

OSLOFJORDEN OG DENS FORURENSNINGSPROBLEMER

I. Undersøkelsen 1962 - 1965

Delrapport nr. 4

FYTOPLANKTON

av

Trygve Braarud og Ingrid Nygaard

Institutt for Marin Biologi avd. B,

Universitetet i Oslo

Bind I

OSLOFJORDPROSJEKTET
NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
BLINDERN

OSLOFJORDEN OG DENS. FORURENSNINGSPROBLEMER

I. Undersøkelsen 1962 - 1965

Delrapport nr. 4

FYTOPLANKTON

av

Trygve Braarud og Ingrid Nygaard

Institutt for Marin Biologi avd. B,

Universitetet i Oslo

Bind I

OSLOFJORDPROSJEKTET
NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
BLINDERN

Redaksjonen avsluttet januar 1967

I N N H O L D

	Bind 1 side
Forord	3
A. INNLEDNING	5
I. Tidligere undersøkelser	5
1. Feltökologiske arbeider	5
a. 1896-1926	5
b. 1933-39	10
c. 1946-58	22
2. Andre planteplanktonstudier	22
II. Målsettingen for 1962-65-undersøkelsen	23
B. MATERIALE OG METODIKK	28
I. Planteplanktonmaterialet og andre observasjoner	28
II. Metodikk	29
III. Materialets utsagnsverdi	29
1. Vertikalfordelingen	35
2. Horisontalutbredelsen. Vindtransport og korttidsvekslinger	36
3. Vekslinger i bestanden med tiden. Vekst og beiting	41
C. PLANTEPLANKTONET I ET LENGDESNITT FRA FILTVET TIL BONNEFJORD, 1962-65	42
I. Årssyklus og dominerende arter	42
1. 1962	42
2. 1963	53
3. 1964	63
4. 1965	76
II. Oversikt over vårsituasjonen, 1962-65	81
III. Oversikt over sommersituasjonen, 1962-64	89
IV. Oversikt over høstsituasjonen, 1962-64	98
V. Generelle betraktninger over årsakene til sesongvekslingene	98
VI. Vindtransport av overflatelagene	109
1. Virkningen på den kvantitative fordeling innen snittet	111
2. Virkningen på planteplanktonets artssammensetning i den indre fjord.	111

	side
D. PLANTEPLANKTONET I BÆRUMSBASSENGET	117
E. DETALJUTBREDELSEN I INDRE OSLOFJORD. - OVERFLATEPRØVER 1962-65	122
I. Observasjonene i den innerste del	122
II. Observasjonene i hele den indre Oslofjord til Drøbaksundet	125
III. Oversikt over resultatene	130
IV. Spesielle undersøkelser over forekomsten av <i>Goniaulax tamarensis</i>	137
F. SAMMENLIGNING MED TIDLIGERE UNDERSØKELSER I DEN INDRE OSLOFJORD	139
I. Våroppblomstringen av diatomeer	139
II. Sommersituasjonen	146
III. Höstsituasjonen	157
IV. Oksygendata for overflatelaget i 1933-34 og i 1963-65	157
V. samlet oversikt	160
G. FORURENSNINGENS GJØDSLINGEFFEKT OG OVERFLATELAGENES TILSTAND. MOMENTER FOR BEDÖMMELSE AV TILTAK FOR Å BEVARE INDRE OSLOFJORD SOM REKREASJONSOMRÅDE	163
H. SLUTTBEMERKNINGER	168
Litteraturliste	169
Utbredelseskarter 1-42	Bind 2
Tokttabeller	Bind 3

Forord

Denne delrapport behandler de kvantitative undersøkelser av planteplanktonet. Prøvene er samlet av NIVA's personale som under ledelse av sivilingeniør Hans Munthe-Kaas gjennomførte feltarbeidet ved prosjektet. Den mikroskopiske bearbeidelse av de prøver som ble valgt ut til undersøkelse er utført av cand.real. Ingrid Nygaard, som var engasjert som forskningsassistent for planteplanktonundersøkelsene. Hun har også stilt sammen stasjonstabellene og utdragstabellene som danner grunnlaget for rapporten.

Data for Oslofjordens topografi og hovedtrekkene i dens hydrografi, som er en nødvendig bakgrunn for forståelsen av planteplanktonforholdene, er presentert i de øvrige delrapporter og derfor ikke tatt med her.

I rapporten er det gjort utstrakt bruk av hydrografiske og kjemiske data fra de øvrige delundersøkelser, som er stilt til rådighet for vår bruk.

Cand.real. Björn Böhle har overlatt oss endel prøver innsamlet i forbindelse med bestemmelser av giftinnholdet i blåskjell, og cand.real. Ingebjørg Kvalbein har foretatt den mikroskopiske undersøkelse av overflateprøver fra september 1963.

Vi takker alle som enten ved innsamling av prøver, ved å stille sine observasjoner til rådighet eller på annen måte har ytet oss assistanse under arbeidet. En spesiell takk vil vi rette til deltakerne i fellesmøtene med Det rådgivende utvalg for de verdifulle diskusjoner som har bidradd til å belyse de hydrografiske og biologiske forhold i undersøkelsesperioden.

Institutt for marin biologi, avd. B,
Universitetet i Oslo

Juli 1966

Trygve Braarud

Ingrid Nygaard

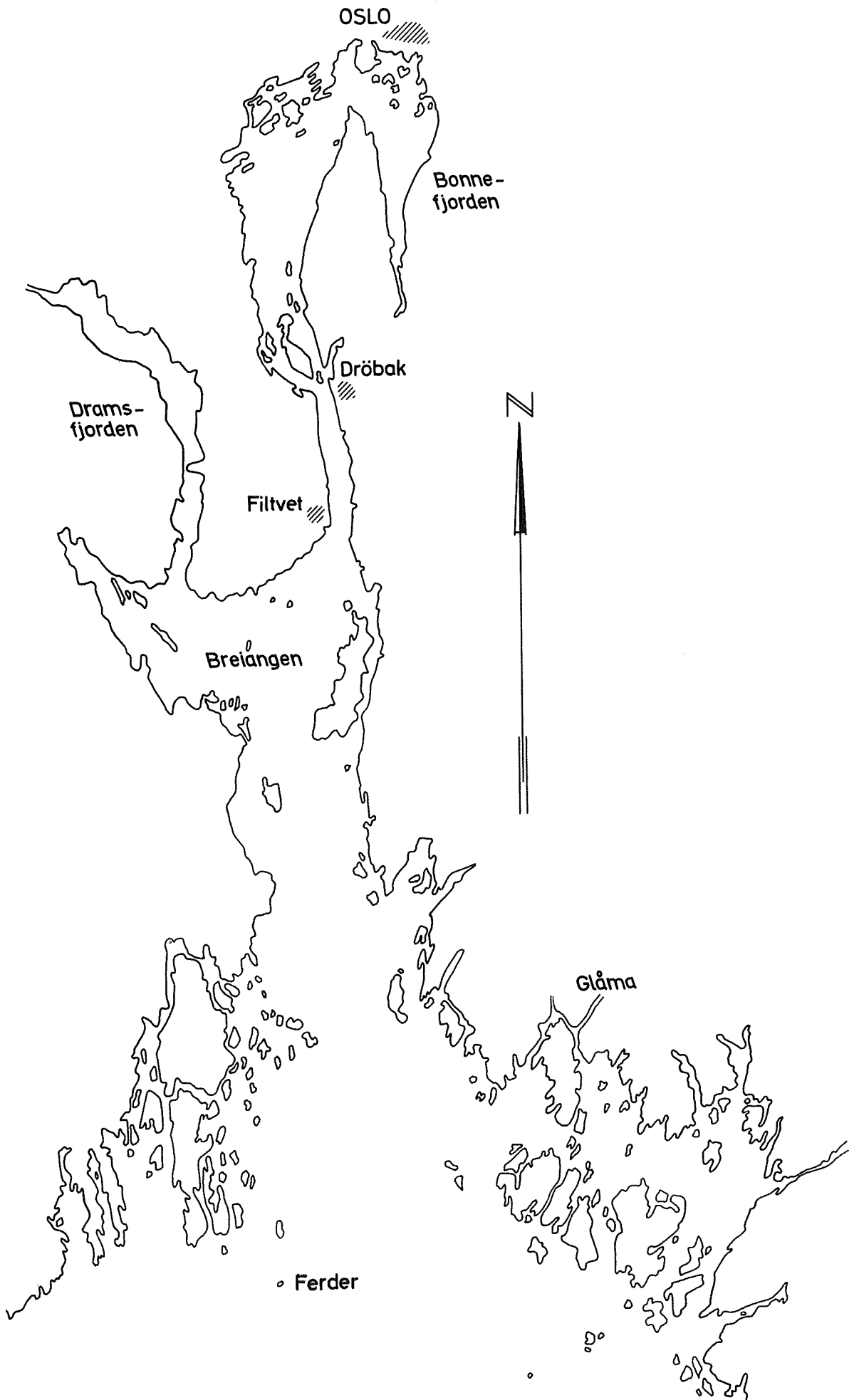


Fig.1 Oslofjorden

A. INNLEDNING

I. Tidligere undersøkelser

1. Feltökologiske arbeider (Tabell 1)

a. 1896-1926

I 1896-97 utførte Hjort og Gran (1900) den første hydrografisk-biologiske undersøkelse av fjorden og den tilgrensende del av Skagerak. Allerede ved disse innledende undersøkelser av fjordens planteplankton ble det anslått et tema som kom til å gå igjen i den senere litteratur og som med mange variasjoner griper inn i vår fremstilling av resultatene fra den foreliggende undersøkelse. De fant at transport av overflatelagene ved vind hadde en inngripende virkning på planteplanktonets forekomst og at det på grunn av den utveksling som finner sted mellom overflatelagene ute i Skagerak og inne i fjorden, var en sammenheng mellom planktonsamfunnene i de to områder. I en senere avhandling ga Gran (1912, p.309) et eksempel på endringer i diatomeplanktonet i Drøbaksundet om våren, fremkalt ved vindtransport av overflatelagene. De planktonrike øvre lag ble ført sørover av vedvarende nordlig vind, slik at planktonfattig dypvann ble blottlagt. Noen år senere beskrev han sammen med Gaarder (Gran og Gaarder 1918) en motsatt situasjon fra våren 1916, da kraftig sønnavind førte til en oppstuing av planktonrikt vann fra de ytre deler av fjorden foran Drøbaksterskelen. I løpet av en uke var det et skifte fra vannmasser med et fattig plankton til slike med store bestander av en helt annen sammensetning. Et utdrag av observasjonene er gitt i Tabell 2.

Gran's undersøkelser i Oslofjorden ble gjennom en årrekke drevet ved Universitetets biologiske stasjon i Drøbak. På grunn av det stadige skifte av vannmasser i sundet fant han at stedet var lite egnet for feltarbeider som tok sikte på å løse spørsmål av generell art. Han tok derfor opp eksperimentelle arbeider, som vi her ikke skal komme inn på, men som et biprodukt ga de også opplysninger om planktonets sammensetning i fjorden til forskjellige årstider. Disse vil bli omtalt i senere avsnitt. Her skal bare nevnes et arbeid av Gaarder og Gran (1927), som inneholder den første omtale av forurensningens virkning på fjordens planteplankton. I Tabell 3 er gjengitt et utdrag av deres planktontabeller fra Drøbaksundet, Steilene og Nesodden (nær Oslo), 28 august 1917. Bare de tallrike arter er tatt med. Tabellen viser at det ved Nesodden var en meget større bestand av diatomeene Rhizosolenia

KVANTITATIVE PLANTEPLANKTONDATA FRA OSLOFJORDENS INDRE DEL,
I DE ENKELTE MÅNEDER OG ÅR, 1907 - 1958

Symboler:

Tall i parentes angir publikasjonsnr. i litteraturlisten nedenfor.

C : bare ceratier

D : bare dominerende arter

Dv: også vertikalfordeling (gjelder eldre arbeider)

Sp: bare enkelte arter

Su: spesialundersøkelser i indre område

T : alle arter og dyp

Lokaliteter:

Ba : Ballastplassen

Bfj: Bonnefjord

By : Bygdøy sjöbad

Byn: Bygdöynes

Bæ : Bærumsbassengene

Da : Dalen i Vestfjordens midtre del

Db : Dröbaksundet

Dr.: Dronningen i Frognerkilen

F : Filtvet

Fr.: Frognerkilen

G : Gråöyrenna

Ho : Hovedöya

Hå : Håöybukta

Huk: Huk på Bygdøy

Ing: Ingierstrand i Bonnefjorden

Ka : Katten i Bonnefjorden

Lfj: Lysakerfjorden (midtfjords)

Ma : Malmökalven

N : Nesodden, mellom Huk og Nesoddtangen

Oh : Oslo havn

Oy : Summarisk for ytre Oslofjord

Oö : Området innenfor Osloöyene

Pa : Paradisbukta

S : Skrekken, innerst i Bonnefjorden

St : Steilene

Litteratursymboler (jfr. litteraturliste, side 169):

1. Gran 1908
2. Gran 1912
3. Gran 1916
4. Gran og Gaarder 1918
5. Gran og Ruud 1926
6. Gaarder og Gran 1927
7. Braarud 1939
8. Braarud og Bursa 1939
9. Braarud 1945 a og b
10. Wiull 1948
11. Hasle 1950
12. Birkenes og Braarud 1952
13. Hasle 1954 a
14. Hasle 1954 b
15. Barnes og Hasle 1957
16. Braarud, Föyn og Hasle 1958
17. Hasle og Smayda 1960

Tabell 1 (forts.)

	jan.	febr.	mars	april	mai	juni	juli	aug.	sept.	okt.	nov.	des.
1907 (1)												
-08 (2)	C-Db	C-Db					C-Db	D-Db C-Db		D-Db C-Db	C-Db	C-Db
1916 (3)			Sp-Db	Sp-Db	Sp-Db	Sp-Db						
-17 (6)			Dv-Db					T-Db				
(6)			T-Db	T-Db				T-Db T-Db T-St T-N	T-Db			
1926 (5)												
1933 (8)		T-Bfj		T-Db	T-Db	T-Bfj	T-Db					
-34		(Oh)		T-Bfj	T-Bfj	T-Bfj	T-Bfj			T-Bfj		T-Oh
				T-Ka	T-Ka	T-Ka	T-Ka			T-Ka		T-Lfj
				T-Oh	T-Oh	T-Oh	T-Oh			T-Oh		T-Hå
				T-Lfj	T-Lfj	T-Lfj	T-Lfj			T-Lfj		T-Oy
				T-St	T-St	T-St	T-St			T-Hå		
				T-G	T-Hå	T-G	T-Hå			T-Db		
				T-Db	T-Db	T-Db	T-Db			T-Oy		
				T-Oy	T-Oy	T-Oy	T-Oy					
1937 (7)			D-Bfj	D-Bfj		T-Dr						D-St
			T-N	T-N		T-Huk						D-Oy
			D-St	D-St		T-St						
			D-F	D-Db		T-Hå						
			T-Oy	T-Oy								
1938 (10)		D-Bfj		D-Bfj	D-Bfj							
		D-N		D-N	D-N		D-Pa	D-Pa				
		D-St		D-St	D-St		D-Byn	D-Byn				
		D-F		D-F	D-F		T-Dr	T-Dr				
		D-Oy		D-Oy	D-Oy		D-Ho	D-Ho				
							D-Ba	D-Ba				
							T-Ma	D-Ma				
							D-Ing	T-Da				
							D-N	D-G				
							D-St	D-Bæ				
1935 (9)												
							D-By	D-By			D-Pa	
							D-Pa	D-Pa			D-Huk	
							D-Huk	D-Huk			D-Byn	

	jan.	febr.	mars	april	mai	juni	juli	aug.	sept.	okt.	nov.	des.
Tabell 1 (forts.)							D-Byn D-Dr D-Ho T-Ba D-Ma D-Ing D-N D-Lfj	D-Byn D-Dr D-Ho D-Ba T-Ma D-Ing D-N D-St D-Bfj T-F	D-Byn D-Dr D-Ho T-Ba D-Ma D-Ing D-N		D-Dr D-Ho T-Ba D-Ma D-Ing T-N	
1936 (9)			D-Dr T-N D-Bfj				D-Dr D-N D-Ing					
1939 (9)					D-N D-St D-Oy	D-N	D-Bfj D-N D-St D-Db D-Oy	D-Bfj D-N D-St D-Db D-Oy Su				
1946 (13)							Sp-Fr Sp-06					
1948 (11, 15)												
1950 (14)								Sp-Oy				
1951 (16)			T-Oy	T-Oy	T-Oy	T-Oy		T-Oy	T-Oy	D-Oy		T-Oy
1957 (17)		D-Db	T-Db, Oy	T-Db	T-Db	T-Db	T-Db	T-Db	T-Db	T-Db	D-Db	D-Db
1958 (17)	D-Db	D-Db	T-Db	T-Db	D-Db							

Tabell 2

Vekslingene i diatomebestanden i Drøbaksundet, 8/3 - 1/4 1916; celler pr. liter. (Utdrag av tabeller i Gaarder og Gran 1927.) Nordavindsituasjon til 22/4, deretter kraftig sønnavind (Gran og Gaarder 1918).

	Dyp, m	8/3	15/3	22/3	24/3	1/4
	0	2 725	4 030	26 040	347 200	142 750
	2		1 140	34 480	371 450	
	5	920	480	16 680	476 700	342 000
	10	860	10	6 060	393 600	431 750
	20	470		60	272 180	258 750
	30	100	100	240	94 820	46 640
Dominerende arter:		Porosira glacialis Thalassiosira gravida		Biddulphia aurita, Chaetoceros debilis, Skeletonema costatum, Thalassiosira nordenskiöldii		
Antall arter:		14	14	18	32	29

Tabell 3

Planteplanktonet i Oslofjorden, 28/8-17. Maksimaltall for 1-10m laget på hver stasjon for de tallrikeste diatomeer og dinoflagellater, celler pr. liter.
- (Utdrag av tabeller i Gaarder og Gran 1927.)

	Drøbaksundet	Steilene	Nesodden
Ceratulina bergonii	-	-	180
Chaetoceros curvisetus	3 780	2 920	320
Coscinodiscus radiatus	240	180	140
Rhizosolenia fragilissima	-	100	10 460
Skeletonema costatum	-	-	17 380
Ceratium bucephalum	60	20	-
furca	200	70	2 620
fusus	1 350	480	3 160
macroceros	70	30	10
tripos	1 320	800	2 450
Dinophysis lachmannii	220	100	300
acuta	280	180	380
Goniaulax polyedra	220	100	17 280
Prorocentrum micans	9 240	4 540	35 100

fragilissima og Skeletonema costatum og av dinoflagellatene Ceratium furca, fusus, og tripos, Goniaulax polyedra og Prorocentrum micans enn på de to ytre stasjoner. I teksten blir dette forhold kommentert slik: "The character of the plankton is on the whole homogeneous in the surface layers at all 3 stations; it is generally richest as regards most species at the innermost station, which circumstance is probably connected with the richer supply of nutritive matter from the City of Oslo." Denne indikasjon på gjødslingseffekten ved forurensningen fra Oslo ble imidlertid ikke funnet å være av så stor interesse at den ble tatt med i avhandlingens resymé.

b. 1933 - 39

Når det så sent som i 1927 ennå ikke forelå observasjonsmateriale som ga et klarere inntrykk av hvilken virkning forurensningen hadde på det pelagiske planteliv i fjorden, skyldtes det at noen mer omfattende undersøkelser av fjorden ikke ble foretatt før i 1933-34. Universitetets biologiske laboratorium gjennomførte da i løpet av et år 7 tokter med stasjoner fra den indre fjord ut til Ferder. Det ble gjort observasjoner over temperatur, saltholdighet, oksygen, fosfat og planteplankton i forskjellige dyp. Det hydrografiske materiale er publisert av Braarud og Ruud (1937), planteplanktonobservasjonene av Braarud og Bursa (1939), og materialet av dyreplankton, som også ble samlet, er bearbeidet av Wiborg (1940).

I den indre fjord ble det på toktene tatt stasjoner i den sentrale del av Bonnefjorden og ved Katten, i Oslo havn mellom Bygdøy og Akershus, og i Lysakerfjorden og dessuten et lengdesnitt med stasjoner ved Steilene, i Håøybukta eller Gråøyrenna, i Drøbaksundet, i Breiangen og ved Rauer og Ferder. På dette grunnlag var det mulig å gi en beskrivelse av planteplanktonets årssyklus i de forskjellige deler av fjorden, også det sterkeste forurensede havneområde. Sett fra den spesielle synsvinkel for denne rapport, skal fremheves følgende resultater fra undersøkelsen av planteplanktonet:

1. Forholdene i den delen av fjorden som ligger innenfor Drøbaksundet, og som vi i det følgende vil kalle den indre fjord, var på flere vis forskjellig fra de som hersket i den ytre del.

2. Sesongvekslingene i den ytre fjord svarte stort sett til de som tidligere var iaktatt i norske kystfarvann, med et utpreget vinterminimum i den mørkeste årstid, fulgt av en våroppblomstring av diatomeer som nådde sitt maksimum i slutten av mars med en suksessiv endring i

Tabell 4

Oslofjorden, mai 1934. Maksimaltall på stasjoner fra den indre til den ytre fjord for diatomeen Skeletonema costatum og for dinoflagellater av slekten Ceratium, celler pr. liter. (Fra Braarud og Bursa 1939).

Bønnefj.	Oslo havn	Lysakerfj.	Steilene	Drøbaksundet	Breiangen	Rauer	Ferder
		<u>Skeletonema costatum</u>					
3 300000	2 800000	2 570000	3 442000	1 700000	-	-	-
		<u>Ceratier, alle</u>					
26000	700	550	1020	540	280	120	-

Tabell 6

Oslofjorden, 19-22 mars 1937. Maksimaltall for utvalgte komponenter av planteplanktonet i 1-10m laget, celler pr. liter. (Fra Braarud 1939).

Bønnefj.	Nesodden	Steilene	Fagerstrand	Bevøykollen	Misingen	Ferder
		<u>Skeletonema costatum</u>				
311000	656000	1 367000	1 531000	961000	4 009000	5 500000
		<u>Thalassiosira nordenskiöldii</u>				
840	7000	6000	9760	3680	23000	15760
		<u>Chaetoceros spp.</u>				
1100	1300	67800	113300	108800	623900	1 640400
		<u>Peridinium spp.</u>				
80	80	200	160	120	160	1300

samfunnet. Mai var preget av ekstrem fattigdom på diatomeer, mens dinoflagellater og kalkflagellater opptrådte i betydelige bestander. I løpet av sommeren utviklet der seg igjen en komponent av diatomeer, men dinoflagellatene utgjorde den faste hovedkomponent av samfunnet, med kalkflagellater som en annen viktig del av bestandene. Senhöstes avtok bestandene mot vinterminimum.

I den indre fjord var forholdene om vinteren og våren, såvidt de sparsomme observasjoner viste, stort sett lik de i den ytre del, mens det først og fremst var fra mai og utover sommeren at planteplanktonet både tallmessig og i sin sammensetning var påfallende forskjellig (Tabell 4).

3. I den indre fjord var det produktive lag meget tynnere enn i den ytre fjord, noe som ble tilskrevet det større partikkelinnhold.

4. Hovedårsaken til forskjellen på planteplanktonforholdene i de to deler av fjorden må være virkningen av forurensningen i den indre fjord. Når denne forskjell var mest utpreget om sommeren, ble dette forklart ved de spesielle hydrografiske forhold på denne årstid, den utpregede lagdeling av vannmassene, den høye temperatur og akkumulering av det tilførte forurensningsmateriale når sønnavind førte til oppstuing av overflate-lagene innerst i fjorden.

5. Også innen den indre fjord var det påtakelige forskjeller på planteplanktonbestandene på de enkelte lokaliteter. I flere tilfeller var Oslo havn fattigere enn nabolokalitetene, men enkelte arter kunne ha langt større bestander på denne stasjon enn på de andre, f.eks. Eutreptia lanowii og de brune dinoflagellater, som Goniaulax polyedra og Peridinium trochoideum.

6. Den ulike biologiske aktivitet i de enkelte avsnitt i fjorden av planteplankton, som ved sin fotosyntese frigjør oksygen, og av de organismer som er forbrukere av oksygen, ble grovt illustrert ved differansen mellom de høyeste og laveste verdier for oksygenprosenten i de øverste 10m på hver stasjon i årets løp. Det var en tydelig gradering fra de sterkest forurensede områder innerst i fjorden til Ferder (Tabell 5).

Tabell 5

Differansen mellom den høyeste og laveste O_2 % i de øverste 10m i årets løp, 1933-34 (etter Braarud og Burså 1939).

Oslo havn	Lysakerfj.	Katten	Bonnefj.	Steilene	Håøybukta	Dröbak	Breiangen	Rauer	Ferder
130 %	74 %	59,5 %	56 %	50 %	37 %	38 %	28 %	22 %	16 %

Selv om observasjonsmaterialet var forholdsvis beskjedent, dokumenterte det at forurensningen fra Oslo hadde en påtakelig virkning på de biologiske forhold i hele fjorden innenfor Dröbaksundet og at den var særlig utpreget i sommerhalvåret.

Tabell 7

Oslofjorden, 26 februar - 3 mars 1938. Maksimaltall for utvalgte komponenter av planteplanktonet på de enkelte stasjoner; celler pr. liter. (Fra Wiull 1948).

Bonnefj.	Nesodden	Steilene	Filtvet	Fuglehuk	Ferder
		<u>Chaetoceros spp.</u>			
460	800	46 920	327 160	231 380	396 400
		<u>Leptocylindrus danicus</u>			
2 600	13 760	132 000	511 000	390 000	690 000
		<u>Thalassiosira spp.</u>			
1 320	1 800	10 420	22 300	20 200	27 600

Tabell 8

Oslofjorden 3-6 mai 1938. Maksimaltall for utvalgte komponenter av planteplanktonet på de enkelte stasjoner; celler pr. liter. (Fra Wiull 1948).

Bonnefj.	Nesodden	Steilene	Filtvet	Fuglehuk	Ferder
		<u>Chaetoceros</u>	spp.		
976 020	1 191 000	1 210 900	422 110	68 280	5 040
		<u>Rhizosolenia alata</u>			
3 360	3 920	4 400	2 100	1 080	760
		<u>Skeletonema costatum</u>			
-	-	37 000	153 000	960 000	920 000

Tabell 9

Eksempler på dinoflagellatenes vertikalfordeling i juli måned.

a) Ceratium spp.

b) Ceratium spp. og Peridinium triquetrum. Lysakerfj.

o.	Lysakerfj. 1935	Ferder 1934		Ceratium spp.	P. triquetrum
0m	23000	1100 (1m)	0m	2740	361000
5m	1760		2m	100	45000
10m	1160	600	4m	60	11000
15m	-		6m	20	6000
25m	-	720	8m	-	5000
40m	-	320	10m	-	10000
			12m	-	5000
			14m	-	3000
			16m	20	2000
			18m		1000

Da 1933-34 materialet var utilstrekkelig for en utførlig beskrivelse av forholdene under planteplanktonets våroppblomstring, ble det i 1937 (Braarud 1939) og i 1938 (Wiull 1948) foretatt supplerende undersøkelser. De demonstrerte at vindforholdene har en stor innflytelse på planteplanktonforholdene i fjorden på denne årstid.

Observasjonene i mars 1937 viste at det fra den innerste stasjon, i Bonnefjorden, til Ferder, var en gradvis endring i situasjonen, fra et tidlig stadium i vårutviklingen på den innerste stasjon til en begynnende nedgang på den ytterste (Tabell 6). På grunnlag av temperatur-, saltholdighets- og oksygendata og verdier for N-S-komponentene av vinden i det foregående tidsrom ble det trukket den slutning at planteplanktonfordelingen på dette tokt utvilsomt var influert av en vinddrevet transport av overflate-lagene fra det indre område til den ytre del av fjorden. Vindefekten var så kraftig at den overskygget den effekt som andre faktorer måtte ha fremkalt på planteplanktonets fordeling, f.eks. den sterkere grumsning av vannet i den indre fjord enn i den ytre. Ved det følgende tokt i april var den hydrografiske situasjon ikke vesentlig endret, og planteplanktonets utvikling fra mars-toktet var ikke påtakelig påvirket av vindforholdene. Det samlede bilde viste i dette år at vårutviklingen begynte meget tidligere i den ytre del av fjorden enn i den indre, hvor den så til gjengjeld fortsatte langt ut i april, mens den da i det ytre område hadde nådd et sent stadium med små bestander.

I 1938 ble det tatt et tokt to uker tidligere enn marstoktet i 1937. Fordelingsbildet for planteplanktonet var stort sett det samme som i 1937 (Tabell 7). Også i dette tilfelle er det mulig at en nordavindsperiode kan ha hatt en forsinkende virkning på utviklingen i den indre del i midten av februar, men i dagene før toktet var det en kraftig sønnavindskomponent som førte til en oppstuing av vann utenfra foran Dröbaksterskelen, på samme måte som tidligere beskrevet av Gran og Gaarder (1918). Wiull (1948) fant imidlertid at resultatene indikerte at de dårligere lysforhold i den indre fjord hadde ført til en forsinkelse av vårutviklingen der i forhold til den ytre fjord. Apriltoktet ga et fordelingsbilde av planteplanktonet som stort sett var hva en skulle vente ved en videreutvikling fra marssituasjonen, men i den indre fjord hadde den fremherskende sønnavindskomponent i tiden før snittet ble tatt, ført til en langt mer ekstrem situasjon enn registrert i 1934 og 1937. I mai viste observasjonene at diatomebestanden i den indre fjord var på retur. De største bestander ble funnet i 20-30m dyp, idet de ved synkning var kommet så dypt ned at de ikke lenger fikk tilstrekkelig lys

til å vokse. Også på dette tokt var planktonfordelingen sterkt influert av vindtransport av de øverste lag, denne gang etter en periode med fremherskende nordavindskomponent. Innenfjordssamfunnet ble registrert ved Filtvet og kunne spores ved Fuglehuk, mens det ved Ferder var et helt annet samfunn, dominert av Skeletonema costatum, som ikke ble observert på de innerste stasjoner, men i mindre bestander var tilblandet innenfjordssamfunnet ved Filtvet og Steilene (Tabell 8).

Disse observasjoner fra vårmånedene ga et korrektiv til 1933-34-undersøkelsen idet de demonstrerte hvilken stor innflytelse vindforholdene kan ha også om vinteren og våren. De gir også slående eksempler på vekslingene fra år til år i samfunnenes sammensetning. Mens Skeletonema costatum var en dominerende art i marssamfunnet i hele fjorden i 1937, hørte den ikke med til de fremtredende arter på denne tid i 1938, da Leptocylindrus danicus var den tallrikeste art. I de respektive år spilte de to arter en tilsvarende rolle i april som i mars, og bestandene var da spesielt store i den indre fjord. I 1938 opptrådte Skeletonema i mai i den ytterste del av fjorden, som den dominerende art i et samfunn som tydeligvis var ført inn fra Skagerrak.

De undersøkelser som er omtalt i det foregående, hadde dokumentert at Oslofjordens planteplankton ikke alene er influert av fjordens spesielle naturforhold, dens topografi og hydrografi, og de meteorologiske forhold i området, men at dens funksjon som resipient for kloakkene i Oslo by og de tilgrensende tettbygde strøk også hadde en inngripende virkning på planteplanktonets sammensetning og sesongvekslinger i hele den indre fjord. Det var en nærliggende oppgave å studere disse forhold mer inngående siden planteplanktonproduksjonen skaper grunnlaget for det øvrige organismsamfunn i de frie vannmasser og også for en vesentlig del av bunndyrene. Som en viktig faktor i selvrensningen av forurensede vannmasser fortjener også planteplanktonet oppmerksomhet ved en mer praktisk bedømmelse av forurensningsproblemene i en resipient.

Dette var bakgrunnen for at mer detaljerte undersøkelser av den indre fjord ble satt i gang i 1935 med et bidrag på kr. 7 000 fra Oslo Kommune for å studere nærmere situasjonen om sommeren da virkningen av forurensningen hadde vist seg å være særlig iøynefallende. De ble supplert ved observasjoner i 1936, 1937, 1938 og 1939. Resultatene fra 1935-38 og fra noen spesialundersøkelser i 1939 ble publisert av Braarud (1945 a), mens de øvrige observasjoner fra 1939 er behandlet av Birkenes og Braarud (1952).

På grunnlag av observasjoner i 1935 fra 10 lokaliteter, i Lysakerfjorden, området innenfor Osloøyene, Bonnefjorden og den nærmeste del av Vestfjorden (se kart, Fig. 2) og tilleggsobservasjoner i de øvrige år også lenger ute (Tabell 1), trakk Braarud (1945 a) bl.a. følgende konklusjoner:

Forurensningen er den viktigste faktor som betinger den store planteplanktonproduksjon i indre Oslofjord om sommeren. Kloakkvannets direkte og indirekte gjødslingseffekt fører til forekomst av store bestander i overflatelagene i hele sommerperioden, da bestandene i våre kystfarvann ellers vanligvis er små.

Bestandene av planktonalger som viste seg å kunne nytte denne nærings-tilførsel til overflatelagene hadde en meget variert sammensetning. De bestod dels av oseaniske arter, dels av kystformer. Det var f.eks. diatomeer som Chaetoceros-arter og Skeletonema costatum, kalkflagellaten Coccolithus huxleyi, brune dinoflagellater som Ceratium-arter og Peridinium triquetrum, og den grønne flagellat Eutreptia lanowii.

Hos de fleste av artene ble det observert en horisontal-fordeling som viste en tydelig relasjon til forurensningsgraden. Noen forekom i enorme mengder i det sterkest forurensede område, mens bestandene avtok etter hvert som en fjernet seg fra dette. Det ble f.eks. funnet en maksimalbestand av Coccolithus huxleyi på 33,5 millioner pr. liter, av Peridinium triquetrum på 4,2 millioner pr. liter. Andre arter, som ceratiene, hadde oftest sine største bestander utenfor det sterkest forurensede område.

Mange arter viste en meget utpreget vertikalfordeling, med maksima ved overflaten og raskt avtakende bestander nedover (Tabell 9). De meget tallrike sommerarter Peridinium triquetrum, Prorocentrum micans og Eutreptia lanowii, som alle er bevegelige, var slike overflateformer. Lysmålinger (Buvig 1941) viste at det i den indre fjord var en meget lavere transparens enn i den ytre fjord, og dette ble antatt å være en viktig årsak til den påfallende forskjell på planteplanktonets vertikalfordeling i de to områder.

Ingen art kunne pekes ut som en universell indikator på forurenset vann i området. Derimot ble det funnet at planteplanktonbestanden som helhet måtte tas i betraktning ved bedømmelsen av forurensningsgraden på grunnlag av planteplanktondata. I spesielle tilfelle kunne imidlertid utbredelsen av enkeltkomponenter brukes som illustrasjon av den vekslende forurensningseffekt innen området, f.eks. den totale diatomebestand, Eutreptia lanowii, Coccolithus huxleyi, Peridinium triquetrum eller Prorocentrum micans.

Forurensningen har en ugunstig virkning på planteproduksjonen ved at den reduserer lystilførselen til lagene under overflaten, så det produktive

lag blir tynnere. Materialet tillot ikke slutninger om hvordan denne negative virkning på produksjonen forholder seg til den gunstige virkning av gjødslingen ved kloakkvannet.

Vindens virkning på planteplanktonforholdene i den indre fjord ble funnet å være mangesidig. Alt etter den fremherskende vindvirkning kan vindtransport av overflatelagene føre til en forsinkelse eller en fremskynding av vårutviklingen, og om sommeren kan den fremkalle en karakteristisk fordeling av planteplanktonet ved oppstuing i den indre del, så forurensningsmaterialet får en lang oppholdstid og gir særlig stor gjødslingseffekt. Vind kan også fremme blandingsprosesser som påvirker planteplanktonets fordeling.

Årstidsvekslingene i den indre fjord ble funnet å være meget store. En fattig vintervegetasjon ble fulgt av en våroppblomstring som førte til veldige diatomebestander. Hele sommeren holdt bestandene seg store, med en suksessjon av arter, forskjellige fra år til år.

Blant de årlige vekslinger i planteplanktonets sammensetning var masseforekomster av kalkflagellaten Coccolithus huxleyi med flere års mellomrom særlig påfallende. I slike "Coccolithus huxleyi-sommere", som i 1935 og 1939, ble vannet i den indre fjord grå-hvitt av veldige bestander av denne art. På grunn av den kraftige grumsning som ble fremkalt av kalklegemene på cellenes overflate, oppstod den merkelige situasjon at det i 5m dyp samtidig med forekomst av de store planteplanktonbestander ble et oksygenminimum, idet det i dette dyp ikke var lys nok til fotosyntese.

Et annet påfallende eksempel på vekslinger fra år til år var at snart en, snart en annen av de tre vanlige Ceratium arter, furca, fuscus og tripes, dominerte Ceratium-bestanden i de enkelte år.

Observasjonene demonstrerte hvilken viktig rolle planktonalgene i området spiller for selvrensningen av de forurensede vannmasser. Det viste seg at selv om sommeren, da oksygenforbruket hos dyr og bakterier er særlig stort på grunn av den høye temperatur, hadde de mest forurensede overflatelag et stort oksygeninnhold, takket være oksygentilførselen fra fotosyntesen hos de store planteplanktonbestander.

På grunnlag av planteplanktonobservasjonene og de kjemiske analyse-resultater ble den relative forurensningsgrad på 10 lokaliteter i den indre fjord bedømt.

Tabell 10

Coccolithus huxleyi. Utbredelsen i Oslofjorden i mai, juli og august 1939. Maksimalbestanden på hver stasjon. Tallene angir antall celler pr. liter. (Fra Birkenes og Braarud 1952)

Bonnefjord	Nesodden	Steilene	Drøbaksundet	Tofteholmen	Ferder
		<u>20 - 25 mai</u>			
	198000	104000		41000	34000
		<u>5 - 12 juli</u>			
435000	358000	162000	264000	264000	310000
		<u>2 - 5 august</u>			
12810000	13780000	10625000	5000000	414000	3437000

Tabell 11

Coccolithus huxleyi. Maksimalbestandene på utvalgte stasjoner i indre Oslofjord på tokter i juli, august, september og oktober/november 1935; celler pr. liter. (Fra Braarud 1945)

Dronningen	Hovedöya	Ballastplassen	Malmökalven	Ingierstrand	Bygdöy sjöbad	Nesodden
		<u>13 - 15 juli</u>				
1 330000	1 100000	2 300000	2 800000	5 700000	570000	6 930000
		<u>7 - 8 august</u>				
7 812000	16 970000	16 570000	33 500000	19 020000	11 750000	14 670000
		<u>20 - 21 august</u>				
9 330000	10 270000	2 830000	2 830000	2 230000		1 430000
		<u>5 - 6 september</u>				
4 330000	1 530000	930000	300000	670000	1 530000	1 330000
		<u>26 - 27 september</u>				
8000	1000	760000	293000	670000	261000	278000
		<u>31 oktober - 2 november</u>				
-	4000	-	-	-	7000	-

En alminnelig diskusjon av forurensningens virkning på de biologiske forhold, vesentlig på grunnlag av planteplanktonundersøkelsene og de kjemiske undersøkelser som forelå, ble publisert av Braarud (1945 b).

Masseforekomsten av kalkflagellaten Coccolithus huxleyi i juli-august 1935 førte som nevnt til en oppsiktsvekkende misfarging av fjordvannet i den indre del. Det var naturlig at fenomenet ble satt i forbindelse med forurensningen av fjorden, og spørsmålet om fjordens fremtidige skjebne, spesielt med henblikk på dens verdi som rekreasjonsområde, kom sterkt i søkelyset. Da fenomenet igjen opptrådte i 1939, ble det satt i gang spesialundersøkelser for å få et klarere bilde av omfanget av misfargingen og årsakssammenhengen ved dens uregelmessige opptreden. Resultatene av undersøkelsene er publisert av Birkenes og Braarud (1952). Da fenomenet ikke ble observert i 1962-65, skal disse undersøkelser omtales noe utførligere.

Ved tokter fra den indre fjord ut til Ferder i mai, juli og august 1939 ble det brakt på det rene at det i hele fjorden var en betydelig bestand allerede i mai måned (Tabell 10). I juli var bestandene økt i hele fjorden, mest i den ytre og indre del, og i begynnelsen av august var det enorme bestander i den indre fjord, mens maksimumsbestanden ved Ferder var langt mindre. Veksten i bestanden fortsatte og i august var det på stasjonene fra Drøbaksundet og innover maksimalbestander på mellom 5 og 15 millioner pr. liter. Den største bestand ble funnet på Nesodden-stasjonen, som lå nærmest det sterkeste forurensede område.

Observasjonene fra 1935 (Braarud 1945 a) gir et mer detaljert og enda mer drastisk bilde av hvor store bestandene kunne bli i det forurensede område (Tabell 11). Også dette år var det en sterk stigning i bestandene fra juli til begynnelsen av august, da de nådde maksimum. Bortsett fra Frognerkilen, var det da i 0-5m laget bestander på over 10 millioner pr. liter. Den største bestand i hele området ble registrert ved Malmøykalven, med 33,5 millioner pr. liter. I september avtok bestandene og var praktisk talt forsvunnet ved måneskiftet oktober/november.

Også i 1935 ble det tatt prøver i et snitt fra den indre del utover, men ikke lenger enn til Filtvet. Resultatene for de øvre 5m er gjengitt i Tabell 12.

Tabell 12

Bestanden av Coccolithus huxleyi, 26 august 1935;
celler pr. liter.

Dyp	Bonnefjord (Skrekken)	Nesodden	Steilene	Filtvet
0m	1 930000	5 900000	330000	-
5m	1 100000	1 930000	570000	-

I et lengere tidsrom før prøvene ble tatt, hadde det vært en utpreget S-komponent for vinden, og ødet var blitt en oppstuing av overflatelagene i den indre fjord. Fordelingen tyder likevel på at det dette år ikke hadde vært så store bestander av Coccolithus huxleyi på ettersommeren i den ytre fjord som i 1939.

Birkenes og Braarud (1952) diskuterte hva årsakene kunne være til at det bare i enkelte år ble en så kraftig utvikling av Coccolithus huxleyi i indre Oslofjord. De kom til det resultat at temperaturforholdene i overflatelagene ikke kunne være avgjørende, noe som kunne ha vært tenkelig siden dette er en oseanisk art med vid utbredelse i varmere havstrøk. Senere observasjoner fra Sunnhordland av Berge (1962) viser at C.huxleyi kan utvikle enda større bestander enn de som er registrert i Oslofjorden selv om temperaturen er så lav som 11°C, noe som støtter denne konklusjon. (Masseforekomsten i Sunnhordland hang sammen med en tilførsel av næringsrikt dypvann og av en utgangsbestand av C.huxleyi ved en ekstraordinær hydrografisk situasjon.)

Den viktigste betingelse for at det skal bli en "Coccolithus huxleyi-sommer" i Oslofjorden antok de å være at det på et tidlig tidspunkt, etter våroppblomstringen av diatomeer, blir ført inn fra Skagerrak relativt store bestander til den indre del av Oslofjorden, slik at denne art takket være en stor utgangsbestand, får mulighet for å konkurrere med de øvrige medlemmer av samfunnet, og utvikle store bestander om sommeren. Grunnet for slike masseforekomster er de næringsstoffer som forurensningen tilfører de øvre vannlag i den indre Oslofjord. Vi skal i vår alminnelige diskusjon av planteplanktonforholdene i indre Oslofjord komme tilbake til dette spørsmål.

Birkenes og Braarud (1952) ga også opplysninger om planteplanktonet forøvrig. De utfyller det bilde som tidligere undersøkelser hadde gitt om årlige vekslinger i samfunnenes sammensetning.

c. 1946- 58

Det gjenstår å behandle de observasjoner som foreligger fra etterkrigstiden. I 1946, 1948 og 1950 utførte Hasle (1950, 1954 a og b) og Barnes og Hasle (1957) spesialundersøkelser, dels i området mellom Osloøyene, dels i Breiangen. Det var dels undersøkelser over dinoflagellatenes fototaktiske vertikalkjendringer i døgnets løp, dels studier av planteplanktonets horisontale fordeling. Foruten å være av stor generell interesse, er resultatene av betydning for tolkningen av de observasjoner som er gjort i den foreliggende undersøkelse. Avhandlingene inneholder også kvantitative data for spesielle arter.

Hasle og Smayda (1960) undersøkte gjennom mer enn ett år vekslingene i planteplanktonbestanden i Drøbaksundet, bygget på en serie av prøver tatt med ca. en ukes mellomrom. De illustrerer mer inngående enn noen av de tidligere data hvordan vindvirkningen fører til meget store forandringer i planteplanktonet i Drøbaksundet i løpet av kort tid. De kvantitative data over samfunnets sammensetning gir også et verdifullt sammenligningsgrunnlag når vekslingene fra år til år i planteplanktonbestanden i den indre del av Oslofjorden skal søkes klarlagt.

Ved en omfattende undersøkelse av Dramsfjorden i 1951, ble også observasjoner gjort på en stasjon i Breiangen. Planteplanktonresultatene (Braarud, Föyn og Hasle 1958) demonstrerer påny hvordan vindtransport av overflatelagene fra den indre Oslofjord influerer på planteplanktonets sammensetning i Breiangen og hvordan skifte i de overveiende vindretninger mellom toktene fører til påfallende endringer i bestandens sammensetning i Breiangen-området.

2. Andre planteplanktonstudier.

Med utgangspunkt i de feltökologiske undersøkelser som er omtalt i det foregående, er det i årenes løp gjennomført en del spesialundersøkelser, som her skal omtales ganske kort. Det er dels eksperimentelle undersøkelser av arter som spiller en stor rolle i fjorden (Braarud 1948, Braarud og Rossavik 1951, Braarud og Pappas 1951, Hasle og Nordli 1951 og Braarud 1958), dels observasjoner over enkeltarter (Nordli 1951, Braarud og Nordli 1962). En undersøkelse over kompensasjonsdypet for den viktigste diatomeart i fjorden, Skeletonema costatum, og for hele planktonbestanden ble utført av Rustad (1946). På grunnlag av de data som var skaffet tilveie ved de tidligere omtalte undersøkelser, påpekte Braarud (1950) at det var fare for at det i den indre fjord kunne oppstå en akkumulering av mytilotoksin i blå-

skjell, slik at disse ble giftige.

Disse publikasjoner har belyst forskjellige sider ved de spesielle biologiske forhold som fjordens funksjon som kloakkresipient fører med seg.

II. Målsettingen for 1962-65 undersøkelsene.

Av de tidligere undersøkelser i den forurensede del av Oslofjorden hadde planteplanktonstudiene gitt det mest nyanserte og instruktive bilde av forurensningens virkning på overflatelagene i de enkelte avsnitt av fjorden. Ved planleggingen av den mer omfattende undersøkelse i 1962-65 var det derfor naturlig å la slike undersøkelser inngå som et ledd i beskrivelsen av situasjonen i fjorden i disse år. To forhold som var demonstrert ved de tidligere undersøkelser ble avgjørende for målsettingen som ble valgt for dette delprogram. Det var vist at de meteorologiske forhold hadde en meget stor innflytelse på overflatelagenes oppholdstid i den del av fjorden hvor de ble utsatt for kloakkvannstilførsel. Dernest hadde detaljundersøkelser vist at det alltid var meget store lokale vekslinger i planteplanktonets forekomst. For å få så representative verdier for bestandene at det kunne gis en detaljert beskrivelse av variasjonene i gjødslingseffekten i den indre fjord i tid og rom, ville det derfor kreves et uhyre stort antall prøver. Bearbeidelsen av et slikt materiale ville sprengte rammen for undersøkelsenes budsjett, og resultatene ville heller ikke kunne ventes å rettferdiggjøre arbeidsinnsatsen.

Av disse grunner ble målsettingen innskrenket til følgende:

1. Ved observasjoner på månedlige rutinetokter i et lengdesnitt av fjorden fra Filtvet til Bonnefjorden å gi en karakteristikk av planteplanktonets årssyklus og artssammensetning i de enkelte år. Resultatene burde gi grunnlag for en sammenligning med tidligere års undersøkelser med hensyn til den alminnelige situasjon i den indre fjord.
2. En videreføring av de spesialundersøkelser over sommersituasjonen i den indre fjord som var satt i gang tidligere.
3. Å supplere disse undersøkelser med spesialstudier av begrenset omfang, hvis slike viste seg ønskelige.

Det ble diskutert hvorvidt det ville være hensiktsmessig å utføre fotosyntesebestemmelser etter C 14-metoden. Da det ikke forelå slike data fra tidligere år som kunne danne grunnlag for en sammenligning, ble slike undersøkelser ikke tatt med i programmet. De ville også ha ført til fortrengsel av andre delundersøkelser, spesielt hydrografiske, som ble ansett for viktigere.

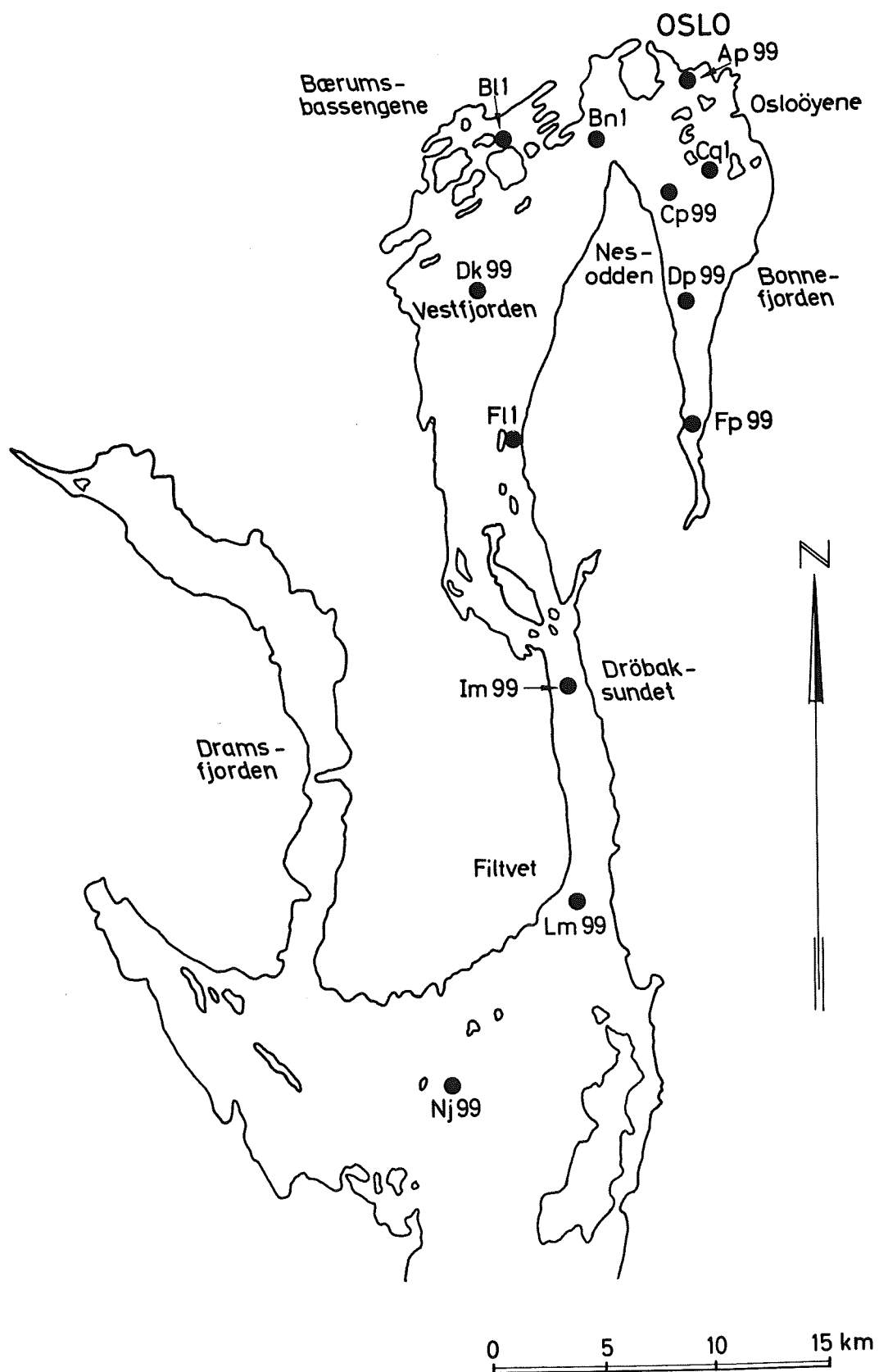


Fig.2 Indre Oslofjord.
Stasjonene i snittet Filtvet - Bonnefjord

Tabell 13

Oversikt over undersøkte prøver fra rutinetoktene i 1962-65.
For Bærumsbassenget er opplysninger gitt i Tabell , side .

Tokt	Filtvet	Drøbaksundet	Vestfjorden	Akershus	Bonnefjord
<u>1962</u>					
11-12 jan.		Im2 1m, 8m	Dk1 Bn1 1m, 8m 1m, 8m		Dp1 1m, 8m
16-17 mars		Im2 1m, 8m	(Bo) 1m, 8m	Ap1 1m, 8m	Dp1 1m, 8m
5-6 april		Im2 1m, 12m		Ap1 1m, 12m	Dp1 1m, 12m
26-28 april		Im2 1m, 12m		Ap1 1m, 12m	Dp1 1m, 12m
21-22 mai		Im2 1m, 12m		Ap1 1m, 12m	Dp1 1m, 12m
21-22 juni		Im2 1m, 8m	Cn 1m, 8m		Dp1 1m, 8m
16-17 juli		Im2 1m, 8m	Cn 1m, 8m		Dp1 1m, 8m
16-18 aug.	Lm1 1m, 8m	Im2 1m, 8m	Cn 1m, 8m		
26-28 sept.	Lm1 1m, 8m	Im2 1m, 8m	Cn 1m, 8m	Ap1 1m, 8m	Dp1 1m, 8m
24-25 okt.	Lm1 1m, 8m	Im2 1m, 8m	Cn 1m, 8m	Ap1 1m, 8m	Dp1 1m, 8m
21-23 nov.	Lm1 1m, 8m	Im2 1m, 8m		Ap1 1m, 8m	Dp1 1m, 8m
11-13 des.	Lm1 1m, 8m	Im2 1m, 8m	Bn1 1m, 8m	Ap1 1m, 8m	Dp1 1m, 8m
<u>1963</u>					
14-15 jan.		Im2 1m, 8m		Ap1 1m, 8m	
19 febr.			Bn1 Fl1 1m 1m, 8m	Ap1 1m, 12m	Dp1 1m, 8m
26-27 mars			Bn1 Fl1 1m, 8m 1m, 8m	Ap1 1m, 8m	
18-22 april	Lm1 1m, 8m	Im2 1m, 8m		Ap1 1m, 8m	Dp1 1m, 8m
21-22 mai	Lm1 1m, 8m	Im2 1m, 8m		Ap1 1m, 8m	Dp1 1m, 8m
18-20 juni	Lm1 1m, 8m	Im2 1m, 8m		Ap1 1m, 8m	Dp1 1m, 8m

Tabell 13 forts.

<u>1963</u>					
3-4 juli	Lm1 1m, 8m	Im2 1m, 8m		Ap1 1m, 8m	Dp1 1m, 8m
31 juli- 1 aug.	Lm1 1m, 8m	Im2 1m, 8m		Ap1 1m, 8m	Dp1 1m, 8m
26-28 aug.	Lm1 1m, 8m	Im2 1m, 8m		Ap1 1m, 8m	Dp1 1m, 8m
17-18 sept.	Lm1 1m, 8m	Im2 1m, 8m		Ap1 1m, 8m	Dp1 1m, 8m
23-24 okt.	Lm1 1m, 8m	Im2 1m, 8m		Ap1 1m, 8m	Dp1 1m, 8m
13-14 nov.	Lm1 1m, 8m	Im2 1m, 8m		Ap1 1m, 8m	Dp1 1m, 8m
17-18 des.	Lm1 1m, 8m	Im2 1m, 8m		Ap1 1m, 8m	Dp1 1m, 8m
<u>1964</u>					
15-16 jan.	Lm1 1m, 8m	Im2 1m, 8m	Bn1 1m, 8m	Ap1 1m, 8m	Dp1 1m, 8m
11-13 febr.	Lm1 1m, 8m	Im2 1m, 8m		Ap1 1m, 8m	Dp1 1m, 8m
12-13 mars	Lm1 1m, 8m	Im2 1m, 8m		Ap1 1m, 8m	Dp1 1m, 8m
31 mars- 1 april	Lm1 1m, 8m	Im2 1m, 8m		Ap1 1m, 8m	Dp1 1m, 8m
22-23 april	Lm1 1m, 8m	Im2 1m, 8m		Ap1 1m, 8m	Dp1 1m, 8m
12-14 mai	Lm1 1m, 8m	Im2 1m, 8m		Ap1 1m, 8m	Dp1 1m, 8m
2-3 juni	Lm1 1m, 8m	Im2 1m, 8m		Ap1 1m, 8m	Dp1 1m, 8m
16-17 juni	Lm1 1m, 8m	Im2 1m, 8m		Ap1 1m, 8m	Dp1 1m, 8m
14-15 juli	Lm1 1m, 8m	Im2 1m, 8m		Ap1 1m, 8m	Dp1 1m, 8m
12-13 aug.	Lm1 1m, 8m	Im2 1m, 8m		Ap1 1m, 8m	Dp1 1m, 8m
8-9 sept.	Lm1 1m, 8m	Im2 1m, 8m		Ap1 1m, 8m	Dp1 1m, 8m
29-30 sept.	Lm1 1m, 8m	Im2 1m, 8m		Ap1 1m, 8m	Dp1 1m, 8m

Tabell 13 forts.

<u>1964</u>					
21-22 okt.	Lm1 1m, 8m	Im2 1m, 8m		Ap1 1m, 8m	Dp1 1m, 8m
17-18 nov.	Lm1 1m, 8m	Im2 1m, 8m		Ap1 1m, 8m	Dp1 1m, 8m
<u>1965</u>					
12-14 jan.		Im2 1m, 8m	Bn1 1m, 8m	Ap1 1m, 8m	Dp1 1m, 8m
9-10 febr.	Lm1 1m, 8m	Im2 1m, 8m	Bn1 1m, 8m	Ap1 1m, 8m	Dp1 1m, 8m
9-10 mars	Lm1 1m, 8m	Im2 1m, 8m		Ap1 1m, 8m	Dp1 1m, 8m
6-7 april	Lm1 1m, 8m	Im2 1m, 8m		Ap1 1m, 8m	Dp1 1m, 8m
4-5 mai	Lm1 1m, 8m	Im2 1m, 8m		Ap1 1m, 8m	Dp1 1m, 8m

Slik forholdene ble funnet å være i 1962-65, må denne målsetting ansees å ha vært hensiktsmessig.

B. MATERIALE OG METODER.

I. Plantep planktonmaterialet og andre observasjoner.

Vannprøvene som er undersøkt kvantitativt tilhører følgende kategorier:

1. Prøver samlet på rutinetoktene, vanligvis en gang pr. måned, i et snitt fra Filtvet eller Drøbaksundet til Bonnefjord. På Fig. 2 er avmerket posisjonen for stasjonene i snittet, og i Tabell 13 er det gitt en oversikt over hvilke prøver som er undersøkt fra hvert tokt, i allt 443 prøver, som alle er undersøkt på hele bestanden. Planktontabellene for disse prøver er ikke tatt med i denne rapport, men ett sett er deponert ved Norsk institutt for vannforskning og ett ved Institutt for marin biologi, Universitetet i Oslo. Nøen få utvalgte tabeller som illustrerer samfunnets sammensetning på forskjellige årstider er imidlertid tatt med her (Tabell). Forøvrig er det bare presentert utdragstabeller i teksten.

2. Overflateprøver innsamlet på spesielle tokt, enten bare i området innenfor Nesoddtangen-Snarøya og Helvikbukta-Katten eller i hele den indre fjord ut til Drøbaksundet. Disse prøver er bare undersøkt på innholdet av de mest fremtredende dinoflagellater og Euglenaceae, bortsett fra prøvene fra september-toktet 1963 da hele samfunnet er undersøkt, og oktober-toktet 1964 da bare Olisthodiscus luteus Carter ble tellet. Observasjonene er presentert i utbredelseskarter for de viktigste arter, hvor det på de fleste er brukt symboler for å vise mengdefordelingen, men i enkelte tilfelle er bestandene angitt ved de originale telleresultater (Kart 1-42). I alt er det tellet 874 prøver av denne kategori.

3. Overflateprøver innsamlet med relativ kort tidsavstand. Resultatene er gitt i teksttabellene 17-20. Hele bestanden er tellet. Denne kategori omfatter ialt 20 prøver.

4. Prøver innsamlet på lokaliteter hvor det ble tatt prøver av blåskjell til bestemmelse av giftinnholdet. Disse er undersøkt på innholdet av Goniaulax tamarensis. En oversikt over prøvene og resultatene av tellingene er gitt i Tabell 74.

I fremstillingen av plantep planktonobservasjonene er det også trukket inn andre observasjoner, dels meteorologiske data, dels hydrografiske og kjemiske data fra undersøkelsen. Angående metodikk m.m. for disse henvises til de andre delrapporter fra 1962-65-undersøkelsen. Vinddata som er oppført i tabellene gir N-S og Ö-V-resultatene for vedkommende tidsrom i dm/sek.

II. Metodikk.

Vannprøvene ble konserverert med nøytralisert formol, 2 ml 10% formol til 100 ml sjøvann. Den kvantitative bearbeidelse ble utført etter sedimenteringsmetoden idet prøver på 2ml og 25 eller 50ml ble undersøkt i omvendt mikroskop. Småformer som ikke lot seg identifisere ble henført til sekkegruppen "Flagellater og monader". For en del diatomeer er identifikasjon i omvendt mikroskop usikker. Det gjelder arter av slekten Nitzschia, hvor de er henført til de typer som tidligere har vært kalt N. closterium, N. delicatissima og N. seriata. Artene Leptocylindrus danicus og L. minimus er slått sammen under den første betegnelse, da det i mange tilfelle var tvil om hvilken art eksemplarene skulle henføres til. I tabellene er ført opp arten Thalassiosira gravidioides Hasle (unpubl.), men en nærmere undersøkelse av Thalassiosira-bestandene vår og høst i Oslofjorden vil først kunne klarlegge om denne identifikasjon er korrekt. Dette vil forhåpentlig kunne bli gjort før resultatene blir publisert, men spiller ikke noen rolle for fremstillingen i denne rapport.

Ved utarbeidelse av utdragstabeller er det bare tatt hensyn til de fotosyntetiske arter. En fullstendig behandling av hele samfunnet ville gjøre fremstillingen unødig komplisert for diskusjonen av de sider av planteplanktonforholdene som berører problemstillingen for denne undersøkelse.

Uavhengige parallellundersøkelser av dinoflagellat- og Euglenaceae-bestanden i 54 overflateprøver viste meget god overensstemmelse.

III. Materialets utsagnsverdi.

Av økonomiske grunner har det vært nødvendig å begrense antallet av prøver for den mikroskopiske undersøkelse. Det har ført til at det måtte gjøres et utvalg av stasjoner og likeså av dyp fra rutinetoktene for denne delundersøkelse. Som det fremgår av Tabell 13 er det lagt hovedvekten på å få såvel Filtvet-Drøbaksund-området, Vestfjorden, Oslo havn og Bonnefjorden representert, og på hver stasjon er det bare tallet prøver fra to dyp, som regel 1m og 8m. Dette fører til at planteplanktonmaterialet er mindre representativt for de forskjellige fjordavsnitt enn ønskelig kunne være. For å kunne bedømme i hvilken grad denne innskrenkning kan ha resultert i feilslutninger, er det utført endel tilleggsobservasjoner som vi her skal gjøre nærmere rede for.

Tabell 14

Vertikalfordelingen av dominerende arter, mars-april;
celler pr. liter.

	1m	8m	12m	20m
<u>Bonnefjorden - 16 mars 1962</u>				
Chaetoceros compressus	214000	11000	18000	-
- debilis	159000	20000	39000	-
- lacinosus	405000	416000	56500	4500
- similis	364000	238500	10500	1500
-- simplex var. calcitrans	123000	281000	1000	-
- socialis	-	343000	4500	-
Porosira glacialis	74500	121040	81200	6320
Skeletonema costatum	4 590000	5 478000	1 650000	117000
Thalassiosira decipiens	109500	153000	197000	39500
- nordenskiöldii	417000	570000	299000	77500
<u>Drøbaksundet - 16 mars 1962</u>				
Chaetoceros debilis	48500	62500	6000	200
- socialis	133000	77500	8000	-
Skeletonema costatum	256000	269000	126000	114000
<u>Bonnefjorden - 26 april 1962</u>				
Chaetoceros lacinosus	9500	-	45500	2000
- socialis	-	-	573000	19000
Skeletonema costatum	29 130000	-	1 219000	117000
Thalassiosira gravidoides	-	-	14960	11500
<u>Drøbaksundet - 26 april 1962</u>				
Chaetoceros debilis	60000	-	1500	-
- lacinosus	119500	21500	8500	-
- socialis	40500	10000	177500	-
Leptocylindrus danicus	33000	17500	3080	-
Nitzschia seriata	31000	21520	1500	-
Rhizosolenia setigera	31000	-	-	-
Skeletonema costatum	18 300000	4 316000	1 769000	-
<u>Bonnefjord - 18 april 1963</u>				
Chaetoceros subsecundus	27900	277280	42500	195000
<u>Akershus - 18 april 1963</u>				
Chaetoceros debilis	130000	1280	-	-
- socialis	5500	32500	-	-
- subsecundus	-	132400	-	-
Skeletonema costatum	77000	52000	-	-
Euglenaceae	80500	42000	-	-
<u>Filtvet - 22 april 1963</u>				
Chaetoceros debilis	27500	960	-	-
- subsecundus	-	23500	24400	-

Tabell 15

Vertikalfordelingen av dominerende arter, juli-august;
celler pr. liter.

	1m	8m	12m	20m
<u>Bonnefjord - 17 juli 1962</u>				
<i>Leptocylindrus danicus</i>	940000	273500	49500	6000
<i>Rhizosolenia fragilissima</i>	206000	1120	500	-
<i>Ceratium fusus</i>	4920	80	-	-
- <i>tripos</i>	8320	280	-	-
<i>Prorocentrum micans</i>	27000	3000	2000	-
<u>Vestfjorden (Ildjernet) - 17 juli 1962</u>				
<i>Chaetoceros laciniosus</i>	40000	-	-	60
<i>Leptocylindrus danicus</i>	4 576000	45540	2000	20000
<i>Rhizosolenia fragilissima</i>	890000	40	500	3000
<i>Skeletonema costatum</i>	36000	1000	1000	-
<i>Ceratium fusus</i>	4200	-	-	400
- <i>tripos</i>	6760	-	80	340
<i>Coccolithus huxleyi</i>	8000	38500	--	-
<u>Dröbaksundet - 16 juli 1962</u>				
<i>Leptocylindrus danicus</i>	2 238500	30500	6500	-
<i>Rhizosolenia fragilissima</i>	378000	2500	500	500
<i>Skeletonema costatum</i>	19000	-	-	1000
<i>Ceratium fusus</i>	1040	320	20	-
- <i>tripos</i>	3320	1000	500	-
<i>Exuviaella baltica</i>	17500	84000	7000	-
<i>Coccolithus huxleyi</i>	197000	4 600000	12000	-
<u>Vestfjorden (Ildjernet) - 17 august 1962</u>				
<i>Cyclotella caspia</i>	357000	43500	-	-
<i>Nitzschia closterium</i>	77000	34000	3500	-
<i>Skeletonema costatum</i>	257000	43500	2500	9000
<i>Ceratium furca</i>	8480	120	40	-
- <i>fuscus</i>	96320	2360	280	60
<i>Goniaulax polygramma</i>	20400	-	-	-
<i>Peridinium triquetrum</i>	18000	-	-	-
<i>Prorocentrum micans</i>	112000	1200	2500	500
<u>Vestfjorden (Langåra) - 16 august 1962</u>				
<i>Chaetoceros simplex var. calcitrans</i>	23500	25500	36000	-
<i>Nitzschia delicatissima</i>	54500	22500	34000	8500
<i>Skeletonema costatum</i>	47500	115000	60500	19500
<i>Ceratium fusus</i>	2120	640	200	60
<i>Peridinium triquetrum</i>	32500	41000	15000	-
<u>Dröbaksundet - 16 august 1962</u>				
<i>Chaetoceros socialis</i>	411000	-	-	-
- <i>subtilis</i>	59000	3000	-	-
<i>Cyclotella caspia</i>	49500	1000	-	-
<i>Leptocylindrus danicus</i>	50000	1500	-	-
<i>Nitzschia delicatissima</i>	110000	2000	4000	-
<i>Skeletonema costatum</i>	989000	21500	8000	-
<i>Coccolithus huxleyi</i>	38000	6500	-	10000

Tabell 15 (forts.)

	1m	8m	12m	20m
<u>Filtvet - 16 august 1962</u>				
Chaetoceros compressus	69000	9500	-	-
- socialis	291000	-	-	-
- subtilis	60000	-	-	-
Cyclotella caspia	50000	1000	-	-
Nitzschia closterium	113000	3000	-	500
- delicatissima	100000	1000	2500	3000
Skeletonema costatum	1 140000	18500	1000	5500
Coccolithus huxleyi	62500	11000	-	-
<u>Bonnefjord - 3 juli 1963</u>				
Ceratium tripos	1940	160	-	-
Peridinium triquetrum	454000	24000	-	1000
<u>Akershus - 3 juli 1963</u>				
Skeletonema costatum	1 130000	8000	540000	-
Goniaulax spinifera	23000	-	-	-
Peridinium triquetrum	1 992000	4000	500	-
Prorocentrum micans	25000	80	-	-
Euglenaceae	364000	1000	-	-
<u>Dröbaksundet - 4 juli 1963</u>				
Cyclotella caspia	402000	4000	2000	-
Skeletonema costatum	162000	-	-	-
Peridinium triquetrum	124000	2000	2000	-
<u>Filtvet - 4 juli 1963</u>				
Cyclotella caspia	222000	-	1000	-
Peridinium triquetrum	35000	1000	-	-
<u>Bonnefjord - 31 juli 1963</u>				
Leptocylindrus danicus	144000	620000	18500	5500
Ceratium fusus	4760	-	20	-
- tripos	1800	1280	560	400
Prorocentrum micans	25000	78000	10500	5000
<u>Akershus - 1 august 1963</u>				
Cyclotella caspia	314000	-	-	-
Leptocylindrus danicus	968000	9000	500	-
Dinophysis lachmannii	7000	120	120	460
Prorocentrum micans	838000	2000	1000	300
<u>Vestfjorden (Langåra) - 1 august 1963</u>				
Leptocylindrus danicus	(0m) 177000	40000	5000	1500
Ceratium fusus	" 3160	3920	140	-
- tripos	7440	18400	320	140
Prorocentrum micans	106000	66000	27500	2000

Tabell 15 (forts.).

	1m	8m	12m	20m
<u>Dröbaksundet - 1 august 1963</u>				
Leptocylindrus danicus	102000	-	-	-
Ceratium fusus	2320	-	-	20
- tripos	3560	-	-	40
Prorocentrum micans	35000	280	40	-
<u>Filtvet - 1 august 1963</u>				
Leptocylindrus danicus	87000	-	-	
Prorocentrum micans	17000	-	-	

Tabell 16

Vertikalfordelingen av de viktigste komponenter i
planteplanktonet på to stasjoner i Vestfjorden,
12 mars 1964; celler pr. liter.

Stasjoner		Langåra Fl 1	Fornebo Bn 1
<u>Diatomeer:</u>			
Chaetoceros spp.	0m	17500	60500
	1"	32000	111000
	8"	44000	211000
	12"	208000	280000
	20"	14120	4000
	40"	1000	-
	60"	-	-
Nitzschia delicatissima	0m	410000	327000
	1"	528000	1 006000
	8"	705000	1 800000
	12"	4 648000	3 187000
	20"	45500	115000
	40"	2500	-
	60"	-	3500
Skeletonema costatum	0m	166000	250000
	1"	360000	416000
	8"	1 052000	1 425000
	12"	5 260000	3 320000
	20"	316000	465000
	40"	48000	14500
	60"	7500	5000
Thalassiosira nordenskiöldii	0m	11500	34000
	1"	76000	39000
	8"	308000	610000
	12"	2 010000	1 047000
	20"	19000	7000
	40"	100	280
	60"	-	-
Andre diatomeer	0m	46620	48000
	1"	42980	69000
	8"	115500	111000
	12"	209500	268000
	20"	21960	37840
	40"	-	-
	60"	2520	80

1. Vertikalfordelingen.

I vår diskusjon av resultatene har vi foretatt sammenligninger mellom maksimalbestanden for arter og grupper på stasjonene i snittet. Det kan reises tvil om prøver fra 1m og 8m er tilstrekkelig representative som grunnlag for en slik sammenligning eller om prøver også fra 12m og 20m ville gi et annet bilde. Det må poengteres at det ved sammenligning av konsentrasjoner av planteplankton bare kan tas hensyn til store forskjeller, fordi artene deler seg ved todeling.

I Tabell 14 er bestandene for de dominerende arter i 1m og 8m ført opp sammen med bestandene for 12m og 20m for 7 stasjoner fra mars-april og i Tabell 15 tilsvarende data for 15 stasjoner i juli-august. Dessuten er i Tabell 16 ført opp tilsvarende verdier for 0m, 1m, 8m, 12m, 20m, 40m og 60m på to stasjoner i mars 1964, begge i Vestfjorden.

Hvis vi først ser på mars-april-stasjonene, som er tatt under eller etter diatomeenes våroppblomstring, finner vi at på alle de 7 stasjoner i Tabell 14, var maksimumsbestandene for de tallrikeste arter registrert i 1m eller 8m, så observasjonene i 12m og 20m ikke endrer det bilde som er oppnådd ved telling av de to øvre dyp. De to stasjoner fra mars 1964 (Tabell 16) viser imidlertid en vertikalfordeling hvor maksimalbestandene for alle de oppførte arter eller grupper er vesentlig høyere enn i 1-8m-laget. Denne situasjon er kjent fra undersøkelser over den avsluttende fase av våroppblomstringen både i Oslofjorden og andre kystfarvann. I dette tilfelle viser oksygenverdiene at det har foregått fotosyntese i 12m. Imidlertid viser fordelingen i 1m og 8m at maksimalbestandene innen dette lag lå i 8m, som tegn på at vårutviklingen var på retur. Data for 12m forsterker dette inntrykk, men endrer ikke noe i den alminnelige karakteristikk av situasjonen på de to stasjoner og i den indre fjord som helhet. Siden helhetsbildet ikke blir endret ved disse tilleggsopplysninger, gir de ikke grunnlag for å anta at begrensningen av tellingen til 1m og 8m for vinterårsituasjonen betyr noen vesentlig svekkelse av våre observasjoners ut-sagnsverdi, siden maksimalbestandene i alle de andre tilfelle stort sett var å finne innen 1-8m laget.

For sommerperioden er situasjonen enda klarere idet i de aller fleste tilfelle hver art hadde sine største bestander i 1m eller 8m prøven og ikke i noe tilfelle bestandene i 12m eller 20m var vesentlig høyere enn for de to øvre nivå (Tabell 15).

Vi kan derfor trekke den konklusjon at begrensningen av planteplanktondata til 1m og 8m ikke kan ha svekket deres verdi for de formål som de

har vært anvendt for i vår fremstilling, med den reservasjon for den senere fase av vårutviklingen som er nevnt ovenfor.

2. Horisontalutbredelsen. Vindtransport og korttidsvekslinger.

Rutinetoktene ble gjennomført med ca. 1 måneds tidsavstand, og det er store avstander mellom de stasjoner hvor det foreligger planteplanktondata. Dette medfører at det blir et ganske grovt bilde av vekslingene innen de enkelte avsnitt av fjorden som det foreliggende materiale kan gi. De tilleggsobservasjoner som er tatt, dels av detaljfordelingen på grunnlag av et tett observasjonsnett, dels av korttidsvekslingene på enkelte lokaliteter illustrerer spesielle sider av situasjonen i Oslofjorden som må ha for öye ved utnyttelsen av materialet fra rutinetoktene. Det gjelder den meget ujevne fordeling av bestandene, spesielt i den indre del hvor forurensningen gjør seg særlig sterkt gjeldende, vindtransporten av overflatelagene, særlig ved utpreget nordlig og sydlig vind og de raske endringer i samfunnets sammensetning på grunn av formering eller kraftig beiting ved dyreplanktonet.

a. Den ujevne fordeling av bestandene i den indre del av fjorden.

Det store materiale av overflateprøver fra et tett stasjonsnett i hele den indre fjord er behandlet i et særskilt kapittel (side 122). Utbredelseskartene for de enkelte arter av dinoflagellater, av Euglenaceae og for ett tokt også av diatomeer, viser at bestandene kan variere meget, selv innen korte avstander. Dette er særlig påfallende i Oslo-området, mens det i Bonnefjorden og i Vestfjorden er en noe mer begrenset variasjon. Det kan uten videre sees av kartene at observasjoner fra en enkelt stasjon i hvert av disse tre områder ikke kan være tilstrekkelig til en fullgod karakteristik av samfunnet i området. Siden vi ved behandling av materialet fra rutinetoktene har innskrenket våre sammenligninger til å gjelde Dröbak-Filtvet-området, Vestfjorden, Akershus og Bonnefjord, vil de observasjoner som vi disponerer likevel kunne gi et grovt bilde av forskjellen mellom disse områder. Med et meget tettere observasjonsnett ville det imidlertid kunne være gitt et langt mer nyansert bilde av forholdene.

b. Vindtransporten av overflatelagene.

På grunn av den store kvantitative forskjell på bestandene i den indre og ytre del av området, vil vannlag innenfra som føres utover i fjorden eller transport i motsatt retning, føre til vesentlige endringer i planteplanktonets kvantitative fordeling. Av den grunn må vindsituasjonen tas i betraktning ved tolkningen av den horisontale fordeling innen snittet. Som det vil

fremgå av diskusjonen i senere kapitler, viser det seg å være en god overensstemmelse mellom de indikasjoner på slik transport som planteplankton-data gir og de foreliggende vinddata. For tolkningen av de store trekk i planteplanktonets variasjoner i tid og rom skaper denne transport derfor ikke særlig store vanskeligheter. Så snart det blir tale om de vekslinger som observeres på en bestemt lokalitet stiller saken seg imidlertid anderledes.

c. Korttidsvekslinger på en bestemt lokalitet.

Det foreligger overflateprøver tatt på samme lokalitet med relativt korte tidsintervaller for to lokaliteter i Vestfjorden og en i Bonnefjorden. Vi skal først se på de siste (Tabell 17).

Tabell 17

Bonnefjord - Om. De viktigste diatomeer, dinoflagellater og Euglenaceae 30 mars, 2 og 21 april 1965; celler pr. liter.

	30 mars	2 april	21 april
Middel for vind for 4 dager, observasjonsdagen medregnet	N 1 V 6	0 V 8	N 7 Ö 3
Chaetoceros debilis	258000	152000	219000
- lacinosus	37500	16500	10000
- subsecundus	44500	22500	50500
Leptocylindrus danicus	17500	8000	-
Nitzschia seriata	25000	14500	25000
Skeletonema costatum	5500	4000	-
Thalassiosira nordenskioeldii	10500	1000	-
Goniaulax tamarensis	500	500	2000
Peridinium trochoideum	500	3000	38000
Euglenaceae	-	-	51500

Det fremgår av Tabell 17 at det ikke er noen vesentlig forskjell på det samfunn som ble funnet 30 mars og 2 april, selv om bestandene gjennomgående er mindre på den siste dato. Samfunnet 21 april viser en tydelig endring idet tre diatomearter er forsvunnet, mens bestandene av Peridinium trochoideum og Euglenaceae er blitt betydelige. Det er nærliggende å tro at denne endring skyldes en vindtransport av vann fra det indre område under den sterke nordavind dagene før, siden de arter som har større bestander er spesielt karakteristiske for Oslo-området.

Tabell 18

Steilene - Om. De viktigste diatomeer og Euglenaceae 26 og 30 mars, 2 og 21 april 1965; celler pr. liter.

	26 mars	30 mars	2 april	21 april
Middel for vind for 4 dager, observasjonsdagen medregnet.	S 1 V 4	N 1 V 6	O V 8	N 7 Ö 3
<i>Chaetoceros debilis</i>	60000	749000	390000	447000
- <i>lacinosus</i>	20000	28000	15500	15000
- <i>subsecundus</i>	-	282000	17500	53500
- <i>simplex</i> var. <i>calcitrans</i>	-	-	3000	120000
<i>Leptocylindrus danicus</i>	500	35500	17500	7500
<i>Nitzschia seriata</i>	14500	36000	23500	19500
<i>Skeletonema costatum</i>	-	7000	10000	22500
<i>Thalassiosira nordenskiöldii</i>	-	16500	11000	9500
Euglenaceae	-	-	-	30500

Observasjonene fra Steilene i Tabell 18 viser at det skjedde en tydelig endring i samfunnet fra 26 til 30 mars og fra 2 til 21 april. I det første tidsrom er tre diatomearter kommet til i ganske store bestander, særlig påfallende for *Chaetoceros subsecundus*, og bestandene for andre arter er øket. Skiftet fra en svak sørlig vindkomponent til en svak nordlig har antakelig ført til en viss transport av vannmasser innenfra til denne delen av Vestfjorden. Fra 2 til 21 april ser det ut til at kraftig nordavind har ført vann ned en betydelig bestand av *Chaetoceros simplex* var. *calcitrans* og Euglenaceae ut i Vestfjorden, men det er påfallende at disse komponenter av samfunnet ikke var fremtredende på den samme dato ved Fornebu (se Tabell 19). Dette tyder på at de begge opptrer flekkvis i det indre område.

Tabell 19

Vestfjorden (Fornebu) - Om. De viktigste arter av diatomeer og dinoflagellater 26 og 30 mars, 2, 13 og 21 april 1965; celler pr. liter.

	26 mars		30 mars		2 april		13 april		21 april	
Middel for vind for 4 dager for observasjonsdagen	S 1	V 4	N 1	V 6	O	V 1	S 18	Ö 17	N 7	Ö 3
<i>Chaetoceros debilis</i>	137000		134000		21000		28500		262000	
- <i>lacinosus</i>	36000		26500		3000		3000		12500	
- <i>subsecundus</i>	16000		65500		-		31000		38500	
<i>Leptocylindrus danicus</i>	7000		11500		500		-		1500	
<i>Nitzschia seriata</i>	20000		19500		17500		30500		9500	
<i>Skeletonema costatum</i>	16000		6000		1000		1000		42500	
<i>Thalassiosira nordenskioeldii</i>	11500		20000		-		-		-	
<i>Peridinium trochoideum</i>	3000		1500		-		21500		-	

Også på Fornebustasjonen i Vestfjorden viser overflateobservasjonene i mars-april under temmelig skiftende vindforhold at samfunnet stort sett er det samme, men konsentrasjonen av de enkelte arter veksler og ikke alltid parallelt. Det er ikke mulig å skille virkningen av suksesjonen innen den enkelte vannmasse og den sekvens av samfunn som er et resultat av at nye vannmasser er ført inn til lokaliteten ved vindtransport eller strøm for-
övrig, men endringen fra 13 til 21 april kan vel tenkes å ha sammenheng med skiftet fra sønnavinds- til nordavindssituasjon.

Disse observasjoner fra Bonnefjord og Vestfjordstasjonene Steilene og Fornebu i mars-april 1965 illustrerer korttidsvekslinger av forholdsvis beskjedne natur idet samfunnet, som er dominert av relativt små bestander av diatomeer, er det samme. Det ville derfor ikke ha ført til noen endring i det samlede fordelingsbilde av samfunnet om observasjon hadde vært forskjøvet noen dager i den ene eller annen retning. Som vi skal se, gir sommerobservasjoner fra 1964 et noe annet bilde (Tabell 20).

Tabell 20

Vestfjorden (Fornebu) - Om. De viktigste arter av diatomeer og dinoflagellater og Euglenaceae i 8 prøver fra tiden 7 august til 2 september 1964; celler pr. liter.

	7 aug.	13 aug.	18 aug.	19 aug.	21 aug.	28 aug.	31 aug.	2 sept.
Vind 1)	N2 Ö3	N7 Ö7	S1 Ö8	S7 Ö3	N5 V2	S7 Ö6	N11 Ö21	N7 V27
Nitzschia spp.	13000	1 284500	4500	500	3500	18000	78000	88000
Cerataulina bergonii	-	100000	680	7120	4900	36000	8000	-
Skeletonema costatum	1000	8323000	80500	12500	4000	1 865000	4 268000	11 220000
Ceratium spp.	900	8960	1160	2140	340	480	880	440
Peridinium trochoideum	143500	31500	4000	31500	7000	-	6000	6500
Prorocentrum micans	62000	13500	23000	44000	500	7500	3000	2500
Euglenaceae	6500	51500	20500	41000	28000	13500	4000	21500

1) Middel for observasjonsdagen og de foregående tre dager.

De 8 observasjoner fra Fornebu-stasjonen viser at det i tidsrommet 7 august - 2 september skjedde betydelige endringer i samfunnets sammensetning. Vindforholdene var meget vekslende. Under en nordavindsituasjon i den første halvdel av august foregikk en sterk økning av bestandene av diatomeer og det er rimelig å anta at denne skyldtes en forflytning av vannmasser fra det innerste område ved vindtransport. Skiftet til sønnavindsituasjon ser ut til å ha ført til en transport av disse planktonrike lag tilbake til det innerste område og en kortvarig nordavindsperiode ser ikke ut til å ha endret dette forhold. Den sørøstlige vind i den følgende uke og den kraftige nordavindsituasjon i slutten av august ser så ut til igjen å ha ført til en transport av vannlag med meget store Skeletonema-bestander fra det innerste område ut til Fornebu-stasjonen.

Denne stasjon ligger på grensen mot Oslo-området. På en slik lokalitet vil vindtransport føre til at snart vann fra det ytre, snart fra det indre område blir registrert på stasjonen. Den er også utsatt for innflytelse fra Bærumsbassenget ved vestlig vind. Observasjoner fra denne lokalitet er derfor ikke representative for Vestfjorden, og de er da også i det følgende behandlet sammen med de øvrige observasjoner fra det indre område.

Vi har ikke observasjonsmateriale til å diskutere vindvirkningen i

detalj, men de foreliggende data illustrerer de vanskeligheter en ville møte ved en mer detaljert kvantativ undersøkelse av planteplanktonet enn den foreliggende tar sikte på. Den ville måtte bygge på et langt tettere observasjonsnett både i tid og rom.

Tabell 21

Eksempler på store endringer i maksimalbestanden for hele området av forskjellige arter fra ett tokt til et annet; celler pr. liter.

<u>Cerataulina bergonii</u>	26 august	-
	17 september	1 220000
<u>Chaetoceros simplex</u> var. <u>calcitrans</u>	6 april	8500
	4 mai	1 620000
<u>Chaetoceros debilis</u>	9 mars	3000
	6 april	1 775000
<u>Cyclotella caspia</u>	16 juni	2000
	14 juli	7 570000
	12 august	1500
<u>Skeletonema costatum</u>	2 juni	5 950000
	16 juni	32000
	14 juli	5 792000
	8 september	5 638000
	29 september	141000
<u>Ceratium furca</u>	26 august	-
	17 september	22240
<u>Peridinium triquetrum</u>	21 mai	1000
	18 juni	4 360000
	3 juli	1 992000
	1 august	3000

3. Vekslinger i bestanden med tiden. Vekst og beiting.

Da flere av artene i fjordplanktonet har stor delingshastighet, vil bestandene kunne tilta meget raskt i løpet av noen få dager, forutsatt at vekstbetingelsene er gode og beitingen ikke er for sterk. Så lang som tidsavstanden er mellom toktene, kan det i dette tidsrom skje en drastisk økning av maksimalbestandene innen området. Er derimot vekstbetingelsene

dårlige, kan beiting føre til en voldsom nedgang i maksimalbestanden for en art. I Tabell 21 er det gitt noen eksempler på slike tilfelle. Disse forhold medfører at den beskrivelse av vekslingene i planteplanktonbestandene innen undersøkelsesområdet som kan bli gitt på grunnlag av vårt materiale ikke kan ventes å få med alle ekstremer, verken med hensyn til maksimalbestanden eller den laveste bestand som en art kan nå innen området.

Når vi har gått såvidt detaljert inn på de begrensninger som vårt observasjonsmateriale betinger, er det for å begrunne hvorfor vi har avholdt oss fra å trekke slutninger som kunne synes nærliggende, og ville ha vært berettiget så snart materialet hadde vært mer omfattende.

C. PLANTEPLANKTONET I ET LENGDESNITT FRA FILTVET TIL BONNEFJORD, 1962-65.

I. Årssyklus og dominerende arter.

1. 1962.

Observasjoner i et snitt fra den innerste del av fjorden til Dröbaksundet eller Filtvet på 12 tokter i løpet av året.

- Stasjoner: Filtvet, Dröbaksundet, Vestfjorden, Akershus, Bonnefjorden.

a. Årssyklus for de viktigste grupper av fotosyntetiske planktonalger.

Hovedtrekkene for området som helhet.

Vi skal her behandle området som et hele og senere komme inn på fordelingen på de enkelte stasjoner som kan henge sammen med virkningen av vindtransport og en vekslende gjødslingseffekt ved forurensningen.

Tabell 22

Diatomeer. Maksimaltall for hvert tokt, millioner pr. liter.

jan.	mars	5/6 april	26 april	mai	juni	juli	aug.	sept.	okt.	nov.	des.
0,2	15,6	2,5	29,2	10,5	16,8	5,6	1,9	15,2	0,3	0,05	0,2

Fra oktober til januar var det meget små diatome-bestander sammenliknet med de som forekom fra mars til september, da diatomeene var meget tallrike. For februar foreligger ingen observasjoner, men den meget store bestand som ble funnet i mars, tyder på at økningen i bestanden etter vinterminimum må ha satt inn forholdsvis tidlig i februar. Vekslingene fra våren og ut over sommeren er uregelmessige og ser ikke ut til å gi uttrykk for noen enkel, sesongbetiget veksling i bestandens størrelse. (Det avgjørende synes å være næringstilgangen, men andre faktorer kan også ha spilt inn, et spørsmål som vil bli diskutert under oversikten over forholdene i hele undersøkelsesperioden.)

Tabell 23

Ceratiier. Maksimaltall for hvert tokt, hundrer pr. liter.
+ angir tall mindre enn 100.

Jan.	mars	5/6 april	26 april	mai	juni	juli	aug.	sept.	okt.	nov.	des.
2	+	+	-	+	43	139	1053	1357	22	3	2

I motsetning til diatomeene viser ceratiene en utpreget sesongveksling med maksimum i august-september. Denne er i overensstemmelse med hva som er kjent fra norske kystfarvann forøvrig og er antatt i første rekke å være temperaturbettinget. Konsentrasjoner på over 100000/l er eksepsjonelt store.

Tabell 24

Andre brune dinoflagellater. Maksimaltall på hvert tokt, tusener pr. liter. + angir tall mindre enn 1000.

jan.	mars	5/6 april	26 april	mai	juni	juli	aug.	sept.	okt.	nov.	des.
+	9	29	20	270	550	86	160	189	45	1	2

Det er en tydelig sesongveksling i gruppens kvantitative forekomst, med en rik sommerperiode fra mai til september, hvorefter bestandene avtar mot en minimumsperiode i de mørkeste måneder. Sesongvekslingen for de enkelte arter skal omtales i forbindelse med deres fordeling på stasjonene.

Tabell 25

Kalkflagellater. Maksimaltall for hvert tokt, tusener pr. liter.
+ angir tall mindre enn 1000.

jan.	mars	5/6 april	26 april	mai	juni	juli	aug.	sept.	okt.	nov.	des.
-	-	-	-	1	9	4600	70	21	2	1	-

Kalkflagellatenes forekomst var utpreget sesongbetonet. Det var bare i juli at en stor bestand av disse meget små planktonalger ble observert, og som vi skal se, bare i Drøbaksundet. I 1962 spilte derfor denne gruppe en helt underordnet rolle i fjordens planteplankton.

Tabell 26

Euglenaceae. Maksimaltall for hvert tokt, tusener pr. liter.
+ angir tall mindre enn 1000.

jan.	mars	5/6 april	26 april	mai	juni	juli	aug.	sept.	okt.	nov.	des.
+	2	2	6	138	5	1	1	2	3	-	-

Tabell 27

1962. - Fordelingen av de viktigste grupper av fotosyntetiske planktonalger i lengdesnittet Filtvet-Bonnefjord på hvert tokt. Maksimalltall for hver stasjon, celler pr. liter.

	Filtvet	Dröbak- sundet	Vestfjorden	Akershus	Bonne- fjorden
<u>11 januar</u>		Vind uken för: S 12 0			
Diatomeer		59200	85620 S		174000 Op
Ceratier		60	-		160
Andre brune dinofl.		40	80		520
Kalkflagellater		-	-		-
Euglenaceer		500	-		-
<u>16-17 mars</u>		Vind uken för: N 4 V 3			
Diatomeer		524370	10 633840 N	15 608500	7 723600 Op
Ceratier		-	40	-	20
Andre brune dinofl.		7200	9380	520	40
Kalkflagellater		-	-	-	-
Euglenaceae		-	60	1500	100
<u>5-6 april</u>		Vind uken för: N 2 Ö 4			
Diatomeer		330540		2 509860	1 659060
Ceratier		60		-	-
Andre brune dinofl.		28880		3600	7340
Kalkflagellater		-		-	-
Euglenaceae		-		1000	1500
<u>26 april</u>		Vind uken för: N 7 0			
Diatomeer		18 617040		17 409260	29 153920
Ceratier		-		-	-
Andre brune dinofl.		22020		4580	14860
Kalkflagellater		-		-	-
Euglenaceae		5500		2000	5000
<u>21-22 mai</u>		Vind uken för: S 27 Ö 11			
Diatomeer		382820		10 461000	48660
Ceratier		80		-	-
Andre brune dinofl.		269760		45120	12260
Kalkflagellater		1000		1000	-
Euglenaceae		520		138000	10000

Tabell 27 (forts.)

- 45 -

<u>21-22 juni</u>		Vind uken för: S 21 V 2			
Diatomeer		16 864260	16 792140		10 726620
Ceratier		2160	1720		4340
Andre brune dinofl.		4980	18540		549880
Kalkflagellater		9000	6500		3000
Euglenaceae		1500	4500		1500
<u>16-17 juli</u>		Vind uken för: N 9 Ö 6			
Diatomeer		2 648800	5 575020		1 153500
Ceratier		4400	11080		13900
Andre brune dinofl.		85540	27680		45900
Kalkflagellater		4 600000	38500		30000
Euglenaceae		1000	-		-
<u>16-17 august</u>		Vind uken för: S 15 0			
Diatomeer	1 894380	1 830960	750820 I		
Ceratier	1120	720	105360		
Andre brune dinofl.	4520	10160	159880		
Kalkflagellater	70000	41500	33000		
Euglenaceae	40	-	1000		
<u>26-28 september</u>		Vind uken för: N 6 Ö 3			
Diatomeer	2 116800	4 083380	2 036280 I	15 186000	1 169460
Ceratier	12400	20600	120560	13400	135720
Andre brune dinofl.	45560	7780	116640	189160	104740
Kalkflagellater	20500	14500	-	1000	-
Euglenaceae	-	-	500	1500	-
<u>24-25 oktober</u>		Vind uken för: N 5 V 9			
Diatomeer	22700	171660	144000 I	314520	10040
Ceratier	440	1220	1100	2220	540
Andre brune dinofl.	2500	9760	44960	15240	4480
Kalkflagellater	500	1500	500	1000	-
Euglenaceae	2500	1500	-	-	1000
<u>21-23 november</u>		Vind uken för: N 15 Ö 2			
Diatomeer	4620	3520		2000	100
Ceratier	180	160		320	-
Andre brune dinofl.	1000	560		1000	140
Kalkflagellater	-	-		-	-
Euglenaceae	-	-		-	-
<u>11-13 desember</u>		Vind uken för: S 7 V 2			
Diatomeer	22000	200840		2500	2700
Ceratier	140	200		-	40
Andre brune dinofl.	160	40		500	1540
Kalkflagellater	-	-		-	-
Euglenaceae	-	-		-	-

I overensstemmelse med hva som tidligere er funnet i Oslofjorden, har disse grønne flagellater en meget ujevn opptreden. Deres masseforekomst er knyttet til forurenset vann, men de opptrer som det fremgår av tabellen praktisk talt hele året.

Diatomeene var altså i 1962 den faste hovedkomponenten i planteplanktonet, mens dinoflagellatene om sommeren også utgjorde en meget viktig del. Kalkflagellater og Euglenaceae var av helt underordnet betydning. I den følgende oversikt over fordelingen innen snittet skal vi derfor vie de to første gruppene størst oppmerksomhet.

Planteplanktonets fordeling på de enkelte stasjoner på hvert tokt, jevnført med vinddata for uken før toktet.

I Tabell 27 er det gitt en oversikt over de enkelte gruppers fordeling innen snittet, bygget på maksimaltall for hver stasjon. Det er som regel bare tallet prøver fra 1m og 8m eller 12m. I tabellen er også angitt den midlere N-S-komponent av vinden, målt ved Fornebu, for uken før toktet.

I perioden mars-september, da diatomeene var meget tallrike, var det på de tokter hvor det foreligger observasjoner fra den sterkest forurenkede lokalitet, Akershus, maksimum på denne stasjon med unntak av 26 april, men også da var bestanden der meget stor. Dette forhold er et indisium på at de uvanlig store diatomebestander var betinget av næringstilførselen fra forurensningsmaterialet.

På m a r s -toktet var det relativt liten bestand i Drøbaksundet, mens det på stasjonene i den indre fjord var meget store bestander. Vinden i uken før toktet viste en svak N-komponent. På grunnlag av de tidligere undersøkelser som hadde vist at vårutviklingen i den ytre del av fjorden begynte tidligere enn inne i fjorden, må de små bestander i Drøbaksundet tas som tegn på at utviklingen der var på retur, mens den var i maksimal utfoldelse inne i fjorden. Denne tolkning støttes av samfunnenes sammensetning, spesielt ved de store forekomster i den indre fjord av tidlige vårarter, Porosira glacialis, Thalassiosira gravidoides og T.nordenskioldii, som var sparsomme i Drøbaksundet.

På toktet 5-6 a p r i l var det sterkt reduserte bestander i hele snittet, et tegn på at vårutviklingen også i den indre fjord var på nedgang. Fordelingen var meget lik den som ble funnet ved forrige tokt.

I løpet av de følgende tre uker økte bestanden meget sterkt og fordelingen bar preg av vindtransport av overflatelagene ved den overveiende nordlige vind. 26 a p r i l var diatomebestandene ved Akershus og i Drøbaksundet over 16 millioner/l og på stasjonen innerst i Bonnefjorden var det 29 millioner/l av Skeletonema costatum, den største bestand som noen gang er registrert i fjorden.

De meget store bestander var begrenset til et tynt overflatelag, som det fremgår av nedenstående tabell.

Tabell 28

Skeletonema costatum. Celler pr. liter, 26 april 1962.

Dyp	Drøbaksundet	Akershus	Bonnefjord (Skrekken)
1 m	18 300000	16 000000	29 130000
12 m	1 769000	810000	1 219000

Når gjødslingseffekten var så meget sterkere på dette tokt enn på det tre uker tidligere, skyldes dette sannsynligvis at det imellom toktene hadde inntrådt en viktig endring i vannmassenes hydrografi. Ved oppvarming og ferskvannstilførsel var det blitt etablert en lagdeling i de øverste vannlag (se Tabell 29).

Tabell 29

Hydrografiske data for stasjonene, 26 april 1962.

Dyp	Drøbaksundet			Akershus			Bonnefjord (Ep2)		
	t°	S ‰	O ₂ mg/l	t°	S ‰	O ₂ mg/l	t°	S ‰	O ₂ mg/l
1 m	6,99	23,83	13,19	5,00	22,74	13,11	3,00	19,00	17,13
4 m	6,05	24,76	10,20	3,30	25,44	12,00	2,86	24,98	11,88
8 m	5,01	27,90	10,10	2,18	28,66	11,30	1,88	26,89	11,98
12 m	4,90	29,90	9,55	3,66	29,91	8,80	2,14	29,22	12,16
20 m	5,76	33,06	8,25	7,21	31,06	0	7,51	31,79	1,06

De spesielle forhold på stasjonen innerst i Bonnefjorden (Ep2) fortjener nærmere omtale. Fattigdommen på ledsagende diatomearter i 1m-prøven var påfallende. Som et ekstremt eksempel kan nevnes at Chaetoceros socialis som hadde en bestand på 880000/1 ved Akershus, ikke ble registrert i denne prøven. Tilførselen av ferskvann i den innerste del av Bonnefjorden hadde ført til en nedsettelse av saltholdigheten i 1m til 19‰. Mens Skeletonema godt kan tåle så stor nedsettelse av saltholdigheten uten at det virker på dens vekst, kan det tenkes at de marine medlemmer av indrefjordsamfunnet ikke har hatt så gode vekstforhold under disse forhold. Når Skeletonema-bestanden ble så stor, er det nærliggende å tenke seg at det i tillegg til den generelle gjødslingseffekt av forurensningen fra Osloøyområdet har vært næringstilførsel med ferskvannet, bl.a. fra den meget næringsrike innsjø Årungen, som har gitt grunnlag for den sterke oppblomstring i dette område.

Den relative oksygenfordeling på de tre stasjoner (Tabell 29) stemmer godt med planteplanktonets fordeling. Det eufotiske lag ser ut til å ha gått ned til mellom 12 og 20 m.

M a i -toktet viser en fordeling av planteplanktonet som er influert av vindtransport innover på grunn av fremherskende, ganske kraftig sørlig vind i den foregående uke. Det var store bestander av diatomeer ved Akershus, mens det innerst i Bonnefjorden og i Drøbaksundet var små bestander. I Drøbaksundet var det en tydelig innflytelse av ytre fjordplankton, med store bestander av Exuviaella baltica, som hadde et utpreget maksimum her (Tabell 31). De viktigste arter av indrefjordplanktonet hadde alle sine maksima på Akershusstasjonen, slik en skulle vente ved en utpreget sønnavindssituasjon, som ville forsterke gjødslingseffekten fra forurensning innen det indre område.

Situasjonen i j u n i var tilsynelatende ikke i overensstemmelse med vindobservasjonene fra den foregående uke, som viste en ganske kraftig sønnavindskomponent. Det var meget store diatomebestander både i Drøbaksundet, i Vestfjorden og i Bonnefjorden. Den hydrografiske situasjon var meget utpreget, som det fremgår av Tabell 30.

Tabell 30

Hydrografiske data for stasjoner i juni 1962.

Dyp	Drøbaksundet			Vestfjorden			Bonnefjorden		
	t°	S ‰	O ₂ mg/l	t°	S ‰	O ₂ mg/l	t°	S ‰	O ₂ mg/l
1 m	14,89	17,32	9,35	14,83	19,51	9,25	15,69	20,97	9,35
4 m	14,64	17,32	9,35	14,68	19,60	9,35	15,68	21,04	9,50
8 m	14,70	17,36	9,25	14,60	19,83	8,85	15,49	21,69	8,65
12 m	14,78	17,56	9,15	8,45	26,48	6,20	10,87	23,71	6,50
20 m	10,20	25,92	7,65	6,79	31,57	4,40	6,81	31,78	1,35

Sønnavinden hadde ført til en oppstuing av vann med lav saltholdighet, vel 17 ‰, i Drøbaksundet. Disse vannmasser må antas å ha kommet fra Breiangen, hvor ferskvannstilførsel fra Dramsfjorden nedsetter saltholdigheten i overflatelagene. Planteplanktonsamfunnet i Drøbaksundet skilte seg ikke ut fra det som ble funnet i den indre fjord med hensyn til arts-sammensetningen, bortsett fra at det der var en mindre tilblending av ferskvannsdiatomeen Asterionella formosa, men det var i Drøbaksundet langt mindre bestander av den karakteristiske indrefjordform Peridinium triquetrum. Når diatomebestanden i Drøbaksundet var like stor som inne i Vestfjorden, tyder det ved denne vindsituasjon på at det i Breiangen må ha vært en gjødslingsseffekt som kan skrive seg såvel fra tidligere tilført vann fra indre Oslofjord som fra Dramsfjordvannet. Vi skal komme tilbake til dette spørsmål i et senere avsnitt (side 109).

J u l i -snittet viser en planteplanktonfordeling preget av nordavinden i uken før, men samtidig ser det ut til å være blitt ført inn vann fra Breiangen. Forekomsten av en stor bestand av Coccolithus huxleyi ^{i Drøbaksundet,} 8m, er en indikasjon på dette forhold, som også bekreftes av de hydrografiske data. Diatomebestanden var betraktelig mindre enn i juni, mens ceratiene viste en økning, og deres fordeling viste den samme tendens som før diatomeene, med høyere bestander inne i fjorden.

I uken før a u g u s t -snittet var det en sørlig vind. Planktonfordelingen viste for diatomeenes vedkommende at det var større bestander ved Filtvet og Drøbak enn inne i Vestfjorden. Fordelingen av de øvrige grupper, ceratier og andre brune dinoflagellater, tyder imidlertid på at samfunnet i det ytre område ikke var sterkt påvirket av indrefjordsamfunnet. Situasjonen minner om den som er omtalt før juni idet det ser ut til at de vannmasser som sønnavinden nylig måtte ha ført inn fra litt lenger ute i fjorden hadde relativt store mengder av diatomeer. Diatomesamfunnet på de to ytre stasjoner støtter denne antakelse idet det skiller seg ut fra det i den indre fjord ved forholdsvis meget større bestander av Chaetoceros compressus og C. socialis og langt mindre av Cyclotella caspia.

Snittet som ble tatt i slutten av s e p t e m b e r viste en fordeling av diatomeer, ceratier og andre brune dinoflagellater som hva en skulle vente ved en nordavindssituasjon. På de ytre stasjoner var bestandene betydelige og med et noe større innslag av kalkflagellater.

I o k t o b e r og n o v e m b e r var bestandene såvidt beskjedne at noen tydelig vindtransport ikke kan ventes å påvises som resultat av en vindvirkning fra nord, men det er mulig at vindsituasjonen kan være medansvarlig for at bestandene i den indre fjord var så små, selv om det på

denne tid må ventes en sesongbetinget nedgang i bestandene.

I d e s e m b e r var det en viss økning av bestanden av diatomeer i Drøbaksundet, med et meget variert samfunn av Chaetoceros-, Nitzschia- og Thalassiosira-arter.

Tabell 31

Andre brune dinoflagellater. Maksimaltall på hver stasjon for utvalgte komponenter. Celler pr. liter. 1)

	Filtvet	Drøbaksundet	Vestfjorden	Akershus	Bonnefjorden
<u>Exuviaella baltica</u>					
16-17 mars		3000	6500	500	-
5-6 april		28000		2000	3000
26 april		9500		-	-
21-22 mai		263000		3000	5500
21-22 juni		2000	8500		17000
16-17 juli		84000	18500		13000
16-17 august	1500	3000	3000		
26-28 september	-	-	-	-	-
<u>Peridinium triquetrum</u>					
16-17 mars		-	500	-	-
5-6 april		-		-	500
26 april		500		-	4500
21-22 mai		160		14000	3500
21-22 juni		1500	10000		527000
16-17 juli		2500	2000		5500
16-17 august	-	-	18000		
26-28 september	2500	500	500	9500	2500
<u>Peridinium trochoideum</u>					
16-17 mars		-	2000	-	-
5-6 april		-		-	360
26 april		-		2500	9000
21-22 mai		4280		25000	720
21-22 juni		-		-	1000
16-17 juli		-		-	-
16-17 august	-	1000	2000		
26-28 september	-	80	-	-	-
<u>Prorocentrum micans</u>					
16-17 juli		6000	5500		27000
16-17 august	2500	6000	112000		
26-28 september	41500	7000	115000	179000	101000
<u>Dinophysis spp.</u>					
16-17 mars		1020	880	-	-
5-6 april		800		1600	3480
26 april		520		80	600
21-22 mai		1320		960	880
21-22 juni		440	1000		3300
16-17 juli		200	880		160
16-17 august	240	120	3880		1240
26-28 september	240	160	480	660	960

1) Drøbaksundet, 5 april: 3000 Goniaulax tamarensis
Vestfjorden, august : 20880 Goniaulax spp., derav 20400 G. polygramma

Sammenfattende kan det sies at fordelingsbildet av planteplanktonet under forskjellige vindforhold om vinteren frem til mai er i overensstemmelse med den vårutvikling som en kjenner fra andre områder av Norskekysten. Forurensningen ser ut til å ha gitt en relativt beskjeden gjødslingseffekt i mars og begynnelsen av april, men gjorde seg sterkere gjeldende i den etterfølgende periode, i annen del av april og i mai. Vindvirkningen ga seg da utslag i transport fra den indre fjord av vannmasser med store diatomebestander ut til Drøbaksundet.

I den egentlige sommerperiode, juni-september, var det i 1962 tydelig at det ved sønnavindssituasjonen ble ført inn vannmasser fra Breiangen med et rikt planteplankton, spesielt av diatomeer. Nordavindssituasjonene ga lignende fordeling som tidligere på året, med forekomst av indrefjordplankton med store bestander i Drøbaksundet og ved Filtvet. Den alminnelige gjødslingseffekt i den indre fjord var utpreget såvel for diatomeer som dinoflagellater i hele sommerperioden.

Vi har i det foregående nevnt endel spesielle trekk ved de enkelte diatomearters fordeling og skal i det følgende ta frem en del detaljer for de øvrige grupper.

For ceratiernes vedkommende er det ett forhold som bør tas i betraktning når en ser på deres fordelingsbilde i forhold til diatomeenes, spesielt under nordavindsituasjoner. Hasle (1950, 1954) har ved undersøkelser i indre Oslofjord påvist at ceratiene utfører vertikalvandring i løpet av døgnet. Mens diatomeene er avhengige av den næringstilførsel som de kan få i de øverste overflatelag, vil ceratiene også kunne nyte godt av de større næringsmengder litt dypere nede når de under sine vertikalvandring oppholder seg der. Disse vertikalvandring kan også føre til at ceratiene ikke i den grad som diatomeene blir ført utover i fjorden under nordavind, idet det i første rekke blir de aller øverste lag som transporteres utover. I materialet fra 1962 er det detaljer i denne gruppes fordeling innen snittet som kan tenkes å skyldes disse forhold, nemlig på juli og septembertoktet.

Gruppen "andre brune dinoflagellater" har vi ikke behandlet i den foregående fremstilling. Årsaken er at den omfatter arter med forskjellig fordelingsmønster. I Tabell 31 er fordelingen innen snittet for de viktigste arter gjengitt. Vi finner tre fordelingsmønstre:

Exuviaella baltica som hadde sin hovedforekomst i Drøbaksundet og i 1962 må betraktes som hørende til ytre fjordplanktonet på de fleste av toktene.

Peridinium triquetrum, P. trochoideum og Prorocentrum micans, som hadde sine største bestander i den innerste del av fjorden. De enkelte arters mengdeforekomst var sesongbetonet. P. triquetrum hadde sitt maksimum i juli, P. trochoideum i mai og Prorocentrum micans i august-september.

Artene av slekten Dinophysis viste langt mindre variasjon i sin kvantitative forekomst idet deres maksimum for hele året bare var 3480/l. Deres fordelingsmønster var meget uregelmessig.

Det samlede fordelingsmønster for hele gruppen på toktene svarte ikke til det diatomeene viste, noe som dels skyldes at Exuviaella hørte til

ytre fjordplanktonet, dels at de to Peridinium-arter og Prorocentrum etter sin opptreden ser ut til å reagere enda sterkere på gjødsling fra kloakkvann enn diatomeene. Dette forhold vil bli omtalt nærmere i et senere kapittel.

Den store bestand på 4,6 millioner/l av kalkflagellaten Coccolithus huxleyi i Drøbaksundet, 8 juli, var et isolert fenomen, som tydeligvis skyldtes en innstrømning av vann fra den ytre fjord. I Vestfjorden og Bonnefjorden var bestandene på samme tokt bare ca. 30000/l. I august ble også maksimalbestanden for denne art funnet ved Filtvet. Den var bare 62500/l, og i september var den gått ned til 20000/l. I den indre fjord spilte derfor kalkflagellatene en helt underordnet rolle i 1962.

Euglenaceae opptrådte bare en gang i forholdsvis stor bestand, 138000/l, og da ved Akershus. Ellers var forekomstene små og uregelmessige i sin opptreden, tilsynelatende bestemt av andre faktorer enn for de andre grupper.

b. Planteplanktonets artssammensetning i 1962.

Diatomeer.

I Tabell 32 er ført opp maksimalbestandene for de diatomeer som på en eller annen tid av året forekom i store bestander og som vi derfor kan regne som de viktige komponenter i 1962. I sin opptreden på de forskjellige årstider viser de stor ulikhet. Vi kan skjelne mellom følgende hovedtyper av forekomst:

i) Forekomst hele året igjennom med varierende, men relativt store bestander: Skeletonema costatum.

ii) Forekomst hele året igjennom, men med utpreget maksimum vår og/eller høst:

Cerataulina bergonii med maksimum i september,
Chaetoceros simplex var. calcitrans med vårmaksimum,
Chaetoceros socialis med vår- og høstmaksimum,
Leptocylindrus danicus med sommer-høstmaksimum,
Nitzschia delicatissima med høstmaksimum.

iii) Forekomst vår og høst, men ikke om sommeren:

Chaetoceros curvisetus,
Chaetoceros decilis med vårmaksimum og et mindre høstmaksimum,
Thalassiosira gravidioides med vår- og høstmaksimum (muligens to arter).

iv) Hovedforekomst om sommeren:

Rhizosolenia fragilissima med juli-maksimum.

v) Utpregede vårformer:

Chaetoceros similis,
Thalassiosira decipiens,
Thalassiosira nordenskioeldii, også i desember.

vi) Utpreget høstform:

Cyclotella caspia.

Uansett hvilket sesongmønster de tilhører, må alle disse arter regnes som hørende til fjordens faste diatomebestand. I hvilken grad deres kvantitative opptreden er påvirket av innførsel av bestander fra den ytre fjord, skal først diskuteres etter at vi har sett på forholdene i de andre årene.

Ceratier.

Som det fremgår av Tabell 32, hvor de viktigste av Ceratium-artene er ført opp, hadde disse sin største forekomst i tiden juni-september, men de enkelte arter viser en forskjellig sesongveksling i dette tidsrom. Også i oktober var bestandene ganske store. Mens C. tripos hadde sitt maksimum

Tabell 32

1962. Maksimalbestander i snittet på hvert tokt for de viktigste arter, celler pr. liter.

	16-17 mars	5-6 april	26 april	21-22 mai	21-22 juni	16-17 juli	16-17 august	26-28 sept.
<i>Cerataulina bergonii</i>	1340	1500	240	80	1560	4500	-	375000
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	7000							50000
- <i>debilis</i>	220000	20000	158000	41000	-	-	33000	-
- <i>laciniosus</i>	595500	37120	119500	10000	2080	40000	1000	-
- <i>similis</i>	364000	7500	2000	-	-	-	-	-
- <i>simplex</i> var.								
- <i>calcitrans</i>	281000	12000	3000	6000	17000	6500	17500	14500
- <i>socialis</i>	347000	423000	573000	39000	21000	1500	411000	1716000
<i>Cyclotella caspia</i>	-	-	-	-	-	-	375000	15000
<i>Leptocylindrus danicus</i>	32500	5420	48500	1160	1640	188000	6000	175000
<i>Nitzschia delicatissima</i>	30000	4500	10000	-	17000	10500	110000	7000
<i>Rhizosolenia fragilissima</i>	1500	-	-	-	2000	890000	3000	37000
<i>Skeletonema costatum</i>	12800000	2197000	29130000	10433000	16800000	36000	1148000	12578000
<i>Thalassiosira decipiens</i>	196000	3800	83000	2000	-	-	-	-
- <i>gtavideides</i>	13000	9440	28300	-	2000	-	-	267000
- <i>nordenskioldii</i>	1060000	107200	14960	-	-	-	-	-
<i>Ceratium furca</i>	-	-	-	-	40	160	8640	134880
- <i>fuscus</i>	20	-	-	-	1040	4920	96320	7360
- <i>tripos</i>	-	60	-	80	2800	8320	560	560
<i>Exuviaella baltica</i>	6500	28000	9500	263000	17000	84000	4000	-
<i>Peridinium triquetrum</i>	-	4500	14000	527000	5500	18000	9500	-
- <i>trochoideum</i>	2000	360	9000	27000	1000	-	2000	80
<i>Prorocentrum micans</i>	-	-	-	-	-	27000	112000	179000
<i>Coccolithus huxleyi</i>	-	-	500	1000	9000	4600000	62500	20000
Euglenaceae	1500	1500	5500	138000	4500	1000	1000	1500

i juli og C.fusus i august, nådde C.furca så sent som i september en enda høyere bestand enn noen av de andre hadde nådd. C.horridum, C.lineatum og C.macroceros ble bare observert tilfeldig, aldri i bestander over 500/l.

Andre brune dinoflagellater.

Foruten hovedartene som er omtalt i det foregående avsnitt opptrådte følgende arter av slekten Goniaulax: polyedra, polygramma, spinifera og tamarensis. G.polyedra nådde ikke høyere bestand enn 140/l, ved Filtvet i september, G.polygramma hadde en isolert stor bestand i Vestfjorden i august, da det i Bærumsbassenget var en enda større bestand (51760/l), mens G.spinifera aldri nådde større bestander. G.tamarensis hadde i juni 3000/l i Drøbaksundet, men var ellers sparsom i 1962.

Kalkflagellater.

Det ble bare identifisert to arter: Coccolithus huxleyi og Acanthoica quattropsina. Innenfor Drøbaksundet nådde ingen av disse arter særlig store bestander. (Se forøvrig ovenfor.)

Euglenaceae.

Til denne gruppe hører Eutreptia lanowii, som fins regelmessig i norske kystfarvann, men oftest i små mengder. Det er bare i forurenset vann at den kan opptre i store bestander. Dette året ble det bare registrert en maksimalbestand på 138000/l, ved Akershus. De øvrige som er ført til denne gruppe ble ikke identifisert da de ved konserveringen hadde mistet flagellene og var blitt deformert.

2. 1963.

Observasjoner i et snitt fra den innerste del av fjorden til Filtvet på 13 tokter i løpet av året.

Stasjoner: Filtvet, Drøbaksundet, Vestfjorden (bare i februar og mars), Akershus og Bonnefjord.

a. Årssyklus for de viktigste grupper av fotosyntetiske planktonalger.

Hovedtrekkene for området som helhet.

Tabell 33

Diatomeer. Maksimaltall for hvert tokt, millioner pr. liter.

jan.	febr.	mars	april	mai	juni	juli	1.aug.	26.aug.	sept.	okt.	nov.	des.
0.003	6.2	2.7	0.3	18.3	12.2	1.1	1.3	0.8	1.9	0.4	0.02	0.001

Også dette året var det små bestander i tiden oktober-januar og det er påfallende at de i november-januar utgjorde bare 1-2 % av de tilsvarende bestander i 1962. Ikke desto mindre var det allerede 20. februar en maksimalbestand på over 6 millioner pr. liter. Etter denne tid og til september var det store diatomebestander, men maksimaltallene på de enkelte tøkter er til dels langt under nivået i 1962. Etter en tidlig våroppblomstring var det fra februar til mars en viss nedgang og denne fortsatte, så det i april ikke ble funnet bestander på mer enn vel 300000/l. Så var det en sterk oppgang til meget store bestander i mai og juni, men i juli og august holdt bestandene seg lave med maksimaltall på ca. 1 million/l. I september var det så en mindre stigning igjen.

Tabell 34

Ceratier. Maksimaltall for hvert tokt. Hundrer pr. liter.
+ angir mindre enn 100.

jan.	febr.	mars	april	mai	juni	juli	1.aug.	26.aug.	sept.	okt.	nov.	des.
+	5	+	+	+	14	20	65	89	1293	55	12	2

Også dette året var det bare i perioden juni-oktober at det opptrådte større bestander. I juni-august var bestandene påtakelig mindre enn for tilsvarende måneder i 1962. Maksimaltallet for året var imidlertid praktisk talt det samme for de to år og ble funnet i september.

Tabell 35

Andre brune dinoflagellater. Maksimaltall for hvert tokt.
Tusener pr. liter. + angir mindre enn 1000.

jan.	febr.	mars	april	mai	juni	juli	1.aug.	26.aug.	sept.	okt.	nov.	des.
+	3	1	1	10	4367	2041	853	459	795	441	22	+

De meget store bestander forekom dette året fra juni til oktober og var i alle disse måneder flere ganger så store som i 1962. Sesongvekslingen var den samme som året før, bortsett fra at mai dette året var fattigere, et forhold vi skal omtale nærmere nedenfor. November-tallet er forholdsvis noe større enn i det foregående år.

Kalkflagellater. Bortsett fra et par celler i maiprøven som ble henført til denne gruppe, ble det ikke registrert noen i hele årets løp.

Tabell 36

Euglenaceae. Maksimaltall for hvert tokt. Tusener pr. liter.
+ angir mindre enn 1000.

jan.	febr.	mars	april	mai	juni	juli	1.aug.	26.aug.	sept.	okt.	nov.	des.
-	-	14	80	1520	41	364	7	80	66	3	-	-

Euglenaceae forekom dette året i større bestander enn i 1962, men hadde også nå sitt maksimum i mai måned, med mer enn 10 ganger så stor bestand som forrige år.

1963 er karakterisert ved at diatomebestandene gjennomgående var mindre enn for de tilsvarende tokter i 1962. Dette gjelder også ceratiene, bortsett fra september måned, mens de andre brune dinoflagellater og likeså Euglenaceae hadde større bestander i 1963. Begge disse grupper må ansees som særlig karakteristiske for de mest forurensede områder. Vi skal i det følgende se på gruppenes fordeling innen snittet.

Tabell 37

1963. - Fordelingen av de viktigste grupper av fotosyntetiske planktonalger i lengdesnittet Filtvet-Bonnefjord på hvert tokt. Maksimaltall for hver stasjon, celler pr. liter.

	Filtvet	Dröbak	Vestfjorden	Akershus	Bonnefjorden	
<u>14-15 januar</u>		Vind uken før: N 11 V 2				
Diatomeer		3360		2000		
Ceratier		40		40		
Andre brune dinofl.		500		500		
Euglenaceae		500		-		
<u>20 februar</u>		Vind uken før: N 4 Ö 2				
Diatomeer			6 198220 (L)	482480	3 436300 1)	1)
Ceratier			500	40	-	bare
Andre brune dinofl.			4000	-	-	1 m
Euglenaceae			-	4000	-	
<u>26-27 mars</u>		Vind uken før: N 1 Ö 6				
Diatomeer			393420 (L)	2 664500		
Ceratier			80	60		
Andre brune dinofl.			740	260		
Euglenaceae			440	14500		
<u>18-22 april</u>		Vind uken før: S 6 Ö 11				
Diatomeer	39360	234020		245540	342380	
Ceratier	40	-		-	-	
Andre brune dinofl.	660	940		1140	500	
Euglenaceae	2500	10000		80500	67500	
<u>21-22 mai</u>		Vind uken før: S 28 Ö 5				
Diatomeer	16000	313520		18 258000	2 174200	
Ceratier	40	40		-	-	
Andre brune dinofl.	3000	740		1250	10000	
Euglenaceae	36500	46000		1 520000	41000	
<u>18-20 juni</u>		Vind uken før: S 5 Ö 12				
Diatomeer	12 159500	8 665500		105000	120	
Ceratier	1440	480		80	120	
Andre brune dinofl.	19740	23040		4 367580	488500	
Euglenaceae	2000	4500		41500	500	
<u>3-4 juli</u>		Vind uken før: S 8 Ö 2				
Diatomeer	229000	573080		1 130000	36000	
Ceratier	640	240		760	1980	
Andre brune dinofl.	36160	126120		2 041520	471240	
Euglenaceae	1000	7000		364000	3000	

Tabell 37 (forts.)		- 57 -			
<u>31 juli - 1 august</u>		Vind uken för: 0 V 3			
Diatomeer	88000	104040		1 294000	620000
Ceratier	1760	5880		1320	6560
Andre brune dinofl.	21160	39140		853000	79400
Euglenaceae	2000	-		4000	7000
<u>26-28 august</u>		Vind uken för: S 10 Ö 6			
Diatomeer	162160	198200		805000	30080
Ceratier	240	8920		7520	6400
Andre brune dinofl.	20160	31240		280400	459240
Euglenaceae	9000	2000		80000	-
<u>17-18 september</u>		Vind uken för: S 13 V 9			
Diatomeer	16400	9120		1 089940	1 868000
Ceratier	4680	25560		62800	129360
Andre brune dinofl.	3120	15440		795320	590440
Euglenaceae	1000	-		66000	2000
<u>23-24 oktober</u>		Vind uken för: S 10 0			
Diatomeer	335040	375540		69080	62540
Ceratier	3840	5460		240	540
Andre brune dinofl.	29500	441000		45540	26740
Euglenaceae	3000	500		500	-
<u>13-14 november</u>		Vind uken för: N 14 Ö 11			
Diatomeer	22540	2080		80	580
Ceratier	1180	360		-	-
Andre brune dinofl.	10200	6040		6000	22040
Euglenaceae	-	-		-	-
<u>17-18 desember</u>		Vind uken för: N 5 V 2			
Diatomeer	1100	420		500	500
Ceratier	180	40		40	-
Andre brune dinofl.	-	-		40	880
Euglenaceae	-	-		-	-

Planteplanktonets fordeling på de enkelte stasjoner på hvert tokt, jevnført med vinddata for uken før toktet. - Tabell 37.

På januar-toktet var planteplanktonet meget fattig, men allerede på februar-toktet var det meget store bestander av et artsrikt diatomesamfunn i Vestfjorden og i Bonnefjorden, mens det var meget artsfattig og sparsom bestand på Akershus-stasjonen. Det var nordavindssituasjon og denne kan ha bidratt til denne fordeling.

På mars-toktet var det stor nedgang i bestanden i Vestfjorden, mens det var blitt en betydelig bestand ved Akershus. I Vestfjorden må det antas at vårutviklingen hadde passert sitt maksimum, mens den ved Akershus var forsinket. På stasjonen Fornebu (Bnl) som ikke er tatt med i Tabell 37, var det en enda større bestand enn ved Akershus, 6,8 millioner/l. Disse endringer må betraktes som sesongbetinget og ikke influert av noen vindvirkning idet det i perioden forut ikke var noen fremtredende vindresultant, Skeletonema var den dominerende art, ledsaget av betydelige bestander av Chaetoceros-arter, først og fremst C. debilis. I motsetning til hva tilfelle var i 1962, gikk diatomebestanden ned i april så maksimalbestanden for hele snittet i siste halvdel av april ikke oversteg 350000/l. Det var sørlig vind som var mest fremtredende, så det skulle kunne være ventet at det ville ha blitt en betydelig gjødslingseffekt på denne tid.

En ny oppblomstring av diatomeene kom først i mai, da det med en kraftig sønnavindskomponent ble et utpreget maksimum i den indre fjord, med over 18 millioner/l ved Akershus. Foruten diatomeene viste også Euglenaceene et stort maksimum ved Akershus.

På juni-toktet var det, som i 1962, store diatomebestander på de ytre stasjoner etter en sønnavindssituasjon i uken før toktet. Forklaringen må være den samme, nemlig at vannmassene som ble ført inn mot Filtvet og Drøbaksundet hadde en meget rik diatomebestand. Foruten Skeletonema og de ledsagerarter som den hadde i det indre område, var det på de to ytre stasjoner også meget store bestander av Cyclotella caspia, en art som i den indre fjord forekom bare i meget små bestander. Denne brakkvannsart er ved tidligere undersøkelser funnet i Dramsfjordområdet som en viktig komponent av diatomesamfunnet (Braarud, Föyn og Hasle 1958). Saltholdigheten var også dette året meget lav på de to ytre stasjoner, enda lavere enn i juni 1962.

Saltholdighetsverdiene for 1m på stasjonene var følgende:

Filtvet: 15,86 ‰, Drøbaksundet: 15,99 ‰, Akershus: 18,45 ‰ og Bonnefjord: 18,64 ‰.

På de indre stasjoner var vegetasjonen i juni meget eiendommelig. Diatomeene var meget sparsomme, i Bonnefjorden bare 120/l, mens det var meget store bestander av brune dinoflagellater, først og fremst Peridinium triquetrum, som hadde 4,4 millioner/l ved Akershus.

I uken før 3-4 juli-toktet var det fremdeles sønnavindssituasjon. De store Skeletonema-bestander i juni på opptil 12 millioner/l på de ytre stasjoner var nå nesten forsvunnet idet den største bestand derute var 162000/l, mens Cyclotella caspia fremdeles hadde ganske store bestander på disse stasjoner. På de indre stasjoner hadde Skeletonema-bestanden tiltatt ved Akershus (1,1 million/l), mens den fremdeles var meget liten i Bonnefjorden, hvor Cyclotella caspia utgjorde hovedmengden av den beskjedne diatomebestand. Det var også en betydelig nedgang i bestandene av brune dinoflagellater.

På toktet 1 august var Skeletonema praktisk talt forsvunnet. Bare ved Akershus var det 11000/l. Den dominerende diatome var nå på alle stasjoner Leptocylindrus danicus, men ved Akershus var det også en betydelig bestand av Cyclotella caspia. De brune dinoflagellater fortsatte å spille en viktig rolle, nå dominert av Prorocentrum micans, som hadde sitt maksimum, 838000/l, ved Akershus.

Tabell 38

Andre brune dinoflagellater. Maksimaltall på hver stasjon i 1963 av utvalgte komponenter. Celler pr. liter. 1)

	Filtvet	Drøbaksundet	Akershus	Bonnefjorden
<u>Peridinium triquetrum</u>				
18-22 april	-	40	500	-
21-22 mai	-	-	500	1000
18-20 juni	14500	22000	4 360000	487000
3-4 juli	35000	124000	1 992000	454000
1 august	3000	2000	1000	3000
26-28 august	1000	11000	45000	61000
17-18 september	1000	-	290000	47000
23-24 oktober	1000	12000	2500	1500
13-14 november	500	500	-	-
<u>Peridinium trochoideum</u>				
18-22 april	-	500	-	-
21-22 mai	-	-	1000	1500
18-20 juni	500	1000	5000	1000
3-4 juli	-	-	1000	3000
1 august	-	1000	6000	1000
26-28 august	-	3000	9000	10000
17-18 september	-	-	21000	3000
23-24 oktober	1000	-	1000	-
13-14 november	500	-	-	-
<u>Prorocentrum micans</u>				
18-22 april	-	-	-	-
21-22 mai	-	-	-	-
18-20 juni	120	40	1000	500
3-4 juli	1000	1000	25000	9000
1 august	17000	35000	838000	78000
26-28 august	19000	17000	224000	388000
17-18 september	2000	15000	474000	540000
23-24 oktober	27000	428000	42000	25000
13-14 november	9500	6000	6000	21500
<u>Dinophysis spp.</u>				
18-22 april	160	400	640	500
21-22 mai	2000	240	2280	7000
18-20 juni	120	40	40	-
3-4 juli	160	120	520	1040
1 august	160	160	7000	480
26-28 august	160	240	400	240
17-18 september	120	360	160	2160
23-24 oktober	500	500	40	200
13-14 november	200	20	-	40

- 1) Exuviaella baltica forekom i april-juni med bestander på opptil 4500/l, men bare på Filtvet-stasjonen.
Goniaulax polyedra ble bare observert i Bonnefjorden i mai (500/l).
 - spinifera fra juni til september med maksimalbestander på Akershus-stasjonen, 23000/l i juli, 10000/l i september.
 - tamarensis bare i små bestander i mai, juni og oktober.

Tabell 39

1963. Maksimalbestander i snittet på hvert tokt for de viktigere arter, celler pr. liter.

	20 febr.	26-27 mars	18-22 april	21-22 mai	18-20 juni	3-4 juli	1 aug.	26-28 aug.	17-18 sept.
<i>Cerataubina bergonii</i>	1000	-	-	-	-	-	-	-	1220000
<i>Chaetoceros debilis</i>	65840	201000	1280	-	-	-	-	4000	600
- <i>laciniolus</i>	189000	9500	-	-	-	-	-	-	5000
- <i>similis</i>	32500	10500	-	-	-	-	-	6000	-
- <i>simplex</i> var. <i>calcitrans</i>	11500	12500	-	15500	-	-	-	-	5000
- <i>socialis</i>	36500	59500	32500	-	-	-	-	-	-
- <i>subsecundus</i>	-	11500	277360	1160	-	-	-	-	-
<i>Cyclotella caspia</i>	-	-	-	-	2282000	402000	314000	320000	340000
<i>Leptocylindrus danicus</i>	13000	17000	7000	1500	-	2000	968000	26000	152000
<i>Nitzschia delicatissima</i>	151000	271000	-	-	5500	-	-	-	-
<i>Rhizosolenia fragilissima</i>	80	-	-	-	2500	8000	2000	-	-
<i>Skeletonema costatum</i>	6018000	2376000	77000	18256000	9838000	1130000	11000	23000	246000
<i>Thalassiosira decipiens</i>	5640	540	-	-	-	-	-	-	-
- <i>gravidoides</i>	12360	200	4500	640	-	-	-	-	1160
- <i>nordenskiöldii</i>	58400	10000	-	-	120	-	-	-	-
<i>Ceratium furca</i>	20	-	-	-	-	-	-	-	22240
- <i>fuscus</i>	500	80	-	-	120	160	4760	8000	126880
- <i>tripos</i>	-	-	40	40	1320	1940	3560	920	3320
<i>Dinophysis acuta</i>	-	-	-	500	-	-	-	-	240
- <i>lachmannii</i>	-	120	800	1500	720	760	7000	320	2000
- <i>norvegica</i>	500	1000	520	5000	80	280	-	80	160
<i>Exuviaella baltica</i>	-	-	500	1000	4500	1000	-	-	-
<i>Peridinium triquetrum</i>	1000	500	500	1000	4360000	1992000	3000	61000	290000
- <i>trechoideum</i>	-	-	500	1500	5000	3000	6000	9000	21000
<i>Prorocentrum micans</i>	2500	20	-	-	1000	25000	838000	388000	540000
<i>Coccolithus huxleyi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Euglenaceae	680	14500	80500	1520000	41500	364000	7000	80000	66000

Sönnavindssituasjonen som hadde vært fremtredende siden i april, fortsatte fremdeles, også i siste uke av august.

På toktet 26-28 august var diatomebestanden atskillig redusert i den indre del, mens det var en viss økning på de to ytre stasjoner. Den var nå dominert av Cyclotella-arter og det var også betydelige bestander av Chaetoceros-arter, noe mindre av Leptocylindrus danicus. De brune dinoflagellater, spesielt Prorocentrum micans, opptrådte fremdeles i ganske store bestander og hadde sitt maksimum, 495000/l, i Bonnefjorden.

I september var Skeletonema fremdeles påfallende sparsom, selv om den ved Akershus nådde 246000/l. I tillegg til Cyclotella, som fremdeles hadde store bestander i den indre fjord, opptrådte nå Cerataulina bergonii i store konsentrasjoner ved Akershus og i Bonnefjorden (1,2 millioner/l). Andre diatomeer som også var tallrike var Chaetoceros-arter og Leptocylindrus danicus. De brune dinoflagellater hadde igjen tiltatt noe i den indre fjord, hvor også ceratiene nådde sine maksimale bestander for året på dette tokt.

Oktober-toktet viste en sterk nedgang i bestandene av alle grupper i den indre fjord, mens både diatomeer og brune dinoflagellater viste en ikke ubetydelig oppgang fra september på de ytre stasjoner. Blant diatomeene var det Cerataulina bergonii som dominerte og blant de brune dinoflagellater Prorocentrum micans som hadde en bestand på 428000/l i Drøbaksundet.

I november og desember var bestandene av alle grupper gått ned.

1963 var preget av fremtredende sönnavindssituasjon fra april til oktober. Både i mengde og i sammensetning var diatomebestandene meget forskjellige fra de som ble observert i 1962. Fra juni til september forekom de brune dinoflagellater i langt større bestander i den indre fjord enn i 1962, mens ceratiene først i september nådde så store bestander som i 1962. Euglenaceae hadde oftere store bestander enn i 1962 og maksimalbestanden var langt større.

b. Planteplanktonets sammensetning i 1963.

Diatomeer.

I Tabell 39 er det på samme måte som for 1962 ført opp maksimaltall for de viktigere arter på hvert tokt. Artssammensetningen er stort sett den samme i de to år, men det er iøynefallende forskjeller med hensyn til hvilken rolle de enkelte arter spiller.

Det er påfallende at det om sommeren og høsten var et fattigere diatome-samfunn i telleprøvene fra 1963 enn i 1962. Det gjelder først og fremst Chaetoceros-artene. Som illustrasjon av dette forhold er det i Tabell 40, ført opp antallet av Chaetoceros-arter som er registrert på hvert tokt fra mai til september i de to år.

Tabell 40

Antall arter av Chaetoceros som ble observert i telleprøvene.

	mai	juni	juli	august	september
1962	7	7	6	12	9
1963	5	0	0	2+	4+

Sommer- og høstplanktonet var dominert av følgende arter: Cerataulina bergonii (bare i september), Cyclotella caspia, fra juni til september, Leptocylindrus danicus, i august-september og Skeletonema constatum som opptrådte i hele perioden, men var tallmessig underordnet i august og september.

Under diatomeenes vårutvikling hadde de fleste av Chaetoceros-artene langt mindre bestander enn i 1962. Nitzschia delicatissima hadde ikke noen oppblomstring om høsten og Rhizosolenia fragilissima nådde ikke på noe tokt større bestander, mens den i 1962 hadde et kraftig maksimum i juli (890000/l). Skeletonema costatum hadde ikke noe utpreget høstmaksimum i 1963. Det samme gjelder Thalassiosira gravidoides, og de tre Thalassiosira-artene spilte også en mindre rolle under våroppblomstringen dette år.

Ceratier.

De samme tre arter dominerte Ceratium-bestanden i 1963 som i 1962. C.furca hadde sitt maksimum i september, mens den ikke var registrert i de foregående måneder. C.fusus nådde maksimum i september mens den året før hadde et utpreget maksimum i august og C.tripos hadde sitt maksimum i slutten av juli, omtrent samme tid som i 1963. C.furca og C.tripos nådde høyere maksimaltall i 1962 enn i 1963, mens det omvendte var tilfelle med C.fusus. Ingen andre Ceratium-arter ble observert i telleprøvene dette år.

Andre brune dinoflagellater.

Det er påfallende at Exuviaella baltica hadde helt ubetydelige bestander i 1963, mens det i 1962 ble ført inn i området ganske store bestander utenfra. De to karakteristiske indrefjordarter, Peridinium triquetrum og Prorocentrum micans spilte en langt mer fremtredende rolle i sommer- og høstplanktonet enn i det foregående år, mens Peridinium trochoideum i begge år var av underordnet betydning.

Kalkflagellater.

I hele året ble det bare funnet etpar celler i telleprøvene. Denne påfallende fattigdom tyder på at det ikke var ført inn bestander utenfra og det støtter antakelsen av at kalkflagellatene ikke overvintrer i Oslofjorden.

Euglenaceae.

Denne gruppen hadde gjennomgående større bestander i hele perioden mars-september 1963 enn i det foregående år. Begge år ble maksimum registrert i mai.

Samlet kan det sies at 1963 er karakterisert ved at det til tross for en fremherskende sønnavindssituasjon om sommeren ikke er noe som tyder på en vesentlig innflytelse av ytre fjordvannmasser i området Filtvet-Bonnefjord. Den fattige Chaetoceros-vegetasjon om sommeren og høsten, mangelen på kalkflagellater og andre representanter fra Skagerakssamfunnet, tyder på at vindtransport utenfra har vært beskjeden i hele perioden. Vindsituasjonen ser ut til å ha begunstiget utviklingen av store bestander av brune dinoflagellater i det innerste fjordområde.

3. 1964.

Observasjoner i et snitt fra den innerste del av fjorden til Filtvet på 14 tokter i løpet av året.

Stasjoner: Filtvet, Drøbaksundet, Akershus, Bønefjord.

a. Årssyklus for de viktigste grupper av fotosyntetiske planktonalger.

Hovedtrekkene for området som helhet.

Tabell 41

Diatomeer. Maksimaltall for hvert tokt, millioner pr. liter.

jan.	febr.	mars	1. april	22. april	mai	2. juni	16. juni	juli	aug.	8. sept.	29. sept.	okt.	nov.
0.02	0.3	7.9	1.5	1.6	10.4	5.9	0.9	13.5	18.0	5.7	0.7	0.03	1.1

Mens det i oktober og januar var små bestander, som i de tidligere år, var det i november en uvanlig stor maksimalbestand på over 1 million/l. Vårutviklingen av diatomeer var usedvanlig sen idet bestandene i februar ikke oversteg 300000/l. Maksimum i mars ble etterfulgt av en betydelig nedgang, men ikke så utpreget som i det foregående år. Store bestander i mai-juni ble fulgt av en kortvarig nedgang i midten av juni, hvorefter bestandene holdt seg høye i juli og august til litt ut i september, hvorefter bestanden igjen avtok i slutten av september og i oktober falt til 30000 pr. liter. I juli-september var bestandene langt større enn i det foregående år. En nærmere sammenligning med 1962 og 1963 vil bli foretatt i et senere kapitel.

Tabell 42

Ceratiier. Maksimaltall for hvert tokt, hundrer pr. liter.
+ angir mindre enn 100.

jan.	febr.	mars	1. april	22. april	mai	2. juni	16. juni	juli	aug.	8. sept.	29. sept.	okt.	nov.
6	5	5	3	+	1	-	5	13	21	113	88	6	5

Påfallende ved ceratiernes opptreden i 1964 er at det var forholdsvis store bestander i januar-mars, men en svakere utvikling av bestandene om sommeren og høsten. Maksimum opptrådte på samme tid som i tidligere år, i september, men var meget mindre, bare 10% av hva som ble funnet i de foregående år. Som vi skal se, er også horisontalfordelingen dette år sterkt avvikende fra den som ble funnet i årene før.

Tabell 43

Andre brune dinoflagellater. Maksimaltall for hvert tokt.
Tusener pr. liter. + angir mindre enn 1000.

jan.	febr.	mars	1. april	22. april	mai	2. juni	16. juni	juli	aug.	8. sept.	29. sept.	okt.	nov.
6	3	4	2	6	34	56	73	144	348	43	21	7	9

Relativt store bestander forekom i tiden fra mai til september, men de var påfallende mindre enn foregående år. Maksimum ble funnet noe senere på sommeren enn årene før. Det var bare 351000/l, og er av samme størrelsesorden som for 1962, men bare ca. 10% av det som ble registrert i 1963.

Tabell 44

Kalkflagellater. Maksimaltall for hvert tokt. Tusener pr. liter.
Ingen observert i tiden januar-mai.

2.juni	16.juni	juli	august	8.september	29.september	oktober	november
2	5,5	0,5	1140	4,5	6	29	133,5

Selv om det bare var på august-toktet at en relativt stor bestand ble observert, var denne gruppe bedre representert enn i de tidligere år. En mindre økning i bestanden fra oktober til november minner om den som også ble funnet for diatomeer og "andre brune dinoflagellater". Som vi skal se nedenfor, var fordelingen innen snittet en annen enn i 1962, da det også var en enkelt ganske rik forekomst.

Tabell 45

Euglenaceae. Maksimumstall for hvert tokt. Tusener pr. liter.
+ angir mindre enn 1000.

jan.	febr.	mars	1. april	22. april	mai	2. juni	16. juni	juli	aug.	8. sept.	29. sept.	okt.	nov.
4	9	154	170	346	80	75	59	24	429	37	6	36	+

Fra mars til september var gruppen representert ved relativt store bestanden, med to særlig store, 22. april og i august, men de nådde ikke opp til maksimalbestanden i 1963.

1964 viser for alle hovedgrupper påtakelige forskjeller i årssyklus og gruppenes relative mengdeforhold fra det som ble funnet i de to foregående år. Særlig påfallende er den sene vårutvikling av diatomeer og de relativt store bestander i november, ceratiens svake utvikling om sommeren og høsten, de beskjedne maksimalbestander av andre brune dinoflagellater og de noe større bestander av kalkflagellater.

Planteplanktonets fordeling på de enkelte stasjoner på hvert tokt, jevnført med vinddata for uken før toktet. - Tabell 46.

I j a n u a r var det beskjedne diatomebestander både i Bonnefjorden og på de ytre stasjoner, mens Akershusstasjonen var ytterst fattig. I f e b r u a r var vårutviklingen begynt på alle stasjoner, men det var påfallende små bestander. Selv på de ytterste stasjoner som var rikest, var det bare ca. 1/4 million/l. Akershusstasjonen lå noe etter de andre, hvilket den fremherskende nordavind kan ha bidratt til. I m a r s hadde imidlertid denne stasjon maksimum for hele snittet, med nær 8 millioner/l. På alle stasjoner var det større bestander i 8m enn i 1m, hvilket tyder på at vårutviklingen var på retur. De mest fremtredende diatomearter var de samme i hele området, men deres relative mengdeforhold vekslet, som det fremgår av nedenstående tabell.

Tabell 46

1964. - Fordelingen av de viktigste grupper av fotosyntetiske planktonalger i lengdesnittet Filtvet-Bonnefjord på hvert tokt. Maksimaltall for hver stasjon, celler pr. liter.

	Filtvet	Dröbak	Akershus	Bonnefjorden
<u>15-16 januar</u>	Vinden en uke för: N 1 V 10			
Diatomeer	18820	12260	1540	13740
Ceratier	540	640	-	-
Andre brune dinofl.	6000	200	-	1000
Euglenaceae	4000	-	-	2000
<u>11-13 februar</u>	Vinden en uke för: N 10 V 8			
Diatomeer	268260	250800	85940	189280
Ceratier	500	40	40	100
Andre brune dinofl.	-	-	20	3140
Euglenaceae	1000	-	-	9000
<u>12-13 & 20 mars</u>	Vinden en uke för: N 7 V 3 N 5 Ö 6			
Diatomeer	597800	820320	7 939840	2 454040
Ceratier	480	80	-	40
Andre brune dinofl.	260	3000	1440	3720
Euglenaceae	-	-	8000	154000
<u>31 mars - 1 april</u>	Vinden en uke för: N 4 Ö 6			
Diatomeer	244380	512440	1 476200	542880
Ceratier	160	280	80	40
Andre brune dinofl.	2320	600	480	2200
Euglenaceae	-	1000	17000	170000
<u>22-23 april</u>	Vinden en uke för: S 5 V 1			
Diatomeer	1000	68640	1 651020	796640
Ceratier	80	80	80	-
Andre brune dinofl.	1040	600	2840	5640
Euglenaceae	1000	1000	150000	346000
<u>13-14 mai</u>	Vinden en uke för: S 28 Ö 2			
Diatomeer	1180	3540	10 361140	13820
Ceratier	120	40	-	120
Andre brune dinofl.	15520	10560	53500	14000
Euglenaceae	500	-	79500	4000
<u>2-3 juni</u>	Vinden en uke för: N 8 V 3			
Diatomeer	57940	43780	5 950000	1 291500
Ceratier	-	-	-	-
Andre brune dinofl.	21500	20000	21540	56000
Euglenaceae	27500	25000	71500	75000
Kalkflagellater	2000	-	-	-

Tabell 46 (forts.)

		Vinden en uke för: S 30 V 5			
<u>16-17 juni</u>					
Diatomeer	621620	924700	342500	1500	
Ceratier	380	480	-	-	
Andre brune dinofl.	28120	36120	25000	73000	
Euglenaceae	1000	1000	59000	43000	
Kalkflagellater	2000	5500	-	-	
		Vinden en uke för: S 40 V 1			
<u>14-15 juli</u>					
Diatomeer	1 375500	1 259000	13 511780	159760	
Ceratier	1260	440	-	60	
Andre brune dinofl.	20520	26860	142500	29000	
Euglenaceae	2000	2500	23500	3500	
Kalkflagellater	-	-	-	500	
		Vinden en uke för: N 6 Ö 11			
<u>12-13 august</u>					
Diatomeer	50560	152620	18 015080	1000	
Ceratier	2100	1480	160	1720	
Andre brune dinofl.	142180	349200	347800	93540	
Euglenaceae	2000	1000	429000	71000	
Kalkflagellater	9500	285000	-	1 145000	
		Vinden en uke för: S 6 Ö 2			
<u>8-9 september</u>					
Diatomeer	1 338540	249500	5 751560	559640	
Ceratier	11320	8560	440	360	
Andre brune dinofl.	38960	16760	43480	40480	
Euglenaceae	500	1000	36500	2500	
Kalkflagellater	1000	4500	500	-	
		Vinden en uke för: S 12 V 5			
<u>29-30 september</u>					
Diatomeer	188420	211500	511320	721880	
Ceratier	8760	4980	560	560	
Andre brune dinofl.	17600	7320	12000	21080	
Euglenaceae	1000	2500	6000	2000	
Kalkflagellater	2000	6000	-	-	
		Vinden en uke för: N 7 V 1			
<u>21-22 oktober</u>					
Diatomeer	26400	31000	34720	33400	
Ceratier	200	80	240	640	
Andre brune dinofl.	4400	5040	2400	7320	
Euglenaceae	2000	4000	8000	36000	
Kalkflagellater	29000	13000	1000	-	
		Vinden en uke för: S 3 V 5			
<u>17-18 november</u>					
Diatomeer	79280	132980	290500	1 113160	
Ceratier	420	480	160	140	
Andre brune dinofl.	1000	1520	9300	9080	
Euglenaceae	-	500	-	-	
Kalkflagellater	-	-	2000	135000	

Tabell 47

Fordelingen av de dominerende diatomearter i mars 1964, 8m.

	Filtvet	Drøbaksundet	Akershus	Bonnefjorden
<i>Chaetoceros debilis</i>	42000	24000	168000	272000
<i>Leptocylindrus danicus</i>	210000	236000	149000	122000
<i>Nitzschia delicatissima</i>	214000	294000	2 950000	810000
<i>Skeletonema costatum</i>	95000	222000	4 130000	862000
<i>Thalassiosira nordenskiöldii</i>	28000	29000	470000	340000

I a p r i l var bestandene gått ned i hele snittet. Nedgangen var størst på de indre stasjoner og var særlig utpreget for *Nitzschia delicatissima* og *Skeletonema costatum*. 22-23 a p r i l var fordelingen preget av sønnavindssituasjon. Ved Filtvet, og i noe mindre grad i Drøbaksundet, var det blitt et ytterst fattig diatomesamfunn, sammenlignet med det på de indre stasjoner, hvor det for diatomeene som helhet var en svak oppgang. Nedgangen for *Nitzschia delicatissima* hadde fortsatt og de dominerende arter var nå *Chaetoceros debilis*, *Leptocylindrus danicus* og *Skeletonema costatum*, hvorav de to siste nådde de største bestander.

I m a i ble sønnavindsituasjonen enda mer utpreget og innvirket tydelig på planteplanktonets vekstforhold. På Akershusstasjonen var det en veldig diatomebestand, ca. 10 millioner/l, som må antas å være et resultat av en sterk gjødslingseffekt ved oppstuingen av det tilførte kloakkvann.

Både i Bonnefjorden og i det ytre område var derimot diatomebestandene meget små, som ventelig ved en sterk vindvirkning fra sør. Den eneste gruppe som hadde store bestander på disse stasjoner var "Flagellater og monader" (Tabell 61).

I tiden før det følgende tokt, 2-3 j u n i , var det en nordlig vindresultant. Fordelingen på toktet viser en viss oppgang i diatomebestanden på de to ytre stasjoner og en meget kraftig økning i Bonnefjorden, mens det på Akershusstasjonen var nedgang til ca. 6 millioner/l. Denne endring er hva en skulle vente ved en moderat vindtransport under nordavindsituasjon. *Skeletonema costatum* var den eneste fremtredende art.

Toktet 16-17 j u n i ble tatt etter at det hadde vært en meget utpreget sønnavindskomponent i uken før. Dette hadde ført til at vannmasser ute fra fjorden var ført inn til de to ytre stasjoner. I motsetning til 1962 og 1963, da det i juni var en lignende situasjon, hadde vannmassene nå en relativt høy saltholdighet, for 1m ved Filtvet: 22,97 ‰, ved Drøbak 23,53 ‰, og de hadde en artsrik bestand av diatomeer, ca. 600000 til 900000/l, dominert av *Chaetoceros debilis* og *Nitzschia delicatissima*, mens *Skeletonema* var mindre fremtredende. I den indre fjord var det en påfallende fattigdom på diatomeer i 1m, mens det i 8m på Akershus var 320000/l av *Skeletonema* og 23500/l av den lille *Chaetoceros simplex* var. *calcitrans*. I Bonnefjorden var det bare 1500/l av diatomeer. Et annet påfallende trekk i indrefjordplanktonet på dette tokt var de meget store tall for gruppen "Flagellater og monader", ca. 20 millioner/l i Bonnefjorden og 15 millioner/l ved Akershus. Dette er de største bestander av disse små-

Tabell 48

Andre brune dinoflagellater. Maksimaltall på hver stasjon for utvalgte komponenter. Celler pr. liter.

	Filtvet	Drøbaksundet	Akershus	Bønnefjorden
<u>Exuviaella baltica</u>				
12-13 mars	-	-	-	-
1 april	-	-	-	-
22-23 april	-	-	-	-
13-14 mai	11500	9000	-	-
2-3 juni	9000	-	-	12000
16-17 juni	2000	4000	1000	8000
14-15 juli	-	-	-	-
12-13 august	1000	-	1000	500
8-9 september	-	-	-	-
<u>Peridinium triquetrum</u>				
12-13 mars	-	-	-	-
1 april	1000	-	-	-
22-23 april	-	-	-	1000
13-14 mai	-	500	37500	500
2-3 juni	11500	19500	4500	41500
16-17 juni	17000	20500	18000	30000
14-15 juli	13000	23000	-	7500
12-13 august	6000	3000	11500	3500
8-9 september	1000	-	1500	-
29-30 september	3000	3000	1000	-
<u>Peridinium trochoideum</u>				
12-13 mars	-	1000	1000	3000
1 april	-	-	-	1000
22-23 april	-	-	1000	3000
13-14 mai	1500	-	4500	3500
2-3 juni	500	-	1000	1000
16-17 juni	3040	8040	5500	9500
14-15 juli	5000	4000	108000	18500
12-13 august	105000	41500	151000	77500
8-9 september	24000	13000	29500	35500
29-30 september	10000	9000	6000	12000
<u>Prorocentrum micans</u>				
21-22 mai	-	20	-	-
2-3 juni	20	-	-	-
16-17 juni	500	1000	-	500
14-15 juli	1000	1500	8500	1000
12-13 august	24000	302000	184000	8000
8-9 september	10000	3500	4000	2000
29-30 september	6000	5000	5000	5000

Tabell 48 (forts.)

		<u>Dinophysis spp.</u>		
12-13 mars	240	320	440	680
1 april	1320	600	480	1200
22-23 april	1040	600	1720	2640
13-14 mai	2520	1560	2000	9860
2-3 juni	500	500	40	500
16-17 juni	2000	1500	2500	1500
14-15 juli	520	500	10500	2000
12-13 august	3080	1500	300	220
8-9 september	760	520	580	440
29-30 september	1600	320	-	2080

former som er registrert i fjorden, bortsett fra de som i oktober ble funnet for den lille flagellaten Olisthodiscus luteus (Kart 35). Oksygenverdiene for 1m ved Akershus er høyere enn på noen av de øvrige stasjonene, hvilket tyder på at det i gruppen "Flagellater og monader" var en betydelig komponent av fotosyntetiske former. Ceratier ble ikke funnet i telleprøvene fra de indre stasjoner på dette tokt, og de øvrige grupper hadde ikke særlig store bestander.

Fordelingen på j u l i-toktet, etter en enda mer utpreget sønnavindsperiode enn ved det foregående tokt, er illustrerende for en slik situasjon. Det var i det ytre og det indre område to karakteristiske samfunn, slik det fremgår av Tabell 49. Ytrefjordsamfunnet var dominert av Chaetoceros debilis, mens indrefjordsamfunnet hadde Cyclotella caspia, Skeletonema costatum og Peridinium trochoideum som karakterarter.

Tabell 49

De viktigste arter i planteplanktonet på jultoktet 1964, celler pr. liter. Maksimaltall for 1m og 8m.

	Filtvet	Drøbaksundet	Akershus	Bonnefjorden
<i>Chaetoceros debilis</i>	<u>1 307000</u>	<u>1 222500</u>	7000	5760
<i>Cyclotella caspia</i>	500	1000	<u>7 570000</u>	<u>125000</u>
<i>Nitzschia delicatissima</i>	49000	37000	139000	6000
<i>Skeletonema costatum</i>	1000	8000	<u>5 792000</u>	<u>18500</u>
<i>Peridinium triquetrum</i>	<u>13000</u>	<u>23500</u>	500	7500
<i>Peridinium trochoideum</i>	5000	4000	<u>108000</u>	<u>18500</u>

På a u g u s t toktet ble det funnet meget store endringer i planktonets sammensetning. Det var i uken før toktet en svak NØ komponent, men fordeling av bestandene tyder ikke på at det hadde skjedd noen effektiv vindtransport fra den innerste del ut til de ytre stasjoner. I Tabell 50 er fordelingen av de viktigste komponenter illustrert.

Tabell 50

De viktigste komponenter av planteplanktonet på augusttoktet.
Maksimaltall for 1m og 8m, celler pr. liter.

	Filtvet	Drøbaksundet	Akershus	Bonnefjorden
<i>Cerataulina bergonii</i>	6000	-	131000	-
<i>Chaetoceros decipiens</i>	-	-	22000	-
<i>Nitzschia delicatissima</i>	9000	25500	2 377000	1000
<i>Skeletonema costatum</i>	22500	115000	15 430000	-
Ceratie, alle	2100	1300	160	1720
<i>Peridinium trochoideum</i>	105000	41500	151000	77500
<i>Prorocentrum micans</i>	24000	302000	184000	8000
<i>Coccolithus huxleyi</i>	-	272000	-	1 140000
Euglenaceae	2000	1000	429000	71000
"Flagellater og monader"	1 050000	648000	326000	1 144000

I løpet av en måned var de store bestander av *Chaetoceros debilis* på de ytre stasjoner og den enda større bestand av *Cyclotella caspia* så å si helt forsvunnet. Disse påfallende forandringer må ansees som et resultat av en normal vekslings i bestanden. Mer overraskende er situasjonen i Bonnefjorden, hvor diatomeene, også *Skeletonema*, praktisk talt var forsvunnet og samfunnet bestod av flagellater med en stor bestand av kalkflagellaten *Coccolithus huxleyi* og en tilsvarende av gruppen "Flagellater og monader". Det meget høye oksygeninnhold i 1m, 10,21 mg/l, tyder på at gruppen omfattet en betydelig komponent av fotosyntetiske former. I 8m var det ytterst små bestander såvel av *Coccolithus huxleyi* (0), Euglenaceae (500/l), *Peridinium trochoideum* (1000/l) og "Flagellater og monader" (11500/l) og her var oksygeninnholdet meget lavt, 3,44 mg/l. Bakgrunnen for denne eiendommelige sammensetningen av planktonet i Bonnefjorden antar vi er at den utpregete sønnavindskomponent i juni og særlig i juli har hindret forurensede vannmasser i å gjøre seg gjeldende i Bonnefjorden, og NØ vinden i den siste uke før toktet har neppe ført til noen endring av dette forhold så langt inne i Bonnefjorden.

Uken for 8-9 september-toktet var det svak sørlig vind. Beskjødne bestander av *Cyclotella caspia* ved Filtvet kan tas som en indikasjon på at det der var vannmasser fra Breianger, slik en skulle vente, men ellers var samfunnet hva artssammensetningen angår ikke forskjellig fra det i den indre fjord. *Skeletonema* dominerte diatomesamfunnet og hadde sitt maksimum ved Akershus. Det var en betraktelig tilbakegang siden forrige tokt. I Bonnefjord var det kommet en relativt beskjeden *Skeletonema*-bestand på ca. $\frac{1}{2}$ million/l, mens kalkflagellatene var forsvunnet. Ceratiebestanden var påfallende liten i den indre fjord, mens bestanden av brune dinoflagellater forøvrig var omtrent den samme i hele snittet.

29-30 september-toktet viste at i løpet av de tre uker siden siste tokt var *Skeletonema*-bestanden gått meget sterkt tilbake i hele området. Den største bestand var på 141000/l. I den indre fjord var *Thalassiosira gravidoides* blitt den dominerende diatome, med maksimum ved Akershus. Det er høyst bemerkelsesverdig at ceratiene fremdeles var spar-

somme i den indre fjord, mens de i de tidligere år hadde hatt meget store bestander på denne tid, da de vanligvis har sitt årlige maksimum. De brune dinoflagellater forövrig viste nedgang fra forrige tokt og hadde små bestander i forhold til hva de hadde i årene før. Til gjengjeld hadde Olisthodiscus luteus store bestander i den indre fjord, 2,6 millioner/l ved Akershus og 1,1 million i Bonnefjord. Den nådde senere enda større bestander i hele den indre fjord (side 122).

I o k t o b e r viste alle grupper sterk nedgang og fordelingen etter en uke med NV vindkomponent viser ikke noen utpreget tendens.

I n o v e m b e r var det en oppgang i Skeletonema-bestanden som hadde vært ekstremt lav i oktober, men enda mer påfallende var en sterk økning i bestanden av Nitzschia-arter som i Bonnefjorden nådde 820000/l. Også Thalassiosira decipiens nådde store bestander på de to indre stasjoner. Dinoflagellatene viste ikke noen tilsvarende økning i bestanden.

Sammenfattende kan 1964 karakteriseres som et år med utpregede virkninger av sønnavindsperioder på fordelingen innen snittet, og det var i august en merkelig bivirkning av vindsituasjonen på planteplanktonets sammensetning i Bonnefjorden. En masseforekomst av Olisthodiscus luteus i den indre fjord om høsten, meget sparsom utvikling av bestandene av ceratier og andre brune dinoflagellater er særtrekk ved årets sommerhöstplankton.

b. Planteplanktonets artssammensetning i 1964.

Diatomeer. -Tabell 51

Selv om artssammensetningen av diatomesamfunnene stort sett er den samme som i de foregående år, er de enkelte arters relative betydning til dels påfallende forskjellig. Skeletonema costatum var også i 1964 den dominerende art på alle tokt. Nitzschia delicatissima som i de to foregående år hadde spilt en underordnet rolle, var i 1964 både meget fremtredende under vårutviklingen (nær 3 millioner/l) og i august (2,4 millioner/l). Chaetoceros debilis som i de foregående år hadde betydelige bestander bare om våren opptrådte i 1964 både om våren og i juni-juli. I juli hadde den en maksimalbestand på 1,3 millioner/l. Til gjengjeld ble Chaetoceros socialis som var en særlig fremtredende art i 1962 ikke observert og Ch. simplex var. calcitrans bare i meget små bestander på to tokt. Også andre Chaetoceros-arter, lacinosus, similis og subsecundus var mer sparsomme eller ikke observert i 1964, mens de oppnådde betydelige bestander i ett eller begge tidligere år. Cerataulina bergonii nådde ikke så store bestander som i 1962 og 1963 og det er spesielt påfallende at mens den da hadde maksimum i september, var bestandene på de to september-toktene i 1964 minimale.

Cyclotella caspia som i de foregående år hadde sitt maksimum i august og juni, hadde i 1964 et meget utpreget maksimum i juli. I de tre år ble de største bestander observert henholdsvis ved Filtvet, i Vestfjorden og ved Akershus.

Både Thalassiosira decipiens og T. gravidoides hadde i 1964 foruten et vårmaksimum også et høstmaksimum i september.

Diatomevegetasjonen i 1964 skiller seg derfor på forskjellig vis fra den som er beskrevet for 1962 og 1963.

Ceratier.

De samme tre artene dominerte bestanden i 1964 som i de tidligere år, men de nådde langt mindre maksimalbestander. C. furca hadde som før sitt

maksimum i september, C.fusus likesom i 1963 også i september, mens C.tripos ikke som tidligere år hadde maksimum tidligere enn de andre.

Andre brune dinoflagellater (Tabell 5I).

Bortsett fra de relativt små bestander som karakteriserer dette året, er det bemerkelsesverdig at Peridinium trochoideum spilte en større rolle enn i årene før. Den hadde sitt maksimum i juli-august. Goniaulax tamarensis var tallrikere enn tidligere, med hovedforekomst i mai-juni, men det var også en viss økning i bestanden i september. Andre arter av denne slekt ble ikke observert i store bestander i 1964.

For kalkflagellatene og Euglenaceae er det ikke noe spesielt å tilføye til det som er sagt ovenfor for 1964. Et særtrekk ved dette året er masseforekomsten om høsten av Olisthodiscus luteus (se side 122).

Tabell 51

1964. Maksimalbestander i hele snittet på hvert tukt for de viktigere arter, celler pr. liter.

	febr.	mars	1 april	22 april	mai	2 juni	16 juni	juli	aug.	8 sept.	29 sept.
<i>Serataulina bergonii</i>	300	3000	560	3000	560	360	12500	5760	131000	20	120
<i>Chaetoceros debilis</i>	10500	272000	208000	167000	2680	120	686000	1312500	500	2000	120
<i>C. laciniosus</i>	9000	12000	12000	34000	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. similis</i> 1)	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. simplex</i>	-	-	-	-	500	-	11000	-	-	-	-
<i>C. socialis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. subsecundus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cyclotella caspia</i>	-	-	-	-	-	-	2000	7570000	1500	28000	-
<i>Leptocylindrus danicus</i>	3500	236000	310000	736000	1000	-	1000	1500	19000	2000	2000
<i>Nitzschia delicatissima</i>	119000	2950000	146000	19000	-	-	154000	139000	2377000	6500	35000
<i>Rhizosolenia fragilissima</i>	500	-	-	-	-	-	1000	3000	5000	1000	6000
<i>Skeletonema costatum</i>	105000	4130000	582000	1400000	10360000	5950000	32000	5792000	15430000	5638000	141000
<i>Thalassiosira decipiens</i>	2500	400	2000	-	-	-	-	-	-	10500	14500
<i>T. gravidoidea</i>	3000	12000	1600	3000	-	-	-	-	1500	102000	429920
<i>T. nordenskiöldii</i>	13000	470000	478000	47000	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ceratium furca</i>	500	80	-	-	-	-	60	300	340	1900	2920
<i>C. fusus</i>	40	-	80	80	80	-	60	80	1380	9000	4200
<i>C. tripos</i>	40	400	280	80	100	-	480	900	580	960	1640
<i>Dinophysis acuta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. lachmannii</i>	140	3000	1280	2640	8800	500	2500	10500	2000	500	2000
<i>D. norvegica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Exuviaella baltica</i>	-	-	-	-	11500	12000	8000	-	1000	-	-
<i>Goniaulax tamarensis</i>	-	-	-	-	9500	10000	35000	-	1000	3500	1000
<i>Peridinium triquetrum</i>	3000	-	1000	1000	37500	41500	30000	23500	11500	1500	3000
<i>P. trochoideum</i>	40	3000	1000	3000	4500	1000	9500	108000	151000	35500	12000
<i>Prorocentrum micans</i>	-	40	-	-	20	20	1000	8500	302000	10000	6000
<i>Coccolithus huxleyi</i>	-	-	-	-	-	2000	5500	500	1140000	-	1000
Buglenaceae	9000	154600	170000	346000	79500	75000	59000	23500	429000	36500	6000

i) var. calcitrans

4. 1965.

Observasjoner i et snitt fra den innerste del av fjorden til Filtvet på 5 tokter, januar-mai.

-Stasjoner: Filtvet, Drøbaksundet, Vestfjorden (Bnl), Akershus, Bønefjord.

a. Sesongvariasjonen for de viktigste grupper av fotosyntetiske planktonalger.

Hovedtrekkene for området som helhet.

Tabell 52

Diatomeer. Maksimaltall for hvert tokt, millioner pr. liter.

12-14 januar	9-10 februar	9-10 mars	6-7 april	4-5 mai
1,5	7,6	27,3	2,0	6,2

Januarobservasjonene viste et uvanlig rikt diatomeplankton med bestander opp til 1,5 millioner/l. I februar og begynnelsen av mars tiltok maksimalbestandene til 27 millioner i mars. Deretter kom en kraftig nedgang etter dette vårmaksimum, på samme måte som det ble funnet i de tidligere år. I begynnelsen av mai var bestanden økt betraktelig igjen.

Ceratiene. Først i april og mai ble denne gruppe observert i telleprøvene og da i bestander som ikke oversteg 500/l.

De andre brune dinoflagellater var ytterst sparsomme i årets tre første måneder. I april var maksimalbestanden 19320/l og den økte til 81020/l i mai (se forøvrig Tabell 53).

Kalkflagellater ble bare registrert en gang, i Vestfjorden på februartoktet, og da i ubetydelig bestand.

Euglenaceae hadde sin største forekomst i mai, med en maksimalbestand for snittet på 16500/l.

Det som utmerker vårutviklingen i 1965 er de store diatome-bestander allerede i midten av januar og den fortsatte vekst i februar og første uke av mars til usedvanlig store bestander 9-10 mars, maksimalbestand: over 27 millioner/l. De øvrige grupper forholder seg omtrent som i de tidligere år på samme årstid.

Tabell 53

1965. - Fordelingen av de viktigste grupper av fotosyntetiske planktonalger i lengdesnittet Filtvet-Bonnefjord på hvert tokt. Maksimaltall for hver stasjon, celler pr. liter.

	Filtvet	Drøbaksundet	Vestfjorden	Akershus	Bonnefjorden
<u>12-14 januar</u>		Vind uken för: N 5 Ö 8			
Diatomeer		63000	1 526000	1 079500	570000
Ceratier		-	-	-	-
Andre brune dinofl.		-	500	500	-
Euglenaceae		-	-	-	-
<u>9-10 februar</u>		Vind uken för: N 11 V 3			
Diatomeer	7 384000	5 537500	5 937500	7 628500	7 226500
Ceratier	-	-	-	-	-
Andre brune dinofl.	-	1000	-	-	-
Euglenaceae	-	-	-	-	-
<u>9-10 mars</u>		Vind uken för: S 2 V 7			
Diatomeer	1 070980	3 569860		27 252000	26 297500
Ceratier	-	-		-	-
Andre brune dinofl.	-	20		500	20
Euglenaceae	1000	1000		-	1000
<u>6-7 april</u>		Vind uken för: S 6 V 4			
Diatomeer	102960	148680		1 975660	1 684760
Ceratier	-	60		520	-
Andre brune dinofl.	3020	8120		19320	11520
Euglenaceae	-	-		1000	-
<u>4-5 mai</u>		Vind uken för: N 7 Ö 7			
Diatomeer	2 034700	2 653760		6 186880	3 367980
Ceratier	80	160		20	120
Andre brune dinofl.	15500	25500		81020	26000
Euglenaceae	10500	9000		16500	6000

Plantep planktonets fordeling på de enkelte stasjoner på hvert tokt, jevnført med vinddata for uken før toktet. - Tabell 53.

Mens Skeletonema i oktober 1964 ikke forekom i større bestander enn 2000/l, økte bestandene til ca. 200000/l i november. Det er rimelig å sette den usedvanlig store bestand av Skeletonema i j a n u a r 1965 i forbindelse med den vekst som foregikk senhøstes året før. Observasjoner fra desember foreligger ikke. Fordelingen av diatomebestanden i januar, som var dominert av Skeletonema, viser de største bestander i Vestfjorden og ved Akershus, noe mindre i Bonnefjorden og minste bestand i Drøbaksundet. Siden økningen i Skeletonema-bestanden i november var særlig utpreget inne i fjorden, kan det være grunn til å tro at fordelingen på januartoktet skyldes at vårutviklingen dette året begynte tidligere inne i fjorden enn utenfor. Vindsituasjonen på observasjonsdagene var utpreget sørlig, S 8, S 49 og S 69 og dette var også tilfelle 11/1, mens det tidligere i perioden hadde vært overveiende nordlig vind, tildels kraftig, så det var en svak N-resultant for uken før 12/1.

På f e b r u a r-toktet var det meget store bestander på alle stasjoner fra Bonnefjord til Filtvet, en fordeling som kunne ventes siden det i uken før hadde vært overveiende nordlig vind. Diatomebestandens sammensetning var meget ensartet med Skeletonema som den eneste tallrike art.

Også på m a r s-toktet var Skeletonema helt dominerende. Islettet av Chaetoceros-arter, Thalassiosira- og Nitzschia-arter var påfallende beskjedent på alle stasjoner. Skeletonema-fordelingen viser at det var veldige bestander, 26-27 millioner/l ved Akershus og i Bonnefjorden, mens det ved Drøbak og Filtvet bare var fra 1 til 3,5 millioner/l. Det er rimelig å anta at denne forandring i fordelingsbildet fra februartoktet henger sammen med at vinden i uken før hadde en svak sørlig komponent, slik at det delvis hadde skjedd en transport av overflatelag innover, dels var blitt en konsentrasjon av forurensningsmaterialet i den innerste del.

Da a p r i l-toktet ble tatt, var situasjonen vesentlig endret. Skeletonema-bestanden var redusert til et minimum, med en maksimalbestand for hele snittet på 7500/l. Til gjengjeld var bestandene av flere andre diatomeer nå meget betydelige særlig i den indre del. Maksimalbestanden for Chaetoceros debilis var 1 775000/l, C.laciniatus 145000/l, C.subsecundus 327000/l, Leptocylindrus danicus 36000/l, Nitzschia spp. 83000/l, Thalassiosira nordenskioeldii 32000/l. Da det i uken før hadde vært fortsatt sønnvindssituasjon, må de endringer som hadde funnet sted antas å være et resultat dels av den sesongbetingede suksesjon av diatomeartene, dels av en oppvekst av diatomeer som var ført inn utenfra (se side 81). Den kvantitative fordeling viser at det på de indre stasjoner hadde vært en tydelig gjødslingseffekt så bestandene var store, mens det på de ytre stasjoner bare var bestander på ca. 10 % av de på de indre.

I m a i var fordelingen preget av at det i uken før hadde vært fremherskende nordavind. Det var langt mindre forskjell på bestandene i det indre område og det ytre enn på forrige tokt. Artssammensetningen var stort sett den samme i hele området. Den kan karakteriseres som en videreføring fra den som ble funnet i april, men med iøynefallende endringer i de enkelte arters mengdeforhold. Skeletonema-bestanden hadde tatt seg betydelig opp, men denne art var tallmessig underordnet på alle stasjoner unntagen Filtvet (Tabell 54).

Tabell 54

Fordelingen av de mest fremtredende komponenter av planteplanktonet på maitoktet 1965. Maksimaltall for hver stasjon, celler pr. liter.

	Filtvet	Drøbaksundet	Akershus	Bønnefjorden
<i>Chaetoceros danicus</i>	49000	104000	73000	263000
- <i>debilis</i>	63000	232000	4 226000	1 780000
- <i>laciniosus</i>	10000	3500	48500	145000
- <i>simplex</i> var. <i>calcitrans</i>	183000	801000	762000	346000
- <i>subsecundus</i>	8000	12000	417000	327000
<i>Leptocylindrus danicus</i>	25000	70000	63500	17500
<i>Nitzschia delicatissima</i>	128000	153000	298000	500000
<i>Skeletonema costatum</i>	293000	303000	201000	34500

Artssammensetningen av gruppen "Andre brune dinoflagellater" som hadde økt betydelig i antall siden forrige tokt, var også temmelig ensartet i hele snittet. Peridinium trochoideum var den tallrikaste art, mens Dinophysis lachmannii også forekom regelmessig. De hadde begge maksima på Akershusstasjonen med henholdsvis 71000 og 6500/l. Forekomsten av Goniaulax tamarensis på alle stasjoner unntaken Filtvet er verdt å nevne, selv om maksimum ikke var større enn 3000/l.

b. Planteplanktonets artssammensetning i 1965.

Diatomesamfunnet som forekom vinteren og våren 1965 (Tabell 55), utmerker seg ved at Skeletonema helt dominerte bestanden i januar-mars. Det var få ledsagerarter og deres bestander var meget små. Fra marstoktet til apriltoktet skjedde en radikal endring i dette forhold idet Skeletonema praktisk talt forsvant, mens en rekke andre diatomeer øket sine bestander meget sterkt, muligens på grunnlag av utgangsbestanden som var ført inn utenfra, slik beskrevet ovenfor. Maisamfunnet viste fortsatt oppgang for flere av disse arter, særlig utpreget for Chaetoceros simplex var. calcitrans hvis maksimalbestand økte fra 8500/l i april til 1,6 millioner/l i mai. Skeletonema tok seg også opp, mens Thalassiosira nordaenskiöldii viste nedgang. Forandringene kan karakteriseres som en normal suksessjon hvor utviklingen av såvidt store bestander må ansees betinget av en tydelig gjødslingseffekt.

Tabell 55

1965

Maksimalbestander for hele snittet på hvert tokt, celler pr. liter.

	12-14 januar	9-10 februar	9-10 mars	6-7 april	4-5 mai
<i>Cerataulina bergonii</i>	-	-	160	1500	1940
<i>Chaetoceros debilis</i>	-	-	3000	1 775000	4 226000
- <i>laciniatus</i>	-	-	1000	146000	48500
- <i>similis</i>	-	-	-	-	-
- <i>simplex</i> var. <i>calcitrans</i>	2000	3000	4500	8500	1 620000
- <i>socialis</i>	-	-	-	4000	46000
- <i>subsecundus</i>	-	-	-	327000	417000
<i>Cyclotella caspia</i>	-	-	-	-	-
<i>Leptocylindrus danicus</i>	-	-	10000	36000	70000
<i>Nitzschia delicatissima</i>	7000	7000	8000	23000	500000
<i>Rhizosolenia fragilissima</i>	-	-	-	1000	-
<i>Skeletonema costatum</i>	1 515000	7 614000	27 228000	7500	303000
<i>Thalassiosira decipiens</i>	5000	3000	3500	-	500
- <i>gravidoides</i>	-	-	1500	7000	2000
- <i>norden- skioeldii</i>	-	-	9000	32000	2500
<i>Ceratium furca</i>	-	-	-	-	-
- <i>fuscus</i>	-	-	-	500	80
- <i>tripos</i>	-	-	-	40	160
<i>Dinophysis acuta</i>	-	-	-	-	-
- <i>lachmannii</i>	500	500	-	2000	6500
- <i>norvegica</i>	-	-	-	40	40
<i>Exuviaella baltica</i>	-	-	-	2500	2000
<i>Peridinium triquetrum</i>	-	-	-	-	1000
- <i>trichoideum</i>	500	500	-	18500	71000
<i>Prorocentrum micans</i>	-	-	40	-	-
Euglenaceae	-	-	1000	1000	16500

3500/l ubestemte kalkflagellater i Vestfjorden på februar-toktet.
Ellers ikke observert.

Sammenfattende kan det sies at januar-mai 1965 er karakterisert ved at planteplanktonet hadde en tidlig utvikling fra en stor utgangsbestand i midten av januar og at Skeletonema dominerte denne vårutvikling sterkere enn i noen av de tidligere år. Vårutviklingen ble fulgt av en sterk nedgang i diatomebestanden, særlig utpreget for Skeletonema, men ledsagerartene fra vårutviklingen fikk nå den dominerende plass i bestanden i begynnelsen av mai. Peridinium trochoideum var den mest fremtredende dinoflagellat i april-mai.

Den overveiende nordavind i januar-februar medvirket til at det ikke ble noen tilførsel av diatomesamfunn utenfra for selve vårutviklingen og sønnavinden i mars-april bidrog antakelig til at det ble en viss tilførsel av diatomebestanden utenfra og en sterk gjødslingseffekt på de indre stasjoner så bestandene der ble relativt meget store i forhold til de på de ytre stasjoner. I mai var den relative fordeling av bestandene innen snittet preget av en viss nordavindsvirkning.

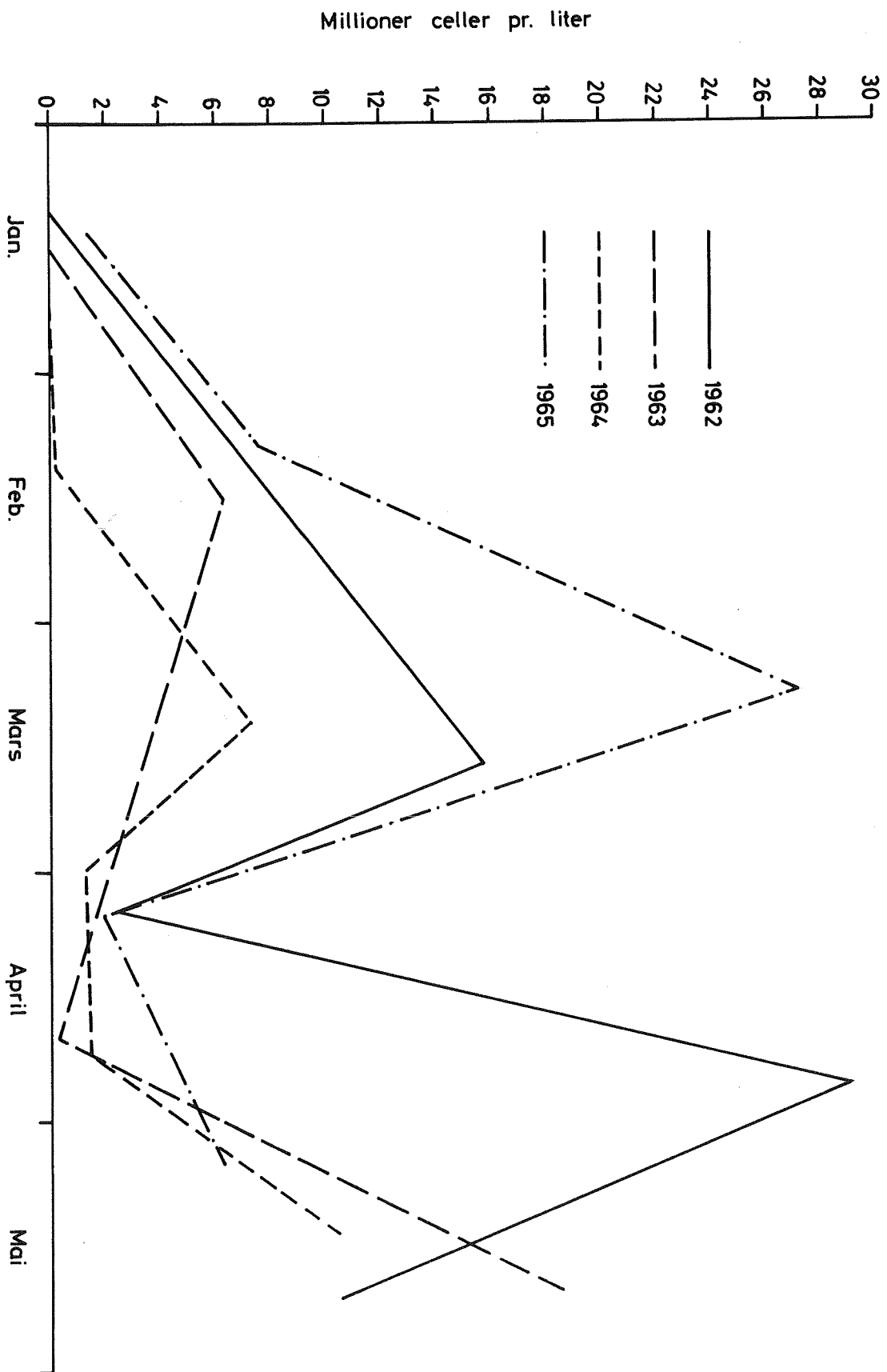
II. Oversikt over vårsituasjonen i 1962-65.

Diatomeoppblomstringen i de norske kystfarvann er et særlig fremtredende trekk i planteplanktonets årssyklus. Dets opptreden er betinget av den økende lystilførsel etter vintersolverv og etableringen av en viss stabilisering i de øverste vannlag, slik at planktonalgene ikke er gjenstand for en stadig transport ned til dybder hvor det er utilstrekkelig lys for deres fotosyntese (Braarud og Klem 1931). Tidspunktet for oppblomstringen er noe variabelt, dels fordi lysforholdene og stabilitetsforholdene kan veksle fra sted til sted og fra år til år, dels fordi lokale forhold kan være årsak til at utgangsbestanden etter vintersolverv kan veksle. Varighet av denne vinter-vårperioden med store diatomebestander er betinget av hvilke næringsmengder som er disponible, og disse er også avgjørende for de konsentrasjoner diatomebestanden kan nå under våroppblomstringen.

I den delen av Oslofjorden som vi behandler her, området fra Filtvet til den innerste del av fjorden, har tidligere undersøkelser vist at vindsituasjonen på denne årstid også spiller en rolle ved den transport av overflatelagene som vind kan forårsake.

Når vi skal diskutere forholdene i de 4 år som undersøkelsen omfatter, må det tas i betraktning at avstanden mellom toktene er såvidt stor at vi ikke kan vente at vårt materiale gir en uttømmende beskrivelse av hvordan forløpet har vært i de enkelte år. Vekslingene i bestanden går så raskt at vi med en tettere observasjonsserie ville kunne ha fått et noe annet bilde.

Fig. 3 Totalbestanden av Diatomeer. Maksimalltall for snittet Filivet - Bonnefjord, januar - mai 1962 - 65



Det gjelder spesielt de maksimalbestander som ble nådd i de enkelte år. Likevel er det visse forskjeller som vårt materiale demonstrerer ganske klart.

I Fig. 3 er vekslingene i diatomebestanden januar-mars for 1962-65 illustrert og i Tabell 56 er det gitt en oversikt over en del data for perioden januar-mars som belyser noen forskjeller på diatomeutviklingen i de enkelte år fra år til år.

Som det fremgår av observasjonene for januar, er det stor forskjell på utgangsbestandene for diatomeoppblomstringen, spesielt i den indre fjord. 1963 utmerker seg ved å ha meget små bestander, men likevel hadde vårutviklingen i februar nådd et stadium med bestander opp til 6 millioner/l. I 1962 og 1964 var bestandene i januar betydelig større, men for 1964, hvor vi har observasjoner fra februar, viser det seg at økningen gikk langsomt og først i mars ble det registrert riktig store bestander. I 1965 var januarbestanden usedvanlig høy i den indre fjord, over 1 million/l, og den økte i februar til over 7 millioner, for i mars å nå 27 millioner/l.

Årsakene til de store vekslinger i utgangsbestand må søkes i vekstforholdene i den mørkeste årstid. Vi skal her ikke forsøke å gi en nærmere analyse av disse forhold, men bare konstatere at i undersøkelsesperioden var det en stor forskjell på tidspunktet for opptreden av store diatomebestander i den indre fjord. 1964 utmerker seg ved en sen utvikling, mens 1965 hadde en påfallende tidlig vårutvikling.

Også med hensyn til artssammensetningen av vårplanktonet er det iøynefallende forskjeller på de 4 år. Skeletonema var i alle år en fremtredende komponent i vårsamfunnet, men mens den i 1965 utgjorde minst 99 % av bestanden i tiden januar-mars, var den i 1964 langt mindre dominerende og utgjorde bare 50 % av den maksimalbestand som ble observert. En rekke andre diatomeer hadde samtidig meget store bestander. I 1962 var Skeletonema også meget dominerende i mars, mens i 1963 et stort antall andre diatomeer ledsaget den i relativt store bestander i det indre område. De relativt lave prosenttall for Skeletonema på de ytre stasjoner i 1962-1964 skyldes nok at vårutviklingen i mars der hadde nådd et sent stadium. Under den fremherskende nordavindssituasjon i februar 1965 var samfunnet på de ytre stasjoner utvilsomt preget av transport fra den innerste del av fjorden, og skiftet i vind for marstoktet ser ikke ut til å ha frembrakt noen vesentlig endring i samfunnets artssammensetning.

Tabell 56

Oversikt over situasjonen under diatomeenes vårutvikling i 1962-65.
Bestander som celler pr. liter.

	Ytre område		Indre område		Antall ledsagerarter		Vind i uken for	
	Alle, diatomeer	Derav Skeletonema	Alle, diatomeer	Derav Skeletonema	Ytre	Indre		
				<u>1962</u>				
Januar	59200	90 %	174000	90 %	5	9	S 12	0
Mars	524370	50 %	15 608500	98 %	23	23	N 4	V 3
				<u>1963</u>				
Januar	3360	30 %	2000	100 %	4	1	N 11	V 2
Februar	(6 198220) ¹	(97 %)	3 436300	85 %	24	23	N 4	Ö 2
Mars	(393420) ¹	(15 %)	2 664500	90 %	18	16	N 1	Ö 6
				<u>1964</u>				
Januar	18820	50 %	13740	10 %	11	9	N 1	V 10
Februar	268260	55 %	189280	80 %	18	17	N 10	V 8
Mars	820320	25 %	7 939840	50 %	15	15	N 7 N 5	V 3 - Ö 6
				<u>1965</u>				
Januar	47000	99 %	1 346000	99 %	1	5	N 5	Ö 8
Februar	7 763500	99 %	7 614000	99 %	5	7	N 11	V 3
Mars	3 569860	99 %	27 252000	99 %	10	7	S 2	V 7

1) Langåra, nær Dröbaksundet, men i indre fjord.

Tabell 57

Diatomearter som ledsaget Skeletonema i januar-mars og som hadde maksimalbestander på over 10000/l. Maksimaltall for de ytre og indre stasjoner, celler pr. liter.

	Ytre stasjoner (Filtvet, Dröbak)	Indre stasjoner (Vestfj., Akershus, Bondefjord.)
		<u>1962</u>
Chaetoceros compressus		214000
- debilis	62500	220000
- laciniosus	520	601500
- similis	23000	364000
- simplex var. calcitrans	2600	281000
- socialis	135500	347000
Leptocylindrus danicus	9360	67500
Nitzschia delicatissima	21000	30000
Porosira glacialis	-	170000
Thalassiosira decipiens	1360	196000
- gravidoides	-	13000
- nordenskiöldii	-	1 060000
		<u>1963</u>
Chaetoceros borealis	23200	3740
- compressus	19000	50000
- debilis	138000	201000
- laciniosus	169500	192500
- similis	32500	14500
- simplex var. calcitrans	11500	12500
- socialis	36500	59500
- subsecundus	4000	11500
Leptocylindrus danicus	114000	13000
Nitzschia delicatissima	14000	271000
Thalassiosira gravidoides	12360	1080
- nordenskiöldii	58400	29500
		<u>1964</u>
Chaetoceros debilis	42000	272000
- laciniosus	1340	11000
Leptocylindrus danicus	236000	149000
Nitzschia delicatissima	294000	2 950000
Porosira glacialis	160	35680
Thalassiosira gravidoides	1000	12000
- nordenskiöldii	29000	470000
		<u>1965</u>
		Ingen

De diatomearter som ledsaget Skeletonema under vårutviklingen i de enkelte år vekslet, som det fremgår av Tabell 57, hvor bare de arter som nådde bestander på over 10000/l er tatt med. Mens det både i 1962 og 1963 var et ganske stort antall arter som oppnådde store bestander, spesielt i den indre del og deriblant mange arter av slekten Chaetoceros, var det i 1964 langt færre arter representert og av disse var det bare to Chaetoceros-arter. 1965 skiller seg sterkt ut fra de øvrige år idet ingen av de relativt få arter som ledsaget Skeletonema nådde bestander på over 10000/l under hele våroppblomstringen. Denne påfallende fattigdom på arter i vårens diatomesamfunn er så meget mer påfallende som Skeletonema utviklet særlig store bestander dette år.

Vekslinger i samfunnets sammensetning under våroppblomstringen, fra år til år og fra sted til sted, er vel kjent fra norske kystfarvann (Gran 1929, 1930, Föyn 1929, Braarud 1939, Wiull 1948, Braarud et al. 1966). De er et resultat av vekslinger såvel i utgangsbestanden etter vintersolverv som i de hydrografiske forhold. For Oslofjordens vedkommende må utvekslingen mellom fjordens overflatelag og vannmassene i Skagerak antas å spille en viktig rolle, men en analyse av forholdene i denne henseende i de enkelte år kan ikke foretas, siden vi mangler observasjoner fra Skagerak og den ytre fjord.

Den påfallende sterke dominans av Skeletonema i vårt område våren 1965 minner om forholdene i Hardangerfjorden, beskrevet av Braarud et al. (1966). 1965 skiller seg fra de foregående år ved å ha usedvanlig store bestander av Skeletonema i januar (Tabell 57). Hardangerfjordobservasjonene viste også at denne art er i stand til å vokse selv om lystilførselen er beskjeden. Det ser ut til at dens spesielle vekstkrav gir den en privilegert stilling blant diatomene i den mørkeste årstid når forholdene forøvrig ikke hindrer dens oppvekst, som f.eks. sterk vertikalblanding. I slike år hvor forholdene ligger til rette for en tidlig diatomeutvikling, vil Skeletonema av denne grunn innta en privilegert stilling med hensyn til utgangsbestand og konkurransevne under diatomeoppblomstringen. I år hvor diatomeutviklingen av en eller annen grunn kommer sent i gang så lystilgangen er bedre, vil også andre arter kunne utvikle seg parallelt med Skeletonema, slik tilfelle var i 1962-64. De forhold som må antas å være avgjørende for tidspunktet for vårutviklingen er størrelsen av utgangsbestanden etter vintersolverv, vertikalblandingen som vil være influert av vindforholdene og lystilførselen som er betinget av skydekke.

Det er vanskelig på grunnlag av så spredte observasjoner å få et

sikkert inntrykk av maksimalbestanden som ble nådd under vårutviklingen i de enkelte år. De langt større diatomebestander som ble observert i den indre fjord (Tabell 57), viser at næringstilførselen fra forurensningen har ført til at det i den indre fjord kunne bli langt større konsentrasjoner av diatomeer enn i Drøbaksundet og ved Filtvet. I den utstrekning vi kan trekke slutninger fra vårt materiale, ser det ut til at gjødslingseffekten på denne årstid har vært relativt beskjeden herute unntaken i slike tilfelle hvor det har vært en effektiv transport av vannmasser fra det indre område og ut til Drøbaksundet.

Fra et praktisk synspunkt er den økede planteplanktonbestand i den indre fjord under selve vårutviklingen av mindre interesse enn hva tilfelle er i den etterfølgende periode.

Etterat våroppblomstringen hadde nådd sitt maksimum i (februar-) mars, var det en rask nedgang til et minimum i diatomebestanden (Fig. 3). Den variasjon i minimumsbestandene som våre observasjoner viser, kan det ikke legges så stor vekt på, siden avstanden mellom våre observasjoner var såvidt stor. De kan godt være et resultat av en viss tidsforskyvning av hendelsesforløpet omkring den maksimale utvikling. Det ser imidlertid ut til at lengden av perioden med små diatomebestander er noe forskjellig i de enkelte år. I 1962 ser den ut til å ha vært ganske kortvarig, mens det både i 1964 og 1965 har vært en periode på ca. en måned med relativt små bestander, særlig utpreget i 1965.

Fig. 4a Maksimalbestander i snittet Filtvet - Bonnefjord, mai - oktober 1962

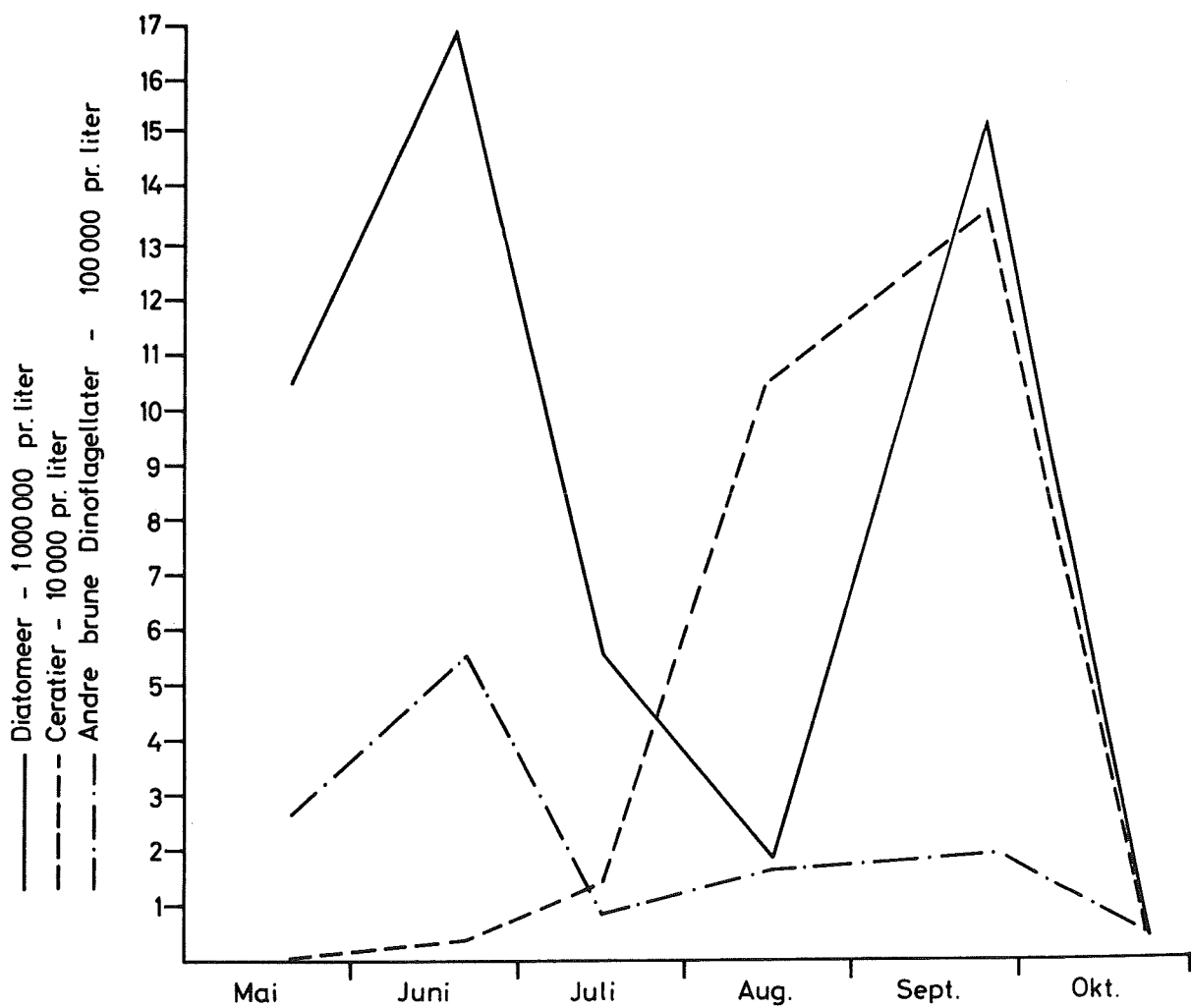


Fig. 4b Maksimalbestander i snittet Filtvet - Bonnefjord, mai - oktober 1963

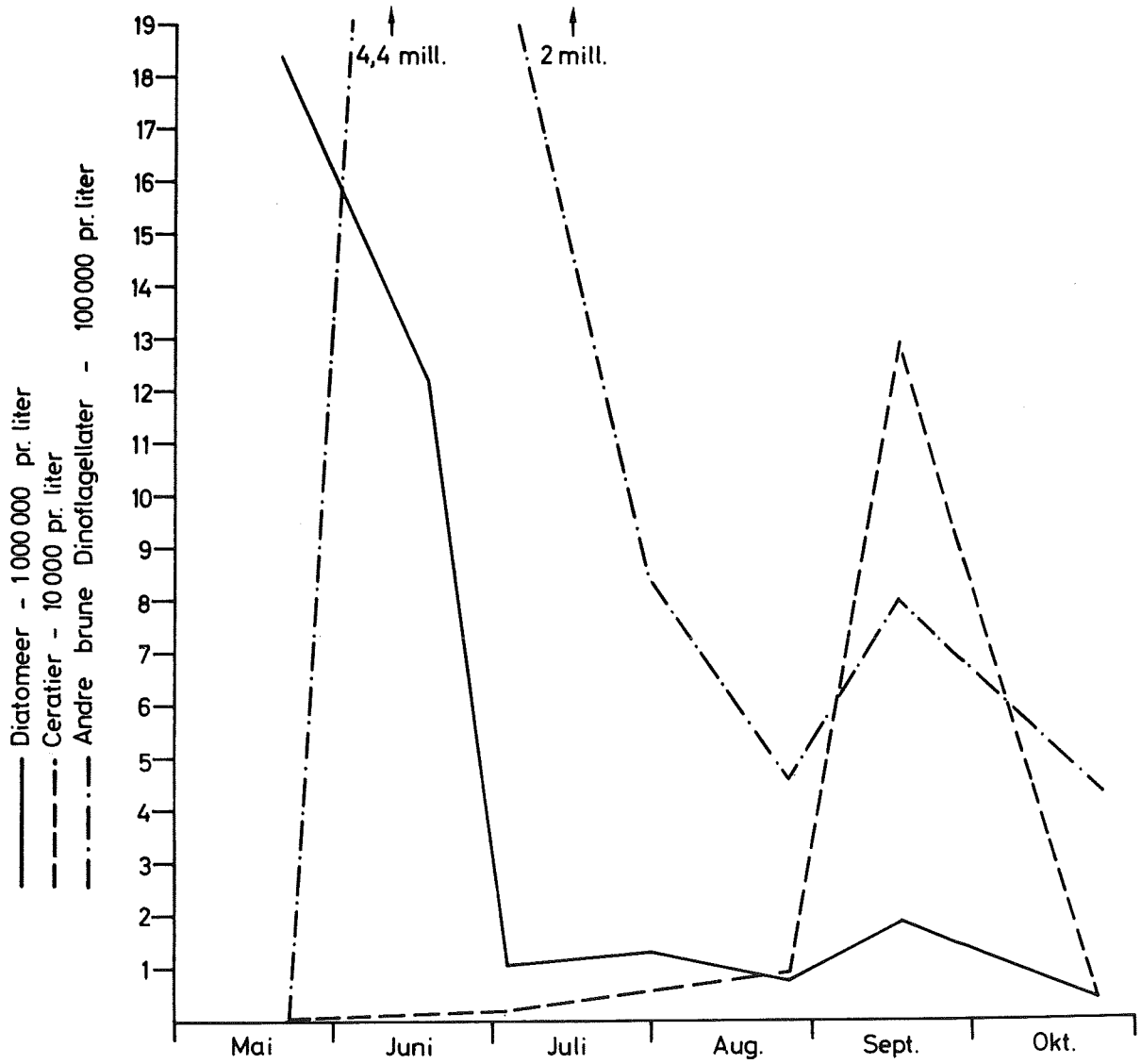
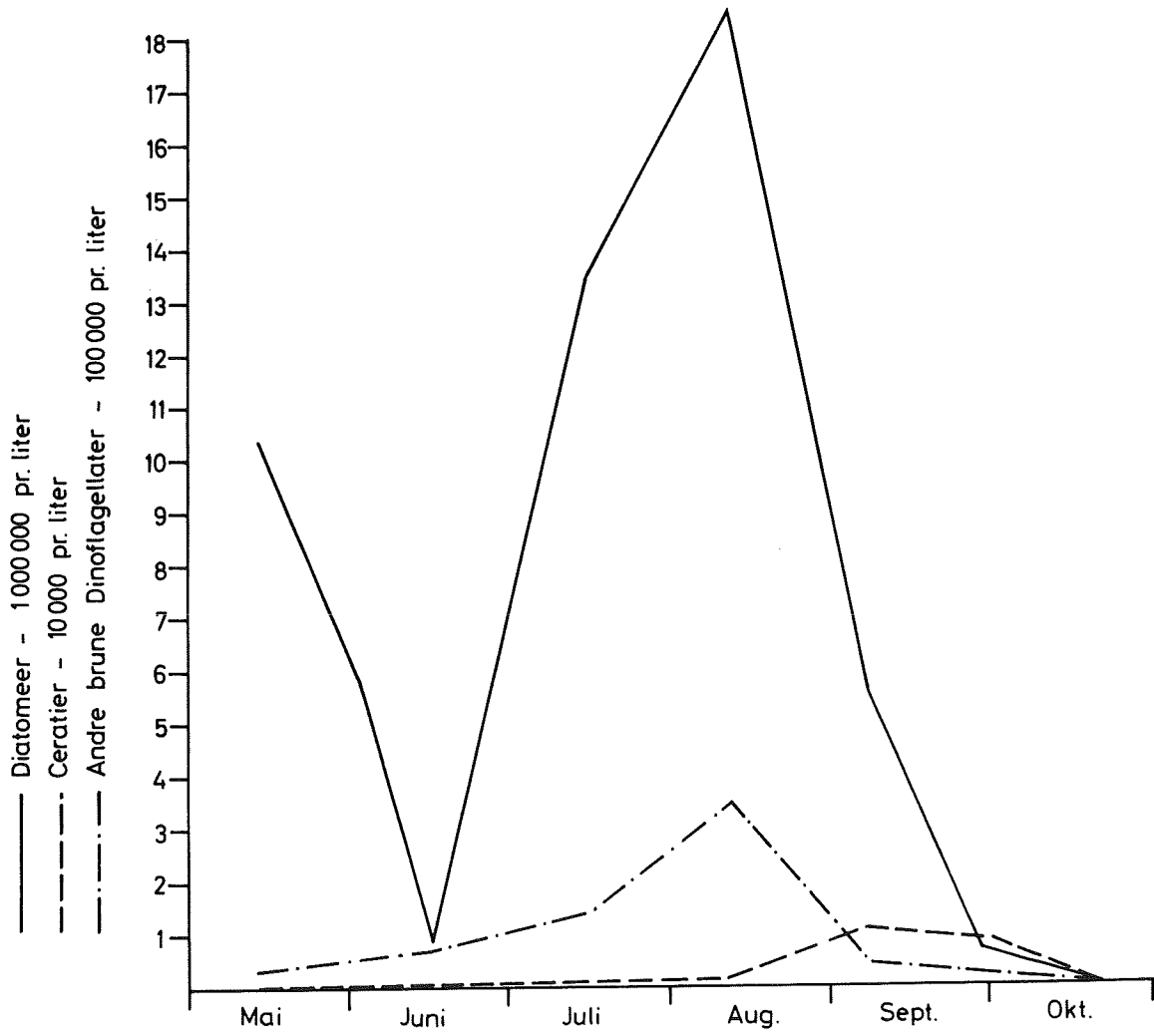


Fig. 4c Maksimalbestander i snittet Filtvet - Bonnefjord, mai - oktober 1964



III. Oversikt over sommersituasjonen 1962-64

Mens planteplanktonet i årets første 3-4 måneder var dominert av diatomeene, var den følgende periode helt til ut september karakterisert ved et langt mer variert samfunn. Diatomeene, ceratiene og andre brune dinoflagellater, Euglenaceae, gruppen "flagellater og monader" og Olisthodiscus luteus opptrådte i undersøkelsesperioden i kortere eller lengere tid i meget store bestander i den indre fjord.

Observasjonsmaterialet tillater ikke noen detaljert analyse av de enkelte grupperes opptreden. Årsaken er først og fremst at gjødslings-effekten ved forurensning på en bestemt stasjon fluktuerer med lokale vind- og strømforhold. Overflateobservasjonene over forekomsten av dinoflagellater viser at med det begrensede sett av observasjoner som rutinetøktene omfatter, er det bare mulig å få et grovt bilde av de enkelte grupperes mengdeforhold innen de enkelte avsnitt av den indre fjord. I den følgende redegjørelse for vekslingene fra år til år i de enkelte grupperes opptreden vil vi derfor måtte innskrenke oss til en karakteristikk av de mest iøynefallende trekk.

I Fig. 4 er det på grunnlag av data fra rutinetøktene i mai-oktober 1962-65 gitt en fremstilling av de kvantitative vekslinger i bestandene av følgende hovedgrupper: diatomeer, ceratier, andre brune dinoflagellater (begrenset til Peridinium triquetrum, P.trochoideum og Prorocentrum micans) og Olisthodiscus luteus.

Etter hvilke grupper som nådde en særlig rik utvikling om sommeren i vedkommende år, kan 1962 betegnes som et "diatome-Ceratium-år", 1963 som et "dinoflagellatår" og 1964 som et "diatome-Olisthodiscus-år". I løpet av korte tidsrom skjedde det meget store endringer i bestanden av enkelte grupper gjennom rask vekst eller ved desimering. Forholdene var meget labile, både hva planteplanktonets kvantitet og kvalitet angår.

Grunnlaget for utviklingen av de usedvanlig store bestander av planteplankton er tilførselen av næringsstoffer gjennom forurensningen. Eventuelle vekslinger fra år til år i denne næringstilførsel skulle ikke ventes å føre til slike vekslinger i samfunnenes sammensetning som ble funnet i 1962-64 og vil derfor ikke bli tatt hensyn til i den videre fremstilling.

Etter de vinddata som har vært anvendt, midler for uken før hvert tokt, har sønnvind vært fremherskende i sommerperioden alle tre år, avbrutt av enkelte tilfelle med overvekt av nordavindskomponenten (Fig. 7). Ved slike vindforhold vil forurensningsmaterialet få en relativt lang

oppholdstid i den indre del og gjødslingseffekten bli stor.

Med hensyn til temperatur- og saltholdighetsforhold i de tre år, skiller 1963 seg ut ved å ha høyere temperatur og lavere saltholdighet i 1m enn de andre årene, men selv dette året var sommertemperaturen i fjordvannet lavere enn ved undersøkelsen i 30-årene (Braarud & Ruud 1937, Braarud 1945).

De faktorer som vi tar i betraktning når vi søker en forklaring på noen av vekslingene i samfunnet fra år til år er : Størrelsen av utgangsbestanden, artenes økologi som bl.a. omfatter deres temperaturkrav, deres avhengighet av bestemte næringsstoffer og deres formeringshastighet. Disse faktorer vil være viktige for en arts konkurransevne om de tilgjengelige næringsstoffer.

Vi skal se på årsvekslingene for hver gruppe for seg.

1. Diatomeene (Fig. 3 og 4).

Etter det minimum som hvert år fulgte etter vårutviklingen, fant det i alle år sted en meget sterk økning i diatomebestanden til et nytt maksimum på over 10 millioner/l. I 1962 kom denne økning tidlig og de store bestandene holdt seg til langt ut i juni, mens nedgangen i de andre år satte inn tidligere så det i juni var et utpreget minimum. I denne fase var Skeletonema dominerende. I 1962 var situasjonen eiendommelig. Mens maksimalbestandene for Skeletonema gikk ned fra mellom 7,3 og 12,7 millioner/l, 21. juni, til under 40000/l, 16. juli, steg samtidig bestandene av to andre diatomeer, Leptocylindrus danicus fra 23000/l til 4,5 millioner/l og Rhizosolenia fragilissima fra 1000/l til 890000/l, uten at vindforholdene skulle ha betinget noen spesielt sterk innstrømning av vannmasser utenfra. Dette kunne tyde på at den store nedgang i Skeletonema-bestanden skyldtes mangel på et næringsstoff som de andre ikke i samme grad var avhengige av, men det kan også tenkes at en forskjellig reaksjon på lysklimaet har vært av betydning.

Den videre utvikling av diatomebestanden etter dens juni-juli-minimum ser ut til å ha vært et spørsmål om hvor sterk konkurransen var med andre grupper. I 1962 utkonkurrerte Skeletonema etterhvert igjen de øvrige diatomeer, de store bestander av ceratier og relativt beskjedne bestander av andre brune dinoflagellater og etablerte et høstmaksimum med over 12 millioner/l i september. I 1963 var det derimot ceratier og andre dinoflagellater som dominerte planteplanktonet helt fra juni og ut til oktober, idet diatomebestandene holdt seg under 2 millioner/l. I 1964 steg diatomebestanden raskt etter sitt utpregede minimum i juni, da

flagellater og monader var uhyre tallrike, og det var store diatomebestander i juli, august og september.

Mens Skeletonema var dominerende under diatomeenes forsommermaksimum, var artssammensetningen ut over ettersommeren vekslende. (Fig. 3, 4, Tabell 32, 39, 51). I juli 1962 utgjorde som nevnt ovenfor andre diatomeer enn Skeletonema den største komponent av diatomeplanktonet i den indre fjord (dette var også tilfelle i juli 1964). I 1962 var det Leptocylindrus danicus og Rhizosolenia fragilissima som var særlig tallrike på denne tid, i 1964 Cyclotella caspia. I august 1964 forekom 2,4 millioner/l av Nitzschia delicatissima ved siden av den 15,4 millioner/l store Skeletonema-bestand. Selv når vekstforholdene for Skeletonema var gunstige, kunne altså i noen tilfelle andre arter konkurrere med et visst hell.

I Tabell 58 er angitt maksimaltall for de to ytre stasjoner og for stasjonene i den indre fjord for de viktigste diatomearter i mai-september. i 1962-64. Det fremgår av tabellen at det på lignende vis som under våroppblomstringen var store vekslinger fra år til år i det diatomesamfunn som ledsaget de dominerende arter. I 1962 var det et langt større antall arter som nådde betydelige bestander innen hele området enn i de to følgende år. Det er forøvrig påfallende at det i de enkelte år var forskjellige arter som foruten Skeletonema ble særlig tallrike i den indre fjord om sommeren, i 1962 Chaetoceros socialis, Leptocylindrus danicus og Rhizosolenia fragilissima, i 1963 Cerataulina bergonii og Leptocylindrus danicus, i 1964 Cyclotella caspia, Nitzschia delicatissima og Thalassiosira gravidoides. Forskjellige forhold kan være medvirkende til å frenkalle disse vekslinger. For Chaetoceros socialis og Nitzschia delicatissima synes en tilførsel av utgangsbestander fra den ytre fjord under vårutviklingen å ha gitt dem en fremtredende plass i samfunnet i vedkommende år. For Cyclotella caspia ser det ut til at tilførsel fra dens to utviklingssentra, Bærumsbassenget og Breiangen, har vært avgjørende for dens kvantitative forekomst i den indre og ytre del av området, mens for de øvrige arter de lokale konkurranseforhold synes å ha vært avgjørende, uten at vi kan analysere forholdene i detalj.

Tabell 58

Mai-september. - De viktigste diatomearter, maksimaltall på de to ytre stasjoner og de indre for hvert år; celler pr. liter.

	1962		1963		1964	
	Dröbak-Filtvet	Indre stasjoner	Dröbak-Filtvet	Indre stasjoner	Dröbak-Filtvet	Indre stasjoner
<i>Cerataulina bergonii</i>	257000	379000	1000	<u>1 220000</u>	12500	131000
<i>Chaetoceros affinis</i>	76640	1520	600	1560	440	1640
<i>Chaetoceros compressus</i>	69000	1500	-	-	-	-
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	54500	240	-	-	-	-
<i>Chaetoceros debilis</i>	62500	159000	4000	201000	<u>1 312500</u>	272000
<i>Chaetoceros lacinosus</i>	720	40000	-	5000	-	-
<i>Chaetoceros similis</i>	23000	364000	-	6000	-	-
<i>Chaetoceros simplex</i> var. <i>calcitrans</i>	17500	281000	-	15500	11000	1000
<i>Chaetoceros socialis</i>	930000	<u>1 716000</u>	-	-	-	-
<i>Chaetoceros subsecundus</i>	-	-	197840	277280	-	-
<i>Cyclotella caspia</i>	50000	357000	<u>2 282000</u>	356000	28000	<u>7 570000</u>
<i>Leptocylindrus danicus</i>	2 238500	<u>4 576000</u>	102000	<u>968000</u>	5000	19000
<i>Nitzschia delicatissima</i>	110000	30000	5500	271000	154000	<u>2 377000</u>
<i>Rhizosolenia fragilissima</i>	378000	<u>890000</u>	8000	11000	5000	6000
<i>Skeletonema costatum</i>	18 300000	29 130000	9 838000	18 256000	1 252000	15 430000
<i>Thalassiosira gravidoides</i>	76000	267000	37000	21000	14000	<u>429920</u>

Tabell 59

Ceratium-bestandens sammensetning i juli-september 1962-64.
Maksimaltall for de indre og ytre stasjoner, celler pr. liter.

	1962		1963		1964	
	Dröbak-Filtvet	Indre stasjoner	Dröbak-Filtvet	Indre stasjoner	Dröbak-Filtvet	Indre stasjoner
			<u>Ceratium furca</u>			
Juli	40	160	-	-	300	-
August	40	120	-	-	340	60
September	19040	<u>134880</u>	<u>22240</u>	320	<u>2920</u>	280
			<u>Ceratium fusus</u>			
Juli	1040	4920	2320	4760	80	-
August	760	<u>96320</u>	8000	7440	1280	1380
September	3080	2240	4000	<u>126880</u>	9000	320
			<u>Ceratium tripos</u>			
Juli	3320	<u>8320</u>	<u>3560</u>	1940	900	60
August	80	560	920	80	580	280
September	120	560	3320	2400	<u>1120</u>	60

2. Ceratier.

I alle tre år er det de samme tre arter som dominerer Ceratium-bestanden, furca, fuscus og tripos. Fig. 4 viser hvor stor forskjell det er på utviklingen av ceratiebestanden som helhet: i 1962 meget store bestander både i august og september, i 1963 et mer kortvarig september-maksimum og i 1964 meget beskjedne bestander i hele sommerperioden. Det er nærliggende å anta at det er konkurransen med de øvrige grupper om de tilgjengelige næringsstoffer som har vært avgjørende for hvor store bestandene kunne bli etterat vanntemperaturen ble så høy at vekstforholdene i så måte ble gunstige. Den meget store diatomebestand i august og september 1964 har sannsynligvis hemmet ceratiens vekst så de dette året inntok en beskjedne plass i planteplanktonet. Oppveksten av Olésthodiscus i løpet av september 1964 kan ha virket i samme retning.

I Tabell 59 er gjengitt vekslingene i bestandens sammensetning i de tre år. Det var bare i 1962 at C.furca hadde store bestander i den indre fjord, mens de to andre arter hadde en mer regelmessig forekomst i 1963 og

1963. Fattigdommen på ceratier på de indre stasjoner i 1964 bekreftes også av overflateobservasjonene (se side 122).

3. Andre brune dinoflagellater.

Denne gruppe omfatter flere arter, som har forskjellige vekstkrav, bl.a. til temperaturen. Noen av dem har en regelmessig forekomst i indre Oslofjord, som Peridinium triquetrum, P. trochoideum og Prorocentrum micans, og opptrådte i relativt store bestander hvert år. Andre, som Dinophysis acuta, lachmannii og norvegica, hører også med til de faste komponenter av planteplanktonet, men opptrådte sjelden i større bestander. Goniaulax-artene polyedra, polygramma, spinifera og tamarensis var derimot uregelmessige i sin forekomst. De kunne lokalt og i et begrenset tidsrom nå større bestander. Exuviaella baltica forekom i 1962-64 vesentlig på de ytre stasjoner og nådde aldri store bestander inne i fjorden.

I Fig. 4 er vekslingen i den samlede bestand av de tre hovedarter i indre fjord gjengitt. I den noe varmere sommer 1963 hadde de en særlig rik utvikling, mens de i de to andre år nådde langt mindre bestander på stasjonene ved rutinetoktene.

For disse arter er det en betydelig uoverensstemmelse mellom de maksimalbestander som ble funnet på rutinetoktene og i overflateprøvene som ble tatt mellom toktene. Dette skyldes den meget vekslende kvantitative fordeling av artene i det innerste område (se side 122), men for en del også de raske vekslinger i dinoflagellatbestandens sammensetning i dette området, slik det er påvist ved tidligere undersøkelser, spesielt i 1935.

1962 var et år med relativt små bestander av denne gruppe, mens de to følgende år var rike på Peridinium triquetrum og Prorocentrum micans. Peridinium trochoideum hadde særlig store bestander i 1964.

I hele perioden inntok denne gruppen en fremtredende plass i planteplanktonet i den forurensede del av fjorden, selv i de sterkest forurensede områder. Dens opptreden er ikke avhengig av tilførsel av utgangsbestander fra den ytre del av fjorden og de kvantitative vekslinger fra år til år må antas å være betinget av de lokale vekst- og konkurranseforhold. Den rike utvikling i juni 1963 kan antas å henge sammen med den relativt høye vanntemperatur i dette året.

4. Kalkflagellater og Euglenaceae.

For disse grupper er det lite å føye til det som er nevnt for de enkelte år. Kalkflagellatene spilte en helt underordnet rolle i 1962-64, idet det bare var i Bønefjorden, august 1964, at det var en forekomst av

Tabell 60

Andre brune dinoflagellater. Maksimaltall for de to ytre og de indre stasjoner i mai-september 1962-64 for de viktigste arter. Celler pr. liter.

	1962		1963		1964	
	Dröbak-Filtvet	Indre stasjoner	Dröbak-Filtvet	Indre stasjoner	Dröbak-Filtvet	Indre stasjoner
			<u>Exuviaella baltica</u>			
Mai	263000	5500	1000	-	11500	500
Juni	2000	17000	4500	1500	9000	12000
Juli	84000	18500	-	1000	-	-
August	3000	3000	-	-	1000	1000
September	-	-	-	-	-	-
			<u>Peridinium triquetrum</u>			
Mai	160	14000	-	1000	500	37500
Juni	1500	527000	22000	4 360000	20500	41500
Juli	2500	5500	124000	1 992000	23000	7500
August	-	18000	11000	61000	6000	11500
September	2500	9500	1000	290000	1000	1500
			<u>Peridinium trochoideum</u>			
Mai	4280	25000	-	1500	1500	4500
Juni	-	1000	1000	5000	8040	9500
Juli	-	-	-	3000	5000	108000
August	1000	2000	3000	10000	105000	151000
September	80	-	-	21000	24000	35500
			<u>Prorocentrum micans</u>			
Mai	40	-	-	-	20	-
Juni	-	1500	120	1000	1000	500
Juli	6000	27000	1000	25000	1500	8500
August	6000	112000	35000	838000	302000	184000
September	41500	179000	15000	474000	10000	5000

- 1) 21 juni Maksimal bestand i overfl. prøver: 3,248000
 2) 20-23 september " " " " " " 1,209000
 3) 21-22 juli " " " " " " 2,542000
 4) 21-22 juli " " " " " " 298000
 5) 6 august " " " " " " 1,922000
 6) 6 august " " " " " " 8,547000
 7) 20-23 september " " " " " " 1,370000
 8) 21-22 juli " " " " " " 358000
 9) august " " " " " " 213000

Tabell 61

"Flagellater og monader"

Horisontalutbredelse. Maksimalbestand på hver stasjon, celler pr. liter.

	Filtvet	Drøbaksundet	Vestfjorden	Akershus	Bonnefjorden
<u>1962</u>					
Januar		64000	10500		19000
Mars		399000	24000		44000
5 april		39000		124000	142000
26 april		71000		29500	13500
Mai		237000		168000	134000
Juni		433000	125000	777000	
Juli		286000	68000	788000	
August	18500	15500	13000		
September	500	-	--	9500	2000
Oktober	505000	65000	257000	2 050000	23500
November	41000	43500		193000	18000
Desember	40000	51000		158000	23500
<u>1963</u>					
Januar		9500		32500	
Februar	-		-	4000	
Mars	15500		223000	42500	
April	122500	195000		80500	1 594000
Mai	58500	110000		5 700000	41000
Juni	185000	+++		2 660000	10 200000
Juli	440000	340000		884000	210000
1 august	642000	1 020000		154000	8000
26 august	550000	586000		810000	232000
September	-	15000		434000	27000
Oktober	331000	64000		183000	61000
November	39000	46000		74000	46000
Desember	56000	13500		25500	51000
<u>1964</u>					
Januar	69000	47500		69000	162000
Februar	51500	49500		340000	130000
Mars	-	2000		148000	840000
1 april	6000	28000		22000	258000
22 april	394000	614000		150000	346000
Mai	926000	1 140000		216000	793000
2 juni	1 268000	421000		140000	129000
16 juni	37000	75000		14 772000	19 920000
Juli	54000	243000		890000	715000
August	1 050000	648000		326000	1 144000
8 september	141000	633000		310000	283000
29 september	298000	380000		48000	46000
Oktober	295000	63000		139000	476000
November	122500	134000		79500	62500

betydning i den indre fjord. Euglenaceae forekom regelmessig i alle år, men var sparsommere representert i 1962 enn i de to andre år.

5. Flagellater og monader.

Dette er en heterogen gruppe av småformer som ikke lar seg identifisere i konserverte prøver. De opptrådte til alle årstider i meget vekslende antall på opptil 20 millioner/l. Som nevnt i tabellforklaringen er det grunn til å tro at det til dels er fotosyntetiske former, som kan spille en rolle for primærproduksjonen i vannmassene, men det kan ikke sies noe om hvor stor betydning de har. I Tabell 61 er gitt en oversikt over deres forekomst i de tre år. De største bestander som ble observert, forekom i juni 1964, på en tid da de øvrige grupper hadde små bestander, men ellers er det ikke noen korrelasjon mellom størrelsen av bestanden for denne gruppe og de av de andre grupper, hvilket heller ikke kan ventes da gruppen utvilsomt omfatter fotosyntetiske og heterotrofe former i vekslende forhold.

En liten brun flagellat som mag.scient. Jahn Thronsen har identifisert som Olisthodiscus luteus Carter fortjener nærmere omtale. Den opptrådte høsten 1964 i så store bestander at vannet ble sterkt brunfarget. På rutinetoktet i september ble det funnet 2,6 millioner/l ved Akershus og 1 million/l i Bonnefjorden. På overflatetoktet i oktober, som ble foretatt for å studere dens forekomst nærmere, ble det funnet veldig bestander i hele den indre fjord, opptil 52 millioner/l (se side 129. Denne oppblomstring av en art som tidligere ikke har vært registrert i fjordens plankton, er et nytt eksempel på hvor labile planteplanktonforholdene er i indre Oslofjord.

IV. Oversikt over høstsituasjonen, 1962-64.

Høstmånedene er gjennomgående preget av en nedgang i bestanden av alle hovedgrupper av planteplanktonet, slik tilfelle er i norske kystfarvann forøvrig. Som det fremgår av Tabell 62 var i 1963 denne nedgang ubrutt fra oktober til desember. I 1962 og 1964 var det imidlertid en økning i diatomebestanden senhøstes. Denne var begge år lokal, idet det i 1962 var de ytre stasjoner, i 1964 Bonnefjord-stasjonen som hadde relativt store bestander senhøstes. I begge tilfelle var det etter en utpreget nordavindperiode blitt en sønnvindssituasjon i uken før observasjonene ble tatt.

Om høsten er lystilførsel og forholdene for vertikalblanding i de øvre lag særlig viktige faktorer for planteplanktonets vekst. Når de meteorologiske forhold er gunstige, vil selv på denne årstid planktonalgene kunne

få tilstrekkelig fotosyntese-overskudd til at det blir en effektiv vekst av bestanden, men dette gjelder bare diatomeene, idet de øvrige grupper setter så store krav til temperaturen at deres veksthastighet senhöstes blir meget sterkt nedsatt.

Tabell 62

Maksimalbestander av de enkelte grupper for snittet Filtvet-Bonnefjord i oktober, november og desember, celler pr. liter.

År, måned	Diatomeer	Ceratier	Andre brune dinoflagellater	Euglenaceae
<u>1962</u>				
Oktober	314520 (Ak)	2220 (Ak)	44960 (Vestfj)	2500 (Fil)
November	4620 (Fil)	320 (Ak)	1000 (Ak, Fil)	-
Desember	200840 (Db)	200 (Db)	1540 (Bfj)	-
<u>1963</u>				
Oktober	375540 (Db)	5460 (Db)	441000 (Db)	3000 (Fil)
November	22540 (Fil)	1180 (Fil)	22040 (Bfj)	-
Desember	1100 (Fil)	180 (Fil)	880 (Bfj)	-
<u>1964</u>				
Oktober	34729 (Ak)	640 (Bfj)	7320 (Bfj)	36000 (Bfj)
November	1 113160 (Bfj)	480 (Db)	9300 (Ak)	500 (Db)

V. Generelle betraktninger over årsakene til sesongvekslingene i planteplanktonet i indre Oslofjord.

Selv om perioden 1962-65 viser påfallende vekslinger i de enkelte gruppers opptreden i de enkelte år, er det også fellestrekk hvis årsaker vi skal diskutere i det følgende.

Da en stor del av våre betraktninger kommer til å dreie seg om hvordan de hydrografiske forhold kan influere på gjødslingseffekten av forurensningen, skal vi først se litt på dette spørsmål.

Kloakkvann som ledes ut i sjøen i eller nær overflaten, tilfører de øverste vannlag uorganiske næringsstoffer som planteplanktonet kan bruke, og organiske stoffer som for størstedelen først blir tilgjengelige for planteplanktonet etter en biologisk eller rent kjemisk omsetning (potensielle næringsstoffer). De siste kan være oppløst eller forekomme som partikler. Den effekt som tilført kloakkvann får innen resipienten er bl.a. avhengig av to forhold, for det første hvor raskt kloakkvannets

næringskomponenter blir fjernet fra lyslaget ved blanding med underliggende lag og ved at partiklene synker, og hvor raskt mineraliseringen av de potensielle næringsstoffer foregår innen lyslaget.

Intensiteten av blandingen av det kloakkholdige øverste vannlag med lagene under lyslaget vil være sterkt influert av hvordan tetthetslagdelingen er i vannmassene. I homogene eller svakt lagdelte vannmasser skjer blanding ved turbulens uten stor motstand, mens en meget utpreget lagdeling motvirker blanding gjennom de store tetthetsgradienter i de øverste lag. Den hydrografiske situasjon spiller derfor en stor rolle for hvor stor gjødslingseffekt en viss kloakkvannstilførsel vil ha.

Omsetningen av den komponent av kloakkvannet som vi har betegnet som potensielle næringsstoffer, i oppløst eller partikulær form, er sterkt avhengig av temperaturen. Ved høy temperatur skjer såvel den biologiske som den kjemiske omsetning raskere enn ved lavere temperaturer. Jo langsommere denne omsetning foregår, desto større mulighet er det for at de potensielle næringsstoffer gjennom blanding og ved at partiklene synker blir fjernet fra lyslaget så de ikke kan utnyttes av planteplanktonet.

Den samlede virkning av disse forhold er at om vinteren, da de øvre lag har meget lave temperaturer og svakt utviklet tetthetslagdeling, vil gjødslingseffekten være mindre enn resten av året, da temperaturen er høyere og lagdelingen mer utpreget. Særlig stor vil den være om sommeren.

I tillegg til denne sesongmessige vekslning i temperaturforhold og tetthetsfordeling ^{i de øvre lag} kommer så at lyslaget om vinteren er meget tynnere enn på de andre årstider, et forhold som ytterligere aksentuerer forskjellen på vinter- og sommersituasjonen med hensyn til virkningen av forurensningen på planteplanktonet.

En annen side av den hydrografiske situasjon må også tas i betraktning, vindtransporten av overflatelagene. Ved nordavindssituasjoner vil de øverste vannlag være utsatt for transport fra den innerste del av fjorden, hvor forurensningen er særlig sterk og forurensningsmaterialet blir spredt. Under transporten utover av overflatelagene fra den indre del skjer det blanding med vannlag ute i fjorden, så det finner sted en betraktelig fortykning. Ved en utpreget sønnvindssituasjon vil derimot overflatelagene i den indre del bli stuet opp. Det blir en akkumulering av forurensningsmaterialet, så det får en lang oppholdstid i denne del. På denne måte vil gjødslingseffekten ved en nordavindssituasjon bli mindre i den indre del, men gjøre seg gjeldende i et større område enn ved en sønnvindssituasjon. (Hvis nordavinden er særlig sterk, kan det bli en viss oppstrømning av vann

fra lagene under selve overflatelaget. Da disse kan ha et stort innhold av næringsstoffer, kan resultatet bli en lokal gjødslingseffekt på grunn av denne spesielle hydrografiske situasjon.

Som vi har sett, er sommerperioden, da lagdeling og høy temperatur skulle betinge en relativt sterk gjødslingseffekt, også preget av overveiende sørlige vindresultanter, slik at effekten i den innerste del blir ytterligere forsterket.

Når vi på bakgrunn av de synspunkter som er lagt frem ovenfor om den forskjellige gjødslingseffekt ved de vekslende hydrografiske situasjoner i årets løp, forsøker å etterspore årsakene til de store vekslinger i planteplanktonet i indre Oslofjord, støtter vi på flere vanskeligheter som vi skal omtale. For enkelhets skyld holder vi oss da først og fremst til diatomeene som er istand til å utvikle store bestander ved alle de temperaturer som opptrer i årets løp.

Hvis det ikke foregikk noen beiting og det var gunstige forhold med hensyn til lystilførsel og vertikaltransport, skulle gjødslingen ved forurensning føre til en stadig økende bestand. Hvor raskt økningen ville foregå, ville avhenge av hvor stor næringstilgangen var. En bestemt næringstilgang til en vannmasse ville gi mulighet for en bestemt økning i dens plantemasse.

Når vi ikke finner en jevn økning av planteplanktonbestanden om sommeren, skyldes det først og fremst at bestanden hele tiden er utsatt for beiting ved dyreplankton, men samtidig er det utvilsomt også betydelige vekslinger i næringstilgangen, av grunner som er omtalt ovenfor. Vi må derfor regne med at vekslingene i de observerte bestander av diatomeer skyldes et samspill mellom vekslingene i beittingsintensiteten og i næringstilgangen.

Ser vi på samfunnet som helhet, kommer også konkurransen mellom de enkelte komponenter til. Spesielt om sommeren, da temperaturforholdene blir gunstige for ceratier og andre brune dinoflagellater og for kalkflagellatene, vil konkurransen om næringsstoffene utvilsomt gripe inn og være medbestemmende for de sesongvekslinger som blir registrert for hver enkelt gruppe. I konkurransen mellom artene spiller deres delingshastighet en vesentlig rolle, men en kjenner også eksempler på at en art over en ugunstig innflytelse på veksten hos andre planktonalger gjennom stoffer som de skiller ut. Enkelte flagellatgrupper, som dinoflagellatene, kan også ventes å ha en fordel ved at de gjennom sine vertikale døgnvandring

Fig. 5 Indre Oslofjord - Skjematisk oversikt (se teksten)

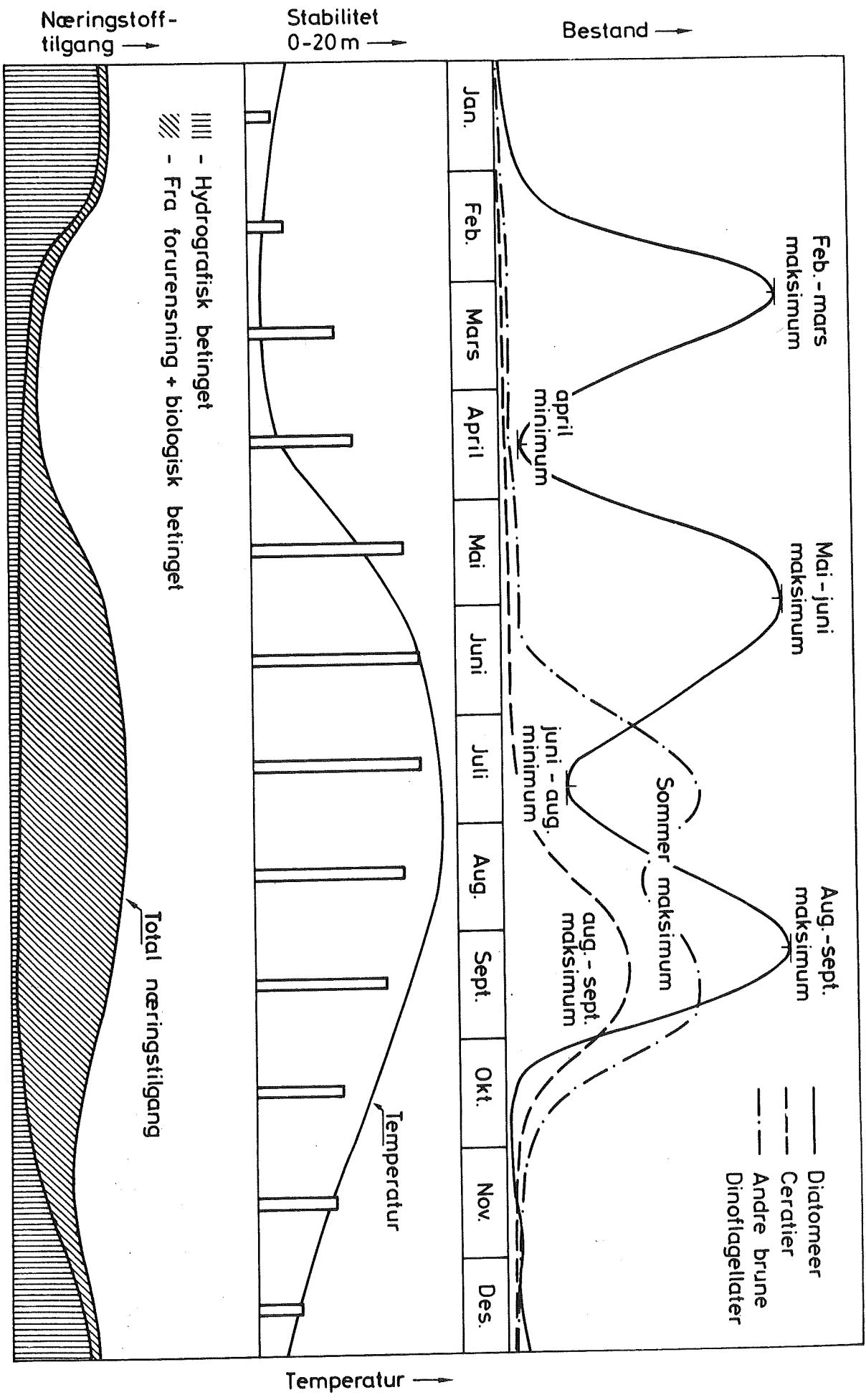
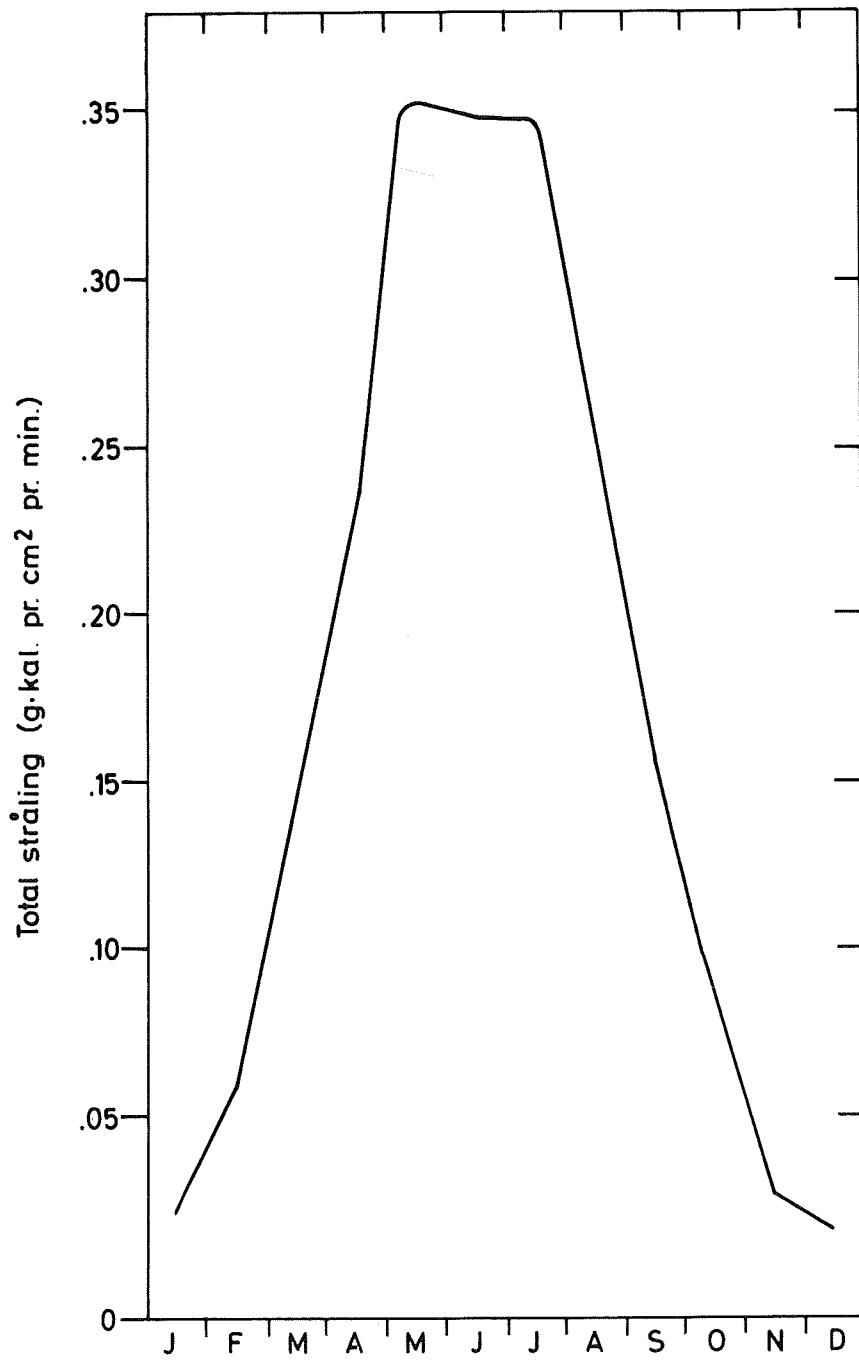


Fig. 6

Vekslingen i totalstrålingen ved Ferder (etter Smayda, 1959)



er istand til å ta opp næringsstoffer under sine opphold under lyslaget, mens diatomeene er henvist til å utnytte næringsstoffene innen det aller øverste lag.

Når vi i det følgende skal se på hovedtrekkene i gruppenes sesongvekslinger, vil vi bare kunne gi antydninger av årsaksforholdene, først og fremst fordi vi ikke kan bedømme den vekslende virkning av beitingen. Dette er ikke noe spesielt for Oslofjorden. Også i ikke-forurensede vannmasser står man overfor tilsvarende problemer idet de mange forsøk som er gjort på å utnytte tilgjengelige data for dyreplanktonets mengde til å beregne beitingen av planteplankton ikke har gitt tilfredsstillende resultater.

I Fig. 5 har vi gitt en grovt skjematisk fremstilling av hovedtrekkene i de enkelte grupperes opptreden i den indre Oslofjord i årets løp. Da forholdene i de enkelte år i perioden 1962-65 var meget vekslende, kan vi ikke gi noen felles karakteristik av størrelsen av de enkelte maksima og minima som opptrer. En jevnføring med Fig. 4 viser f.eks. at størrelsen av det registrerte sensommermaksimum i diatomeer er meget forskjellig i de tre år. I diagrammet er derfor bestandens størrelse ved et maksimum eller et minimum ikke representativ.

Vekslingene i stabiliteten i 1-20m-laget og i overflatetemperaturen er også skjematisk antydnet. Dessuten er det gitt en hypotetisk fremstilling av sesongvekslingene i næringstilgangen for planteplanktonet og hvilken del av denne skyldes hydrografiske prosesser og hvilken del forurensningen er ansvarlig for enten direkte eller indirekte.

Med utgangspunkt i dette diagram skal vi gi noen kommentarer til de forskjellige faser i planteplanktonets årssyklus i indre Oslofjord.

Senhöst-vinter-minimum, november-januar.

Senhøsten og tiden omkring vintersolverv er preget av to forhold som har en avgjørende betydning for planteplanktonets vekstforhold. For det første er lystilførselen stadig avtakende mot vintersolverv, hvoretter den igjen tiltar (Fig. 6). Lyslaget, hvor planktonalgene får tilstrekkelig lys til at det blir fotosynteseoverskudd og dermed mulighet for vekst, er ganske tynt i hele denne periode. For det annet fører avkjølingen av overflatelagene til at lagdelingen blir stadig mindre utpreget, stabiliteten avtar. Etterhvert som tetthetsgradienten blir redusert utover senhøsten, vil betingelsene for blanding av det øverste vannlag med de underliggende bli meget bedre. Denne vinterblanding fører til at plankton-

algene i stor utstrekning er utsatt for å føres ned under det tynne lyslaget så de ikke kan nyttiggjøre seg den beskjedne lystilførsel til dette laget. Disse to forhold er utvilsomt hovedårsakene til at bestanden på denne årstid er så liten.

Nedbør, skydekke og vindforhold vil kunne variere og ha en forskjellig virkning på vekstforholdene i denne perioden. Observasjonene fra 1962-65 viser da også at bestanden midtvinters (januar) var av forskjellig størrelse i de enkelte år. I 1965 var den usedvanlig stor (side 83).

Våroppblomstringen, februar-mars, fulgt av aprilminimum.

Ved vinterblandingen blir det tilført de øvre lag næringsstoffer fra dyplagene og på grunn av de ugunstige forhold for planteplanktonets vekst er næringsstoff-forbruket lite. I løpet av mørketiden får derfor overflatelagene relativt høye konsentrasjoner av næringsstoffer. Så snart lystilførselen blir bedre, blir lyslaget tykkere og vertikaltransport får da ikke lenger så uheldige virkninger. Vekstbetingelsene for planteplanktonet blir derfor bedre, selv om lagdelingen er dårlig utviklet. Så snart denne blir mer utpreget, vil vertikaltransporten bli redusert og dermed blir det enda større mulighet for en akkumulering av diatomebestander i de aller øverste vannlag, hvor lystilgangen er best. Resultatet er at det i løpet av februar og mars blir en rask vekst av planteplanktonbestanden. En lav beittingsintensitet av dyreplankton på denne årstid (Wiborg 1940) bidrar også til at veksten kan foregå uten store hemninger ved beiting. Da planktonalgene formerer seg ved todeling, skjer veksten av bestanden på denne årstid tilnærmet eksponentielt, hvilket forklarer at oppblomstringen i løpet av få uker kan føre til de veldige bestander som ble registrert i februar-mars.

Etter hvert som bestanden öker, vil dens daglige forbruk av næringsstoffer under denne oppblomstring bli stadig større og lagret fra vinterperioden blir snart brukt opp. I de områder hvor det skjer en tilførsel av næringsstoffer ved forurensning, vil veksten kunne fortsette noe lenger, slik at maksimalbestandene der blir særlig store. Som nevnt ovenfor er imidlertid betingelsene for en gjödslingseffekt fra forurensning lite gunstige på denne årstid, og den strekker ikke til for å opprettholde noen betydelig vekst av de store diatomebestander. Når det blir en meget rask nedgang fra et vårmaksimum til et utpreget aprilminimum, er dette et tegn på at det på denne tid er blitt en så stor ökning av dyreplanktonbestanden at beitingen er blitt meget intens og ikke kompenseres av den daglige tilvekst. Wiborg (1940) fant at det på Bonnefjord-stasjonen var en betydelig

öknning fra februar til april såvel i dyreplanktonets volum som i antallet av organismer.

I nedgangsperioden er det også et betydelig tap ved at diatomeene synker ned under lyslaget.

Den nye oppblomstring av diatomeer etter aprilminimum til et nytt maksimum og den følgende nedgang til et sommerminimum.

Etter aprilminimum, som også er et karakteristisk trekk ved sesongvekslingene i andre norske kystfarvann, kommer i indre Oslofjord en ny kraftig oppblomstring av diatomeer. Da denne er noe eget for dette område, er det god grunn til å anta at det er forurensningen som skaper grunnlaget for den.

I Tabell 63 er gjengitt hydrografiske data for Akershus-stasjonen under og etter diatomeenes april-minimum i årene 1962-65. I alle år var det i tidsrommet mellom disse observasjoner en sterk nedgang i saltholdigheten og en stigning i temperaturen innen de øverste lag. Dette førte med seg at det ble etablert en mer utpreget tetthetslagdeling (se verdiene for t_t). Denne endrede hydrografiske situasjon må av grunner som er omtalt ovenfor ventes å ha ført til gunstigere betingelser for en gjødslingseffekt av forurensningen. Like etter aprilminimum har diatomeene ennå ikke noen effektive konkurrenter blant de andre grupper fordi disse på grunn av den lave temperatur ikke hadde utviklet noen særlig store bestander i den foregående periode. Diatomeene dominerer derfor og nådde meget store bestander i alle år, men tidspunktet da dette forsommer-maksimum ble registrert, vekslet atskillig.

Det karakteristiske forsommer-maksimum av diatomeer er et utpreget trekk i planteplanktonets årssyklus i indre Oslofjord og må først og fremst tilskrives gunstigere betingelser for en gjødslingseffekt ved forurensning etter sesongmessige endringer i den hydrografiske situasjon. Nedgangen som fulgte, skyldes utvilsomt beitingen, men samtidig var det på dette tidspunkt i 1962 og i enda høyere grad i 1963 etterhvert utviklet store bestander av dinoflagellater som konkurrerte om tilgjengelige næringsstoffer og må antas å ha medvirket til nedgangen i diatomebestanden. Som vi skal se, er også i den følgende del av sommerperioden planteplanktonet langt mer vekslende fra år til år enn i vår- og forsommerperioden, tydeligvis på grunn av at konkurransen mellom de enkelte komponenter av samfunnet i denne tid spiller en langt større rolle enn tidligere på året.

Tabell 63

Hydrografiske data for Akershus-stasjonen (Ap1) ved diatomeenes aprilminimum og den etterfølgende oppgang i diatomebestanden, 1962-65.

Tokt som viste diatomeminimum				Det etterfølgende tokt med oppgang		
Dyp	t	S ‰	δ_t	t	S ‰	δ_t
	<u>5 april 1962</u>			<u>26 april 1962</u>		
1m	2,30	25,72	20,57	5,00	22,74	18,02
4m	1,67	26,20	20,98	3,30	25,44	20,28
8m	1,41	27,23	21,82	2,18	28,66	22,92
12m	1,50	27,92	22,37	3,66	29,91	23,80
20m	2,51	27,92	22,31	7,21	31,07	24,32
	<u>18 april 1963</u>			<u>22 mai 1963</u>		
1m	3,18	21,04	16,80	10,77	10,34	7,73
4m	1,90	22,76	18,23	9,79	17,47	13,39
8m	1,02	23,99	19,24	8,62	18,50	14,33
12m	0,30	25,41	20,40	8,59	18,94	14,68
20m	0,56	30,36	24,37	0,33	28,44	22,83
	<u>1 april 1964</u>			<u>13 mai 1964</u>		
1m	2,67	26,45	21,13	10,91	18,96	14,38
4m	1,66	27,14	21,74	9,98	19,93	15,27
8m	1,55	27,47	22,01	8,85	20,78	16,07
12m	1,81	28,61	22,90	8,47	21,24	16,48
20m	5,63			4,09	30,00	23,84
	<u>6 april 1965</u>			<u>4 mai 1965</u>		
1m	4,59	25,63	20,33	10,06	20,84	
4m	4,27	27,59	21,91	6,55	23,36	
8m	4,06	29,18	23,18	4,37	27,38	
12m	3,55	30,53	24,30	4,17	30,56	
20m	5,54	32,60	25,74	5,18	32,42	

Diatomeenes august-september-maksimum. Nedgangen om høsten.

I hele sommerperioden er de hydrografiske forhold gunstige for en kraftig gjødslingseffekt ved forurensningen, og planteplanktonet viser da også store bestander på denne tid. Diatomeene forholder seg forskjellig i de enkelte år. Etter forsommerminimum ble det i 1962 og 1964 store maksima i august-september, mens det i 1963 var en påfallende svak utvikling av diatomebestandene i denne periode og bare en beskjeden antydning til et maksimum i september. Til gjengjeld var dette året preget av meget store dinoflagellatbestander. Det er fristende å anta at den noe høyere sommertemperatur i overflatelagene i 1963 (Tabell 54) har vært avgjørende for denne forskjell på de tre år, idet de varmekrevende dinoflagellater må ha hatt gunstigere vekstbetingelser i 1963 og derved har kunnet konkurrere mer effektivt med diatomeene om de tilgjengelige næringsstoffer, men vi har ikke tilstrekkelig grunnlag for å analysere årsakssammenhengen ved vekslingene i bestandenes sammensetning i de enkelte år.

Vi kan bare konstatere at forurensningen skaper grunnlaget for oppveksten av store planteplanktonbestander midtsommers og på ettersommeren og at den kombinerte virkning av beiting, som må antas å virke selektivt innen samfunnet, og konkurranse mellom de forskjellige komponenter av samfunnet fører til vekslende artssammensetning i de enkelte år.

Etter at planteplanktonbestanden har nådd store bestander i september, er det flere forhold som fører til nedgang. Lystilførselen avtar og temperaturen i de øvre vannlag synker, slik at lagdelingen blir mindre utpreget. Resultatet er at omsetningen av de potensielle næringsstoffer går langsommere og det blir en mer effektiv fortykning av forurensningsmaterialet ved blanding med vannlagene under lyslaget. Wiborg (1940) fant at zooplanktonbestandene på Bonnefjordstasjonen holdt seg forholdsvis høye utover høsten, så det kan antas at beitingen fremdeles var betydelig.

Samlet fører disse forhold til en rask nedgang i bestandene så de i oktober-november er små, sammenlignet med de som ble funnet på ettersommeren. I 1964 var det et påfallende unntak fra dette mønster idet den brune flagellaten Olisthodiscus luteus hadde veldige bestander i oktober. Dette er en utpreget overflateform, som antakelig reagerer fototaktisk og derved er i stand til å holde seg i det aller øverste, best belyste lag. Det kan også vel tenkes at den har en ernæringsmåte som setter den i stand til å utnytte de potensielle næringsstoffer, så den i så måte inntar en særstilling.

Nedgangen i bestandene fortsetter så til vinterminimum, som er omtalt foran, dels fordi lystilførselen avtar og fordi vertikaltransporten gjør seg stadig mer gjeldende og hindrer planktonalgene i å utnytte det lys som er. Under spesielle meteorologiske forhold kan det opptre mindre avvik fra dette skjema.

Tabell 64

Observerte sommertemperaturer i overflatelaget i indre Oslofjord, for 1962-64 fra månedlige observasjoner mellom Nesodden og Snaröya, for de øvrige år data fra Braarud og Ruud (1937) og Braarud (1945).

År	1933	1935	1938	1962	1963	1964
Temperatur	23,06	23,9	20,57	15,03	19,61	18,69
Måned	juli	juli	juli-aug.	juli	juli	aug.

De betraktninger som vi ovenfor har gjort over årsakene til sesongvekslingene i planteplanktonet i indre Oslofjord, har ikke kunnet gi noe fullstendig bilde av samspillet mellom de ytre forhold, de enkelte arters vekstkrav og innflytelsen av dyreplanktonets beiting på bestanden. Fra et forurensningssynspunkt er det imidlertid vesentlig at følgende hovedtrekk er klare selv om forholdene i de enkelte år viste meget store vekslinger i detaljene : Det er gjødslingseffekten av forurensningen som gir grunnlaget for utviklingen av de usedvanlig store bestander av planteplankton som er registrert i indre Oslofjord i alle årene. Tidlig på året kommer denne effekt som et tillegg til den hydrografisk betingede næringstilførsel som vi finner i norske kystfarvann i sin alminnelighet på denne årstid. Om sommeren er forurensningen hovedansvarlig for det uhyre rike planteplankton, dels direkte, ved kloakktilførselen til selve overflate-lagene, dels indirekte, gjennom den økning av næringsstoffkonsentrasjonen i mellomlagene som forurensningssituasjonen fører med seg. Utover høsten og vinteren får den hydrografisk betingede næringstilførsel etter hvert igjen større betydning, men på denne årstid hindrer lysforholdene og den hydrografiske situasjon planktonalgene i å utvikle store bestander og det skjer en økning av næringsstoff-konsentrasjonen. Overflatelagene får et vinterlager som først blir utnyttet under den tidlige vårutvikling.

VI. Vindtransport av overflatelagene.

Allerede ved de første undersøkelser av Oslofjorden ble det klarlagt at vind med utpregede nord- eller sydkomponenter hadde en sterk innvirkning på overflatelagenes fordeling (Avsnitt A I). Vi skal i det følgende gi en oversikt over de tilfelle i 1962-65 hvor planteplanktonets fordeling innen snittet Filtvet-indre fjord indikerer at en vindtransport har hatt en påtakelig innflytelse på den kvantitative fordeling eller på artssammensetningen i området.

Virkningen av en utpreget nordavinds- eller sønnavindssituasjon vil være forskjellig i Oslo-området, Bonnefjorden, Vestfjorden og i Drøbaksundet og ved Filtvet.

Ved sønnavind vil overflatelagene bli stuert opp i den indre del, i større eller mindre grad etter hvor sterk og langvarig vindvirkningen er, og den direkte gjødslingseffekt i Oslo-området må ventes å bli særlig sterk. Ved en nordavindssituasjon vil derimot overflatelagene bli ført bort fra Oslo-området og kloakkvannskomponenten i overflatelagene blir spredt. Hvis denne vindvirkning var særlig utpreget, skulle en vente at det i det innerste område ble blottlagt noe dypereliggende lag, som er særlig næringsrike, slik at det ble en indirekte gjødslingseffekt, men de hydrografiske data gir ikke indikasjoner på at dette har vært tilfelle. Slik de topografiske forhold er innenfor Osloøyene, må det en særlig sterk nordavind til for at en slik situasjon skal oppstå der og slike vind-situasjoner har ikke vært registrert i undersøkelsesperioden.

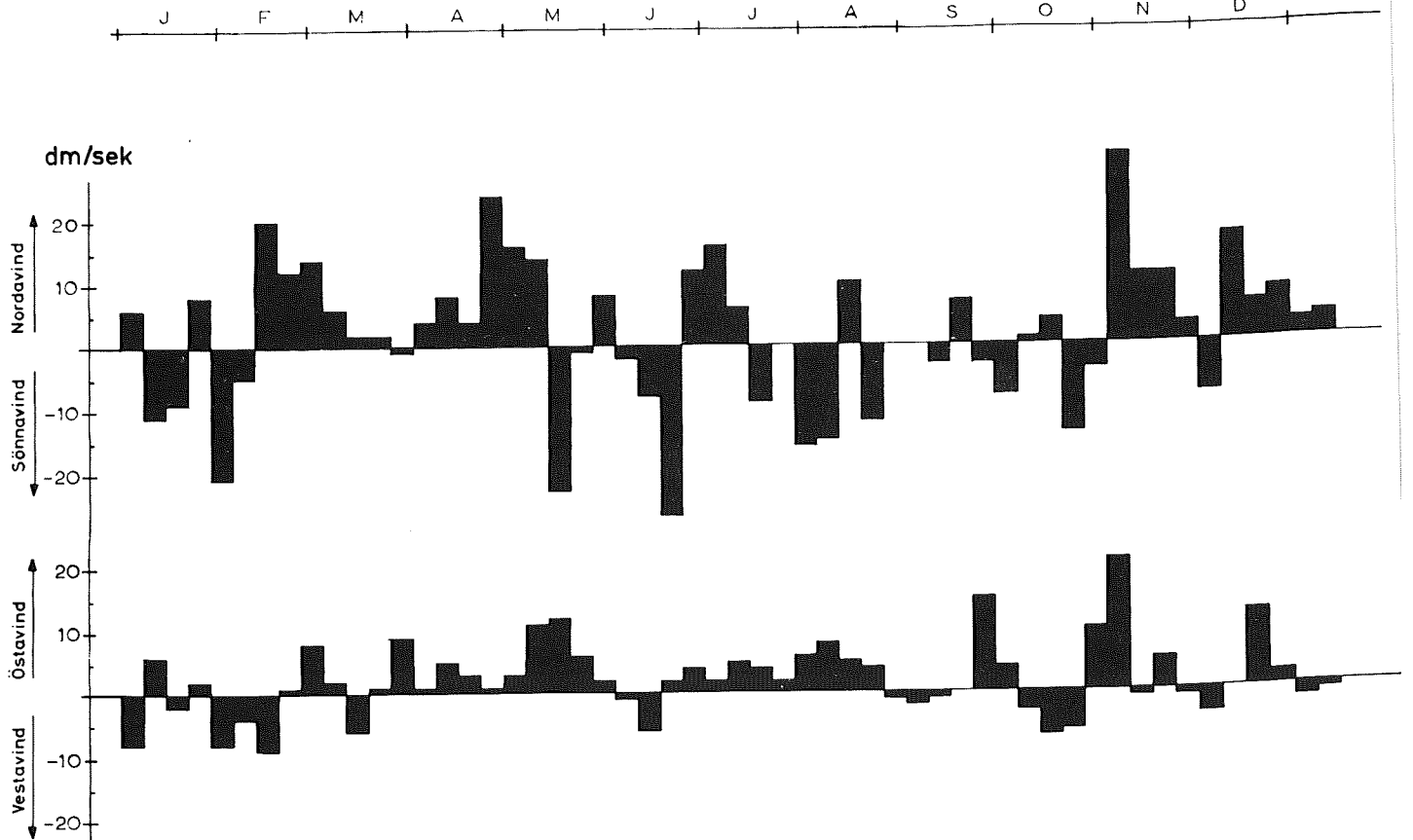
I Bonnefjorden og Vestfjorden vil en sønnavindssituasjon føre til at tilførsel av forurensningsmateriale blir mer eller mindre blokert, alt etter hvor sterk vindvirkningen er, og den direkte gjødslingseffekt blir tilsvarende svekket. Ved nordavind vil overflatelag fra den indre del føres utover, til den midtre og indre del av Bonnefjorden og til de midtre og ytre deler av Vestfjorden, eventuelt ut gjennom Drøbaksundet.

Drøbaksundet og Filtvet-området vil ved en sønnavindssituasjon bli preget av vannmasser fra området utenfor og ved en nordavindssituasjon vil overflatelag fra Vestfjorden gjøre seg gjeldende. Bare ved en langvarig og utpreget nordavindssituasjon kan det tenkes at overflatelag fra Oslo-området blir ført så langt ut, men selv ved en beskjeden nordavindsvirkning vil vannlag fra Vestfjorden som er preget av gjødslingseffekten fra forurensningen kunne opptre i det ytre område.

Selv om nord- og sydkomponentene av vinden må antas å ha den største virkning på vindtransporten, vil sterke øst- eller vestkomponenter utvikle

Fig. 7a Ukemiddel av vindens N-S og Ö-V komponenter på Fornebu 1962-63
målt kl. 01, 07, 13, 19

1962



1963

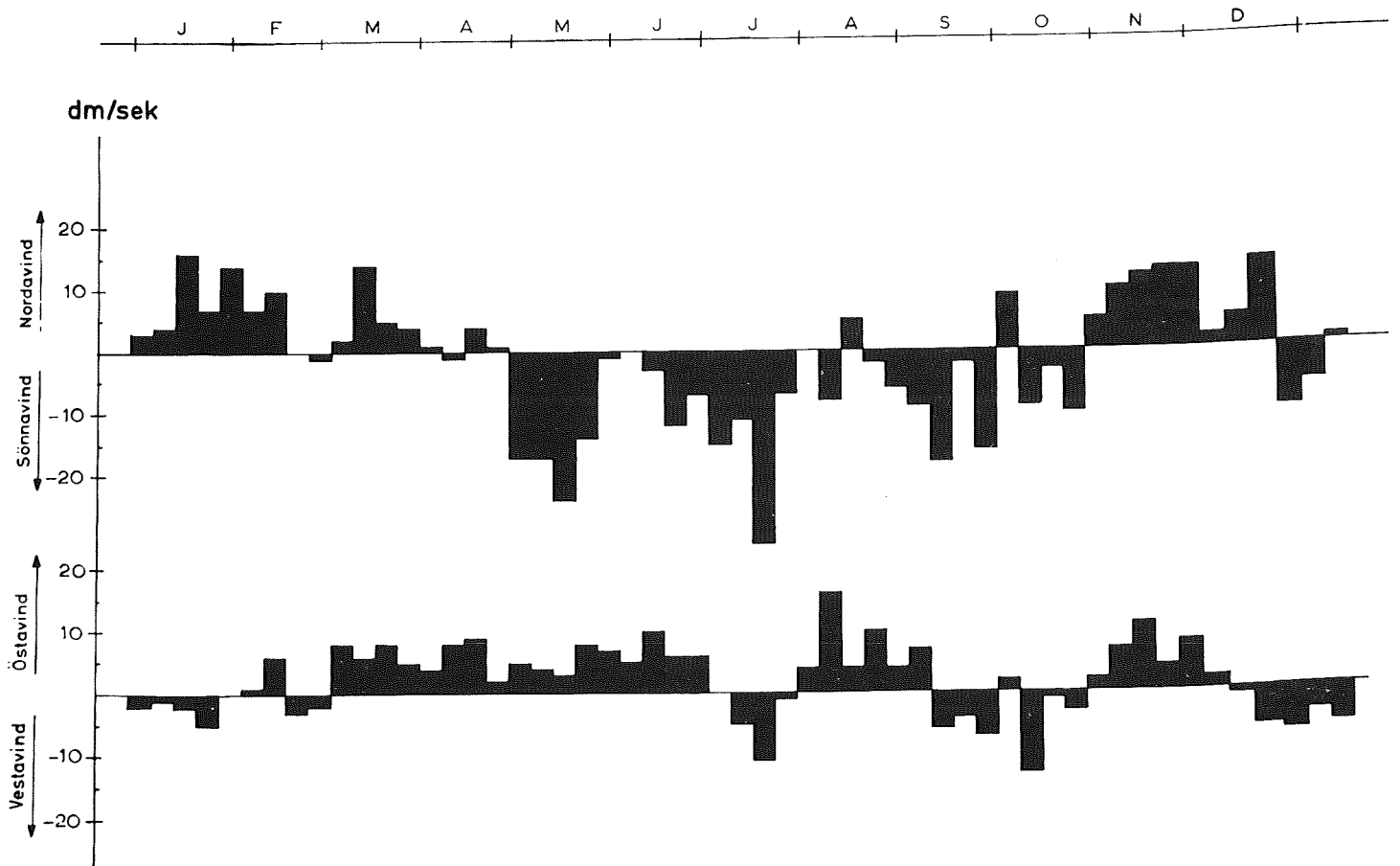
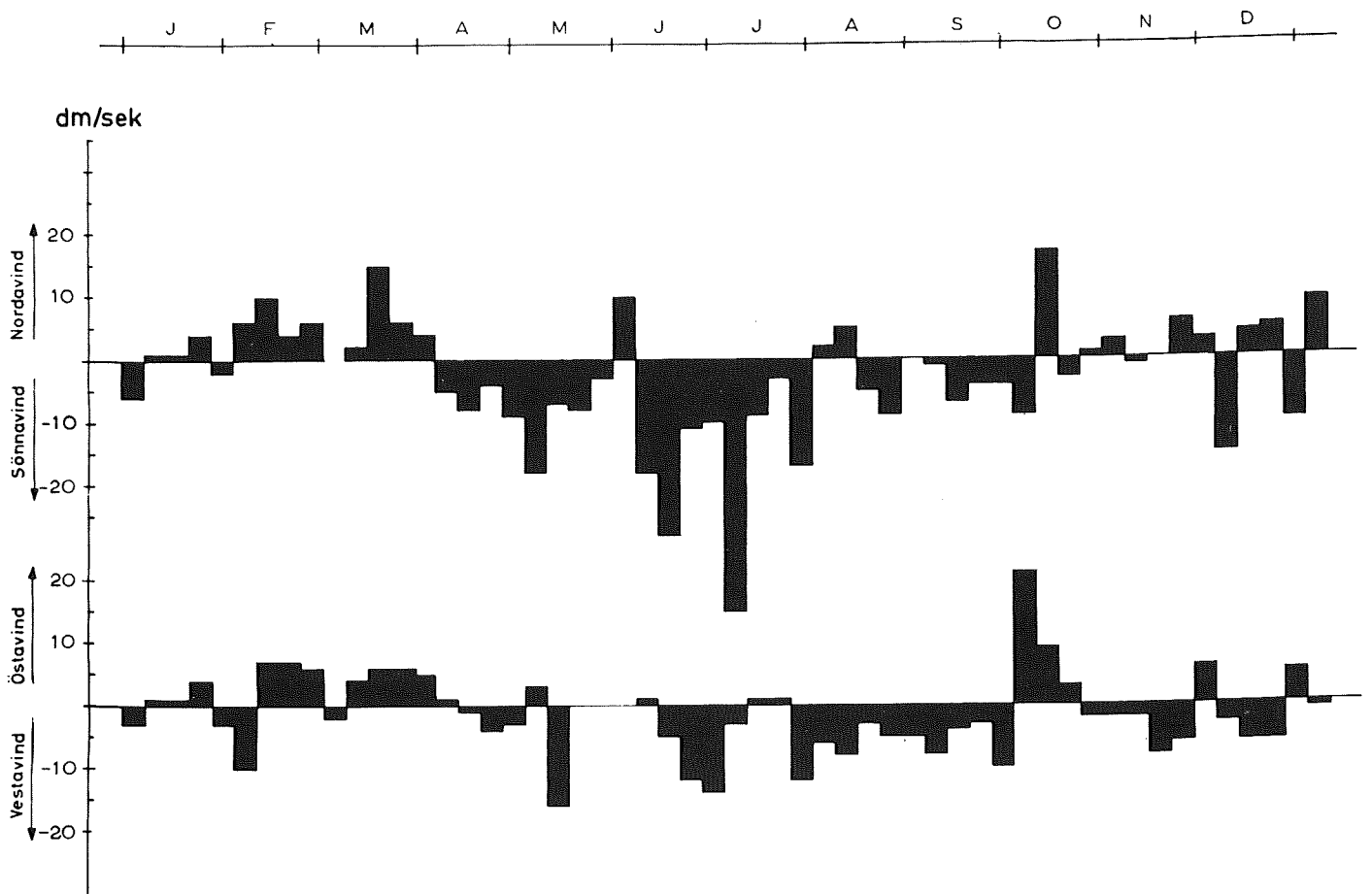
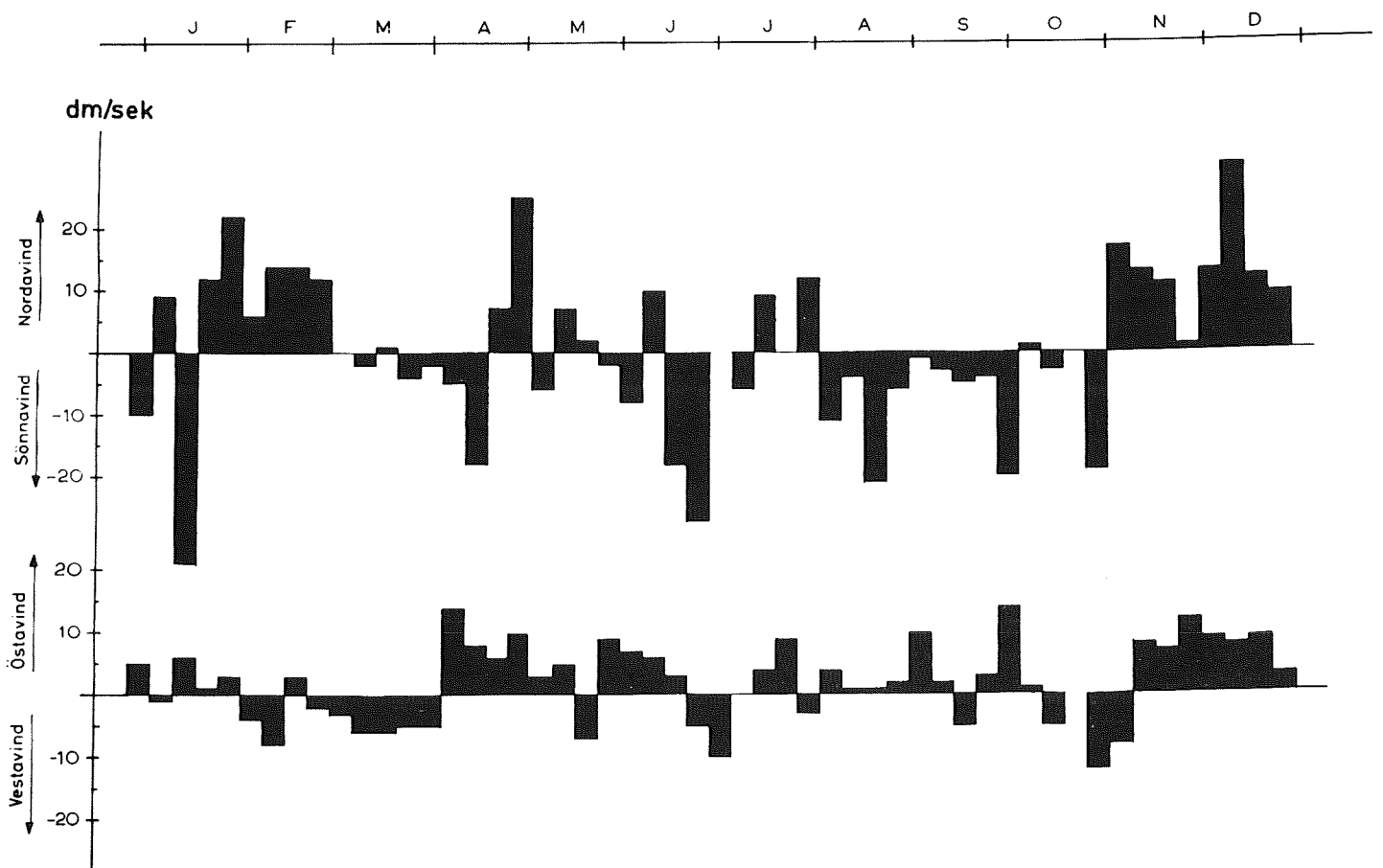


Fig. 7b Ukemiddel av vindens N-S og Ö-V komponenter på Fornebu 1964-65
målt kl. 01, 07, 13, 19

1964



1965



somt influere på transporten. Av spesiell interesse er disse komponenter for den lokale fordeling av vannmassene i Oslo-området (se avsnitt E).

1. Virkningen på den kvantitative fordeling innen snittet.

I Tabell 65 er ført opp de tilfelle da planteplanktondata indikerer at det har foregått en effektiv transport av overflatelag fra den indre fjord ut til Drøbaksundet eller utenfra inn til undersøkelsesområdet. (I enkelte tilfelle er det også indikasjon på en transport innen Bonnefjorden, men disse er ikke spesifisert.)

Det er først og fremst den kvantitative fordeling av bestandene innen snittet som har dannet grunnlaget for å anta at det har skjedd en vindtransport, men i enkelte tilfelle har samfunnets forskjellige sammensetning på de ytre og de indre stasjoner gitt en tydelig indikasjon. I alle tilfelle hvor det på grunnlag av planteplanktondata har vært antatt å foreligge en situasjon som er et resultat av vindtransport, viste vinddata at resultatet for den foregående uke ga støtte for denne tolkning. En detaljert beskrivelse av situasjonen for hvert tokt som står oppført i Tabell 65 er gitt i avsnitt C I. En oversikt over vinddata er gitt i Fig. 7.

I 1962-65 var en tydelig nordavindsvirkning på planktonfordelingen innskrenket til tidsrommet februar-mai, bortsett fra jultoktet 1962. Sønnavindsvirkning ble i 1962-64 registrert i sommerperioden og i 1965 i mars og begynnelsen av april. For tiden oktober-januar er planteplanktonet ikke noen brukbar indikator fordi bestandene er så små. For dette tidsrom vil kjemiske data være mer tjenlige.

Med forurensningsproblemene i indre Oslofjord for öye viser dette materiale at i 1962-64 var vindforholdene i sommerperioden ugunstige for en spredning og fortykning av kloakkvannet som blir tilført den innerste del av fjorden. Den fremherskende sønnavind førte til en oppstuing av overflatelagene i den indre fjord, slik at gjødslingseffekten der ble meget sterk. I de første måneder av året var nordavind langt hyppigere og førte til en tydelig gjødslingseffekt helt ut til Filtvet og sannsynligvis enda lenger ute i fjorden, hvor vi imidlertid ikke har observasjoner. Vi skal komme tilbake til disse forhold i avsnitt H, side 163.

2. Virkningen på planteplanktonets artssammensetning i den indre fjord.

Utvekslingen av overflatelagene i den ytre og indre fjord fører med seg at det blir en gjensidig påvirkning av planteplanktonsamfunnene i de to områder. Siden indrefjordplanktonet såvidt vi nå vet ikke omfatter fotosyntetiske arter som ikke også forekommer i den ytre fjord og i kyst-

vannet langs Norges sørkyst forövrig, vil påvirkningen fra den indre fjord på samfunnene i og utenfor Dröbaksundet først og fremst være av kvantitativ natur. Den vil også måtte bli av kort varighet fordi næringsstofftilgangen i den ytre fjord, størsteparten av året, vil være utilstrekkelig til å opprettholde store tilførte bestander. Hvis ikke vanntransporten innenfra er så omfattende at forurensning derfra gjør seg gjeldende eller det skjer en lokal forurensning, f.eks. fra Dramsfjorden, vil ikke tilførte bestander kunne holde seg i lengere tid.

Påvirkningen av indrefjordsamfunnene ved tilførsel av bestander fra den ytre fjord vil imidlertid kunne ha langt mer drastiske virkninger. Slike bestander vil ha mulighet for med hell å konkurrere med de lokale bestander om den rike næringstilførsel som forurensningen i dette område betinger.

Vi skal først se på forholdene under våroppblomstringen av diatomeer. Hvilke arter det er som hvert enkelt år gjør seg gjeldende på denne tid vil avhenge dels av hvilken lokal bestand det er som har kunnet holde seg i lyslaget under mørketiden, dels av hvilke bestander som kan være ført inn utenfra. Observasjonene fra 1962-65 viser at det er store vekslinger fra år til år i antallet av arter som ledsager den dominerende art, Skeletonema costatum (Tabell 65). 1965 var et ekstremt fattig år på slike arter og situasjonen minner da om den som Braarud et al. (1966) har beskrevet fra indre Hardangerfjord. For dette område ble det funnet at mangelen på tilstrekkelig turbulens i mørketiden førte til at de aller fleste diatomeer ikke var i stand til å opprettholde noen bestand i de øvre lag som kunne danne utgangsbestand når vekstforholdene ble gunstige. Mangel på tilførsel av bestander fra de ytre deler av kysten, hvor vinterblandingen gikk dypt nok til å holde diatomebestandene i suspensjon så de var til stede i de øvre lag etter mørketiden, førte til et ytterst fattig diatomesamfunn i den indre del. Forholdene i indre Oslofjord med hensyn til vinterblandingens dybde er minst like ugunstige for opprettholdelse av en diatomebestand i mørketiden, men som i Hardangerfjorden står Skeletonema i så måte i en særstilling. I 1965 var på samme måte som i indre Hardangerfjord Skeletonema-bestanden i januar bemerkelsesverdig stor, mens det var meget små bestander av noen få andre arter.

Når det gjelder tilførselen av utgangsbestander fra den ytre del av fjorden, veksler forholdene utvilsomt fra år til år. Hvordan tilførselen skjer, om den er betinget av sørlig vind som fører til innstrømning av overflatelag eller om en inngående kompensasjonsstrøm ved en nordavinds-

Tabell 65

Oversikt over vindtransport av overflatelagene, indikert ved fordelingen av planteplanktonet på rutinetoktene. Vindsituasjonen er angitt ved midlet for uken før toktet.

Tokt	Indikasjon	Vind i tiden for toktet, N-S komponentene.
<u>Nordavindsvirkning</u>		
<u>1962</u>		
26 april	Meget store diatomebestander i Drøbaksundet.	26/4: N 7
16-17 juli	Store diatomebestander i Drøbaksundet. Forekomst av 4,6 mill./l av <u>Coccolithus huxleyi</u> i 8m tyder på innstrømning utenfra i dette dyp.	16/7: N 9
<u>1963</u>		
20 februar	Små diatomebestander ved Akershus, meget store i Bonnefjorden og Vestfjorden.	20/2: N 4
<u>1964</u>		
11-13 februar	Meget små bestander av diatomeer ved Akershus sammenlignet med de i Bonnefjorden, Drøbaksundet og ved Filtvet.	11/2: N 10
31 mars - 1 april	Samme diatomefordeling i Bonnefjord og i Drøbaksundet og ved Filtvet.	31/3: N 4
<u>1965</u>		
9-10 februar	Meget store diatomebestander helt ut til Filtvet.	9/2: N 11
4-5 mai	Store diatomebestander i Drøbaksundet og ved Filtvet.	4/5: N 7
<u>Sönnavindsvirkning</u>		
<u>1962</u>		
21-22 mai	Store bestander av <u>Exuviaella baltica</u> i Drøbaksundet. Utpreget diatomemaksimum ved Akershus.	21/5: S 27
21-22 juni	Forekomst av ferskvannsdiatomeer. Små bestander av <u>Peridinium triquetrum</u> i Drøbaksundet.	21/6: S 21
<u>1963</u>		
21-22 mai	Meget små bestander av diatomeer på de ytre stasjoner, stort maksimum ved Akershus.	21/5: S 28
18-20 juni	Store bestander av <u>Cyclotella caspia</u> på de ytre stasjoner.	18/6: S 5 20/6: S 18

Tabell 65 (forts.)

26-28 august	Små bestander på de ytre stasjoner av diatomeer og små brune dinoflagellater	26/8: S 10
17-18 september	Små bestander på de ytre stasjoner av diatomeer og små brune dinoflagellater.	17/9: S 13
<u>1964</u>		
22-23 april	Meget små diatomebestander på de ytre, sammenlignet med de på de indre stasjoner.	22/4: S 5
13-14 mai	Enda mindre diatomebestander på de ytre stasjoner, stort maksimum ved Akershus.	13/5: S 28
16-17 juni	Et karakteristisk ytre fjord-diatomesamfunn på de ytre stasjoner.	16/6: S 30
14-15 juli	Et eget samfunn på de ytre stasjoner med <u>Chaetoceros debilis</u> i store bestander.	14/7: S 40
8-9 september	En mindre bestand av <u>Cyclotella caspia</u> forekom på de ytre stasjoner.	8/9: S 6
<u>1965</u>		
9-10 mars	Meget mindre diatomebestand på de ytre enn på de indre stasjoner.	9/3: S 2
6-7 april	Som for foregående tukt.	6/4: S 6

Tabell 66

Hydrografiske data fra januartoktet 1965.

Vinddata: Middell for uken for 11/1: S 34.

Dagsmidler for 12/1: S 10, 13/1: S 18,

14/1: S 49.

Stasjon og dyp, m	t, °C	S ‰	δ_t	O ₂ %	Orthofosfat mgP/m ³	Nitrat mg N/m ³
<u>In2 - Dröbaksundet 14/1</u>						
1	3,02	27,91	22,76	90	8	90
4	3,02	27,92	22,27	90	9	88
8	3,04	27,97	22,31	90	8	83
12	3,09	28,05	22,37	89	8	85
20	3,13	28,28	22,55	89	9	85
<u>Fl1 - Langåra 13/1</u>						
1	3,50	28,98	23,08	86	17	173
4	3,56	28,87	22,99	84	19	153
8	3,67	29,06	23,13	84	18	153
12	3,65	29,12	23,17	83	19	155
20	8,09	31,53	24,50	62	28	160
<u>Bn1 - Nesodden 13/1</u>						
1	2,46	-	-	83	37	273
4	2,45	28,43	22,72	82	38	280
8	2,52	28,48	22,76	81	40	233
12	2,78	28,54	22,78	79	42	260
20	5,87	29,90	23,57	61	48	253
<u>Ap1 - Akershus 13/1</u>						
1	3,54	27,42	21,83	65	61	350
4	3,39	28,15	22,43	67	55	290
8	3,07	28,44	22,68	74	48	280
12	3,60	28,80	22,92	68	45	278
20	7,79	31,23	24,37	12	87	190
<u>Dp1 - Bonnefjord 13/1</u>						
1	4,03	29,03	23,07	76	36	
4	4,02	29,08	23,11	76	37	
8	6,00	29,85	23,51	66	36	
12	7,90	31,08	24,24	31	47	
20	7,42	32,31	25,26	26	52	

situasjon er tilstrekkelig, får en et visst inntrykk av ved sammenligning av samfunnene under våroppblomstringen i de enkelte år med vinddata for desember-januar. Vi skal ikke her referere dem, men bare konstatere at det ikke er noen åpenbar sammenheng mellom vindsituasjonen i desember og artsrikdommen under våroppblomstringen. Heller ikke vindsituasjonen i januar-februar i de enkelte år gir noen klar indikasjon på at sønnavind har vært av avgjørende betydning for at samfunnet ble artsrikt. Riktignok er 1962, som hadde en særlig stor artsrikdom på denne tid, karakterisert ved særlig fremtredende sørkomponenter i januar og begynnelsen av februar, men i 1963, da samfunnet også var meget variert, var det nordavindssituasjon i hele januar og begynnelsen av februar. 1964, som hadde relativt færre ledsagerarter, hadde svak vind i januar og nordlige komponenter i februar. 1965 utmerker seg ved særlig kraftige nordkomponenter i denne periode, bortsett fra at det i uken før januartoktet var kraftig sønnavind, (Fig. 7), og de hydrografiske data viser at denne kraftige sønnavind hadde ført til en oppstuing av overflatevann utenfra i Drøbaksundet (Tabell 66). Dette hadde en meget fattig diatomebestand, hvor Skeletonema bare var ledsaget av to arter som var så tallrike at de ble registrert i telleprøvene.

Vår konklusjon blir følgende: Artssamfunnet under vårutviklingen er bestemt av følgende faktorer: 1) Sammensetningen av det samfunn som overvintrer i fjorden, avhengig av vekstforholdene for diatomeene i mørketiden; 2) Sammensetningen av samfunnet i den ytre del av fjorden; 3) Tilførselen av bestander utenfra.

Siden vi mangler observasjoner fra det ytre område, kan vi ikke analysere situasjonen hvert år, men for 1965 viser materialet at ytre fjord-samfunnet såvel som indrefjordsamfunnet i januar var dominert av Skeletonema. I de andre år har tydeligvis enten det ene eller det annet av disse samfunn vært meget artsrikere uten at vi kan avgjøre hvilket av dem som har hatt den største innflytelse på artssammensetningen under vårutviklingen. For 1964, da Leptocylindrus danicus og Nitzschia delicatissima opptrådte som viktige ledsagerarter, kunne det være fristende å tro at den sønnavindsituasjon som hersket i de to uker før nyttår, kunne ha brakt inn utgangsbestander fra den ytre del av fjorden (Fig. 7), men i 1962 og 1963, som var enda artsrikere, kan noen slik direkte transport av de øverste lag ved sønnavind ikke ha funnet sted. Hvis det i disse år har vært en tilførsel utenfra, må den være skjedd gjennom kompensasjonsstrømmer under nordavindsituasjon.

I perioden mai-september har vi sett at det var meget iøynefallende

vekslinger i diatomesamfunnets sammensetning i den indre fjord fra år til år (Tabell 58). På denne årstid dominerte sønnavindskomponenten og førte til en utpreget gjødslingseffekt i den indre fjord. Siden vi ikke har planktondata fra den ytre del av fjorden kan vi ikke avgjøre om de påfallende oppblomstringer av enkelte arter som fant sted i denne periode i de enkelte år har noen sammenheng med vekslinger i deres forekomst i den ytre fjord. Det sannsynligste er at de enkelte arters masseopptreden på enkelte tidspunkter var et resultat av de lokale konkurranseforhold mellom artene.

For dinoflagellatene og Euglenaceae, som hadde sin hovedforekomst om sommeren, gir materialet ikke grunn til å anta at vindtransport av utgangsbestander utenfra har vært av noen vesentlig betydning for deres forekomst.

Den unike masseforekomst av Olisthodiscus luteus høsten 1964 ser imidlertid ut til å ha vært initiert ved en innførsel utenfra av mindre bestander tidligere på høsten idet denne art først ble observert ved Filtvet og i Drøbaksundet i august 1964 og først senere opptrådte i prøvene fra den indre fjord.

D. PLANTEPLANKTONET I BÆRUMSBASSENGET.

I. Observasjoner på rutinetektene. St. B11.

Tabell 67

Undersøkte prøver fra B11. x angir at det er data for 1m og 8m eller 12m.

	jan.	febr.	mars	april	mai	juni	juli	aug.	sept.	okt.	nov.	des.
<u>1962</u>								X X	X	X	X	X
<u>1963</u>					X	X		X		X	X	
<u>1964</u>		X	X	X	X	X X	X	X	X X	X	X	
<u>1965</u>	X	X	X	X	X							

Som det fremgår av Tabell 67, foreligger det for 1964 data for hele perioden februar-november, mens det i 1962, 1963 og 1965 er noe mer uregelmessige prøver.

Vi skal først sammenligne bestandene av de mest fremtredende arter i løpet av 1964 med de tilsvarende for Akershus (Apl) og Bønefjord (Dp1), samlet i Tabell 68. Detaljer i samfunnets sammensetning fremgår av tokttabellene for 1964.

I store trekk er såvel samfunnets sammensetning og sesongvekslingene for de enkelte arter den samme i Bærumsbassenget som på de to andre stasjoner, men det er iøynefallende avvikelser i bestandens størrelse på de tre stasjoner. Særlig påfallende er dette for Skeletonema, som opptrer hele året igjennom. Bestanden i Bærumsbassenget er ganske liten sammenlignet med den for Akershus i hele perioden april-begynnelsen av september, mens forskjellen ikke er så stor i februar-mars og i slutten av september. I oktober er den noe større. Sammenlignes den med bestanden i Bonnefjorden, er den snart av samme størrelse, snart mindre og i tre tilfelle større i Bærumsbassenget enn i Bonnefjorden.

For de øvrige arter er den kvantitative fordeling på de tre stasjoner også vekslende fra det ene tokt til det andre. I to tilfelle er maksimalbestanden for hele året noe større i Bærumsbassenget enn på de to andre lokaliteter, men forskjellen er ikke utpreget (Leptocylindrus danicus, Peridinium triquetrum) og kan ikke tillegges noen vekt.

I 1962 var det i Bærumsbassenget i september små bestander av Skeletonema (318000) sammenlignet med de for Akershus (12 578000) mens det var usedvanlig store bestander av ceratier (247020) og av en liten Chaetoceros art, C. simplex var. calcitrans (650000) i forhold til de som ble registrert for Akershus (resp. 13400 og 4000).

I 1963 viste også Skeletonema, såvidt observasjonene gir anledning til sammenligning, et lignende forhold som i de to andre år. I august opptrådte Cyclotella caspia i en bestand på 4 350000/1 i Bærumsbassenget, mens den tilsvarende maksimalbestand for Akershus bare var 320000/1 og i Bonnefjorden ble den ikke registrert. I 1965 var det i februar-mars påfallende mindre bestander av Skeletonema enn i hovedfjorden.

Selv om det ikke er noen påtakelig forskjell i artssammensetningen i Bærumsbassenget og i den indre del av fjorden forøvrig, er det tydelig at vekstforholdene i de to områder til tider kan være temmelig forskjellige. To faktorer må kunne ventes å ha en forskjellig innvirkning på bestandenes størrelse i de to områder, næringstilførselen til de øverste lag ved forurensningens gjødslingseffekt og vindvirkningen. (Eventuelle forskjeller i beitingsintensiteten er vi avskåret fra å diskutere.)

Når den totale bestand av diatomeer bare i slutten av september var noe større i Bærumsbassenget enn ved Akershus, er det naturlig å tilskrive dette en større gjødslingseffekt på den siste lokalitet. Den store uregelmessighet i forholdet mellom bestandene i Bærumsbassenget og ved Akershus skyldes rimeligvis at vindvirkningen på forurensningsmaterialets oppholds-

Tabell 68

Sammenligning mellom bestandene i Berumbassenget (Bæ), ved Akershus (Ak) og i Bonnefjorden (Bo) i 1964. Maksimalbestander, celler pr. liter.

	febr.	mars	april	mai	juni	juli	august	8. sept.	29. sept.	okt.
S. % Om	29.22%	26.02%	21.69%	17.66%	21.63%	21.16%	21.51%	21.82%	22.03%	20.29%
				<u>Cerataulina bergonii</u>						
Bæ	-	280	160	360	1000	760	-	-	-	-
Ak	-	160	3000	-	-	1320	131000	-	-	-
Bo	300	3000	-	560	-	5760	-	-	120	-
				<u>Chaetoceros debilis</u>						
Bæ	6500	16000	230000	7500	18500	-	-	-	-	-
Ak	-	168000	67000	640	-	7000	500	-	-	-
Bo	9500	272000	167000	2680	1500	160	-	-	-	-
				<u>Cyclotella caspia</u>						
Bæ	-	-	-	1000	-	2 350000	-	5000	-	-
Ak	-	-	-	-	-	7 570000	-	-	-	-
Bo	-	-	-	-	-	126000	-	-	-	-
				<u>Leptocylindrus danicus</u>						
Bæ	-	276000	898000	-	-	-	-	-	-	-
Ak	1500	149000	736000	-	-	80	19000	-	2000	-
Bo	5000	122000	436000	1000	-	1000	-	-	-	-
				<u>Nitzschia delicatissima</u>						
Bæ	45000	598000	5000	-	-	10000	-	18000	35500	4000
Ak	61500	2 950000	3000	-	-	139000	2 377000	6500	5000	-
Bo	113000	810000	19000	-	-	6000	1000	6000	35000	12000

Tabell 68 (forts.)

					<u>Skeletonema costatum</u>							
					161000	3500	16000					
Bæ	5500	766000	3000				188000	2 947000	130000		200	
AK	14000	4 130000	1 400000	10 360000	320000	5 792000	15 430000	5 638000	54000		-	
Bo	53500	862000	582000	6000	-	18500	-	520000	141000		-	
Bæ	66520	1 511060	1 171660	304540	24000	2 379500	188500	2 984460	978760		223000	
AK	85940	7 939840	1 651020	10 361140	343500	1 354780	1 805080	5 751560	511320		37720	
Bo	189280	2 454040	796640	13820	1500	159760	1000	559640	721880		33400	
Bæ	1000	400	-	160	20	-	-	-	920		640	
AK	40	-	80	-	-	-	160	440	560		240	
Bo	100	40	-	120	-	60	1720	360	560		640	
Bæ	-	-	-	500	59000	3500	6000	2500	13500		10000	
AK	-	-	-	37500	18000	-	11500	1500	1000		2000	
Bo	3000	-	1000	1500	30000	7500	3500	-	-		4000	
Bæ	-	-	-	-	-	17000	8000	2000	4000		1000	
AK	-	-	-	-	-	8500	184000	4000	5000		320	
Bo	-	40	-	-	-	1000	8000	3000	5000		3000	
Bæ	20	-	2000	3500	8500	8500	15000	14000	2000		2000	
AK	-	8000	150000	79500	59000	23500	429000	36500	6000		8000	
Bo	9000	154000	346000	4000	43000	3500	71000	2500	2000		36000	

Diatomeer, alle

Ceratier, alle

Peridinium triquetrum

Prorocentrum micans

Euglenaceae

tid i havneområdet er mer fremtredende.

De tilfeller av tildels meget store lokalbestander av enkelte arter som er registrert i alle de tre år, i september 1962, i august 1963 og i september 1964, viser at vannmassene i dette basseng til enkelte tider har en beskjedent utveksling med vannmassene i hovedfjorden, slik at bestandene kan få et sterkt lokalt preg. Under slike forhold må det antas at næringstilførselen som gir grunnlag for forekomsten av så svære bestander som er nevnt for disse situasjoner for en stor del skyldes lokal forurensning.

II. Overflateobservasjonene.

Overflateobservasjoner for dinoflagellater og Euglenaceae foreligger fra september 1963, juli og august i 1964 og 1965, for Olisthodiscus luteus fra oktober 1964 (se Kart 1-42).

For dinoflagellatene (Ceratium fusus og tripos, Peridinium triquetrum, P. trochoideum og Prorocentrum micans) var det bare på ett tokt at en art hadde betydelig større bestander i Bærumsbassenget enn i den indre fjord forøvrig, nemlig Peridinium triquetrum i juli 1965. Ellers viste bestandene der en lignende variasjon og tilsvarende maksimalbestander som i Vestfjorden og tydelig mindre maksimalbestander enn i Oslo-området.

Euglenaceae hadde ikke på noe tokt så store maksimalbestander som i Oslo-området, de var som oftest omtrent som i den indre del av Vestfjorden.

Olisthodiscus luteus hadde i oktober 1964 store bestander i Bærumsbassenget, men dens maksimalbestander der kom ikke på langt nær opp mot de som ble registrert i Bonnefjorden, Oslo-området og Vestfjorden.

Disse observasjoner er i overensstemmelse med observasjonene fra rutinetektene forsåvidt som de viser at Bærumsbassenget til sine tider har planteplanktonbestander som ihvertfall kvantitativt skiller seg ut fra dem en finner i det tilstøtende område av hovedfjorden og det er bare i et enkelt tilfelle at en art har maksimalbestander som er betydelig større enn de tilsvarende i den indre fjord forøvrig. Stort sett synes derfor gjødslingseffekten av forurensning å være betydelig mindre enn i Oslo-området.

Tilleggsobservasjoner over detaljfordelingen av diatomeer og heterotrofe former (side 129) støtter denne konklusjon. De gir et nytt eksempel på et lokalt maksimum i Bærumsbassenget, nemlig av diatomeen Cyclotella caspia, og bestanden av de heterotrofe, Peridinium steinii og Codonellopsis spp., indikerer en mindre forurensningseffekt i dette område enn i Oslo-området.

E. DETALJUTBREDELSEN I INDRE OSLOFJORD. - OVERFLATEPRÖVER 1962-65.

Før å studere utbredelsen i den indre fjord av slike arter som får særlig store bestander i den sterkt forurensede del ble det i 1962-65 foretatt en rekke tokter hvor det bare ble tatt overflateprøver. Bortsett fra ett tokt hvor bare Olisthodiscus-bestanden ble undersøkt, og ett hvor hele planteplanktonbestanden ble tellet, var det ceratier, de tallrike av de andre brune dinoflagellater og Euglenaceer som ble tellet i disse prøver. I Tabell 69 er det gitt en oversikt over toktene og hvilke organismer som var så tallrike at det ble funnet å være av interesse å få utarbeidet fordelingskarter for dem.

På toktene fra juli 1962 til august 1963 ble prøver bare tatt i det innerste område (se kart 1 - 12), mens det på de senere tokt ble tatt prøver i hele den indre fjord til Drøbaksundet (se kart 13 - 42).

Ved behandlingen av dette materiale vil vi først gi en oversikt over forholdene i det innerste område, basert på materialet fra alle tokt. Deretter vil observasjonene i den øvrige del av fjorden også bli trukket inn ved en fremstilling av artenes fordelingsmønstre innen hele den indre fjord.

I. Observasjonene i den innerste del.

Det som karakteriserer alle arters kvantitative forekomst i dette område, omenn i noe forskjellig grad, er den store variasjon innen korte avstander. For å illustrere dette er det i kart 5 og 11 gitt fordelingskart hvor originaldata er påført for følgende: Euglenaceae, Ceratium fusus, Peridinium triquetrum og Prorocentrum micans.

Til tross for denne ujevne fordeling, er det likevel mulig å henføre fordelingsbildet for de enkelte arter på de forskjellige tokter til visse hovedtyper. Noe helt klart skille er det riktignok ikke mellom dem i alle tilfelle, hvilket heller ikke kunne ventes siden mange forskjellige forhold kan ha innvirket på fordelingen.

I Tabell 69 er det gitt en oversikt over artenes fordelingstyper på hvert tokt. I de tilfelle hvor det er usikkert hvilken type foreligger, er de satt i parentes.

Flere forhold kan tenkes å innvirke på den lokale horisontalutbredelse av de bevegelige former som vi her behandler:

Tabell 69

Oversikt over overflatetoktene, tidspunkt, vindforhold i uken før og arter for hvilke det er utarbeidet oversiktskart. For hver art er angitt fordelingstype i Oslo-området (se nedenfor).

- I. Hovedtyngden av store bestander mellom og innenfor Osloøyene, i enkelte tilfelle også utenfor Bygdøy.
 - a. Uten tydelig reduksjon i havneområdet.
 - b. Med tydelig reduksjon i havneområdet.
- II. Hovedtyngden av store bestander i den sørøstlige del av Osloøyområdet.
- III. Hovedtyngden av store bestander i hele området utenfor Osloøyene og Bygdøy, men til dels uregelmessig. Tydelig reduksjon i havneområdet.
- IV. Uregelmessig fordeling av bestandene.

Tokt	Vind uken før	Cera- tium furca	Cera- tium fusus	Cera- tium tripos	Peridi- nium trique- trum	Peridi- nium tricho- ideum	Proro- centrum	Eugle- naceae
<u>1962</u> 16-18 juli ¹⁾ 3 august ¹⁾	N 9 Ö 6 S 12 Ö 6		I a II	(II) II			I b (IV)	
<u>1963</u> 21 juni ¹⁾ 6 august ¹⁾ 20-23 sept. ^{2/3)}	S 15 Ö 8 S 3 Ö 10 S 9 V 11				I a III		I b III	IV IV
<u>1964</u> 21-22 juli ²⁾ 6 august ²⁾	S 11 Ö 2 N 1 V 3				III III		I b	IV IV
<u>1965</u> 15 juli ²⁾ 17 august ²⁾	N 9 Ö 2 S 7 Ö 5		I a	I a	I a I a		I b	IV (I a)

- 1) Observasjoner bare i den innerste del (Oslo-området).
- 2) Observasjoner i hele den indre fjord.
- 3) Også data for den øvrige del av samfunnet.

- 1) Veksling i næringstilgangen først og fremst ved kloakkvannstilførsel.
- 2) Vindtransport av overflatelagene innenområdet.
- 3) Vindens indirekte virkning gjennom oppstuing eller spredning av forurensningsmaterialet så oppholdstiden vil bli relativt lang eller kort.
- 4) De enkelte arters forskjellige reaksjon på kloakkvannstilførselen, enten på grunn av ferskvannets nedsettelse av saltholdigheten eller ved den virkning selve forurensningsmaterialet vil ha på vekstforholdene.
- 5) Vekslinger i tidspunktet på dagen da prøvene ble samlet idet di-noflagellatenes døgnvandring vil føre til en variasjon i deres forekomst ved overflaten døgnet igjennom.
- 6) Lokale vekslinger i beittingsintensiteten.
- 7) Forstyrrelser i organismenes vertikalfordeling i sterk vind og ved skipsfarten.
- 8) Vekslinger i skydekket fra det ene tokt til det andre kan ha forskjellig innflytelse på de enkelte arters vertikalfordeling.

For flere av disse forhold er det ikke noe grunnlag for en nærmere analyse. Vi skal nøye oss med å undersøke om det er noen sammenheng mellom vindforholdene og de fordelingsmønstre som opptrer og dessuten se om det er noen fordelingstyper som er særlig karakteristiske for hver enkelt art.

Ser vi først på fordelingsmønstret for de enkelte arter, viser Euglenaceae på alle tokt på ett nær at når det var så store forekomster at det var grunnlag for å henføre den til en bestemt fordelingstype har denne vært type IV, en uregelmessig fordeling. Prorocentrum micans viser også en ensartet oppreden forsåvidt som den, bortsett fra ett usikkert tilfelle, har vært henført til I b eller III, som begge viser en tydelig reduksjon i havneområdet uansett om det var en nordlig eller sørlig vindkomponent for uken før. For Ceratium-artene og Peridinium triquetrum ser vindforholdene ut til å ha hatt en sterkere innflytelse enn for de to foregående idet vi for C.fusus og C.tripos og for P.triquetrum dels har tilfelle hvor de viser en tydelig reduksjon av bestandene i havneområdet, dels tilfelle hvor dette ikke var tydelig.

For ceratienes vedkommende var det bare i tilfelle hvor det uken før hadde vært fremherskende nordøstlig vind at bestandene ikke viste noen reduksjon i havneområdet. Dette tyder på at det ved slike vindforhold kan ha skjedd en transport av overflatelag fra områder med mindre sterk forurensningsgrad til det innerste havneområde eller vinden kan ha ført til en

spredning av forurensningsmaterialet så den eventuelle ugunstige virkning av sterk forurensning ikke har gjort seg så sterkt gjeldende.

Peridinium triquetrum viser en avvikende oppførsel. På tre av de fem tokt da den var til stede i relativt store bestander, hadde den store bestander også i havneområdet, uansett hvordan vindforholdene var, mens den i de to andre tilfelle viste en tydelig reduksjon innerst. Da dette er en art som ikke kan tenkes å ha vært påvirket av ferskvannstilførselen i kloakkvannet (Braarud 1951) og dessuten er kjent for å kunne utnytte næringstilførselen fra kloakkvann særlig godt (Braarud & Fappas 1951), må det være andre av de faktorer som er nevnt foran som har influert på fordelingsbildet, uten at vi kan antyde hvilke det er. I september 1963 var dens fordeling av samme type som for Ceratiene og Prorocentrum micans, hvilket tyder på at det har vært en generell situasjon for alle dinoflagellatene som har ført til at de hadde de største bestandene utenfor Osloøyene. I juli 1964 foreligger ikke noe slikt grunnlag for sammenligning med de andre arter. (Se forøvrig diskusjon av forholdene i hele den indre fjord på disse tidspunkter, side 61 og 71).

II. Observasjoner i hele den indre fjord til Drøbaksundet.

1. Prøver hvor bare utvalgte arter ble tallet.

På 6 tokt i 1963-65 ble det foretatt undersøkelser over den kvantitative fordeling av dinoflagellater og av Euglenaceae, og i oktober 1964 av Olisthodiscus luteus. Resultatene er fremstilt på 30 kart som viser utbredelsen av de fremtredende arter på hvert tokt.

I Tabell 70 er det gitt en oversikt over fordelingstypene som ble funnet for hver enkelt art på toktene og vindforholdene i uken før. Ved diskusjonen av resultatene skal vi behandle dinoflagellatene, Euglenaceae og Olisthodiscus hver for seg.

a. Dinoflagellatene.

Denne gruppe er i materialet representert ved to Ceratium-arter, fusus og tripos, to Peridinium-arter, triquetrum og trechoideum, og Prorocentrum micans, alle fotosyntetiske arter.

Toktene i juli og august 1964 og 1965 representerer sommersituasjonen, mens toktet i slutten av september 1963 er tatt så sent at det på grunn av den spesielle hydrografiske situasjon på denne årstid best kan behandles for seg.

Juli-august-toktene

I Tabell 71 er oppført maksimums- minimums- og middelkonsentrasjonene for de enkelte arter på hvert tokt i Osloområdet, Bonnefjorden og Vestfjorden (avgrænsningen av områdene er angitt på kart 13 og 28).

Oslo-området utmerker seg ved å ha store maksimalbestander, mens minimumsbestandene i 13 tilfelle var mindre enn for Bonnefjorden. Bare i to tilfelle, begge i juli 1965, var de større enn for Bonnefjord. Det var da en nordavindssituasjon med en østlig komponent, mens det på de andre tokt var sønnavindssituasjonen.

Maksimalbestandene var i alle tilfelle unntaken te større i Oslo-området enn i Bonnefjorden og det ene av disse, Peridinium trochoideum i august 1964, gjelder en observasjon på grensen mot Oslo-området. Det eneste tilfelle av en eksepsjonelt stor bestand i den indre del av Bonnefjorden var Peridinium triquetrum i juli 1964, da den hadde et lokalt maksimum innerst som kan tenkes å skyldes en lokal tilførsel av forurensning (se kart 28).

De lave minimumsverdier for Oslo-området, sammenliknet med Bonnefjorden må antas å skyldes en ugunstig virkning av den sterke forurensning i havneområdet ved den oppstuing som finner sted under en sønnavindssituasjon. Når det i juli 1965 ikke opptrådte slike lave verdier, kan dette som nevnt ovenfor skyldes en virkning av den fremherskende nordavind for dette tokt.

Vestfjorden skiller seg sterkere ut fra Oslo-området enn Bonnefjorden. Maksimalbestandene er lavere enn i Oslo-området og oftest lavere enn i Bonnefjorden, og minimumsbestandene er påfallende lavere enn i Bonnefjorden. De lavere minimumskonsentrasjoner har her en annen årsak enn i Oslo-området idet de utvilsomt henger sammen med en mindre utpreget gjødslingseffekt i den ytre del av Vestfjorden. Dette fremgår av fordelingskartene for Vestfjorden i kart 28-34 og 36-42. Fordelingen ved julitoktet i 1965 er ikke vesensforskjellig fra den på de øvrige tokt da det var sønnavindssituasjon. Dette tyder på at virkningen av nordavinden i tiden for dette tokt har vært beskjedne og innskrenket til en viss spredning innen Oslo-området (Fig. 7).

For sommertoktene i 1964-65 tyder dinoflagellatfordelingen på at gjødslingseffekten for denne gruppe har vært sterkest i Oslo-området og meget utpreget også i Bonnefjorden, mens den i Vestfjorden har vært tydeligst i området som grenser opp til Oslo-området og ikke har gjort seg nevneverdig gjeldende i den ytre del. Bortsett fra en kortvarig periode med overveiende, men svak nordavind i juli 1965, var sønnavind fremherskende og en vindtransport av bestander fra den innerste del har ikke preget

Tabell 70

Fordelingstyper for de enkelte arter innenfor Drøbaksundet på hvert overflatetokt.

Fordelingstyper:

- A. Store bestander såvel i Oslo-området, Bonnefjorden og Vestfjorden.
- B. Store bestander i Oslo-området og Bonnefjorden, men tydelig mindre bestander i Vestfjorden.
- C. Store bestander i Oslo-området, men tydelig mindre bestander både i Bonnefjorden og Vestfjorden.

Tokt	Vind uken för	Cera- tium fusus	Cera- tium tripos	Peridi- nium trique- trum	Peridi- nium trocho- ideum	Proro- centrum micans	Eugle- naceae	Olistho- discus
<u>1963</u>								
20-23 sept.	S 9 V 11	A	(A)	(A)		A	C	
<u>1964</u>								
21-22 juli	S 11 Ö 2			B	B	C	B	
6 august	N 1 V 3				B	A	B	
12 oktober	S 10 Ö 25							A
<u>1965</u>								
15 juli	N 9 Ö 2	C	C	C			C	
17 august	S 7 Ö 5			B		B	C	

fordelingsbildet.

Septembertoktet 1963

I siste halvdel av august og i september 1963 var det hele tiden en fremherskende sønnavind, først med en østlig komponent, i de to siste ukene før toktet med en vestlig komponent.

Fordelingskartene for dette tokt (kart 13 - 27) viser at til tross for denne utpregede sønnavindsituasjon var hele den indre fjord preget av meget store dinoflagellatbestander. Ceratium fusus hadde særlig store bestander og maksimum ble registrert så langt ute som nær Håöya. C. tripos hadde mindre bestander, men viste et lignende fordelingsbilde. Peridinium triquetrum hadde mindre maksimalbestand i Vestfjorden enn i Oslo-området, men fordelingen innen Vestfjorden var relativt jevn og maksimum ble funnet nær Drøbaksundet. Prorocentrum micans hadde også store bestander i hele Vestfjorden.

Det er nærliggende å anta at den langvarige sønnavindsperiode etter hvert hadde ført til en akkumulering av forurensningsmateriale i hele den indre fjord i løpet av august-september og at de store bestander delvis var basert på næringstilførsel gjennom dekomponering av organisk materiale som etter hvert hadde blitt fordelt innen hele området. Det må imidlertid også tas i betraktning at det på denne årstid gjennom avkjøling av overflatelagene var blitt en gunstigere situasjon for en turbulent tilblending av noe dypereliggende, næringsrikere vannmasser. De hydrografiske data for Dk1 18 september 1963 viser at det er en meget beskjeden lagdeling i de øvre 8m og dette lag hviler på et oksygenfattig og presumptivt meget næringsrikt lag under (Tabell 72). Som en indirekte virkning av forurensningen vil det på denne måte kunne oppstå en gjødslingseffekt langt utenfor det område som er under direkte påvirkning av kloakkvannstilførselen til overflatelagene fordi de hydrografiske forhold ligger til rette for en blanding av vannmassene over spranlaget.

b. Euglenaceae.

Disse grønne flagellater hadde på alle tokt relativt store bestander i Oslo-området, men med meget store lokale variasjoner, noe som fremgår av den store forskjell på maksimums- og minimumskonsentrasjonene. I Bonnefjorden var forekomsten uregelmessig. På to av toktene var det store maksimalbestander mens det på de tre andre var små, sammenlignet med de som ble funnet i Oslo-området. I Vestfjorden forekom ikke på noen av toktene særlig store bestander. Det er særlig påfallende at det ved september-

Tabell 72

Hydrografiske data for St. Dkl,
- i Vestfjorden 18 september 1963.

Dyp, m	t, °C	S ‰	δ_t	σ_t ‰
1	14,17	18,17	13,25	103
4	14,19	18,19	13,26	105
8	14,15	18,40	13,43	100
12	10,49	27,38	20,97	42
20	8,23	28,99	22,56	47

toktet i 1963, da dinoflagellatene opptrådte i så store bestander i Vestfjorden og i Bonnefjorden, var meget små bestander av Euglenaceae i begge disse områder, mens det i Oslo-området var bestander på opptil 1,4 millioner/l. Gruppens forekomst i indre Oslofjord tyder på at den oppnår særlig store bestander først og fremst der hvor det er en direkte gjødslingseffekt fra kloakkforurensning, og dens fordeling på septembertoktet i 1963 støtter derfor den forklaring som er gitt ovenfor om næringsgrunnlaget for dinoflagellatene på dette tokt i Vestfjorden.

c. Olisthodiscus luteus.

Utbredelseskartet for denne art i oktober 1964 (kart 35) viser at den opptrådte i veldige bestander i hele den indre fjord. I Oslo-området var bestandene gjennomgående betydelig mindre enn i Bonnefjorden og i Vestfjorden. Den opptrådte høyst ujevnt idet observasjoner på nabostasjoner kunne være så forskjellige som 52,8 millioner og 364000/l. Maksimalbestandene i de tre områder var ikke meget forskjellige: 38,7 millioner/l i Oslo-området, 47,8 millioner/l i Bonnefjorden og 52,8 millioner/l i Vestfjorden. De store bestandene førte til en sterk brunfarging av vannet. Årsakene til forekomsten av store bestander i hele området innenfor Dröbak under en sønnavindssituasjon må antas å være de samme som er anført for dinoflagellatene i september 1963.

d. Prøvene fra overflatetoktet 20-24 september 1963, hvor hele samfunnet er registrert.

I tabellene 137-139 er det gitt eksempler på samfunnets sammensetning i Oslo-området, Bonnefjorden, Vestfjorden og Bærumsbassenget, og i Tabell 73 er summariske data for disse områder gitt for de viktigste arter av diatomeer og dinoflagellater og for Euglenaceae og ciliatene av slekten

Codonellopsis.

For dinoflagellatene og Euglenaceae er det en tilfredsstillende overensstemmelse mellom resultatet av disse tellinger og de som tidligere var tallet (side 62). De nye trekk i fordelingsbildet i indre fjord gjelder diatomeene og de heterotrofe former, dinoflagellaten Peridinium steinii og ciliatene Codonellopsis spp., idet de arter av brune dinoflagellater som er tatt med i Tabell 73 i tillegg til de som er ført opp i Tabell 71, opptrådte i så små bestander at noen eventuell forskjell fra den fordeling som er funnet for de tallrikere arter ikke kan etterspores.

For diatomeene finner vi det samme fellestrekk som for de brune dinoflagellater at Oslo-området viser mer utpregede minima enn i Bonnefjorden og Vestfjorden. Med hensyn til maksima, skiller Cyclotella caspia seg fra Cerataulina bergonii og Chaetoceros spp, ved ikke å ha sitt maksimum i Oslo-området men i Bærumsbassenget og Vestfjorden. Av fordelingskartet for denne art (kart 15) fremgår det at de særlig store bestander i Vestfjorden opptrådte umiddelbart utenfor Bærumsbassenget. Det ser derfor ut til at denne art har hatt et lokalt utviklingsentrum i dette område. I den øvrige del av Vestfjorden, Oslo-området og Bonnefjorden var bestandene betydelig mindre.

De heterotrofe Peridinium steinii og Codonellopsis spp. viste det fellestrekk at de hadde større maksimalbestander i Oslo-området og i Vestfjorden enn i de andre to områder, men deres fordeling er i detaljene temmelig forskjellige. Peridinium steinii hadde således store bestander spredt innen hele Vestfjorden ut til Drøbaksundet, mens de riktig store bestander av Codonellopsis ble registrert i den indre del av Vestfjorden. Det må antas at forskjell i ernæringsmåten ligger til grunn for den høyere midlere konsentrasjon av ciliatene i Oslo-området enn i den indre fjord forøvrig, mens det for Peridinium steinii er Vestfjorden som utmerker seg i så måte.

Ser vi bort fra Cyclotella caspia er det på dette tøktet en gradering i bestandene av såvel fotosyntetiske som heterotrofe former som tyder på en stor gjødslingseffekt i hele området, i Oslo-området maksimal, litt svakere i Vestfjorden, mens den også i Bonnefjorden og Bærumsbassenget er betydelig.

III. Oversikt over resultatene.

Resultatene av spesialundersøkelsene over den kvantitative fordeling i overflatelaget av utvalgte arter om sommeren og høsten 1963-65, gir grunnlag for følgende konklusjoner:

1. Den kvantitative fordeling av de bevegelige planktonalger viste seg å være meget ujevn, selv innen korte avstander. Årsakene til denne ujevn-

het kan være flere, men kan ikke klarlegges på grunnlag av det foreliggende materiale.

2. Det meget tette observasjonsnett gjør det likevel mulig å avgrense større områder med en tydelig forskjell med hensyn til størrelsen av maksimalbestandene.

3. Det var en helt forskjellig fordeling innen den indre fjord om sommeren og om høsten.

4. Området innenfor en linje Snaröya-Nesoddtangen og fra Helvik til Katten(Oslo-området) var både sommer og høst karakterisert ved særlig store bestander av dinoflagellatene og Euglenaceae. Den kvantitative fordeling innen dette området varierte, men på de fleste tokt ble det for dinoflagellatene funnet en iøynefallende reduksjon av bestandene i havneområdet. Dette må antas å skyldes en uheldig virkning på algenes vekst av meget sterk forurensning. Hovedtyngden av store dinoflagellat-bestander ble funnet dels mellom og innenfor Osloøyene, dels utenfor Osloøyene og dels i den sørøstlige del av området. Vindstrømmer og virkning av oppstuing på forurensningsmaterialets oppholdstid må antas å medvirke til disse vekslinger i horisontalfordelingen innen området, men det har ikke vært mulig å foreta en nærmere analyse av årsakssammenhengen i hvert tilfelle.

5. Det var om sommeren en vesentlig forskjell på forekomstene i Bønefjorden og Vestfjorden av dinoflagellater og Euglenaceae. I Bønefjorden var maksimalbestandene som oftest mindre enn i Oslo-området, men det var store bestander og de var jevnere enn i Oslo-området. Bare i ett tilfelle var det en betydelig større maksimalbestand for en art i innerste del av Bønefjorden enn i Oslo-området.

6. I Vestfjorden forekom i juli-august de store bestander bare på grensen til Oslo-området, mens det i den ytre del var relativt meget små bestander. Det gjelder såvel dinoflagellater som Euglenaceae. Det eneste tokt som ble tatt etter en kortvarig nordavindssituasjon men med sønnavind på observasjonsdagen viste ikke noen vesentlig annen fordeling i Vestfjorden enn de øvrige sommertokt da det hadde vært stabil sønnavindssituasjon i tiden før.

7. Septembertoktet i 1963 viste et helt annet fordelingsbilde for dinoflagellatene enn på sommertoktene. Det hadde i mange uker før toktet vært utpreget sønnavindssituasjon, men ikke desto mindre var det i hele Vestfjorden meget store bestander av dinoflagellatartene av samme størrelsesorden som i Oslo-området. Disse forekomster må utvilsomt skyldes en forurensningsvirkning, dels direkte, dels indirekte ved tilblending av

dypereliggende lag, som er særlig næringsrike på grunn av forurensnings-situasjonen i fjorden.

8. De veldige bestander av Olisthodiscus luteus innen hele den indre fjord ut til Drøbaksundet i oktober 1964 er et nytt eksempel på masseforekomst av en enkelt art som fører til misfarging av overflatelaget. Grunnlaget for denne masseforekomst, som opptrådte under en sønnavinds-situasjon, var utvilsomt også en kombinert direkte og indirekte gjødslings-effekt av forurensningen.

9. Forekomsten om sommeren av meget store bestander av de grønne Euglenaceae, spesielt i Oslo-området, men også i Bonnefjorden, mens bestandene i Vestfjorden var beskjedne, illustrerer igjen hvordan de to første områder i sommerperioden er sterkere preget av forurensningen enn Vestfjorden.

10. Årsaken til de forskjellige fordelingsmønstre om sommeren og i september-oktober må søkes i den endring som finner sted i den hydrografiske situasjon fra sommer til høst. Avkjølingen av overflatelagene fører til en gradvis nedbrytning av den meget utpregede lagdeling som er karakteristisk for sommerperioden. Derved muliggjøres en viss tilblending av næringsrike dypereliggende lag til overflatelagene.

11. Sønnavindssituasjonen som karakteriserte alle tokt på ett nær, da det var en kortvarig overvekt av nordlig vind, har utvilsomt vært medvirkende til at fordelingsbildet fikk de særtrekk, spesielt for Vestfjordens vedkommende, som er beskrevet ovenfor. Materialet fra rutinetoktene har gitt eksempler på vindtransport ut gjennom Vestfjorden av planktonrike lag fra den indre del, noe som ikke var tilfelle på de tider da overflatetoktene ble utført.

12. Detaljundersøkelsene over horisontalfordelingen av diatomeer, den heterotrofe Peridinium steinii og ciliatene Codonellopsis spp. i overflateprøvene fra september 1963 stemmer med det bilde som forekomsten av de brune dinoflagellater og Euglenaceae ga. Diatomeen Cyclotella caspia viste en lokal masseforekomst i Bærumsbassenget og den tilstøtende del av Vestfjorden, et trekk som indikerer at de sterkt forurensede vannmasser i dette område til en viss grad er isolert fra vannmassene i hovedfjorden. Observasjonene fra Bærumsbassenget er forøvrig behandlet i Kapitel D.

Tabell 71

Overflatetoktene. Maksimums-, minimums- og middelkonsentrasjoner for hver art på de enkelte tokt; celler pr. liter.

	Osloområdet			Bonnefjord			Vestfjorden		
	Maks.	Min.	Middel	Maks.	Min.	Middel	Maks.	Min.	Middel
<u>20-23 september 1963</u>									
<u>Ceratium fusus</u>	145000	720	<u>36400</u>	79600	16000	<u>43400</u>	116160	8520	<u>52000</u>
<u>Ceratium tripos</u>	2360	0	<u>500</u>	1260	560	<u>850</u>	4080	520	<u>1600</u>
<u>Peridinium triquetrum</u>	1209000	1000	<u>255000</u>	116000	20000	<u>59100</u>	315000	55000	<u>176300</u>
<u>Prorocentrum micans</u>	3305000	0	<u>510500</u>	793000	212000	<u>452600</u>	1470000	109000	<u>492200</u>
<u>Euglenaceae</u>	1420000	0	<u>80400</u>	2000	0	<u>600</u>	12000	1000	<u>5300</u>
<u>21-22 juli 1964</u>									
<u>Peridinium triquetrum</u>	2542000	7000	<u>687600</u>	5412000	114000	<u>947900</u>	728000	17000	<u>185300</u>
<u>Peridinium trochoideum</u>	296000	0	<u>121600</u>	156000	23000	<u>96400</u>	97000	0	<u>31800</u>
<u>Prorocentrum micans</u>	358000	1000	<u>110300</u>	112000	10000	<u>39800</u>	92000	0	<u>23600</u>
<u>Euglenaceae</u>	1792000	20000	<u>372800</u>	2682000	11000	<u>297500</u>	67000	0	<u>14100</u>
<u>6 august 1964</u>									
<u>Peridinium trochoideum</u>	1381000	6000	<u>212900</u>	1922000	72000	<u>521700</u>	389000	4000	<u>57700</u>
<u>Prorocentrum micans</u>	213000	0	<u>34100</u>	121000	1000	<u>15100</u>	150000	0	<u>29300</u>
<u>Euglenaceae</u>	162000	1000	<u>34500</u>	356000	23000	<u>117000</u>	14000	0	<u>4300</u>

Tabell 73

Overflateprøver fra toktet 20-24 september 1963. Maksimum, minimum og middel for bestandene av de viktigste diatomeer og dinoflagellater og av Euglenaceae og Codenellopsis spp. i Bønefjorden, Oslo-området, Vestfjorden og Bærumsbassenget; celler pr. liter. Alle tall avrundet til nærmeste hundre.

	Oslo-området	Bønefjorden	Vestfjorden	Bærumsbassenget
Diatomeer:				
		<u>Cerataulina bergonii</u>		
Maksimum	5 605000	3 960000	4 616000	2 414000
Minimum	316000	2 716000	2 010000	1 786000
Middel	1 872000	3 267000	3 643000	2 064000
		<u>Chaetoceros</u> spp.		
Maksimum	157500	68900	45500	38000
Minimum	11000	5300	2000	0
Middel	54600	27700	23700	13800
		<u>Cyclotella caspia</u>		
Maksimum	749500	269500	3 673000	3 838000
Minimum	44000	60500	111500	2 360000
Middel	315800	103700	518800	3 325700
Dinoflagellater:				
		<u>Ceratium fusus</u>		
Maksimum	295000	115000	158500	24200
Minimum	1000	31500	7600	240
Middel	50000	67800	67000	4500
		<u>Ceratium tripos</u>		
Maksimum	2400	1300	4100	1800
Minimum	0	600	500	300
Middel	600	800	1600	800
		<u>Dinophysis lachmannii</u>		
Maksimum	2200	800	1600	300
Minimum	0	100	m 100	m 100
Middel	600	500	600	200
		<u>Goniaulax diacantha</u>		
Maksimum	5000	3100	8500	1000
Minimum	0	200	m 100	300
Middel	1200	1600	2000	700
		<u>Goniaulax spinifera</u>		
Maksimum	12500	15000	11000	14000
Minimum	0	1300	700	1400
Middel	2900	8000	4000	6300

Tabell 73 (forts.)

		<u>Geniaulax tamarensis</u>		
Maksimum	600	400	500	400
Minimum	0	100	0	100
Middel	100	200	200	200
		<u>Peridinium steinii</u>		
Maksimum	11000	3300	19000	3300
Minimum	100	1500	1000	1200
Middel	2400	2400	6400	1900
		<u>Peridinium triquetrum</u>		
Maksimum	1 209000	116000	315000	78000
Minimum	1000	20000	55000	19000
Middel	255000	59100	188000	46000
		<u>Prorocentrum micans</u>		
Maksimum	3 305000	793000	1 470000	509000
Minimum	0	212000	109000	133000
Middel	510500	452600	580000	301000
Grønne flagellater:				
		<u>Euglenaceae</u>		
Maksimum	1 420000	2000	12000	59000
Minimum	0	0	1000	10000
Middel	80400	600	5000	24000
		<u>Codonellepsis spp.</u>		
Maksimum	15000	5100	9500	2800
Minimum	600	600	500	1400
Middel	6000	1000	2000	2100

IV. Spesielle undersøkelser over forekomsten av *Goniaulax tamarensis*.

Ved de undersøkelser som cand.real. B. Böhle og amanuensis T. Oftebro utførte over forekomst av mytilotoksin i blåskjell fra indre Oslofjord ble det tatt vannprøver som ble undersøkt på innholdet av *G. tamarensis*. Resultatene er stilt sammen i Tabell 74.

Prøvene fra september-oktober 1962 inneholdt ikke så store konsentrasjoner av denne art at den ble registrert i de 2ml-prøver som ble undersøkt. I juni-prøvene fra 1963 ble det funnet opptil 84500/l og i prøvene fra mai til oktober i 1964 ble det funnet en maksimal konsentrasjon på 392000/l. I 1965-prøvene fra tidsrommet april-oktober ble det funnet en maksimal konsentrasjon på 16960/l.

En sammenligning mellom konsentrasjonene av *G. tamarensis* og innholdet av mytilotoksin i blåskjell fra samme lokalitet er presentert i en særskilt delrapport av T. Oftebro. Her skal bare horisontalfordelingen kommenteres.

G. tamarensis viser en lignende ujevn horisontalfordeling som de øvrige brune dinoflagellater som forekommer i området. Særlig ekstrem er fordelingen 28 mai 1964, da det ved Hovedöya ble funnet 392000/l, mens det i to prøver fra Malmöya bare var bestander på 6500/l og 500/l.

Den ujevne fordeling i Oslo-området viser hvor vanskelig det er å forutsi noe om hvilke konsentrasjoner kan være tilstede bare på grunnlag av noen få spredte prøver. Slik situasjonen er i den indre Oslofjord, må en være forberedt på at det nårsomhelst i tiden fra april til ut på høsten lokalt kan opptre store konsentrasjoner av denne art. De foreliggende data tyder riktignok ikke på at det om høsten er så stor fare for slike masseforekomster, men situasjonen på denne årstid er så labil, at det ikke kan ansees for utelukket at det unntaksvis kan inntreffe. Fra denne undersøkelsen kjenner vi til oppblomstring av en enkelt art, *Olisthodiscus luteus*, i hele den indre fjord i oktober 1964, og fra oktober 1966 kjenner vi den eksepsjonelle masseopptreden av *Gyrodinium aureolum* i ytre Oslofjord og langs Sørlandskysten. *Goniaulax tamarensis* ble observert i Bonnefjorden i september 1964, riktignok ikke i større bestand enn 3500/l, men det viser at artens opptreden ikke er begrenset til forsommeren. Mulighetene synes derfor å være tilstede for at den også om høsten kan få en oppblomstring i enkelte tilfelle.

Årsakene til de store vekslinger i bestanden av *G. tamarensis* er like ukjente som for de øvrige brune dinoflagellater som inngår i sømmersamfunnet i Oslofjorden.

Tabell 74

Goniaulax tamarensis i indre Oslofjord

Celler pr. liter

	Snaröya og Huk	Nesoddtangen	Malmöya	Hovedöya og Lindöya
1963				
10 juni	8500 (Huk)		84500	
17 juni	2500 (Huk)		3000	5000 (Lindöya)
1964				
4 mai			3500	
19 mai			1500	8000
25 mai	12500	18000	500 3000	8000
28 mai	3500	7500	6500 500	392000
1 juni	12000	2500	- 8000	-
4 juni	7000	4500	1000 2000	1000
9 juni	1000	2500	1000 10000	23500
23 juni	2500	1000	- 2500	1000
5 juli				
27 aug.			40	580
7 sept.			40	200
17 sept.			160	120
28 sept.			1000	920
8 okt.			180	880
19 okt.			80	1000
29 okt.			-	40
1965				
8 april				140
21 april				120
28 april				200
5 mai				13320
12 mai		7580		3720
19 mai		16960		
25 mai		900		480
2 juni				4000
9 juni		120		300
17 juni		3500		80
24 juni				9500
30 juni				6500
7 juli				12500
19 juli				1500
29 juli				600
8 aug.				100
19 aug.				1640
29 aug.				100
8 sept.				
20 sept.				40
29 sept.				100
11 okt.				

F. SAMMENLIGNING MED TIDLIGERE UNDERSÖKELSER I INDRE OSLOFJORD.

I. Våroppblomstringen av diatomeer.

I Tabell 75 er det gitt en oversikt over hvilke tidligere observasjoner foreligger fra de første tre måneder i året, da diatomeene har sin oppblomstring mot et vårmaksimum og dominerer planteplanktonsamfunnet. 1962-65-observasjonene har vist at veksten av diatomebestandene i denne tid kan ha et forskjellig forløp, slik at det skal meget hyppige observasjoner til for å kunne beskrive det i detalj og fastlegge den maksimale bestand som nås. Innen undersøkelsesområdet kompliseres forholdene ytterligere ved vekslingene i forurensningens innflytelse, dels på gjennomsiktigheten, dels på næringsstofftilførselen i de enkelte avsnitt av området. Når så vindtransporten av overflatelagene kommer til, i dette tidsrom vesentlig preget av nordavind av forskjellig styrke, er det lett å innse at det er meget betingede slutninger som kan trekkes ved en sammenligning mellom såvidt spredte og få data som foreligger for de enkelte år.

I Tabell 75 er ført opp maksimaltall for den samlede diatomebestand og for de mest fremtredende arter i samfunnet fra de undersøkelser som er foretatt i slutten av februar og begynnelsen av mars, fra 1916 til 1965.

Samfunnene som opptrådte under vårutviklingen omfatter de samme arter i hele denne periode, men såvel i 30-årene som i 50-60-årene var det markerte vekslinger i artenes relative forhold. Tabellen viser hvordan en av artene Skeletonema costatum, Thalassiosira nordenskioeldii og Leptocylindrus danicus i bestemte år var sterkt dominerende, men i andre år inntok en relativt beskjeden plass i samfunnet. I 1962-65 var Skeletonema den dominerende art, men dens prosentvise andel i diatomebestanden vekslet som vi har sett betydelig (side 84) og ikke lenger siden enn i 1958 spilte arten en underordnet rolle i det indrefjord-samfunn som Hasle og Smayda (1960) observerte i Drøbaksundet i mars 1957 og 1958 og på Oslo havn i mars 1957. Det er derfor ikke grunnlag for å anta at Skeletonema's dominans i 1962-65 er et resultat av en sterkere forurensning. Vekslingene i samfunnet under våroppblomstringen fra det ene år til det annet har utvilsomt en kompleks bakgrunn og vi skal ikke gå nærmere inn på den her. I tidligere avsnitt er det omtalt enkelte forhold som synes å spille en viktig rolle.

Tidspunktet for våroppblomstringen er viktig for årssyklus av andre organismer innen et område, først og fremst for det pelagiske dyreliv. Braarud (1939) og Wiull (1948) demonstrerte at nordavind i 1937 og 1938 fremkalte en forsinkelse av vårutviklingen i den indre fjord sammenlignet med den ytre. Wiull (1948) fant videre at observasjonene fra 1938 tydet på at vårutviklingen også ble forsinket inne i fjorden på grunn av den sterke grumsning av vannmassene ved forurensningen. 1962-65-observasjonene viser at dette ikke har alminnelig gyldighet, idet det i 1965 var en stor bestand av Skeletonema i den indre fjord så tidlig som 12-14 januar. Forøvrig viser de data som foreligger for 1962-65 og som er oppsummert på side 84, at det også i disse år har vært betydelige variasjoner i diatomebestandens vekst fra vintersolverv til den nådde sitt maksimum. Likevel er denne fase av planteplanktonets årssyklus mer regelmessig i sin opptreden enn de følgende.

Maksimaltallene for diatomebestanden som er ført opp i Tabell 75, er ikke sammenlignbare. De meget store verdier fra 1962-65 er fra Oslo havn eller fra et område i Vestfjorden som ligger nær Oslo-området, mens de fra de tidligere år bare i ett tilfelle er fra denne lokalitet. Det kan derfor ikke trekkes noen sikker slutning om en eventuell öket gjödslingseffekt av forurensning på grunnlag av de registrerte maksimalbestander under vårutviklingen. Det kan bare konstateres at det i den innerste del, spesielt i havneområdet må være stor næringsstofftilgang siden bestandene blir usedvanlig store. Data for orthofosfat på toktene i januar-april belyser dette forhold for ett av de viktigste næringsstoffene (Tabell 76).

De høyeste verdier forekom i alle tilfelle på Akershus-stasjonen, og i januar, før det var blitt noe stort forbruk ved planteplanktonet, var verdiene for 1m høyere enn for 12m, som tegn på at de høye konsentrasjoner skyldtes tilførsel av kloakkvann til overflatelagets överste del. Fordelingen av fosfatverdiene innen snittet i januar viste en viss variasjon fra år til år, spesielt for Vestfjorden og Dröbaksundet. Mens det i 1962, etter en sønnavindssituasjon før toktet, var relativt lave verdier i Dröbaksundet og i Vestfjorden, var det i 1963, etter en utpreget nordavindssituasjon, relativt høye verdier i denne ytre del. I januar 1964 var det igjen lave verdier på de nevnte stasjoner etter at det før toktet bare hadde vært svak vind fra nord. Februarverdiene er ikke sammenlignbare fordi planteplanktonet hadde en forskjellig utvikling i de

Tabell 75.

Oversikt over maksimalbestander av diatomeer og de mest fremtredende arter under våroppblomstringen, celler pr. liter.

År og dato	Alle diatomeer	De mest fremtredende arter				
<u>1916</u> 24 mars Drøbaksundet	476700	<u>Thalassiosira</u> <u>norden-</u> <u>skioeldii</u> 136000	<u>Skele-</u> <u>tonema</u> <u>costatum</u> 129000	<u>Chaetoceros</u> spp. 137000	<u>Biddulphia</u> <u>aurita</u> 41000	
<u>1936</u> 19 mars Huk-Nesodden	1 710000	<u>Skele-</u> <u>tonema</u> <u>costatum</u> 711000	<u>Thalassiosira</u> <u>norden-</u> <u>skioeldii</u> 454000	<u>T.gravida</u> 164000	<u>Chaetoceros</u> sp. 142000	
<u>1937</u> 19-22 mars Vestfjorden	1 654000	<u>Skeletonema</u> <u>costatum</u> 1 531000	<u>Chaetoceros</u> spp. 113000			
<u>1938</u> 4-8 april Vestfjorden	1 981000 (bare dominerende arter)	<u>Leptocylindrus</u> <u>danicus</u> 1 557000	<u>Chaetoceros</u> spp. 408800	<u>Thalassiosira</u> <u>gravida</u> 15500		
<u>1957</u> 24 mars Drøbaksundet	939000	<u>Chaeto-</u> <u>ceros</u> <u>socialis</u> 440000	<u>Nitzschia</u> <u>seriata</u> 124500	<u>Thalas-</u> <u>siosira</u> <u>norden-</u> <u>skioeldii</u> 120000	<u>Lepto-</u> <u>cylindrus</u> <u>danicus</u> 95500	<u>Skele-</u> <u>tonema</u> <u>costatum</u> 55000
29 april Drøbaksundet	14 581000	<u>Skeletonema</u> 11450000	<u>Ch. simplex</u> var. <u>calcitrans</u> 3011000			
24 mars Oslo havn	1 324000	<u>Thalassiosira</u> <u>nordenskioldii</u> 1 220000	<u>Skeletonema</u> <u>costatum</u> 41000	<u>Chaetoceros</u> <u>socialis</u> 16000		
<u>1958</u> 18 mars Drøbaksundet	2 287000	<u>Thalas-</u> <u>siosira</u> <u>norden-</u> <u>skioeldii</u> 1 308500	<u>T.gravida</u> 173000	<u>Nitzschia</u> <u>delica-</u> <u>tissima</u> 172000	<u>Skele-</u> <u>tonema</u> <u>costatum</u> 150000	<u>Chaeto-</u> <u>ceros</u> spp. 314000

Tabell 75 (forts.)

<u>1962</u>								
16-17 mars			<u>Skeletonema</u>	<u>Chaetoceros</u>	<u>Thalassiosira</u>			
Vestfjorden	10 634000		<u>costatum</u>	spp.	<u>nordenskioldii</u>			
			7 877000	1 524000	332000			
Oslo havn	15 609000		12 800000	1 386000	1 060000			
<u>1963</u>								
20 februar			<u>Skeletonema</u>	<u>Chaetoceros</u>				
Vestfjorden	6 198000		<u>costatum</u>	spp.				
			6 018000	314000				
<u>1964</u>								
12-13 mars			<u>Skeletonema</u>	<u>Nitzschia</u>	<u>Thalas-</u>	<u>Lepto-</u>	<u>Ch.</u>	
Oslo havn	7 940000		<u>costatum</u>	<u>delica-</u>	<u>siosira</u>	<u>cylindrus</u>	sp.	
				<u>tissima</u>	<u>norden-</u>	<u>danicus</u>		
					<u>skioeldii</u>			
			4 130000	2 950000	470000	149000	189000	
<u>1965</u>								
9-10 mars			<u>Skeletonema</u>					
Oslo havn	27 252000		<u>costatum</u>					
			27 228000					
Dröbaksundet	3 570000		3 544000					

enkelte år innen de forskjellige avsnitt av fjorden så fosfatforbruket derfor ble forskjellig. Etter en lengre periode med sterk nordavind før februarværet i 1965, ble det funnet høye verdier helt ut til Filtvet, noe som tyder på at vindtransport av overflatelagene hadde ført til næringstilførsel fra den indre del av fjorden helt ute ved Filtvet.

I mars og april var det bare i det innerste område, ved Akershus og den nærmeste del av Vestfjorden og i Bonnefjorden at det fremdeles ble funnet betydelige konsentrasjoner av fosfat i 1-12m laget, men regelmessig bare på Akershus-stasjonen.

En sammenligning av disse fosfatobservasjoner med de fra februar og april 1934 viser at konsentrasjonene på de indre stasjoner i 1934 var meget lavere enn de som ble funnet i 1962-65. På de ytre stasjoner var februarverdiene omtrent lik de som i 1962-65 ble funnet i januar på disse stasjoner, men noe lavere enn februarverdiene. I april var det i 1934 ikke påviselige mengder av fosfat på noen av stasjonene unntaken Oslo havn, og her var det også en meget lav konsentrasjon. Selv om sammenligningsgrunnlaget er beskjedent, tyder disse fosfatdata for vinteren og våren utvilsomt på at forurensningssituasjonen i den indre fjord er vesentlig forverret siden 1934. (Se forøvrig den kjemiske rapport.) Planteplanktonobservasjonene er i overensstemmelse med denne konklusjon idet de viser en tilsvarende tendens.

Tabell 76.

Orthofosfatverdier, mg P/m³, i 1m og 12m i snittet Filtvet-Bonnefjord, januar-april, 1962-65, og for februar og april 1934 (fra Braarud og Bursa 1939).

Tokt	Filtvet		Dröbak- sundet Im2	Vest- fjorden Fl1	Nesodden Bn1	Akershus Ap1	Bonnefjorden		
	Lm1						Cq1	Dp1	Ep2
<u>1962</u>									
Januar	1m		(15)	21	33				38
	12m		(15)	18	34				41
Mars	1m		3	4 D11	18 Dk1	23			8
	12m		6	12	18	43			38
April	1m		4	8		57			12
	12m		11	8		21			6
<u>1963</u>									
Januar	1m		35	39	52	67			50
	12m		21	40	57	54			45
Februar	1m			20	15	119			28
	12m			57	65	96			79
Mars	1m			2	7	172	3		
	12m			7	3	28	4		
April	1m		4	2	24	46			13
	12m		17	1	1	17			1
<u>1964</u>									
Januar	1m	10	15	14	26	42			33
	12m	18		26	35	29			36
Februar	1m	20	19	28	32	60			48
	12m	14	15	27	28	55			48
Mars	1m	<5	4	7	<5	33			5
	12m	<5	3	7	8	36			4
April	1m	3	2	4	4	47			3
	12m	4	4	4	3	21			4
<u>1965</u>									
Januar	1m		8	17	37	61			36
	12m		8	19	42	45			47
Februar	1m	22	27	30	36	33			42
	12m	18	18	43	54	55			60
Mars	1m	<1	8	9	10	44			12
	12m	2	6	23	34	55			17
April	1m	<1	3	3	3	16			<1
	12m	6	3	28	10	28			4

Tabell 76 (forts.)

Tokt	Filtvet Nk2	Dröbak- sundet Kn2	Vest- fjorden D11	Nesodden Bn8	Oslo havn Ap3	Bonnefjorden Ep5
<u>1934</u>						
Februar 1m	11	15	17	21	39	15
10m	13	15	20	24	18	14
April 1m	0	0	0	0	7	0
10m	0	0	0	5	0	0

II Sommersituasjonen.

Etter at våroppblomstringen er over, fører oppvarmingen til at lagdelingen av overflatelagene stadig blir mer utpreget utover sommeren og først når avkjølingen setter inn for alvor om høsten, endres situasjonen vesentlig. Perioden mai-september skiller seg av den grunn fra den foregående ved at tetthetsfordelingen i høyere grad motvirker at turbulens i overflaten forplanter seg mot dypet. Tilførselen av næringsstoffer ved hydrografiske prosesser blir derfor sterkt begrenset på denne tid, siden indre Oslofjord er et så beskyttet område. Planktonalgens vekst vil av den grunn i sommerperioden vesentlig være betinget av tilførselen av næringsstoffer ved forurensning (jfr. side 105), og følgelig blir horisontalfordelingen av bestandene i den indre fjord ujevn. På denne årstid er flere grupper av planktonalger representert i samfunnene.

De enkelte grupper forholder seg forskjellig under en slik situasjon. Diatomeene er avhengige av næringstilførsel direkte til lyslaget for å kunne utvikle store bestander. Deres horisontal-fordeling gir derfor en viss indikasjon på hvor næringstilførselen til det øverste lag er god. Dinoflagellatene derimot må antas å kunne dekke sitt næringsbehov også fra noe dypere lag fordi de foretar vertikale døgnvandring. De kan derfor finnes i relativt store bestander selv om den direkte tilførsel av kloakkvann til de øverste lag ikke er særlig stor, når bare næringsstoffkonsentrasjonen i laget under lyslaget er høy, slik tilfelle ofte er i hele den indre Oslofjord (Tabell 80). Særlig små planktonalger vil kunne dekke sitt næringsbehov og vokse godt selv om næringsstoffene fins i lav konsentrasjon fordi de har en stor overflate i forhold til sitt volum. Disse forhold gir de enkelte algegrupper en forskjellig konkurranseevne i sommerens løp, men forutsetningen er for dem alle at det foreligger en utgangsbestand som kan utnytte de vekstmuligheter som til enhver tid er tilstede. To faktorer spiller da inn, hvordan vekstforholdene for vedkommende alger har vært i tiden før, og den eventuelle tilførsel av utgangsbestand fra et annet område, f.eks. fra den ytre fjord eller fra Bærumsbassengene, hvor lokal oppblomstring av spesielle arter kan forekomme. De store vekslinger fra år til år i de enkelte arters kvantitative opptreden kan tilskrives virkningen av begge disse faktorer.

Før vi går over til å sammenligne 1962-65-observasjonene med de som foreligger fra tidligere år, vil vi poengtere at oppgavene over

maksimalbestander i sommerperioden som blir presentert for de enkelte år, bygger på meget forskjellig observasjonsmateriale. De gir derfor et dårlig grunnlag for å bedømme hvordan forurensningssituasjonen kan ha endret seg i tidens løp.

Vi skal først behandle diatomevegetasjonen om sommeren (Tabell 77). Såvel i 1962-65 som ved de tidligere undersøkelser var Skeletonema den diatomeart som mest regelmessig opptrådte i store bestander om sommeren. For de enkelte måneder er det store vekslinger i bestandens størrelse fra år til år. Den største maksimalbestand for hele sommerperioden ble observert i mai 1963, men i juni 1937 var det en nesten like stor bestand.

Hos de øvrige diatomeer forekom store bestander langt mer sporadisk. I så måte er det ikke noen forskjell på resultatene fra de tidligere undersøkelser og de siste. Når det somrene 1962-65 ble funnet større maksimalbestander av Leptocylindrus danicus, Nitzschia spp., Cyclotella spp., Chaetoceros spp. og Thalassiosira spp. i indre Oslofjord enn ved de tidligere undersøkelser, mens Cerataulina bergonii hadde den største maksimalbestand i 1957, er dette i overensstemmelse med den tendens som Skeletonema viser. Det må imidlertid også for denne årstid tas i betraktning at de store diatomebestander som oftest ble observert på Akershusstasjonen, og for denne lokalitet har vi langt flere observasjoner fra 1962-65 enn fra de tidligere år.

De diatomearter som var særlig fremtredende i denne undersøkelsesperioden er de samme som også var registrert 30 år tidligere, bortsett fra Cyclotella-vegetasjonen. Denne var først observert i Breiangen i 1951 (Braarud, Föyn og Hasle 1958) og senere av Hasle og Smayda (1960) i Drøbaksundet i 1957. Den representerer muligens et forholdsvis nytt innslag.

Ceratiene (Tabell 78), som når de største bestander i august-september, viste en påfallende uregelmessig veksling i det relative mengdeforhold for de tre hovedarter, C. furca, C. fusus og C. tripos. Den første var den relativt tallrikeste art i august 1935, september 1957 og 1962, C. fusus i juli og august 1939, i august 1962 og 1963 og i september 1963 og 1964, C. tripos i juli 1933, 1962 og 1963. Hva maksimalbestandene for de tre arter angår, var disse gjennomgående større i perioden 1957-65 enn for det foregående tidsrom, men selv så tidlig som i 1935, ble det registrert 100000 ceratier pr. liter i Bonnefjorden.

De øvrige brune dinoflagellater som opptrådte i store bestander

Tabell 77

Maksimalbestander av de mest fremtredende diatomearter i indre Oslofjord i mai-september i de år da det foreligger observasjoner; celler pr. liter.

	Skele- tonema costatum	Lepto- cylindrus danicus	Cera- taulina bergonii	Nitzschia spp.	Cyclo- tella caspia	Chaeto- ceros spp.	Thalas- siosira sp.
<u>Mai</u>							
1934	3 442000			400000			
1939				237500			
1957	110000					1 260000	
1958	974000						
1962	10 433000					40000	
1963	18 256000					1 612000	
1964	10 360000						
1965	201000	63000				5 574000	
<u>Juni</u>							
1933	3 000000			541000			
1937	16 376000						
1962	10 727000						
1963	105000						
1964	320000						
<u>Juli</u>							
1933	80			2400			
1935	163000		1 511000				
1936			29000	124000			
1938	117000					2 606000	
1939	2 795000						
1962	36000	4 576000				57000	
1963	1 130000						
1964	5 792000				7 570000		
<u>August</u>							
1935	3 316000						
1938	28000					1 346000	
1939				462000		148000	
1962	989000			110000		573000	
1963	23000				668000	88000	
1964	15 430000		131000	2 377000			

Tabell 77 (forts.)

<u>September</u>							
1935	1 384000						
1957 ¹⁾	6 021000	63000	4 583000	59000	1 200000		
1962	7 2578000	175000	379000			1 720000	267000
1963	246000	152000	1 220000		356000		
1964	5 638000						102000

1) 1. oktober

Indre Oslofjord. - Maksimalltall, celler pr. liter, for Ceratium furca, fuscus og tripos i juli, august og september i de år da det foreligger observasjoner. Bærumsbassenget er ikke tatt med, se side .

	Ceratier, alle	Ceratium furca	Ceratium fuscus	Ceratium tripos
<u>Juli</u>				
1907	461	55	234	172
1933	33500	6480		21800
1935	100600 1)			
1938	3080			
1939		560	1740	560
1948			75400	21850
1957		160		
1962 2)		160	4920	13860
1963			160	1940
1964 2)		80	80	280
1965 2)			46960	12700
<u>August</u>				
1907		155	548	583
1916		2620	3160	2450
1935		17440		40
1939		1680	2100	800
1957		2040		
1962 2)		8640	293040	38150
1963 2)			28500	3900
1964 2)		340	1380	280
<u>September</u> 3)				
1907		35	1610	1098
1916		4340	5620	2260
1935	12920			
1957		12160	2480	
1962		134880	2240	560
1963		22240	145000	3320
1964		1520	6280	760

1) Bonnefjord

2) Observasjoner også fra overflatetoktene. I august 1965 var ceratiene så fåtallige at de ikke ble tellet.

3) I oktober 1907, observasjoner av Gran (1916): 4460 C. furca, 10230 C. fuscus og 13060 C. tripus pr. liter i Drøbaksundet.

Tabell 79

Indre Oslofjord. - Maksimaltall, celler pr. liter, for Peridinium triquetrum, P. trochoideum, Prorocentrum micans, Euglenaceae og Coccolithus huxleyi i mai, juni, juli, august og september i de år da det foreligger observasjoner. Bårumsbassenget er ikke tatt med.

	Peridinium triquetrum	Peridinium trochoideum	Prorocentrum micans	Euglenaceae	Coccolithus huxleyi
<u>Mai</u>					
1939					198000
1962	14000	27000			
1963	1000	1500		1 520000	
1964	37500	4500			
1965	1000	71000		11500	
<u>Juni</u>					
1933	51000		700		
1937	4 184000	16000	3000	200000	
1962	527000	1000	1500		
1963	4 360000	500	1000	1 348000	
1964	41500	9500	500		
<u>Juli</u>					
1933		74000		1600	
1935	1 429000		22000	66000	6 930000
1936	620000		27000	39000	148000
1938	870000	253000	2400	348000	796000
1939	498000				435000
1948			500000		
1962 1)	5500		27000x		
1963 1)	1 942000	6000	838000	364000	
1964 1)	2 542000	296000	358000	1 792000	
1965 1)	91000			2 230000	
<u>August</u>					
1935	100000	7000	17000		33 500000
1938	17000	6800	9400	37000	92000
1939 1)	1 069000		92000		13 780000
1962 1)	18000	2000	112000x		
1963 1)	45000	9000	8 303000	80000	
1964 1)	11500	1 381000	213000	162000	1 140000
1965 1)	520000		356000	367000	

Tabell 79 (forts.)

<u>September</u>					
1935	64500		125000		4 330000
1962	9500		179000		
1963 1)	1 200000	21000	3 305000	1 420000	
1964	3000	36000	5000		4500

1) Observasjoner også fra overflatetokt.

(Tabell 79) viser tilsvarende forhold, uregelmessighet i det relative mengdeforhold i de enkelte år og en utpreget tendens til større bestander i 1962-65 enn tidligere, men Peridinium triquetrum hadde en like stor maksimalbestand i 1937 som i den siste periode,

Euglenaceae hadde en mer utpreget tendens til store maksimalbestander i 1962-65 enn de foregående grupper.

Den gruppe som viste den mest påfallende forskjell i sin opptreden i 30-årene og i 50-60-årene er kalkflagellatene, dominert av Coccolithus huxleyi. Meget store bestander av denne art ble registrert i 1935 og 1939, mens den i den senere periode aldri nådde riktig store bestander i den indre fjord, slik at vannet ble tydelig misfarget. For denne art er antakelig tilførsel av utgangsbestand fra den ytre fjord avgjørende for at den skal kunne bli et fremtredende medlem av samfunnet.

Denne sammenligning viser at indre Oslofjord så langt tilbake som de kvantitative undersøkelser av planteplanktonet går, har vist uregelmessige vekslinger fra år til år i planteplanktonbestandens sammensetning om sommeren. Det gjelder først og fremst det relative forhold mellom artene. Vekslingene berører hele den indre fjord, uansett forurensningsgraden, men utslagene er størst der hvor næringstilgangen strekker til for oppvekst av særlig store bestander. Den gjødslingseffekt som var merkbar i 1917, hadde allerede i 30-årene gjort seg sterkt gjeldende i hele den indre fjord og de foreliggende undersøkelser dokumenterer at sommerperioden 1962-65 var karakterisert ved et uhyre rikt planteplankton med representanter for flere grupper. Den raske nedgang i løpet av korte tidsrom er en indikasjon på at beitingen ved dyreplankton er meget intens og at de registrerte planteplanktonbestander derfor bare representerer en liten del av de planteplanktonmengder som blir produsert. Selv om sammenligningsgrunnlaget fra tidligere undersøkelser hadde vært mer tilfredsstillende, ville en bedømmelse av økningen i planteproduksjonen på grunnlag av maksimalbestandene vært uriktig, siden tapet ved dyreplanktonets beiting ikke hadde kunnet la seg beregne. Den raske oppvekst av store bestander viser at veksthastigheten om sommeren må være meget stor, som tegn på god næringstilgang.

I tilslutning til denne oversikt over de tilgjengelige data for planteplanktonet i sommerperioden skal vi også omtale analyseresultater for orthofosfat som foreligger for mai, juni og juli (Tabell 80), idet vi innskrenker oss til å behandle fordelingen i de øvre 20-25m. En

sammenligning mellom verdiene for 1933-34 og 1962-65 viser at hvis vi ser bort fra de meget høye verdier i 1m for Filtvet og Drøbaksundet i mai 1963, er det for Filtvet ingen forskjell på situasjonen i de to perioder. I Drøbaksundet var det i 60-årene flere tilfelle med ganske høye verdier for 20m, men den største forskjell på de to observasjonsett opptrer først innenfor Langåra.

Ved Akershus er det påfallende at det i 1933-34 ble funnet fosfatverdier i 1m på 0-1 mg P/m³, mens det ved alle tokt i mai-juli 1962-65 var verdier på 12-52 mg P/m³. Planteplanktonet hadde altså i den siste periode ikke i noe tilfelle forbrukt fosfatene i takt med tilførselen, slik tilfelle var i 1933-34. (Det gjelder også for august og september.) Også for 20m var det betydelig høyere fosfatverdier i 1962-65 (52-116 mg P/m³) enn i 1933-34 (43-56 mg P/m³). På Bonnefjordstasjonen var det i 60-årene meget variable verdier for 12m (7-40), mens det i 1933-34 var lave verdier (0-7) for alle tre måneder i 10m. Ved Nesodden (Lysakerfjord) var det i 1963-65 flere tilfelle av høye konsentrasjoner i 12m, opptil 25 mg P/m³, mens det i 1933-34 ble funnet 0-4 mg P/m³. Lenger ute i den indre fjord, ved Langåra og Håøybukta, ble det i 1933-34 funnet 0-2 mg P/m³ i 10m, mens det i 1962-65 i 5 av 12 tilfelle ble funnet 16-20 mg P/m³ i 12 m.

Av disse observasjoner fremgår det at fosfatinnholdet i 12m og 20m innenfor Langåra gjennomgående var betydelig høyere i 60-årene enn i 1933-34 og at forbruket på Oslo havn, til tross for de veldige planteplanktonbestander, ikke holdt tritt med tilførselen, selv i overflaten.

Det helheltsbilde som denne sammenligning mellom planteplankton- og fosfatdata om sommeren i 1933-34 og 1962-65 gir er følgende:

1. For sommerperioden har det fra 30-årene til 60-årene skjedd en økning i fosfatinnholdet i 10-20m-laget i den indre fjord og for Oslo havn også for den aller øverste del av overflatelagene.
2. Gjødslingseffekten av forurensningen skapte i begge perioder grunnlag for oppvekst av meget store bestander av planteplankton, som viste store vekslinger i sin sammensetning og konsentrasjon, såvel i løpet av sommeren som fra år til år. Materialet er ikke tilstrekkelig til at det kan gis noen karakteristikker av de kvantitative endringer som kan ha funnet sted fra 30-årene til 60-årene, men det er en tendens til særlig store maksimalbestander i den siste periode, såvel for diatomeer og dinoflagellater som for Euglenaceae.
3. Kalkflagellatene, som i 1935 og 1939 opptrådte i veldige bestander og fremkaldte sterk misfarging av fjordvannet, var av helt underordnet betydning i 60-årene.

Tabell 80

Orthofosfat, mg P/m³, for mai, juni og juli i 1933-34, 1962, 1963, 1964 og 1965 i 1, 12 (10), 20 (25) m på stasjoner i snittet Filtvet-Bonnefjord. (1933-34 verdiene fra Braarud og Ruud 1937). m: mindre enn.

	Filtvet Lm1	Drøbaksundet Im2	Vestfjorden Fl1	Nesodden Bn1	Akershus Ap1	Bonnefjorden Dp1
<u>Mai</u>						
<u>1934</u> 1m	0	0	1	1	1	2
10m	15	13	0	4	4	7
25m	9	11	29	9	44	44
<u>1962</u> 1m		10	6		15	12
12m		6	6			7
20m		26	64		104	53
<u>1963</u> 1m	38	46	m3	m3	52	m3
12m	m3	m3	3	m3	3	m3
20m	10	34	21	10	52	10
<u>1964</u> 1m	4	3	2	3	51	3
12m	5	3	20	2	18	40
20m	15	20	20	44	86	43
<u>1965</u> 1m	1	m1	m1	m1	m1	m1
12m	m1	7	18	25	53	19
20m	8	2	38	50	83	51
<u>Juni</u>						
<u>1933</u> 1m	2	0	0	0	0	0
10m	2	1	0	0	5	0
25m	1	8	34	42	56	43
<u>1962</u> 1m		1	13			5
12m		5	7			7
20m		12	12			53
<u>1963</u> 1m		5	7	7	33	3
12m		5	20	24	26	13
20m		26	48	160	79	52
<u>1964</u> 1m	2	3	2	4	27	4
12m	2	3	5	19		12
20m	2	3	25	44	88	50
<u>1965</u> 1m	m2	m2	m2	4	52	5
12m	m2	m2	3	13	64	6
20m	18	15	13	36	74	23
<u>Juli</u>						
<u>1934</u> 1m	5	2	0	0	0	0
10m	3	0	2	0	34	0
25m	10	2	30	54	43	41

Tabell 80 (forts.)

<u>1962</u>	1m	4	3	13	9		7
	12m	8	5	7	12		38
	20m	8	5	12	13		13
<u>1963</u>	1m	7	11	9	6	13	2
	12m	6	11	16	3		2
	20m	9	31	32	31	94	36
<u>1964</u>	1m	2	2	4	4	12	3
	12m	9	4	3	4	28	9
	20m	4	15	26	52	116	65
<u>1965</u>	1m	3	3	m2	3	16	4
	12m	5	7	20	14	44	25
	20m	7	8	16	28	108	25

III. Höstsituasjonen.

Månedene oktober-desember var i alle år karakterisert ved en nedgang i bestandene for hovedgruppene, diatomeer, dinoflagellater, kalkflagellater og Euglenaceae, men i enkelte år kunne det være lokale forekomster i Bonnefjorden av større bestander. I oktober 1933 ble det funnet 860000/l av Coccolithus huxleyi og 574000/l av Exuviaella baltica, og i november 1964 en diatomebestand på 1 130000/l, med Nitzschia closterium, N. delicatissima og Skeletonema costatum som de viktigste arter. Slike forekomster må antas å skyldes gunstige meteorologiske forhold, lite vind og klart vær, så det har vært liten vertikaltransport og relativt gunstige forhold for fotosyntese. (Vinddata i 1964 for uken før de angitte datoer: 26/10 : N 1, V 2, 2/11 : N 3, V 2, 9/11 : S 1, V 2, 16/11 : 0, V 8.)

Den mest påfallende observasjon i denne periode er masseforekomsten av Olisthodiscus luteus i oktober 1964 i hele den indre fjord med maksimalbestander i Bonnefjorden, Oslo-området og Vestfjorden på 48, 39 og 53 millioner/l.

IV. Oksygendata for overflatelaget i 1933-34 og i 1963-65.

For 1933-34 ga Braarud og Bursa (1939) en grov karakteristikk av den biologiske aktivitet i de forskjellige fjordavsnitt ved differensene mellom de høyeste og laveste oksygenprosenter innen 1-10 m-laget i årets løp på de enkelte lokaliteter. De høyeste verdier er betinget av planteplanktonets fotosynteseaktivitet. De laveste er dels bestemt av oksygenforbruket i overflatelagene av bakterier, dyr, og også av planteplankton når lysttilgangen er utilstrekkelig til at det blir et fotosynteseoverskudd, dels av tilblandingen av oksygenfattig vann fra noe dypere lag under lyslaget. Oksygeninnholdet i disse lag vil vanligvis være lavere jo sterkere forurensset en lokalitet er. Årsamplituden gir derfor et noe komplekst uttrykk for forurensningsgraden i vedkommende fjordavsnitt. Resultatene for 1933-34, 1963, 1964 og 1965 er vist i Tabell 81. 1962 er ikke tatt med, da det for dette år mangler endel observasjoner. For 1963-65 er beregningene foretatt på grunnlag av verdiene i 1, 4 og 8 m.

For alle tre år er det en stigende årsamplitude fra Filtvet-Drøbaksundet til Oslo havn hvoretter det er en viss nedgang i Bonne-

fjorden. Det er overraskende at det ikke er noen vesensforskjell på de verdier som ble funnet for 1933-34 og for 60-årene. For de enkelte år av den foreliggende undersøkelse er det betydelige vekslinger, men med de begrensninger som beregningsmåten medfører, kan det ikke sies at det er blitt noen vesentlig endring fra 1933-34 til 60-årene, verken i årsamplituden, minimumsverdier eller maksimumsverdier. De organismesamfunn som influerer på oksygeninnholdet i overflatelagets øverste 10 m og de hydrografiske prosesser som fører til tilblanding av oksygenfattige lag under vintersituasjonen synes derfor å ha fremkalt en lignende oksygenfordeling i årets løp i 30-årene og i 60-årene, men det ser ut til å være en viss forskjell på forholdene i 1963 og de to følgende år.

Hvis vi betrakter forholdene i 1 m og ser på de minimumsverdier som har vært registrert i de to perioder, får vi et lignende bilde.

Tabell 81

Maksimum, minimum og årsamplitude for oksygenprosenten innen snittet Filtvet - Bonnefjord i 1933-34 (1-10m-laget) og i årene 1963-65, (1-8m-laget)

	Filtvet (Breiangen) Lm1	Dröbak- sundet Im2	Langåra ¹⁾ Fl1	Nesodden ²⁾ Bn1	Oslo havn Ap1	Bonne- fjord Dp1
<u>1933-34</u>						
Maksimum	107 %	115 %	118 %	133 %	142 %	123 %
Minimum	79 %	77 %	72 %	59 %	12 %	25 %
Årsamplitude	<u>28 %</u>	<u>38 %</u>	<u>46 %</u>	<u>74 %</u>	<u>130 %</u>	<u>98 %</u>
<u>1963</u>						
Maksimum	109 %	101 %	101 %	145 %	166 %	125 %
Minimum	77 %	64 %	58 %	29 %	18 %	20 %
Årsamplitude	<u>32 %</u>	<u>37 %</u>	<u>43 %</u>	<u>116 %</u>	<u>148 %</u>	<u>105 %</u>
<u>1964</u>						
Maksimum	110 %	105 %	120 %	125 %	143 %	130 %
Minimum	79 %	77 %	67 %	46 %	24 %	36 %
Årsamplitude	<u>31 %</u>	<u>28 %</u>	<u>53 %</u>	<u>79 %</u>	<u>119 %</u>	<u>94 %</u>
<u>1965</u>						
Maksimum	106 %	101 %	118 %	142 %	138 %	133 %
Minimum	69 %	76 %	65 %	49 %	31 %	27 %
Årsamplitude	<u>37 %</u>	<u>25 %</u>	<u>53 %</u>	<u>93 %</u>	<u>107 %</u>	<u>106 %</u>

1) For 1933-34 : Håøybukta

2) For 1933-34 : Lysakerfjord

Tabell 82

Minimumsverdier for oksygenprosenten i 1 m på stasjonene i den innerste del av fjorden i 1933-34 og i 1963, 1964 og 1965.

	Nesodden (Lysakerfjorden)	Oslo havn	Bonnefjord
1933-34	59 %	41 %	65 %
1963	48 %	24 %	34 %
1964	56 %	53 %	51 %
1965	65 %	48 %	68 %

For det sterkest forurensede område, representert ved stasjonene Oslo havn, Nesodden (Lysakerfjorden) og Bonnefjord er minimumsverdiene i de to perioder ført opp i Tabell 82.

Vi ser at i 1963 var oksygenprosenten helt nede i 24 % for Oslo havn og 34 % i Bonnefjord, men forøvrig er det ikke noen vesentlig forskjell på verdiene for de to perioder.

V. Samlet oversikt.

Planteplanktondata for 1962-65 gir et helhetsbilde av forholdene i den indre Oslofjord som er i full overensstemmelse med det som ble gitt av Braarud (1945) på grunnlag av observasjonene i 30-årene. De nye trekk som de senere undersøkelser føyer til, er vesentlig av kvantitativ art, men de gir også nye eksempler på variasjonen i planteplanktonets arts-sammensetning og masseforekomst av enkeltarter som ytterligere poengterer den labile situasjon i det forurensede område.

På grunnlag av de undersøkelser som nå foreligger kan virkningen av forurensningen på planteplanktonforholdene i indre Oslofjord kort summeres opp slik:

1. I de deler av fjorden hvor kloakktilførselen gjør seg gjeldende, fører den til en økning i tilgangen på plantenæringsstoffer i overflate-lagene. Det gjelder alle årstider, men gjødslingseffekten er størst om sommeren, fordi overflatelagene da ellers ville ha vært næringsfattige. Den økede tilgang på næringsstoffer muliggjør oppvekst av langt større bestander av planteplankton enn i ikke-forurensede områder. Den kvantitative fordeling av planteplanktonet gir derfor visse indikasjoner på forurensningens gjødslingseffekt i de enkelte områder av fjorden og til forskjellige årstider.

2. Vindtransport av overflatelagene er et særlig utpreget trekk i fjordens hydrografi. Perioder med særlig fremtredende nord- og syd-komponenter av vinden gir forskjellige betingelser for en gjødslingseffekt av forurensning.

I nordavindsperioder vil kloakkvann som tilføres overflatelagene i den innerste del få en kortere oppholdstid i dette område enn under andre værforhold. Forurensningsmaterialet vil også spres over et videre område og det vil samtidig skje en effektiv fortynning. Under slike forhold vil gjødslingseffekten bli mindre utpreget i den indre del, mens den kan gjøre seg gjeldende lenger utover i fjorden.

I sønnavindsperioder vil overflatelagene stues opp i den indre del. Forurensningsmaterialet får da en lengere oppholdstid der og effekten blir lokalt sterkere innen et geografisk mindre område.

3. I de forurensede vannmasser blir det produktive lag på grunn av grunnsningen tynnere enn det ellers ville være. De særlig store planteplanktonbestander i slike vannmasser aksentuerer dette forhold ved å øke

turbiditeten.

4. Som i andre norske fjorder har planteplanktonet i Oslofjorden en meget heterogen sammensetning av oseaniske arter og kystformer, og for hele fjorden gjelder det at det er store vekslinger fra år til år i dets sammensetning. Dette henger delvis sammen med den utveksling som finner sted mellom vannmassene i Oslofjorden og i Skagerak, hvor også planteplanktonet på en bestemt årstid kan veksle i sin sammensetning fra år til år.

Selv oseaniske arter er i stand til å utnytte den større nærings-tilgang i de forurensede områder og kan utvikle store bestander der.

5. Under våroppblomstringen av diatomeer i februar-mars er virkningen av næringsstoffene som tilføres ved forurensningen minst utpreget idet disse bare kommer som et tillegg til det næringsstofflager i overflate-lagene som er etablert ved vinterblandingen i mørketiden.

Etter våroppblomstringen fører stigende temperatur til en tett-hetslagdeling i overflatelagene som hemmer spredning av turbulens i overflatelagene ned til lagene under. I et så beskyttet område som indre Oslofjord, blir derfor i perioden mai-august tilførselen av næringsstof-fer fra de dypere lag ved hydrografiske prosesser beskjedne. På denne årstid er av den grunn gjødslingseffekten av forurensning særlig viktig for veksten av planteplanktonet.

6. Mens nordavind som regel er fremtredende om vinteren og våren, er sommerperioden stort sett preget av sønnvindssituasjon. Dette bidrar også til at gjødslingseffekten i den indre fjord blir særlig utpreget om sommeren så det da opptrer veldige bestander av planteplankton.

7. Forurensningens virkning på planteplanktonet har i årenes løp brødt seg lenger utover. Sommren 1917 var det tydelig noe større be-stander ved Nesoddtangen enn ved Steilene og i Drøbaksundet, hvor be-standene var små. I 1933-34 var hele den indre fjord tydelig påvirket av gjødslingen. Observasjonene fra 50-60-årene viser at det også i Breiangen tidvis var en meget iøynefallende gjødslingseffekt. Den skyldtes ikke i alle tilfelle direkte tilførsel fra den indre fjord.

8. Kjemiske data fra 1962-65 viser at tilgangen på fosfater til over-flatelagene i havneområdet var så stor at de ikke på noen årstid ble brukt opp av planteplanktonet, selv i 1m, mens det i 1933-34 i dette dyp ikke var noen fosfatrest tilbake i sommertiden. Dette indikerer at forurensningssituasjonen er blitt tydelig forverret.

9. Området innenfor Nesodden er sterkest preget av forurensning, mens Bonnefjorden også viser en kraftig gjødslingseffekt, om enn noe mindre.

I Vestfjorden er det om sommeren en tydelig gradient i gjødslingseffekten fra Drøbaksundet innover. Den er på denne årstid vesentlig betinget av direkte tilførsel av kloakkvann til overflatelagene og på grunn av oppstuing ved sønnavind er gjødslingseffekten særlig stor i det innerste område av Vestfjorden.

I september skjer det hydrografiske endringer som medfører at tilførselen av næringsrikt dypvann etter hvert gjør seg sterkere gjeldende og gir en indirekte effekt av forurensning i hele Vestfjorden.

Om vinteren og tidlig på våren fører nordavind til vindtransport av overflatelagene så det blir en kraftig forurensningsvirkning helt ut til Filtvet (observasjoner fra området utenfor mangler).

10. De store planteplanktonbestander i det forurensede område frigjør ved sin fotosyntese så meget oksygen at de øvre lag storparten av året er oksygenrike, selv om sommeren, da temperaturen betinger et særlig stort oksygenforbruk av dyrebstanden og ved den bakterielle omsetning av organisk stoff. Planteplanktonet spiller derfor en viktig rolle ved selvrensningen i fjordens øvre lag. I mørketiden, da lyset er utilstrekkelig for en effektiv fotosyntese og planteplanktonbestandene er små, blir imidlertid oksygeninnholdet sterkt nedsatt, særlig i havneområdet, hvor det i 1963 ble registrert så lave verdier for oksygenprosenten som 24 %.

11. En sammenligning mellom oksygenprosentens amplitude for hele året innen snittet Filtvet-Oslo havn - Bonnefjord i 1933-34 og i 1963-65 viser at det for stasjonene Drøbaksundet og Filtvet var små endringer. For de innerste stasjoner var det en påtakelig høyere amplitude i 1963, mens det for 1964-65 var en nedgang for Oslo havn, sammenlignet med 1933-34.

12. Masseforekomst av planteplankton fører til misfarging av fjordvannet, særlig i den innerste del. Det er store vekslinger fra år til år i så henseende, betinget av vekslinger i planteplanktonets sammensetning. Disse har spesiell interesse ved bedømmelsen av fjordens verdi som rekreasjonsområde og er diskutert i et særskilt kapittel.

13. Forurensningen fører til forekomst av veldige bestander av dino-flagellater, hvorav noen produserer giftstoff som akkumuleres i blåskjell.

Det ble i 1963-65 på flere lokaliteter i den indre fjord påvist giftkonsentrasjoner i blåskjell som ligger langt over faregrensen.

14. Den komplekse virkning av vindforholdene, dels på planteplanktonets artssammensetning, dels på forurensningsmaterialets fordeling, fører til at virkningen av forurensningen på overflatelagene i indre Oslofjord er usedvanlig variabel. Selv om det i årene 1962-65 ikke opptrådte så ekstreme tilfeller av misfarging som ved masseforekomstene av kalkflagellater i 1935 og 1939, ga de veldige bestander av en brun flagellat i oktober 1964 et nytt eksempel på de labile forhold i fjorden. Den økede næringsstofftilførsel som er påvist er et varsel om at forholdene ved en ny opptreden av kalkflagellater vil kunne bli langt verre enn de var da disse sist hadde sin masseforekomst.

G. FORURENSNINGENS GJØDSELSEFFEKT OG OVERFLATELAGENES TILSTAND.
MOMENTER FOR BEDØMMELSE AV TILTAK FOR Å BEVARE INDRE OSLOFJORD
SOM REKREASJONSOMRÅDE.

I de foregående avsnitt er det gitt en fremstilling av de mange detaljobservasjoner som danner grunnlaget for det helhetsbilde som en nå kan danne seg av planteplanktonforholdene i indre Oslofjord. I dette avsnitt skal vi behandle de spesielle trekk som er av interesse for en diskusjon av tiltak for å redusere de ugunstige virkninger som forurensningen kan ha for anvendelsen av området for rekreasjonsformål. Vi skal da begrense oss til å se på forholdene i overflatelagene, mens vi ikke behandler den virkning av planteplanktonproduksjonen som gir seg utslag i dypet og kan influere på fisket.

Når planteplankton er tilstede i store bestander, blir vannet uklart og, alt etter bestandens størrelse og artssammensetning, kan det bli misfarget på forskjellig vis. Diatomeene gir i store bestander brunt vann, dinoflagellatene et brunt eller mer rødbrunt, Euglenaceae grønt og kalkflagellatene et blågrønt til gråhvitt vann i fjorden. Alle disse misfarginger har forekommet i Oslofjorden om sommren.

Diatomeene vil når de opptrer i store bestander gjøre vannet mindre gjennomsiktig og gi det en brunlig farge. Disse planktonalgene er imidlertid ikke konsentrert i det aller øverste lag, så misfargingen er ikke særlig påfallende. Den vanligste karakteristikk av slikt diatome-rikt vann er at det er uklart.

Dinoflagellatene er i indre Oslofjord ofte særlig tallrike i det

aller överste vannlag og gir da vannet en utpreget brun-rödbrun farge ("rödtt vann"). Denne er om sommeren meget tydelig i Oslo-området, men kan strekke seg langt utenfor Osloöyene og være meget utpreget i Bonnefjorden, selv lengst inne. I Vestfjorden varierer forholdene. Om sommeren er det gjerne sterkest misfarging nær Oslo-området, mens det i den ytre del kan være langt klarere vann. Om hösten kan hele fjorden fra Dröbak og innover være sterkt brunfarget. I Bærumsbassenget og andre bukter på vestsiden kan vannet være sterkt misfarget, dels av diatomeer, dels av dinoflagellater eller en kombinasjon av store bestander av begge.

Visse grønne flagelløter, Euglenaceae, kan flekkvis opptre i så store bestander at vannet blir kraftig grönnfarget og det samme gjelder noen mindre grønne former. Euglenaceae er særlig tallrike i Oslo-området, men kan også forekomme på samme vis i Bonnefjorden. I Vestfjorden fins de sjelden i store bestander.

For alle disse grupper gjelder det at der hvor de regelmässig fremkaller misfarging om sommeren, er det også av andre grunner lite fristende å bade, slik forholdene er nå. Når de til enkelte tider om sommeren opptre i store bestander i Bonnefjorden, vil neppe mange badende la seg avskrekke av den reduserte gjennomsiktighet som de fremkaller.

Den misfarging som er mest iöynefallende og förer til den mest drastiske endring i vannets farge og gjennomsiktighet, blir fremkalt av kalkflagellater, först og fremst arten Coccolithus huxleyi. Disse små flagellater har på cellens overflate kalklegemer som reflekterer lyset, på lignende vis som partiklene i en kalkoppslemming. Når de opptre i bestander på noen få millioner pr. liter, förer det til at vannet får en blågrön farge som kan minne om brevann, men i den innerste del av fjorden, hvor partikkelinnholdet fra kloakkvannet er stort og hvor det samtidig opptre store bestander av diatomeer og dinoflagellater, vil det under slike forhold bli et grunnet og lite tiltalende vann. Så snart bestandene blir större, ca. 10 millioner pr. liter, blir vannet meget uklart og ser på avstand hvitaktig ut. Stiger bestandene ytterligere, til 30-40 millioner pr. liter, slik det har forekommet i indre Oslofjord, blir vannet helt gråhvitt, som en tykk kalkoppslemming. Er det så i tillegg et stort partikkelinnhold forövrig, blir det særlig utiltalende. I alle disse tilfelle vil fjordvannet ikke innby til badning og slike forekomster av Coccolithus-vann betyr derfor en vesentlig forringelse av

den indre Oslofjord som badeplass idet de forekommer i juli-august.

Denne siste misfarging er ikke i samme grad som de forrige knyttet til de sterkest forurensede områder. I 1935 og 1939, da fjorden ble undersøkt i slike Coccolithus-år, var store deler av Vestfjorden sterkt misfarget, og det hender også at Drøbaksundet har slikt vann. Ytterst i Oslofjorden kan det også forekomme betydelige bestander av denne art uten at det har noe med forurensningen å gjøre, men der er de på langt nær så store som de kan bli i indre Oslofjord, og det øvrige partikkelinnhold er så lavt at vannet ikke blir så ugjennomsiktig at det blir utjenlig til bading. Så langt ute i Oslofjorden melder det seg heller ikke forestillinger om at misfargingen skyldes forurensning fra kloakkvann.

Foruten disse typer av misfarging, som enten forekommer hvert år eller med års mellomrom, men er observert ofte, har det også vært registrert andre, enkeltstående tilfelle. En stor fargeløs dinoflagellat, Noctiluca miliaris, har om sommeren forekommet i så store mengder i indre Oslofjord at vannet har fått en geléaktig konsistens. Det var et kortvarig fenomen og vi har ikke data til å avgjøre om det var mer utpreget her enn i ytre Oslofjord, hvor det også ble iaktatt. Det er kjent at denne art ved sin masseopptreden har skapt uheldige forhold for badning i mange områder hvor forurensning ikke har spilt noen rolle.

Hvis vi ser bort fra tilfellet med Noctiluca, har alle de øvrige tilfeller av særlig kraftig misfarging om sommeren sin årsak i den gjødslingseffekt som forurensningen fremkaller i indre Oslofjord. Slike masseforekomster kan riktignok også unntaksvis opptre i ikke-forurensede områder, når spesielle hydrografiske forhold fører til en tilførsel av næringsstoffer fra de dypere lag, men i Oslofjorden er misfargingen av fjordvannet ved masseopptreden av en eller annen gruppe av planktonalger et ordinært fenomen.

Siden 1962-65-undersøkelsen har vist at næringstilførselen til overflatelagene ved forurensning utvilsomt har tiltatt betydelig siden 30-årene, da kalkflagellatene opptrådte i veldige bestander, er det grunn til å vente at når et nytt Coccolithus-år inntreffer, vil forholdene bli enda ugunstigere for bading i hele den indre Oslofjord enn ved de tidligere forekomster.

I oktober 1964 var vannet i indre Oslofjord sterkt brunfarget på grunn av masseforekomst av en liten brun flagellat, Olisthodiscus luteus.

Dette er første gang denne art er observert her i landet, men lignende forhold er rapportert fra Florida og andre steder og da i forbindelse med en spesielt god næringsstoffsituasjon. Vi har nå ikke grunnlag for å anta at denne art fremtidig vil spille noen rolle om sommeren, men så labile forholdene er i indre Oslofjord, er det ikke utenkelig at så kan skje.

Planteplanktonobservasjonene gir grunnlag for følgende betraktninger over hvilke tiltak kan ventes å bidra til en forbedring av fjordvannets kvalitet for bading.

1. På grunn av den spesielle hydrografiske situasjon i indre Oslofjord om sommeren er forekomsten av store bestander av planktonalger på denne tid betinget av at det tilføres næringsstoffer til overflate-lagene. Ethvert tiltak som innskrenker tilførselen av kloakkvann nær overflaten må derfor ventes å ha en positiv virkning på fjordvannets kvalitet for bading. Fjerning av partikkelinnholdet i kloakkvannet uten at næringsstoffinnholdet blir drastisk redusert, vil ha en mer beskjeden positiv virkning og den vil vesentlig bli merkbar i området nær utslippstedet.

2. Misfarging av vannet ved kalkflagellater i slike år da disse etablerer relativt store bestander i fjorden, vil ikke kunne unngås selv om næringsstofftilførselen til overflatelagene blir meget sterkt redusert. Selv med en beskjeden næringsstofftilførsel vil bestandene kunne bli så store at fjordvannet blir misfarget. Med en redusert tilførsel av næringsstoffer fra forurensning, vil maksimalbestandene likevel måtte ventes å bli mindre enn i den nåværende situasjon, og hvis partikkelinnholdet forøvrig samtidig blir redusert, skulle badevannskvaliteten da kunne bli vesentlig forbedret selv i et Coccolithus-år.

3. Undersøkelsene i 1962-65 støtter den konklusjon som ble trukket av undersøkelsene i 30-årene at tilførselen av næringsstoffer fra dyp-lagene om sommeren spiller en underordnet rolle for planteplanktonets vekst, sammenlignet med tilførselen ved direkte kloakkvannsutslipp nær overflaten. Hvis kloakkvann blandes med sjøvann og slippes ut på større dyp, vil denne situasjon bli mer endret. Det må ventes at det ved denne fremgangsmåte vil skje en ytterligere økning av næringsstoffkonsentrasjonene i mellomalgene. Effekten av den blanding som selv ved sommersituasjonen finner sted mellom de øvre lag og mellomlagene, må av

den grunn ventes å bli forsterket. Hvor stor økning det på denne måte vil bli i næringstilførselen til overflatelagene ved hydrografiske prosesser er et hydrografisk problem som vi ikke har grunnlag for å behandle i denne rapport.

4. En reduksjon av partikkelinnholdet i overflatelagene ved at utslipp av kloakkvann finner sted på større dyp, vil føre til at det produktive lag blir tykkere og næringsinnholdet i 12-20m dyp vil da kunne ventes å bli utnyttet av planteplanktonet. For dinoflagellatene som utfører vertikale døgnavdringer vil dette kunne bety at de blir i stand til å utvikle meget store bestander selv om næringsstoffkonsentrasjonen i de øverste lag er beskjedent.

5. I Bonnefjorden vil sønnavindssituasjonen om sommeren kunne føre til en svak oppstigning av noe dypere lag. Hvis konsentrasjonen av næringsstoffer i mellomlaget øker gjennom dypvannsutslipp av kloakkvann, kan det vel tenkes at denne indirekte gjødslingseffekt vil bli forsterket og gi seg utslag i masseforekomst av planktonalger i dette område.

Blåskjellforgiftning.

I et tidligere avsnitt er det gjort rede for forekomsten av giftproduserende dinoflagellater, og de registreringer som i 1962-65 er utført over giftinnholdet i blåskjell fra indre Oslofjord. De store bestander av dinoflagellater i indre Oslofjord om sommeren er en følge av forurensningssituasjonen. Det gjelder også for de arter som produserer mytilotoksin. Siden denne gift er usedvanlig sterk, er faren ved å bruke blåskjell hvis giftinnholdet overskrider den faregrense som er fastlagt ved de amerikanske undersøkelser, meget stor. Dette skaper en utrygg situasjon når en betrakter indre Oslofjord som rekreasjonsområde. Tiltak som fører til en reduksjon av næringstilførselen til overflatelagene skulle redusere muligheten for oppvekst av store bestander av giftproduserende alger og derfor bedre forholdene i denne henseende. Det er imidlertid tvilsomt om utslipp på noe større dyp vil ha en tilsvarende virkning.

H. SLUTTBEMERKNINGER

Etter avslutningen av de undersøkelser av planteplanktonet i Oslofjorden som ble foretatt i 30-årene, ble det fremhevet at forurensningen på så mange vis innvirker på de biologiske forhold i indre Oslofjord at det burde innføres en biologisk kontroll av fjordens tilstand. På det tidspunkt var forurensning av sjøvann et lite påaktet felt, og det var ikke mulig å vinne gehør for en slik tanke. Siden den tid er forurensningsproblemene i havet blitt så aktuelle i mange land at undersøkelser av marine resipienter nå blir omfattet med stor interesse.

De marine resipienter står under påvirkning av havet utenfor og dette fører til langt større fluktusjoner i deres fysiske og biologiske forhold enn i ferskvannsresipienter. Langtidsobservasjoner er derfor nødvendige for å få klarhet over de virkninger som forurensningen har i et område. Dette illustreres godt ved de undersøkelser som er gjort i Oslofjorden.

Observasjonene fra 1962-65 ville, hvis de stod alene, ikke ha gitt et representativt bilde av forurensningens virkning på planteplanktonet i indre Oslofjord og dermed heller ikke av overflatelagens tilstand. De tidligere undersøkelser gir et nødvendig supplement. Da nettopp denne side av forurensningssituasjonen er av særlig stor interesse ved bedømmelsen av eventuelle tiltak for å hindre at området blir utjenlig for rekreasjonsformål, er dette en viktig erfaring som fortjener spesiell oppmerksomhet.

Med fremtiden for øye, er det påtrengende nødvendig at det blir foretatt observasjoner regelmessig gjennom et lengere tidsrom for å søke å få klarlagt hvilke virkninger endringer i kloakkutslipp som allerede er foretatt eller vil bli foretatt har på forholdene i den indre fjord. De foreliggende undersøkelser gir et godt grunnlag for valg av indikatorer på forurensningssituasjonen som bør registreres. Det er nærliggende å tenke på fjordvannets transparens, den vertikale fordeling av viktige plantenæringsstoffer og oksygenamplituden i overflatelagene. For planteplanktonets vedkommende vil en kontroll av overflatelagene i sommertiden være spesielt ønskelig.

Gjennom en relativt beskjeden overvåking av situasjonen ved slike observasjoner vil det skaffes til veie opplysninger som må ansees som et helt nødvendig grunnlag ved fremtidige drøftelser av forurensningsaker i området.

Litteraturliste

- Barnes, H. and G.R. Hasle 1957: A statistical examination of the distribution of some species of dinoflagellates in the polluted inner Oslo Fjord. - *Nytt Mag.Bot.* 5:113-124.
- Berge, G. 1962: Discoloration of the sea due to *Coccolithus huxleyi* "bloom". - *Sarsia* 6:27:40.
- Birkenes, E. and T. Braarud 1952: Phytoplankton in the Oslo Fjord during a "*Coccolithus huxleyi*-summer". - *Avh. norske Vidensk.Akad. I.Mat.-Nat.Kl.* 1952, 2:3-23.
- Braarud, T. 1939: Observations on the phytoplankton of Oslofjord March-April 1937. - *Nytt Mag.Naturv.* 80:211-218.
- 1945a: A phytoplankton survey of the polluted waters of inner Oslo Fjord. - *Hvalråd.Skr. norske Vidensk.Akad.* 28:1-141.
 - 1945b: Forurensning og selvrensning av sjøvann. Undersøkelser i Oslofjorden. - *Naturen* 7/8:212-235.
 - 1948: On variations in form of *Skeletonema costatum* and their bearing on the supply of silica in cultures of diatoms. - *Nytt Mag.Naturv.* 86:31-44.
 - 1950: Flagellater som årsak til blåskjellforgiftninger og massedød av fisk. - *Naturen* 2:33-39.
 - 1951: Salinity as an ecological factor in marine phytoplankton. - *Physiol.Plant.* 4:28-34.
 - 1958: Observations on *Peridinium trochoideum* (Stein) Lemm. in culture. - *Nytt Mag.Bot.* 6:39-42.
- Braarud, T. and A. Bursa 1939: The phytoplankton of the Oslo Fjord 1933-1934. - *Hvalråd.Skr. norske Vidensk.Akad.* 19:1-63.
- Braarud, T. and A. Klem 1931: Hydrographical and chemical investigations in the coastal waters off Møre and in the Romsdalsfjord. - *Ibid.* 1:1-88.
- Braarud, T. and E. Nordli 1962: Reproduction and size variation in *Halosphaera viridis* of northern waters. - *Nytt Mag.Bot.* 10:131-136.
- Braarud, T. and I. Pappas 1951: Experimental studies on the dinoflagellate *Peridinium triquetrum* (Ehrb.) Lebour. - *Avh. norske Vidensk.Akad. I.Mat.-Nat. Kl.* 1951, 2:1-23.
- Braarud, T. and E. Rossavik 1951: Observations on the marine dinoflagellate *Prorocentrum micans* Ehrenb. in cultures. - *Ibid.* 1951, 1:1-18.
- Braarud, T. and J.T. Ruud 1937: The hydrographic conditions and aeration of the Oslo Fjord 1933-1934. - *Hvalråd.Skr. norske Vidensk.Akad.* 15:1-56.
- Braarud, T., B. Føyn and G.R. Hasle 1958: The marine and fresh-water phytoplankton of the Dramsfjord and the adjacent part of the Oslofjord March-December 1951. - *Ibid.* 43:3-102.
- Braarud, T., B. Føyn, P. Hjelmfoss and Aa. Øverland 1966: The natural history of the Hardangerfjord. 5. The phytoplankton in 1955-56. - *Sarsia* (Under trykning).

- Føyn, B.R. 1929: Investigation of the phytoplankton at Lofoten March-April, 1922-1927. - Skr.norske Vidensk.Akad. I. Mat.-Nat. Kl. 1928, 10:1-71.
- Buvik, A. 1941: Lysmålinger i Oslofjorden og en del ferskvann. (Manuskript.)
- 1) → Gran, H.H. 1908: Om planktonalgernes livsbetingelser. - Naturen febr.:1-10.
- 1912: Pelagic plant life. - In: Murray and Hjort: The depths of the ocean. London 1912. Pp. 307-386.
 - 1916: Kulturforsøk med planktonalger. Ref. av foredrag. - Nytt Mag.naturv. 55:165-166.
 - 1929: Investigation of the production of plankton outside the Romsdalsfjord 1926-1927. - Rapp.Cons. Explor Mer. 56:1-112.
 - 1930: The spring growth of the plankton at Møre in 1928-29 and at Lofoten in 1929 in relation to its limiting factors. - Skr.norske Vidensk.Akad. I. Mat.-Nat.Kl. 1930, 5:1-77.
- Gran, H.H. and T. Gaarder 1918: Über den Einfluss der atmosphärischen Veränderungen Nordeuropas auf die hydrographischen Verhältnisse des Kristianiafjords bei Drøbak im März 1916. - Publ.circ.Cons.Explor.Mer, 71:1-29.
- Gran, H.H. and B. Ruud 1926: Untersuchungen über die im Meerwasser gelösten organischen Stoffe und ihr Verhältnis zur Planktonproduktion. - Avh.norske Vidensk.Akad. I. Mat.-Nat.Kl. 1926, 6:371-372.
- Hasle, G.R. 1950: Phototactic vertical migration in marine dinoflagellates. - Oikos 2(2):162-175.
- 1954a: More on phototactic diurnal migration in marine dinoflagellates. - Nytt Mag.Bot. 2:139-147.
 - 1954b: The reliability of single observations in phytoplankton surveys. - Ibid. 2:121-137.
- Hasle, G.R. and B.R.Heimdal: Morphology and distribution of the marine centric diatom *Thalassiosira antarctica* Comber. - J.R.micr.Soc.(under trykning).
- Hasle, G.R. and E. Nordli 1951: Form variation in *Ceratium fusus* and tripos populations in cultures and from the sea. - Avh.norske Vidensk.Akad. I. Mat.-Nat.Kl. 1951, 4:1-25.
- Hasle, G.R. and Th.J. Smayda 1960: The annual phytoplankton cycle at Drøbak, Oslofjord. - Nytt Mag.Bot. 8:53-76.
- Hjort, J. and H.H. Gran 1900: Hydrographic-biological investigations on the Skagerak and the Christiania Fiord. - Rep.Norweg.Fish.Invest. 1(2):1-41.
- Nordli, E. 1957: Experimental studies on the ecology of *Ceratia*. - Oikos 8(2):200-265.
- Rustad, E. 1946: Experiments on photosynthesis and respiration at different depths in the Oslo Fjord. - Ibid.85:223-229.

1) Gaarder, T. and H.H. Gran 1927: Investigations of the production of plankton in the Oslofjord. - Rapp.Cons.Explor.Mer, 42:1-48.

Wiborg, Kr.Fr. 1940: The production of zooplankton in the Oslo Fjord in 1933-1934. - Hvalråd.Skr.norske Vidensk.Akad. 21:1-85.

Wiull, G. 1948: The phytoplankton of the Oslo Fjord in the Spring of 1938. - Nytt Mag.Naturv. 86-93-115.