



## Rapport 794/00

Oppdragsgiver

Statens forurensningstilsyn

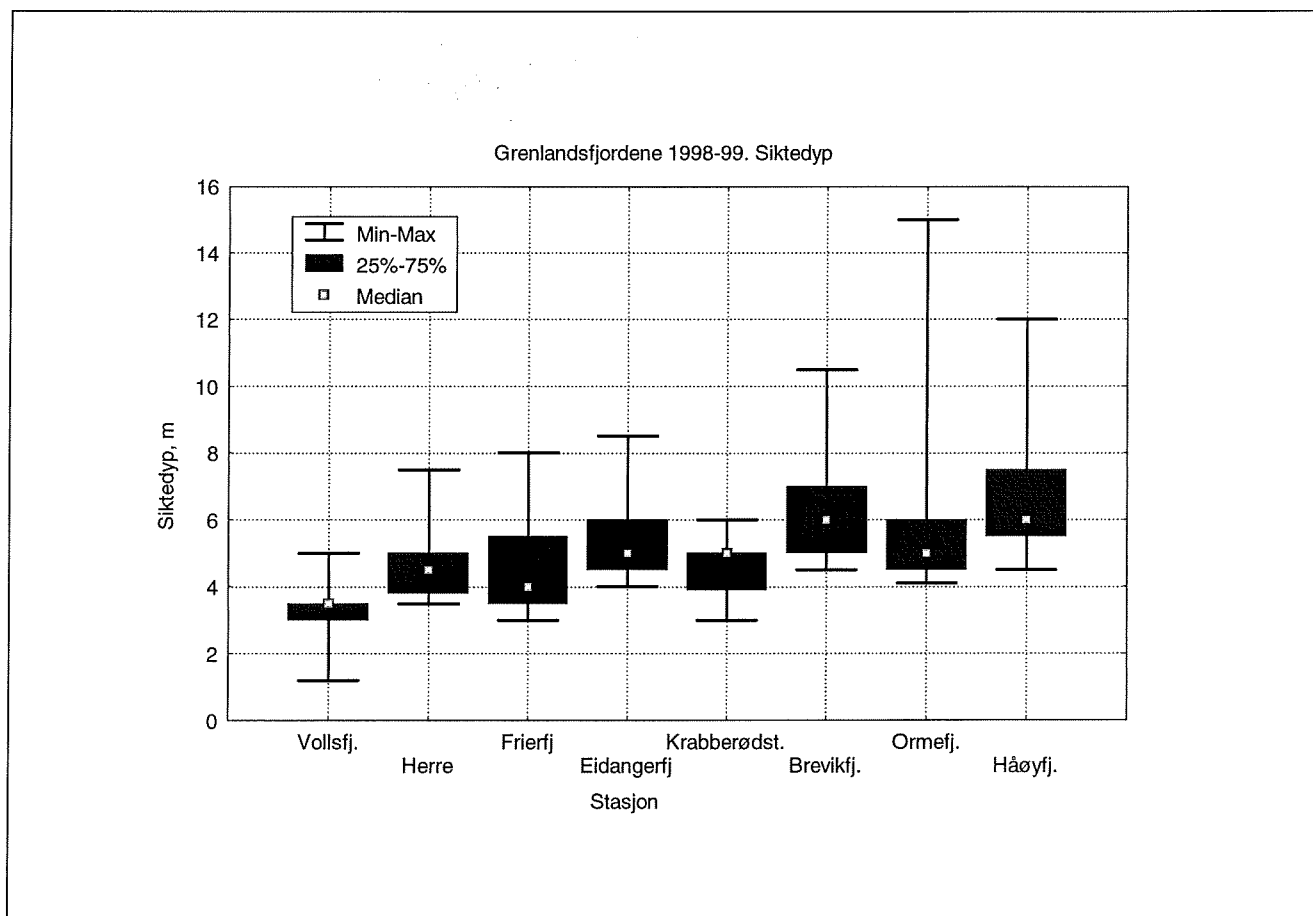
Utførende institusjon

NIVA

Miljølaboratoriet i Telemark

# Overvåking av Grenlandsfjordene 1998 - 99

## Badevannskvalitet og oksygenforhold



**Hovedkontor**

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

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 3  
4879 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**

9296 Tromsø  
Telefon (47) 77 75 03 00  
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel <b>Overvåking av Grenlandsfjordene 1998-99</b> Badevannskvalitet og oksygenforhold  Overvåkingsrapport nr. 794/00. TA-nr. 1719/2000.	Løpenr. (for bestilling) 4214-2000	Dato 11.5 2000
	Prosjektnr. Undernr. 803129	Sider Pris 36
Forfatter(e) Jarle Molvær	Fagområde Generelle marine undersøkelser	Distribusjon
	Geografisk område Telemark	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Statens forurensningstilsyn, Oslo	Oppdragsreferanse
---	-------------------

**Sammendrag**

Rapporten presenterer resultater fra to års overvåking i Grenlandsfjordene. Innenfor Brevik var det fortsatt for høye konsentrasjoner av **termotolerante koliforme bakterier** i brakkvannslaget i forhold til helsemyndighetens beste klasse for badevann. Utenfor Brevik var bakteriekonsentrasjonen jevnt over lav og den hygieniske vannkvaliteten god. Med unntak for Vollsforden var **siktedypet** egnet for badevann i hele fjordområdet. Hovedintrykket er en tydelig forbedring av vannkvaliteten over de siste 5 år. I 2-årsperioden var siktedypet i hovedsak bestemt av mengden av planteplankton i brakkvannslaget, og i liten grad påvirket av uorganiske partikler. I Frierfjordens brakkvannslag har **nitrogenkonsentrasjonen** fortsatt å avta, mens en tilsvarende nedgang mht. fosfor ikke kan påvises. Frierfjordens og Håøyfjordens dypvann var stagnant i 1998-99 og **oksygenforholdene** relativt dårlige. Årsaken er sannsynligvis uvanlig liten vannfornyelse heller enn stort oksygenforbruk. I Breviksfjorden og Langesundsfjordens dypvann var tilstanden som i 1996-97. Eventuelle mindre endringer var maskert av større naturlige variasjoner.

Fire norske emneord 1. Grenlandsfjordene 2. Overvåking 3. Badevannskvalitet 4. Oksygen	Fire engelske emneord 1. The Grenland fjords 2. Monitoring 3. Bathing water quality 4. Oxygen
--	---

  
Prosjektleder

  
Forskningsleder  
ISBN 82-577-3835-2

  
Forsknings sjef

803129

**Overvåking av Grenlandsfjordene 1998-99**

Badevannskvalitet og oksygenforhold

## Forord

Den foreliggende rapporten presenterer resultater fra overvåkingen av badevannskvalitet i Grenlandsfjordene og av oksygenforhold i enkelte bassenger for tidsrommet 1998-99. Overvåkingen inngår i Statlig program for forurensningsovervåking, som administreres av Statens forurensningstilsyn (SFT). Undersøkelsen er finansiert av SFT, den lokale industrien (Hydro Porsgrunn Industripark, Norsk Hydros petrokjemiske anlegg i Bamble, Elkem PEA A/S og A/S Union) samt kommunene Bamble, Porsgrunn og Skien.

Rapporten er kortfattet og legger vekt på en beskrivelse av tilstanden i forhold til egnethet for badevann og en vurdering av oksygenforholdene i forhold til gjeldende miljøkvalitetskriterier. Den tar ikke sikte på noen inngående analyse av alle forhold som er med og påvirker disse forholdene i Grenlandsfjordene.

Rødmyr Miljøsender har hatt ansvaret for prøveinnsamling og som også har utført de aller fleste vannanalysene på en utmerket måte. Spesielt takkes Kjetil Barland for godt samarbeid.

Ved NIVA har fagassistentene Unni Efraimsen og Frank Kjellberg hatt ansvar for den primære databehandlingen. Undertegnede har vært prosjektleder og har forfattet rapporten.

Oslo, 11.5 2000

*Jarle Molvær*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>6</b>
<b>2. Beskrivelse av feltarbeid og metoder</b>	<b>6</b>
<b>3. Vurderingsgrunnlag</b>	<b>8</b>
3.1.1. Ferskvannstilførsel	8
3.2. Miljøkvalitetskriterier	8
<b>4. Resultater</b>	<b>10</b>
4.1. Volls fjorden, Herrebukta og selve Frierfjorden	10
4.1.1. Badevannskvalitet	10
4.1.2. Næringssalter i brakkvannslaget	13
4.1.3. Oksygen i dypvannet	13
4.2. Badevannskvalitet i Eidangerfjorden	15
4.3. Breviksfjorden	16
4.3.1. Badevannskvalitet	16
4.3.2. Næringssalter i brakkvannslaget	17
4.3.3. Oksygen i dypvannet	18
4.4. Badevannskvalitet i Ormefjorden	19
4.5. Håøyfjorden	20
4.5.1. Badevannskvalitet	20
4.5.2. Næringssalter i brakkvannslaget	21
4.5.3. Oksygen i dypvannet	22
<b>5. Sammenfattende vurdering</b>	<b>23</b>
5.1. Tilstand	23
5.2. Utviklingstrekk	25
<b>6. Litteratur</b>	<b>27</b>
<b>Vedlegg A. Måle- og analysemetoder</b>	<b>28</b>
<b>Vedlegg B. Data Badevann</b>	<b>29</b>
<b>Vedlegg C. Data Dypvann</b>	<b>31</b>

---

## Sammendrag

Siden 1996 er belastningen på Skienselvas og Frierfjordens overflatelag redusert vesentlig gjennom rensertiltak ved Union Bruk og utbygging av Knardalstrand rensanlegg. For å følge med utviklingen ble det for 1998-99 besluttet å videreføre et lokalt organisert program med fokus på miljømålene om god badevannskvalitet og "produktive forhold" i dyplagene (gode oksygenforhold).

- Målingene av termotolerante koliforme bakterier og siktedyp viser at innenfor Brevik var det fortsatt for høye konsentrasjoner av bakterier i forhold til helsemyndighetenes beste klasse for badevann. Med unntak for stasjonen i Breviksfjorden, der en særlig høy konsentrasjon medfører klassifiseringen Mindre Eget, var bakteriekonsentrasjonen lav og den hygieniske vannkvaliteten god på alle stasjonene utenfor Brevik.
- Med unntak for Volls fjorden var siktedypet egnet for badevann over hele fjordområdet.
- Man kan ikke trekke sikre konklusjoner mht. utvikling de siste 5 år fordi de naturlige variasjonene (ferskvannstilførsel, lys, temperatur) er store fra år til år og antall prøver innen datasettene også varierer noe. For Frierfjorden er den viktigste konklusjonen at det har vært en klar forbedring mht. hygienisk badevannskvalitet (TKB) siden 1993. Selv om det ikke kan dokumenteres statistisk er hovedinntrykket en tydelig forbedring av vannkvaliteten over hele fjordområdet over de siste 5 år.
- En analyse av sammenhengen mellom siktedyp og konsentrasjonen av klorofyll, viser at 87% av variasjonene i siktedyp kunne forklares ved variasjoner i klorofyll a. Dette viser at siktedypet i fjordområdet nå i hovedsak er bestemt av mengden av planteplankton som til enhver tid befinner seg der. På 1970- og 1980-tallet hadde tilførsel av partikler (utslipp og erosjon) en betydelig negativ effekt på siktedypet i Frierfjorden, og i mindre grad utenfor Brevik.
- I Frierfjorden og Breviksfjorden viser konsentrasjonene av nitrogen en nedadgående tendens for tidsrommet 1996-99, men bare for Frierfjorden er konsentrasjonsendringen så stor at det med statistisk sikkerhet kan vises at konsentrasjonene i 1998-99 var lavere enn i 1996-97. For fosfor er tendensen den samme mot en bakgrunn av store naturlige variasjoner, og statistisk sikre endringer kan ikke påvises.
- Oksygenforholdene i Frierfjorden var relativt dårlige i denne 2-års perioden, som startet etter nær 2 års stagnasjon av dypvannet. Det var heller ingen dypvannsfornyelse i 1998-1999. En så lang stagnasjonsperiode har ikke vært påvist siden den regelmessige overvåkingen startet i mars 1974, og årsaken er sannsynligvis at dypvannsfornyelsen i etterkant av den uvanlig kalde vinteren 1996 brakte svært tungt vann (lav temperatur og høy saltholdighet) inn i fjorden. Dette har blitt liggende der og det tar uvanlig lang tid før egenvekten avtar så mye at forholdene på ny ligger til rette for en dypvannsfornyelse. Tilstanden i 1998-99 skyldes derfor heller uvanlig liten vannfornyelse enn uvanlig stort oksygenforbruk.

Man kan merke seg at først etter ca. 2 års stagnasjon ble det registrert oksygenkonsentrasjoner nær 0 eller hydrogensulfid ved bunnen av Frierfjorden. På 1970-tallet inntraff den situasjonen etter 8-12 måneder, hvilket viser at oksygenforbruket nå er vesentlig lavere.

I Breviksfjorden og i Håøyfjorden var forholdene som kjent fra undersøkelsene på slutten av 80-tallet og i 1996-97. Eventuelle mindre endringer er maskert av større naturlige variasjoner.

# 1. Innledning

I tidsrommet 1993-1997 organiserte Miljøvern avdelingen hos Fylkesmannen i Telemark en overvåking av badevannskvaliteten i Skienselva og Grenlandsfjordene. Resultatene viste at oppryddingen mht. utslipp av kommunalt avløpsvann gav klare forbedringer i vannkvalitet, men at det fortsatt gjensto noen problemer (Fylkesmannen i Telemark, upublisert materiale). I 1996-97 ble det innenfor Statlig program for forurensningsovervåking gjennomført en bred undersøkelse av vannkjemiske forhold i fjordområdet, med hovedvekt på næringsalter og oksygenforhold. Sammenlignet med tilstanden på slutten av 80-tallet viste denne undersøkelsen betydelige forbedringer av vannkvaliteten (Molvær, 1999).

Hva virkninger av næringsalter og organisk stoff angår var imidlertid Grenlandsfjordene ved årsskiftet 1997/98 fortsatt inne i en periode der man kunne regne med at forholdene bedret seg. I 1996 ble det kommunale avløpet fra Skien sentrum overført til Knardalstrand renseanlegg og Union Bruk fullførte sitt renseprogram. I november/desember 1997 ble avløpsvannet fra Knardalstrand renseanlegg ført ut på 30 m dyp i Frierfjorden. Dette var tiltak som spesielt ventes å bedre vannkvaliteten i fjordområdets og Skienselvas overflatelag.

*For å følge med utviklingen ble det besluttet å videreføre et lokalt organisert program med fokus på miljømålene om god badevannskvalitet og "produktive forhold" i dyplagene (gode oksygenforhold).*

## 2. Beskrivelse av feltarbeid og metoder

Stasjonene som inngikk i undersøkelsen er vist i Figur 1 og Tabell 1 oppsummerer prøvetakingsprogrammet for de enkelte stasjonene. Tidspunktene er gjengitt i Tabell 2.

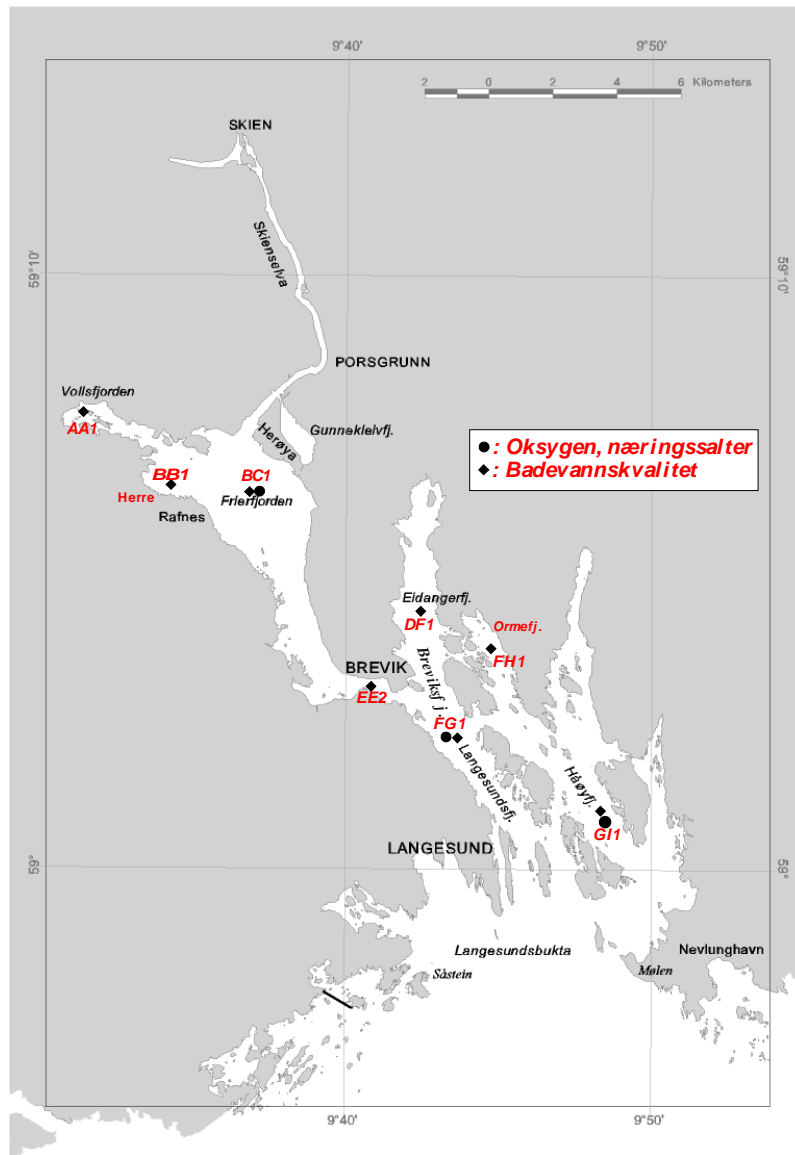
*Tabell 1. Oversikt over prøvetakingsprogrammet for de enkelte stasjonene*

Stasjon <sup>1)</sup>	TKB <sup>2)</sup>	Siktedyp	Klorofyll <u>a</u>	Oksygen	Temperatur	Salinitet	Total fosfor Total nitrogen
Vollsfjorden, AA1	X	X	X				
Frierfjorden, BB1	X	X	X				
Frierfjorden, BC1	X	X	X	X	X	X	X
Brevik, EE2	X	X	X				
Eidangerfj., DF1	X	X	X				
Breviksfj., FG1	X	X	X	X	X	X	X
Ornefj., FH1	X	X	X				
Håøyfjorden, GI1	X	X	X	X	X	X	X

1) Kodebetegnelsen representerer tidligere benyttede overvåkingsstasjoner.

2) Termotolerante koliforme bakterier analysert etter Norsk Standard 4792/1

Av kostnadmessige årsaker ble antall næringsalterprøver redusert fra fire til to fra 1998 til 1999.



**Figur 1.** Grenlandsfjordene med stasjoner for måling av badevannskvalitet i overflatelaget og oksygen i dypvannet.

*Tabell 2. Datoer for prøvetaking i Grenlandsfjordene*

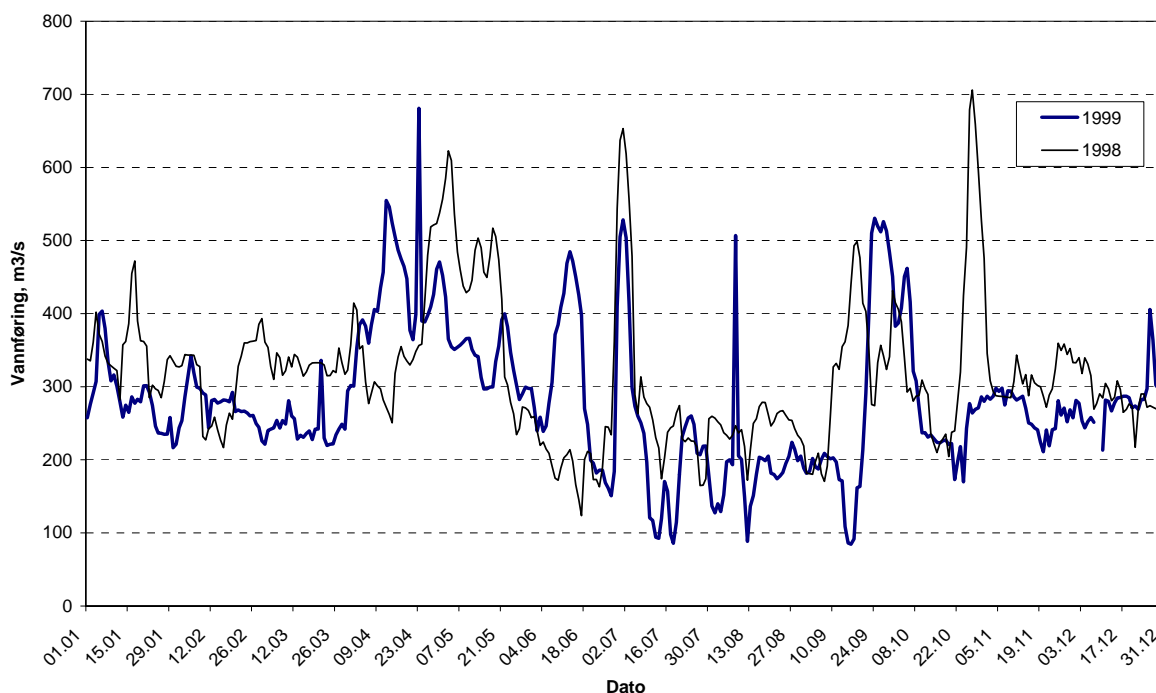
1998		1999	
17. juni	19. august	25. februar	11. august
2. juli	3. september	24. juni	24. august
16. juli		14. juli	28. september
28. juli		22. juli	



## 3. Vurderingsgrunnlag

### 3.1.1. Ferskvannstilførsel

Ferskvannstilførselen til fjordområdet vil påvirke vannkvaliteten i overflatelaget. Som et grunnlag for etterfølgende vurderinger vises døgnverdier av vannføringen målt ved NVEs vannmerke Ranneberg-Rørås i Skiensvassdraget i 1998 og 1999 (Figur 2). Begge år er badevannskvaliteten overvåket i tidsrommet juni-september og i 1999 var ferskvannstilførselen da jevnt over noe lavere enn i 1998.



Figur 2. Døgnverdier av vannføringen i Skiensvassdraget i 1998-99 målt ved NVEs vannmerke Ranneberg-Rørås (data fra NVE).

### 3.2. Miljøkvalitetskriterier

#### Badevannskvalitet

Statens Helsetilsyn (1994) har utgitt vannkvalitetsnormer for friluftsbad, og et utdrag av disse er gjengitt i Tabell 3. Tabellen viser klassifisering etter 90-persentiler for antall termotolerante koliforme bakterier pr. 100 ml sjøvann. Det betyr at 90% av tallene innen prøvetakingsperioden skal ligge under de angitte konsentrasjonene. De øvrige 10% skal ligge innenfor den neste tilstandsklassen.

Siktedypet forholder seg i denne sammenhengen til hvilken sikt i vannet som er nødvendig for de badendes sikkerhet (se bunnen på rimelig dyp).

**Tabell 3.** Vurderingsgrunnlag for vannkvaliteten ved friluftsbad (etter Statens Helsetilsyn, 1994).

Parametre	Egnet (god)	Mindre egnet (mindre god)	Ikke egnet (ikke akseptabel)
Termotolerante koliforme bakterier (TKB/100ml)	<100	100-1000	>1000
Siktedyp (m)	>2	1-2	<1

**Klorofyll a og oksygen**

Som grunnlag for bedømmelse av klorofyllkonsentrasjoner og oksygenforhold, viser Tabell 4 klassifiseringsgrunnlaget i SFTs veiledning i klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann.

**Tabell 4.** Tilstandsklassifisering for klorofyll og oksygen (fra Molvær et al., 1997).

Parameter	Tilstandsklasser				
	I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Meget dårlig
Klorofyll <u>a</u> (µg/l)	<2	2-3.5	3.5-7	7-20	>20
Oksygen (ml O <sub>2</sub> /l)	>4.5	4.5-3.5	3.5-2.5	2.5-1.5	<1.5

## 4. Resultater

### 4.1. Volls fjorden, Herrebukta og selve Frierfjorden

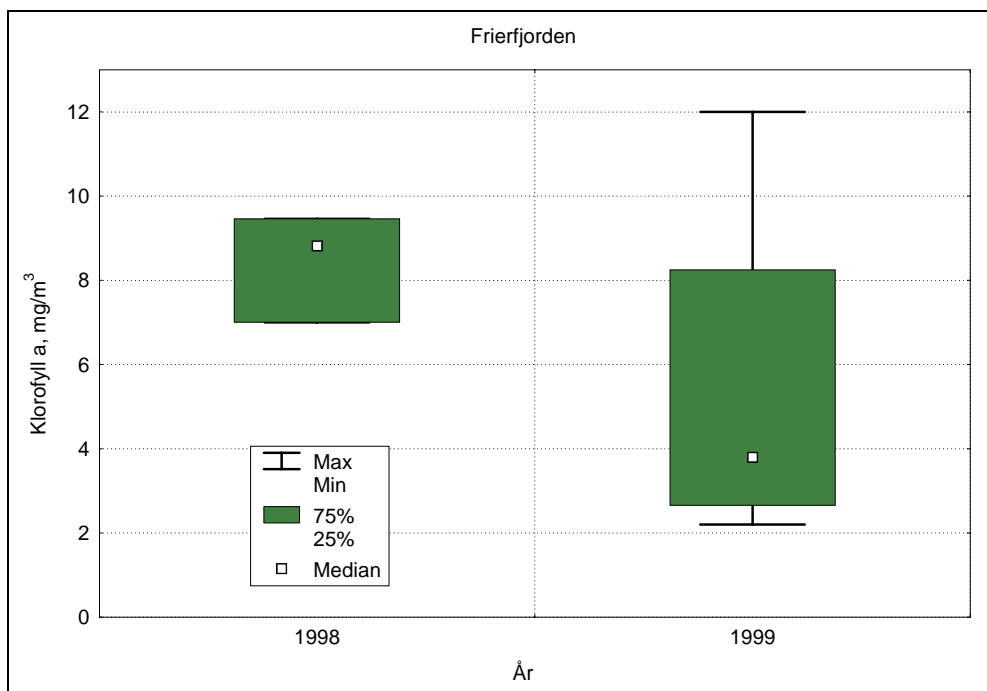
#### 4.1.1. Badevannskvalitet

Alle data er gjengitt i Vedlegg B. Figur 3-4 viser statistikk for henholdsvis målingene av klorofyll a og siktedyp i 1998 og 1999. Det er utført bare 7 målinger av klorofyll a fordelt over 2 år (antallet bør være minst 10 for en god klassifisering), og det er stor forskjell mellom årene. Medianen for alle målingene er 7 µg/l og tyder på en "Mindre god" eller "Dårlig" vannkvalitet bedømt etter klorofyllkonsentrasjon.

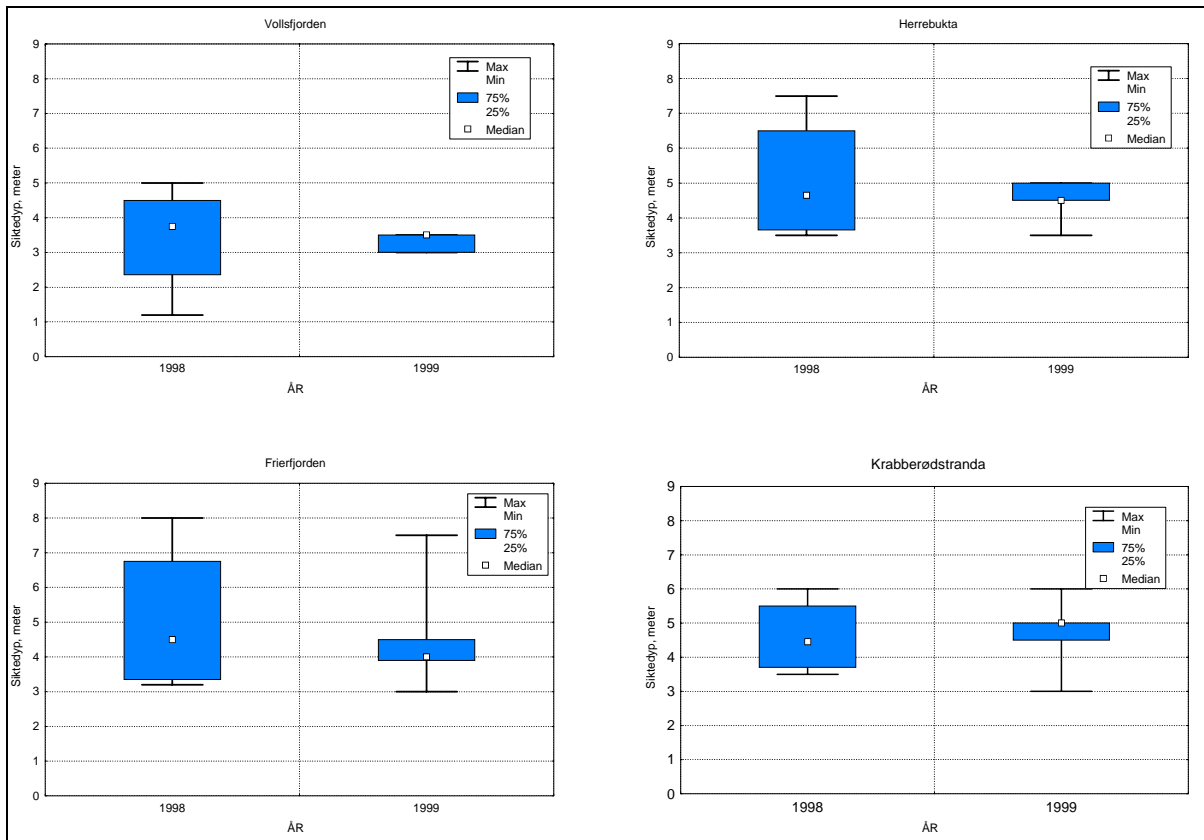
Alle stasjoner oppfylte helsemyndighetenes siktedypskrav til godt badevann (jfr. Tabell 3). Volls fjorden hadde minst siktedyp, Herrebukta litt bedre enn selve Frierfjorden, mens Krabberødstranda hadde størst siktedyp. I gjennomsnitt var det liten forskjell mellom de to årene.

Figur 5 sammenfatter resultatene av bakteriemålingene for 1998-99. Den øverste halvdel viser en kumulativ fordeling for alle resultatene for de to årene, der 90-persentilen på venstre akse er vist som 0.9 og på høyre akse som 90. Det er utført 11 målinger, som betyr 90-persentilen skal være <100 TKB/100 ml og strengt tatt bare en måling høyere enn 100 TKB/100 ml for beste klasse ("Egnet Badevann", jfr. Tabell 3). Ingen stasjon oppfyller dette kravet, mens kravet for klasse II ("Mindre egnet) innfris for alle stasjonene.

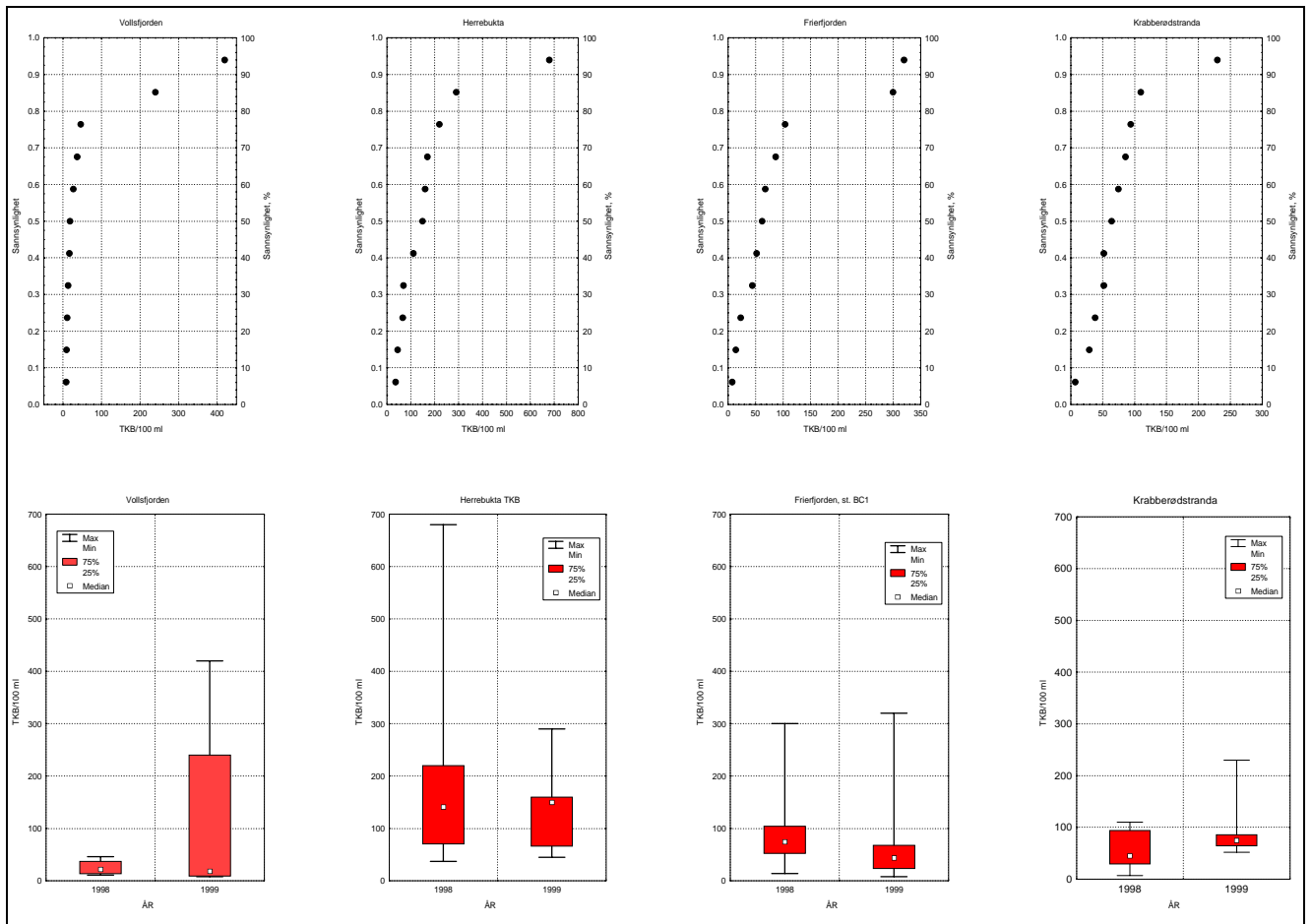
Den nedre halvdel av figuren viser statistikk for 1998 og 1999. Herrebukta hadde de høyeste konsentrasjonene og Krabberødstranda de laveste. Som vanlig når det gjelder bakterier er det store variasjoner, men i Volls fjorden-Herrebukta-Frierfjorden var i gjennomsnitt (median) liten forskjell mellom de to årene. Det er dermed ingen klare tegn til at flytting av avløpsvannet fra Knardalstrand renseanlegg har vesentlig bedret vannkvaliteten i overflatelaget innenfor Brevik.



Figur 3. Frierfjorden. Statistikk for klorofyll a fordelt på 1998 og 1999.



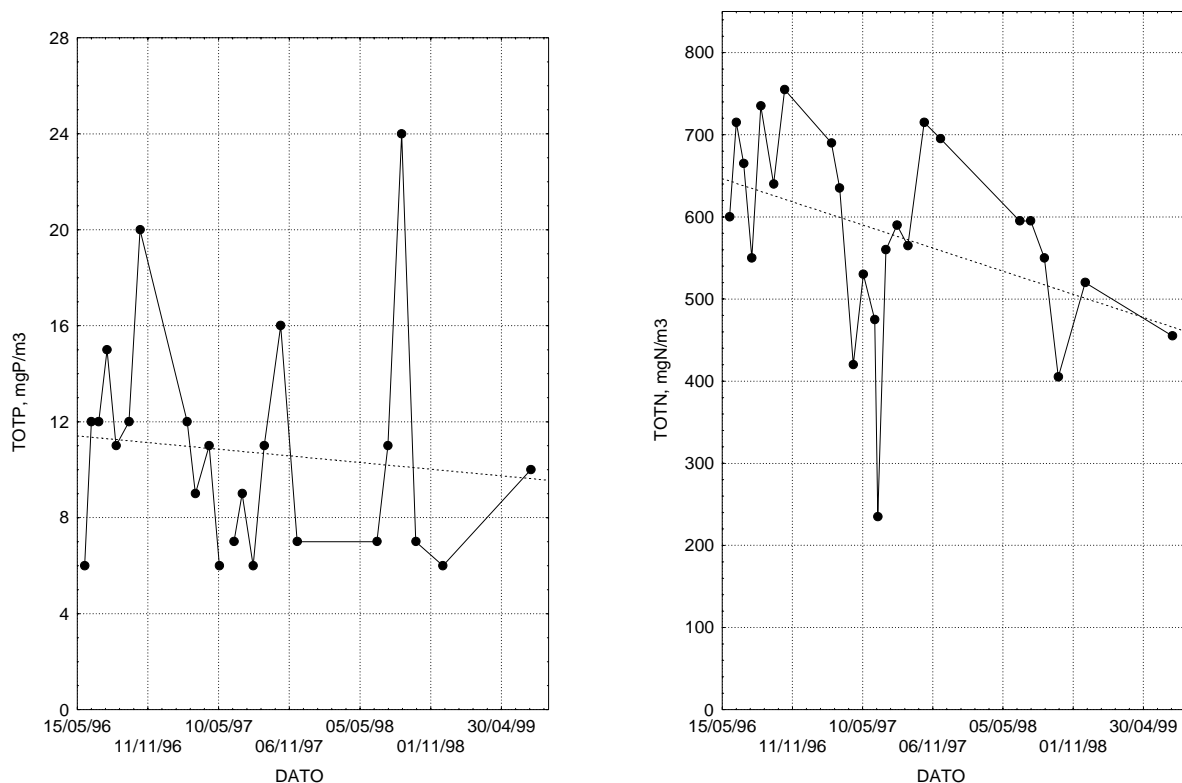
Figur 4. Vollsforden, Herrebukta, Frierfjorden og Krabberødstranda innenfor Brevik. Statistikk for siktedyp fordelt på 1998 og 1999.



Figur 5. Vollsfjorden, Herrebukta, Frierfjorden og Krabberødstranda innenfor Brevik. Kumulativ fordeling med persentiler for termotolerante koliforme bakterier (TKB) av alle tall for 1998-99 (øverst) samt statistikk for 1998 og 1999 (nederst).

#### 4.1.2. Næringsalter i brakkvannslaget

Alle data er gjengitt i Vedlegg B. Konsentrasjonen av total nitrogen og total fosfor ble målt i brakkvannslaget som følge av at man forventet en videre reduksjon av konsentrasjonen som følge av redusert tilførsel av kommunalt avløpsvann. For helheten er også målinger i 1996-97 vist i Figur 6.



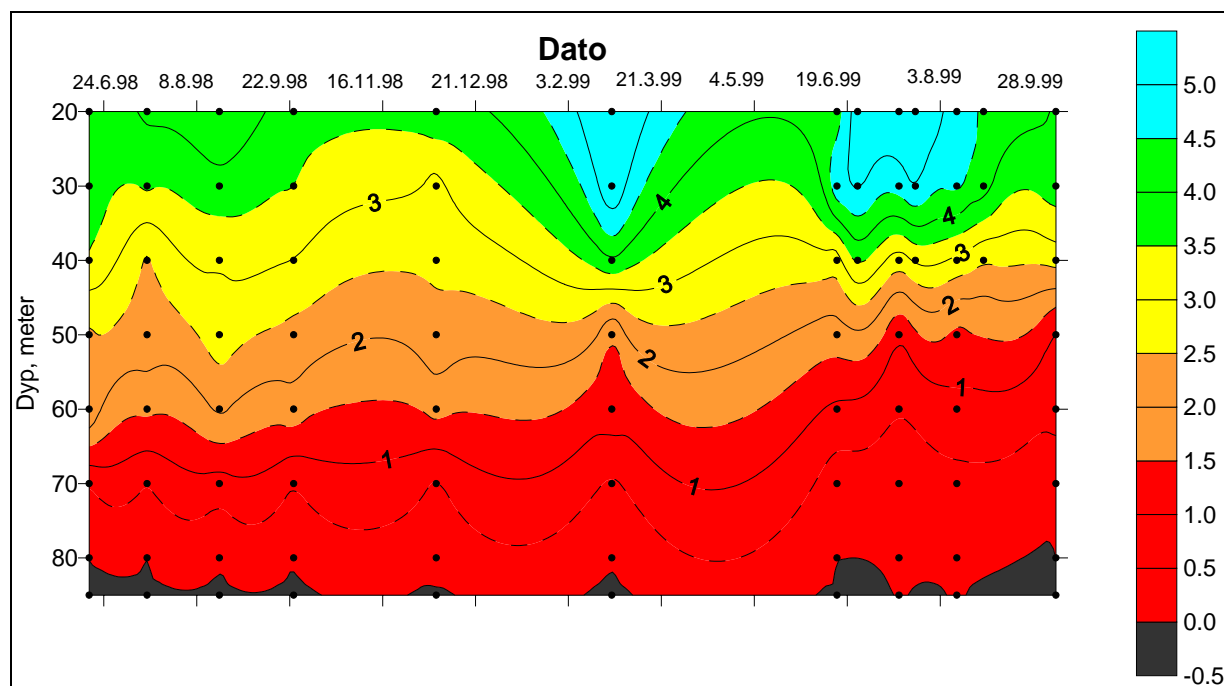
Figur 6. Konsentrasjoner av Total nitrogen og Total fosfor i brakkvannslaget i Frierfjorden for tidsrommet 1996-99. Den tynt stippled linje er trukket ved lineær regresjon og antyder tendensen i dataene.

Sett over hele 4-års perioden er det en tendens til avtakende nitrogenkonsentrasjoner i brakkvannslaget. En statistisk ikke-parametriske test (Sign test) viser at konsentrasjonen av total nitrogen i 1998-99 var signifikant ( $p=0.041$ ) lavere enn i 1996-97. For fosfor er det ingen tydelig tendens mot en bakgrunn av svært store variasjoner, og den samme statistiske testen viste ikke noen signifikant forskjell mellom de to tidsrommene. Det er dermed ikke klart om dykkingen av utslippet fra Knardalsstrand rensanlegg omkring årsskiftet 1997/98 har medført lavere fosforkonsentrasjoner i brakkvannslaget.

#### 4.1.3. Oksygen i dypvannet

Alle data er gjengitt i Vedlegg C. Frierfjordens terskel mot Langesundsfjorden og kystvannet ligger på ca. 23 m dyp mellom de to bruene ved Brevik. Konklusjonen etter målingene i 1996-97 var at oksygenforholdene har forbedret seg vesentlig siden overvåkingen begynte på starten av 1970-tallet (Molvær 1999). Dette sees ved lavere oksygenforbruk, og følgelig ved at oksygenkonsentrasjonen avtar langsommere enn tidligere og at grensen for hydrogensulfid mot slutten av lange stagnasjonsperioder ligger betydelig dypere enn før. Marine organismer har dermed fått vesentlig større livsrom enn tidligere.

I 1998-99 omfattet oksygenmålingene vannmassen fra 20 m til 80/85 m dyp, og resultatene er vist i Figur 7. I figuren er tilstandsklassene for miljøkvalitet vist med noenlunde samme fargekode som i SFTs veiledning. Tidspunkt og dyp for oksygenmålinger er vist med svarte punkt.



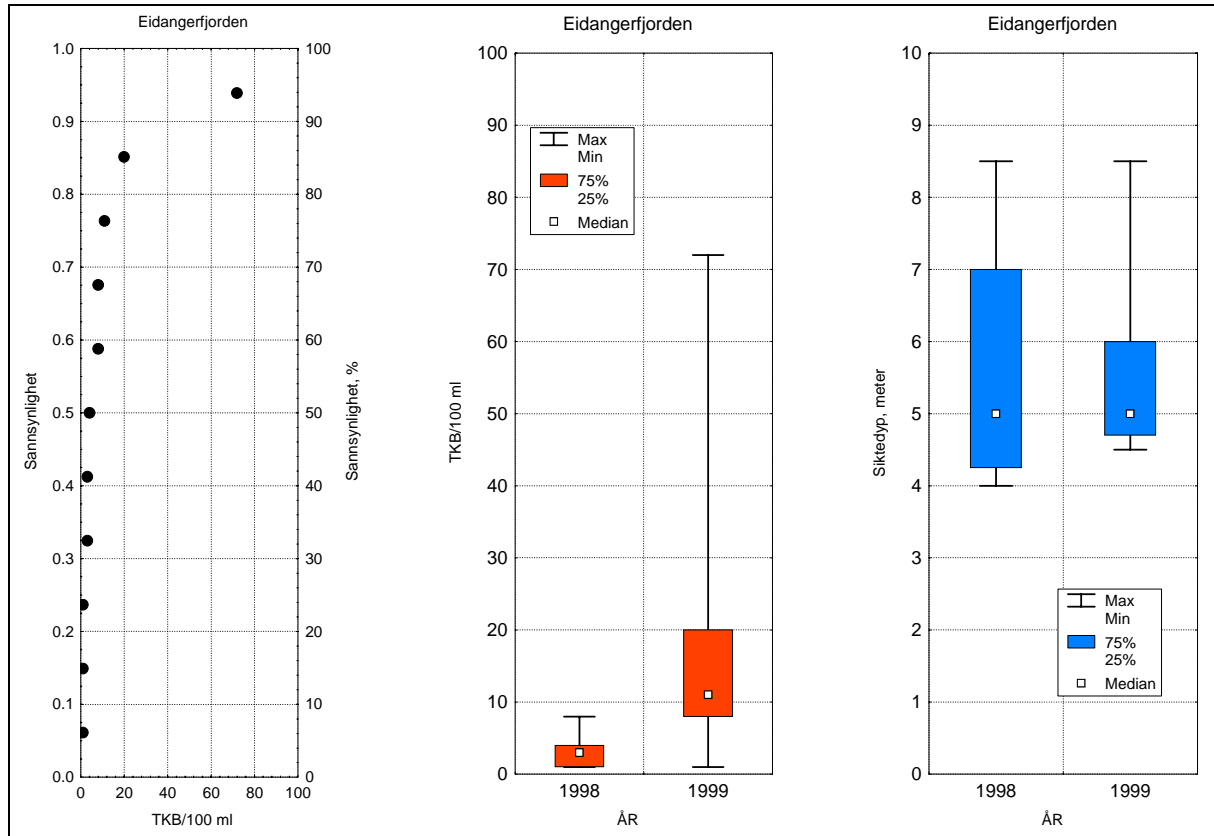
Figur 7. Frierfjorden. Oksygen i dypvannet fra juni 1998 til september 1999. Fargekoden viser til SFTs kriterier for klassifisering av tilstand (Tabell 4). Hydrogensulfid er gitt svart farge.

Den sist kjente fornyelsen av dypvannet i Frierfjorden foregikk våren 1996. Selv om man mangler målinger i første halvår 1998 og det er få målinger første halvår 1999, så viser figuren klart at noen dypvannsfornyelse ikke har skjedd. Mot slutten av måleserien har dypvannet dermed vært overveiende stagnant i 3.5 år, med dannelse av hydrogensulfid under ca. 80 m dyp og ellers meget dårlige oksygenforhold opp til 45-50 m dyp.

En så lang stagnasjonsperiode har ikke vært påvist siden den regelmessige overvåkingen startet i mars 1974, og årsaken er sannsynligvis at den fullstendige dypvannsfornyelsen i etterkant av den uvanlig kalde vinteren 1996 brakte svært tungt vann (lav temperatur og høy saltholdighet) inn i fjorden. Dette har blitt liggende der og det tar uvanlig lang tid før egenvekten har avtatt så mye at forholdene på ny ligger til rette for en dypvannsfornyelse.

## 4.2. Badevannskvalitet i Eidangerfjorden

Alle data er gjengitt i Vedlegg B. Badevannskvaliteten i Eidangerfjorden utenfor Heistad er karakterisert ved Figur 8. Både i forhold til bakteriekonsentrasjon og siktedyp var vannkvaliteten egnet for bading.



Figur 8. Eidangerfjorden utenfor Heistad. Sammenfattende statistikk for termotolerante koliforme bakterier og siktedyp.

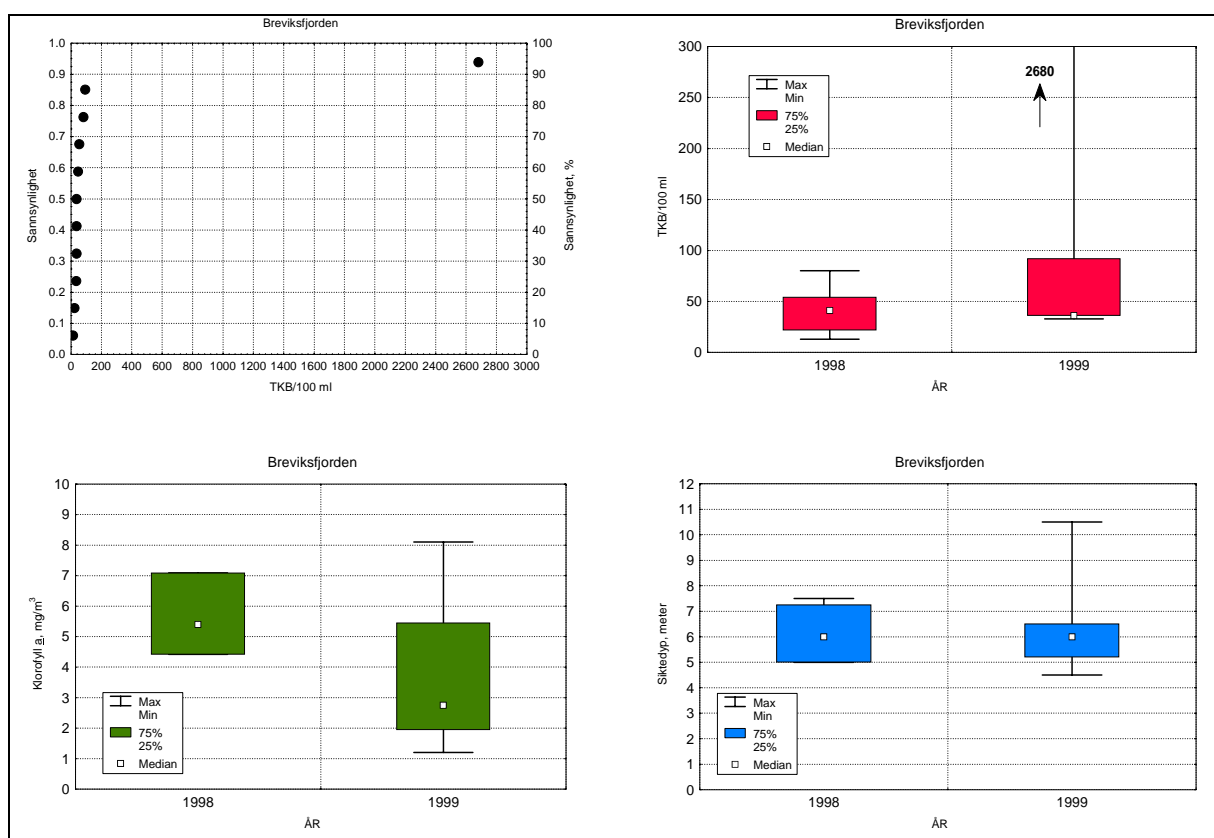


## 4.3. Breviksfjorden

### 4.3.1. Badevannskvalitet

Alle data er gjengitt i Vedlegg B. Badevannskvaliteten i Breviksfjorden er karakterisert ved Figur 9. 90-persentilen for termotolerante koliforme bakterier er mindre enn 100 TKB/100 ml, men høyeste konsentrasjon er 2680 TKB/100 ml som er ligger i klassen for uegnet. Strengt tatt må da vannkvaliteten klassifiseres som mindre egnet for bading, men vilken vekt som skal legges på en slik "enestående verdi" blir til slutt en vurderingssak for helsemyndighetene. I forhold til siktedyp var vannkvaliteten egnet for bading.

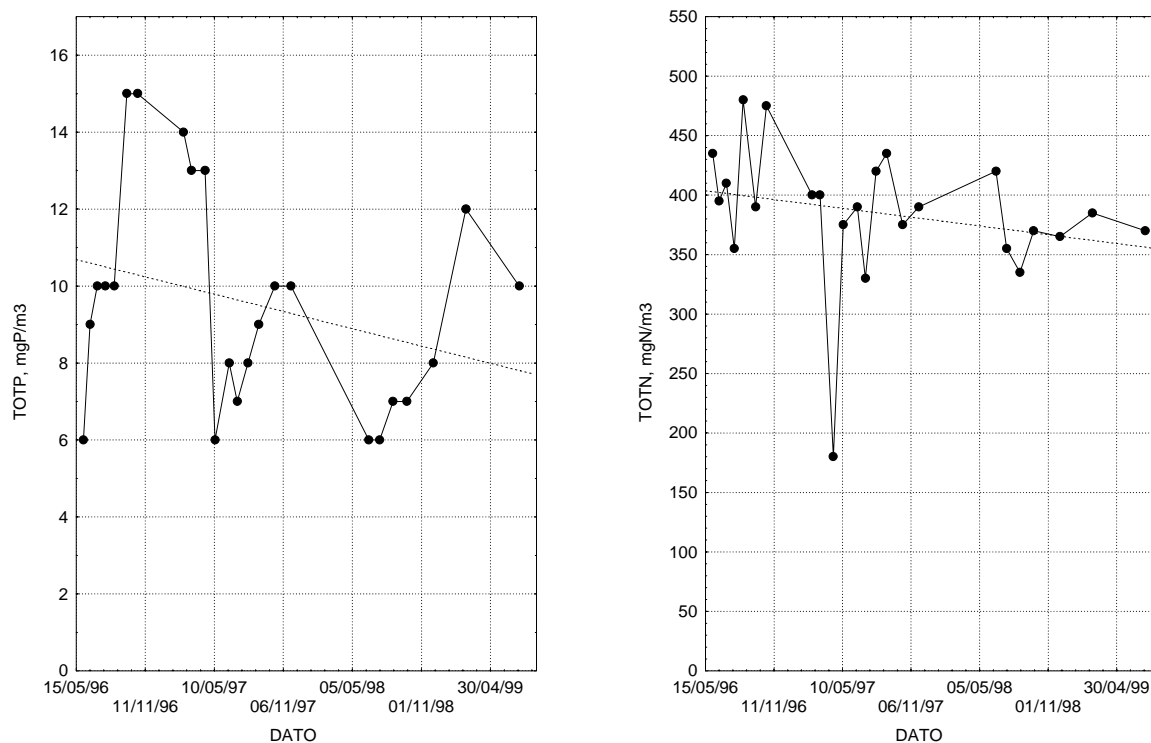
På denne stasjonen var det også målt klorofyll. Medianen for de to årene var 4.42  $\mu\text{g/l}$  som tilsvarer tilstandsklasse 3 (Mindre god).



Figur 9. Breviksfjorden. Sammenfattende statistikk for termotolerante koliforme bakterier, klorofyll a og siktedyp.

### 4.3.2. Næringsalter i brakkvannslaget

Alle data er gjengitt i Vedlegg B. Konsentrasjonen av total nitrogen og total fosfor ble målt i brakkvannslaget som følge av at man forventet en videre reduksjon av konsentrasjonen som følge av tiltak mot utslipp til Frierfjorden og Skienselva. For helheten er også målinger i 1996-97 vist i Figur 10.



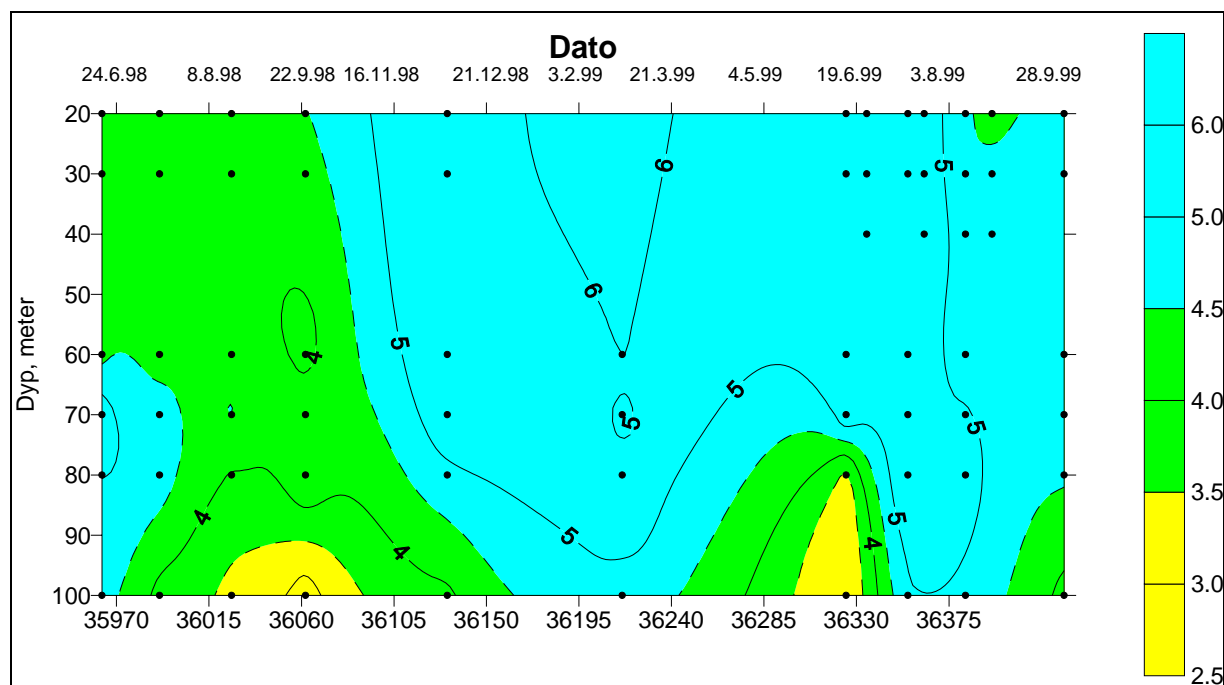
Figur 10. Konsentrasjoner av Total nitrogen og Total fosfor i brakkvannslaget i Breviksfjorden for tidsrommet 1996-99. Den tynne stiplede linjen er trukket ved lineær regresjon og antyder tendensen i dataene.

Sett over hele 4-års perioden er det en tendens til avtakende konsentrasjoner av nitrogen og fosfor i brakkvannslaget. En statistisk ikke-parametrisk test (Sign test) imidlertid viser at konsentrasjonen av total nitrogen i 1998-99 ikke var signifikant ( $p=0.13$ ) lavere enn i 1996-97, når man bruker  $p \leq 0.05$  som kriterium for signifikant forskjell. For begge parametre skjer endringene mot en bakgrunn av svært store variasjoner. Lavere nitrogenkonsentrasjon på denne stasjonen må skyldes at konsentrasjonen i Frierfjordens brakkvannslag har avtatt. For fosfor kan tendensen i dataene skyldes naturlige variasjoner som følge av varierende ferskvannstilførsel, vannutskiftning, algevekst mm.

### 4.3.3. Oksygen i dypvannet

Alle data er gjengitt i Vedlegg C. Breviksfjordens terskel mot Langesundsbukta og kystvannet ligger på ca. 55 m dyp. Konklusjonen etter målingene i 1996-97 var at man ikke kunne fastslå at oksygenforholdene hadde endret seg siden overvåkingen begynte på starten av 1970-tallet (Molvær 1999).

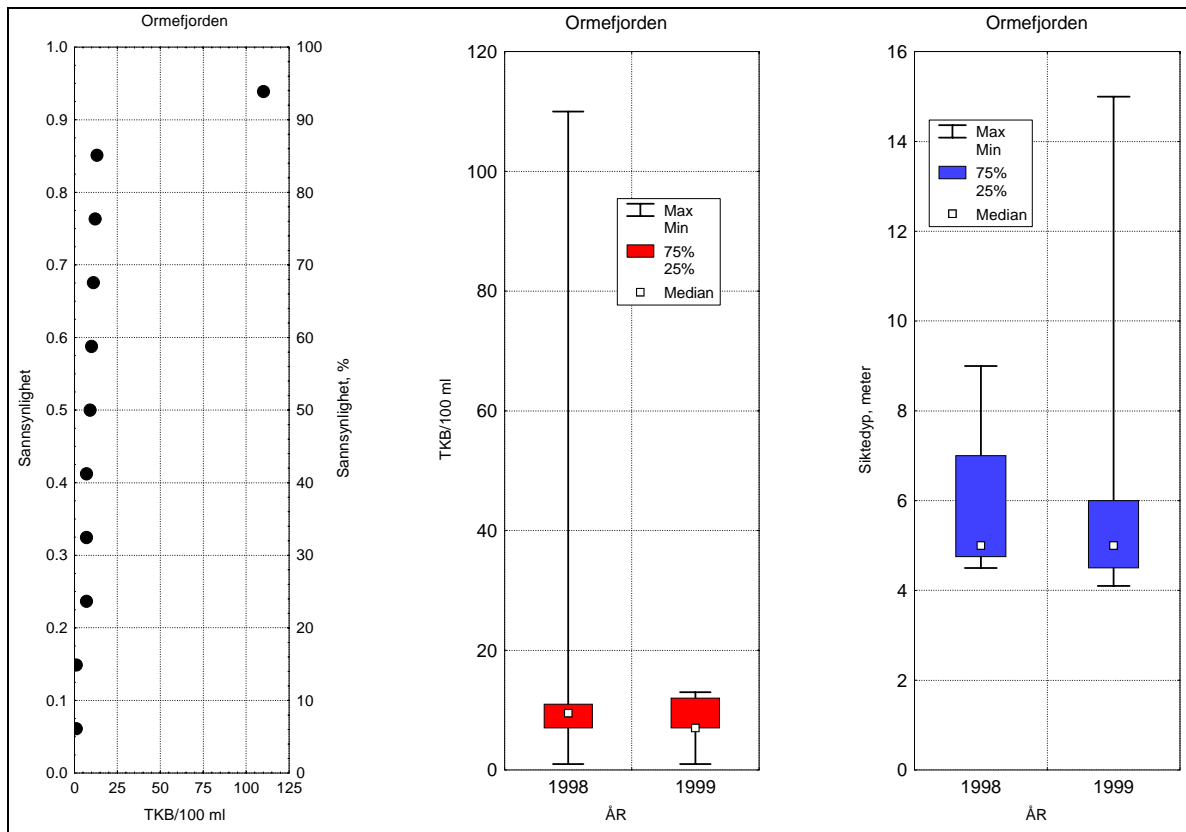
Oksygenmålingene i 1998-99 viser i hovedsak samme bilde som fra før er kjent (Figur 11). Tilstanden er jevnt over Meget God – God, men med enkelte korte perioder da forholdene er Mindre Gode nær bunnen. Forutsatt at målingene også er representative for konsentrasjonen helt nær bunnen i fjordområdet aller dypeste partier sørover mot Langesund, kan man fastslå at konsentrasjonene ikke har vært så lave at dette skulle ha negative virkninger på det marine livet nær bunnen.



Figur 11. Breviksfjorden. Oksygen i dypvannet fra juni 1998 til september 1999. Fargekoden viser til SFTs kriterier for klassifisering av tilstand (Tabell 4).

#### 4.4. Badevannskvalitet i Ormefjorden

Alle data er gjengitt i Vedlegg B. Badevannskvaliteten i Ormefjorden er karakterisert ved Figur 12. Både i forhold til bakteriekonsentrasjon og siktedyp var vannkvaliteten egnet for bading.



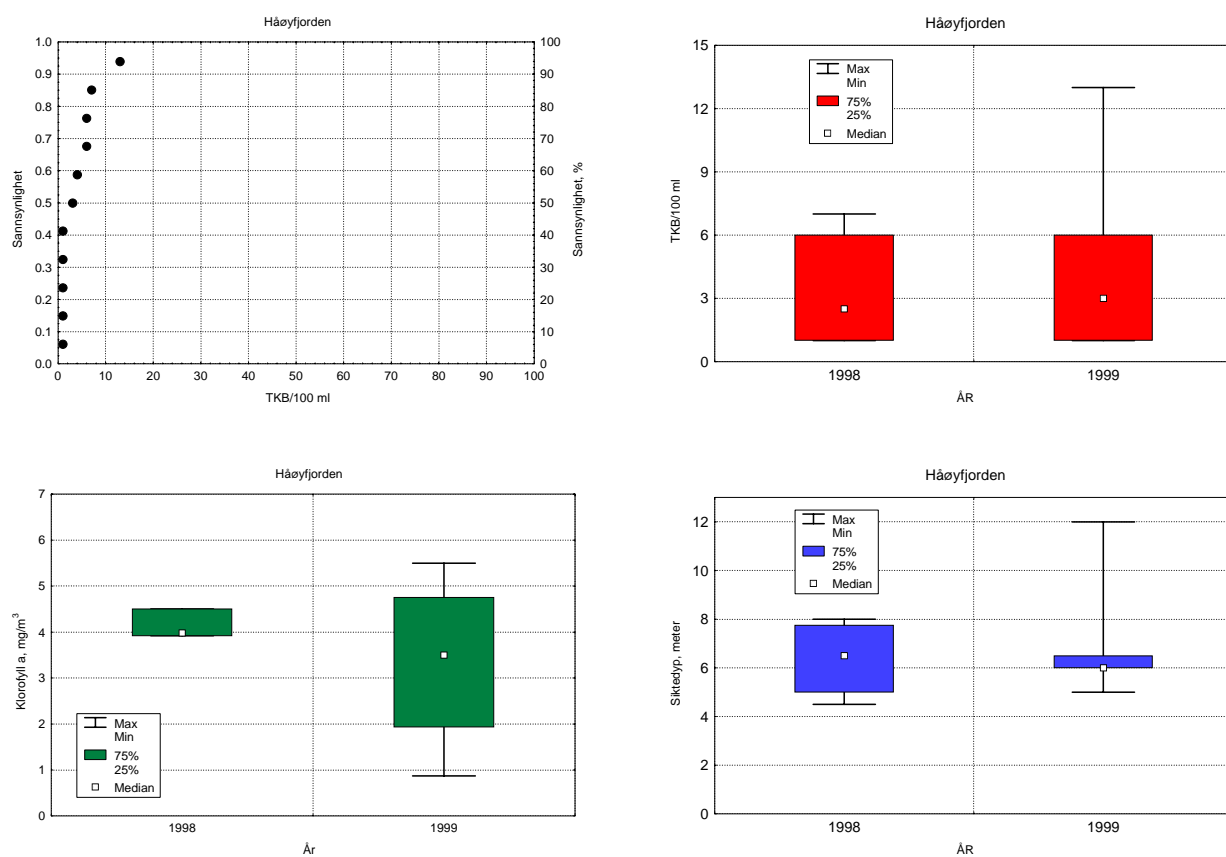
Figur 12. Ormefjorden. Sammenfattende statistikk for termotolerante koliforme bakterier og siktedyp.

## 4.5. Håøyfjorden

### 4.5.1. Badevannskvalitet

Alle data er gjengitt i Vedlegg B. Badevannskvaliteten i Håøyfjorden er karakterisert ved Figur 13. 90-persentilen for termotolerante koliforme bakterier er mindre enn 10 TKB/100 ml, og karakteriserer vann som er egnet for bading. Som gjennomsnitt var siktedypet var større enn 4 m: en vannkvalitet egnet for bading.

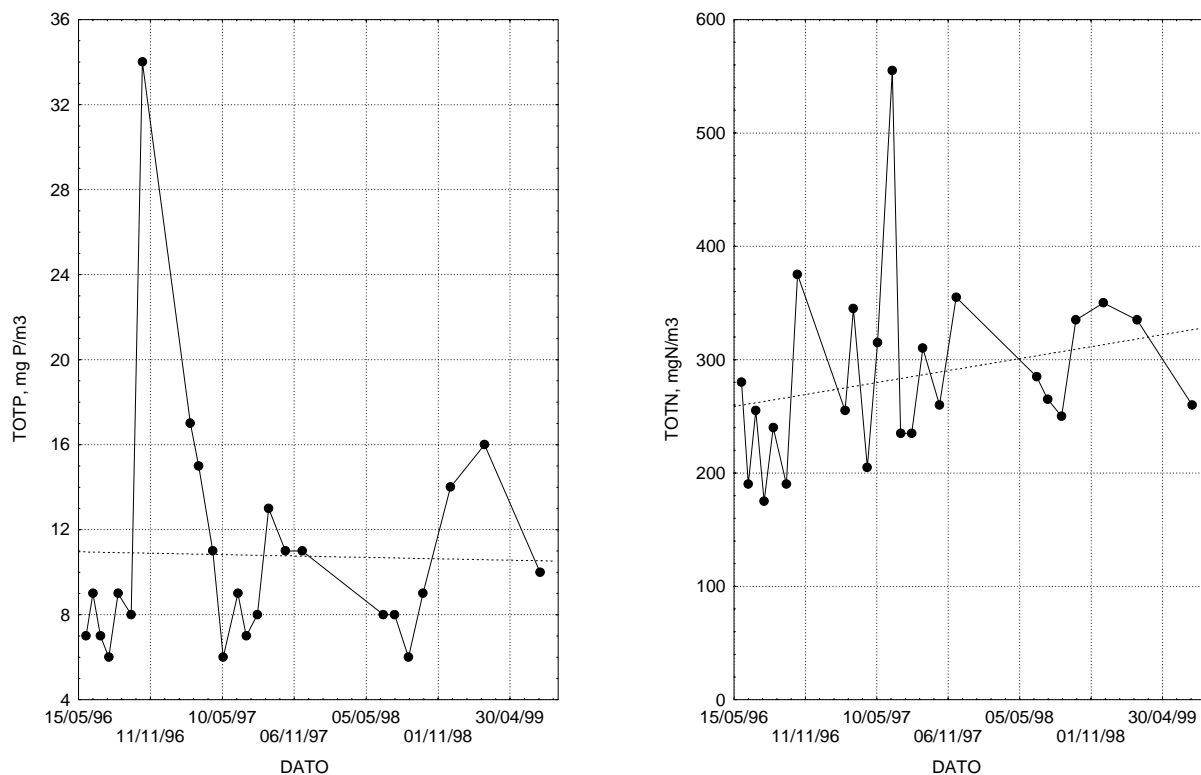
På denne stasjonen var det også målt klorofyll. Medianen for de to årene var ca. 4.0  $\mu\text{g/l}$  som tilsvarende tilstandsklasse 3 (Mindre god).



Figur 13. Håøyfjorden. Sammenfattende statistikk for termotolerante koliforme bakterier og siktedyp.

#### 4.5.2. Næringsalter i brakkvannslaget

Alle data er gjengitt i Vedlegg B. Også i Håøyfjordens brakkvannslag ble konsentrasjonen av total nitrogen og total fosfor ble målt i for å se om konsentrasjonen avtok som følge av tiltak mot utslipp til Frierfjorden og Skienselva. For helheten er også målinger i 1996-97 vist i Figur 14.



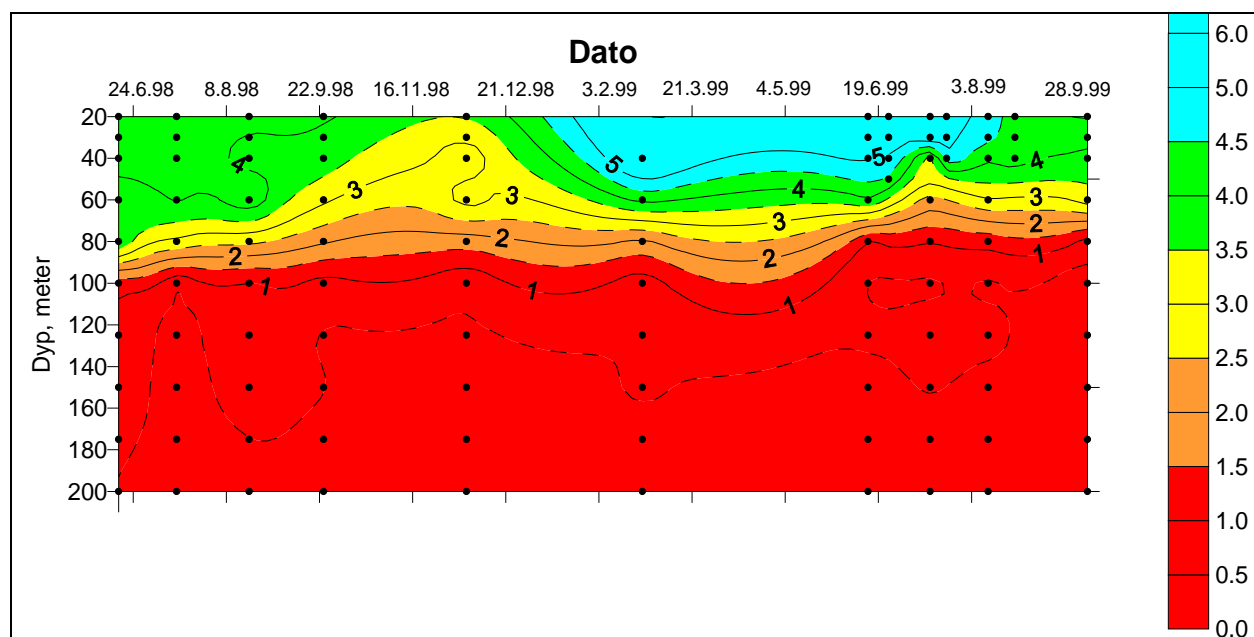
Figur 14. Konsentrasjoner av Total nitrogen og Total fosfor i brakkvannslaget i Håøyfjorden for tidsrommet 1996-99. Den tynne stiplede linjen er trukket ved lineær regresjon og antyder tendensen i dataene.

Sett over hele 4-års perioden antyder målingene en tendens til økende nitrogenkonsentrasjoner i brakkvannslaget. Dette er det motsatte av tendensen i Frierfjorden og Breviksfjorden. I Håøyfjorden var imidlertid konsentrasjonene langt lavere enn lenger inne i fjordsystemet, og tilstanden bestemmes i større grad av naturlige variasjoner. For fosfor er det ingen tydelig tendens mot en bakgrunn av svært store variasjoner.

### 4.5.3. Oksygen i dypvannet

Alle data er gjengitt i Vedlegg C. Håøyfjordens terskel mot Langesundsbukta og kystvannet ligger på ca. 30 m dyp. Konklusjonen etter målingene i 1996-97 var at man ikke kunne avgjøre om oksygenforholdene hadde endret seg de siste 10-15 årene (Molvær 1999).

I likhet med Frierfjordens dypvann har også dypvannet i Håøyfjorden vært stagnant siden en fullstendig utskiftning våren 1996. I hele tidsrommet 1998-99 gjennomgikk oksygenforholdene en gradvis forverring der grensen for Meget Dårlig vannkvalitet forflyttet seg oppover fra ca. 100 m dyp sommeren 1998 til 70-80 m dyp høsten 1999 (Figur 15). Laveste konsentrasjon ved bunnen ble målt til 0.1 mlO<sub>2</sub>/l, men hydrogensulfid ble ikke registrert.



Figur 15. Håøyfjorden. Oksygen i dypvannet fra juni 1998 til september 1999. Fargekoden viser til SFTs kriterier for klassifisering av tilstand (Tabell 4).

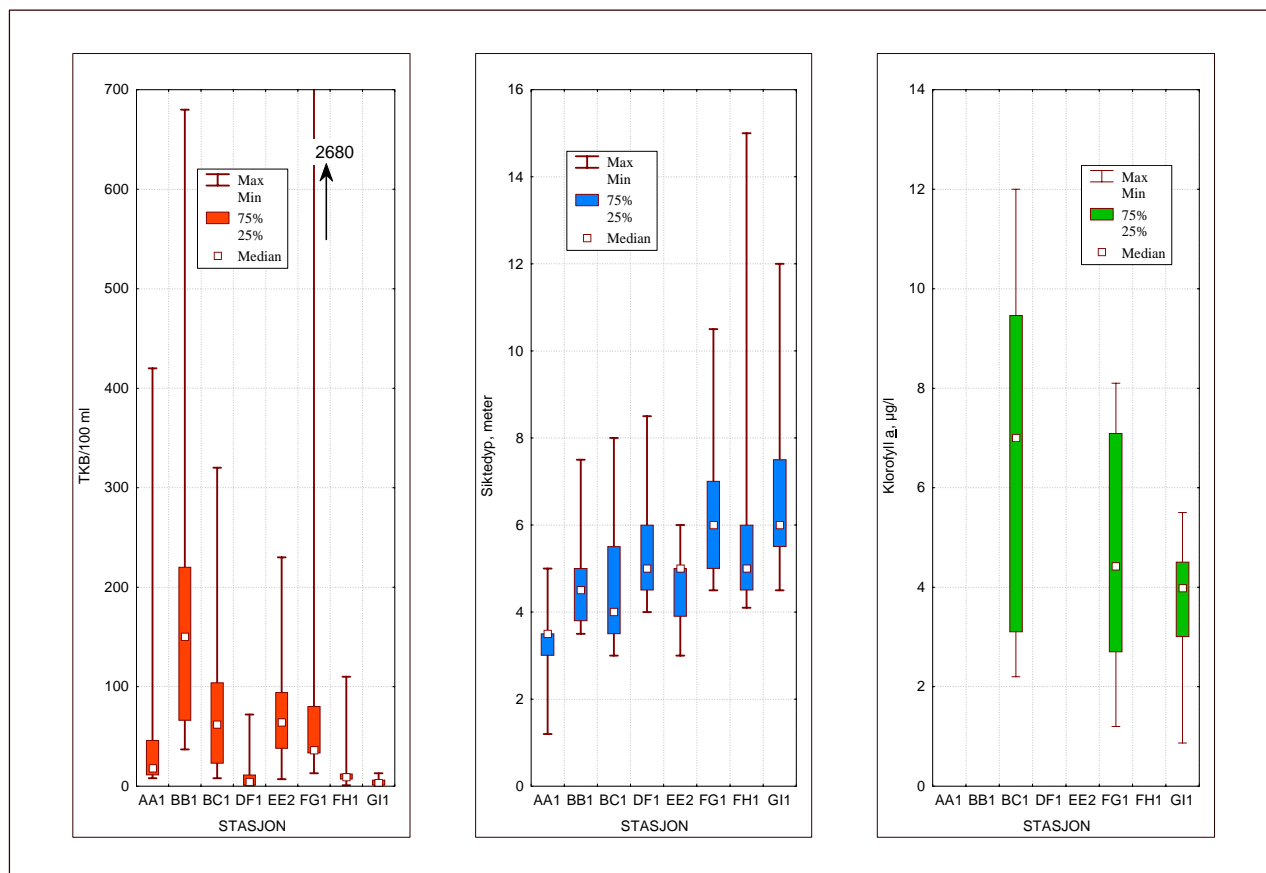
## 5. Sammenfattende vurdering

### 5.1. Tilstand

Resultatene mht. overvåking av badevannskvalitet i 1998-99 er sammenfattet i Figur 16 og Tabell 5. Konsentrasjonene av bakterier viser at stasjonene faller i to grupper. Den ene gruppen viser en klart avtakende tendens fra Herrebukta og ut gjennom fjordsystemet til Breviksfjorden, etter alt å dømme som et resultat av økende avstand fra utslippene av kommunalt avløpsvann til Skienselva og til Frierfjorden. Som nevnt i kap. 4 er ingen av stasjonene innenfor Brevik en hygienisk vannkvalitet som strengt tatt kan karakteriseres som God.

Med hensyn til siktedyp sees det motsatte bildet, med økende siktedyp ut gjennom fjordsystemet. For alle stasjoner innfrir siktedypet Helsetilsynets krav til Godt badevann.

Den andre gruppen består av stasjonene i Eidangerfjorden, Ormefjorden og Håøyfjorden der konsentrasjonene av termotolerante koliforme bakterier var vesentlig lavere enn på stasjonene som ligger i Frierfjorden eller i brakkvannsstrømmen ut fra Frierfjorden. Med unntak for stasjon FG1 i Breviksfjorden oppfylles Helsetilsynets krav til godt badevann på alle stasjoner. I Breviksfjorden ble det registrert en ekstremt høy konsentrasjon av TKB, og strengt tatt fører det til at badevannet her må klassifiseres som Mindre godt.



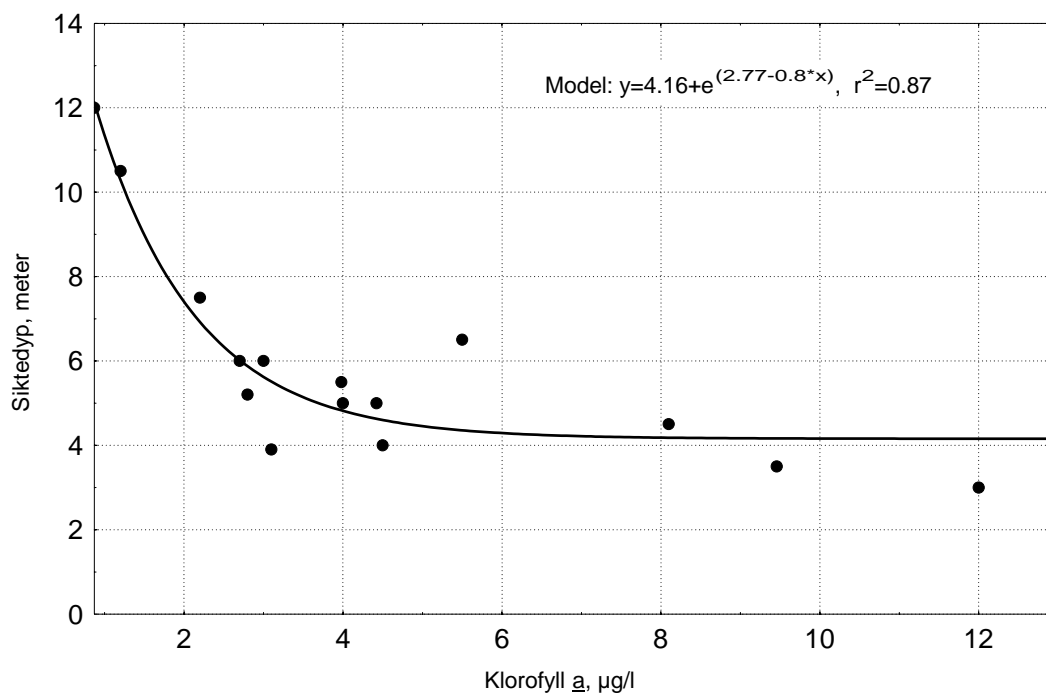
Figur 16. Badevannskvaliteten i 1998-99. Sammenfattende statistikk for termotolerante koliforme bakterier (TKB), siktedyp og klorofyll  $a$  på stasjoner fra Vollsfjorden til Håøyfjorden.



Tabell 5. Sammenfatning mht. badevannskvalitet i 1998-99, jevnført med Helsetilsynets kriterier (jfr. Tabell 3).

Område	Vannhygiene (klasse)	Siktedyp (klasse)
Vollsfjorden	Mindre egnet	Egnet
Herrebukta	Mindre egnet	Egnet
Frierfjorden	Mindre egnet	Egnet
Brevik	Mindre egnet	Egnet
Eidangerfj.	Egnet	Egnet
Breviksfj.	Mindre egnet	Egnet
Orme fj.	Egnet	Egnet
Håøyfj.	Egnet	Egnet

Siktedypet er et mål på hvor klart vannet er, og i Grenlandsfjordene vil siktedypet sommerstid være påvirket av blant annet mengden planteplankton og mengden av uorganiske partikler i brakkvannslaget. Konsentrasjonen av klorofyll  $a$  kan brukes som et mål på mengden av planteplankton, og samlet for Frierfjorden, Breviksfjorden og Håøyfjorden finner vi at i 1998-99 kan 87% ( $r^2=0.87$ ) av variasjonene mht. siktedyp i sommerhalvåret forklares som tilsvarende variasjoner i konsentrasjonen av klorofyll  $a$  (Figur 17). Med andre ord var siktedypet i fjordområdet sommerstid i hovedsak bestemt av planktonmengden.



Figur 17. Siktedypet i fjordområdet er i hovedsak bestemt av mengden av planteplankton i sjøen (konsentrasjonen av klorofyll regnes som et mål på mengden av planteplankton).

## 5.2. Utviklingstrekk

Et av hovedmålene bak undersøkelsene i 1998-99 var å beskrive tilstanden og å avgjøre om den var endret siden tidligere undersøkelser. Tabell 6 viser medianen for klorofyll *a* for tre 2-års perioder fra 1988 til 1999, samt resultater mht. siktedyp og termotolerante koliforme bakterier (TKB) i sommerhalvåret for tidsrommet 1993-99. Resultatene fra 1988-89 og 1996-97 er hentet fra Molvær (1999) og TKB og siktedyp for årene 1993-97 samt 1998-99 for Skienselva er upubliserte data stilt til rådighet av Fylkesmannen i Telemark, Miljøvernavdelingen.

Tabell 6. *Beskrivelse av tilstanden i brakkvannslaget (0-2 m dyp) i Skienselva ved Porsgrunn og fjordområdet i sommerhalvåret i 1988-89, 1996-97 og 1998-99.*

TKB 90-persentil (TKB/100 ml)	Tidsrom	Skienselva v. Porsgrunn	Frierfjorden	Breviksfjorden	Håøyfjorden
	1993	1127	341		2
	1994	1540	190	32	0
	1995	944	410	73	3
	1996	582	101	9	1
	1997	448	91	36	85
	1998-99	8400	62	36	3
Klorofyll <i>a</i> (µg/l)	1988-89		2.9	3.9	3.9
	1996-97		4.6	3.0	2.0
	1998-99		7.0	4.4	4.0
Siktedyp (m)	1993	7.4	5.6	6.7	7.3
	1994	6.5	4.9	5.7	5.2
	1995	5.5	4.6	5.0	6.3
	1996	6.0	3.5	4.8	6.8
	1997	6.5	3.9	5.5	5.7
	1998-99	6.5	4.0	6.0	6.0

Man kan ikke trekke sikre konklusjoner mht. utvikling av tallene i Tabell 6 fordi de naturlige variasjonene (ferskvannstilførsel, lys, temperatur) er store fra år til år og antall prøver innen datasettene er relativt lite og varierer også noe fra år til år. For Frierfjorden er viktigste budskapet at det har vært en klar forbedring mht. hygienisk badevannskvalitet (TKB) siden 1993. Den ekstremt høye bakteriekonsentrasjonen i Skienselva for 1998-99 kan skyldes en periode med stort overløp pga. nedbør eller lekkasje i en avløpsledning i mai-juni 1998, men noe overraskende kunne man ikke se noen forverring av vannkvaliteten i Frierfjorden i juni 1998 (jfr. Vedlegg B). Utenfor Brevik har bakterietallet jevnt over vært lavt og har endret seg lite.

Etter 1993 har siktedypet i Frierfjorden og Breviksfjorden som gjennomsnitt avtatt noe fram til og med 1996. Deretter har forholdene bedret seg igjen. I forholdene til myndighetenes krav til egnet badevann har imidlertid tilstanden hele tiden vært god.

For klorofyll kan nevnes at de tre høyeste konsentrasjonene i 1988-89 lå i intervallet 10.8-13.6 µg/l mot 6.5-7.8 µg/l i 1996-97, dvs. lavere maksimumsverdier, men for øvrig var det høyere konsentrasjoner i den siste perioden. Årsaken til denne situasjonen kjenner vi ikke.

I Frierfjorden og Breviksfjorden viser konsentrasjonene av nitrogen en nedadgående tendens for tidsrommet 1996-99, men bare for Frierfjorden er konsentrasjonsendringen så stor at det med statistisk sikkerhet kan vises at konsentrasjonene i 1998-99 var lavere enn i 1996-97. For fosfor er tendensen den samme mot en bakgrunn av store naturlige variasjoner, og statistisk sikre endringer kan ikke

påvises. I Håøyfjorden var konsentrasjonene lavere enn lenger inne i fjordområdet og de naturlige variasjonene større. Det er ingen tydelig tendens i noen retning.

Hele tidsrommet sett under ett er hovedinntrykket en tydelig forbedring av vannkvaliteten i brakkvannslaget ut til Håøyfjorden, der vannkvaliteten jevnt over er god og naturlige variasjoner store.

## 5.2 Oksygenforhold i bassengvannet

I Frierfjorden var dypvannet stagnant i tidsrommet 1998-99 og hadde vært det siden våren 1996. En så lang stagnasjonsperiode har ikke vært registrert siden overvåkingen startet våren 1974, og skyldes sannsynlig at den uvanlig kalde vinteren 1996 medførte en utskiftning med ekstra tungt dypvann i Frierfjorden. Dermed tar det ekstra lang tid før egenveksten har avtatt så mye at forholdene igjen ligger til rette for en dypvannsfornyelse. I 1998-99 var derfor oksygenforholdene dårligere enn det som ble registrert under undersøkelsen i 1996-97. På den annen side er det ingen tvil om at oksygenforholdene har forbedret seg vesentlig siden overvåkingen begynte på starten av 1970-tallet. Situasjonen nå er at først etter ca. 2 års stagnasjon blir det registrert oksygenkonsentrasjoner nær 0 eller hydrogensulfid ved bunnen av Frierfjorden. På 1970-tallet inntraff den situasjonen etter 8-12 måneder, og viser at oksygenforbruket nå er vesentlig lavere. Lavere oksygenforbruk medfører at oksygenkonsentrasjonen avtar langsommere enn tidligere og at grensen for kritiske oksygenforhold eller hydrogensulfid mot slutten av lange stagnasjonsperioder ligger langt dypere enn før. Marine organismer får dermed vesentlig større livsrom enn tidligere.

For Langesundsfjorden og Håøyfjorden er det langt vanskeligere å bedømme utviklingen. I større grad enn Frierfjorden er disse områdene trolig påvirket fra to sider:

- Redusert tilførsel av organisk materiale fra Frierfjorden og muligens noe mindre nedbrytning av biomasse som er produsert av næringssalter inne i fjordområdet. Det siste er imidlertid ikke bekreftet verken av klorofyll *a* eller av vurderinger om nitrogen eller fosfor opptrer som begrensende faktor for algeveksten.
- Økt belastning med organisk materiale i kystvannet og noe lavere oksygenkonsentrasjoner der kan også påvirke utviklingen i fjordene i negativ retning (ANON 1996,1997).

Sammenlignet med målingene fra 1974-77 (Molvær et al., 1979) og fra 1988-89 (Molvær og Stigebrandt 1991, Molvær 1991) kan man ikke se klare tendenser til forbedring i bassengene utenfor Brevik. Til dels kan dette skyldes at eventuelle endringer er vært små mot en bakgrunn av store variasjoner, og at det foreliggende datamaterialet er utilstrekkelig for å avgjøre om små endringer har funnet sted. Særlig gjelder dette for Håøyfjorden. På den annen side: det er ingen data som peker i retning av forverring av tilstanden

## 6. Litteratur

ANON, 1996. Ytre Oslofjord. Eutrofitilstand, utvikling og forventede effekter av reduserte tilførsler av næringssalter. Rapport fra ekspertgruppe for vurdering av eutrofiforhold i fjorder og kystfarvann. Statens forurensningstilsyn (SFT). 147 sider.

ANON, 1997. Kyststrekningen Jomfruland - Stad. Vurdering av eutrofitilstand. Rapport 2 fra ekspertgruppe for vurdering av eutrofiforhold i fjorder og kystfarvann. Statens forurensningstilsyn (SFT). 129 sider.

Molvær, J., 1991: Undersøkelse av eutrofiering i Grenlandsfjordene 1988-89. Delrapport 9. Konklusjoner. Overvåkingsrapport nr. 751/97. NIVA-rapport nr. 2697. Oslo. 46 sider.

Molvær, J., 1999. Grenlandsfjordene 1994-97. Undersøkelser av vannkjemiske forhold og vannutskiftning. Statlig program for forurensningsovervåking rapport nr. 756-99. NIVA-rapport nr. 3960-98. Oslo. 47 s.

Molvær, J. og Stigebrandt, A., 1991: Undersøkelse av eutrofiering i Grenlandsfjordene 1988-89. Delrapport 3. Vannutskiftning i fjordene. Overvåkingsrapport nr. 450/91. NIVA-rapport nr. 2588. Oslo/Gøteborg.

Molvær, J., Bokn, T., Kirkerud, L., Kvalvågnæs, K., Nilsen, G., Rygg, B. og Skei, J., 1979. Resipientundersøkelse av nedre Skienselva, Frierfjorden og tilliggende fjordområder. Rapport 8, Sluttrapport. NIVA-rapport nr. 1103. Oslo. 253 sider.

Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J. og Sørensen, J., 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Statens forurensningstilsyn. Veiledning 97:03. 36 sider.

Statens Helsetilsyn, 1994. Vannkvalitetsnormer for friluftsbad. Friluftsbad - badevann. Rundskriv IK-21/94 med vedlegg.

## Vedlegg A. Måle- og analysemetoder

### *Siktedyp:*

Siktedypet er målt som det dyp hvor en hvit skive med ca. 25 cm diameter forsvinner av syne fra overflaten. Vannkikkert er ikke brukt.

### *Temperatur:*

Over fjordenes terskeldyp er temperaturen målt ved bruk av en HydroLab Datasonde 3, som ved regelmessig kalibrering og kontroll av data forventes å gi en nøyaktighet på  $\pm 0.1$  °C.

I fjordenes dypvann er temperaturen målt ved bruk av to vendetermometre for hvert dyp. Temperaturene ble avlest ved bruk av lupe, korrigert og til vanlig ble gjennomsnittverdien for de to termometrene notert. Temperaturen forventes å ha en nøyaktighet på  $\pm 0.02$  °C.

### *Saltholdighet:*

Over fjordenes terskeldyp er saltholdigheten målt ved bruk av en HydroLab Datasonde 3, som ved regelmessig kalibrering og kontroll av data forventes å gi en nøyaktighet på  $\pm 0.1$ . Til kalibrering og kontroll av målingene ble for hver prøveserie tatt vannprøver fra 0 m og 20 m dyp. For disse ble saltholdigheten bestemt med laboratoriesalinometer (nøyaktighet  $\pm 0.002$ ), og resultatene er brukt til korrigering av sonde-målingene.

For dypvannet er saltholdigheten er bestemt med Guildline laboratoriesalinometer (nøyaktighet  $\pm 0.002$ ).

### *Okxygen:*

Modifisert Winkler-metode.

### *Termotolerante koliforme bakterier:*

Analysert etter Norsk Standard 4792.

### *Fosfor og nitrogen:*

Total nitrogen: Intern metode basert på Norsk Standard 4743. Nedre bestemmelsesgrense er 10  $\mu\text{gN/l}$ .

Nitrat: Intern metode basert på Norsk Standard 4545. Nedre bestemmelsesgrense er 1  $\mu\text{gN/l}$ .

Ammonium: Intern metode basert på Norsk Standard 4546. Nedre bestemmelsesgrense er 5  $\mu\text{gN/l}$ .

Total fosfor: Intern metode basert på Norsk Standard 4725. Nedre bestemmelsesgrense er 1  $\mu\text{gP/l}$ .

Fosfat: Intern metode basert på Norsk Standard 4724. Nedre bestemmelsesgrense er 1  $\mu\text{gP/l}$ .

Klorofyll a: Norsk Standard 4767. Nedre bestemmelsesgrense er 1  $\mu\text{g/l}$ .

## Vedlegg B. Data Badevann

Stasjon	Fjordområde	Dato	TKB	Klfa	Siktedyp
			pr. 100 ml	mg/m <sup>3</sup>	m
AA1	Vollsfjord	17.06.1998	11		
AA1	Vollsfjord	02.07.1998	37		1.2
AA1	Vollsfjord	16.07.1998	46		4
AA1	Vollsfjord	28.07.1998	17		3.5
AA1	Vollsfjord	19.08.1998	13		
AA1	Vollsfjord	03.09.1998	27		5
AA1	Vollsfjord	14.06.1999	8		3
AA1	Vollsfjord	14.07.1999	420		3
AA1	Vollsfjord	22.07.1999	18		3.5
AA1	Vollsfjord	11.08.1999	240		3.5
AA1	Vollsfjord	24.08.1999	9		3.5
BB1	Herrebukta	17.06.1998	70		
BB1	Herrebukta	02.07.1998	112		3.8
BB1	Herrebukta	16.07.1998	170		3.5
BB1	Herrebukta	28.07.1998	220		5.5
BB1	Herrebukta	19.08.1998	680		
BB1	Herrebukta	03.09.1998	37		7.5
BB1	Herrebukta	14.06.1999	45		5
BB1	Herrebukta	14.07.1999	150		3.5
BB1	Herrebukta	22.07.1999	160		4.5
BB1	Herrebukta	11.08.1999	290		4.5
BB1	Herrebukta	24.08.1999	66		5
BC1	Frierfjord	17.06.1998	87	8.82	
BC1	Frierfjord	02.07.1998	62		3.2
BC1	Frierfjord	16.07.1998	300	9.46	3.5
BC1	Frierfjord	28.07.1998	104		5.5
BC1	Frierfjord	19.08.1998	52	7	
BC1	Frierfjord	03.09.1998	14		8
BC1	Frierfjord	14.06.1999	8	3.1	3.9
BC1	Frierfjord	14.07.1999	44	12	3
BC1	Frierfjord	22.07.1999	68		4.5
BC1	Frierfjord	11.08.1999	320	4.5	4
BC1	Frierfjord	24.08.1999	23	2.2	7.5
DF1	Eidangerfjord	17.06.1998	8		
DF1	Eidangerfjord	02.07.1998	3		4
DF1	Eidangerfjord	16.07.1998	3		4.5
DF1	Eidangerfjord	28.07.1998	1		5.5
DF1	Eidangerfjord	19.08.1998	1		
DF1	Eidangerfjord	03.09.1998	4		8.5
DF1	Eidangerfjord	14.06.1999	8		4.7
DF1	Eidangerfjord	14.07.1999	20		4.5
DF1	Eidangerfjord	22.07.1999	11		6

DF1	Eidangerfjord	11.08.1999	72		5
DF1	Eidangerfjord	24.08.1999	1		8.5
EE2	Krabberødstranda, Brevik	17.06.1998	38		
EE2	Krabberødstranda, Brevik	02.07.1998	94		3.9
EE2	Krabberødstranda, Brevik	16.07.1998	110		3.5
EE2	Krabberødstranda, Brevik	28.07.1998	29		5
EE2	Krabberødstranda, Brevik	19.08.1998	52		
EE2	Krabberødstranda, Brevik	03.09.1998	7		6
EE2	Krabberødstranda, Brevik	14.06.1999	64		5
EE2	Krabberødstranda, Brevik	14.07.1999	75		3
EE2	Krabberødstranda, Brevik	22.07.1999	86		4.5
EE2	Krabberødstranda, Brevik	11.08.1999	230		5
EE2	Krabberødstranda, Brevik	24.08.1999	52		6
FG1	Brevikfjord	17.06.1998	22	7.09	
FG1	Brevikfjord	02.07.1998	46		7
FG1	Brevikfjord	16.07.1998	54	4.42	5
FG1	Brevikfjord	28.07.1998	13		5
FG1	Brevikfjord	19.08.1998	36	5.4	
FG1	Brevikfjord	03.09.1998	80		7.5
FG1	Brevikfjord	14.06.1999	92	2.8	5.2
FG1	Brevikfjord	14.07.1999	36	8.1	4.5
FG1	Brevikfjord	22.07.1999	33		6.5
FG1	Brevikfjord	11.08.1999	2680	2.7	6
FG1	Brevikfjord	24.08.1999	36	1.2	10.5
FH1	Ornefjord	17.06.1998	10		
FH1	Ornefjord	02.07.1998	110		5
FH1	Ornefjord	16.07.1998	9		5
FH1	Ornefjord	28.07.1998	7		4.5
FH1	Ornefjord	19.08.1998	1		
FH1	Ornefjord	03.09.1998	11		9
FH1	Ornefjord	14.06.1999	7		4.1
FH1	Ornefjord	14.07.1999	7		4.5
FH1	Ornefjord	22.07.1999	13		6
FH1	Ornefjord	11.08.1999	12		5
FH1	Ornefjord	24.08.1999	1		15
GI1	Håøyfjord	17.06.1998	4	3.92	
GI1	Håøyfjord	02.07.1998	6		8
GI1	Håøyfjord	16.07.1998	7	3.98	5.5
GI1	Håøyfjord	28.07.1998	1		4.5
GI1	Håøyfjord	19.08.1998	1	4.5	
GI1	Håøyfjord	03.09.1998	1		7.5
GI1	Håøyfjord	14.06.1999	13	4	5
GI1	Håøyfjord	14.07.1999	1	5.5	6.5
GI1	Håøyfjord	22.07.1999	6		6
GI1	Håøyfjord	11.08.1999	1	3	6
GI1	Håøyfjord	24.08.1999	3	0.87	12

## Vedlegg C. Data Dypvann

STASJON	Dato	DYP m	TEMP grader C	SALINITET	O2 mIO <sub>2</sub> /l	H2S mIH <sub>2</sub> S/l
BC1	17.06.1998	20	7.64	31	3.48	
BC1	17.06.1998	30	6.65	33.357	3.78	
BC1	17.06.1998	40	6.55	33.617	3.46	
BC1	17.06.1998	50	6.5	33.704	2.34	
BC1	17.06.1998	60	6.47	33.764	2.5	
BC1	17.06.1998	70	6.8	33.906	0.5	
BC1	17.06.1998	80	6.86	33.953		0.2
BC1	17.06.1998	85	6.88	33.972		0.2
BC1	15.07.1998	20	8.73	31.187	4.08	
BC1	15.07.1998	30	6.8	33.069	3.59	
BC1	15.07.1998	40	6.67	33.636	2.37	
BC1	15.07.1998	50	6.53	37.706	2.32	
BC1	15.07.1998	60	6.57	33.776	1.62	
BC1	15.07.1998	70	6.76	33.909	0.51	
BC1	15.07.1998	80	6.84	33.954		0.2
BC1	15.07.1998	85	6.87	33.988		0.2
BC1	19.08.1998	20	13.27	31.472	4.46	
BC1	19.08.1998	30	8.06	32.287	3.82	
BC1	19.08.1998	40	6.59	33.627	3.03	
BC1	19.08.1998	50	6.52	33.69	2.74	
BC1	19.08.1998	60	6.57	33.771	2.14	
BC1	19.08.1998	70	6.71	33.888	0.77	
BC1	19.08.1998	80	6.79	33.947		0.2
BC1	19.08.1998	85	6.86	33.974		0.36
BC1	24.09.1998	20	12	34.143	3.68	
BC1	24.09.1998	30	10.48	32.645	3.52	
BC1	24.09.1998	40	6.86	33.62	2.99	
BC1	24.09.1998	50	6.65	33.716	2.32	
BC1	24.09.1998	60	6.61	33.826	1.81	
BC1	24.09.1998	70	6.74	33.878	0.52	
BC1	24.09.1998	80	6.83	33.95		0.27
BC1	24.09.1998	85	6.89	33.967		1.01
BC1	02.12.1998	20	12.02		3.91	
BC1	02.12.1998	30	11.17		2.81	
BC1	02.12.1998	40	7.52		2.6	
BC1	02.12.1998	50	6.66		2.33	
BC1	02.12.1998	60	6.6		1.7	
BC1	02.12.1998	70	6.72		0.4	
BC1	02.12.1998	80	6.84		0.05	
BC1	02.12.1998	85	6.88			0.27
BC1	25.02.1999	20	6.69	32.155	5.36	
BC1	25.02.1999	30	6.45	32.937	5.47	
BC1	25.02.1999	40	7.4	33.419	4.03	



BC1	25.02.1999	50	6.99	33.695	1.38	
BC1	25.02.1999	60	6.77	33.777	1.32	
BC1	25.02.1999	70	6.73	33.871	0.41	
BC1	25.02.1999	80	6.74	33.933		0.65
BC1	25.02.1999	85	6.78	33.936		0.6
BC1	14.06.1999	20	6.65	29.634	4.18	
BC1	14.06.1999	30	6.03	32.551	4.9	
BC1	14.06.1999	40	7.07	33.237	2.69	
BC1	14.06.1999	50	7.16	33.555	1.77	
BC1	14.06.1999	60	6.85	33.676	0.91	
BC1	14.06.1999	70	6.79	33.791	0.22	
BC1	14.06.1999	80	6.78	33.847		0.2
BC1	14.06.1999	85	6.78	33.827		0.36
BC1	24.06.1999	20	7.35	28	5.24	
BC1	24.06.1999	30	6.3	30	5.12	
BC1	24.06.1999	40	6.8	30	3.61	
BC1	14.07.1999	20	7.75	30.687	5.27	
BC1	14.07.1999	30	8.13	32.164	4.73	
BC1	14.07.1999	40	6.85	33.203	2.68	
BC1	14.07.1999	50	7.24	33.535	1	
BC1	14.07.1999	60	6.95	33.624	0.55	
BC1	14.07.1999	70	6.78	33.786	0.19	
BC1	14.07.1999	80	6.81	33.845	0.09	
BC1	14.07.1999	85	6.81	33.83	0.03	
BC1	22.07.1999	20	8.1	29.2	5.23	
BC1	22.07.1999	30	7.2	31	5.07	
BC1	22.07.1999	40	7.1	32	3.08	
BC1	11.08.1999	20	9.8	29.375	4.73	
BC1	11.08.1999	30	8.05	31.596	4.68	
BC1	11.08.1999	40	6.99	33.315	2.86	
BC1	11.08.1999	50	7.2	33.559	1.3	
BC1	11.08.1999	60	6.95	33.575	0.92	
BC1	11.08.1999	70	6.84	33.767	0.33	
BC1	11.08.1999	80	6.81	33.825	0.05	
BC1	11.08.1999	85	6.8	33.818	0.05	
BC1	24.08.1999	20	9.4	27.5	4.37	
BC1	24.08.1999	30	7.5	30	4.3	
BC1	24.08.1999	40	7	31	2.49	
BC1	28.09.1999	20	12.19	28.819	3.93	
BC1	28.09.1999	30	11.8	31.991	3.8	
BC1	28.09.1999	40	7.02	33.243	2.72	
BC1	28.09.1999	50	7.39	33.509	0.83	
BC1	28.09.1999	60	7	33.58	0.74	
BC1	28.09.1999	70	6.86	33.778	0.05	
BC1	28.09.1999	80	6.9	33.828		0.54
BC1	28.09.1999	85	6.86	33.842		0.72
FG1	17.06.1998	20	10.43	29.1		
FG1	17.06.1998	30	8.46	30.8		
FG1	17.06.1998	60	6.58	33.997	4.37	

FG1	17.06.1998	70	6.27	34.162	5.28
FG1	17.06.1998	80	6.28	34.298	5
FG1	17.06.1998	100	6.36	34.502	4.68
FG1	15.07.1998	20	12.26	32.5	
FG1	15.07.1998	30	10.44	34.1	
FG1	15.07.1998	60	8.12	33.838	4.13
FG1	15.07.1998	70	7	34.142	4.92
FG1	15.07.1998	80	6.35	34.297	4.75
FG1	15.07.1998	100	6.37	34.486	3.83
FG1	19.08.1998	20	15.11	33.2	
FG1	19.08.1998	30	14.24	33.5	
FG1	19.08.1998	60	11.24	33.448	4.02
FG1	19.08.1998	70	7.83	33.896	4.59
FG1	19.08.1998	80	6.42	34.301	3.93
FG1	19.08.1998	100	6.45	34.467	3.34
FG1	24.09.1998	20	14	33.2	
FG1	24.09.1998	30	13.4	34.4	
FG1	24.09.1998	60	8.56	34.388	3.79
FG1	24.09.1998	70	8.06	34.581	4.47
FG1	24.09.1998	80	7.83	34.628	4.47
FG1	24.09.1998	100	7.66	34.673	2.69
FG1	02.12.1998	20	8.07	28.7	
FG1	02.12.1998	30	9.05	29.7	
FG1	02.12.1998	60	9.85		5.64
FG1	02.12.1998	70	9.77		5.41
FG1	02.12.1998	80	9.02		4.86
FG1	02.12.1998	100	7.98		3.9
FG1	25.02.1999	60	5.95	33.888	6.09
FG1	25.02.1999	70	6.27	34.048	4.45
FG1	25.02.1999	80	6.55	34.216	5.84
FG1	25.02.1999	100	7.3	34.521	4.64
FG1	14.06.1999	20	8	28.2	5.49
FG1	14.06.1999	30	9.1	30.1	5.72
FG1	14.06.1999	60	6.86	34.088	5.63
FG1	14.06.1999	70	6.71	34.358	5.48
FG1	14.06.1999	80	6.1	34.492	3.27
FG1	14.06.1999	100	6.16	34.684	3.03
FG1	24.06.1999	20	9.2	29	5.51
FG1	24.06.1999	30	9.5	30	5.6
FG1	24.06.1999	40	8.6	31	5.72
FG1	14.07.1999	20	12.2	29.5	5.26
FG1	14.07.1999	30	11	30.6	5.4
FG1	14.07.1999	60	7.74	34.176	5.46
FG1	14.07.1999	70	8.14	34.428	5.14
FG1	14.07.1999	80	7.59	34.516	5.57
FG1	14.07.1999	100	6.19	34.524	4.92
FG1	22.07.1999	20	12.5	30	5.35
FG1	22.07.1999	30	11	31	5.3
FG1	22.07.1999	40	10	32	5.5
FG1	11.08.1999	20	12.4	27.8	4.58

FG1	11.08.1999	30	12.3	30.1	4.58
FG1	11.08.1999	40	10.9	30.3	4.8
FG1	11.08.1999	60	9.07	34.207	4.5
FG1	11.08.1999	70	9.19	34.46	5.1
FG1	11.08.1999	80	8.34	34.499	5.2
FG1	11.08.1999	100	6.57	34.473	4.85
FG1	24.08.1999	20	14.5	29.8	4.32
FG1	24.08.1999	30	10.97	31.5	4.69
FG1	24.08.1999	40	9.1	32	4.98
FG1	28.09.1999	20	15.4	28.8	4.51
FG1	28.09.1999	30	15.2	30.2	4.71
FG1	28.09.1999	60	9.79	34.553	4.76
FG1	28.09.1999	70	8.7	34.716	4.68
FG1	28.09.1999	80	8.64	34.693	4.57
FG1	28.09.1999	100	7.84	34.611	3.84
GI1	17.06.1998	20	10.15	29.6	
GI1	17.06.1998	30	7.23	31.8	
GI1	17.06.1998	40	6.38	33.86	4.24
GI1	17.06.1998	60	6.02	34.092	3.65
GI1	17.06.1998	80	6.29	34.178	3.96
GI1	17.06.1998	100	6.63	34.46	1.23
GI1	17.06.1998	125	6.68	34.573	0.8
GI1	17.06.1998	150	6.68	34.564	0.82
GI1	17.06.1998	175	6.69	34.556	0.66
GI1	17.06.1998	200	6.7	34.574	0.46
GI1	15.07.1998	20	12.36	33.5	
GI1	15.07.1998	30	10.51	34	
GI1	15.07.1998	40	6.38	33.805	4.06
GI1	15.07.1998	60	6.11	34.112	4.03
GI1	15.07.1998	80	6.23	34.237	2.89
GI1	15.07.1998	100	6.62	34.516	0.59
GI1	15.07.1998	125	6.66	34.576	0.46
GI1	15.07.1998	150	6.68	34.552	0.32
GI1	15.07.1998	175	6.67	34.589	0.3
GI1	15.07.1998	200	6.69	34.591	0.04
GI1	19.08.1998	20	14.94	33.5	
GI1	19.08.1998	30	13.27	33.5	
GI1	19.08.1998	40	6.61	33.664	3.78
GI1	19.08.1998	60	6.14	34.099	4.43
GI1	19.08.1998	80	6.33	34.238	2.62
GI1	19.08.1998	100	6.64	34.521	0.92
GI1	19.08.1998	125	6.67	34.558	0.82
GI1	19.08.1998	150	6.68	34.552	0.76
GI1	19.08.1998	175		34.58	0.5
GI1	19.08.1998	200	6.69	34.593	0.38
GI1	24.09.1998	20	13.91	33.4	
GI1	24.09.1998	30	13.1	34.4	
GI1	24.09.1998	40	9.64	33.567	3.77
GI1	24.09.1998	60	6.77	34.105	3.09

GI1	24.09.1998	80	6.35	34.244	2.08
GI1	24.09.1998	100	6.64	34.529	0.79
GI1	24.09.1998	125	6.64	34.581	0.47
GI1	24.09.1998	150	6.67	34.545	0.52
GI1	24.09.1998	175	6.68	34.607	0.38
GI1	24.09.1998	200	6.69	34.61	0.35
GI1	02.12.1998	20	7.02	27.6	
GI1	02.12.1998	30	10.11	30.3	
GI1	02.12.1998	40	11.09		2.63
GI1	02.12.1998	60	6.25		3.31
GI1	02.12.1998	80	6.3		1.7
GI1	02.12.1998	100	6.57		0.6
GI1	02.12.1998	125	6.63		0.47
GI1	02.12.1998	150	6.66		0.38
GI1	02.12.1998	175	6.68		0.26
GI1	02.12.1998	200	6.69		0.33
GI1	25.02.1999	40	6.05	33.409	5.84
GI1	25.02.1999	60	7.11	33.671	4.16
GI1	25.02.1999	80	6.34	34.298	1.85
GI1	25.02.1999	100	6.28	34.488	0.74
GI1	25.02.1999	125	6.59	34.53	0.54
GI1	25.02.1999	150	6.62	34.551	0.56
GI1	25.02.1999	175	6.64	34.578	0.39
GI1	25.02.1999	200	6.67	34.578	0.26
GI1	14.06.1999	20	9.3	27.4	5.68
GI1	14.06.1999	30	6.8	30.5	5.57
GI1	14.06.1999	40	6.14	33.346	5.03
GI1	14.06.1999	60	6.52	33.841	3.97
GI1	14.06.1999	80	6.62	34.23	0.96
GI1	14.06.1999	100	6.61	34.429	0.49
GI1	14.06.1999	125	6.56	34.234	0.6
GI1	14.06.1999	150	6.58	34.464	0.26
GI1	14.06.1999	175	6.65	34.482	0.21
GI1	14.06.1999	200	6.63	34.483	0.23
GI1	24.06.1999	20	9.33	29.1	5.56
GI1	24.06.1999	30	9	30	5.53
GI1	24.06.1999	40	6.45	31	4.87
GI1	24.06.1999	50	6.2	31	4.44
GI1	14.07.1999	20	11.49	29.6	5.37
GI1	14.07.1999	30	10.2	30.6	5.39
GI1	14.07.1999	40	6.57	33.335	3.36
GI1	14.07.1999	60	7.4	33.881	2.32
GI1	14.07.1999	80	6.54	34.204	1.03
GI1	14.07.1999	100	6.63	34.347	0.46
GI1	14.07.1999	125	6.55	34.412	0.75
GI1	14.07.1999	150	6.57	34.443	0.55
GI1	14.07.1999	175	6.59	34.473	0.2
GI1	14.07.1999	200	6.6	34.484	0.38
GI1	22.07.1999	20	11.7	30	5.22
GI1	22.07.1999	30	9.7	31	5.14

---

GI1	22.07.1999	40	6.9	32	4.8
GI1	11.08.1999	20	13.4	28.2	4.75
GI1	11.08.1999	30	11.1	29.6	4.61
GI1	11.08.1999	40	7.55	33.151	4.09
GI1	11.08.1999	60	6.5	33.651	2.96
GI1	11.08.1999	80	6.62	34.225	1.2
GI1	11.08.1999	100	6.66	34.356	0.46
GI1	11.08.1999	125	6.56	34.411	0.7
GI1	11.08.1999	150	6.57	34.44	0.27
GI1	11.08.1999	175	6.58	34.478	0.32
GI1	11.08.1999	200	6.6	34.483	0.16
GI1	24.08.1999	20	13.7	29	4.29
GI1	24.08.1999	30	10.5	30	4.29
GI1	24.08.1999	40	7.9	31	4.28
GI1	28.09.1999	20	15.7	28.6	4.53
GI1	28.09.1999	30	14.2	30.3	4.21
GI1	28.09.1999	40	9.16	31.983	3.83
GI1	28.09.1999	60	6.76	33.243	3.23
GI1	28.09.1999	80	6.59	34.202	0.83
GI1	28.09.1999	100	6.58	34.406	0.25
GI1	28.09.1999	125	6.56	34.371	0.35
GI1	28.09.1999	150	6.56	34.431	0.24
GI1	28.09.1999	175	6.59	34.542	0.27
GI1	28.09.1999	200	6.59	34.458	0.1