

Kiselalger i Oslofjorden og Skagerrak. Arter nye for området: Immigranter eller oversett tidligere?

Grethe Rytter Hasle

Hasle, G. R. 1990. Diatoms in the Oslofjord and the Skagerrak. Species new to the area: Immigrants or overlooked in the past? *Blyttia* 48: 33–38. ISSN 0006-5269.

The diatoms *Coscinodiscus wailesii* and *Thalassiosira punctigera*, regarded as immigrants from 1977–78 in the English Channel, were observed for the first time in the Oslofjord and the Skagerrak in the autumn 1979. Examination of monthly samples from the Skagerrak collected after that, showed the presence of the two species every year between October and March. «Arctic» species, also present in the Baltic, were observed in the Oslofjord and the Skagerrak in March–April 1985 and 1986. Whereas the «Arctic» species supposedly are favoured by the presence of ice and have been in the Oslofjord and the Skagerrak since these areas were formed, it may still be questioned whether *C. wailesii* and *T. punctigera* are established immigrants or introduced by southerly currents every autumn.

Grethe Rytter Hasle, Universitetet i Oslo. Biologisk Inst., Avd. Marin botanikk, Postboks 1069, N-0316 Oslo 3.

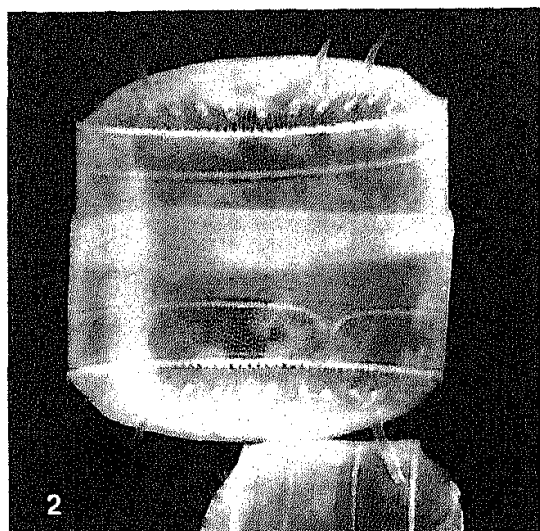
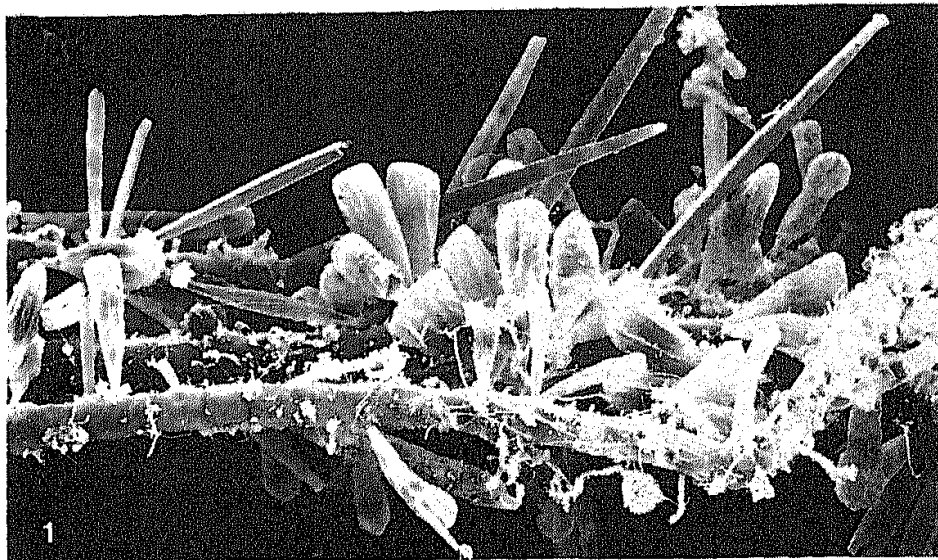
Kiselalger – hva er de, hvordan er de, og hvor er de

Kiselalger (diatomeer) er encellede, autotrofe planter; de minste er et par tusendels millimeter og de største opp til et par millimeter lange. Kloroplastene har foruten klorofyll gulbrune pigmenter som gir kiselalgene deres gyldenbrune farge. Det som fremfor noe særpreger disse algene, og som har gitt dem navnet kiselalger, er den bestandige, forkislede delen av celleveggen. Den er rikt ornamentert, er to-delt, og sammenliknes gjerne med lokket og bunnen på en eske forbundet med mange bånd som båndene i en tønne (Fig. 2).

Antall kjente kiselalgearter utgjør vel 10 000. De er da også ut-

bredt i alle biotoper hvor det i det hele tatt fins vann eller en grad av fuktighet, det være seg små pytter, myrer eller det store, åpne havet. Noen lever på et fast substrat, ofte festet med slimstilk til andre alger (Fig. 1), til planktondyr, steiner eller fast fjell. Andre danner brunt belegg på bryggestolper, vannplanter, is eller huden på hval. Noen kryper på underlaget; disse har en spalte i skallet (Fig. 5) med slimutskillelse som igjen reguleres av organeller som ligger tett inn til denne spalten. Atter andre igjen lever inne i alger, som i skuddspissene av sagtang og blæretang, eller inne i små dyr. Den økologiske gruppen kiselalger som det her skal fortelles om, er frittlevende i sjøen; de er marine plank-

tonalger, og spiller en stor rolle i havets næringsskjede som mat for små planktondyr. I motsetning til mange andre encellede mikroskopiske planktonalger, som fureflagellater (dinoflagellater) og noen andre flagellatgrupper, har kiselalgene sjelden eller aldri blitt oppfattet som skadelige for mennesker, dyr eller andre alger. I november–desember 1987 ble det imidlertid i Kanada for første gang konstatert forgiftningstilfeller i forbindelse med masseforekomst av en kiselalge, *Nitzschia pungens* Grun. f. *multiseries* Hasle, en form først beskrevet fra Oslofjorden hvor den opptrer jevnlig. I Kanada i 1987 døde tre personer etter å ha spist muslinger dyrket i det området hvor masseforekomsten



Figur 1–3. Scanning elektronmikrografer av kiselalger.

Figur 1. Kiselalgene *Licmophora* og *Synedra* som epifytter på brunalgen *Ectocarpus*, 26 april 1987, Drøbak, Oslofjord. Ca. 400 x. Foto E. E. Syvertsen.

Figur 2. En hel *Thalassiosira punctigera* celle med kloroplaster, prosesser og bånd som forbinder de to endeskallene. Ca. 1 700 x.

Figur 3. To leppeformede prosesser hos plankton-kiselalgen *Coscinodiscus radiatus*, Ca. 12 000 x.

Fig. 1 The diatoms *Licmophora* and *Synedra* as epiphytes on the seaweed *Ectocarpus*, 26 April 1987, Drøbak, Oslofjord. Ca. 400 x. Scanning electron micrograph. Foto E. E. Syvertsen.

Fig. 2 Scanning electron micrograph of an entire *Thalassiosira punctigera* cell with chloroplasts, processes and girdle bands combining the two valves. Ca. 1 700 x.

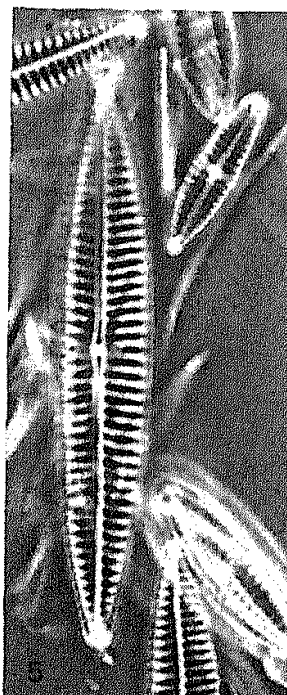
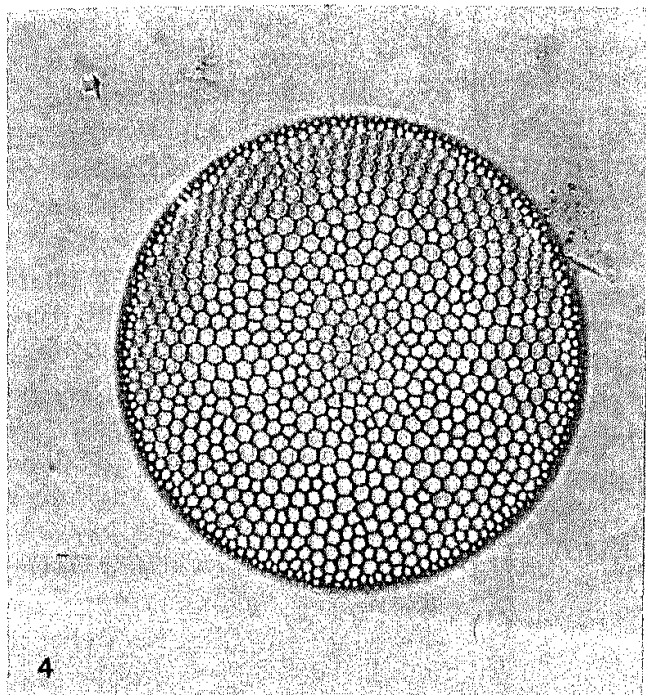
Fig. 3 Scanning electron micrograph of two labiate processes in the plankton diatom *Coscinodiscus radiatus*. Ca. 12 000 x.

opptrådte (Todd 1989). I 1988 var det igjen slike masseforekomster med påvisning av toksinet «domic acid» (Smith et al. 1989). Videre har *Chaetoceros* arter, kiselalger med lange, til dels piggete utvekster, vist seg å skade gjellene til

oppdrettslaks i det nordlige Stillehav (Farrington et al. 1987).

Den store artsrikdommen innen kiselalgene gjenspeiler seg ikke bare i de mange typer biotoper, men like mye i et mangfold av morfologiske varianter. Stav- og

kølleformede (Fig. 1), skiveformede og sylindriske (Fig. 2), og i tverrsnitt sirkulære (Fig. 4), båtformede (Fig. 5), triangulære eller mangekantede er alt former som fins innen kiselalgene. I tillegg kommer de mange forskjellige koloniformene, perforering av skallet (Fig. 4) og de mange utvekster, prosesser, av forskjellig type og med forskjellig funksjon (Fig. 2, 3). Forkislingen gjør at hele eller deler av celleveggen blir bevart selv når kiselalgene dør og synker ned til havbunnen, og alt organisk materiale går i oppløsning. Ansamlinger av slike fossilifiserte kisel skall akkumulert gjennom millioner av år blir til det som kalles kiselgur eller diatoméjord. Mikropaleontologer bruker kiselalgene til datering av de fossilførende lagene ved studier av jordens historie og, av mer økonomisk interesse, ved oljeleting. Studier av fossile alger gir selvsagt også et grunnlag for forståelse av deres utvikling fra de første funn i Jura og Kritt frem til vår tid. De fine strukturene i kisel skallet, i størrelse nær det lysmikroskopet kan oppløse og med en sjelden regelmessighet, har tydeligvis tiltalt mikroskopikere, ikke minst amatører innen de botaniske disipliner. Der hvor lysmikroskopet ikke strekker til, kom transmisjons-elektronmikroskopet med den langt større oppløsningsevne og uendelig mye høyere forstørrelser som en åpenbaring. Fra slutten av 1960-årene ble også scanning elektronmikroskopet tatt i bruk, og med mulighetene for å se kiselalgecellen i dens tre dimensjoner (Fig. 1–3) startet en ny æra i den 200 år gamle utforskningen av deres bygning og systematikk. Fler og fler detaljer blir funnet, og klassifiseringssystemer og taksonomiske grupperinger skifter til stadighet og blir stadig mer differensierte. Der hvor type-materiale (materiale hvorfra den respektive art er beskrevet) fins, har en imidlertid mulighet for å undersøke dette og ved hjelp av



Figur 4–5. Lysmikroskopiske foto av kiselalger.

Figur 4. Enkelt skall (valva) av *Coscinodiscus radiatus*, 1 000 x.

Figur 5. Kiselalger med langsgående spalte (rafe) i skallet. 2 000 x.

Fig. 4 Single valve of *Coscinodiscus radiatus*, light micrograph. 1 000 x.

Fig. 5 Diatoms with longitudinally running fissure (raphe), light micrograph. 2 000 x.

elektronmikroskopi få en forbedret definisjon og beskrivelse av de aktuelle artene. Dette gir igjen mer pålitelige resultater også når det gjelder økologiske, mikropaleontologiske og, ikke minst, biogeografiske undersøkelser.

Oslofjorden og Skagerrak – strømforhold

Oslofjorden og Skagerrak får tilførsel av vannmasser fra Østersjøen gjennom Øresund og Kattegat ved Den baltiske strøm, og fra den sydlige delen av Nordsjøen, og til dels også fra Nordatlanten gjennom Færøy-Shetland kanalen ved Jyllandsstrømmen (Fig. 6). Hvilke strømmer som dominerer til de ulike tider av året på de ulike lokaliteter, varierer med vindforholdene. Sirkulasjonen i Oslofjorden er i utpreget grad betinget av vindforholdene, spesielt av fremherskende nordlige og sydlige komponenter (Gade 1963). Det ser imidlertid ut til at vann fra

Østersjøen er utbredt over større områder av Skagerrak om våren (april–juni) enn ellers i året (Svansson 1975). Den baltiske strømmen gir seg til kjenne i Skagerrak ved saltholdigheter rundt 20–30 ‰, til forskjell fra Jyllandsstrømmen med saltholdigheter rundt 31–34 ‰ (Fonselius 1989).

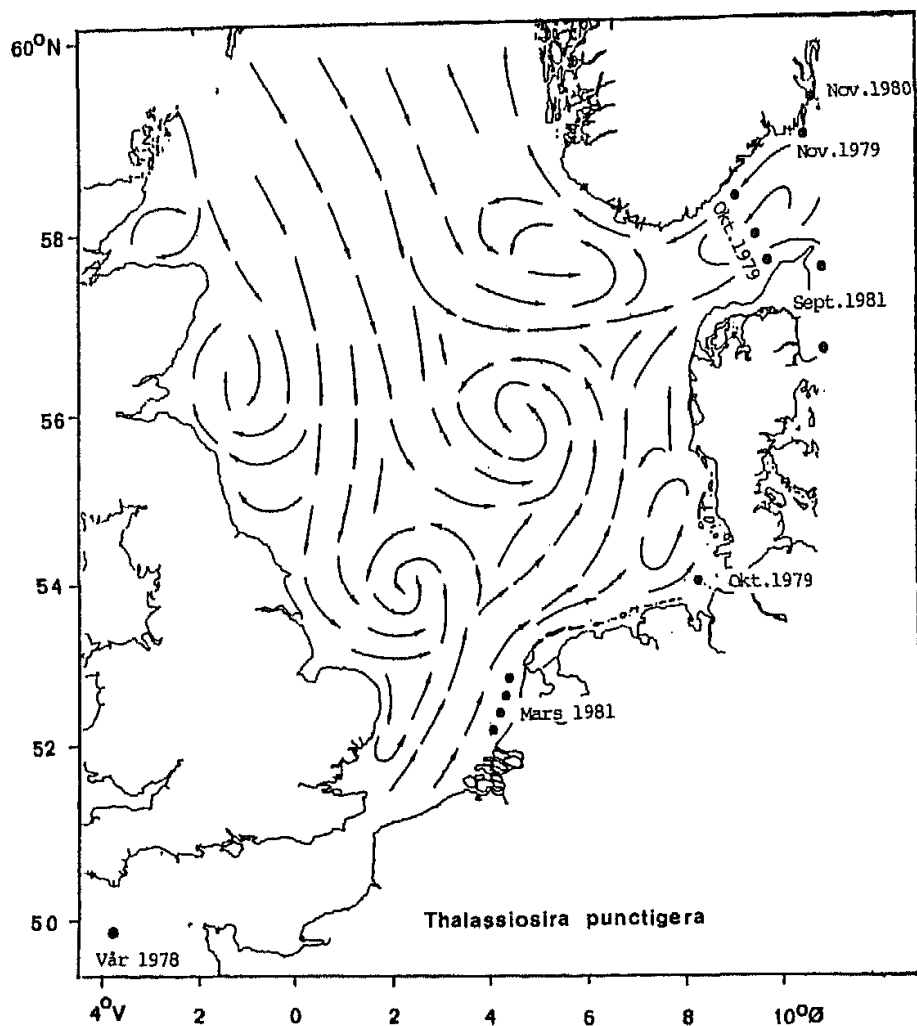
Mulighetene for kontakt mellom Østersjøen og de åpne havområdene har variert gjennom de ulike geologiske periodene. For ca. 14 000 år siden var det området som nå er Østersjøen, dekket av den lukkede Baltiske issjøen. Brakkvannshavet, Yoldiahavet, med forbindelse til Skagerrak fantes der for ca. 10 000 år siden og ble fulgt av den lukkede Ancylusjøen. Deretter fulgte Litorinahavet og til sist våre dagers brakkvannshav, Østersjøen. Samtidig med Yoldiahavet hadde Polarfronten en atskillig sydligere posisjon (Ruddiman & McIntyre 1981), og tersklene i Oslofjorden lå adskillig dypere enn idag (Stabell & Thiede

1986). Derved var det muligheter for en relativt fri utveksling mellom vann fra Østersjøen, Skagerrak og det som ble til Oslofjorden og Norskehavet.

Kiselalger «nye» for Skagerrak og Oslofjorden

Undersøkelser av håvtrekk samlet i Plymouth-området gjennom 24 år viste at det hadde skjedd store forandringer i planteplanktonets sesongvariasjon og kvantitative artssammensetning (Boalch 1987, Maddock et al. 1989). Kiselalger som aldri hadde vært sett der tidligere, begynte å opptre i store mengder. Fiskere klaget over at garnene ble tettet til, og dette viste seg å skyldes slimutskillelse fra kiselalgen *Coscinodiscus wailesii* Gran & Angst, først observert i området i 1977. Våren 1978 ble det funnet nok en fremmed art, *Thalassiostra punctigera* (Castr.) Hasle (Fig. 2) i Den engelske kanal. Begge disse artene var først beskrevet fra det nordlige Stillehav, og var inntil 1977–78 lite eller ikke kjent fra Atlanterhavet i det hele tatt. Et tilsvarende klassisk eksempel er *Odontella sinensis* (Grev.) Grun. Den skal ha kommet fra det fjerne Østen i 1889 og er så blitt utbredt i europeiske farvann hvor den nå er en viktig kiselalge om vinteren og våren (Boalch 1987).

Høsten 1979 kom *T. punctigera* opp i kulturer isolert fra Helgoland og Ytre Oslofjord, og den ble også funnet, sammen med *C. wailesii*, i håvtrekk fra Skagerrak (Fig. 6, Hasle 1983). Håvtrekk samlet inn fra Statens Biologiske Stasjon Flødevigen i Skagerrak i 1967–68 og fra høsten 1978 mer og mindre regelmessig hver måned, ga anledning til å undersøke om de to kiselalgenes opptreden i Skagerrak i 1979–80 var et engangsfenomen, eller om de fortsatt finnes, og hvis så, når på året. Begge artene er lette å samle med finmaskede håver og lette å kjenne igjen. De er store, *T. punctige-*



Figur 6. Første observasjoner i Den engelske kanal, Nordsjøen, Skagerrak og Oslofjorden.

First records in the English Channel, the North Sea, the Skagerrak and the Oslofjord.

ra opp til 0,18 mm i diameter og *C. waiilesti* hele 0,3 mm og de beholder sitt karakteristiske utseende ved fiksering. En sammenlikning av årene 1980–83, 1985 og 1988–89 viste at *T. punctigera* var temmelig konstant i utbredelsesmønsteret, og *C. waiilesti* fulgte stort sett det samme mønsteret, men var mer sjelden. I vårt område er de utpregede høst- og vinterarter med størst forekomst fra oktober til desember og fortsatt frem til mars eller april og med mest regelmessig opptreden nær eller i Jyllandsstrømmen. Året etter de var registret i Skagerrak for første gang, hadde de en særlig vid utbredelse både i tid og sted (Tabell 1). Prøvene fra 1988–89 viste i rikt mon at de fortsatt er tilstede i området selv om de aldri er blant de dominerende artene.

Forekomstene av *T. punctigera* og *C. waiilesti* i Den engelske kanal og ved kysten av Nederland, tydeligvis i størst mengde om våren (Marine Biological Association 1979, Kat 1982), strømforhold og artenes utbredelse i Skagerrak med dominans ved saltholdighet rundt 30–34 ‰ (Tabell 1) tyder på tilførsel sørfra (Fig. 6). Om høsten er det vanligvis et innslag av arter med normalt mer sydlig utbredelse i Skagerrak og Ytre Oslofjord (Cleve 1897). Dette er nettopp på den tiden av året da Den baltiske strømmen gjør seg minst gjeldende, og saltholdigheten er på det høyeste. Hvis *T. punctigera* og *C. waiilesti* hører til denne gruppen, må de imidlertid være mer tilpassningsdyktige enn de øvrige, som har en langt mer sporadisk opptreden. En kan derfor ikke uteluk-

ke den muligheten at *T. punctigera* og *waiilesti* nå må betraktes som etablerte immigranter også i Skagerrak.

Planktonet i Oslofjorden og Skagerrak har også bydd på andre overraskelser i 1980-årene når det gjelder arter antatt «nye for området» (Syvertsen & Hasle 1988, Hasle & Syvertsen under trykking). Dette er kiselalger som har sin største og mest regelmessige utbredelse i Arktis, såkalte arktiske arter. Samtlige av disse kiselalgene fins i våre dagers Østersjø-plankton (f. eks *Melosira arctica* Dickie, *Achnanthes taeniata* Grun., *Navicula vanhoeffenii* Gran), eller er funnet i Østersjø-sedimenter som hvilespor (Chetoceros mitra (Bailey) Cleve, Thalassiosira antarctica Comber fra nedre deler av Ancyclus avleiringer). De fleste har en viss tilknytning til is i Arktis, Østersjøen og Oslofjorden og hører til det som ofte kalles isalger. Cleve (1897, s. 8) mente at arktiske alger i Østersjøen var «remnants of an arctic neritic plankton» innført på en tid da det var forbindelse mellom arktiske områder og det som senere ble til Østersjøen. Hvorvidt det nåværende arktiske element i Østersjøen ble innført ved Yoldiahavet eller det senere Litorinahavet, diskuteres imidlertid (Russell & Thomas 1988).

Ettersom *Achnanthes taeniata* og *Navicula vanhoeffenii* er vanlige i vårplanktonet i Østersjøen, var det rimelig å spørre om de kunne være kommet med Den baltiske strøm da de ble funnet i forbindelse med is i Indre Oslofjord i april i 1986. Vi har observasjoner av disse artene fra Skagerrak-stasjonen nærmest Norskekysten fra mars og april 1985 og mars 1986, en også fra stasjonen midtveis mellom Torungen og Hirtshals i mars 1985. Observasjoner over isforholdene viser at det i februar 1985 var usedvanlig mye is ut til 10 nautiske mil fra Norskekysten sammenliknet med de fleste andre år i perioden 1979–1989.

Tabell 1. Observasjoner i overflatelaget, 1 nm (58° 23'N, 08° 49'Ø), 20 nm (58° 08'N, 09° 11'Ø) og 52 nm (57° 42'N, 09° 45'Ø) av Torungen fyr, Skagerrak. + angir at arten er funnet.

Surface records, 1 nm (58° 23'N, 08° 49'E), 20 nm (58° 08'N, 09° 11'E) and 52 nm (57° 42'N, 09° 45'Ø) off Torungen light house, Skagerrak. + positive records.

År	Dato	Saltholdighet (‰.)			Temperatur (°C)			Thalassiosira punctigera			Coscinodiscus wailesii		
		1 nm	20 nm	52 nm	1 nm	20 nm	52 nm	1	20	52	1	20	52
1979	09.10	31.05	32.79	32.92	11.45	10.50	12.30	x		x	x		x
1980	18.02	26.51	26.10	32.85	-0.65	-0.65	2.15			x			
	10.03	25.86	29.15	33.18	0.30	1.70	2.10			x			x
	08.04	22.35	22.95	33.19	1.40	2.80	3.30			x			
	06.05	27.08	27.46	28.35	8.30	10.10	9.70						
	24.06	22.70	23.50	33.49	15.30	16.20	13.90			x			
	11.08	21.47	28.58	32.20	18.10	17.70	17.10			x			
	09.09	32.50	32.50	32.60	14.60	14.30	14.30	x	x	x	x	x	x
	13.10	30.57	32.18	33.52	11.00	11.50	11.65	x	x	x			
	10.11	29.55	33.99	32.74	6.60	7.75	6.80	x	x	x	x		
	16.12	33.73	32.95	32.15	6.50	6.00	5.60	x	x	x			x
1981	16.02	29.83	29.59	34.05	1.60	1.80	4.20		x			x	
	19.03	20.92	21.55	32.98	1.15	0.80	2.20			x			
	07.04	21.96	27.77	31.39	4.00	4.50	5.10						
	15.06									x			
	20.08	27.46	23.09	30.95	14.10	16.70	15.10						x
	07.09	30.59	29.48	30.23	14.60	15.00	15.20				x		
	23.10	28.92	31.08	32.09	10.10	9.90	10.30		x	x	x	x	x
	19.11	32.23	31.82	33.19	8.85	7.80	7.60	x	x	x	x	x	
	15.12	29.02	33.57	33.97	0.04	5.00	5.60	x	x	x			x
1982	20.01	27.77	33.02	33.00	-0.60	3.30	-0.20			x			
	23.01	21.87	27.04	33.50	-1.10	-1.20	0.70			x			x
	09.02	27.67	28.75	32.57	0.20	1.25	2.10			x			x
	10.02	22.42	22.91	32.87	0.40	-0.40	2.60			x			
	22.03	26.08	30.08	33.97	2.40	3.20	3.60			x			
	17.04	27.00	31.05	33.23	5.20	6.90	5.20						
1988	16.01			33.69			6.99			x			x
	13.02	27.35	31.80	33.68	3.95	4.86	5.79		x	x	x	x	x
	07.03	29.34	31.14	31.14	3.56	3.90	5.12	x	x	x			
	15.04	29.17	26.07	32.88	4.89	3.96	5.02		x	x			
	11.05	21.40	27.50		10.30	8.70							
	13.06	21.32	23.46	23.46	15.51	16.60	14.38						
	29.08	25.57	31.84	32.74	16.50	16.41	16.20			x			
	04.10	33.02	31.55	33.70	13.61	12.33	13.73	x	x		x		x
	03.11	27.60	32.30	33.40	8.70	10.20	10.30	x	x	x	x	x	x
	02.12	32.05	32.88	33.95	6.82	7.29	7.47	x	x	x	x		x
1989	06.01	33.03	33.29	34.35	5.86	5.74	6.85	x	x	x		x	x
	08.02	33.28	33.56	34.03	6.15	6.55	6.60		x	x		x	x
	06.03	29.30	32.90	33.30	5.00	5.30	5.50	x	x	x	x		x
	17.04	21.30	31.30	34.10	6.30	6.60	6.40	x		x			
	18.05	28.50	27.00	30.70	9.50	10.50	10.50						
	14.06	25.31	25.01	29.76	13.80	15.80	15.30						
	28.07	31.50	29.10	29.50	14.00	17.20	16.30						
	28.08	27.00	30.10	31.80	15.40	15.10	15.10			x			x
	13.09	27.60	31.40	32.30	14.70	14.40	11.80			x			x
	06.10	31.10	31.10	33.40	13.30	12.70	13.10			x		x	

I 1989 var det mindre is, men tross alt noe, nær kysten i februar. Vi er tilbøyelige til å tro at *A. taeniata* og *N. vanhoeffenii* ikke var lokalt tilført fra Østersjøen våren 1985 og 1986, at de hører hjemme i Oslofjorden og Skagerrak, men at is er en nødvendighet for at de skal vokse opp i så store mengder at de registreres ved vanlig meto- dikk. Videre antar Hasle & Syvertsen (under trykking) at en rekke arktiske arter har vært tilstede i Skagerrak og Oslofjorden siden disse områdene ble dannet. Antagelsen bygger på Millers (1982) og Stabells (1986) funn av de arktiske kiselalgene *Nitzschia cylindrus* (Grun.) Hasle og *T. antarctica* i Skagerrak-sedimenter fra 10–11 000 år før nå, hvilket var en periode da strømsystemer og fordeling av land og hav tillot spredning av arktiske arter (se ovenfor). Når de er oppdaget i våre områder først i senere tid, tyder det på at de har økt i mengde uten at vi her skal spekulere på grunnen til dette. Sparsomt forekommende arter vil selvsagt lettere oversees eller feilbestemmes. *Thalassiosira antarctica* i Oslofjorden er antagelig et eksempel på dette. I 1960-årene ble den oppfattet som ny for området, mens senere undersøkelser viste at den var tilstede allerede i 1935, i det eldste tilgjengelige håvtrekket.

Planktonalge-biogeografi er be- heftet med en rekke usikkerhets- momenter. I og med at plankton- algene er mikroskopiske men le- ver i et uendelig stort hav, må man være mer enn vanlig varsom med å påstå at en planktonalgeart ikke fins i et bestemt område («zero abundance»). Teoretisk sett burde alle artene kunne finnes der strømmen fører dem forutsatt at miljøbetingelsene på den aktu- elle lokalitet er tilfredstillende. Innsamlingen, spesielt størrelsen og hvor ofte prøvene samles, vil kunne avgjøre om en sjeldent fo- rekommende, men interessant art oppdages. Artsidentifikasjonen er det neste kritiske punktet som

kan føre til feilaktige konklusjoner om artenes utbredelse og økologi. Denne feilkilden er forsøkt unng- ått i de undersøkelsene som det her er gitt eksempler fra, ved å basere sammelikningene mellom de ulike lokalitetene på egne ob- servasjoner, til dels også ved sam- menlikning med typematerialet. Selv om spørsmålet stillet i artik- kelens tittel ikke kan besvares ab- solutt, gir funnene opplysninger av mer alminnelig interesse. Det er tydeligvis et visst samsvar mel- lom strømforhold og utbredelsen av marine planktoniske kiselalger når det gjelder arter som er vanli- ge syd for våre områder, og det kan ha skjedd forandringer av miljøfaktorene som har gitt arktis- ke arter bedre vekstbetingelser.

Takk

Statens Biologiske Stasjon Flødevi- gen og spesielt Einar Dahl takkes for materialet fra Skagerrak. Cari- na Lange og Cecilie Hellum tak- kes for hjelp under utarbeidingen av manuskriptet.

Litteratur

- Boalch, G.T. 1987. Changes in the phytoplankton of the Western Eng- lish Channel in recent years. *Br. phycol. J.* 22: 225–235.
- Cleve, P.T. 1897. *A treatise on the phytoplankton of the Atlantic and its tributaries*. Upsala. 28 s, 15 tabel- ler, 4 plansjer.
- Farrington, C. W., Smoker, W. W. & Meyers, T. R. 1987. Mortality and pathology of chum salmon fry (*Oncorhynchus keta*) after exposure to the marine diatom *Chaetoceros con- volutus*. *Proc. 1987 North-east Pa- cific pink and chum salmon work- shop, Anchorage, Alaska*: 201–205.
- Fonselius, S. 1989. *Hydrographic varia- bilities in the Skagerrak surface water*. ICES paper C. M. 1989/C:35. 19 s.
- Gade, H. G. 1963. Some hydrographic observations of the Inner Oslofjord during 1959. *Hvalrådets skrifter*, 46: 1–62.
- Hasle, G. R. 1983. *Thalassiosira punc- tigena* (Castr.) comb. nov., a widely distributed marine planktonic dia- tom. *Nord. J. Bot.* 3: 593–608.

- Hasle, G. R. & Syvertsen, E. E. under trykking. Arctic diatoms in the Oslo- fjord and the Baltic Sea – a bio – and palaeogeographic problem? *Proc. 10th int. symp. living and fos- sil diatoms, Joensuu Finland, 1988*.
- Kat, M. 1982. Effect of fluctuating sali- nities on development of *Thalassio- sira angustii*, a diatom not observed before in the Dutch coastal area. *J. mar. biol. Ass. U. K.* 69: 483–484.
- Maddock, L., Harbour, D. S. & Boalch, G. T. 1989. Seasonal and year-to- year changes in the phytoplankton from the Plymouth area, 1963–1986. *J. mar. biol. Ass. U. K.* 69: 229–244.
- Marine Biological Association. 1979. Report of the Council for 1978–1979. *J. mar. biol. Ass. U. K.* 59: 1033–1074.
- Miller, U. 1982. Diatoms. In: The Pleistocene/Holocene boundary in South-western Sweden (E. Olaus- son, red.). *Sveriges geologiska un- dersökning, Serie C nr 794, Av- handlingar och uppsatser, Årsbok 76 nr 7*: 187–210.
- Ruddiman, W. F. & McIntyre, A. 1981. The North Atlantic Ocean during the last deglaciation. *Palaeogeo- graphy, Palaeoclimatology, Pala- eoecology* 35: 145–214.
- Russell, G. & Thomas, D. N. 1988. The Baltic Sea: A cradle of plant evolu- tion? *Plants today May-June 1988*: 77–82.
- Smith, J. C., Cormier, R., Worms, J., McGladdery, S., Pocklington, R. & Agnus, R. 1989. Toxic blooms of the domoic acid containing diatom *Nitz- schia pungens* in the southern Gulf of St. Lawrence during 1988–89. *Ab- stract 4th int. conf. toxic marine phytoplankton, Lund, Sweden*: 131.
- Stabell, B. 1986. A diatom maximum horizon in upper quaternary depo- sits. *Geologische Rundschau* 75: 175–184.
- Stabell, B. & Thiede, J. 1986. Paleobat- hymetry and paleogeography of Southern Scandinavia in the late Quaternary. *Meyniana* 38: 43–59.
- Svansson, A. 1975. Physical and che- mical oceanography of the Ska- gerrak and the Kattegat. *Fishery Board of Sweden, Inst. Mar. Res. Re- port no. 1*: 88 s.
- Syvertsen, E. E. & Hasle, G. R. 1988. *Melosira arctica* in the Baltic Sea and in the Oslofjord. *Proc. Nordic diat. meeting, Stockholm, 1987, US- DOR Report 12*: 79–84.
- Todd, E. C. D. 1989. Amnesic shellfish poisoning – a new seafood toxin syndrome. *Abstract 4th int. conf. toxic marine phytoplankton, Lund, Sweden*: 139.