

Masseoppblomstring av *Chrysochromulina polylepis* i Skagerrak i mai 1988

Av Einar Dahl

Einar Dahl er ansatt ved Statens Biologiske Stasjon Flødevigen ved Arendal.

Innledning

Natt til lørdag 14. mai mistet Borås Fiskeoppdrett like øst for Arendal omtrent all sin regnbueørret og laks etter at fisken hadde vist tydelige tegn på mistrivsel og tiltagende dødelighet de siste dagene (S. Johansen, Borås Fiskeoppdrett, pers. med.). En beskrivelse av fiskens oppførsel finnes i Øines og Espeland (1988). Statens Biologiske Stasjon Flødevigen (SBSF) ble varslet om denne fiskedøden om formiddagen 14. mai og foretok samme dag prøvetagning ved Borås Fiskeoppdrett. Samtidig nådde informasjonen SBSF om at et fiskeoppdrett ved Lysekil i Sverige hadde lidd samme skjebne som Borås Fiskeoppdrett, tre dager tidligere (O. Lindahl, Kristinebergs Marinbiologiska Station, pers. med.). I Norge ble fiskeoppdrettere langs hele kysten av Skagerrak og helt vest til Hidra umiddelbart varslet om faren for fiskedød, og om morgenen mandag 16. mai brakte Norsk Rikskringkasting nyheten om fiskedøden første gang. I perioden 14.—17. mai mistet fiskeoppdrettsanlegg langs kysten av Sørlandet fra Arendalsområdet vestover til Lindesnes det alt vesentlige av fisken sin. Dødeligheten kom suksessivt vestover i samsvar med vanlige transporthastigheter i Den Norske Kyststrømmen langs Sør-

Norge. Oppdrettsanlegg som lå i brakkvann, ved Hvaler og i Kilsfjorden ved Kragerø, ble ikke rammet av denne fiskedøden. De første meldingene om død villfisk langs Sørlandskysten kom 16. mai.

Fisken døde i et grønnlig vann med sikt-dyp på 4—6 m.

Planktonvegetasjonen var totalt dominert av en liten, rund til litt flattrykt og kjegleformet flagellat, ca. 10 µm lang. I vannprøver fra 16. mai ble den 18. mai identifisert i elektronmikroskop til *Chrysochromulina polylepis* av Jahn Trondsen ved Universitetet i Oslo. Samtidig ble den identifisert i elektronmikroskop av Jacob Larsen ved Universitetet i København som den dominerende arten også i vannprøver fra vestkysten av Sverige.

I løpet av 17. mai var det et markert vindskifte langs kysten av Sørlandet fra svake østlige til relativt sterke vestlige vinder (data fra Det Norske Meteorologiske Institutt). Dette gav noen dagers bedring i algesituasjonen langs land idet overflatelaget med algene ble ført noe ut fra kysten, men ved et vindskifte tilbake til østlige vinder 21.—22. mai kom algene i store mengder igjen tilbake til kysten, og den 23. mai strømmet mye algevann nordvestover forbi Lista

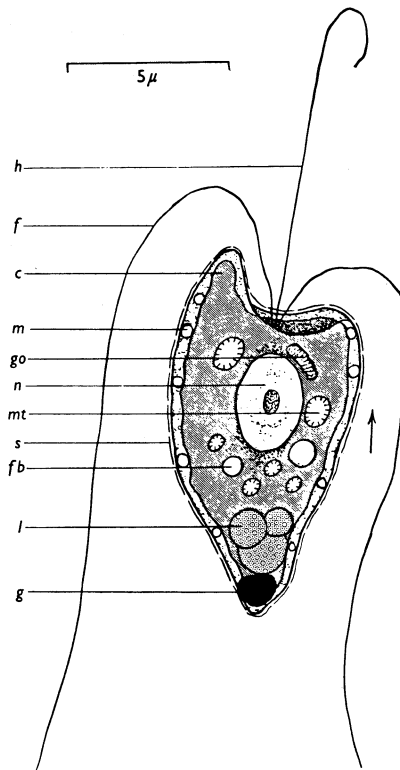
og begynte å true fiskeoppdrettsanlegg i Flekkefjordsområdet hvor det mest utsatte anlegget mistet all laksen i løpet av noen timer på ettermiddagen samme dag. I dagene som fulgte ble store algemengder etterhvert registrert i Rogaland hvor gigantiske forflytninger av fiskeanlegg innover i fjordene gjorde at det meste av oppdrettsfisken i fylket unngikk algevann. Den 29. mai ble «algefronten» (0,5–1 millioner celler pr. liter) registrert like nord for Haugesund (se Berge og Føyn 1988). Etter den tid trakk den seg tilbake og gikk i oppløsning på Vestlandet, men i Skagerrak ble *C. polylepis* registrert i store mengder, som tynne sjikt i sprannglaget, enda et par uker (data fra SBSF).

Denne artikkelen vil gi en kort omtale av algen *Chrysochromulina polylepis* fra tidligere studier og beskrive de første dagene av oppblomstringen langs kysten av Sør-Norge i mai 1988.

Om *Chrysochromulina polylepis*

Algen tilhører klassen Prymnesiophyceae (Haptophyceae). Den ble første gang beskrevet i 1962 (Manton and Parke 1962) på typemateriale samlet utenfor kysten av Syd-England i mai 1955. Den originale skissen av algen (Fig. 1) viser i store trekk cellens bygning og typiske trekk for klassen.

Ytterst har celleveggen små organiske skall med mer eller mindre arts-spesifikk struktur. Strukturen i disse skallene, som bare kan sees i elektronmikroskop, er viktig for inndeling i arter. Bruk av elektronmikroskop har økt antall beskrevne arter innenfor slekten *Chrysochromulina* fra 1 i 1939 til idag nærmere 50 (se Moestrup and Thomsen 1986).



Figur 1. Skisse av *Chrysochromulina polylepis* fra Manton og Parke (1962).

- h* — haptonema, en tråd som kan heftes til underlag, karakteristisk for klassen, kan krølles opp
- f* — flagell, to stykker
- c* — kromatofor, vanlig antall 1–4, gyllenbrune
- m* — slimlegemer, kan «skytes ut»
- go* — golgiapparat
- n* — nukleus (cellekjerne)
- mt* — mitokondrion
- s* — skall, organiske skjell
- fb* — lipid-dråpe
- l* — chrysose
- g* — grafitt

Manton and Parke (1962) viser mange observasjoner av algen utenfor kysten av Syd-England utover på 50-tallet. Den ble funnet i alle årets måneder unntatt november, desember og januar og fra overflaten til 70 m dyp. Langs kysten av Norge utenfor Bergen ble *C. polylepis* funnet i rikelige mengder i august 1970 (Leadbeater 1972 a) i løpet av en 12-dagers undersøkelse, hvor så mye som 20 arter av slekten *Chrysochromulina* ble registrert, derav 6 nye (Leadbeater 1972 b). Senere, i 1979, er *C. polylepis* påvist ved Kragerø på Skagerakkysten (Espeland and Thronsdén 1986). I danske farvann er *C. polylepis* tidligere registrert i nordlige deler av Kattegat og vestlige deler av Østersjøen (Christensen et al. 1985). Det finnes også registreringer av algen fra overflaten i både Finskebukta og Bottenhavet ved saltholdigheter på bare 6—7 ‰ (H. A. Thomsen, København Universitet, pers. med.).

Chrysochromulina polylepis er etter alt å dømme en vanlig art med vid både geografisk og sesongmessig forekomst. Få registreringer av denne algen skyldes at den tilhører en gruppe, nakne flagellater, som ikke inngår i rutinemessige planktonundersøkelser. Det har sammenheng med at mange nakne flagellater er vanskelig å fiksere og bevare godt, og at det oftest er nødvendig med studier i elektronmikroskop for å artsbestemme dem. Bare noen få spesialister har nødvendig kunnskap, litteratur og utstyr for å finne frem til et riktig artsnavn innen rimelig tid.

Tidligere masseforekomster av *C. polylepis* er ikke kjent, men i ferskvann har en annen art av slekten vist evne til masseblomst, som har gitt en påfall-

ende lukt til omgivelsene (Nicholls et al. 1982).

Det var heller ikke kjent at *C. polylepis* kunne virke toksisk på fisk, men av en eller annen årsak ble den opprinnelig testet for toksisitet på fisk (Manton and Parke 1962), dog med negativt resultat. Mistanken skyldtes kanskje at det innenfor en nærstående slekt var en art, *Prymnesium parvum*, som var kjent for å forårsake fiskedød (Otterstrøm and Steemann Nielsen 1940). Denne artens toksiner er med tiden blitt noe kjent (se Paster 1968).

Som før for et mosdyr (Bryozoa) har imidlertid eldre kulturer av *C. polylepis* vist seg å ha en hemmende/toksisk effekt (Jebram 1980).

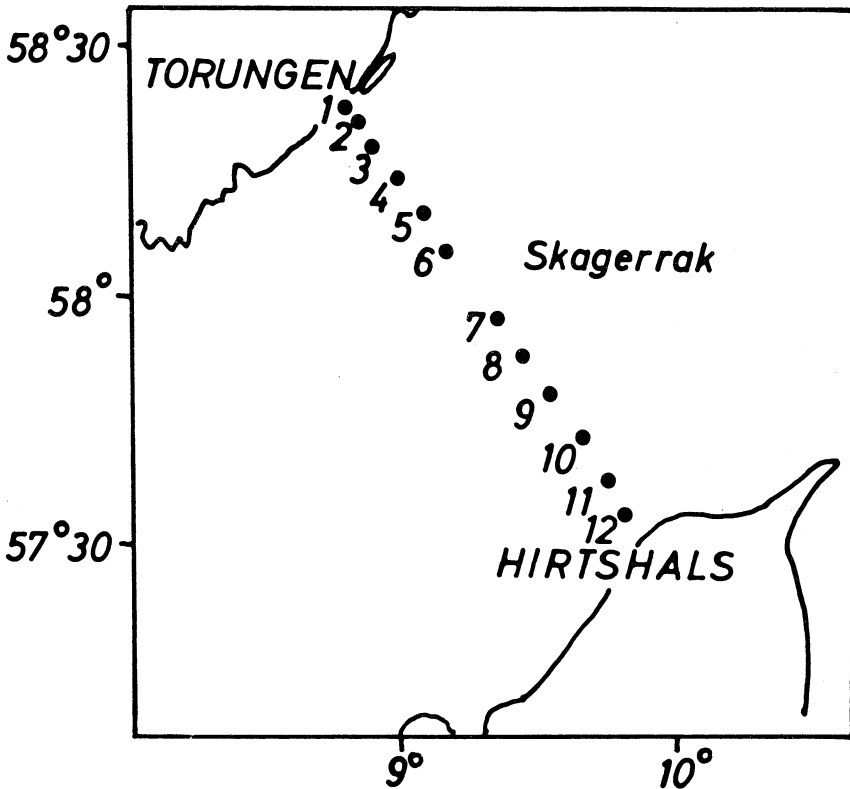
Det er funnet antydning til fagotrofi hos *C. polylepis* (Manton and Parke 1962). Under studier av tre andre arter innen slekten, *C. kappa*, *C. strobilus* og *C. brevefilum*, ble det ikke funnet fagotrofi (Pintner and Provasoli 1968), men tendenser til heterotrofi, som nytte av glyserol eller mannose, ved reduserte lysbetingelser. Det ble også funnet at de trengte vitaminer (B 12 og thiamin). *C. kappa* viste seg forøvrig å bli stimulert av olje i et eksperimentelt økosystem (Lee et al. 1978). Behov for vitaminer er også vist for en annen art, *C. breviturrita*, (Wehr et al. 1985), som også har behov for selen (Wehr and Brown 1985) og bare ser ut til å kunne utnytte ammonium og ikke nitrat som uorganisk nitrogenkilde (Wehr et al. 1987). De relativt få arbeidene som er gjort på økologi og fysiologi på slekten *Chrysochromulina* antyder mulighetene for flere, spesielle og interessante tilpasninger innen slekten.

Materiale og metoder

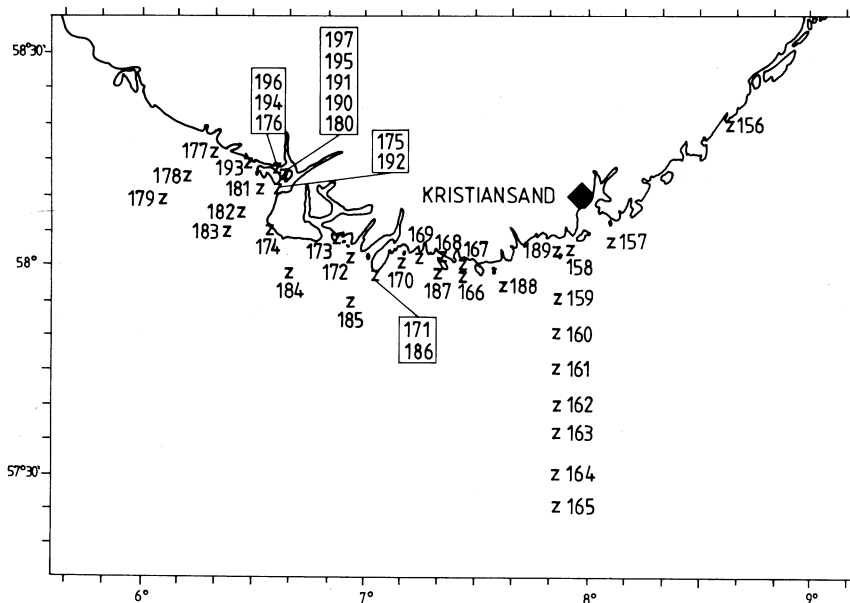
Foreliggende beskrivelse av oppblomstringen av *C. polylepis* i mai 1988 baserer seg på prøver innsamlet rutinemessig på tokt og i Flødevigen (Fig. 2) og på prøvetagning på tokt vestover fra Arendal i perioden 20.—25. mai (Fig. 3).

Forekomst av alger er registrert ved fluoresensmålinger (Q-fluoremeter), målinger av klorofyll på acetonekstrakter, og ved telling av alger fiksert med

eddiksyr jodløsning (se Thronsdén 1978) i Palmer-Maloney kammer under mikroskop. I tillegg er det innsamlet data over temperatur og saltholdighet, og det er utført målinger av oksygen og næringssalter, mest av fosfat, nitrat+nitritt og ammonium, men også noen av silikat. Materialet fra før og under oppblomstringen er veldig omfattende og i stor utstrekning ikke bearbejdet ferdig, slik at grunnlaget for denne presentasjonen er begrenset og av foreløpig karakter.



Figur 2. Stasjonene 1—12 på snittet Torungen-Hirtshals. Arendal og Flødevigen ligger rett innenfor Torungen.



Figur 3. Stasjonsnettet for algetoktet 20.—25. mai 1988.

Resultater og diskusjon

Førsituasjonen

I perioden 11.—23. april 1988 ble det med Stasjonens fartøy, G. M. Dannevig, foretatt en omfattende prøveinnsamling vest for Jylland, i Skagerrak og i Kattegat. I snittet Torungen—Hirshals ble da *C. polylepis* ikke registrert ved den rutinemessige telling. Det betyr at det grovt sett var mindre enn 100 000 celler pr. liter tilstede. Et mer detaljert bilde vil forhåpentligvis foreligge i løpet av høsten, idet et større antall prøver skal gjennomgås, og i samarbeid med Jahn Thordsen ved Universitetet i Oslo skal også elektromikroskopi nyttes.

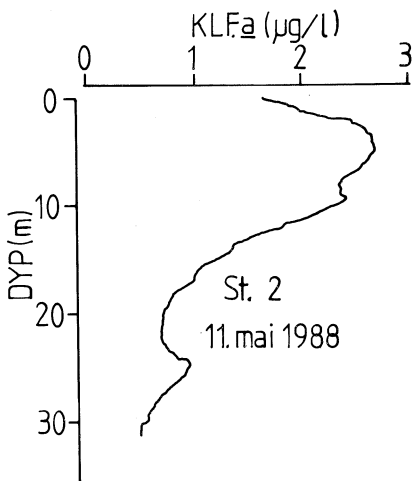
Andre forhold under førsituasjonen er heller ikke ferdig analysert, men i

Berge og Føyn (1988) er noen hovedtrekk kommentert. I de sentrale deler av Skagerrak syntes næringssaltforholdene å være normale for årstiden i april, mens det var svært mye nitrat i de øvre 20 m både vest av Jylland (ca. 18—19 μM) og i Kattegat (ca. 1—17 μM). Det blir påpekt at dette er særlig bemerkelsesverdig sett i relasjon til den lave konsentrasjonen av fosfat og silikat. Årsaken til disse uvanlige næringssaltforekomstene er ikke klarlagt, men det blir fremholdt noen fremtredende trekk ved klimaet i første del av 1988, som mild vinter, mye nedbør og avrenning fra land. Et annet noe uvanlig forhold var stor utstrømning fra Østersjøen i tiden før oppblomstringen (se Berge og Føyn 1988).

I en vannprøve fra Flødevigen 2. mai var det mindre enn 50 000 celler pr. liter av *C. polylepis*. I dagene som fulgte frem til 11. mai var det moderat til liten vind, hovedsaklig av østlig retning og pent varmt vær. I Flødevigen steg temperaturen i 1 m dyp fra 6,4 °C 1. mai til 10,1 °C 11. mai.

Oppblomstringen

Den 11. mai var det rutinetokt med G. M. Dannevig på tvers av Skagerrak mellom Hirtshals og Torungen. Da var *C. polylepis* tallrik på de to stasjonene nærmest Arendal, st. 1 og 2 i Fig. 2. I en blandingsprøve med like deler vann fra 0, 5, 10, 20 og 30 m dyp ble et registrert 2-3 millioner celler pr. liter. Fluoresensprofilen (Fig. 4) viste at algene vesentlig var konsentrert i de øvre 10 meter. Næringssaltforholdene på de to stasjonene er vist i Tabell 1. Der var enda noe nitro-



Figur 4. Fluoresensprofil fra stasjon 2 (se Fig. 2) 11. mai 1988.

Tabell 1. Næringssalter (μM) på stasjon 1 og 2 (se Fig. 2) 11. mai 1988.

St. 1 Dyp	PO ₄	NO ₂ +NO ₃	NH ₄	N:P
0	0,05	6,8	3,3	136
5	0,04	1,1	0,4	28
10	0,05	1,2	0,4	24
20	0,08	1,9	0,7	24
30	0,39	6,9	1,0	18
50	0,55	8,3	0,4	15
100	0,74	8,2	0,5	11
St. 2 Dyp				
0	0,05	1,4	0,6	28
5	0,02	1,6	0,4	80
10	0,02	2,0	0,4	100
20	0,09	2,3	1,0	26
30	0,26	7,7	0,7	30
50	0,50	9,7	1,6	19
75	0,83	10,7	0,6	13

N:P er det atomære forhold mellom NO₂+NO₃ og PO₄.

gen i overflaten og et høyt atomært forhold mellom nitrat+nitritt og fosfat. På stasjonene utenfor avtok mengden av *C. polylepis* markert og midt i Skagerrak og over på den danske siden ble den ikke registrert. Det betyr at det grovt sett var mindre enn 100 000 celler pr. liter med den tellenøyaktigheten som foreløpig er nyttet.

De nærmeste dagene ble det registrert mye alger i Flødevigen (Tabell 2),

men en betydelig nedgang ved vindskifte til vestlige vinder rundt 17. mai. Den 16. mai ble det tatt en profil i Flødevigen, som viste at algen hovedsaklig var i de øvre 10 meter (Tabell 3). Oksygenmålinger i profilen viste en høy overmetning til dypere enn 10 m, og dette indikerer at det var stor fotosynteseaktivitet og trolig god vekst.

I perioden 20.—25. mai ble det gjennomført et tokt vestover fra Arendal

Tabell 2. Temperatur (lm), saltholdighet (lm) og forekomst av *C. polylepis* (0—5 m) i Flødevigen.

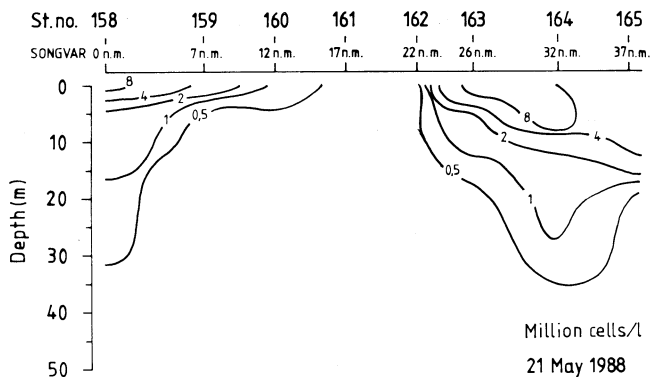
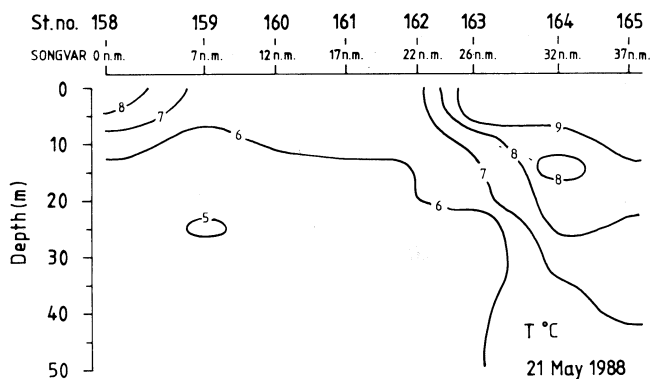
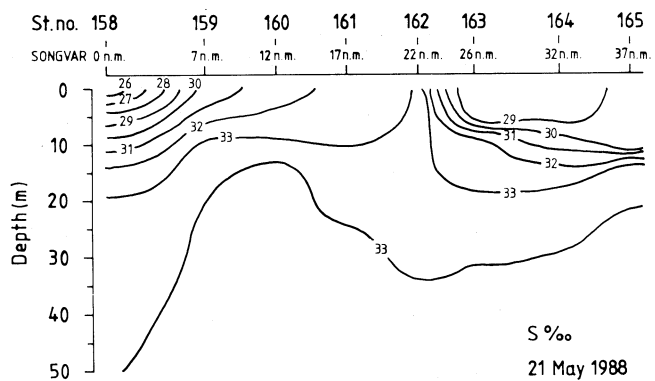
Dato	Temperatur	Saltholdighet	C. pol.
11/5	10,1	16,9	—
12/5	10,7	20,0	—
13/5	10,8	17,7	17,6
14/5	12,0	17,8	9,2
15/5	12,4	17,4	—
16/5	12,6	15,1	12,4
17/5	13,0	18,9	—
18/5	9,1	24,2	1,7
19/5	8,8	23,5	2,0
20/5	9,3	23,1	1,2
21/5	10,9	20,6	—
22/5	12,0	20,6	0,7

Temp. er i grader Celsius, saltholdighet i promille og C. pol. i mill. celler pr. liter.

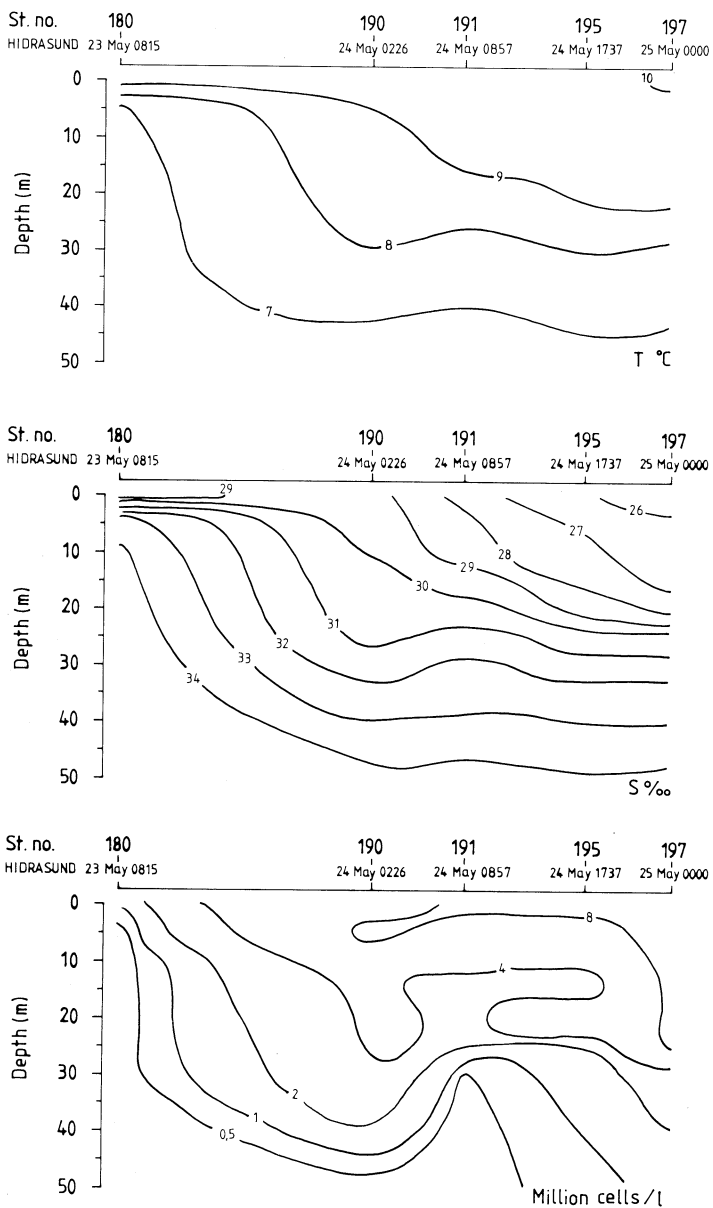
Tabell 3. Vertikalfordelingen av *C. polylepis* i Flødevigen 16. mai 1988.

Dyp	Temp.	Salt.	Oksygenmetn.	C. pol.
0,5	12,4	16,6	116	12,5
2,5	12,3	19,0	124	15,0
5,0	12,2	19,5	121	26,0
7,5	11,4	20,7	117	9,0
10,0	11,0	21,2	114	4,0
15,0	8,4	25,9	104	0,7
18,5	6,2	30,0	93	< 0,1

Oksygenmetningen er i prosent og C. pol. i mill. celler pr. liter.



Figur 5. Temperatur, saltholdighet og *C. polylepis* i et snitt ut fra kysten ved Kristiansand 21. mai 1988 (se Fig. 3).



Figur 6. Utviklingen av temperatur, saltholdighet og forekomst av *C. polylepis* 23.–25. mai 1988 ved Hidra (se Fig. 3).

(Fig. 3). Her skal noen data fra snittet ut fra land ved Kristiansand, st. 158—165, presenteres, og data fra Hidraområdet.

Snittet ut fra Kristiansand, Songvaarsnippet, ble tatt 21. mai etter anvisning fra fiskere, som dagen før hadde sett misfarvet sjø 20—30 nautiske mil ut fra land. På denne tiden var fremdeles algemengdene inne ved land mer moderate. Data fra vårt snitt er vist i Figur 5. De viste at det var en del alger inne ved land, men et større flak 20—30 nautiske mil fra land og lite alger mellom. Vi undersøkte ikke hvor langt flaket strakte seg sørover. Saltholdigheten og temperaturen i algevannet til havs indikerte at det stammet fra kysten. Det var trolig blåst ut fra land med de vestlige vindene rundt 17. mai. Dette flaket av alger lå nesten stille eller fløt langsomt østover, innover i Skagerrak igjen. Det var stort sett lite næringsalter i algevannet, ingen høyere verdier enn $1,6 \mu\text{M}$ nitrat+nitritt inne ved land, og ute i Skagerrak på stasjon 163, 164 og 165 var det overveiende mindre enn $0,1 \mu\text{M}$ nitrat+nitritt i de øvre 10 meter. Men i det saltere vannet som hadde strømmet opp innenfor stasjon 163 var det rikelig med næringsalter helt til overflaten.

Den 21. mai slakket de vestlige vinder av, og vi fikk en ny periode med overveiende østlige vinder (data fra Det Norske Meteorologiske Institutt). Den 22. mai kunne vi følge algevannets ferd mot vest. I ellevetiden gikk vi, på vei vestover, ut av algevannet like vest for Lindesnes og neste morgen kunne vi konstatere at algevannet var på full fart nordvestover forbi Lista og begynte å true oppdrettsanleggene ved Hidra. I løpet av 23. mai kom algene til Hidra (Fig. 6) og bare i løpet av noen timer på

ettermiddagen mistet det mest utsatte anlegget, i Rasvågen, all sin fisk. Ved Hidra dannet trolig Kyststrømmen en kraftig bakevje idet algevann gravde seg ned til ca. 30 m dyp på kort stund. Det medførte at også et par fiskeoppdrettsanlegg som senket sin fisk til 20—30 m dyp mistet den, og det førte til at skadene på naturlig fauna gikk særlig dypt ved Hidra (Gjøsæter 1988). Fra målingene i Hidraområdet kan vi utlede at 4—8 millioner celler pr. liter av *Chrysochromulina polylepsis* kunne gi relativt akutt fiskedød. Andre erfaringer (O. Lindahl, Kristinebergs Marinbiologiska Station, pers. med.) og senere studier har vist at fiskens toleranse overfor alger var svært avhengig av saltholdigheten i vannet (se Berge og Føyn 1988).

Det er foreløpig for tidlig å si noe om hvor oppblomstringen startet og hva som var årsaken til oppblomstringen. Som det fremgår av avsnittet om algen så er den trolig vanlig i våre farvann, men ut fra de foreløpige resultatene kan det se ut som om store konsentrasjoner av algen først har oppstått øst for linjen mellom Torungen og Hirtshals. Det er også visse indikasjoner på at algen har grodd opp i vann med et overskudd av nitrogen. Slikt vann var det både syd i Skagerrak langs vestkysten av Jylland og i Kattegat i april. Men hvordan dette overskuddet av nitrogen har oppstått er usikkert, selv om en mild vinter med nye nedbør og avrenning kan være en forklaring. Hvorvidt nitrogenforholdene har vært viktig for oppblomstringen av nettopp *C. polylepsis* er usikkert, kanskje mikronæringsstoffer har spilt en rolle, eller manglende beiting av algen. Det er også mulig at *C. polylepsis* ved tilfeldigheter har fått en sterk posi-

sjon og etterhvert ved sin toksiske virkning har styrket den ytterligere. Funn av mange tomme skall av ceratier under oppblomstringen (SBSF upubl. materiale) indikerer at iallefall de, ikke trives sammen med *C. polylepis*.

LITTERATUR

- Berge, G. og Føyn, L. 1988: Rapport om oppblomstringen av *Chrysochromulina polylepis* i mai—juni 1988. Havforskningsinstituttet, Bergen, 16 s + 4 vedlegg.
- Christensen, T., Koch, C. and Thomsen, H. A., 1985: Distribution of algae in Danish salt and brackish water. University of Copenhagen, Universitetsbogladen, København, 64 s. ISBN: 87-981980-0-9.
- Espeland, G. and Throndsen, J., 1986: Flagellates from Kilsfjorden, southern Norway, with description of two new species of Choanoflagellida. *Sarsia* 71: 209—226.
- Gjøsæter, J., 1988: Algeoppblomstringen i Skagerrak mai 1988 — Effekter på fisk og bunnfauna på Sørlandskysten. Vann. (dette nr.).
- Jebram, D., 1980: Prospecction for a sufficient nutrient for the cosmopolitic marine Bryozoan *Electra pilosa* (Linnaeus). *Zool. Jb. Syst.* 107: 368—390.
- Leadbeater, B.S.C., 1972 a. Identification, by means of electron microscopy, of flagellate nanoplankton from the coast of Norway. *Sarsia* 49: 107—124.
- Leadbeater, B.S.C., 1972 b. Fine structural observations on six new species of *Chrysochromulina* (Haptophyceae) from Norway. With preliminary observations on scale production in *C. microcylindra* sp. nov. *Sarsia* 49: 65—80.
- Lee, R. F., Takahashi, M. and Beers, J., 1978: Short term effects of oil on plankton in controlled ecosystem. In: Bates, C. C. (Editor), Proceedings of the conference on assessment of ecological impact of oil spills. American Institute of Biological Sciences. Arlington, s. 635—650.
- Manton, I. and Parke, M., 1962: Preliminary observations on scales and their mode of origin in *Chrysochromulina polylepis* sp. nov. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 42: 565—578.
- Moestrup, Ø. and Thomsen, H. A., 1986: Ultrastructure and reconstruction of the flagellar apparatus in *Chrysochromulina apheles* sp. nov. (Prymnesiophyceae = Haptophyceae). *Can. J. Bot.* 64: 593-610.
- Nicholls, K. H., Beaver, J. L. and Estabrook, R. H., 1982: Lakewide odours in Ontario and New Hampshire caused by *Chrysochromulina breviturrita* Nich. (Prymnesiophyceae). *Hydrobiologia* 96: 91—95.
- Otterstrøm, C. V. and Steemann Nielsen, E., 1940: Two cases of extensive mortality in fishes caused by the flagellate *Prymnesium parvum* Carter. Report of the Danish Biological Station, Copenhagen. C. A. Reitzel, 24 s.

- Pintner, I. J. and Provasoli, L., 1968: Heterotrophy in subdued light of 3 *Chrysochromulina* species. Bull. Misaki Mar. Biol. Inst. 12: 25—31.
- Paster, Z., 1968: Pymnesiin: The toxin of *Pymnesium parvum* Carter. Rev. Inst. Oceanogr. Med. 10: 249—259.
- Thronsdon, J., 1978: Preservation and storage. In: Sournia, A. (Editor), Phytoplankton manual. UNESCO, Monographs on oceanographic methodology 6: 69—71.
- Wehr, J. D. and Brown, L. W., 1985: Selenium requirement of a bloom-forming planktonic alga from softwater and acidified lakes. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42: 1783—1788
- Wehr, J. D., Brown, L. W. and O'Grady, K., 1985: Physiological ecology of the bloom-forming alga *Chrysochromulina breviturrita* (Pymnesiophyceae) from lakes influenced by acid precipitation. Can. J. Bot. 63: 2231—2239.
- Wehr, J. D., Brown, L. W. and O'Grady, K., 1987: Highly specialized nitrogen metabolism in a freshwater phytoplankter, *Crysochromulina breviturrita*. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 44: 736—742.
- Øines, S. og Espeland, G., 1988: Oppblomstring av *Chrysochromulina polylepis* — observasjoner fra to oppdrettsanlegg ved Egersund. Norsk Fiskeoppdrett (8), 1988: 58—59.