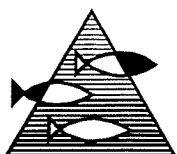


# PROSJEKTRAPPORT

ISSN 0071-5638



## HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

MILJØ - RESSURS - HAVBRUK

Nordnesparken 2 Postboks 1870 5024 Bergen

Tlf.: 55 23 85 00 Fax: 55 23 85 31

Forskningsstasjonen

Flødevigen

4817 His

Tlf.: 37 01 05 80

Fax: 37 01 05 15

Austevoll

Havbruksstasjon

5392 Storebø

Tlf.: 56 18 03 42

Fax: 56 18 03 98

Matre

Havbruksstasjon

5198 Matredal

Tlf.: 56 36 60 40

Fax: 56 36 61 43

Distribusjon:

ÅPEN

HI-prosjektnr.:

Oppdragsgiver(e):

HOV

Miljøverndepartementets  
program for Havmiljø-,  
overvåking og varsling

Oppdragsgivers referanse:

Rapport:

FISKEN OG HAVET

NR. 17 - 1995

Tittel:

ALGEOVERVÅKING I NORGE 1994

Senter:

Seksjon:

Forfatter(e):

Inger Fyllingen, Henrik Sjøiland og  
Ingrid Martinussen, HOV-senteret

Antall sider, vedlegg inkl.:

74

Dato:

28.09.1995

Sammendrag:

Fra mars til oktober i 1994 ble det utført ukentlig algeovervåking fra en rekke stasjoner fra Svenskegrensen til Tromsø. Algedata fra 34 av disse er sammenholdt med meteorologiske data. Forekomstene av diatomeer og blomstringer av disse gjennom vår og sommersesongen i 1994 har en klar sammenheng med vind som har gitt "upwelling" langs kysten. *Skeletonaema costatum* og *Chaetoceros* spp. var dominerende arter gjennom algesesongen. Det var ingen store oppblomstringer av skadelige alger. *Chrysochromulina* blomstret på Skagerrakkysten i mai/juni, og *C. polylepis* utgjorde 20-50% av populasjonen. Blomstringen hadde ingen effekt på fisk. *Prymnesium parvum* blomstret i Ryfylke, mens *Dinophysis* spp. og *Alexandrium* sp. ble periodevis påvist i håvtrekk over faregrensen for giftige skjell. Årsaken til massiv fiskedød i Masfjorden, Osterfjorden, Sørfjorden og Dalsfjorden var spesielle hydrografiske forhold med dannelse av giftige aluminiumsforbindelser. Dette som et resultat av sur nedbør, store nedbørmengder, stor avrenning fra land med påfølgende lav saltholdighet i fjordene.

Emneord - norsk:

1. Algesamfunn
2. Algeovervåking
3. Norskekysten

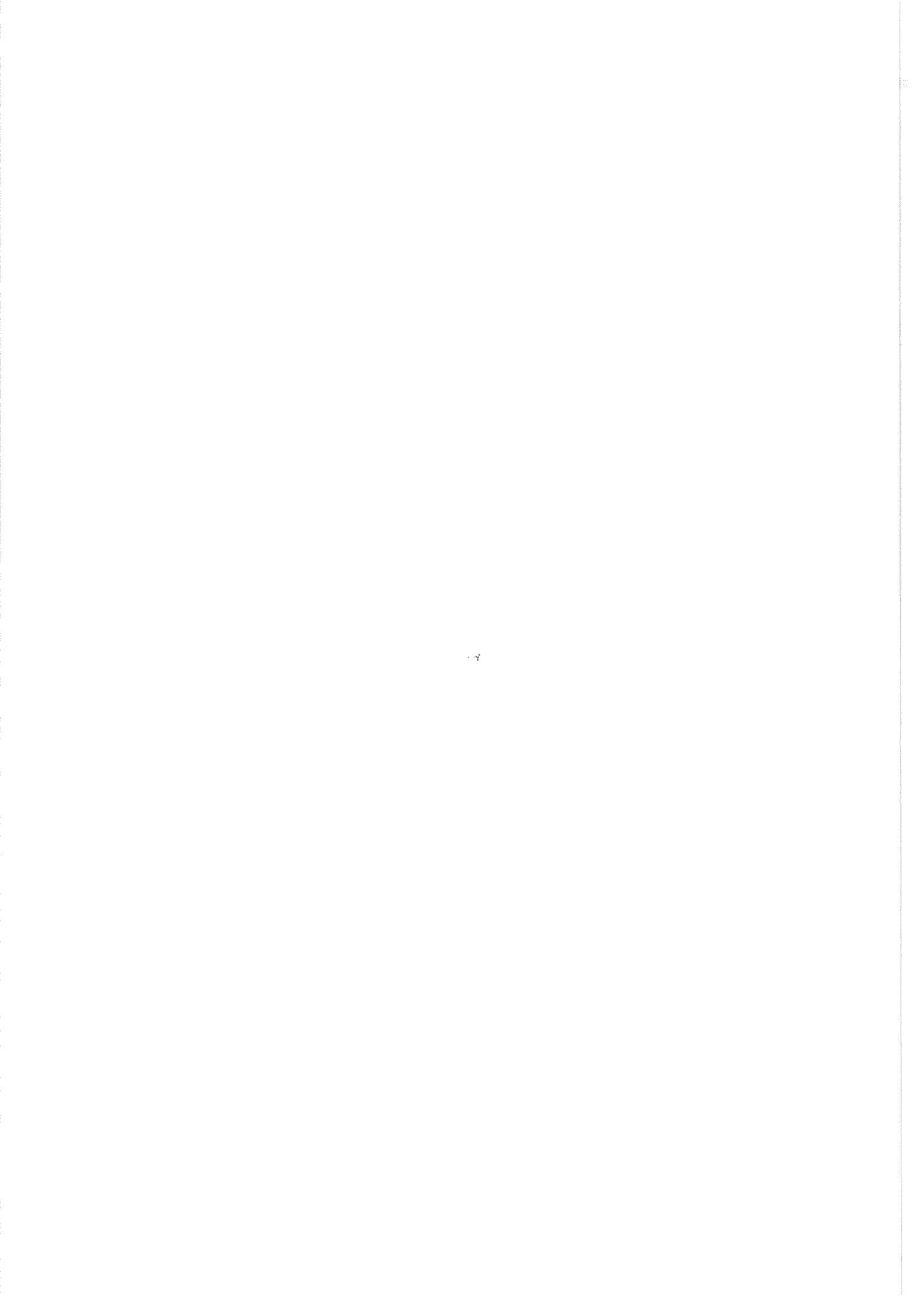
Emneord - engelsk:

1. Algae community
2. Algae monitoring
3. Norwegian coast

Ingrid Martinussen  
Prosjektleder

Seksjonsleder

3765



# INNHALDSFORTEGNELSE

SAMMENDRAG .....	7
SUMMARY.....	10
1 INNLEDNING.....	13
2. METODER OG DATAGRUNNLAG.....	15
2.1 Algedata.....	15
2.1.1 Stasjonsnett og prøveinnsamling.....	15
2.1.2 Algeanalyse.....	16
2.2 Meteorologiske og data.....	19
2.2.1 Vindobservasjoner .....	19
2.2.2 Temperatur .....	19
2.2.3 Skydekke .....	19
2.2.4 Nedbør.....	19
3. RESULTATER.....	20
3.1 Algeforekomster.....	20
3.1.1 Diatomeforekomster .....	20
3.1.2 Dinoflagellatforekomster .....	27
3.1.3 Forekomster av flagellater/andre.....	31
3.2 Meteorologi.....	35
3.2.1 Temperatur .....	35
3.2.2 Nedbør og skydekke.....	38
3.2.3 Vindstyrke og -retning .....	43
3.3 Tilfeller av fiskedød langs Norskekysten .....	48
3.3.1 Dødelighet blant oppdrettsfisk i Vestlandsfjorder våren 1994.....	48

3.3.2	Dødelighet blant oppdrettsfisk i Sogn og Fjordane høsten 1994.....	51
4.	KONKLUSJON .....	54
4.1	Meteorologiens innvirkning på algesituasjonen .....	54
4.2	Særtrekk ved algesituasjonen i 1994 .....	55
5.	REFERANSER.....	57

## SAMMENDRAG

### Innledning

HOV-programmet har hatt som en av sine målsettinger å samle inn tilgjengelige algedata i et nasjonalt overvåkingsprogram og på bakgrunn av disse gi ut ukentlige algerapporter. Hensikten har vært å informere akvakulturindustrien om bl. a. forekomst av skadelige alger. I likhet med rapportene for 1992 og 1993, er det også i denne rapporten lagt vekt på å sammenholde diatomeblomstringene gjennom sesongen med meteorologiske data. Analyse av algesamfunnets variasjon gjennom en sesong relatert til meteorologiske forhold har vært viktig for å kunne utvikle et varslingsverktøy. Hendelsesforløpet fra to situasjoner med akutt fiskedød i 1994 beskrevet.

### Prøvtaking og algeanalyse

Algedata fra mars til oktober fra 34 stasjoner er benyttet som hovedgrunnlag for denne rapporten. Algeanalysene er basert på mikroskopering av iod-fikserte vannprøver integrert fra 0-3 m eller fra 0-5 m dyp. Meteorologiske data, som nedbør, temperatur, skydekke og vind er tatt fra det faste meteorologiske observasjonsnettet.

### Algeforekomster

Våroppblomstringen startet allerede i slutten av februar i Sør-Norge. På Vestlandet startet denne tidlige blomstringen inne i fjordene, og først i slutten av mars startet blomstringen ute ved kysten. *Skeletonema costatum* dominerte, men også *Chaetoceros*, *Thalassionema* og *Pseudonitzschia* ble påvist. Nord for Måløy var det få observasjoner så tidlig i sesongen. En ny diatomeblomstring, dominert av *S. costatum* i store konsentrasjoner med innslag av *Chaetoceros*, pågikk fra midten av mai og utover i juni langs kysten i hele Sør-Norge. Enkelte steder langs Vestlandskysten blomstret samtidig *Emiliana huxleyi*. I slutten av juli og i august pågikk en kraftig blomstring av *Emiliana huxleyi* i Oslofjorden, og konsentrasjoner på rundt 30 mill. celler l<sup>-1</sup> ble målt i Endefjorden. En markert tredje blomstring av diatomeer langs kysten uteble, men spredte og kortvarige blomstringer pågikk på sensommeren og høsten. Blomstringer i juli/august var fortsatt dominert av *Skeletonema* og *Chaetoceros*, mens blomstringer i august/september/oktober var dominert av *Pseudonitzschia* eller *Rhizosolenia*. I slutten av mai ble det påvist relativt høye forekomster av *Chrysochromulina*

spp. i kyststrømmen utenfor Arendal, mens det lokalt ble påvist 15-20 mill. celler l<sup>-1</sup>. *Chrysochromulina polylepis* ble påvist og utgjorde fra 20-50% av populasjonen. Testing av vannets giftighet på *Artemia*-kulturer viste svak giftighet, men ingen effekter på fisk eller andre dyr ble registrert. *Gyrodinium aureolum* blomstrert i moderate mengder (100 000 - 500 000 celler l<sup>-1</sup>) langs Skagerakkysten i andre halvdel av september. Gunstige meteorologiske forhold med N-NV vind i perioden gjorde at det ikke ble oppstuvningseffekter i Flekkefjordområdet. Både *Alexandrium excavatum* og *Dinophysis* spp. var til stede i håvtrekk gjennom mesteparten av sesongen, men ingen av disse forekom i store blomstringer. *Prymnesium parvum* blomstret i Ryfylke fra midten av juli. Moderate mengder med giftige flak ble registrert.

### **Meteorologi**

Mens februar var en solrik og svært nedbørfattig periode i hele landet, ble det i mars observert en god del nedbør og mye skyet vær. Langs Skagerakkysten og i Nord-Norge var det lite nedbør i april, mens været på Vestlandet var mer vekslende. Ved flere lokaliteter på Vestlandet ble det observert et nedbørmaksimum i uke 17, bl.a. med 95 mm i Bergen. I mai/juni og juli var været langs kysten vekslende med lange perioder med sol. Også vindsituasjonene var vekslende, og karakteristiske vindepisoder med retning og styrke nok til å gi upwelling forekom gjennom sesongen langs hele kysten.

### **Fiskedød**

I månedsskiftet april/mai (uke 17) oppstod det plutselig og massiv dødelighet blant oppdrettsfisk i Osterfjorden og Masfjorden i Hordaland, og Dalsfjorden i Sogn og Fjordane. Bare i Osterfjorden døde ca. 140 tonn oppdrettsfisk. Omfattende undersøkelser på hydrografi og algeforekomster ble foretatt langs kysten fra Bømlo til Dalsfjorden og i de tre berørte fjordene. I tillegg ble det gjort en rekke kliniske undersøkelser på fisken. Algeforekomstene kunne ikke forklare den store dødeligheten. Hydrografiske målinger viste svært lav saltholdighet på brakvannslaget. Ved hjelp av røntgen mikroanalyse ble det påvist aluminium på gjellene på fisken, og dødeligheten ble derfor satt i sammenheng med vannkvaliteten på nedbøren som var kommet i store mengder dagene rett før. Fra ferskvann er det kjent at blanding av surt vann med nøytralt (kalket) vann kan gi giftvirkninger. Dette er et resultat av pH-økningen som fører til kjemisk ustabilitet og

polymerisering av aluminium fra det sure vannet. Det er sannsynlig at aluminiumforgiftning også kan oppstå i et sjøvannsanlegg ved "ukontrollert" tilsetning av større mengder surt ferskvann.

I august og september ble det rapportert om dødelighet blant oppdrettsfisk ved enkelte oppdrettsanlegg i Sogn og Fjordane og i Hordaland. Ved alle anlegg som hadde dødelighet, ble det påvist forekomster av *Pseudonitzschia pseudodelicatissima*, som er en potensielt giftig alge. Kliniske funn fra berørte anlegg ble sammenholdt, og det ble påvist epiteliocystis og aneurismer på døde årssmolt i 11 anlegg. I to anlegg var det høstsmolt som døde, og her var det bare aneurismer som ble påvist. Årsaken til aneurisme er uklar, men det understrekes at *Pseudonitzschia* kan ha hatt en synergistisk effekt sammen med epiteliocystis/aneurisme.

### Konklusjon

I algesesongen i 1994 førte høytrykket i februar til tidlig våroppblomstring med start allerede i slutten av februar. Forekomstene av diatomeer og blomstringer av disse gjennom vår- og sommersesongen i 1994 har en klar sammenheng med vind som har gitt upwelling langs kysten. En slik upwelling med tilførsel av næringsrikt vann vil enten føre til en økning av allerede pågående blomstring i intensitet og styrke, eller at en pågående blomstring bryter sammen. Alternativt vil en slik upwelling forhindre stabilisering av vannkolonnen og forhindre oppblomstring av alger generelt.

*Skeletonema costatum* og *Chaetoceros* spp. var dominerende arter gjennom algesesongen i 1994. På Vestlandet var det oppblomstring av *Pseudonitzschia pseudodelicatissima*. I Oslofjorden var det en massiv blomstring av kalkalgen *Emiliana huxleyi* i juli og august. Det var ingen store oppblomstringer av skadelige alger i 1994.

Årsaken til den massive fiskedøden i Masfjorden, Osterfjorden, Sørfjorden og Dalsfjorden våren 1994, skyldes en kombinasjon av spesielle meteorologiske forhold med store nedbørmengder og sur nedbør som blir nøytralisert når det blandes med sjøvann. Denne prosessen fører til polymerisering av aluminium som er løst i det sure vannet. Disse aluminiumforbindelsene er svært giftige.

Det ble påvist økt dødelighet på årssmolt og høstsmolt ved en del oppdrettsanlegg i Hordaland og Sogn og Fjordane. I alle anleggene ble det påvist forekomst av *P. pseudodelicatissima* og det spekuleres i om *P. pseudodelicatissima* kan ha medvirket til gjelleskader på fisken og dannet grunnlag for aneurisme og angrep av epiteliocystis.

## SUMMARY

### Introduction

One goal for the HOV programme was to collect available algae data into one national monitoring programme in order to give a weekly information. The main reason for doing this monitoring work was to provide the fish and shellfish farming industry with an early warning in case of occurrence of harmful algae blooms. Similar reports are made for the 1992 and 1993 seasons. Occurrence of diatom blooms are related to the meteorological data and used in the work to develop a forecasting tool.

### Sampling procedures and analyses

From March to October in 1994, algae data from about 50 locations along the Norwegian coast were observed weekly. Data from about 34 of these stations are used in this report. Algal occurrence of iodine-preserved water samples from integrated depths from 0-3 m or 0-5 m was identified by light microscope in Palmer Maloney and/or Thronsen counting chamber. At some monitoring stations net-hauls were analyzed. Meteorological data were obtained from the regular observation system of The Norwegian Meteorological Institute.

### Algal occurrence

In 1994 the spring bloom of diatoms in southern Norway started at the end of February. At Vestlandet this early bloom first started in the fjords and about four weeks later, at the end of March, the bloom started along the coast. The dominating algae in this early bloom was *Skeletonema costatum*, but also *Chaetoceros*, *Thalassionema* and *Pseudonitzschia* were recorded. Further north on the coast very few observations were recorded that early in the season.

A second period of diatom blooms dominated by *Skeletonema costatum* in huge concentration and minor amounts of *Chaetoceros* were recorded along the coast of southern Norway from the middle of May and throughout June. At some places at the west coast *Emiliana huxleyi* was blooming at the same time. In late July and throughout August a huge bloom of *Emiliana huxleyi* went on in Oslofjorden, and concentrations around 30 millions cells  $l^{-1}$  were recorded in Endefjorden. A characteristic third bloom did not show up. However, sporadic cases of short blooms were



recorded during the late summer and autumn. *Skeletonema costatum* and *Chaetoceros* were still dominating blooms which were going on in July/August, while blooms in August/September/October were dominated of *Pseudonitzschia* or *Rhizosolenia*.

At the end of May a bloom of *Chrysochromulina* spp. was recorded in the coastal current outside Arendal and 3-5 million cells  $l^{-1}$  were recorded. Locally due to convergence 15-20 million cells  $l^{-1}$  were recorded, and *Chrysochromulina polylepis* made 20-50 % of the population. The bloom showed no toxic effect on fishes or other animals but cultures of *Artemia salina* were vulnerable.

*Gyrodinium aureolum* bloomed in moderate concentrations (100 000-500 000 cell  $l^{-1}$ ) along the coast of Skagerrak in late September. However, the meteorological conditions were favourable with N-NW winds during this period of blooming and no convergence of the coastal current occurred in the Flekkefjord area. Both *Alexandrium excavatum* and *Dinophysis* spp. were present in net-hauls throughout most of the season, but neither of them occurred in huge blooms. From the middle of July *Prymnesium parvum* bloomed in Hylsfjorden and Lovrafjorden. Moderate amount of toxic flakes were recorded.

### **Meteorology**

While February in 1994 was sunny and dry, March turned up with overcast and a lot of precipitation. April was a dry month along the coast of Skagerrak and in the north of Norway, while the weather conditions on the West coast were changing. At several locations a maximum of precipitation were recorded in week 17 of April. For example a weekly mean of 95 mm of precipitation was recorded in Bergen. In May/June the weather along the coast were changing with variable clouds and long sunny periods. Occasionally throughout the season, situations with strong wind, wind speed and wind direction favourable to upwelling occurred along the coast.

### **Fish mortality**

A sudden and massive mortality of farmed fish occurred in week 17 in Osterfjorden and Masfjorden in Hordaland county and Dalsfjorden in Sogn and Fjordane county. Only in Osterfjorden 140 tons of fish died. Extensive investigations of hydrography and occurrence of algae were carried out along the coast from Bømlo to Dalsfjorden and in the three affected fjords.

Clinical investigation on dead fish was done as well. The fish mortality could not be caused by the occurrence of algae species. Hydrographical observation showed very low salinity of the brackish water. X-ray micro analysis showed occurrence of aluminium on the fish gills. The fish mortality was therefore related to the water quality of the huge rainfall during the previous days. From limnic water it is well known that when mixing acidified water with neutral (limed) water, a toxic effect may appear. This as a result of a process of increasing pH, which leads to chemical instability and polymerization of aluminium from the acidified water. By uncontrolled addition of huge amount of acidified limnic water to seawater, a possible toxic effect of aluminium most likely could occur.

Another period with mortality among farmed fish took place in August and September at several places in Sogn and Fjordane and Hordaland. The species *Pseudonitzschia pseudodelicatissima*, which is potential toxic to farmed fish, were shown in the sea water at the affected places. However, no severe toxic effect was found. The clinical investigation showed epitheliocystis and aneurism on the gills of the dead fish. The reason for these symptoms are unclear, but it is possible that *Pseudonitzschia* had a synergetic effect together with epitheliocystis/ aneurism.

## Conclusion

In 1994 the spring bloom of diatoms in southern Norway started at the end of February.

Occurrence of diatoms and diatom blooms throughout the season in 1994 were clearly related to strong winds favourable to upwelling. Upwelling will supply nutrients and eventually maintain, or lead to destratification and collapse of an ongoing bloom. *Skeletonema costatum* and *Chaetoceros* spp. were dominating species throughout the season. In July and August there was a huge bloom of *Emiliana huxleyi* in Oslofjorden. Generally there were no huge bloom of harmful algae in 1994.

The cause of a massive fish mortality in Masfjorden, Osterfjorden, Sørfjorden and Dalsfjorden during the spring, most probably was a combination of huge amounts of precipitation with acid rain which was neutralized when mixed with sea water. Dissolved aluminium in the acidified water polymerized into chemical compounds, which are very toxic.

In the autumn there was increased mortality of smolt related to an ongoing bloom of *Pseudonitzschia pseudodelicatissima*. The clinical investigation showed epitheliocystis and aneurism on the gills of the dead fish. It might be possible that *Pseudonitzschia* had a synergetic effect together with epitheliocystis/ aneurism.

## 1 INNLEDNING

Algeovervåking i Norge ble i 1994 utført i regi av flere forvaltnings- og forskningsinstitusjoner og var motivert ut fra ulike problemstillinger. HOV-programmet har hatt som en av sine målsettinger å samle inn tilgjengelige algedata i et nasjonalt overvåkingssystem, og på bakgrunn av disse gi ut ukentlige algerapporter. Hensikten med dette arbeidet har vært å informere akvakulturindustrien om algesituasjonen generelt og om forekomster av skadelige alger. For å få et bedre datagrunnlag og for å få en bedre geografisk dekning, ble det opprettet egne stasjoner i regi av HOV. Den ukentlige datainnsamlingen har dannet grunnlag for en samlet beskrivelse av algesituasjonen gjennom en sesong, og har gitt muligheter for å se på variasjoner i algesamfunnet over tid. Analyse av algesamfunnets variasjon relatert til de meteorologiske forholdene gir muligheter for å kunne utvikle et varslingsverktøy.

Diatomeer utgjør hovedtyngden av planteplanktonets biomasse og er karakteristisk med at de trenger silisium for å vokse. Etter at næringssaltene i det øverste laget av vannkolonnen er brukt opp, vil nye blomstringer av diatomeer gjennom sesongen tilsi at nye næringssalter er tilført, enten som et resultat av upwelling eller ved tilførsel fra land. Mer eller mindre kontinuerlige diatomeoppblomstringer i en resipient hvor upwelling er lite sannsynlig, kan derfor tyde på uønsket tilførsel av næringssalter. Vindbasert upwelling er en viktig faktor for ny produksjon av diatomeer langs kysten gjennom en algesesong. Både i 1992 (Fyllingen et al. 1993) og 1993 (Fyllingen et al. 1995) var det en klar sammenheng mellom meteorologiske forhold og forekomster av diatomeer. Stabil og kraftig vind fra vest langs Skagerrakkysten og fra nord langs Vestlandskysten har ved flere anledninger blitt etterfulgt av diatomeblomstringer disse årene, evt. kan en slike vindepisode føre til at en allerede pågående diatomeoppblomstring blir forlenget. I 1993 forekom slike vindsituasjoner særlig ofte i perioden mai/juni og gav næringsgrunnlag til den langvarige blomstringsperioden som da ble registrert.

I 1992 var det generelt lite alger og moderate blomstringer, mens det i 1993 ble observert større algeforekomster. I begge disse årene startet våroppblomstringen i Sør-Norge i månedsskiftet februar/mars, og to til tre uker seinere i Nord-Norge. I 1992 var det ytterligere to perioder med

diatomeoppblomstringer i tillegg til våroppblomstringen, en i mai/juni og en i august. I 1993 var det hovedsakelig en langvarig periode i mai/juni med oppblomstringer av diatomeer i tillegg til våroppblomstringen.

Denne rapporten beskriver algesituasjonen langs Norskekysten i 1994 m.h.p. både dominerende arter og forekomster av skadelige alger. Meteorologiske data som lufttemperatur, skydekke, nedbør og vind er også beskrevet. I likhet med rapportene for 1992 og 1993 er det lagt vekt på å sammenholde diatomeblomstringer gjennom sesongen med meteorologiske data.

## 2. METODER OG DATAGRUNNLAG

Datagrunnlaget for algeforekomstene stammer fra de opplysningene som HOV mottok i 1994 og som er gjengitt i HOVs ukentlige algemeldinger. Vi tar derfor forbehold om at lokale forekomster av skadelige alger kan ha forekommet uten at vi har mottatt opplysninger om dette. Bare et utvalg av stasjonene benyttes som hovedgrunnlag for rapporten. Regularitet og parametervalg har vært kriterier for utvelgelse av disse stasjonene, og resultatene fra disse er vedlagt rapporten.

### 2.1 Algedata

#### 2.1.1 Stasjonsnett og prøveinnsamling

##### Stasjonsnett og bidragsyttere

Kart over det ukentlige stasjonsnettet er vist i Fig. 2.1. Navn på stasjonslokalitet og ansvarlig institusjon for de lokalitetene som er benyttet som hovedgrunnlag for denne rapporten er gitt i Tabell 2.1. I tillegg er håvtrekk resultat for *Alexandrium* sp. og *Dinophysis* spp. fra alle SNTs stasjoner referert.

##### Prøvetaking

Ukentlig prøvetaking ble gjennomført i perioden fra begynnelsen av mars til midten av oktober (uke 9 - 42), men flere av stasjonene observerte kun i en kortere del av sesongen. En oversikt over stasjonene er gitt i Tabell 2.1.

Vannprøver: Både Kystoppsynet for Skagerrakkysten (KS-stasjoner) og Statens Næringsmiddeltilsyn (SNT-stasjoner) benyttet integrerte vannprøver fra 0 - 3 m dyp ved sine stasjoner. En slange senkes 3 m ned i sjøen, lukkes i toppen og heves igjen. Vannet i slangen som representerer de øvre 3 m av vannsøylen, samles i en prøvebeholder, og en fraksjon (ca. 20 - 30 ml) av dette vannet overføres til et prøveglass. HOV stasjonene benyttet integrerte vannprøver fra 0 - 5 m dyp. Vannprøvene ble fiksert med iod, Lugols sur oppløsning. Prøvedyp ved de ulike stasjonene er gitt i Tabell 2.1.

Håvtrekk: Ved SNT-stasjonene ble det foretatt håvtrekk, og dette er angitt som h i rubrikk for deteksjonsgrense i Tabell 2.1. Planktonhåvens åpning er 15 cm i diameter og porestørrelse på duken er 10  $\mu\text{m}$ . Prøver fra håvtrekk fikseres med formalin.

### **Siktedyp og fargeangivelse**

Siktedyp og fargeangivelse på sjøen ble observert på stasjonene KS 01 - 08 og HOV 03 - 20.

### **2.1.2 Algeanalyse**

Algeanalyse utføres ved direkte mikroskopi av "levende" (ufiksert) materiale og/eller på sedimentert iodfiksert eller formalinfiksert materiale i lysmikroskop.

### **Analysenivå**

Det skilles mellom to analysenivåer, enkel og fullstendig. Analysenivå er oppgitt i Tabell 2.1. Ved enkel analyse rapporteres funn av et fast utvalg av giftige arter, totaltall av hovedgruppene (diatomeer, dinoflagellater og flagellater) samt dominerende art, mens ved fullstendig analyse rapporteres alle funn.

### **Tellekammer og deteksjonsgrense**

Avhengig av hvilke tellekammer som benyttes, har de ulike metodene forskjellig deteksjonsgrense gitt i antall celler  $\text{l}^{-1}$ .

Direkte observasjon i tellekammer foretas på ufikserte prøver (levende celler). Det mest brukte er Palmer Maloney tellekammer (PM), som har et prøvevolum på 0,1 ml. Metoden gir en deteksjonsgrense på ca. 10 000 celler  $\text{l}^{-1}$  og angis som PM.

For å øke deteksjonsgrensen observeres sedimenterte iodfikserte eller formalinfikserte celler av et prøvevolum på 2 - 50 ml. Deteksjonsgrensen vil variere mellom 500 - 20 celler  $\text{l}^{-1}$ . Den mest brukte sedimentasjonsmetode er oppsett i Thronsen kammer, som har et prøvevolum på 2 ml. Sedimenteringstiden i Thronsen kammer er opptil 24 timer og deteksjonsgrensen er på 500 celler  $\text{l}^{-1}$ , angitt som T.

For å unngå sedimenteringstid og for å øke oppløseligheten for algeanalysen ytterligere, kan oppkonsentrering skje ved sentrifugering, eller filtrering på membranfilter med 0,45 µm (Einar Dahl, pers. med.). Oppkonsentrering ved filtrering av 50 ml gir en deteksjonsgrense på 20 celler l<sup>-1</sup> og angis som F.

I tillegg analyseres ofte algeforekomstene i håvtrekkprøver (h), se punkt 2.1.1.

For å kunne artsbestemme de minste flagellatene og enkelte andre arter, er det nødvendig å foreta analyse med elektronmikroskopi, angitt som EM, som utføres ved Universitetet i Oslo.

Type tellekammer, deteksjonsgrense og tellefaktor oppgis i Tabell 2.1. Et eksempel på angivelse av en algeanalyse kan være: F/PM/h

Tabell 2.1

Oversikt over stasjonene som observert i 1994

Stasjons-nr.	Navn	Institusjon	Uke nr.	Prøvedyp m	Telle- kammer	Analyse
KS 01	Torbjørnskjær	F.dir.	14 - 34	0 - 3	T/PM	enkel
KS 02	Ferder	F.dir.	14 - 34	0 - 3	T/PM	enkel
KS 03	Jomfruland	F.dir.	14 - 34	0 - 3	T/PM	enkel
KS 04	Flekkerøy	F.dir.	14 - 34	0 - 3	T/PM	enkel
KS 05	Lindesnes	F.dir.	14 - 33	0 - 3	T/PM	enkel
KS 07	Støytland	F.dir.	21 - 34	0 - 3	T/PM	enkel
KS 08	Missingene	F.dir.	14 - 34	0 - 3	T/PM	enkel
SNT 06	Flødevigen	HI	10 - 42	0 - 3	F/PM/h	fullstendig
SNT 07	Lindesnes	HI	16 - 39	0 - 3	F/PM/h	enkel
SNT 08	Nordasundet	NMT-Dalane	11 - 39	0 - 3	T/PM/h	enkel
SNT 09	Stavanger	HI	11 - 42	0 - 3	F/PM/h	enkel
SNT 10a	Skjoldstraumen	HI	11 - 34	0 - 3	F/PM/h	enkel
SNT 10b	Borgøy	HI	24 - 50	0 - 3	F/PM/h	enkel
SNT 11	Rong	NIVA	11 - 39	0 - 3	PM/h	enkel
SNT 13	Kjeldstraumen	NIVA	11 - 39	0 - 3	PM/h	enkel
SNT 12a	Hella	HI	11 - 39	0 - 3	F/PM/h	enkel
SNT 12b	Skjer	HI	11 - 39	0 - 3	F/PM/h	enkel
SNT 14	Måløy	NIVA	12 - 40	0 - 3	PM/h	enkel
HOV 03	Lovrafjorden	NIVA	24 - 35	0 - 5	PM	enkel
HOV 04	Hylsfjorden	NIVA	24 - 35	0 - 5	PM	enkel
HOV 05	Sørfjorden	NIVA	10 - 26	0 - 5	PM	enkel
HOV 06	Osterfjorden	NIVA	10 - 30	0 - 5	PM	enkel
HOV 07	Masfjorden	NIVA	10 - 30	0 - 5	PM	enkel
HOV 08	Værlandet	NIVA	10 - 42	0 - 5	PM	enkel
HOV 09	Svanøy	NIVA	9 - 42	0 - 5	PM	fullstendig
HOV 10	Festøy	NIVA	15 - 35	0 - 5	PM	enkel
HOV 11	Rogne	NIVA	14 - 27	0 - 5	PM	enkel
HOV 12	Freiøya	NIVA	14 - 34	0 - 5	PM	enkel
HOV 13	Gjelsøya	NF/HSN	22 - 37	0 - 5	T	fullstendig
HOV 14	Stokken	NF/HSN	18 - 26	0 - 5	T	fullstendig
HOV 15	Thorlandsøy	NF/HSN	17 - 29	0 - 5	T	fullstendig
HOV 16	Lysefjorden	NF/HSN	16 - 27	0 - 5	T	fullstendig
HOV 18	Glomfjorden	NF/HSN	15 - 26	0 - 5	T	fullstendig
HOV 20	Hammer	NF/HSN	16 - 27	0 - 5	T	fullstendig



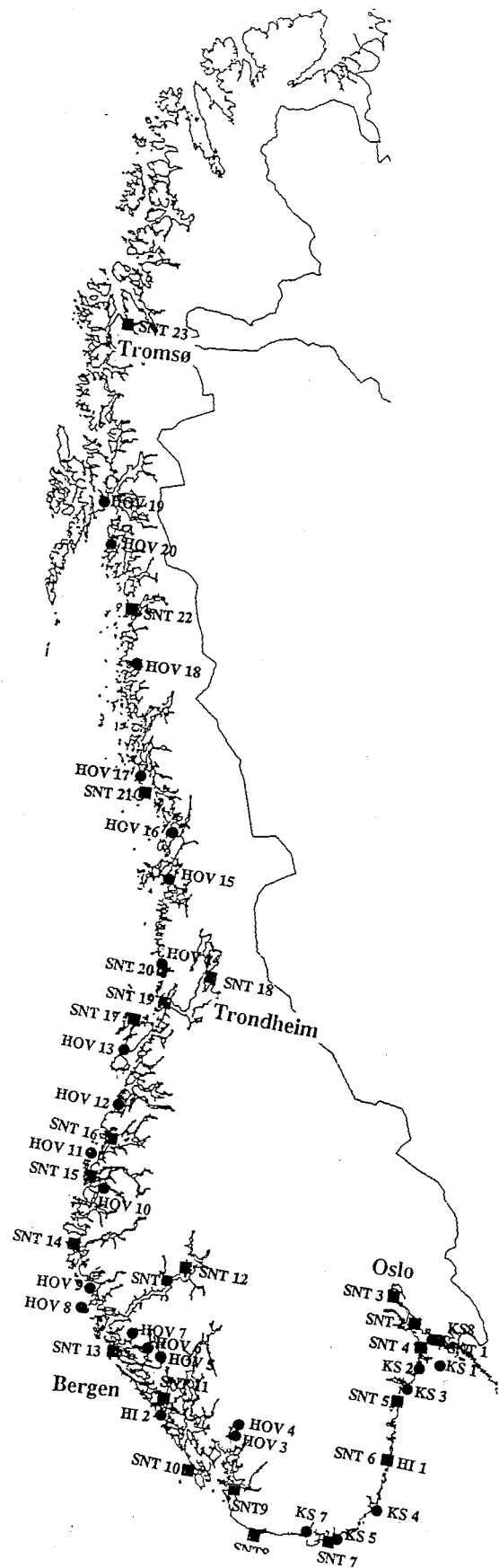


Fig. 2.1 Kart med stasjoner som er referert i denne rapporten. (Map of reported stations.)

## **2.2 Meteorologiske og data**

Meteorologiske data fra DNMI's faste stasjoner ved Ferder, Torungen, Lindesnes, Eigerøya, Utsira, Flesland, Ytterøyane, Sula, Vega, Bodø og Skrova er benyttet. Observasjoner i perioden fra uke 1 til og med uke 38 (januar - oktober) er brukt.

### **2.2.1 Vindobservasjoner**

Vindobservasjonene er blitt vektormidlet, slik at en har beregnede ukemiddelvind og -retning. I tillegg er ukemiddel vindstyrke blitt beregnet. Når en vektormidler vind, kan sterk variabel vind gi liten middelvind, mens middelvind styrke vil bli stor. Er vinden stabil i en retning derimot, vil de to middelveidene være nærmest like.

### **2.2.2 Temperatur**

Ukemiddel av lufttemperatur er beregnet av DNMI og benyttes direkte.

### **2.2.3 Skydekke**

Skydekke angis som brøkdel av himmelen som er dekket av skyer. Brøkdelene er gitt i åttendeler, slik at 0 er skyfritt og 8 er helt overskyet. Ukemiddel av skydekke er beregnet av DNMI og benyttes direkte.

### **2.2.4 Nedbør**

Sum nedbør, angitt i millimeter nedbør, for hver uke er beregnet av DNMI og benyttes direkte.

### 3. RESULTATER

#### 3.1 Algeforekomster

##### 3.1.1 Diatomeforekomster

###### Våroppblomstringen/ årets første diatomeblomstring

Etter en periode med høytrykk i februar (OL-høytrykket) ble det i slutten av måneden påvist diatomeblomstring ved flere lokaliteter i Sør-Norge. Ved Flødevigen dominerte *Skeletonema costatum* med forekomster på 2,8 mill. celler l<sup>-1</sup>, men også andre arter bl.a. *Chaetoceros* spp., *Thalassionema* spp. og *Pseudonitzschia* spp. var representert. På Vestlandet var denne tidlige blomstringen mest utpreget i enkelte fjordsystemer i Hordaland med *Skeletonema* og *Pseudonitzschia* som dominerende arter. I Masfjorden ble det påvist 5 mill. celler l<sup>-1</sup> av *S. costatum* og 2 mill. celler l<sup>-1</sup> av *Pseudonitzschia* spp.

I Rogaland og Hordaland forøvrig ble våroppblomstringen av diatomeer først påvist i slutten av mars (uke 12), og *S. costatum* dominerte sammen med *Chaetoceros* spp. Med unntak av Osterfjorden og Sørfjorden varte våroppblomstringen av diatomeer til første halvdel av april (uke 14 og 15). Nord for Måløy var det få stasjoner som observerte så tidlig på året. En tidlig våroppblomstring av diatomeer i disse områdene kan derfor ikke utelukkes.

###### Sesongens andre diatomeblomstringer/sommerblomstringer

Fra midten av mai (uke 20) og utover i juni ble det påvist nye diatomeblomstringer langs mesteparten av Norskekysten. Også denne blomstringen ble dominert av *Skeletonema costatum* med innslag av *Chaetoceros* spp. Ved noen av lokalitetene pågikk det samtidig blomstring av *Emiliana huxleyi*.

I ytre Oslofjord fra Missingene til Jomfruland startet denne blomstringen i midten av mai (uke 20) og varte til midten av juni (uke 24/25), og opp til 17 mill. celler l<sup>-1</sup> av *S. costatum* ble påvist ved Missingene.

I områdene rundt Flekkefjord (Støyland) og nordover langs Sør-Vestlandet til Stavanger (Lundsvågen) ble sesongens andre diatomeblomstring først påvist i andre uke av juni (uke 23). *S.costatum* dominerte og ble påvist med opptil 7 mill. celler l<sup>-1</sup>. Intensitet og varighet av blomstringen varierte. Ved Støyland var blomstringen på topp i uke 24 og 25, mens blomstringen varte noe lenger ved Egersund og nådde en topp i uke 26. I Lundsvågen ved Stavanger ble blomstringen påvist med en topp i uke 25. Ved denne lokaliteten var det et blandingssamfunn av både *S. costatum* og *Chaetoceros* spp.

I Hordaland ved Rong i Hjeltefjorden og Kjeldstruamen i Lindås, blomstret diatomeene fra månedsskiftet mai/juni (uke 21/22) til midten av juli (uke 28/29). *S. costatum* dominerte med opptil 2,7 mill. celler l<sup>-1</sup>, men *Chaetoceros* spp. og mindre forekomster av *Pseudonitzschia* spp. var også til stede.

Ved lokalitetene Værlandet, Svanøy, Hella, Skjer og Måløy i Sogn og Fjordane pågikk en diatomeblomstring i juni (uke 22 - 24). *S. costatum* dominerte, men også en del forekomst av *Chaetoceros* spp.

Langs kysten av Møre og Romsdal til og med Nord-Trøndelag pågikk også en diatomeblomstring i månedsskiftet mai/juni (uke 21- 23). Dominerende art var *S. costatum* med inntil 8,6 mill. celler l<sup>-1</sup>, mens *Chaetoceros* spp. ble påvist med inntil 1,6 mill. celler l<sup>-1</sup>.

### **Øvrige diatomeblomstringer**

En markert tredje blomstring av diatomeer langs hele kysten uteble, men spredte og relativt kortvarige diatomeblomstringer ble påvist. Blomstringer som pågikk i juli/august var hovedsakelig dominert av *S. costatum* og *Chaetoceros*, mens blomstringer i august, september og oktober var dominert av *Pseudonitzschia* eller *Rhizosolenia*.

Ved Egersund ble det påvist ny diatomeblomstring i slutten av august (uke 34 og 35) også i denne blomstringen var *S. costatum* og *Chaetoceros* spp. som dominerende arter med totalt

opptil 1,3 mill. celler l<sup>-1</sup>. I Lundsvågen ved Stavanger ble det påvist blomstring av *Pseudonitzschia* spp. med opptil 1,5 mill. celler l<sup>-1</sup> i midten av oktober (uke 41 og 42).

I Hjeltefjorden ble det i slutten av august og begynnelsen av september (uke 33 - 37) påvist en diatomeblomstring med *Rhizosolenia fragilissima* som dominerende art, og opptil 2,4 mill. celler l<sup>-1</sup> ble påvist. Ved Hella i Sognefjorden ble det videre utover sommeren t.o.m. august påvist blomstring av *S. costatum*.

I Sogn og Fjordane ble det fra midten av august og ut september (uke 33 - 40) påvist blomstring av *Pseudonitzschia* spp. stort sett med forekomster under 3 mill. celler l<sup>-1</sup>. Ved Skjeer i Sognefjorden ble det i begynnelsen av oktober påvist 20 mill. celler l<sup>-1</sup> av *Pseudonitzschia* spp. I områder med blomstring av *Pseudonitzschia* forekom det dødelighet blant oppdrettsfisk. Hvorvidt denne dødeligheten kan settes i sammenheng med *Pseudonitzschia*, er usikkert. En nærmere utredning rundt dette er behandlet i kap. 3.3.2.

#### Nord-Norge

Ved Glomfjord og Steigen i Nordland ble det påvist et blandingsamfunn av diatomeer (inneholdende to eller flere av artene *S. costatum*, *Leptocylindrus* spp., *Pseudonitzschia* spp. og *Chaetoceros* spp.) i siste halvdel av mai (uke 25 og 26) med opptil 3,2 mill. celler l<sup>-1</sup>.











### 3.1.2 Dinoflagellatforekomster

#### *Alexandrium* spp.

*Alexandrium excavatum* ble ikke påvist med høye celletall i 1994. Figur 3.5 viser resultater fra håvtrekkprøve fra alle stasjonene i SNTs overvåkingsprogram. Videre utover i sesongen ble det påvist spredte forekomster av *A. excavatum* langs Norskekysten, men stort sett i forekomster under 1% av planktonalgene i håvtrekkprøvene.

Ved Molde (Hjetrøya, SNT 16) ble det påvist forekomster av *Alexandrium* over faregrensen for giftige skjell fra siste halvdel av april til begynnelsen av juli (uke 16 - 27). I uke 19 - 21 og 23 - 26 utgjorde disse forekomstene fra 10 - 50% av planktonalgene i håvtrekkprøvene.

#### *Dinophysis* spp.

Det ble påvist lave forekomster av *Dinophysis* spp. langs Norskekysten i 1994. Fig. 3.6 viser resultatene fra håvtrekkprøver ved SNTs stasjoner. *Dinophysis* spp. ble sporadisk funnet i forekomster over faregrensen ved enkelte stasjoner langs Vestlandet og Trøndelag. Skagerakkysten og Sognefjorden skiller seg ut med forekomster som ligger over fargrensen for giftige skjell i store deler av sesongen. Resultatene fra skjellprøver er ikke referert i denne rapporten. Ved Flødevigen ble *Dinophysis* spp. påvist i vannprøver gjennom hele sesongen, og forekomstene varierte mellom 20 og 2 700 celler l<sup>-1</sup>.

I Sognefjorden var *Dinophysis* spp. påvist mesteparten av sesongen og stort sett i forekomster fra 500 - 6 000 celler l<sup>-1</sup>. Høyeste forekomst på 11 000 celler l<sup>-1</sup> ble påvist ved Hella i midten av mai (uke 20).

#### *Gyrodinium aureolum*

I siste halvdel av september (uke 38) ble det påvist moderate mengder (100 000 - 500 000 celler l<sup>-1</sup>) av *Gyrodinium aureolum* langs Skagerrakkysten. Ved Flødevigen var det en økning fra 400 000 celler l<sup>-1</sup> mandag 19. september til 9,3 mill. celler l<sup>-1</sup> fredag 23. september. Ved Lindesnes ble det påvist 1,1 mill. celler l<sup>-1</sup> onsdag 21. september. Forekomstene av *G. aureolum* sank deretter raskt, og det ble ikke påvist mer enn 2 000 celler l<sup>-1</sup> i

Flekkefjordområdet, hvor store oppstuvinger av alger har skjedd ved tidligere oppblomstringer. På snittet Torungen - Hirtshals i begynnelsen av oktober (uke 40), ble *G. aureolum* påvist ved samtlige stasjoner i forekomster fra 10 000 - 540 000 celler l<sup>-1</sup>. Forekomstene var størst 5 - 10 nautiske mil utenfor Torungen.

I siste halvdel av september ble det også i Trondheimsfjorden påvist forekomster av *G. aureolum* på opptil 160 000 celler l<sup>-1</sup>.

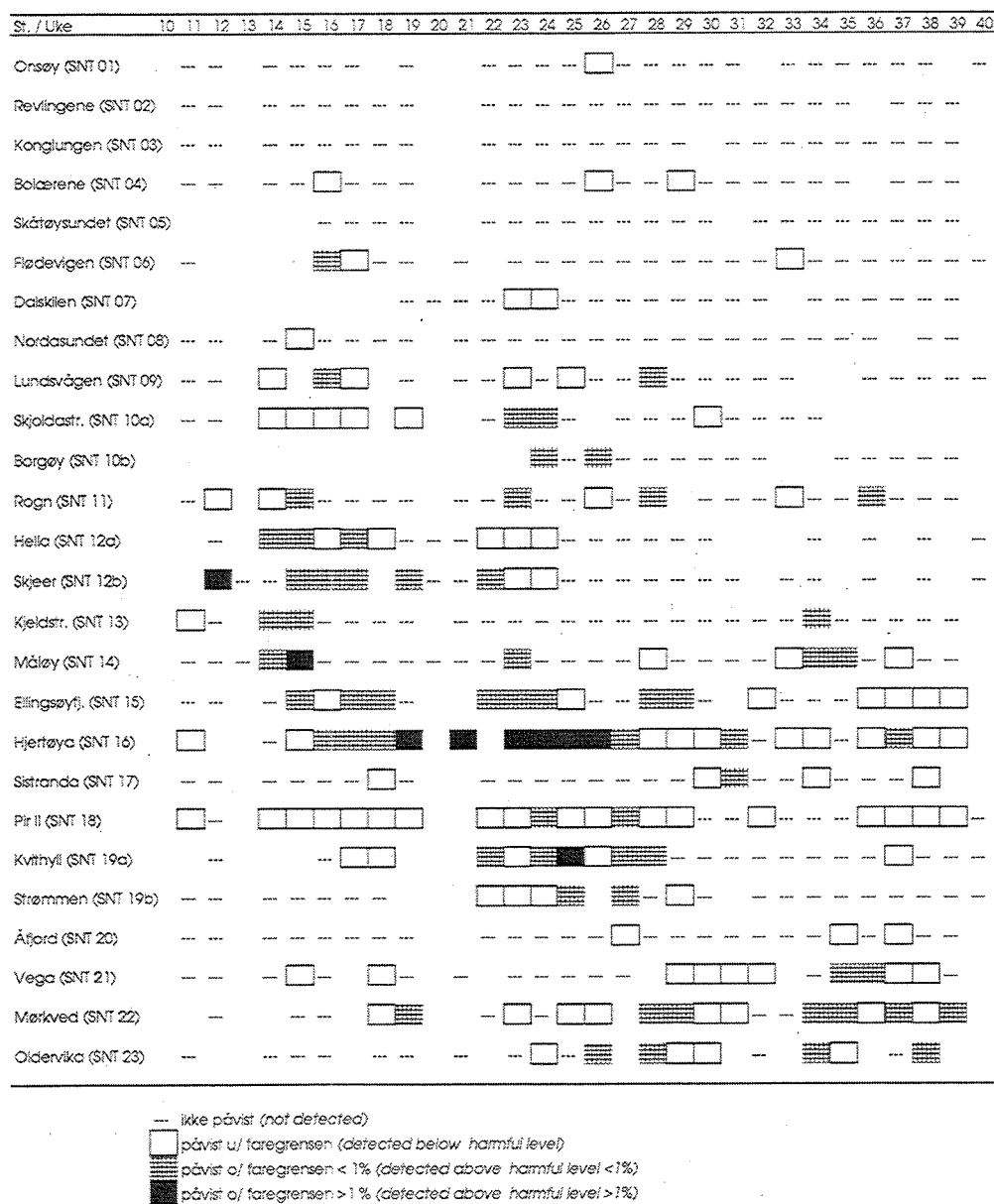


Fig. 3.5

Ukentlig forekomst av *Alexandrium* sp. i håvtrekk ved SNTs stasjoner i 1994. (Weekly occurrence of *Alexandrium* sp. in nethawl at SNTs stations in 1994.)

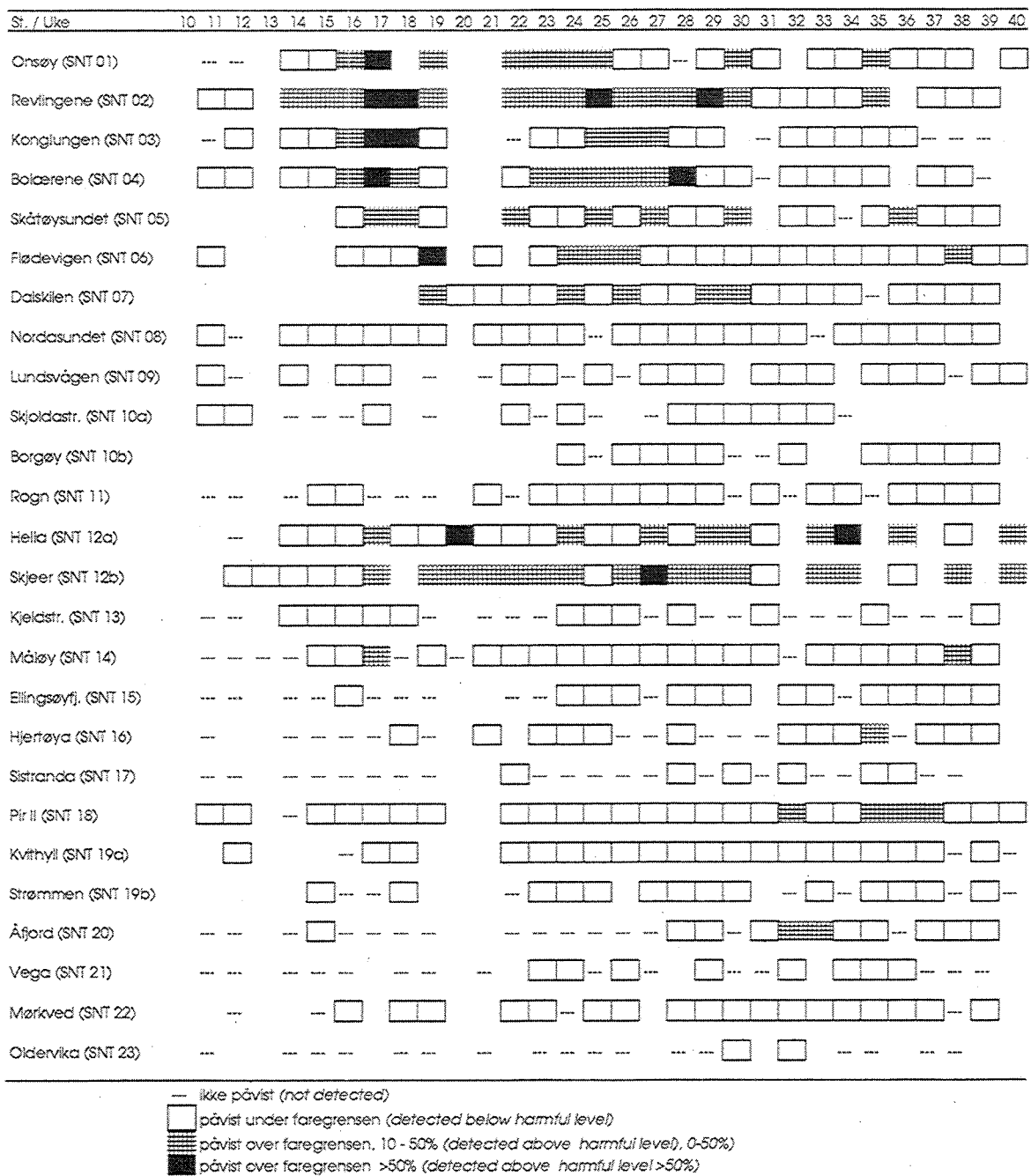


Fig. 3.6 Ukentlig forekomst av *Dinophysis* spp. i håvtrekk ved SNTs stasjoner i 1994. (Weekly occurrence of *Dinophysis* spp. in nethawls at SNTs stations in 1994.)

### 3.1.3 Forekomster av flagellater/andre

#### *Emiliana huxleyi*

I slutten av juni (uke 25) ble *E. huxleyi* påvist i mindre forekomster langs Skagerrakkysten, og i månedsskiftet juni/juli (uke 26 og 27) var celletallene fortsatt lave. I midten av juli (uke 28) ble det påvist blomstring av *E. huxleyi* langs Skagerrakkysten og Sørlandskysten til Flekkefjord. Celletallet varierte, men opptil 2,3 mill. celler l<sup>-1</sup> ble påvist ved Flekkerøy. I ukene som fulgte fram til slutten av august (uke 34) ble det fortsatt påvist en del forekomster av *E. huxleyi*.

I Oslofjorden var blomstring av *E. huxleyi* svært kraftig. Blomstringen startet også her i månedsskiftet juni/juli og nådde en topp i andre uken av august (uke 32), med registreringer på 35 mill. celler l<sup>-1</sup> i Endefjorden innerst i Oslofjorden. Ved Konglungen (ytterst i Oslofjorden) ble det samme uke påvist 16 mill. celler l<sup>-1</sup>. I uke 33 var det påvist 4 mill. celler l<sup>-1</sup> ved Konglungen, og tydet på at blomstringen hadde kulminert og var på retur.

Langs Vestlandskysten ble det i midten av juni påvist blomstringer av *E. huxleyi*, og ved stasjonene som observerte fast, ble det kun påvist mindre mengder (<500 000 celler l<sup>-1</sup>) av denne algen. I månedsskiftet juni/juli økte celletallene av *E. huxleyi* langs Vestlandskysten og det pågikk blomstringer en rekke steder, særlig i ytre kyst- og fjordstrøk. Celletall på opptil 4,5 mill. celler l<sup>-1</sup> ble påvist. I august og videre utover høsten ble det påvist lite *E. huxleyi*.

#### *Chrysochromulina* spp.

Alle rutineprøver har i denne sesongen blitt fiksert med Lugols sur løsning. Registreringer av *Chrysochromulina* i disse prøvene er derfor svært usikker. Generelt kan vi si at *Chrysochromulina* ble påvist i vannprøvene gjennom hele sesongen, og er vanlig forekommende langs kysten.

I slutten av mai, 19. og 20. mai, ble det påvist relativt høye forekomster (3 mill. celler l<sup>-1</sup>) av *Chrysochromulina* spp., i kyststrømmen utenfor Arendal. Ved Flødevigen ble det påvist opptil 15 mill. celler l<sup>-1</sup> av *Chrysochromulina* spp. i løpet av pinshelgen, 21. - 23. mai, og det høye celletallet skyldtes oppstuvningseffekter. Algene fulgte en bestemt vannmasse



i Skagerrak som spredte seg sørover, og den 23. mai ble det påvist 1,5 mill. celler l<sup>-1</sup> ved Lindesnes. *Chrysochromulina*-forekomstene avtok kraftig siste uke av mai. Forekomstene av *Chrysochromulina* spp. var lokalisert til de øverste 10 meter av vannmassene der saltholdigheten var lavest, d.v.s. ved ca. 20 PSU. Satellittdata viste et område med varmt overflatevann >12 °C, som skilte seg ut fra kjøligere omkringliggende vannmasser.

Nøyaktig artsidentifisering av *Chrysochromulina* ble foretatt i elektronmikroskop. *C. polylepis* ble påvist og utgjorde 20 - 50 % av populasjonen. Algene viste seg å være lite giftig. Gifttester utført på *Artemia*-kulturer viste at vannet var svakt giftig, men det ble ikke registrert dødelighet på fisk i området. Innholdet av næringssalter i vannmassene ble analysert, men det var ikke noe frie næringssalter av nitrogen eller fosfat til stede. (personlig meddelelse Einar Dahl.)

### **Prymnesium sp. i Ryfylke**

I 1994 ble blomstringen av *Prymnesium* sp. i Ryfylke påvist i uke 29 (18. juli). Den første observasjonen ble gjort i Hylsfjorden og celletallet var da 172 000 celler l<sup>-1</sup>. Uken etter var celletallene økt til ca. 1 mill. celler l<sup>-1</sup>, og algen ble da også påvist i Lovrafjorden med 430 000 celler l<sup>-1</sup>. Universitetet i Bergen foretok prøvetaking i Sandsfjordsystemet 26. og 27. juli. *Prymnesium* sp. ble påvist i Hylsfjorden, Lovrafjorden, Saudafjorden og Sandsfjorden og celletallene varierte mellom 1 og 2 mill. celler l<sup>-1</sup>. Høyeste celletall på 2 mill. celler l<sup>-1</sup> ble påvist ved Vannvik i Hylsfjorden. Algene vokste i et brakkvannslag hvor sprangsjiktet lå mellom 2 og 3 m og saltholdigheten var <8 PSU. Temperaturen i brakkvannslaget var høy og varierte mellom 16,5 og 19°C.

I ukene som fulgte gikk blomstringen noe tilbake. Celletallene innerst i fjordene var på ca. 0,5 mill. celler l<sup>-1</sup>, mens celletallene i ytre strøk nord for Foldøy, Frøvikneset, Jelsa og i Nedstrandsfjorden var lave (<30 000 celler l<sup>-1</sup>). I midten av august (uke 33) var det en tendens til økende celletall igjen med 836 000 celler l<sup>-1</sup> påvist i Lovrafjorden og 418 000 celler l<sup>-1</sup> påvist i Hylsfjorden. I begynnelsen av september ble det påvist <30 000 celler l<sup>-1</sup> både i Hylsfjorden og i Lovrafjorden.

Registrering av giftig vann ble foretatt med fisk i brønnbåt. Da all oppdrettsfisk inne i fjordsystemet var evakuert, ble spesielt de ytre områdene patroljert for å kontrollere transport av giftflak ut av fjordsystemet. Generelt ble det registrert liten giftighet på vannet, og de største forekomstene ble registrert i uke 30. Det ble da påvist flak av giftig vann på nordsiden av Nedstrandsfjorden fra Bautaneset og inn i Sandsfjorden og ved Gapa ved Stjernerøyene.

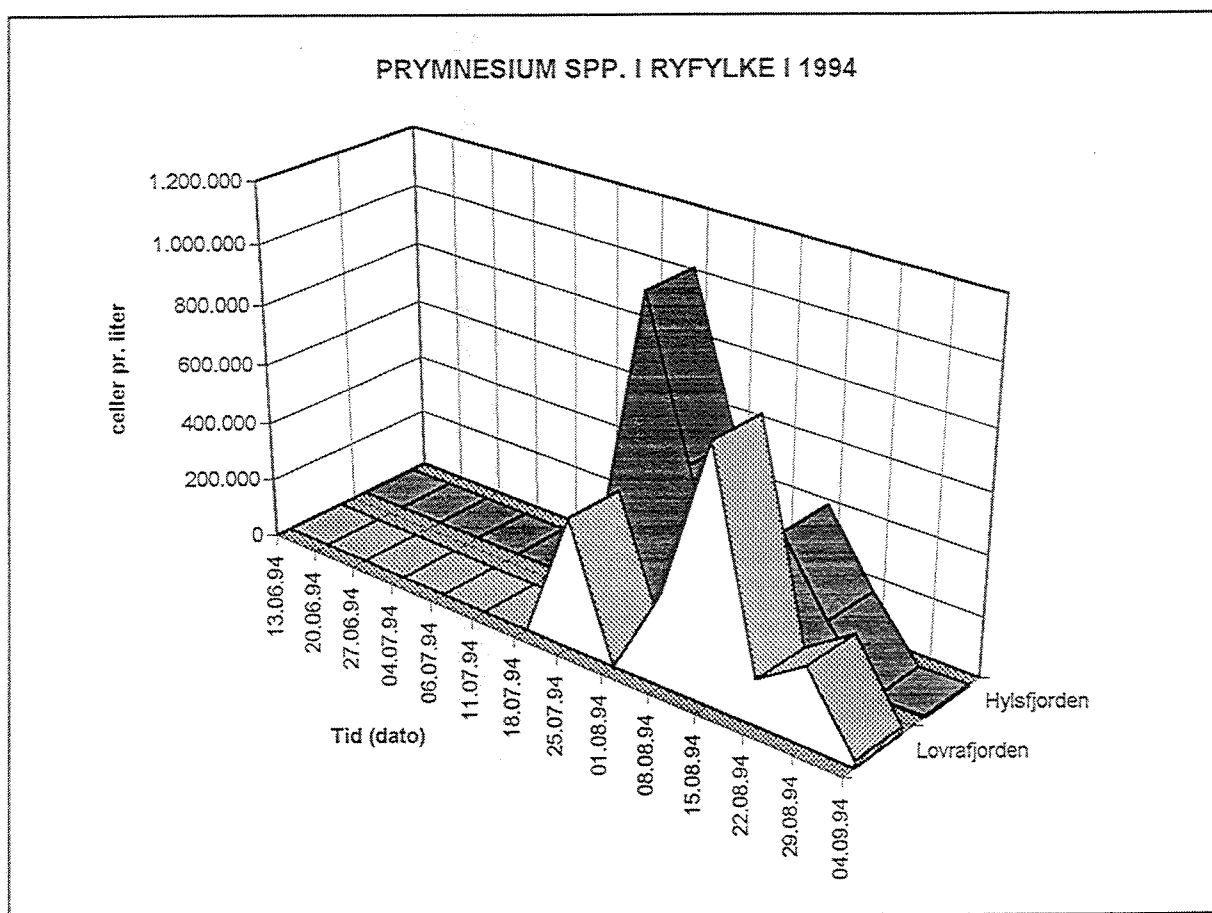


Fig. 3.8 Forekomst av *Prymnesium* spp i Hylsfjorden og Lovrafjorden fra midten av juni til begynnelsen av september. (Occurrence of *Prymnesium* spp. in Hylsfjorden and Lovrafjorden from middle of June to beginning of September.)



## 3.2 Meteorologi

### 3.2.1 Temperatur

Luft-temperaturen langs Norskekysten i 1994 er gitt i Fig. 3.9 og 3.10. Temperaturutviklingen langs kysten av Sør-Norge fulgte i grove trekk samme mønster. Etter mildt vær i januar falt temperaturen i slutten av måneden og den holdt seg stabilt lav i mesteparten av februar måned (uke 5 - 9). Det kalde været i februar ble avbrutt av et værskille der temperaturen steg opptil 5 °C fra en uke til den neste. Deretter steg temperaturen gradvis utover våren til et karakteristisk maksimum med ukemiddel på rundt 10 - 12 °C i midten av mai (uke 19). Temperaturen falt deretter noe, og selv om den økte langsomt i siste halvdel av mai og mesteparten av juni, var juni kjølig med ukemiddeltemperaturer på 10 - 15 °C. Virkelige sommertemperaturer kom først i månedskiftet juni/juli, da ukemiddeltemperaturen steg til rundt 20 °C og det holdt seg varmt i hele juli. Årets varmeste uker var i månedsskiftet juli/august (uke 30 og 31), da det ble målt ukemiddeltemperaturer på opptil 21 °C. Etter dette sank temperaturen gradvis utover høsten.

I Nord-Norge fulgte temperaturutviklingen de samme generelle trekk som i sør. Det ble observert en kald periode fra slutten av januar og et par uker ut i februar (uke 4 - 6) med ukemidlede temperaturer ned mot - 6 °C. Hovedtrenden viser, som forventet, en økning av temperaturen utover våren, men temperaturstigningen var ujevn og det ble registrert flere kortvarige temperaturmaksima. Fra midten av juni var det en jevn stigning i temperaturene fram mot årets varmeste uke som i Nord-Norge var i begynnelsen av august (uke 31). Ukemiddel for temperaturen var da 16 - 18 °C.

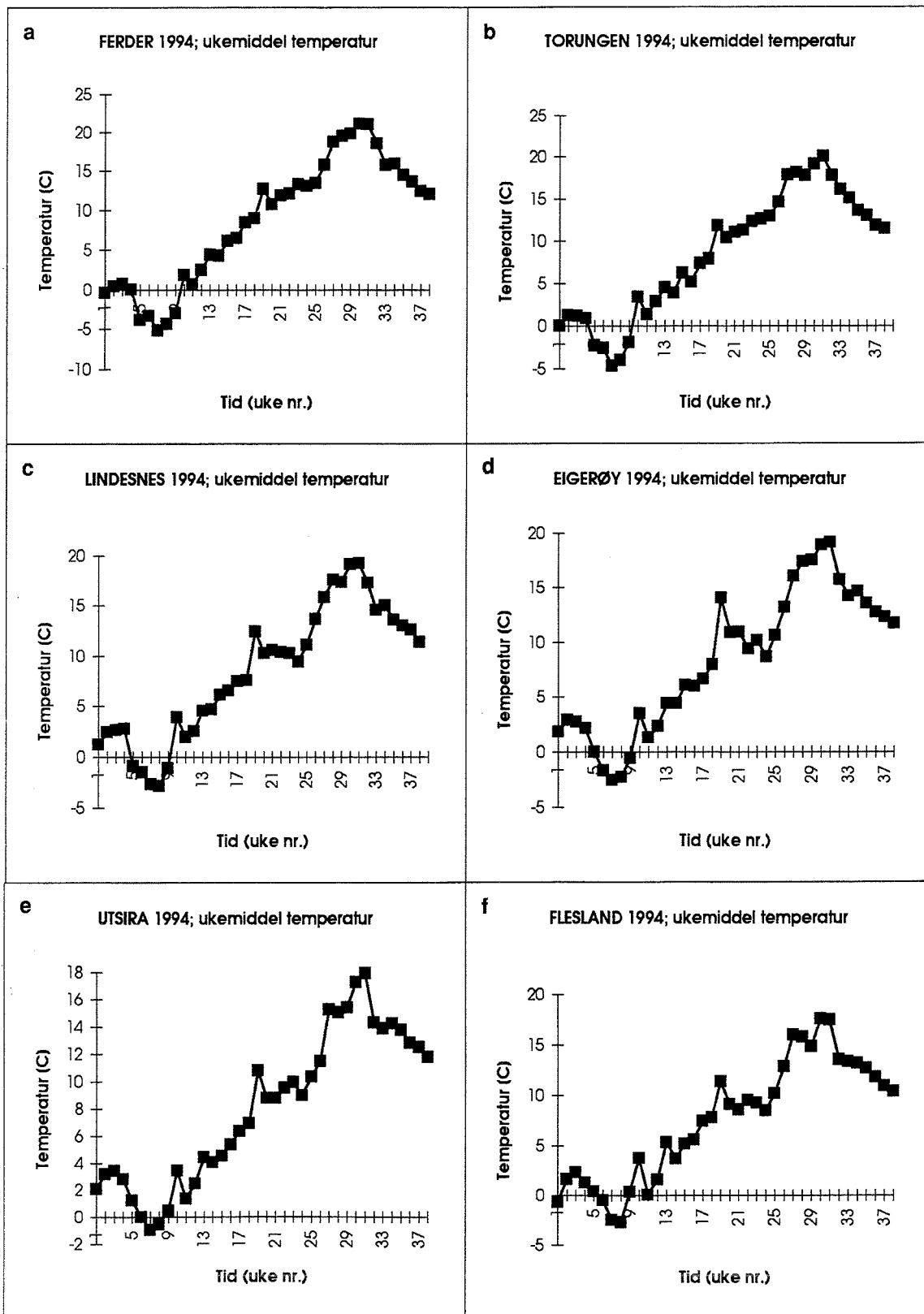


Fig. 3.9 Ukemiddel lufttemperatur i °C ved Ferder (a), Torungen (b), Lindesnes (c), Eigerøya (d), Utsira (e), Flesland (f). (Weekly mean air temperatur in °C at Ferder (a), Torungen (b), Lindesnes (c), Eigerøya (d), Utsira (e), Flesland (f).)

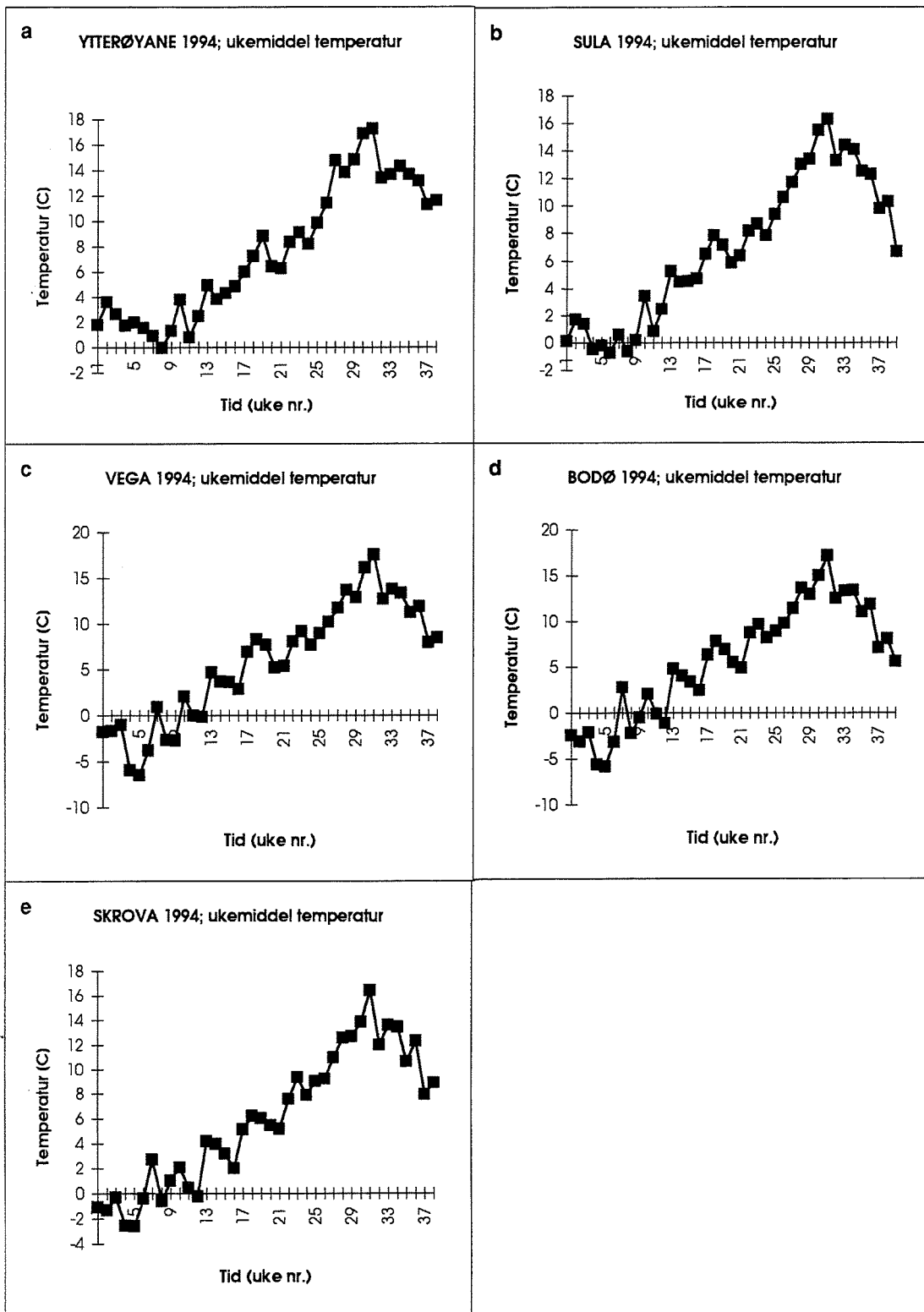


Fig. 3.10 Ukemiddel lufttemperatur i °C ved Ytterøyane (a), Sula (b), Vega (c), Bodø (d), Skrova (e).  
 (Weekly mean air temperatur in °C at Ytterøyane (a), Sula (b), Vega (c), Bodø (d), Skrova (e).)

### 3.2.2 Nedbør og skydekke

Ukentlig nedbørmengde og ukemidlet skydekke for 1994 er gitt i figur 3.11, 3.12, 3.13 og 3.14.

Etter mye skyet vær og til dels mye nedbør langs Norskekysten i januar, var februar en solrik og svært nedbørfattig periode i hele landet. Ved alle lokalitetene var det en eller flere uker der det kun ble registrert mellom 0 og 1 mm nedbør totalt (ukesum) i denne perioden. I løpet av mars ble det registrert en god del nedbør og mye skyet vær ved de fleste lokalitetene. Langs Skagerrakkysten og i Nord-Norge var det lite nedbør i mesteparten av april, mens været var mer vekslende på Vestlandet. Ved flere av lokalitetene på Vestlandet ble det observert et nedbørmaksimum i uke 17, bl. a. med 95 mm i Bergen. Midten av mai (uke 19 - 20/21) var en solrik og nedbørfattig periode ved samtlige lokaliteter. Langs Skagerrakkysten fortsatte det fine og solrike været ut juli (uke 31). Langs kysten av Vestlandet var det mye skyer og en god del regn i juni (uke 22 - 25), mens juli (uke 27 - 30) var en nedbørfattig og til dels solrik periode. I Nord-Norge var juni en nedbørrik måned med mye skyet vær, mens det både i juli, august og første halvdel av september (uke 27 - 37) var lite regn og en del sol.

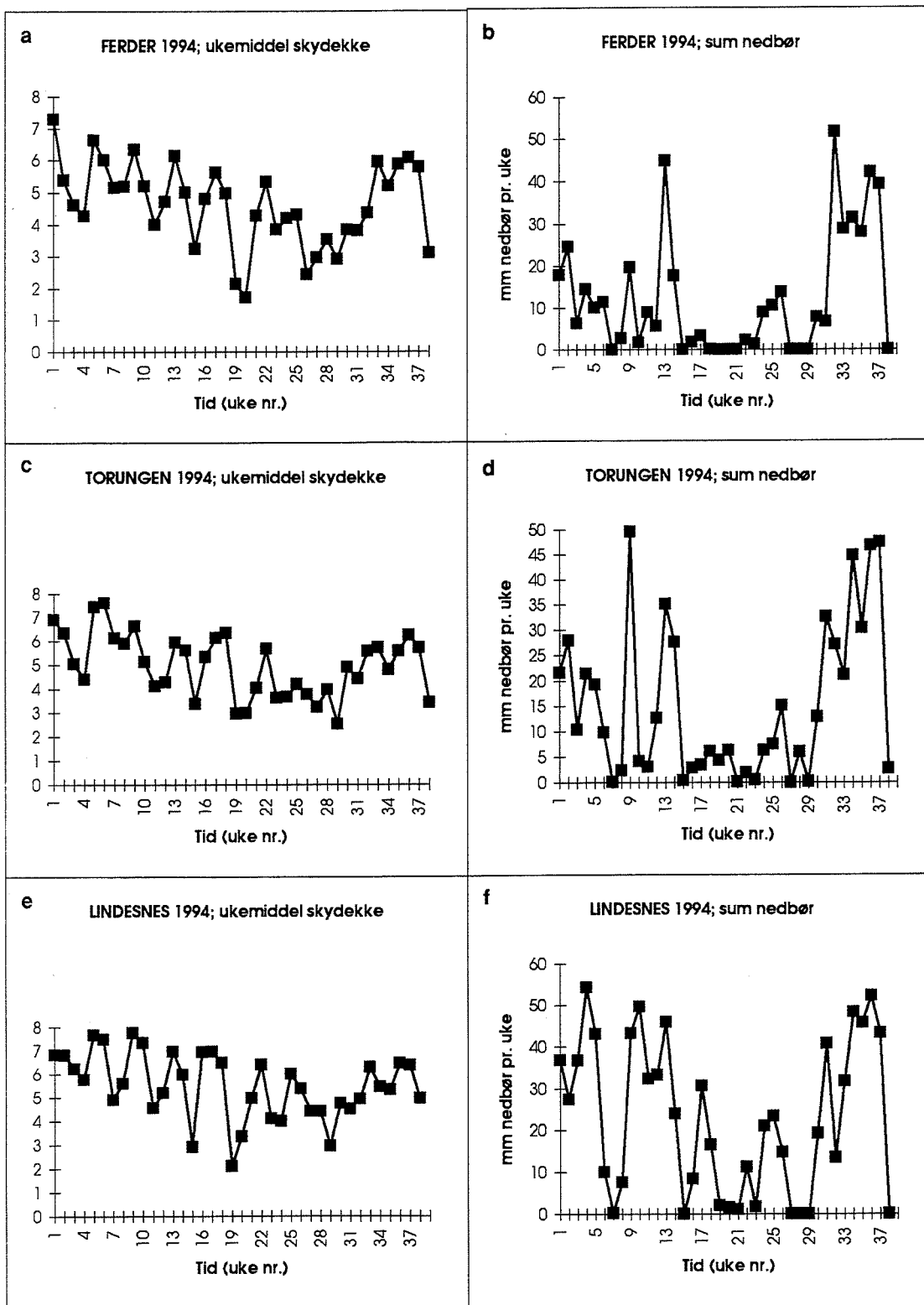


Fig. 3.11

Ukemiddel skydekke, skala 0 (skyfritt) til 8 (fullt skydekke) og sum nedbør pr. uke angitt i mm ved Ferder (a, b), Torungen (c, d) og Lindesnes (e, f). (Weekly mean cloud cover, scale 0 (cloudless) to 8 (overcast) and total weekly precipitation in mm, at Ferder (a, b), Torungen (c, d) and Lindesnes (e, f).)

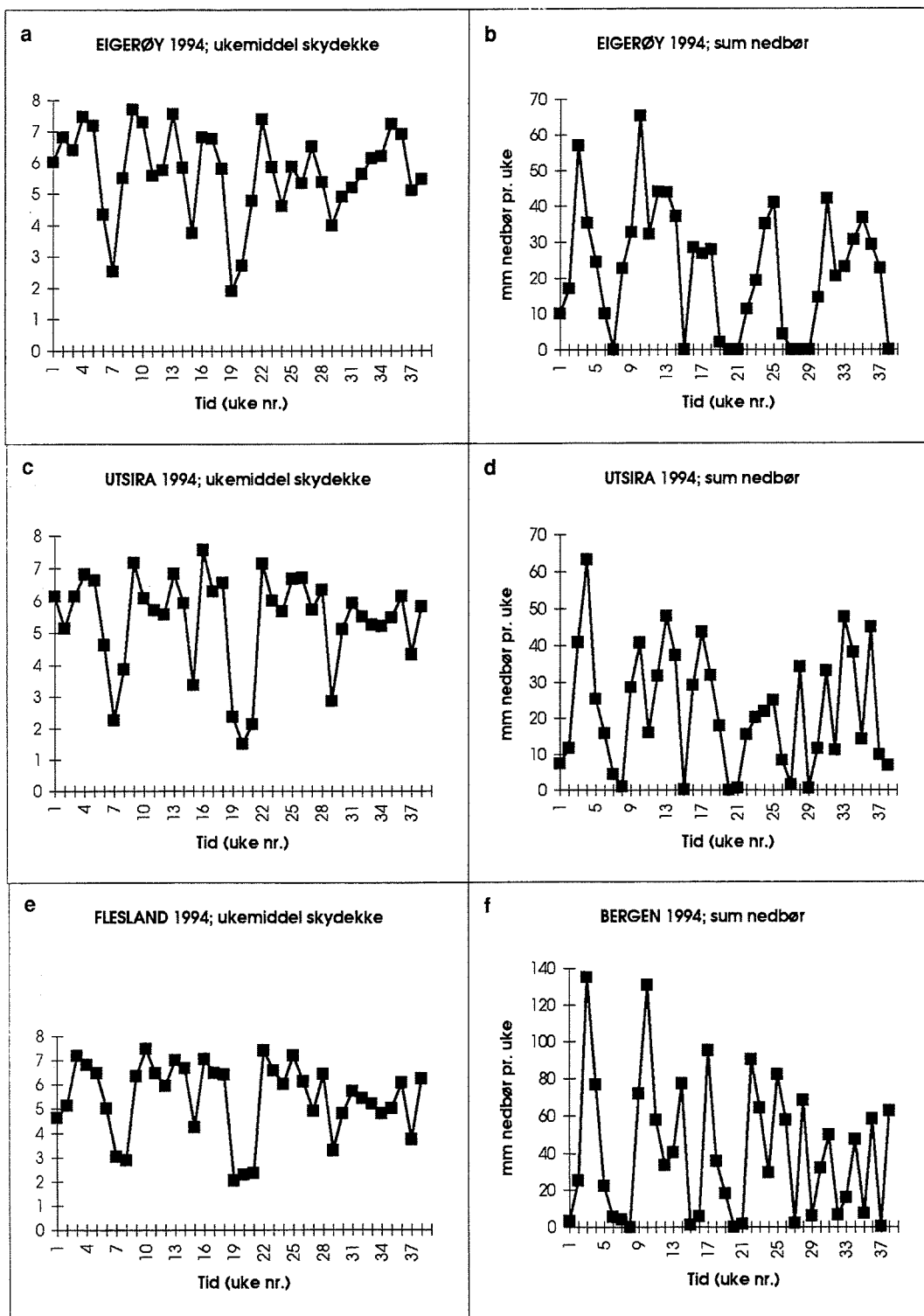


Fig 3.12

Ukemiddel skydekke, skala 0 (skyfritt) til 8 (fullt skydekke) og sum nedbør pr. uke angitt i mm ved Eigerøya (a, b), Utsira (c, d) og Flesland (e, f). (Weekly mean cloud cover, scale 0 (cloudless) to 8 (overcast) and total weekly precipitation in mm, at Eigerøya (a, b), Utsira (c, d) and Flesland (e, f).)

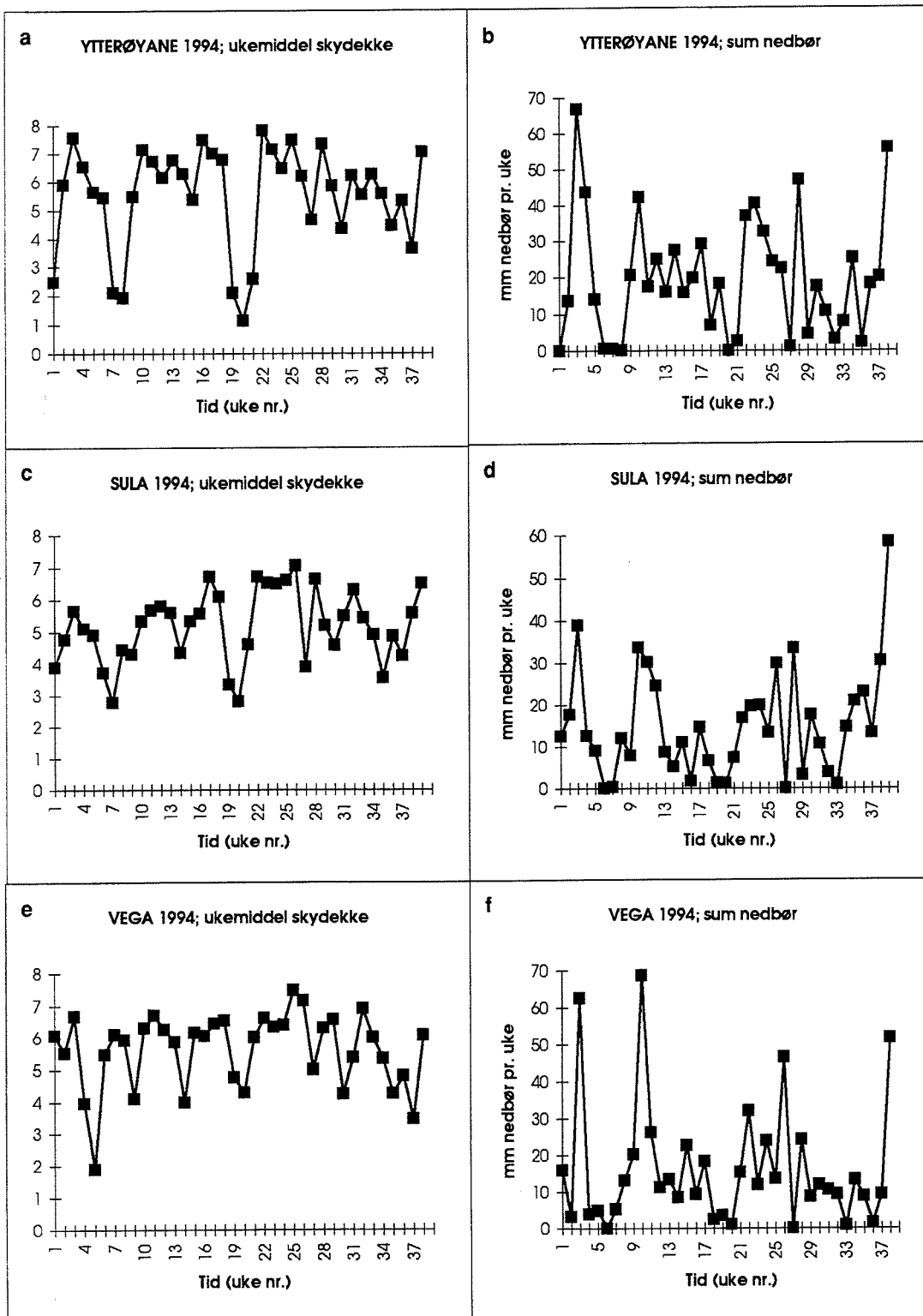


Fig 3.13

Ukemiddel skydekke, skala 0 (skyfritt) til 8 (fullt skydekke) og sum nedbør pr. uke angitt i mm ved Ytterøyane (a, b), Sula (c, d) og Vega (e, f). (Weekly mean cloud cover, scale 0 (cloudless) to 8 (overcast) and total weekly precipitation in mm, at Ytterøyane (a, b), Sula (c, d) and Vega (e, f).)

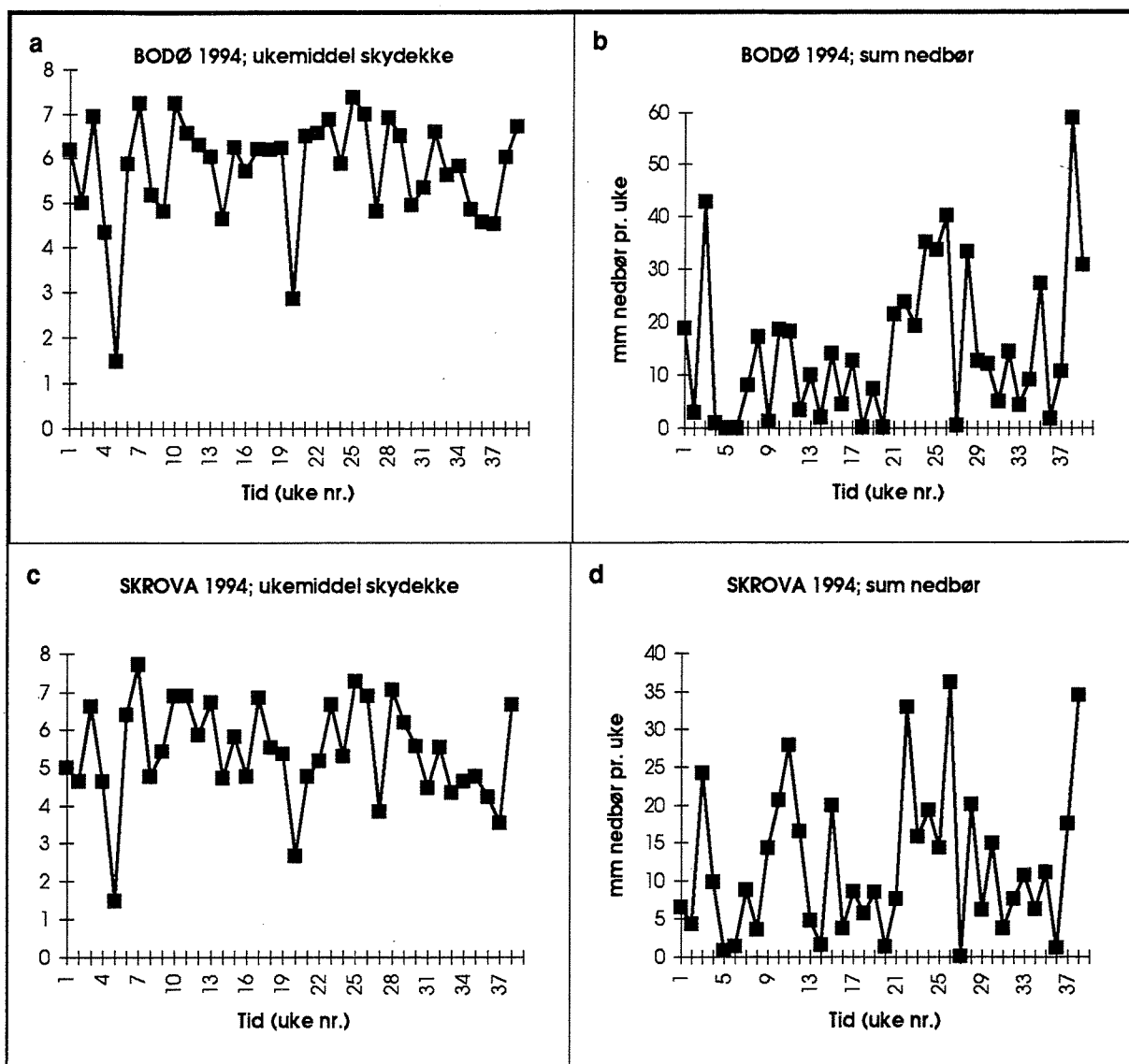


Fig 3.14 Ukemiddel skydekke, skala 0 (skyfritt) til 8 (fullt skydekke) og sum nedbør pr. uke angitt i mm ved Bodø (a, b) og Skrova (c, d). (Weekly mean cloud cover, scale 0 (cloudless) to 8 (overcast) and total weekly precipitation in mm, at Bodø (a, b) and Skrova (c, d).)



### 3.2.3 Vindstyrke og -retning

Ukemiddel vind, middel vindretning og middel vindstyrke er gitt i Fig. 3.15, 3.16 og 3.17. På Skagerrakkysten var det i februar (uke 5 - 8) stabil NØ-lig vind. Første uken i mars (uke 9) skjedde det et omslag i vindretningen, og i uken etter var det stabil SV-lig vind (ca. 15 knop i ukemiddel) som kan ha forårsaket upwelling. De to påfølgende ukene (uke 11 og 12) var det moderat vind (11- 12 knop) av skiftende retning, etterfulgt av en uke med sterkere vind (17 - 18 knop). I mai (uke 18 - 22) var det moderat vind av skiftende retning. Etter et minimum i uke 18 økte vinden ved Torungen gradvis til et maksimum i siste halvdel av juni (uke 25), mens ved Ferder skjedde en stor del av økningen fra uke 22 til 23. I siste uken av mai (uke 21) dreiet vinden fra NØ til SV, og hele juni (uke 22 - 26) var hovedvindretningen fra SV. D.v.s. at fra slutten av uke 21 til og med uke 26 har det sannsynligvis vært mer eller mindre sammenhengende upwelling langs Skagerrakkysten, med mest markant upwelling i ukene 23 - 25. Midten av juli til midten av august (uke 28 - 32) var en periode med moderat vind av skiftende retning, etterfulgt av mer urolige vindforhold utover høsten.

Vindforholdene ved Lindesnes fulgte i grove trekk samme mønster som for resten av Skagerrakkysten, men i februar var vindretningen Ø-lig. Første uke i mars (uke 10) var det sterk (20 knop) stabil VSV-lig vind og i midten av juni (uke 24) var det sterk (ca. 18 knop) stabil V-lig vind. Begge disse episodene har sannsynligvis gitt upwelling.

Ved Eigerøy var det en periode i februar med moderat Ø-lig vind. Våren var karakterisert med vind av skiftende retning og variabel styrke. Fra andre uken i mai (uke 19) til ut i august (uke 32) var det rolige vindforhold med ukemiddelvind mindre enn 10 knop. I denne perioden var det to uker i mai (uke 19 og 20) som skilte seg ut med mindre enn 5 knop ukemiddel vindstyrke. Selv om vindstyrken var moderat (ca. 10 knop) har sannsynligvis en stabil NV-lig vind gitt upwelling i begynnelsen av juni (uke 23 og 24). En forholdsvis stabil NV-lig vind i slutten av mai (uke 21) kan også ha forårsaket upwelling.

I løpet av januar og februar var det to episoder som skilte seg ut i vindforholdene på Utsira. Den ene var den sterke vinden i uke 3 og 4 med ukemiddel på ca. 30 knop i uke 4. Den andre episoden var uke 8 med svak vind (ca. 9 knop). Våren var karakterisert med tildels sterk vind

av variabel retning. I slutten av mai (uke 21) var det stabil og sterk (ca. 20 knop) N-lig vind som sannsynligvis har gitt upwelling langs Vestlandet. I juli (uke 26 - 30) var det moderat vind av skiftende retning, og i andre uke i august (uke 32) var det en typisk upwelling situasjon med sterk (ca. 20 knop) stabil N-lig vind.

I vinter- og vårmånedene var vindsituasjonen på Ytterøyane stort sett den samme som på Utsira, men ikke fullt så sterk vind. De to første ukene i mai (uke 18 og 19) var det moderat vind (ca. 11 knop) etterfulgt av to uker med forholdsvis sterk (ca. 15 knop) og stabil N-lig vind som også her sannsynligvis har gitt upwelling. Fra tidlig i juli til begynnelsen av august (uke 27 - 31) var det rolige vindforhold (5 - 10 knop) avbrutt av en uke (uke 32) med stabil og moderat vind (ca. 12 knop) som kan ha gitt upwelling.

I Trøndelag (Sula) ble urolige vindforhold i januar avløst av noen rolige uker i februar. I de to første ukene i mars (uke 9 - 10) derimot var det sterk vind (ca. 20 knop), mens det i resten av mars, april og mai for det meste var svak vind (<10 knop) av skiftende retning. I slutten av mai var det en uke (uke 20) med stabil NØ-lig vind (ca. 9 knop) som kan ha gitt upwelling. I juni var det urolige vindforhold (>10 knop) for årstiden, mens det i juli og august var forholdsvis svak vind (<10 knop) av skiftende retning.

Vindforholdene på Vega var i grove trekk lik forløpet på Sula for vinter- og vårmånedene. Det var to episoder i mars (uke 9 og 13) med forholdsvis sterk (15 - 20 knop) og stabil SØ-lig vind som kan ha gitt utstrømming fra fjorder og lokal upwelling innerst ved kysten. Juni var forholdsvis urolig (>10 knop), mens juli var roligere.

I midten av februar var det på Skrova en uke (uke 7) med sterk (ca. 18 knop) og stabil SV-lig vind. Dette er en situasjon som har gitt upwelling på Lofotsiden av Vestfjorden og innstrømming av overflatevann i fjordene på SØ-siden. Etter en urolig (ca 15 knop) mars måned (uke 9 - 13) var det roligere vindforhold i april. Mai startet ut forholdsvis urolig (ca. 13 knop i uke 17), men etterhvert avtok vinden og siste uken (uke 21) var middelvinden nede i 7 knop. Juni var preget av skiftende, men stort sett urolige vindforhold med spesielt sterk vind (ca. 17 knop) i siste uken (uke 26). Juli var roligere, men først i slutten av juli og i august var det stabil svak vind (<10 knop).

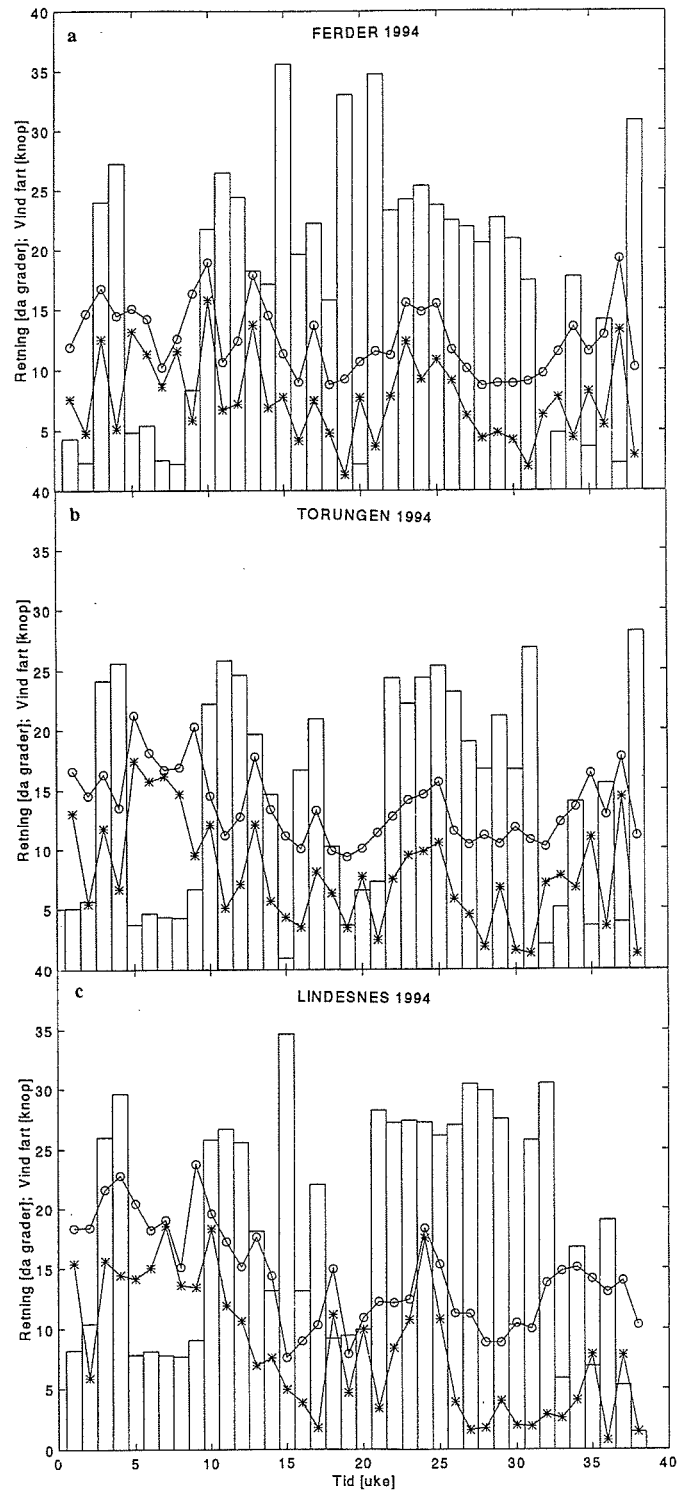


Fig 3.15

Ukemiddel vind (vektormiddel) (\*), middel vindretning (o) og middel vindstyrke (o). Vind er gitt i knop og retning i deka grader. Tid er gitt i uke nr. for 1993. Ferder (a), Torungen (b), Lindesnes (c). (Weekly mean wind (vector mean) (\*), mean wind direction (o) and mean wind speed (o). Wind is given in knots and direction in deca degrees. Time in 1993 week numbers. Ferder (a), Torungen (b), Lindesnes (c).)

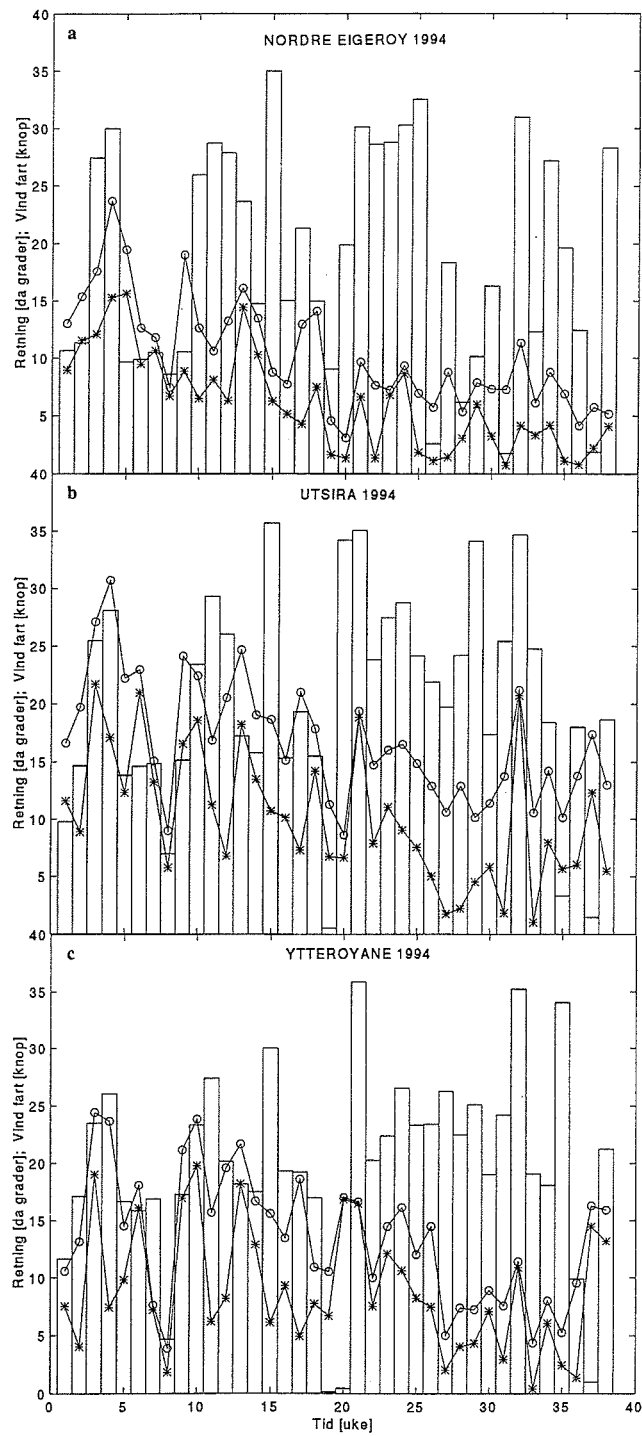


Fig 3.16

Ukemiddel vind (vektormiddel) (\*), middel vindretning (□) og middel vindstyrke (○). Vind er gitt i knop og retning i deka grader. Tid er gitt i uke nr. for 1993. Nordre Eigerøy (a), Utsira (b), Ytterøyane (c). (Weekly mean wind (vector mean) (\*), mean wind direction (□) and mean wind speed (○). Wind is given in knots and direction in deca degrees. Time in 1993 week numbers. Nordre Eigerøy (a), Utsira (b), Ytterøyane (c).)

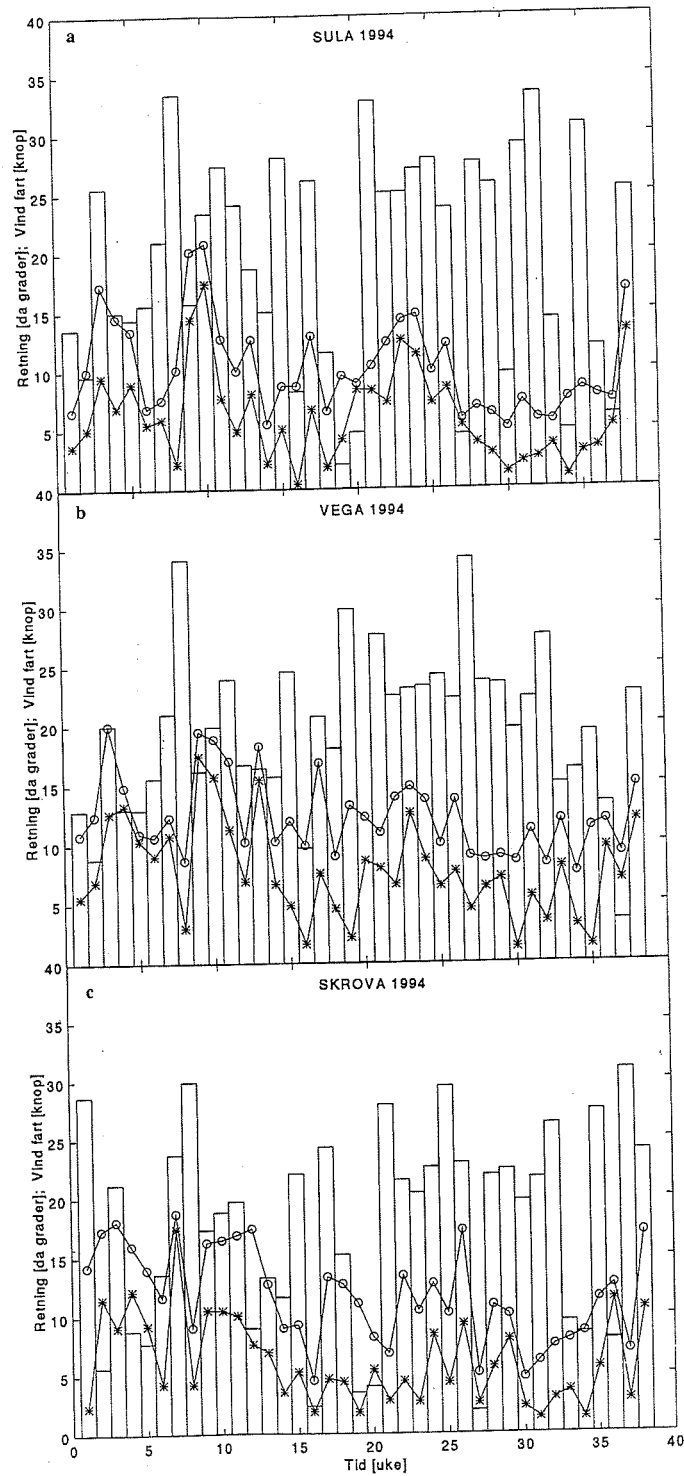


Fig 3.17

Ukemiddel vind (vektormiddel) (\*), middel vindretning (o) og middel vindstyrke (□). Vind er gitt i knop og retning i deka grader. Tid er gitt i uke nr. for 1993. Sula (a), Vega (b) og Skrova (c). (Weekly mean wind (vector mean) (\*), mean wind direction (o) and mean wind speed (□). Wind is given in knots and direction in deca degrees. Time in 1993 week numbers. Sula (a), Vega (b) og Skrova (c).)

### **3.3 Tilfeller av fiskedød langs Norskekysten**

#### **3.3.1 Dødelighet blant oppdrettsfisk i Vestlandsfjorder våren 1994**

I månedskiftet april/mai oppstod det plutselig og massiv dødelighet blant oppdrettsfisk i Osterfjorden og Masfjorden i Hordaland og i Dalsfjorden i Sogn og Fjordane. Dødeligheten startet fredag 29. april og opphørte onsdag 4. mai. Dødeligheten var størst i Osterfjorden der det døde ca. 140 tonn oppdrettsfisk.

I Masfjorden, Osterfjorden og Sørfjorden har det også i tidligere år oppstått akutt dødelighet blant oppdrettsfisk om våren. Dødeligheten i Osterfjorden og Sørfjorden har delvis blitt forklart med forekomster av skadelige alger, mens dødeligheten i Masfjorden har vært satt i sammenheng med ferskvannsavrenning (Torrissen, O.J., pers. med.). For å kunne dokumentere en evt. tilstedeværelse av skadelige alger ble det for algesesongen 1994 gjennomført en ukentlig algeovervåking i Osterfjorden, Sørfjorden og Masfjorden. Det hadde derfor pågått ukentlig prøvetaking i disse fjordene siden tidlig i mars dette året. Vannprøver for algeanalyse ble også tatt når dødeligheten pågikk. I dagene etter den akutte dødeligheten ble det samlet inn vannprøver for algeanalyser langs kysten fra Bømlo til Dalsfjorden og i de tre berørte fjordene i Hordaland. Samtidig ble det foretatt hydrografiske målinger. I tillegg ble det foretatt omfattende analyse av fisken.

I samarbeid med forskere fra Havforskningsinstituttet og veterinærer for de berørte anleggene i Masfjorden, Osterfjorden og Sørfjorden, Statens veterinære laboratorium i Bergen og representanter for oppdretterne, ble det foretatt en helhetlig gjennomgang av hendelsesforløpet og av de ulike prøvene som ble tatt. En oppsummering av resultatene er gitt nedenfor.

#### **Hydrografi**

Vinteren 1993/1994 var kald, nedbøren kom som snø, og følgelig var det liten avrenning fra land gjennom hele vintersesongen. Dagene før dødeligheten oppstod, hadde vært svært nedbørrike. Kombinert med store snømengder, førte dette til kraftig avrenning fra land, og lav

saltholdigheten i overflaten. Det var nesten rekordlav saltholdighet ved en fast målestasjon i Byfjorden.

Hydrografimålinger ved 1 meters dyp viste at saltholdigheten var  $S \leq 10$  PSU innerst i fjordene,  $S = 10-15$  PSU i midtre fjordstrøk,  $S > 15$  PSU i ytre fjordstrøk og kystvann.

Dødeligheten ble hovedsakelig registrert i områder i grensen mellom indre og midtre fjordstrøk. Saltholdigheten i de berørte anleggene var rundt 6 PSU.

### Algeforekomster

Osterfjorden var hele våren karakterisert med en konstant blomstring av diatomeer, og *Skeletonema costatum* var dominerende art. I dagene med registrert dødelighet var imidlertid algeforekomstene lavere enn tidligere, og vannet i fjorden var mange steder uvanlig klart. Diatomeblomstringen i Sørfjorden var mindre enn i Osterfjorden. Hvorvidt høye forekomster av diatomeer over tid nedsetter fiskens toleranseevne for andre skadelige påvirkninger, er usikkert. I Masfjorden ble det påvist lite alger både i tiden før og mens dødelighet ble observert, og det ble heller ikke påvist langvarige store diatomeforekomster tidligere på våren. Dette betyr at stor algetetthet sannsynligvis ikke har vært en avgjørende årsak til dødeligheten. *Chrysochromulina* spp. var blitt registrert i enkelte vannprøver de siste ukene før dødeligheten oppstod, men da i lave forekomster. Det ble også påvist *Chrysochromulina* spp. på anlegg med dødelighet og ved et oppdrettsanlegg ble det påvist ca. 100 000 celler  $l^{-1}$  av *C. polylepis*, men forekomstene var for lave til å kunne være årsak til dødeligheten. I de nærmeste ukene etter at dødeligheten var over, økte forekomstene av *Chrysochromulina* spp.

Algeanalyse av vannprøvene som ble samlet inn langs kysten fra Bømlo til Dalsfjorden, viste at det var et homogent algesamfunn langs hele denne kyststrekningen. *Chryptophyceae* dominerte algesamfunnet, men det er ikke mistanke om at disse algene er giftige. Det ble påvist *Chrysochromulina* spp. (opptil 1,5 mill. celler  $l^{-1}$ ), og forekomstene var høyere i ytre kyststrøk enn innerst i fjordene. Det ble påvist lite diatomeer og det ble ikke påvist andre skadelige alger i vannprøvene.

### **Symptomer på fisken**

Det ble observert tilnærmet like symptomer på fisken ved alle lokaliteter med dødelighet. Fisken gikk høyt i merden, snappet etter luft og stanget i nettveggen. Stor fisk og godt foret fisk var mest utsatt, mens liten fisk og sultet fisk var mindre påvirket. Fisken som døde gikk høyt i merden, mens fisk som gikk dypt i merdene stort sett overlevde. Dødeligheten var akutt og mesteparten døde i løpet av 1- 2 døgn. Det ble enkelte steder observert "sturende fisk" før den akutte dødeligheten inntraff. Både laks og ørret døde.

Det ble observert mye slim på gjellene til død og døende fisk, og disse symptomene tydet på oksygenstress og kvelning. I tillegg ble det observert mye partikulært materiale på gjellene. Særlig utpreget var dette på fisken i Masfjorden.

### **Laboratorieundersøkelser**

Det ble ikke gjort funn av alger på gjellene. Røntgen mikroanalyse viste forekomster av aluminium på gjellene til død fisk både fra Masfjorden og Osterfjorden. I tillegg ble det påvist silikat på gjellene til fisk fra Masfjorden. Silikat stammet fra slampartikler som ble vasket ut i store mengder med elvevannet.

Aluminiumfarging med Hematoxylin-natriumjodat gav markert fargereaksjon mellom sekundærlamellene og det ble påvist et tynt farget slør utenpå epitelcellene. Denne aluminiumfordelingen er svært lik den som observeres i prøver fra aluminiumforgiftet ferskvannsfisk.

Histologiske snitt viste gjelleforandringer og sammenvoksninger av gjellevev. Forandringene tydet på akutte gjelleskader, og det ble påvist gjellenekroser. Det ble ikke observert utpregede kroniske gjelleskader.

Partier med vevsdød i leveren og hjertetamponade ble observert i død fisk fra Osterfjorden, og begge symptomer kan være resultat av oksygenmangel og gjelleproblemer.

Det ble foretatt giftanalyser av vannprøver fra Osterfjorden både med *Artemia*-larver og blodceller. Begge metoder gav negativt utslag. Vannprøve fra Dalsfjorden ble analysert med synaptosomtest, en nervegiftanalyse som gav kraftig positivt utslag.



## Diskusjon

Aluminiumforgiftning er et kjent problem for ferskvannsfisk (Rossland et al. 1990), men har ikke vært dokumentert i sjøvannsanlegg tidligere. Både i forsknings- og veterinærmiljø har det vært en vanlig oppfatning at aluminium ikke var giftig i sjøvann siden sjøvannstilsetning har vært brukt for å nedsette giftigheten av aluminiumforbindelsene i ferskvannsanlegg.

Det er to egenskaper ved aluminium som evt. kan forklare at aluminiumforbindelser på grunn av sur nedbør også kan være giftig i sjøvann.

Løseligheten på aluminiumforbindelser i ferskvann øker med synkende pH, d.v.s. at utvasking av aluminium fra jordsmonnet er en funksjon av surhetsgraden på regnvannet. Dette medfører at aluminium ikke nødvendigvis vaskes ut ved hver regnskyll, og forklarer hvorfor det ikke oppstår problemer hver gang en evt. avrenning fra land er stor. De meteorologiske forholdene før den store dødeligheten kan derfor ha medvirket til den ekstreme situasjonen. I motsetning til en "normal" Vestlandsvinter hadde det vært en kald vinter, nedbør i form av snø og lite avrenning fra land. I dagene før dødeligheten inntraff var det store nedbørmengder med påfølgende stor avrenning fra land. Dette kan ha ført til en større utvasking av akkumulerte mengder aluminiumforbindelser og vært en medvirkende årsak til den store dødeligheten som oppsto våren 1994.

Den andre egenskapen ved aluminiumforbindelsene er at disse er giftige og giftigheten er pH-avhengig (Driscoll et al. 1990). Svært stor giftighet av aluminium i ferskvann har blitt observert i såkalte blandsoner (Rosseland et al. 1992). Giftige blandsoner kan oppstå når surt, aluminiumsrikt vann blandes med kalket (nøytral pH). Denne giftvirkningen er et resultat av pH-økningen, som fører til kjemisk ustabilitet og polymerisering av aluminium fra det sure vannet (Rosseland et al. 1992, Polèo et al. 1994). Slike svært midlertidige giftige forhold har også vist seg å forekomme i oppdrettsanlegg der vannet avgiftes med sjøvann, og hvor oppholdstiden etter blanding ikke har vært lang nok til at Aluminiumforbindelsene stabiliseres (Rosseland & Hindar 1991). Det er derfor sannsynlig at aluminiumsforgiftning også kan oppstå i et sjøvannsanlegg ved "ukontrollert" tilsetning av større mengder surt ferskvann til sjøvann. Den ujevne dødeligheten i en merd eller mellom nærliggende merder, kan tyde på at

effekten er pH-avhengig, og at problemene er størst i blandsonen mellom ferskvann og sjøvann.

### 3.3.2 Dødelighet blant oppdrettsfisk i Sogn og Fjordane høsten 1994

Fra midten av august til midten av september ble det rapportert om dødelighet blant oppdrettsfisk ved enkelte oppdrettsanlegg i Sogn og Fjordane. Da det ikke ble funnet en klar årsak til dødeligheten, ble denne satt i sammenheng med forekomster av den potensielt skadelige algen *Pseudonitzschia pseudodelicatissima*.

I samarbeid med veterinærer fra de berørte anleggene og Statens veterinære laboratorium i Bergen, ble resultatene fra undersøkelsene gjennomgått. På bakgrunn av kliniske funn på fisken ble dødelighet fra fire anlegg i Hordaland sammenholdt med den i Sogn og Fjordane.

#### Algeforekomster

Vannprøver viste at *Pseudonitzschia pseudodelicatissima* var en viktig komponent blant diatomeene, både ved de faste stasjonene og ved de berørte oppdrettsanleggene i den perioden dødeligheten pågikk. (Nøyaktig artsidentifisering ble foretatt.) I problemområdene var *P. pseudodelicatissima* dominerende hele september og ved Sognelaks økte andelen av *P. pseudodelicatissima* gjennom august måned, og algen ble den dominerende arten blant diatomeene (mellom 85 og 93%) med opptil 1,5 mill. celler l<sup>-1</sup>. Ved Nordfjordlaks ble det påvist ca. 1 mill. celler l<sup>-1</sup> av *P. pseudodelicatissima* 5. september, og dette utgjorde 80 % av diatomeene. I Naustdal ble det påvist mellom 0,5 - 3 mill. celler l<sup>-1</sup> 13. september. Ved de faste lokalitetene i Sognefjorden (Hella og Skjeer) varierte celletallene fra 1,3 - 2 mill. celler l<sup>-1</sup> i hele september. Ved Hella steg konsentrasjonen til 12 mill. celler l<sup>-1</sup> sent i september. Algenes konsentrasjon minket fra fjordene og ut på kysten, hvor observerte celletall *P. pseudodelicatissima* ikke oversteg 684 000 celler l<sup>-1</sup>.

## Symptomer på fisken

Det var årssmolt eller høstsmolt som ble angrepet. Observasjoner fra flere anlegg viste at fisken sto tett sammen i en slags "armé" (kompakt formasjon). Det ble konkludert med at fisken står tett sammen mot strømmen for å øke oksygenopptaket. På ett anlegg ble det observert dødelighet hovedsakelig om natten, og gjellene på den døde fiske var nesten hvite.

## Laboratorieundersøkelser

Kliniske funn viste gjelleskader på fisk fra 13 forskjellige sjøanlegg: ett i Rogaland, fire i Hordaland og resten i Sogn og Fjordane. I 11 av anleggene ble det påvist epiteliocystis og aneurisme samt andre skader, mens det i to anlegg (Bømlo og Gulen) bare ble påvist aneurisme. På de to anleggene hvor bare aneurisme ble påvist, var det høstsmolt som ble angrepet, mens både høst- og årssmolt ble angrepet i de andre anleggene.

Epiteliocystis er en sykdom forårsaket av en *Clamylidia*-liknende bakterie. Patologisk finner man proliferasjoner av gjelleepitelet og i enkelte tilfeller nekroser i prolifererte områder. Dette resulterer i at oksygenopptaket hos fisk reduseres kraftig.

Kjennetegn på aneurisme er små blødninger på gjellene forårsaket av sprenge blodårer.

Det ble i tillegg påvist svært lave klorittverdier i blodet på syk fisk noe som betyr at den syke fisken ikke ville være i stand til å osmoregulere ordentlig.

## Giftanalyser

Flere arter av slekten *Pseudonitzschia* er referert i litteraturen som giftige. Toksisitetsanalyse avdekket imidlertid ikke "Domoic acid" i skjell fra berørte områder. Analyser av vannprøver viste derimot svak giftighet ovenfor *Artemia*-kulturer.

## Diskusjon

*Pseudonitzschia* spp. ble påvist langs Vestlands- og Nordlandskysten sammen med diatomeblomstringene om våren og sommeren, men det ble ikke rapportert om problemer for oppdrettsfisk i forbindelse med disse forekomstene. *Pseudonitzschia* spp. er imidlertid en

potensielt giftig alge og har forekommet i blomstringer som er giftig for fisk (Martin et al. 1990).

Ved alle anlegg hvor dødelighet ble observert, var *Pseudonitzschia* til stede i til dels store mengder. Selv om det ble påvist toksisitet på *Artemia*-kulturer fra vann med *Pseudonitzschia* spp. til stede, regner man ikke med at denne algen var hovedårsaken til fiskedødeligheten. Det ble påvist epitelocystis og aneurismer på døde årssmolt på 11 anlegg. I to anlegg var det høstsmolt som døde, og her var det bare aneurismer som ble påvist. Årsaken til aneurisme er uklar, men det understrekes at *Pseudonitzschia* kan ha hatt en synergistisk effekt sammen med epitelocystis/aneurisme. Skader på fiskegjeller forårsaket av alger, kan f.eks. være utgangspunkt for et bakterielt angrep på fiskegjellene, eller det kan være en ukjent giftvirkning som virker inn på osmoreguleringen til fisk.

## 4. KONKLUSJON

### 4.1 Meteorologiens innvirkning på algesituasjonen

Forekomstene av diatomeer og blomstringer av disse gjennom vår og sommersesongen i 1994 har en klar sammenheng med vind som har gitt upwelling langs kysten. Enten fører en slik upwelling til tilførsel av næringsrikt vann og øker en allerede pågående blomstring i intensitet og styrke, eller den fører til at en pågående blomstring bryter sammen. Alternativt vil en slik upwelling forhindre stabilisering av vannkolonnen og forhindre oppblomstring av alger generelt.

I algesesongen i 1994 førte høytrykket i februar til tidlig våroppblomstring med start allerede i slutten av februar. Langs Skagerakkysten har stabil SV vind (ca. 15 knop i ukemiddel) sannsynligvis ført til upwelling og tilførsel av næringsrikt vann slik at blomstringen varte lenger og ble relativt kraftig, opptil 4 mill. celler  $l^{-1}$  ble målt ved Flødevigen. I uke 13 var det vind på 17-18 knop, som har ført til en destabilisering av vannkolonnen og sammenbrudd av våroppblomstringen. I hele juni var hovedvindretningen fra SV, d.v.s. at fra slutten av uke 21 til og med uke 26 har det vært mer eller mindre upwelling langs Skagerrakkysten. Denne perioden er sammenfallende med årets andre diatomeoppblomstring langs Skagerrakkysten som var svært kraftig i Oslofjorden. Dette tyder på at upwelling har tilført "nye" næringssalter og bidradd til en langvarig og kraftig oppblomstring, opptil 17 mill. celler  $l^{-1}$  ble målt ved Missingene og 13-14 mill. celler  $l^{-1}$  ble målt ved Torbjørnskjær og Ferder.

Juli og august var karakterisert av moderat vind av skiftende retning og ingen større oppblomstring av diatomeer. I Oslofjorden og deler av Skagerakkysten pågikk det i denne perioden en kraftig blomstring av kalkflagellaten *Emiliana huxleyi*.

På Vestlandet var det moderat til Ø-lig vind i februar, mens mars/april var karakterisert med vind av skiftende retning og styrke. Inne i fjordene på Vestlandet startet våroppblomstringen i

uke 9 og 10 som et resultat av høytrykket i februar, mens våroppblomstringen ute langs kysten på Vestlandet startet i siste halvdel av mars.

I slutten av mai (uke 20 og 21) og i begynnelsen av juni (uke 23 og 24), var det langs hele Vestlandskysten stabil vind fra N til NV. Vindstyrken varierte mellom 10 og 20 knop og førte til upwelling og tilførsel av næringssalter. Ved samtlige stasjoner langs Vestlandskysten fra Egersund til Thorlandsøy i Nord-Trøndelag, ble det påvist blomstring av diatomeer i denne perioden.

I Nord-Norge startet våroppblomstringen i midten av april etter urolige vindforhold i mars måned. Mai, juni og deler av juli var karakteristisk med urolige vindforhold og vindstyrke på mellom 15 og 20 knop. Først i slutten av juli og i august ble det rolige og stabile vindforhold. Kun lokale oppblomstringer av diatomeer ble påvist utover sommeren og høsten.

## 4.2 Særtrekk ved algesituasjonen i 1994

*Skeletonaema costatum* og *Chaetoceros* spp. var dominerende arter gjennom algesesongen i 1994. Det var også en del forekomster av *Phaeocystis* på våren. På høsten var det på Vestlandet oppblomstring av *Pseudonitzschia pseudodelicatissima*. I Oslofjorden var det en massiv blomstring av kalkalgen *Emiliana huxleyi* i juli og august.

Det var ingen store oppblomstringer av skadelige alger i 1994. Det var en blomstring av *Chrysochromulina* på Skagerrakkysten i mai/juni, hvor *C. polylepis* utgjorde 20-50% av populasjonen. Blomstringen viste svak giftighet på *Artemia*-kulturer, men ingen effekt på fisk. *Prymnesium parvum* blomstret i Hylsfjorden og Lovrafjorden. DSP-produsenten *Dinophysis* spp. og PSP-produsenten *Alexandrium* sp. ble periodevis påvist i håvtrekk over faregrensen for giftige skjell, men ingen store blomstringer ble påvist.

Årsaken til massiv fiskedød i Masfjorden, Osterfjorden, Sørfjorden og Dalsfjorden skyldes en kombinasjon av sur nedbør, giftige aluminiumforbindelser, spesielle meteorologiske forhold med store nedbørmengder, stor avrenning fra land med påfølgende lav saltholdighet i fjordene.

Under oppblomstring av *P. pseudodelicatissima* ble det påvist økt dødelighet på årssmolt og høstsmolt ved en del oppdrettsanlegg i Hordaland og Sogn og Fjordane. Det spekuleres i om *P. pseudodelicatissima* kan ha medvirket til gjelleskader på fisken og dannet grunnlag for angrep av epiteliocystis og aneurisme.

## 5. REFERANSER

- DRISCOLL, C. J., BAKER, J. P., BISOGNI, J. J. JR. & SCHOFIELD, C.L.. 1982. Effects of aluminium speciation on fish in dilute acidified waters. *Nature*. 284: 161 - 164.
- FYLLINGEN, I., MARTINUSSEN, I. & SØILAND, H.. 1993. Algeovervåking i Norge 1992. Det Norske Meteorologiske Institutt. Tekninsk rapport nr. 115
- FYLLINGEN, I., SØILAND, H. & MARTINUSSEN, I.. 1995. Algeovervåking i Norge 1993. FISKEN OG HAVET nr. 5, 1995
- MARTIN, J.L., HAYA, K., BURRIDGE, L. E. & WILDISH, D. J.. 1990. *Nitzschia pseudodelicatissima* - a source of domoic acid in the Bay of Fundy, eastern Canada. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 67: 177 - 182.
- POLÉO, A. B. S., LYDERSEN, E., ROSSELAND, B. O., KROGLUND, F., SALBU, B., VOGT, R. D. & KVELLESTAD, A.. 1994. Increased mortality of fish due to changing Al-chemistry of mixing zones between limed streams and acidic tributaries. *Water, Air and Soil Pollution*. 74: 1-14.
- ROSSELAND, B. O., ELDHUSET, T. D. & STAURENS, M.. 1990. Environmental effects of aluminium. *Environmental Geochemistry and Health*. 12 (1-2): 17-27.
- ROSSELAND, B.O. & HINDAR, A.. 1991. Mixing Zones - a fishery management problem? S 161-172 in OLEM, H., SCHREIBER, R. K., BROCKSEN, R. W. & PORCELLA, D. B. (Ed.), *International Lake and Watershed Liming Practices*. The Terrene Institute Inc., Washington, D.C.
- ROSSELAND, B. O., BLAKER, I. A., BULGER, A., KROGLUND, F., KVELLESTAD, A., LYDERSEN, E., OUGHTON, D. H., SALBU, B., STAURNES, M. & VOGT, R.. 1992. The mixing zone between



limed and acidic river waters: Complex aluminium chemistry and extreme toxicity for salmonids. *Environmental Pollution*. 78: 3-8.



## VEDLEGG

### Missingene (KS 08)

Kilde: G.S. Larsen; Fiskeridirektoratet  
Område: Skagerrakkysten

Dyp: 0-3 m

Periode: Uke 14 - 34  
Metode:  $^T500^{PM}$  10 000 c1<sup>-1</sup>

Det ble påvist en svak blomstring av diatomeen *Chaetoceros* spp. (ca. 600 000 celler l<sup>-1</sup>) i begynnelsen av april (uke 14). Fra slutten av mai til slutten av juni (uke 21 - 25) ble det påvist en kraftig blomstring med opptil 17,5 mill. celler l<sup>-1</sup> av diatomeen *Skeletonema costatum*. Mindre forekomster (200 000 - 850 000 celler l<sup>-1</sup>) av kalkalgen *Emiliana huxleyi* ble påvist fra siste halvdel av juli til slutten av august (uke 29 - 34). Dinoflagellaten *Dinophysis* spp. ble påvist med 500 celler l<sup>-1</sup> i slutten av april (uke 17).

### Torbjørnskjær (KS 01)

Kilde: G.S. Larsen; Fiskeridirektoratet  
Område: Skagerrakkysten

Dyp: 0-3 m

Periode: Uke 14 - 34 (38)  
Metode:  $^T500^{PM}$  10 000 c1<sup>-1</sup>

Fra midten av mai til midten av juni (uke 20 - 24) pågikk en kraftig blomstring med opptil 14 mill. celler l<sup>-1</sup> av *Skeletonema costatum*. Mindre forekomster (200 000 - 600 000 celler l<sup>-1</sup>) av *Emiliana huxleyi* ble påvist fra begynnelsen av juli til slutten av august (uke 27 - 34). Dinoflagellaten *Gyrodinium aureolum* ble påvist med 230 000 celler l<sup>-1</sup> i midten av september (uke 38), mens *Dinophysis* spp. ble påvist med h.h.v. 500 og 1 000 celler l<sup>-1</sup> i midten av april (uke 16), mai (uke 18) og juni (uke 23) og i begynnelsen av august (uke 32).

### Ferder (KS 02)

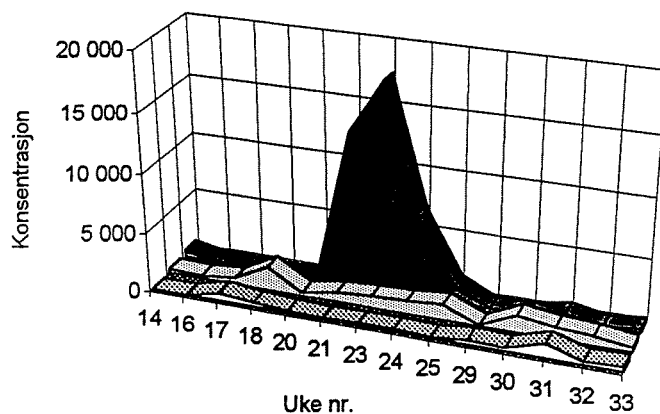
Kilde: G.S. Larsen; Fiskeridirektoratet  
Område: Skagerrakkysten

Dyp: 0-3 m

Periode: Uke 14 - 34 (38/39)  
Metode:  $^T500^{PM}$  10 000 c1<sup>-1</sup>

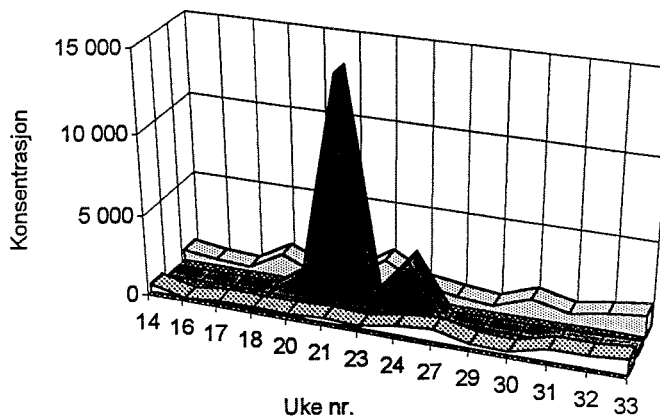
Fra midten av mai til begynnelsen av juni (uke 20 - 23) pågikk en kraftig blomstring med opptil 13,5 mill. celler l<sup>-1</sup> av *Skeletonema costatum*. *Emiliana huxleyi* ble påvist i mindre forekomster (150 000 - 250 000 celler l<sup>-1</sup>) fra begynnelsen av juli til slutten av august (uke 27 - 34). *Gyrodinium aureolum* ble påvist med 480 000 celler l<sup>-1</sup> ved 5 m dyp, og 80 000 - 125 000 celler l<sup>-1</sup> ved 0-3 m dyp, i midten av september (uke 38). *Dinophysis* spp. ble påvist med 2 000 celler l<sup>-1</sup> i midten av april (uke 14).

Missingene (KS 08)



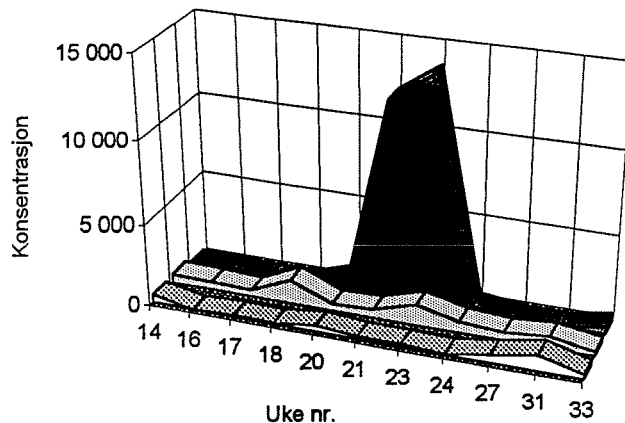
□ Dinoflag. (x10 c/l)   ▨ Flag. /andre (x1000 c/l)   ■ Diatomeer (x 1000 c/l)

Torbjørnskjær (KS 01)



□ Dinoflag. (x10 c/l)   ■ Diatomeer (x 1000 c/l)   ▨ Flag. /andre (x1000 c/l)

Ferder (KS 02)



□ Dinoflag. (x100 c/l)   ▨ Flag. /andre (x1000 c/l)   ■ Diatomeer (x 1000 c/l)

### Jomfruland (KS 03)

Kilde: G.S. Larsen; Fiskeridirektoratet  
Område: Skagerrakkysten

Dyp: 0-3 m

Periode: Uke 14 - 34 (38)  
Metode:  $T_{500}^{PM}$  10 000 c $l^{-1}$ /håv

Fra midten av mai til begynnelsen av juni (uke 21 - 24) ble det påvist en blomstring med opptil 7,3 mill. celler  $l^{-1}$  av *Skeletonema costatum*, og i slutten av august (uke 34) ble det påvist blomstring av *Chaetoceros* spp. med 1.5 mill. celler  $l^{-1}$ .

I begynnelsen av mai (uke 14) ble det påvist ca. 400 000 celler  $l^{-1}$  av dinoflagellaten *Ceratium* spp. Det ble påvist mindre forekomster (10 000 - 600 000 celler  $l^{-1}$ ) av *Emiliana huxleyi* fra midten av juni til begynnelsen av august (uke 25 - 32). *Gyrodinium aureolum* ble påvist med 110 000 celler  $l^{-1}$  i midten av september (uke 38).

### Flødevigen (HI 01/SNT 06)

Kilde: W. Fosback/E. Dahl; Havforskningsinst., Flødevigen  
Område: Skagerrakkysten

Dyp: 0-3 m

Periode: Uke 10 - 42  
Metode:  $F_{40}^{PM}$  10 000 c $l^{-1}$ /håv

Våroppblomstring av diatomeer ble påvist fra begynnelsen til slutten av mars (uke 9 - 12).

*Skeletonema costatum* var til stede hele tiden med høyeste celletall på 2,8 mill. celler  $l^{-1}$  i uke 12, mens *Thalassionema nitzschioides* dominerte med 1,8 mill. celler  $l^{-1}$  uken før (uke 11).

*Chaetoceros* spp. ble påvist med 500 000 celler  $l^{-1}$  i slutten av mars og midten av april (uke 12 og 15). En kortvarig blomstring av *S. costatum* ble påvist i begynnelsen av juni (uke 23) med 3 mill. celler  $l^{-1}$ . I siste halvdel av august (uke 33 og 34) blomstret *Chaetoceros* spp. med opptil 1,5 mill. celler  $l^{-1}$ .

*Emiliana huxleyi* ble påvist med 10 000 - 600 000 celler  $l^{-1}$  fra slutten av juni til midten av august (uke 25 - 32), mens *Chrysochromulina* spp. ble påvist med 1 mill. celler  $l^{-1}$  i slutten av mai (uke 21).

Dinoflagellaten *Ceratium* spp. ble påvist med 500 000 celler  $l^{-1}$  i slutten av april (uke 17), mens *Gyrodinium aureolum* ble påvist med ca. 400 000 celler  $l^{-1}$  i midten av september (uke 38). *Dinophysis* spp. ble påvist i håvtrekk i forekomster over faregrensen for giftige skjell i uke 19, 24, 25, 26 og 38. I vannprøver varierte forekomstene gjennom hele sesongen. Høyeste celletall av *Dinophysis* spp. ble påvist i slutten av september (uke 38) og var 2 800 celler  $l^{-1}$ .

*Alexandrium* spp. ble påvist i håvtrekk i forekomster over faregrensen for giftige skjell i slutten av april (uke 16).

### Flekkerøy (KS 04)

Kilde: G.S. Larsen; Fiskeridirektoratet  
Område: Skagerrakkysten

Dyp: 0-3 m

Periode: Uke 14 - 33 (38)  
Metode:  $^{T500/PM} 10\ 000\ c\ l^{-1}$

I begynnelsen av april (uke 14) ble det påvist ca. 640 000 celler  $l^{-1}$  av *Chaetoceros* spp. Forekomster av *E. huxleyi* ble påvist fra midten av juni til midten av august (uke 25 - 33). I midten av juli (uke 28) ble det påvist blomstring av *Emiliana huxleyi* med 2,3 mill. celler  $l^{-1}$ . *Dinophysis* spp. ble påvist med 1 000 celler  $l^{-1}$  i midten av juli (uke 28). *Gyrodinium aureolum* ble påvist med 115 000 celler  $l^{-1}$  i midten av september (uke 38).

### Lindesnes (KS 05)

Kilde: G.S. Larsen; Fiskeridirektoratet  
Område: Skagerrakkysten

Dyp: 0-3 m

Periode: Uke 14 - 33  
Metode:  $^{T500/PM} 10\ 000\ c\ l^{-1}$

I begynnelsen av april (uke 14) ble det påvist ca. 1,1 mill. celler  $l^{-1}$  av *Chaetoceros* spp. I midten av juli (uke 28) ble det påvist blomstring av *Emiliana huxleyi* med 1,5 mill. celler  $l^{-1}$ . Det ble forøvrig påvist mindre forekomster (150 000 - 300 000 celler  $l^{-1}$ ) av *E. huxleyi* i første halvdel av august (uke 31 - 33). *Gyrodinium aureolum* ble påvist med 1,1 mill. celler  $l^{-1}$  i midten av september (uke 38).

### Dalskilen (SNT 07)

Kilde: W. Fosback/E. Dahl; Havforskningsinst., Flødevigen

Område: Skagerrakkysten, Lindesnes

Dyp: 0-3 m

Periode: Uke 16 - 39  
Metode:  $^{F40/PM} 10\ 000\ c\ l^{-1}/håv$

Det ble påvist lite alger ved Dalskilen hele sesongen. *Dinophysis* spp. ble påvist i håvtrekk over faregrensen for giftige skjell i uke 19, 24, 26, 29 og 30. Høyeste celletall av *Dinophysis* spp. ble påvist i begynnelsen av mai (uke 19) og var på 1 600 celler  $l^{-1}$ .

### Støytland (KS 06)

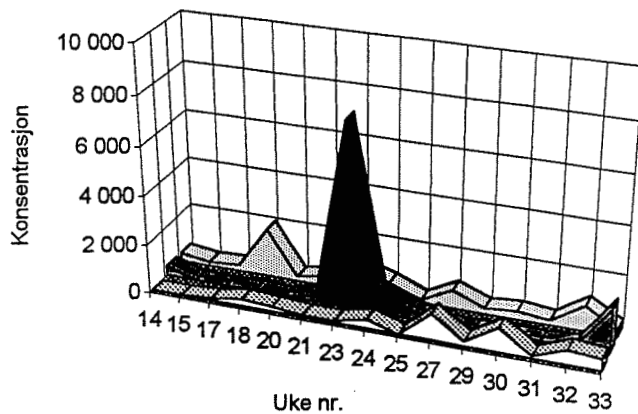
Kilde: G.S. Larsen; Fiskeridirektoratet  
Område: Flekkefjord

Dyp: 0-3 m

Periode: Uke 21 - 34 (38)  
Metode:  $^{T500/PM} 10\ 000\ c\ l^{-1}$

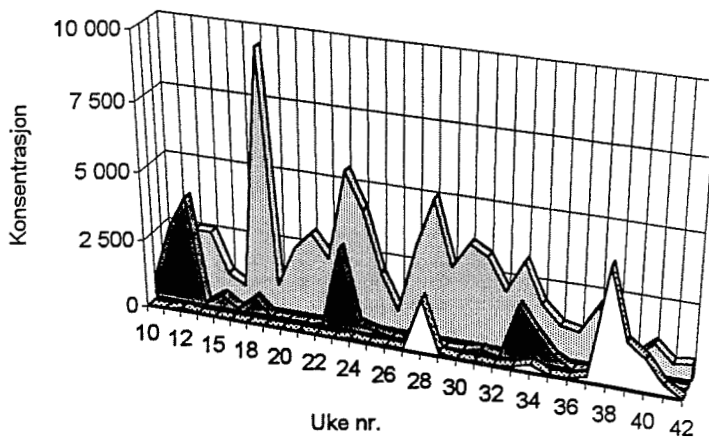
I mesteparten av juni (uke 23-25) blomstret *Skeletonema costatum* med opptil 7 mill. celler  $l^{-1}$ . Det ble påvist forekomster på mellom 70 000 og 1 mill. celler  $l^{-1}$  av *E. huxleyi* fra midten av juli til slutten av august (uke 29 - 34).

Jomfruland (KS 03)



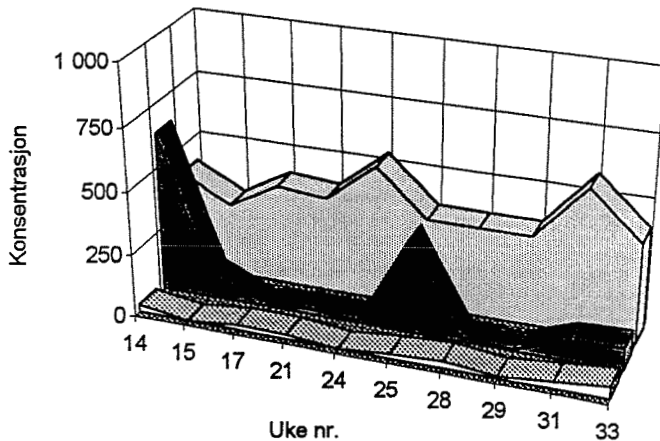
□ Dinoflag. (x10 c/l) ■ Diatomeer (x 1000 c/l) ▨ Flag. /andre (x1000 c/l)

Flødevigen (SNT 06)



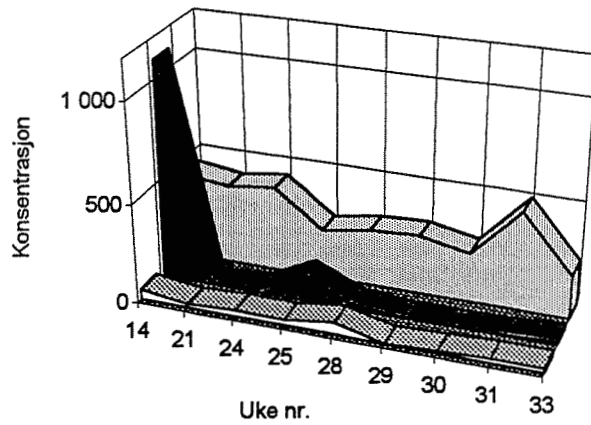
□ Dinoflag. (x100 c/l) ■ Diatomeer (x1000 c/l) ▨ Flag. /andre (x1000 c/l)

Flekkerøy (KS 04)



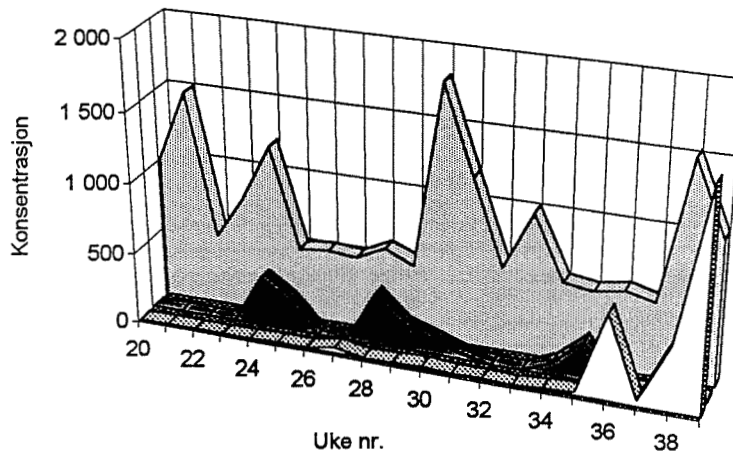
□ Dinoflag. (x100 c/l) ■ Diatomeer (x 1000 c/l) ▨ Flag. /andre (x1000 c/l)

Lindesnes (KS 05)



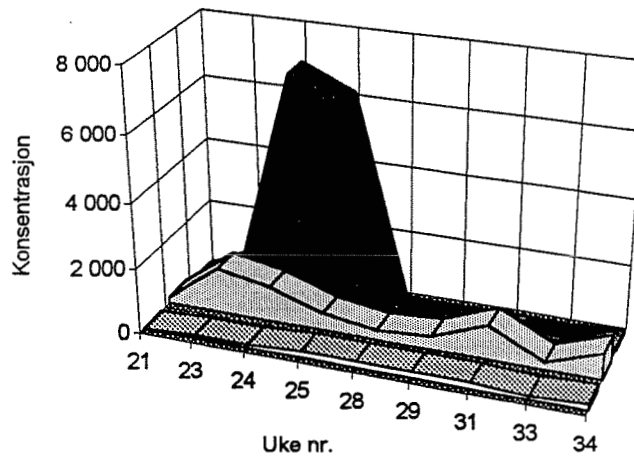
□ Dinoflag. (x100 c/l) ■ Diatomeer (x 1000 c/l) ▨ Flag. /andre (x1000 c/l)

Dalskilen (SNT 07)



□ Dinoflag. (x100 c/l) ■ Diatomeer (x1000 c/l) ▨ Flag. /andre (x1000 c/l)

Støytland (KS 06)



□ Dinoflag. (x10 c/l) ▨ Flag. /andre (x1000 c/l) ■ Diatomeer (x 1000 c/l)



### Nordasundet (SNT 08)

Kilde: G. Espeland; Næringsmiddeltilsynet i Dalane  
Område: Egersund Dyp: 0-3 m

Periode: Uke 11 - 39  
Metode:  $^{T}500/^{PM}10\ 000\ c\ l^{-1}/h\ åv$

Våroppblomstringen av diatomeer ble først påvist i slutten av mars (uke 12). *Skeletonema costatum* dominerte med 3,4 mill celler  $l^{-1}$ , mens *Pseudonitzschia pseudodelicatissima* var til stede med 300 000 celler  $l^{-1}$ . To uker senere (uke 14) var *Chaetoceros* spp. dominerende blant diatomeene med 660 000 celler  $l^{-1}$ . Fra midten av juni til begynnelsen av juli (uke 24 - 27) blomstret *S.costatum* med opptil 3,4 mill. celler  $l^{-1}$ . Også i slutten av august (uke 34 og 35) blomstret diatomeene. I uke 34 dominerte *Chaetoceros* spp. med 700 000 celler  $l^{-1}$ , mens *S. costatum* dominerte med 1,3 mill. celler  $l^{-1}$  i uke 35.

*Chrytophysceene* var til stede med 700 000 celler  $l^{-1}$  i andre uke av mai (uke 19), mens *Emiliana huxleyi* blomstret med 1,2 mill. celler  $l^{-1}$  i midten av juli (uke 28).

*Chrysochromulina* spp. ble påvist med 700 000 celler  $l^{-1}$  i slutten av mai (uke 21).

*Dinophysis* spp. ble påvist i forekomster under 500 celler  $l^{-1}$  gjennom mesteparten av sesongen, og den ble påvist 500 celler  $l^{-1}$  i slutten av mai (uke 22). *Alexandrium* spp. ble påvist med 500 celler  $l^{-1}$  i midten av april (uke 15).

### Lovrafjorden (HOV 03)

Kilde: E.R. Lømsland/T. Johnsen; NIVA  
Område: Rogaland Dyp: 0-3 m

Periode: Uke 24 - 36  
Metode:  $^{PM}10\ 000\ c\ l^{-1}$

Diatomeene blomstret i hele den undersøkte perioden. Høyeste celletall ble påvist i uke 32 med 7,8 mill. celler  $l^{-1}$  og laveste celletall på 500 000 celler  $l^{-1}$  i uke 33. *Chaetoceros* spp. og *Diatoma tenuis* dominerte fram til uke 32. Fra midten av august (uke 33) dominerte *S. costatum*. *E. huxleyi* ble observert med ca. 2,5 mill. celler  $l^{-1}$  i uke 34.

*Prymnesium* spp. ble påvist første gang i midten av juli med 430 000 celler  $l^{-1}$ . Høyeste celletall var ca. 840 000 celler  $l^{-1}$  og ble påvist i midten av august (uke 33). I begynnelsen av september var celletallet av *Prymnesium* spp. sunket til 25 000 celler  $l^{-1}$ .

### Hylsfjorden (HOV 04)

Kilde: E.R. Lømsland/T. Johnsen; NIVA  
Område: Rogaland

Dyp: 0-5 m

Periode: Uke 24 - 36  
Metode: <sup>PM</sup>10 000 c l<sup>-1</sup>

Diatomeene blomstret fra undersøkelsene startet i midten av juni (uke 24) til midten av juli (uke 29), og celtallet varierte mellom 1,8 og 5,6 mill. celler l<sup>-1</sup>. I ukene 24-27 dominerte *Chaetoceros wighamii*. Mot slutten av blomstringen (uke 28-29) dominerte *Diatoma tenuis*. *Prymnesium* spp. ble første gang påvist i slutten av juni (uke 25) og da med ca. 50 000 celler l<sup>-1</sup>. Den ble deretter ikke observert igjen før i midten av juli (uke 29). Høyeste forekomst var 1 mill. celler l<sup>-1</sup> og ble påvist i slutten av juli (uke 30). I begynnelsen av september ble det kun observert 5 000 celler l<sup>-1</sup> av denne algen.

### Lundsvågen (SNT 09)

Kilde: W. Fosback/E. Dahl; Havforskningsinst., Flødevigen  
Område: Sør-Vestlandet, Stavanger

Dyp: 0-3 m

Periode: Uke 11 - 42  
Metode: <sup>F40</sup>/<sup>PM</sup> 10 000 c l<sup>-1</sup>/håv

Våroppblomstringen av diatomeer ble først påvist i slutten av mars (uke 12) og *Skeletonema costatum* dominerte med 1 mill celler l<sup>-1</sup>. I slutten av juni (uke 25) blomstret *S. costatum* med 4,2 mill. celler l<sup>-1</sup> og *Chaetoceros* spp. med 800 000 celler l<sup>-1</sup>. *Pseudonitzschia* spp. blomstret med opptil 1,5 mill. celler l<sup>-1</sup> i midten av oktober (uke 41 og 42). *Emiliania huxleyi* blomstret med opptil 1,6 mill. celler l<sup>-1</sup> i slutten av juni til midten av juli (uke 26 - 28). *Dinophysis* spp. ble påvist mesteparten av sesongen, men i forekomster under 500 celler l<sup>-1</sup>. *Alexandrium* spp. ble påvist i håvtrekk i forekomster over faregrensen for giftige skjell i uke 16 og 28.

### Skjoldastraumen (SNT 10a)

Kilde: E.R. Lømsland/T. Johnsen; NIVA  
Område: Rogaland

Dyp: 0-3 m

Periode: Uke 11 - 34  
Metode: <sup>PM</sup>10 000 c l<sup>-1</sup>/håv

Det ble påvist diatomeblomstring med inntil 2,1 mill. celler l<sup>-1</sup> ved Skjoldastraumen i slutten av mars og i begynnelsen av april (uke 12 og 14). *S. costatum* dominerte begge ukene og ble påvist med ca. 1,4 mill. celler l<sup>-1</sup> i uke 12. Resten av sesongen ble det påvist lite alger ved denne lokaliteten. *Alexandrium* spp. ble påvist i håvtrekk med forekomster over SNTs faregrense for giftige skjell i første halvdel av juni (uke 23 og 24).

### **Borgøy (SNT 10b)**

Kilde: E.R. Lømsland/T. Johnsen; NIVA

Område: Rogaland

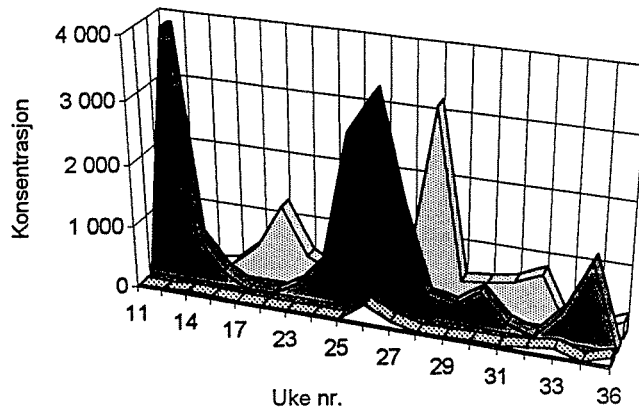
Dyp: 0-3 m

Periode: Uke 24 - 50

Metode: <sup>PM</sup>10 000 c l<sup>-1</sup>/håv

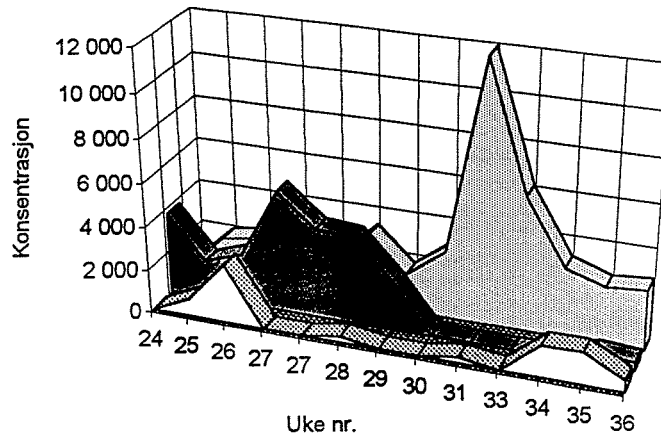
Det ble påvist blomstring av *S. costatum* med opptil 2,2 mill. celler l<sup>-1</sup> ved Borgøy de to siste ukene i juni (uke 25 og 26). I månedskiftet november/desember (uke 48 og 49) ble det påvist moderate mengder av *S. costatum* (ca. 400 000 celler l<sup>-1</sup>). *E. huxleyi* ble påvist med 600 000 - 850 000 celler l<sup>-1</sup> i begynnelsen av juli (uke 27 og 28) og begynnelsen av august (uke 31 og 32). *Alexandrium* spp. ble påvist i håvtrekk med forekomster over faregrensen for giftige skjell i uke 24 og 26.

Nordasundet (SNT 08)



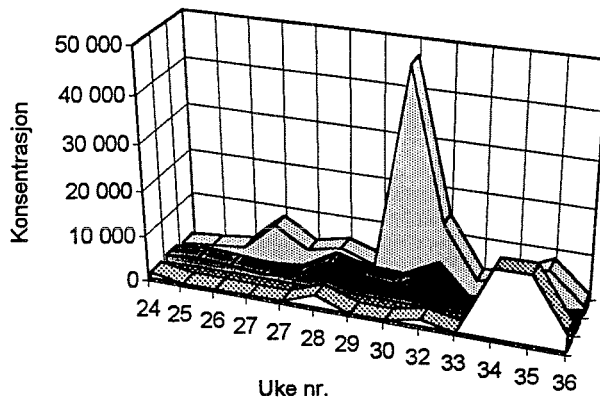
□ Dinoflag. (x100 c/l) ■ Diatomeer (x1000 c/l) ▨ Flag./andre (x1000 c/l)

Hylsfjorden (HOV 04)



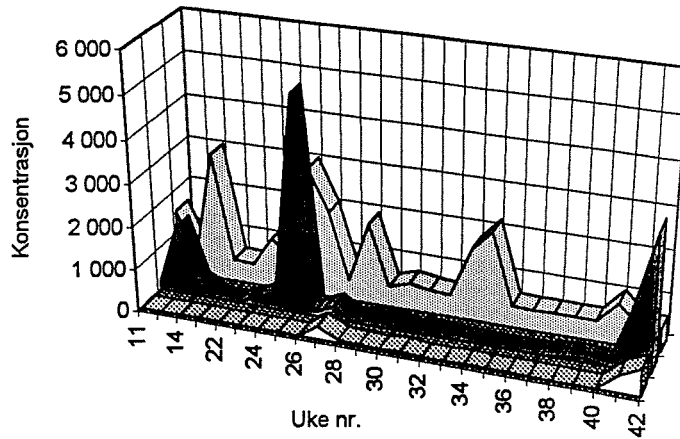
□ Dinoflag. (x100 c/l) ■ Diatomeer (x1000 c/l) ▨ Flag./andre (x1000 c/l)

Lovrafjorden (HOV 03)



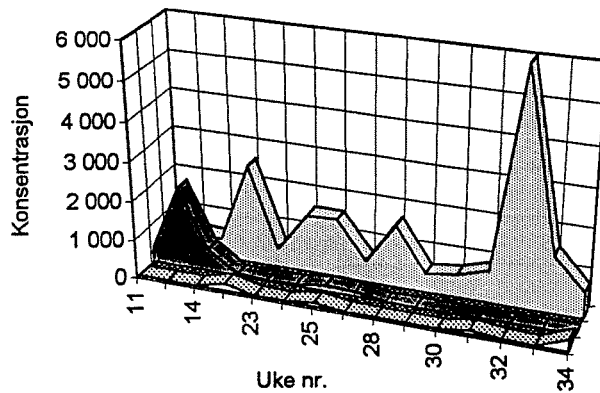
□ Dinoflag. (x10 c/l) ■ Diatomeer (x1000 c/l) ▨ Flag./andre (x1000 c/l)

Lundsvågen (SNT 09)



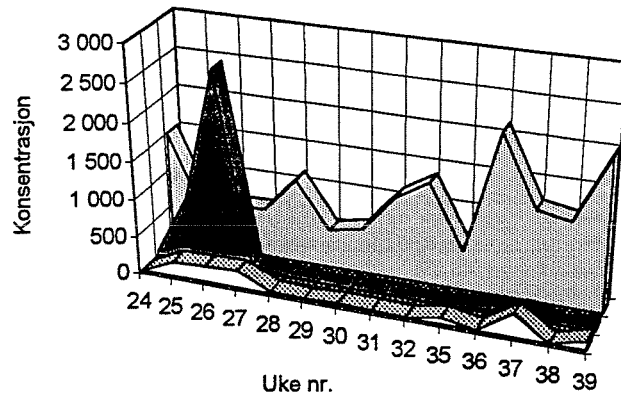
□ Dinoflag. (x100 c/l) ■ Diatomeer (x1000 c/l) ▒ Flag./andre (x1000 c/l)

Skjoldastraumen (SNT 10a)



□ Dinoflag. (x100 c/l) ■ Diatomeer (x1000 c/l) ▒ Flag./andre (x1000 c/l)

Borgøy (SNT 10b)



□ Dinoflag. (x100 c/l) ■ Diatomeer (x1000 c/l) ▒ Flag./andre (x1000 c/l)

## Rong (SNT 11)

Kilde: E.R. Lømsland/T. Johnsen; NIVA  
Område: Hordaland

Dyp: 0-3 m

Periode: Uke 11 - 39  
Metode: <sup>PM</sup> 10 000 c<sup>l</sup>/håv

Våroppblomstringen ble først påvist i slutten av mars (uke 12) og varte til midten av april (uke 15). Blant diatomeene dominerte *Chaetoceros* spp. og *Skeletonema costatum* med totalt opptil 1,6 mill. celler l<sup>-1</sup>. I samme tidsrom blomstret også flagellaten *Phaeocystis pouchetii* med opptil 1,8 mill. celler l<sup>-1</sup>. Fra slutten av mai til midten av juli (uke 21 - 28) var det en ny og langvarig diatomeblomstring. *S.costatum* var blant de dominerende artene mesteparten av denne tiden med opptil 4,3 mill. celler l<sup>-1</sup>. *Chaetoceros wighamii* var til stede med 1,5 mill. celler l<sup>-1</sup> i uke 25 og 27, og 2,2 mill. celler l<sup>-1</sup> i uke 26. Samtidig med denne diatomeblomstringen, fra midten av juni og hele juli (uke 24 - 30), blomstret *Emiliana huxleyi* med opptil 5 mill. celler l<sup>-1</sup>. Fra slutten av august til midten av september (uke 34 - 37) blomstret diatomeen *Rhizosolenia fragilissima* med opptil 2,4 mill. celler l<sup>-1</sup>. Det ble flere ganger påvist relativt høye forekomster av *Chrysochromulina* spp. ved Rong. I slutten av mai (uke 21) var det 750 000 celler l<sup>-1</sup>, og i begynnelsen av juli (uke 27 og 28) ble det påvist 1 - 2 mill. celler l<sup>-1</sup> av denne algen.

*Dinophysis* spp. ble påvist i forekomster mellom 20 og 400 celler l<sup>-1</sup> i deler av sesongen, mens *Alexandrium* spp. ble påvist i håvtrekk i forekomster over faregrensen for giftige skjell i uke 15, 23, 28 og 36.

## Kjeldstraumen (SNT 13)

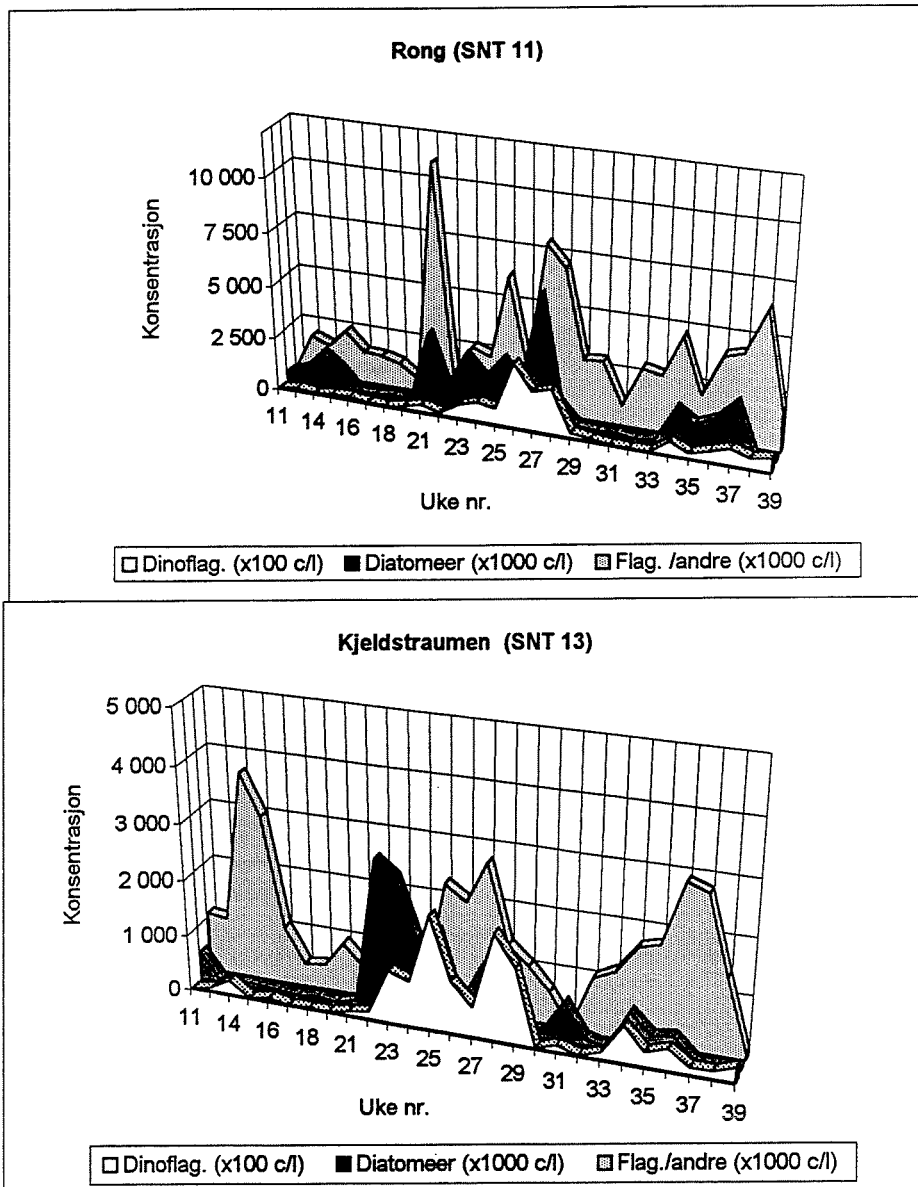
Kilde: E.R. Lømsland/T. Johnsen; NIVA  
Område: Hordaland, Lindås

Dyp: 0-3 m

Periode: Uke 11 - 39  
Metode: <sup>PM</sup> 10 000 c<sup>l</sup>/håv

Våroppblomstringen ble påvist fra midten av mars (uke 11) og *Skeletonema costatum* dominerte med 0,5 mill. celler l<sup>-1</sup>. Fra midten av mars og ut mesteparten av april (uke 11 - 16) blomstret flagellaten *Phaeocystis* sp. med opptil 3 mill. celler l<sup>-1</sup>. Fra slutten av mai til midten av juli (uke 22 - 28) var det en ny og langvarig diatomeblomstring. *S. costatum* dominerte med opptil 2,7 mill. celler l<sup>-1</sup>, men også en del forekomst av *Chaetoceros* spp. Samtidig med denne diatomeblomstringen, fra slutten av juni og halve juli (uke 25 - 28), blomstret også *Emiliana huxleyi* med opptil 1,9 mill. celler l<sup>-1</sup>.

*Dinophysis* spp. ble kun påvist i håvtrekk og i forekomster under faregrensen for giftige skjell, mens *Alexandrium* spp. ble påvist i håvtrekk i forekomster over faregrensen for giftige skjell i april (uke 14 og 15) og i slutten av august (uke 34).



### Sørfjorden, Vaksdal (HOV 05)

Kilde: E.R. Lømsland/T. Johnsen; NIVA

Periode: Uke 10 - 26

Område: Hordaland

Dyp: 0-5 m

Metode: <sup>PM</sup>10 000 c<sup>l-1</sup>

Våroppblomstringen ble påvist i slutten av mars til midten av april (uke 13 - 16). De to første ukene var *Pseudonitzschia pseudodelicatissima* fremtredende med opptil 1 mill. celler l<sup>-1</sup>. Fra uke 14 dominerte *Skeletonema costatum* med 6 - 12 mill. celler l<sup>-1</sup>. I slutten av mai (uke 21) blomstret diatomeen *Diatoma elongatum* med 1,4 mill. celler l<sup>-1</sup>. I slutten av april ble det påvist 1,3 mill. *Chryptophyceae* spp. l<sup>-1</sup>. *Chrysochromulina* spp. ble påvist med 900 000 celler l<sup>-1</sup> i slutten av mai (uke 21).

### Osterfjorden, Fyllingsnes (HOV 06)

Kilde: E.R. Lømsland/T. Johnsen; NIVA

Periode: Uke 10 - 30

Område: Hordaland

Dyp: 0-5 m

Metode: <sup>PM</sup>10 000 c<sup>l-1</sup>

I Osterfjorden blomstret diatomeene nærmest kontinuerlig gjennom hele sesongen. I begynnelsen av mars (uke 10) blomstret *Skeletonema costatum* med 2 mill. celler l<sup>-1</sup>. Forekomstene avtok i de to påfølgende ukene. Fra slutten av mars og ut juli (uke 13 - 30) var det en sammenhengende blomstring av *S. costatum* med celletall som stort sett varierte mellom 1 og 10 mill. celler l<sup>-1</sup>. Fra midten av juni til slutten av juli (uke 24 - 30) var *Chaetoceros* spp., særlig *C. wighamii*, framtredende med 1 - 4 mill. celler l<sup>-1</sup>. Fra midten av juni til midten av juli (uke 24 - 28) var det kraftige forekomster av *Diatoma teuis*. Det ble påvist forekomster på opptil 24 mill. celler l<sup>-1</sup> av denne algen i uke 24, mens forekomstene ellers var mellom 500 000 og 9 mill. celler l<sup>-1</sup>. I begynnelsen av mai ble det påvist 1,4 mill. *Chryptophyceae* l<sup>-1</sup>. *Chrysochromulina* spp. ble påvist med 600 000 - 1,4 mill. celler l<sup>-1</sup> de tre første ukene av mai (uke 23 - 25).

### Masfjorden, Solheim (HOV 07)

Kilde: E.R. Lømsland/T. Johnsen; NIVA

Periode: Uke 10 - 30

Område: Hordaland

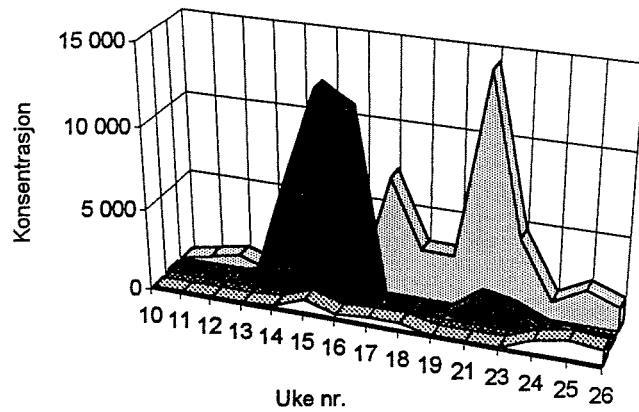
Dyp: 0-5 m

Metode: <sup>PM</sup>10 000 c<sup>l-1</sup>

Våroppblomstringen i Masfjorden ble påvist fra begynnelsen av mars til midten av mars (uke 10 og 11). Blomstringen var dominert av *Skeletonema costatum* med opptil 4 mill. celler l<sup>-1</sup> og *Pseudonitzschia* spp. med opptil 1,8 mill. celler l<sup>-1</sup>. I slutten av april og begynnelsen av mai

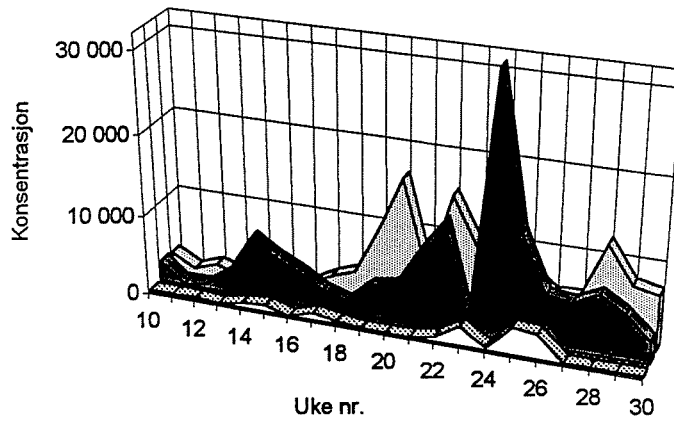


### Sørfjorden (HOV 05)



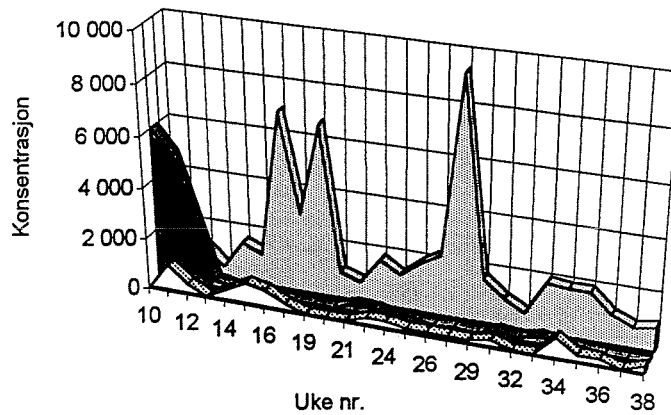
□ Dinoflag. (x100 c/l) ■ Diatomeer (x1000 c/l) ▒ Flag. /andre (x1000 c/l)

### Osterfjorden (HOV 06)



□ Dinoflag. (x100 c/l) ■ Diatomeer (x1000 c/l) ▒ Flag. /andre (x1000 c/l)

### Masfjorden (HOV 07)



□ Dinoflag. (x100 c/l) ■ Diatomeer (x1000 c/l) ▒ Flag. /andre (x1000 c/l)

(uke 16 - 19) ble det påvist over 1 mill. *Chryptophyceae* spp. l<sup>-1</sup>. Det ble påvist mlom 600 000 og 900 000 celler l<sup>-1</sup> av *Emiliana huxleyi* i slutten av juni og midten av juli.

### Værlandet (HOV 08)

Kilde: E.R. Lømsland/T. Johnsen; NIVA

Område: Sogn og Fjordane

Dyp: 0-5 m

Periode: Uke 10 - 42

Metode: <sup>PM</sup>10 000 c l<sup>-1</sup>

På våren, fra begynnelsen av mars til midten av april, ble det ved gjentatte anledninger (ukene 10, 12 og 15) påvist *Phaeocystis* forekomster på opptil 3 mill. celler l<sup>-1</sup>. I begynnelsen av april (uke 14) ble det påvist en svak blomstring av *Skeletonema costatum* på ca. 1 mill. celler l<sup>-1</sup>. Også i begynnelsen av juni (uke 23) blomstret *S. costatum* med ca. 6 mill. celler l<sup>-1</sup>. *Pseudonitzschia pungens* blomstret med ca. 700 000 celler l<sup>-1</sup> i slutten av august (uke 35). I midten av juli (uke 23) ble det påvist ca. 700 000 *Chrysochromulina* spp. l<sup>-1</sup>.

### Svanøy (HOV 09)

Kilde: E.R. Lømsland/T. Johnsen; NIVA

Område: Sogn og Fjordane

Dyp: 0-5 m

Periode: Uke 9 - 42

Metode: <sup>PM</sup>10 000 c l<sup>-1</sup>

På våren, fra begynnelsen av mars til midten av april, ble det ved gjentatte anledninger (ukene 10, 12 og 15) påvist *Phaeocystis*-forekomster på opptil 2,5 mill. celler l<sup>-1</sup>. I slutten av mars (uke 12) ble det påvist blomstring av *Chaetoceros* spp. med 1 mill. celler l<sup>-1</sup>. *Skeletonema costatum* blomstret med opptil 8 mill. celler l<sup>-1</sup> i begynnelsen av juni (uke 23 og 24). I begynnelsen av mai (uke 19) ble det påvist ca. 900 000 *Chryptophyceae* spp. l<sup>-1</sup>.

### Hella (SNT 12a)

Kilde: E.R. Lømsland/T. Johnsen; NIVA

Område: Sognefjorden

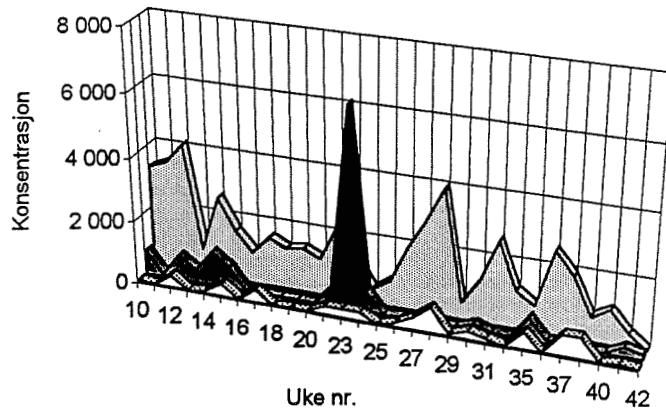
Dyp: 0-3 m

Periode: Uke 11 - 39

Metode: <sup>F40</sup>/<sup>PM</sup> 10 000 c l<sup>-1</sup>/håv

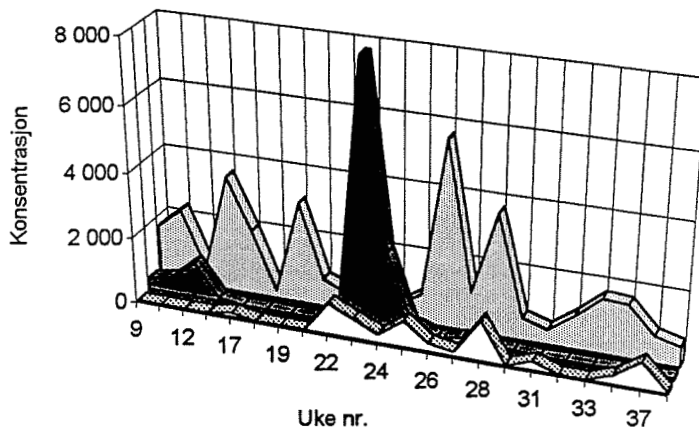
Fra begynnelsen av juni ble det gjentatte ganger påvist diatomeblomstringer ved Hella. I de to første ukene i juni (uke 23 og 24) blomstret *Skeletonema costatum* med 2 mill. celler l<sup>-1</sup>. I uke 23 var *Chaetoceros curvisetus* påvist med 1 mill. celler l<sup>-1</sup>. I slutten av juni (uke 26) ble det igjen påvist mye *S. costatum* (1 mill. celler l<sup>-1</sup>). Fra slutten av juli til midten av august (uke 30 - 33) blomstret *S. costatum* på nytt med opptil 2 mill. celler l<sup>-1</sup>. I slutten av september (uke 38) blomstret *Pseudonitzschia* spp. med 1,3 mill. celler l<sup>-1</sup>. *Emiliana huxleyi* var til stede med opptil 900 000 celler l<sup>-1</sup> i slutten av april og første halvdel av mai (uke 17 - 20). *Dinophysis*

### Værlandet (HOV 08)



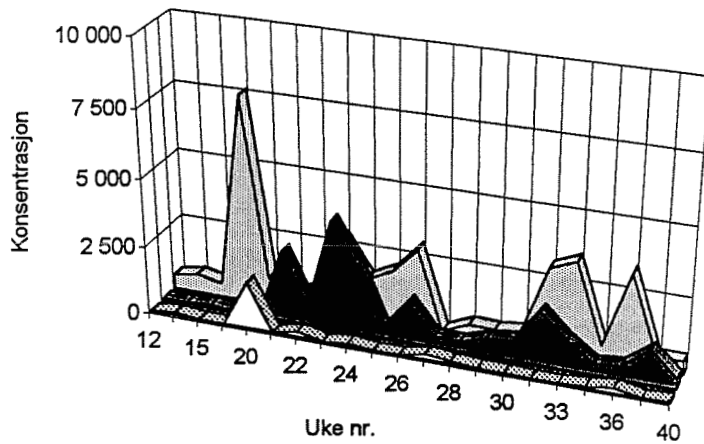
□ Dinoflag. (x100 c/l) ■ Diatomeer (x1000 c/l) ▒ Flag./andre (x1000 c/l)

### Svanøy (HOV 09)



□ Dinoflag. (x100 c/l) ■ Diatomeer (x1000 c/l) ▒ Flag./andre (x1000 c/l)

### Hella (SNT 12)



□ Dinoflag. (x100 c/l) ■ Diatomeer (x1000 c/l) ▒ Flag./andre (x1000 c/l)

*Chaetoceros wighamii* dominerte denne med ca. 2 mill. celler l<sup>-1</sup>. Forøvrig var også *Skeletonema costatum* og *Pseudonitzschia* spp. framtrepende med h.h.v. 800 000 og 500 000 celler l<sup>-1</sup>. *Dinophysis* spp. ble påvist i håvtrekk mesteparten av sesongen og i forekomster over faregrensen for giftige skjell i slutten av april (uke 17) og i september (uke 38). *Alexandrium excavatum* ble påvist i håvtrekk i forekomster over faregrensen for giftige skjell flere ganger gjennom sesongen (uke 14, 15, 23, 34 og 35).

### **Festøy (HOV 10)**

Kilde: E.R. Lømsland/T. Johnsen; NIVA

Område: Møre og Romsdal

Dyp: 0-5 m

Periode: Uke 15 - 35

Metode: <sup>PM</sup> 10 000 c l<sup>-1</sup>

Det ble påvist blomstring av *Skeletonema costatum* ved Festøy i begynnelsen av juni (uke 23) og i midten av juli (uke 29) med h.h.v. 1,7 mill. og 450 000 celler l<sup>-1</sup>. I uke 29 ble *Chaetoceros curvisetus* påvist med 400 000 celler l<sup>-1</sup>.

I midten av juni (uke 24) ble det påvist ca. 1,5 mill. *Chryptophyceae* spp. l<sup>-1</sup>.

spp. ble påvist i håvtrekk over faregrensen for giftige skjell i uke 17, 20, 24, 26-30, 33, 34, 36 og 40. I vannprøver ble *Dinophysis* spp. påvist 11 000 celler l<sup>-1</sup> i midten av mai (uke 20). *Alexandrium* spp. var til stede i håvtrekk i forekomster over faregrensen for giftige skjell i mesteparten av april (uke 14, 15 og 17).

### Skjeer (SNT 12b)

Kilde: E.R. Lømsland/T. Johnsen; NIVA

Område: Sognefjorden

Dyp: 0-3 m

Periode: Uke 11 - 40

Metode: <sup>F40</sup>/<sup>PM</sup> 10 000 c l<sup>-1</sup>/håv

Fra begynnelsen av juni ble det gjentatte ganger påvist diatomeblomstringer ved Skjeer. I slutten av mai og i første halvdel av juni (uke 22 - 24) blomstret *Skeletonema costatum* med opptil 4,5 mill. celler l<sup>-1</sup>. I uke 23 var *Chaetoceros* spp. framtrødende med 800 000 celler l<sup>-1</sup>. Fra midten til slutten av juli (uke 28 - 30) blomstret *Chaetoceros* spp. med opptil 2,8 mill. celler l<sup>-1</sup>. I uke 29 blomstret *S. costatum* med 4,2 mill. celler l<sup>-1</sup>. *Pseudonitzschia* spp. blomstret i mesteparten av september og begynnelsen av oktober (uke 36 - 40) med 2 - 20 mill. celler l<sup>-1</sup>. *Emiliania huxleyi* var til stede med 4 mill. celler l<sup>-1</sup> i slutten av april (uke 17), og med 550 000 celler l<sup>-1</sup> i midten av juli (uke 28).

*Dinophysis* spp. varperiodevis til stede i forekomster over faregrensen for giftige skjell gjennom hele sesongen (uke 17, 19-24, 26-30, 33, 34, 38 og 40). Høyeste forekomst ble påvist i begynnelsen av juni (uke 20 og var på 6 400 celler l<sup>-1</sup>). *Alexandrium* spp. var til stede i håvtrekk i forekomster over faregrensen for giftige skjell i mesteparten av våren og forsommeren frem til slutten av mai (uke 12, 15, 16, 17, 19 og 22).

### Måløy (SNT 13)

Kilde: E.R. Lømsland/T. Johnsen; NIVA

Område: Sogn og Fjordane

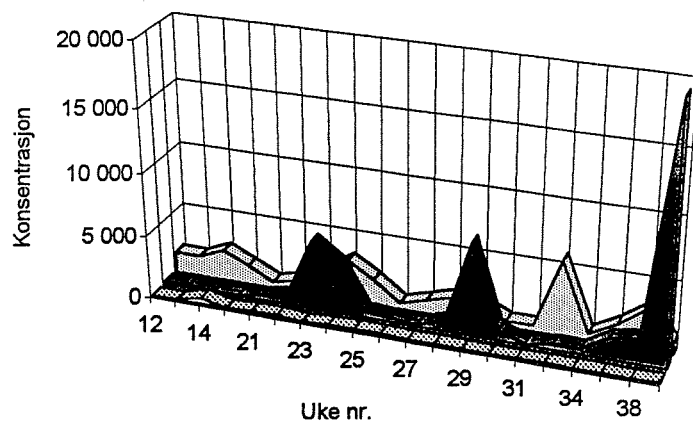
Dyp: 0-3 m

Periode: Uke 12 - 40

Metode: <sup>F40</sup>/<sup>PM</sup> 10 000 c l<sup>-1</sup>/håv

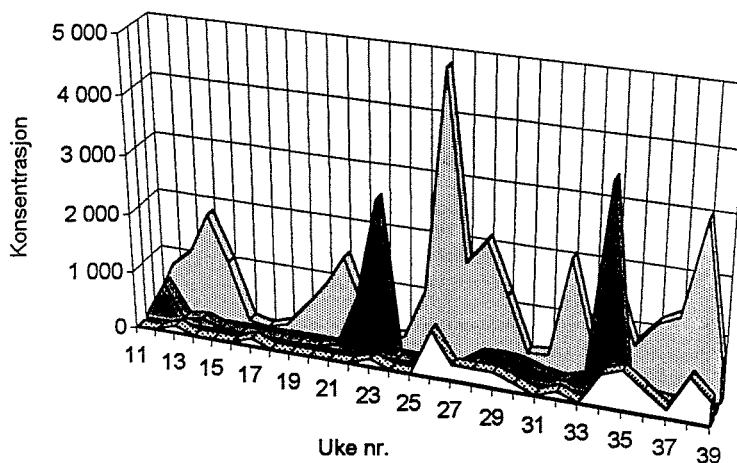
Vårøppblomstring av *Phaeocystis* spp. ble påvist med opptil 1,3 mill. celler l<sup>-1</sup> fra slutten av mars til midten av april (uke 12 - 15). I slutten av mai og begynnelsen av juni (uke 22 og 23) ble det påvist diatomeblomstring. I uke 22 dominerte *Chaetoceros* spp. med ca. 600 000 celler l<sup>-1</sup> og *Skeletonema costatum* med 300 000 celler l<sup>-1</sup>, og i uke 23 dominerte *S. costatum* med 2,4 mill. celler l<sup>-1</sup>. Det ble påvist ny diatomeblomstring i slutten av august (uke 34), og

Skjer (SNT 12b)



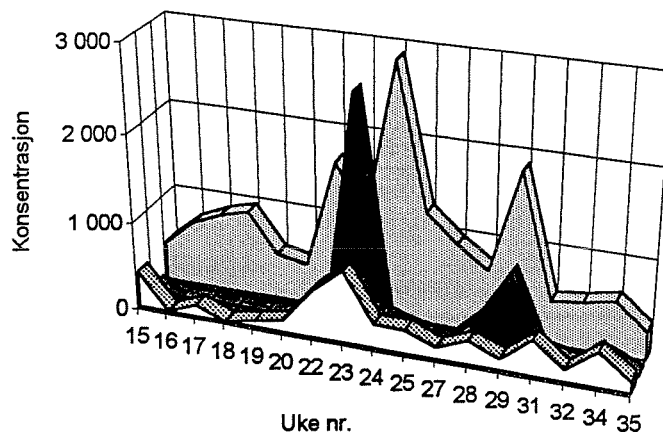
□ Dinoflag. (x100 c/l) ■ Diatomeer (x1000 c/l) ▒ Flag. / andre (x1000 c/l)

Måløy (SNT 14)



□ Dinoflag. (x100 c/l) ■ Diatomeer (x1000 c/l) ▒ Flag. / andre (x1000 c/l)

Festøy (HOV 10)



□ Dinoflag. (x100 c/l) ■ Diatomeer (x1000 c/l) ▒ Flag. / andre (x1000 c/l)

### Rogne (HOV 11)

Kilde: E.R. Lømsland/T. Johnsen; NIVA  
Område: Møre og Romsdal

Dyp: 0-5 m

Periode: Uke 14 - 27 (35)  
Metode: <sup>PM</sup> 10 000 c<sup>-1</sup>

Det ble påvist svak blomstring av *Phaeocystis* spp. med opptil 1 mill. celler l<sup>-1</sup> i første halvdel av april (uke 14 og 15). I slutten av mai (uke 22) blomstret *Skeletonema costatum* med 1,8 mill. celler l<sup>-1</sup> og *Chaetoceros* spp. med 1,1 mill. celler l<sup>-1</sup>. *Pseudonitzschia* spp. blomstret med 1,9 mill. celler l<sup>-1</sup> i begynnelsen av juli (uke 27).

### Freiøya (HOV 12)

Kilde: E.R. Lømsland/T. Johnsen; NIVA  
Område: Møre og Romsdal

Dyp: 0-5 m

Periode: Uke 14 - 34  
Metode: <sup>PM</sup> 10 000 c<sup>-1</sup>

Det ble påvist blomstring av *Phaeocystis* spp. med opptil 3,6 mill. celler l<sup>-1</sup> i begynnelsen av april (uke 14). I slutten av mai (uke 21) ble det påvist svak blomstring av *Skeletonema costatum* med 700 000 celler l<sup>-1</sup>.

*Chryptophyceae* spp. var tilstede med ca. 1 mill. celler l<sup>-1</sup> i begynnelsen av juni (uke 22).

### Gjelsøya (HOV 13)

Kilde: K. Heidal/ Å. Mohus; Høgskolesenteret i Nordland  
Område: Sør-Trøndelag

Dyp: 0-5 m

Periode: Uke 22 - 37  
Metode: <sup>T</sup> 500 celle l<sup>-1</sup>

Det ble påvist diatomeblomstring ved Gjelsøya i siste halvdel av juli (uke 28 og 30). I uke 28 dominerte *S. costatum* og *Chaetoceros* spp. med h.h.v. 840 000 og 350 000 celler l<sup>-1</sup>, mens *Chaetoceros* spp. dominerte i uke 30 med 650 000 celler l<sup>-1</sup>. Også i første uken av september blomstret *S. costatum* og *Chaetoceros* med h.h.v. 820 000 og 570 000 celler l<sup>-1</sup>.

### Stokken (HOV 14)

Kilde: Å. Mohus/K. Heidal; HSN  
Område: Sør-Trøndelag, Åfjord

Dyp: 0-5 m

Periode: Uke 18 - 26  
Metode: <sup>T</sup> 500 celler l<sup>-1</sup>

Det ble påvist diatomeblomstring i slutten av mai (uke 21) med over 3 mill. celler l<sup>-1</sup>. De dominerende artene var *Chaetoceros* spp. med 1,6 mill. celler l<sup>-1</sup>, *Skeletonema costatum* med 800 000 celler l<sup>-1</sup> og *Pseudonitzschia* spp. med 500 000 celler l<sup>-1</sup>.

Cf. *Alexandrium* sp. ble påvist flere ganger gjennom sesongen med høyeste forekomst på 10 000 celler l<sup>-1</sup> i midten av juni (uke 24).

### Thorlandsøy (HOV 15)

Kilde: K. Heidal/Å. Mohus; Høgskolesenteret i Nordland  
Område: Helgelandskysten Dyp: 0-5 m

Periode: Uke 17 - 29  
Metode:  $^T$ 500 celler  $l^{-1}$

Det ble påvist blomstring av *Skeletonema costatum* med 7 - 9 mill. celler  $l^{-1}$  i slutten av mai og begynnelsen av juni (uke 21 og 22). Også i midten av juni (uke 29) ble *S. costatum* påvist med ca. 1 mill. celler  $l^{-1}$ . *Chryptophyceae* spp. var til stede med ca. 500 000 celler  $l^{-1}$  i siste halvdel av juni (uke 24 og 25). Cf. *Alexandrium* sp. ble påvist med 500 celler  $l^{-1}$  i første halvdel av juni (uke 22 og 23).

### Lysefjord (HOV 16)

Kilde: K. Heidal/Å. Mohus; Høgskolesenteret i Nordland  
Område: Helgelandskysten Dyp: 0-5 m

Periode: Uke 16 - 27  
Metode:  $^T$ 500 celler  $l^{-1}$

Det ble ikke påvist diatomeblomstring i den undersøkte perioden. *Chryptophyceae* spp. var til stede med ca. 800 000 celler  $l^{-1}$  i midten av juni (uke 24). Cf. *Alexandrium* sp. ble påvist med 500 celler  $l^{-1}$  i slutten av april (uke 17).

### Glomfjord (HOV 18)

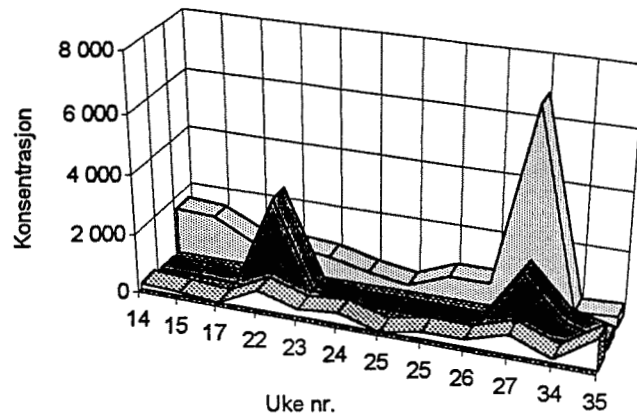
Kilde: K. Heidal/Å. Mohus; Høgskolesenteret i Nordland  
Område: Helgelandskysten Dyp: 0-5 m

Periode: Uke 15 - 26  
Metode:  $^T$ 500 celler  $l^{-1}$

Det ble påvist diatomeblomstring i slutten av juni og i begynnelsen av juli (uke 24 - 26) med opptil 3 mill. celler  $l^{-1}$ . I uke 24 dominerte *Skeletonema costatum* med 400 000 celler  $l^{-1}$  og *Leptocylindrus* spp. med 350 000 celler  $l^{-1}$ . I uke 25 og 26 dominerte *Chaetoceros* spp. med ca. 0,5 mill. celler  $l^{-1}$ , *S. costatum* med ca. 2 mill. celler  $l^{-1}$  (bare i uke 25) og *Pseudonitzschia* spp. med ca. 400 000 celler  $l^{-1}$ . *Chryptophyceae* spp. var til stede med ca. 500 000 celler  $l^{-1}$  i midten av mai (uke 19). Cf. *Alexandrium* sp. ble påvist med h.h.v. 1 000 og 500 celler  $l^{-1}$  i begynnelsen og slutten av mai (uke 17 og 20)

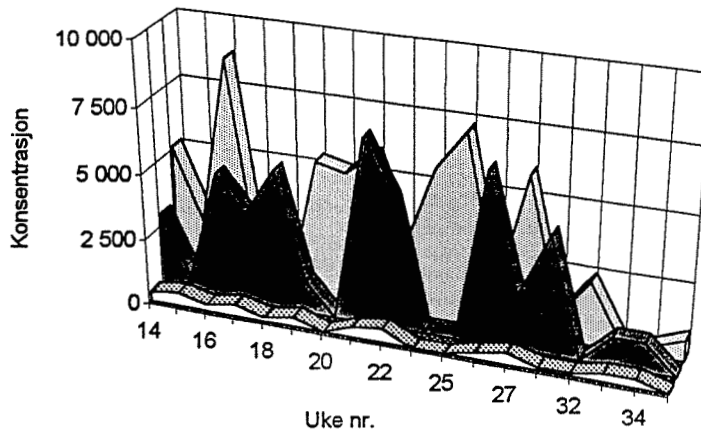


### Rogne (HOV 11)



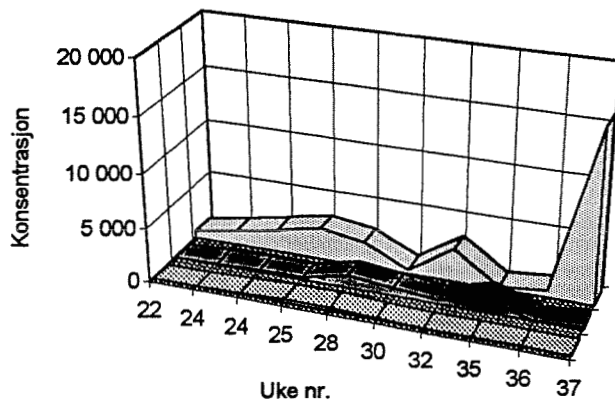
□ Dinoflag. (x100 c/l) ■ Diatomeer (x1000 c/l) ▨ Flag. /andre (x1000 c/l)

### Freiøya (HOV 12)



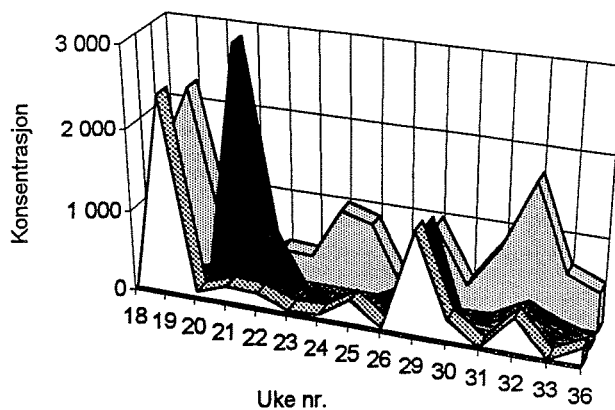
□ Dinoflag. (x100 c/l) ■ Diatomeer (x100 c/l) ▨ Flag. /andre (x1000 c/l)

### Gjelsøya (HOV 13)



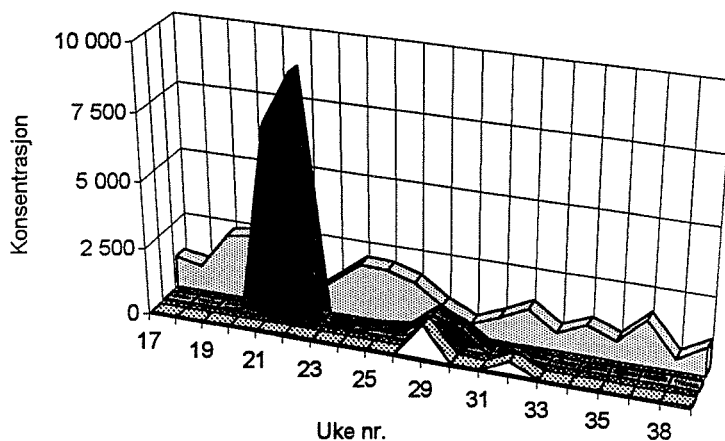
□ Dinoflag. (x100 c/l) ■ Diatomeer (x1000 c/l) ▨ Flag. /andre (x1000 c/l)

**Stokken (HOV 14)**



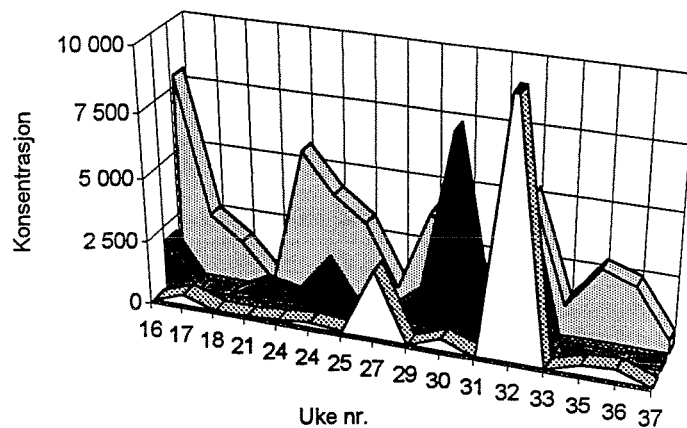
□ Dinoflag. (x100 c/l) ■ Diatomeer (x1000 c/l) ▨ Flag. /andre (x1000 c/l)

**Thordlandsøy (HOV 15)**



□ Dinoflag. (x100 c/l) ■ Diatomeer (x1000 c/l) ▨ Flag. /andre (x1000 c/l)

**Lysefjorden (HOV 16)**



□ Dinoflag. (x10 c/l) ■ Diatomeer (x100 c/l) ▨ Flag. /andre (x1000 c/l)

## Hammer (HOV 20)

Kilde: K. Heidal/Å. Mohus; Høgskolesenteret i Nordland  
Område: Vestfjorden, Steigen Dyp: 0-5 m

Periode: Uke 16 - 27  
Metode:  $10^5$  celler  $l^{-1}$

Det ble påvist blomstring av *Phaeocystis* spp med 1,6 mill. celler  $l^{-1}$  i midten av april (uke 16). Diatomeene blomstret i slutten av juni (uke 26). *Leptocylindrus minimus* og *Skeletonema costatum* dominerte med h.h.v. 700 000 og 600 000 celler  $l^{-1}$ . *Chryptophyceae* spp. var til stede med ca. 700 000 celler  $l^{-1}$  i midten av mai (uke 20). Cf. *Chrysochromulina leadbeaterii* ble påvist i slutten av mai (uke 21) og midten av augsut (uke 32) med h.h.v. 190 000 og 327 000 celler  $l^{-1}$ .

