

# Fagrådet for vann – og avløpsteknisk samarbeid i indre Oslofjord

## **Overvåking av forurensningssituasjonen i indre Oslofjord 1997**

Prosjektleder: Jan Magnusson

Medarbeidere: Jacob Gjøsæther, Havforskningsinstituttet Forskningstasjonen Flødevigen (HFF)

Jon Knutzen

Evy R. Lømsland

Torbjørn Johnsen

Thomas Scram, (UiO)

Aadne Sollie (HFF)

**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internet: www.niva.no

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 1  
4890 Grimstad  
Telefon (47) 37 29 50 55  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 62 57 64 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Nordnesboder 5  
5008 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 30 22 51

**Akvaplan-NIVA A/S**

9015 Tromsø  
Telefon (47) 77 68 52 80  
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Overvåking av forurensningssituasjonen i indre Oslofjord 1997.  (Overvåkingsrapport nr. 732/98, TA-nr. 1560/1998)	Løpenr. (for bestilling) 3882-98	Dato 1.6.98
	Prosjektnr. Undernr. 71098	Sider Pris 45
Forfatter(e) Jan Magnusson Jacob Gjørøther, HFF J. Knutzen Evy R. Lømsland Torbjørn Johnsen T. Schram, UiO A. Sollie, HFF	Fagområde Eutrofi sjøvann	Distribusjon Fri
	Geografisk område Oslo-Akershus, Buskerud	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Fagrådet for vann - og avløpsteknisk samarbeid i indre Oslofjord	Oppdragsreferanse A. Rosendahl
--	-----------------------------------

Sammendrag

Vannkvaliteten i fjordens overflatelag sommeren 1997 var omtrent like bra som i 1996, som var et meget bra år sammenlignet med 1994 og 1995, hvor overløp og flom (1995) preget forholdene. Den milde vinteren var lite gunstig for dypvannsfornyelsen og det var meget liten vannfornyelse i Bunnefjorden. Det ble allikevel registrert oksygen i dypvannet selv om konsentrasjonene ble meget lave på høsten og klart lavere enn gjennomsnittlige forhold i perioden før det siste store anlegget med kjemisk rensing ble startet i 1982. I Vestfjorden var oksygenforholdene om høsten noe bedre. I Drøbaksundet ble det observert lave oksygenkonsentrasjoner sammenlignet med tidligere observasjoner, selv om nivået, som vanlig, var betydelig høyere enn i indre Oslofjord. Årsaken til de relativt lave oksygenkonsentrasjonene var en ekstra lang stagnasjonperiode.

Observasjonene i 1997 bekrefter tidligere trender i fjordens forurensningsutvikling. Vannkvaliteten i overflatelaget har blitt bedre etter gjennomførte rensetiltak og det har vært en liten men positiv utvikling i dypvannet i Vestfjorden, men ikke i Bunnefjorden. På mellomdyp i Vestfjorden er det fortsatt ofte registrert dårligere oksygenforhold. De observerte forandringer skyldes ikke bare rensetiltak men også variasjoner i dypvannsfornyelser og andre klimaavhengige variasjoner.

Fire norske emneord

1. Forurensningsovervåking
2. Indre Oslofjord
3. Hydrografi
4. Biologi

Fire engelske emneord

1. Pollution Monitoring
2. Inner Oslofjord
3. Hydrography
4. Biology

  
Jan Magnusson  
Prosjektleder

ISBN 82-577-3467-5

  
Bjørn Braaten  
Forskningssjef

# Fagrådet for vann – og avløpsteknisk samarbeid i indre Oslofjord

## **Overvåking av forurensningssituasjonen i indre Oslofjord 1997**

Prosjektleder: Jan Magnusson

Medarbeidere: Jacob Gjøsæther, Havforskningsinstituttet Forskningstasjonen Flødevigen (HFF)

Jon Knutzen

Evy R. Lømsland

Torbjørn Johnsen

Thomas Scram, (UiO)

Aadne Sollie (HFF)

## Forord

På oppdrag av **Fagrådet for vann - og avløpsteknisk samarbeid i indre Oslofjord** utfører Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA) i samarbeide med Biologisk institutt, Universitetet i Oslo, overvåkingsundersøkelser i Oslofjorden. Statens forurensningstilsyn (SFT) bidrar økonomisk til undersøkelsen via Fylkesmannen i Oslo og Akershus, som ledd i Statlig program for forurensningsovervåking. Den faglige styringen av overvåkingsundersøkelsene er delegert til Styringsgruppe I, opprettet den 30.5.1978. Medlemmer i styringsgruppen var i 1997:

Bærum kommune VAR-etaten:	H.K .Hoff (leder)
Oslo vann- og avløpsverk(OVA):	T.Abry
Biologisk Institutt, UiO:	T. Andersen
Vestfjordens avløpselskap(VEAS):	A. Haarr
Fylkesmannen Oslo og Akershus:	L. Nilsen
Oppegård kommune	B. Tendal
Oslofjordens Friluftsråd	L.Traaen
Fagrådet	A. Rosendahl (sekretær)

Resultater fra overvåkingsprogrammet rapporteres hvert år. Foreliggende rapport fremlegger resultater fra 1997.

På de hydrografiske toktene er Universitetet i Oslos forskningsfartøy "Trygve Braarud" blitt brukt, og vi vil takke skipperne Richard Wærvågen og Sindre Holm for godt samarbeid.

I 1997 har VEAS også finansiert prøvetaking fra en stasjon ved renseanleggets utslipp. Observasjonene inngår som en del overvåkingen av fjorden. Rapporteringen skjer sammen med den øvrige overvåkingen.

Ved NIVA har Unni Efraimsen og Heidi Østby deltatt på de hydrografiske tokter og i bearbeidelsen av data. Erik Bjerknæs har hatt ansvaret for gjennomføringen av overflatetoktene sommerstid. Torbjørn Johnsen og Evy R. Lømsland har analysert planteplankton og skrevet kap. 2.5.2.T. Schram, Biologisk institutt, UiO har gjennomført analyser av parasitter på fisk og skrevet kap. 1.3.3. J.Gjøsæthe og A. Sollie, Havforskningsinstituttet Forskningsstasjonen Flødevigen, har hatt ansvaret for strandnottrekk og skrevet kap. 1.3. J.Knutzen, NIVA, har hatt ansvaret for miljøgiftundersøkelsene i organismer og skrevet kap. 1 3.5.

Oslo, 1.6.1998

Jan Magnusson

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1. Innledning.</b>	<b>9</b>
1.1 Forurensningstilførsler.	9
1.2 Effekten av forurensningstilførslene.	10
1.3 Observasjoner og undersøkelser i 1997.	11
1.3.1 Hydrografiske og hydrokjemiske observasjoner i 1997.	11
1.3.2 Overflateobservasjoner i 1997.	13
1.3.3 Parasitter og bakteriefremkallende sykdommer på utvalgte fiskearter i indre Oslofjord.	14
1.3.4 Fangstdata av fisk og virvelløse dyr fra prøvetaking med strandnot på grunt vann i indre Oslofjord.	14
1.3.5 Miljøgifter i organismer.	16
<b>2. Resultater og diskusjon.</b>	<b>17</b>
2.1 Klima.	17
2.2 Dypvannsfornyelser.	18
2.3 Oksygenforhold.	23
2.4 Øvrige observasjoner fra fjorden i 1997.	32
2.5 Overflatevannets kvalitet.	33
2.5.1 Tilstanden bedømt ut fra siktedyp, klorofyll-a (planteplanktonbiomasse) og næringssalter i 1997.	33
2.5.2 Planteplankton.	38
<b>3. Litteratur.</b>	<b>42</b>
<b>Vedlegg A.</b>	<b>44</b>

---

## Sammendrag

Overvåkingsprogrammets formål er å følge utviklingen av forurensningssituasjonen i fjorden. I 1997 ble dypvannsutsiftning og oksygenforhold fulgt opp. Overflatelagets vannkvalitet ble observert ved ukentlige registreringer av siktedyp, analyse av planteplanktonbiomasse (klorofyll-a), planteplankton og næringsalter i tidsrommet juni-august. Av undersøkelser som ikke skal rapporteres i denne årsrapport, men som det er arbeidet med i perioden, skal nevnes hydrokjemiske observasjoner, parasitter og bakteriefremkallende sykdommer på utvalgte fiskearter, fangstdata av fisk og virvelløse dyr tatt med strandnot på grunt vann og miljøgifter i organismer.

### Tilførsler.

Tilførsler av næringsalter og organisk stoff er kommunalt og industrielt avløpsvann, samt naturlig avrenning. I 1996 ble fjorden tilført ca. 75 (60 – 90) tonn fosfor, 3.700 (3.400 – 4.000) tonn nitrogen. Tilførselen av organisk stoff er grovt anslått til 6.200 tonn organisk stoff (TOC). Tilførselen av fosfor er idag ca. 1- 2 ggr. større enn beregnet tilførsel i 1910, mens tilførselen av nitrogen er ca. 6 ggr større (1966). I 1996/97 ble det suksessivt innført nitrogenrensing på to av de større anleggene i fjorden VEAS (start i 1995/96, og med rensegrad vel 70 % i 1997) og Nordre Follo r.a, hvor rensegraden skal bli ca. 70 %. Det er også besluttet om å innføre nitrogen-rensing på Bekkelaget r.a.

Utslipp av fosfor har blitt kraftig redusert siden 1970 tallet, mens nitrogenreduksjoner først startet i 1995/96.

### Konklusjoner.

I 1997 var vinteren mild og forutsetningen for dypvannsfornyelse lite gunstig. Det ble ikke noen dypvannsfornyelse i Bunnefjorden, men nytt vann ble tilført Vestfjorden. På tross av meget dårlig vannfornyelse ble det registret oksygen i Bunnefjorden hele året, men med meget lave konsentrasjoner utover høsten. I oktober 1997 var konsentrasjonen mindre enn 1 ml/l i hele vannmassen fra ca. 40 meters dyp til bunn. Sammenlignet med en periode hvor fjorden mottok større tilførsler enn idag (1973-82), var oksygenkonsentrasjonen høsten 1997 klart lavere enn gjennomsnittlige høstkonsentrasjoner fra denne periode. Siste store dypvannsfornyelse i Bunnefjorden var i 1996, men denne delen av fjorden har normalt ikke noen stor dypvannsfornyelse hvert år. Sett i forhold til foreslåtte miljømål for Bunnefjorden, er belastningen fortsatt for stor.

Oksygenforholdene i Vestfjordens dypvann var tildels klart bedre høsten 1997 sammenlignet med gjennomsnittlige forhold fra perioden 1973-82. På mellomnivåer (30-50 meters dyp) ble dog forholdene klart dårligere på senhøsten (oktober). Det har vært en positiv utvikling i Vestfjordens dypvann fra 1973-97, mens oksygenforholdene høyere opp i vannmassen (ca. 30 m dyp) fortsatt ofte har lave konsentrasjoner. Sammenlignet med de foreslåtte målene for Vestfjorden ligger oksygenkonsentrasjonen i dypvannet nå sjelden lavere enn laveste ambisjonsnivå, og siden 1993 er det også år som har vært bedre enn høyeste ambisjonsnivå. Den positive utviklingen skyldes ikke bare rensiltak, men også at dypvannsfornyelsen de senere år har vært god og dessuten startet tidlig om høsten.

I Drøbaksundet var oksygenkonsentrasjonen i 1997 klart lavere enn gjennomsnittlige høstkonsentrasjoner for perioden 1973-82 fra ca. 80 meters dyp til bunn. De lave verdiene fra 1997 er imidlertid ikke unike, i det nesten like lave konsentrasjoner ble observert i 1973 og 1990. Selv om konsentrasjonen var noe lavere i 1997, lå den fortsatt på et klart høyere nivå enn i indre Oslofjords dypvann. Tilstanden etter SFTs klassifiseringssystem var god. Lavere oksygenkonsentrasjoner,

spesielt på mellomnivåer, vil imidlertid kunne føre til mindre transport av oksygen til indre Oslofjord, noe som vil forverre oksygenforholdene i indre fjord.

Sommeren 1997 var det lite nedbør og lufttemperaturen betydelig høyere enn normalt. Overflatevannet ned til ca. 10 meters dyp var i en lengre tid i august over 22 °C. Vannkvaliteten var nesten like bra som sommeren 1996. Tilstanden i overflatevannet bedømt med SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet var omtrent som i 1996, og betydelig bedre enn i 1994 og 1995, år som bar preg av overløp og dessuten storflommen i 1995. Tilstanden i 1997 varierte fra dårlig til meget god, med den dårligste tilstanden i Havnebassenget, Bekklagsbassenget og Bærumsbassenget og den beste i Vestfjorden.

Resultatene fra 1997 underbygger inntrykket av en positiv utvikling av fjordens overflatelag. Siden begynnelsen av 1980-tallet har siktedypet økt og planteplanktonbiomassen (målt som klorofyll-a i 0-2 m dyp) avtatt. Konklusjonen fra tidligere årsrapporter gjelder derfor fortsatt : Det har skjedd en positiv forandring av forurensnings situasjonen i fjordens overflatelag som følge av rensetekniske tiltak, men et forbehold må fortsatt tas for de spesielle klimatiske forhold de senere år.

Planteplanktonforekomsten viste det klassiske bildet med en kraftig våroppblomstring og en høstoppblomstring av kiselalger. Konsentrasjonen av giftige/potensielt giftige dinoflagellater var generelt lave i 1997. Dinophysis forekom imidlertid jevnlig i antall som overskred Statens næringsmiddelstilsyns (SNT) sin faregrense for plukking av skjell til konsum i slutten av mai, begynnelsen og slutten av juni samt midten av august.

#### Tilrådinger.

De tilrådinger som fremsettes her er omtrent som i forrige årsrapport.

Oppmerksomheten bør rettes mot:

- De ofte forekommende lave oksygenkonsentrasjoner på mellomdyp i fjorden.
- Redusert oksygenkonsentrasjon i Drøbaksundet som kan øke risikoen for lavere oksygentransport til indre Oslofjord.
- Klimaeffektens innflytelse på dypvannsfornyelsen i fjorden.
- Forekomsten og effekten av miljøgifter i fjorden.
- "Ukontrollerte" utslipp via overløp og bekker.

En forbedring av oksygenforholdene i dypvannet krever en ytterligere avlastning av den totale organiske belastningen på fjordens dypvann. Den generelt dårlige dypvannsfornyelsen i Bunnefjorden, sammenlignet med de senere års vannutskifting i Vestfjorden, aktualiserer ønsket om ad kunstig vei å øke dypvannsfornyelsen i Bunnefjorden. Det anbefales å vurdere dette ytterligere. Et slikt tiltak vil ikke kunne erstatte en reduksjon i de antropogene tilførsler, men kan påskynde en forventet naturlig forbedring av forholdene, og kan brukes for å begrense ekstremtilstander i år med spesielt dårlig vannfornyelse.

Innføring av nitrogenrensing ved VEAS og Nordre Follo r.a. samt den planlagte nitrogenrensingen ved Bekkelaget r.a vil aktualisere de tidligere anbefalte studier av prosesser i det innlagrede avløpsvannet i fjorden, for å bedre kunne tolke bl.a overvåkingsdata.

- Summary

Title: The pollution situation of the inner Oslofjord.

Year: 1997

Author: Jan Magnusson, Jacob Gjørsether (HFF), Jon Knutzen, Evy R. Lømsmo, Torbjørn Johnsen, Thomas Schram (UiO), A.Sollie (HFF).

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-xxxx-x

The monitoring programme of the inner Oslofjord covers the pollution status of the fjord mainly due to eutrophication. In 1997, deep-water exchange and oxygen conditions were observed, as well as surface water quality during the summer months (June - August) by weekly observations of secchi depth, phytoplankton biomass (chlorophyll-*a*) and nutrients.

Hydrochemical data, as well as the collection of organisms for later analyses of micropollutants was also made in 1997, but these data will be reported later. The same applies to two other projects started in 1997- the study of parasites on fish and shallow water samples of fauna (mainly fish).

### **Pollution load.**

The load of nutrients (mainly from municipal sewage) has increased about 1-2 times (phosphorus) to 6 times (nitrogen), compared with estimated loads in 1910. The difference in increase between phosphorus and nitrogen depends on establishing of purification plants (chemical treatment) between 1970-90. The total load from industry and municipal sewage in 1996 is estimated to be 75 tonne phosphorous, 3.700 tonne nitrogen and roughly 6.000 tonne organic matter (TOC). In 1997 two of the three main purification plants included nitrogen purification, and for the third plant there is a decision to start building.

### **Conclusions.**

A relatively warm winter in 1996/97 was less favourable for a larger deep-water exchange, and together with the high density of the deep-water in the Bunnefjord, caused practically no deep-water renewal in 1997, but the Vestfjord received, as usual, new water from the outer Oslofjord. In spite of lack of deep-water renewal in the Bunnefjord, oxygen was observed through the year, but very low values in the autumn. Compared with observations in the autumn from the period before chemical purification plants were established, the oxygen concentrations were lower, but this also depend on the normal variation in deep-water exchange. The tentative goals for the deep water in the Bunnefjord are still not reached.

The deep water in the Vestfjord was partly better in 1997 compared with pre purification times (1973-82), and there is now a small but positive development (based on observations in October). However, the positive development is not an effect of decreasing sewage load alone, but also of climatic variations, as water renewals in this part of the fjord has started as early as in October in recent years. The concentrations are now more seldom lower than the lowest tentative goal. At about 30 m depth the autumn oxygen concentration has been decreasing since the beginning of the 1980's, but the early water renewals in later years have had a positive effect.

The oxygen concentration was lower in the deep-water (80-200m depth) of the Drøbak sound in 1997, compared to earlier observations (1973-95), mainly as a consequence of a long stagnation period. The oxygen saturation is still about 60 %, but the observed concentrations in 1997 were among the lowest in the period. Reduced oxygen concentration in the Drøbak sound can decrease the oxygen transport to the inner fjord.



A warm and dry summer resulted in high surface water temperature and reduced the need for use of free overflows from the sewage system as was the case in 1994 and 1995. The surface water quality was about the same as in 1996. The results from the summer of 1997 will strengthen the positive development that started in the beginning of the 1980's. The secchi depth has increased in the summer and the phytoplankton biomass (measured as chlorophyll-a in 0 - 2 meters depth) has decreased. Earlier conclusions are still valid: There has been an improvement in the fjords surface layer after the establishing of purification plants, but the improvement is also a consequence of climatic variations.

The phytoplankton blooms were more or less normal in 1997. The concentrations of potentially toxic algae were generally low. *Dinophysis*, however, was observed in concentrations above the restriction limits for consumption of mussels in the beginning and end of June, and mid - August.

Recommendations:

The recommendations are almost the same as in earlier reports, thus special attention should be paid to:

- The low oxygen concentrations frequently observed at medium depth in the fjord.
- The oxygen concentrations in the Drøbak sound, occasionally causing reduced oxygen transport to the inner Oslofjord.
- The influence of climatic changes on the deep-water renewal.
- The distribution and effects of micropollutants in organisms.
- "Uncontrolled" discharge through river and free overflows from the sewage system.

An improvement of the oxygen conditions demands further reduction of the total organic load in the deep water of the fjord. The small water exchange in the Bunnefjord, compared with the later years deep-water exchange in the Vestfjord, accentuate the goal to improve the water exchange in this part of the fjord by technical means. We recommend that this idea will be explored further. Such a manipulation can be no substitute for a reduction in anthropogenic load, but speed up the process of expected natural improvement from further reduction of the organic load, and can be used to avoid extreme situations in years with naturally bad conditions for a deep-water exchange.

# 1. Innledning.

Overvåkingsprogrammet i indre Oslofjord er geografisk begrenset til den sørlige delen av Drøbaksundet (Filtvedt), men har sin hovedtyngde innenfor Drøbak.

Formålet med overvåkingen er:

- følge utvikling og tilstand i fjorden over tid
- gi løpende informasjon om forurensningstilstanden
- utvide kjennskap til prosesser i fjorden bl.a. ved sammenligning av observasjoner i nåtid og fortid
- vurdere effekten av rensiltak og det eventuelle behovet for ytterligere reduksjoner av tilførsler

I 1997 bestod overvåkingsprogrammet av fem deler: Overvåking av dypvannsfornyelse og oksygenforhold, hydrokjemiske observasjoner (forundersøkelser til planlagt nitrogenrensing), overflatelagets vannkvalitet målt ved siktedyp, klorofyll-a (planteplanktonbiomasse) og næringssalter. Tre prosjekter ble startet i henhold til langtidsplanen for overvåkingen:

1. Etablere et grunnlag for å følge utviklingen mht. grad av forurensning av miljøgifter, spesielt spiselige arter, samt supplere nåværende informasjon hva angår geografisk spredning (lokale forhold).
2. Analysere forekomsten av parasitter og bakteriefremkallende sykdommer på utvalgte fiskearter (gjennomføres av T. Schram, UiO).
3. Følge eventuelle forandringer i fangstdata av fisk og virvelløse dyr fra prøvetaking med strandnot på grunt vann (gjennomføres av J.Gjøsæther og A. Sollie, Havforskningsinstituttet, Forskningsstasjonen Flødevigen).

## 1.1 Forurensningstilførsler.

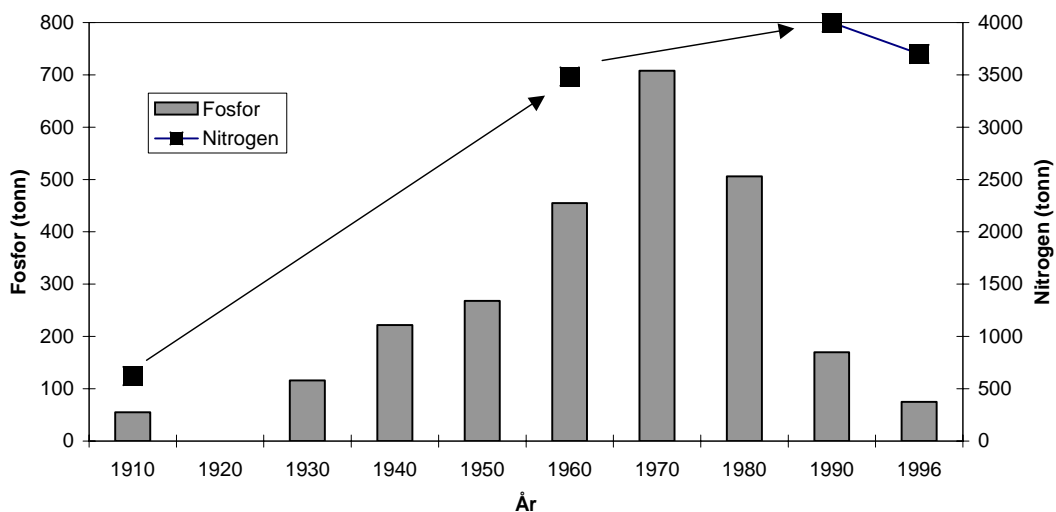
Dagens samlede tilførsler (1996) til fjorden av bl.a. næringssalter har blitt rapportert på ny i et arbeide ledet av Fagrådets styringsgruppe 2, og gjennomført av Aquateam (Nedland, 1997). Tabell 1 viser en sammenstilling av beregningene. Rapporten vurderer også usikkerheten i tilførselstallene og foreslår også forbedringer i fremtidige beregninger. Nitrogentilførslene varierer med en rimelig grad av sikkerhet innenfor intervallet  $3.700 \pm 300$  tonn, mens fosfortilførslene estimeres til ca. 75 tonn innenfor en variasjon fra 60 - 90 tonn. Beregninger av tilførsel av organisk stoff og suspendert stoff er så usikre (manglende data) at det kun er gitt et meget grovt anslag for disse. Beste estimat er 6.200 tonn TOC, mens det ikke er gjort noe forsøk på estimat av suspendert stoff mer enn at det totale utslippstallet trolig ligger høyere enn 10.000 tonn.

**Tabell 1.** Tilførsel av fosfor, nitrogen organisk stoff (TOC) og suspendert stoff (tonn/år) i 1996 (Nedland, 1997)

Data fra:	Fosfor	Nitrogen	Organisk stoff	Suspendert stoff
Kommunenes rapportering	73	3.700	4.400	5.900
Totale rapporterte kilder	75	3.700	4.400	5.900
Rapporterte og anslåtte bidrag	76	3.900	6.200	9.200
Totale kilder (ikke vassdragsmålinger)	62	3.400	3.600	5.900
Anslåtte variasjonsområde for utslipp	58-105	3.300-4.700	5.500 - 7.300	-

Den dominerende forurensningstilførselen til indre Oslofjord er kommunalt og industrielt avløpsvann. I 1995/96 ble det innført nitrogenrensing ved VEAS og i 1997 ved Follo rensanlegg. Planlagt reduksjon av nitrogen er ca. 70 %, hvilket ble oppnådd av VEAS i 1997. Fortsatt er det bare kjemisk rensing ved Bekkelaget r.a., men det er besluttet (mars 1998) å innføre nitrogenrensing også ved dette anlegget.

Figur 1 viser beregnede tilførsler til fjorden. Frem til 1960 er det foretatt teoretiske beregninger, mens materialet etter 1960 baserer seg på både observasjoner og teoretiske beregninger. Usikkerheten i tallene er betydelige, noe som fremgår av beregningene foretatt i 1996 (Nedland, 1997). Imidlertid er utviklingen gjennom 1900-tallet omtrent lik den som er beregnet for andre områder i sør- Skandinavia, (økningen i fosfor og nitrogentilførsler).

**Figur 1.** Beregnede tilførsler av fosfor og nitrogen til indre Oslofjord 1910- 1996 (Fra Bergstøl m.fl., 1981, Baalsrud m.fl. 1986, Holtan, 1990 og Nedland, 1997).

## 1.2 Effekten av forurensningstilførslene.

Overvåkingsprogrammet konsentrerer seg i første rekke om eutrofi-effektene (overgjødningen) i fjorden, men i 1992-93 ble også miljøgiftsituasjonen i fjorden kartlagt (miljøgifter i sedimenter og organismer), og en oppfølging er startet i 1997. Ettersom det i senere tid er rettet større

oppmerksomhet mot interaksjon mellom miljøgifter og eutrofi vil det kunne bli unaturlig å trekke altfor klare grenser mellom effekter av de to forurensningstypene på det marine økosystemet.

Dagens næringsstofftilførsel fra land gir en økt primærproduksjon og en større planteplanktonbiomasse enn naturlig. Gjennomsnittet i vannet avtar (lite siktedyp). Den organiske belastningen på fjordens dypere vannmasser blir stor når planteplankton synker ut av fotosyntesesonen. Planteplanktonet nedbrytes av bakterier ved oksygenforbrukende prosesser og det livsviktige oksygenet i fjordens dypvann kan til tider (spesielt om høsten) bli så lavt at det får negative følger for fjordens dyreliv. Enkelte ganger blir oksygenet helt brukt opp og det dannes hydrogensulfid (råttent vann), en dødelig gift for nesten alt marint liv. Tilførsel av oksygen til fjordens dypvann skjer nesten helt med innstrømmende vann fra ytre Oslofjord (dypvannsfornyelse). Dette skjer vanligvis vinterstid.

Overgjødslingen av fjorden forandrer fjordens økosystem. Den begunstiger arter som har evne til å dra nytte av det forandrede miljøet, som eksempelvis hurtigvoksende grønnalger langs strendene i fjorden. Konkurransforholdet mellom de fastsittende alger er blitt forandret (Bokn 1979) og det er registrert færre arter av zooplankton, og store bunnområder er uten liv (Beyer 1967, Beyer og Indrehus, 1995). Lokalt har dessuten industriutslipp forringet fjordmiljøet f.eks. ved Slemmestad (støvtutslipp og miljøgifter som dekker fjordbunnen) og ved Sætre (nedsatt pH, høye nitrogenkonsentrasjoner i vann samt forhøyde konsentrasjoner av PCB i sediment). I tillegg er den diffuse tilførsel av miljøgifter fra industri og andre kilder et problem. Høsten 1991 ble det observert store miljøgiftkonsentrasjoner i sedimentene i havnebassenget i Oslo (Konieczny 1992). I undersøkelsene fra 1993 er det vist at problemet ikke bare er begrenset til Oslo havnebasseng, selv om det bare unntaksvis er registrert like høye konsentrasjoner av miljøgifter i andre deler av fjorden (Konieczny, 1994). Observasjoner av enkelte miljøgifter i organismer i 1992 (Green og Knutzen, 1993), førte til at Statens næringsmiddelstilsyn (SNT) advarte mot konsum av lever i torsk fanget i fjorden innenfor Drøbak, som følge av forhøyd PCB-konsentrasjon. Miljøgiftproblemet må sies å være et betydelig problem i indre Oslofjord (Magnusson. m. fl., 1995).

### **1.3 Observasjoner og undersøkelser i 1997.**

Prosjektet gjennomføres etter en langtidsplan for overvåkingen av fjorden. En ny langtidsplan er foreslått for perioden 1995 - 2004. Den praktiske utførelsen gjennomføres av ulike institusjoner, først og fremst Biologisk institutt ved Universitetet i Oslo (UiO) og NIVA, men i 1997 deltar også Havforskningsinstituttet ved Forskningsstasjonen Flødevigen (HFF).

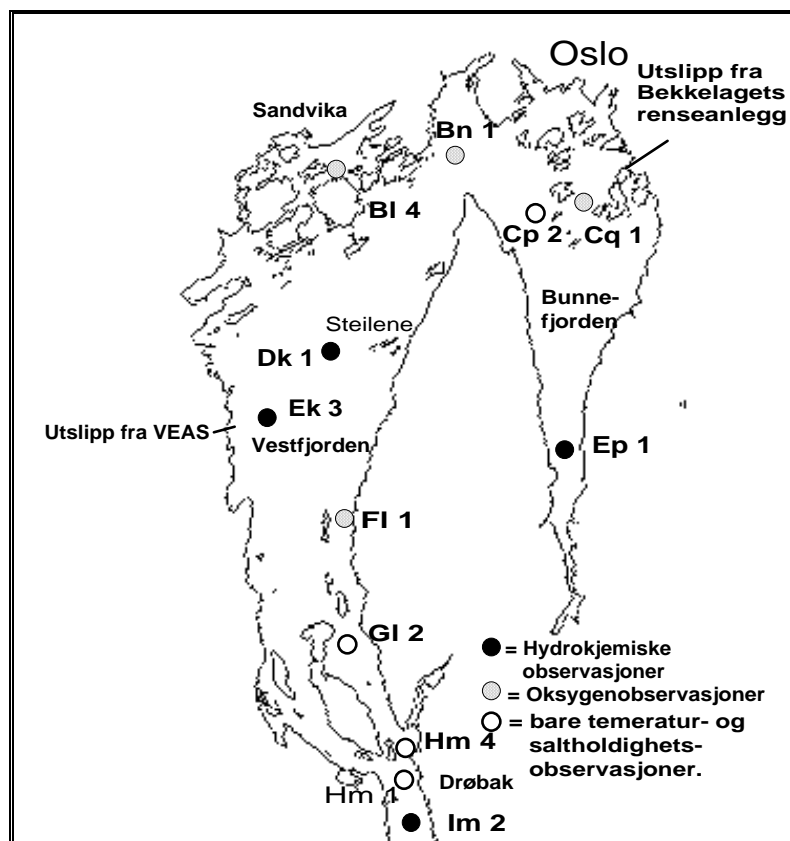
#### **1.3.1 Hydrografiske og hydrokjemiske observasjoner i 1997.**

Observasjoner i vannmassene (hydrografiske tokt (6 pr. år) og observasjoner av overflatelagets vannkvalitet) er beskrevet i Tabell 2. og Tabell 3.

De hydrografiske toktene ble gjennomført med F/F Trygve Braarud, UiO. Vannprøver ble innsamlet fra overflaten og i 4, 8, 12, 16, 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 125 og 150 meters dyp. På enkelte stasjoner ble det tatt ytterligere et par dyp. Temperatur og saltholdighet ble observert med Neil Brown CTD (Mark IIIb). På noen stasjoner i de dypeste områdene ble også vannprøver innsamlet til analyse på laboratoriet for å kontrollere CTD - observasjonene. Videre ble siktedypet observert og klorofyll-a analysert på vann fra 0-2 meters dyp, samt oksygen fra samtlige standarddyp. Fra overflaten på samtlige stasjoner og på standarddyp på tre stasjoner (Ep1, Dk1, Ek3 og Im2) ble vannet analysert på næringsstoffsinnhold (Tot-P, PO<sub>4</sub>-P, Tot-N, NO<sub>3</sub>+NO<sub>2</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N og SiO<sub>2</sub>). Analysene ble gjennomført ved NIVA, etter standard analysemetoder for sjøvann. På enkelte stasjoner ble det bare tatt CTD - profiler (temperatur og saltholdighet).

**Tabell 2.** Hydrografiske tokt i indre Oslofjord 1997. På samtlige stasjoner er det tatt observasjoner av temperatur og saltholdighet, mens stasjoner med *kursiv* stil også omfatter analyser av oksygen. Stasjoner markert med **fet** stil omfatter også hydrokjemiske observasjoner (Tot-N, NO<sub>3</sub>+NO<sub>2</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, tot-P, PO<sub>4</sub>-P, SiO<sub>3</sub>). Stasjon Ek 3 tas på høsttoktene og finansieres av VEAS.

Dato og stasjoner	Dato og stasjoner
18.2 <i>Bn1, Cq1, Ep1, Cp 2, Dk1, Fl1,</i> Gl 2, Hm 4, <b>Im2</b>	12.8 <i>Bn1, Cq1, Ep1, Cp 2, Bl 4, Dk1, Ek 3,</i> <i>Fl1, Gl 2, Hm 4, Im2</i>
15.4 <i>Bn1, Cq1, Ep1, Cp 2, Bl 4, Dk1,</i> <i>Fl1, Gl 2, Hm 4, Hm 1, Im2</i>	13.10 <i>Bn1, Cq1, Ep1, Cp 2, Bl 4, Dk1, Ek 3,</i> <i>Fl1, Gl 2, Hm 4, Im2</i>
27.5 <i>Bn1, Cq1, Ep1, Cp 2, Bl 4, Dk1,</i> <i>Fl1, Gl 2, Hm 4, Im2</i>	10.12 <i>Bn1, Cq1, Ep1, Cp 2, Bl 4, Dk1, Ek 3,</i> <i>Fl1, Gl 2, Hm 4, Im2</i>



**Figur 2.** Stasjoner på hovedtoktene i 1997 (tabell 2).

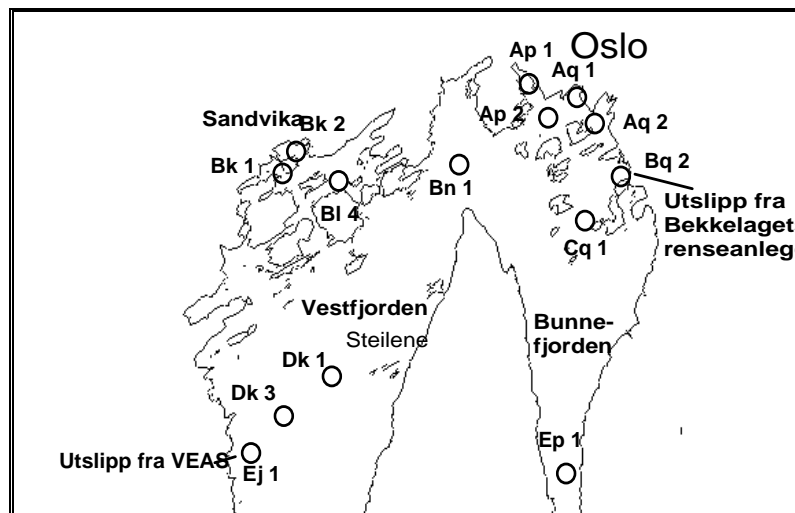
### 1.3.2 Overflateobservasjoner i 1997.

Overflateobservasjoner ble innsamlet vinterstid (2 tokt, desember og januar) og ukentlig sommerstid (juni -august). Vintertoktene er gjennomført for å samle inn opplysninger om vinterkonsentrasjoner av næringssalter før planlagte nitrogenreduksjoner.

I juni-august ble det gjennomført omtrent ukentlige tokt til 14 stasjoner i indre Oslofjord). Det ble tatt prøver til analyse av planteplankton og klorofyll-a (0-2m), observert siktedyp, samt foretatt analyser av næringssalter (Tot-P, PO<sub>4</sub>-P, Tot-N, NO<sub>3</sub>+NO<sub>2</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N og SiO<sub>2</sub>). Næringssalter ble bare analysert på vannprøver fra stasjonene Dk1, B14, Bn1, Ap2, Cq1 og Ep1. Kvantitative planteplanktonprøver ble tatt fra 0-2 meters dyp og konserverert med neutralisert formalin. Kvalitative vertikaltrekk (0-10 m dyp) av planteplankton ble tatt med håv (10 µ) og konserverert med neutralisert formalin. viser gjennomførte tokt i 1997. Planteplanktonprøver ble kun innsamlet på stasjonene Ap2, B14, Bn1, Bq2, Dk1 og Ep1. Analyser er gjennomført på kvantitative prøver fra stasjon Dk1. Samtlige analyser ble gjennomført på NIVA.

**Tabell 3.** Overflateobservasjoner juni til august i 1997 (næringssalter, siktedyp og klorofyll-a).

<b>Stasjoner:</b> Ap1, Ap2, Bn1, Bq2, Cq1, Ep1, Aq1, Aq2, Bk1, Bk2, B14, Ej1, Dk1, Dk3.
<b>Dato: 3.6, 10.6, 17.6, 24.6, 1.7, 7.7,          15.7, 21.7, 28.7, 4.8, 12.8, 19.8, 27.8</b>



**Figur 3.** Overflatestasjoner juni-august 1997.

### **1.3.3 Parasitter og bakteriefremkallende sykdommer på utvalgte fiskearter i indre Oslofjord.**

Prosjektet startet opp i 1997 og vil løpe i sammenlagt tre år. Det ledes av Thomas Schram ved Biologisk institutt, Universitetet i Oslo. Det ble innsamlet materiale fra indre og ytre Oslofjord. Den varme sommeren i 1997 begrenset fangsten av fisk når vannet ble for varmt og fisken forsvant fra mange fiskeplasser. Tråling med Trygve Braarud ble avbrutt etter sommerferien da en kran brøt sammen. Kranen ble erstattet med en ny i februar 1998. Materiale ble skaffet gjennom NIVA, Havforskningsinstituttet i Bergen ("Michael Sars") og Forskningsstasjonen i Flødevigen ("G.M.Dannevig"), men ikke i et slikt omfang som ønskelig.

I egen regi har to hovedfagsstudenter knyttet til prosjektet skaffet fisk. Foruten bunntrål og pelagisk trål er det fangster fra strandnot, toggegarn og åluser. I alt er det innsamlede, men ikke bearbejdede, materialet på 1124 fisk fra indre Oslofjord og 667 fisk fra ytre Oslofjord fordelt på 27 vertsarter. Hovedmengden er pelagisk fisk som sild og brisling, samt bunnlevende arter som gapeflyndre, smørflyndre, skrubbe, og rødspette. Blant torskefisk domineres materialet av torsk, øyepål og hvitting, men det er store forskjeller i fangstene slik at videre innsamling må skje.

Foreløpige resultater viser at fiskens utseende generelt har vært bra og synlig sykdom har nesten ikke vært registrert. Parasittene har til dels annonsert massive angrep bl.a. av svartprikksyke. Dette er larvestadier til en ikke som finnes på en rekke fisk som besøker strandsonen, men som har måke som endelig vert. Før de havner på fisken er de også larver i vanlig strandsnegl. På fisken kapsler larvene (metacercariene) seg inn i huden og fisken svarer på infeksjonen ved å skille ut svart pigment, derav navnet. Dette er først og fremst et estetisk problem, men det er klart at sterkt infiserte brisling er uegnet til juleansjovis eller sardiner. Foreløpige resultater tyder på at både torsk og brisling er sterkt angrepet i indre Oslofjord.

Det er hittil registrert 16 parasittarter. I 1998 vil arbeidet fortsette. Resultatene vil bli rapportert i egen rapport.

### **1.3.4 Fangstdata av fisk og virvelløse dyr fra prøvetaking med strandnot på grunt vann i indre Oslofjord.**

Prosjektet startet som en del av overvåkingsprogrammet i 1997, men har tidligere (og er tildels fortsatt) finansiert utenfor overvåkingsprosjektet. Prosjektet ledes av J. Gjøsæther og Aadne Sollie ved Havforskningsinstituttet Forskningsstasjonen Flødevigen (HFF).

Siden 1936 har HFF tatt 12 strandnottrekk i indre Oslofjord og i tillegg frem til 1960-åra 7 trekk i Bunnefjorden. I tillegg til de faste trekkene ble 4 av de gamle trekkene i Bunnefjorden tatt opp igjen i 1996 og 1997 og i 1997 4 nye trekk etter avtale med Fagrådet for indre Oslofjord.

#### **Metoder.**

Det benyttes en 38 m lang not, 3.7 m høg og den har en maskevidde på 15 mm (strekt maske). I hver ende av nota er det 30 m lange geiner (tau). Vanligvis benyttes 20 m lange geiner, og da dekker nota et areal opp mot ca. 700 m<sup>2</sup>. For hver stasjon foreligger detaljert beskrivelse av hvordan nota skal skytes, slik at bunnarealet som dekkes er tilnærmet identisk fra år til år. De fleste arter telles og måles. Fangsten av torsk, lyr og hvitting telles og fordeles til aldersgruppe (0-gruppe og eldre) på grunnlag av lengden som måles til nærmeste cm.

Beskrivelse av de nye stasjonene (Figur 4):

Observasjonene er presentert i tabeller i vedlegg. Resultatene vil bli rapportert av Flødevigen som en del av programmet, dels i Årsrapportene når noen års data foreligger.

Følgende nye trekk ble gjennomført 28-29 september 1997:

**a;** Østsiden av Fornebu. N: 59°53.449', E: 10°38.115'. Dyp ca. 5 m Slett bunn, men ingen observasjoner av vegetasjon p.g.a. dårlig sikt.

**b;** Vestsiden av Fornebu N: 59°53.081' E: 10°35.110'. Dyp ca. 4 m. slett bunn med sand og noe sagtang.

**c;** Vest av Bleikøya. N: 59°53.191', E: 10°43.922'. Dyp ca. 7 m. Noe kuppert bunn med blåskjell og noe sagtang.

**d;** Hellviktangen, Nesodden. N: 59°51.125', E: 10°41.263'. Dyp ca. 6 m. Noe kuppert bunn med blandet vegetasjon av tang.

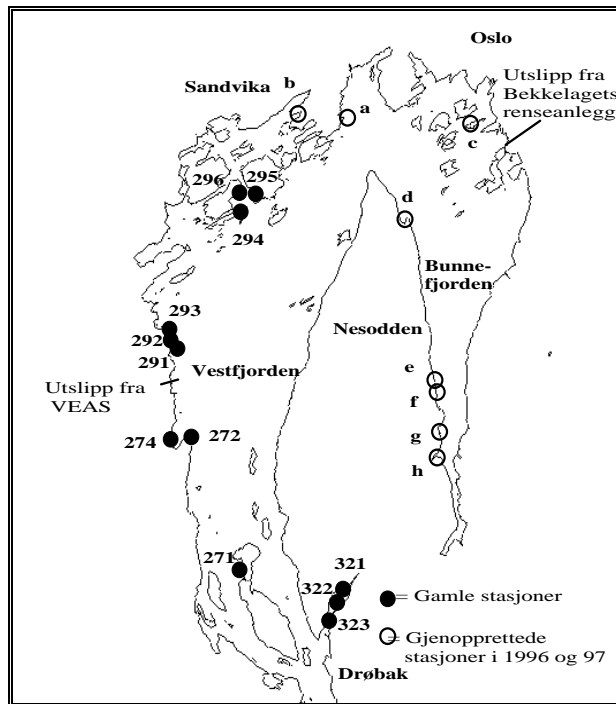
Samme dag ble følgende gamle trekk i Bunnefjorden tatt:

**e;** Blylaget, ytre. N: 59°46.663', E: 10°42.566'. Dyp ca. 8m. Bar bunn med sand og småstein.

**f;** Blylaget, syd. N: 59°46.572', E:10°42.671'. Dyp ca. 6 m. Bar sandbunn.

**g;** Søndre Haslum. N: 59°45.965', E:10°42.753'. Dyp ca. 6m. Bar sandbunn. Østers.

**h;** Breivik. N:59°45.118', E: 10°42.863. Dyp ca. 4m. Bar sandbunn.



**Figur 4.** Strandnotstasjoner tatt av Havforskningsinstituttet Forskningsstasjonen Flødevigen i indre Oslofjord, september 1997.

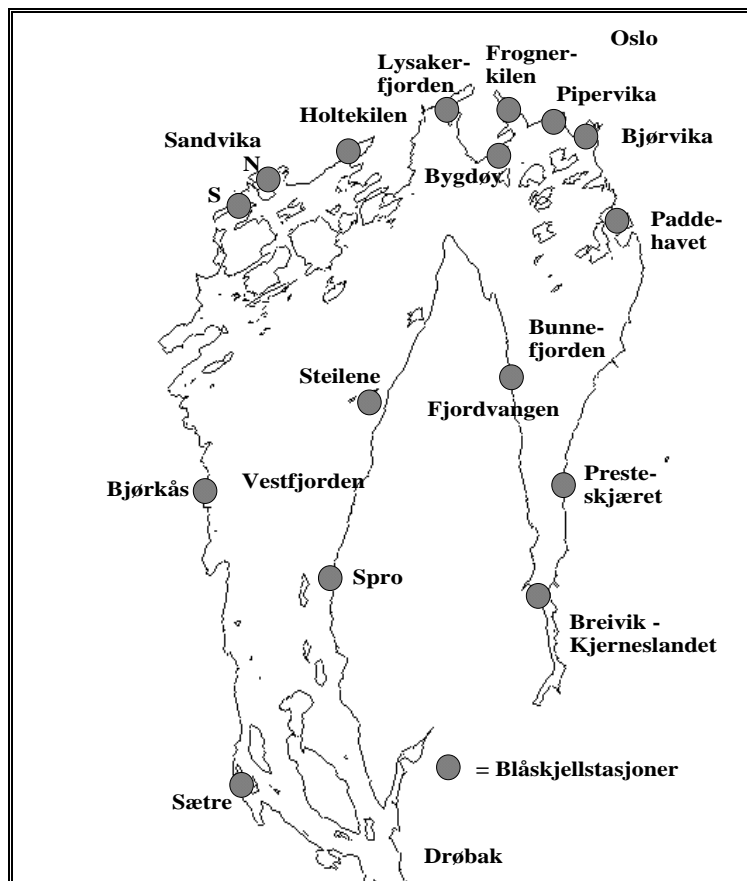


### 1.3.5 Miljøgifter i organismer.

På bakgrunn av den sterke forurensningen med PCB, PAH og metaller i indre Oslofjords sedimenter er det samlet inn fisk og skalldyr til analyse av miljøgifter. Formålet med undersøkelsene er å

- supplere overvåkingsdata fra sentrale Vestfjorden med informasjon om forholdene på antatt mer forurensete steder hvor det likevel foregår fritidsfiske.
- karakterisere hovedtilstanden i Bunnefjorden
- spore eventuell nåtidig tilførsel av miljøgifter ved analyser av blåskjell fra mulige kildeområder.

I løpet av 1997 er det samlet inn blåskjellprøver som vist i Figur 5 . Det er også samlet inn torsk og skrubbe, bl.a. ved hjelp av indre Oslofjords fiskerlag, fra følgende områder: Breidvik/Breivoll i Bunnefjorden, Ursvik/Nesodden Ø (bare torsk) Hvervenbukta, Paddehavet, Oslo havnebasseng (Kavringen - Akershuskaia), Huk, Lysakerfjorden, Bærumsbassenget, utenfor VEAS og Dyno/Sætre, samt ål fra Lysakerfjorden. Antall torsk i prøvene er i hovedsak tilfredsstillende, mens det i flere tilfeller ikke har lyktes å fange mer enn et lavt antall med flatfisk. Etter planen skulle ål ha vært fanget fra flere steder, men fisket kom for sent i gang og bør gjenopptas i inneværende år. Det samme gjelder sjørøret fra Sandvikselva og Akerselva, der det begge steder var for dårlig oppgang i 1997 til at fanget fisk kunne avses til formålet. Alle prøver er opparbeidet og klare for analyser.

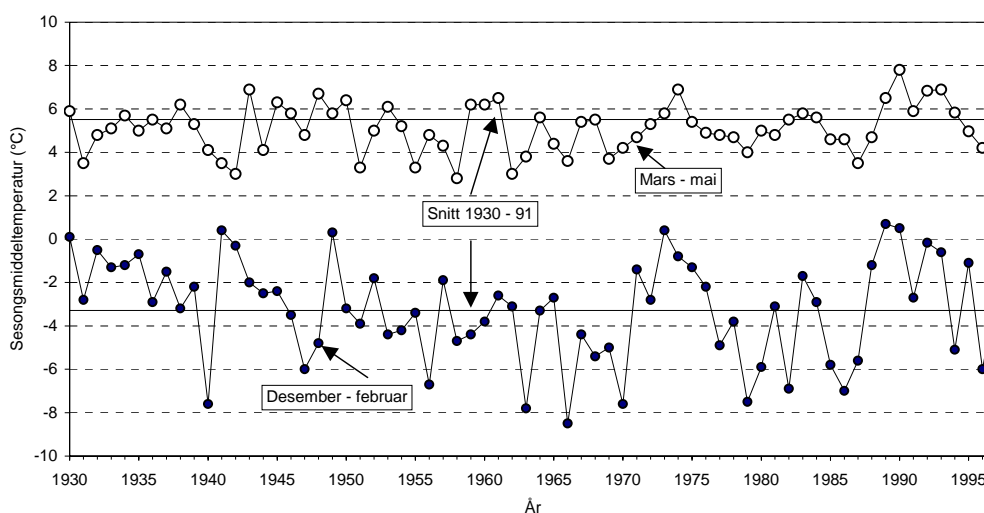


**Figur 5.** Stasjoner hvor det er innsamlet blåskjellprøver i 1997.

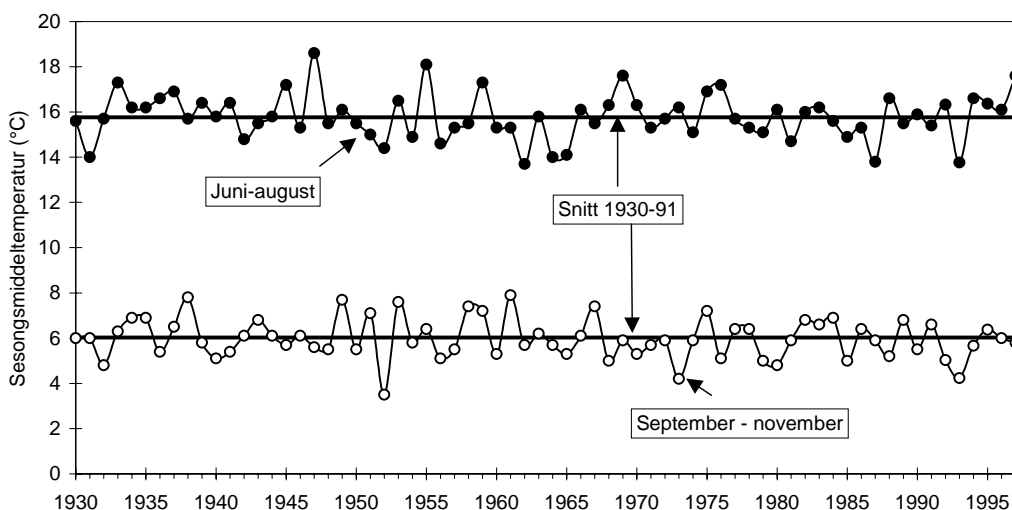
## 2. Resultater og diskusjon.

### 2.1 Klima.

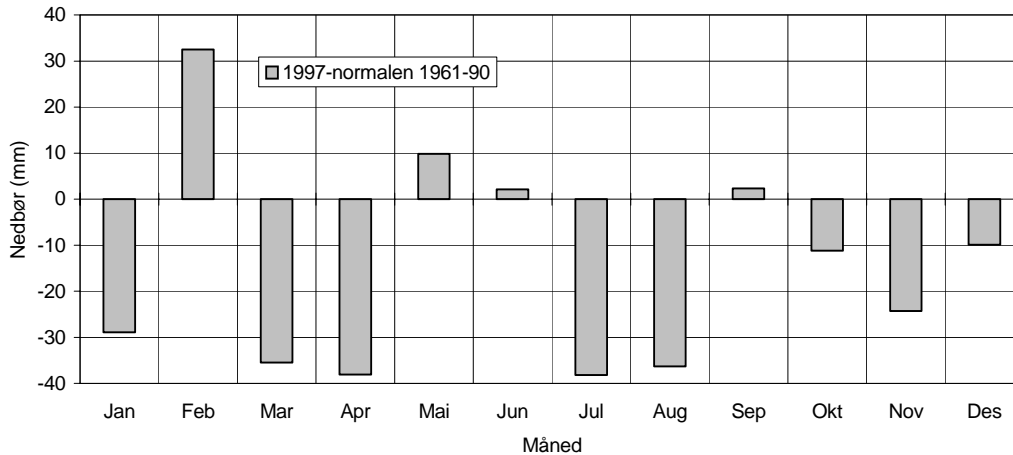
Vinteren 1997 (desember –februar) var igjen varmere enn normalt og føyer seg til de relativt varme vintrene i 1988 – 1993 (Figur 6) og skiller seg fra den kalde vinteren i 1996. Våren og høsten var normal, mens sommeren ble en av de varmeste i perioden 1930 – 96 (Figur 7). Nedbøren var større enn normalt i februar, men mindre i juli og august (Figur 8). Lite nedbør betyr også liten direkte ferskvannstilførsel via elver til fjorden i sommermånedene og minker også behovet for bruk av overløp fra rensesanleggene.



**Figur 6.** Sesongsmiddeltemperatur (°C) ved Blindern 1930-97 vinter og vår. (Data fra Meteorologisk institutt).



**Figur 7.** Sesongsmiddeltemperatur (°C) ved Blindern 1930-97 sommer og høst. (Data fra Meteorologisk institutt).



**Figur 8.** Nedbør ved Blindern 1997. Avvik fra normalen 1961-90 (data fra Meteorologisk institutt).

## 2.2 Dypvannsfornyelser.

Vannkvaliteten i indre Oslofjord påvirkes av tilførte forurensninger fra land i området og tilført mengde og kvalitet på "nytt" vann fra ytre Oslofjord/Skagerrak. Utslipp av rensset vann fra rensanleggene dominerer tilførselene av plantenæringsstoffer og organisk stoff fra land, og er tilnærmet konstant over året. Tilførsel fra andre kilder via elvene varierer med nedbør. Bruk av overløp ved rensanleggene følger også nedbør eller flom i samband med f.eks. snøsmelting.

Dypvannsfornyelsene er normalt begrenset til november-juni og vanligst forekommende i januar-april. Vannkvaliteten i Oslofjorden vil derfor variere over året med de "beste" forhold i tiden etter en dypvannsfornyelse vinterstid og de dårligste forhold på senhøsten. Imidlertid er det bare i Vestfjorden det normalt er årlige dypvannsfornyelser. I Bunnefjorden kan det gå flere år mellom hver større vannutskiftning, men hvert år vil alltid litt vann også tilføres Bunnefjorden på mellomnivåer og gjennom diffusive prosesser også i noen grad til dypvannet.

Størrelsen (og derved effekten) av dypvannsfornyelsen i fjorden varierer fra år til år. Det er varierende meteorologiske forhold, samt de hydrografiske forholdene i Skagerrak/Nordsjøen som er avgjørende for resultatet. Generelt gunstige forhold sammenfaller ofte med kalde vintre med liten ferskvannstilførsel til Kattegat/Skagerrak, liten utstrømning av brakkvann fra Østersjøen, samt nordøstlige vinder over ytre Oslofjord. I milde vintre dominerer lavtrykk over området med mer sørvestlige vinder og mye nedbør, hvilket normalt gir dårligere dypvannsfornyelser i Oslofjorden. En klimaforandring med mildere vintre vil kunne få ugunstige effekter på dypvannsfornyelsen i indre Oslofjord

Det innstrømmende vannet fra ytre Oslofjord har normalt et betydelig høyere oksygeninnhold og lavere næringssaltkonsentrasjon enn det gamle dypvannet inne i fjorden. Når det nye dypvannet strømmer inn over Drøbakerskjen, blandes det med gammelt fjordvann. Stor tetthetsforskjell og langvarige, sammenhengende innstrømninger er gunstige i det en får liten innblanding og effektiv utskiftning. Variasjoner fra år til år i selve utskiftningsprosessen kan således gi forskjellig utgangskvalitet på dypvannet i fjorden. Slik vil naturlige variasjoner gi årlige variasjoner i Oslofjordens vannkvalitet uten at forurensningsbelastningen i vesentlig grad forandres.

Dessverre har det vist seg at oksygenkonsentrasjonen i Drøbaksundet om høsten har avtatt noe gjennom de siste 50 årene (Magnusson og Johnsen, 1994, Johannesen og Dahl, 1996). På tross av at

den midlere reduksjonen er relativt beskjeden, vil den være av betydning for tilførselen av oksygen til indre Oslofjord. Også ved normal dypvannsfornyelse vil derfor fjorden idag tidvis tilføres mindre oksygen fra ytre Oslofjord enn tidligere.

Dypvannsfornyelsen, dvs. vannfornyelser på dyp større enn terskeldypet på 20 meter ved Drøbak, er beregnet ut fra hydrografiske observasjoner i Bunnefjorden (Ep 1), Vestfjorden (Dk1 og Fl 1) samt Drøbaksundet (Im 2). Beregningen bygger på sporing av vannmasser ut fra temperatur/-saltholdighetsvariasjonene (T/S-diagrammer). Ut fra diagrammene beregnes andelen tilført vann fra Drøbaksundet til indre Oslofjord. Beregningene forutsetter at det foreligger observasjoner fra Drøbaksundet på det innstrømmende vannet, hvilket ikke alltid er tilfelle idet antall tokt er begrenset til ca. annenhver måned. Videre vil store vertikale gradienter i saltholdighet og temperatur i Drøbaksundet vanskeliggjøre beregningene og isteden kan totalfosfor, som vanligvis har mindre vertikale gradienter, brukes. Resultatene "kontrolleres" mot oksygenkonsentrasjonen. Imidlertid er ikke totalfosfor og oksygen konservative parametre og datane er også begrenset til få stasjoner i tid og rom, hvilket gjør beregningene omtrentlige. Således er beregnet dypvannsfornyelse å betrakte som *relative* tall, dvs. de gir et bilde av størrelsen på dypvannsfornyelsen fra år til år. Feilen kan tilsvare et vannvolum som vel tilsvare Bærumsbassenget og Bekkelagsbassenget. Beregningen i 1996-97 er meget usikre for Vestfjorden, da innstrømmende vann fra Drøbaksundet mellom desember og februar var vanskelig å fastslå med sikkerhet.

Beregningene følger ikke kalenderår, men tidsrommet 1.10 – 30.9. Figur 9 - Figur 11 viser den hydrografiske utviklingen fra oktober 1996 til desember 1997.

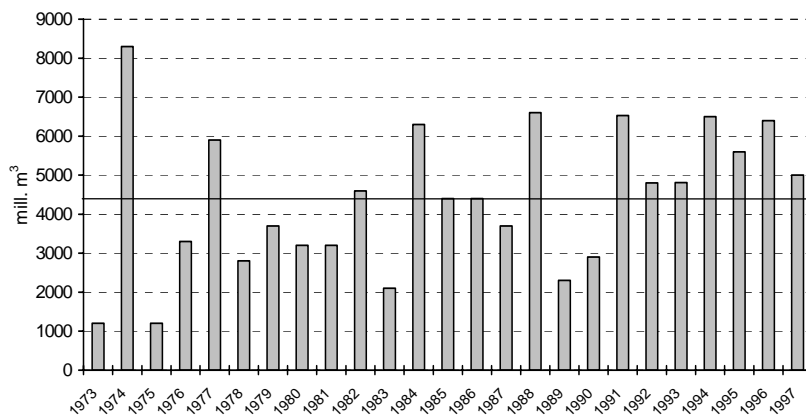
Dypvannsfornyelsen startet med en mindre innstrømmning med innlagring av vann mellom 20 og 40 meters dyp i Vestfjorden oktober 1996. En større dypvannsfornyelse ble registrert i februar og april/mai 1997. Fornyselsen var stort sett begrenset til Vestfjorden og meget lite vann ble tilført Bunnefjorden. Sammenlignet med tidligere observasjoner (Tabell 4 og Figur 9) var dypvannsfornyelsen i Vestfjorden bra, mens det var dårlig fornyelse i Bunnefjorden. Den milde vinteren i 1997 var nok en av faktorene bak den dårlige vannutskiftningen i Bunnefjorden, men en bidragende årsak var også den relativt høye egenvekten på det vann som dannet nytt dypvann i 1996.

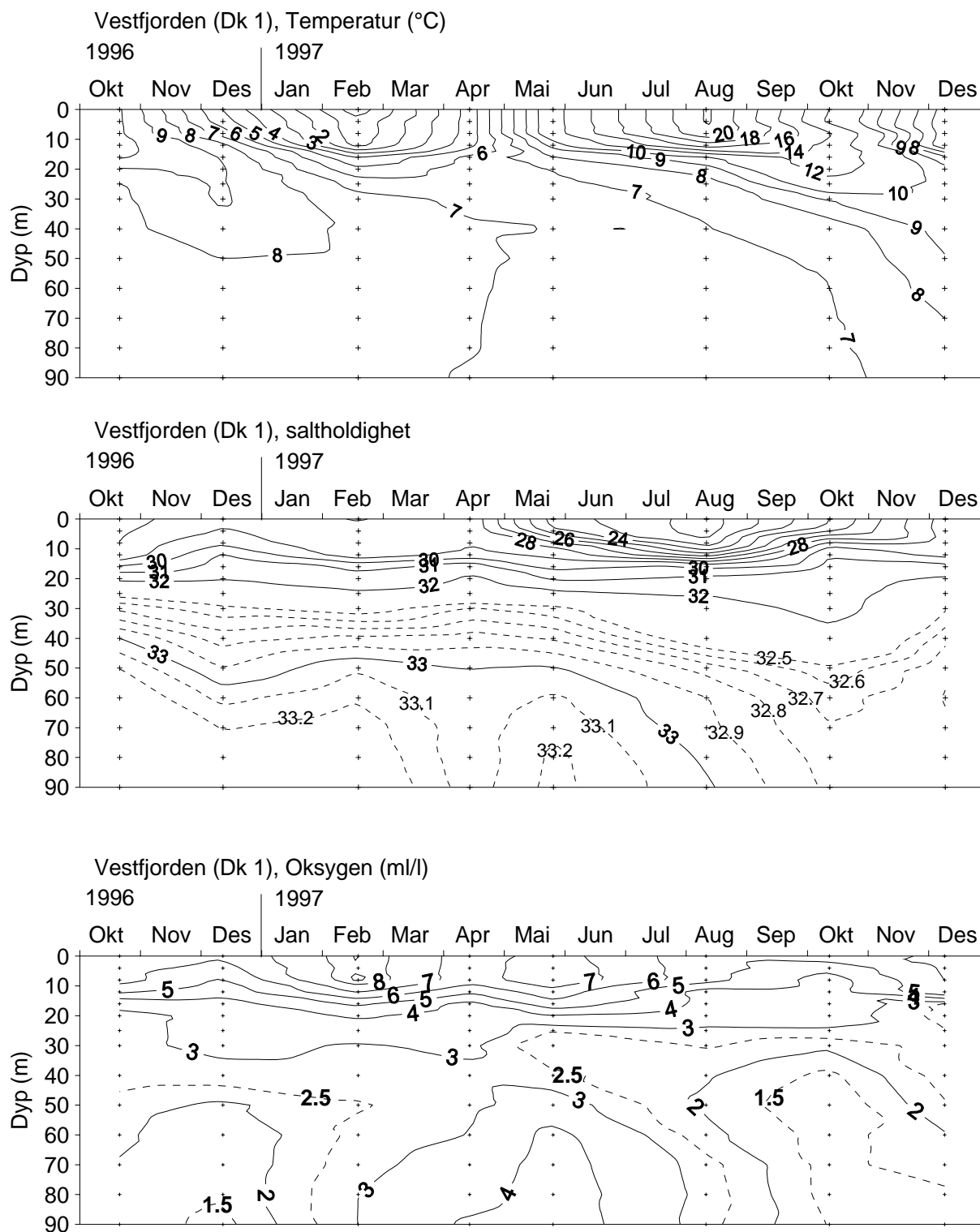
I Drøbaksundet var det en dypvannsfornyelse i april/mai 1997. Deretter var det ikke noen dypvannsfornyelse før desember 1997.

**Tabell 4.** Beregnet *relativ* dypvannsfornyelse (20 meters dyp til bunn) for hele indre Oslofjord, 1973-1997.

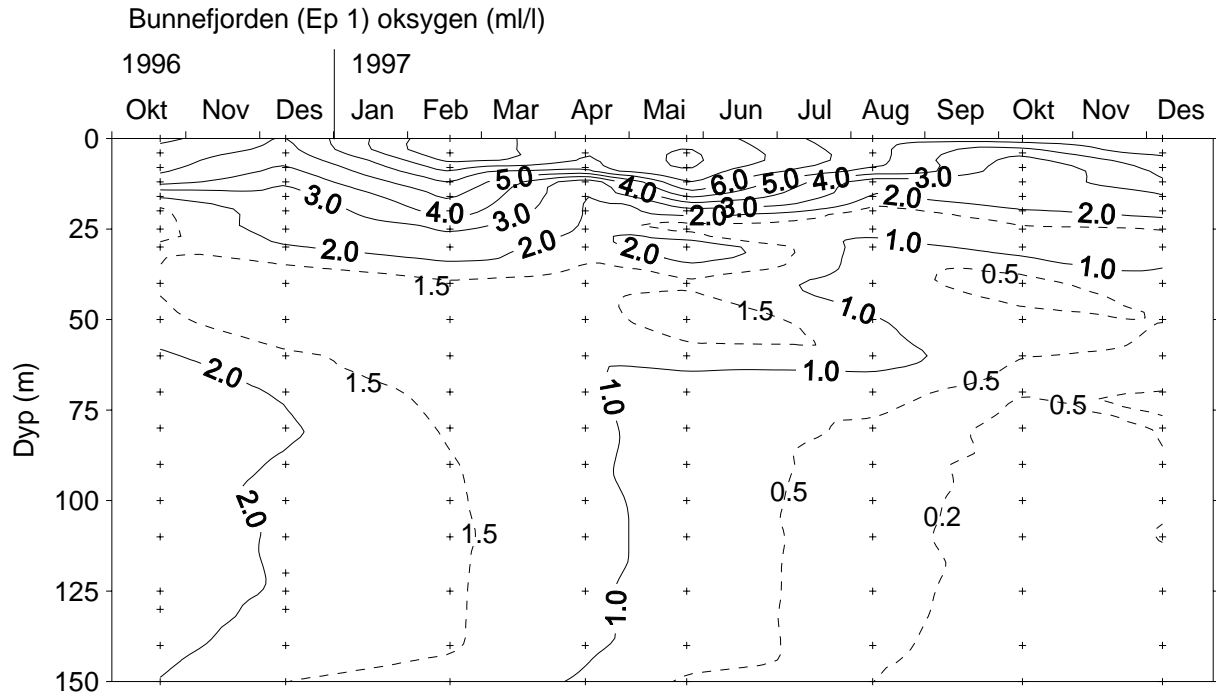
År	Dypvannsfornyelse (*10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Dypvannsf. (% av vol. 20 - 150 m dyp)	År	Dypvannsfornyelse (*10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Dypvannsf. (% av vol. 20 - 150 m dyp)
1973	1200	20	1986	4400	74
1974	8300	140	1987	3700	62
1975	1200	20	1988	6600	110
1976	3300	55	1989	2300	39
1977	5900	100	1990	2900	50
1978	2800	45	1991	6530	110
1979	3700	60	1992	4800	80
1980	3200	54	1993	4810	80
1981	3200	54	1994	6500	109
1982	4600	77	1995	5600	94
1983	2100	35	1996	6400	107
1984	6300	106	1997	5000	84*
1985	4400	74			

Gjennomsnittlig fornyelse 1973-92: ca. 4000\*10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>. \*=spesielt usikkert tall

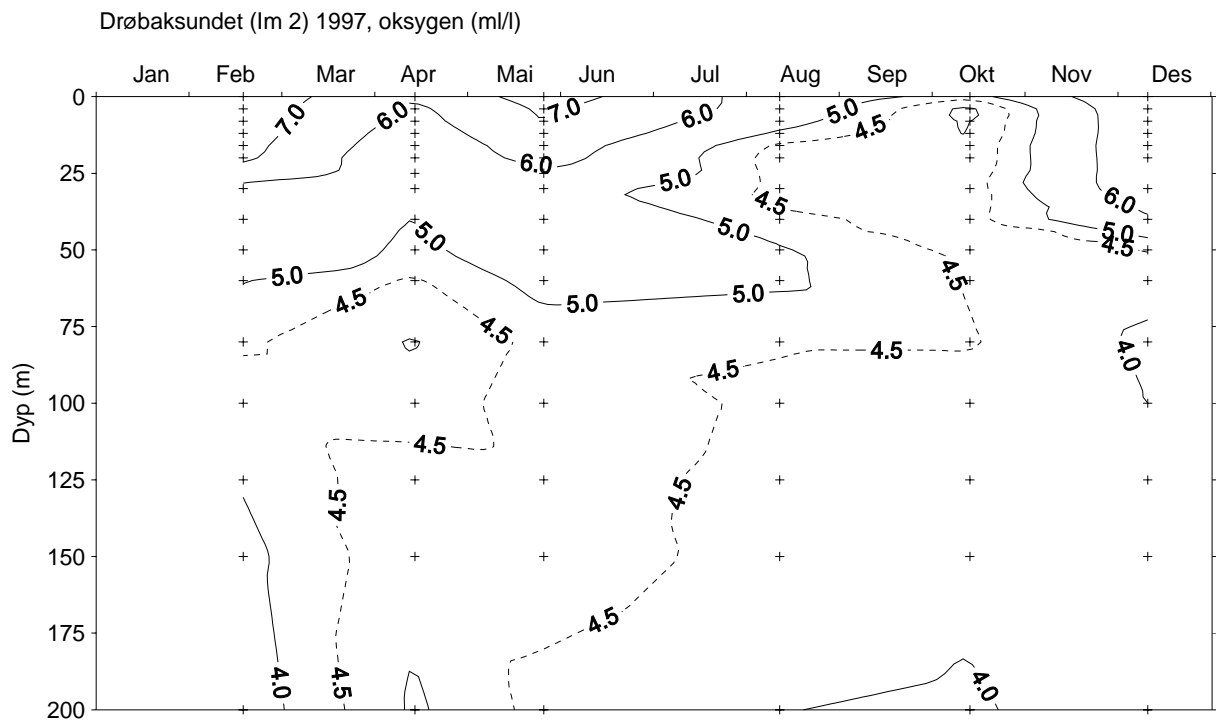
**Figur 9.** Beregnet *relativ* dypvannsfornyelse i indre Oslofjord 1973-97.



**Figur 10.** Temperatur (°C), saltholdighet og oksygen (ml/l) i Vestfjorden (Dk 1), oktober 1996 til desember 1997.



Figur 11. Oksygen (ml/l) i Bunnefjorden (Ep 1) 1995-1997.

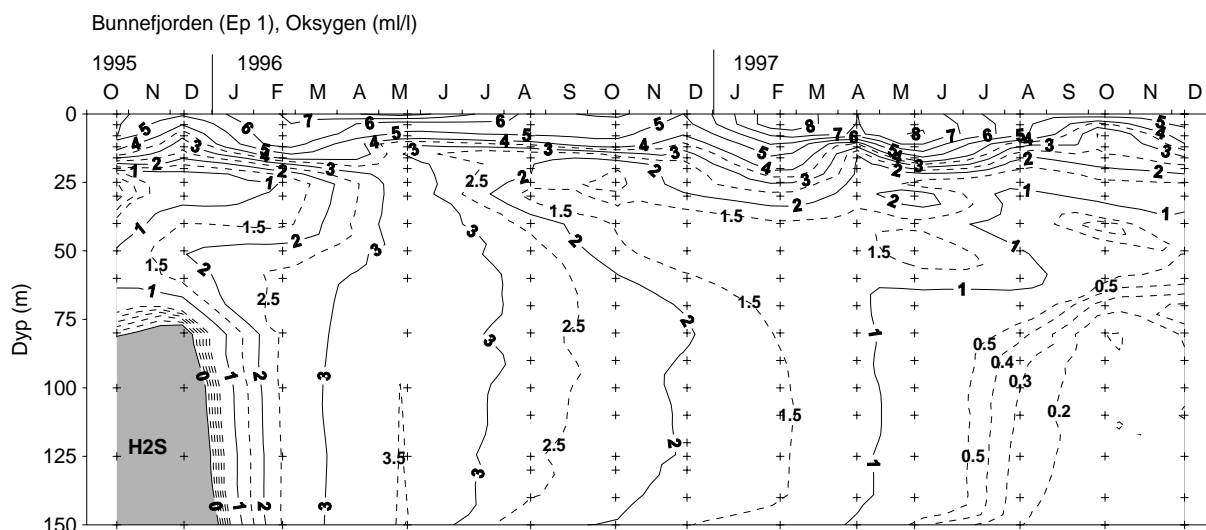


Figur 12. Oksygen (ml/l) i Drøbaksundet 1997.

## 2.3 Oksygenforhold.

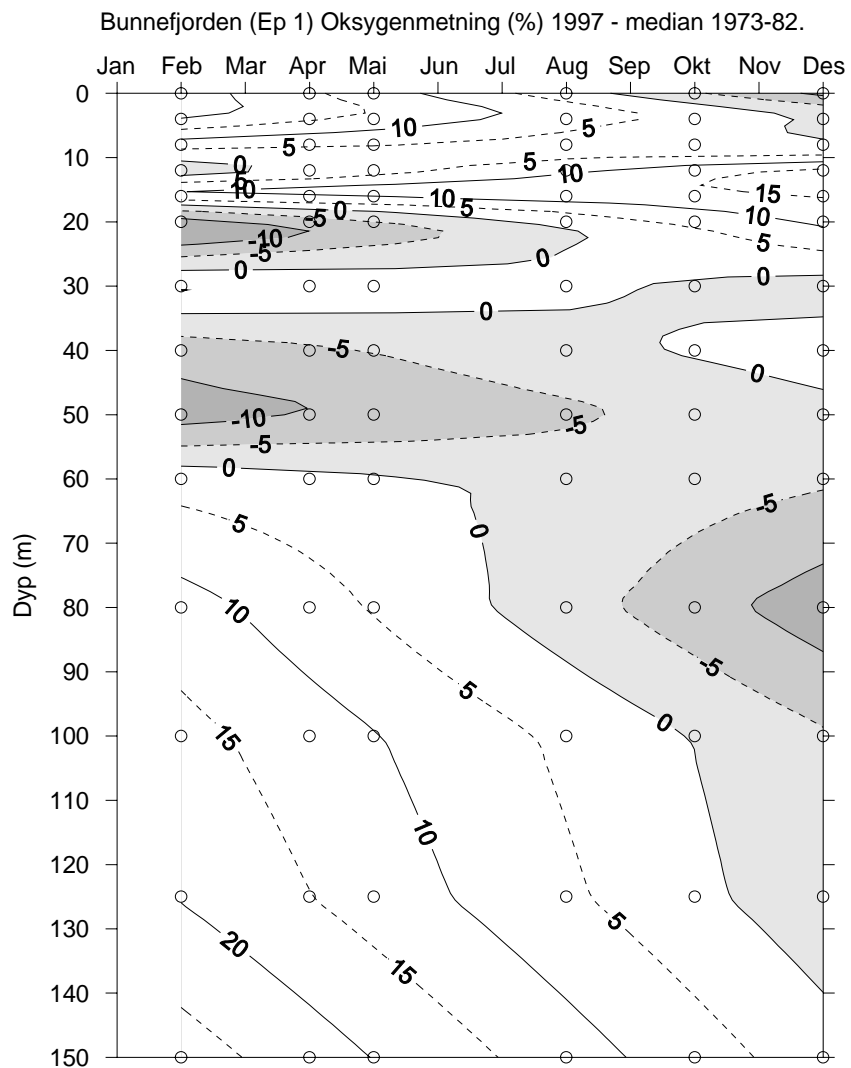
### Bunnefjorden.

Etter den meget gode dypvannsfornyelsen i Bunnefjorden vinteren 1996, har oksygenkonsentrasjonen suksessivt avtatt i det stagnante dypvannet (Figur 13). På tross av mangel på dypvannsfornyelse i 1997 var det oksygen i hele vannmassen frem til desember måned, hvor en svak lukt av hydrogensulfid ble observert på 150 meters dyp. Figur 14 viser relativt gode forhold i Bunnefjordens dypvann sammenlignet med observasjoner tatt før det siste store rensenanlegget med kjemisk rensing ble ferdig (VEAS) i 1982, men dårligere forhold på 40-60 meters dyp. Oksygenkonsentrasjonen var klart lavere mellom 40 - 125 m høsten 1997. Sammenlignet med de tentative mål som er foreslått av NIVA (Baalsrud m.fl. 1986) vil også 1997 holde seg over det laveste ambisjonsnivået (Figur 16), men det foreligger ikke noe tegn på at det laveste målet er nådd over tid. Konklusjonen fra tidligere rapporter gjelder fortsatt, dvs. at belastningen på Bunnefjorden er for stor i relasjon til målene med den dypvannsfornyelse fjorden har i dag.

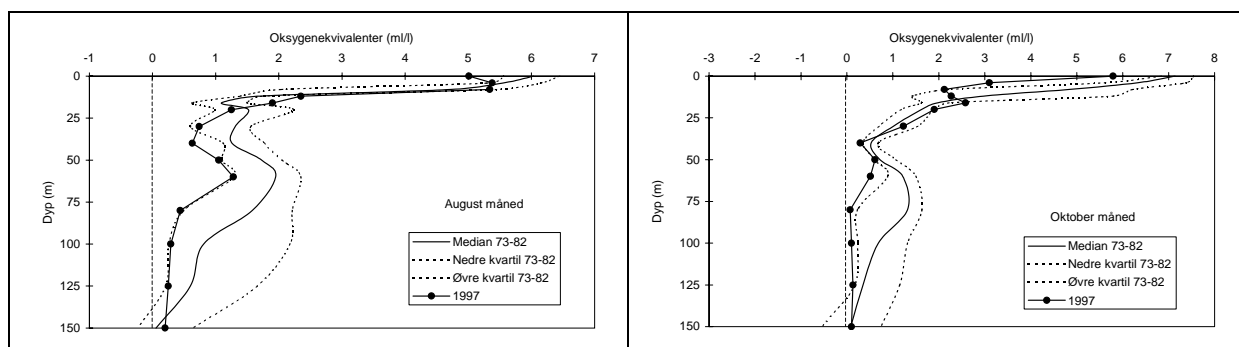


**Figur 13.** Oksygen (ml/l) i Bunnefjorden (Ep 1) 1995-1997.

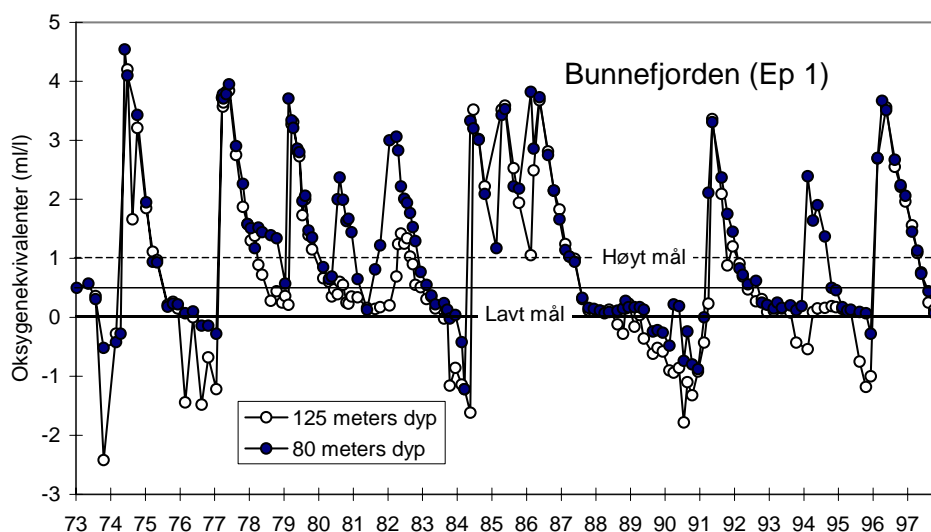




**Figur 14.** Oksygen metning (%) i Bunnefjorden (Ep 1). Observasjoner 1997 minus medianverdi av observasjoner 1973-82.



**Figur 15.** Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) i Bunnefjorden (Ep 1) i august og oktober 1997, sammenlignet med observasjoner fra 1973-82.



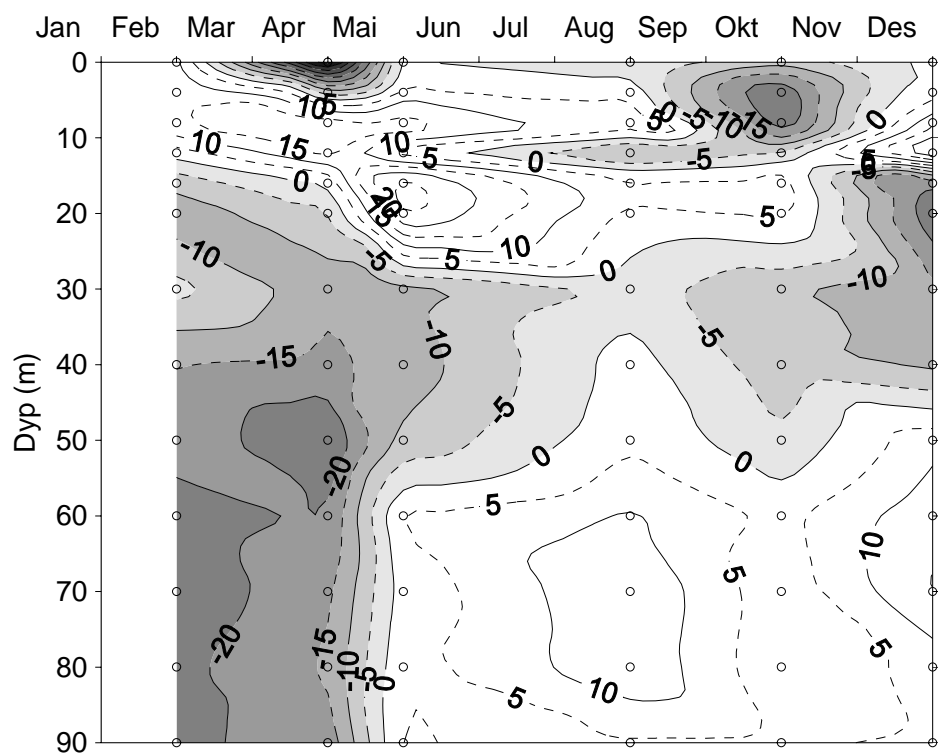
**Figur 16.** Oksygenekvivalenter (ml/l) på 80 og 125 meters dyp i Bunnefjorden (Ep 1) 1973-1997, sammenlignet med tentative mål (lavt-, middels- og høyt mål).

### Vestfjorden.

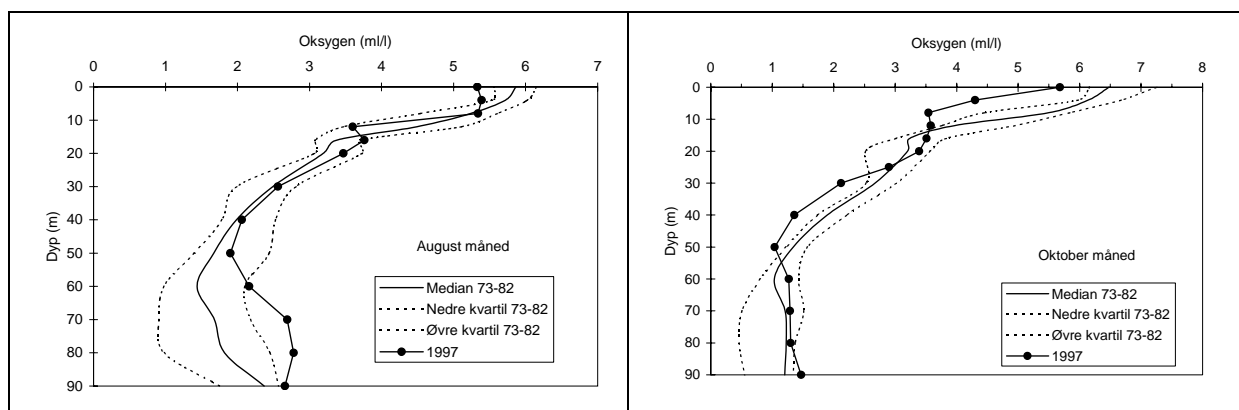
I Vestfjorden var dypvannsfornyelsen bra i 1997 men ga allikevel noe lavere oksygenmetning i selve utskiftningsperioden, men bedre enn medianen for 1973-82 om høsten. (Figur 17). På mellomnivåer var forholdene derimot noe dårligere. Oksygenkonsentrasjonen var også klart bedre eller noe bedre enn medianen for 1973-82 i august og oktober, men også klart lavere i oktober mellom 30 – 50 meters dyp (Figur 18). I dypvannet er det en positiv tendens, hvor konsentrasjonen mer sjelden ligger lavere en laveste ambisjonsnivå (Figur 19 og Figur 20). På mellomnivåer ligger konsentrasjonen fortsatt ofte lavere enn tidligere (Figur 21). De seneste årenes tidlige vannutskiftninger har her bidratt til de store variasjonene på 1990 – tallet. Sammenlignet med SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet for fjorder pendler Vestfjordens mellomlag mellom tilstanden meget dårlig til god.

Årsaken til den negative utviklingen på 30 meters dyp i Vestfjorden etter 1981 har tildels blitt tillagt utslippet fra VEAS. I 1995/96 ble det innført nitrogenrensing på dette utslippet, noe som bl.a. skulle bidra til bedre oksygenforhold på dette dypnivå. I 1997 var rensegraden for nitrogen ca. 70 %. Figur 22 viser oksygenkonsentrasjonen ved utslippet til VEAS samt ved Steilene i Vestfjorden høsten 1997, sammen med ammoniumkonsentrasjonen. Med nitrogenrensing skulle ammoniumkonsentrasjonen på avløpsvannets innlagingsdyp (20 - 30 meters dyp) avta og derved skulle også oksygenforholdene forbedre seg. Ettersom nitrogenrensingen startet opp i 1995/96, er det for tidlig til å trekke noen konklusjoner, men de tre observasjoner som foreligger viser lavere konsentrasjoner enn i 1996, spesielt i august og desember, mens oktoberobservasjonen fra 1997 er den eneste som ligger litt høyere enn oktober 1996. Oksygenkonsentrasjonen viser ikke noen stor forskjell mellom de to stasjonene på innlagingsdyp, men det er ikke nødvendigvis at oksygenmengden i det fortynnede utslippsvannet viser seg direkte ved utslippet. For å kunne følge avløpsvannets direkte innvirkning på fjorden må det fortynnede avløpsvannet følges fra utslippsstedet utover fjorden med samtidige observasjoner av oksygen og næringssalter, bl.a. for å kunne skille mellom den naturlige sprangsjiktseffekten og effekten av utslippet.

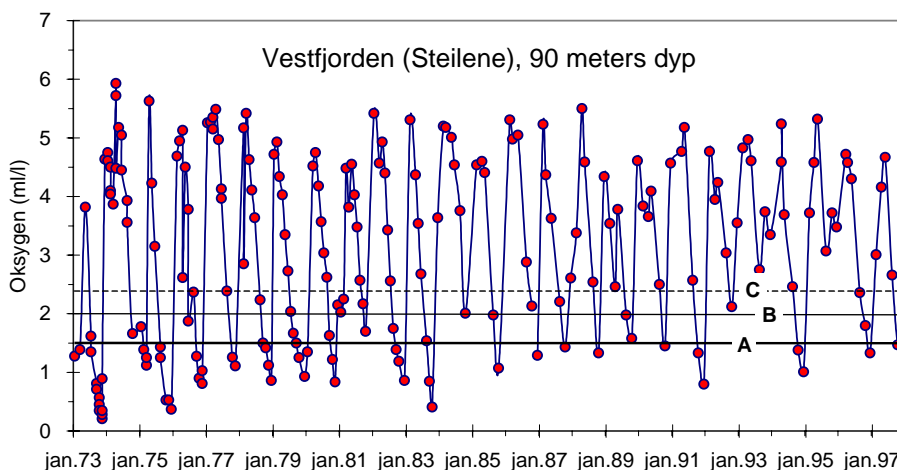
Vestfjorden (Dk 1). Oksygenmetning (%) 1997 - median 1973-82.



**Figur 17.** Oksygen metning (%) i Vestfjorden (Dk 1). Observasjoner 1997 minus medianverdi av observasjoner 1973-82.



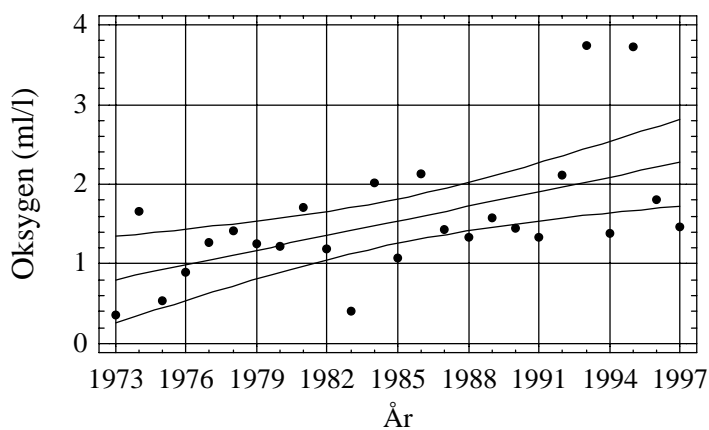
**Figur 18.** Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) i Vestfjorden (Dk 1) i august og oktober 1997, sammenlignet med observasjoner fra 1973-82.



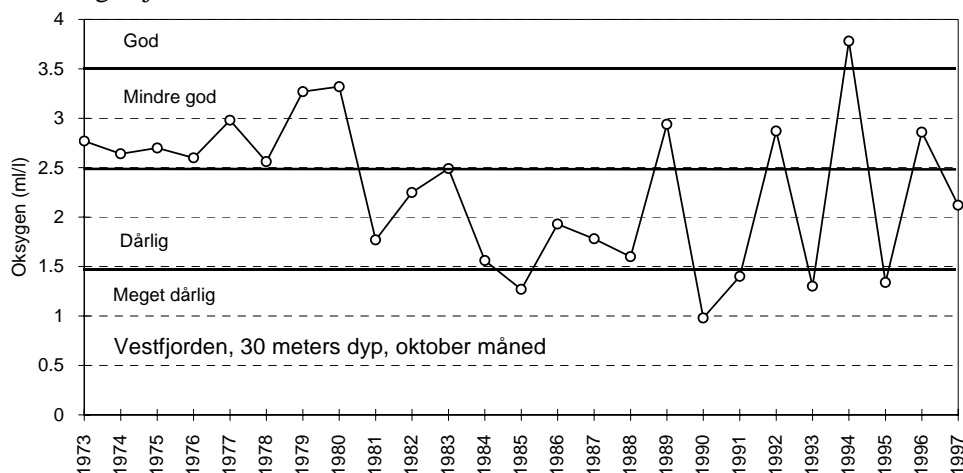
**Figur 19.** Oksygenkonsentrasjonen på 90 meters dyp i Vestfjorden (Dk 1) 1973-97, sammenlignet med tentative mål (lavt (A)-, middels (B)- og høyt (C) mål).

Oksygenkonsentrasjonen på 90 meters dyp i Vestfjorden (Dk 1) 1973-1997

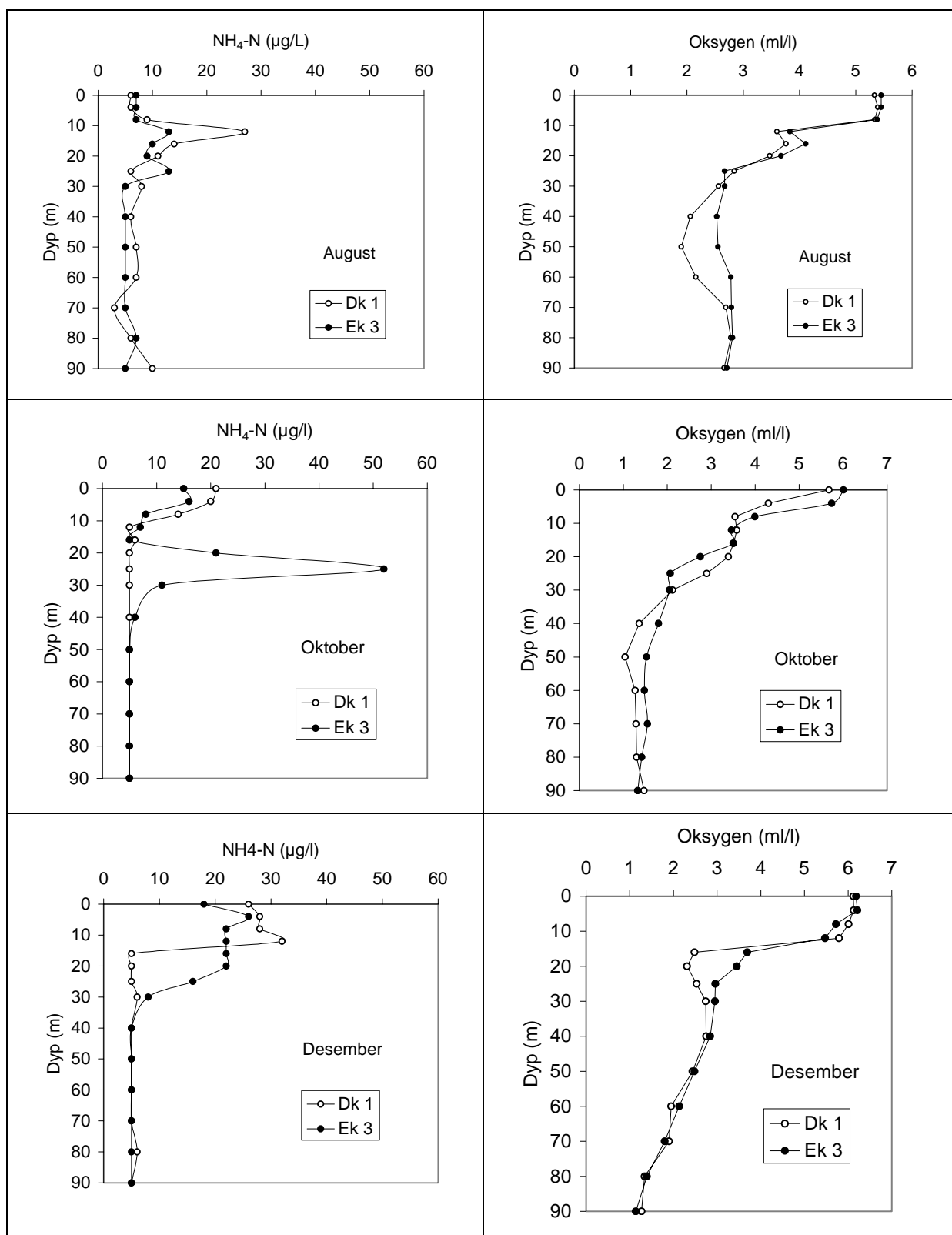
$$\text{Oksygen} = -120.112 + 0.0612846 \cdot \text{År} R\text{-kvadrat} = 31.5 \%$$



**Figur 20.** Oksygenkonsentrasjonen på 90 meters dyp i Vestfjorden (Dk 1), oktober måned 1973-97. Lineær regresjon.



**Figur 21.** Oksygenkonsentrasjonen på 30 meters dyp i Vestfjorden (Dk 1) oktober måned 1973-97, sammenlignet med tilstandsklasser (meget dårlig til god) ut fra SFTs veiledning for klassifisering av miljøkvalitet (Molvær m.fl., 1997).

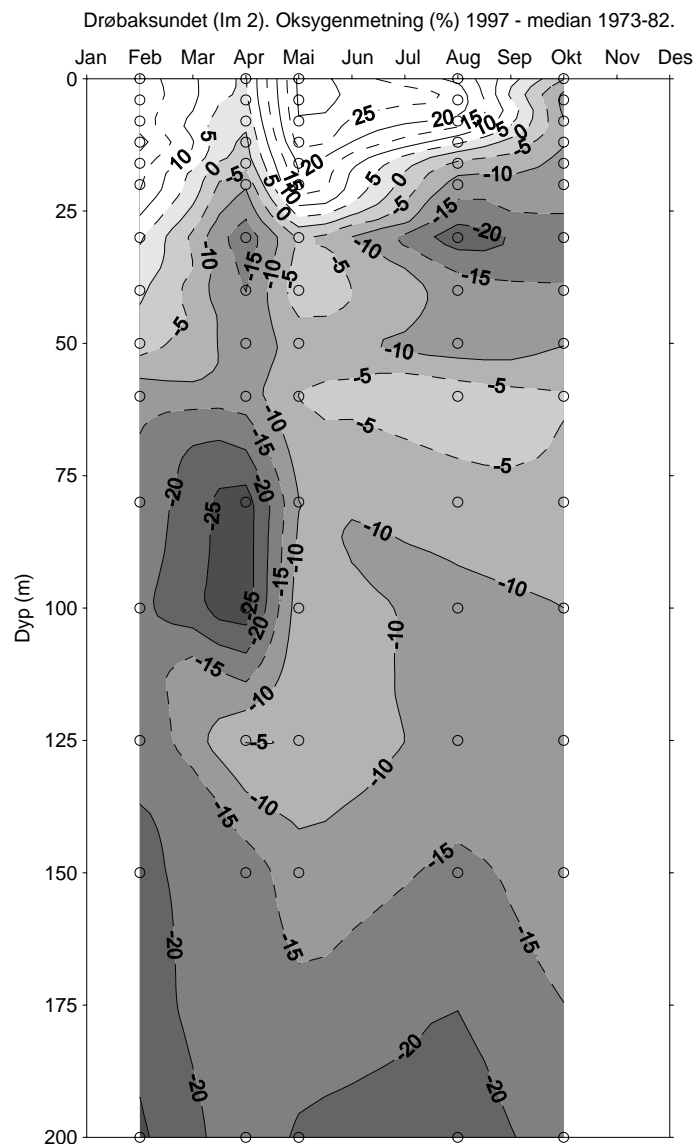


**Figur 22.** Ammonium ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) og oksygen ved utslippet til VEAS (Ek 3) og ved Steilen (Dk 1) i Vestfjorden, august, oktober og desember 1997.

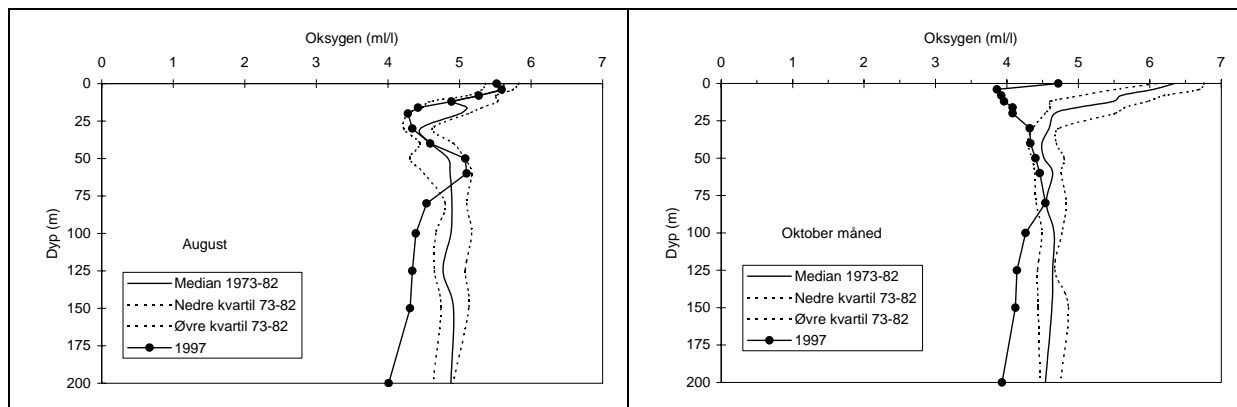
### Drøbaksundet.

I Drøbaksundet er oksygenforholdene gode sammenlignet med indre Oslofjord. Det er sjelden oksygenmetningen er lavere enn 60 % i de dypere vannmasser. I 1997 var oksygenmetningen gjennomgående lavere enn medianen for 1973-82 hele året (Figur 23), noe som tildels skyldes en lang stagnasjonsperiode og dårlig dypvannsfornyelse. Høsten 1997 var oksygenkonsentrasjonen i dypvannet (ca. 100 m til bunn) klart lavere enn de fleste observasjoner fra 1973-82. Omtrent like lave nivåer er f.eks. observert i 1973 (Figur 25), men de lave verdiene i 1996 og 1997 kan ikke sies å være vanlig forekommende. Forholdene i vannmassen like under spransjiktet (30 meters dyp) synes derimot å ha vært normale (Figur 26).

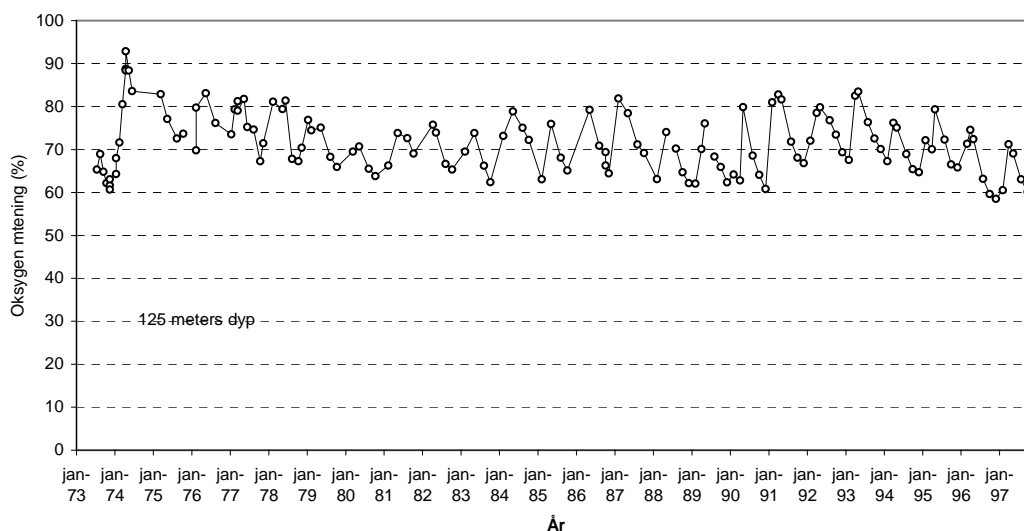
Tidligere er det vist at oksygenmetningen har avtatt om høsten i Drøbaksundet fra 1950/60- tallet, men fra 1973 til 1997 foreligger ikke noen signifikant negativ trend.



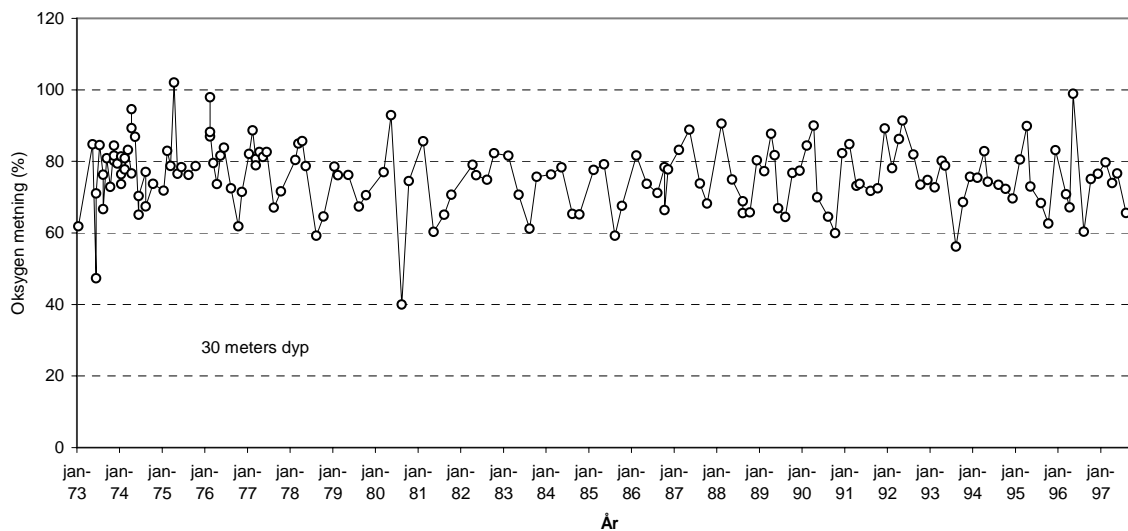
**Figur 23.** Oksygen metning (%) i Drøbaksundet (Im 2). Observasjoner 1997 minus medianverdi av observasjoner 1973-82.



**Figur 24.** Oksygenkonsentrasjonen (ml/l) i Drøbaksundet (im 2) i august og oktober 1997, sammenlignet med observasjoner fra 1973-82.



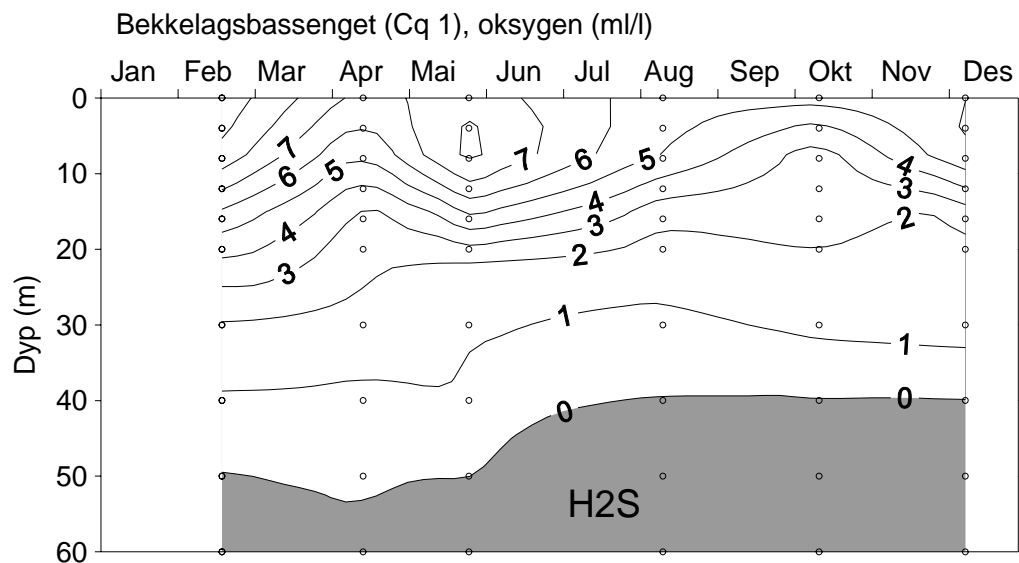
**Figur 25.** Oksygen metning (%) på 125 meter dyp i Drøbaksundet (Im 2) 1973-97.



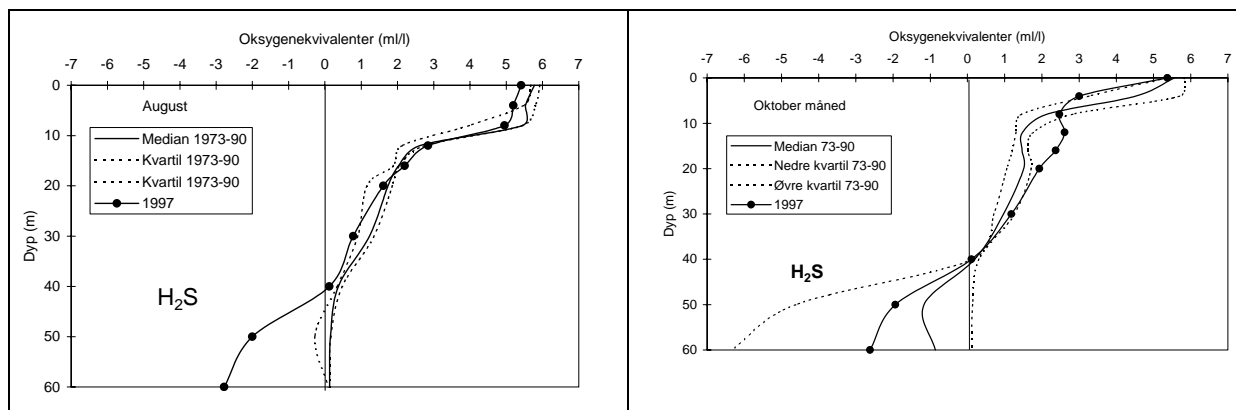
**Figur 26.** Oksygen metning (%) på 30 meter dyp i Drøbaksundet (Im 2) 1973-97.

### Bekkelagsbassenget.

I Bekkelagsbassenget ble det observert hydrogensulfidholdig dypvann hele 1997 (Figur 27). Forholdene var klart dårligere enn i 1996, hvor det stor sett var oksygen i hele bassenget. Sammenlignet med observasjoner for perioden 1973-90 var oksygenkonsentrasjonen klart lavere eller lavere i august og oktober 1997 fra ca. 30 meters dyp til bunn. I 1995 ble det rapportert fiskedød i området, men ikke i 1996 (Magnusson m.fl., 1996). Høsten 1997 ble det observert torsk som syntes å ha pusteproblemer, på grunt vann i Paddehavet (M. Walday, pers. Medd). Det ble derimot ikke rapportert om død fisk.



**Figur 27.** Oksygen (ml/l) i Bekkelagsbassenget (Cq 1) 1997.

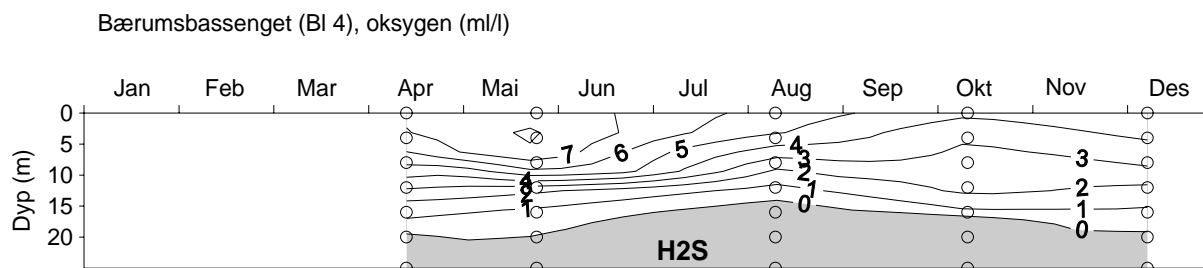


**Figur 28.** Oksygen /hydrogensulfid (ml/l) i Bekklagsbassenget (Cq 1) august og oktober 1997, sammenlignet med observasjoner fra 1973-90.

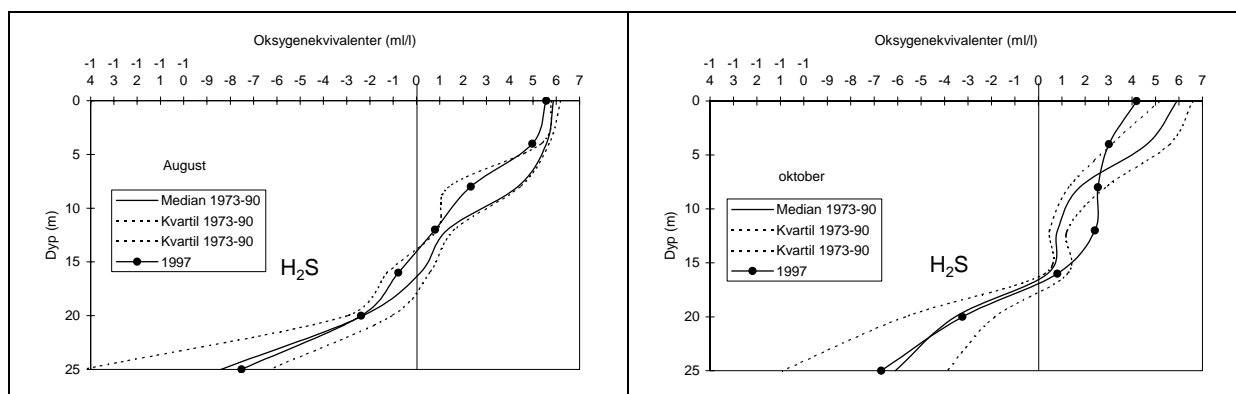


## Bærumsbassenget.

Oksygenforholdene i Bærumsbassenget var noe dårligere i 1997 enn i 1996 og hydrogenulfidholdig vann ble observert i hele 1997 fra april til desember (Figur 29). Sammenlignet med observasjoner fra 1973-90 var oksygenkonsentrasjonen i august og oktober 1997 omtrent normal i bunnvannet, men noe lavere i de øvre vannmassene i august (Figur 30). I oktober var derimot oksygenkonsentrasjonen på mellomdyb (ca 16 m) klart bedre.



**Figur 29.** Oksygen (ml/l) i Bærumsbassenget (Bl 4) 1997.



**Figur 30.** Oksygen (ml/l) i Bærumsbassenget (Bl 4) august og oktober 1997, sammenlignet med observasjoner fra 1973-90.

## 2.4 Øvrige observasjoner fra fjorden i 1997.

Fra Indre Oslofjord Fiskerlag ble det meldt om tilfredsstillende fiske i 1997. Makrellfisket var meget godt i mai/juni og det ble observert store mengder brisling i innerste del av fjorden utover høsten. Brislingen stod til tider så nær overflaten og lokalt i slike mengder at de kunne tas med håv. Også juletorsken var ekstra fin i 1997 (B. Andersen, Indre Oslofjord Fiskerlag, pers. medd.).

Det ble ikke rapportert fiskedød i fjorden i 1997, på tross av at det ble observert torsk med "pusteproblemer" nær overflaten i Paddehavet i november 1997 (Walday pers. medd.).

I november ble også indre Oslofjord invadert av alkefugl. Store mengder fugl ble også funnet død bl.a. i havnebassenget.

Havnebassenget fikk også motta dreneringsvann fra Romeriksporten via Loelva. Det var tettningsmiddelet Rhoca-Gil som ble brukt i tunnelen fra september 1995 til august 1997 (totalt 340 tonn) og effekten av akrylamid (1/4 av injeksjonskjemikaliet) på miljøet i elven og fjorden. Akrylamid

er godt løslig i vann og lett nedbrytbart. En risikoanalyse ble gjennomført i etterhånd (Källqvist, m.fl., 1997) og de beregnede konsentrasjoner av akrylamid i Loelvas munning var ikke så høye at de innebar noen helsefare ved konsum av fisk fra området. Det vill heller ikke foreligge noen fare for oppkonsentrering i sediment. En enkel undersøkelse (Rygg og Magnusson, 1997) ble i ettertid gjort i munningen av Loelva og nærliggende sjøområder, og det ble ikke påvist akrylamid i vann eller sedimenter.

## **2.5 Overflatevannets kvalitet.**

Overflateobservasjoner ble innsamlet i 1997 etter samme mønster som tidligere år. Siktedyp ble observert på alle stasjoner, mens prøver for analyser av klorofyll-*a* og næringssalter ble innsamlet fra 0- 2 meters dyp på et utvalg av stasjoner (se kap. 1.3.1). Hensikten med observasjonene er dels å sammenligne med eldre data (spesielt siktedyp og klorofyll-*a*), dels også å få klarlagt situasjonen før nitrogenrensing blir gjennomført (forundersøkelse), dels å vurdere observasjonene opp mot Statens forurensningstilsyns (SFT) klassifiseringssystem for fjorder som delvis ble revidert i 1997 (Molvær m.fl., 1997).

### **2.5.1 Tilstanden bedømt ut fra siktedyp, klorofyll-*a* (planteplanktonbiomasse) og næringssalter i 1997.**

Sommeren 1997 var lufttemperaturen over det normale, nesten 2 grader over gjennomsnittet for perioden 1930 - 91 (Figur 7), og nedbøren var mindre enn normalt (Figur 8). Dette resulterte i meget varmt overflatevann (Figur 31) med temperaturer over 22 °C (enkelte observasjoner viste over 23 °C). Saltholdigheten på overflatevannet varierte mellom 23 –24. Med lite bruk av overløp (liten nedbør) var forholdene til stede for bra vannkvalitet sommeren 1997.

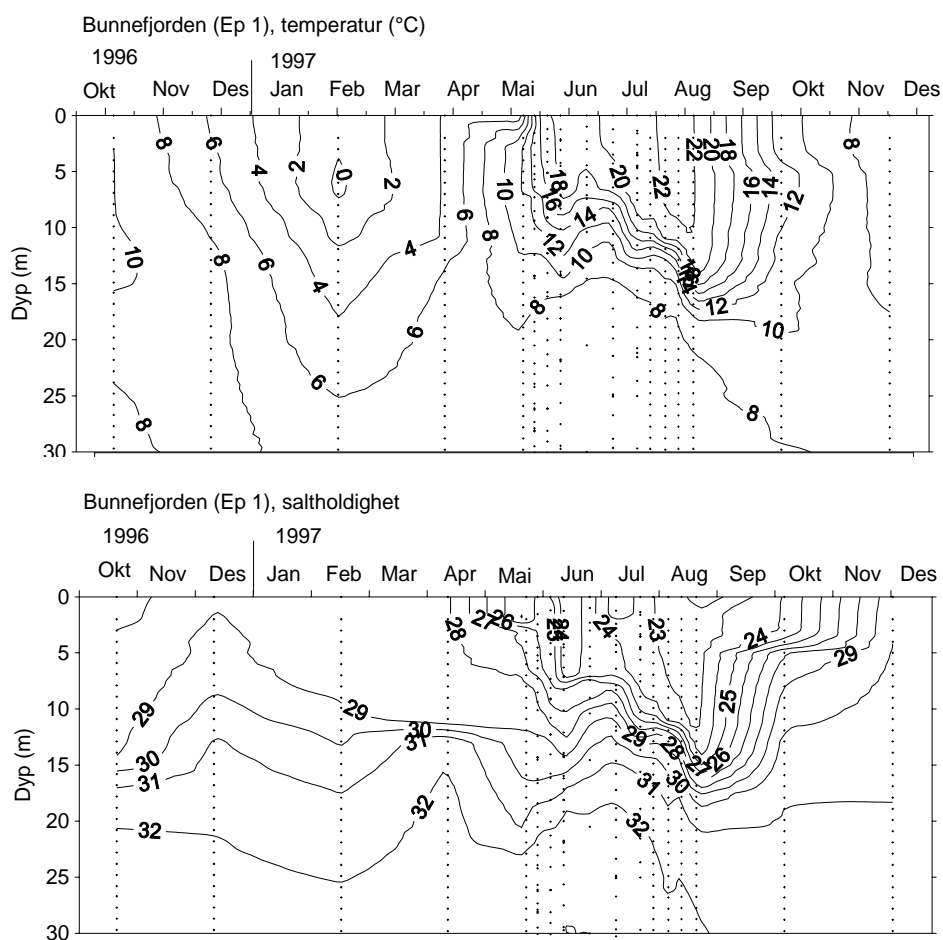
Bedømt ut fra SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet (Molvær m.fl., 1997), var tilstanden i overflatevannet bedømt ut fra næringssaltskonsentrasjoner meget god til god (Tabell 5), hvor Havnebassenget, Bærumsbassenget og tildels Lysakerfjorden havnet i klassen god og resten av fjorden i klassen meget god. Bedømt ut fra klorofyll-*a* varierte tilstanden fra meget god i Vestfjorden til mindre god i Bærumsbassenget og Havnebassenget. Dårligste tilstandsklasse ga siktedypet hvor tilstanden varierte fra mindre god i hovedfjorden til dårlig i bassengene. Sammenlignet med tidligere år (1993-1996) var tilstanden sommeren 1997 omtrent som i 1996, dvs bedre enn i 1993-95, hvor spesielt 1994 og 1995 bar preg av lokale overløp og i tillegg influensen av storflommen i 1995.

Siktedypet for alle stasjoner fra sommeren viser at de dårligste siktedypene ble målt i Bærumsbassenget ved Kalvøya (Bk1) og Sandviksbukta (Bk2). Begge stasjoner var påvirket av (partikkelrikt) ferskvann fra Sandvikselva (Figur 32). Dårlige siktedyp ble også observert i Oslo Havnebasseng (Ap og Aq-stasjonene), samt Bekkelagsbassenget. De klart beste siktedypene ble målt i Vestfjorden (Dk 1 og Dk 3, samt stasjonen ved utslippet til VEAS (Ej 1). Sammenlignet med tidligere år på 1990-tallet var siktedypet sommeren 1997 noe dårligere enn i 1996, men signifikant bedre enn i 1994 og 1995, hvor overløp (1994 og 1995) og flom fra Glomma/Drammelselva (1995) satte sitt preg på fjordens overflatelag. Det er således viktig for overflatevannets tilstand at bruk av overløp begrenses.

For de enkelte stasjoner var siktedypet noe bedre i Lysakerfjorden og Vestfjorden enn i 1996, men med noe dårligere siktedyp i bassengene og Bunnefjorden (Figur 34). Også her fremstår 1994 og 1995 som de klart dårligste årene på 1990-tallet. Allikevel ligger fortsatt gjennomsnittlig siktedyp for perioden 1991-97 noe over perioden 1983-90 på de fleste stasjoner og her bidrar sommeren 1997 til de

positive resultatene, spesielt sammenlignet med forholdene i perioden 1973-82 (Figur 35). Dette gjelder også for planteplanktonbiomassen i overflatevann (Figur 36).

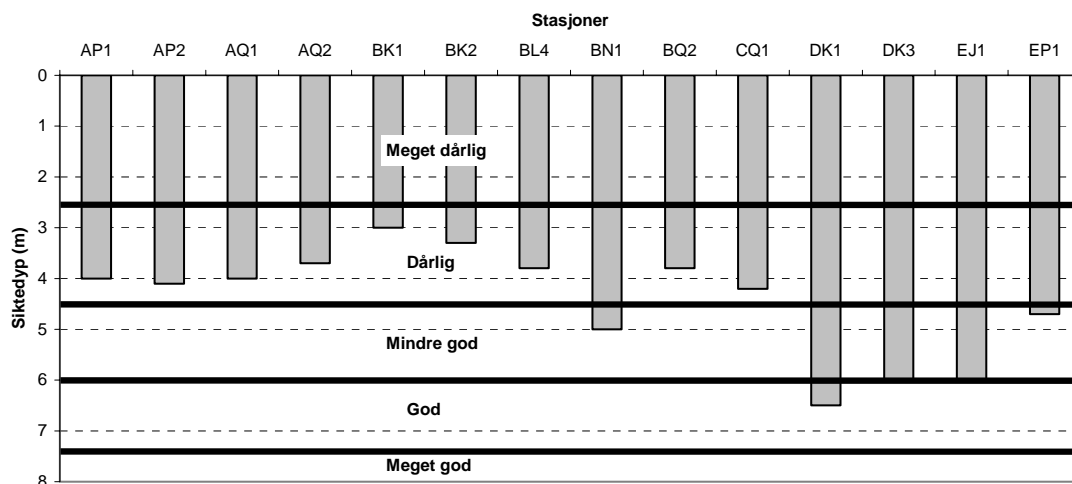
Oslo vann-og avløpsverk gjennomfører siden juni 1995 målinger av badevannskvalitet i Oslofjorden (Røysted, 1997) fra mai til august. Formålet med observasjonene er å registrere hvordan avløpshåndteringen påvirker badevannskvaliteten i nærområdene til Oslo. Det blir tatt prøver fra 9 stasjoner mellom Fiskvollbukta i Bunnefjorden og Sollerudstranda i Lysakerfjorden. Resultatene fra sommeren 1997 viste at badevannskvaliteten varierte med nedbøren ved de stasjoner som ligger nær områder med mulighet for spillevannspåvirkning. Sammenlignet med observasjoner fra 1995 og 1996 var badevannskvaliteten i området noe dårligere enn i 1996 men bedre enn i 1995, hvor store overløp forårsaket dårlig badevann omkring Osloøyene. Ved oppholdsvær er badevannskvaliteten generelt tilfredsstillende i området. De mest utsatte områdene er nærområdet til utløpet av Loelva, Skipsløpet og Frogenerkilen.



**Figur 31.** Temperatur og saltholdighet i overflatelaget i Bunnefjorden (Ep 1) oktober 1996 til desember 1997. (Observasjonsfrekvensen vises av punkter i figuren).

**Tabell 5.** Overflatevann i indre Oslofjord 1993-97. Klassifisering av tilstand etter SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet i fjorder (Molvær m.fl., 1997). Klassifiseringen er basert på observasjoner i juni - august (ca. 13 st). Det finnes totalt 5 klasser: I = meget god, II = god, III = mindre god, IV = dårlig, V = meget dårlig.

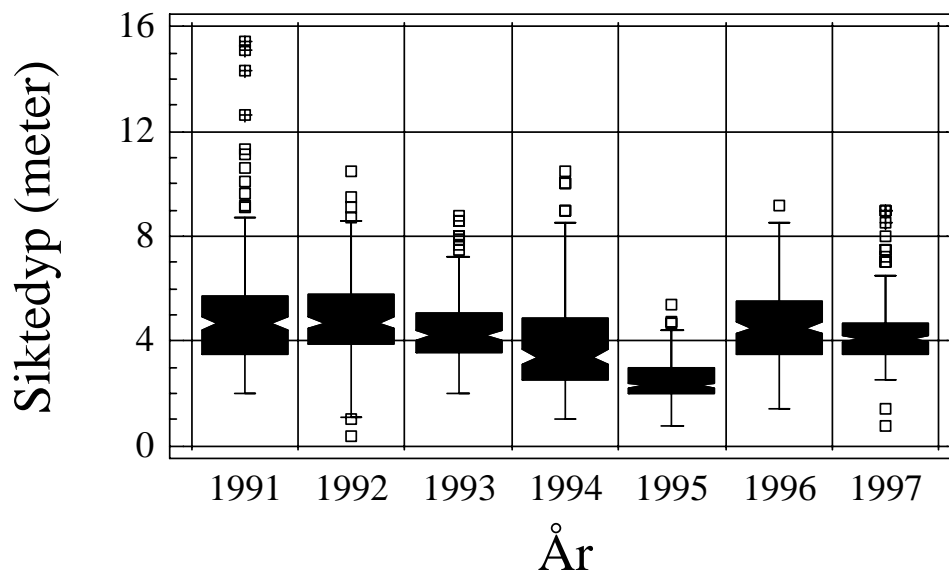
Stasjon	Område	År	Sikte- dyp	Kl-a	Tot-P	PO <sub>4</sub> -P	Tot-N	NO <sub>3</sub> + NO <sub>2</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N
Ap2	Havne- bassenget	1993	IV	III	II	I	III	I	III
		1994	IV	IV	III	I	III	I	II
		1995	IV	IV	III	I	III	II	I
		1996	IV	III	II	I	II	I	I
		1997	IV	III	II	I	II	I	I
Cq1	Bekkelags- bassenget	1993	IV	III	II	I	II	I	III
		1994	IV	III	III	I	III	III	III
		1995	V	IV	III	I	III	I	I
		1996	III	II	II	I	I	I	I
		1997	IV	II	I	I	I	I	I
Bl4	Bærums- bassenget	1993	IV	II	I	I	II	II	I
		1994	IV	II	I	I	II	II	II
		1995	V	III	III	I	II	III	I
		1996	IV	II	I	I	I	I	I
		1997	IV	III	II	I	II	I	I
Bn 1	Lysaker- fjorden	1993	III	II	I	I	II	I	III
		1994	IV	III	II	I	II	II	II
		1995	IV	III	III	I	II	I	I
		1996	III	II	I	I	I	I	I
		1997	III	II	I	I	I	I	I
Ep 1	Bunne- fjorden	1993	III	II	I	I	II	I	II
		1994	III	III	II	I	II	II	II
		1995	V	III	III	I	III	I	I
		1996	III	II	II	I	I	I	I
		1997	III	II	I	I	I	I	I
Dk 1	Vest- fjorden	1993	III	I	I	I	I	I	I
		1994	IV	II	II	I	I	II	II
		1995	IV	III	III	I	II	II	I
		1996	III	I	I	I	I	I	I
		1997	III	I	I	I	II	I	I



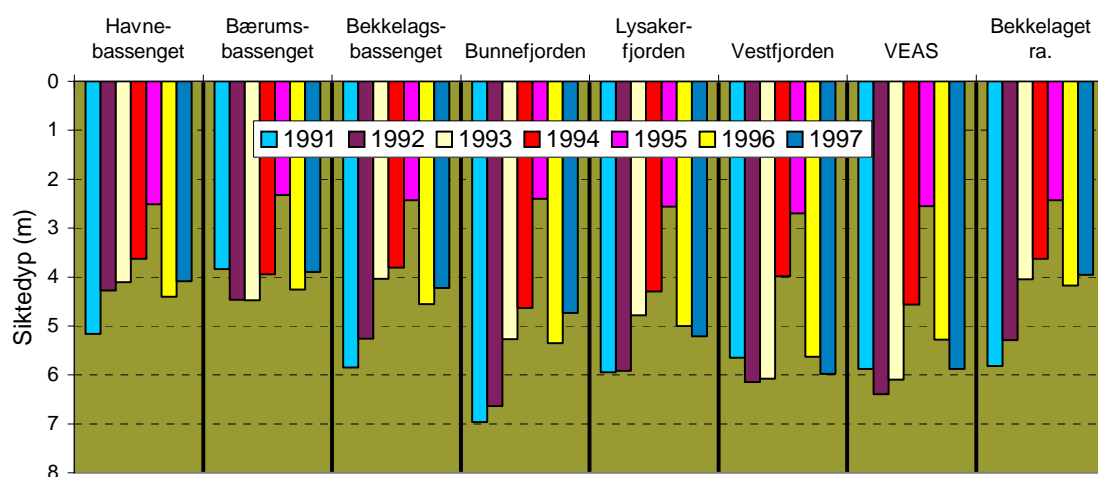
**Figur 32.** Gjennomsnittlig (median) siktedyp på ulike stasjoner i indre Oslofjord juni-august 1997 (ca. 13 obs.). På figuren er tilstanden klassifisert etter SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet.

## Observasjoner fra juni august

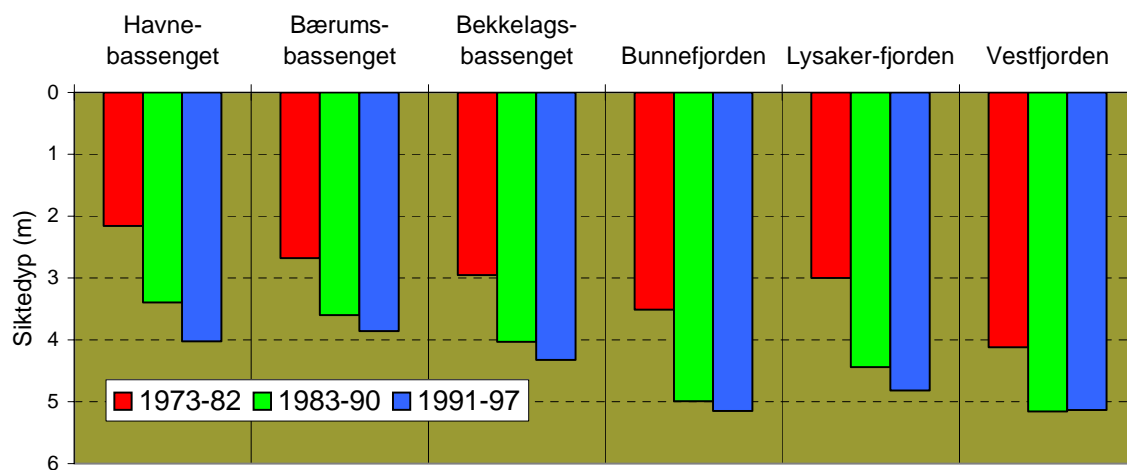
14 stasjoner i indre Oslofjord



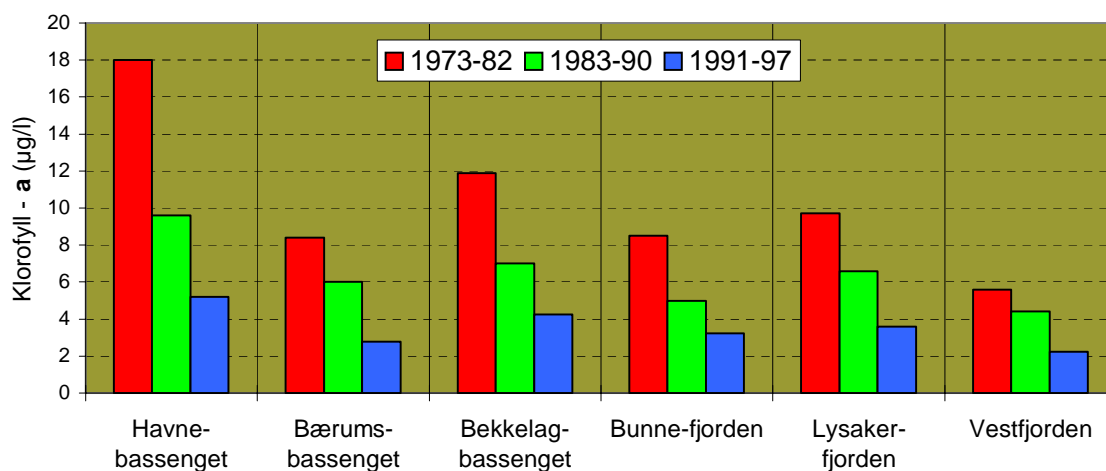
**Figur 33.** Siktedyp (m) i indre Oslofjord 1991-97, samtlige stasjoner (11 st). Signifikante forskjeller (medianverdi) vises ved at innsnevninger i boksene ikke overlapper for de enkelte årene.



Figur 34. Gjennomsnittlig siktedyp på ulike stasjoner i indre Oslofjord juni-august 1991-97.



Figur 35. Gjennomsnittlig siktedyp (m) juni-august 1973-82, 1983-90 og 1991-97.



Figur 36. Gjennomsnittlig planteplanktonbiomasse (klorofyll-a) i 0-2 meters dyp, juni-august 1973-82, 1983-90 og 1991-97.

## 2.5.2 Planteplankton.

Fra vekstsesongen 1997 er det utført kvantitative planteplanktonanalyser på 17 integrerte vannprøver (0-2 meter) fra stasjon Dk 1 i Vestfjorden. Fra denne stasjonen er det også sett på håvtrekk tatt fra 10-0 m dyp. I tillegg er tre vannprøver fra stasjon EP1 i Bunnefjorden, to vannprøver fra Ap2 i Frognerkilen og 1 vannprøve fra stasjon Bl 4 i Bærumsbassenget opparbeidet. De opparbeidede prøvene var i hovedsak fiksert både med lugol og formalin. Kvantifiseringen er gjort ut fra den lugolfikserte prøven ettersom lugol preserverer flagellater mye bedre enn formalin. I enkelte tilfeller var prøvene imidlertid kun formalinfiksert. Håvtrekkene var alle formalinfikserte.

Prøvene er tatt i perioden 15/2-13/10, men innsamlingen er konsentrert om sommermånedene. Figur 38 og Figur 39 viser observasjoner av planteplanktonbiomassen i 0-2 meters dyp i fjorden målt som klorofyll-a.

Våroppblomstringen startet tidlig i 1997, og 15. februar ble det på Dk 1 registrert den høyeste klorofyll-a verdien i 1997 med 12 µg/l. Tallmessig var kiselalgen *Skeletonema costatum* mest framtrædende med 7,6 mill celler/l. I tillegg var det også betydelige forekomster av *Thalassiosira nordenskiöldii* (0,4 mill. celler/l). *Thalassionema nitzschioides* (0,1 mill. celler/l) og ulike arter innenfor slekten *Chaetoceros* (totalt 0,5 mill. celler/l) forekom også. Håvtrekket var dominert av de to førstnevnte artene.

15. april var algebiomassen på Dk 1 svært lav. *Skeletonema costatum* forekom sammen med små flagellater. I håvtrekket dominerte imidlertid *Dinophysis norvegica* og *Ceratium longipes*.

27. mai ble det registrert en kraftig oppblomstring av dinoflagellater som bidro til en klorofyllverdi på 8,5 µg/l. De mest framtrædende artene var *Dinophysis acuminata* (14.400 celler/l), *D. norvegica* (26.200 celler/l), ulike ceratier (14.800 celler/l), der artene *Ceratium longipes* (3.800 celler/l) og *C. tripos* (9.200 celler/l) var mest framtrædende, og *Heterocapsa triquetra* (0,5 mill./l). *Alexandrium* sp. - som er produsent av PSP-toksin - ble registrert i et antall på 400 celler/l, som kvalifiserer for båndlegging med hensyn på plukking av skjell til konsum ut fra SNT sine kriterier. De høye verdiene for *Dinophysis*, som er produsenter av DSP-toksin, overskred båndleggingsgrensen mangfoldige ganger.

3. juni var det på Dk 1 fremdeles relativt høye konsentrasjoner av ceratier (4.500 celler/l) der både *C. furca*, *C. fusus*, *C. longipes* og *C. tripos* var framtrædende. Forekomstene av *Dinophysis* (1.700 celler/l), som nå var dominert av *D. acuminata* (1.500 celler/l), lå fremdeles over båndleggingsgrensen. Antall *Heterocapsa triquetra* (0,1 mill. celler/l) var noe redusert, men arten var fremdeles framtrædende. Mengden små flagellater hadde økt betydelig og var totalt på 14,8 mill. celler/l. Den årvisse oppblomstringen av kalkalgen *Emiliania huxleyi* var nå i startfasen, og algekonsentrasjon var 0,5 mill. celler/l. En god del *Chaetoceros curvisetus* forekom (0,3 mill. celler/l).

På stasjon Ep1 i Bunnefjorden var artsforekomstene i begynnelsen av juni omtrent de samme som på Dk1, men konsentrasjonene var betydelig høyere. Unntatt var imidlertid *Emiliania huxleyi* og *Chaetoceros curvisetus*, som bare hadde sporadiske forekomster i Bunnefjorden. Ceratiene forekom totalt med 19.800 celler/l. Her var imidlertid var *C. tripos* (13.400 celler/l) langt mer dominerende enn på DK1. *Dinophysis acuminata* forekom med 3.000 celler/l. *Gyrodinium aureolum* ble registrert for første gang i lave konsentrasjoner. Total mengde flagellater var 17,9 mill celler/l. Av de klassifiserbare flagellatene var *Chrysochromulina* spp. (0,6 mill celler/l), cf. *Plagioselmis* sp. (0,5 mill. celler/l) og *Pyramimonas* spp. (0,4 mill. celler/l) mest framtrædende. *Proboscia alata*, som er en stor kiselalge, forekom i et antall på 9.600 celler/l.

10. juni var det betydelige forekomster av *Chaetoceros* spp. (3,1 mill celler/l) på DK1. Framtredende arter var *Chaetoceros wihgamii* og *C. curvisetus*. Mengden av ceratier var nå redusert til 2.800 celler/l og forekomstene av *Dinophysis* var lave. *Gyrodinium aureolum* forekom sporadisk. Konsentrasjonen av *Emiliana huxleyi* var uendret, mens forekomsten av cryptophyceer hadde økt betydelig til 1,9 mill. celler/l. Mest framtredende var cf. *Plagioselmis* sp.

17. juni var forekomstene av *Chaetoceros* spp. og cryptophyceer betydelig redusert på DK1, mens *Skeletonema costatum* hadde blomstret opp med et antall på 2,7 mill. celler/l. Forekomstene av ceratier var relativt uendret.

24. juni var *Emiliana huxleyi* blomstringen var godt i gang på stasjon Dk1 i Vestfjorden med et celledtall på 7,3 mill. celler/l. Mengden cryptophyceer hadde på nytt økt (2,1 mill. celler/l), og det samme var tilfellet for *Dinophysis norvegica* som hadde blomstret opp i et antall på 1.200 celler/l. Totalt var antallet *Dinophysis* over båndleggingsgrensen for plukking av blåskjell. Ceratiene var ytterligere redusert til 1.100 celler/l. Konsentrasjonen av *Skeletonema costatum* var relativt uendret.

På stasjon Ap 2 i Frognerkilen var oppblomstringen av *Emiliana huxleyi* med 17,4 mill. celler/l, betydelig kraftigere enn på Dk 1. Konsentrasjonen av *Skeletonema costatum*, som forekom i form av skrøpelige enkeltceller, var også betydelig høyere med 23,6 mill. celler/l. Mengden cryptophyceer var 4,3 mill. celler/l. Konsentrasjonen av dinoflagellater var høy både for nakne og pansrede. *Dinophysis norvegica* forekom i et antall på 22.000, celler/l og *Katodinium rotundatum* ble registrert med 0,2 mill. celler/l. Totalt var dinoflagellatforekomstene 1,3 mill. celler/l. Konsentrasjonen av ceratier var omtrent som på Dk 1. *Gyrodinium aureolum* forekom med 9.600 celler/l. Dette var den høyeste konsentrasjonen som ble registrert for denne arten i Oslofjorden i 1997. Det var således lite *G. aureolum* dette året.

1. juli var konsentrasjonen av *Emiliana huxleyi* omtrent halvert på Dk1 og det samme var tilfellet for cryptophyceene. *Skeletonema costatum*, som var i dårlig form, var redusert til 1,9 mill. celler/l. *Dinophysis acuminata* hadde økt betydelig til 1.400 celler/l, mens mengden *D. norvegica* var halvert. Konsentrasjonen av *Dinophysis* var således godt over båndleggingsgrensen. *Ceratium furca* forekom i en konsentrasjon på 2.600 celler/l.

I Bunnefjorden (stasjon Ep 1) var forekomstene av *Emiliana huxleyi* (7,5 mill. celler/l) i begynnelsen av juli høyere enn i Vestfjorden. *Skeletonema costatum* forekom i form av enkeltceller i en konsentrasjon på 1,4 mill. celler/l. *Dinophysis* lå under faregrensen, og forekomstene av *Ceratium* var lave.

7. juli var konsentrasjonen av *Emiliana huxleyi* betydelig redusert (0,5 mill. celler/l) på Dk 1, mens mengden cryptophyceer på nytt var økt til 2,2 mill. celler/l. Mengden ceratier var omtrent halvert, og konsentrasjonene av *Dinophysis* var lave. *Prorocentrum minimum* forekom i relativt lave konsentrasjoner 26.700 celler/l.

På stasjon Bl 4 i Bærumsbassenget var planteplanktonet dominert av skrøpelige individ av *Chaetoceros calcitrans* (42 mill. celler/l). *Skeletonema costatum* forekom med 3,7 mill. celler/l, og det var også betydelige forekomster av en liten sentrisk diatome (3,7 mill. celler/l). Konsentrasjonen av cryptophyceer var lavere enn på Dk 1, mens *Pyramimonas* spp. forekom i et antall på 2,8 mill. celler/l. Konsentrasjonen av *Prorocentrum micans* var 46.200 celler/l, mens konsentrasjonene av *Ceratium* og *Dinophysis* var relativt lave. Det samme var tilfellet for *Emiliana huxleyi* (0,6 mill. celler/l).



I perioden 15.-27. juli varierte mengden *Emiliana huxleyi* mellom 1,1 og 1,6 mill. celler/l på DK1, mens cryptophycemengden var redusert i forhold til første halvdel av juli. Dinoflagellaten *Katodinium rotundatum* forekom i et antall på 0,3 mill. celler/l 15.juli.

I begynnelsen av august økte mengden *Emiliana huxleyi* (2,3 mill. celler/l) noe på Dk 1 samtidig som mengden ceratier også økte til 1.400 celler/l, med *Ceratium furca* som mest framtrædende art, men allerede 12. august var algebiomassen på nytt redusert. 19. august økte imidlertid algebiomassen på nytt, og igjen var det *C. furca* (3.200 celler/l) som blomstret sammen med *Dinophysis acuminata* (900 celler/l) og *Prorocentrum micans* (4.700 celler/l). Konsentrasjonen av *Emiliana huxleyi* var nå 0,8 mill. celler/l. Konsentrasjonen av *D. acuminata* lå nå igjen på faregrensen.

Fra innsamlingen 27. august ble det opparbeidet prøver fra stasjonene Dk 1, Ep 1 og Ap 2 i henholdsvis Vestfjorden, Bunnefjorden og Frognerkilen. Det var ingen store forskjeller i konsentrasjonen av *Emiliana huxleyi* som nå varierte mellom 1,4 og 2 mill. celler/l. Forekomstene av *Dinophysis* viste heller ikke store forskjeller, og konsentrasjonene lå nå like under faregrensen. Ceratiene var imidlertid mest tallrike i Vestfjorden. Flagellatmengden viste store forskjeller. Den var dobbelt så høy i Frognerkilen (Ap 2) og Bunnefjorden (Ep 1) som på stasjon Dk 1 i Vestfjorden. Av de klassifiserbare flagellatene var cryptophyceene betydelig mer framtrædende på Ap 2 (4,4 mill. celler/l) og Ep 1 (6,8 mill. celler/l) enn på Dk 1 (0,8 mill. celler/l). Det var cf. *Plagioselmis* sp. som var mest framtrædende, særlig i Bunnefjorden. Når det gjelder konsentrasjonen av *Pyramimonas* spp., skilte imidlertid stasjonen i Bunnefjorden seg ut i forhold til de to andre stasjonene med betydelig høyere konsentrasjoner - 0,9 mill. celler/l på Ep 1 mot 0,1-0,2 mill. celler/l på de to andre stasjonene. Det samme var tilfellet for påviselige celler av *Chrysochromulina* spp. Dette er imidlertid en slekt som fikserer dårlig og tallene kan derfor være noe misvisende.

13.oktober ble det registrert en betydelig oppblomstring av *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* (4,4 mill. celler/l) på stasjon Dk 1 i Vestfjorden.

### **Oppsummering av planteplanktonforekomstene i Vestfjorden.**

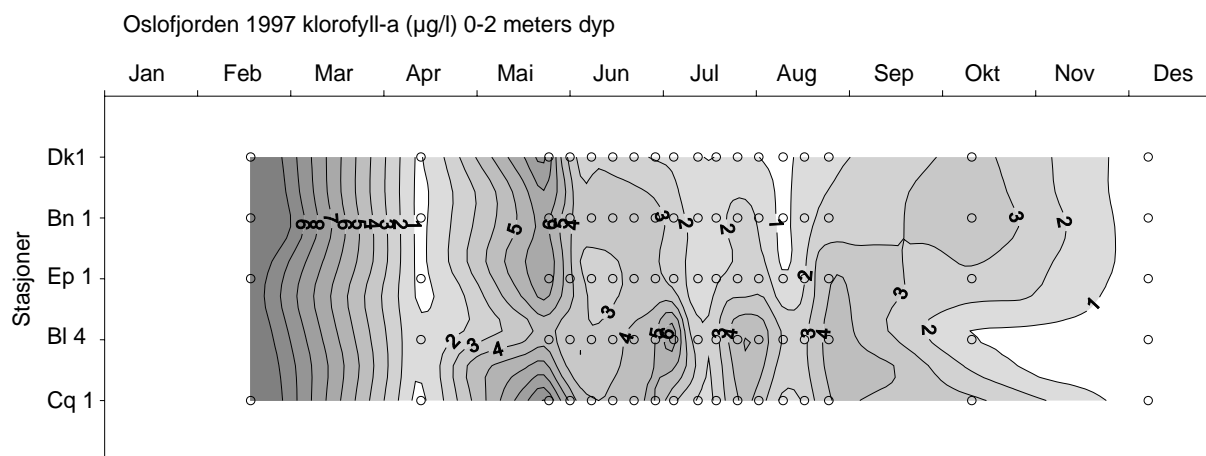
Planteplanktonforekomstene i Vestfjorden i 1997 viste det klassiske bildet med en kraftig våroppblomstring og en høstoppblomstring av kiselalger. Våroppblomstringen kom tidlig, i midten av februar, med *Skeletonema costatum* (7,6 mill celler/l) og *Thalassiosira nordenskioeldii* (0,4 mill celler/l) som hovedaktører. Høstoppblomstringen i oktober var fullstendig dominert av *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* (4,4 mill celler/l). Mellom disse ytterpunktene var det episoder med kiselalgeforekomster på blomstringsnivå (>1.mill. celler/l) i perioden fra 10. juni til 1. juli. Med unntak av første episode i juni da *Chaetoceros wighamii* dominerte sammen med et betydelig innslag av *Chaetoceros curvisetus* var det mer eller mindre skrøpelige enkeltceller av *S. costatum* som forekom.

*Emiliana huxleyi*-blomstringen begynte så smått i begynnelsen av juni, men høydepunktet med 7,5 mill. celler/l ble først nådd i slutten av juni. Blomstringen fortsatte med redusert intensitet videre utover, og i slutten av august var forekomsten fremdeles på blomstringsnivå med 1,5 mill. celler/l.

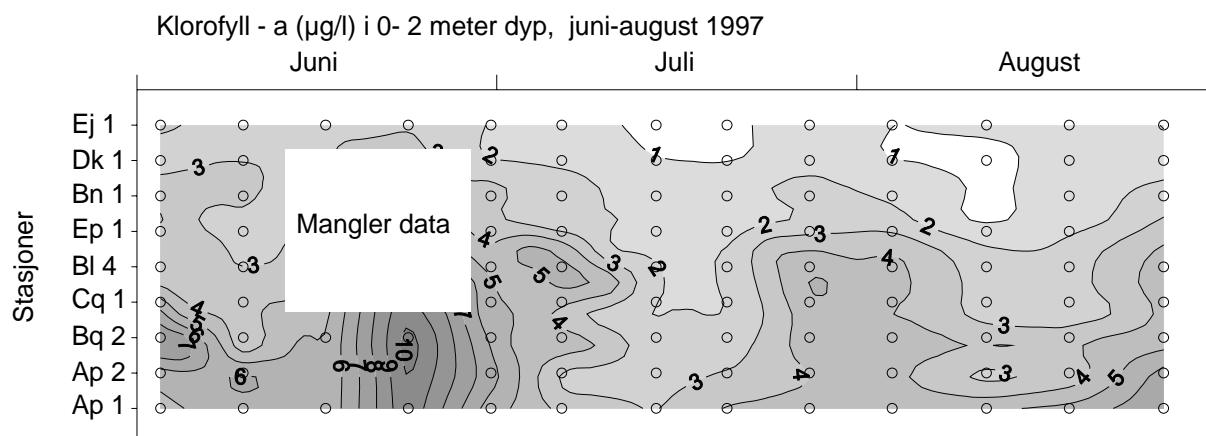
*Ceratium*-forekomstene var generelt sett på blomstringsnivå (>1.000) i hele juni og mesteparten av august. Høyeste konsentrasjon av ceratier ble i Vestfjorden registrert i slutten av mai med 14.800 celler/l.

Konsentrasjonene av giftige/potensielt giftige dinoflagellater var generelt lave i 1997. *Gyrodinium aureolum* forekom kun sporadisk, og det samme var tilfellet for *Alexandrium* som bare i slutten av mai hadde konsentrasjoner over faregrensnivå. *Prorocentrum minimum* forekom også i relativt beskjedent antall. *Dinophysis* forekom imidlertid jevnlig i et antall som overskred SNT sin faregrense for plukking av skjell til konsum. Høyest konsentrasjon av *Dinophysis* ble registrert i Vestfjorden i

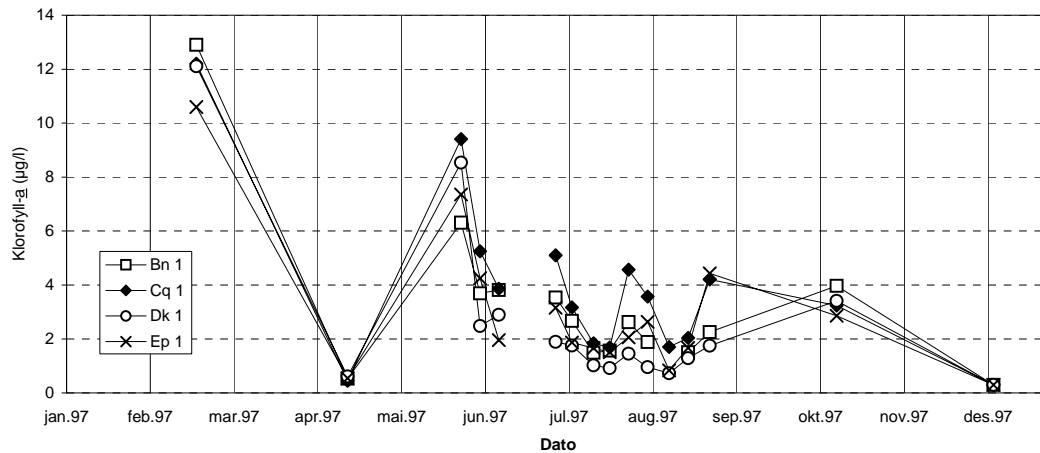
slutten av mai med 40.700 celler/l, og slekten ble videre registrert med konsentrasjoner over faregrensen i begynnelsen av juni, i perioden 24.juni-1.juli og i midten av august.



**Figur 37.** Planteplanktonbiomasse (klorofyll-a) i Bekkelagsbassenget (Cq 1), Bærumsbassenget (Bl 4), Bunnefjorden (Ep 1), Lysakerfjorden (Bn 1) og Vestfjorden (Dk 1) i 0-2 meters dyp februar til desember 1997.



**Figur 38.** Planteplanktonbiomasse (klorofyll-a) i Havnebassenget (Ap1 og Ap2), Bekkelagsbassenget (Bq 2 og Cq 1), Bærumsbassenget (Bl 4), Bunnefjorden (Ep 1), Lysakerfjorden (Bn 1) og Vestfjorden (Dk 1) og ved utslippet til VEAS (Ej 1) i 0-2 meters dyp juni-august 1997.



**Figur 39.** Planteplanktonbiomasse (klorofyll-a) i 0-2 meters dyp i indre Oslofjord 1997 (begynnelsen av hver måned er markert på x-aksen).

### 3. Litteratur.

- Baalsrud, K., Lystad, J. og Vråle, L., 1986: Vurdering av Oslofjorden. Norsk institutt for vannforskning (l.nr. 1922).
- Bergstøl, P.O., Feldborg, D. og Olsen, J.G., 1981: Indre Oslofjord. Forurensningstilførsler 1920-80. Tilførsler av fosfor. Norsk institutt for vannforskning (0-7808403).
- Bokn, T., 1979: Bruk av tang som overvåkingsparameter i en næringsrik fjord. I: Overvåking av vattenområden. 15. Nordiska symposiet om Vattenforskning. NORDFORSK, Miljøvårds sekr. publ. 1979,2: 181-200.
- Beyer, F., 1967: Bunnsedimenter og bunnfauna i indre og midtre Oslofjord i 1938 og 1962-65. Oslofjorden og dens forurensningsproblemer. Delrapport 12. Norsk institutt for vannforskning.
- Beyer, F. og Indrehus, J., 1995. Overvåking av forurensningssituasjonen i indre Oslofjord. Effekter av forurensning og dypvannsutskiftingning på faunaen langs bunnen av Oslofjorden basert på materiale samlet siden 1952. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport nr. 621/95. Biologisk institutt, UiO. NIVA-rapport l.nr. 3324.
- Green, N., og Knutzen, J., 1993: Miljøgiftundersøkelse i indre Oslofjord. Delrapport nr. 2. Miljøgifter i organismer 1992. Statlig program for forurensningsovervåking. Overvåkingsrapport nr. 541/93.
- Holtan G., 1990. Studier av eldre data. Teoretisk beregning av næringssaltstilførsler til ytre Oslofjord omkring 1910. Delrapport 4.4.a. Statlig program for forurensningsovervåking (SFT). Rapp.nr. 398/90. NIVA-rapport l.nr. 2381.

- Johannessen, T. og E.Dahl, 1996. Declines in oxygen concentrations along the Norwegian Skagerrak coast, 1927-1993: A signal of ecosystem changes due to eutrophication? *Limnol. Oceanogr.* 41(4), 1996.
- Konieczny, R.M.,1992. Kartlegging og vurdering av forurensnings situasjonen i bunnsediment fra Oslo havnebasseng. Norsk institutt for vannforskning. Rapport 1. nr. 2696.
- Konieczny, R.M.,1994. Miljøgiftundersøkelser i indre oslofjord. Delrapport 4. Miljøgifter i sedimenter. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport nr. 561/94. NIVA-rapport l.nr. 3094.
- Källqvist, T, Arctander, E. A., Weideborg, M., og Molvær, J., 1997. Miljøriskovurdering ved bruk av Rhoca-Gil som injeksjonskemikalie i Romeriksporten. Norsk institutt for vannforskning og Aquateam A/S. Rapport nr. 97-151.
- Nedland, K.T., 1997. Tilførsler til Oslofjorden. 1996. Aquateam. Fagrådsrapport nr. 65.
- Magnusson, J og Johnsen, T., 1994. Overvåking av forurensningssituasjonen i indre Oslofjord 1993. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport nr. 565/94. NIVA-rapport nr. 3066.
- Magnusson, J., Lømsland; E.R. og Johnsen, T., 1996. Overvåking av forurensningssituasjonen i indre Oslofjord 1995. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport nr. 661/96. NIVA-rapport l.nr. 3487:96.
- Magnusson, J., Konieczny, R. og Skei, J., 1995. Miljøgiftundersøkelser i indre Oslofjord. Delrapport 8. Forslag til mulige løsninger. Statlig program for forurensningsovervåking. Overvåkingsrapport nr. 612/95. NIVA-rapport l.nr. 3287.
- Molvær, J, Knutzen, J, Magnusson, J, Rygg, B og Sørensen, J., 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Statens forurensningstilsyn. Veiledning 97:03.
- Rygg, B og Magnusson, J., 1997. Enkel resipientundersøkelse i Oslofjorden ved Alnas munning for å belyse eventuelle skader forårsaket av utslipp av akrylamid fra Romeriksporten. Norsk institutt for vannforskning. Rapport nr. 3747-97.
- Røysted, U.E., 1997. Måling av badevannskvalitet i Oslofjorden og Akerselva 1997. Oslo vann-og avløpsverk. Miljøtilsyn.

## Vedlegg A.

### Planteplanktonobservasjoner.

#### OSLOFJORDEN 1997

#### HÅVTREKK 10-0 m

##### 18.02

*Skeletonema costatum* og *Thalassiosira nordenskiöldii* dominerte. Forekomster av *Chaetoceros curvisetus*, *C. constrictus*, *C. didymus*, *C. lacinosus*, *C. subsecundus* og *Thalassionema nitzschioides*.

##### 15.04

*Dinophysis norvegica* og *Ceratium longipes* dominerte. Litt *Skeletonema costatum*.

##### 03.06

*Ceratium longipes*, *Chaetoceros curvisetus* og *Dinophysis norvegica* dominerte. En del andre ceratier forekom også.

##### 10.06

*Chaetoceros wighamii*, *Chaetoceros curvisetus* og *Ceratium* spp. dominerte. *Ceratium fusus* var den mest framtreende blant ceratiene.

##### 17.06

*Ceratium* spp. og *Heterocapsa triquetra* dominerte. En god del *Dinophysis* spp. forekom, med *Dinophysis norvegica* som mest framtreende art.

##### 24.06

*Dinophysis norvegica* og *Scrippsiella trochoidea* dominerte. En god del *Ceratium* spp..

##### 01.07

*Dinophysis norvegica* dominerte. Litt *Ceratium* spp.

##### 07.07

*Dinophysis norvegica* dominerte. En del *Ceratium* spp. forekommer med *C. fusus* og *C. tripos* som de mest framtreende artene.

##### 15.07

Ulike typer dinoflagellater dominerte. *Ceratium* spp., *Dinophysis norvegica*, *Prorocentrum micans* og en ubestemt naken dinoflagellat var mest framtreende.

##### 21.07

De samme dinoflagellatene som forekom 15.07 dominerte sammen med ulike typer kiselalger. *Cerataulina pelagica*, *Leptocylindrus danicus*, *Proboscia alata* og *Rhizosolenia fragilissima* var de mest framtreende diatomeene.

##### 28.07

*Proboscia alata* og *Rhizosolenia fragilissima* dominerte. Litt *Ceratium* spp., *Dinophysis norvegica* og *Prorocentrum micans*.

**04.08**

*Ceratium* spp. dominerer med *C. furca* som mest framtrædende art. *Dinophysis norvegica* og *Prorocentrum micans* forekom.

**12.08**

*Prorocentrum micans* dominerte. En god del *Ceratium* spp. forekom.

**19.08**

*Ceratium* spp., *Dinophysis norvegica* og *Prorocentrum micans* dominerte.

**27.08**

*Dinophysis acuminata* dominerte. En god del *Prorocentrum micans* forekom også sammen med en del *Ceratium* spp..

**13.10**

*Pseudo-nitzschia cf. pseudodelicatissima* dominerer. Betydelig forekomst av *Ceratium furca* og *Prorocentrum micans*.