjæremark (*Arenicola marina* L.) og strandsnegl (*Littorina* spp.).

Det er to forhold som har vært fremme i diskusjonen som mulige årsaker til de forholdene som er nevnt ovenfor, 1) oksygenmangel forårsaket av store bestander av *Gyrodinium aureolum*, og 2) giftstoffer produsert av *Gyrodinium aureolum*.

Mangel på oksygen i vannmassen kan man tenke seg oppstår når planktonalgebestandene er eller har vært store. Mens voksende bestander produserer oksygen når det er tilstrekkelig med lys og gjerne gir overmetning av oksygen i overflatealgene, forbrukes oksygen i mørke. Imidlertid vil store bestander som har sluttet å vokse, gjennom døgnet forbruke mer oksygen enn det de er i stand til å produsere. Dermed vil oksygeninnholdet i vannmassen kunne avta. Dette vil spesielt gi seg utslag mot slutten av hver mørkeperiode (natt). Når tilstanden i planktonet etter kulminasjonen av oppblomstringen etterhvert blir slik at cellene brytes ned, kan det antas at oksygenforbruket blir ekstra stort, med raskt avtagende konsentrasjoner av oksygen i vannet, både i overflaten og nedover i vannmassen, inntil oksygeninnholdet blir så lavt at det er dødelig for mange organismer.

Det er denne situasjon som har vært foreslått som forklaring på endel av de første kjente tilfellene av dødelighet under oppblomstringer av *Gyrodinium aureolum*, dog uten at det har foreligget målinger av de aktuelle oksygenkonsentrasjonene. Denne forklaringen har vært brukt på såvel fiskedød som annen dødelighet<sup>3</sup>. Under endel oppblomstringer i de senere år har det imidlertid vært mulig å måle oksygeninnholdet i vannmasser der det har vært omfattende dødelighet, men det har i disse



tilfellene ikke vært grunnlag for å si at oksygenmangel i vannet har vært den primære årsak.

Det er foreløpig ikke publisert undersøkelser som har påvist at *Gyrodinium aureolum* produserer giftstoffer. I endel forsøk har forskjellige fiskearter vært plassert i beholdere der vannet har inneholdt store mengde av *Gyrodinium aureolum*, uten at dette syntes å ha noen ugunstig virkning på fisken<sup>25, 35</sup>. Tette suspensjoner av algen som er sprøytet inn i bukhulen av fisk, synes heller ikke å ha hatt noen markert negativ virkning på fisken<sup>36</sup>. Algesuspensjoner og algeekstrakter er preparert på samme måte som de paralytiske giftstoffene (PSP) fra andre dinoflagellater (*Gonyaulax excavata*) for tester på forsøksdyr (mus). Heller ikke dette materialet av *Gyrodinium aureolum* har gitt indikasjoner på at det foreligger giftstoffer<sup>2, 3, 13, 17, 18, 24</sup>.

Imidlertid er det i noen undersøkelser gode indikasjoner på at *Gyrodinium aureolum* har en negativ virkning på andre organismer også under laboratoriebetingelser. Blåskjell nedsetter filtreringshastigheten ved kontakt med algen, og den videre respons er at det produseres slimstoffer og pseudofaeces, og etterhvert kan det observeres cytologiske forandringer i fordøyelsescellene<sup>34</sup>. Skjellene kan komme tilbake til normal aktivitet forholdsvis raskt etter at *Gyrodinium aureolum* er borte fra vannet, forutsatt at kontakttiden ikke har vært for lang. Helm og medarbeidere<sup>5</sup> viste i laboratorieforsøk at denne algen kan medføre økt dødelighet på larvestadiet hos invertebrater, spesielt østers (*Crassostrea gigas*) og det lille krepsdyret *Artemia salina*.

I et nyere, hittil upublisert arbeid fra Skottland (konf. Roberts et al. 1983 i den kronologiske listen bakerst) synes det imidlertid å være fastslått at *Gyrodinium aureolum*, i alle fall under visse betingelser, er giftproduserende. Dette fremkom som et resultat av undersøkelser utført av en forskergruppe ved Dunstaffnage Marine Research Laboratory i Oban i forbindelse med et tilfelle av fiskedød i et oppdrettsanlegg for laks<sup>18</sup>. Histopatologiske observasjoner viste at epitelvevet på gjellene og i svelg og tarm hos drept fisk var tildels kraftig ødelagt, slik at fisken kan ha dødd av at oksygenopp-

taket ikke lenger fungerte. I tillegg ble fisken på grunn av disse vevsødeleggelsene utsatt for osmotisk sjokk. Ekstrakter fra magesekkene hos den døde fisken fremkalte kraftige symptomer hos mus, men symptomene var forskjellig fra symptomer som fremkalles av PSP. Det blir antatt at *Gyrodinium aureolum* produserer eller induserer en produksjon av et eller flere giftstoffer, og at dette er stoffer ("nekrotoksiner") som nedbryter slimhinnene hos fisk ved berøring med algen<sup>18</sup>.

Det arbeides nå for å skaffe muligheter for å gå videre med denne hypotesen, basert på levende kulturer av *Gyrodinium aureolum* isolert fra Oslofjorden.

En medvirkende årsak til at fisk og andre dyr dør i vannmasser med tette bestander av *Gyrodinium aureolum*, kan være at algen skiller ut slimlignende forbindelser. Under en oppblomstring ved Irland ble det observert at vannet ble svært viskøst og inneholdt luftbobler, og det ble antatt at algen produserte mucopolysakkarider som ga vannet denne egenskapen<sup>16</sup>. Lignende forhold ble observert under innsamling av håvtrekkmateriale i Oslofjorden høsten 1981. Også under oppdyrking av *Gyrodinium aureolum* i laboratoriet kan det nå og da observeres strenger av slim, som kleber cellene sammen i tette masser som er heftet på veggen av dyrkningskarene. Dersom dette er tilfelle også når cellene kommer i berøring med andre organismer, kan effekten være både at slimbelegget nedsetter oksygenopptaket og at slimet bidrar til å samle opp *Gyrodinium*-celler, slik at en eventuell giftvirkning blir ekstra konsentrert.

De negative virkningene av *Gyrodinium aureolum*-oppblomstringer i Europa har, såvidt vites, begrenset seg til slike forhold som de ovenfor nevnte, effekter på andre marine organismer. Utenfor Europa er det beskrevet oppblomstringer av denne arten bare ved sydkysten av Brasil<sup>37</sup>, og det bemerkelsesverdige i dette området er at også mennesker og andre varmblodige dyr har blitt berørt, ved siden av at det har vært fiskedød o.l. Her har det forekommet forgiftninger ved at skjell fra oppblomstringsområdet er spist, og forgiftningene er satt direkte i forbindelse med mulige giftstoffer fra *Gyrodinium aureolum* som er akkumulert i skjell, dog uten at slike stoffer er sikkert

påvist. Det har dessuten vært observert luftveisirritasjoner hos mennesker som har oppholdt seg ved sjøen under oppblomstringer av denne algen i Brasil<sup>37</sup>. Virkningen av *Gyrodinium aureolum* ved kysten av Brasil er således omtrent identisk med det som er beskrevet fra Florida under oppblomstringer av *Gymnodinium breve*<sup>38</sup>. Det må bemerkes at disse to artene er svært like morfologisk<sup>3</sup>, men det publiserte materialet<sup>37</sup> og mikrofotos jeg har studert fra en nylig oppblomstring i Brasil, synes å vise at det her dreier seg om *Gyrodinium aureolum* og ikke *Gymnodinium breve*.

#### ANDRE OPPLYSNINGER OM *GYRODINIUM AUREOLUM*

Noen mindre omfattende oppblomstringer av *Gyrodinium aureolum* er foreløpig ikke beskrevet i faglitteraturen. Dette gjelder et tilfelle sommeren 1981 på østkysten av USA i Chesapeake Bay, i nærheten av området der arten første gang ble beskrevet<sup>39</sup> og en oppblomstring i Aiginiabukten ved Aten, Hellas, sommeren 1978<sup>40</sup>, i tillegg til noen mindre oppblomstringer i Oslofjorden<sup>41</sup>. Av disse oppblomstringene er det bare den ene fra Hellas som er satt i forbindelse med dødelighet, i dette tilfelle fisk.

En rekke oppblomstringer i Japan av en dinoflagellat, "*Gymnodinium* Type-65", har vært assosiert med fenomener som tilsvarende det som er kjent for *Gyrodinium aureolum*<sup>43-45</sup>. Tangen<sup>3</sup> diskuterte om disse to artene er identiske og holdt det for å være svært sannsynlig. I en nylig publisert undersøkelse har Takayama<sup>45</sup> vist endel elektronmikroskopbilder (scanning) av *Gymnodinium* Type-65 som etter min mening gjør det ytterligere mer sannsynlig at dette er *Gyrodinium aureolum*. Dette kan eventuelt senere underbygges med pigmentanalyser, etter at det nå er kjent at *Gyrodinium aureolum* inneholder spesifikke carotenoider som skiller denne arten fra andre dinoflagellater, ifølge Tangen & Bjørnland<sup>46</sup>. *Gymnodinium* Type-65 holdes i kultur i Japan.

Dersom det virkelig viser seg at dette er en og samme art, kan det være grunn til å oppfatte *Gyrodinium aureolum* som en

av de viktigste planktonalger, ikke bare i europeisk målestokk, men også i verdensmålestokk, når vi ser de økologiske og økonomiske virkninger den har forårskaet. Det er verdt å merke seg at utbredelsesområdet synes å bli stadig større og oppblomstringene stadig hyppigere. Hvorvidt denne utviklingen fortsetter gjenstår imidlertid å se.

#### REFERANSER, MED VIKTIGE PUNKTER FRA AVHANDLINGENE

- 1 Hulburt, E.M. 1957. The taxonomy of unarmored Dinophyceae of shallow embayments on Cape Cod, Massachusetts. Biol. Bull. Mar. Biol. Lab. Woods Hole 112: 196-219.
- 2 Braarud, T. and Heimdal, B.R. 1970. Brown water on the Norwegian coast in autumn 1966. Nytt Mag. Bot. 17: 91-97.  
Norge, Oslofjorden-Bergen; oktober 1966. Fiskedød, oppstrømming av næringsrikt dypvann, fototaxis hos *Gyrodinium aureolum*, PSP ikke påvist.
- 3 Tangen, K. 1977. Blooms of *Gyrodinium aureolum* (Dinophyceae) in north European waters, accompanied by mortality in marine organisms. Sarsia 63: 123-133.  
Norge, sør-vest-kysten nordover, til Bergen; november-desember 1976. Fiskedød, dødelighet hos marine invertebrater, ikke PSP, fototaxis. Oppblomstring etter oppstrømming av dypvann og påfølgende kraftig regnvar med mye flomvann, stabilt overflatelag. Overveiende innen-skjærs. Oversikt over andre kjente oppblomstringer.
- 4 Ballantine, D. and Smith, F.M. 1973. Observations on blooms of the dinoflagellate *Gyrodinium aureolum* Hulburt in the river Conwy and its occurrence along the North Wales Coast. Br. Phycol. J. 8: 233-238.  
England og Wales, østlige del av Irskesjøen; september-oktober 1971. Dødelighet hos fjæremark (*Arenicola marina* og *Echinocardium cordatum*). *Gyrodinium aureolum* toksisk for larvestadiet av enkelte invertebrater?
- 5 Helm, M.M., Hepper, B.T., Spencer, B.E. and Walne, P.R. 1974. Lugworm mortalities and a bloom of *Gyrodinium aureolum* Hulburt in the Eastern Irish Sea, autumn 1971. J. mar. biol. Ass. U.K. 54: 857-862.  
Se Ballantine and Smith.
- 6 Pingree, R.D., Pough, P.R., Holligan, P.M. and Forster, G.R. 1975. Summer phytoplankton blooms and red tides along tidal fronts in the approaches to the English Channel. Nature, London 258: 672-677.  
England-Frankrike-Irland, vestlige deler av den Engelske kanal; juli 1975. Oppblomstring i åpen sjø ved hydrografisk front (tidevannsfront). Rødblunt vann.
- 7 Evans, D. 1976. The occurrence of *Gyrodinium aureolum* in the Eastern Irish Sea, 1975. Sci. Rep. Lancashire & Western Sea Fish, Joint Comm. 1975: 85-89.  
England, østlige deler av Irskesjøen; september-novem-

- ber 1975. Dødelighet hos fjæremark, fototaxis. Brunt vann, noe skum, lukt av "seaweed" i luften. Oppblomstringen etter en periode med varmt, godt vær etterfulgt av kraftig regn og mye flomvann langs kysten.
- 8 Evans, D. 1977. Bloom algae in the Eastern Irish Sea 1976. Sci. Rep. Lancashire & Western Sea Fish. Joint Comm. 1976: 91-96 + 4 fig.  
England, østlige deler av Irskesjøen; august-november 1976. Oppblomstring av *Gyrodinium aureolum*, fiskedød (ål, flyndre), døde fjæremark. Dårlig fiske i området etter oppblomstringen.
- 9 Pingree, R.D. Holligan, P.M. and Head, R.N. 1977. Survival of dinoflagellates blooms in the western English Channel. Nature, London 265: 266-269.  
England-Frankrike-Irland; juli-august 1976. Sjokoladebrunt vann på grunn av store bestander av *Gyrodinium aureolum*, assosiert med hydrografisk front. Stripper av detritus og *Noctiluca scintillans* i overflaten.
- 10 Lovegrove, T. 1979. Than blooming plankton. Fish Farming International 6 (3): 35-37.  
Engelske kanal; juli-august 1977. Ingen dødelighet rapportert fra oppblomstring av *Gyrodinium aureolum*. England, sydvestkysten; august-september 1978, oppblomstring av *Gyrodinium aureolum* med dødelighet hos fisk og invertebrater. Irland, sydkysten; august-september 1978, store tap av fisk i steng.
- 11 Boalch, G.T. 1979. The dinoflagellate bloom on the coast of south west England, August-September 1978. J. mar. biol. Ass. U.K. 59: 515-517.  
England, sydkysten; juli-september 1978. Død fisk, døde invertebrater, oppsummering av hendelsene, årsak: store bestander av *Gyrodinium aureolum*.
- 12 Phybus, C. 1980. Observations on a *Gyrodinium aureolum* (Dinophyta) bloom off the south coast of Ireland. J. mar. biol. Ass. U.K. 60: 661-674.  
Irland, ved sydkysten; august-september 1978. Død fisk døde littoralorganismer, men høyt oksygeninnhold i vannet. Store variasjoner lokalt i artsammensetning i planktonet. Brunt vann: *Gyrodinium aureolum*. Antatt sekvens: sammenbrudd av oppblomstringen - frivigelse av DOC - høy bakterieaktivitet - økning i nanoflagellatbestanden. Svært lave NO<sub>3</sub>-N-konsentrasjoner gjennom oppblomstringen. P ikke begrensede. Oppstrømming av dypvann? Hydrografisk front?
- 13 Ottway, B., Parker, M., McGrath, D. and Crowley, M. 1979. Observations on a bloom of *Gyrodinium aureolum* Hulburt on the south coast of Ireland, summer 1976, associated with mortalities of littoral and sub-littoral organisms. Irish Fish. Invest. Ser. B 18: 3-9.  
Irland, sydkysten; juli-august 1976. Oppblomstring av *Gyrodinium aureolum* og dødelighet hos fjæremark, andre bunnorganismer og fisk. Mye død og halvdød fisk og skjell ble samlet inn av lokalbefolkningen og spist Tilfeldigvis (?) en diarreepidemi i området på samme tid. PSP ikke påvist. "Flere lokale, små oppblomstringer, eller en stor oppblomstring til havs med utløpere mot kysten".

- 14 Grall, J.R. 1976. Sur une "eau colorée" a *Gyrodinium aureolum* observée en Manche. Trav. Stat. Biol. Roscoff (N.S.) 23: 19-22.  
Frankrike, nord for Bretagne i den Engelske kanal; august 1976. Gulbrunt vann på grunn av store bestander av *Gyrodinium aureolum*.
- 15 Roden, C., Ryan, T. and Lennon, H.J. 1980. Observations on the 1978 red tide in Roaringwater Bay, Co. Cork. J. Sherkin Island 1: 105-118.  
Irland, sydvestkysten; august 1978. Maks. konsentrasjon av *Gyrodinium aureolum* 7,7 mill. celler pr. liter. Oppblomstringen ser ut til å ha startet til havs; fulgte en hydrografisk front inn mot land. Største bestander i innenskjærs farvann.
- 16 Jenkinson, I.R. and Connors, P.P. 1980. The occurrence of the red tide causing organisms, *Gyrodinium aureolum* Hulburt (Dinophyceae), round the south and west of Ireland in August and September 1979. J. Sherkin Island 1: 127-146.  
Irland, syd- og vestkysten; (juli) august-september 1979. Fiskedød (16 arter rapportert), dødelighet hos invertebrater: 6 muslingarter, 4 sneglearter, 6 polychaetarter; krepsdyr (*Carcinus maenas*) ikke berørt. Luftbobler i vannet i tette skyer av *Gyrodinium aureolum*, vannet svært viskøst - mucopolysakkarider?
- 17 Parker, M. 1981. Algal blooms on the south coast, 1976-1978 an introduction. In: Parker, M. (Editor). Red Tides. Fisheries Seminar Ser. 1, Dublin, Ireland.  
Irland, sydkysten; juli 1976. *Gyrodinium aureolum* var årsak til dødelighet hos littoralorganismer (fjæremark) og flatfisk. Irland, sydkysten; august 1978. Rødt vann p.g.a. store bestander av *Gyrodinium aureolum*, fiskedød i samlekker. PSP ikke påvist. "Lite vind viktig for dannelsen av rødt vann".
- 18 Jones, K.J., Ayres, P., Bullock, A.M., Roberts, R.J. and Tett, P. 1981. A red tide of *Gyrodinium aureolum* in sea lochs of the Firth of Clyde and associated mortality of pond reared salmon. J. mar. biol. Ass. U.K. 62: 771-782.  
Skottland, Clyde-området (vestkysten); september 1980. Død laks (1000 stk. a 1 kg) i oppdrettsdam; laksesmolt (200-300 stk.) døde i en annen dam. Patologiske undersøkelser av død laks: cellulære forandringer i epitelet i gjeller og svelg. Nekrotiserende toksin(er) antagelig isolert fra forgiftet laks. Musetester: virkningen av toksinene forskjellig fra den som fremkalles av PSP og *Gymnodinium breve*-toksiner. Årsaken til fiskedøden tette bestander av *Gyrodinium aureolum* som antas å produsere toksinene. Effekten av toksinene er at fisken dør av oksygenmangel og osmotisk sjokk.
- 19 LeFèvre, J. 1979. On the hypothesis of a relationship between dinoflagellate blooms and the "Amoco-Cadiz" oil spill. J. mar. biol. Ass. U.K. 59: 525-528.  
Frankrike, Bretagne ved Brest; juli-august 1978. Oppblomstring av *Gyrodinium aureolum*, dødelighet hos bunndyr. Diskusjon av muligheten for at et oljeutslipp kan ha forårsaket oppblomstringen. Konklusjon: svært lite sannsynlig.

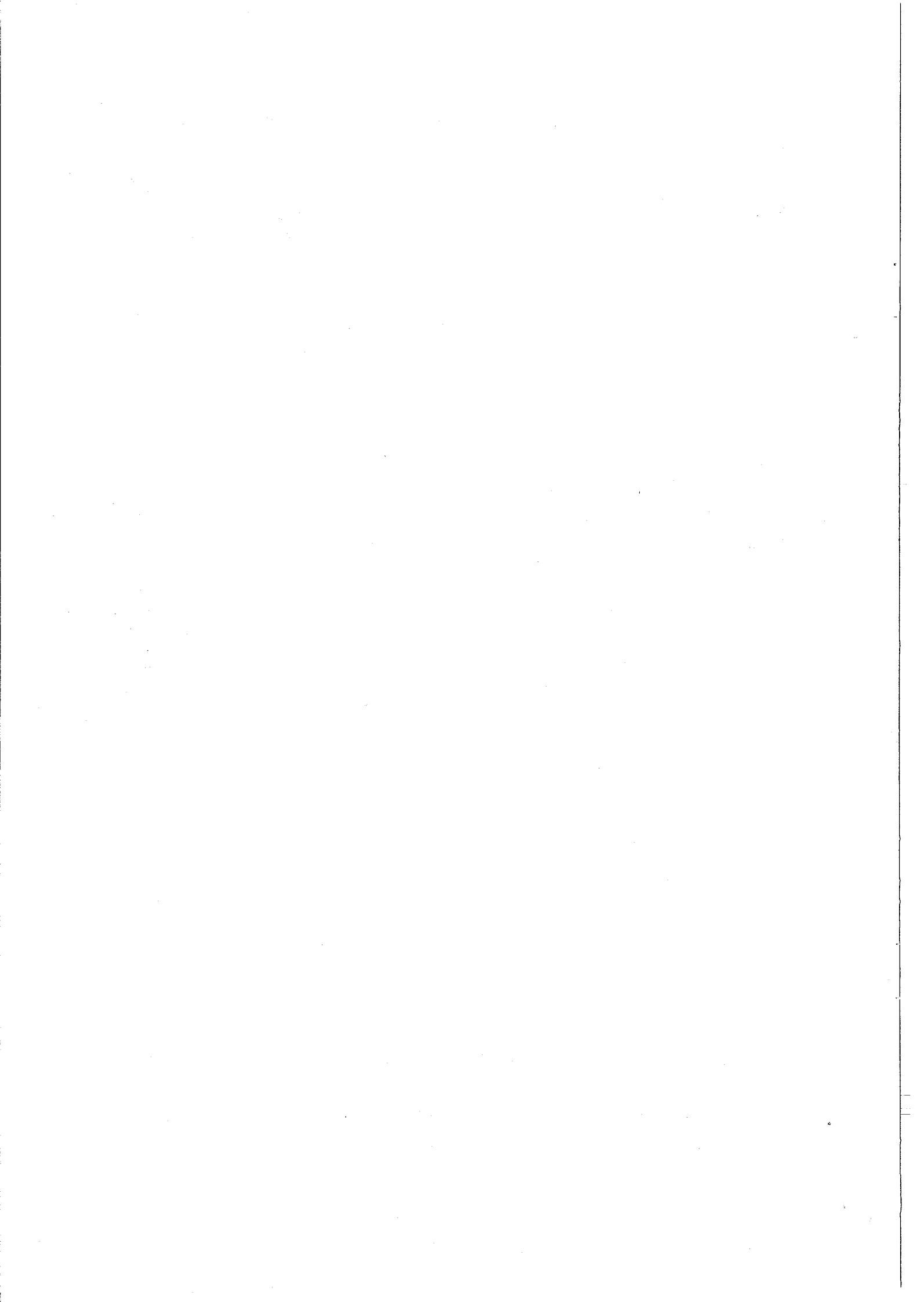
- 20 Boalch, G. and Holligan, P.M. Marine Biological Association, The Laboratory, Plymouth, England, personlig opplysning. Engelske kanal, vestlige deler; juli 1981. Oppblomstring av *Gyrodinium aureolum* til havs, dekket et område på 10 000 km<sup>2</sup>. Ingen dødelighet observert. *Gyrodinium aureolum* beitet ned av *Noctiluca scintillans* enorme bestander av *Noctiluca* mellom England og Frankrike, som olje på vannet.
- 21 Dooley, H.D. 1981. The role of azially varying vertical mixing along the path of a current in generating phytoplankton production. Phil. Trans. R. Soc. Lond. A 302: 649-660 Skottland, øst av Orknøyene; august 1977. Klorofyllkonsentrasjoner opp til 150 mg pr. m<sup>3</sup>, planktonet besto av "various dinoflagellate species".
- 22 Holligan, P.M. Marine Biological Association, The Laboratory Plymouth, England, personlig opplysning. Dooleys materiale er nylig analysert på nytt av Holligan. *Gyrodinium aureolum* var den dominerende arten i alle prøver fra vann med høyt klorofyllinnhold i august 1977.
- 23 Dodge, J.D. 1981. Provisional atlas of the marine dinoflagellates of the British Isles. Biological Records Centre, Huntingdon, England, pp. 1-7 + 125 kart. Prikk-kart som viser utbredelsen av *Gyrodinium aureolum* ved de Britiske øyer. Hovedutbredelse på vestkysten, ikke observert på sydøstkysten.
- 24 Hansen, V., Albrechtsen, K. and Frandsen, C. 1969. De døde fisk og planteplanktonet i Nordsjøen i 1968. Skr. Danm. Fisk. Havunders. 29: 36-53. Danmark, vestkysten; juli-november 1968. Fiskedød (en rekke arter) i åpen sjø og ved land. Dødelighet hos fjæremark og andre invertebrater. PSP ikke påvist. Ujevn horisontal utbredelse av *Gyrodinium aureolum* (feilaktig identifisert som *Gymnodinium breve*).
- 25 Hansen, V. and Sarma, A.H.V. 1969. On a *Gymnodinium* red water in the eastern North Sea during autumn 1968 and accompanying fish mortality with notes on the oceanographic conditions. Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea, 1969 (L:29): 1-10. Samme oppblomstring som i ref. 24. Hydrografiske data.
- 26 Hickel, W., Hagmeier, E. and Drebes, G. 1971. *Gymnodinium* blooms in the Helgoland Bight (North Sea) during August 1968. Helgoländer Wiss. Meeresunters. 22: 401-416. Tyskland, ved Helgoland; august-september 1968. Store bestander av *Gyrodinium aureolum* (ikke identifisert, kalt *Gymnodinium* sp.), misfarget vann, salthodigheten i overflaten lav. Fototaxis, bestandsmaksima ved overflaten om dagen. Ingen dødelighet observert.
- 27 Silva, E.S. 1959. Some observations on marine dinoflagellate cultures. I. *Prorocentrum micans* Ehr. and *Gyrodinium* sp. Notas Estud. Inst. Biol. Mar. Lisb. 21: 1-15. Morfologisk beskrivelse av en *Gyrodinium* som har noen likhetstrekk med *Gyrodinium aureolum*.
- 28 Eggvin, J. 1940. The movements of a cold water front. Temperatur variations along the Norwegian coast based on surface termograph records. Rep. Norw. Fishery Mar. Invest. 7(5): 1-151.

- 29 Cross, T.F. and Southgate, T. 1980. Mortalities of fauna of rocky substrates in south-west Ireland associated with the occurrence of *Gyrodinium aureolum* blooms during autumn 1979. J. mar. biol. Ass. U.K. 60: 1071-1073.  
 Irland, sydvestkysten; september-november 1979. Dødelighet: *Patella* spp., *Gibbula umbilicalis*, *Taelia felina*, *Paragus bernhardus*, *Paracentrotus lividus*, *Nucella lapillus*, *Littorina littorea*, *Littorina rudis*, *Mytilus edulis*, *Myxocephalus bubalis*, *Nerophis ophiodon*, *Actinia equina*, *Anomia ehippus*, *Callistoma zizyphinum*, *Phallusia mamillata*. Total dødelighet av beitedyr (snegl) på enkelte lokaliteter førte til oppvekst av diatomeer og sporeplanter av fucaceer.
- 30 Forster, G.R. 1979. Mortality of the bottom fauna and fish in St. Austell Bay and neighbouring areas. J. mar. biol. Ass. U.K. 59: 517-520.  
 England, sydkysten av Cornwall; august-september 1978. St. Austin hovedområdet for omfattende skader på littoralsamfunn og fisk. Skadeomfang undersøkt av dykkere. Detaljert oversikt over døde arter. Årsak: Masseforekomst av *Gyrodinium aureolum* (se ref. 11).
- 31 Leahy, P. 1980. The effects of a dinoflagellate bloom in 1978 on the invertebrate fauna of the sea-shore in Dunmanus Bay, Co. Cork, Ireland. J. Sherkin Island 1: 119-125.  
 Irland, sydkysten; august 1978. Detaljert oversikt over dødelighet i littoralsamfunn under oppblomstring av *Gyrodinium aureolum* (se ref. 15). Spesielt stor dødelighet hos *Littorina* spp. (strandsnegl) og *Patella* sp. (albuskjell). "Strandsnegl flykter fra brunt vann".
- 32 Leahy, P. 1981. The effect of the red tide on shore invertebrates in Roaringwater Bay, summer 1978. In: Parker, M. (Editor). Red tides. Fisheries Seminar Ser. 1, Dublin, Ireland.  
 Irland, vestkysten; sommeren 1978. *Gyrodinium aureolum*-oppblomstring og dødelighet hos littoralorganismer: 50% av *Patella*, 80% av *Littorina* døde.
- 33 Griffiths, A.B. and Dennis, R. 1979. Mortality associated with a phytoplankton bloom off Penzance in Mounts Bay. J. mar. Biol. Ass. U.K. 59: 520-521.  
 England, sydkysten av Cornwall; august 1978. Fra 8 m dyp og nedover et tett khakifarget lag av plankton (*Gyrodinium aureolum*, se ref. 11) og mengder av døde invertebrater på et undervannsrev. Stor dødelighet 26. august (detaljert oversikt), lite fisk på stedet; etter 5. september stadig større aktivitet av fisk og invertebrater. Mest utsatt: *Echinus esculentus*, *Caryophyllia smithi* og *Marthasterias glacialis*.
- 34 Widdows, J., Moore, M.N., Lowe, D.M. and Salkeld, P.N. 1979. Some effects of a dinoflagellate bloom (*Gyrodinium aureolum*) on the mussel, *Mytilus edulis*. J. mar. Biol. Ass. U.K. 59: 522-524.  
 England, ved Plymouth; august-september 1978. Nedsatt filtreringshastighet hos blåskjell når det er mye *Gyrodinium aureolum* i vannet, bekreftet i akvarie-



- forsøk. "Ikke toksiner fra *G.aur.* oppløst, effekt fra direkte kontakt med algen". Cytologiske forandringer i fordøylsescellene hos blåskjell, spesielt vakuoler og lysosomer.
- 35 Berge, G. Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt, Bergen, personlig opplysning.  
Fisk (sei) som ble plassert i akvarietanker med stor konsentrasjon av *Gyrodinium aureolum*, overlevde flere dagers forsøk.
- 36 Kjos-Hansen, B. Byveterinær i Stavanger, personlig opplysning.  
Tette suspensjoner av *Gyrodinium aureolum* fra oppblomstringen ved Stavanger i 1976 ble sprøytet inn i bukhulen av regnbueørret. Ørreten så ikke ut til å bli nevneverdig berørt og levde i tilsynelatende god form to dager senere.
- 37 Rosa, Z.M. y Buselato, T.C. 1981. Sobre a ocorrência de floracao de *Gyrodinium aureolum* Hulburt (Dinophyceae) no litoral sul do Estado de Rio Grande do Sul, Brasil. Iheringia, Sér. Bot., Porto Alegre 28: 169-179.  
Brasil, sydkysten; juli 1981. Oppblomstring av *Gyrodinium aureolum* med dødelighet hos fisk og invertebrater. Hos mennesker: irritasjon i luftveiene på grunn av *G. aur.* i aerosoler. Forgiftning av mennesker og dyr gjennom konsum av skjell. Brasil, sydkysten mai 1978. Store bestander av *Gyrodinium aureolum* og døde marine organismer.
- 38 Hemmert, W.A. 1975. The public health implications of *Gymnodinium breve* red tides, a review of the literature and recent events. Proc. First Internat. Conf. Toxic Dinofl. Blooms (LoCicero, V.R., red.). MIT Sea Grant Prog. Rep. 75-8: 489-497.
- 39 Andersson, D. Woods Hole Oceanographic Institution, Massachusetts, USA, personlig opplysning.  
USA, Chesapeake Bay; sommeren 1981. Masseforekomst av *Gyrodinium aureolum*, muligens observert hvilesporer av algen.
- 40 Ignatiades, L. Biology Department, Nuclear Research Center "Demokritos", Aten, Hellas, personlig opplysning.  
Hellas, ved Aten; sommeren 1978. Masseforekomst av *Gyrodinium aureolum*, fiskedød. Fiskedøden ble først antatt å ha sammenheng med industriutslipp som også kunne ha misfarget vannet. Rettssak mellom industri og fiskeorganisasjoner. Ignatiades sakkyndig under saksbehandlingen (utfall ukjent).
- 41 Tangen, K. 1980. Brunt vann i Oslofjorden i september 1979, forårsaket av den toksiske *Prorocentrum minimum* og andre dinoflagellater. Blyttia 38: 145-158.  
Norge, Oslofjorden; juli 1977, september-november 1977  
Oppblomstring av *Gyrodinium aureolum*.
- 42 Hirayama, K. and Iizuka, S. 1975. Effect of anaerobic conditions in bottom waters on the occurrence of red tides at Omura Bay. Environm. Lett. 9: 167-178.  
Japan, Omura Bay ved Nagasaki; flere oppblomstringer av *Gymnodinium* Type-65, enten om sommeren, eller om høsten, i det siste tilfellet utvikles store bestander

- i tilknytning til anoxisk vann i intermediære dyp eller ved bunnen (20 m dyp).
- 43 Iizuka, S. 1976. Succession of red tide organisms in Omura Bay with relation to water pollution. Bull. Plankt. Soc. Japan 23: 31-44.
- 44 Iizuka, S. 1979. Maximum growth of a natural population of a *Gymnodinium* red tide. In: Taylor, D.L. and Seliger, H.H. (Editors). Toxic dinoflagellate blooms. Elsevier/North-Holland, New York, pp. 111-114.  
Oppblomstring av *Gymnodinium* Type-65 årsak til omfattende dødelighet hos perlemuslinger. Lipidløselig fraksjon fra algen toksisk for fisk og en rotatorie, giftvirkningen "mild".
- 45 Takayama, H. 1981. Observations on two species of *Gymnodinium* with scanning electron microscopy. Bull. Plankt. Soc. Japan 28: 121-129.  
*Gymnodinium* Type-65 årsak til "alvorlig skade for kystfiskeriene". Scanning-bilder av denne arten og *Gymnodinium breve*, morfologiske beskrivelser.
- 46 Tangen, K. and Bjørnland, T. 1981. Observation on pigments and morphology of *Gyrodinium aureolum* Hulburt, a marine dinoflagellate containing 19'-hexanoyloxyfucoxanthin as the main carotenoid. J. Plankt. Res. 3: 389-401.
- 47 Aure, J. 1981. Nytt utbrudd av farlige "brune" alger fra Skagerrak. Norsk Fiskeoppdrett 11: 4-5.  
Norskekysten, Oslofjorden-Bergen; september-oktober 1981. Hovedtrekkene i oppblomstringen av *Gyrodinium aureolum* gjengitt. Fiskedød i oppdrettsanlegg (laks, regnbueørret, torsk), død fisk i steng (sei, ål, torsk). Førstehånds tap ved oppdrettsanlegg ca. 1/2 mill. kr.



*GYRODINIUM AUREOLUM* OG ANDRE DINOFLAGELLATER I OSLOFJORDEN,  
1966-1982 \*

Karl Tangen  
Biologisk Stasjon, Universitetet i Trondheim, 7000 TRONDHEIM

De første sikre observasjoner av *Gyrodinium aureolum* i Norge var en massiv oppblomstring høsten 1966<sup>1</sup>. Denne forekomsten berørte kysten av Sør-Norge fra Hvaler til Bergen, slik at den første registreringen av *Gyrodinium aureolum* i Oslofjorden kan tidfestes til oktober 1966. Senere er det en lang rekke observasjoner av denne arten, spesielt fra indre fjord, og arten kan nå regnes som et vanlig innslag i planteplanktonet i Oslofjorden, vanligvis med størst bestand om sommeren og høsten.

Nedenfor blir det gitt en summarisk oversikt over forekomsten av *Gyrodinium aureolum* i Oslofjorden basert hovedsakelig på observasjoner som tidligere ikke er publisert. Dette gjelder stort sett lokale oppblomstringer i indre fjord som ikke er behandlet av Tangen<sup>2</sup>.

1966 - 1973

I denne perioden er det rapportert oppblomstringer av flere dinoflagellater<sup>3</sup>, f.eks. *Prorocentrum micans* i 1966, 1970, 1973; *Heterocapsa triquetra* i 1967; *Gonyaulax triacantha* i 1967; *Oblea baculifera* i 1971; *Gonyaulax spinifera* i 1971; *Gonyaulax excavata* i 1973. Sikre observasjoner av *Gyrodinium aureolum* foreligger ikke før i 1974. Imidlertid ble det i disse årene fra tid til annen i fikserte planktonprøver observert tildels betydelige mengder av dinoflagellater som ikke ble identifisert ("*Gymnodinium* sp", "*Gyrodinium* sp", *Gymnodiniaceae*, etc.). I dette materialet kan *Gyrodinium aureolum* ha vært representert.

\* Bidrag nr. 236 fra Trondhjem Biologiske Stasjon, 7000 Trondheim, Norge.

1974

Det var store oppblomstringer i indre fjord i mai/juni av *Heterocapsa triquetra* og i august/oktober av *Gyrodinium sanguineum* (= *Gymnodinium splendens*). Ved siden av disse to dinoflagellatene hadde kalkflagellaten *Emiliana huxleyi* (= *Coccolithus huxleyi*) en masseforekomst i hele fjorden i juli/august. Tangen<sup>4</sup> har beskrevet disse oppblomstringene utførlig.

Sammen med *Gymnodinium sanguineum* var det en rekke følgearter som lokalt kunne forekomme i forholdsvis store mengder (se Tabell 1). En av følgeartene var *Gyrodinium aureolum* som

Tabell 1

Maksimumskonsentrasjoner (mill. celler pr. liter) av *Gymnodinium sanguineum* og viktige følgearter i indre Oslofjord høsten 1974.

Art	Maksimums- konsentrasjon	Dato
<i>Gymnodinium sanguineum</i>	35	21/10
<i>Skeletonema costatum</i>	9,3	3/9
<i>Gyrodinium aureolum</i>	1,2	9/9
<i>Prorocentrum micans</i>	0,7	7/9
<i>Eutreptiella gymnastica</i>	3,3	18/10
Cryptophycé indet.	10	12/9
Flagellat (10 µm) indet.	15	12/9

opprinnelig ble kalt "*Gymnodiniace indet*", men som ble identifisert senere. Den høyeste konsentrasjonen som ble observert av *Gyrodinium aureolum*, 1,2 mill. celler pr. liter, var fra en vannprøve (Kalvøya, Bårumsbassenget, 9/9-74) der det også var 5,0 mill. celler pr. liter av *Gymnodinium sanguineum*. Disse to artene hadde som oftest forskjellig vertikalfordeling, overveiende med *sanguineum* nærmere overflaten enn *aureolum*. En slik situasjon er vist i Figur 1, der fordelingen av de to

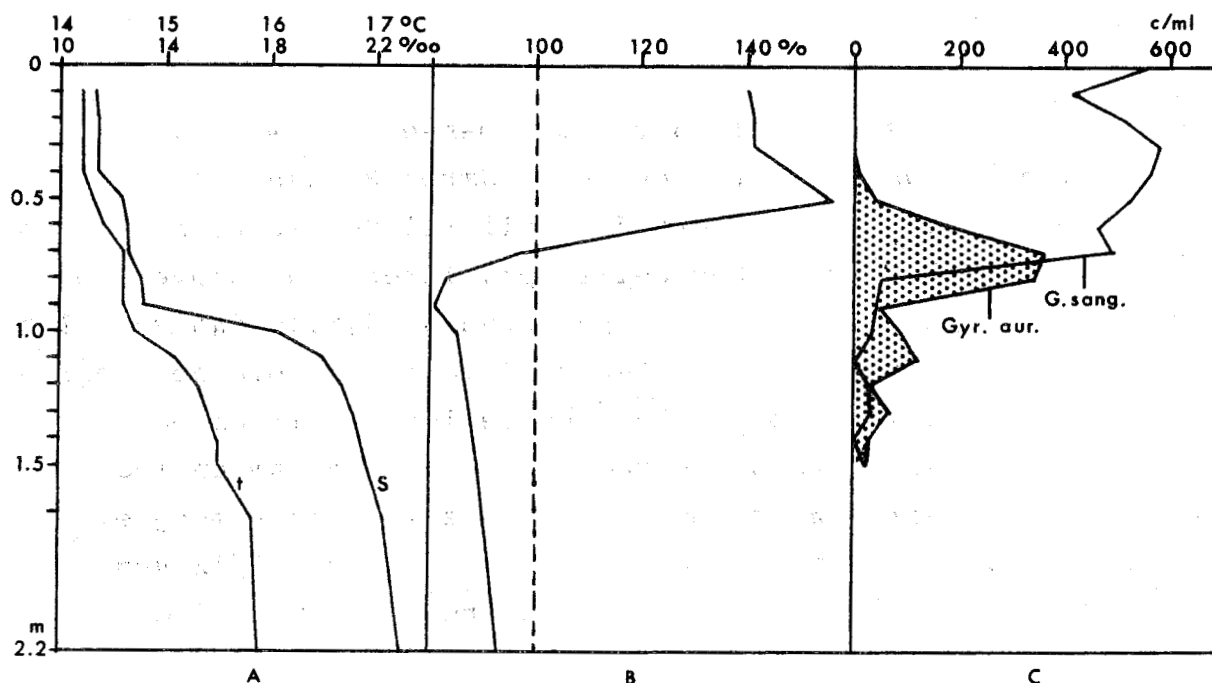


Fig. 1. Vertikalfordelingen av *Gyrodinium aureolum* og *Gymnodinium sanguineum*, samt temperatur, saltholdighet og oksygenmetning ved Høvikodden, Bærum, 18/9-74.

artene ved Høvik (Bærumsbassenget) er gjengitt omtrent på den tiden (18/9) da oppblomstringen av *Gymnodinium sanguineum* kulminerte i de innerste delene av fjorden. Vannet i overflaten var tydelig rødbrunt, og fargen syntes å være omtrent jevnt fordelt i hele Bærumsbassenget. Vannmassen var utpreget lagdelt, med et ca 1 m tykt overflatelag med temperatur 14-15°C og saltholdighet 11-13 ‰. *Gymnodinium sanguineum* var jevnt fordelt i hele dette laget, mens *Gyrodinium aureolum* hadde sitt bestandsmaksimum like over pyknoklinen, i 70-80 cm dyp.

1975

*Gyrodinium aureolum* ble registrert i håvtrekkmateriale i august/september, men kvantitative data foreligger ikke. Dette året var det en mindre oppblomstring av *Heterocapsa triquetra* i juni og en større oppblomstring av *Prorocentrum micans* i havnebassenget i juli (inntil 49 mill. celler pr. liter)<sup>5</sup>.

1976

I oktober/desember 1976 var det masseforekomst av *Gyrodinium aureolum* på kyststrekningen Jæren-Bergen<sup>6</sup>. I Oslofjorden ble arten observert fra juli til desember, men bestanden oversteg ikke 100 000 celler pr. liter i de prøver som er analysert, og misfarget vann på grunn av *Gyrodinium aureolum* ble ikke rapportert. Like utenfor Oslofjorden ble det registrert celletall på opptil 300 000 celler pr. liter om høsten<sup>7</sup>. I Oslofjorden opptrådte arten igjen sammen med *Gymnodinium sanguineum*, med sistnevnte i største mengde. *Gyrodinium aureolum* ble registrert så sent som 8/12 ved Steilene (indre fjord) ved temperaturer ned til 0,5°C.

1977

Etter en større forekomst av *Gonyaulax excavata* i mai/juni, ble det observert misfarget, brunt vann i en del avgrensede lokaliteter i indre fjord i slutten av juli. Misfargingen skyldtes dinoflagellater, overveiende *Gyrodinium aureolum*, *Gymnodinium sanguineum*, *Scrippsiella trochoidea*, *Prorocentrum micans* og *Gonyaulax excavata*. Tabell 2 viser forekomsten av dinoflagellater i Holtekilen i Bærum 27/7 der vannet var kraftig brunfarget. Det var her dominans av *Gyrodinium aureolum* og *Scrippsiella trochoidea*, med celletall på ca 2 mill. celler pr. liter. Figur 2 viser vertikalfordelingen av *Gyrodinium aureolum* og samlet dinoflagellatbestand, samt temperatur, saltholdighet og oksygenmetning. Bestandene var størst over pyknoklinen (0-3 m dyp) der det også var kraftig overmetning av oksygen (opptil 187% O<sub>2</sub>-metning). I 6 m dyp var det omtrent ikke oksygen. I tillegg til ca 20 arter av dinoflagellater ble det registrert et betydelig innslag av ciliater og µ-alger over pyknoklinen, og diatomeer (f.eks. *Nitzschia delicatissima*) og løse coccolitter av kalkflagellaten *Emiliana huxleyi* under pyknoklinen.

Det ble observert ytterligere en oppblomstring av *Gyrodinium aureolum* i oktober/november, med utbredelse over det meste av indre fjord. Figur 3 viser forekomsten i Langvikbukta

Tabell 2

Konsentrasjoner av *Gyrodinium aureolum* og andre dinoflagellater i Holtekilen, Bærum,  
27/7-1977 (celler pr. ml.)

Art	Dyp (m)	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
<i>Gyrodinium aureolum</i>		1722	441	2247	1029	1113	399	273	189	63	126	231
<i>Scrippsiella trochoidea</i>		1680	651	1178	1218	1239	1197	576	378	189	63	105
<i>Gymnodinium sanguineum</i>		42	315	336	189	336	42	21	-	42	42	21
<i>Prorocentrum micans</i>		-	126	168	147	273	105	105	21	21	21	42
<i>Gonyaulax excavata</i>		21	126	189	147	336	84	21	42	21	63	-
<i>Gymnodinium elongatum</i>		63	63	21	42	-	42	105	21	-	42	21
<i>Gymnodinium lohmannii</i>		42	105	63	42	105	-	42	63	21	21	21
<i>Peridinium faeroense</i>		42	42	-	21	42	42	21	-	63	21	21
<i>Ensiculifera</i> sp.		42	-	-	-	42	-	-	-	-	-	-
<i>Protoperidinium bipes</i>		21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oblea baculifera</i>		21	-	-	21	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gonyaulax polyedra</i>		21	-	21	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gonyaulax digitale</i>		-	21	21	21	-	42	21	-	-	-	-
<i>Dinophysis acuminata</i>		-	-	21	-	-	21	-	21	-	-	-
<i>Diplosalis lenticula</i>		-	-	-	21	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oxytoxum</i> cf. <i>variabile</i>		-	-	-	-	21	-	63	-	-	-	21
<i>Ceratium lineatum</i>		-	-	-	-	21	-	-	-	-	-	21
<i>Gymnodinium pseudonociluca</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	42	-	21
<i>Protoperidinium ovatum</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21

- betyr 21 celler pr. ml.



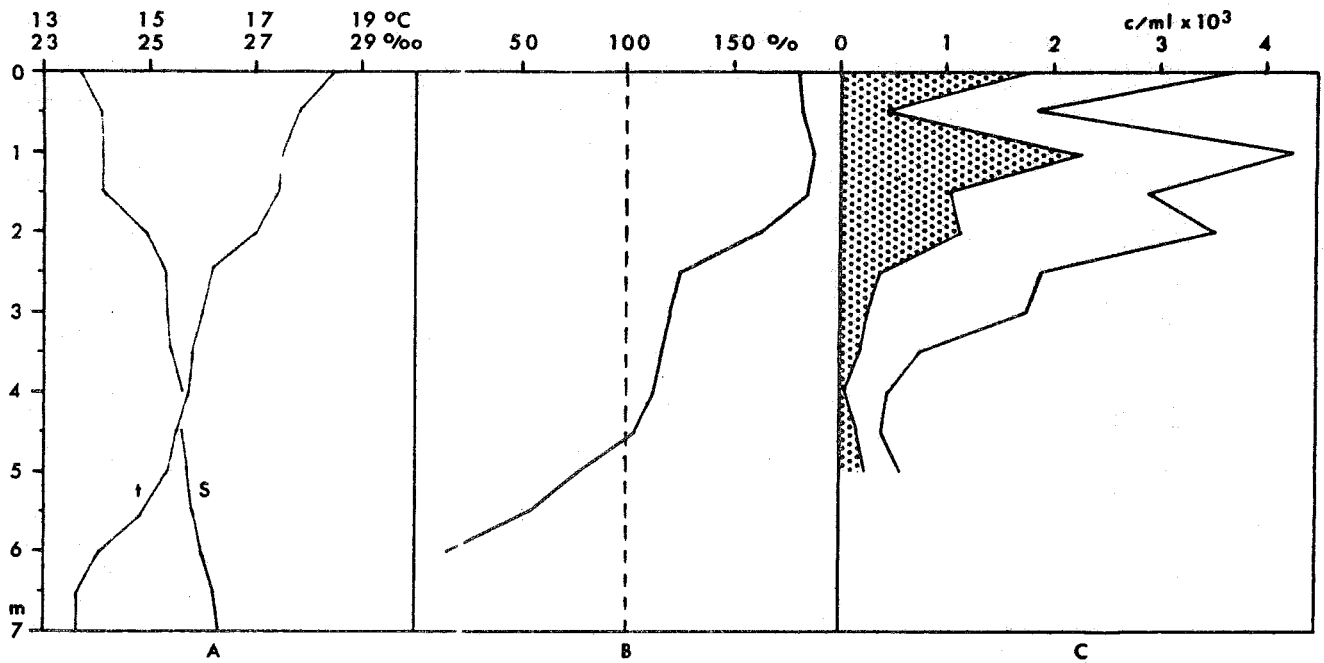


Fig. 2. Vertikalfordelingen i Holtekilen, Bærum, 27/7-77, av: C - *Gyrodinium aureolum* (prikket felt) og samlet dinoflagellatbestand (heltrukket strek), A - temperatur og saltholdighet, og B - oksygenmetning.

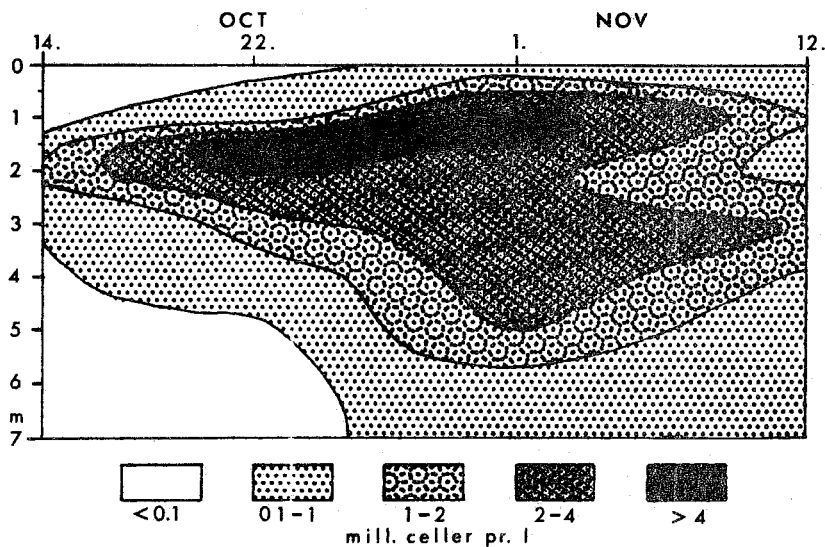


Fig. 3. Forekomsten av *Gyrodinium aureolum* i Langvikbukta, Oslo, fra 14/10 til 12/11 1977.

på Bygdøy. Gjennom det meste av oppblomstringsperioden var bestanden størst i 1-2 m dyp, like under et klart avgrenset brakkvannslag (se Figur 4). Maksimumsbestanden (22/10) var på 5,5 mill. celler pr. liter. Viktige følgearter i denne oppblomstringen var *Skeletonema costatum*, *Gymnodinium sanguineum* og *Ceratium lineatum*. I Langvikbukta var bestanden av *Skeletonema* like stor som bestanden av *Gyrodinium aureolum* i den første fasen av oppblomstringen, men ble etterhvert betydelig mindre (se Figur 5).

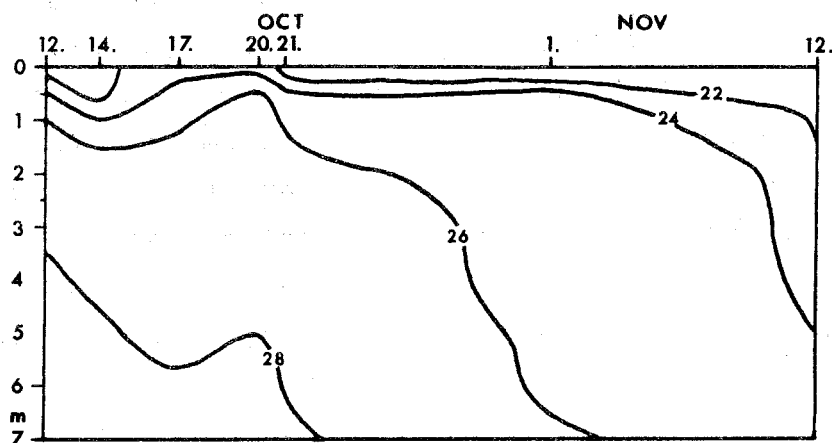


Fig. 4. Saltholdighetsfordelingen i Langvikbukta, Oslo, fra 14/10 til 12/11 1977.

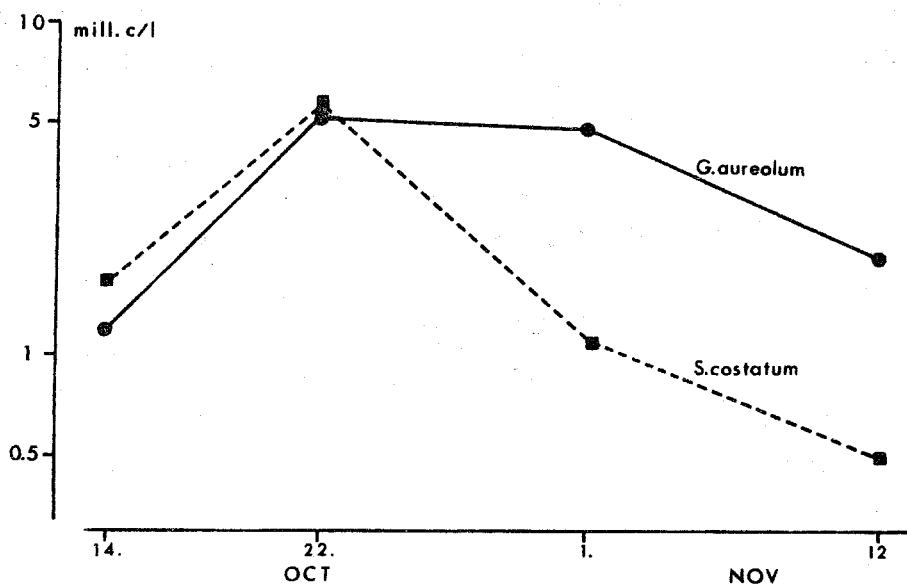


Fig. 5. Maksimumsbestander av *Gyrodinium aureolum* og *Skeletonema costatum* i Langvikbukta, Oslo, fra 14/10 til 12/11 1977.

Det ble innsamlet fire vertikalsekserier av planktonprøver i Langvikbukta 21-22/10 for å etterspore eventuelle vertikale vandringer av *Gyrodinium aureolum*. I alle fall i dette døgnet var vandringsene beskjedne, med bestandsmaksimum nærmere overflaten (1,5 m dyp) om morgenen enn om kvelden (3 m dyp) (se Figur 6).

1978

Det ble registrert misfarget vann i indre fjord ved flere anledninger gjennom våren, sommeren og høsten. *Gyrodinium aureolum* ble registrert i små mengder i håvtrekkmateriale fra juli til november. Misfargingene skyldtes dinoflagellaten *Katodinium rotundatum* i april/mai (maksimumsbestand hele 2883 mill. celler pr. liter 29/4 i Hvervenbukta), en blanding av *Skeletonema costatum* og *Katodinium rotundatum* i mai, *Skeletonema costatum* i juni, kalkflagellaten *Emiliana huxleyi* i august (grønn-blakt vann), og ciliaten *Mesodinium rubrum* (rødt vann) i september. Paasche og Østergren<sup>8</sup> har gjengitt endel opplysninger om noen av disse oppblomstringene.

1979

*Gyrodinium aureolum* ble funnet i indre fjord i mars, i juni-august og i oktober, men stort sett i små mengder, med maksimum 614 000 celler pr. liter i juli. Forekomsten av denne

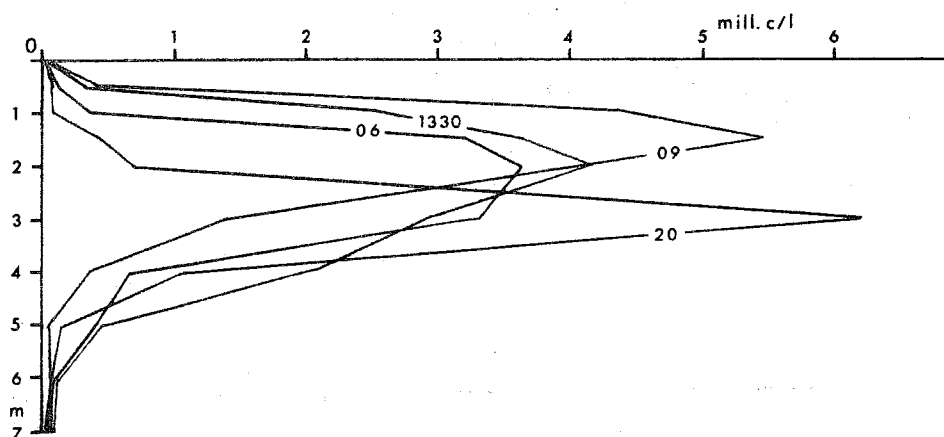


Fig. 6. Vertikalfordelingen av *Gyrodinium aureolum* i Langvikbukta, Oslo, kl. 1330-20-06-09 21-22/10 1977.

arten samt *Gonyaulax excavata*, *Gymnodinium galatheanum* og *Prorocentrum minimum* er vist i Tabell 3.

I 1979 var det en rekke planktonalger som opptrådte i for-

Tabell 3.

Maksimumsbestander av noen potensielt giftige dinoflagellater i indre Oslofjord i 1979. Konsentrasjoner (celler pr. ml.) i overflateprøver (0-2 m) fra Bunnefjorden, havnebassenget, Lysakerfjorden eller Vestfjorden.

Dato	<i>Gonyaulax excavata</i>	<i>Gyrodinium aureolum</i>	<i>Gymnodinium galatheanum</i>	<i>Prorocentrum minimum</i>
Februar 19	-	-	-	-
Mars 23	-	15	-	-
April 10	-	-	150	-
Mai 29	246	-	655	-
Juni 6	33	-	505	-
12	40	104	4419	-
20	5	19	5217	+
Juli 3	15	-	3110	52
9	5	123	6424	59
17	15	286	3519	164
24	15	614	2578	164
August 2	-	74	1964	532
8	1	4	895	327
16	1	2	327	287
22	-	-	41	3233
September 4	-	-	205	696
18	2	-	27	430
Oktober 10	-	6	-	14
24	-	-	-	41
Desember 18	-	-	-	-

-: ikke observert

+: observert, men ikke tellet

holdsvis store mengder i perioden april-oktober. Tangen<sup>9</sup> har oppgitt maksimumsbestander av arter som nådde konsentrasjoner på over 1 mill. celler pr. liter. I alt 21 arter/taxa, derav 6 dinoflagellater, ble registrert i slike konsentrasjoner i indre fjord. Det ble observert misfarget vann i april-mai på grunn av *Katodinium rotundatum* (maksimum 593 mill. celler pr. liter 16/5), av *Gonyaulax excavata* og *Skeletonema costatum* i mai-juni og *Prorocentrum minimum* i august-september. Oppblomstringen av *Prorocentrum minimum* som spesielt berørte ytre fjord, er utførlig beskrevet av Tangen<sup>3</sup>.

1980

*Gyrodinium aureolum* ble registrert i små mengder i hele sommerperioden. Brunt vann i Oslo havnebasseng i begynnelsen av juni skyldtes *Heterocapsa triquetra* og den grønne flagellaten *Pyramimonas* sp., begge i konsentrasjoner på over 100 mill. celler pr. liter på det meste. Store bestander av *Emiliana huxleyi* ga misfarget, grønn-blakt vann i hele indre fjord i juli-august, og en lokal oppblomstring av de store dinoflagellatene *Ceratium furca* og *Ceratium tripos* ga rød-brunt vann i Bunnefjorden i midten av juli; maksimumsbestandene var 11 mill. celler pr. liter (*Ceratium furca*) og 9 mill. celler pr. liter (*Ceratium tripos*).

1981

Også i 1981 ble det registrert flere oppblomstringer og misfarget vann i sommer-høst-perioden. De viktigste artene var *Gymnodinium galatheanum* (i juni), *Prorocentrum minimum* og *Prorocentrum micans* (juli-september) og *Gyrodinium aureolum* (i oktober-november).

*Prorocentrum minimum* hadde i 1981 sin hittil største oppblomstring i nord-europeiske farvann. De største konsentrasjonene ble registrert i indre Oslofjord, med over 100 mill. celler pr. liter i en periode på over en måned i august-september. Også i ytre fjord ble det funnet mye *Prorocentrum minimum*, spesielt i september, altså noe senere enn i indre fjord.

Høsten var preget av en meget omfattende oppblomstring av *Gyrodinium aureolum* etter at forekomsten av *Prorocentrum minimum* kulminerte. Forholdene i ytre Oslofjord, spesielt i Vestfold i oktober er utførlig behandlet av Tangen og Bjørnland<sup>10</sup>. Forekomsten langs kysten ellers, er beskrevet av Dahl et al.<sup>11</sup>. *Gyrodinium aureolum* begynte å gjøre seg gjeldende i indre fjord i begynnelsen av oktober mens oppblomstringen i ytre fjord kulminerte, og de største bestandene i indre fjord ble registrert i slutten av oktober. Dette er en forsinkelse på omtrent 2-3 uker i forhold til kyst- og havområdene utenfor Oslofjorden, og det kan være grunn til å oppfatte forekomstene her som en utløper av den egentlige oppblomstringen, med et næringsgrunnlag fra lokale tilførsler til overflatelagene i indre fjord.

I NIVA's overvåkingsprogram i indre Oslofjord som har pågått siden 1973, har det aldri vært målt så høye klorofyllkonsentrasjoner på de regulære stasjonene som i midten av oktober under denne oppblomstringen<sup>12</sup>. I integrerte prøver (0-2 m dyp) var imidlertid celletallene forholdsvis beskjedne (5 mill. celler pr. liter). Bestanden var utpreget flekkvis fordelt. Endel telleresultater fra indre fjord omkring midten av oktober er vist i Figur 7. Bestanden var minst i Oslo havnebasseng og

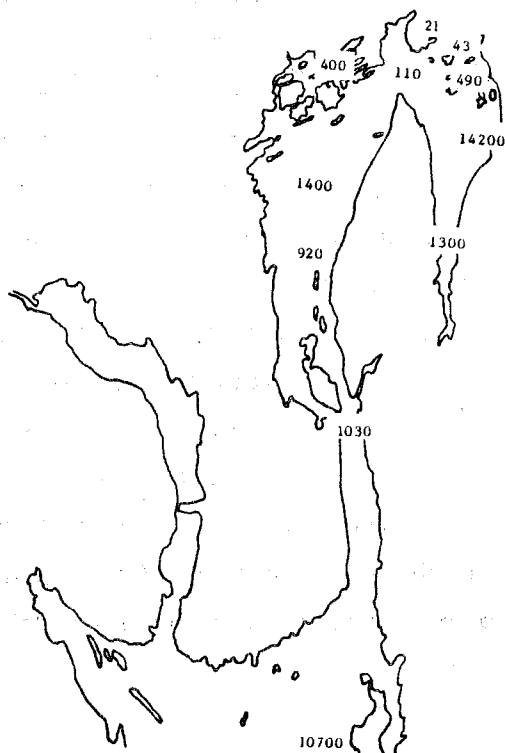


Fig. 7. Konsentrasjoner av *Gyrodinium aureolum* i overflateprøver (0-2 m dyp) fra endel stasjoner i Oslofjorden 19/10-81.

betydelig høyere både i Bunnefjorden og fra Vestfjorden og utover. Ved et tilfelle (Hvervenbukta 19/10) var siktedypet ca 0,5 ved en konsentrasjon av *Gyrodinium aureolum* på 14,2 mill. celler pr. liter samt 0,22 mill. celler pr. liter av den viktigste følgearten (dinoflagellaten *Polykrikos kofoidii*). Også i november ble det observert flak av misfarget brunt vann i indre fjord som skyldtes *Gyrodinium aureolum*.

Ved NIVA's feltstasjon i Drøbaksundet (Solbergstrand) samles det inn daglige planktonprøver fra 0,5 m dyp. Disse prøvene blandes sammen hver uke til en "integriert ukeprøve". Forekomsten i slike prøver høsten 1981 av *Gyrodinium aureolum*, *Ceratium furca*, *Prorocentrum minimum* og *Skeletonema costatum* som var dominerende arter fra september til desember, er vist i Tabell 4. *Gyrodinium aureolum* ble registrert i mengder på over 100 000 celler pr. liter i en periode på nesten 2 måneder fra slutten av september til midten av november. Det var forøvrig i undersøkelsesperioden en veksling i forekomsten av følgearter fra *Ceratium furca* i september, *Prorocentrum minimum* i oktober, til *Skeletonema costatum* i desember. I slutten av oktober var vannet i Drøbaksundet sterkt brunfarget ned til 8-10 m dyp, med et siktedyp på bare ca 1 m i overflaten<sup>13</sup>.

I ytre fjord var misfargingen begrenset til Vestfold og de åpne delene av fjorden den 6. oktober<sup>10</sup>. Innenfor Hvalerøyene og i Singlefjorden ble det denne dagen ikke observert brunt vann på grunn av *Gyrodinium aureolum*. Her var det store forekomster av rød-brunt vann i slutten av september, men dette skyldtes *Prorocentrum minimum*. 9-10/10 var det imidlertid kaffebrunt vann i overflaten i hele dette området, og det ble registrert tildels meget tette bestander av *Gyrodinium aureolum* sammen med forholdsvis mye *Prorocentrum minimum*. Endel telleresultater og klorofyll a-konsentrasjoner er gjengitt i Tabell 5 (stasjonene angitt i Figur 8). Det er åpenbart at det her i løpet av bare et par dager har kommet store mengder *Gyrodinium aureolum* i overflatelagene. Hvorvidt disse bestandene er tilført fra de åpne delene av ytre Oslofjord, eller om de tidligere befant seg på større dyp og således ikke var synlige i overflaten, er ukjent.

Tabell 4

Konsentrasjoner av *Gyrodinium aureolum*, *Ceratium furca*, *Prorocentrum minimum* og *Skeletonema costatum* i integrerte ukeprøver fra Drøbaksundet (Solbergstrand) høsten 1981. (Celler pr. ml.)

Måned	Uke	<i>Ceratium furca</i>	<i>Prorocentrum minimum</i>	<i>Gyrodinium aureolum</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
	36	10	20		
	37				
Sept.	38	10			
	39	90	20	10	
	40	180	220	1180	
	41		40	390	
okt.	42		110	3400	
	43		10	330	180
	44			560	2180
	45			350	130
Nov.	46			290	240
	47		10		
	48				1980
	49				820
	50				480
Des.	51				60
	52				160
	53				90



Tabell 5

Observasjoner i Østfold i august-oktober 1981. Prøvene er inn-samlet av NIVA, og klorofyll er analysert av K. Sørensen, NIVA. Stasjonene er avmerket på Figur 7; klorofyll- og planktonprøver er fra 0,5 m dyp. Planktonkonsentrasjoner er antall celler pr ml.

Stasjon	Dato	Klf. a µg/l	<i>Gyrodinium aureolum</i>	<i>Prorocentrum minimum</i>
Sponvika	15/8		-	141.000
Ramsø	26/9	1,4		
Mørvika	"	15,8		
Øketangen	"	10,8		
Sponvika	"	394	-	6.260
Ramsø	9/10	46,7	1.450	270
Mørvika	"	254	26.100	820
Øketangen	"	230	15.200	700
Angrøt	"		8.300	200
Tisler	"	111	6.300	-
Mørvika	10/10		2.500	1.300
Øketangen	"		5.100	320

-.: ikke observert

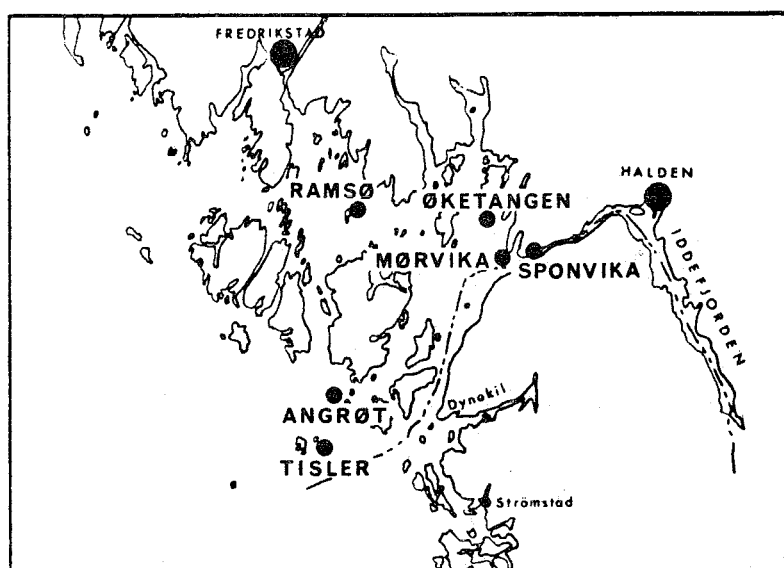


Fig. 8. Stasjoner i Østfold der det ble innsamlet klorofyll- og planktonprøver 1981. (Se Tabell 5).

I siste halvdel av oktober var det store mengder av *Gyrodinium aureolum* i hele Oslofjorden. 19/10 ble det observert følgende konsentrasjoner (mill. celler pr. liter): Hvervenbukta (indre fjord) - 14,2; Drøbak - 1,0; Engelsviken (Østfold) - 1,2. På denne tiden synes de store bestandene å ha forsvunnet fra Vestfoldsidene av fjorden.

1982

I løpet av sommeren og høsten dette året var vannet periodevis brunfarget av dinoflagellater, spesielt *Prorocentrum minimum*, som det var mye av i august september, og *Gymnodinium galatheanum* som det også ble registrert forholdsvis store mengder av i løpet av sommeren.

I indre fjord var det en liten oppblomstring av *Gyrodinium aureolum* (og kiselalgen *Chaetoceros mitra*) i slutten av april. Det ble registrert 100 000 - 400 000 celler pr. liter i 0-4 m dyp ( $t = 7^{\circ}\text{C}$ ,  $S = 20-22$  o/oo) nord for Håøya 27/4. Oppblomstringen synes å ha vært kortvarig.

Arten ble igjen registrert om høsten, og forekomsten i Skagerrak-Kattegat-Norskekysten er behandlet av Dahl og Tangen<sup>15</sup>. I ukeprøvene fra Drøbaksundet var celletallene 30 000 - 40 000 celler pr. liter omkring midten av september, og i håvtrekkmateriale fra Hvitsten 18/9 og 14/10 var det forholdsvis mye *Gyrodinium aureolum*. I motsetning til 1981 ser det ut til at oppblomstringen i 1982 ikke berørte indre fjord innenfor Drøbak.

Fra Drøbaksundet og utover i ytre Oslofjord var det betydelige mengder av *Gyrodinium aureolum* og misfarget, brunt vann i løpet av høsten, og i likhet med tidligere oppblomstringer var fordelingen svært ujevn, slik at forekomsten til enhver tid var avgrenset til mindre områder.

De første rapportene om brunt vann kom fra skjærgården utenfor Tønsberg 31/8. Her hadde dykkere observert brunt vann i 9-10 m dyp et par dager tidligere, og 1/9 kom det nye rapporter om brunt vann mellom 10 og 20 m dyp. Omtrent samtidig observerte dykkere og fiskere brunt vann i og like under overflaten utenfor Telemarkkysten. Disse tilfellene har med stor sannsyn-

lighet vært masseforekomster av *Gyrodinium aureolum*.

4/9 ble det innsamlet planktonprøver fra brunt vann i Sandefjord og Tønsberg og for øvrig endel stasjoner innover fjorden til Holmestrand. Innenfor Tønsbergområdet var det forholdsvis klart vann og lite *Gyrodinium aureolum*. Telleresultatene er gjengitt i Tabell 6. Det var spesielt mye *Gyrodinium aureolum* i Kanalen i Tønsberg der vannet var kraftig misfarget (kaffebrunt) fra ca 3/9 til ca 7/9.

Tabell 6

Forekomst av *Gyrodinium aureolum* og viktige følgearter langs Vestfold-kysten 4/9 1982. Konsentrasjon (celler pr. ml) er maksimum for hver lokalitet (0-5 m dyp).

Lokalitet	<i>Gyrodinium aureolum</i>	Andre viktige arter	
Holmestrand	< 10	<i>Eutreptiella</i>	510
		<i>Prorocentrum minimum</i>	40
Horten	< 10		
Åsgårdstrand	< 10	<i>Prorocentrum micans</i>	20
Husøy v/Tønsberg	60		
Tønsberg	6800	<i>Prorocentrum minimum</i>	20
		<i>Prorocentrum micans</i>	40
		<i>Scrippsiella trochoidea</i>	20
		<i>Gonyaulax grindleyi</i>	10
Budal, Tjøme	310		
Hvasser	120	<i>Prorocentrum minimum</i>	10
Melsomvik	30	<i>Prorocentrum minimum</i>	30
		<i>Scrippsiella trochoidea</i>	20
Sandefjord	1340	<i>Prorocentrum minimum</i>	3560
		<i>Scrippsiella trochoidea</i>	200
		<i>Dinophysis acuminata</i>	20

Vertikalfordelingen av bestanden i Tønsberg og Sandefjord er vist i Tabell 7. Forskjellen mellom de to lokalitetene besto i at bestanden hadde sitt tyngdepunkt dypere i vannmassen i Sandefjord (5-9 m) enn i Tønsberg (overflaten). I Sandefjord var det i tillegg en stor bestand av *Prorocentrum minimum* i 0-5 m dyp, mens i Tønsberg var bestandene av følgearter svært små.

På Østfoldkysten av ytre fjord kom *Gyrodinium aureolum*

Tabell 7

Vertikalfordeling av *Gyrodinium aureolum* og *Prorocentrum minimum* i Tønsberg og Sandefjord 4/9-82 (celler pr. ml.).

Dyp	Tønsberg (kl 1500)	Sandefjord (kl. 1700)	
	<i>Gyrodinium aureolum</i>	<i>Gyrodinium aureolum</i>	<i>Prorocentrum minimum</i>
0	6800	420	3100
1	6000		
2	3120	610	3560
3	2500		
5	3000	1340	2520
9		1200	< 10

senere enn i Vestfold. I to sett av kvantitative prøver fra Singlefjorden-Hvaler-Fredrikstad 6/9 og 21/9 (0,5 m dyp) ble ikke denne arten påvist, mens det var forholdsvis mye *Prorocentrum minimum*. I håvtrekk fra Onsøy-Hankø 26/9 var det imidlertid mye *Gyrodinium aureolum*, men dominans av *Ceratium furca*.

Utover øygarden i Østfold hadde dykkere registrert grumset,

brunt vann i 0-10 m dyp 20/9. Dette bredte seg senere innover i Singlefjorden, og i månedsskiftet september/oktober var det brunfarget overflatevann i området mellom Iddefjorden og Skjebergkilen<sup>16</sup>. I tre kvantitative overflateprøver fra dette området innsamlet noe senere (5/10) da vannet hadde blitt klart igjen (siktedyp 6,5-9,5 m) ble *Gyrodinium aureolum* påvist i bare den ene av prøvene (Morvika, 30 000 celler pr. liter). Det er høyst sannsynlig at det brune vannet i Østfold i månedsskiftet september/oktober skyldtes *Gyrodinium aureolum*, selv om dette er dårlig dokumentert fordi det dessverre ikke ble innsamlet planktonprøver fra det misfargede vannet.

#### KOMMENTARER TIL FOREKOMSTENE I OSLOFJORDEN

Når man ser de mange oppblomstringer av *Gyrodinium aureolum* under ett, er det et par forhold det er grunn til å feste seg ved.

##### 1. Følgearter

Det har vært en påfallende tendens i Oslofjorden til at oppblomstringene ikke bare har omfattet denne arten, men andre arter kan også opptre i store mengder på samme tid. *Gyrodinium aureolum* kan i noen tilfeller være den absolutt dominerende arten i slike oppblomstringer, eller den kan ha en underordnet rolle, slik som i 1974. Dette er forhold som dermed også gjelder for andre arter i Oslofjorden. Store forekomster om sommeren og høsten av dinoflagellater kan her bestå av flere arter fra denne algegruppen, eller være oppblandet med store bestander av andre planktonalger, f.eks. kiselalger, kryptofycéer eller grønne flagellater (se Tabell 1). Den populære oppfatningen av dinoflagellatoppblomstringer ("red tide") som "enalgekulturer" er dermed på langt nær dekkende for Oslofjorden. Imidlertid har oppblomstringene av *Gyrodinium aureolum* i området Norskekysten-Kattegat-Skagerrak i 1966, 1976, 1981 og 1982 samt tilfellene omkring de Britiske øyer, vært nærmest klassiske "red tides" der andre arter har vært av helt under-

ordnet betydning. Det kan være grunn til å tolke dette dithen at mens oppblomstringer i indre Oslofjord har vært en nærmest ren eutrofieringseffekt, har oppblomstringer i åpne farvann hatt et annet grunnlag.

## 2. Vertikalfordeling av bestanden

Et spesielt aspekt ved dinoflagellater, sammenlignet med kiselalger, er at de under oppblomstringssituasjoner er utpreget ujevnt fordelt både horisontalt og vertikalt ("patchiness"). Dette gjelder også i høy grad *Gyrodinium aureolum*.

I Oslofjorden har vertikalfordelingen i hvert eneste tilfelle vært sterkt lagdelt. Det fremgår av Figur 1-3 og 6 samt Tabell 2 at bestanden gjerne er størst i 1-2 m dyp om dagen. Lagdelingen kan i noen tilfeller være like utpreget om natten som om dagen (Figur 6), mens det også er observert at bestanden kan fordele seg jevnt langt nedover i vannmassen om natten<sup>15</sup>. Det er mange observasjoner av positiv fototaxis hos *Gyrodinium aureolum*, dvs. at cellene svømmer mot en lyskilde, f.eks. mot overflaten (mot sollyset) om dagen, mens de uten lysstimulans (i mørke) brer seg mer jevnt nedover i vannsøylen<sup>6, 11, 15</sup>. Det vanlige for *Gyrodinium aureolum* ser ut til å være at bestanden svermer mot overflaten tidlig på formiddagen og igjen brer seg nedover senere på dagen.

*Gyrodinium aureolum* kan ha en påfallende annerledes vertikalfordeling enn andre dinoflagellater. Når denne arten har hatt oppblomstring samtidig med *Gymnodinium sanguineum*, har det vanlige bildet vært at *Gymnodinium sanguineum* har holdt seg helt i overflaten med *Gyrodinium aureolum* dypere i vannmassen. Eksempler på det er vist i Figur 1 fra høsten 1974 og i Tabell 8 som viser situasjonen i oktober 1977. I det siste tilfellet var de to artene nesten totalt adskilt i et overflatesjikt på 5-6 m der det var liten forskjell i temperatur og saltholdighet. Det er mulig av disse fordelingene skyldes at *Gyrodinium aureolum* klarer seg bedre ved lav lysintensitet enn hva tilfellet er for *Gymnodinium sanguineum*.

Det har vært generelt antatt at dinoflagellater ved å vandre opp og ned i vannmassen har en konkurransemessig fordel sammen-

Tabell 8

Vertikalfordeling av *Gyrodinium aureolum* og *Gymnodinium sanguineum*, samt temperatur og saltholdighet i Langvikbukta, Oslo 22/10-77. Data fra en vannsøyle avstengt fra de frie vannmasser med en plastinnhegning (polyetylen). Celler tall (celler pr. ml.) er gjennomsnitt av fire målinger i hvert dyp fra 21/10 til 22/10 (kl. 1330-20-06-09).

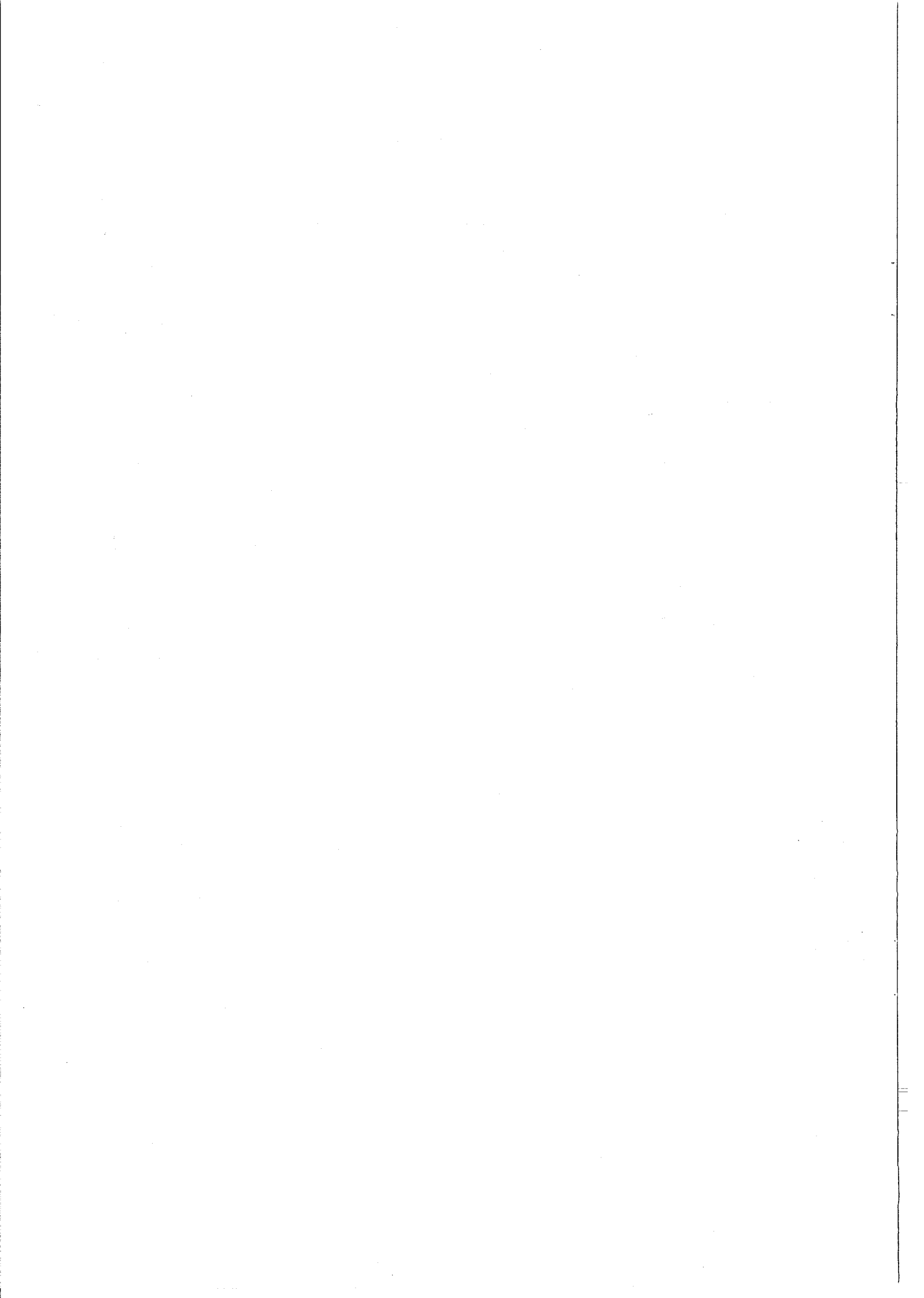
Dyp m	<i>Gyrodinium aureolum</i>	<i>Gymnodinium sanguineum</i>	Saltholdighet ‰	Temperatur °C
0	5	990	24,2	9,2
0,5	13	130	24,5	9,4
1	23	28	25,1	9,6
1,5	73	11	25,7	9,6
2	214	5	26,3	9,7
3	461	4	26,9	9,9
4	268	3	27,5	10,0
5	215	3	27,7	10,1
6	34	3	27,7	10,2
7	13	3	28,3	10,2

lignet med kiselalger og andre planktonalger som ikke har egenbevegelse. Det er vist for enkelte arter at de kan absorbere næring (nitrat) i mørke, f.eks. ved at de svømmer ned til næringsrike vannlag under den produktive sonen, for så å svømme til overflaten om dagen for å utføre aktiv fotosyntese<sup>18, 19</sup>. Hvorvidt dette gjelder også for *Gyrodinium aureolum* kan være noe tvilsomt, i alle fall hva angår nitrogenforbindelser. Denne arten synes ikke å absorbere nitrat og ammonium i mørke, unntatt i situasjoner hvor bestanden har vært sultet på nitrogenforbindelser<sup>14</sup>.

## REFERANSER

- 1 Braarud, T. og Heimdal, B.R. 1970. Brown water on the Norwegian Coast in autumn 1960. *Nytt Mag. Bot.* 17: 91-97.
- 2 Tangen, K. 1982. Oppblomstring av dinoflagellaten *Gyrodinium aureolum*. *Fiskets Gang* 13: 399-403.
- 3 Tangen, K. 1980. Brunt vann i Oslofjorden i september 1979, forårsaket av den toksiske *Prorocentrum minimum* og andre dinoflagellater. *Blyttia* 38: 145-158.
- 4 Tangen, K. 1976. Planteplanktonundersøkelser i 1974. In: Bokn, T., Källquist, T. og Magnusson, J. (Editors), *Undersøkelse av hydrografiske og biologiske forhold i indre Oslofjord. Overvåkingsprogram. Årsrapport 1974.* Norsk Institutt for Vannforskning, Oslo, pp. 88-106.
- 5 Johannessen, T. 1978. Primærproduksjonen på to stasjoner i indre Oslofjord (Langviksbukta og Nakkholmen). Hovedfagsoppgave i marin botanikk, Universitetet i Oslo.
- 6 Tangen, K. 1977. Blooms of *Gyrodinium aureolum* (Dinophyceae) in north European waters, accompanied by mortality in marine organisms. *Sarsia* 63: 123-133.
- 7 Dahl, E. Statens Biologiske Stasjon Flødevigen, Arendal, personlig opplysning.
- 8 Paasche, E. og Østergren, I. 1980. The annual cycle of plankton diatom growth and silicate production in the inner Oslofjord. *Limnol. Oceanogr.* 25: 481-494.
- 9 Tangen, K. 1981. Planktonalger i overflatevannet. In: Magnusson, J. (Editor), *Undersøkelse av hydrografiske og biologiske forhold i indre Oslofjord. Overvåkingsprogram. Årsrapport 1980.* Norsk Institutt for Vannforskning, Oslo, pp. 43-49.
- 10 Tangen, I. og Bjørnland, T. 1983. *Gyrodinium aureolum* høsten 1981. Observasjoner i Oslofjorden i oktober. I denne samlerrapporten.
- 11 Dahl, E., Danielssen, D.S. og Bøhle, B. 1982. Mass occurrence of *Gyrodinium aureolum* Hulburt and fish mortality along the southern coast of Norway in September-October 1981. *Flødevigen Rapportser.* 4: 1-15.
- 12 Källquist, T. 1982. Siktedyp, klorofyll og planteplankton. Overvåking av Forurensningssituasjonen 1981. Norsk Institutt for Vannforskning, rapport nr. 46/82: 52-58.
- 13 Christie, H. Universitetet i Oslo, personlig opplysning.
- 14 Paasche, E., Bryceson, I. og Tangen K. 1984. Interspecific variation in dark nitrogen uptake by dinoflagellates. *J. Phycol.* 20: 394-401.
- 15 Dahl, E. og Tangen, K. 1983. Forekomsten av *Gyrodinium aureolum* høsten 1982. *Norsk Fiskeoppdrett* 8: 17-19.
- 16 Flingtorp, A. Norsk Institutt for Vannforskning, personlig opplysning.
- 17 Steidinger, K.A. og Haddad, K. 1981. Biological and hydrographic aspects of red tides. *Bio.Science* 31: 814-819.
- 18 Eppley, R.W., Holm-Hansen, D. og Strickland, J.D.H. 1968. Some observations on the vertical migration of dinoflagellates. *J. Phycol.* 4: 333-340.
- 19 Harrison, W.G. 1976. Nitrate metabolism of the red tide dinoflagellate *Gonyaulax polyedra* Stein. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 21: 199-209.





*GYRODINIUM AUREOLUM* HØSTEN 1981. OBSERVASJONER I OSLOFJORDEN I OKTOBER \*

Karl Tangen<sup>1)</sup> og Terje Bjørnland<sup>2)</sup>

1) Biologisk Stasjon, Universitetet i Trondheim, 7000 TRONDHEIM

2) Biologisk Institutt, Universitetet i Oslo, Blindern, OSLO 3

Ved medvirkning fra Statens forurensningstilsyn ble det skaffet tilveie midler til et tokt med sjøfly over Oslofjorden og kystfarvannet utenfor. Formålet var å undersøke utbredelsen av brunt vann på grunn av algeoppblomstring i dette området. Tøktet ble gjennomført tirsdag 6.10 og hadde en varighet på ca. tre timer. Et seks-seters sjøfly fra A/S Helikopterservice ble benyttet. Vindforholdene var så gunstige at det var mulig å lande på utvalgte lokaliteter og samle inn planktonalgeprøver direkte fra flyet. Underveis ble det gjort observasjoner fra luften av forhold som kunne tenkes å ha sammenheng med algeforekomstene, spesielt vannfarge og ujevne fordelinger av misfarget vann. Vannfargen i Oslofjorden er i alminnelighet grønnblå på denne tiden av året.

Deltagere: Morten Svelle, Statens forurensningstilsyn

Karl Tangen, Avd. for marin botanikk, Univ. i Oslo

Terje Bjørnland, - " - - " -

Øystein Grue, Aftenposten

Dagen etter, onsdag 7.10, ble det samlet inn kvantitative planktonalgeprøver fra en rekke lokaliteter langs kysten av Vestfold på strekningen Hvasser-Sandebukta. Det ble dessuten brakt med utstyr (kontinuerlig sentrifuge, håver med forskjellig maskevidde, etc.) med sikte på å samle inn større mengder algemateriale til biokjemiske undersøkelser (pigmenter, toksiner). Turen ble gjort med bil med Tangen og Bjørnland som deltagere.

\* Bidrag nr. 237 fra Trondhjem Biologiske Stasjon, 7000 Trondheim, Norge.

## OBSERVASJONER FRA LUFTEN

Ruten for flyturen er vist i Fig. 1, der også lokalitetene der det ble innsamlet vannprøver er avmerket (nummerert fra 1 til 4). Turen gikk fra Fornebu og ut indre Oslofjord, deretter over kysten av Vestfold, østover over ytre Oslofjord på høyde med Færder fyr, over kysten av Østfold, inkludert Singlefjorden, innover Oslofjorden og Mossesundet, over de ytre delene av Bunnefjorden, før turen ble avsluttet ved Fornebu. Fordelingen av brunt vann, slik den fortonet seg fra flyet, er vist i Fig. 2. Observasjonene er oppsummert nedenfor: stedsangivelsene med tallbetegnelse refererer til kartet i Fig. 3.

I det meste av indre fjord innenfor Drøbak var vannet blågrønt. Imidlertid var det et tydelig avgrenset flak med brunt vann sør for Steilene (1-2). Mot vest falt grensen for flaket sammen med en smal, langstrakt skumrand. På tilbaketur var dette flaket av misfarget vann omtrent borte. I Drøbaksundet (3) var det langsgående felter med vekselvis blågrønt og brunt vann og et spesielt kraftig brunfarget felt langs Hurumlandet ved Tofte. En skumrand i retning SV-NØ ved Mølen (4) markerte en grense mellom blågrønt vann i de nordlige delene av Breiangen og Sandebukta og kraftig brunt vann sør for Mølen. Også rundt Horten (5) var det kraftig brunfarget vann. Bortsett fra et flak med kaffebrunt vann sør for Slagen (6) var de åpne delene av ytre fjord jevnt, men ikke kraftig brunfarget. I åpent farvann utenfor Færder (15), f.eks. Larviksfjorden (13), Tønsbergfjorden (14) og sør for Hvaler (16) syntes misfargingen å være noe kraftigere. En rekke steder innenskjærs var det utpreget kaffebrunt vann i avgrensede områder: i Vestfold: ved Husøy (7), Melsomvik (9), mellom Veierland og Vrengensundet (10), Sandefjord havn (11), Viksfjord (12); i Østfold: Krokstadfjorden (19), spesielt like nord for utløpet, ved Rørvik.

Både i Træla ved Tønsberg (8) og Singlefjorden i Østfold spesielt mellom Kråkerøy og Kjerkøya (17) var vannet misfarget, men til forskjell fra de andre stedene var vannet her gulgrått blakket. Dette sjiktet var svært tynt og begrenset til overflaten. En mørk stripe i kjølvannet etter små og større båter skyldtes at det grumsede overflatelaget ble skjøvet tilside. Vi



Fig. 1. Kart som viser ruten for flytoktet over Oslofjorden og kysten av Vestfold og Østfold 6. oktober 1981 (heltrukket linje med piler). Steder der det ble innsamlet vannprøver fra flyet er nummerert fra 1 til 4.



Fig. 2. Oversikt over misfarget brunt vann (prikkede områder). Svarte felt angir områder med spesielt kraftig misfarging.



Fig. 3. Oversikt over steder som er spesielt nevnt i teksten, med tallreferanse.

gikk ned og tok en vannprøve fra overflaten ved Kjøkøya; denne prøven viste at misfargingen her skyldtes hovedsakelig mineralpartikler, og plankton ble ikke funnet ved mikroskopering av prøven. Tilsvarende prøver fra de indre og ytre delene av Træla viste det samme, og det er nærliggende å tro at disse misfargingene skyldtes ferskvannstilførsler med mye slam etter de store nedbørsmengdene i tiden før flytoktet ble gjennomført.

Langs land på østsiden av ytre Oslofjord var brunfargingen av vannet mindre utpreget enn i de sentrale delene av fjorden, f.eks. ved Hankø og Rauer (19) og deler av Mossesundet (20) og sør for Jeløya der vannet var blågrønt. Ved Nesoddtangen (21) var det et flak av rødbrunt vann som vi ikke hadde sett tre timer tidligere.

Flyturen ble gjort midt i en hektisk periode av brislingfisket i ytre Oslofjord, og vi kunne se en rekke fiskebruk i aktivitet med opptaking av fisk og en rekke låssatte steng i området Hvasser-Tjøme og ved Slagen. Mange av stengene sto i vannmasser som var sterkt misfarget. Over noen få av stengene var det svært mange måker, mens det ved steng like ved ikke fantes fugl.

Vannprøvene som ble innsamlet fra flyet (Fig. 1), ble analysert i mikroskop, og planktonbestandene ble tallet i Palmer-Maloney tellekammer (0,1 ml). Resultater:

Prøve 1: Træla, Tønsberg - Mange partikler. Ingen celler

Prøve 2: Vestfjorden, Tønsberg - Mange partikler. Ingen celler

Prøve 4: Kjøkøya ved Kråkerøy - Mange partikler. Ingen celler

Prøve 3: Sandefjord havn

<i>Gyrodinium aureolum</i>	5,22·10 <sup>6</sup>	celler pr. liter
<i>Prorocentrum minimum</i>	120·10 <sup>3</sup>	celler pr. liter
" <i>micans</i>	80·10 <sup>3</sup>	celler pr. liter
<i>Ceratium lineatum</i>	20·10 <sup>3</sup>	celler pr. liter

#### OBSERVASJONER OG MATERIALE INNSAMLET FRA LAND

Innsamlingen av prøver fra land langs Vestfold-kysten dagen etter flytoktet, ble utført for å få en bekreftelse på at misfargingen av vannet stort sett skyldtes store planktonalgebestander. På bakgrunn av at det hadde vært store bestander av

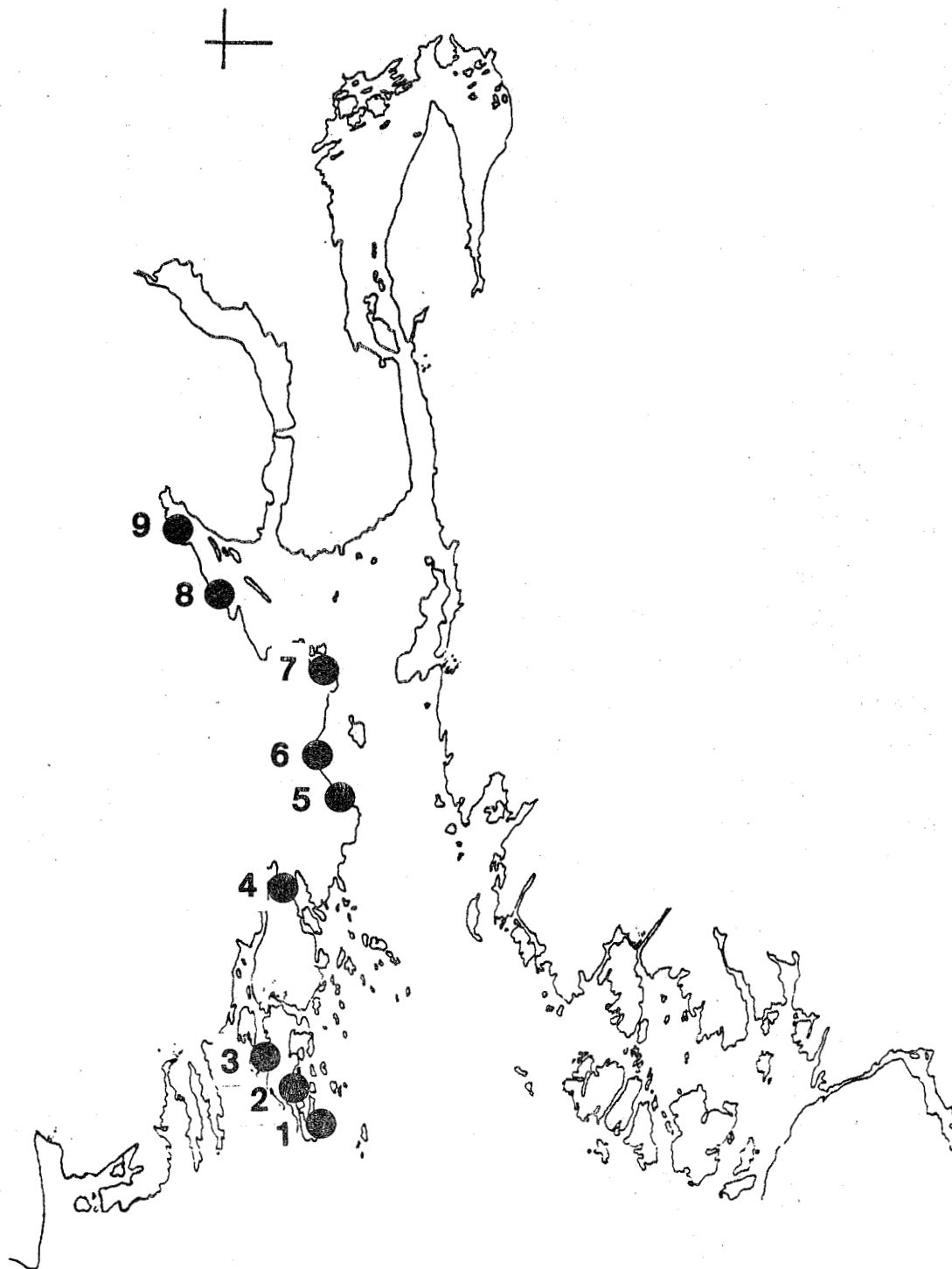


Fig. 4. Lokalteter langs kysten av Vestfold der det ble inn-samlet overflatevannprøver 7. oktober 1981.



dinoflagellaten *Prorocentrum minimum* både i indre Oslofjord og i Østfold i august-september, var det dessuten av interesse å sammenlikne konsentrasjonene av denne arten og *Gyrodinium aureolum* i de ytre delene av Oslofjorden.

Prøvene ble innsamlet fra overflaten (0-0,5 m) og kloss inn-til land, på strekningen fra Hvasser i sør til Sandebukta i nord (Fig. 4). Bortsett fra de to nordligste lokalitetene, Holmestrand og Sandebukta, ble alle prøvene tatt på steder som var kraftig misfarget dagen før. Imidlertid hadde det vært kraftig og vedvarende vind siden kvelden før, og ifølge folk vi snakket med, hadde vannet vært mye mer "grumset" tidligere. Det kunne derfor være rimelig å tro at konsentrasjonene av planktonalger hadde vært betydelig større før våre prøver ble innsamlet. Ved Sandøysund på Hvasser der det var et siktedyp på 3-4 meter da vi samlet inn vannprøver, hadde vannet etter sigende vært så grumset dagen før at "det var ikke mulig å se bunnen i en bønne med sjøvann".

Analyseresultatene er sammenstilt i Tabell 1. Det fremgår at bestanden av *Gyrodinium aureolum* fortsatt var stor, med celler på opptil 7,5 millioner celler pr. liter ved Tjøme. Nord for Tønsberg var bestandene meget beskjedne. Dette kan ha sammenheng med to forhold, a) transport av overflatevann og dermed store bestander av alger ut fra kysten i den sterke fra-landsvinden, og b) at bestanden av dinoflagellater hadde vandret nedover i vannmassen; det ble observert ved Arendal at *Gyrodinium aureolum* fordelte seg nedover mot større dyp om ettermiddagen og natten. Prøvene fra området nord for Tønsberg ble innsamlet sent på ettermiddagen.

Det fremgår videre av Tabell I at *Prorocentrum minimum* ble observert på mange av lokalitetene, men bare i sporkonsentrasjoner. Andre følgearter er oppført i tabellen. Alt i alt var det slik at der vannet var misfarget, var det store bestander av *Gyrodinium aureolum*, mens alle andre arter forekom i små mengder. Et unntak fra dette mønsteret var Træla ved Tønsberg der *Gyrodinium aureolum* såvidt var representert, mens misfarging av vannet skyldtes partikler, en bekreftelse på prøvene som ble innsamlet dagen før fra fly.

Det ble ikke mulig å samle algemateriale til biokjemiske ana-

Tabell 1

Konsentrasjoner av *Gyrodinium aureolum* og *Prorocentrum minimum* i overflateprøver fra Vestfold 7/10-81. Tallet i Palmer-Maloney-kammer (0,1 ml). Minustegn (-) betyr at arten ikke ble observert i tellekammeret. Lokalitetenene er angitt i Fig. 4

Lokalitet	<i>G. aureolum</i>	<i>P. minimum</i>
Prøve 1 Hvasser	5,9 mill/l	0,01 mill/l
" 2 Røssesund	2,1 "	-
" 3 Budal, Tjøme	7,5 "	0,01 "
" 4 Træla, Tønsberg	0,12 "	0,03 "
" 5 Slagentangen	-	-
" 6 Åsgårdstrand	0,03 "	-
" 7 Horten	0,03 "	-
" 8 Holmestrand	0,04 "	0,02 "
" 9 Sandebukta	-	0,05 "

Følgearter: *Prorocentrum micans*, *Ceratium furca*, *Ceratium fusus*, *Protoperidinium steinii*, *Heterocapsa triquetra*, *Gymnodinium galatheanum*, *Gyrodinium spirale*, *Distephanus speculum*, *Skeletonema costatum*

lyser, tildels fordi bestandene ikke var tilstrekkelig store. Dessuten viste utstyret seg å være utilstrekkelig; på et par aktuelle steder var det ikke mulig å få elektrisitet til den kontinuerlige sentrifugen, og de medbrakte håvdukene som skulle brukes til fraksjonering, viste seg å være for grovmaskede.

#### KONKLUSJON

Flytoktet viste at store deler av Oslofjorden og kysten av Vestfold og Østfold var preget av misfarget brunt vann den 6. oktober. Innenskjærs farvann i Vestfold var mer utsatt enn innenskjærs farvann i Østfold. Misfargingen kunne lokalt være svært ujevnt fordelt. Forhold ved overflatevannet (skumrender) ved grensene av brunt vann, kunne tyde på at fordelingen av brunt vann hadde sammenheng med hydrografiske "fronter". Fenomenene var lette å observere fra fly ved de aktuelle værforhold; imidlertid ble observasjonene noe hemmet av et noen av flyvindene hadde farget (blågrønt) glass. Mangel på fjernanalyse-utstyr som er utviklet for å brukes fra fly (til måling av pigmenter og temperatur) gjorde at misfargingen ikke kunne kvantifiseres eller kartlegges i detalj eller sammenholdes med de aktuelle hydrografiske forhold.

Planktonprøver fra misfarget vann viste at brunt vann skyldtes store bestander av dinoflagellaten *Gyrodinium aureolum*, mens annen misfarging skyldtes store mengder dødt materiale (mineralpartikler) som sannsynligvis var skylt ut i sjøen fra land. Det ble observert en rekke brislingsteng i områder med brunt vann.

OBSERVATIONER KRING DEN KRAFTIGA PLANKTONBLOMNINGEN I SKAGERRAK  
I OKTOBER 1981

Bertil Rex och Maud Rex

Tjärnö 2785, S-452 00 STRÖMSTAD SVERIGE

Detta är en dokumentation av förhållandena i norra Bohuslän på den svenska västkusten under och strax före och strax efter den kraftiga planktonblomningen i Skagerrak i oktober 1981.

Salthaltsvärdena i Tabell 1 har bestämts av Oceanografiska Institutionen i Göteborg. Övriga data har tagits fram vid Tjärnö Marinbiologiska Laboratorium.

METEOROLOGISKA OCH HYDROLOGISKA OBSERVATIONER OMEDELBART FÖRE  
BLOMNINGEN.

Perioden 1/8-20/9 föll endast 17,9 mm regn i Tjärnölaboratoriets nederbördsmätare. (Normalt faller i Strömstad 81 mm i augusti och 78 mm i september.) Under september månads sista 11 dagar föll hela 52,9 mm och - den 1/10 kom larm om fiskdöd och kraftigt brunfärgat vatten från flera platser i Skagerrak.

Perioden 10-20 september blåste i huvudsak frånlandsvindar och den 19 och 20 var de av kulingstyrka. Salthalten på 1 m djup vid Tjärnölaboratoriets brygga var låg under hela perioden, endast omkring 20 o/oo. (Vi gör enklare salthaltsmätningar nästan varje dag.) Kombinationen frånlandsvind och låg salthalt förbryllar oss något. En tanke är att havsvattnet - trots torkan i vårt område - utgjordes av en blandning av regnvatten/flodvatten och salt "upwelling"-vatten - en perfekt grogrund för planktonalger. Den 23 september märkte vi en tydlig brunfärgning av vattnet vid Tjärnölaboratoriets brygga. Planktonblomningen hade startat.

## HÄNDELSEUTVECKLING OCH UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR.

Den 11/9 gjorde vi en rutinkontroll av Kosterfjorden (RUKO). Vi gör sådana rutinkontroller var 14:de dag (knappt) och mäter då siktdjupet, tar vattenprover för bestämning av salthalt, temperatur, syrehalt, växtplanktonsammansättning, klorofyll- och karotenoidhalt. Provtagningsdjupen är 0, 5, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 150 och 200 m. Vidare antecknar vi vädret och anmärkningsvärda biologiska iakttagelser. Prover för växtplanktonsammansättningen tas endast på 0 m och prover för pigment-sammansättningen tas ej på 75, 100, 150 och 200 m. Vid detta provtagningsstillfälle var siktdjupet 13 m och inget onormalt antecknades.

Den 1/10 då larmet gick togs ett håvplanktonprov. Provet dominerades fullständigt av dinoflagellater. Den rikligaste förekommande arten var *Ceratium furca*. *Prorocentrum micans* och *Gyrodinium aureolum* var vanliga. Provet var artrikt, men inga andra arter förekom i större mängder. Diatoméer förekom praktiskt taget inte alls i provet.

Den 2/10 var det åter dags för RUKO. Med anledning av den kraftiga planktonblomningen utökades RUKO-programmet med planktonprovtagning även på 2,5, 5, 10, 20 och 30 m. Även i Havstenssund och i Fjällbackafjorden togs växtplanktonprover i ytvattnet.

Prover togs sedan i Kosterfjorden var tredje eller var fjärde dag fram till den 16/10 då planktonblomningen i stort sett var över. Vid dessa provtagningar följdes RUKO-programmet. Prover togs dock ej längre ned än till 50 m. Ordinarie RUKO-provtagning gjordes sedan den 9/11.

5/10: 5-10 odlade regnbågslaxar dog i fiskodlingen vid Lindholmen. De döda fiskarna hade slemmiga gälar, var uppblåsta och flöt som korkar. Siktdjupet vid kassen var 1,9 m. Inga onormala syrevärden uppmättes. - Siktdjupet i Kosterfjorden var 2,0 m och vid laboratoriets brygga 0,9 m.

6/10: Småfisk, mest torsk, gick slöa och döende i ytan i Tjärnöviken. Även flera döda småfiskar hittades trots den dåliga sikten i det Coca-Cola-färgade vattnet. Trutarna kalasade på den döende fisken. 1000 kg död ål togs upp ur sumpar på

Lindholmen. Dagen var solig och stilla. På eftermiddagen startades en dygnsmätning av syre med direktregistrerande instrument. Avsikten var att utvärdera om syrehalten sjönk under natten.

9/10: Drivor med döda havsborstmaskar (*Nereis*) hittades ute i en sydvänd vik på Saltö. Där hittades också stora mängder döda hjärtmusslor (*Cardium*).

14/10: Havsborstmaskarna på Saltö var borta (uppätta?). Strax under normalvattennivån låg drivor med *Cardium*. Musslorna hade mjukdelarna kvar och skalens sårade några millimeter. 3 hästmusslor (*Modiolus*) skrapades upp från 10-20 m djup. Två hade helt nyligen tömts på sitt innehåll, den tredje var öppen men hade mjukdelarna kvar. Den luktade förskräckligt illa.

15/10: Det luktade svavelväte i de grunda vikarna mellan Daftö och Öddö (innanför Tjärnö).

16/10: En markant förbättring. Siktdjupet uppmättes till 6,0 m.

#### RESULTAT OCH KOMMENTARER

Salthalt. (Tabell 1) Salthalterna var anmärkningsvärt låga under de tre veckor som föregick blomningen och under hela blomningsperioden. Algmassorna "försvann" samtidigt som salthalterna blev normala för området.

Tabell 1

Salthalter (o/oo - bestämda med en Plessey labsalinometer)

Datum	11/9	2/10	6/10	9/10	13/10	16/10	9/11
0 m	22,97	23,11	23	22,6	23,14	25,73	32,86
5 m	23,01	23,66	23	22,83	27,54	28,63	33,01
10 m	24,11	24,2	23,34	23,11	29,07	29,98	33,71
20 m	29,82	27,84	25,44	28,19	29,57	31,91	33,88
30 m	32,11	30,09	31	31,65	30,81	32,39	33,91
50 m	33,85	32,38	32	32,76	32,39	32,76	34,16

Temperatur. (Tabell 2) Värdena visar små variationer i vertikalled. Under de 14 dagar då blomningen var som kraftigast sjönk temperaturen i ytan från relativt höga 13,7° ned till 11,1°.

Tabell 2

Temperaturvärden (°C - mätt med termometer)

Datum	11/9	2/10	6/10	9/10	13/10	16/10	9/11
0 m	15,3	13,7	13,3	12,5	11,9	11,1	10,4
5 m	15,5	13,9	13,3	12,5	12,9	13,1	10,3
10 m	15,5	14,0	13,4	12,9	12,3	13,5	11,5
20 m	14,5	14,2	13,8	13,7	13,2	13,7	11,7
30 m	13,1	14,3	13,9	14,0	13,7	13,8	11,6
50 m	10,2	13,7	12,8	13,5	13,7	13,6	11,4

Syrehalt. (Tabell 3) Värdena i ytan var höga eller mycket höga. Mättnadsvärdet för vattnet på 0 m djup den 13/10 blir hela 162%! Längre ned var syrevärdena normala.

Tabell 3

Syrevärden (mg/liter - Winkleranalys)

Datum	11/9	2/10	6/10	9/10	13/10	16/10	9/11
0 m	9,0	9,9	10,6	10,1	15,1	10,4	8,2
5 m	8,6	9,7	10,2	9,3	8,7	8,1	8,1
10 m	7,9	9,3	9,0	9,4	8,3	7,7	7,5
20 m	8,0	8,7	8,8	8,0	8,1	7,3	7,7
30 m	6,1	8,5	7,7	7,6	7,6	7,2	7,7
50 m	6,2	7,4	6,7	7,1	7,0	6,8	7,7

Tabell 4

Antal celler/ml den 2/10.

	FJÄLLBACKA- FJORDEN	HAVSTENS- SUND	KOSTER- FJORDEN		10 m	15 m	20 m	30 m	
	0 m	0 m	0 m	2,5 m					
DINOPHYCEAE									
<i>Ceratium furca</i>	1	18	7	15	9	8	7	6	7
<i>C. fusus</i>	1			7	2	6	4	3	1
<i>C. lineatum</i>	4		1	4		1			
<i>C. tripos</i>	4	2	2	3		5	1	3	
<i>Dinophysis norvegica</i>			3	3	3	2	2		
<i>Gyrodinium aureolum</i>	1.514	1.072	2.376	2.939	1.507	2.813	1.490	750	452
<i>Heterocapsa triquetra</i>									1
<i>Minuscula bipes</i>									1
<i>Peridinium divergens</i>		1						1	
<i>Prorocentrum micans</i>	4	11	1	7	5	4	3	1	1
BACILLARIOPHYCEAE									
<i>Cerataulina bergonii</i>	25	7	18	29	36	16	15	28	25
<i>Chaetoceros</i> spp.	13			13	23	15	16	5	7
<i>Ditylum brightwellii</i>	1	1	1	1	1	1	1	3	
<i>Eucampia zodiacus</i>				8					
<i>Guinardia flaccida</i>	3	3	1		1		1	2	
<i>Leptocylindrus danicus</i>	6	4	4		3	2		3	3
<i>Nitzschia closterium</i>	3		2	3	1	2	1		2
<i>Rhizosolenia setigera</i>	1		2		2		1	2	1
<i>Skeletonema costatum</i>	18		5	16	27	11	23	30	24
<i>Thalassionema nitzschioides</i>			10		5	13	6	11	
<i>Thalassiosira</i> spp.						4		2	
CHRYSOPHYCEAE									
<i>Distephanus speculum</i>	8	9	10	8	6	4	4	5	4
% Gyr. aur. av tot. cellantal.	94	95	97	96	98	97	95	88	86



Tabell 5

Antal celler/ml i ytvattnet i Kosterfjorden den 2/10,  
9/10, 13/10 och 16/10

	2/10	9/10	13/10	16/10
<b>DINOPHYCEAE</b>				
<i>Ceratium furca</i>	7	7	22	14
<i>C. fusus</i>		7	8	1
<i>C. lineatum</i>	1		7	1
<i>C. tripos</i>	2	3	2	
<i>Dinophysis norvegica</i>	3	4	1	
<i>Gyrodinium aureolum</i>	2.376	3.645	4.500	921
<i>Heterocapsa triquetra</i>		1		
<i>Minuscula bipes</i>				
<i>Peridinium divergens</i>		2		2
<i>Prorocentrum micans</i>	1		8	3
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>				
<i>Cerataulina bergonii</i>	18	61	24	7
<i>Chaetoceros</i> spp.		1		1
<i>Ditylum brightwellii</i>	1	1		1
<i>Eucampia zodiacus</i>				
<i>Guinardia flaccida</i>	1	2		
<i>Leptocylindrus danicus</i>	4		2	
<i>Nitzschia closterium</i>	2	1	2	1
<i>Rhizosolenia setigera</i>	2			
<i>Skeletonema costatum</i>	5	19	15	21
<i>Thalassionema nitzchioides</i>	10	9	9	
<i>Thalassiosira</i> spp.		4		
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>				
<i>Distephanus speculum</i>	10	9	5	3
% Gyr. aur. av tot. cellantal.	97	97	98	94

Tabell 6

Klorofyll- och karotenoidvärden. (Spektrofotometermetod. Parsons och Stricklands formler.) Karotenoidvärdena är givna i m-SPU (= milli-Specifik Plant Units)/m<sup>3</sup>. Det vänstra värdet gäller vid dominans av CHLORO eller CYANOPHYTA, det högre när CHRYSO- eller PYRROPHYTA dominerar. - För våra värden gäller tveklöst det högra värdet.

1981-09-11

Djup m	Chl.A mg/m <sup>3</sup>	Chl.B mg/m <sup>3</sup>	Chl.C mg/m <sup>3</sup>	Chl.TOT mg/m <sup>3</sup>	Karoten. m-SPU/m <sup>3</sup>
0	.22	.08	.29	.59	.14 - .35
5	1.36	.46	1.47	3.29	1.1 - 2.75
10	1.03	.45	.94	2.42	.88 - 2.2
20	.54	.21	.46	1.22	.5 - 1.25
30	.22	.80	.29	.59	.16 - .4
50	.12	-.04	-.05	.03	.1 - .25

1981-10-02

Djup m	Chl.A mg/m <sup>3</sup>	Chl.B mg/m <sup>3</sup>	Chl.C mg/m <sup>3</sup>	Chl.TOT mg/m <sup>3</sup>	Karoten. m-SPU/m <sup>3</sup>
0	1.74	1.09	11.42	14.26	7.92 - 19.8
5	2.08	1.26	10.02	13.36	10.48 - 26.2
10	2.23	1.39	11.08	14.71	10.94 - 27.35
20	.89	.45	3.85	5.2	2.54 - 6.35
30	.69	.3	2.07	3.07	1.7 - 4.25
50	0	0	0	0	.04 - .1

1981-10-06

Djup m	Chl.A mg/m <sup>3</sup>	Chl.B mg/m <sup>3</sup>	Chl.C mg/m <sup>3</sup>	Chl.TOT mg/m <sup>3</sup>	Karoten. m-SPU/m <sup>3</sup>
0	3.34	2.18	20.13	25.66	15.9 - 39.75
5	3.16	2.2	22.05	27.4	14.68 - 36.7
10	.77	.51	4.92	6.2	3.2 - 8
20	.32	.07	.99	1.39	.64 - 1.6
30	.05	.06	.17	.28	.18 - .45
50	.06	-.02	-.02	.01	.08 - .2

Tabell 6 - forts.

1981-10-09

Djup m	Chl.A mg/m <sup>3</sup>	Chl.B mg/m <sup>3</sup>	Chl.C mg/m <sup>3</sup>	Chl.TOT mg/m <sup>3</sup>	Karoten. m-SPU/m <sup>3</sup>
0	5.68	2.02	25.53	33.22	17.12 - 42.8
5	3.53	.78	8.62	12.93	7.82 - 19.55
10	2.1	.62	6.18	8.91	4.48 - 11.2
20	.22	-.05	.65	.82	.48 - 1.2
30	.17	-.01	.4	.56	.32 - .8
50	.11	.02	.42	.55	.12 - .3

1981-10-13

Djup m	Chl.A mg/m <sup>3</sup>	Chl.B mg/m <sup>3</sup>	Chl.C mg/m <sup>3</sup>	Chl.TOT mg/m <sup>3</sup>	Karoten. m-SPU/m <sup>3</sup>
0	4.67	2.85	23.75	31.28	18.88 - 47.2
5	.74	.42	2.71	3.87	2.56 - 6.4
10	.32	.17	.91	1.4	1.1 - 2.75
20	.17	-.01	.4	.56	.28 - .7
30	.12	-.07	.23	.28	.16 - .4
50	.01	-.1	.08	-.02	.04 - .1

1981-10-16

Djup m	Chl.A mg/m <sup>3</sup>	Chl.B mg/m <sup>3</sup>	Chl.C mg/m <sup>3</sup>	Chl.TOT mg/m <sup>3</sup>	Karoten. m-SPU/m <sup>3</sup>
0	5.36	.86	5.46	11.68	3.94 - 9.85
5	3.04	.49	3.06	6.59	2.1 - 5.25
10	.22	.08	.29	.59	.1 - .25
20	.17	.02	.12	.31	.26 - .65
30	.05	.08	-.1	.03	.1 - .25
50	0	0	0	0	.08 - .2

1981-11-09

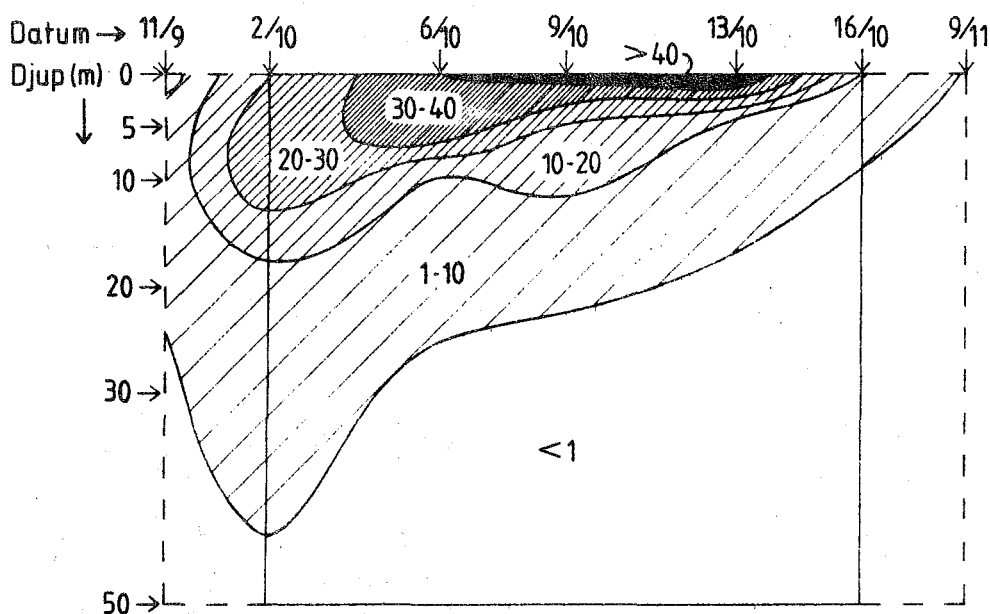
Djup m	Chl.A mg/m <sup>3</sup>	Chl.B mg/m <sup>3</sup>	Chl.C mg/m <sup>3</sup>	Chl.TOT mg/m <sup>3</sup>	Karoten. m-SPU/m <sup>3</sup>
0	.6	.21	.16	.98	.26 - .65
5	.49	.15	.29	.94	.26 - .65
10	.22	-.01	.1	.32	.16 - .4
20	.27	.16	.19	.62	.14 - .33
30	.27	.16	.19	.62	.14 - .35
50	.28	.05	.27	.6	.18 - .45

Dygnsmätningen som startade på eftermiddagen en solig dag avslutades i regn. Då mätningen började uppmättades hela 17 ppm syre. Värdet sjönk sedan under natten ända fram till klockan 10 på förmiddagen. Då uppmättes 11 ppm. Syrevärdet steg sedan till 13 ppm då försöket avbröts efter ett dygn.

Växtplanktonsammansättning. *Gyrodinium aureolum* dominerade fullständigt i samtliga prover från 2/10 - 16/10. Sammansättningen framgår av Tabellerna 4 och 5. Värdena för *Gyrodinium aureolum* är låga i jämförelse med de värden som uppmättes i samband med fiskdöd i Oslofjorden 1966 og 1976. (Tangen 1979).

Klorofyll- och karotenoidvärden. (Tabell 6) Klorofyll-a-värdena är för oss förvånansvärt låga. Klorofyll-c-värdena och karotenoidvärdena är däremot höga. Karotenoidhalterna korrelerar utmärkt med planktonhalterna. Karotenoidhalterna redovisas också i DIAGRAM 1.

DIAGRAM 1. Karotenoidvärden (m-SPU/m<sup>3</sup>) i Kosterfjorden 1981-09-11--11-09.



Siktdjup. (Tabell 7) Siktdjupet har bestämts ved vattenkikare. Lägsta värdet mitt på Kosterfjorden, 1,0 m, uppmättes den 13/10. Vanligen var vattnet klarare mitt på Kosterfjorden än i Tjärnövik. Den 13/10 hade dock Tjärnövik ett mycket klart ytvatten (ned till 0,5 m) och ett siktdjup på 2,5 m. Tre dagar senare var siktdjupet gott (~6 m) såväl i Tjärnövik som mitt på Kosterfjorden. - En mycket tydlig såväl små- som storskalig patchiness i både vertikalled och horisontalled observerades för övrigt under hela planktonblomningen. Vikar med pålandsvind hade ett klart sämre vatten än öppna vatten och vikar med frånlandsvind.

Tabell 7

Siktdjup mitt på Kosterfjorden

Datum	11/9	2/10	6/10	9/10	13/10	16/10	9/11
Siktdjup (m)	13	3,1	2,0	2,2	1,0	6,0	10

#### REFERENS

Tangen, K. 1979. Dinoflagellate blooms in Norwegian waters. I: Taylor, D.L. og Selinger, H.H. (Editors). Toxic dinoflagellate blooms. Elsevier, North-Holland, pp. 179-182.

GYRODINIUM AUREOLUM HØSTEN 1981. OBSERVASJONER LANGS KYSTEN  
AV SØR-NORGE

Einar Dahl og Didrik S. Danielssen

Statens Biologiske Stasjon Flødevigen, 4800 ARENDAL

Under masseforekomsten av *Gyrodinium aureolum* høsten 1981, ble det samlet inn og undersøkt et stort antall prøver ved Statens Biologiske Stasjon Flødevigen (SBSF). Det meste av dette materialet er publisert (Dahl et al. 1982, Dahl et al. 1984), resten presenteres i denne rapporten.

Masseforekomsten var knyttet til kyststrømmen langs kysten av Sør-Norge. Den hadde sin årsak i at store mengder av *G. aureolum* kom inn i Skagerrak med Jyllandstrømmen fra Nordsjøen (Dahl et al. 1984), og at algen fikk gode betingelser for videre vekst og gunstige hydrografiske og meteorologiske forhold for en konsentrering av bestanden. Betydelig nedbør og avrenning over det normale langs kysten av Sørlandet var trolig med på å gi algen slike gode forhold (Dahl et al. 1984).

Masseforekomsten ble registrert i sjøen utenfor SBSF mandag 28 september om morgenen. Da var sjøen helt kaffebrun. Masseforekomsten varte så 2-3 uker og ble dokumentert gjennom et stort antall prøver.

FOREKOMSTEN LANGS KYSTEN ØST FOR ARENDAL

I perioden 28 september - 2 oktober ble det samlet inn vannprøver på tokt fra Arendal til Østfold (Fig. 1). Disse prøvene viste at på det tidspunktet hadde ikke masseforekomsten av *G. aureolum* trengt inn i Oslofjorden (Tabell 1). Noe senere forverret forholdene seg i ytre deler av Oslofjorden, og 7 oktober ble det samlet prøver i Tønsbergdistriktet i forbindelse med brun sjø og dødelighet av brisling i steng (Dahl og Danielssen 1985). disse prøvene viste at *G. aureolum* forekom i et antall

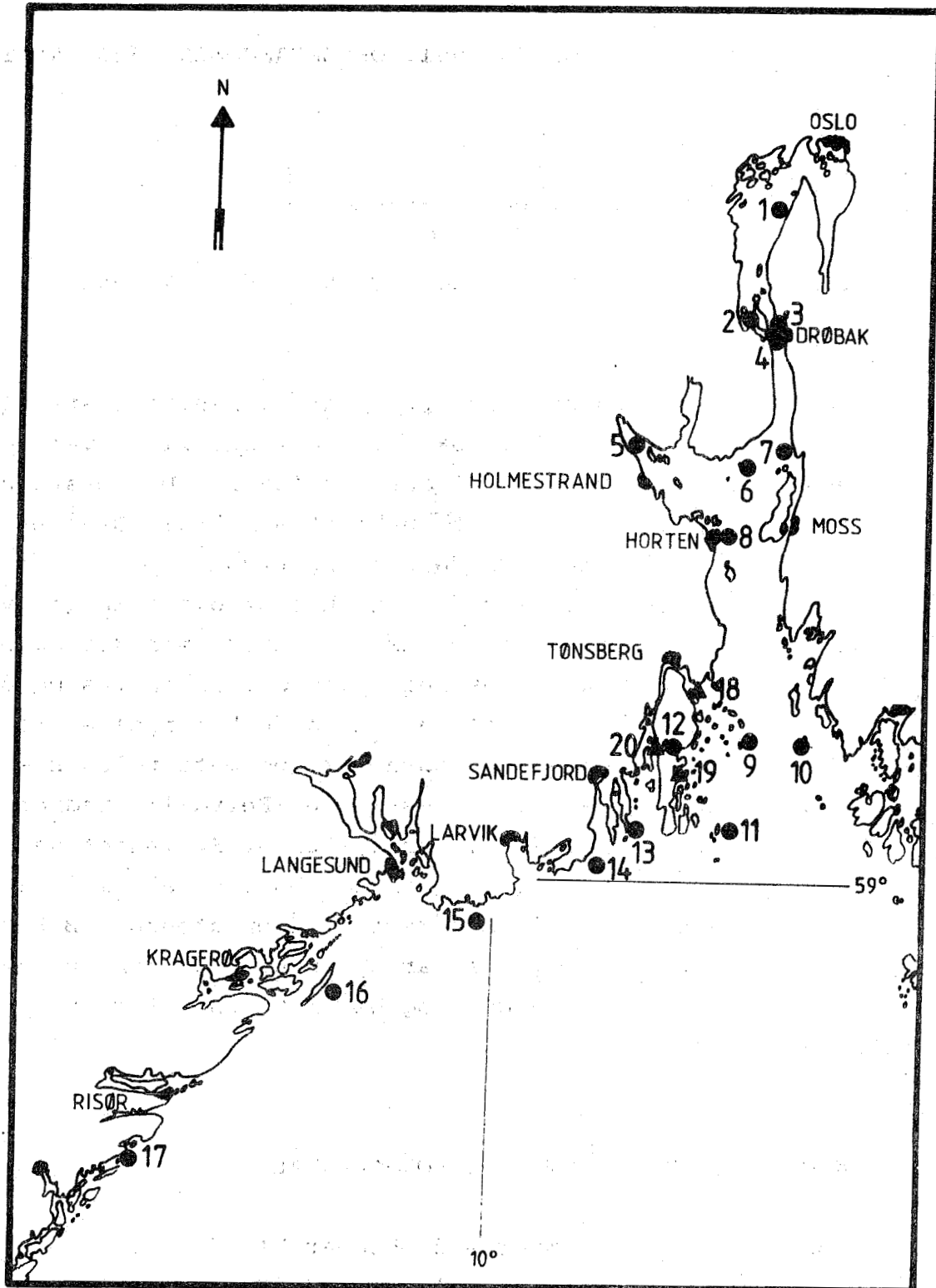


Fig. 1. Innsamling av vannprøver øst for Arendal høsten 1981.  
 ● - prøver samlet på tokt 28. september - 2. oktober.  
 ▲ - prøver samlet 7. oktober i forbindelse med dødelighet av  
 brisling i Tønsbergområdet.

Tabell 1

Konsentrasjoner av *Gyrodinium aureolum* i overflaten

Kart			
ref.	Lokalitet	Dato	Celler ml <sup>-1</sup>
1	Steilene	1/10	200
2	Munkehatten	30/9	700
3	Hallangspollen	29/9	70
4	Drøbak	1/10	200
5	Holmestrandsfj.	29/9	-
6	Toftholmen	29/9	160
7	Sonsås	29/9	1 300
8	Horten	1/10	500
9	Fuglehuk	28/9	500
10	Misingen	28/9	800
11	Færder	28/9	3 300
12	Vrengen	2/10	2 000
13	Tønsberg Tønne	2/10	1 300
14	Sandefjordsfj.	2/10	2 100
15	Twistein	2/10	3 300
16	Jomfruland	2/10	12 000
17	Lyngør	2/10	2 800

på 4-10 mill. celler dm<sup>-3</sup> i og utenfor steng med brisling (Fig. 2). Algekonsentrasjonene varierte lite med dypet i de øvre 5 m, det samme gjorde saltholdigheten (Fig. 2). Ved Ordal var det hele 7 mill. celler dm<sup>-3</sup> i 10 m dyp. Vertikalfordelingen av *G. aureolum* i Tønsbergområdet (Fig. 2) viste at fisk kan bli utsatt for store konsentrasjoner av *G. aureolum* ikke bare i overflaten, men også på 5-10 m dyp når lagdelingen er lite utpreget.

#### FOREKOMSTEN LANGS KYSTEN VEST FOR ARENDAL

Vest for Arendal ble det samlet prøver langs land 1 oktober og på et tokt langs kysten 4-7 oktober (Fig. 3). Dessuten mottok SBSF noen prøver fra enkeltpersoner.



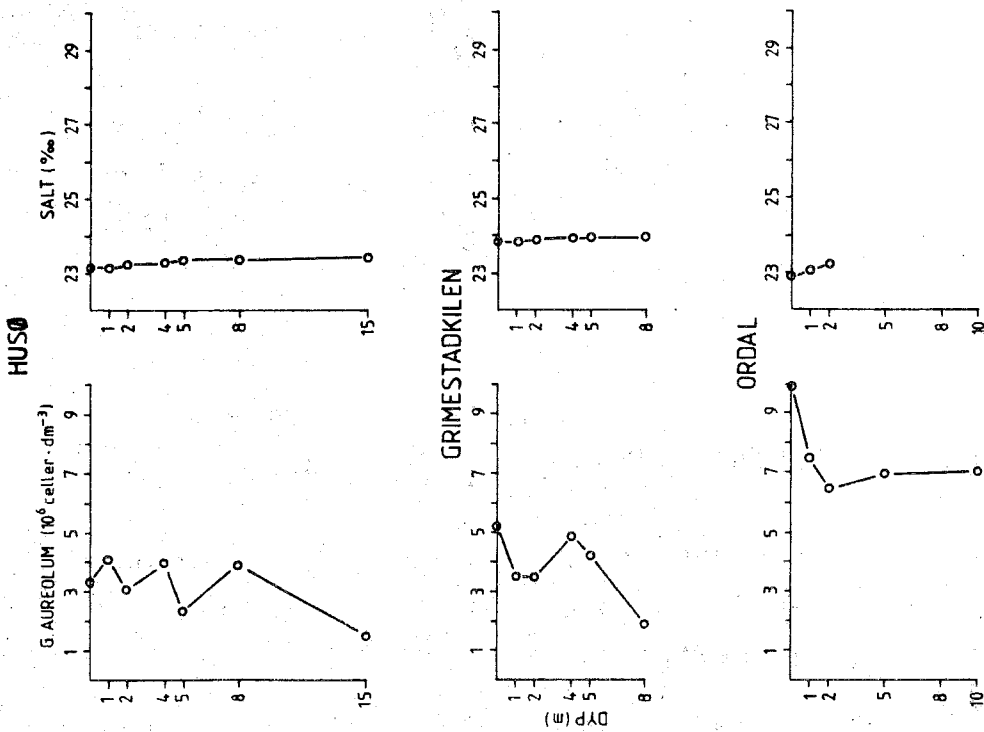


Fig. 2. Vertikalfordelingen av *G. aureolum* og saltholdigheten på tre stasjoner i Tønsebergområdet 7. oktober 1981. Stasjonene er angitt som trekantner i Fig. 1. (18 - Husø, 19 - Grimestadkilen, 20 - Ordal).



Fig. 3. Innsamling av prøver vest for Arendal høsten 1981. ▲ - prøver samlet fra land i oktober og prøver innsendt av publikum. ● - prøver samlet på tokt 4. - 7. oktober. A - Rosfjorden innerst, konf. Fig. 4. B - Rosfjorden ytterst, konf. Fig. 5. C - Lista-fjorden, konf. Fig. 6. Isolinjene utenfor kysten viser den horisontale fordelingen av *G. aureolum* i overflaten, linjene er tegnet på grunnlag av data fra 1. - 6. oktober, tallene angir mill. celler pr liter.

Den 1 oktober var sjøen vestover helt til Flekkefjord kaffebrun og algekonsentrasjoner på 10-20 mill. celler  $\text{dm}^{-3}$  var vanlig (Tabell 2). Det var midt i en periode da det stadig ble rapportert om fiskedød i brun sjø. På en lokalitet som Kalveldfjorden, like øst for Lillesand, hadde likevel ikke *G. aureolum* trengt seg inn. Her gav en relativt stor ferskvannstil-

Tabell 2

Konsentrasjoner av *Gyrodinium aureolum* i overflaten og tilhørende hydrografiske data.

Kart ref.	Lokalitet	Dato	Kl	Dyp (m)	Celler $\text{ml}^{-1}$	Salt (o/oo)	Temp ( $^{\circ}\text{C}$ )	Siktd. (m)
21	Borås	30/9		0,5	15900			
22	Vikkilen	1/10	0915	0	11000	24,67		
22	Osterkilen	1/10	0735	0	17000	23,46		
22	Smørsund	1/10	0905	0	12000	25,08		
22	Grimstad	1/10	0910	0	10000	24,88		
22	Grosfjorden	1/10	0855	0	2000	26,72		
23	Homborsund	1/10	1130	0	9000	22,41	14,1	1,2
24	Kalveldfj. <sup>1)</sup>	1/10	1200	1,5	10	24,00	14,3	-
25	Høvåg fjordkro	1/10	1230	0	10000	16,37	13,6	
	Høvåg fjordkro	1/10	1230	1	600	24,12	14,3	
26	Buene	1/10	1330	0,5	2600	15,61	13,8	
27	Langenes	1/10	2200	0,5	7500	20,76	13,9	
28	Kleven	1/10	1500	0,5	1500	13,18	13,0	2
29	Korshavn bro	1/10	1800	0,5	16000	25,09	14,2	0,75
30	Risholmsundet	30/9		0	17000	15,62		

1) Kalveldfj. 0 m dyp hadde klart, ferskt vann, det ble ikke tatt prøve

førsel en nettotransport av vann ut i overflaten, over en relativt grunn terskel, og dette blokkerte i stor grad muligheten for kystvann og dermed *G. aureolum* å trenge inn. Ved Åvik, like øst for Lindesnes, var *G. aureolum* konsentrert nær overflaten med de største konsentrasjonene, 16-17 mill. celler  $\text{dm}^{-3}$  på 0,5 og 1 m dyp (Tabell 3). Det var noe mindre helt i overflaten, trolig på grunn av den lavere saltholdigheten. På

Tabell 3

Konsentrasjoner av *Gyrodinium aureolum* ved Åvik (stasjon 31 på Fig. 3) 1/10-81 kl 1930.

Dyp	Celler ml <sup>-1</sup>	Salt	Temp.
0	4400	9,85	13,6
0,5	16000	15,03	13,6
1	17000	18,15	13,7
2	9200	20,37	13,8
3	1200	23,48	13,9
5	350	25,53	14,0
7	120	26,85	14,1
10	20	29,64	14,1

3 m dyp var det ca 1 mill. celler dm<sup>-3</sup> og dypere ned betydelig mindre. Den utpregede lagdelingen var trolig avgjørende for vertikalfordelingen av *G. aureolum*. Det var ved Åvik og i farvannet i nærheten at erfaringene med dødelighet av ål i den brune sjøen ble vunnet (Dahl og Danielssen 1985).

Toktet 4-7 oktober viste av *G. aureolum* var konsentrert ved overflaten langs kysten i et belte som strakte seg ca 10 nautiske mil ut fra land (Fig. 3). Det var stort sett høyest konsentrasjon, over 8 mill. celler dm<sup>-3</sup> utenfor kysten fra Arendal til Kristiansand, med avtagende mengder videre vestover. Men i fjordene like vest for Lindesnes og ved Flekkefjord var det lokalt mer enn 8 mill. celler dm<sup>-3</sup> igjen. Dette skyldtes en lokal oppkonsentrering av algene på grunn av vær, strøm og topografiske forhold.

Når det gjelder forekomsten langs kysten fra Flekkefjord og nordover til Bergen er det noe informasjon om dette i Erga (1985), Heimdal (1985) og Berg Lea og Tangen (1985). Ifølge Aure (1981) forårsaket flekkvise forekomster av *G. aureolum* fiskedødelighet i oppdrettsanlegg helt opp til Bergensområdet. Mest utsatt var anleggene ute i skjærgården (Øygarden).

Innerst og ytterst i Rosfjorden, angitt som A og B i Fig. 3 var *G. aureolum* konsentrert i overflaten, ca 10 mill. celler dm<sup>-3</sup> (Fig. 4 og 5) markert avtagende mot 2 m dyp til ca 2

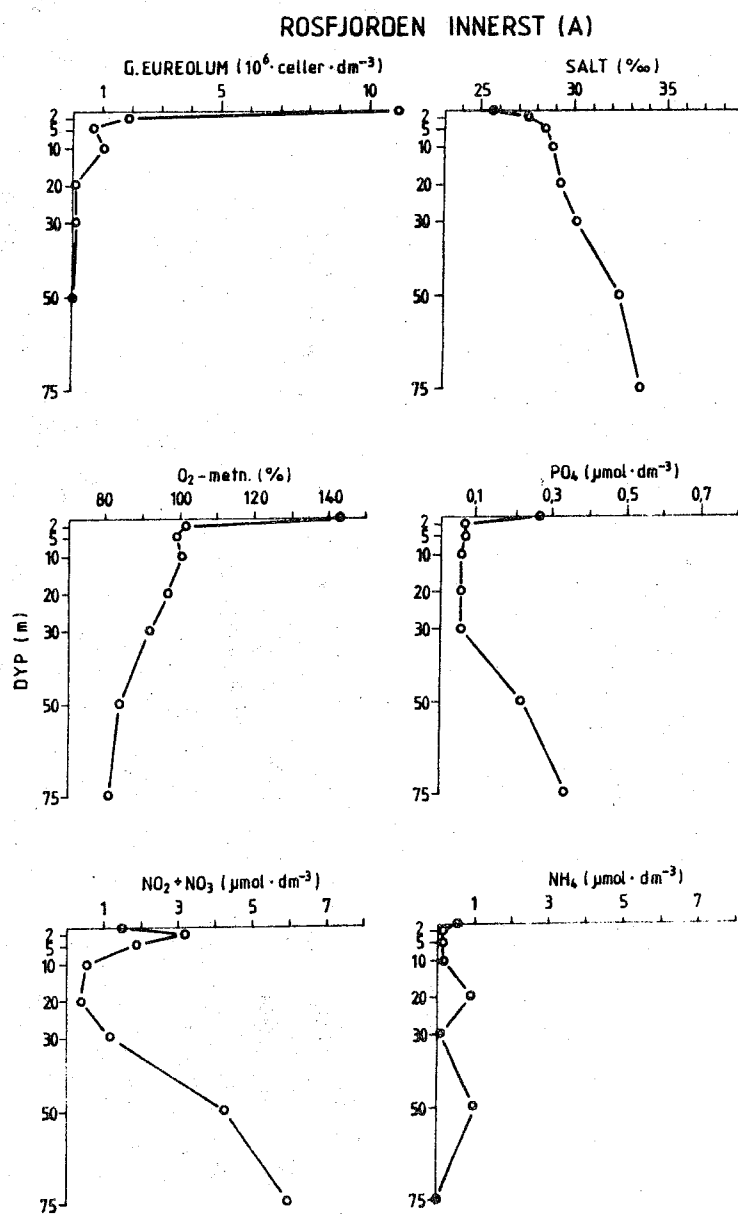


Fig. 4. Vertikalfordelingen av *G. aureolum*, saltholdigheten, oksygenmetningen, nitrat + nitritt og ammonium innerst i Rosfjorden 5 oktober 1981.

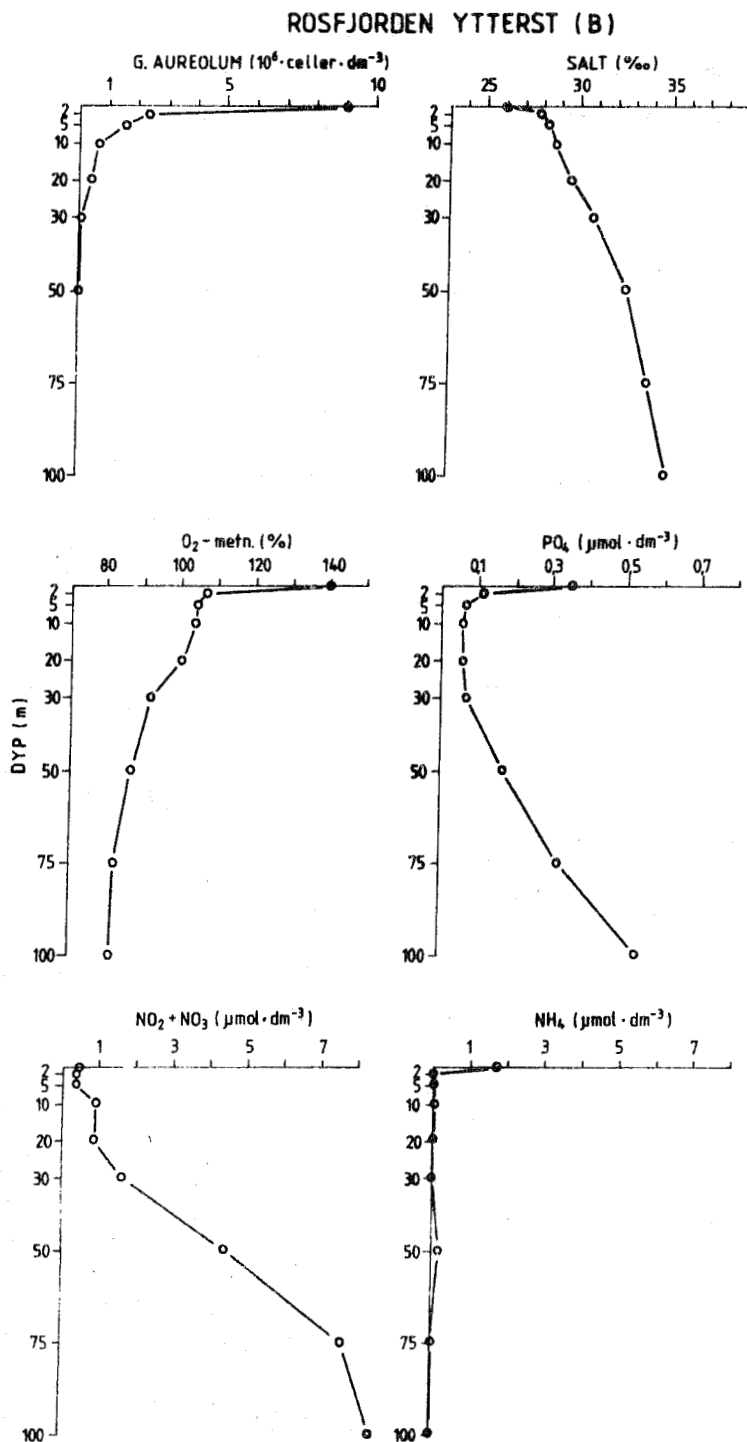


Fig. 5. Vertikalfordelingen av *G. aureolum*, saltholdigheten, oksygenmetningen, nitrat + nitritt og ammonium ytterst i Rosfjorden.

mill. celler  $\text{dm}^{-3}$ . Dypere enn 10 m var det relativt lite *G. aureolum*. Saltholdighetsvariasjonen med dypet viste at det var en gradvis økning mot dypet. I overflaten var det en markert overmetning (140%) av oksygen og heller ikke mot dypet var det mindre enn 80% (Fig. 4 og 5). Helt i overflaten var det relativt mye fosfat på begge stasjonene i Rosfjorden, ca.  $0,3 \mu\text{mol dm}^{-3}$ . Dypere ned var det mindre,  $0,1 \mu\text{mol dm}^{-3}$  før det under 30 m ble mer igjen (Fig. 4 og 5). Konsentrasjonen av nitrat+nitritt var høyere i overflaten innerst i fjorden enn utenfor. Ned til og med 30 m dyp var det ellers mindre enn  $1 \mu\text{mol dm}^{-3}$  men tiltok så videre nedover i dypet, 30 m og nedover (Fig. 4 og 5). Konsentrasjonene av ammonium var lav på begge stasjonene. Tre enkeltprøver inneholdt 1-2  $\mu\text{mol dm}^{-3}$  (Fig 4 og 5).

På Listafjorden angitt som C på Fig. 3, som er en mye mer eksponert lokalitet enn Rosfjorden, var det betydelig mindre av *G. aureolum* i overflaten, og algen var blandet jevnt ned til 10 m dyp (Fig. 6). Saltholdighetsmålingene viste at også saltholdigheten var jevn ned til 10 m dyp, det var ingen lagdeling av vannmassene ned til dette dyp. Dypere enn 10 m avtok konsentrasjonen av *G. aureolum* kraftig og saltholdigheten økte markant. På Listafjorden var det relativt lite næringssalter, fosfat, nitrat+nitritt og ammonium helt ned til 50 m dyp (Fig. 6), men akkurat i 0 m var det relativt mye nitrat+nitritt i motsetning til Rosfjorden hvor det var relativt mye fosfat i 0 m.

#### FOREKOMSTER UTENFOR ARENDAL

Forekomsten av *G. aureolum* utenfor Arendal ble registrert ved daglige prøvetagninger ved SBSF etter at masseforekomsten kom 28 september (Fig. 7). Det viste seg at konsentrasjonen av *G. aureolum* i 1 m dyp kunne variere svært mye fra dag til dag. Den 14 og 16 oktober, de siste dagene det ble observert tydelig brun sjø ved SBSF, varierte mengden mye også fra time til time. Den 14 kl 0900 var det  $0,3 \text{ mill. celler dm}^{-3}$  i 1 m dyp, to timer senere nesten 4 mill. celler  $\text{dm}^{-3}$ . Den 16 oktober var det 15 mill. celler  $\text{dm}^{-3}$  kl 0900 og 3 mill.

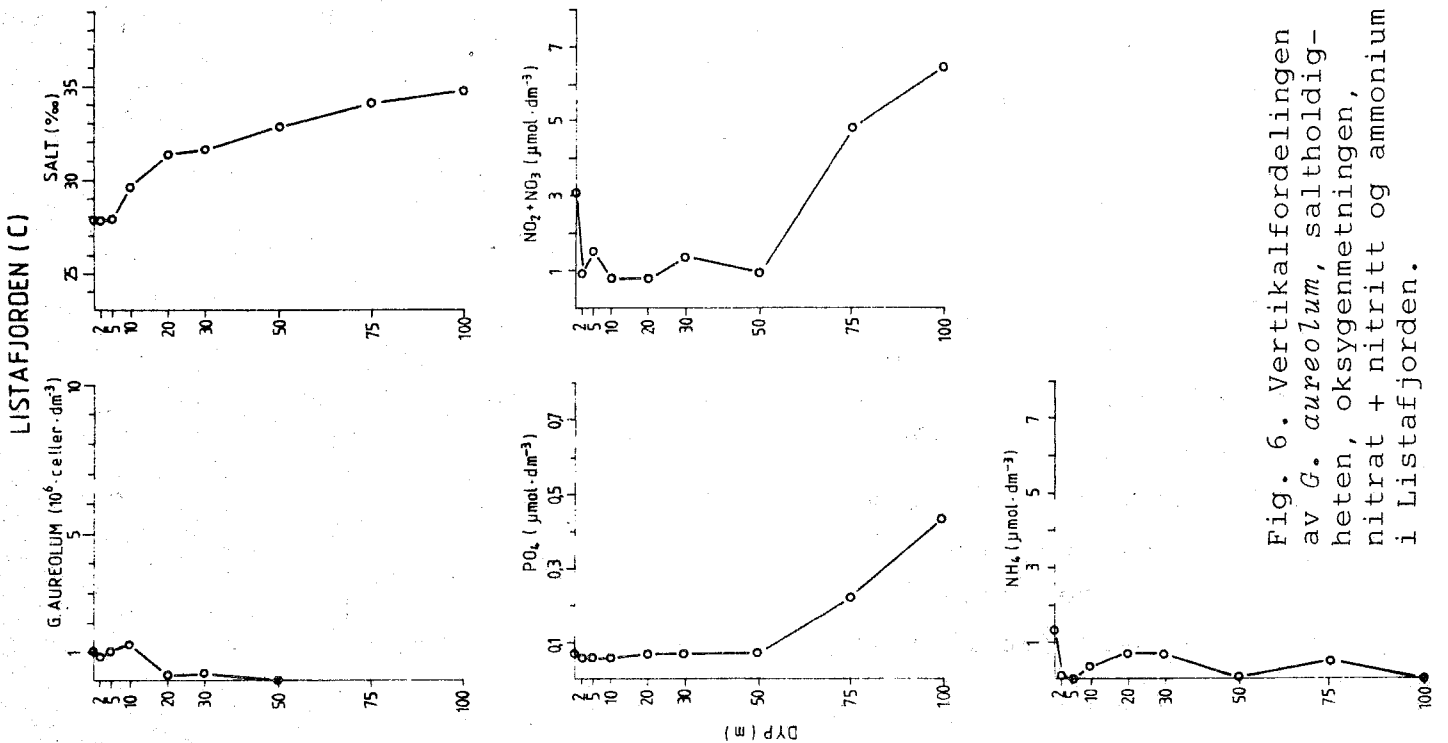


Fig. 6. Vertikalfordelingen av *G. aureolum*, saltholdigheten, oksygenmetningen, nitrat + nitritt og ammonium i Listafjorden.

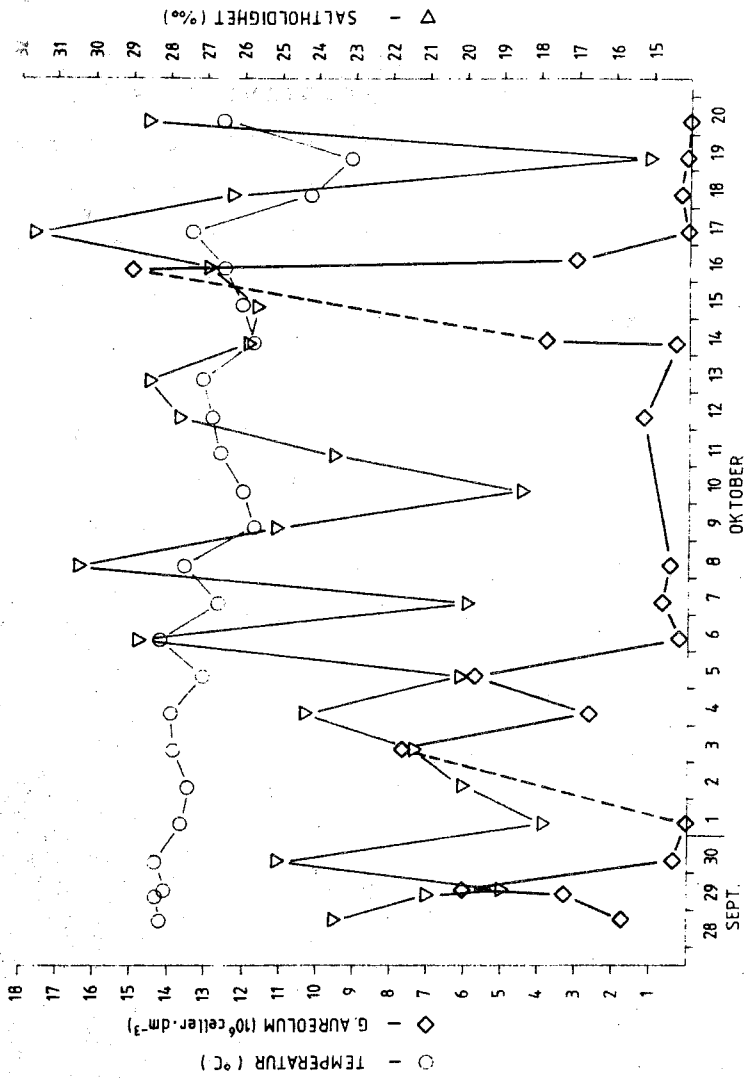


Fig. 7. Variasjonen i forekomsten av *G. aureolum*, saltholdighet og temperatur på 1 m dyp i Flødevigen, utenfor SBSF, fra 28. september til 20. oktober 1981.

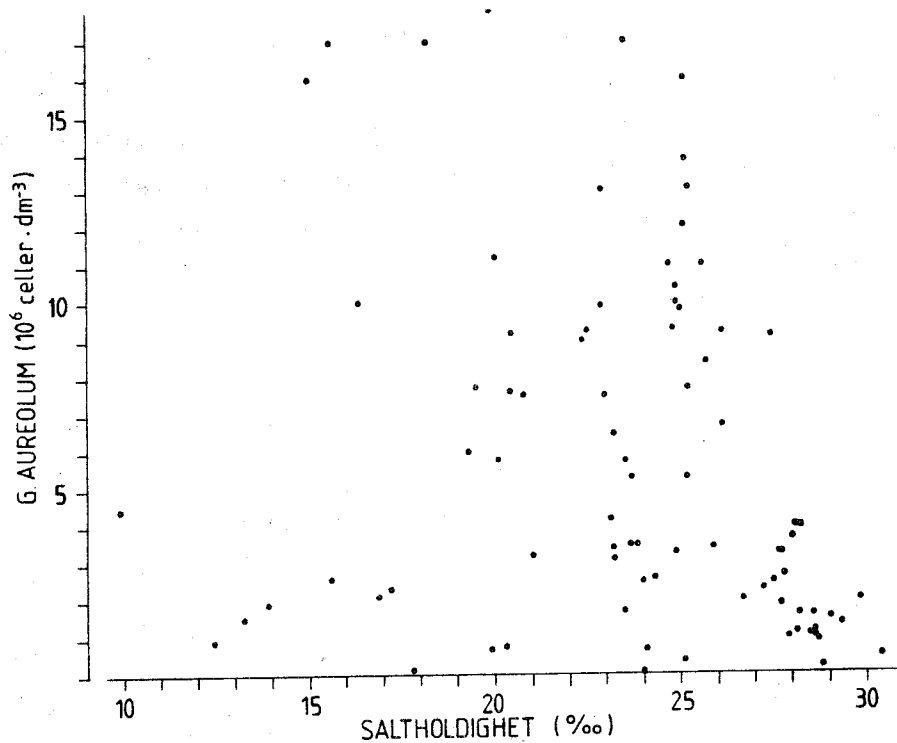


Fig. 8. Sammenhengen mellom konsentrasjonen av *G. aureolum* og saltholdigheten i overflateprøver fra perioden med masseforekomst.

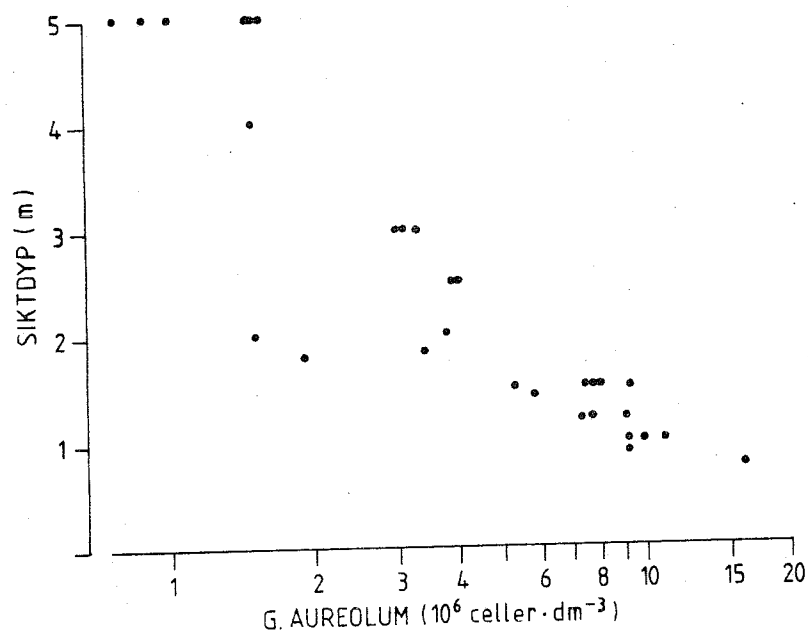


Fig. 9. Sammenheng mellom siktdypet og konsentrasjonen av *G. aureolum*.



celler  $\text{dm}^{-3}$  4 timer senere, og dagen etter 0,05 mill. celler  $\text{dm}^{-3}$  (Fig. 7). Disse store og raske skiftningene kan forklares ved at *G. aureolum* var knyttet til bestemte vannmasser som kom og forsvant. Vannmassenes bevegelse var hovedsaklig bestemt av vindforholdene. Fig. 7 viser også at når konsentrasjonene av *G. aureolum* tiltok så avtok samtidig saltholdigheten i overflaten. Ved økende mengde *G. aureolum* var det som regel en avtagende saltholdighet i overflatelaget. Temperaturen lå i overkant av  $14^{\circ}\text{C}$  da masseforekomsten kom og holdt seg stort sett mellom  $12$  og  $14^{\circ}\text{C}$  til den 20 oktober. Disse temperaturene var representative for de fleste prøvene av brun sjø langs kysten (Tabell 2 og 3), og  $14^{\circ}\text{C}$  var en relativt høy temperatur for årstiden i de områdene som ble rammet av masseforekomster av *G. aureolum*.

#### MASSEFOREKOMSTER AV *G. AUREOLUM* I RELASJON TIL SALTHOLDIGHETEN

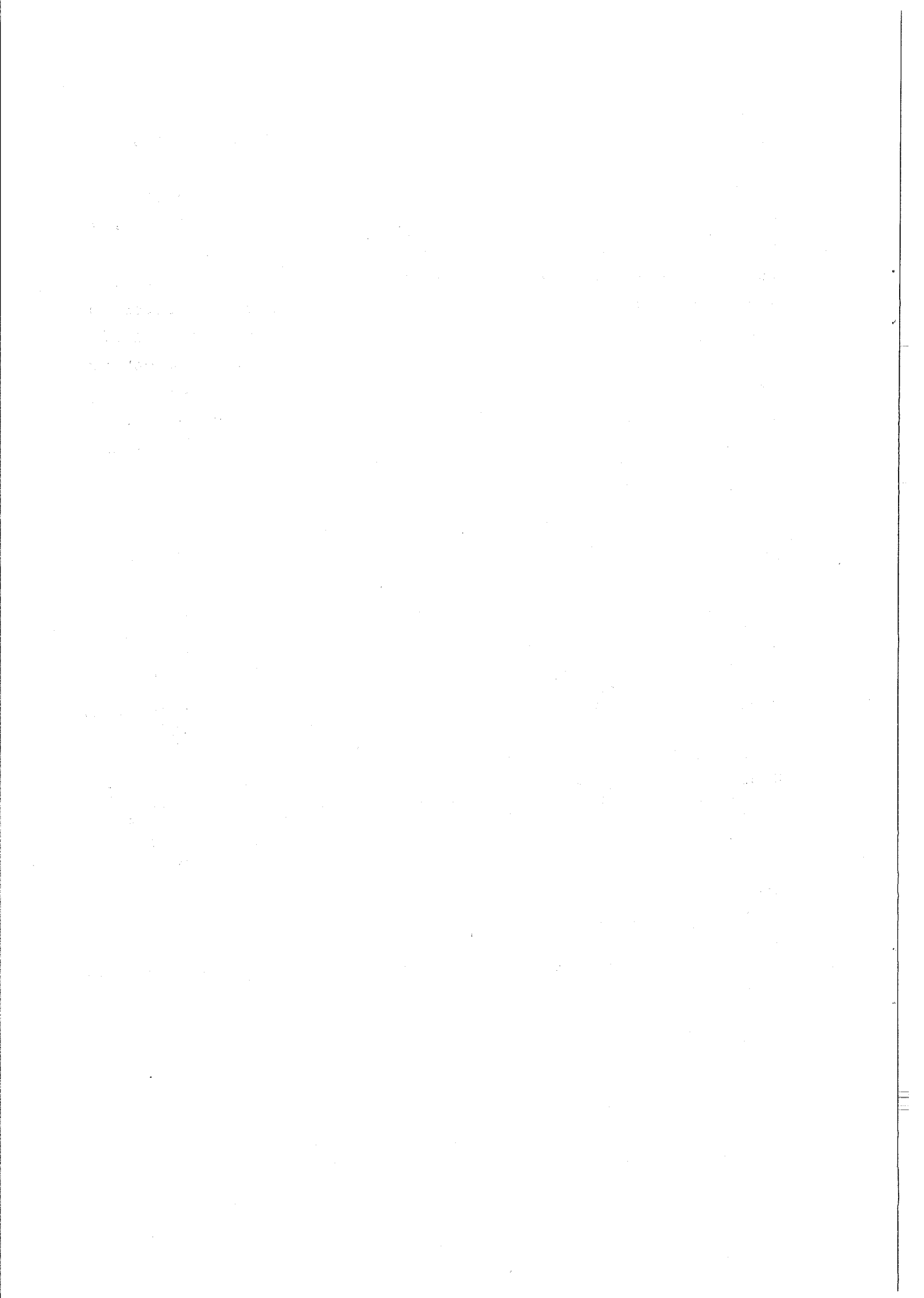
Masseforekomsten av *G. aureolum* langs kysten av Sør-Norge skyldtes tilførsel av store utgangsbestander av alger fra Nord-sjøen. Disse kom med vannmasser med saltholdighet på 31-33 o/oo (Dahl et al. 1984). Langs vår kyst forekom de største konsentrasjonene når saltholdigheten var noe nedsatt i forhold til dette (Fig. 8). Langs kysten av Sørlandet ble 10 mill. celler  $\text{dm}^{-3}$  eller mer bare funnet i vann med saltholdighet på 15-27 o/oo. I vann med saltholdighet mellom 28 og 30 o/oo var det maksimalt 0,5 - 2 mill. celler pr liter (Fig. 8). I vann med saltholdighet under 15 o/oo ble det også observert mer enn 1 mill. celler pr liter av *G. aureolum* og i vann med ca 10 o/oo ble det ved en anledning registrert nesten 5 mill. celler pr liter (Fig. 8). Dette viser at *G. aureolum* kan opptre i store mengder langs vår kyst over et stort saltholdighetsintervall, at den med andre ord synes å være mer eller mindre uavhengig av saltholdigheten i et område mellom 10 og 30 o/oo.

SIKTDYPET I RELASJON TIL FOREKOMSTEN AV *GYRODINIUM AUREOLUM*

Masseforekomsten av *G. aureolum* kunne gi sjøen en helt kaffebrun farve og nedsette siktdypet betydelig. Siktdypet ble målt ved flere anledninger ved å senke en hvitmalt skive (Secchiskive) med diameter på 30 cm ned i sjøen og observere ved hvilket dyp den kom ut av syne. Ved en anledning, etter en massiv fiskedødelighet i Rosfjorden ble siktdypet målt til 10 cm (Dahl et al. 1982). Det viste seg å være en viss sammenheng mellom siktdypet og konsentrasjonen av *G. aureolum* over skiven (Fig. 9), uten at siktdypet må taes som annet enn et grovt mål for hvor mye alger det var. Siktdypet var ca 1 m når det var ca 10 mill celler  $\text{dm}^{-3}$  i sjøen (Fig. 9).

## REFERANSER

- Aure, J. 1981. Nytt utbrudd av farlige "brune" alger fra Skagerrak. Norsk Fiskeoppdrett 11, 1981: 4-5.
- Berg Lea, T. og Tangen, K. 1985. Fiskedød ved ett oppdrettsanlegg ved Sirevåg, Rogaland, oktober 1981. Flødevigen Meldinger 1985, 3: 93-97.
- Dahl, E., Danielssen, D.S. og Bøhle, B. 1982. Masseforekomst av *Gyrodinium aureolum* Hulburt og fiskedødelighet langs sydkysten av Norge i september - oktober 1981. Flødevigen rapportser. 4, 1982: 1-15.
- Dahl, E., Danielssen, D.S., Semb, A. og Tangen, K. 1984. Precipitation and run-off as a fertilizer to a *Gyrodinium aureolum* Hulburt bloom. Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea, Special Meeting on causes, dynamics and effects of exceptional marine blooms and related events, 1984 (B:7 - Poster): 1-20. (Mimeo.)
- Erga, S.R. 1985. Planktonundersøkelser ved Kårstø 1981. Feltobservasjoner fra tokt i tiden 6/10 - 9/10. Flødevigen Meldinger 1985, 3: 99-102.
- Heimdal, B.R. 1985. Planktonundersøkelser i området sør for Bergen, høsten 1981. Feltobservasjoner. Flødevigen Meldinger 1985, 3: 103-130.



OBSERVASJONER PÅ FISK OG SKALLDYR UNDER MASSEFOREKOMSTEN AV  
*GYRODINIUM AUREOLUM* HØSTEN 1981

Einar Dahl og Didrik S. Danielssen

Statens Biologiske Stasjon Flødevigen, 4800 ARENDAL

Den store masseforekomsten av *G. aureolum* høsten 1981 forårsaket fiskedødelighet på vestkysten av Danmark og Sverige og langs kysten av Norge fra svenskegrensen til Bergen. En massiv dødelighet blant villfisk i Rosfjorden ved Lyngdal er tidligere rapportert (Dahl, Danielssen og Bøhle 1982). I det følgende kommer en sammenstilling av mange, mindre dramatiske observasjoner vedrørende effekten av masseforekomsten av *G. aureolum* på fisk og skalldyr i Skagerrak.

Det var vanlig å beskrive vannet som kaffebrunt, oljeaktig og slimete når konsentrasjonene av *G. aureolum* var riktig store. Makrell, sild og annen fisk trakk seg vekk fra slike vannmasser. Det ble imidlertid fisket småsei i relativt brun sjø. I kraftig brun sjø var det ikke sjelden å finne død fisk, særlig torsk ble nevnt ved henvendelser til Flødevigen. De fleste observasjoner av fiskedødelighet ble likevel gjort på fisk innestengt i teiner, ruser, nett, steng og mærer, uten fluktmuligheter. Dødelighet ble observert etter bare noen timer med brun sjø rundt fisken, og fisk døde både dag og natt. Det var imidlertid individuelle forskjeller på fisk av samme art med hensyn til hva de tålte av algepåvirkning, og noen arter syntes mere motstandsdyktige enn andre. Stor ål syntes å tåle mindre enn liten ål, og torsk og lyr mindre enn sild, brisling og makrell i samme steng.

Det kom rapporter om at krabber døde i brun sjø, men det ble også rapportert at krabber hadde overlevd brun sjø i samle-teiner i 14 dager, hvor fisk (torsk og berggyllt) i samme periode hadde krepert. Det kom også meldinger om at hummer døde i brun sjø. Under hummerfisket mens sjøen var på det bruneste tok de fleste fiskerne sine forholdsregler og hadde sanke-

teinene så dypt at hummeren ikke ble utsatt for så mye alger. Det ble ikke meldt om at dødelighet av hummer i sanketeiner var noe problem.

Da masseforekomsten av *G. aureolum* kom var det mange som hadde fisket etter ål og hadde fangsten hengende i nett på grunt vann. Blant denne ålen var det betydelig dødelighet, men enkelte som hadde ålen noe dypere ned, fra 4-5 m og dypere, mistet ikke ål på grunn av algene. Det var også en erfaring at ål som fikk gå i rusene greide seg bedre enn de som ble flyttet over i samlenett. I rusene hadde de bedre plass, og rusene lå gjerne noe dypere enn de fleste fiskerne hadde nettene sine. I begynnelsen av oktober ville ikke den danske ålekvassen gå inn til Åvik for å hente ål, av frykt for at den brune sjøen ville ta livet av lasten. En fisker fikk derfor anledning til istedet å selge ål til et røykeri i Tvedestrand. Det samme røykeriet kjøpte også et par andre partier ål som hadde blitt oppbevart en tid i brun sjø. Ifølge ålerøykeren var mye av ålen fra disse tre partiene uegnet til røyking, trolig på grunn av algepåvirkning, og han holdt tilbake betalingen. Det ble tatt prøver av ålen, først av røykeren selv, senere av offentlig godkjent prøvetager. Fra prøven uttatt av ålerøykeren ble det påvist noe som muligens kunne være algetoksin (Underdal og Ballangrud 1985), men fra prøven uttatt av offentlig godkjent prøvetager fant hverken Fiskeridirektoratets Kontrollverk eller Institutt for Næringsmiddelhygiene (Underdal og Yndestad 1985) noe unormalt som kunne føres tilbake til algepåvirkning. Konklusjonen ble at ålens kvalitet ikke var nedsatt på grunn av algepåvirkning. Så i rettsak høsten 1983 ble ålerøykeren dømt til å betale for den ålen han mente var uegnet til røyking og konsum.

I Oslofjorden ble brisling i steng rammet av masseforekomster av *G. aureolum* i begynnelsen av oktober, og det forårsaket en del dødelighet. Ansjosfabrikker, som senere kjøpte brisling som hadde stått i steng i brunt vann, fikk problemer under produksjonen. En del fileter gikk i oppløsning mens de lå i lake i tønner. Dette problemet hadde de aldri hatt før, og fabrikantene forsøkte å få hjelp til å finne ut av problemene, men det kom ingen konklusjoner ut av dette arbeidet. De fikk imidlertid en del erstatning for tapene de led.

Det er ikke grunnlag for å påstå at masseforekomsten av *G. aureolum* forårsaket en så stor fiskedødelighet blant villfisk at det gikk ut over den samlede bestand langs kysten. På den annen side var nok dødeligheten atskillig mer omfattende enn de observerte tilfellene, fordi mye av den døde fisken ikke fløt opp og ble synlig, men heller sank ned på bunnen. En tråler fikk død fisk i trålen etter fiskedøden i Rosfjorden (Dahl et al. 1982).

#### REFERANSER

- Dahl, E., Danielssen, D.S. og Bøhle, B. 1982. Masseforekomst av *Gyrodinium aureolum* Hulburt og fiskedødelighet langs sydkysten av Norge i september - oktober 1981. Flødevigen rapportser. 4, 1982: 1-15.
- Underdal, B. og Ballangrud, P. 1985. Undersøkelse av ål. Flødevigen Meldinger 1985, 3: 133.
- Underdal, B. og Yndestad, M. 1985. Prøver av ål til undersøkelse med henblikk på algetoksiner. Flødevigen Meldinger 1985, 3: 135.



FISKEDØD VED ET OPPDRETTSANLEGG VED SIREVÅG, ROGALAND, OKTOBER  
1981 \*

Trygve Berg Lea<sup>1)</sup> og Karl Tangen<sup>2)</sup>

1) T. Skretting A/S, Sjøhagen 15, Hillevåg, 4000 STAVANGER

2) Biologisk Stasjon, Universitetet i Trondheim, 7000 TRONDHEIM

Det vil nedenfor kort bli gjengitt endel observasjoner fra T. Skretting A/S' forsøksanlegg for fiskeoppdrett i Holmane nord for Sirevåg på Jæren i begynnelsen av oktober 1981. I løpet av noen dager i begynnelsen av oktober ble anlegget utsatt for omfattende dødelighet av laks, aure (regnbueaure) og torsk. På samme tid var sjøen kraftig brunfarget og grumset.

Anlegget er lokalisert i en avskjermet bukt der vanddybden er 10 m ytterst til ca 6 m innerst. Fig. 1 viser den geografiske plasseringen samt en skisse av anlegget. Det besto i begynnelsen av oktober av tre mærer med aure av størrelse omtrent 2 kg, en mær med små aure (ca. 0,5 kg), to mærer med laks av størrelse omtrent 2,5 kg, samt to mærer med laksemolt (ca. 0,5 kg). På innsiden av dette anlegget var det en liten mær med torsk på omtrent 1 kg.

Røkteren ved anlegget opplyste at han merket at sjøen begynte å bli brun tirsdag den 29. september. Denne dagen spiste fisken lite, bare anslagsvis 50% av det normale. Fôringen ble stoppet, situasjonen forverret seg fram mot helgen og var verst 2.-3. oktober. Røkteren antok at mye fisk døde natt til mandag den 5. oktober. Den 7. oktober dykket Trygve Berg Lea ned ved anlegget for å undersøke hvor mye død fisk det var i mærene. Det ble registrert relativ stor dødelighet i mærene med stor aure og smolt.

I Fig. 1 er det ført opp nøyaktige tall for dødelighet. I mæren med torsk var det 133 fisk. Alle disse var døde. Her hadde det tidligere blitt observert at fisken gikk i overflaten, noe som ble tatt som et tegn på oksygenmangel. Det var stor variasjon i dødelighet mellom de enkelte mærene. Dødeligheten var

\* Bidrag nr. 238 fra Trondhjem Biologiske Stasjon, 7000 Trondheim, Norge.



BUKT

Dyp 10 m

AURE 0,5 kg
Ant. 15000 stk
Død 390 "
2,6 o/o

LAKS 0,5 kg
Ant. 5854 stk
Død 1317 "
22,5 o/o

LAKS 0,5 kg
Ant. 3861 stk
Død 55 "
1,4 o/o

LAKS 2,5 kg
Ant. 2539 stk
Død 275 "
10,8 o/o

LAKS 2,5 kg
Ant. 2781 stk
Død 297 "
10,6 o/o

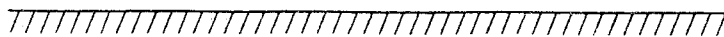
AURE 2,0 kg
Ant. 2087 stk
Død 452 "
21,6 o/o

AURE 2,0 kg
Ant. 4573 stk
Død 1345 "
29,4 o/o

AURE 2,0 kg
Ant. 1460 stk
Død 1421 "
97,0 o/o

Dyp 6 m

TORSK 1 kg
Ant. 133 stk
Død 133 "
100 o/o



MØLO

Fig. 1. Geografisk plassering av anlegget (svart felt) samt oversikt over fisk og dødelighet i de enkelte mærer.

21,6-97% for aure, 1,4-22,5% for laksemolt og 10,6-10,8% for laks. Endel opplysninger, f.eks. totalantall av fisk i hver størrelsesklasse og fiskemengde som gikk tapt, er satt opp i Tabell 1.

Tabell 1

Tap av fisk ved anlegget i Holmane. Registreringer den 7. oktober 1981.

Fiske- slag	Vekt- klasse	Totalt antall	Antall døde	Mengde tapt	Taps- prosent
Aure	0,5 kg	15000	390	195 kg	2,6
Laks	0,5 "	9715	1372	636 "	14,1
Aure	2,0 "	8120	3218	6436 "	39,6
Laks	2,5 "	5320	572	1430 "	10,8
Torsk	1,0 "	133	133	133 "	100

Den 7. oktober var sikten i vannet blitt bedre enn dagen før, og det var omlag 1,5 m sikt i overflaten. Noe dypere var sikten bedre, omlag 3-4 m. Temperaturmålinger ved anlegget i løpet av september i 1,5 m dyp (se Tabell 2) viste at det hadde vært et plutselig temperaturfall på ca. 0,5°C mellom 25. og 26. september, altså noen dager før vannet var påfallende misfarget.

Tabell 2

Temperaturen i 1,5 m dyp ved anlegget fra 20. til 30. september

Dato	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.
Temp.	14,2	14,3	14,3	14,2	14,1	14,1	13,5	13,6	13,8	13,8	13,7

Det ble tatt prøver av vannet den 4. oktober og den 7. oktober etter at den verste misfargingen hadde gitt seg. Prøvene ble analysert i mikroskop med sikte på å identifisere planktonalger og å bestemme konsentrasjonene av alger i vannprøvene. Resultatene er satt opp i Tabell 3. Det ble observert store mengder av dinoflagellaten *Gyrodinium aureolum*, spesielt den 4. oktober, og det er klart at denne algen var årsaken til at sjøen ble misfarget.

Tabell 3

Konsentrasjoner av *Gyrodinium aureolum* ved Skrettings anlegg, Holmane ved Sirevåg. Ingen andre arter observert i tellekammeret (Palmer-Maloney, 0,1 ml).

4. oktober	Prøve 1	67	millioner celler pr. liter				
	" 2	3,2	"	"	"	"	"
7. oktober	Prøve 1	1,1	"	"	"	"	"
	" 2	0,5	"	"	"	"	"

Det synes å være helt klart at dødeligheten hadde sammenheng med forekomsten av *Gyrodinium aureolum*. Allerede tidlig i oppblomstringen da sjøen begynte å bli merkbart brunaktig, reagerte fisken med unormal oppførsel, så som redusert appetitt. Senere begynte fisken å gå i overflaten, noe som kan tyde på oksygenmangel. Dødeligheten ser ut til å ha vært størst etter at misfargingen av sjøen hadde vært på det verste, og fisken hadde gått i brunt vann i omtrent en uke.

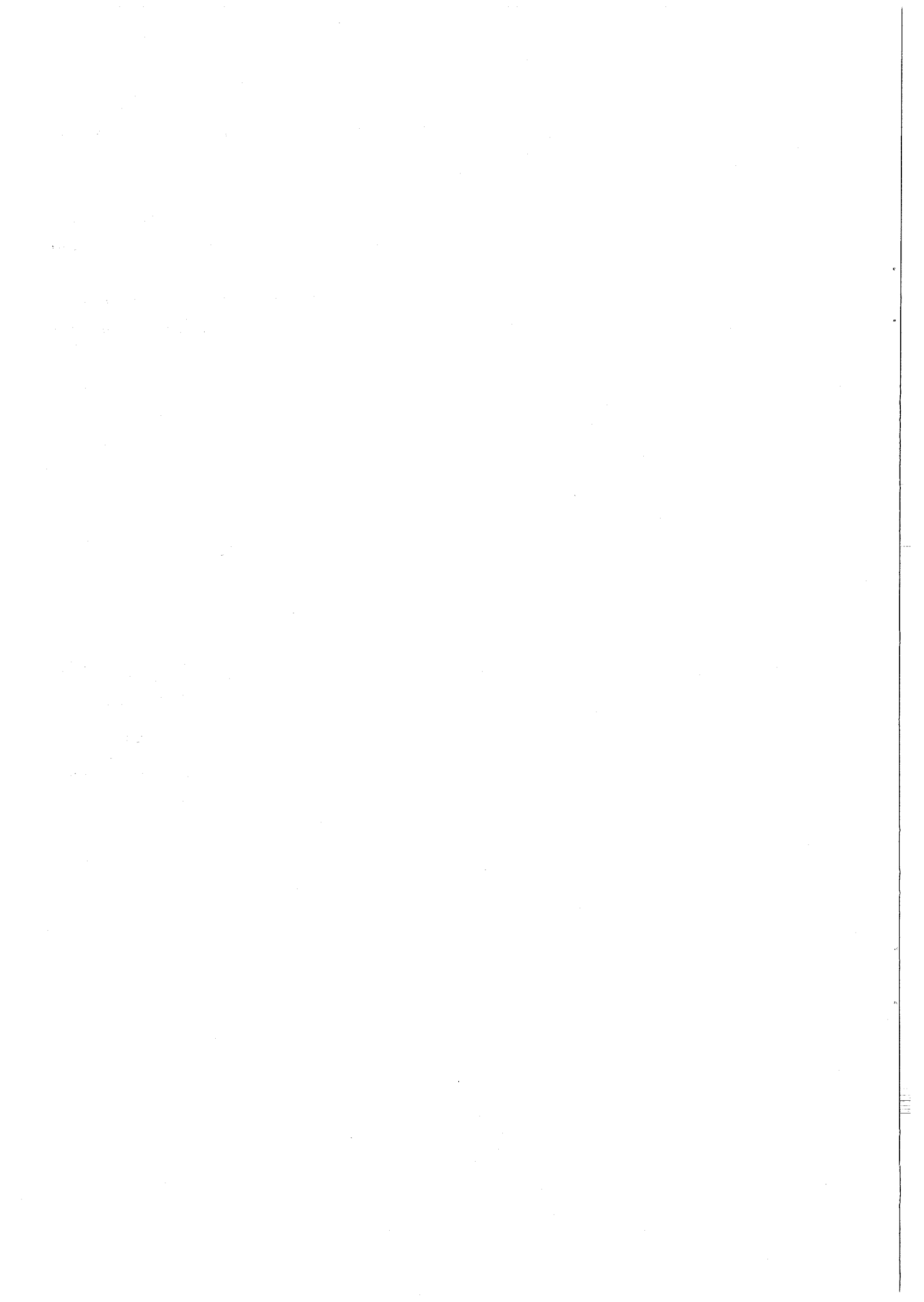
Symptomene hos fisken samsvarer med det som er kjent fra laboratorieforsøk i Skottland (Roberts et al. 1983). Der ble små regnbueaure eksponert med *Gyrodinium aureolum* (isolert fra Oslofjorden, cf. Tangen og Bjørnland 1981), og fisken døde av skader først og fremst på gjellene ved at det ytterste cellelaget løsnet ("sloughing"). Effekten er redusert oksygen-

opptak ved siden av forstyrrelser i osmoreguleringen (saltbalansen), og fisken vil oppfatte situasjonen som oksygenmangel, selv om det kan være normale oksygenmengder i sjøen.

Den påfallende store forskjellen i dødelighet fra mår til mår i anlegget kan komme av at algene var ujevnt fordelt. Dermed kan noen mærer ha blitt hardere belastet enn andre. I mæren med torsk ble samtlige fisk drept, og i nabomæren med 2 kilos regnbueaure var det 97% dødelighet. I motsetning til disse to mærene som lå nærmest land, var det liten dødelighet (2,6%) i den ytterste mæren med små regnbueaure. Det kan tenkes at andre forhold, slik som fiskens almene helsetilstand og fôropptak i begynnelsen av oppblomstringen kan ha medvirket til den ujevne dødeligheten i anlegget.

#### REFERANSER

- Roberts, R.J., Bullock, A.M. Turner, M.F., Jones, K.J. and Tett, P. 1983. Mortalities of *Salmo gairdnerii* exposed to cultures of *Gyrodinium aureolum*. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 63: 741-743.
- Tangen, K. and Bjørnland T. 1981. Observations on pigments and morphology of *Gyrodinium aureolum* Hulburt, a marine dinoflagellate containing 19'-hexanoyloxyfucoxanthin as the main carotenoid. J. Plankt. Res. 3: 389-401.



PLANTEPLANKTONUNDERSØKELSER VED KÅRSTØ 1981. FELTOBSERVASJONER  
FRA TOKT I TIDEN 6/10 - 9/10

Svein Rune Erga

Norsk Institutt for Vannforskning, Postboks 333 Blindern,  
0314 OSLO 3

Nåværende adresse:

Institutt for marinbiologi, Universitetet i Bergen,  
5065 BLOMSTERDALEN

Etter oppdrag fra Statoil har en fra NIVA's side i 1981 blandt annet arbeidet med å etablere status for området (Fig. 1) med hensyn på de biologiske forhold i de frie vannmasser. Arbeidsprogrammet er utarbeidet av Institutt for marinbiologi (IMB) ved Universitetet i Bergen i samarbeid med Norsk Institutt for Vannforskning, Oslo.

Vårt oktober-tokt foregikk samtidig som det ble meldt om masseforekomster av dinoflagellaten *Gyrodinium aureolum* langs Sørlandskysten. Toktet startet ved IMB den 6. oktober med F/F "Fridtjof Nansen". På veien sørover ble det kun foretatt Secchi-dyp (sikt-dyp) registreringer. I Korsfjorden ble det målt til 6,5 m (brun), i Selbjørnsfjorden til 9,5 (grønn), ved Moster (St. 6) til 5 m (brun), ved Ryvarden (St. 5) til 4 m (brun) og Haugesund nordlige havn (St. 4) til 6 m hvor vannprøver kunne bekrefte at det dreide seg om *G. aureolum*. Hele dagen blåste det kulig fra øst-sørøst. Neste dag den 7. oktober utførte vi vårt vanlige program ved Kårstø (Tabell 1). Det blåste da fra sørvest. Sterk kuling fra vest den 8. oktober resulterte i at vi ble liggende værfast i Haugesund. Secchi-dypet ble nå målt til 2,0 m (brun) mot 6,0 m to dager før. Dette kan skyldes den kraftige pålandsvinden. En fisker jeg snakket med fortalte at det samme dag var funnet død sei i Karmsundet, noe han mente måtte ha sammenheng med det "brune vannet". Om morgenen den 9. oktober hadde sjøen lagt seg såpass at vi kunne gå nordover. Det blåste nå laber bris fra sørøst. For observasjoner fra St. 4-10 henvises til Tabell 1. Et

spesielt tilfelle som må fremheves i denne sammenheng var den kraftige forandring i turbiditet like nord for Ryvarden (St. 5). En strekning på bare 2 nautiske mil var nok til å komme inn i relativt klart vann.

Et slikt utbredelsesmønster med avtagende cellekonsentrasjoner fra Ryvarden og nordover samtidig som de høyeste celler tallene forekom i åpent farvann tyder på tilførsel via kyststrømmen.

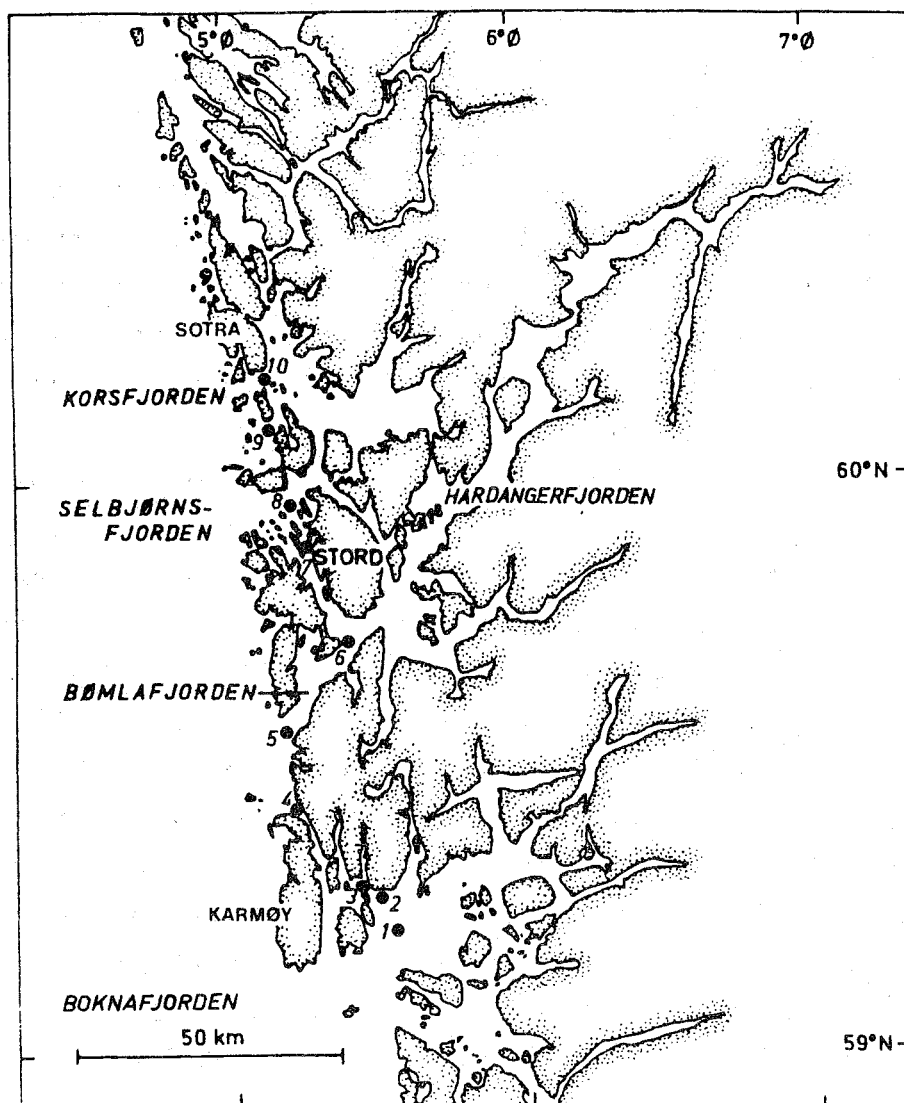


Fig. 1. Stasjonsoversikt: St. 1 - Boknafjorden, St. 2 - Kårstø, St. 3 - Frekkasundet vest, St. 4 - Haugesund, St. 5 - Ryvarden, St. 6 - Moster, St. 7 - Stokkesund, St. 8 - Selbjørnsfjorden, St. 9 - Grønningen lykt Møkster, St. 10 - Korsfjorden.

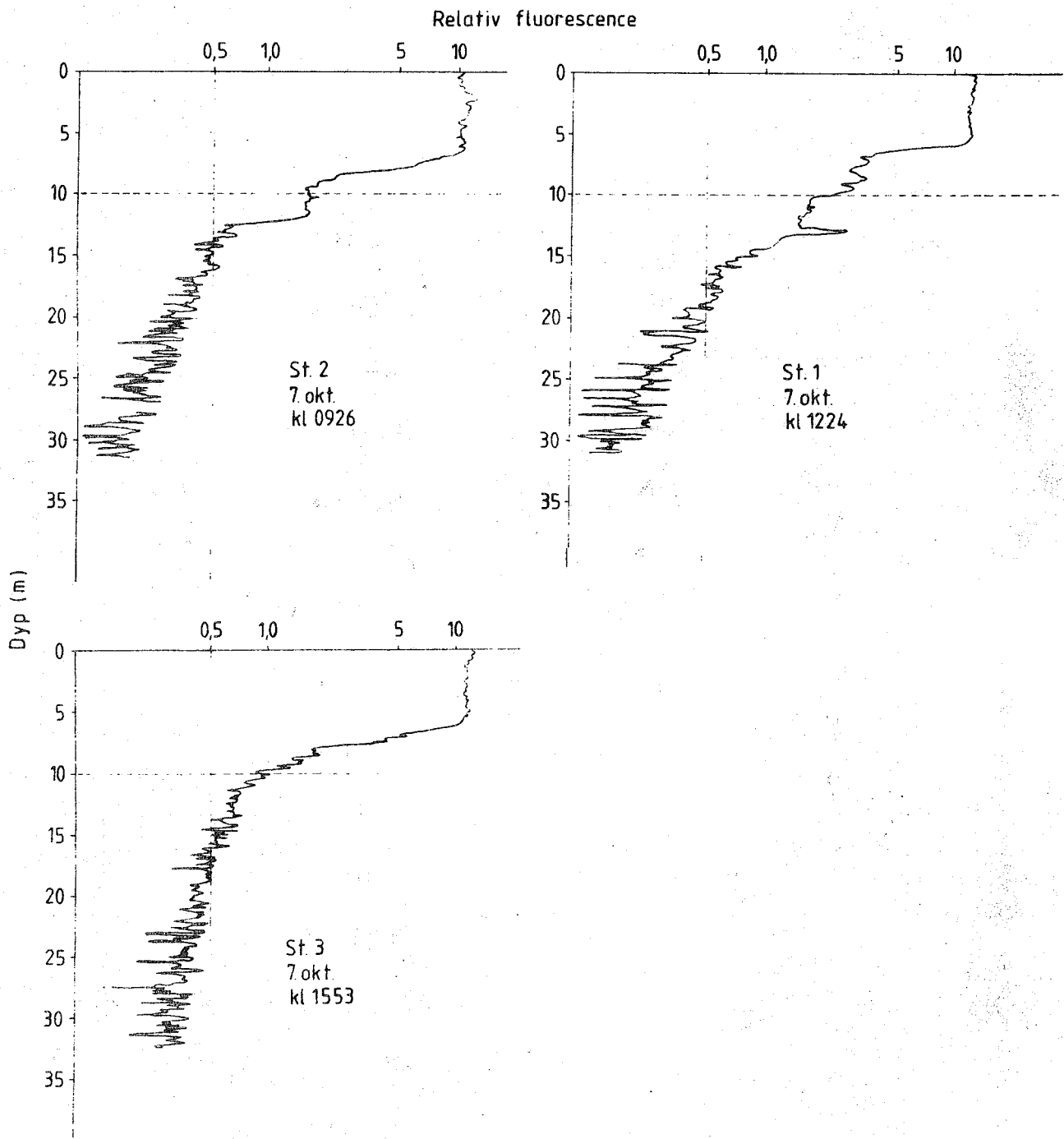


Fig. 2. Eksempler på fluorescence profiler fra Stasjonene 1, 2 og 3 ved Kårstø.



Tabell 1

Feltobservasjoner fra Kårstøtøkt 7/10 - 9/10 1981.

St	Dyp m	Lys <sup>1)</sup> sikt %	Temp. C	Salt o/oo	Øt	O <sub>2</sub> %	Primprod mgC/m <sup>3</sup> /h	KlFa <sub>2</sub> <sup>2)</sup> mg/m <sup>3</sup>	ClFa <sub>3</sub> <sup>3)</sup> mg/m <sup>3</sup>	C mg/m <sup>3</sup>	N mg/m <sup>3</sup>	C/N	Si(OH) <sub>4</sub> µmol/l	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> µmol/l	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> µmol/l	Org.P µmol/l	G.aur.	Celler/l S.cost.	E.hux.
1	0,2	95	12,93	27,003	20,26	109,9	13,73	30,30	2,07	417,58	56,54	7,39	2,69	0,25	0,0	0,76	1 112 960	109 040	55 800
	0,5	75	12,95	27,011	20,26	110,1	15,73	40,10	2,05	411,85	53,79	7,66	2,42	0,13	0,0	0,66	1 112 960	109 040	55 800
	0,9	50	13,00	27,028	20,26	109,6	12,22	30,21	2,08	454,24	61,71	7,36	2,39	0,11	0,0	0,48	1 112 960	109 040	55 800
	2,9	25	13,12	27,264	20,42	108,5	10,60	18,01	2,06	387,21	53,32	7,26	2,33	0,14	0,0	0,56	1 112 960	109 040	55 800
	4,6	10	13,63	28,223	21,01	102,3	0,98	9,23	2,06	202,86	26,51	7,65	2,06	0,10	0,0	0,31	1 112 960	109 040	55 800
	10	1,8	13,87	28,712	21,39	100,7	0,14	1,62	1,90	86,67	7,53	11,51	2,68	0,11	0,0	0,26	41 360	1000	18 600
	15	1,0	13,87	29,009	21,62	100,7	0,01	1,03	1,90	86,67	7,53	11,51	2,68	0,11	0,0	0,26	41 360	1000	18 600
	20	0,6	13,93	29,510	21,99	100,7	0,01	0,38	1,67	86,67	7,53	11,51	2,68	0,11	0,0	0,26	41 360	1000	18 600
	40	-	13,88	30,760	22,96	94,6	-	0,25	1,60	-	-	-	1,53	1,27	0,11	0,20	-	-	-
2	0,2	95	12,50	25,971	19,54	107,0	40,73	29,13	2,08	489,14	73,13	6,69	2,65	0,10	0,0	0,83	2 158 240	327 120	100 440
	0,5	75	12,50	25,974	19,54	106,3	42,26	28,65	2,09	458,77	67,49	6,80	2,66	0,09	0,0	1,01	2 158 240	327 120	100 440
	1,0	50	12,54	25,993	19,55	106,5	38,81	25,59	2,08	441,84	66,25	6,67	2,54	0,11	0,0	1,01	2 158 240	327 120	100 440
	2,5	25	12,49	26,014	19,57	106,2	28,16	20,99	2,05	438,94	63,47	6,92	2,64	0,14	0,0	0,76	2 158 240	327 120	100 440
	3,9	10	12,48	26,044	19,60	107,4	13,27	18,10	2,03	434,96	62,01	7,01	2,49	0,10	0,0	0,66	2 158 240	327 120	100 440
	6,0	3,2	12,51	26,365	19,84	104,6	1,13	6,61	1,93	157,02	18,66	8,41	2,53	0,21	0,0	0,36	163 560	94 000	52 080
	8,3	1,0	12,80	26,743	20,08	104,6	0,10	3,00	1,91	157,02	18,66	8,41	2,53	0,21	0,0	0,36	163 560	94 000	52 080
	15	-	13,85	29,270	21,82	96,2	-	0,59	1,50	-	-	-	2,18	1,56	0,16	0,18	-	-	-
	40	-	13,89	30,694	22,91	92,8	-	0,40	1,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	45	-	13,32	31,189	23,41	91,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	0,2	95	12,49	26,502	19,95	107,0	14,18	21,32	2,05	363,16	49,79	7,29	2,41	0,14	0,0	0,76	1 393 080	33 840	63 240
	0,7	75	12,46	26,498	19,95	107,0	13,39	24,56	2,09	448,64	64,02	7,01	2,47	0,10	0,0	0,86	1 393 080	33 840	63 240
	1,3	50	12,49	26,504	19,95	107,0	20,12	21,73	2,05	452,21	63,77	7,09	2,44	0,10	0,0	0,83	1 393 080	33 840	63 240
	2,0	25	12,45	26,899	19,96	107,0	15,33	21,20	2,10	553,49	78,28	7,07	2,41	0,12	0,0	0,83	1 393 080	33 840	63 240
	3,5	10	12,45	26,849	19,99	107,0	3,09	20,78	2,06	410,11	56,73	7,23	2,49	0,10	0,0	0,96	1 393 080	33 840	63 240
	4,0	1,0	12,96	27,309	20,49	107,0	0,15	2,34	1,86	105,17	13,67	7,69	2,36	0,70	0,0	0,31	3 560	22 320	40 920
	7,0	2,1	13,18	27,722	20,76	107,0	0,06	1,27	1,69	105,17	13,67	7,69	2,36	0,70	0,0	0,31	3 560	22 320	40 920
	10	1,0	13,79	29,140	21,74	107,0	-	0,45	1,55	-	-	-	7,29	10,04	0,71	0,20	-	-	-
	20	0,2	9,80	32,729	25,24	92,8	-	0,36	1,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	-	6,35	34,395	27,05	91,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	1,0	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7 309 888	0	172 339
5	1,0	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8 378 084	0	0
6	1,0	4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2 147 021	0	68 000
7	1,0	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 917 600	600	186 000
8	1,0	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3 673 324	0	34 000
9	1,0	6,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 742 071	0	206 808
10	1,0	7,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	547 080	0	107 880

1) Totallysats (400-700 nm) transmisjon  
 2) Klorofyll a + phaeopigment a  
 3) Syrefaktor

## PLANTEPLANKTONUNDERSØKELSER I OMRÅDET SØR FOR BERGEN, HØSTEN 1981. FELTOBSERVASJONER

Berit Riddervold Heimdal

Institutt for marinbiologi, Universitetet i Bergen,  
5065 BLOMSTERDALEN

### INNLEDNING

Institutt for marinbiologi, UiB, har gjennom flere år engasjert seg i biologiske undersøkelser av fjordsystemer. Etterat Universitetet fikk nytt forskningsfartøy, F/F "Håkon Mosby", ble virksomheten utvidet til å omfatte sokkelområdet og åpent hav. Planktontoktet i oktober 1981 foregikk på samme tid som det ble rapportert masseforekomster av dinoflagellaten *Gyrodinium aureolum* langs store deler av kysten av Sør-Norge, og det var naturlig å konsentrere virksomheten om dette problem. Sterk vind og grov sjø hindret utenskjærs arbeid de to første døgnene slik at hovedtyngden av stasjonene ble valgt i mere beskyttede områder (Fig. 1, Tabell 1). Formålet var å studere de fysiske og biologiske forhold fra et område til et annet, og en eventuell sammenheng mellom disse.

### MATERIALE OG METODER

Temperatur og saltholdighet ble registrert med et Neil-Brown system. Prøver til analyse av næringsalter og planteplankton ble samlet inn ved bruk av Niskin vannhentere i 0, 2, 4, 8, 16 og 32 m dyp. Næringssaltprøvene ble frosset ned ved  $-20^{\circ}\text{C}$  og analysert med hensyn på fosfat, nitrat og silikat med en auto-analysator på land. Planteplanktonets biomasse ble målt som konsentrasjon av klorofyll a på samtlige stasjoner og ved telling av prøver fra utvalgte stasjoner og dyp. Primærproduksjonen ble undersøkt med  $^{14}\text{C}$ -metoden med dekksinkubator. Inn-

fallende sollys ble målt på dekk med en Lambda 190-S overvannssensor og lysforholdene under vann bestemt med en Lambda 192-S undervannssensor og Secchi-skive.

## RESULTATER

Vannmassene i fjordene var sterkt sjiktet i de øvre lag (Fig. 2-4). Ferskvannstilførsel og avkjøling av overflatelagene var langt mere markert utover Hardangerfjorden fra Utne (St. 7) enn i Langenuen og Selbjørnsfjorden (St. 2-6) og i Bømlafjorden (St. 16). Ved munningen av Bømlafjorden (St. 17) var saltholdigheten og temperaturen i overflatelagene bare ubetydelig lavere enn på 30 meters dyp, mens kaldere og saltere vann dominerte de øvre lag av vannsøylen på stasjon 19 lengst vest.

Tabell 2 viser fordelingen av fosfat, nitrat og silikat. De lave verdiene i overflatelagene, spesielt nitrat, er normale i en høstsituasjon hvor næringssaltene er brukt opp av planteplanktonet og en sterk lagdeling hindrer fornying ved gjennomblending. De høye silikatverdiene tyder på at det hadde vært lite diatomeer i planktonet tidligere på høsten. De var fortsatt sparsomt representert i prøvene fra oktober, med de største konsentrasjonene på de ytre fjordstasjonene og i kystvannet (Tabell 3-8). I de kvantitative prøvene fra Utnefjorden (St. 7) manglet diatomeene helt, og de var også ganske utbetydelige i håvtrekket fra denne stasjonen (Tabell 9).

Fig. 5 viser planteplanktonets biomasse uttrykt som klorofyll a. De største konsentrasjonene ble funnet i overflatelagene i Langenuen/Selbjørnsfjord-området med nærmere 30 mg klorofyll a  $m^{-3}$  i overflaten på stasjon 2. Til sammenligning kan nevnes at under diatomeenes oppblomstring om våren finner man sjelden høyere konsentrasjoner enn 10-15 mg klorofyll a i disse fjordsystemene. Hvis "1 %-dypet" blir antatt som nedre grense for den eufotiske sone, viste lysmålingene (Fig. 6, 7) mest turbid vann og et produktivt lag på mellom fem og ti meter nettopp i Langenuen (St. 2), mens stasjon 7 i Utnefjorden med ubetydelige konsentrasjoner av klorofyll hadde en eufotisk sone som var mere enn dobbelt så dyp. Tallmessig var planktonet i

Langenuen/Selbjørnsfjord-området dominert av *Gyrodinium aureolum* (maksimum 2.6 millioner celler  $l^{-1}$  i 0 m på stasjon 2) og ubestemte flagellater/monader mindre enn 10  $\mu m$ . Tallene for den siste gruppen er imidlertid svært usikre ettersom fiksering med formalin i de aller fleste tilfeller ødelegger slike skjøre celler og gjør det vanskelig å identifisere dem. Primærproduksjonen hadde også sitt maksimum ( $\sim 150 \text{ mg C m}^{-3} \text{ time}^{-1}$ ) i overflatelaget på stasjon 2. Utover fra Husnesfjorden (St. 14) mot munningen av Bømlafjorden (St. 17) var det betydelige konsentrasjoner av *G. aureolum* i de øvre vannlagene, mens arten knapt ble registrert lengre vest (St. 19, maksimum 2050 celler  $l^{-1}$ ). Coccolithophoriden *Emiliana huxleyi* (diameter = 5-9  $\mu m$ ) var spesielt tallrik i Husnesfjorden med mindre bestander på fjordstasjonene lengre vest og nord og i områdene utenfor Bømlafjorden. I Utnefjorden (St. 7) manglet denne arten helt.

#### KONKLUSJON

Undersøkelsene viser tydelig forskjeller i utbredelsen av *G. aureolum* innenfor et relativt begrenset område. De store konsentrasjonene av klorofyll i den sentrale delen hvor *G. aureolum* utgjorde en vesentlig del av planteplanktonbiomassen, hadde sannsynligvis sin opprinnelse lengre sør samtidig som betingelsene for akkumulering og vekst var spesielt gode i Langenuen/Selbjørnsfjord-området.

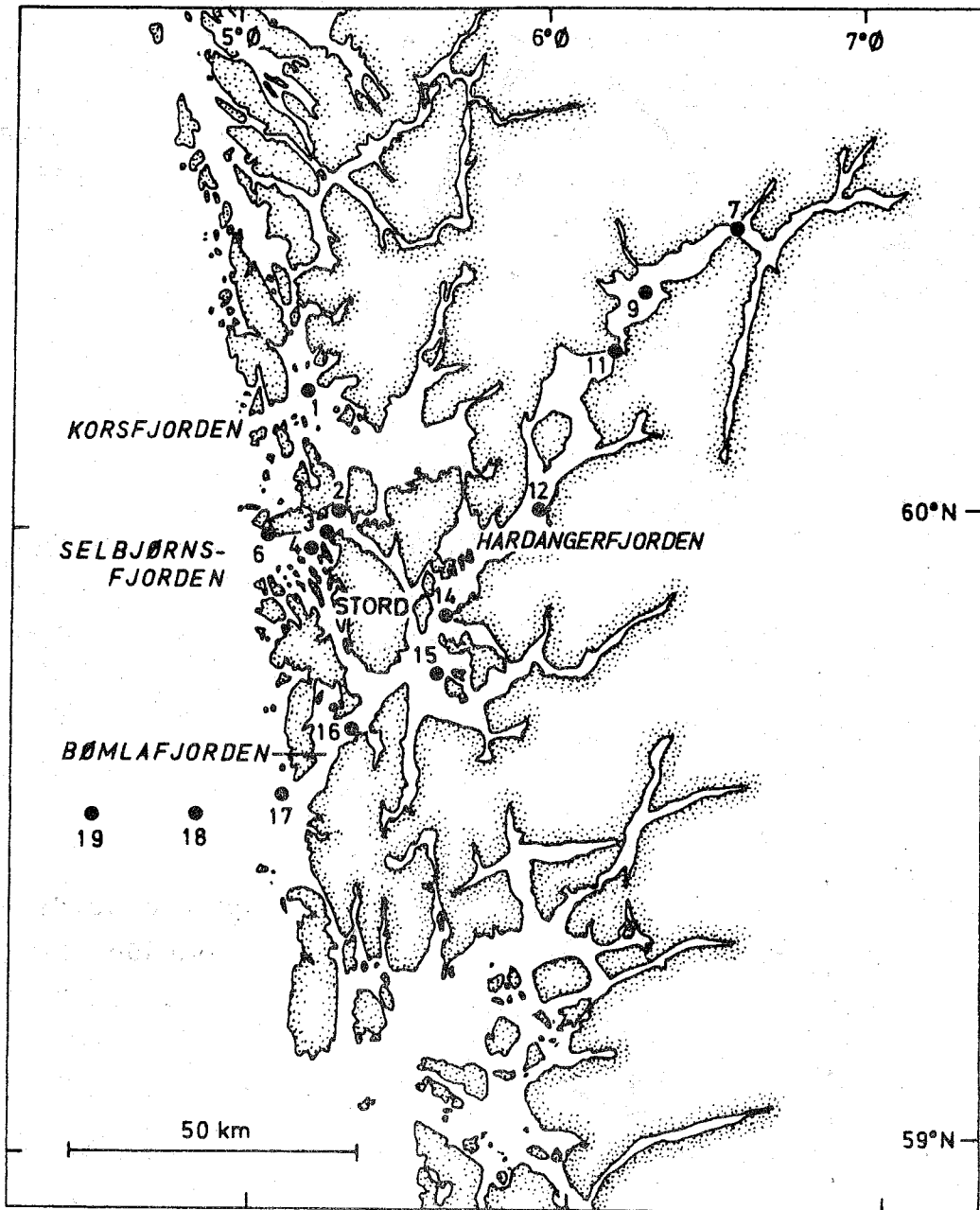


Fig. 1. Kart over undersøkelsesområdet med stasjonene avmerket.

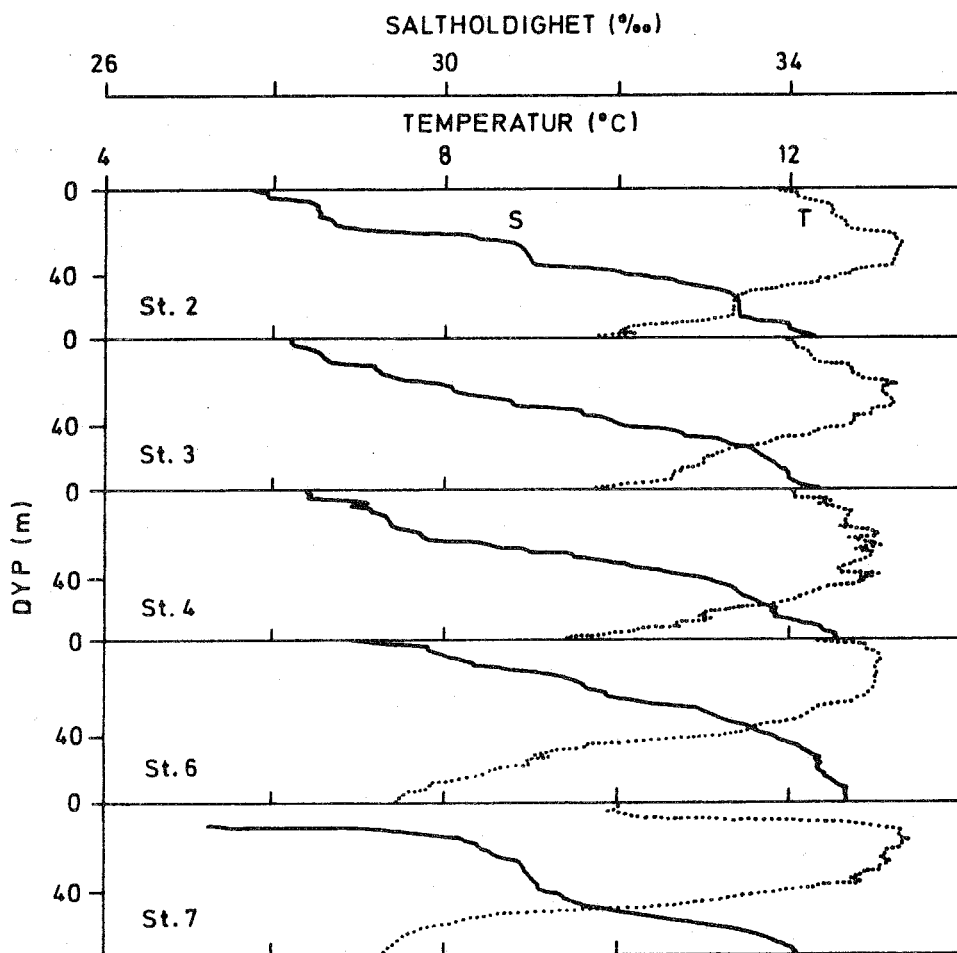


Fig. 2. Fordelingen av temperatur og saltholdighet, St. 2-7,

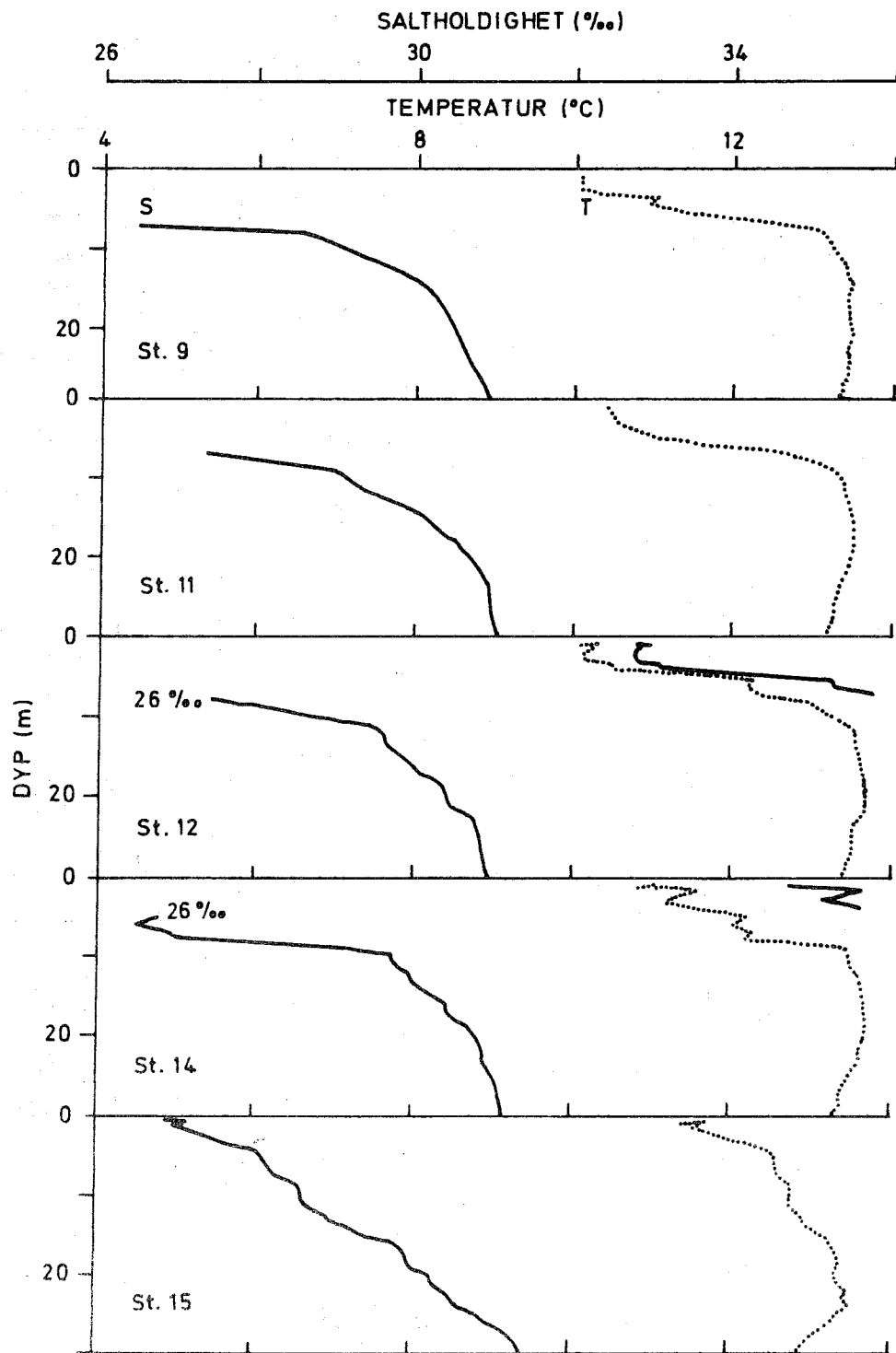


Fig. 3. Fordelingen av temperatur og saltholdighet, St. 9-15.

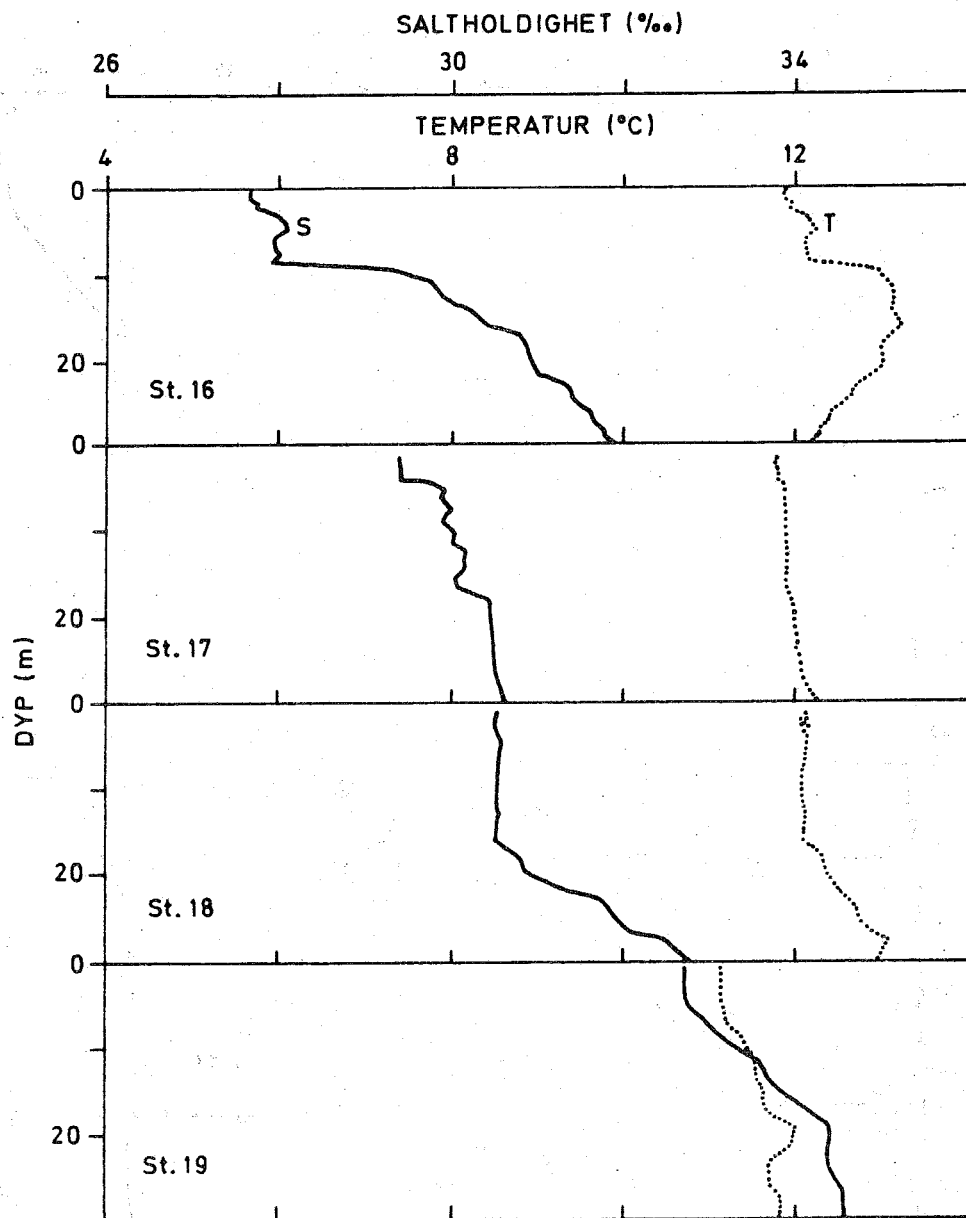


Fig. 4. Fordelingen av temperatur og saltholdighet, St. 16-19.



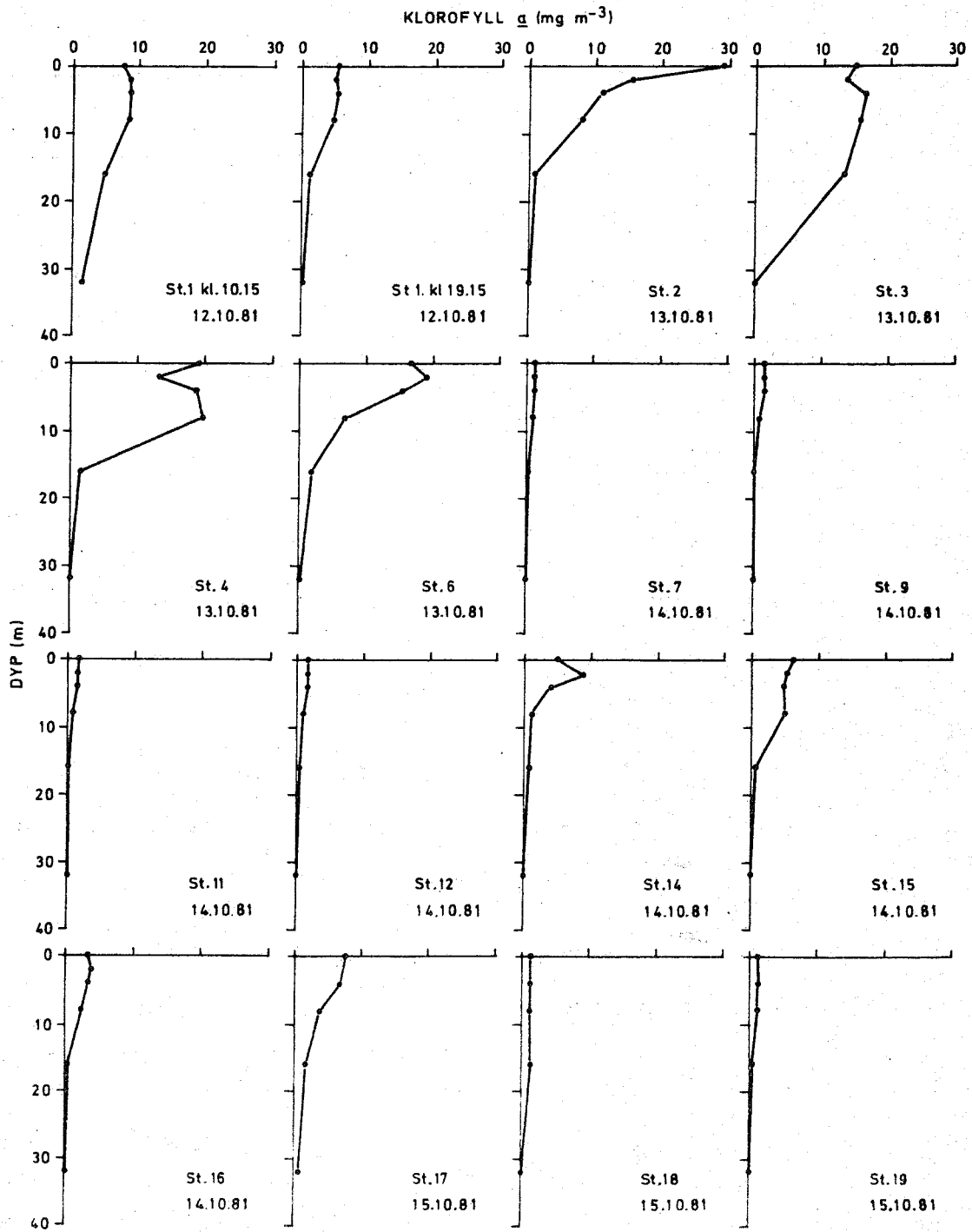


Fig. 5. Vertikalfordelingen av klorofyll  $a$ .

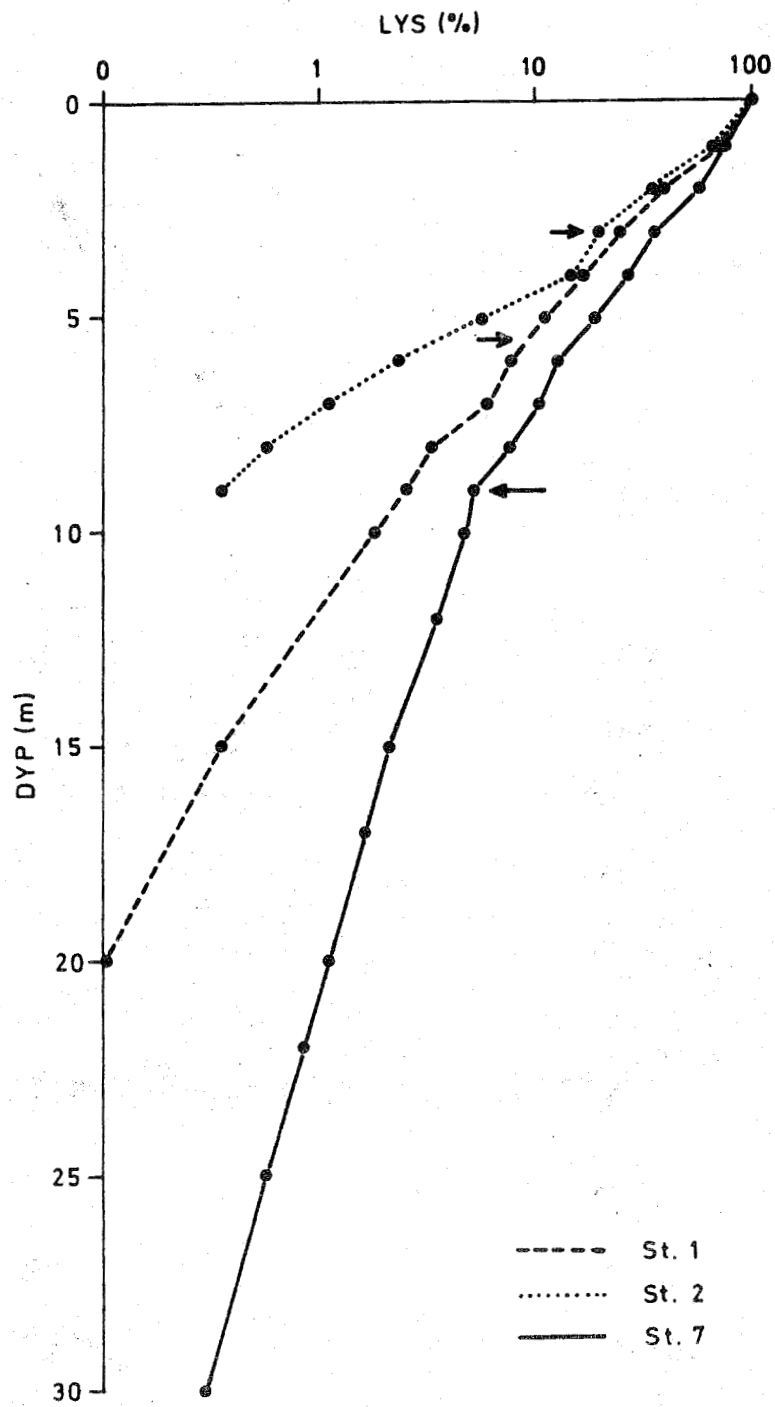


Fig. 6. Lysfordelingen i fjordområdet. Pilene viser siktedypet.

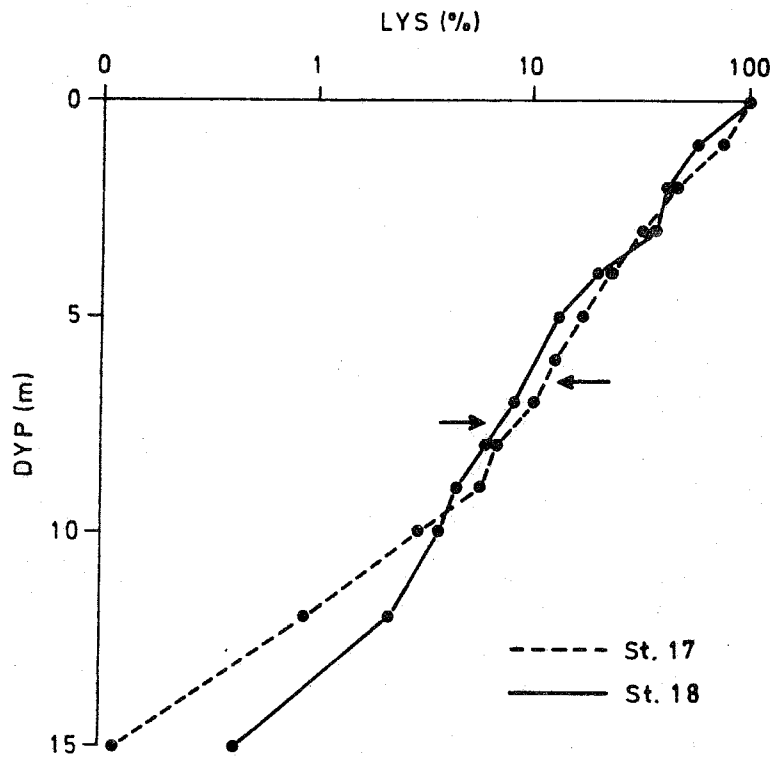


Fig. 7. Lysfordelingen utenfor Bømle-fjorden. Pilene viser siktedypet.

Tabell 1

Stasjoner og innsamlingsprogram for "Håkon Mosby"-tokt 12.-15. oktober 1981

Dato	St.nr.	St.navn	Posisjon	CTD	LM	Secchi	Vannprøver		Vert.	
							Næringss.	Pigm.		<sup>14</sup> C
12/10	1	Korsfjorden *	60°12.85'N, 05°12.22'E	x	x	x	x	x	x	x
"	"	" **					x			
13/10	2	Langenuen	60°01.12'N, 05°19.69'E	x	x	x	x	x	x	x
"	3	Selbjørnsfjorden	59°57.96'N, 05°15.82'E	x		x		x		
"	4	Selbjørnsfjorden	59°57.41'N, 05°13.35'E	x		x		x		
"	6	Selbjørnsfjorden	59°58.91'N, 05°05.50'E	x		x		x		
14/10	7	Utnefjorden	60°26.75'N, 06°33.13'E	x	x	x	x	x	x	x
"	9	Y. Samlafjorden	60°20.67'N, 06°17.19'E	x		x		x		x
"	11	Hissfjorden	60°14.16'N, 06°10.20'E	x				x		
"	12	Kvinnheradsfjorden	60°02.43'N, 05°58.76'E	x		x		x		x
"	14	Husnesfjorden	59°50.80'N, 05°39.81'E	x		x		x		x
"	15	Klosterfjorden	59°45.32'N, 05°36.95'E	x				x		x
"	16	Bømlafjorden	59°38.90'N, 05°20.71'E	x				x		x
15/10	17		59°33.32'N, 05°05.78'E	x	x	x	x	x	x	x
"	18		59°33.00'N, 04°50.00'E	x	x	x		x		
"	19		59°33.00'N, 04°30.76'E	x				x		x

\* Kl. 10.15

\*\* Kl. 19.15

Tabell 2

Fordelingen av næringsalter ( $\mu\text{Ml}^{-1}$ )

Dyp m	St. 1			St. 2			St. 7			St. 17		
	PO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	Si (OH) <sub>4</sub>	PO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	Si (OH) <sub>4</sub>	PO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	Si (OH) <sub>4</sub>	PO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	Si (OH) <sub>4</sub>
0	0.19	0.25	1.25	0.35	0.06	2.22	0.17	0.77	3.61	0.18	0.05	1.41
2	0.22	0.31	2.36	0.25	0.42	2.01	0.18	0.99	3.82			
4	0.22	0.53		0.15		2.22	0.20	1.11	3.85	0.37	0.43	1.69
8	0.19			0.11		2.22	0.21	0.83		0.21	0.13	3.39
16	0.16		2.43	0.14			0.34			0.18	0.14	
32	0.16			0.11			0.23			0.17	0.50	2.70

Tabell 3

STASJON: 1 12/10-81.

Klasse/Artsnavn	0 m	2 m	4 m	8 m	16 m	32 m
<u>CRYPTOPHYCEAE</u>						
1. <i>Leucocryptos marina</i>	10.850	54.300	43.450	43.450	10.850	3.600
<u>DINOPHYCEAE</u>						
2. <i>Amphidinium sphenoides</i>	200	-	-	-	-	-
3. <i>Amphidinium</i> sp.	1.000	200	21.700	2.700	2.700	400
4. <i>Cachonina niei</i>	-	-	10.850	-	-	-
5. <i>Ceratium furca</i>	200	200	1.000	600	-	-
6. <i>C. fusus</i>	-	200	-	-	-	-
7. <i>C. lineatum</i>	200	-	-	-	-	-
8. <i>Dinophysis norvegica</i>	-	-	-	200	-	-
9. <i>Gymnodinium lohmannii</i>	1.800	1.800	2.800	1.200	1.200	200
10. <i>Gyrodinium aureolum</i>	1.151.350	1.379.450	1.727.050	955.850	966.700	3.800
11. <i>G. grenlandicum</i>	21.700	43.450	32.600	97.750	119.500	43.450
12. <i>Prorocentrum balticum</i>	-	-	-	200	-	-
13. <i>P. micans</i>	600	600	400	400	200	-
14. <i>Protoperidinium</i> spp.	-	-	1.000	-	400	-
15. cf. <i>Torodinium</i> sp.	-	400	400	400	400	200
16. Athecate dinofl., > 10 $\mu$ m	163.150	141.400	141.200	65.150	97.750	45.850
<u>HAPTOPHYCEAE</u>						
17. <i>Anthosphaera</i> sp.	-	-	-	-	10.850	-
18. <i>Emiliana huxleyi</i>	32.600	65.150	76.050	86.900	108.600	54.300
19. <i>Ophiaster hydroideus</i>	-	10.850	43.450	10.850	-	-
<u>CHRYSOPHYCEAE</u>						
20. <i>Dinobryon petiolatum</i>	-	10.850	-	-	-	-
21. <i>Distephanus speculum</i>	400	-	200	-	-	-
<u>BACILLARIOPHYCEAE</u>						
22. <i>Asterionella glacialis</i>	-	-	-	-	1.000	-
23. <i>Cerataulina pelagica</i>	3.200	1.400	3.800	2.400	4.600	400
24. <i>Chaetoceros ceratosporum</i>	10.850	-	-	10.850	-	-
25. cf. <i>C. socialis</i>	-	-	500	-	-	-
26. cf. <i>C. wighamii</i>	-	-	-	800	-	-
27. <i>Chaetoceros</i> spp.	-	-	-	1.400	-	-
28. <i>Coscinodiscus</i> sp.	-	-	800	-	200	-
29. cf. <i>Cyclotella</i> sp.	-	-	800	-	-	-
30. <i>Leptocylindrus danicus</i>	-	-	-	-	1.000	-
31. <i>Nitzschia delicatissima</i>	-	400	1.200	800	1.400	-
32. <i>N. longissima</i>	32.600	200	400	600	200	-
33. <i>Rhizosolenia fragilissima</i>	-	-	1.200	200	400	-
34. <i>R. setigera</i>	-	400	200	400	200	-
35. <i>Skeletonema costatum</i>	2.800	-	800	1.000	1.800	-
36. <i>Thalassionema nitzschioides</i>	600	400	200	1.000	1.600	-
37. <i>Ubestemt pennat diatome</i>	-	200	200	-	200	400
<u>PRASINOPHYCEAE</u>						
38. <i>Pyramimonas/Tetraselmis</i> sp.	-	-	130.350	43.450	43.450	-
<u>CHLOROPHYCEAE</u>						
39. <i>Staurastrum</i> sp.	-	-	-	200	-	-
<u>CHOANOFLLAGELLATA</u>						
40. <i>Monosiga marina</i>	10.850	10.850	10.850	43.450	-	10.850
41. <i>Ubestemt krageflagellat</i> sp. 1	-	-	10.850	32.600	43.450	-
<u>UKLASSIFISERTE FLAGELLATER/MONADER</u>						
42. Flagellater/monader, < 10 $\mu$ m	8.168.200	8.124.800	7.690.300	5.952.400	3.302.050	3.388.950
43. Flagellater, > 10 $\mu$ m	10.850	-	-	-	-	10.850
<u>CILIATER</u>						
44. <i>Ubestemt ciliat</i> sp. 1	271.550	336.700	619.150	358.450	597.400	119.800

Tabell 4

STASJON: 2 13/10-81.

Klasse/Artsnavn	0 m	2 m	4 m	8 m	16 m	32 m
<u>CRYPTOPHYCEAE</u>						
1. Leucocryptos marina	5.450	76.050	21.700	2.700	8.150	3.600
<u>DINOPHYCEAE</u>						
2. Amphidinium sphenoides	2.700	-	-	-	-	-
3. Amphidinium sp.	2.700	700	200	2.700	400	-
4. Ceratium furca	400	-	400	-	200	-
5. C. fusus	-	400	200	-	-	-
6. C. lineatum	1.000	-	-	-	-	-
7. Dinophysis norvegica	-	600	200	-	-	-
8. Gymnodinium lohmannii	800	1.400	-	200	-	200
9. Gyrodinium aureolum	2.585.150	2.400.500	1.042.750	575.700	39.500	2.000
10. Prorocentrum micans	200	1.000	600	-	-	-
11. Protoperidinium divergens	-	200	-	-	-	-
12. Protoperidinium spp.	-	200	-	-	-	-
13. Thecate dinofl., 20-30 $\mu$ m	-	-	-	-	200	-
14. Athecate dinofl., 10-20 $\mu$ m	173.800	130.350	65.150	65.150	-	8.600
15. " " , 30-40 $\mu$ m	-	-	-	-	200	-
<u>HAPTOPHYCEAE</u>						
16. Emiliaia huxleyi	-	-	-	-	54.300	21.700
17. Ophiaster hydroideus	-	-	-	-	200	-
<u>CHRYSOPHYCEAE</u>						
18. Distephanus speculum	200	-	-	-	-	-
<u>BACILLARIOPHYCEAE</u>						
19. Chaetoceros affinis	800	-	-	-	-	-
20. Chaetoceros spp.	1.000	-	-	-	-	-
21. Fragilaria/Nitzschia sp.	5.450	400	-	-	-	-
22. Nitzschia delicatissima	-	-	-	-	200	-
23. Rhizosolenia fragilissima	200	-	-	-	-	-
24. R. setigera	-	-	200	-	400	-
25. Skeletonema costatum	8.150	-	-	-	600	-
26. Thalassionema nitzschioides	400	-	400	-	-	-
<u>CHOANOFAGELLATA</u>						
27. Monosiga marina	-	-	43.450	21.700	2.700	21.700
28. cf. Pleurosiga sp.	-	21.700	-	10.850	-	-
29. cf. Salpingoeca sp.	-	-	10.850	-	-	-
<u>UKLASSIFISERTE FLAGELLATER/MONADER</u>						
30. Flagellater/monader, < 10 $\mu$ m	4.388.250	3.475.850	4.127.550	5.170.300	2.476.550	1.564.150
31. Flagellater, > 10 $\mu$ m	32.600	-	-	-	10.850	-
<u>CILIATER</u>						
32. Ubestemt. ciliat sp. 1	400	1.800	1.400	17.700	25.900	13.600

Tabell 5

STASJON: 7 14/10-81.

Klasse/Artsnavn	4 m
<u>CRYPTOPHYCEAE</u>	
1. Leucocryptos marina	2.050
<u>DINOPHYCEAE</u>	
2. Athecate dinofl., > 10 $\mu$ m	3.400
<u>HAPTOPHYCEAE</u>	
3. Emiliaia huxleyi	2.042.050
<u>CHOANOFAGELLATA</u>	
4. cf. Salpingoeca sp.	43.450
<u>UKLASSIFISERTE FLAGELLATER/MONADER</u>	
5. Flagellater/Monader, < 10 $\mu$ m	2.563.450

Tabell 6

STASJON: 14 14/10-81.

Klasse/Artsnavn	0 m	2 m	4 m	8 m	16 m	32 m
<u>CRYPTOPHYCEAE</u>						
1. Leucocryptos marina	-	200	400	400	600	1.400
<u>DINOPHYCEAE</u>						
2. Ceratium furca	200	200	-	-	-	-
3. Dinophysis acuminata	-	-	-	-	-	200
4. Gymnodinium lohmannii	200	-	-	-	200	400
5. Gyrodinium aureolum	423.600	619.150	171.550	87.150	62.650	600
6. G. estuariale	-	600	-	-	-	-
7. G. grenlandicum	-	10.850	200	200	1.350	600
8. Prorocentrum balticum	10.850	-	-	-	-	200
9. P. micans	-	200	200	200	-	-
10. Protoperidinium spp.	200	-	-	-	-	-
11. Athecate dinofl., > 10 $\mu$ m	32.800	11.050	43.450	2.700	21.700	44.850
<u>HAPTOPHYCEAE</u>						
12. Emiliaia huxleyi	847.250	651.700	238.950	108.600	-	-
13. Ophiaster hydroideus	-	-	-	400	200	-
<u>BACILLARIOPHYCEAE</u>						
14. Thalassionema nitzschioides	-	200	-	-	-	-
15. Thalassiosira spp.	-	-	-	-	-	200
<u>PRASINOPHYCEAE</u>						
16. Pyramimonas/Tetraselmis sp.	-	-	-	-	-	10.850
<u>CHOANOFAGELLATA</u>						
17. Monosiga marina	43.450	-	200	200	10.850	-
<u>UKLASSIFISERTE FLAGELLATER/MONADER</u>						
18. Flagellater/Monader, < 10 $\mu$ m	15.467.500	22.962.250	4.692.400	4.431.700	1.998.600	1.694.450
19. Flagellater, > 10 $\mu$ m	10.850	10.850	-	-	-	10.850
<u>CILIATER</u>						
20. Ubestemt ciliat sp. 1	-	-	-	200	200	-



Tabell 7

STASJON: 17 15/10-81.

Klasse/Artsnavn	0 m	4 m	8 m	16 m	32 m
<u>CRYPTOPHYCEAE</u>					
1. Leucocryptos marina	700	21.700	6.150	19.050	24.500
<u>DINOPHYCEAE</u>					
2. Amphidinium sp.	5.450	600	2.700	2.700	4.100
3. Ceratium furca	200	-	200	200	-
4. C. fusus	200	-	-	200	-
5. C. lineatum	1.000	-	200	400	200
6. Dinophysis norvegica	200	-	-	200	-
7. Gymnodinium lohmannii	1.400	1.000	2.000	5.450	1.600
8. Gyrodinium aureolum	760.350	347.600	277.750	95.300	21.100
9. G. estuariale	21.700	1.350	1.350	2.700	1.350
10. G. grenlandicum	-	4.750	10.850	2.700	-
11. Prorocentrum balticum	-	-	-	-	2.200
12. P. micans	600	200	-	200	200
13. Protoperidinium brevipes	-	-	-	-	200
14. P. steinii	-	-	200	-	-
15. Protoperidinium spp.	400	-	600	200	800
16. cf. Scrippsiella trochoidea	-	-	-	-	400
17. Athecate dinofl., > 10 $\mu$ m	11.050	21.700	24.450	52.300	55.200
<u>HAPTOPHYCEAE</u>					
18. Emiliania huxleyi	119.500	32.600	32.600	32.600	54.300
19. Ophiaster hydroideus	10.850	-	-	-	-
<u>BACILLARIOPHYCEAE</u>					
20. Asterionella glacialis	-	-	-	-	600
21. Cerataulina pelagica	600	2.000	5.600	6.800	4.600
22. Chaetoceros affinis	-	-	-	-	600
23. C. ceratosporum	-	-	200	700	-
24. C. socialis	-	-	3.800	17.700	4.200
25. C. subtilis	800	-	-	200	1.000
26. Chaetoceros spp. (Subgenus Phaeoceros)	-	-	-	400	-
27. Chaetoceros spp.	400	-	200	-	200
28. Corethron hystrix	200	-	-	-	-
29. Coscinodiscus spp.	200	-	-	-	400
30. Ditylum brightwellii	-	-	200	200	-
31. Leptocylindrus minimus	-	-	600	7.500	600
32. Nitzschia delicatissima	400	600	-	1.400	1.000
33. N. longissima	400	200	600	1.600	1.000
34. Rhizosolenia delicatula	600	-	800	6.800	200
35. R. setigera	-	-	400	800	200
36. Skeletonema costatum	2.800	3.600	3.800	34.750	10.200
37. Thalassionema nitzschioides	2.800	800	1.200	3.600	5.200
38. Thalassiosira spp.	-	-	-	400	-
39. Ubest. pennat diatome	-	-	400	-	-
<u>PRASINOPHYCEAE</u>					
40. Pyramimonas/Tetraselmis sp.	-	-	-	10.850	-
<u>CHOANOFAGELLATA</u>					
41. cf. Pleurasiga sp.	-	21.700	10.850	-	-
42. cf. Salpingoeca sp.	-	21.700	-	-	-
<u>UKLASSIFISERTE FLAGELLATER/MONADER</u>					
43. Flagellater/Monader, < 10 $\mu$ m	3.562.750	3.258.600	3.519.300	4.779.300	5.039.950
44. Flagellater, > 10 $\mu$ m	21.700	10.850	-	-	-
<u>CILIATER</u>					
45. Ubestemt ciliat sp. 1	271.550	238.950	204.250	419.350	403.000

Tabell 8

STASJON: 19 15/10-81.

Klasse/Artsnavn	0 m	4 m	8 m	16 m	32 m
<u>CHRYPTOPHYCEAE</u>					
1. <i>Leucocryptos marina</i>	67.950	43.450	11.600	35.400	11.600
<u>DINOPHYCEAE</u>					
2. <i>Amphidinium sphenoides</i>	-	-	600	-	-
3. <i>Amphidinium</i> sp.	700	700	800	-	600
4. <i>Cachonina niei</i>	1.350	21.700	-	-	1.400
5. <i>Ceratium furca</i>	-	400	-	-	-
6. <i>C. fusus</i>	-	-	-	200	-
7. <i>C. lineatum</i>	-	200	-	-	-
8. <i>Gymnodinium lohmannii</i>	43.450	4.750	800	-	200
9. <i>Gyrodinium aureolum</i>	700	2.050	800	2.050	-
10. <i>G. estuariale</i>	2.700	700	-	400	-
11. <i>G. grenlandicum</i>	21.700	-	-	1.350	400
12. <i>Prorocentrum balticum</i>	11.550	10.850	-	200	200
13. <i>Protoperidinium brevipes</i>	-	-	-	200	-
14. <i>Protoperidinium</i> spp.	700	-	200	200	-
15. <i>Scrippsiella trochoidea</i>	700	-	-	-	-
16. cf. <i>Torodinium</i> sp.	-	700	-	700	-
17. Ubest. athecate dinofl., > 10 $\mu$ m	49.600	57.050	32.600	18.350	22.500
<u>HAPTOPHYCEAE</u>					
18. <i>Anthosphaera</i> sp.	10.850	-	-	-	-
19. <i>Emiliana huxleyi</i>	173.800	97.750	76.050	76.050	10.850
20. <i>Ophiaster hydroideus</i>	10.850	200	200	-	-
<u>ANDRE</u>					
21. <i>Solenicola setigera</i>	-	-	-	20.600	12.800
<u>BACILLARIOPHYCEAE</u>					
22. <i>Cerataulina pelagica</i>	5.800	4.800	-	-	-
23. <i>Chaetoceros affinis</i>	-	1.400	-	-	-
24. <i>C. ceratosporum</i>	21.700	-	-	-	-
25. <i>C. compressus</i>	-	2.600	-	-	-
26. <i>C. simplex</i> var. <i>calcitrans</i>	-	400	200	-	-
27. <i>C. socialis</i>	-	-	6.000	1.200	-
28. <i>C. subsecundus</i>	-	-	2.200	-	-
29. <i>C. subtilis</i>	-	200	-	-	-
30. <i>C. wighamii</i>	-	2.400	-	-	-
31. <i>Chaetoceros</i> spp. (Subgenus <i>Phaeoceros</i> )	-	400	-	-	-
32. <i>Chaetoceros</i> spp.	1.400	12.050	1.800	32.600	-
33. <i>Corethron hystrix</i>	-	-	-	-	200
34. <i>Coscinodiscus</i> spp.	-	-	200	-	-
35. <i>Leptocylindrus danicus</i>	800	3.600	1.600	-	-
36. <i>L. minimus</i>	1.000	1.200	3.000	-	-
37. <i>Nitzschia delicatissima</i>	5.800	6.400	5.200	1.600	-
38. <i>N. longissima</i> (liten)	43.450	43.450	54.300	21.700	10.850
(stor)	700	1.600	1.400	200	-
39. <i>N. seriata</i>	-	1.600	-	-	-

Tabell 8

STASJON: 19 15/10-81.

Klasse/Artsnavn	0 m	4 m	8 m	16 m	32 m
<u>BACILLARIOPHYCEAE (forts.)</u>					
40. Rhizosolenia delicatula	-	200	800	-	-
41. R. hebetata f. semispina	-	400	-	-	-
42. R. imbricata var. shrubsolei	-	1.400	3.800	-	-
43. Skeletonema costatum	11.800	23.800	35.400	3.400	-
44. Thalassionema nitzschioides	6.150	3.200	1.800	600	-
45. Thalassiosira spp.	4.750	600	200	400	-
46. Ubest. pennat diatome	1.350	700	1.000	200	-
<u>PRASINOPHYCEAE</u>					
47. Pyramimonas/Tetraselmis sp.	21.700	21.700	-	-	-
<u>CHOANOFLAGELLATA</u>					
48. Monosiga marina	32.600	-	-	-	10.850
49. Ubest. krageflagellat sp. 1	10.850	-	-	-	-
<u>UKLASSIFISERTE FLAGELLATER/MONADER</u>					
50. Flagellater/Monader, < 10 $\mu$ m	9.254.400	13.816.450	5.648.250	8.342.000	1.955.150
51. Flagellater, > 10 $\mu$ m	43.450	21.700	-	-	-
<u>CILIATER</u>					
52. Ubestemt ciliat sp. 1	122.550	84.400	60.600	62.650	3.400

HÅVTREKK.

Tabell 9.

Stasjon: 1 Arter registrert i håvtrekkene.

## DINOFLAGELLATER

Ceratium furca  
 C. fusus  
 C. lineatum  
 C. longipes  
 C. tripos  
 Dinophysis acuminata  
 D. acuta  
 D. norvegica  
 D. odiosa  
 D. rotundata  
 cf. Gonyaulax excavata  
 G. scrippsae (tom)  
 G. spinifera  
 Gymnodinium lohmannii  
 Gyrodinium aureolum  
 Prorocentrum micans  
 Protoperidinium brevipes  
 P. divergens  
 P. steinii  
 Scrippsiella trochoidea

## DIATOMEER

Asterionella glacialis  
 Cerataulina pelagica  
 Chaetoceros affinis  
 C. compressus  
 C. curvisetus  
 C. danicus  
 C. didymus  
 C. laciniosus  
 C. subtilis  
 C. wighamii

## DIATOMEER (forts.)

Corethron hystrix  
 Coscinodiscus spp.  
 Dactylosolen mediterraneus (tom)  
 Ditylum brightwellii  
 Guinardia flaccida  
 Leptocylindrus danicus  
 L. minimus  
 cf. Melosira sulcata  
 Nitzschia closterium  
 N. delicatissima  
 N. longissima  
 N. pungens  
 Rhizosolenia alata  
 R. fragilissima  
 R. imbricata var. shrubsolei  
 R. setigera  
 Skeletonema costatum  
 Tabellaria flocculosa  
 Thalassionema nitzschioides

## ANDRE

Dictyocha fibula  
 Distephanus speculum  
 Emilia huxleyi  
 Solenicola setigera  
 Staurastrum sp.

HÅVTREKK

Tabell 9.

Stasjon: 2 Arter registrert i håvtrekkene.

## DINOFLAGELLATER

*Ceratium furca*  
*C. fusus*  
*C. lineatum*  
*C. tripos*  
*Dinophysis acuta*  
*D. norvegica*  
*D. rotundata*  
*Gyrodinium aureolum*  
*Prorocentrum micans*  
*Protoperidinium depressum*  
*P. divergens*  
*P. pellucidum*  
*P. steinii*  
*Scrippsiella trochoidea*

## DIATOMEER (forts.)

*Skeletonema costatum*  
*Tabellaria flocculosa*  
*Thalassionema nitzschioides*

## ANDRE

*Distephanus speculum*  
*Solenicola setigera*

## DIATOMEER

*Asterionella glacialis*  
*Cerataulina pelagica*  
*Chaetoceros affinis*  
*C. compressus*  
*Corethron hystrix*  
*Coscinodiscus spp.*  
*Dactylosolen mediterraneus (tom)*  
*Ditylum brightwellii*  
*Guinardia flaccida*  
*Leptocylindrus danicus*  
*Nitzschia delicatissima*  
*N. pungens*  
*Rhizosolenia alata*  
*R. delicatula*  
*R. fragilissima*  
*R. setigera*

HÅVTREKK

Tabell 9.

Stasjon: 7 Arter registrert i håvtrekkene.

## DINOFLAGELLATER

Ceratium furca  
C. fusus  
C. longipes  
C. tripos  
Dinophysis norvegica  
D. rotundata  
Diplosalis lenticula  
Gonyaulax spinifera  
Gyrodinium aureolum  
Podolampas palmipes  
Prorocentrum micans  
Protopteridinium depressum  
P. divergens  
P. pellucidum  
P. steinii

## DIATOMEER

Cerataulina pelagica  
Chaetoceros decipiens  
Coscinodiscus spp.  
Dactylosolen mediterraneus (tom)  
Leptocylindrus minimus

## ANDRE

Solenicola setigera

HÅVTREKK

Tabell 9.

Stasjon: 13 Arter registrert i håvtrekkene.

## DINOFLAGELLATER

Ceratium furca  
C. fusus  
C. lineatum  
C. tripos  
Dinophysis acuta  
D. norvegica  
D. rotundata  
Diplosalis lenticula  
Gyrodinium aureolum  
Podolampas palmipes  
Prorocentrum micans  
Protopteridinium divergens  
P. ovatum  
P. pellucidum

## DIATOMEER

Dactylosolen mediterraneus (tom)  
Chaetoceros decipiens  
Rhizosolenia imbricata var. shrubsolei

## ANDRE

Distephanus speculum  
Solenicola setigera

HÅVTREKK

Tabell 9.

Stasjon: 14 Arter registrert i håvtrekkene.

## DINOFLAGELLATER

Ceratium furca  
C. fusus  
C. horridum  
C. lineatum  
C. longipes  
C. tripos  
Dinophysis acuta  
D. norvegica  
D. rotundata  
Gonyaulax sp.  
Gyrodinium aureolum  
Prorocentrum micans  
Proto-peridinium curtipes  
P. divergens  
P. ovatum  
p. pellucidum  
P. steinii

## DIATOMEER

Chaetoceros decipiens  
Dactylosolen mediterraneus (tom)  
Leptocylindrus danicus  
Rhizosolenia fragilissima  
R. imbricata var. shrubsolei  
R. setigera  
Skeletonema costatum

## ANDRE

Distephanus speculum  
Solenicola setigera



HÅVTREKK

Tabell 9.

Stasjon: 15 Arter registrert i håvtrekkene.

## DINOFLAGELLATER

Amphidinium sp.  
 Ceratium furca  
 C. fusus  
 C. lineatum  
 C. longipes  
 C. tripos  
 Dinophysis acuminata  
 D. acuta  
 D. norvegica  
 D. rotundata  
 Diplosalis lenticula  
 Gyrodinium aureolum  
 Podolampas palmipes  
 Prorocentrum micans  
 Protoperidinium curtipes  
 P. divergens  
 P. pellucidum  
 P. steinii

## DIATOMEER (forts.)

Leptocylindrus danicus  
 Nitzschia pungens  
 Rhizosolenia delicatula  
 R. fragilissima  
 R. imbricata var. shrubsolei  
 R. setigera  
 Skeletonema costatum  
 Thalassionema nitzschioides

## ANDRE

Dictyocha fibula  
 Distephanus speculum  
 Solenicola setigera

## DIATOMEER

Asterionella glacialis  
 Cerataulina pelagica  
 Chaetoceros affinis  
 C. compressus  
 C. decipiens  
 Corethron hystrix  
 Coscinodiscus spp.  
 Dactylosolen mediterraneus (tom)  
 Ditylum brightwellii  
 Gyrosigma/Pleurosigma sp.

HÅVTREKK

Tabell 9.

Stasjon: 16 Arter registrert i håvtrekkene.

## DINOFLAGELLATER

Ceratium furca  
 C. fusus  
 C. lineatum  
 C. longipes  
 C. tripos  
 Dinophysis acuta  
 D. norvegica  
 D. rotundata  
 Diplosalis lenticula  
 Gonyaulax excavata  
 Gyrodinium aureolum  
 cf. Peridinium faeroense  
 Prorocentrum micans  
 cf. Protoperidinium crassipes  
 P. curtipes  
 P. divergens  
 P. pellucidum  
 P. steinii

## DIATOMEER

Asterionella glacialis  
 Cerataulina pelagica  
 Chaetoceros affinis  
 C. convolutus  
 C. decipiens  
 C. subtilis  
 Corethron hystrix  
 Coscinodiscus spp.  
 Dactylosolen mediterraneus (tom)  
 Ditylum brightwellii  
 Guinardia flaccida

## DIATOMEER (forts.)

Leptocylindrus danicus  
 Melosira sulcata  
 Rhizosolenia fragilissima  
 R. hebetata f. semispina  
 R. imbricata var. shrubsolei  
 R. setigera  
 Skeletonema costatum  
 Tabellaria flocculosa  
 Thalassionema nitzschioides

## ANDRE

Dictyocha fibula  
 Distephanus speculum  
 Halosphaera sp.  
 Solenicola setigera

HÅVTREKK

Tabell 9.

Stasjon: 17 Arter registrert i håvtrekkene.

## DINOFLAGELLATER

*Ceratium furca*  
*C. fusus*  
*C. horridum*  
*C. lineatum*  
*C. longipes*  
*C. tripos*  
*Dinophysis norvegica*  
*D. rotundata*  
*Diplosalis lenticula*  
*Gymnodinium lohmannii*  
*Gyrodinium aureolum*  
*Prorocentrum micans*  
*Protoperidinium brevipes*  
*P. crassipes*  
*P. curtipes*  
*P. divergens*  
*P. granii*  
*Scrippsiella trochoidea*

## DIATOMEER

*Asterionella glacialis*  
*Cerataulina pelagica*  
*Chaetoceros affinis*  
*C. compressus*  
*C. danicus*  
*C. decipiens*  
*C. didymus*  
 cf. *C. mülleri*  
*C. subtilis*  
*C. wighamii*  
*Corethron hystrix*  
*Coscinodiscus* spp.

## DIATOMEER (forts.)

*Dactylosolen mediterraneus* (tom)  
*Ditylum brightwellii*  
*Eucampia zoodiacus*  
*Guinardia flaccida*  
*Leptocylindrus danicus*  
*Nitzschia longissima*  
*N. pungens*  
*Rhizosolenia alata*  
*R. delicatula*  
*R. fragilissima*  
 cf. *R. imbricata* var. *shrubsolei*  
*R. setigera*  
*Skeletonema costatum*  
*Thalassionema nitzschioides*

## ANDRE

*Ciliat* sp. 1  
*Dictyocha fibula*  
*Distephanus speculum*  
*Solenicola setigera*

HÅVTREKK

## Tabell 9.

Stasjon: 18 Arter registrert i håvtrekkene.

## DINOFLAGELLATER

*Ceratium furca*  
*C. fusus*  
*C. lineatum*  
*C. longipes*  
*C. tripos*  
*Dinophysis acuminata*  
*D. acuta*  
*D. norvegica*  
*D. rotundata*  
*Diplosalis lenticula*  
*Gymnodinium lohmannii*  
*Prorocentrum micans*  
*Protoperidinium brevipes*  
*P. curtipes*  
*P. divergens*  
*P. steinii*

## DIATOMEER (forts.)

*Ditylum brightwellii*  
*Eucampia zoodiacus*  
*Guinardia flaccida*  
 cf. *Melosira sulcata*  
*Nitzschia delicatissima*  
*N. longissima*  
*N. pungens*  
*Leptocylindrus danicus*  
*L. minimus*  
*Rhizosolenia alata*  
*R. delicatula*  
*R. fragilissima*  
*R. setigera*  
*Skeletonema costatum*  
*Thalassionema nitzschioides*

## ANDRE

## DIATOMEER

*Asterionella glacialis*  
*Cerataulina pelagica*  
*Chaetoceros affinis*  
*C. compressus*  
*C. curvisetus*  
*C. danicus*  
*C. decipiens*  
*C. didymus*  
*C. lacinosus*  
 cf. *C. mülleri*  
*C. subtilis*  
*C. wighamii*  
*Corethron hystrix*  
*Coscinodiscus* spp.  
*Dactylosolen mediterraneus* (tom)

*Solenicola setigera*

HÅVTREKK

## Tabell 9.

Stasjon: 19 Arter registrert i håvtrekkene.

## DINOFLAGELLATER

*Ceratium furca*  
*C. fusus*  
*C. lineatum*  
*C. longipes*  
*C. tripos*  
*Dinophysis norvegica*  
*D. rotundata*  
*Diplosalis lenticula*  
*Gyrodinium aureolum*  
*Prorocentrum micans*  
*Protoperidinium divergens*  
*P. steinii*

## DIATOMEER (forts.)

*Rhizosolenia alata*  
*R. setigera*  
*Skeletonema costatum*  
*Thalassionema nitzschioides*

## ANDRE

*Solenicola setigera*

## DIATOMEER

*Asterionella glacialis*  
*Cerataulina pelagica*  
*Chaetoceros affinis*  
*C. compressus*  
*C. didymus*  
*C. subtilis*  
*C. wighamii*  
*Corethron hystrix*  
*Coscinodiscus spp.*  
*Dactylosolen mediterraneus (tom)*  
*Ditylum brightwellii*  
*Eucampia zodiacus*  
*Guinardia flaccida*  
*Leptocylindrus danicus*  
*L. minimus*  
*Nitzschia delicatissima*  
*N. longissima*  
*N. pungens*

## HISTOPATOLOGISKE FORANDRINGER HOS BRISLING I FORBINDELSE MED MORTALITET ETTER ALGEOPPBLOMSTRING

Tore Håstein og Trygve T. Poppe

Veterinærinstituttet, Postboks 8156 Dep, 0033 OSLO 1

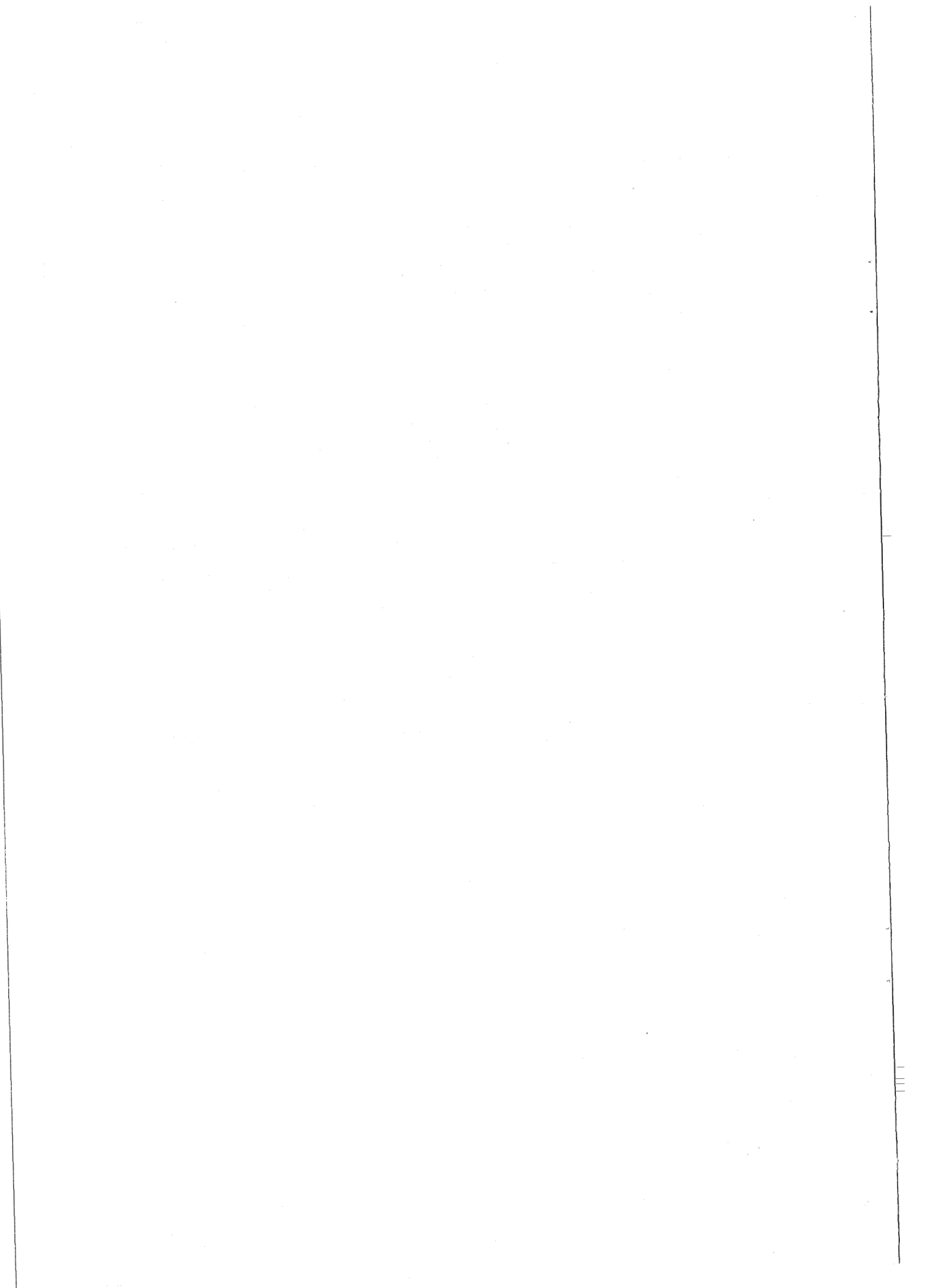
I forbindelse med algeoppblomstringen i Skagerrak høsten 1981 fikk Veterinærinstituttet inn endel materiale til undersøkelse. Dels dreide det seg om hel fisk (ål og brisling) som var funnet i live henholdsvis ved Tvedestrand og i Grimestadkilen, dels om formalinfikserte organer fra død eller døende brisling. Fra den hele fisken kunne det ikke påvises sykdomsfremkallende bakterier.

Histologiske undersøkelser av organer fra fisk som var funnet død viste varierende grader av postmortelle forandringer. Slike forandringer kan tildels være svært like de en forventer å finne på fisk etter forgiftning slik at disse prøvenes verdi var svært tvilsom.

Formalinfikserte organer fra avlivet fisk viste varierende grader av gjelleforandringer. På enkelte gjeller var det ikke mulig å ettervise patologiske forandringer mens det på andre var moderate ødematøse forandringer særlig ved basis av sekundærlamellene. I de mest ekstreme tilfeller hadde det respiratoriske epitel løsnet fra lamellene p.g.a. uttalte ødemer. Det antas at ødemdannelsen skyldes forøkt kapillær permeabilitet muligens p.g.a. toxinpåvirkning og ødemene vil i sin tur forårsake nedsatt ventilasjon og osmoreguleringskapasitet.

De histopatologiske forandringer i leveren begrenset seg til stuvning i vener og kapillærer, i endel tilfeller var det også tverrsnitt av rundormlarver som ikke ble nærmere identifisert.

Tarmforandringene var vesentlig av postmortell natur og det er derfor svært vanskelig å trekke konklusjoner om hvilken betydning eventuelle toxiner kan ha spilt.



## UNDERSØKELSE AV ÅL

Bjarne Underdal og Per Ballangrud

Institutt for Næringsmiddelhygiene, Norges Veterinærhøgskole,  
Postboks 8146 Dep, 0033 OSLO 1

Institutt for næringsmiddelhygiene, NVH mottok 28.10. d.å. prøver av ål for undersøkelse med henblikk på toksiner. Prøvene var merket parti 2 og parti 3.

Det ble tatt ut prøve fra fiskekjøtt av ubehandlet fisk fra parti 2 og parti 3. Det ble foretatt metanolekstraksjon av begge prøver. De inndampede ekstraktene ble løst i fysiologisk saltvann, og sprøytet intraperitonealt på forsøksmus. Musene ble deretter observert i 1 døgn.

## RESULTATER

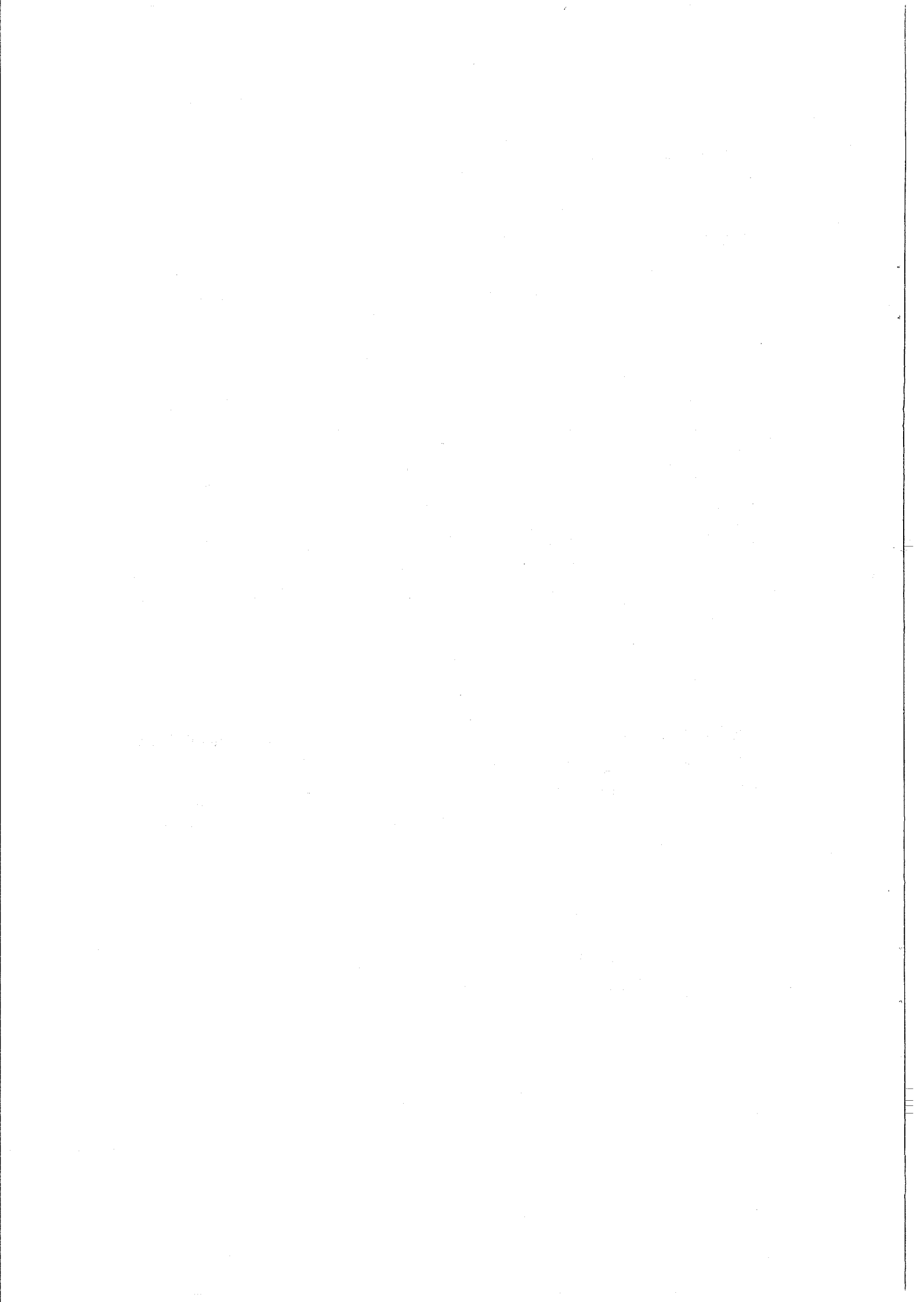
Begge mus som ble injisert med ekstrakt fra parti 2 døde etter 10 min. etter uttalte kramper.

Ingen av musene som ble injisert med ekstrakt fra parti 3 døde. De hadde heller ingen kramper eller andre symptomer.

## KONKLUSJON

Resultatene kan tyde på at fisk fra parti 2 inneholdt toksiner som f.eks. algetoksiner





## PRØVER AT ÅL TIL UNDERSØKELSE MED HENBLIKK PÅ ALGETOKSINER

Bjarne Underdal og Magne Yndestad

Institutt for Næringsmiddelhygiene, Norges Veterinærhøgskole,  
Postboks 8146 Dep, 0033 OSLO 1

5 prøver av ål ble mottatt den 13.11.81. Prøvene var merket som følger:

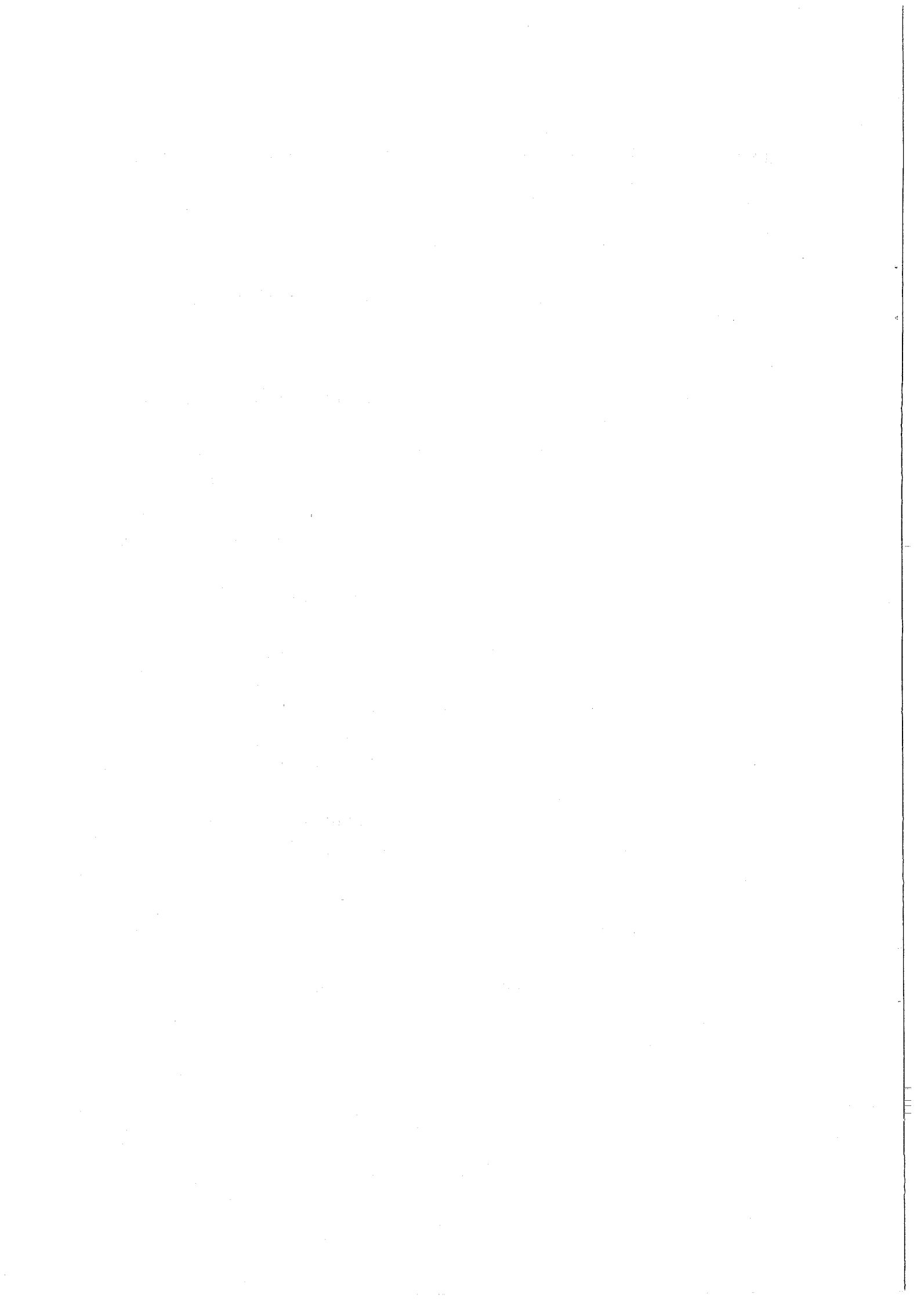
- Prøve nr. 1. Sløyet og rensset gulål fra parti nr. 2.
- " " 2. Ferdig røket blankål fra parti nr. 2.
- " " 3. Ferdig røket gulål fra parti nr. 2.
- " " 4, Stor rund ål (innfrosset i Arendal) fra parti nr. 3.
- " " 5. Stor rund ål (innfrosset i Arendal) fra parti nr. 3.

Prøvene er undersøkt etter følgende metoder:

- a) Nordisk Metodikkomité nr. 81. Paralyserende muslinggift (PSP), biologisk bestemmelse.
- b) Ekstraksjon med etyleter, inndamping i rotavapor. oppløsning av residualekstraktet i bomullsfrølje. Intraperitoneal injeksjon på 20 g mus.
- c) Ekstraksjon med metanol. Opprensning av ekstraktet på Amberlite XAD-7. Intraperitoneal injeksjon på 20 g mus.

## RESULTAT

Det er ikke påvist algetoksiner fra noen av de undersøkte prøver.



EN KRONOLOGISK REKKEFØLGE AV LITTERATUR OM *GYRODINIUM AUREOLUM*, DENS FOREKOMST OG ØKOLOGI I NORSKE OG TILGRENSENDE FÆRVANN, INKLUDERT EN DEL SENTRAL LITTERATUR VEDRØRENDE ALGENS TOKSISKE EFFEKTER

Einar Dahl

Statens Biologiske Stasjon Flødevigen, 4800 ARENDAL

1966

Bøhle, B. 1966. Foreløpig rapport om undersøkelser vedrørende fiskedød i ørretanlegg på Dirhue, oktober 1966. Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt, Bergen, Intern rapport, s. 1-3.

Berge, G. 1966. Flagellatblomstring og brunt sjøvann. Foreløpig rapport. Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt, Bergen, Intern rapport, s. 1-5.

1969

Hansen, V., Albrechtsen, K. og Frandsen, C. 1969. Fiskeriundersøgelser i 1968 ved Danmark, Færøerne og Grønland. Skrifter fra Danmarks Fiskeri- og Havundersøgelser 29: 36-53.

Hansen, V. and Sarma, A.V. 1969. On a *Gyrodinium* red water in the eastern North Sea during autumn 1968, and accompanying fish mortality with notes on the oceanographic conditions. Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea 1969 (21): 1-10.

1970

Braarud, T. and Heimdal, B.R. 1970. Brown Water on the Norwegian Coast in Autumn 1966. *Nytt Mag. Bot.* 17: 91-97.

1977

Knutsson, S. 1977. Brunt vann og fiskedød. *Norsk Fiskeoppdrett* 1977, 4: 6-7.

Tangen, K. 1977. Blooms of *Gyrodinium aureolum* (Dinophyceae) in north European waters, accompanied by mortality in marine organisms. *Sarsia* 63: 123-133.

1979

Bjørnland, T. and Tangen, K. 1979. Pigmentation and morphology of a marine *Gyrodinium* (Dinophyceae) with a major Carotenoid different from Peridinin and Fucoxanthin. *J. Phycol.* 15: 457-463.

Tangen, K. 1979. Dinoflagellate blooms in Norwegian waters. In: Taylor and Seliger (Editors). *Toxic Dinoflagellate Blooms*. Elsevier North Holland, Inc.: 179-182.

- Widdows, J., Moore, M.N., Lowe, D.M. and Salkeld, P.N. 1979. Some effects of a dinoflagellate bloom (*Gyrodinium aureolum*) on the mussel, *Mytilus edulis*. J. mar. Biol. Ass. U.K. 59: 522-524.

## 1980

- Tangen, K. 1980. Brunt vann i Oslofjorden i september 1979, forårsaket av den toksiske *Prorocentrum minimum* og andre dinoflagellater. Blyttia 38: 145-158.

## 1981

- Tangen, K. and Bjørnland, T. 1981. Observations on pigments and morphology of *Gyrodinium aureolum* Hulburt, a marine dinoflagellate containing 19'-hexanoyloxyfucoxanthin as the main carotenoid. Journal of Plankton Research, 3: 389-401.
- Dahl, E., Danielssen, D.S. og Bøhle, B. 1981. Brunt vann og fiskedød høsten 1981. Abstract. Norske Havforskeres Forening Årsmøte Hurdal 23-25/10-81.
- Hanssen, O. 1981. Brunalger - en potensiell fare for norsk akvakultur. Norsk Fiskeoppdrett 1981, 10: 1-3.
- Aure, J. 1981. Nytt utbrudd av farlige "brune" alger fra Skagerrak. Norsk Fiskeoppdrett 1981, 11: 4-5.

## 1982

- Tangen, K. 1982. Nytt tilfelle av fiskedød forårsaket av planktonalger. Norsk Fiskeoppdrett 1982, 7/8: 5-8.
- Anon. 1982. Brunt vann - algeoppblomstring. Norsk Fiskeoppdrett 1982, 9: 32.
- Anon. 1982. Giftig alge utbreder sitt område. Fiskets Gang 1982, 12: 363-364.
- Anon. 1982. Ny trusel - ingen kan varsle! Fiskets Gang 1983, 13: 397-398.
- Tangen, K. 1982. Oppblomstring av dinoflagellaten *Gyrodinium aureolum*. Fiskets Gang 1982, 13: 399-403.
- Dahl, E. 1982. Masseoppptreden av *Gyrodinium aureolum* høsten 1981. Abstract. Norske Havforskeres Forening, Årsmøte Gautefall 25-27/8-82.
- Dahl, E., Danielssen, D.S. and Bøhle, B. 1982. Mass occurrence of *Gyrodinium aureolum* Hulburt and fish mortality along the southern coast of Norway in September-October 1981. Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea 1982 (L:56): 1-14.
- Edler, L., Ertebjerg, G. and Granéli, E. 1982. Exceptional plankton blooms in the entrance to the Baltic Sea, the Kattegat and the Belt Sea area. Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea 1982 (L:20): 1-6.
- Dahl, E., Danielssen, D.S. og Bøhle, B. 1982. Masseforekomst av *Gyrodinium aureolum* Hulburt og fiskedødelighet langs sydkysten av Norge i september - oktober 1981. Flødevigen rapportserie 1982, 4: 1-15.

Jones, K.J., Ayres, P., Bullock, A.M., Roberts, R.J. and Tett, P. 1982. A red tide of *Gyrodinium aureolum* in sea lochs of the Firth of Clyde and associated mortality of pond-reared salmon. J. mar. biol. Ass. U.K. 62: 771-782.

Olrik, K. 1982. Åledød og masseforekomster af furealgen *Gyrodinium aureolum* i Glyngøre Havn, Oktober 1981. Amtsvand- og Miljøvæsændets rapport 23: 1-39.

## 1983

Dahl, E. og Tangen, K. 1983. Forekomsten av *Gyrodinium aureolum* høsten 1982. Norsk Fiskeoppdrett 1983, 1: 17-19.

Dahl, E. 1983. Tiltak mot *Gyrodinium aureolum* og fiskedød. Norsk Fiskeoppdrett 1983, 2: 21.

Roberts, R.J., Bullock, A.M., Turner, M., Jones, K. and Tett, P. 1983. Mortalities of *Salmo gairdneri* exposed to cultures of *Gyrodinium aureolum*. J. mar. Biol. Ass. U.K. 63: 741-743.

Lindahl, O. 1983. On the development of a *Gyrodinium aureolum* occurrence on the Swedish west coast in 1982. Marine Biology 77: 143-150.

Tangen, K. 1983. Mussel poisoning and the occurrence of potentially toxic dinoflagellates in Norwegian waters. Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea 1983 (L:3): 1-10.

Tangen, K. 1983. Shellfish poisoning and the occurrence of potentially toxic dinoflagellates in Norwegian waters. Sarsia 68: 1-7.

Dahl, E. 1983. Overvåking av *Gyrodinium aureolum* høsten 1983. Norsk Fiskeoppdrett 1983, 11: 28.

## 1984

Richardson, K. and Kullenberg, G. 1984. Physical and Biological Interactions Leading to Plankton Blooms: A review of *Gyrodinium aureolum* blooms in Scandinavian waters. Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea, Special meeting on the causes, dynamics and effects of exceptional marine blooms and related events 1984 (A:2): 1-13.

Lindahl, O. 1984. The transport of the dinoflagellate *Gyrodinium aureolum* to the Swedish west coast. Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea, Special meeting on the causes, dynamics and effects of exceptional marine blooms and related events 1984 (A:5): 1 p.

Dahl, E., Danielssen, D.S., Semb, A. and Tangen, K. 1984. Precipitation and run-off as a fertilizer to a *Gyrodinium aureolum* Hulburt bloom. Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea, Special meeting on the causes, dynamics and effects of exceptional marine blooms and related events 1984 (B:7): 1-20.

Turner, M.F., Bullock, A.M., Tett, P. and Roberts, R.J. 1984. Toxicity of *Gyrodinium aureolum*: Some initial findings. Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea, Special meeting on the causes, dynamics and effects of exceptional marine blooms and related events 1984, (D:11): 1-15.

- Paasche, E., Bryceson, I. and Tangen, K. 1984. Interspecific variation in dark nitrogen uptake by dinoflagellates. *J. Phycol.* 20: 394-401.
- Tangen, K. 1984. Fiskedød i sjøvannsoppdrett forårsaket av giftige alger og grumset brun sjø. Informasjon fra Trondheim Biologiske Stasjon, Trondheim, 6 s.
- Tangen, K. 1984. Når sjøen blir brun er det fare for fisken. *Norsk Fiskeoppdrett* 1984, 10: 48-49.
- Nielsen, A. 1984. Planktonoppblomstring og iltsvind. *Meddelande från Havsfiskelaboratoriet Lysekil* 292: 199-233.
- Olrik, K., Krogh, P., Hansen, V., Pedersen, S.M. and Ærtebjerg, G. 1984. Toksiske planktonalger i danske og tilstødende farvande. Vejledning udarbejdet for Fiskeriministeriet. Fiskeriministeriet, København: 1-106.