



RF – Rogalandforskning. <http://www.rf.no>

**Øyvind F. Tvedten**

**Langtidsovervåking av to marine resipienter  
i Rogaland**  
**Oppfølgende undersøkelser i perioden  
2001 - 2003**

Rapport RF – 2003/275

Prosjektnummer: 7151638  
Prosjektets tittel: Langtidsovervåking i Rogaland  
Kvalitetssikrer: Veslemøy Eriksen  
Oppdragsgiver(e): Fylkesmannen i Rogaland, Haugesund  
kommune og IVAR  
ISBN: 82-490-0285-7

## Forord

Undersøkelsen er gjennomført på oppdrag fra Fylkesmannen i Rogaland, som har fått økonomisk støtte til prosjektet fra IVAR og Haugesund kommune. Resultatene fra undersøkelsen skal etter hvert danne et grunnlag til å vurdere eventuelle endringer i miljøforholdene.

Fra Haugesund kommune har Karl Otto Mikkelsen vært med på de fleste prøveinnsamlingene i 2002 og 2003. I Åmøyfjorden har Petter Sværen fra Lundsvågen Naturskole vært båtfører de fleste gangene. Øyvind F. Tvedten har vært ansvarlig for innsamlingene.

Kristian Solberg hos Fylkesmannens miljøvernnavdeling har overtatt som kontaktperson etter Lars Petter Myhre, Karl Otto Mikkelsen fra Haugesund kommune har overtatt for Gro Staveland og Tron Ree fra IVAR har overtatt etter Henrik Wold.

Veslemøy Eriksen har vært kvalitetssikrer på rapporten.

Vi ønsker også å takke M-lab (tidligere RF-Miljølab) for analyser, samt kommuner og IVAR for bruk av data som ble samlet i andre prosjekt.

Stavanger, 14.11.03

Øyvind F. Tvedten, prosjektleder

## Innhold

Sammendrag og konklusjon .....	iii
1 INNLEDNING .....	1
2 MATERIALE OG METODER .....	2
2.1 Områdebeskrivelse, tidligere undersøkelser .....	2
2.2 Bakgrunn og valg av prøveparametre og stasjoner .....	4
2.2.1 Vannprøver .....	5
2.3 Undersøkellesprogram og innsamlingsmetoder .....	5
2.3.1 Sjøvannsprøver .....	5
2.3.2 Bunnprøver .....	8
2.4 Analyser .....	8
2.4.1 Vann .....	8
2.5 Databehandling .....	9
2.6 SFTs klassifiseringssystem av miljøkvalitet .....	9
3 RESULTATER OG DISKUSJON .....	11
3.1 Hydrografi og vannkjemi .....	11
3.1.1 Kort om feltarbeidet, værforhold, observasjoner .....	11
3.1.2 Temperatur, saltholdighet, oksygeninnhold .....	12
3.1.3 Næringssalter, klorofyll og siktedyp .....	18
3.1.3.1 Næringssalter: Åmøyfjorden .....	18
3.1.3.2 Næringssalter: Karmsundet .....	20
3.1.3.3 N:P forholdet .....	22
3.1.3.4 Klorofyll .....	23
3.1.3.5 Siktedyp .....	23
3.2 Bunnprøver .....	24
3.3 Oppsummering: 1999-2003 .....	27
3.3.1 Åmøyfjorden .....	27
3.3.2 Karmsundet .....	27
4 ANBEFALING OG FORSLAG TIL VIDERE UNDERSØKELSER .....	28
5 REFERANSER .....	29
6 VEDLEGGSOVERSIKT .....	31
VEDLEGG 3 FORKLARING TIL NOEN ORD OG UTTRYKK .....	86

## Sammendrag og konklusjon

Fylkesmannen i Rogaland tok i 1998 initiativ til å få satt i gang en langtidsovervåking av noen sentrale resipienter i Rogaland. Åmøyfjorden og Karmsundet ble pekt ut som undersøkelsesområder. Fylkesmannen søkte økonomisk støtte til prosjektet fra SFT og samarbeid med blant annet IVAR og aktuelle kommuner. Undersøkelsen ble finansiert av Fylkesmannen, Haugesund kommune og IVAR.

Rapporten presenterer resultatene fra prøver som ble innsamlet i 1999 til august 2003. Resultatene fra 1999 til 2001 er også tidligere rapportert i 2001. I deler av perioden ble det samlet prøver i forbindelse med (og dermed finansiert gjennom) andre prosjekt for IVAR, Stavanger kommune og Karmøy og Haugesund kommune. Videreføring av prøveinnsamling er avhengig av nye prosjektmidler.

Prøvene danner grunnlag for å gi resipientene en tilstandsklassifisering i følge SFT veileder 97:03 "Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann" (Molvær *m.fl.* 1997).

Undersøkelsen omfatter målinger av hydrografi (siktedyp, temperatur og saltholdighet) og en rekke vannkjemiske parametre (næringssalter, klorofyll, oksygeninnhold i bunnvann). I tillegg ble det tatt bunnprøver som er analysert for bunndyr og kjemiske målinger.

### Undersøkelsen har vist at:

Det var forholdsvis små hydrografiske forskjeller mellom de to områdene. Generelt var det noe høyere saltholdighet i dypvannet i Åmøyfjorden enn i Karmsundet og vannet i Karmsundet har ofte mindre markert lagdeling.

Typisk vintertemperatur var 4-6 °C i overflatevannet og 7 °C under 20-30 m. Målingene viser at vanntemperatur og saltholdighet kan variere nokså mye fra ett år til et annet. Årene 2002 og 2003 hadde mye varmere sommervann enn de foregående årene. Dette varme vannet strakte seg også dypt ned i vannsøylen, og i Karmsundet var det hele 17,5 C° (saltholdighet på 30,5) på 55 m dyp i august 2003. I kontrast til dette var vintertemperaturen samme år markert kaldere enn de foregående.

Perioder med nordavind kan endre temperatur- og saltholdighetsforholdene vesentlig i løpet av kort tid om sommeren. Det førte også til økt forskjell mellom næringssaltinnholdet i ulike vanddyp.

En del forskjeller mellom årene i næringssaltinnholdet var tydelig felles for begge områder og det viser at det var regionale forhold som påvirker næringssaltinnholdet og ikke bare lokale utslipp.

- **Karmsundet**

Prøvestedet var plassert ved Rossabø nord for Karmsundbroen, hvor det var 75 m dypt. Tidligere undersøkelser har vist at området representerer området med noe høyere næringssaltinnhold i forhold de fleste andre steder i hovedleden av sundet.

I forhold til SFTs klassifiseringssystem var innholdet for de fleste næringssaltene tilsvarende tilstand *meget god* og *god*, både sommer og vinter. Det var bare totalfosforinnholdet om sommeren som vanligvis lå i tilstand *mindre god*. I 2000 var gjennomsnittsverdiene av totalfosfor (vinter) og fosfat også tilsvarende *mindre god*. Generelt var det tydelig mer næringssalter i Karmsundet enn i Åmøyfjorden. Resultatene tyder ikke på noen vesentlig endring over tid, men for flere næringssalter og årstider har det i perioden vært en tendens mot lavere innhold

Effekten av næringssaltene kan ikke måles som stor mengde, dårlig sikt eller oksygenvikt i bunnvannet. Alle disse tre parametrene får beste og nest beste SFT tilstand.

Sjøbunnen var særlig belastet med høyt organisk innhold og PAHer. Målinger av miljøgifter siden 1999 mangler. Det var mange arter i bunnen og mange individer av enkelte arter som kan trives med stor organisk tilførsel

- **Åmøyfjorden**

Prøvetakingsstasjonen lå langt ute i Åmøyfjorden i overgangen til Byfjorden. Vanddypet var 134 m. Vannsøylen var moderat eller lite lagdelt i store deler av måleperioden.

Vannkvaliteten med hensyn til næringssalter og oksygenforhold var god i Åmøyfjorden. For de fleste målingene som inngår i undersøkelsen får vannet SFT miljøklassifiseringstilstand *meget god* eller *god*. Forholdene varierer gjennom året og mellom årene, noe som kan forklares med naturlig variasjon. Generelt har det vært en tendens mot lavere næringssaltinnhold i perioden.

Det var godt med oksygen i bunnvannet i Åmøyfjorden og det var ikke tegn til at det endret seg i perioden

Bunnen i Åmøyfjorden var lite forurenset av metaller og *moderat forurenset* av PAHer. Den var ikke belastet med stor organisk tilførsel. Med hensyn til miljøgifter og organisk innhold har forholdene vært forholdsvis stabile. I 2002 ble det funnet færre dyr i bunnen enn tidligere og det bør følges opp videre i nye undersøkelser. Det er lite trolig at endringen i artsantallet skyldes forurensning.



# 1 Innledning

Fylkesmannen i Rogaland tok i 1998 initiativ til å få satt i gang en langtidsovervåking av noen sentrale resipienter i Rogaland. En slik undersøkelse kan være nyttig i forbindelse med forvaltning og bruk av resipientene og nærliggende områder. De mest aktuelle problemstillingene var endringer i næringssaltinnhold (trofiutvikling) og organisk belastning som følge av kloakkutslipp, fiskeoppdrett og andre kilder samt å kunne avdekke noe av den naturlige variasjonen. I tillegg var det interessant å undersøke innholdet av miljøgifter i sjøbunnen, men driftsmidlene har ikke vært tilstrekkelig til å gjennomføre dette helt etter planene. Imidlertid er det samlet inn en del miljøgiftsdata i andre prosjekter. Åmøyfjorden og Karmsundet ble pekt ut som undersøkelsesområder. I begge områder var det gjort en del undersøkelser tidligere. Karmsundet er dessuten en resipient for ulike typer avløpsvann, mens de største kommunale utslippene til Åmøyfjorden er sanert. Fylkesmannen søkte økonomisk støtte til prosjektet fra blant annet IVAR og flere aktuelle kommuner. Denne undersøkelsen ble hovedsakelig finansiert av Fylkesmannen, IVAR og Haugesund kommune.

Rapporten presenterer resultatene fra prøver som ble innsamlet i 1999 til 2003. Resultatene fra 1999 til 2001 ble også tidligere rapportert i 2001 (Tvedten 2001). I deler av perioden ble prøvene samlet i forbindelse med (og dermed finansiert gjennom) andre prosjekt for IVAR, Stavanger kommune (Tvedten *m.fl.* 2003, Tvedten 2003) og Karmøy og Haugesund kommune (Tvedten *m.fl.* 2002).

Prøveinnsamlingen som er beskrevet i denne rapporten startet i mai 2001 og ble avsluttet i august 2003. Videreføring av prøveinnsamling er avhengig av nye prosjektmidler.

Prøvene danner grunnlag for å gi resipientene en tilstandsklassifisering i følge SFT veileder 97:03 "Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann" (Molvær *m.fl.* 1997).

Undersøkelsen omfatter målinger av hydrografi (siktedyp, temperatur og saltholdighet) og en rekke vannkjemiske parametre (næringssalter, klorofyll, oksygeninnhold i bunnvann). I tillegg er det i de andre prosjektene nevnt over, tatt bunnprøver som ble analysert for bunndyr og kjemiske målinger.

## 2 Materiale og metoder

Undersøkelsen omfatter innsamling og analyser av vannprøver fra ett sted i Karmsundet og ett sted i Åmøyfjorden. I tillegg ble det i andre prosjekter tatt bunnprøver én gang i undersøkelsesperioden. I perioden mai 2001 til august 2003 ble det samlet prøver 25 ganger. Vannprøveinnsamlingen ble vanligvis gjort fra en liten åpen plastbåt i Karmsundet og en litt større båt i Åmøyfjorden.

### 2.1 Områdebeskrivelse, tidligere undersøkelser

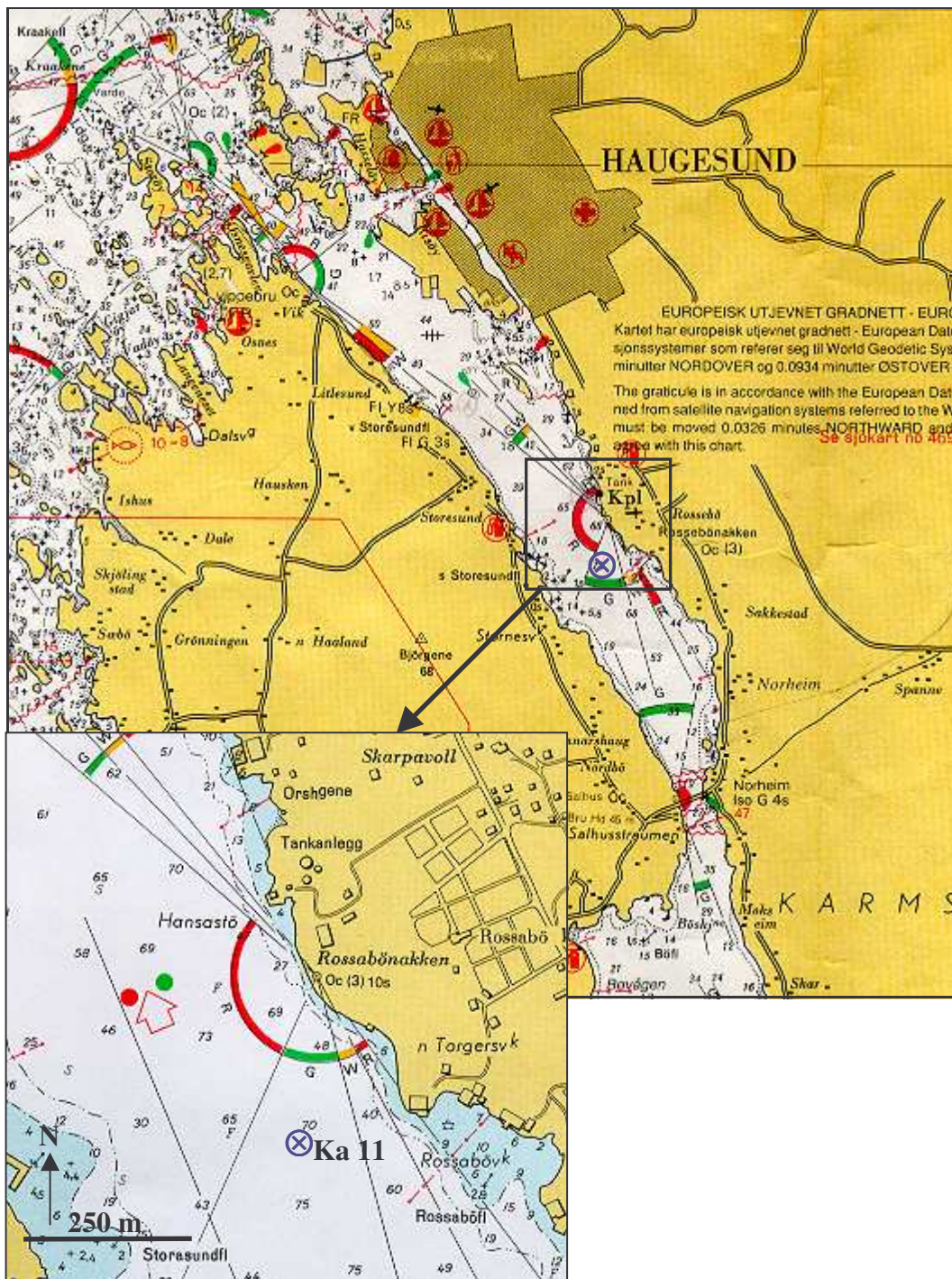
#### Karmsundet

I sør munn Karmsundet ut i Boknafjorden. Det er ingen terskler i denne retningen og vanddypet er 200-300 m. Nordover er Karmsundet mye smalere og grunnere og det er mange holmer og skjær. Vanlig vanddyp er 50 m og grunnere. Under Karmsundsbroen er det en terskel på ca. 15 m. Det er en betydelig tidevannstrøm som går nordover med fløende sjø og sørover når det fjærer. Det er en nettostrøm nordover, men vind kan snu strømretningen slik at den i perioder går sørover. De største utslippene til resipienten skjer i området fra Kopervik og nordover. I denne delen er resipienten nokså sterkt forurensnet av ulike miljøgifter og organisk materiale. Prøvestasjonen i denne undersøkelsen (Stasjon Ka 11) er plassert nord for broen over til Karmøy (Figur 1). Området som stasjonen ligger i er undersøkt en rekke ganger siden 1978. Se Myhrvold *m.fl.* (1997), Tvedten *m.fl.* (2002) og Tvedten (2001), for flere detaljer.

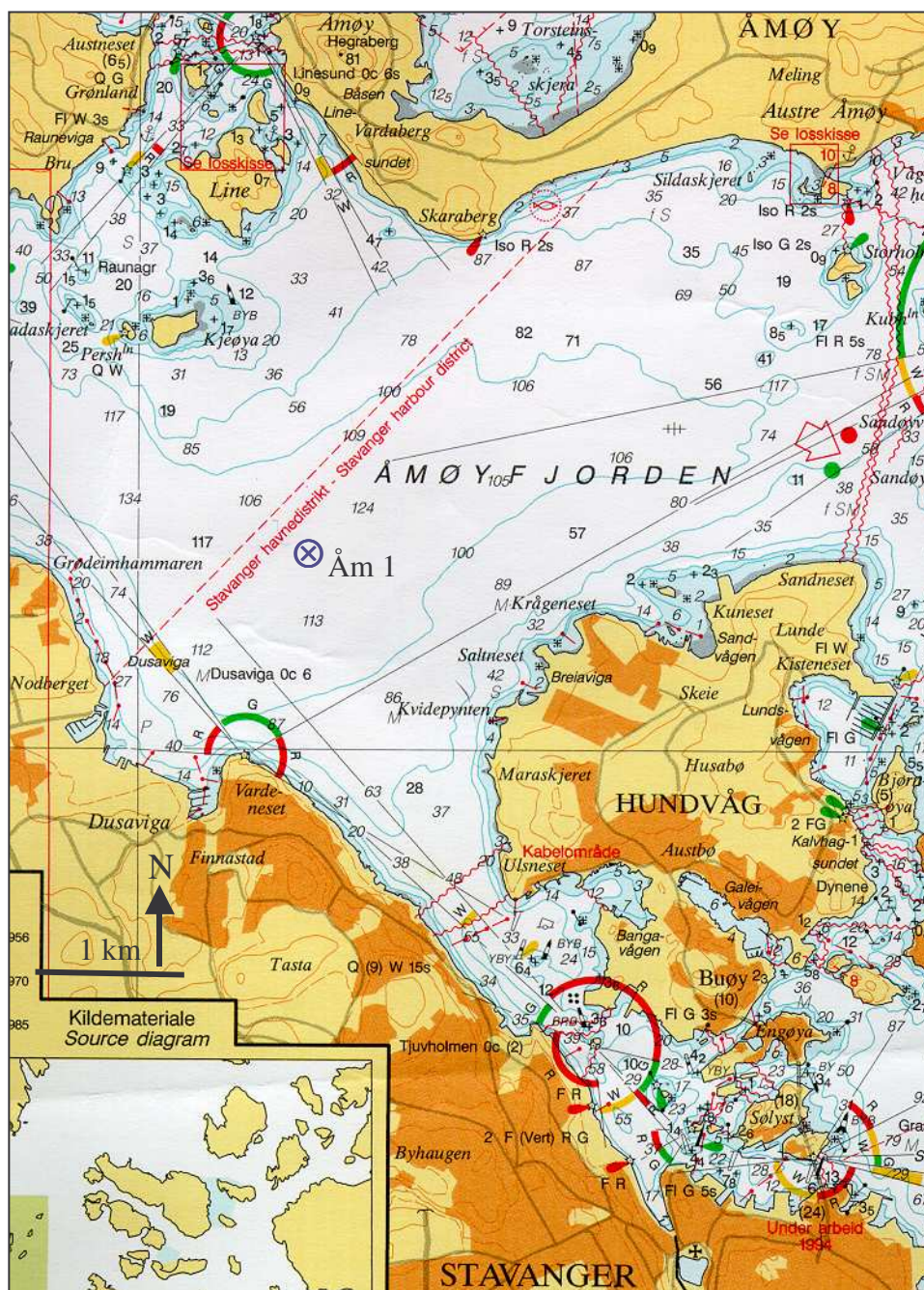
#### Åmøyfjorden

Åmøyfjorden er avgrenset av Bru, Åmøy, Hundvåg og Tungenes. Maksimaldypet er ca. 134 m (iflg. sjøkart 16), og det er ingen grunne terskler ut mot Byfjorden og Boknafjorden i vest. I øst er det flere øyer og holmer og smale sund og den dypeste kanalen er på ca. 54 m. Myhrvold *m.fl.* (1997) konkluderer med at Åmøyfjorden var fra litt til moderat påvirket av ulike forurensningskilder. Den var frem til 1992 en hovedresipient for kloakk fra Stavanger. Prøvestasjonen (Stasjon Åm 1, se Figur 2) i denne undersøkelsen ble plassert så nært som mulig der det tidligere var tatt prøver. Området som stasjonen ligger i er første gang undersøkt i 1977. Se Myhrvold *m.fl.* (1997), Tvedten *m.fl.* (2003) og Tvedten (2001), for flere detaljer.





Figur 1. Kart over deler av Karmsundet (utsnitt fra sjøkart nr. 17 og 469) med prøvestasjonen Ka 11 markert ⊗.



**Figur 2.** Kart over Åmøyfjorden (utsnitt fra sjøkart nr. 16, målestokk 1:50 000) med prøvestasjonen Åm 1 markert ⊗.

## 2.2 Bakgrunn og valg av prøveparametre og stasjoner

Omfanget av undersøkelsen var til dels beskrevet av oppdragsgiver(e), men detaljert utarbeidet av Rogalandsforskning. Undersøkelsen inneholder innsamlinger og analyser som er vanlig i denne type undersøkelser. Siden deler av innsamlingen ble foretatt gjennom andre prosjekt har prøveomfanget ikke blitt helt likt for de to områdene. De økonomiske rammene har ikke gitt grunnlag for å kunne utvide undersøkelsesområdet eller prøveantallet.

## 2.2.1 Vannprøver

Målinger av klorofyll, siktedyp, oksygeninnhold i bunnvann og bunnundersøkelser er *effektparametre*, mens målinger av næringssalter gir eventuelle årsaker til tilstanden. Nivået av totalnitrogen og –fosfor gir et bilde av det totale næringsinnholdet, mens nitrat og fosfat viser hva som er lettest tilgjengelig for algevekst. Næringssaltinnholdet og -tilførslene, vil naturlig variere til dels mye fra ett år til et annet. Hyppige målinger over lang tid er dermed ønskelig for å beskrive godt situasjonen i en vannmasse.

Næringsalter er helt nødvendig for algevekst og produksjon i sjøen, akkurat som gjødsel er det på land. Det er først når det blir for høyt innhold at miljøforholdene kan bli dårlige (i våre farvann er det ikke vanlig at periodevis næringssaltbegrensning blir sett på som et problem). Innholdet av de ulike næringssaltene kan avgjøre hvilke typer alger som vokser best (noen kan for eksempel være giftige, andre er godt egnet som mat for dyreplankton), og høyt innhold av alger kan føre til redusert sikt og høyt oksygenforbruk når de nedbrytes. Om sommeren kan algene bruke opp det meste av de løste næringssaltene (fosfat, nitrat, ammonium m.fl.) i vannet, mens vintermålinger av næringssalter viser mer innholdet som en effekt av lokal og regional tilførsel.

I planteplankton er forholdet mellom nitrogen og fosfor 7,2:1 (på vektbasis). Dersom forholdet mellom disse næringssaltene avviker vesentlig fra 7, kan en anta at det ene næringssaltet er begrensende for algevekst (undersøkelser har imidlertid vist at dette er en forenkling av de reelle forholdene, hvor en rask gjenbruk av frigitte næringssalter kan sikre algevekst).

Innholdet av næringssalter brukes som et mål på om fjorden tilføres mye eller lite næringssalt. Innholdet av klorofyll *a* i overflatesjiktet, siktedyp og oksygen i bunnvann er mer et mål på **effekter** av næringssalttilførselen. Mye klorofyll og dårlig sikt viser at det er mye alger i vannet, og det tyder på høyt næringssaltinnhold/tilførsel. Lavt oksygeninnhold i bunnvannet viser at oksygenforbruket er stort, som følge av tilførsel av mye organisk materiale (alger, kloakk og lignende) til vannet, eller at det er dårlig bunnvannsutskiftning. Målingene av temperatur og saltholdighet (og oksygen) i vannsøylen brukes som støtteparametre ved tolkning av resultatene. Blant annet er det viktig å vurdere sjiktning i vannet og utskiftning av bunnvann. Lagdeling i vannsøylen kan være bestemmende for algevekst og tilførsel av næringssalt fra underliggende vannmasser.

I gjennomsnittene som figurene i rapporten er basert på, er målinger under deteksjonsgrensen, satt lik deteksjonsgrensen. Dette kan være høyere enn det reelle innholdet, men innholdet er heller ikke null. I vedleggsfigurer er også målinger under deteksjonsgrensen, satt lik deteksjonsgrensen.

## 2.3 Undersøkellesprogram og innsamlingsmetoder

### 2.3.1 Sjøvannsprøver

Temperatur, saltholdighet og oksygen i vannsøylen ble målt med en YSI 6820 sonde, som etter fabrikantens spesifikasjoner har følgende nøyaktighet: temperatur  $\pm 0,15$  °C,

saltholdighet  $\pm 0,1$  (eller 1%), oksygeninnhold  $\pm 0,2$  mg/l (for prøver 0-20 mg/l) og vanddyb 0,12 cm (for dyp 0-61m). Saltholdighet- og oksygensensor ble kalibrert før prøveinnsamlingen. Sonden hang i kabel og ble brukt fra overflaten og ned til ca 60 m (YSI). Data ble lagret (minst) for hver 5. meter.

Fra desember 2001 ble det i tillegg brukt en SD 204 CTD (Conductivity Temperature Density) sonde. Dette instrumentet har mye høyere nøyaktighet enn YSI-sonden når det gjelder temperatur ( $\pm 0,01$  °C), og saltholdighet (0,02), men måler ikke oksygen. CTD-sonden startes på overflaten og ble senket ned til bunnen opphengt i et tau. Instrumentet lagret data for hvert sekund.

I rapporten er saltholdighet oppgitt som "Practical Salinity UNIT, PSU" med symbolet S, dette tilsvarer promille (‰) som ble brukt tidligere (se eventuelt vedlegg i Molvær *m.fl.* 1997).

I en periode (mai-juli 2001) var det utstyrsfeil og saltholdigheten ble analysert med en WTW måler på RF-Miljølab, i vannprøver fra 0, 2, 5, 10 m dyp og 2 og 10 m over bunn.

Sondenes ulike nøyaktighet og det at de ikke kan benyttes like dypt ned har gjort at kvaliteten og omfanget av data har variert i perioden og er best i 2002-03.

Vannprøvene (næringssalter overflatevann, oksygen i bunnvann) ble hovedsakelig samlet fra 0, 2, 5 og 10 m dyp og 2-3 m over bunn med en Niskin vannhenter. Tidligere i prosjektet ble det også tatt prøve til oksygenanalyse 10 m over bunn. Klorofyll *a* ble tatt som blandprøve av vann fra 0, 2, og 5 (10) m dyp, en prøve på hver stasjon ved hver innsamling om sommeren.

Oksygeninnholdet i bunnvannet fra hver stasjon ble analysert med Winklers metode. Vannprøvene ble oppbevart i kjølebag og satt i kjølerom ved ankomst M-lab inntil videre analyse eller behandling.

Siktedypet ble målt med en Secchi skive (25 cm). En Secchi skive ble senket ned til den var ute av syne, og deretter trukket opp igjen. Snitt-verdien av dypet hvor skiven forsvant og kom til syne igjen ble notert som siktedypet.

I prosjektet for IVAR ble vannprøvene til næringssalter og klorofyll ble tatt ved hjelp en slange som ble senket vertikalt ned til 2 m. Vannet i slangen ble helt over i en kanne og deretter tappet på flasker.

Det ble ført en feltjournal ved hver innsamling. Tabell 1 oppsummerer undersøkelsesopplegget.

**Tabell 1.** Antall prøver fra hver stasjon innsamlet i 1999 og 2000. Prøvene til næringsalter ble tatt på 0, 2, 5 og 10 m dyp. Klorofyllprøvene er en blandprøve av 0,2 og 5 m dyp. Oksygenprøvene ble tatt 2 og 10 m over bunn.

Parameter / dato Karmsundet	21.12	17.01	14.02	09.05	05.06	19.06	04.07	14.08	10.10	07.11
/ dato Åmøyfjorden	20.12	25.01	15.02	08.05	07.06	19.06	06.07	16.08	16.10	13.11
	1999					2000				
Total fosfor	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Fosfat	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Total nitrogen	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Nitrat	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Siktedyp	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Klorofyll <i>a</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Saltholdighet*	-	-	-	6	6	6	-	-	-	-
Sonde (hydrografi)*	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Oksygenmålinger, bunnvann	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

\* I Karmsundet ble sonde brukt på syv av innsamlingene. I Åmøyfjorden ble sonde brukt ved alle innsamlingene.

**Tabell 1 fortsettelse.** Antall prøver fra hver stasjon innsamlet i 2001 og 2002. Prøvene til næringsalter ble tatt på 0, 2, 5 og 10 m dyp til og med juli 2001. I Karmsundet ble prøvene deretter tatt fra 0, 5, 10 og 20 m dyp. Oksygenprøvene ble tatt 2 m over bunn. Se eventuelt detaljer i vedlegg.

Parameter / dato Karmsundet	30.05	13.06	28.06	10.07	30.08 <sup>(1)</sup>	13.09 <sup>(1)</sup>	21.11 <sup>(1)</sup>	30.08 <sup>(1)</sup>	12.12 <sup>(1)</sup>	21.01 <sup>(1)</sup>
/ dato Åmøyfjorden	30.05	13.06	28.06	10.07	23.08	02.10	13.11	-	21.12	28.01
	2001					2002				
Total fosfor	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Fosfat	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Total nitrogen	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Nitrat	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Siktedyp	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Klorofyll <i>a</i>	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-
Sonde (hydrografi)	1	-ysi	-ysi	-ysi	1	1	1	1	1-2	1-2
Oksygenmålinger, bunnvann	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

<sup>1)</sup>Samlet inn i forbindelse med prosjekt for Karmøy og Haugesund kommune.

**Tabell 1 fortsettelse.** Antall prøver fra hver stasjon innsamlet i 2002. Prøvene til næringsalter ble tatt på 0, 2, 5 og 10 m dyp (20 m i stedet for 2 m i Karmsundet). Sommeren 2002 ble de tatt fra 0-2m i Åmøyfjorden. Oksygenprøvene ble tatt 2 m over bunn (ikke tatt i Åmøyfjorden om sommeren). Se eventuelt detaljer i vedlegg.

Parameter / dato Karmsundet	07.02 <sup>(1)</sup>	25.02 <sup>(1)</sup>	17.04 <sup>(1)</sup>	15.05 <sup>(1)</sup>	06.06 <sup>(1)</sup>	27.06 <sup>(1)</sup>	10.07 <sup>(1)</sup>	-	-	
/ dato Åmøyfjorden	11.02	27.02	-	-	03.06 <sup>(2)</sup>	01.07 <sup>(2)</sup>	08.07 <sup>(2)</sup>	05.08 <sup>(2)</sup>	19.08 <sup>(2)</sup>	
	2002									
Total fosfor	4	4	4	4	1-4	1-4	1-4	1	1	
Fosfat	4	4	4	4	1-4	1-4	1-4	1	1	
Total nitrogen	4	4	4	4	1-4	1-4	1-4	1	1	
Nitrat	4	4	4	4	1-4	1-4	1-4	1	1	
Siktedyp	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Klorofyll <i>a</i>	-	-	-	1	1	1	1	1	1	
Sonde (hydrografi)	1-2	1-2	1-2	1-2	1	1	1	1	1	
Oksygenmålinger, bunnvann	1	1	1	1	0-1	0-1	0-1	0	0	

<sup>1)</sup>Samlet inn i forbindelse med prosjekt for Karmøy og Haugesund kommune.

<sup>2)</sup> samlet i forbindelse med prosjekt for Stavanger kommune og IVAR.

**Tabell 1 fortsettelse.** Antall prøver fra hver stasjon innsamlet i 2002 og 2003. Prøvene til næringsalter ble tatt på 0, 2, 5, 10 og 20 m dyp om vinteren deretter 0, 5, 10 og 20 m. Oksygenprøvene ble tatt 2 m over bunn. . Se eventuelt detaljer i vedlegg.

Parameter / dato	Karmsundet	07.11	16.12	27.01	10.03	15.05	05.06	19.06	31.07	20.08
/ dato	Åmøyfjorden	07.11	16.12	23.01	10.03	15.05	05.06	18.06	30.07	19.08
		2002		2003						
Total fosfor		5	5	5	4	4	4	4	4	4
Fosfat		5	5	5	4	4	4	4	4	4
Total nitrogen		5	5	5	4	4	4	4	4	4
Nitrat		5	5	5	4	4	4	4	4	4
Siktedyp		1	1	1	1	1	1	1	1	1
Klorofyll <i>a</i>		-	-	-	-	1	1	1	1	1
Sonde (hydrografi)*		1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2
Oksygenmålinger, bunnvann		1	1	1	1	1	1	1	1	1

### 2.3.2 Bunnprøver

I Karmsundet ble det samlet bunnprøver i april 2002. Bunndyr, kornstørrelse og organisk innhold ble analysert (ikke miljøgifter). Vennligst se Tvedten *m.fl.* (2002) for detaljer og metoder. Før den innsamlingen ble det tatt bunnprøver i 1999 (Tvedten 2001).

I Åmøyfjorden ble det også samlet bunnprøver i april 2002. Bunndyr, kornstørrelse, miljøgifter og organisk innhold ble analysert. Vennligst se Tvedten *m.fl.* (2003) for detaljer og metoder. Før den innsamlingen ble det tatt bunnprøver i 1999 (Tvedten 2001).

## 2.4 Analyser

### 2.4.1 Vann

*Næringsalter, klorofyll og oksygen*

Analysene ble foretatt ved M-lab (akkreditert). Totalfosfor: NS 4725 3/84, fosfat: NS 4724 2/84, totalnitrogen: NS 4743 2/93 og nitrat + nitritt: NS 4745 2/91. I overflatesjøvann med tilfredsstillende oksygeninnhold er det normalt ubetydelige mengder nitritt. I rapporten omtales resultatene fra nitrat + nitritt analysen som nitrat. Klorofyll-a: Metode med Aceton/DMSO (Klaveness 1984; Stauffer *m.fl.* 1979). Spektrofotometer: Perkin-Elmer Lamda 7. Filtertype: Whatman GF/C. Oksygeninnholdet ble analysert med Winkler titrering (NS-ISO 5813 1/93).

## 2.5 Databehandling

Isopleter fra de hydrografiske dataene er laget i programmet Surpher, stort sett etter standard oppsett (kriging og automatisk valgt antall grid linjer), men datoene er gjort om til tallverdier slik at antall grid-linjer ble nokså like i x-y-retning. Dataprogrammet forsøker å trekke linjer mellom alle punkter med samme verdi (isoliner, iso betyr lik). Dette krever en del beregning og resultatet er avhengig av valg av metode og oppsett, samt hvordan grunnlagsdataene er. Iso-plottene er basert på CTD-data og data fra de andre sondene når CTD-data ikke fantes. Det er ønskelig med minst månedlige målinger for å gi en bra presentasjon av de hydrografiske forholdene. Plottene gir i varierende grad et korrekt bilde av målingene og de faktiske forholdene i sjøen. Det er avhengig av kvalitet og hyppighet på målingene, samt hvordan forholdene endrer seg i tid og rom.

## 2.6 SFTs klassifiseringssystem av miljøkvalitet

SFT har gitt ut en veiledning som kan brukes til å klassifisere miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær *m. fl.* 1997). I veiledningen finnes en del bakgrunnsinformasjon og kommentarer til tabellene med måltall (grenseverdier) for ulike klasser av miljøkvalitet i vann, sedimenter og biologisk materiale. Det kreves en del bakgrunnskunnskap om miljøparametrene og det må ofte brukes skjønn for å kunne bestemme rett tilstandsklasse og å tolke resultatene. Nedenfor har vi tatt med tabeller fra veiledningen som omtaler miljøparametre som var aktuelle for denne undersøkelsen. Virkninger av organiske stoffer karakteriseres blant annet ved hjelp av oksygen i dypvann.

**Tabell 2.** Klassifisering av tilstand for næringssalter, klorofyll a, og siktedyp i overflatelaget, samt oksygen i dypvannet for vann med saltholdighet over 20 (se Molvær *m. fl.* 1997).

Parametre		Tilstandsklasser				
		I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Meget dårlig
<b>Overflatelag</b> Sommer (juni-august)	Total fosfor ( $\mu\text{g P/l}$ )*	<12	12-16	16-29	29-60	>60
	Fosfat-fosfor ( $\mu\text{g P/l}$ )*	<4	4-7	7-16	16-50	>50
	Total nitrogen ( $\mu\text{g N/l}$ )*	<250	250-330	330-500	500-800	>800
	Nitrat-nitrogen ( $\mu\text{g N/l}$ )*	<12	12-23	23-65	65-250	>250
	Ammonium-nitrogen ( $\mu\text{g N/l}$ )*	<19	19-50	50-200	200-325	>325
	Klorofyll a ( $\mu\text{g/l}$ )	<2	2-3,5	3,5-7	7-20	>20
Siktedyp (m)	>7,5	7,5-6	6-4,5	4,5-2,5	>2,5	
<b>Overflatelag</b> Vinter (desember-februar)	Total fosfor ( $\mu\text{g P/l}$ )*	<21	21-25	25-42	42-60	>60
	Fosfat-fosfor ( $\mu\text{g P/l}$ )*	<16	16-21	21-34	34-50	>50
	Total nitrogen ( $\mu\text{g N/l}$ )*	<295	295-380	380-560	560-800	>800
	Nitrat-nitrogen ( $\mu\text{g N/l}$ )*	<90	90-125	125-225	225-350	>350
	Ammonium-nitrogen ( $\mu\text{g N/l}$ )*	<33	33-75	75-155	155-325	>325
<b>Dypvann</b>	Oksygen ( $\text{ml/l}$ )**	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen ( $\text{mg/l}$ )**	>6,4	6,4-5	5-3,6	3,6-2,1	<2,1
	Oksygen metning (%)***	>65	65-50	50-35	35-20	<20

\* Omregningsfaktoren til  $\text{mg-at/l}$  er 1/31 for fosfor og 1/14 for nitrogen.

\*\* Omregningsfaktoren mellom  $\text{mg O}_2/\text{l}$  og  $\text{ml O}_2/\text{l}$  er 1,42.

\*\*\* Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur  $6^\circ\text{C}$ .

**Tabell 3.** Klassifisering av tilstand ut fra innhold av metaller, organiske og klororganiske forbindelser i sedimenter (se Molvær *m. fl.* 1997).

Parametre		Tilstandsklasser					
		I Ubetydelig- Lite forurenset	II Moderat forurenset	III Markert forurenset	IV Sterkt forurenset	V Meget sterkt forurenset	
<b>Metaller m.m. i sedimenter</b> (tørrvekt)	Arsen (mg As/kg)	<20	20-80	80-400	400-1000	>1000	
	Bly (mg Pb/kg)	<30	30-120	120-600	600-1500	>1500	
	Fluorid (mg F/kg)	<800	800-3000	3000-8000	8000-20000	>20000	
	Kadmium (mg Cd/kg)	<0,25	0,25-1	1-5	5-10	>10	
	Kobber (mg Cu/kg)	<35	35-150	150-700	700-1500	>1500	
	Krom (mg Cr/kg)	<70	70-300	300-1500	1500-5000	>5000	
	Kvikksølv (mg Hg/kg)	<0,15	0,15-0,6	0,6-3	3-5	>5	
	Nikkel (mg Ni/kg)	<30	30-130	130-600	600-1500	>1500	
	Sink (mg Zn/kg)	<150	150-700	700-3000	3000-10000	>10000	
	Sølv (mg Ag/kg)	<0,3	0,3-1,3	1,3-5	5-10	>10	
	TBT <sup>1)</sup> (µg/kg)	<1	1-5	5-20	20-100	>100	
	<b>Organiske miljøgifter i sedimenter</b> (tørrvekt)	∑PAH <sup>2)</sup> (µg/kg)	<300	300-2000	2000-6000	6000-20000	>20000
		B(a)P <sup>3)</sup> (µg/kg)	<10	10-50	50-200	200-500	>500
HCB <sup>4)</sup> (µg/kg)		<0,5	0,5-2,5	2,5-10	10-50	>50	
∑PCB <sub>7</sub> <sup>5)</sup> (µg/kg)		<5	5-25	25-100	100-300	>300	
EPOCI <sup>6)</sup> (µg/kg)		<100	100-500	500-2000	2000-15000	>15000	
TE <sub>PDFD</sub> <sup>7)</sup> (ng/kg)		<0,01	0,01-0,03	0,03-0,10	0,10-0,5	>0,5	
∑ DDT <sup>8)</sup> (µg/kg)		<0,5	0,5-2,5	2,5-10	10-50	>50	

- 1) TBT: Tributyltinn (antibegroingsmiddel i skipsmaling).
- 2) PAH: Polysykliske aromatiske hydrokarboner. Gruppe tjærestoffer der en del forbindelser er potensielt kreftfremkallende (KPAH), deriblant benzo(a)pyren (B(a)P). ∑ PAH: sum av tri- til heksasykliske forbindelser bestemt ved gasskromatografi med glasskapillarkolonne. Inkluderer de 16 i EPA protokoll 8310 minus naftalen (disyklisk). Omfatter dessuten alle KPAH (gr. 2A og gr. 2B i IARC 1987).
- 3) Se under PAH.
- 4) HCB: Heksaklorbenzen.
- 5) PCB: Polyklorete bifenyler. Gruppe forbindelser (ulike kommersielle blandinger). ∑ PCB<sub>7</sub> = sum av de 7 enkeltforbindelsene nr 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180. I den tidligere utgave av veiledningen er PCB angitt som total PCB ut fra likhet med kommersielle blandinger. Enkelte PCB har dioksinlignende egenskaper (se note 2 til tabell).
- 6) EPOCI: Ekstraherbart persistent organisk bundet klor.
- 7) Toksisitetsekvivalenter, se note 2 til tabell.
- 8) DDT: Diklordifenyltrikloreten. ∑ DDT betegner sum av DDT og nedbrytningsproduktene DDE og DDD.

**Tabell 4.** Klassifisering av tilstand for organisk innhold i sediment og bløtbunnsfauna (se Molvær *m. fl.* 1997).

Parametre		Tilstandsklasser				
		I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Meget dårlig
<b>Sediment</b>	Organisk karbon (mg/g)	<20	20-27	27-34	34-41	>41
Artsmangfold for bløtbunnsfauna	Hurlberts indeks (ES <sub>n=100</sub> )	>26	26-18	18-11	11-6	<6
	Shannon-Wiener indeks (H)	>4	4-3	3-2	2-1	<1



### 3 Resultater og diskusjon

Undersøkelsen startet med innsamling i desember 1999 og vannprøveinnsamlingen har pågått mer eller mindre jevnlig etter dette. Av ulike grunner har prøveomfanget variert mellom stasjonene og over tid. Dette går litt ut over sammenligningsgrunnlaget for tidsutvikling og mellom stasjonene, samt tallgrunnlaget for gjennomsnitt og figurfremstilling blir variabelt. Prøveinnsamlingen har likevel vært tilstrekkelig til å gjøre en generell vurdering av tidsutvikling og gi en tilstandsvurdering av vannkvalitet.

Det er ikke samlet bunnprøver i dette prosjektet siden 1999, men en innsamling i 2002 i forbindelse med andre prosjekt skaffet en del ny data. Sammen med tidligere undersøkelser ga dette en basis for videre undersøkelser. Miljøgiftsanalyser i Karmsundet bør inngå i neste bunnprøveinnsamling.

#### 3.1 Hydrografi og vannkjemi

##### 3.1.1 Kort om feltarbeidet, værforhold, observasjoner

Stort sett har feltarbeidet gått greit (Tabell 5). Været har vært tilfredsstillende for prøvetakingen og innsamlingene har med få unntak fulgt oppsatt plan. Det har vært en del tekniske problemer med hydrografisonden(e).

**Tabell 5.** Kommentarer til feltarbeidet og visuelle observasjoner.

Dato	Sted	Kommentarer
30.05.01	Åmøyfj.	V bris, regn. Sterk nordavind i uken før.
30.05.01	Karms.	N svak bris. Skyet og litt regn. Svak nordlig strøm.
13.06.01	Åmøyfj.	N-V bris. Lettskyet. Lite alger! Mye nordavind i dagene/uker før innsamling. Sonde defekt
13.06.01	Karms.	V bris, skyet. Svak strøm sørover. Sonde defekt.
28.06.01	Åmøyfj.	S-Ø bris, skyet/sol. WTW måler.
28.06.01	Karms.	S bris, skyet/sol. Sterk nordgående strøm. WTW måler.
10.07.01	Åmøyfj.	N svak bris. WTW måler.
10.07.01	Karms.	Stille, sol og varmt. Svak sørgående strøm. WTW måler.
23.08.01	Åmøyfj.	Sol og fint vær, varmt. YSI-sonde høg saltholdighet.
30.08.01	Karms.	Lettskyet, bris. Sterk sørgående strøm.
02.10.01	Åmøyfj.	S liten kuling. Skyet og regnbyger.
19.09.01	Karms.	Ø frisk bris, minkende. Litt regn.
13.11.01	Åmøyfj.	N liten kuling. En del store bølger.
21-26.11.01	Karms.	S-V frisk bris.
12.12.01	Karms	Stille, sol kaldt.
28.01.02	Åmøyfj.	V kuling. Stor avdrift.
21.01.02	Karms.	N-V bris. Skyet regnbyger. Sterk strøm nordover.
11.02.02	Åmøyfj.	S-Ø bris-liten kuling. Regnbyger.
07.02.02	Karms.	S-Ø bris, regnbyger.
25.02.02	Karms.	Stille, sol og kaldt. YSI-sonde deffekt.
17.04.02	Karms.	S-V bris, sol fint vær. Grønn sjø.
15.05.02	Karms.	S-V frisk bris, minkende. Regnbyger.
06.06.02	Karms.	S-Ø frisk bris. Varmt sol. Nordgående strøm til å begynne med, senere motsatt.
27.06.02	Karms.	Bris, regnbyger. Nordgående strøm til å begynne med. YSI-sonde deffekt.

Fortsettelse.

10.07.02	Karms.	S-bris regnbyger.
07.11.02	Åmøyfj.	Stille, skyet.
07.11.02	Karms.	Stille, skyet. Lite strøm, flo.
16.12.02	Åmøyfj.	Klart og kaldt ver.
16.12.02	Karms.	Klart og kaldt ver.
23.01.03	Åmøyfj.	N- frisk bris, sol.
27.01.03	Karms.	N-V bris, opphold. Nordgående strøm. CTD fullt minne. Ingen data fra Ka11. Planlagt 24. jan. avlyst pga. storm.
10.03.03	Åmøyfj.	S-V liten kuling. Opphold. Ustabil Saltholdighet på YSI sonde
10.03.03	Karms.	S-V liten kuling. Opphold. Ustabil Saltholdighet på YSI sonde.
15.05.03	Åmøyfj.	N-kuling, mye avdrift fra posisjon. Ingen YSIdata.
15.05.03	Karms.	-
05.06.03	Åmøyfj.	S-V bris, lettsky, sol, opphold.
05.06.03	Karms.	S-V bris, lettsky, sol, opphold. Nordgående strøm.
18.06.03	Åmøyfj.	Stille, lettskyet, fint. <i>Emiliana</i> oppblomstring. En del gjødsling etter første slått.
19.06.03	Karms.	N-V bris, skya, sol, regnbyger. <i>Emiliana</i> oppblomstring. En del gjødsling etter første slått.
30.07.03	Åmøyfj.	Skya, litt regn. Klar sjø. <i>Emiliana</i> oppblomstring ferdig.
31.07.03	Karms.	Skya, litt regn. Klar sjø. <i>Emiliana</i> oppblomstring ferdig.
19.08.03	Åmøyfj.	S-V bris, regnbyger. Sterk nordavind i en uke før innsamling.
20.08.03	Karms.	S-V bris, regnbyger. Sterk nordavind i en uke før innsamling.

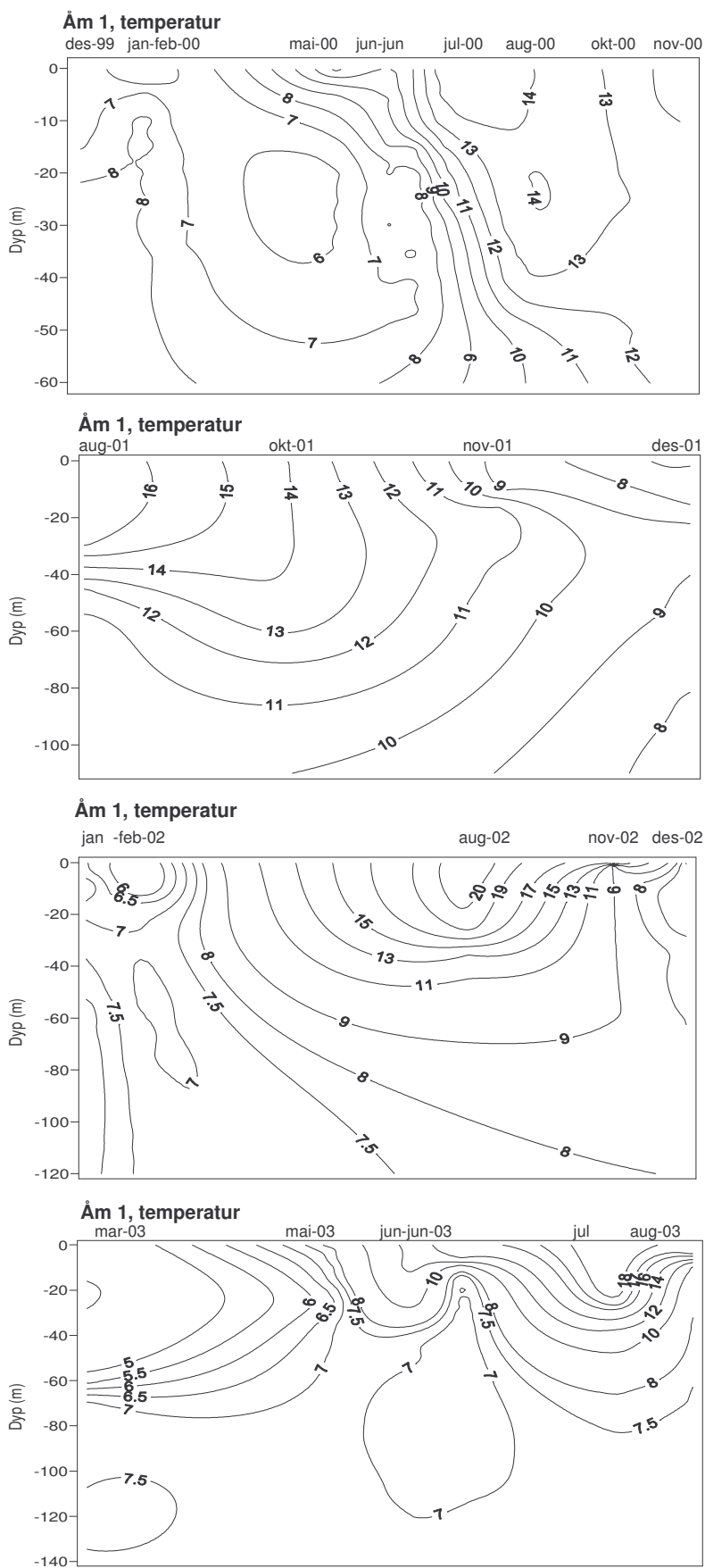
### 3.1.2 Temperatur, saltholdighet, oksygeninnhold

Målingene viser at overflatevannet var kaldt og hadde høyere saltholdighet om vinteren enn om sommeren. Det var minst tetthetsforskjeller om vinteren og dermed var det størst mulighet for vertikal blanding av vannet på den årstiden. Om sommeren var tetthetsforskjellen ofte større i de øverste meterne og vannkvaliteten med hensyn til temperatur, saltholdighet og næringssalter kan variere mye i løpet av få dybdemeter.

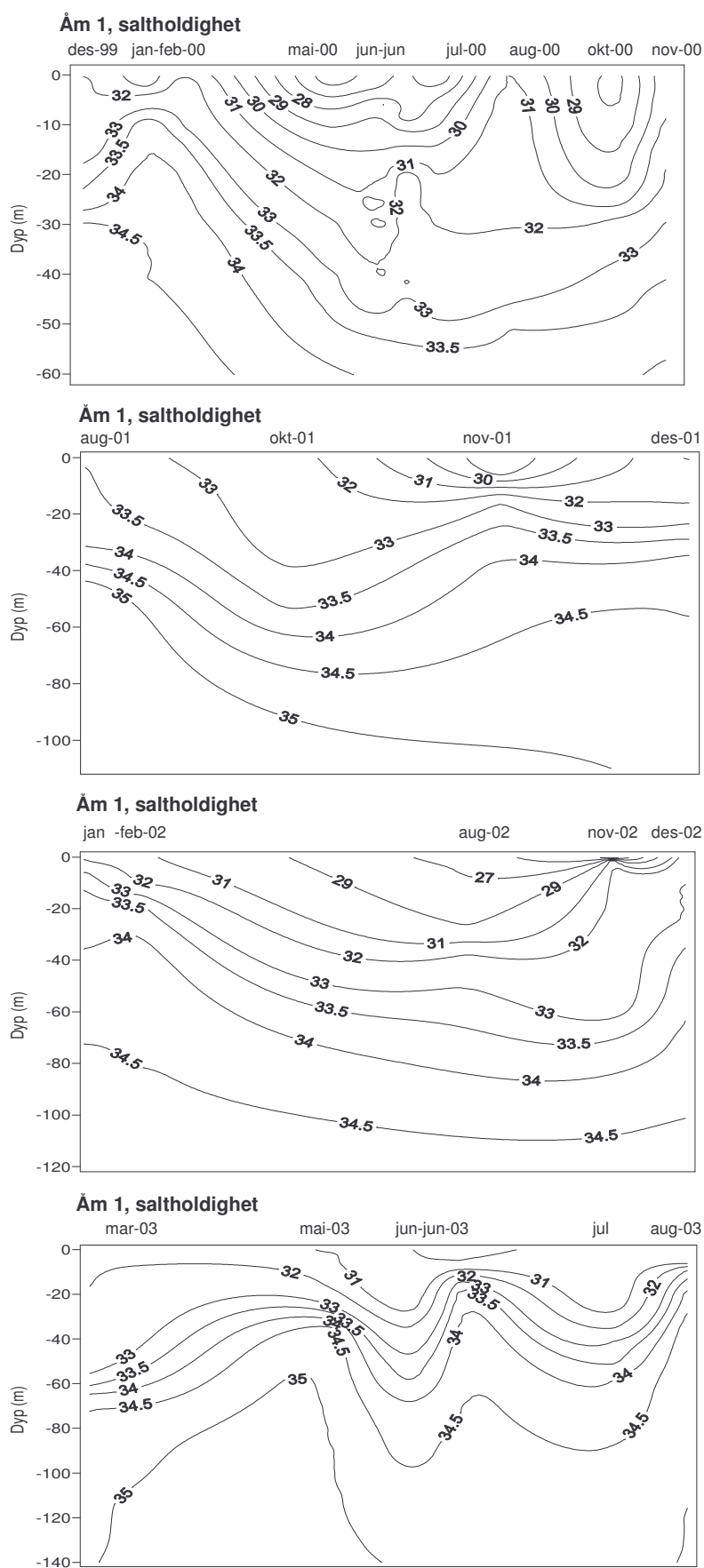
Det var forholdsvis små forskjeller mellom de to områdene. Generelt var det noe høyere saltholdighet i dypvannet i Åmøyfjorden enn i Karmsundet og vannet i Karmsundet har ofte mindre markert lagdeling.

Typisk vintertemperatur var 4-6 °C i overflatevannet og 7 °C under 20-30 m (Figur 3-6). Målingene viser at vanntemperatur og saltholdighet kan variere nokså mye fra ett år til et annet. Årene 2002 og 2003 hadde mye varmere sommervann enn de foregående årene. Dette varme vannet strakte seg også dypt ned i vannsøylen og i Karmsundet var det hele 17,5 °C (saltholdighet på 30,5) på 55 m dyp i august 2003. I kontrast til dette var vintertemperaturen samme år markert kaldere enn de foregående.

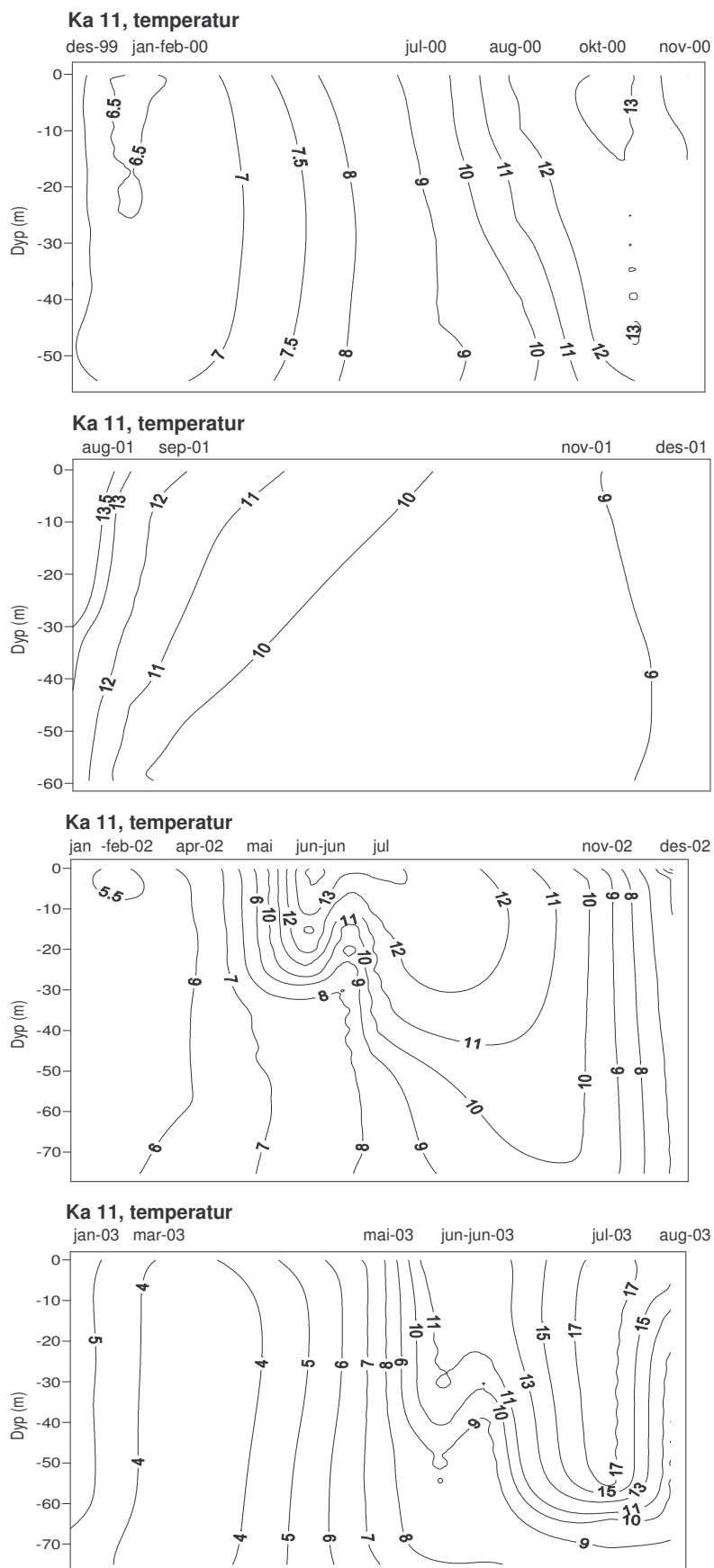
Det ser ut til å være vanlig med rask endring av vannkvalitet i løpet av sommeren. Det har sammenheng med perioder med nordavind som på grunn av jordrotasjonen fører til at overflatevannet beveger seg ut fra kysten. Dette overflatevannet erstattes av vann fra større dyp og vil være kaldere og ha høyere saltholdighet (og næringssalter) enn det vannet som var der tidligere. Eksempler på dette kan ses i figurene for juni 2002 og juni-juli og august 2003.



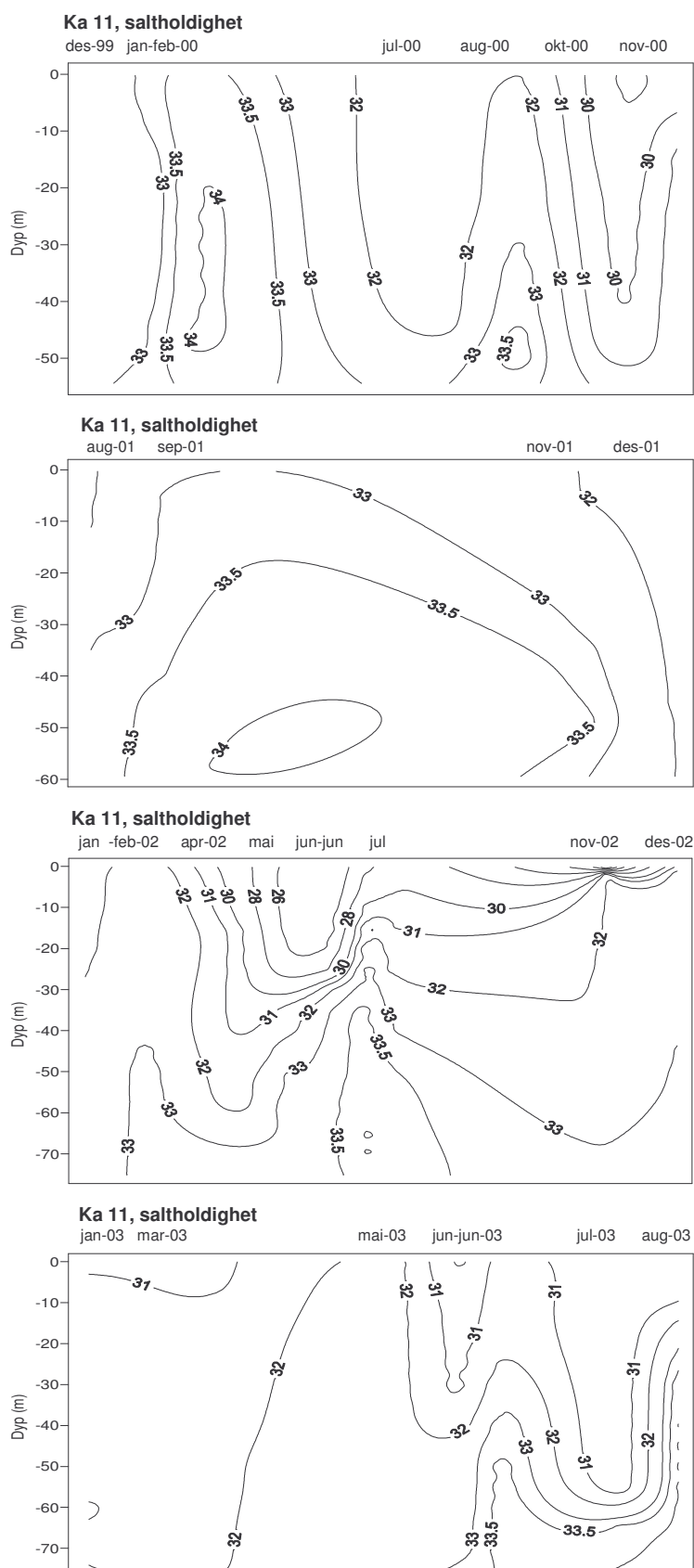
**Figur 3.** Temperatur i Åmøyfjorden. Det er gjort målinger ved hver avmerket tidspunkt. Start i desember 1999 og slutt i august 2003. Merk dyp på Y-aksen.



**Figur 4.** Saltholdighet i Åmøyfjorden. Det er gjort målinger ved hver avmerket tidspunkt. Start i desember 1999 og slutt i august 2003. Merk dyp på Y-aksen.



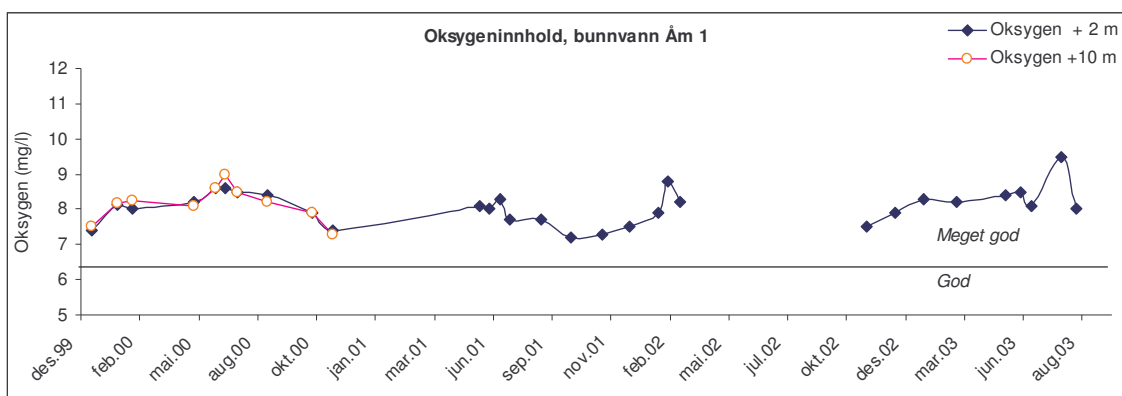
**Figur 5.** Temperatur i Karmsundet. Det er gjort målinger ved hver avmerket tidspunkt. Start i desember 1999 og slutt i august 2003. Merk dyp på Y-aksen.



**Figur 6.** Saltholdighet i Karmsundet. Det er gjort målinger ved hver avmerket tidspunkt. Start i desember 1999 og slutt i august 2003. Merk dyp på Y-aksen.

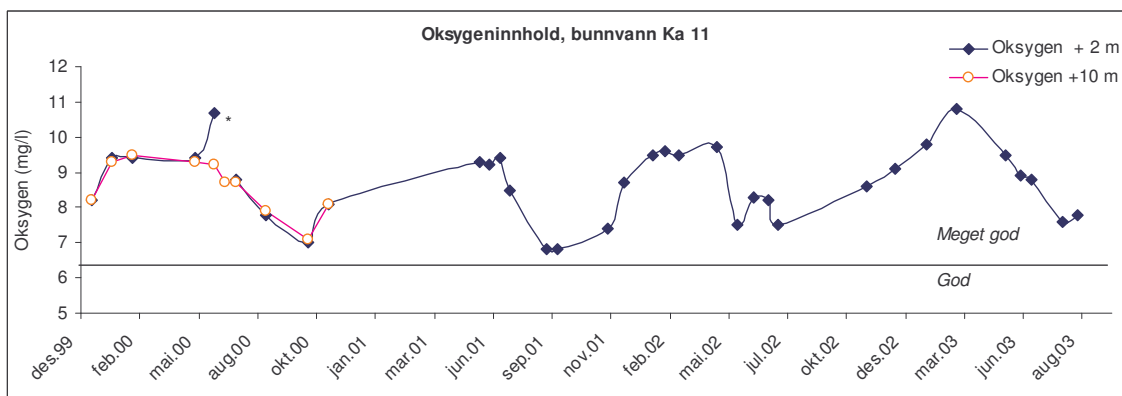
## Oksygen i bunnvann

Det var godt med oksygen i bunnvannet i Åmøyfjorden og det var ikke tegn til at det endret seg i perioden (Figur 7). Det var forholdsvis liten variasjon i innholdet, men gjerne høyest innhold om sommeren. Bunnvann med oksygeninnhold i gjennom ett år på over 6,4 mg/l får beste SFT tilstand. I 1995 ble det målt to meget lave oksygenverdier i bunnvannet (Bokn *m.fl.* 1996), men alle målingene i langtids-overvåkingen viser at det ikke er problemer med oksygenforholdene i fjorden. De lave verdiene i 1995 kan skyldes at det var en periode hvor oksygenfetting vann fra for eksempel Gandsfjorden var i ferd med å skiftes ut, og forflyttet seg utover ved bunnen i Åmøyfjorden.



**Figur 7.** Oksygeninnhold i bunnvann (2 og 10 m over bunn) i Åmøyfjorden. Horisontal strek og tekst i kursiv markerer skille for ulike SFT tilstand.

I Karmsundet var det godt med oksygen i alle prøvene og vannet tildeles beste SFT tilstandsklasse (Figur 8). Det laveste innholdet ble stort sett målt om høsten. Variasjonen over tid skyldes hyppighet i bunnvannutsiftingning. Oksygenmålingene med sonde (se vedlegg) viser at innholdet vanligvis avtar i liten grad og jevnt ned mot bunnen. Det betyr at det var like forhold i vannsøylen og ingen terskler som hindrer bunnvannutsiftingning og dermed ett dropp i oksygeninnholdet over bunn. Figuren viser også at det var godt samsvar mellom målingene 2 og 10 m over bunn, og det var grunnen til at det ene dypet ble tatt ut av programmet.



**Figur 8.** Oksygeninnhold i bunnvann (2 og 10 m over bunn) i Karmsundet. Horisontal strek og tekst i kursiv markerer skille for ulike SFT tilstand. \* verdien er trolig feil (for høy og ulik 10 m prøven).

### 3.1.3 Næringssalter, klorofyll og siktedyp

Vennligst se Vedlegg 2 for tallverdier og utvalg av prøver som inngår i figurene nedenfor. I vedlegg er det også vist figurer som viser fordeling av næringssalter i ulike dyp. De viser at det var vanligvis nokså jevnt innhold i fra 0-20 m, men gjerne en svak økning ned mot 20 m. Det betyr at de hydrografiske forholdene gjør at det var rimelig homogene forhold i de øverste 20 m. Variasjonen i innholdet var større mellom ulike innsamlinger i samme sesong enn mellom ulike prøvedyp fra samme tidspunkt. Dette kan brukes som argument for at det vil være tilstrekkelig med et mindre antall prøvedyp for å beskrive næringssaltforholdene i disse to områdene. Da vil en imidlertid miste informasjon om variasjonen som oppstår når det er sterkere lagdeling og endringer i ulike dyp som skyldes meteorologisk påvirkning. Slik som beskrevet nedenfor i august 2003.

#### 3.1.3.1 Næringssalter: Åmøyfjorden

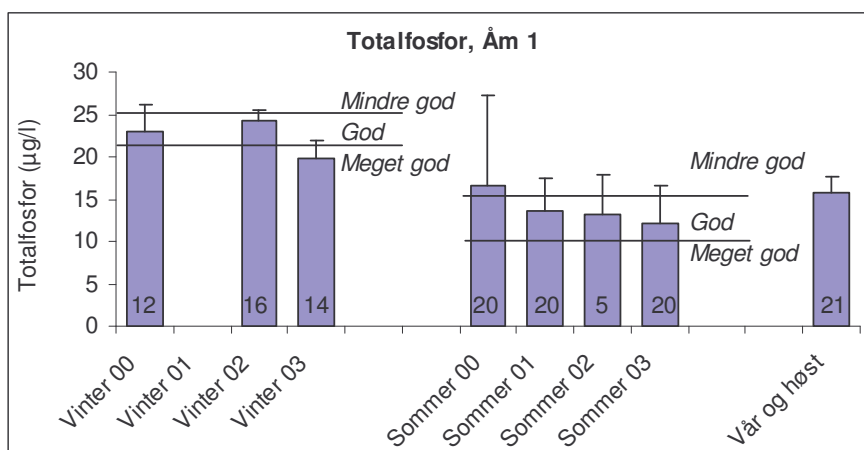
Figur 9-12 viser det gjennomsnittlige næringssaltinnholdet i Åmøyfjorden i hele langtidsovervåkingen. I forhold til SFTs klassifiseringssystem var innholdet tilsvarende tilstand *meget god* og *god*, både sommer og vinter. Resultatene tyder ikke på noen vesentlig endring over tid, men for flere næringssalter og årstider har det i perioden vært en tendens mot lavere innhold. En del naturlig variasjon mellom årene må forventes og sammen med variasjonen som skyldes prøvetidspunkt, dyp og analyser gjør dette at en skal være forsiktig å legge mer i forskjellene enn å beskrive det som en tendens.

En del forskjeller mellom årene i næringssaltinnholdet var tydelig felles for begge områder og det viser at det er regionale forhold som påvirker næringssaltinnholdet og ikke bare lokale utslipp.

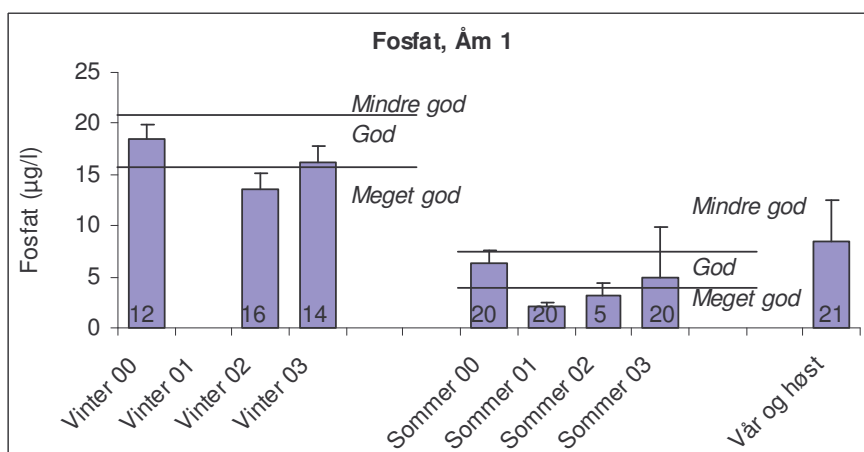
De før omtalte periodene med nordavind om sommeren 2003 førte til økt innhold av næringssalter i juni og august (på 10 og 20 m), særlig for nitrat og fosfat. I figurene nedenfor gjør det seg utslag som høyere gjennomsnittsverdi og stort standardavvik.

Tidsserien viser også at sommeren og vinteren 2002 da den store undersøkelsen for IVAR og Stavanger kommune ble gjennomført, ikke skilte seg ut fra de andre årene med hensyn til næringssaltinnhold. Prøvene fra Åmøyfjorden synes også å være nokså representative for vannkvaliteten i dette området, siden nærliggende stasjoner og prøver ut i Håsteinsfjorden hadde tilsvarende innhold.

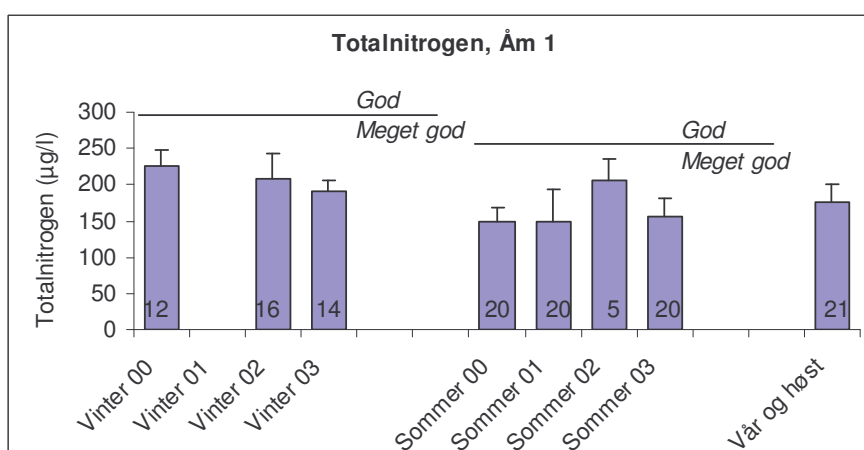




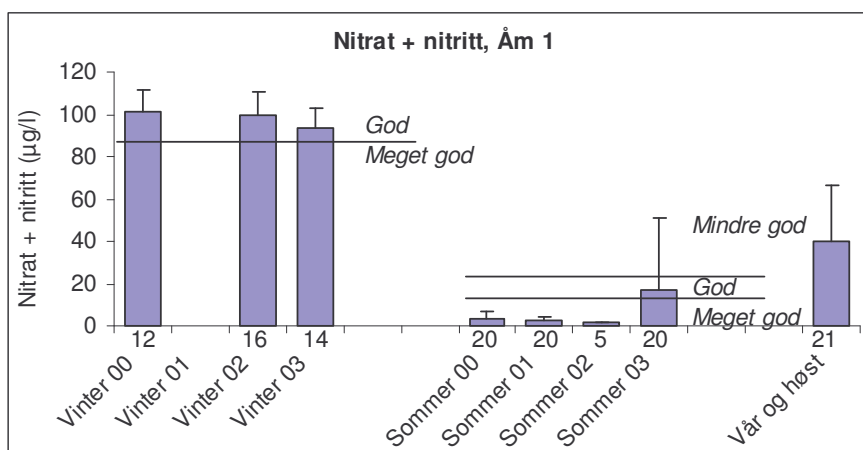
**Figur 9.** Gjennomsnittsinhold av totalfosfor i overflatevann. Vertikale streker viser standardavvik og antall prøver som inngår i hvert gjennomsnitt er gitt på søylene. Horisontale streker viser grenseverdier for tilstandsklasser ifølge SFT veiledning 97:03.



**Figur 10.** Gjennomsnittsinhold av fosfat i overflatevann. Vertikale streker viser standardavvik og antall prøver som inngår i hvert gjennomsnitt er gitt på søylene. Horisontale streker viser grenseverdier for tilstandsklasser ifølge SFT veiledning 97:03.



**Figur 11.** Gjennomsnittsinhold av totalnitrogen i overflatevann. Vertikale streker viser standardavvik og antall prøver som inngår i hvert gjennomsnitt er gitt på søylene. Horisontale streker viser grenseverdier for tilstandsklasser ifølge SFT veiledning 97:03.



**Figur 12.** Gjennomsnittsinhold av nitrat i overflatevann. Vertikale streker viser standardavvik og antall prøver som inngår i hvert gjennomsnitt er gitt på søylene. Horisontale streker viser grenseverdier for tilstandsklasser ifølge SFT veiledning 97:03.

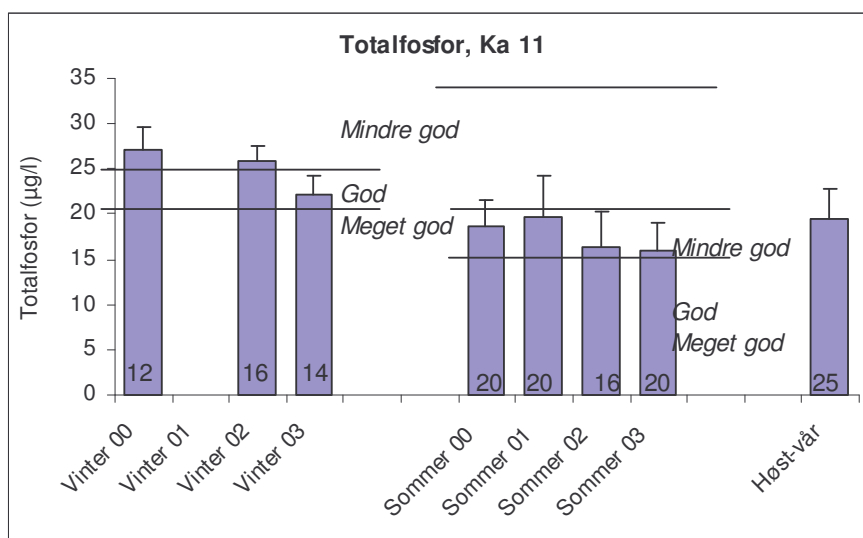
### 3.1.3.2 Næringsalter: Karmsundet

Figur 13-16 viser det gjennomsnittlige næringssaltinnholdet i Karmsundet i hele langtidsovervåkingen. I forhold til SFTs klassifiseringssystem var innholdet for de fleste næringssaltene tilsvarende tilstand *meget god* og *god*, både sommer og vinter. Det var bare totalfosforinnholdet om sommeren som ligger i tilstand *mindre god*. Men noen av vinterverdiene av totalfosfor og noen fosfatgjennomsnitt ligger også i tilstand *mindre god*. Resultatene tyder ikke på noen vesentlig endring over tid, men for flere næringsalter og årstider har det i perioden vært en tendens mot lavere innhold. En del naturlig variasjon mellom årene må forventes og sammen med variasjonen som skyldes prøvetidspunkt, dyp og analyser gjør dette at en skal være forsiktig å legge mer i forskjellene enn å beskrive det som en tendens.

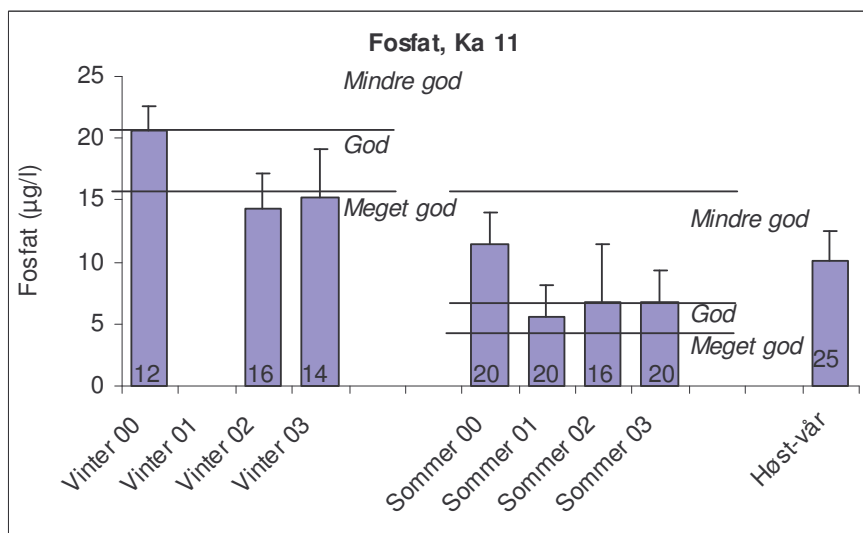
En del forskjeller mellom årene i næringssaltinnholdet var tydelig felles for begge områder og det viser at det er regionale forhold som påvirker næringssaltinnholdet og ikke bare lokale utslipp.

De før omtalte periodene med nordavind om sommeren 2003 førte til økt innhold av næringsalter i juni og august (på 10 og 20 m), særlig for nitrat og fosfat (Vedlegg 2).

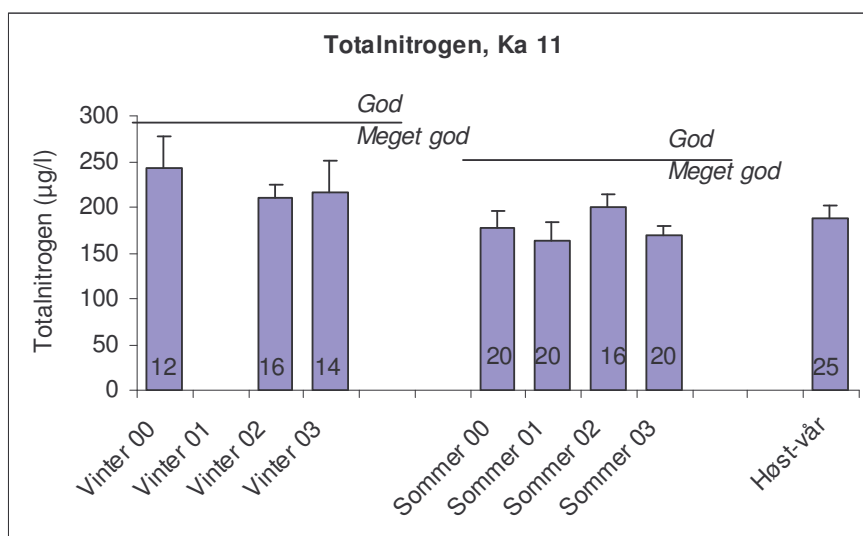
Tidsserien viser også at vinteren og sommeren 2002 da en stor undersøkelse for kommunene ble gjennomført, ikke skilte seg spesielt ut fra de andre årene med hensyn til næringsalthold. Stasjon Ka 11 var der kalt Ka 3 og målingene i Tvedten *m.fl.* (2002) viser at dette området var et av de mest næringsrike stedene i Karmsundet. Ut fra sammenstillingen av data som ble gjort i den rapporten, tydet det ikke på noen klar tidsutvikling, men innholdet av fosfat og nitrat har vært forholdsvis lavt de siste årene.



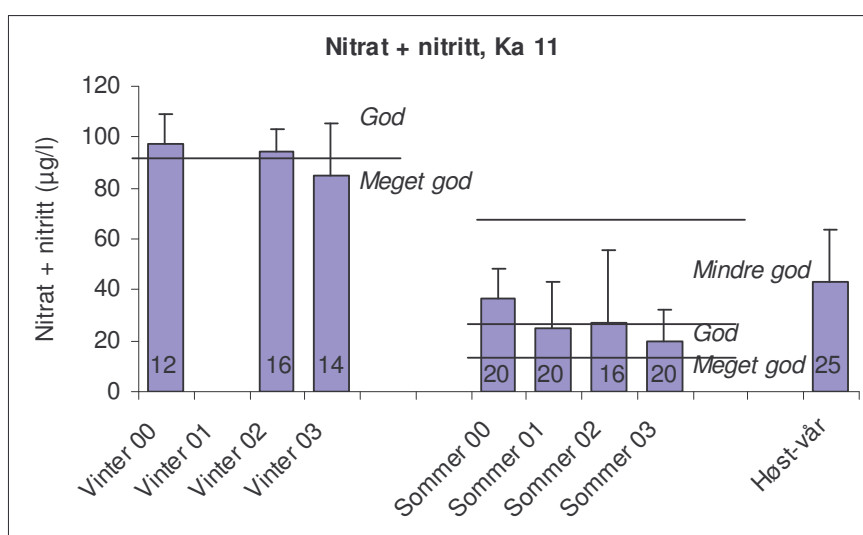
**Figur 13.** Gjennomsnittsinhold av totalfosfor i overflatevann. Vertikale streker viser standardavvik og antall prøver som inngår i hvert gjennomsnitt er gitt på søylene. Horisontale streker viser grenseverdier for tilstandsklasser ifølge SFT veiledning 97:03.



**Figur 14.** Gjennomsnittsinhold av fosfat i overflatevann. Vertikale streker viser standardavvik og antall prøver som inngår i hvert gjennomsnitt er gitt på søylene. Horisontale streker viser grenseverdier for tilstandsklasser ifølge SFT veiledning 97:03.



**Figur 15.** Gjennomsnittsinhold av totalnitrogen i overflatevann. Vertikale streker viser standardavvik og antall prøver som inngår i hvert gjennomsnitt er gitt på søylene. Horisontale streker viser grenseverdier for tilstandsklasser ifølge SFT veiledning 97:03.



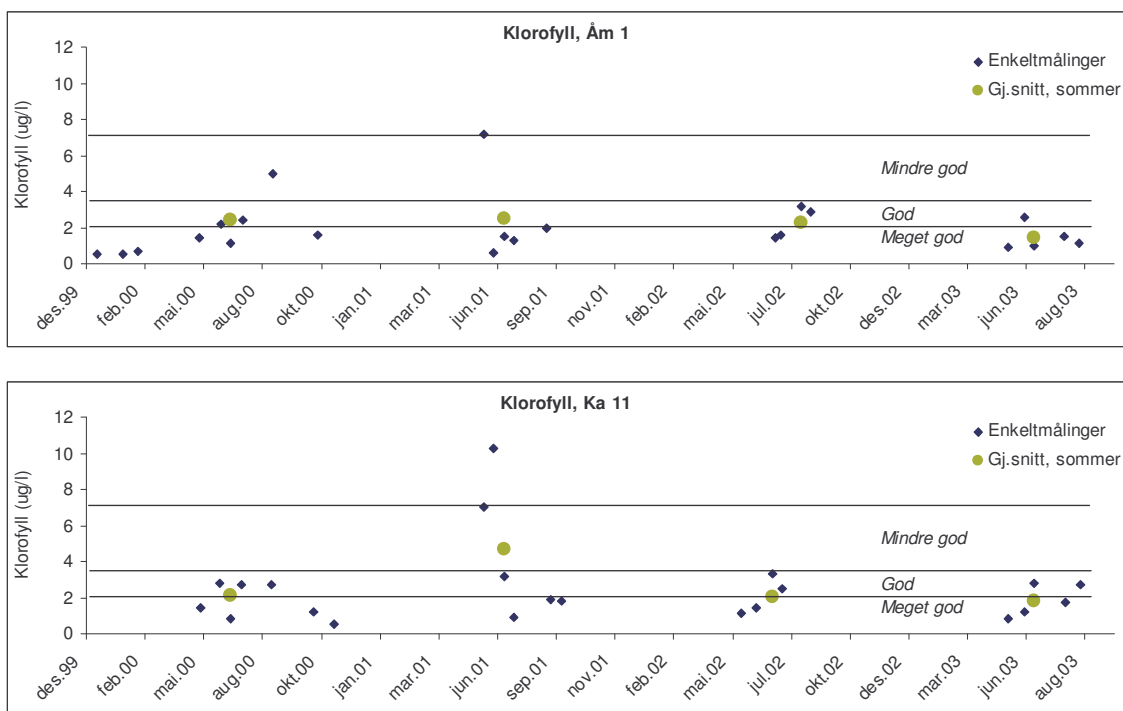
**Figur 16.** Gjennomsnittsinhold av nitrat i overflatevann. Vertikale streker viser standardavvik og antall prøver som inngår i hvert gjennomsnitt er gitt på søylene. Horisontale streker viser grenseverdier for tilstandsklasser ifølge SFT veiledning 97:03.

### 3.1.3.3 N:P forholdet

I Åmøyfjorden ligger forholdet mellom totalnitrogen og totalfosfor rundt 12,5 om sommeren og 10,5 om vinteren. I Karmsundet var N:P-forholdet 10,4 og 8,6 (vinter). Tallene var da beregnet som gjennomsnitt av alle prøvene i tidsserien om sommeren og om vinteren. Det var ikke noen endring over tid med hensyn til N:P-forholdet. Siden forholdstallet var over 7,2 kan en anta at algeveksten var svakt fosforbegrenset. I Karmsundet var det høyere fosforinnhold enn i Åmøyfjorden og det førte til lavere forholdstall.

### 3.1.3.4 Klorofyll

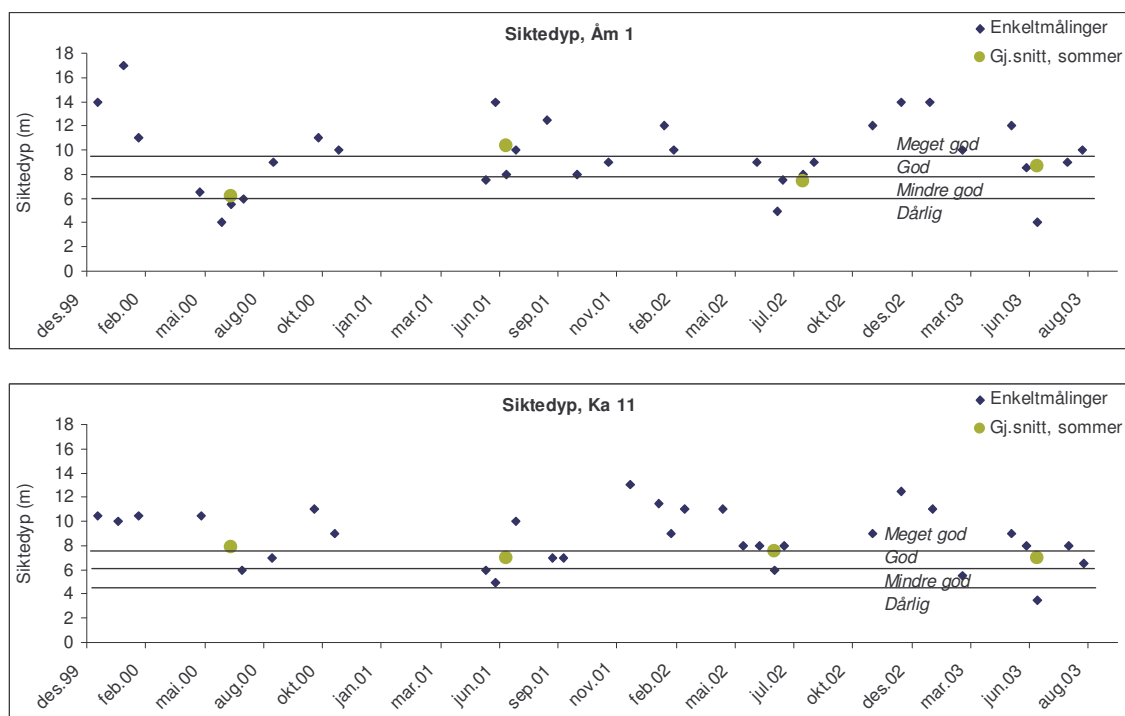
Klorofyllinnholdet er vist i Figur 17. Om sommeren lå det gjennomsnittlige klorofyllinnholdet rundt 2 µg/l i begge resipienter. Det tilsvarte tilstand *god – meget god*. Sommeren 2001 ble det målt noen få høye verdier som trakk opp gjennomsnittet en del. Det var ikke noen tidsutvikling i mengden og det høyere næringssaltinnholdet i Karmsundet ga ikke tydelig utslag søm økt algevekst i forhold til i Åmøyfjorden.



**Figur 17.** Gjennomsnittlig og enkeltverdier av klorofyllinnhold (blandprøve overflatevann). Vertikale streker viser standardavvik. Horisontale streker viser sommergrenseverdier for tilstandsklasser ifølge SFT veiledning 97:03.

### 3.1.3.5 Siktedyp

Siktedypet varierte en god del (Figur 18), men lå gjennomsnittlig fra 6 til 10 m om sommeren. Dette tilsvarer SFT tilstand *god-meget god*. Sommeren 2000 og 2002 var det dårligst sikt i Åmøyfjorden i forhold til Karmsundet. Som naturlig er, var sikten best om vinteren, når det var lite alger i vannet. Enkelte lave verdier om sommeren skyldes en naturlig oppblomstring av en kalkalge som farger vannet turkis. Det var ikke noen systematiske forskjeller mellom de to områdene, men heller større grad av likhet.



**Figur 18.** Gjennomsnittlig og enkeltverdier av siktedyb. Vertikale streker viser standardavvik. Horisontale streker viser sommergrenseverdier for tilstandsklasser ifølge SFT veiledning 97:03.

## 3.2 Bunnprøver

Det er ikke samlet bunnprøver i dette prosjektet siden 1999, men via andre prosjekter ble det tatt bunnprøver i april 2002. Siden prøvene er omtalt i de tilhørende rapportene blir det her mest vist gamle og nye resultater på nytt, uten så mye tekst.

I Åmøyfjorden var det ca 130 m dypt og bunnen bestod av finkornet mudder. Det organiske innholdet var lavt (Tabell 6). Innholdet av metaller var også nokså lavt og det har vært uendret eller avtatt noe i fra 1985 og senere. Også innholdet av organiske miljøgifter har avtatt, men bunnen var moderat forurenset av PAH. Antall arter i Åmøyfjorden var lavt i 2002 i forhold til tidligere. Om dette skyldes tilfeldigheter eller om det gir grunn for å si om det har vært en negativ miljøutvikling vil kunne avdekkes i nye bunnprøver.

**Tabell 6.** Resultater fra sedimentanalyser i Åmøyfjorden. Totalt organisk nitrogen (TN) og karbon (TOC). Forholdstall mellom karbon og nitrogen (C:N). Prosent innhold av leire og silt. Beregnet TOC verdi ut fra innhold av leire og silt. Organisk innhold målt som glødetap. Metaller (mg/kg) og organiske miljøgifter (µg/kg). Antall arter, individ (pr stasjon 0,4 m<sup>2</sup>), Shannon-Wiener indeks, jevnhetsindeks og Hurlbert (ESn=100). Tildelt SFT tilstand. Tilstand I tilsvarer *ubetydelig – lite forurenset*, tilstand II tilsvarer *moderat forurenset*, og III *markert forurenset* osv.. i.p. betyr ikke påvist. Se originalrapporter for resultater fra hvert replikat m.m.

Parameter	Åmøyfj. SFT		Åmøyfj. SFT		Åmøyfj. SFT		Åmøyfj. SFT	
	1985	1985	1995	1995	1999	1999	2002	2002
TN (mg/kg)	-		2,0	-	1,6	-	2,3	-
TOC (mg/kg)	-		14,2	-	13,5	-	16,0	-
C:N	-		7,1	-	8	-	6,7	-
% leire + silt	-		62,6		38	-	38,1	-
TOC-63 (mg/kg)	-		21,1	God	25	God	27	God
Glødetap (%)	-		-		5,8	-	10,4	-
Arsen (mg/kg)	-		-		2,2	I	4,7	I
Bly (mg/kg)	88	II	33,8	II	18,5	I	31,6	II
Kadmium (mg/kg)	0,14	I	0,10	I	0,06	I	0,1	I
Kobber (mg/kg)	25	I	13,2	I	7,82	I	14,1	I
Krom (mg/kg)	-		45	I	8,41	I	17,2	I
Kvikksølv (mg/kg)	2,4	III	0,10	I	0,019	I	<0,015	I
Nikkel (mg/kg)	-		19,5	I	9,36	I	16,1	I
Sink (mg/kg)	112	I	65	I	30,5	I	55,1	I
Sølv (mg/kg)	-		-		0,16	I	0,2	I
Sum PAH (µg/kg)	-		823	II	500	II	443	II
B(a)P (µg/kg)	-		58	III	38	II	38	II
Sum PCB <sub>7</sub> (µg/kg)	-		1,4	I	i.p.	I	i.p.	I
Antall arter	65	-	89	-	65	-	46	-
Antall individer	1275	-	4178	-	2296	-	1132	-
Diversitet H'	3,25	II	2,5	III	3,11	II	2,49	III
Diversitet ES <sub>100</sub>	21,2	II	16,3	III	18,0	II	14,4	III

Antall individer av de mest tallrike artene har variert mye fra år til år (Tabell 7). Det er trolig flere grunner til det, og det blir interessant å se om videre prøvetagning vil gi bedre informasjon om hva endringene skyldes. Så langt er det vanskelig å trekke noen konklusjon om forskjellene har andre årsaker enn naturlig variasjon.

**Tabell 7.** Antall individer av noen tallrike arter i Åmøyfjorden i ulike år.

Art	1985	1995	1999	2002
<i>Pseudopolydora sp.</i>	157	2519	-	-
<i>Cirratulidae</i>	179	152	46*	5**
<i>Heteromastus filiformis</i>	611	669	826	82
<i>Myriochele spp.</i>	1	89	11	-
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	16	96	102	670
<i>Prionospio cirrifera</i>	11	15	188	98
<i>Polydora ciliata</i>	157***	-	653	0

\* Sum av *Tharyx sp.*, *Tharyx multibranchis* og *Chaetozone setosa*. \*\* *Chaetozone setosa*. \*\*\* Angitt som *P. antennata*.

I Karmsundet var det tatt få bunnprøver fra overvåkingsstasjonen. Det finnes imidlertid andre resultater fra nærliggende prøvesteder (se Myhrvold m.fl. 1997) enn de som er oppsummert i Tabell 8. Resultatene viser så langt at bunnen var belastet med stor

organisk tilførsel, noe som går igjen på de fleste steder i Karmsundet. Av miljøgiftene var det særlig PAHer som var til stede i høye konsentrasjoner, men nyere prøver må tas for å få oppdatert informasjon om miljøgiftsinnholdet. Miljøgiftsinnholdet har ikke noen direkte ødeleggende effekt på bunndyrssamfunnet, slik som mangel på oksygen vil føre til. Imidlertid viser artssammensetningen at det var mange individer av som kan leve og trives under forurensede forhold og ikke minst med organisk belastning (Tabell 9).

Det var like mange arter i 1999 som i 2002. På grunn av at noen arter var meget tallrike ble diversiteten lav, selv om artsantallet var rimelig høyt.

**Tabell 8.** Resultater fra sedimentanalyser i Karmsundet. Totalt organisk nitrogen (TN) og karbon (TOC). Forholdstall mellom karbon og nitrogen (C:N). Prosent innhold av leire og silt. Beregnet TOC verdi ut fra innhold av leire og silt. Organisk innhold målt som glødetap. Metaller (mg/kg) og organiske miljøgifter (µg/kg). Antall arter, individ (pr stasjon 0,4 m<sup>2</sup> i 1995-2002), Shannon-Wiener indeks, jevnhetsindeks og Hurlbert (ESn=100). Tildelt SFT tilstand. Tilstand I tilsvarer *ubetydelig – lite forurenset*, tilstand II tilsvarer *moderat forurenset*, og III *markert forurenset* osv.. i.p. betyr ikke påvist. Se originalrapporter for resultater fra hvert replikat m.m.

Parameter	Karms.	SFT	Karms.	SFT	Karms.	SFT
	1978*	1978	1999	1999	2002	2002
TN (mg/kg)			4,2	-	4,5	
TOC (mg/kg)			48	-	37,2	
C:N			12,3	-	8,3	
% leire + silt			20	-	29,6	
TOC-63 (mg/kg)			63	V	49,9	V
Glødetap (%)	9,6	-	10,8	-	9,7	-
Arsen (mg/kg)			5,16	I	-	
Bly (mg/kg)	90	II	49	II	-	
Kadmium (mg/kg)	0,6	II	0,43	II	-	
Kobber (mg/kg)	36	II	33,3	I	-	
Krom (mg/kg)	20	I	14,7	I	-	
Kvikksølv (mg/kg)	0,8	III	0,032	I	-	
Nikkel (mg/kg)	-		20,1	I	-	
Sink (mg/kg)	-		84,0	I	-	
Sølv (mg/kg)	-		0,24	I	-	
Sum PAH (µg/kg)	-		6060	IV	-	
B(a)P (µg/kg)	-		250	IV	-	
Sum PCB <sub>7</sub> (µg/kg)	-		8,5	II	-	
Antall arter	-		57	-	55	-
Antall individer	-		2379	-	2238	-
Diversitet H'	-		2,86	III	2,05	III
Diversitet ES <sub>100</sub>	-		14,8	III	12	III

\* St KAN 9 i Myhrvold m.fl. 1997. Det finnes andre eldre data fra nærliggende stasjoner.



**Tabell 9.** Antall individer av noen tallrike arter i Åmøyfjorden i ulike år.

Art	1978	1999	2002
<i>Tharyx marioni</i>	-	898	358*
<i>Oligochaeta indet</i>	-	674	1455
<i>Atylus sp.</i>	-	214	0
<i>Scoloplos armiger</i>	-	117	101
<i>Pholoe inornata</i>	-	113	16
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	-	75	0
<i>Eteone longa</i>	-	41	24

\**Tharyx mcintoshii*

### 3.3 Oppsummering: 1999-2003

En del variasjon mellom årene i næringssaltinnholdet var tydelig felles for begge områder og det viser at det er regionale forhold som påvirker næringssaltinnholdet og ikke bare lokale utslipp. Det ble også vist at meteorologiske forhold (vind) særlig om sommeren kan endre vannkvaliteten betydelig med hensyn til innhold av næringssalter, temperatur og saltholdighet. Dette kan påvirke (høyne) gjennomsnittsverdiene for næringssaltinnhold om sommeren, og dermed influere på SFT tilstanden, selv om det ikke er knyttet til menneskeskapte utslipp.

#### 3.3.1 Åmøyfjorden

Vannkvaliteten med hensyn til næringssalter, sikt, algemengde og oksygenforhold var god i Åmøyfjorden. For de fleste målingene som inngår i undersøkelsen får vannet SFT miljøklassifiseringstilstand *meget god* eller *god*. Forholdene varierer gjennom året og mellom årene, noe som kan forklares med naturlig variasjon. Generelt har det vært en tendens mot lavere næringssaltinnhold i perioden.

Bunnen i Åmøyfjorden var lite forurenset av metaller og *moderat forurenset* av PAHer. Den var ikke belastet med stor organisk tilførsel. Med hensyn til miljøgifter og organisk innhold har forholdene vært forholdsvis stabile. I 2002 ble det funnet færre dyr i bunnen enn tidligere og det bør følges opp videre i nye undersøkelser. Det er lite trolig at endringen i artsantallet skyldes forurensning.

#### 3.3.2 Karmsundet

I forhold til SFTs klassifiseringssystem var innholdet for de fleste næringssaltene tilsvarende tilstand *meget god* og *god*, både sommer og vinter. Det var bare totalfosforinnholdet om sommeren som generelt ligger i tilstand *mindre god*. I 2000 var gjennomsnittsverdiene av totalfosfor (vinter) og fosfat også tilsvarende *mindre god*. Resultatene tyder ikke på noen vesentlig endring over tid, men for flere næringssalter og årstider har det i perioden vært en tendens mot lavere innhold. Siste store undersøkelse for kommunene i Karmsundet viste at stasjonen var representativ for de mest næringsrike delene av sundet. Siktedyp og klorofyllinnholdet tilsvarte også tilstand *god* – *meget god*. Det er god vannutskiftning på stasjonen og helt tilfredsstillende oksygeninnhold i bunnvannet.

Sjøbunnen var særlig belastet med høyt organisk innhold og PAHer. Målinger av miljøgifter siden 1999 mangler. Det var mange arter i bunnen og mange individer av enkelte arter som kan trives med stor organisk tilførsel.

## 4 Anbefaling og forslag til videre undersøkelser

Undersøkelsene gir informasjon om miljøforholdene i de to resipientene og hvordan de endrer seg. Resultatene er nyttige for å vurdere hvor vidt målinger som inngår i andre enkeltstående undersøkelser ett år, representerer et ”vanlig normalår” eller om året eller sesongen var uvanlig. En del klar samvarians i forholdene de to stedene viser at næringssaltinnholdet påvirkes av regionale forhold, mens generelt høyere næringssaltinnhold i Karmsundet enn i Åmøyfjord viser en tilleggseffekt av lokale tilførsler.

Videre vanninnsamling bør starte senest desember 2003 slik at det blir videre kontinuitet i målingene. Ved å fortsette til og med sommeren 2004 får en sammenhengende serie på 5 år. Siden det vanligvis var liten forskjell i næringssaltkonsentrasjonen mellom ulike dyp, foreslår vi å gå over til å ta prøvene til næringssalter og klorofyll (sommeren) som en blandprøve fra 0-2 m. Dette vil redusere analysekostnadene, men en mister noe informasjon om dybdeforskjeller i fremtiden. Likevel representerer alle målingene så langt, en god beskrivelse av næringssaltgradientene (eller mangel på forskjeller) mot økende dyp.

Ved neste bunnprøveinnsamling bør miljøgiftanalyser inngå i Karmsundet. Bunndyr, innhold av organisk materiale og miljøgifter bør inngå, som sist i Åmøyfjorden, på begge steder. I Åmøyfjorden er neste bunninnsamling for IVAR antatt å bli gjort i 2007 (fem års intervall). I Karmsundet er det etter det vi kjenner til ingen planer for neste bunninnsamling. De bør gjøres senest i 2007 og altså inkludere full analyse av bunndyr og miljøgifter.

Etter fem års innsamling bør videre opplegg diskuteres nærmere og det bør gjøres en vurdering om flere økologiske parametre som sammensetning av plankton og planter og dyreliv i strandsonen kan inngå. Dette i lys av anbefalinger i direktiver og forskrifter i forbindelse med EUs vanddirektiv.

## 5 Referanser

- Bokn, T., T.M. Johnsen, J. Knutzen, E. Lømsland, F. Moy, K. Nygaard & B. Rygg 1996. *Resipientundersøkelser 1995 i sjøområdene rundt Stavangerhalvøya*. NIVA rapport 3493-96. 127 s + 3493A-96 (vedlegg).
- Klaveness, D., 1984. Klorofyll a. I: Vennerød, K. (red.), *Vassdragsundersøkelser. En metodebok i limnologi*. Norsk Limnologforening, Universitetsforlaget: 127-131.
- Molvær, J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei & J. Sørensen 1997. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann*. SFT Veiledning 97:03. Statens Forurensningstilsyn, TA-1467/1997, Oslo. 36 s.
- Myhrvold, A. U., O. I. Forsberg & Å. Mølversmyr 1997. *Samlerapport for Rogaland 1996. Forurensningsundersøkelser i sjøområder*, RF-Rogalandsforskning. RF-96/245. Versjon 2, datert 14.10.97. 138 s.
- NS 4724:1984. *Vannundersøkelse - Bestemmelse av fosfat/Water analysis - Determination of phosphate*. Norsk Standard 1984.
- NS 4725:1984. *Vannundersøkelse - Bestemmelse av totalfosfor - Oppslutning med peroksodisulfat/Water analysis - Determination of total phosphorus - Digestion by peroxodisulphate*. Norsk Standard 1984.
- NS 4743:1993. *Vannundersøkelse - Bestemmelse av nitrogen etter oksidasjon med peroksodisulfat/Water analysis - Determination of total nitrogen after oxidation by peroxodisulphate*. Norsk Standard 1993.
- NS 4745:1991. *Vannundersøkelse - Bestemmelse av summen av nitritt- og nitrat-nitrogen/Water analysis - Determination of the sum of nitrite nitrogen and nitrate nitrogen*. Norsk Standard 1991.
- NS-ISO 5813:1993. *Vannundersøkelse - Bestemmelse av oppløst oksygen - Iodometrisk metode - (= EN 25813:1992) (ISO 5813:1983)*. Norsk Standard 1993.
- Stauffer, R.E., G.F. Lee & D.E. Armstrong, 1979. Estimating chlorophyll extraction biases. *J. Fish. Res. Board Can.* 36: 152-157.
- Tvedten, Ø.F, V. Eriksen, J. Kongsrud & N. Brattenborg 2003. *Miljøundersøkelse av marine resipienter rundt Stavangerhalvøya, 2001-02*. Rogalandsforskning. Rapport RF-2003/081. 110 s. + vedlegg.
- Tvedten, Ø.F, 2003. *Miljøundersøkelse av marine resipienter i Stavanger kommune, 2001-02*. Rogalandsforskning. Rapport RF-2003/080. 31 s. + vedlegg.
- Tvedten, Ø.F., V. Eriksen & Å. Mølversmyr 2002. *Miljøtilstand og tilførsler til Karmsundet, 2001-02*. Rogalandsforskning. Rapport RF – 2002/338. 59 s.
- Tvedten, Ø.F. 2001. *Langtidsovervåking av to marine resipienter i Rogaland. Resultater fra 1999 og 2000*. Rogalandsforskning. Rapport. RF-2001/037. 23 s + vedlegg. ISBN: 82-490-0095-1  
Gradering: Åpen, bestillingsnr: 2001/037 – 1190.

Blank side

## 6 Vedleggsoversikt

Vedlegg 1. Resultater fra hydrografimålinger

Vedlegg 2. Resultater fra vannanalyser, usikkerhet i vannanalyser, gjennomsnittstall, figurer som viser fordeling av næringssalter i ulike dyp.

Vedlegg 3. Forklaringer til noen ord og uttrykk.

Blank side

## Vedlegg 3 Forklaring til noen ord og uttrykk

**Abiotisk** – ikke biologisk.

**Aerob** – som kan leve i nærvær av molekylært oksygen.

**Anaerob** – organismer som kan leve og vokse uten nærvær av molekylært oksygen.

**Anoksisk** – uten oksygen, oksygenfritt.

**Antropogen** – av menneskeskapt opprinnelse.

**Aromater** – organiske forbindelser hvor karbonatomene er bundet til hverandre i ring(er) og annenhver binding er en dobbeltbinding.

**Artsidentifisering** – taksonomi, bestemme identiteten (navn) på et individ.

**Artsmangfold** - et mål på antall arter (artsrikdom) en prøve eller et område.

**Autotrof** – brukes om organismer som kan leve utelukkende av uorganiske forbindelser, eksempelvis fotosyntetiske grønne alger og planter.

**Avløpsvann** – kan være en blanding av vann fra husholdning, industri og overflateavrenning.

**BaP** – Benzo (a) pyren, fem-ring struktur av PAH

**Benthos** – organismer som lever på eller i havbunnen.

**Biogen** – av biologisk opprinnelse (brukes særlig i forbindelse med partikler og sedimenter).

**BOF** - (Biokjemisk oksygenforbruk), et mål på oksygenforbruk ved biokjemisk nedbrytning av organisk materiale. Oppgis for eksempel som mg O<sub>2</sub> pr liter.

**Brakkvann** – sjøvann som er iblandet ferskvann, saltholdighet under ca 20.

**Bunnfauna** – dyr som lever på eller i sjøbunnen.

**Børstemark** – mark som har børster på kroppen. Deles inn i mangebørstemark (polychaeter) som har mange børster på kroppen og fåbørstemark (oligochaeter). Mangebørstemark er vanligst i sjøvann og vi omtaler derfor mangebørstemark ofte som bare børstemark.

**CTD sonde** – instrument som måler konduktiviteten (ledningsevne for strøm) og temperatur (Conductivity Temperature Density). Resultatene brukes til å beregne saltholdighet og vannets tetthet (Density).

**Deteksjonsgrense** – den laveste verdien som kan påvises med metoden.

**Detritus** – dødt partikulært materiale av biologisk eller ikke biologisk opprinnelse.

**Diversitet** – arts mangfold, et mål på antall arter i en prøve eller et område.

**Ekskresjon** – utskillelse av stoffer i forbindelse med cellers stoffskifte.

**Eufotisk** – der det er godt med lys. Eufotisk sone er vanddyp hvor det er primærproduksjon.

**Eutroffeffekt** – virkning av økt næringssalttilførsel (f. eks. økt algevekst)

**Eutrofiering** – overgjødsling.

**Finfraksjon** – brukes her om partikler som er mindre enn 0,063 mm, det vil si leire og silt.

**Fotosyntese** – oppbygging av energirike organiske stoffer ved å bruke lys som energikilde – finnes bare hos organismer som inneholder klorofyll a.

**Glødetap** – vektreduksjon av en prøve etter forbrenning. Et mål på innhold av organisk materiale.

**H<sub>2</sub>S** – se hydrogensulfid.

**Heterotrof** – brukes om organismer som trenger organiske stoffer som energikilde, eksempelvis alle dyr, sopp og de fleste bakterier.

**Hydrogensulfid** – (dihydrogensulfid, H<sub>2</sub>S). Fargeløs og meget giftig gass. Dannes ved reduksjon av sulfat til sulfid, i fravær eller mangel på oksygen. H<sub>2</sub>S tyder på at miljøet er uten oksygen.

**Hydrografi** – den del av oceanografien (læren om havet) som beskriver havvannets fysiske og kjemiske forhold.

**Hydroider/hydrozoer** – nesledyr som er i slekt med for eksempel maneter.

**Hydrokarboner** – organiske stoffer som består utelukkende av karbon- og hydrogenatomer. Det enkleste er metan, CH<sub>4</sub>. De viktigste finnes i jordolje.

**Isolinje** – linje som forbinder punkter med samme verdi.

**Isoplet** – grafisk fremstilling av isolinjer.

**Juvenil** – ung (juvenile –engelsk: ungdom) , brukes om unge individ av dyr eller planter.

**Klorofyll** – grønne pigmenter (fargestoff) i fotosyntetiske organismer.

**Koeffisient** – betegnelse på en tallfaktor som står foran et matematisk uttrykk eller en del av det.

**KOF** - (kjemisk oksygenforbruk) mengde oksygen som forbrukes ved kjemisk nedbrytning av organisk materiale.

**Kvantitativt** – uttrykk for en fast mengde, antall, eller størrelse, -finne mengden av ulike stoff i en sammensatt forbindelse. Her i rapporten: Kvantitative bunnprøver. Prøven skal inneholde alle dyrene som var i bunn materialet (arealet) som grabben skulle ta prøve av. Se kvalitativt.

**Kvalitativt** – uttrykk for kvaliteten. For eksempel finne hva slags forbindelser som finnes i et sammensatt stoff. Ikke avhengig av mengdene av hvert stoff.

**Leire** – uorganiske partikler som er mindre enn 0,002 mm (< 2 μm)

**Makrobenthos** – bunnlevende organismer med diameter større enn 0,5 mm.

**Marin** – det som har med havet å gjøre, Latin *mare*, havet.

**MDS** - Multi Dimensional Scaling. En type multivariat analyse.

**Multivariate metoder** – her brukt om matematiske metoder som sammenligner og gir likheter og sammenhenger mellom mange ulike prøver og prøveparametre.

- Næringsalter** – stoffer som brukes av alger og planter, eksempelvis, nitrogen, fosfor og silisium.
- Nødoverløp** – utslippspunkt for avløpsvann, når ordinært ledningsnett ikke benyttes eller har for liten kapasitet (for eksempel ved mye overflatevann, regn).
- Organisk** – av biologisk opprinnelse, eller biologisk materiale. Inneholder karbon.
- Organisk materiale** – organisk stoff, av biologisk opprinnelse.
- Oseanografi** – vitenskapene som angår havet.
- PAH** – (Polyaromatiske hydrokarboner), eller tjærestoffer, er en gruppe forbindelser som består av 2 til 6 aromatiske benzen ringer.
- Parameter** – konstant i en ligning (se koeffisient). Representerer ofte variable som man velger en konstant verdi for som ledd i en forenkling av en matematisk modell. Brukes her også som en betegnelse på en type egenskap som kan observeres, måles eller beregnes, for eksempel nærings salt.
- PCB** (polyklorerte bifenyler). Dette er forbindelser som har blitt brukt i blant annet transformatorer, kjøleapparat, maling. På grunn av ekstrem lav nedbrytbarhet og giftighet overfor organismer, er PCB regnet som en av de verste miljøgiftene. De er nå mer eller mindre faset ut av bruk i Norge
- pe** – **person ekvivalent** er nå definert som den mengde organisk stoff som brytes ned biologisk med et biokjemisk oksygenforbruk målt over fem døgn, BOF<sub>5</sub>, på 60 g oksygen per døgn (avløpsforskriften, SFT 2002). Tidligere var 1 pe knyttet til stofftilførsler fra 1 person. Nå er det vanlig å regne 1,5 personer per 1 pe. I tillegg til BOF (Biokjemisk oksygenforbruk) finnes det blant annet verdier for hvor stor tilførsel av nitrogen og fosfor pr år det er pr pe.
- Pelagisk** – som er tilknyttet de frie vannmasser (ikke bunnen).
- Planktonisk** – angår frittlevende organismer som har så liten svømmeevne at de er prisgitt vannstrømmene.
- Resipient** – vannforekomst som mottar tilførsler av antropogen (menneskeskapt) opprinnelse. Begrepet brukes ofte i forbindelse med forurensninger, f. eks. ved utslipp av kommunalt avløpsvann eller prosessvann fra industri.
- Populasjon** – den samlede mengden av organismer av én art innenfor et gitt område.
- Primærproduksjon** – produksjon av biologisk materiale fra fotosyntetiserende organismer.
- Primærrensing** - oppnås dersom BOF<sub>5</sub>-verdien i avløpsvannet reduseres med minst 20 % i forhold til det som blir tilført og den samlede mengde suspenderte stoffer, SS, reduseres med minst 50 % i forhold til det som blir tilført renseanlegget, eller ikke overstiger 60 mg/l ved utslipp (avløpsforskriften, SFT 2002). Utslipp som kun går gjennom grove siler eller helt ubehandlet kalles direkte utslipp. Dersom utslippet går gjennom siler med spalteåpning på 1 mm og/eller slamavskiller kan primærrensekravet bli tilfredsstilt, men det er ikke alltid tilfelle.
- Salinitet** – saltholdighet.
- Sediment** – bunnslam, det som ligger på sjøbunnen
- Sedimenter/sedimentasjon** – partikler som synker ut fra vannmasse og til bunn
- Sekundærrensing** - oppnås dersom: 1) BOF<sub>5</sub>-verdien i avløpsvannet reduseres med minst 70 % i forhold til det som blir tilført renseanlegget eller overstiger 25 mg O<sub>2</sub>/l ved utslipp, og 2) KOF<sub>cr</sub>- verdien (KOF- Kjemisk oksygenforbruk) i avløpsvannet reduseres med minst 75 % forhold til det som blir tilført renseanlegget eller overstiger 125 mg O<sub>2</sub>/l ved utslipp (avløpsforskriften, SFT 2002). I tillegg anbefales det at SS-verdien (suspendert stoff) for det tilførte vannet reduseres med 90 % før utslipp, eller ikke overstiger 35 mg/l etter rensing.
- Silt** – uorganiske partikler som er større enn 0,002 mm (< 2 µm) og mindre enn 0,063 mm (<63 µm).
- Standard avvik** – et matematisk mål på variasjon/forskjeller mellom en serie med tall.
- Sublittoral** – dypere en lavvannsmerket.
- Taksa/taxa** (taxon) – en gruppe beslektede organismer
- Terrestrisk** – som angår landjorden.
- Terrigen** – som stammer fra landjorden.
- Terskel** – undersjøisk rygg som avgrenser et vannbasseng.
- Tertiærrensing** - knyttes opp mot prosentvis fjerning av nærings saltene nitrogen og fosfor, samt krav til utslippskonsentrasjoner av stoffene etter rensing.
- Tetthet** – tyngde på vannet. Sjøvannets tetthet (masse pr volum) er oppgitt som  $\sigma_t$  og 1000 kg må legges til for å få tyngde i kg pr m<sup>3</sup>. I våre farvann kan en forenklet si at tettheten øker med økende saltholdighet og trykk, og avtagende temperatur (ned mot frysepunktet).
- THC** – (Total hydrokarbon) et mål på det totale innhold av hydrokarboner, uten å skille mellom hvilke komponenter som inngår.
- TN** – total nitrogen, et mål på mengde nitrogen i en prove.
- TOC** – totalt organisk karbon, et mål på innhold av organisk materiale
- Toksisk** – giftig
- Topografi** – beskrivelse av terrengets fasong, i havet bunntopografi.
- Uorganisk** – inneholder ikke karbon (unntak karbonoksider), ”ikke biologisk”.