



OVERVÅKING AV EUTROFITILSTANDEN I YTRE OSLOFJORD

SAMLERAPPORT 2003



RAPPORT NR. 2004-0442

REVISJON NR. 01



DET NORSKE VERITAS



SAMLERAPPORT 2003

DET NORSKE VERITAS AS
DNV Consulting

Veritasveien 1
1322 Høvik
Norway
Tel: +47 67 57 99 00
Fax: +47 67 57 99 11
http://www.dnv.com
Org. No: NO945 748 931 MVA

Dato for første utgivelse: 2004-06-15	Prosjekt nr.: 62501776
Godkjent av: Erling Svendby Markedsansvarlig offentlig	Organisasjonsenhet: DNV Consulting Service Area SHE Management
Oppdragsgiver: Fagrådet Ytre Oslofjord/ Statens Forurensningstilsyn	Oppdragsgiver ref.: Bjørn Svendsen/ Tor Johannessen

Sammendrag:

Fagråd for Ytre Oslofjord (FYO) og Statens forurensningstilsyn (SFT) har sammen engasjert Det Norske Veritas (DNV) til å utføre en samordnet overvåking av eutrofitilstanden i ytre Oslofjord. Overvåkingen startet i 2001 og programmet er planlagt videreført i første omgang til år 2005. Programmet omfatter vannkvalitet, gruntvannssamfunn og bløtbunnsfauna. Denne rapporten omhandler alle temaene for 2003 samt en sammenligning med tidligere data i enkelte av de lokale resipientene.

Området er avgrenset av Drøbaksundet i nord og linjen mellom Kosterøyene og Jomfruland i sør og inkluderer Drammensfjorden. Sjøområdene i Grenland ble inkludert i overvåkingen i 2002.

Undersøkelsene av *vannkvalitet* gikk over hele året, men med ulik intensitet i delområder. Totalt 26 stasjoner fordelt over hele området ble besøkt i sommersesongen. Hydrografi, næringssalter, oksygen, klorofyll og algeplankton inngikk som parametere. Generelt framsto tilstanden i hovedfjorden som meget god til mindre god i henhold til SFTs tilstandsklasser. Det ble observert noe økt eutrofiering innover i fjorden og spesielt i lokale mer innelukkede fjordavsnitt.

Gruntvannundersøkelsen i 2003 viser at det har vært en økning av grønnalger og en reduksjon av tangarter i de områdene med størst ferskvannspåvirkning samt i enkelte andre lokale resipienter. Dette kan tyde på en økt eutrofiering i disse områdene.

Undersøkelsene av *bløtbunnsfauna* omfattet i 2003 tre stasjoner. Stasjonene har en relativ normal fjordfauna typisk for "dypvannsstasjoner". Stasjon R-5 betegnes som påvirket og utviklingen har vært negativ siden 2002.

Rapport nr.: 2004-0442	Emnegruppe: Marin overvåking	
Rapporttittel: Overvåking av eutrofitilstanden i Ytre Oslofjord Samlerapport 2003		
Utført av: Egil Dragsund, Karl Tangen, Ole Ø. Aspholm og Siri M. Bakke		
Verifisert av: Sam-Arne Nøland og Tor Jensen		
Dato for denne revisjon: 14.07.2004	Rev. nr.: 01	Antall sider: 71

Indekseringstermer

Eutrofiering
Vannkvalitet
Bunnsfauna
Gruntvann

- Ingen distribusjon uten tillatelse fra oppdragsgiver eller ansvarlig organisasjonsenhet, dvs. fri distribusjon innen DNV etter 3 år
- Strengt konfidensiell
- Fri distribusjon



<i>Innholdsfortegnelse</i>	<i>Side</i>
1 SAMMENDRAG	3
2 INNLEDNING	4
3 LOKALE TILFØRSLER	6
3.1 Årlige tilførsler 2002	6
3.2 Årsvariasjoner i lokale elvetilførsler	7
3.3 Månedlige tilførsler 2001 - 2003	10
3.4 Oppsummering tilførsler og foreløpige konklusjoner	11
4 VANNKVALITET	12
4.1 Stasjonsoversikt og prøvetaking	12
4.2 Hydrografi	13
4.3 Oksygenforhold	15
4.3.1 Oksygen i bunnvann	16
4.3.2 Oksygen i vannmassene	18
4.3.3 Oppsummering oksygenforhold og foreløpige konklusjoner	19
4.4 Næringssalter	20
4.4.1 Sommerverdier	20
4.4.2 Vinterverdier	21
4.4.3 N/P forhold	22
4.4.4 Oppsummering næringssalter og foreløpige konklusjoner	23
5 SIKTEDYP	24
6 PLANKTONALGER	25
6.1 Klorofyll-a	25
6.2 Kvantitativt viktige oppblomstringer	25
6.3 Geografiske forskjeller i planktonalgeforekomstene – regional inndeling	27
6.4 Oppsummering planktonalger og foreløpige konklusjoner	30
7 GRUNTVANSSAMFUNN	32
7.1 Innledning	32
7.1 Stasjonsoversikt	32
7.2 Resultater og diskusjon	33
7.2.1 Lokalitetsbeskrivelser og observasjoner i Ytre Oslofjord	33
7.3 Fordeling av alger	38
7.4 Gruppering av stasjoner	38
7.5 Utvikling over tid og sammenlikning med tidligere undersøkelser	39



SAMPLERAPPORT

7.5.1	Sammenlikning med andre undersøkelser i Hvalerområdet	41
7.5.2	Sammenlikning med tidligere undersøkelser Sandefjordsfjorden	43
7.5.3	Sammenlikning med tidligere undersøkelser i Larviksfjorden	45
7.5.4	Sandebukta	46
7.6	Oppsummering gruntvannssamfunn og foreløpige konklusjoner	47
8	BLØTBUNNSSAMFUNN	49
8.1	Innledning	49
8.2	Materiale og metoder	49
8.3	Resultater og diskusjon	50
8.3.1	Likhetsanalyser	54
8.3.2	Sammenlikning med tidligere undersøkelser	54
8.4	Oppsummering bløtbunnsfauna og foreløpige konklusjoner	55
9	SAMMENFATNING.....	56
10	REFERANSER	59



1 SAMMENDRAG

På oppdrag fra Fagrådet for Ytre Oslofjord og Statens forurensningstilsyn er det gjennomført en overvåking av eutrofitilstanden i ytre Oslofjord for år 2001 til 2003. Programmet er planlagt videreført i første omgang fram til 2005. Området er avgrenset av Drøbaksundet i nord og linjen mellom Kosterøyene og Jomfruland i sør og inkluderer Drammensfjorden.

Programmet omfatter:

- Innhenting av tilførselsdata fra andre programmer
- Vannkvalitet
 - Næringssalter
 - Oksygen
 - Planktonalger
- Gruntvannssamfunn
- Bløtbunnsfauna

Tilførslene til ytre Oslofjord kan deles i lokale og fjerntransporterte med innstrømmende vann særlig fra Nordsjøen, Østersjøen og Kattegat. De lokale kildene domineres generelt av landbruk og bakgrunnsavrenning. Økt rensing de siste 15 – 20 årene av industriavløp og kommunale avløp har redusert beregnede lokale tilførsler med 40% for fosfor og 10% for nitrogen forutsatt stabil ferskvannsavrenning. Imidlertid er det stor variasjon i vannføringen i elver både totalt for de enkelte år og sesongmessig. Vannføringen har økt noe i elvene og dette har ført til økte lokale tilførsler over de siste 10-20 år. Variasjonen i tilførslene er større enn variasjonen i vannføring og det observeres en økende trend spesielt for tilførslene av nitrogen og organisk materiale.

Tilstanden i hovedfjorden kan karakteriseres som god i forhold til de fleste parametrene. Det er en tendens til økt eutrofiering innover i fjorden som i noe større grad påvirkes av lokale tilførsler. Generelt synes langtransporterte tilførsler å dominere i hovedfjorden bortsett fra i indre område.

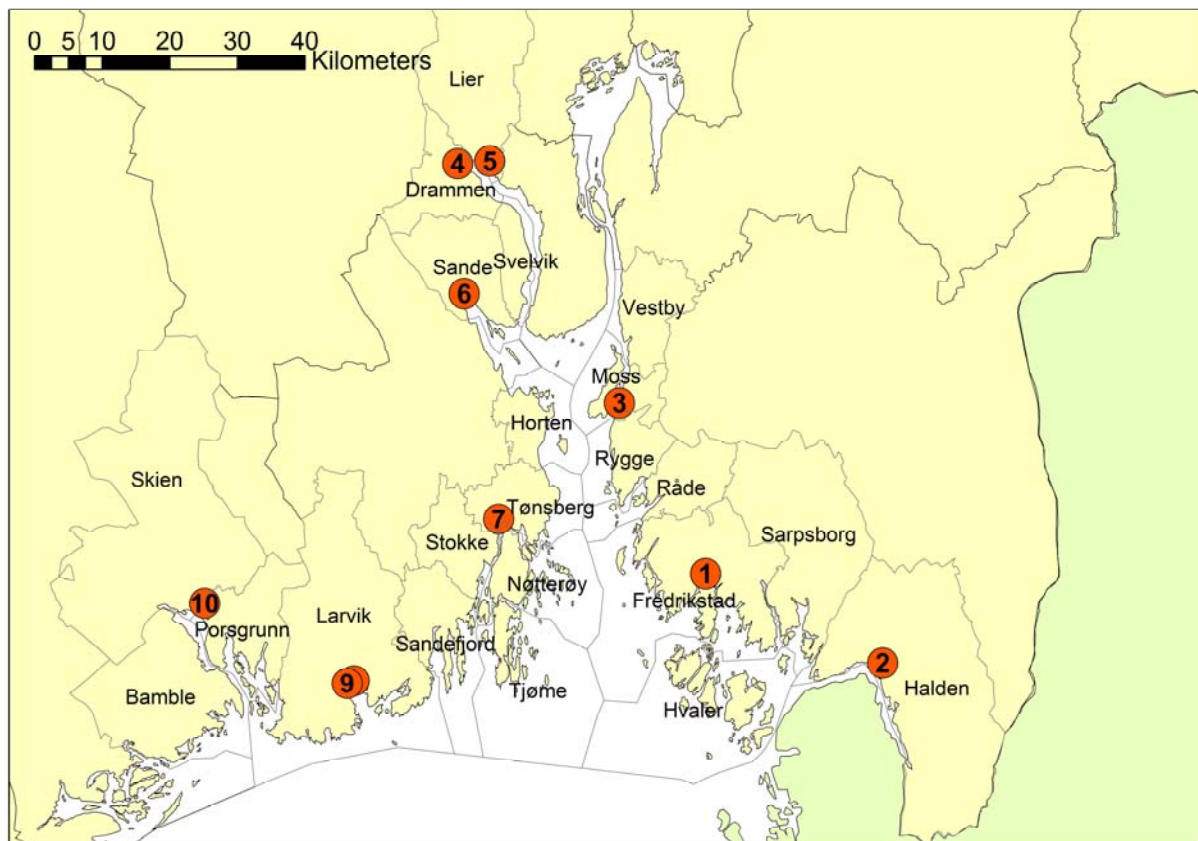
Tilstanden i enkelte av de lokale områdene hvor industri og kommunale avløp har vært viktige tilførselskilder har vist tydelig bedring over en 20-års periode som følge av økt rensing. En slik trend kan ikke eller i mindre grad observeres i områder sterkt påvirket av elver med landbruk som viktigste tilførselskilde.

Tilstanden i overflatelaget i de lokale resipientene varierer i stor grad med vannføringen i elvene. I forhold til vannkvalitet har dette gitt bedre tilstandsvurdering i forhold til de fleste lokale områdene i løpet av tre-årsperioden som følge av redusert vannføring. Dette bildet er imidlertid ikke entydig. For eksempel har mengden grønnalger økt i en del av disse lokale resipientene noe som kan tyde på økt eutrofiering.

2 INNLEDNING

Fagrådet for Ytre Oslofjord (FYO) og Statens Forurensningstilsyn (SFT) har sammen engasjert Det Norske Veritas (DNV) til å utføre en samordnet overvåking av eutrofitilstanden i Ytre Oslofjord for år 2003. Programmet startet opp i år 2001 og er planlagt videreført til år 2005.

Området er avgrenset av Drøbaksundet i nord og linjen mellom Kosterøyene og Jomfruland i sør (se kart Figur 2-1).



Figur 2-1 Kart over undersøkelsesområdet med de aktuelle kommunene som er med i Fagrådet for Ytre Oslofjord. Store elver er markert med nummer (se Tabell 3-1). (9) markerer både Farris og Numedalslågen (8).

Bakgrunnen for overvåkingen er å få økt kunnskap om miljøtilstanden i området og forhold som påvirker denne. EUs avløpsdirektiv (1991/271/EØF) legger vekt på at tilstanden i resipienten er av stor betydning for hvilke rensekrav som skal fastsettes. Direktivet angir kriterier for klassifisering av sjøområdene (følsomme, mindre følsomme) og relevante rensekrav som skal gjennomføres innen en frist på syv år. I brev av 21.2.2001 til EFTAs overvåkingsorgan ESA har Miljøverndepartementet klassifisert områder som følsomme og mindre følsomme. Neste revisjon skal foreligge senest i løpet av 2004.



SAMPLERAPPORT

Målsetningen med overvåkingen er å:

- fremskaffe en årlig oversikt over tilførsler av næringsalter og organisk materiale fra ulike norske kilder.
- beskrive tilstanden og følge utviklingen over tid i forhold til:
 - hydrografi
 - hydrokjemi
 - algeplankton
 - bløtbunnsamfunn
 - hardbunnsamfunn
- levere informasjon og data som grunnlag for oppfølging av relevante nasjonale og internasjonale forpliktelser, utarbeide miljømål, vurdere behovet for og effekten av tiltak

Overvåkingen i 2003 er gjennomført i samarbeid med:

Oceanor: Analyser av algeplankton, rapportering av vannkvalitet
AnalyCen: Kjemiske analyser av vannprøver
Universitetet i Oslo: Forskningsfartøyet F/F *Trygve Braarud*

Det er utarbeidet en samlerapport og tre delrapporter i forbindelse med overvåkingen:

DNV, 2004. Delrapport; Vannkvalitet 2003

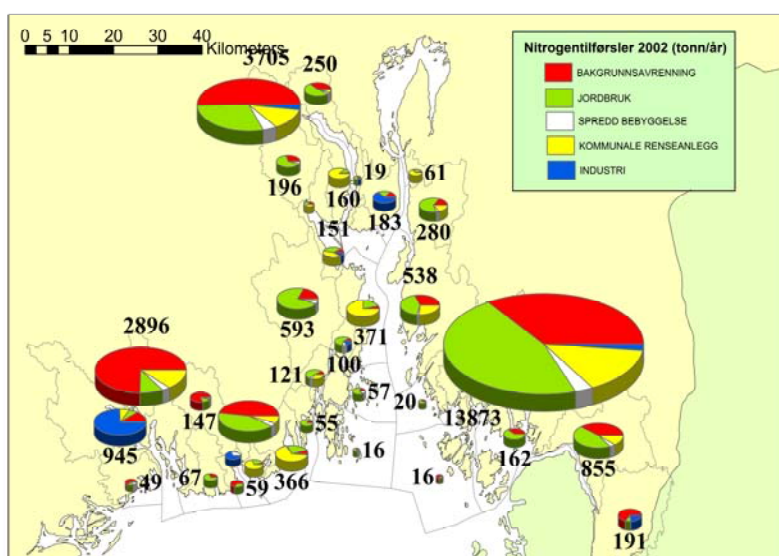
DNV, 2004. Delrapport: Gruntvannssamfunn 2003

DNV, 2004. Delrapport: Bløtbunnsfauna 2003

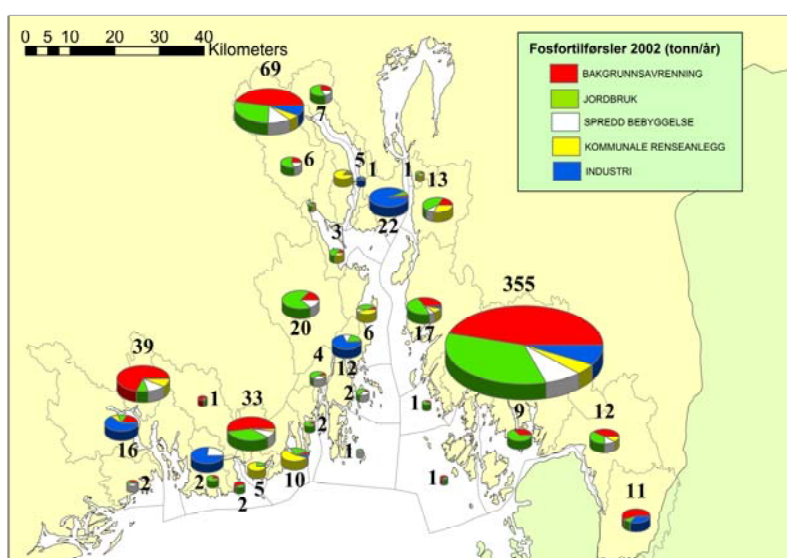
3 LOKALE TILFØRSLER

3.1 Årlige tilførsler 2002

Elvetilførslene inkluderer tilførsler fra alle de store kildene landbruk, bebyggelse og industri samt bakgrunnsavrenning. Beregningsmodellen TEOTIL (NIVA, 1996) fordeler tilførslene på de enkelte kildene basert på innrapporterte verdier fra industri og bebyggelse samt beregnede verdier for de øvrige kildene. Siste tilgjengelige data juni 2004 var for året 2002 (se Figur 3-1 og Figur 3-2).



Figur 3-1 Tilførsler av nitrogen til analyseområdet fordelt på mindre nedbørsfelt beregnet med modellen TEOTIL for året 2002.

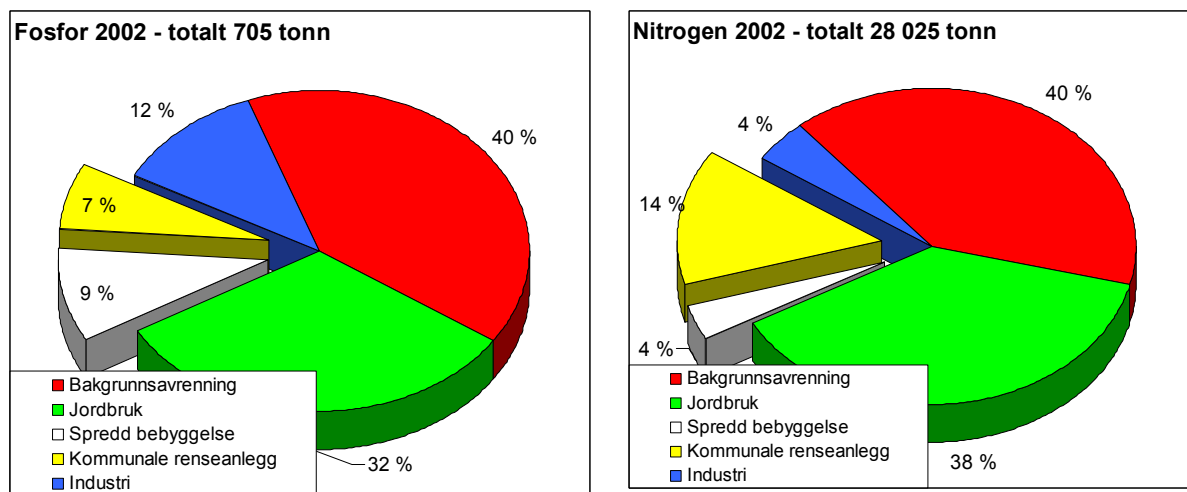


Figur 3-2 Tilførsler av fosfor til analyseområdet fordelt på mindre nedbørsfelt beregnet med modellen TEOTIL for året 2002.



TEOTIL modellen er primært satt opp for å beregne tilførsler til større sjøområder, men grunnlagsberegningene for avrenning fra arealer som er presentert her, er basert på NVE sin inndeling i mindre statistikkområder. De geografisk detaljerte data fra modellen inneholder imidlertid tilnærmelser i faktisk lokalisering av enkelte lokale kilder. Dette kan derfor føre til feil fordeling av tilførsler fra områder med små bidrag. For de totale bidragene fra store vassdrag og for hele området, har modellresultatene mindre avvik.

Totalt utgjør bidraget fra kommunale avløp til analyseområdet av fosfor og nitrogen henholdsvis 16 og 18% av de totale landbaserte tilførslene (Figur 3-3).



Figur 3-3 Beregnede totale tilførsler fra lokale kilder til ytre Oslofjord i 2002 (TEOTIL beregninger)

I perioden fra 1985 til 2000 viser beregningene at de lokale tilførslene til ytre Oslofjord av fosfor er redusert med vel 40% hovedsakelig pga. reduserte utslipp fra kommunale renseanlegg og nitrogen med knapt 10% hovedsakelig pga. reduserte utslipp fra industri (DNV, 2002).

3.2 Årsvariasjoner i lokale elvetilførsler

De viktigste lokale tilførselspunktene for næringssalter og organisk materiale til ytre Oslofjord er de store vassdragene Glomma (lokaliseringen er vist i Figur 2-1), Drammenselva, Numedalslågen og Skiensvassdraget. I tillegg er det også en rekke mindre elver som kan være dominerende tilførsler. Generelle avrenningsdata for disse elvene er presentert i Tabell 3-1.



Tabell 3-1. Viktige elver med avrenning til ytre Oslofjord (data NVE) (se også Figur 2-1).

Vassdrag	Nedbørsfelt (km ²)	Avrenning* (Langtids gj.sn.) 1000 m ³ /døgn
1. Tista	1588	1 975
2. Glomma	46 023	61 350
3. Mosseelva	690	866
4. Drammenselva	17 614	28 850
5. Lierelva	309	496
6. Sandeelva	193	282
7. Aulielva	363	469
8. Numedalslågen	5 577	10 200
9. Farris	491	915
10. Skienselva	12 831	23 535

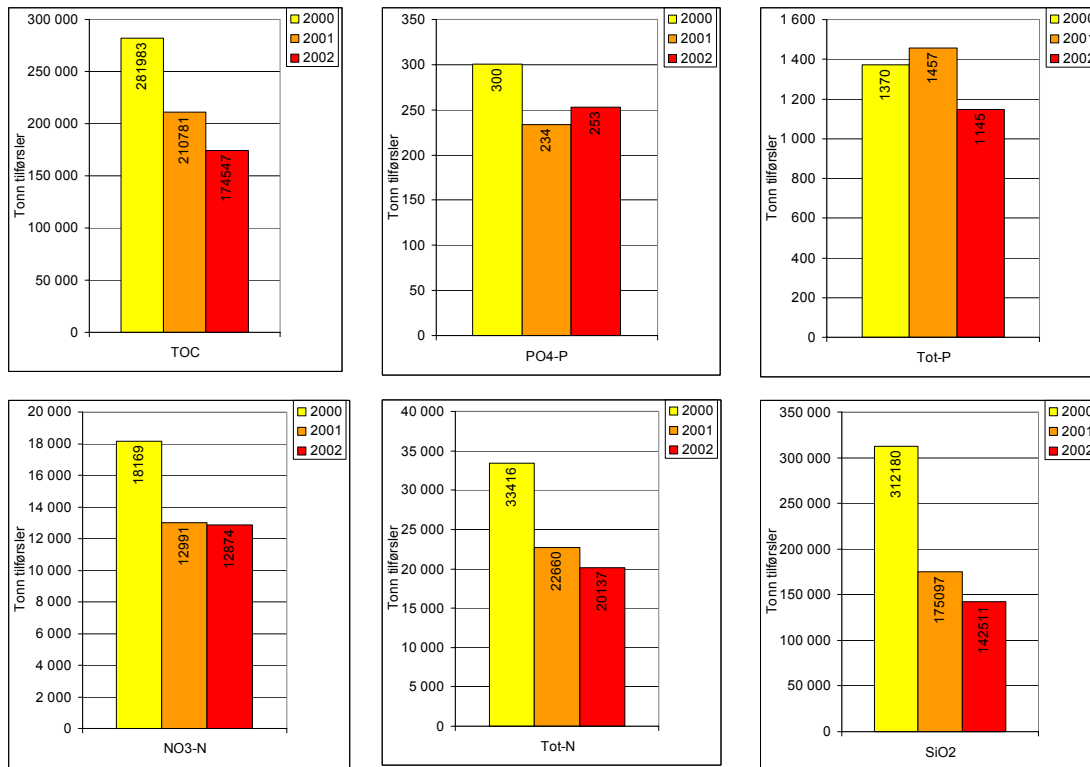
* - Avrenning ved nederste NVE

Tilførslene med elvene varierer med vannføringen (Aquateam, 2002; 2003; 2004). I enkelte vassdrag kan konsentrasjonen for flere av parametrene øke med økende vannføring pga. økt erosjon. Dette øker tilførslene ytterligere i forhold til vannføringen både i år og måneder med mye nedbør.

De tre siste årene (overvåkingsperioden) har det vært en nedgang i vannføring og dermed også en nedgang i tilførsler av næringssalter bortsett fra fosfat og totalfosfor som ikke viser like tydelig trend som de øvrige parametrene (Figur 3-4). Nedgangen i tilførslene er til dels større enn nedgangen i vannføringen (Aquateam, 2004). Årsavrenningen i 2001 var noe høyere enn 30-årsgjennomsnittet, tilnærmet lik i 2002 og noe lavere i 2003.

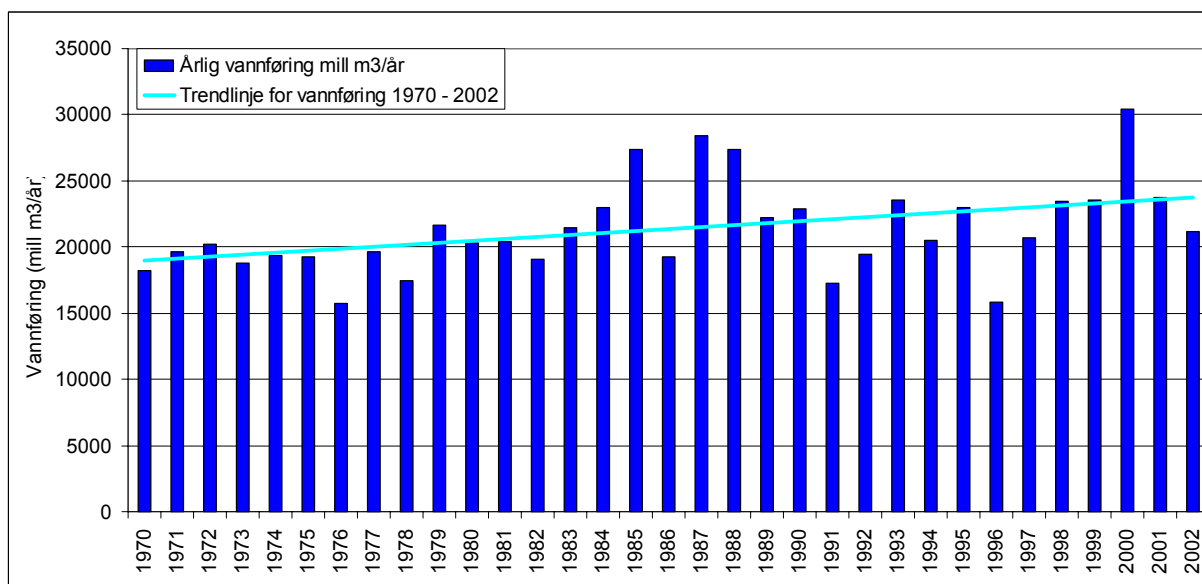


SAMLERAPPORT



Figur 3-4 Totale tilførsler av næringsstoffer med elver til ytre Oslofjord beregnet for de tre årene 2000, 2001 og 2002. Beregningene er basert på analyser av næringsstoffer fra vassdragene. Data fra Aquateam (2002, 2003, 2004).

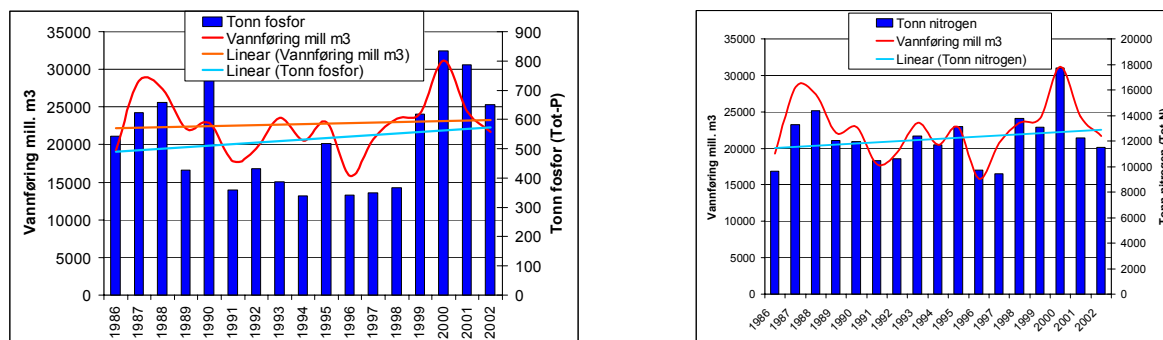
Langtidstrenden i årlig vannføring i alle vassdragene synes imidlertid å være økende (her presentert med Glomma, Figur 3-5), men med store variasjoner mellom enkeltår.



Figur 3-5 Årlig vannføring i Glomma (Solbergfoss) 1970 – 2002. Data fra NVE.

SAMPLERAPPORT

Dette har ført til økte lokale tilførsler av næringsalter og organisk materiale til ytre Oslofjord (vist for Glomma i Figur 3-6), tross betydelig reduserte utslipp fra kommunal kloakk og industri. Forutsatt konstant ferskvannsavrenning til ytre Oslofjord har tilførslene av fosfor blitt redusert med mer enn 40% og nitrogentilførslene med ca 10% i perioden 1985-2002 (DNV, 2002).

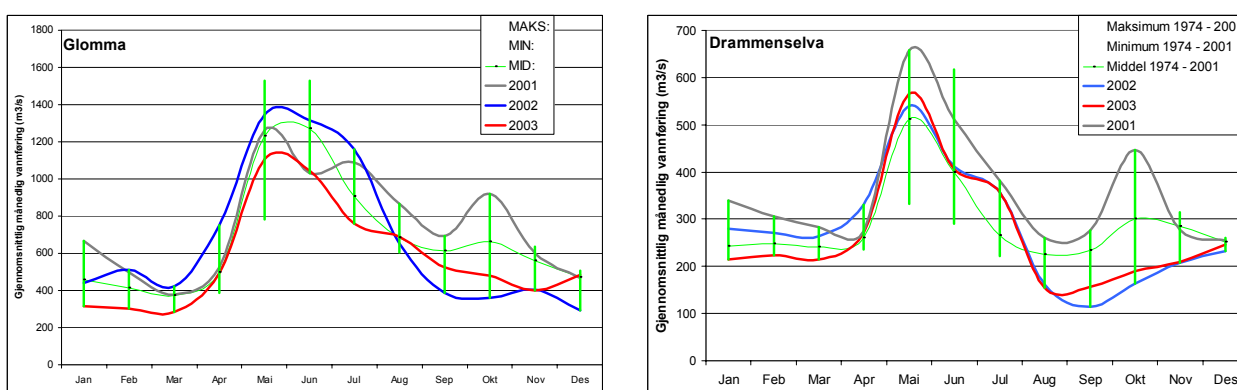


Figur 3-6 Tilførsler av totalfosfor og totalnitrogen (tonn) pr år ved Sarpfossen sett i sammenheng med vannføringen de enkelte år. Data fra FMVAØ, 2000 og diverse RID rapporter utarbeidet av NIVA og Aquateam.

3.3 Månedlige tilførsler 2001 - 2003

Tilførslene av næringsalter og organisk materiale over året vil ha tilnærmet samme variasjon som vannføringen, men vil på grunn av noe økte konsentrasjoner i flomperioder, være noe større i måneder med stor vannføring. På grunn av bedre datagrunnlag vil vi allikevel benytte vannføringen som illustrasjon på månedlige variasjoner i tilførslene fra elvene.

Vannføringsdata pr. måned (se Figur 3-7) for alle elvene, her illustrert med to av de største elvene Glomma og Drammenselva for årene 2001 – 2003, viser store avvik sammenlignet med månedlige middelerverdier for perioden 1974 – 2002. For eksempel er vannføringen i Glomma sommer 2002 betydelig høyere enn i 2001 tross lavere årsavrenning i 2002. Drammenselva avviker fra dette med størst vannføring også i denne perioden i 2001.



Figur 3-7 Månedlig vannføring i Glomma, Drammenselva og Numedalslågen i 2001, 2002 og 2003 sammenlignet med maks, min og middelvannføring i perioden 1974 – 2001 (data fra NVE)

Variasjonene i avrenningen i perioden mai – september kan ha stor innvirkning på vannkvaliteten i de lokale resipientene. Våroppblomstringen i perioden mars – mai vil normalt



binde det meste av løste næringssalter og dermed begrense videre primærproduksjon. Stor vannføring vil øke konsentrasjonen av næringssalter (erosjon) i elvene og dermed føre betydelig større mengder næringssalter ut i ferskvannspåvirkede deler av ytre Oslofjord. Dette fører til økt primærproduksjon.

3.4 Oppsummering tilførsler og foreløpige konklusjoner

Økt rensing av kommunale utslipp og industriutslipp har redusert de lokale tilførslene av fosfor med vel 40% og nitrogen med knapt 10% over en 20-årsperiode forutsatt konstant ferskvannsavrenning. Årlige og månedlige variasjoner i vannføringen fører imidlertid til at dette ikke observeres i tilførslene fra elvene. De lokale tilførslene til ytre Oslofjord har derfor til dels økt over den samme tidsperioden på grunn av økt avrenning i perioden. Dette gjelder spesielt for tilførslene av nitrogen og organisk materiale. Variasjonen i tilførslene er større enn variasjonen i vannføring.

Generelt utgjør kommunale tilførsler 16 – 18% av de totale lokale tilførslene. I enkelte lokale resipienter kan dette forholdet variere noe, men landbruk er totalt den største bidragsyteren med ca 32% av fosfortilførslene og 38% av nitrogentilførslene. I enkelte lokale resipienter, spesielt i Vestfold, står landbruket for mer enn halvparten av de totale tilførslene.

Kystovervåkingen utført for SFT av NIVA (NIVA, 2003) har vist at langtransporterte tilførsler spesielt av organiske og uorganiske partikler har økt i 10-års perioden. Spesielt i 2002 var det relativt store bidrag også av næringssalter. Dette reduserer ytterligere mulige effekter i forhold til primærproduksjon av gjennomførte lokale rensiltak.



4 VANNKVALITET

4.1 Stasjonsoversikt og prøvetaking

Totalt ble 26 stasjoner undersøkt på 13 tokt i løpet av perioden februar til desember 2003 (se Tabell 4-1).

Tabell 4-1 Oversikt over stasjoner benyttet i overvåkingen av vannkvalitet 2003 i forhold til bassengene i hovedfjorden.

Navn	Dyp (m)	Navn	Kommentar	Stasjon	Dyp (m)	Stasjon	Stasjon
				LA-1	105	Larviksfjorden	Sommertokt, 4 tokt
				SF-1	60	Sandefjord	Sommertokt, 4 tokt
				TØ-1	46	Tønsbergfjorden	Sommertokt, 4 tokt
				TØ-2	33	Hvalø	Sommertokt, 4 tokt
				HO-1	25	Horten Indre	Sommertokt, 4 tokt
				SAN-3	45	Sandebukta	Sommertokt, 4 tokt
				MO-1	46	Mossesundet	Sommertokt, 4 tokt
				MO-2	102	Mossesundet	Sommertokt, 4 tokt
				RA-1	120	Rauerfjorden	Sommertokt, 4 tokt
				KF-1	16	Krokstadfjorden	Sommertokt, 4 tokt
OF-1	452	Torbjørnskjær	Sommer- og vintertokt , 9 tokt	Ø-1	50	Leira	Sommertokt, 4 tokt
OF-2	358	Missingene	Sommer- og vintertokt , 9 tokt	I-1	52	Ramsø	Benyttes hele året, 13 tokt
OF-4	306	Bastø	Sommer- og vintertokt , 9 tokt	S-6	55	Kjeøy	Benyttes hele året, 13 tokt
OF-5	199	Breiangen	Sommer- og vintertokt , 9 tokt	R-5	34	Ringdalsfjorden	Benyttes hele året, 13 tokt
OF-7	200	Filtvedt	Sommertokt, 4 tokt	S-9	95	Haslau	Benyttes hele året, 13 tokt
D-1	85	Ytre Drammensfjorden	Sommertokt, 4 tokt	BC-1	96	Frierfjorden	Sommertokt, 4 tokt
D-2	119	Indre Drammensfjord	Sommertokt, 4 tokt	FG-1	106	Langesundsfjorden	Sommertokt, 4 tokt
D-3	97	Drammensfjorden	Sommertokt, 4 tokt	GI-1	208	Håøyfjorden	Sommertokt, 4 tokt



SAMPLERAPPORT

Det samme prøvetakingsprogrammet ble gjennomført på samtlige stasjoner, presentert i Tabell 4-2.

Tabell 4-2 Gjennomført prøveprogram på stasjonene

Parameter	Dyp
Konduktivitet	0 – ca. 2 m over bunn
Temperatur	0 – ca. 2 m over bunn
Oksygen	0 – ca. 2 m over bunn
Oksygenprøve	2 m over bunnen
Vannprøve alger	0 – 3 m
Håvtrekkprøve alger	0 – 2 m
Siktedyp	-
Vannprøve kjemi	2 m
	20 m

Det benyttes i tillegg opplysninger fra andre algeanalyser. Dette er prøver som Oceanor har samlet inn og undersøkt i annen sammenheng (ukentlige prøver fra Haslau i Singlefjorden og Grensebøye 2 i åpent farvann), og det er brukt opplysninger fra Statens Næringsmiddeltilsyns (SNT) program for skjellovervåking.

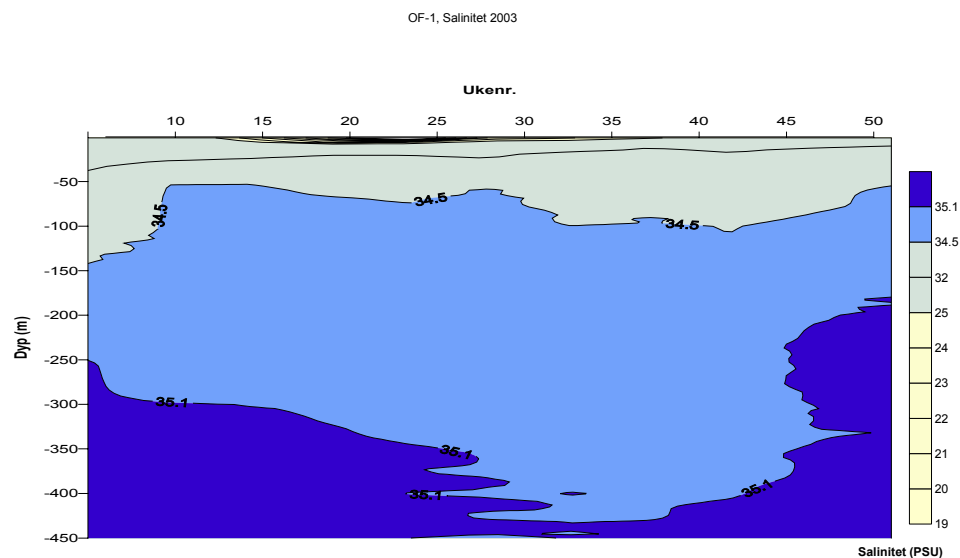
4.2 Hydrografi

Vannmassene i ytre Oslofjord er inndelt i fire hovedvannmasser (Anon, 1996):

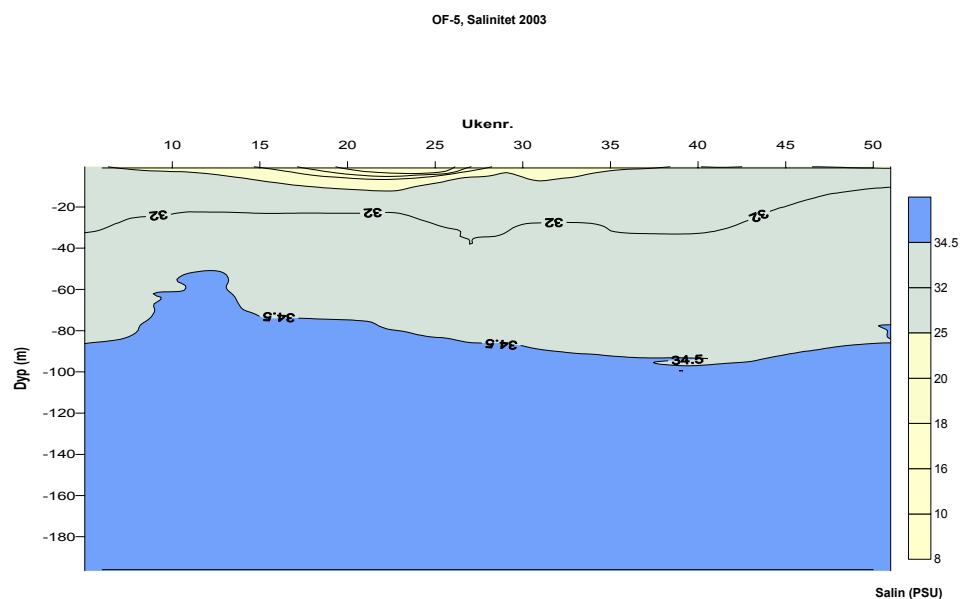
- Brakkvann med saltholdighet lavere enn 25 psu og temperaturer mellom -1° og ca 23°C . Dette dannes av lokale ferskvannstilførsel og viser størst mektighet i perioder med stor vannføring.
- Skagerrak kystvann med saltholdighet mellom 25 og 32 psu. Dette er hovedsakelig en blanding av Østersjøvann, overflatevann fra Kattegatt, vann fra sørlige/sentrale Nordsjøen og med innblanding av lokalt ferskvann.
- Skagerrakvann med saltholdighet mellom 32 og 35 psu. Dette deles ofte inn i to:
 - Øvre: med saltholdighet mellom 32 og 34,5 psu. Opprinnelsen er sørlige Nordsjøen, men blandes også med vann fra Østersjøen/Kattegatt og noe lokalt ferskvann.
 - Nedre: med saltholdighet mellom 34,5 og 35. Opprinnelsen er hovedsakelig fra sørlige Nordsjøen.
- Atlantisk vann med saltholdighet over 35 psu.

Med vannmassene fra ulike områder tilføres også varierende konsentrasjoner av næringsalter og partikler (uorganisk og organisk materiale).

Figur 4-1 viser utbredelsen av vannmassene på stasjon OF-1 Torbjørnskjær i 2003. Innstrømmingen av atlantisk vann etter uke 40 i 2002 kan observeres under 250 m dyp. Dominerende vannmasse i vertiklal utbredelse er nedre Skagerrakvann, mens brakkvann bare kan observeres i de øvre meterne og har størst utbredelse i uke 14 til 35. På høsten skjer det en ny innstrømming av atlantisk vann dypere enn ca. 200m.



Figur 4-1 Utviklingen av saltholdighet på stasjon OF-1 gjennom 2003. Horisontal akse angir ukenummer. Fargekode tilsvare inndelingen i vannmasser beskrevet over.



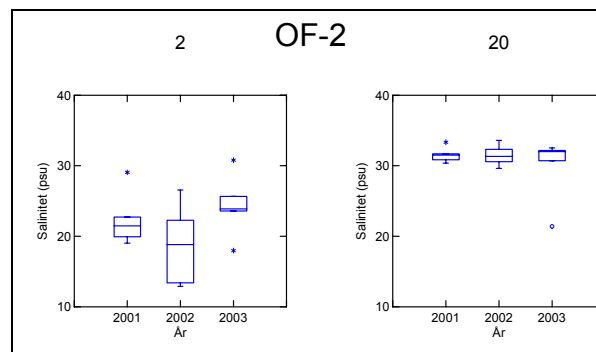
Figur 4-2 Utviklingen av saltholdighet på stasjon OF-5 gjennom 2003. Horisontal akse angir ukenummer. Fargekode tilsvare inndelingen i vannmasser beskrevet over.

Innstrømmingen av atlantisk vann nådde ikke inn til bassenget i Breiangen (Figur 4-2) i løpet av 2003. Største dyp på terskelen inn til Breidangen ligger på ca 100 m.

Figur 4-3 viser et boksploott av saltholdigheten på stasjon OF-2 Missingene i hovedfjorden. Boksen viser kvartilene, mens horisontal strek markerer medianverdien i resultatene fra sommerperioden. Vertikal strek markerer variasjonen i resultatene. Figuren viser at det er betydelig høyere variasjon i saltholdigheten sommer 2002 sammenlignet med de to andre årene.

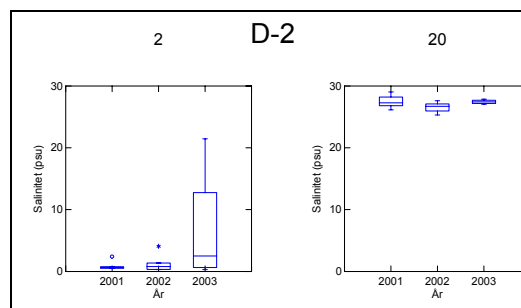


Medianverdien ligger også noe lavere. Dette gjelder for samtlige stasjoner i hovedfjorden og i en del av de lokale resipientene som Mossesundet, Vestfold og til dels i Frierfjorden. Dette skyldes sannsynligvis relativt stor ferskvannsavrenning sommer 2002 fra Glomma til ytre Oslofjord og andre lokale elver. I tillegg var det økte tilførsler fra kontinentet samme år.



Figur 4-3 Medianverdien (horisontal strek) og variasjonen i saltholdigheten i 2 og 20m dyp basert på 6 observasjoner fra hver sommer 2001, 2002 og 2003 på stasjoner i hovedfjorden.

Bildet er noe annerledes i en del av de andre lokale resipientene. Saltholdigheten i for eksempel Drammensfjorden i 2 m dyp er normalt svært lav (< 5 psu) med liten variasjon, men sommer 2003 er variasjonen til dels meget stor med enkelt observasjoner på mer enn 20 psu. Dette skyldes sannsynligvis lav vannføring i Drammenselva og innblanding av vann fra dypere vannlag.



Figur 4-4 Medianverdien (horisontal strek) og variasjonen i saltholdigheten i 2 og 20m dyp basert på 6 observasjoner fra hver sommer 2001, 2002 og 2003.

4.3 Oksygenforhold

Oksygen tilføres sjøvannet fra atmosfæren og ved fotosyntesen til algene. Innstrømmende vann fra utenforliggende områder kan ha høyere oksygenmetning enn vannet det erstatter. Oksygenet forbrukes ved nedbrytning av organisk materiale. Dette kan enten tilføres fra lokale landbasert kilder, ved nedsynking av marint produsert organisk materiale eller organiske partikler som tilføres med vannmassene fra Nordsjøen eller Kattegat/Østersjøen. Lokale tilførsler fra land har økt som følge av økt vannføring de siste 10 år (RID data, Aquateam, div rapporter, se kap. 3) og langtransporterte tilførsler har i følge Kystovervåkingen økt signifikant de siste 10 årene (NIVA, 2003). I enkelte lokale resipienter som for eksempel Mossesundet og Sandebukta er det store mengder organisk materiale i sedimentet fra eldre tilførsler som medfører et betydelig

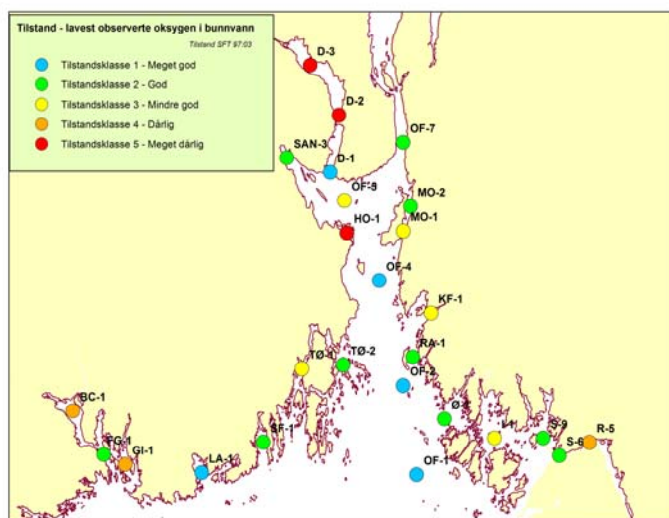
SAMLERAPPORT

oksygenforbruk. Forbruksraten er imidlertid vanligvis en indikasjon på tilførslene av organisk materiale.

Lave oksygenverdier i vannmassene i ytre Oslofjord observeres hovedsakelig ved bunnen i terskelbassenger og i tilknytning til sprangsjiktet (30 – 50 m dyp) hvor synkende organisk materiale kan akkumulere.

4.3.1 Oksygen i bunnvann

Kriteriene for oksygen i bunnvann i SFTs veiledning (SFT 97:03) for klassifisering av vannkvalitet ble benyttet som grunnlag for en vurdering av tilstanden på de 26 stasjonene (Figur 4-5).

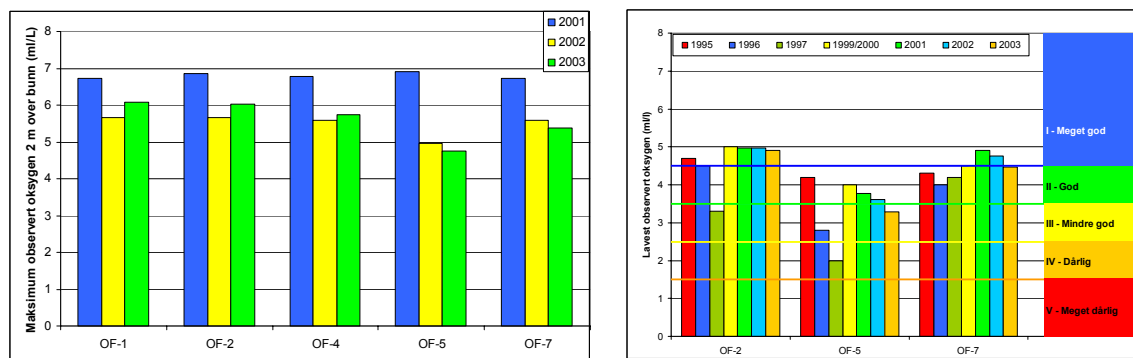


Generelt kan tilstanden i de åpne områdene i ytre Oslofjord i 2003 karakteriseres som I-Meget god til II-God. Sammenlignet med 2001 og 2002 er det små endringer. I Breidangen (OF-5) er forholdene blitt noe dårligere (III-Mindre god). I lokale resipienter varierer tilstanden, se følgende tekst for de enkelte områder.

Figur 4-5 Klassifisering av vannkvalitet på stasjoner i Ytre Oslofjord på grunnlag av lavest observerte oksygenverdi i løpet av toktene 2003.

Hovedfjorden

Figur 4-6 viser lavest observerte oksygenverdi i Rauøybassenget (OF-2), Breidangen (OF-5) og Drøbaksundet (OF-7) i perioden 1995 – 2003. Tilstanden i ytre område har vært stabil i treårsperioden, mens det er en nedgående trend i Breidangen og i Drøbaksundet. Imidlertid ligger nivået betydelig høyere enn lavest observerte nivå i 1997.



Figur 4-6 Venstre figur viser høyest observerte oksygenverdi i bassengene i hovedfjorden 2 m over bunn i 2001 – 2003. Høyre figur viser lavest observerte oksygenivå i dypvannet i tre bassenger i ytre Oslofjord 1995-2003.

SAMLERAPPORT

De observerte variasjonene i perioden fra 1995 har generelt sammenheng med hyppigheten av utskiftning av bassengvannet og kvaliteten til de innstrømmende vannmassene og i liten grad sammenheng med variasjoner i lokale tilførsler.

Normalt er det en stor innstrømming av vann til hovedbassengene i ytre Oslofjord hvert år. Denne skjer i perioden seinhøst til vinter. De lavest observerte nivåene i bassengene i 1996/1997 skyldtes liten til ingen innstrømming av vann i samme periode (HI, 1999).

Utskiftningen av bassengvann i 2001 – 2003 har fulgt det normale mønsteret med en større innstrømming i vinterhalvåret. Venstre figur (Figur 4-6) presenterer høyest observerte oksygenverdi 2m over bunn i alle bassengene i hovedfjorden som en indikasjon på oksygeninnholdet i det innstrømmende vannet. I 2001 hadde det vært en stor innstrømming av atlantisk vann med høyt oksygennivå under ca 30 – 50 m i hele ytre Oslofjord området. Spesielt i Breidangen og Drøbaksundet er oksygenverdien i det innstrømmende vannet betydelig lavere i 2002 og 2003. Kvaliteten på innstrømmende vann er sannsynligvis viktigste årsak til reduserte minimumsverdier de siste tre år.

Lokale resipienter

Lokale resipienter med begrenset vannutskiftning og redusert oksygennivå i bassengvannet er:

- Ringdalsfjorden – Iddefjorden
- Horten havn
- Singlefjorden – Hvalerområdet
- Vestfjorden ved Tønsberg
- Mossesundet
- Grenlandsområdet
- Drammensfjorden

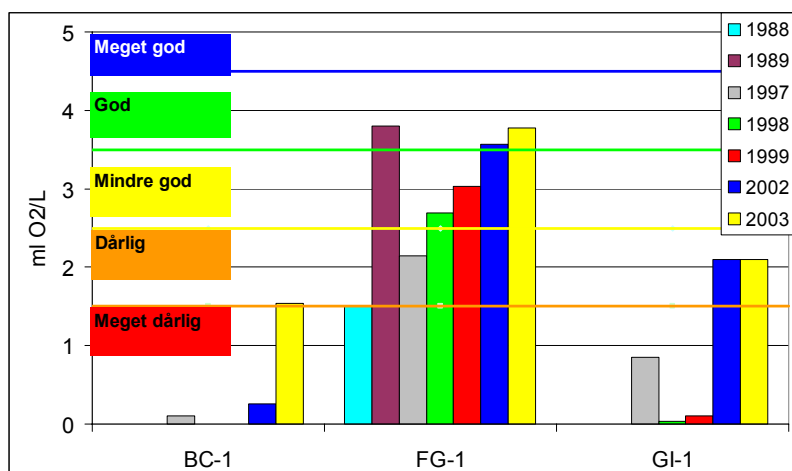
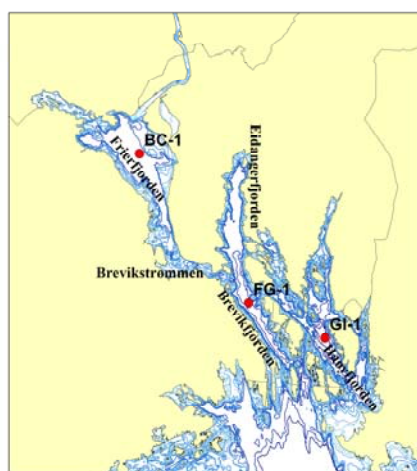
Drammensfjorden og muligens indre Horten havn (HO-1) er naturlig anoksiske områder hvor utskiftningen av bassengvannet er for liten og sjelden til å opprettholde gode oksygenforhold selv bare med naturlige tilførsler.

I de øvrige områdene er redusert tilstand forårsaket av for store menneskeskapte tilførsler av organisk materiale. I enkelte av de lokale resipientene var tilførslene av organisk materiale tidligere dominert store industrielle og til dels kommunale utslipp. Dette gjelder for eksempel Ringdalsfjorden, Iddefjorden, Mossesundet og Grenland.

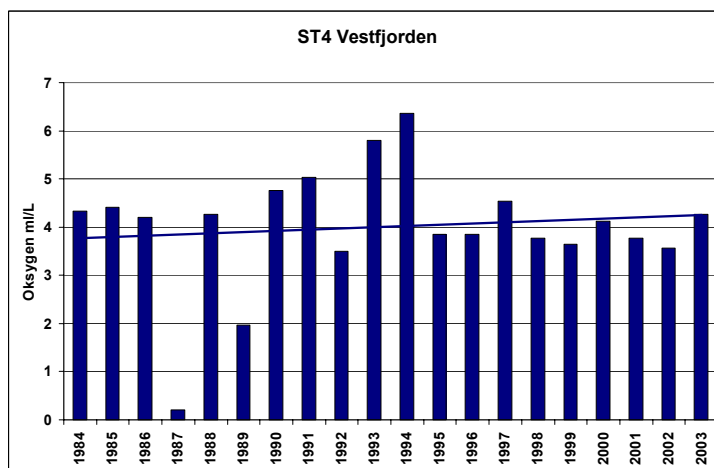
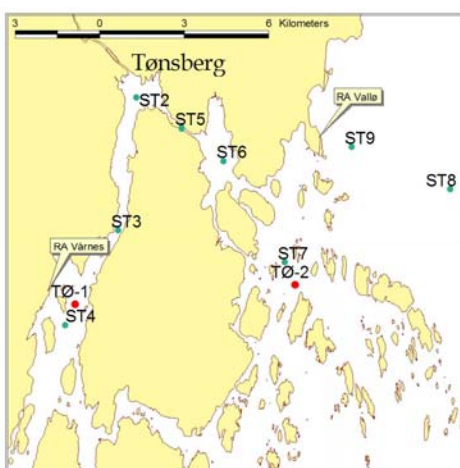
Det er tidligere (NIVA, 1999; 2000) konkludert med en betydelig bedring av oksygenforholdene i for eksempel Grenlandsområdet (Figur 4-7) fra 70-tallet til slutten av 90-tallet. Data fra 70-tallet fra Frierfjorden og Håøyfjorden viste langvarige oksygenfrie forhold med høyt nivå av hydrogensulfid (NIVA, 1988). Selv om tilstanden fortsatt er karakterisert som fra *IV-Dårlig* til *V-Meget dårlig* på enkelte av stasjonene i denne undersøkelsen 2002 – 2003, synes bedringen av tilstanden å fortsette i dette området.

Utviklingen i lokale resipienter hvor tilførslene i større grad er dominert av landbruk, for eksempel Singlefjorden/Hvalerområdet og Vestfjorden ved Tønsberg, er mer usikker selv om langtidsdata kan synes å indikere en svak positiv trend også her (Figur 4-8).

SAMPLERAPPORT



Figur 4-7 Lavest observerte oksygennivå i dypvannet på stasjoner i Frierfjorden – Langesundområdet 1988-2003. Data for 2002 er hentet fra NIVA (1999; 2000).



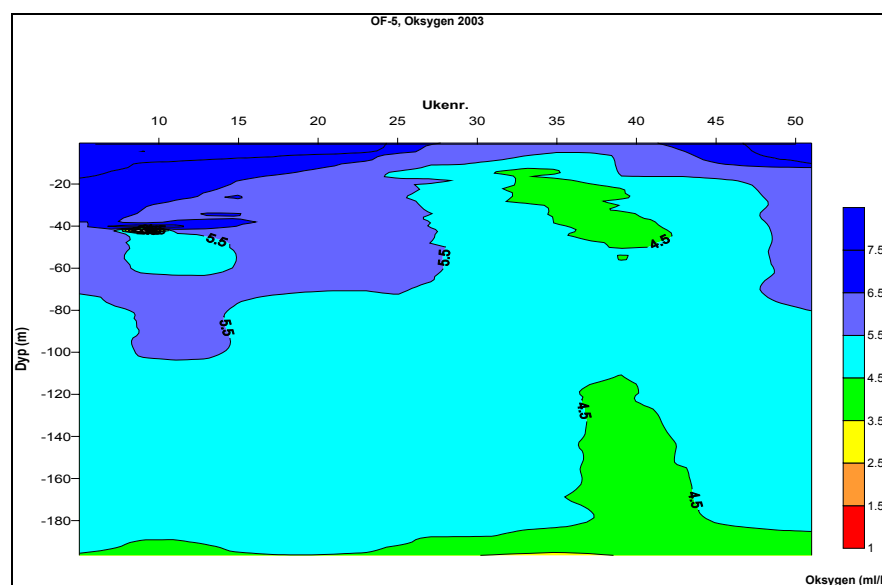
Figur 4-8 Lavest observerte oksygenverdi 2 m over bunn i juni – juli på stasjon ST4 i Vestfjorden (like ved stasjon TØ-1) ved Tønsberg (data fra TAU).

4.3.2 Oksygen i vannmassene

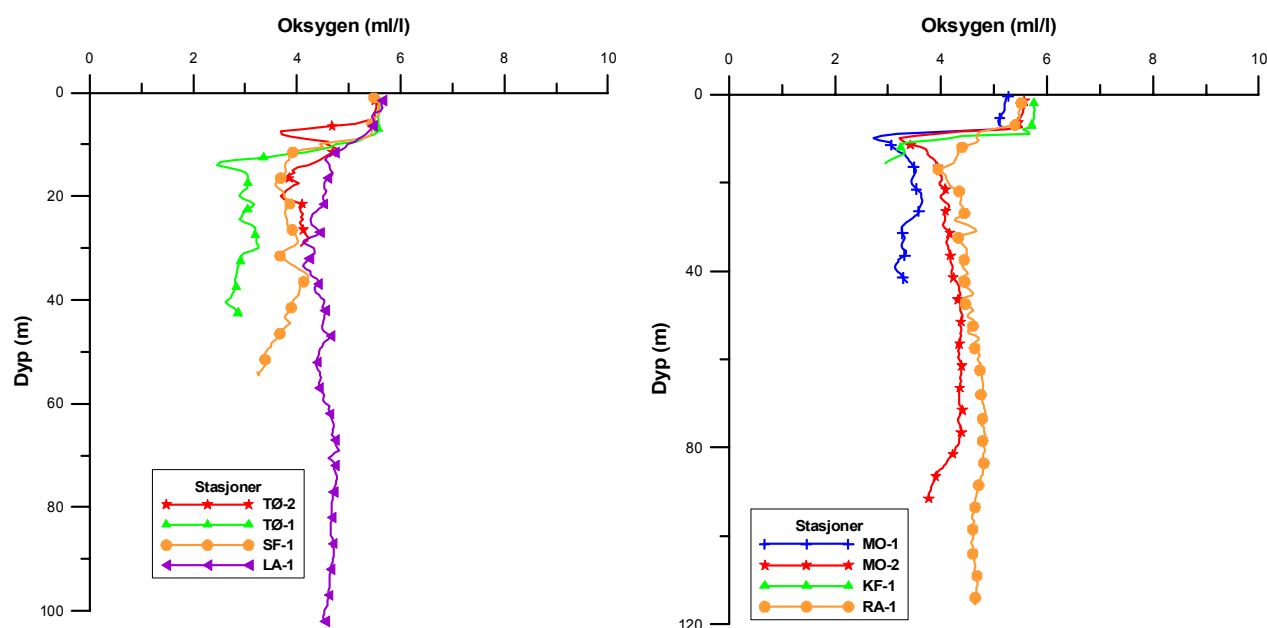
Organisk materiale som synker, vil i perioder med markert tetthetssjiktning kunne akkumulere i disse sjiktene. Under nedbrytningen forbrukes oksygen og dette gir et oksygenminimum som ofte ligger rundt 20 – 50 m i ytre Oslofjord. Dette observeres både i de lokale resipientene og i hovedfjorden. Dette er mest markert på sensommeren – høsten etter oppblomstringen av planktonalger (Figur 4-9).

Oksygenminimumet er mest markert på stasjoner som er påvirket av lokale tilførsler av organisk materiale som Mossesundet og Vestfjorden ved Tønsberg (Figur 4-10).

SAMLERAPPORT



Figur 4-9 Isoplott av oksygenforholdene på stasjon OF-5 gjennom 2003. Horizontal akse representerer ukenummer. Fargekoden tilsvare SFT tilstandsklasser bortsett fra I Meget god ($> 4,5$ ml/L) hvor det er angitt en inndeling.



Figur 4-10 Oksygenprofiler fra enkelte stasjoner i ytre Oslofjord august 2003.

4.3.3 Oppsummering oksygenforhold og foreløpige konklusjoner

Basert på oksygenivået i bunnvannet i løpet av undersøkelsesperioden kan tilstanden i de åpne delene av Ytre Oslofjord generelt karakteriseres som I-Meget god til II-God i henhold til SFTs tilstandsklasser. Redusert tilstand i enkelte år før undersøkelsesperioden 2001-2003 skyldtes ingen utskifting av bassengvannet over flere år, mens redusert tilstand i undersøkelsesperioden

SAMPLERAPPORT

hovedsakelig skyldes kvaliteten på innstrømmende vann med lavt oksygennivå og relativt høye konsentrasjoner av organisk materiale. Redusert tilstandsklassifisering basert på oksygenforholdene i bunnvannet skyldes derfor i liten grad lokale tilførsler.

I enkelte lokale resipienter observeres redusert nivå tilsvarende tilstandsklasse III-*Mindre god* til IV-*Dårlig*. Dette skyldes hovedsakelig lokale tilførsler i kombinasjon med langtransporterte tilførsler og varierende vannutskiftning. I flere lokale resipienter som tidligere var anoksiske, har det vært en betydelig bedring over de siste 20 år som følge av økt rensing av industrielle og kommunale utslipp. Undersøkelsene i 2001 – 2003 bekrefter denne trenden.

I lokale områder hvor landbruket er dominerende utslippskilde, kan man ikke observere en tilsvarende utvikling over 20-årsperioden.

4.4 Næringsalter

4.4.1 Sommerverdier

Løste næringsalter som ammonium, nitrat og fosfat vil i vekstperioden i stor grad bli tatt opp av algeplankton og andre planter. Forhøyede verdier i overflatelaget i denne perioden tyder derfor på lokale tilførsler eller oppstrømming av dypere liggende vannmasser. Figur 4-11 viser tilstandsklassifiseringen av stasjoner i ytre Oslofjord for sommerperioden 2003 basert på SFT sine kriterier (SFT, 1997).

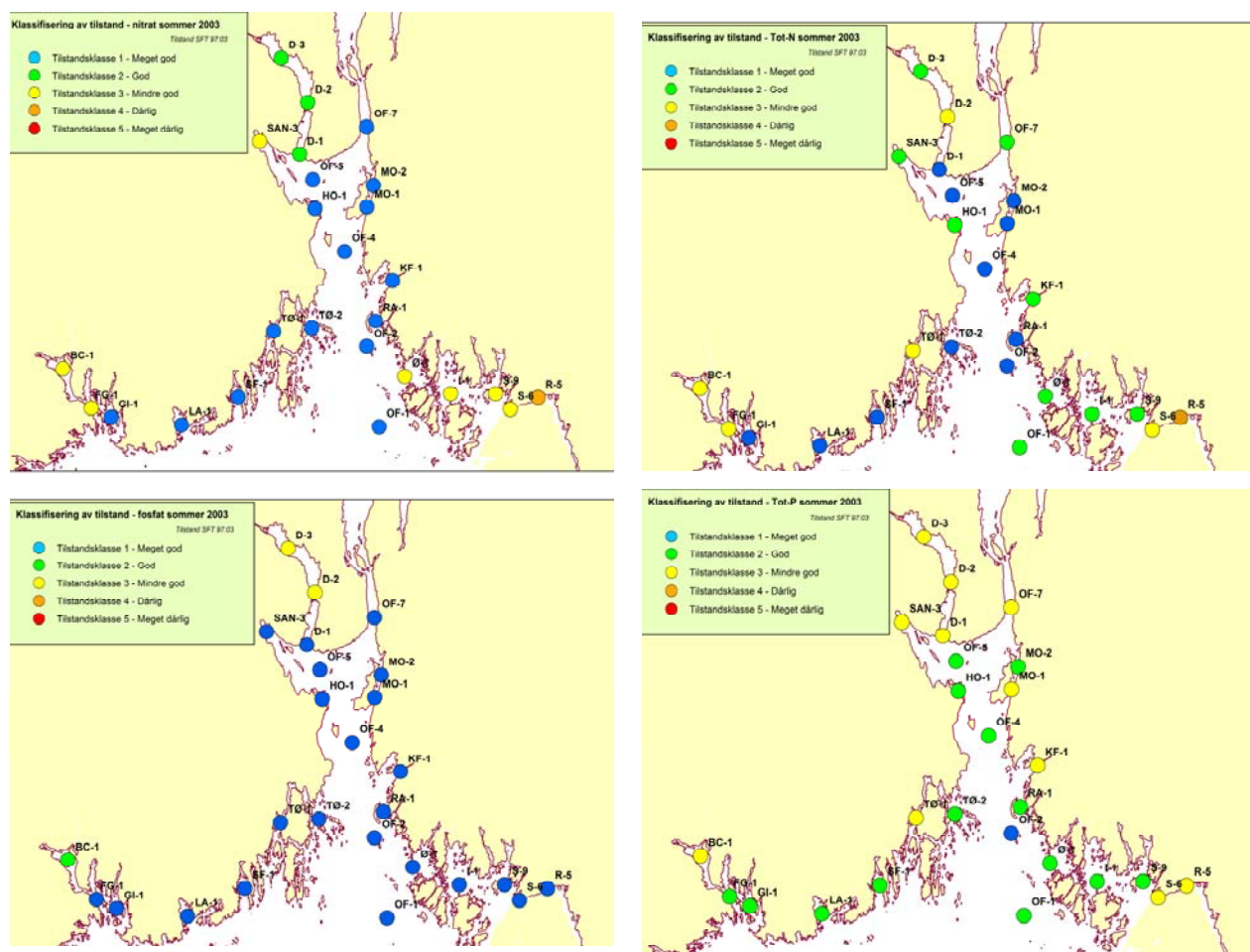
Generelt fremstår tilstanden til området i denne perioden som I-*Meget god* til II-*God*.

Tilstanden til en del lokale områder som Ringdalsfjorden, Hvaler/Singlefjorden, Drammensfjorden, Sandebukta, Vestfjorden og Grenland kan klassifiseres som III-*Mindre god* til IV-*Dårlig* i forhold til en eller flere av parametrene. Alle disse områdene er ferskvannspåvirkede med elvetilførsler.

For de fleste parametrene er tilstandsvurderingen for 2003 bedre enn tidligere to år, spesielt sammenlignet med forholdene sommer 2002. Alle tre årene er det en tendens til økte konsentrasjoner innover fjorden med høyest verdier i Breidangen (OF-5).

De lokale resipientene Hvaler-Ringdalsfjorden, Drammensfjorden, Sandebukta, Vestfjorden ved Tønsberg og Grenlandsområdet skiller seg ut med redusert tilstand.

SAMLERAPPORT



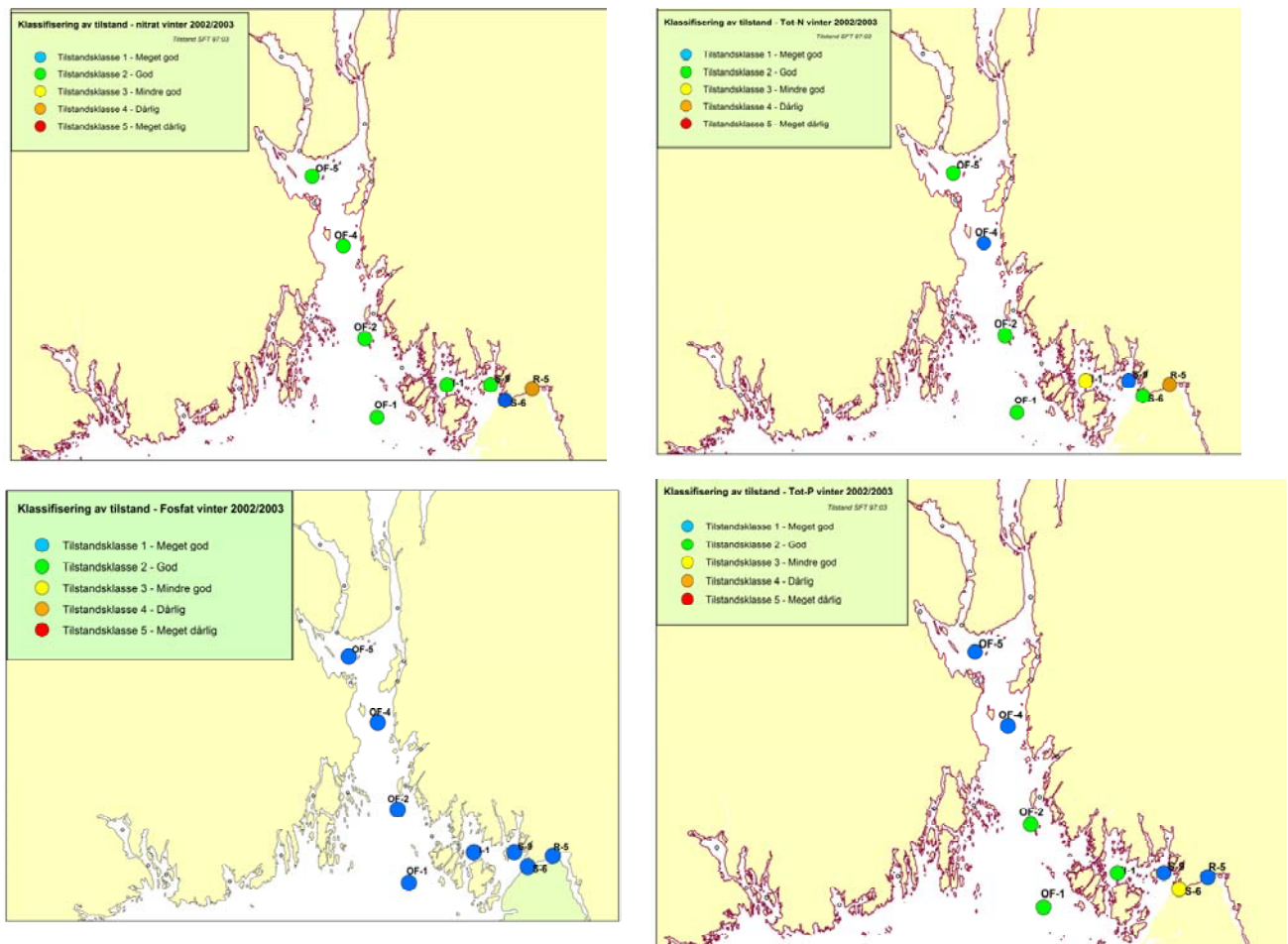
Figur 4-11 Klassifisering av vannkvaliteten på stasjoner i ytre Oslofjord på grunnlag av medianverdien fra analyser av nitrat, totalnitrogen, fosfat og totalfosfor av fire til seks vannprøver tatt i løpet av sommersesongen (juni-september) 2003

4.4.2 Vinterverdier

Basert på vinterverdier av næringssaltene fremstår tilstanden til området som II-God til I-Meget god (Figur 4-12). Også i vinterperioden er det betydelig endring i tilstandsklassifiseringen fra 2002. De fleste stasjonene er karakterisert i en til to tilstandsklasser bedre.



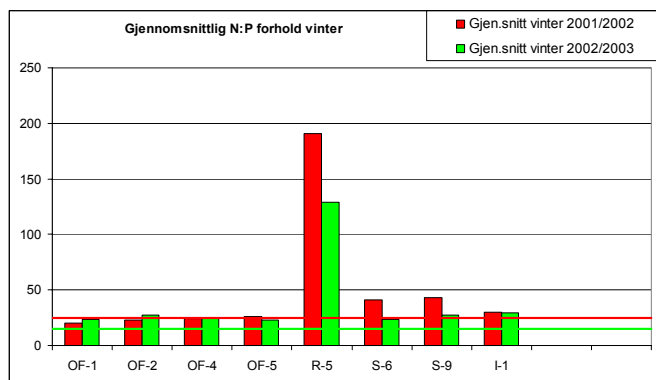
SAMPLERAPPORT



Figur 4-12 Klassifisering av vannkvaliteten på stasjoner i ytre Oslofjord på grunnlag av analyser av næringsalter fra tre vannprøver tatt i løpet av vintersesongen 2002/2003 (desember-februar)

4.4.3 N/P forhold

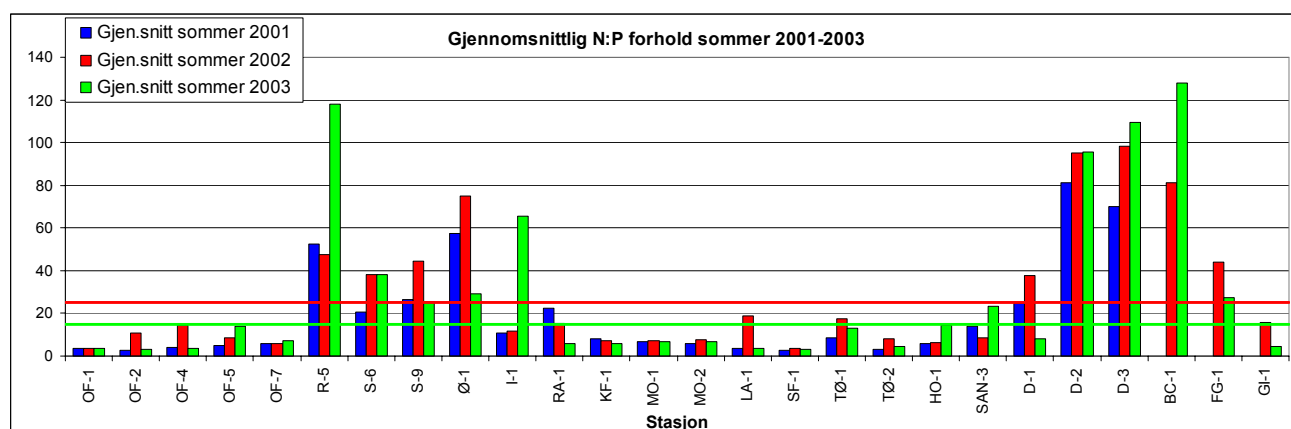
Gjennomsnittlig forholdstall mellom nitrogen- og fosfor-innholdet i planteplanktonet angis ved



det såklate Redfield-forholdet. Uttrykt i atomer er dette N:P = 16:1. Forholdstallet mellom de tilsvarende næringsaltene i havet er totalt ca. 15:1. Store avvik fra dette forholdet, spesielt i vinterverdiene, kan tyde på lokale tilførsler eller andre lokale forhold som remineralisering i oksygenfattig dypvann.

Figur 4-13 Gjennomsnittlig forholdstall mellom nitrat og fosfat i overflatevann fra prøver tatt i februar, november og desember 2001 og vinter 2002/2003. Rød linje markerer forholdstall 25 og grønn Redfield-forholdet 16

SAMLERAPPORT



Figur 4-14 Gjennomsnittlig forholdstall mellom nitrat og fosfat fra prøver tatt på 2m dyp på seks tokt hver av somrene 2001 - 2003. Rød linje markerer forholdstall 25 (50% avvik) og grønn markerer Redfield-forholdet 16.

OSPAR arbeidsgruppe innen eutrofiering angir et forholdstall større enn 25 (50% økning) basert på vinterverdiene som kriterium for betydelig avvik fra normale verdier. Slike avvik finner man på typisk ferskvannspåvirkede områder i ytre Oslofjord både i vinterperioden og sommerperioden (Figur 4-13 og 4-14).

4.4.4 Oppsummering næringsalter og foreløpige konklusjoner

Tilstandsvurderingen av området basert på konsentrasjonen av næringsalter i vannmassene har endret seg til dels betydelig mellom de tre årene i undersøkelsesperioden. I de lokale resipientene kan dette i stor grad forklares med variasjoner i de lokale ferskvannstilførslene mellom år og sesonger. Langtransporterte tilførsler i vannmasser fra blant annet den sørlige Nordsjøen kan også bidra til variasjonene spesielt i forhold til de relativt høye verdiene observert i 2002 både på 2 og 20 m dyp i hovedfjorden.

Lokal tilførsler fra elvene fører til store avvik i N:P forholdet lokalt. Dette gjelder spesielt Ringdalsfjorden – Singlefjorden – Hvalerområdet, Drammensfjorden og Grenlandsområdet.

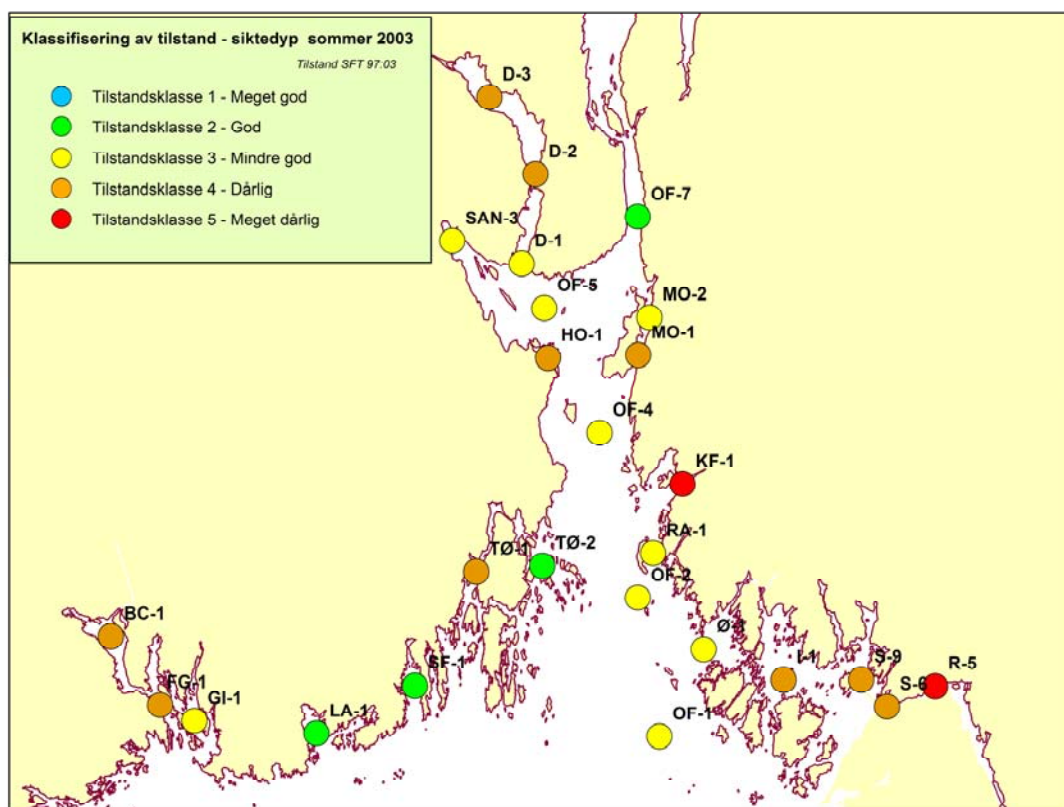
5 SIKTEDYP

Siktedypet kan erfaringsmessig uttrykkes som en funksjon av vannets innhold av fargestoffer, organiske og uorganiske partikler. Planktonalger inngår som en del av de organiske partiklene, men det er generelt ingen klar sammenheng mellom mengde alger og siktedyp i ytre Oslofjord. Humus og andre typer partikler spiller en betydelig rolle i enkelte av de lokale resipientene.

Medianverdien av siktedyp-observasjonene i løpet av sommeren er benyttet som grunnlag for å klassifisere tilstanden i fjorden (Figur 5-1). Hovedfjorden er karakterisert som III-*Mindre god*, mens Moss og Hvaler-Singlefjorden er karakterisert som IV-*Dårlig*. I Ringdalsfjorden som er sterkt påvirket av humusrikt ferskvann fra Tista, tilsvarende forholdene IV-*Dårlig* til V-*Meget dårlig*. Dette gjelder også Krokstadfjorden som er sterkt påvirket av en mindre lokal avrenning.

Vestfold ble i 2002 karakterisert som III-*Mindre god*, men er 2003 klassifisert som II-*God*, bortsett fra Vestfjorden ved Tønsberg.

Det er generelt dårligst forhold i typisk ferskvannspåvirkede områder.



Figur 5-1 Klassifisering av tilstand i henhold til SFT 97:03 basert på medianverdien seks observerte siktedyp i løpet av sommeren 2002 (juni-september).

6 PLANKTONALGER

I rapporten om vannkvalitet for 2002 (DNV, 2003) var det en summarisk beskrivelse av rollen algeplanktonet har i vannmassene og hvordan forekomstene kan gi et bilde på graden av eutrofiering. I faktaboksen til høyre er en utdypning av planktonalger gitt.

6.1 Klorofyll-a

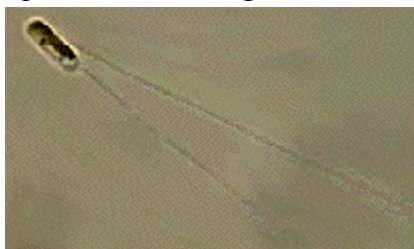
Klassifiseringen av miljøtilstand (SFT 1997) basert på sommerv verdiene av klorofyll-a er vist i

Figur 6-1. Biomasseverdiene (klorofyll-a) var gjennomgående lavere i 2003 enn i de to foregående årene. Den innerste stasjonen i Drammensfjorden (D-3) hadde høyere gjennomsnittlig klorofyllverdi enn året før. Dette skyldtes hovedsakelig en markert oppblomstring av kiselalgen *Chaetoceros thronsenii* i september. Noe høyere saltholdigheter i overflaten innenfor Svelvik kan ha gitt bedre vekstbetingelser enn i 2001 og 2002 for denne arten og andre brakkvannsalger som det også var høyere konsentrasjoner av i 2003. Den høyeste klorofyllverdien som ble observert i 2003 var i Iddefjorden (R-5, Ringdalsfjorden) i mai. Dette falt sammen med en kraftig oppblomstring av den relativt store kiselalgen *Diatoma elongatum* som også bredte seg utover i Singlefjorden.

6.2 Kvantitativt viktige oppblomstringer

Variasjonen i Singlefjorden i Østfold av de tre kvantitativt viktige artene *Chaetoceros thronsenii*, *Cyclotella* sp. og *Skeletonema costatum* er vist i Figur 6-2. Dataene er fra Oceanors ukentlige prøvetaking gjennom vekstsesongen og utfyller informasjonen en får fra toktprogrammet i overvåkingen.

Chaetoceros thronsenii (se bildet under, hentet fra http://www.marbot.gu.se/SSS/diatoms/Chaetoceros_thronsenii.htm) var



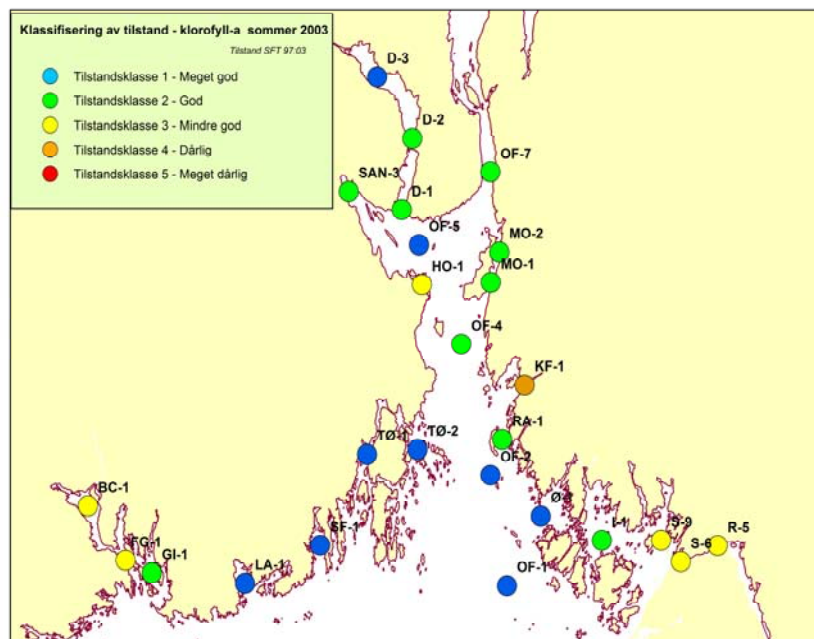
den mest markante algearten med den uvanlig lange og kraftige oppblom-

Algene er primærprodusenter og står sentralt i forhold til eutrofiering. I vannmasser med et stabilt overflatelag vil tilførsel av næringssalter gi betingelser for økt algevekst i form av økt antall algeceller. Erfaringene fra Norge og andre land er at områder med ekstra tilskudd av næringssalter i gjennomsnitt får høyere algekonsentrasjoner enn i upåvirkede områder. Dette registreres som økt biomasse, indirekte gjennom måling av klorofyllkonsentrasjonen i sjøen eller direkte ved algeanalyser som også gir et direkte bilde på biodiversiteten. Sammenliknet med mer næringsfattige områder er primærproduksjonen pr. mengdeenhet av alger også normalt høyere i overgjødlede områder, og det kan bli en endring i artssammensetningen. Som referert av Tangen (1974) er det for eksempel en rekke observasjoner internasjonalt av økt forekomst av små kiselalger i overgjødlede brakkvannsområder.

I SFTs veiledning i gjennomføring av resipientundersøkelser (SFT 2002) er algeproduksjonen nevnt som en målparameter som kan indikere stadier av eutrofiering. OSPAR-kommisjonens eutrofieringskomite (EUC) har lagt vekt på å vurdere planktonalgene, spesielt navngitte indikatorarter, i forbindelse med å identifisere primæreffektene av eutrofiering. Planktonalgematerialet fra Ytre Oslofjord er omfattende, men tidligere erfaringer fra mange års algeanalyser, blant annet fra to faste stasjoner på Østfoldsiden (Oceanor, upubliserte data), har vist at det er store forskjeller fra år til år i hvilke alger som gir oppblomstringer og når oppblomstringene kommer. Dette gjelder også biomassen målt som klorofyll-a, og et gjennomgående trekk fra foregående års målinger i Ytre Oslofjord er at stasjoner med omtrent samme biomasseverdier kan ha algesamfunn med nærmest totalt forskjellig artssammensetning.

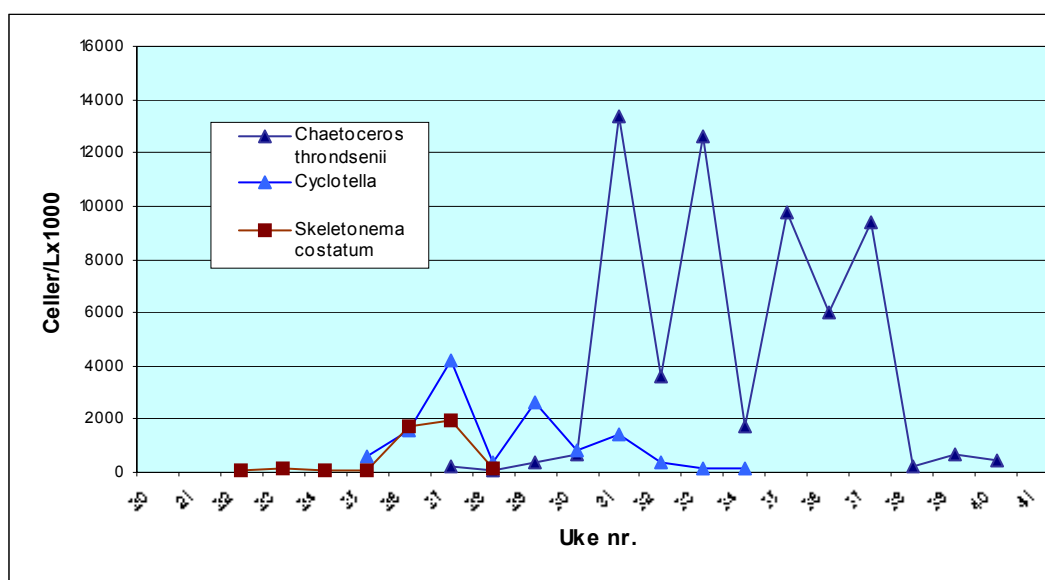
SAMLERAPPORT

stringen som vekslet i intensitet gjennom en tomåneders periode fra midtsommers og utover. De to andre artene hadde sine maksimumsbestander tidligere, slik de vanligvis opptrer i Oslofjorden. Denne lille kiselalgen kom inn som et markant trekk i algeplanktonet i Oslofjorden i 2002 etter å ha vært observert sporadisk med små bestander tidligere. I 2003 har den markert seg ytterligere som den dominerende algen, både ved den langvarige oppblomstringen og utbredelsen i hele området. Spesielt er denne algen nå en karakterart i brakkvannsområdene innenfor Hvaler, i



Drammensfjorden og i Grenlandsområdet. I overgjødelse brakkvannsområder er det en rekke steder internasjonalt observert at små kiselalger kan utvikle uvanlige oppblomstringer, slik det også ble observert i Nordåsvannet i Bergen før kommunalt avløpsvann ble sanert bort fra overflaten inne i selve fjorden (Tangen 1974). Utviklingen ser ut til å ha startet innenfor Hvaler med senere spredning til hovedfjorden og innskjærs farvann på begge sider av fjorden.

Figur 6-1 Klassifisering av vannkvaliteten på stasjoner i ytre Oslofjord på grunnlag av analyser av klorofyll-a fra seks vannprøver tatt i løpet av sommersesongen (juni-september). Det foreligger ikke kriterier for vannmasser med lav saltholdighet (< 20 PSU). Kriteriene for ferskvann avviker imidlertid lite fra sjøvannskriteriene og de aktuelle stasjonene (R-5, S-6, S-9, I-1, Grenlandsfjorden og Drammensfjorden) er klassifisert i henhold til sjøvannskriterier



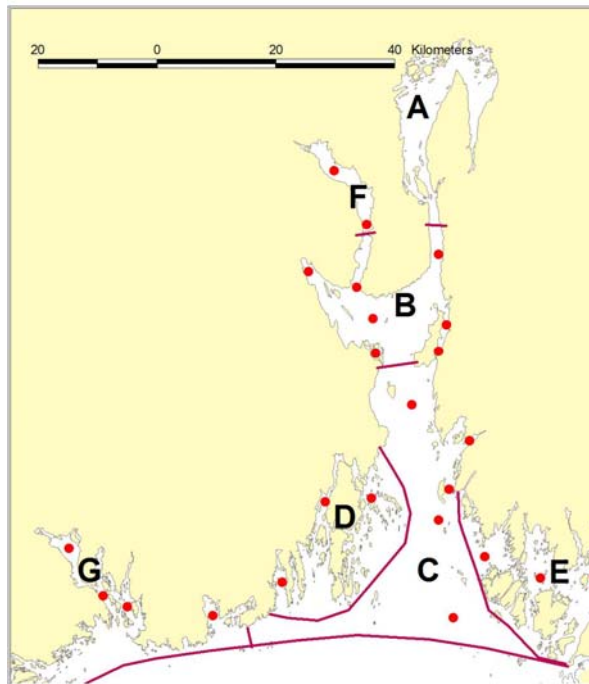
Figur 6-2 Vekslingene mellom dominerende arter i Singlefjorden gjennom 2003 (data fra Oceanor). Stasjonen tilsvareer omtrent posisjonen til S-9.

Det er lite vi vet om krav til voksebetingelser for de enkelte artene som oppnådde oppbloms-tringskonsentrasjoner i 2003 (og tidligere år). Brakkvannsområdene, som fikk de spesielt kraftige oppblomsstringene av *Diatoma elongatum*, *Chaetoceros throssenii* og *Cyclotella* med flere, viser seg å ha markert avvikende næringsstoffforhold, i den forstand at N:P-forholdet i disse områdene er høyere (inntil 60-100) enn en mener er optimalt for de fleste alger (15-16). OSPARCOM anslår at et forholdstall på over 25 basert på vinterverdier som kriterium på betydelig avvik fra normaltstanden.

Figur 4-13 og Figur 4-14 viser at N:P-forholdstallet både i sommer- og vinterperioden på alle stasjonene innenfor Hvaler, de to innerste stasjonene i Drammensfjorden og de to innerste stasjonene i Grenland har svært høye N:P-forhold sammenlignet med hovedfjorden. Det er god grunn til å se på ferskvannsavrenningen fra land og muligens andre utslipp i overflaten som årsaken til dette avviket.

6.3 Geografiske forskjeller i planktonalgeforekomstene – regional inndeling

I de tidligere rapportene er det gjort forsøk på en regional inndeling basert på forekomstene av algeplankton. Avgrensingen av fjordavsnittene er kommentert i forhold til nye observasjoner i 2003. Etter at vi nå har to års data fra undersøkelser i Telemarksfjordene synes det klart at dette området skiller seg så mye fra hovedfjorden at det bør behandles som et separat avsnitt. I 2002 var forskjellene mindre, og området ble ikke skilt ut fra Avsnitt C basert på resultatene det året. I 2003 var det overraskende likheter mellom brakkvannsområdene i Østfold, Drammensfjorden og Telemarksfjordene, når den geografiske avstanden tas i betraktning. Dette gjelder spesielt hvilke arter som oppnår store oppblomsstrings-konsentrasjoner.



Avsnitt A. Indre fjord fra Drøbaksundet og innover.

Betingelsene for planktonalgevekst er spesielle i forhold til områdene utenfor Drøbaksundet, men vil ikke bli gjenstand for videre vurdering her.

Avsnitt B. Breiangen, mellom Drøbaksundet og snittet Moss-Horten, men ikke Drammensfjorden.

Området kan i en viss grad regnes som et transittområde som periodevis tilføres relativt store planktonalgebestander fra indre fjord. Oppblomstringene av enkelte kiselalger (*Skeletonema Chaetoceros*, *Dactyliosolen*) i 2002 indikerte at dette er et område med gunstige forhold for algevekst, som kan skyldes hydrografiske forhold som tilfører overflatelaget næringssalter, i kombinasjon med tilførsler fra indre fjord, Drammensfjorden og Glomma. I

2003 var algeforekomstene i Breiangen markert mindre enn i de foregående årene både når det gjelder klorofyll og celletall, mens Sandebukta hadde noe større algeforekomster.

Avsnitt C. Ytre fjord mellom snittet Moss-Horten og snittet Koster-Stavern, men ikke indre områder i Østfold og Vestfold.

Resultatene fra undersøkelsene i 1970-årene og 1990-årene ga ingen indikasjoner på store forskjeller mellom stasjonene innenfor dette avsnittet. Artssammensetningen i kvantitative prøver og håvtrekkmateriale viste både i 2002 og i 2001 at det periodevis kan være relativt store bestander i de åpne delene av fjorden av arter som samtidig har oppblomstringer i innskjærsvann i Østfold (eller Vestfold) (f. eks. *Cyclotella* sp, *Chaetoceros thronsenii*), og dette avsnittet er som regel en del av oppblomstringsområdet for store oppblomstringer av dinoflagellater, f. eks. *Ceratium* spp. og *Karenia mikimotoi* som har utgangspunkt i Skagerrak.

Dette inntrykket forsterkes av observasjonene i 2003. Her synes planktonforekomstene i stor grad å være påvirket av tilførsler utenfra. Eksempler på dette i 2003 var den massive oppblomstringen av *Emiliania huxleyi* i Nordsjøen og Skagerrak samt tilførslene fra Hvalerområdet av *Chaetoceros thronsenii* og *Cyclotella* sp. som ga ganske høye celletall i hovedfjorden avtakende innover. Ser en bort fra slike tilførsler, kan det være grunn til å vurdere om hovedfjorden utenfor Moss-Horten skiller seg vesentlig fra kysten ellers når det gjelder områdets egenproduksjon av algeplankton.

Avsnitt D. Innenskjærs områder og skjærgården i Vestfold.

Det foreligger ingen sammenhengende måleserier fra dette avsnittet, men spesialundersøkelser under oppblomstringssituasjoner har vist at det kan utvikles misfarget sjø og store forekomster, spesielt av dinoflagellater (Tangen 1985, Paasche & al. 1984), også i ekstremt høye konsentrasjoner (Tangen 1980). Hvorvidt dette er unntakstilfeller eller om situasjonen har endret seg i de senere år, er ikke kjent. Materialet fra 2003 ga et bilde som ikke er særlig forskjellig fra

SAMPLERAPPORT

observasjonene i 2001-2002. Stasjon TØ-2 (Hvalø) ligner mest på de åpne områdene og er noe forskjellig fra fjordene ved Tønsberg, Sandefjord og Larvik. I 2003 kom klorofyllkonsentrasjonene i samme tilstandsklasse som de åpne områdene (I-Meget god), med stort sett ganske like algeforekomster.

Avsnitt E. Innenskjærs områder og skjærgården i Østfold.

Dette avsnittet ble ikke inkludert i undersøkelsene i 1970-årene, men resultatene fra senere undersøkelser og det omfattende materialet fra 1990-årene som er referert ovenfor, viser at dette avsnittet skiller seg markert ut som den delen av ytre Oslofjord som har de gjennomgående største planktonalgebestandene. Dette ble bekreftet av resultatene fra 2001 og igjen i 2002. Det er her omtrent hvert år en serie av oppblomstringer der alle hovedgrupper av planktonalger kan være representert. Etter den første dokumenterte oppblomstringen av *Prorocentrum minimum* i Nord-Europa, som fant sted i innenskjærs områder i Østfold og Vestfold i 1979 (Tangen 1980), har Østfold blitt et kjerneområde for denne arten, med tildels massive oppblomstringer omtrent hvert år. Også i 2003 ble det observert moderate oppblomstringsmengder av denne arten. Resultatene fra 2003 bekrefter antakelsene fra 2001 og 2002 som tydet på at Ringdalsfjorden/Iddefjorden har en annen algestatus enn Singlefjorden, og at nærområdet til Glommas utløp (Ramsø – I-1) skiller seg ut med gjennomgående noe mindre algebestander. Ved siden av forskjellene i algebestandenes artssammensetning og celletall er dette også bekreftet i klorofyllkonsentrasjonene (Figur 6-15). Sammenlignet med 2001-2002 var det vesentlig mindre algebiomasse i Ringdalsfjorden gjennom sommeren i 2003, til tross for en høy enkeltverdi i mai.

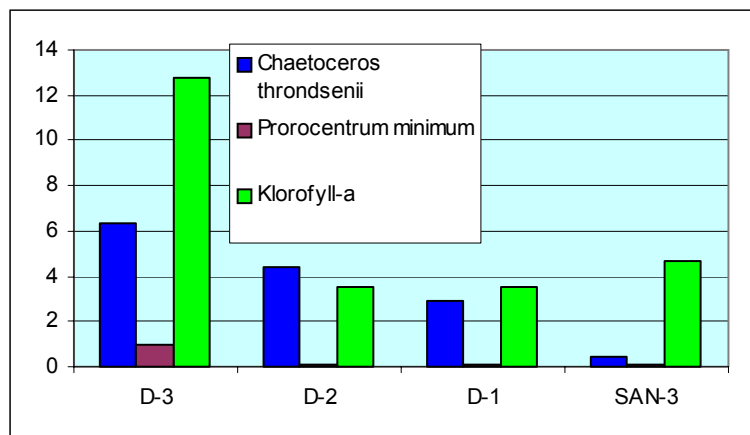
Avsnitt F. Drammensfjorden innenfor Svelvikterskelen.

Algematerialet fra dette kystavsnittet er forholdsvis sparsomt. I en undersøkelse fra mars til desember 1951 beskrev Braarud & al. (1958) forekomsten av algeplankton i Drammensfjorden og kommenterte også komponenten av ferskvanns- og brakkvannsararter. I perioden 2001-2003 har det generelt vært dominans av brakkvannsararter som *Diatoma elongatum* og *Dinobryon* sp. med innslag av ferskvannsalger. I 2002 og spesielt i 2003 ble det observert store oppblomstringer av kiselalger (*Chaetoceros thronsdonii*, *Cyclotella caspia*) og for første gang en markert oppblomstring av *Prorocentrum minimum* i indre deler av Drammensfjorden (1 mill/L på D-3 i slutten av september 2003) (Figur 6-16). Her ser det ut til å være den noe høyere saltholdigheten i overflatelaget antakelig noe lenger oppholdstid innenfor Svelvik i 2003 som har gitt disse forekomstene, som en eutrofieringseffekt under disse forholdene.

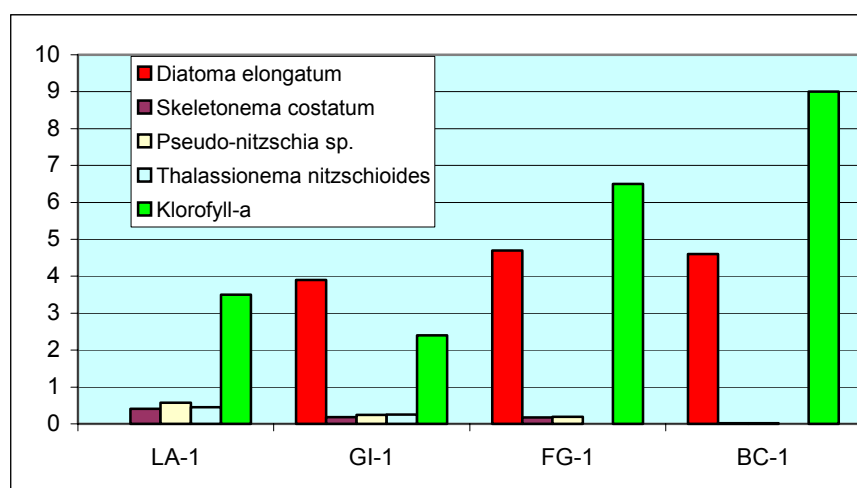
Avsnitt G. Grenlandsfjordene.

Det foreligger data fra to års undersøkelser i 2002 og 2003. En foreløpig vurdering er at avsnittet kjennetegnes på evnen til å utvikle store lokale forekomster av algeplankton som skiller seg fra hovedfjorden i artssammensetning og biomasse.

Gjennomsnittlige klorofyllverdier var omtrent de samme i de to årene på alle de tre undersøkte målestasjonene, med lavest gjennomsnittsverdi i Håøyfjorden (Figur 6-17). I begge årene er det observert situasjoner med høye celletall som skiller Grenlandsfjordene fra områdene utenfor. Figur 6-18 viser en slik situasjon i juni 2003 med en kraftig oppblomstring av brakkvannsalgen *Diatoma elongatum* i Grenlandsfjordene og moderate oppblomstringer av andre kiselalger i det samme området og i hovedfjorden og Larviksfjorden.



Figur 6-3 Fordelingen av de dominerende planktonalgene (mill. celler/L) og klorofyll-a ($\mu\text{g/L}$) i overflatelaget 22-25. september 2003 i Drammensfjorden (D-3 innerst) og i Sandebukta.



Figur 6-4 Fordelingen av de dominerende planktonalgene (mill. celler/L) og klorofyll-a ($\mu\text{g/L}$) i overflatelaget 22-25. september 2003 i Frierfjorden (BC-1), Langesundsfjorden (FG-1), Håøyfjorden (GI-1) og Larviksfjorden (LA-1).

6.4 Oppsummering planktonalger og foreløpige konklusjoner

Fjorden er inndelt i avsnitt som hvert enkelt har særtrekk som har betydning for algevekst. Avsnittet som omfatter innenskjærs områder og skjærgården i Østfold skiller seg ut ved å ha gjennomsnittlig betydelig høyere konsentrasjoner av kiselalger enn de andre avsnittene. Også de to andre brakkvannsområdene, Drammensfjorden innenfor Svelvik og Grenlandsfjordene i Telemark kan ha høye konsentrasjoner av kiselalger og en artssammensetning som skiller seg fra hovedfjorden. De åpne områdene i ytre fjord, begrenset av snittet Moss-Horten i nord og snittet Koster-Stavern i sør, synes å ha noe høyere konsentrasjoner av algeplankton enn områdene

SAMLERAPPORT

lenger sør, men dette er ikke like klart alle år. Dette avsnittet av fjorden ser ut til å være påvirket av tilførsler av algebestander fra større oppblomstringer i Skagerrak og fra innenskjærs oppblomstringer i Østfold. Det er ikke klart at hovedfjorden utenfor Moss-Horten skiller seg vesentlig fra kysten ellers når det gjelder området egenproduksjon av algeplankton.

Enkelte av avsnittene har karakteristiske oppblomstringer av arter fra flere algegrupper i sommerperioden. Områdene som er sterkest influert av avrenning fra Glomma, synes også å ha de relativt høyeste konsentrasjonene av kiselalger.

Spesielt innenskjærs områder i Østfold, tildels også i Grenlandsfjordene og Drammensfjorden, har trekk ved planktonalgeforekomstene som man andre steder knytter til økt tilførsel av næringssalter til overflatelaget. Dette gjelder ved siden av relativt høye celletall for kiselalgene, store oppblomstringer av dinoflagellater, spesielt karakterarten *Prorocentrum minimum* og enkelte (små) kiselalger som globalt sett er kjent for å ha oppblomstringer i eutrofierte brakkvannsområder. Vekstforholdene i brakkvannsområdene er karakterisert ved avvikende næringssaltforhold og spesielt høye N:P-forhold som kan antas å innvirke blant annet på artssammensetningen og hvilke arter som oppnår høye konsentrasjoner under oppblomstringssituasjoner.



7 GRUNTVANSSAMFUNN

7.1 Innledning

Målsetningen med hardbunnsovervåkingen er å beskrive tilstanden til alge- og dyresamfunnet på hardbunn i fjæra og ned til største voksedyb. Undersøkelsen i 2003 (og 2002) tar kun for seg hardbunnssamfunn i fjæresonen, mens 2001 undersøkelsen omfattet både fjæresonen og hardbunn ned til største dyp for forekomst av alger. Årsaken til at 2002 og 2003 undersøkelsene er begrenset til fjæresonen er at effekten av eutrofiering ofte gir størst effekt på artsammensetningen i fjæresonen sammenliknet med dypere hardbunnsområder. Videre var det ønskelig å undersøke et større antall stasjoner sammenliknet med 2001, derfor er det for 2002 og 2003 undersøkt 25 stasjoner mot 12 i 2001.

7.1 Stasjonsoversikt

Det ble registrert alger på 25 stasjoner på hver side av Oslofjorden. I Tabell 7-1 er det gitt en oversikt over stasjonene inkl. posisjoner.

Tabell 7-1 Stasjoner for undersøkelsen av hardbunnssamfunn.

		Stasjonsoversikt	
		Stasjon 2003	Stasjonsnavn
	G-7	Hui (Nord for Hui, holme)	
	G-8	Hellsøy	
	G-9	Åsnes	
	G-10	Lillevikodden	
	G-11	Malmø nord	
	G-12	Risøy, ved Bjørkøy (Langesunds fj)	
	G-13	Vågøy	
	G-14	Bevøya syd	
	G-15	Kippenes	
	G-16	Kallum (syd for Moss)	
	G-17	Fuglevik syd/Rompa	
	G-18	Svelvik indre	
	G-19	Krokstadfjorden/Rødskjær	
	G-20	Risholmen, nord for Hankø	
	G-21	Hue	
	G-22	Vestre Damholmen (nord for Kirkøy)	
	G-23	Kjøkkø (Løpern)	
	G-24	Sponvikskansen i munningen av Iddefjorden	
	G-25	Søndrer Sandøy	
	G-1	Ytre Drammensfjorden	
	G-2	Kommersøya	
	G-3	Østøya	
	G-4	Teigsberget (Badebryggen)	
	G-5	Torgersøy	
	G-6	Ravnøy i Tønsbergfjorden	

7.2 Resultater og diskusjon

7.2.1 Lokalitetsbeskrivelser og observasjoner i Ytre Oslofjord

I de følgende avsnittene gis det en enkel beskrivelse av gruntvannssamfunnet med en oversikt over de dominerende algartene øverst i fjæra.

Stasjon G1 Ytre Drammensfjorden

Dominerende arter øverst i fjæra på nivå 1 var grønnalgeartene tarmgrønske (*Enteromorpha intestinalis*) og (*Enteromorpha sp*) samt den røde skorpealgen fjæreblod (*Hildenbrandia rubra*). Det var også høy forekomst av tangarter i gruppa *Fucus* på lokaliteten, de fleste *Fucus* individene var små juvenile. På dette stadiet kan det være vanskelig å skille *Fucus* artene fra hverandre, av sikre observasjoner var juvenil blæretang (*F. vesiculosus*). De fleste *Fucus* observasjonene ble bare registrert til gruppe (*Fucus sp. juvenil*). Det var en del rur (*Balanus sp.*) på det øverste nivået. I resten av dette dokumentet kalles uspesifiserte *Fucus* arter for ”tangarter”, de som er registrert til art beskrives med artsnavnet.

På nivå 2 dominerte rur. Den mest vanlige algen var perlesli (*Pylaiella littoralis*), fjæreblod og tarmgrønske. Det var lite tang på dette nivået og det som var der var juvenile individer.

Sammenliknet med 2002 har det vært en økning i mengde tarmgrønske på nivå 1 og en økning i mengde perlesli på nivå 2, mens tangartene er redusert på nivå 2 og stabil på nivå 1.

Stasjon G18 Utenfor Svelvikstrømmen

Stasjonen var karakterisert av en dominerende andel grønnalger, tarmgrønske (*E. intestinalis* og *E. clatatra*). Øverst i fjæra, på nivå 1, var det også mye blågrønnalger (*Cyanobakterier*). Blæretang (*F. vesiculosus*) og juvenile tangarter forkom hyppig, mest på nivå 2. Rurbeltet (*Balanus sp*) var svakt markert.

Sammenliknet med 2002 har det vært en økning i tettheten av grønnalger og en reduksjon av tangarter på nivå 2.



Tarmgrønnske

Stasjon G2 Kommersøya

Det var et tydelig rurbelte på denne stasjonen som brer seg over begge dybdenivåene. Øverst i fjæra på nivå 1 var grønnalgene tarmgrønske og grønndusk (*Cladophora sp.*) vanligst. Mens på nivå 2 var sagtang (*F. serratus*) og blæretang dominerende.

Det har vært en økning av mengde grønnalger på øvre nivå i forhold til 2002, ellers er alge og dyresamfunnet svært likt mellom de to årene.



SAMPLERAPPORT

Stasjon G3 Østøya

Stasjonen var dominert av blåskjell (*Mytilus edulis*) på begge dybdenivå. På det øverste nivået var det en del juvenile tangarter, mens det nederste var preget av vanlig grønndusk (*Cladophora rupestris*). Algetettheten var ikke høy på denne stasjonen, ca. 8% tang på nivå 1 og 5% grønndusk på nivå 2. I forhold til 2002 har det vært en klar nedgang i algetettheten på denne stasjonen, men det er de samme artene som har høyest tetthet begge årene.

Stasjon G4 Teigsberget (Badebryggen)

Det er mye badeaktivitet ved denne stasjonen, og sanden virvles opp og påvirker alger og dyr på fjellet over. Øverste nivå hadde lite alger, og fjæreblood var mest vanlig. Det var en del rur på stasjonen, men ikke et klart rurbelte. På nivå 2 var det mye kiselalger på fjellet i tillegg til fjæreblood. Av oppreiste alger var grønndusk (*Cladophora* spp.) mest vanlig (ca. 21% dekning).

Sammenliknet med 2002 undersøkelsen var det lavere tetthet av tangarter og tarmgrønnske.

Stasjon G5 Torgersøy

Stasjonen var preget av spiraltang (*Fucus spiralis*), en del juvenile tangarter, noe grønndusk samt rur i den øverste delen av fjæra. På nivået under dominerte grønndusk, mens forekomsten av spiraltang og juvenile tangarter var som på nivået over. Et distinkt rurbelte strakte seg over begge nivåene. Det har vært en klar økning av grønndusk forekomst fra 2002 til 2003. I 2002 dominerte tangartene totalt på denne stasjonen.

Stasjon G6 Ravnøy i Tønsbergfjorden

På denne stasjonen var det mye bart fjell dekket med fjæreblood. Foruten fjæreblood var de vanligste algene rødsleipe og rekeklo, dette gjaldt både nivå 1 og 2. På nivå 1 var det et også en del grønndusk. Det har vært en reduksjon i forekomst av grønnalger fra 2002 til 2003. Rødsleipe forekom ikke på stasjonen i 2002.

Stasjon G7 Hui (Nord for Hui)

Denne lokalitet ligger nord for Hui på sydsiden av en liten holme. Bunnen preges av mye kiselalger som vokser på fjell samt en del slam på fjell og alger. I det øverste nivået var det nesten 50% dekning av tarmgrønnske, i tillegg forkom en del juvenile tangarter. På nivå 2 var det mest fjæreblood. Andre vanlige alger var tarmgrønnske, tang og grisetang (*Ascophyllum nodosum*).

På denne stasjonen var det en klar reduksjon i tettheten av tangarter og grisetang fra 2002 til 2003, mens tettheten av tarmgrønnske har økt.



Spiraltang og blæretang



Stasjon G8 Hellsøy

Algesamfunnet var karakterisert av en stor andel blæretang på nivå 1 og sagtang på nivå 2. I tillegg var det vanlig forekomst av rekeklo på nivå 1 og sjøris (*Ahnfeltia plicata*) på nivå 2. Skorpeformede rødalger som rugl og fjæreblood forekom også med stor tetthet på fjellet.

Denne stasjonen hadde svært likt alge- og dyresamfunn i 2002 og 2003. En viktig forskjell var at det ble registrert sukkertare (*Laminaria saccharina*) i 2002, men ikke i 2003.

Stasjon G9 Åsnes

Den innerste stasjonen i Sandefjordsfjorden hadde slak helning med spiraltang og tarmgrønnske (hvh. 40 og 27% dekning) som mest vanlige alger i øvre del. I nedre rammer forekom tarmgrønnske hyppigst (43% dekning) mens blæretang og andre tangarter også var vanlig (ca. 36%). Fjæreblood dekket store deler av fjellet hvor det ikke var andre alger.

Sammenliknet med registreringene fra 2002 har det vært en klar økning av grønnalgen tarmgrønnske, mens algesamfunnet for øvrig er likt.

Stasjon G10 Lillevikodden

Stasjonen er plassert i en vik like innenfor pynten av Lillevikoddens nordøstlige side i Larvik kommune. Forekomsten av tarmgrønnske (*Enteromorpha intestinalis*) var meget høy, og dekket henholdsvis 33% og 40% av rammene på nivå 1 og 2. I tillegg var det høy forekomst av flere grønnfuskarter og grønnhår (*Ulothrix* sp.). Kislealger forekom også vanlig på nivå 1. Det var noe tang (5-10% dekning) på begge nivå.

Sammenliknet med 2002 har det vært en klar reduksjon i tettheten av *Fucus*, mens det er en økning av grønnalger, både tarmgrønnske, grønnfuske og grønnhår.

Stasjon G11 Malmø nord

På denne stasjonen var det høy forekomst av blæretang i de øverste rammene, mens det i de nederste rammene var høyest forekomst av krusblekke (*Chondrus crispus*) og sjøris, foruten skorpeformede rødalger som forekom vanlig på begge nivå. Det var ikke grønnalger i øverste nivå, men enkelte grønnfuskeindivider på nivå 2.

Algeforekomsten på denne stasjonen var svært lik som i 2002.

Stasjon G12 Risøy, ved Bjørkøy (Langesundsfjorden)

Stasjonen er plassert på sydvestpynten av Risøy i Porsgrunn kommune. På øvre nivå var det høyest forekomst av kiselalger og tarmgrønnske (ca. 13% dekning av hver). På nedre nivå var det høyest forekomst av fjæreblood og rur samt juvenile tangarter.

Det var liten forskjell i forekomst av alger og dyr fra 2002 til 2003.

Stasjon G13 Vågøy

Dette er den sydligste lokaliteten i overvåkingsprogrammet og er plassert på en odde sydvest av Vågøy. Stasjonen har høyt artsmangfold og domineres av blæretang og sagtang i tillegg til rødalgene krusflik, rekeklo, rugl og fjæreblood.

Alge og dyresamfunnet på denne stasjonen var svært likt i 2002 og 2003.

SAMLERAPPORT

Stasjon G14 Bevøya

Stasjonen ligger ved sørspissen av Bevøya og har høy forekomst av tarmgrønske og grønn dusk på henholdsvis øvre og nedre nivå. På nedre nivå er det blåskjell som dominerer, mens rur har høyest forekomst på øvre nivå.

Det er antydning til økning i tetthet av tarmgrønske og grønn dusk fra 2002 til 2003.

Stasjon G15 Kippenes

Lokalitet var dominert av tangarter. På øvre nivå var blæretang vanligst, men også spiraltang og juvenile individer forekom vanlig. På nedre nivå var blæretang og gjelvtang (*Fucus evanescens*) vanligst. Etter tangartene var tarmgrønske og grønn dusk mest vanlig, men tettheten var relativt lav (ca. 7% av hver art). På nedre nivå var det også høy tetthet av blåskjell.

Det var ingen nevneverdig endringer på denne stasjonen fra 2002 til 2003.

Stasjon G16 Kallum (syd for Moss)

Lokaliteten ligger ved Kallum i Verlebukta. Stasjonen hadde lav tetthet av alger, bortsett fra skorpeformede rød- og brunalger som dekket 50-70% av rammene. Av andre alger var tarmgrønske og tangarter mest vanlige på øvre nivå (ca. 6% dekning hver). På nedre nivå var det kun krusflik som forkom i nevneverdig mengde (3% dekning). Det var et tett rurbelte i øvre nivå og en del blåskjell i nedre.

Det var liten endring i samfunnet fra 2002 til 2003. bortsett fra at det i 2002 ble det registrert en del havsalat (*Ulva lactuca*).

Stasjon G17 (GØ-2) Fuglevik syd/Rumpa

Øvre nivå på denne stasjonen hadde et tydelig rurbelte. I tillegg til skorpeformede rødalger var det kun tarmgrønske som forekom med noen særlig tetthet (ca. 16%) på øvre nivå. På nedre nivå var det rekeklo og krusflik som var vanligst, samt juvenile blåskjell.

I forhold til 2002 registreringen har det vært få endringer bortsett fra at blæretang ikke lengre forekommer på stasjonen.

Stasjon G19 (GØ-3) Krokstadjorden/Rødskjær

Denne stasjonen hadde høy diversitet og var dominert av *Fucus*-arter; blæretang på øvre nivå og sagtang på nedre. Bart fjell var dekket av fjæreblood og rugl på begge nivå og det var et distinkt rurbelte på nivå 1. Det var en del epifytter på tangen, spesielt tanglo (*Elachista fucicola*). Rødalgen rekeklo var også svært vanlig på denne stasjonen.

Det var svært stor likhet i alge- og dyresamfunnet i 2002 og 2003.

Stasjon G20 Øst for Risholmen, nord for Hankø

Stasjonen var dominert av de store tangartene blæretang, sagtang og grisatang. I tillegg var det mye tarmgrønske på nivå 1 (25%). Det var en god del rur og blåskjell på stasjonen.

Det var de samme artene som utgjorde hovedbildet av alge- og dyresamfunnet i 2002 og 2003.

SAMPLERAPPORT

Stasjon G21 (GØ-4) Hue, Øyenkilen

På denne stasjonen dominerte rur på begge dybdenivåene med 50-60% dekning. Den mest dominerende algen var grønn dusk med 47% dekning på nedre nivå og 17% dekning på øvre. Andre grønnalger var tarmgrønske med 10% dekning på øvre nivå. Tangarter forekom med henholdsvis 10 og 15% dekning på øvre og nedre nivå. I forhold til 2002 var det en klar reduksjon i dekningsgraden til blæretang og sagtang, mens forekomsten av grønn dusk har økt.

Stasjon G22 (GØ-5) Vestre Damholmen

Øvre rammennivå hadde få alger på denne stasjonen, som for øvrig har en svært slak helning på fjellet. Øvre nivå var dominert av blågrønnalger og fjæreblood med spredt forekomst av rur. På nedre nivå dominerte rur, deretter var det høyest forekomst av kiselalger. Tangarter dekket omtrent 15% av de nedre rammene og grønn dusk omtrent 12%. Sammenliknet med 2002 har det vært en liten reduksjon i forekomst av tangarter og en økning i forekomst av grønn dusk samt at tarmgrønske forekommer, hvilket den ikke gjorde i 2002.

Stasjon G23 (GØ-6) Kråka (Løpern)

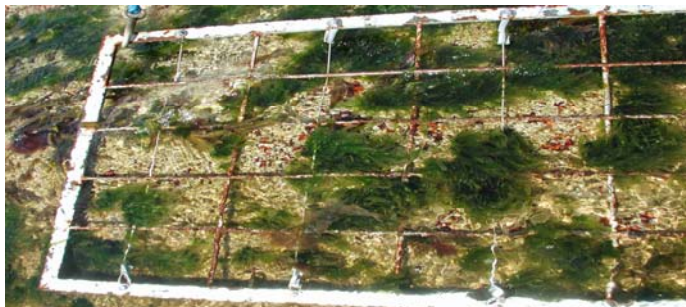
Foruten fjæreblood var blæretang den vanligste algarten på denne stasjonen. I tillegg var også juvenil *Fucus* vanlig. Etter *Fucus* var det tarmgrønske og grønn dusk som var vanligst (10-15% dekning). Det var en klar økning i forekomst av tarmgrønske og grønn dusk på denne stasjonen i forhold til i 2002. Ellers er det de samme artene som dominerer.

Stasjon G24 Mørvikholmene (i munningen av Iddefjorden)

Det var få alger på øvre nivå, og kiselalger dominerte (75%). Nest høyeste tetthet hadde tangarter (7%). Det var et klart rurbelte med høy tetthet på begge nivå. På nedre nivå var det flere algarter, hvorav grønnbusk hadde høyest forekomst med 16%, tett fulgt av kiselalger og tangarter, mens tarmgrønske hadde ca. 7% dekning. I forhold til 2002 har det vært reduksjon i tettheten av tangarter og en klar økning i tettheten av tarmgrønske og grønn dusk.

Stasjon G25 Søndre Sandøy

Rur dannet et klart belte som strakte seg over begge dybdenivåene og hadde klart høyest tetthet i rammene (60-80%). På øvre nivå var fjæreblood og kiselalger vanligst (20% dekning), mens tarmgrønske og tangarter hadde omtrent 10% dekning hver. På nedre nivå var tarmgrønske vanligst med 18% dekning. Det var relativt mye blåskjell på nedre nivå. På øvre nivå var registreringene fra 2003 svært like 2002, mens på nedre nivå var det høyere forekomst av tarmgrønske i 2003 enn i 2002 samt lavere forekomst av blæretang.



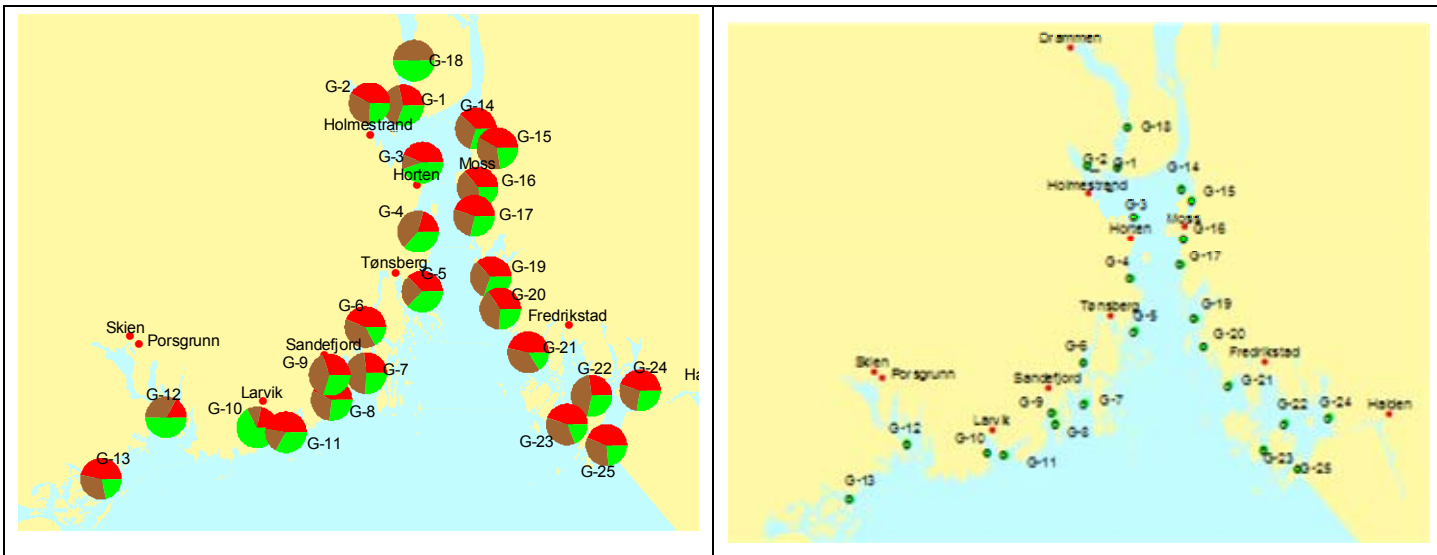
Tarmgrønske og rur

7.3 Fordeling av alger

Kartene i Figur 7-1 viser kakediagram over fordelingen mellom antall rød-, brun- og grønnalger samt antall arter på hver stasjon. Registreringene på nivå 1 og 2 er slått sammen i disse figurene. Stasjonene som skiller seg ut med høyest andel grønnalger, er G18, G3, G10 og G12. Også G5 har relativt høyt antall grønnalger.

Fordelingen av antall alger mellom gruppene må sees i sammenheng med antall alger registrert på hver stasjon. Figur 7-1, høyre kart, viser at de fleste stasjonene har 10-20 arter (både nivå en og to). Stasjon G3 og G25 har lavt antall arter fordi det er stor dominans av blåskjell på disse to stasjonene, mens stasjon G10 og 18 har få arter fordi tarmgrønnske dominerer totalt.

Det er viktig å bemerke at det ikke er tatt hensyn til mengden (dekningsgrad) av hver enkelt algart på stasjonene, men kun antall arter. På enkelte stasjoner kan dette være misvisende. Det er derfor viktig å gjøre analyser hvor en tar hensyn til dekningsgraden av de forskjellige artene.



Figur 7-1 Fordeling mellom antall rød- brun- og grønnalger, begge registreringsnivå er slått sammen (figur til venstre). Det totale antall arter registrert på hver stasjon er vist som grupper i høyre kart.

7.4 Gruppering av stasjoner

Likhetsanalyser mellom hver stasjon og alle andre stasjoner (klassifikasjon og ordinasjon) er benyttet til å gruppere stasjoner etter grad av likhet i floraens artsantall og dekningsgrad, resultatene presenteres i dendrogrammer.

Dendogrammet (Figur 7-2) viser at det er mulig å dele stasjonene i tre hovedgrupper (B, C og E). I tillegg danner to enkeltstasjoner hver sin ”gruppe” (A og D). Gruppe E kan igjen inndeles i tre undergrupper (E1-E3). Gruppe B domineres av gruppen tangarter (blæretang, sagtang spiraltang etc.). Dekningsgraden for øvrige arter i denne gruppen var lav. Gruppe C domineres av både

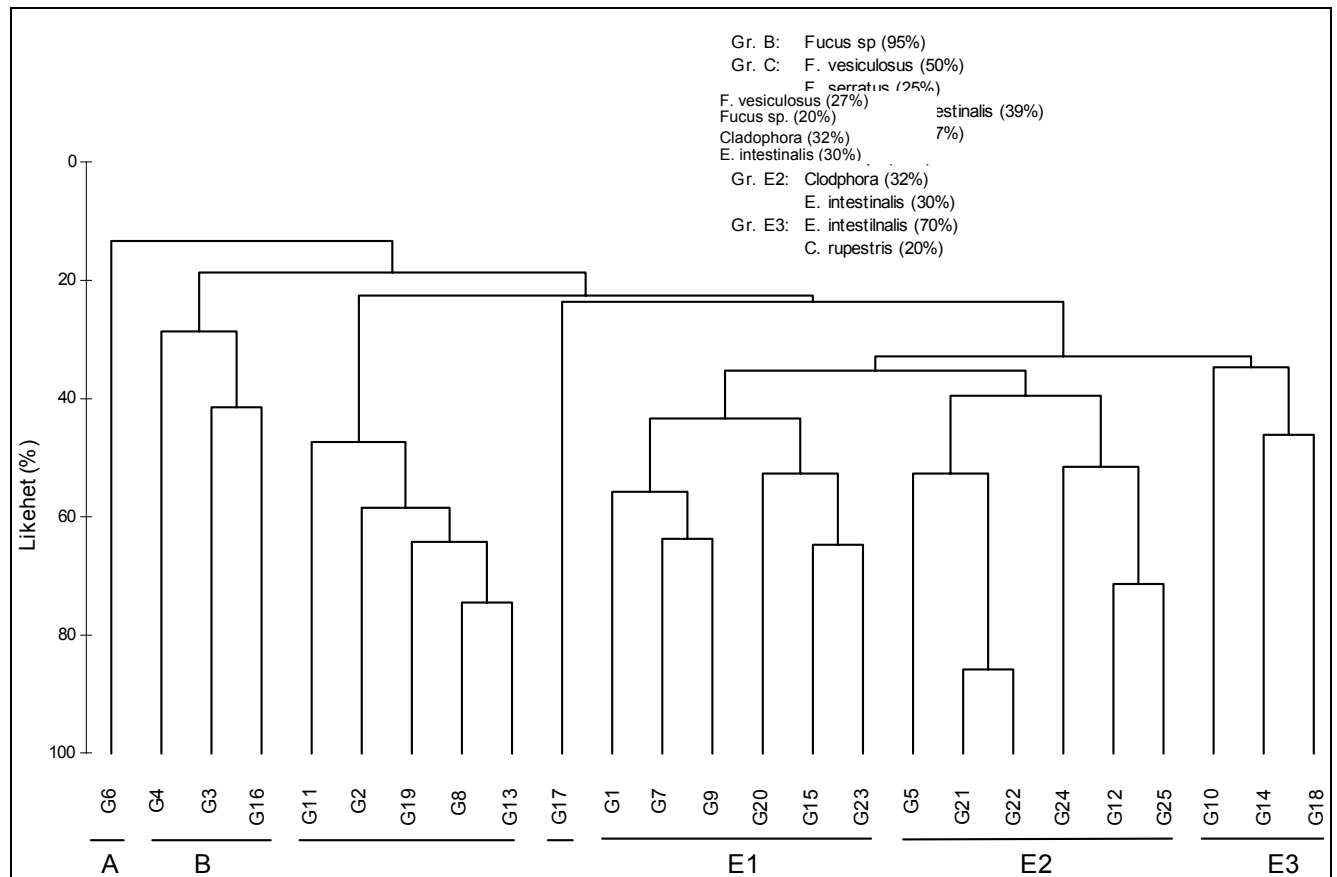


SAMLERAPPORT

blæretang og sagtang, mens gruppe E domineres av tarmgrønske i kombinasjon med brunalger. Stasjon G6 og G17 skiller seg fra de andre stasjonene ved at de hadde en annen flora.

Gruppe E består av stasjoner med størst dominans av grønnalger. Den geografiske fordelingen viser at stasjonene på vestsiden av fjorden, med høy andel grønnalger, ligger relativt langt inne i fjordene (Grenlandsfjorden, Larviksfjorden, Tønsbergfjorden og ytre del av Drammensfjorden), se Figur 7-3. Disse fjordene, med unntak av Tønsbergfjorden har stor tilførsel av ferskvann fra elver. Alle fjordene ligger utenfor byer. På østsiden av fjorden er bildet litt annerledes. Her ligger stasjoner med relativt høy forekomst av grønnalger også i områder langt ute i fjordene, og i områder som ligger direkte ut mot hoveddelen av Oslofjorden (f.eks stasjon G14 og G16). G21 - G25 er alle stasjoner med mer eller mindre påvirkning fra Glomma.

Gruppe C inkluderer stasjoner som er noe mer eksponerte, hovedsakelig på vestsiden av fjorden.

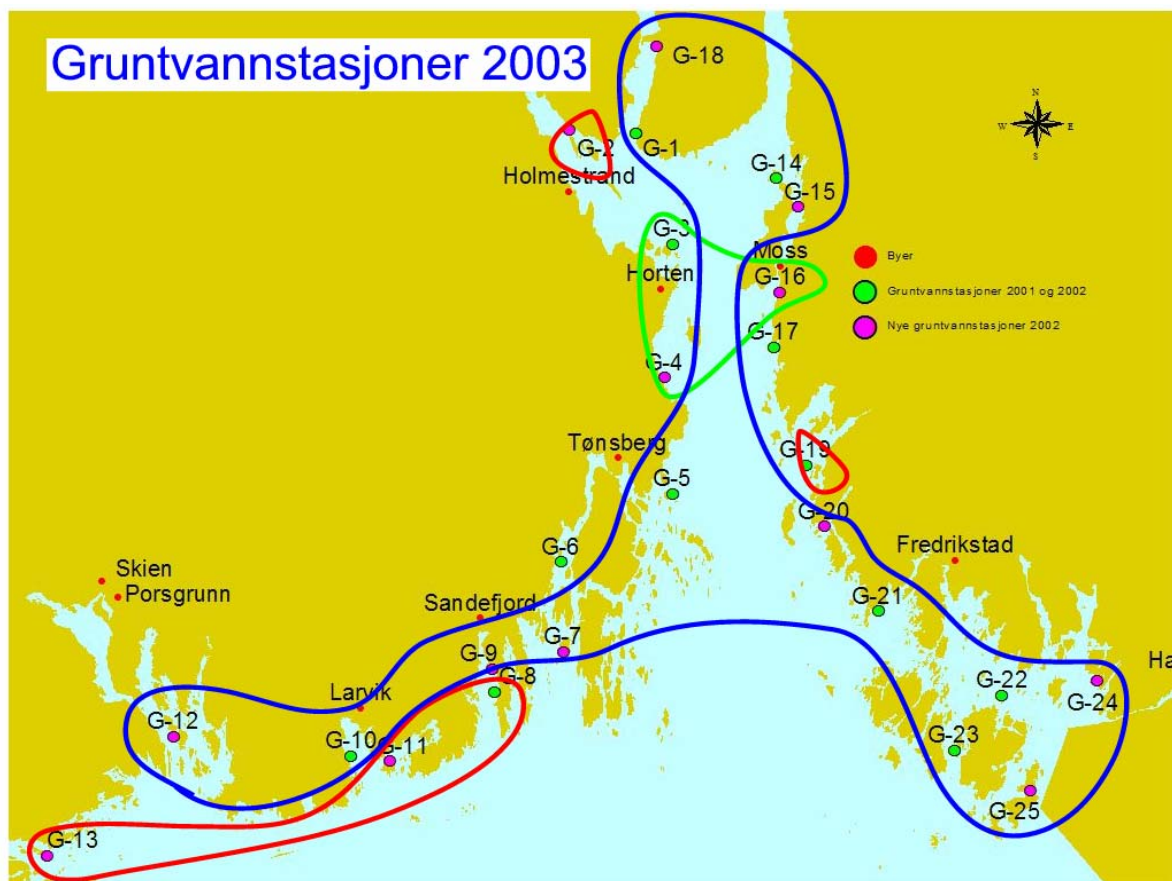


Figur 7-2. Dendrogram som viser gruppering av stasjoner fra 2003, basert på rutenettanalyse i 2 nivåer (kun alger).

7.5 Utvikling over tid og sammenlikning med tidligere undersøkelser

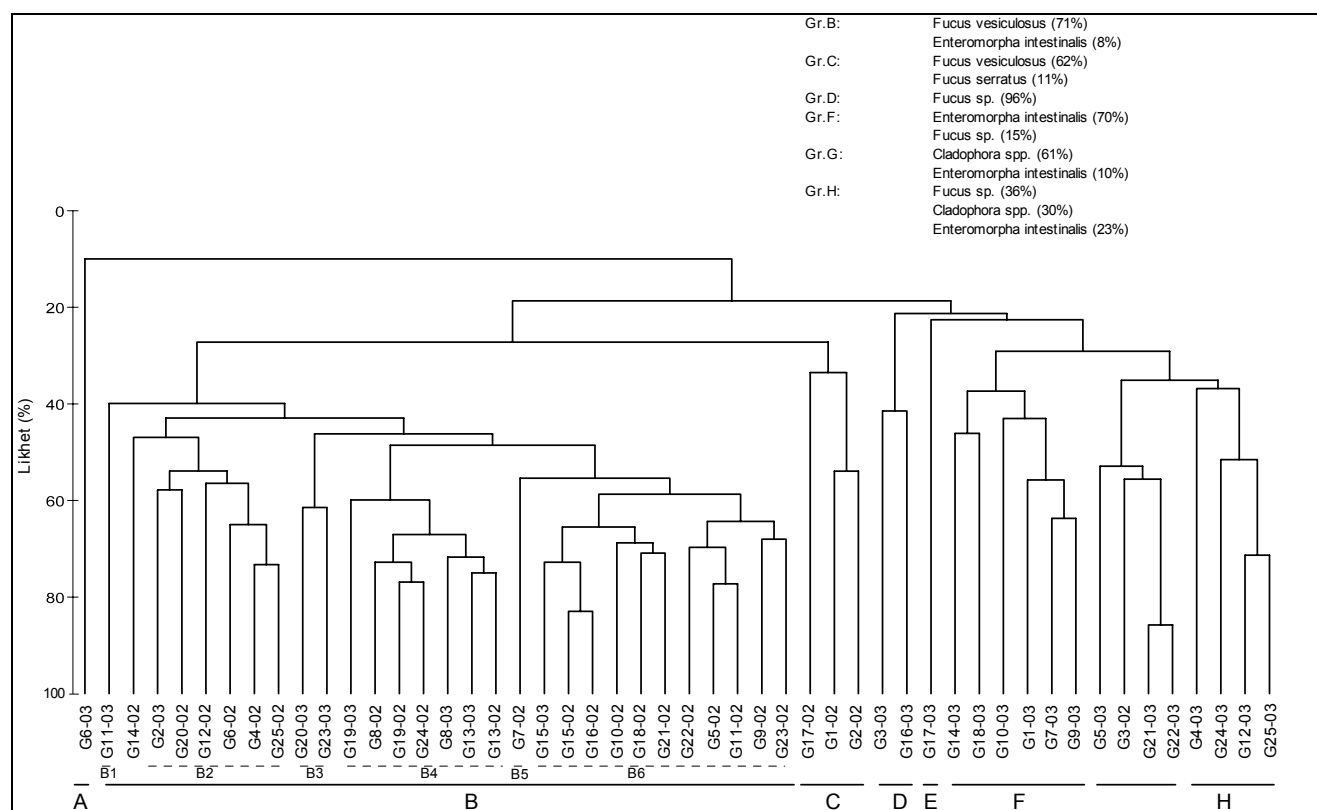
Det er gjennomført likhetsanalyser på et samlet datasett fra rutenettanalysen gjennomført i 2002 og 2003, se Figur 7-4. De fleste stasjonene fra undersøkelsen i 2003 grupperes i flere smågrupper (gruppe C til H). Gruppe F domineres av tarmgrønske, gruppe G av grønn dusk, og gruppe B av

brunalger. Det er syv stasjoner fra de to undersøkelsesårene som grupperes sammen, noe som viser relativt store endringer i dekningsgraden for algeutbredelse fra år til år. Dette kommer av en klar økning i grønnalger og reduksjon i dekningsgraden av tangarter på en rekke stasjoner.



Figur 7-3. Gruppering av stasjoner basert på utbredelse av alger i to nivåer (rutenettanalyse).

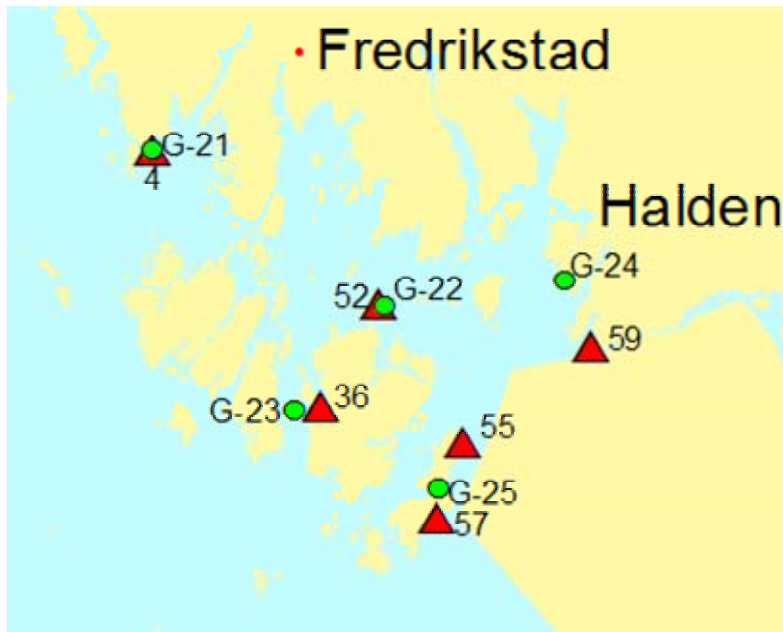
SAMLERAPPORT



Figur 7-4. Dendrogram som viser gruppering av stasjoner fra 2002 og 2003, basert på rutenettanalyse i 2 nivåer (kun alger).

7.5.1 Sammenlikning med andre undersøkelser i Hvalerområdet

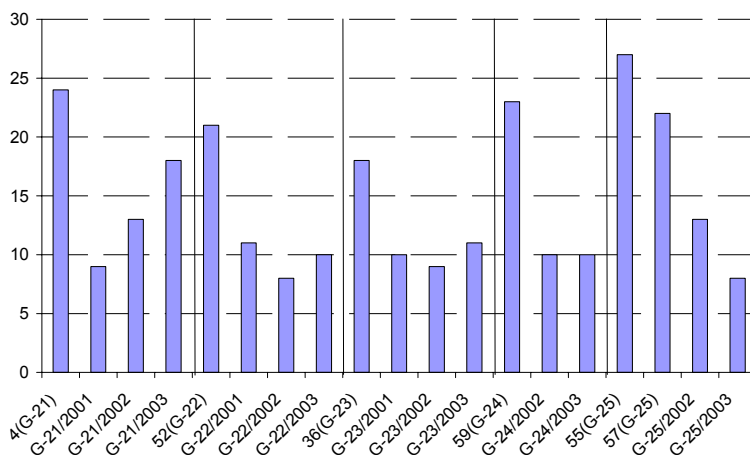
Hardbunnsundersøkelser er gjennomført i Hvaler-Singlefjorden og munningen av Iddefjorden både på 80-tallet, 90-tallet og nå i perioden 2001-2003. Metoden for undersøkelser har variert en del. På 80- og 90-tallet ble det gjennomført strandsonedefaring med kvalitativ vurdering av alge- og dyreforkomsten i et bredt område av strandsonen samt at det ble gjennomført transektdykking på enkelte stasjoner. Ved undersøkelsene gjennomført i 2001-2003 er det benyttet en kvantitativ analyse i rutenett i strandsonen, samt at det er gjennomført transektdykk på enkelte stasjoner i 2001. I 2001-2003 er en del av de samme stasjonene valgt, men plasseringen av stasjonene er ikke nøyaktig på samme sted som tidligere (Figur 7-5). Grunnet avvik i metode og i stasjonsplassering må sammenlikning av registreringsdata vurderes med forsiktighet. Figur 7-6 viser antall registrerte arter på hver stasjon. Undersøkelsen fra 90-tallet har jevnt over mye høyere antall arter enn ved undersøkelsene fra perioden 2001-2003. En av årsakene til dette er at ved strandsonedefaring undersøkes et mye bredere belte av strandsonen enn ved ruteanalyse, noe som fører til at man kan fange opp et større antall arter.



Figur 7-5 Oversikt over stasjoner fra undersøkelsen på 90-tallet (NIVA 1996) merket med trekant og i 2001-2003 merket med sirkel og nummerert med G-.

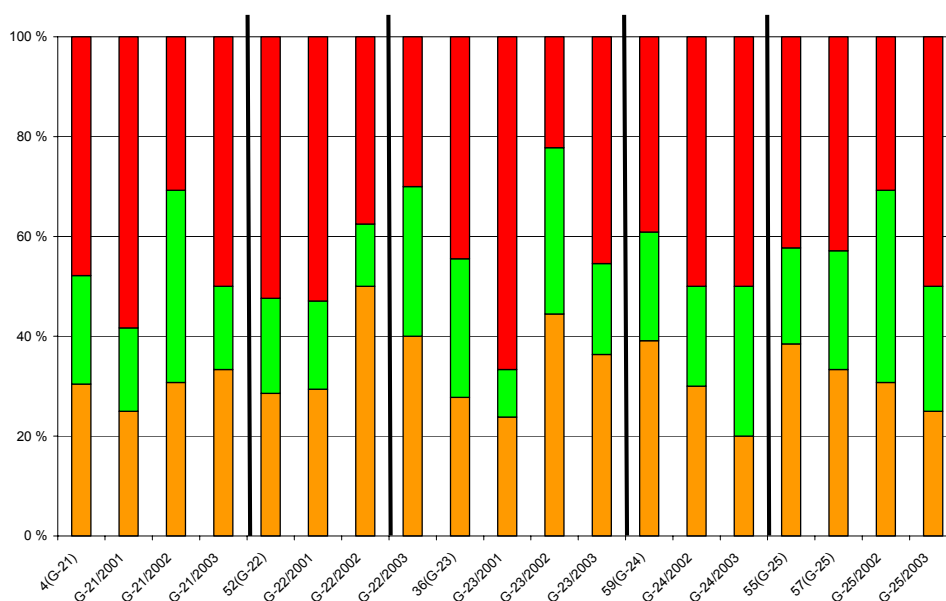
Dataene fra 2001 undersøkelsen er registrert ved hjelp av transektdykking, hvor kun den øverste meteren av transektet er inkludert. Også ved transektdykking registreres et bredere område enn ved ruteregistrering, men ikke så bredt som ved strandsonebefaring. Artslistene viser også at detaljeringsgraden er ulik i de forskjellige undersøkelsene, spesielt for tarmgrønnskeartene.

Den prosentvise fordelingen mellom antall rød-, brun- og grønnalger viser ingen klar endring fra 90-tallet til undersøkelsene utført i perioden 2001-2003 (Figur 7-7). Når dekningsgraden av algene inkluderes i vurderingene er det derimot en klar endring fra 90-tallet til 2003 ved at grønnalgene er blitt mer dominerende i forhold til tangartene Tabell 7-2.



Figur 7-6 Antall alger registrert på 90-tallet og ved undersøkelsene i 2001-2003. Stasjonene fra 90-tallet er merket med tilsvarende stasjonsnummer for 2001-2003 undersøkelsen i parentes.

SAMLERAPPORT



Figur 7-7 Andel rød-, brun- og grønnalger registrert på 90-tallet og ved undersøkelsene i 2001-2003. Stasjonene fra 90-tallet er merket med tilsvarende stasjonsnummer for 2001-2003 undersøkelsen i parentes.

Tabell 7-2 De fire mest dominerende arter i undersøkelsene fra 90-tallet og 2003.

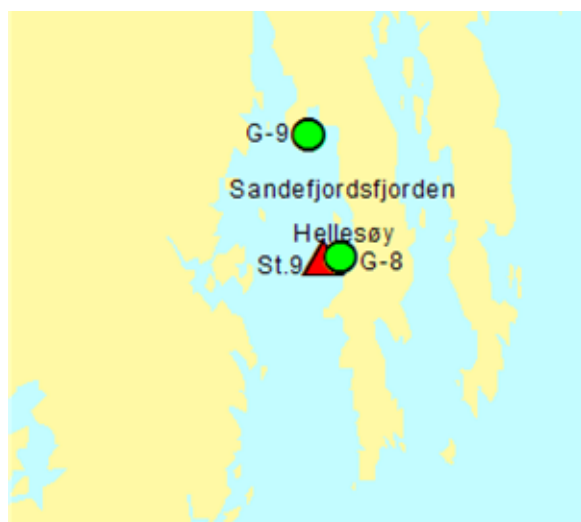
årstall	Stasjon	Artsnavn			
2003	G-21	Grønndusk	Tarmgrønnske	Blæretang	Vanlig grønndusk
	G-22	Grønndusk	Kiselalger	Vanlig grønndusk	Tangarter
	G-23	Blæretang	Vanlig grønndusk	Tangarter	Tanglo
	G-24	Kiselalger	Tangarter	Grønndusk.	Tarmgrønnske
	G-25	Tarmgrønnske	Kiselalger	Tangarter	Rekeklo
90-tallet	4 (G-21)	Sagtang	Tarmgrønnske	Fjæreblood	Blæretang
	52 (G-22)	Svartkluff	Sagtang	Blæretang	Grønndusk
	36 (G-23)	Blæretang	Tangdokke	Rekeklo	Tynn rekeklo
	59 (G-24)	Tarmgrønnske	Fjæreblood	dyr	dyr
	55 (G-25)	Sagtang	Fjæreblood	Cladophora sp.	Fucus vesiculosus
	57 (G-25)	Fucus serratus	Fjæreblood	Blæretang	Fjæreskorpe

7.5.2 Sammenlikning med tidligere undersøkelser Sandefjordsfjorden

Hardbunnssamfunnet i Sandefjordsfjorden er tidligere undersøkt i 1983 (Miljøplan 1984) og i 1997 (DNV 1998), ved bruk transektdykking, det ble ikke foretatt spesielle undersøkelser i fjæresonen. I inneværende undersøkelse er transektdykking benyttet i 2001, mens det ble utført ruteanalyse i fjæresonen for alle årene. Transektet for undersøkelsen på stasjon G-8 (i 2001) er identisk med stasjon 9 for 1983/97 undersøkelsene (se *Figur 7-8*), mens ruteanalysene ble foretatt på innsiden av Hellesøy. I 1983 ble det observert 59 arter under transektdykk på denne stasjonen, i 1997 ble det observert 24 arter, mens det i 2001 ble observert 35 arter. Årsaken til



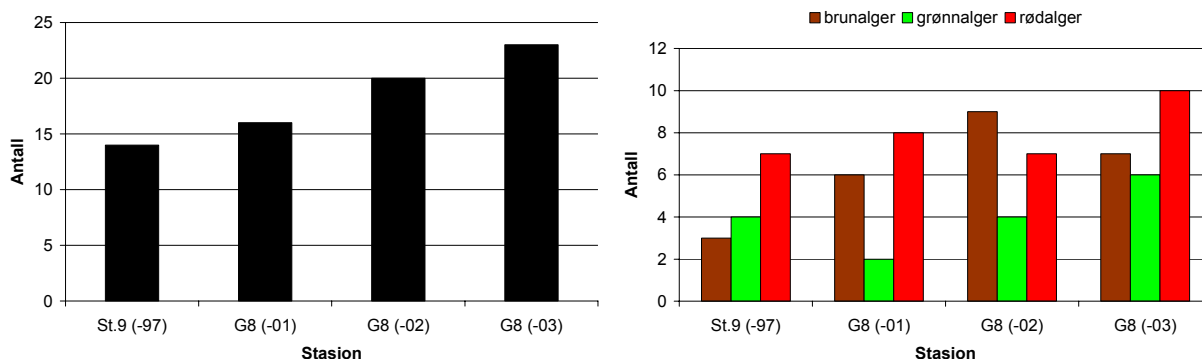
reduksjon i antall arter fra 1983 til 1997 er begrunnet med at det ble gjennomført en mer grundig undersøkelse i 1983 med innsamling av en rekke arter, også epifytter, som ble identifisert i lupe og mikroskop.



Figur 7-8 Stasjonsplassering ved undersøkelsen i 1997 og i 2001-2003. Det er kun stasjon 9 fra 1997 undersøkelsen som er vist da det kun er den stasjonen som sammenfaller med undersøkelsen i 2001-2003.

Økningen i antall arter igjen i 2001 viser at variasjonen mest trolig skyldes detaljeringsgrad og hvem som gjennomfører undersøkelsen. I 1983 og 1997 var dybdeutbredelsen på sukkertare og fingertare fra 2-12 meter, mens i 2001 ble tare kun observert på 2-3 meters dyp og ikke dypere.

Sammenlikning av antall arter observert fra 2 m til overflaten i 1997 og antall arter observert i ruteanalyse i fjæresonen i 2001-2003 viser en økning i artsantallet (Figur 7-9). Siden transektdykket i 1997 ikke er gjort på nøyaktig samme sted som ruteanalysene i 2001-2003 må tallene sammenliknes med forsiktighet, men artsantallet for 2001-2003 viser også en økning og disse registreringene er gjort på samme sted.



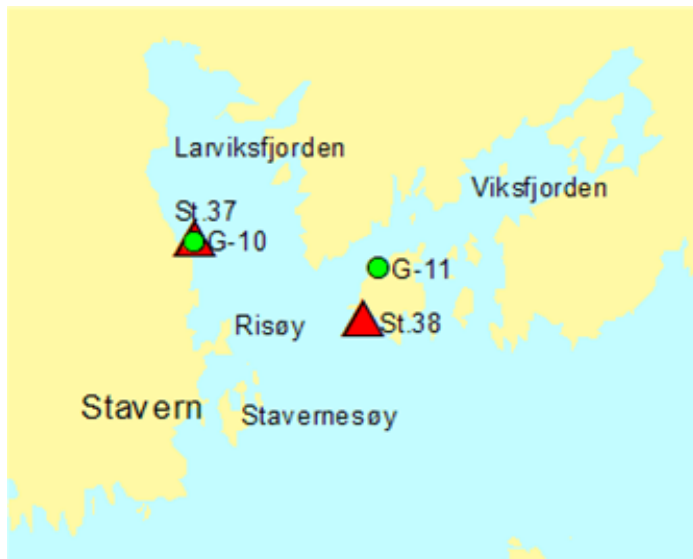
Figur 7-9 Antall arter og fordeling mellom grønn-, brun- og rødalger på stasjon G-8 (st.9 i 1997) i Sandefjordsfjorden.

SAMPLERAPPORT

En samlet vurdering av gruntvannsamfunnet i Sandefjordsfjorden i 2001-2003 i forhold til 1983 og 1997, tyder på at det er liten endring i makroalgesamfunnet i fjæresonen. Det er ingen tegn på eutrofi midtveis ute i fjorden, mens det lengre inne er tegn som tilsier eutrofieringseffekter på algesamfunnet. Dybdeutbredelsen av tare er derimot kraftig redusert og dette er trolig en effekt av økt partikkelmengde i vannet. Økt mengde partikler kan skyldes økt primærproduksjon som følge av eutrofiering, men det kan også være andre forhold som virker inn. Det anbefales at dybdeutbredelsen av tare i Sandefjordsfjorden overvåkes i de kommende år.

7.5.3 Sammenlikning med tidligere undersøkelser i Larviksfjorden

Gruntvannssamfunnet i Larviksfjorden ble undersøkt ved strandsonedefaring i 1989 (Miljøplan 1990). Stasjon 37 er identisk med rammestasjon G10 i inneværende over-våkingsprogram, mens stasjon 38 var plassert litt mer eksponert på Malmøy enn stasjon G11 (**Figur 7-10**).

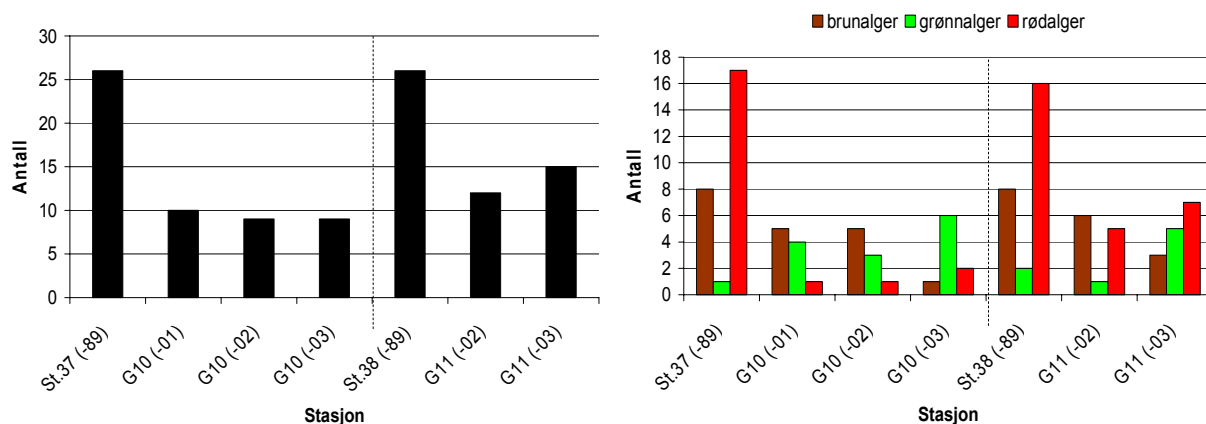


Under strandsonedefaringen (Figur 7-11) i 1989 ble det registrert 26 arter både på stasjon 37 og 38. I 2001-2003 ble det registrert 9-10 arter på stasjon G10 og 12-15 arter på stasjon G11. Antall grønnealger har økt både på G10 og G11, mens antall rødealger er sterkt redusert. Reduksjonen i arter skyldes antakelig forskjellige registreringsmetoder. Ruteanalyse dekker over et mer begrenset område enn strandsonedefaring. Til gjengjeld er registreringen kvantitativ.

Figur 7-10 Stasjonsplassering ved undersøkelsen i 1989 og i 2001-2003 for de stasjonene som er geografisk sammenfallende.

Under strandsonedefaringen ble det registrert sukker- og fingertare på 2 m dyp (største undersøkelsesdyp). Under transekt-dykket i 2001 ble tareartene registrert i dybdeintervallet 2-8 meter.

SAMLERAPPORT



Figur 7-11 Antall arter og fordeling mellom grønn-, brun- og rødalger på stasjon G10 (st.37 i 1989) og G11 (st.38 i 1989) i Larviksfjorden.

Larviksfjorden bærer preg av å være eutrofiert i indre del. Det er ikke datagrunnlag for å si at det er noen endring mellom 1989 og undersøkelsen i 2000-2003.

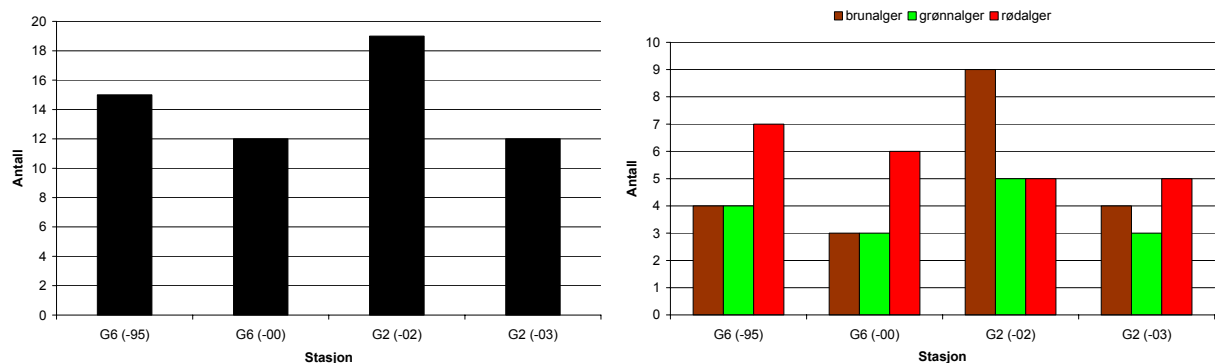
7.5.4 Sandebukta

Undersøkelser av hardbunnssamfunn i forhold til forurensing er gjennomført i Sandebukta siden begynnelsen på 90-tallet (Miljøplan 1990b, DNV 1996, 2001). Den ytterste stasjonen i disse undersøkelsene er identisk med stasjon G-2 i inneværende overvåking (Figur 7-12). Figur 7-13 viser at det er liten forskjell i antall arter mellom årene, bortsett fra variasjonen i antall brunalger. Antall brunalgearter har ligget på omtrent 4 alle årene bortsett fra i 2002, da ble det registrert 9 brunalgearter. Økningen i 2002 kan komme av forskjell i isskuringsbelastning om vinteren. Hardbunnssamfunnet virker friskt og normalt for en fjordlokaltet og virker ikke eutrofiert.



Figur 7-12 Stasjonsplassering i 1995, 2000 og 2001-2003 for de stasjonene som er geografisk sammenfallende.

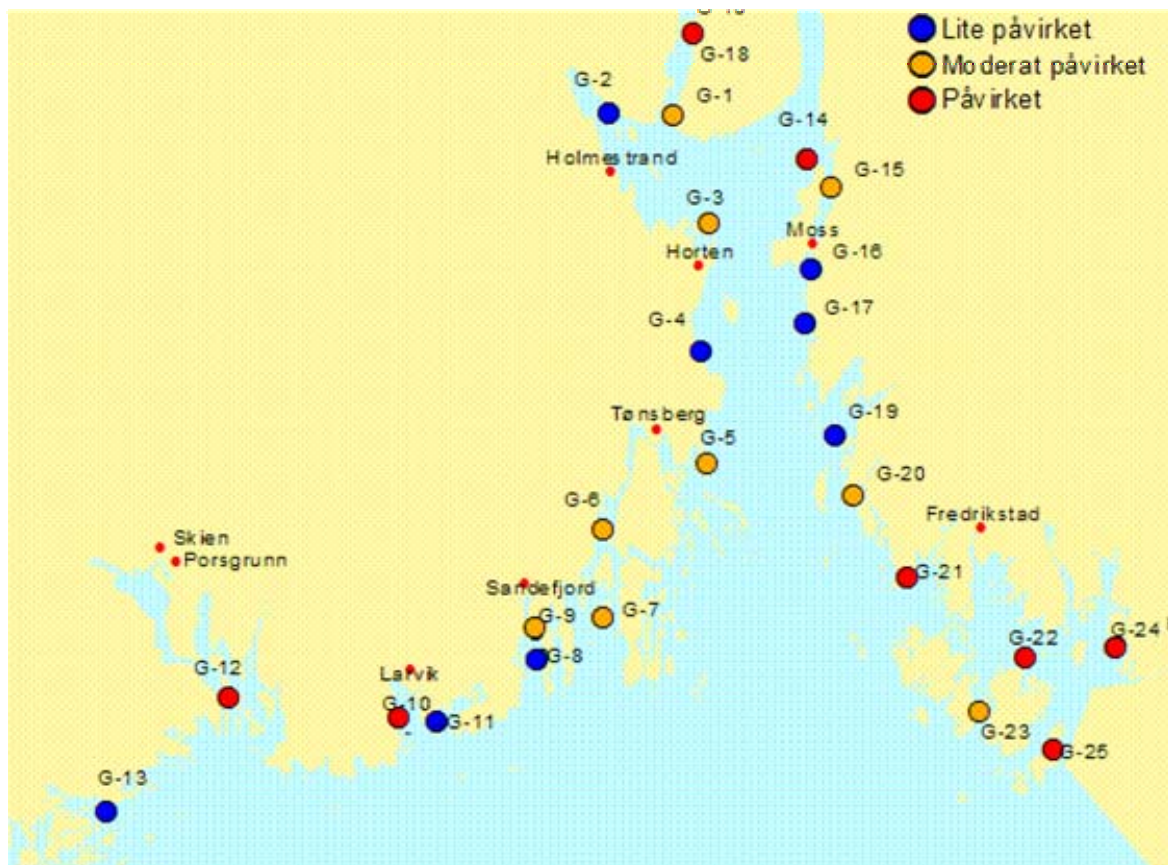
SAMLERAPPORT



Figur 7-13 Antall arter og fordeling mellom grønn-, brun- og rødalger på stasjon G2 (G6 i 1995 og 2000) i Sandebukta.

7.6 Oppsummering gruntvannssamfunn og foreløpige konklusjoner

På grunnlag av analyseresultatene fra ruteregistreringer, deskriptiv vurdering av stasjoner og sammenlikning med tidligere undersøkelser vurderes hardbunnssamfunnet i ytre Oslofjord som eutrofipåvirket i enkelte områder (Figur 7-14).



Figur 7-14 Vurdering av eutrofipåvirkning av hardbunnssamfunn, fargeskala og inndeling har ingen sammenheng med SFTs tilstandsklasser.



Stasjonene som virker minst påvirket av ferskvannstilførsel, partikler og/eller eutrofi ligger i ytre områder av fjordarmer sydvest i ytre Oslofjord. Dette er G13, G11 og G8. På østsiden av fjorden har stasjon G19 ytterst i Krogstadfjorden, like trekk.

Stasjonene G4, G3 og G16 skiller seg ut ved å ha lav dekningsgrad av alger. Dette kan forklares med at G4 og G16 går over i sandbunn like nedenfor analyserammene, og stasjonene blir derfor påvirket av sandpartikler som virvles opp. Algesammensetningen på disse to stasjonene tyder på liten påvirkning av eutrofi. Stasjon G3 var dominert av blåskjell, og er på grunnlag av en totalvurdering av stasjonen vurdert som moderat påvirket av eutrofi.

Stasjon G12 i Grenlandsfjorden, G10 utenfor Larvik, G18 ved Svelvik samt G21, G22, G24 og G25 i Hvalerområdet blir alle eksponert for ferskvann fra elver med stor vannføring. Disse stasjonene samt stasjon G14 domineres av grønnalger og viser klare tegn eutrofieringseffekter.

Stasjonene lenger ut i ferskvannspåvirkede områder (G1 og G23) samt stasjoner i fjorder og trange sund uten særlig elvetilførsel (G9, G7 og G5 samt G15 og G20), har en mer divers sammensetning av alger, med dominans av tangarter samt grønnalger som tarmgrønske og grønn dusk. Florasammensetningen på disse stasjonene er et klart mellomstadium mellom de lite diverse grønnalgedominerte stasjonene og de mer diverse stasjonene med mye brun- og rødalger i fjæra.

Det er helt klare trekk som tyder på at tettheten av store tangarter (*Fucus*) er blitt redusert fra 2002 til 2003. Samtidig har det vært en klar økning i tetthet og forekomst av grønnalger som tarmgrønske og grønn dusk. Dette gjelder samtlige stasjoner i Hvalerområdet (G21-25), begge stasjonene utenfor Svelvikstraumen (G18 og G1), utenfor Sande (G2) og tvers over fjorden, G14 på Bevøya. Videre gjelder det stasjon G5, G7, G9 og G10 som alle er i gruppa som domineres av grønnalger. De øvrige stasjonene har liten endring i algesamfunnet fra 2002 til 2003 bortsett fra stasjon G6 hvor det var mye rødsleipe, en typisk sommerart. Det kan også nevnes at sukkertare som ble registrert på stasjon G8 i Sandefjordsfjorden i 2002, ikke ble registrert i 2003, samt at dybdeutbredelsen er redusert i forhold til undersøkelser gjennomført i 1997.

Konklusjonen for gruntvannsundersøkelsen i 2003 er at det har vært en økning av grønnalger og en reduksjon av tangarter i de områdene med størst ferskvannspåvirkning samt i enkelte områder hvor det tidligere er observert antydning til eutrofipåvirkning.

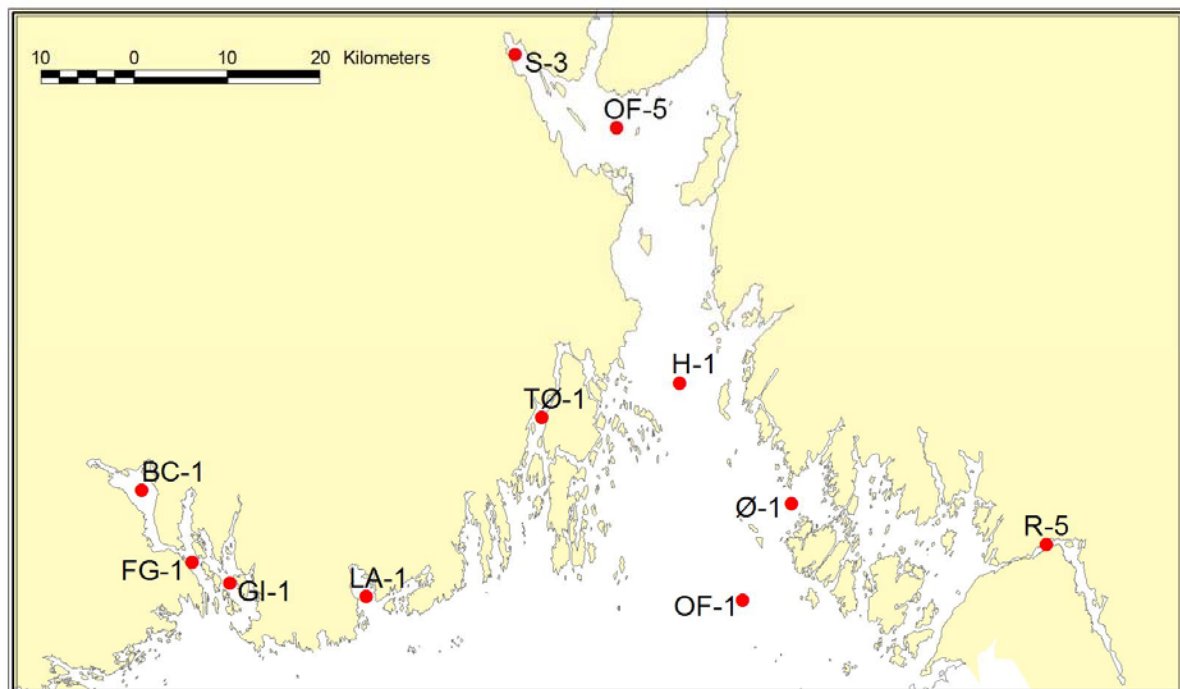
8 BLØTBUNNSSAMFUNN

8.1 Innledning

Bløtbunnsamfunnet ble undersøkt på tre stasjoner i 2003. Resultatene beskriver tilstanden i bløtbunnsamfunnet samt trender i undersøkelsesperioden. Detaljer fra undersøkelsen er gitt i Delrapport: Bløtbunnsfauna (DNV, 2004).

8.2 Materiale og metoder

Det ble samlet inn bløtbunnsfauna fra 3 stasjoner plassert ved Rauå, Ringdalsfjorden ved Hvaler og midtfjords ved Torbjørnsskjær. En oversikt over stasjonsplasseringen er vist i Figur 8-1.



Figur 8-1. Stasjonsplassering, bløtbunnsfauna. I 2003 ble følgende stasjoner prøvetatt: R5, OF1 og H1.

Prøvetaking og biologiske analyser ble utført i henhold til akkreditert metode - *Prøvetaking av marint sediment og bløtbunnsanalyser*. Det ble samlet inn 3 replikate grabbprøver á 0,1m² overflateareal.

På grunnlag av arts- og individantall er det utført statistiske analyser for vurdering av bløtbunnsamfunnets tilstand og tidstrender.



8.3 Resultater og diskusjon

En visuell beskrivelse av sedimentet er gitt i *Tabell 8-1*. Tilsammen ble det funnet 90 arter og 2460 individer på de 3 undersøkte stasjonene. Faunaen domineres tallmessig av bløtdyr (mest muslinger), artsantallet er størst blant børstemarkene.

Tabell 8-1. *Beskrivelse av sedimentkjerner fra Ytre Oslofjord 2003.*

Stasjon	Sted	Dyp(m)	Beskrivelse
OF-1	Torbjørnskjær	452	Grå/brun myk leire
R-5	Ringstadfjorden	34	Sort bløt jord. Råtten lukt
H-1	Rauøy	343	Grå myk leire

Diversitet og dominans

Dyp, antall arter (S) og individer (N) per 0,3m², Shannon Wiener diversitetsindeks (H'), jevnhet (J) og ES₁₀₀ (forventet antall arter på 100 individer) er vist i Tabell 8-2. Tabell 8-3 lister opp de ti dominante artene på hver stasjon.

Tabell 8-2. *Dyp, antall arter (S) og individer (N) per 0,3m², Shannon Wieners diversitetsindeks (H'), jevnhet (J) og ES₁₀₀.*

Stasjon	Sted	Dyp (m)	S	N	H'	J	ES ₁₀₀	Tilstandsklasse	
								H'	ES ₁₀₀
H-1	Rauøy	343	39	415	3,8	0,7	22	II	II
OF-1	Torbjørnskjær	452	59	1843	3,0	0,5	15	II	III
R-5	Ringdalsfjorden	34	24	147	3,3	0,7	20	II	II

Bløtbunnsamfunnet blir vanligvis betraktet som uforstyrret når diversitetsindeksen (H') overstiger 4. Verdier mellom 3 og 4 kan tyde på en moderat påvirkning eller andre forstyrrende faktorer, mens verdier mellom 2 og 3 er unaturlig lave og tyder på en forstyrret bunnfauna. Indeksverdier under 2 tyder på en klart påvirket bunnfauna.

På de 3 undersøkte stasjonene tilsvarer diversitetsindeksen tilstandsklasse II – *God tilstand* i henhold til SFTs klassifiseringssystem for kystfarvann (SFT, 97:03). Lavest verdi ble funnet på OF-1.

Diversitetsindeksen (H') bør kombineres med jevnhetsindeksen (J). Jevnhetsindeksen varierer fra 0 til 1, der verdier nær 1 betyr en jevn fordeling mellom arter og individer. Jevnhetsindeksen på de undersøkte stasjonene varierer fra 0,5 til 0,7, der stasjon OF-1 har den laveste jevnhetsindeksen.

På basis av ES₁₀₀ verdien klassifiseres stasjon H-1 og R-5 i SFTs tilstandsklasse II - *God tilstand*. Stasjon OF-1 har en verdi tilsvarende tilstandsklasse III - *Mindre god tilstand*. Generelt vil ES₁₀₀ verdier under 20 indikere et forstyrret bunndyrssamfunn.

På bakgrunn av de 3 nevnte indeksene skiller faunaen på stasjon OF-1 seg ut som lettere påvirket. Stasjonen er imidlertid dypere enn de to andre, noe som kan ha betydning for sedimenttype og faunasamfunnet.



SAMPLERAPPORT

Ut fra individ- og artssammensetning kan faunaen på stasjon R-5 i Ringdalsfjorden karakteriseres som forstyrret. I forrige undersøkelse ble stasjonen betegnet som påvirket ut fra diversitetsindeksen. I 2003 blir imidlertid diversiteten relativt høy på stasjonen noe som skyldes et svært lite arts- og individantall (pga påvirkning på stasjonen).

Det er nødvendig å merke seg at dette bare er indekser som viser generelle trekk i en rekke komplekse økologiske data. Det er derfor nødvendig å sammenholde dette med artssammensetning og andre faktorer som f.eks. dyp og sedimenttype på de enkelte stasjoner for å komme frem til konklusjoner basert på økologiske forhold.

Artssammensetning

Generelt viser listen over de ti mest forekommende artene (Tabell 8-3) en moderat til stor dominans av indikatorarter på organisk beasting. Imidlertid er det vanlig at indikatorarter dominerer faunaen i større grad i fjorder enn i åpne områder langt fra land. Dette skyldes stadig tilsig av organisk materiale og næringssalter fra land. Indikatorartene er i stand til å utnytte ressursene bedre enn andre arter og er ofte mer tolerante overfor oksygensvikt etc. og vil derfor dominere faunaen i kystområder.

Tabell 8-3. De ti dominante artene på hver stasjon, ytre Oslofjord 2003.

H-1	Antall	%	Kum%	OF-1	Antall	%	Kum%
Paramphinome jeffreysii	104	25,06	25,06	Thyasira equalis	730	39,61	39,61
Nucula tumidula	61	14,70	39,76	Nuculoma tenuis	289	15,68	55,29
Thyasira equalis	53	12,77	52,53	Paramphinome jeffreysii	206	11,18	66,47
Ceratocephale loveni	35	8,43	60,96	Abra nitida	198	10,74	77,21
Tharyx sp.	34	8,19	69,16	Caulleriella sp	169	9,17	86,38
Paraedwardsia arenaria	18	4,34	73,49	Nemertea spp.	31	1,68	88,06
Montacuta ferruginosa	9	2,17	75,66	Montacuta ferruginosa	22	1,19	89,26
Terebellides stroemi	9	2,17	77,83	Prionospio cirrifera	19	1,03	90,29
Eriopisa elongata	8	1,93	79,76	Ceratocephale loveni	16	0,87	91,16
N.tetragona	8	1,93	81,69	Heteromastus filiformis	16	0,87	92,02
Lumbrineris aniara	8	1,93	83,61				
R-5	Antall	%	Kum%				
Pseudopolydora antennata	40	27,21	27,21				
Corbula gibba	34	23,13	50,34				
Prionospio steenstrupi/malmgr.	16	10,88	61,22				
Glycera alba	14	9,52	70,75				
Oligochaeta sp.	9	6,12	76,87				
Nemertea spp.	5	3,40	80,27				
Ophiuroidea spp. juv	4	2,72	82,99				
Prionospio cirrifera	4	2,72	85,71				
Polydora caeca	3	2,04	87,76				
Thyasira sarsii	2	1,36	89,12				
Chaetozone sp	2	1,36	90,48				
Polynoidae indet	2	1,36	91,84				

Børstemarken *Pseudopolydora antennata* som dominerer faunaen på stasjon R-5, er en spesielt sterk indikatorart som kan leve under anaerobe (oksygenfrie) forhold. Også *Paramphinome jeffreysii* (børstemark), som dominerer faunaen på stasjon H-1, er en indikatorart. Denne er imidlertid svært vanlig å finne i fjorder.



SAMLERAPPORT

Muslingen *Thyasira equalis* som dominerer faunaen på stasjon OF-1, er derimot en typisk dypvannsart som trives på ”ren” bunn, dvs. ikke på spesielt organisk belastede lokaliteter.

Arten er saktevoksende og kan oppnå en ganske høy alder (opptil 16 år) slik at fullvoksne individer av denne arten vil indikere at forholdene har vært relativt gode over lang tid. Individantallet av *Thyasira equalis* på stasjon OF-1 er imidlertid svært høyt og indikerer en forstyrrelse.

Stasjon OF-1 er en dyp stasjon og det er vanlig at det oppstår oksygensvikt på dype stasjoner med jevne mellomrom, noe som kan forklare en noe svekket fauna her.

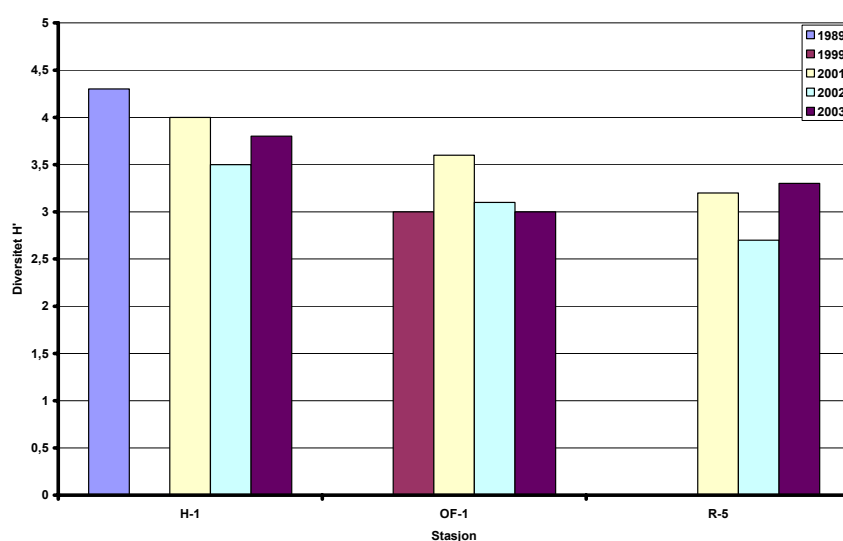
Ut i fra artssammensetningen samt antall arter og individer kan faunaen på stasjon R-5 karakteriseres som forstyrret. Faunaen på stasjon H-1 kan betegnes som en relativt normal fjordfauna.

Sammenligning med tidligere undersøkelser

Data fra undersøkelser utført av DNV i 2001, 2002 og 2003 er sammenlignet med data fra tidligere undersøkelser (NIVA, 1990; NIVA, 1995; NIVA, 2000; NIVA, 2001 og UiO, 1995). Sammenligningen er gjort på parametrene diversitet (H'), antall arter (S) og individer (N) på stasjoner som er lokalisert i noenlunde samme område og dyp, se oversikt i Tabell 8-4. Det gjøres oppmerksom på at data fra 2001, 2002 og 2003 er summen av 3 grabber (areal 0,3 m²) som sammenlignes med summen av 4 grabber (areal 0,4 m²) undersøkt tidligere år.

På stasjon H-1 ved Rauø har diversiteten økt noe siden forrige undersøkelse og nærmer seg 2001 nivået, se Figur 8-2. I forhold til diversitetsindeksen i 1989 (4,3) er nivået noe redusert. Også på stasjon R-5 har diversiteten økt siden 2002, og er på samme nivå som i 2001. Antall individer og til dels antall arter er imidlertid betydelig redusert på denne stasjonen. Det ble i tillegg registrert råttent lukt av sedimentet.

På stasjon OF-1 ved Torbjørniskjær er diversiteten på samme nivå som i 2002.



Figur 8-2. Diversitetsindeks på over tid, stasjon H-1, OF-1 og R-5 i Ytre Oslofjord..

SAMLERAPPORT

Tabell 8-4. Diversitet (H'), antall arter (S) og individer (N) på felles stasjoner undersøkt i perioden 2001 – 2003, ytre Oslofjord.

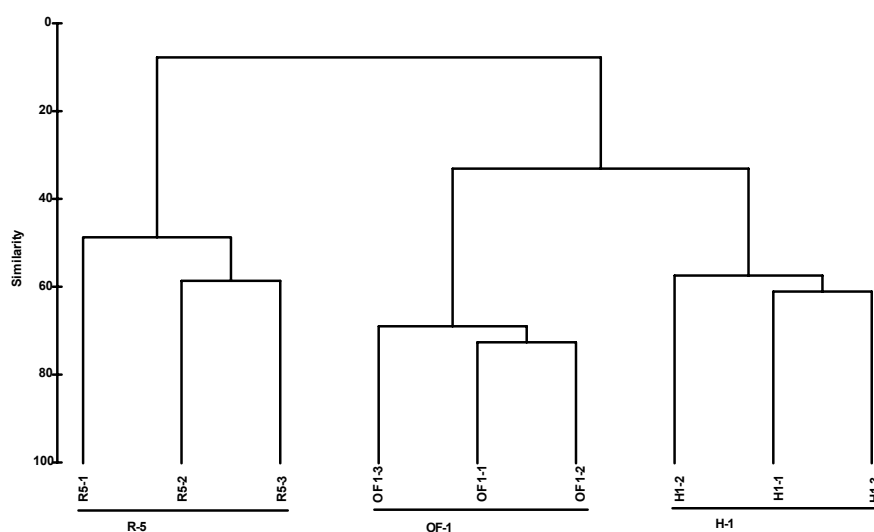
DNV Stasjon	Sted	Dyp (m)	H'			S			N			NIVA/UIO Stasjon*	Dyp* (m)	H'*	S*	N*
			2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003					
H-1	Rauø	343	4	3,5	3,8	49	38	39	751	443	415	24 (1989)	306	4,3	41	373
OF-1	Torbjørn-skjær	452	3,6	3,1	3,0	53	45	59	1632	1959	1843	A460 (1999)	452	3	47	1269
R-5	Ringdals-fjorden	34	3,2	2,7	3,3	37	31	24	907	657	147					

* Tidligere undersøkte stasjoner lokalisert i samme område som stasjoner undersøkt i 2001-2003.



8.3.1 Likhetsanalyser

Likhetsanalyser (klassifikasjon og ordinasjon) er benyttet til å gruppere grabbprøvene fra de tre stasjonene etter grad av faunalikhet. Ved klassifikasjon og ordinasjon beregnes først likheten mellom hver grabbprøve og alle andre grabbprøver. Resultatet sammenstilles i en likhetsmatrise som benyttes i de videre analyser. Resultatene fra klassifikasjons- og ordinasjonsanalysen er presentert i dendrogram og MDS plott, se Figur 8-3, og viser at grabbprøvene deler seg inn i 3 stasjonsvise hovedgrupper. Stasjonene deler seg inn etter dyp og lokalitet. Stasjon R-5 er en grunn stasjon (34m)



lokalisert nær land og prøvene fra denne skiller seg mest fra de øvrige. Stasjon H-1 og OF-1 er relativt dype stasjoner på hhv. 343 og 452m. Stasjon OF-1 er lokalisert midtfjords ved Torbjørn-skjær og stasjon H-1 er plassert midtfjords ved Rauå, dvs. lenger inn i fjorden. Forskjellen mellom H-1 og OF-1 er også relativt høy.

Figur 8-3. Dendrogram bløtbunnsfauna, ytre Oslofjord 2003.

Stasjon R-5 skiller ut hovedsakelig pga. svært få eller ingen individer av de dominante artene på stasjon H-1 og OF-1. I tillegg har denne stasjonen et høyere antall av de sterke indikatorartene *P. antennata* (børstemark) og *Corbula gibba* (musling).

Stor overvekt av muslingene *T. equalis*, *Nuculoma tenuis* og *Abra nitida* på stasjon OF-1 gjør at denne stasjonen skiller seg fra H-1. Disse trives på dypt vann, og er ofte beskrevet som tolerante arter som også er typiske å finne på lokaliteter som OF-1 (se mer om *T. equalis* under Artssammensetning). Dypet kan derfor være den egentlige årsaken til den store dominansen.

8.3.2 Sammenligning med tidligere undersøkelser

Likhetsanalysen utført på tallmaterialet fra 2001, 2002 og 2003 viser at stasjonene deler seg opp i 3 hovedgrupper fordelt på undersøkelsesår (alle OF1, H1 og R5 i hver sin gruppe).

Gruppen som utgjøres av stasjon R-5 er den minst homogene gruppen, dvs. at endringene over tid er størst her. De største endringene har skjedd i perioden 2002 til 2003 ved en betydelig reduksjon i antall individer, inkludert indikatorarter, samt antall arter. Til tross for at diversiteten har økt noe, tolkes endringene i individ- og artsantall i retning av dårligere forhold, noe som understøttes av råtten lukt av sedimentet på stasjonen.

Også stasjonene H-1 og OF-1 deler seg inn etter år innen hver hovedgruppe, men endringene er mindre, og utviklingen peker ikke i retning av noen spesiell retning.

SAMPLERAPPORT

Det har vært en nedgang i diversitet på H1 fra 1989 til 2002. Imidlertid viser 2003 resultatene en diversitet som mer tilsvarer 2001 nivået. Basert på dette skiller H1 seg ikke lenger ut med en negativ utvikling.

8.4 Oppsummering bløtbunnsfauna og foreløpige konklusjoner

Konklusjonen er basert på tre hovedelementer:

1. Univariante analyser (diversitetsindekser m.m).
2. Artssammensetning (antall arter og individer, indikatorarter og ti på topp liste).
3. Multivariate analyser (faunalikhet, dendrogram , MDS m.m).

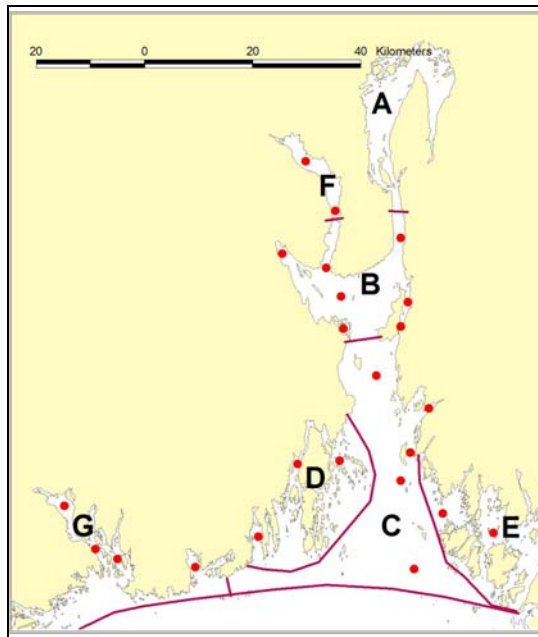
Ut fra en helhetsvurdering kan tilstanden i bunnfaunaen på stasjon OF-1 og H-1 betraktes som relativt uendret siden 2002. Den negative utviklingen som ble påvist i faunasamfunnet spesielt på stasjon H-1 ser ut til å ha stoppet opp. Stasjonene har en relativ normal fjordfauna typisk for ”dypvannsstasjoner”. En økning i diversitetsindeksen på stasjon R-5 siden 2002 indikerer ingen positiv utvikling, da bildet er mer komplisert. Bl.a har denne indeksen ikke fanget opp den betydelige nedgangen i individ- og til dels artsantall samt tilstedeværelsen av utpregede indikatorarter. Stasjon R-5 betegnes som påvirket og utviklingen har vært negativ siden 2002.



9 SAMMENFATNING

Eutrofiering skyldes økte tilførsler av næringssalter og organisk materiale og kan dokumenteres ved forhøyede konsentrasjoner av næringssalter i vannmassene og da særlig overflatelaget, forskjøvet N:P forhold og økt primærproduksjon. Økt sedimentasjon av organisk materiale som belaster dypere vannlag og bunnsedimentene kan føre til endret bløtbunnsfauna og redusert oksygenmetningen i vannmassene særlig ved sprangsjiktet og i bassengvann i terskelfjorder. Biomassen av bunnlevende alger i gruntvannsområder kan øke og andelen av ettårige opportunistiske alger, spesielt grønnalger, kan øke i forekomst. Økte mengder av algeplankton kan gi skyggeeffekter og redusert voksedyp for bentiske alger.

Imidlertid har det vært dokumentert at områder med store tilførsler av næringssalter ikke alltid reflekterer dette generelle bildet. Blant annet har det vært hevdet at store mengder blåskjell har filtrert ut algeplankton slik at en ikke har kunnet påvise økte klorofyllmengder eller økt organisk belastning av dypvannet og sedimentet. Ytre Oslofjord er sammensatt hovedfjorden og en rekke lokale resipienter hvor tilførsler, vannutskiftning og tilstand i forhold til ulike parametre varierer. I det følgende er det forsøkt gitt en sammenfattende vurdering av dagens tilstand til de enkelte områdene i fjorden basert på alle parametrene som inngår i overvåkingen 2001-2003.



Figur 9-1 Inndeling av fjorden i avsnitt med stasjoner benyttet i overvåkingen av vannkvalitet.

Inndelingen som ble benyttet i 2001 var basert på tidligere (før 1996) observerte forekomster og karaktertrekk av algeplankton. Denne er noe endret i år basert på observasjoner gjort i denne undersøkelsen (se Figur 9-1).

Område B og C omfatter alle hovedbassengene i hovedfjorden. Overflatelaget i dette området er karakterisert av noe økende konsentrasjoner av næringssalter og algeplankton, og redusert siktedyp innover i fjorden. Forholdene ved Torbjørnskjær er i stor grad lik områdene lenger sør langs norskekysten. I forhold til næringssalter og klorofyll-a er tilstanden karakterisert som I-Meget god til II-God i sommersesongen og II-God til III-Mindre god i vintersesongen. I sesonger med stor ferskvannsavrenning som i 2002, kan dette gi redusert tilstandsvurdering. Tilstanden i område C er relativt homogen med et til tider markert skille i forhold til område B hvor tilstanden er noe dårligere. Tilstanden i overflatelaget varierer noe

fra år til år hovedsakelig på grunn av lokal avrenning.

De fleste gruntvannsstasjonene i dette området er karaktisert som lite eller ikke påvirket av eutrofiering og tilsvarer derved vurderingen av vannkvaliteten i overflatelaget.

Oksygenforholdene rundt sprangsjiktet i 20 – 50 m dyp blir noe redusert innover i fjorden med markert dårligst forhold i område B i august – september.



SAMPLERAPPORT

Basert på kriteriene for oksygenforhold i bunnvannet tilsvarende oksygenivået i dette området II-*God*, mens tilstanden for øvrig er I-*Meget god*.

De to områdene er inndelt i flere terskelbassenger hvorav et strekker seg fra B ut i C. Tilstanden basert på det laveste oksygenivå som er observert de enkelte år er I-*Meget god* i alle bassengene bortsett fra Breidangen (deler av område B) hvor tilstanden er karakterisert som II-*God* til III-*Mindre god*. Tilstanden varierer noe avhengig av kvaliteten på innstrømmende vann fra Skagerrak og Nordsjøen.

Basert på diversiteten i bløtbunnsfaunaen er område B og C karakterisert som I-*Meget god* til II-*God*. Generelt må bunnfaunasamfunnet betegnes som en normal fjordfauna som ikke er tydelig påvirket av eutrofiering.

Sandebukta skiller seg generelt noe ut fra det øvrige området med større lokal påvirkning både i forhold til overflatelag og i bunnfauna.

Område D omfatter skjærgården og fjordområdene ved Tønsberg og Sandefjord. Det er ingen store lokale tilførsler av næringssalter bortsett fra til Vestfjorden med Aulielva hvor landbruk er dominerende tilførselskilde.

Tilstanden i overflatelaget i skjærgårdsområdet er I-*Meget god* til II-*God*, mens tilstanden i Vestfjorden er II-*God* til III-*Mindre god*. Sammensetningen av algeplanktonet i skjærgårdsområdet ligner mest på de åpne områdene og er noe forskjellig fra fjordene ved Tønsberg og Sandefjord. Forholdene varierer markert fra år til år spesielt i områder med lokal avrenning som Vestfjorden.

Gruntvannssamfunnet er vurdert å være moderat påvirket i det meste av området.

Oksygenforholdene ved sprangsjiktet varierer noe med dårligst forhold i Vestfjorden ved Tønsberg hvor lavest observerte nivå tilsvarende IV-*Dårlig*. I det øvrige området tilsvarende nivået II-*God* til III-*Mindre god*.

Oksygenforholdene i bunnvannet tilsvarende II-*God* bortsett fra Vestfjorden hvor tilstanden er vurdert som III-*Mindre god*. Langtidsovervåkingen utført av TAU tyder på en svak bedring av forholdene i løpet av ca 20 år.

Bløtbunnsfaunaen i Vestfjorden ble karakterisert som lett påvirket av eutrofiering med tilstandsklasse II-*God* basert på faunaens diversitet.

Område E består av skjærgården i Hvaler, Singlefjorden og Ringdalsfjorden. Området er sterkt påvirket av Glomma og Tista som begge har landbruk som dominerende kilde for næringssalter.

Ringdalsfjorden skiller seg ut med et betydelig avvikende N:P forhold og tilstandsvurdering i overflatelaget som tilsvarende III-*Mindre god* til V-*Meget dårlig*. For fosfat og tot-P tilsvarende tilstanden I-*God* til III-*Mindre god*. For det øvrige området er tilstanden vurdert som I-*Meget god* til III-*Mindre god*. Tilstanden varierer i stor grad med avrenningsforholdene fra år til år og mellom sesonger.

Algeplanktonet skiller seg markert ut fra de åpne områdene med flere store oppblomstringer av karakterarter i løpet av sommeren. Ringdalsfjorden/Iddefjorden har en annen algestatus enn Singlefjorden, og nærområdet til Glommas utløp (Ramsø – I-1) skiller seg ut med gjennomgående noe mindre algebestander. Karakterartene er andre steder vurdert som typiske for eutrofierte områder. De høyeste klorofyll-a verdiene observeres alle tre år i dette området.



SAMLERAPPORT

Tilstanden basert på klorofyll-a er III-*Mindre god* til IV-*Dårlig* enkelte år i Ringdalsfjorden-Singlefjorden.

Gruntvannssamfunnet i området er vurdert å være tydelig påvirket.

Oksygennivået ved sprangsjiktet tilsvarer tilstanden III-*Mindre god*.

Oksygennivået i bunnvannet er IV-*Dårlig* til V-*Meget dårlig* i Ringdalsfjorden. I Hvaler – Singlefjorden skiller Ramsø (I-1) seg ut med IV-*Dårlig* til III-*Mindre god*. For øvrig er tilstanden II-*God*.

Bløtbunnsfaunaen vurderes som moderat påvirket med tilstand tilsvarende I-*God* til III-*Mindre god* (Ringdalsfjorden).

Område F omfatter Drammensfjorden innenfor Svelvik. Stor ferskvannsavrenning innerst i fjorden, liten bredde på fjorden utover og innsnevring ved Svelvik fører til at overflatelaget normalt har kort oppholdstid og er tilnærmet ferskt. Forholdene varierer derfor med avrenningen. Tilstanden tilsvarer II-*God* til III-*Mindre god* både i forhold til næringsalter og klorofyll-a. N:P forholdet er markert forhøyet alle år.

Algesamfunnet domineres generelt av brakkvannsarter. Til forskjell fra 2001 ble det i 2002 og 2003 observert store oppblomstringer av kiselalger. Dette kan ha sammenheng med noe høyere saltholdighet i overflatelaget.

Dypvannet innenfor Svelvikterskelen regnes å være naturlig oksygenfritt hvor redusert belastning og/eller hyppigere vannutskiftning bare vil redusere mengde sulfid i bassengvannet. Det er foreslått å benytte dypeste observasjon av oksygenholdig vann som indikator for tilstanden til fjorden. Data fra denne undersøkelsen viser tilnærmet samme nivå som på 90-tallet, men en markert bedring sammenlignet med 70- og 80-tallet.

Område G omfatter hovedsakelig Grenlandsområdet som er sterkt påvirket av Skiensvassdraget hvor bakgrunnsavrenningen dominerer. Største menneskeskapte tilførselskilde er industri. Overflatelaget har et markert forskjøvet N:P forhold i indre område (Frierfjorden). Tilstanden kan karakteriseres som I-*Meget god* til III-*Mindre god*. Siktedypet er vurdert som IV-*Dårlig* til III-*Mindre god*, mens klorofyllmengdene tilsvarer III-*Mindre god* til II-*God*.

En foreløpig vurdering av algeplanktonet er at avsnittet kjennetegnes på evnen til å utvikle store lokale forekomster som skiller seg fra hovedfjorden i artssammensetning og biomasse. Langesundsfjorden synes å mer til felles med de åpne delene av fjorden.

Gruntvannsstasjonen i ytre del er vurdert som påvirket.

Området er oppdelt i en rekke terskelbassenger hvor hvert av bassengene er karakterisert ved ulike utskiftningsfrekvenser av bassengvannet. Dette gjenspeiles i tilstanden i forhold til oksygen i bunnvannet hvor Frierfjorden er vurdert som IV-*Dårlig* til V-*Svært dårlig*, Håøyfjorden som IV-*Dårlig* og Langesundsfjorden som II-*God*.

Dette ble videre reflektert i bløtbunnsfaunaen hvor tilstanden ble karakterisert som henholdsvis IV-*Dårlig*, IV-*Dårlig* og I-*Meget god*.

I løpet av en 20-årsperiode har oksygenforholdene i bunnvannet blitt betydelig bedre som følge av økt rensegrad av utslippene fra industri og kloakk.



10 REFERANSER

- 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. SFT 1996.
- Aure, J. & Didrik Danielssen, 1996. Fjordbassengene i Ytre Oslofjord: Oksygenforbruk, organisk belastning og vannutskiftning. Havforskningsinstituttet Prosjektrapport 17-1996.
- Aure, J. & Didrik Danielssen, 1998. Fjordbassengene i Ytre Oslofjord: Vannutskiftning, oksygen og næringssalter 1995 – 1998. Statlig Program for forurensingsovervåking. Rapport 725/98 (TA-1529/1998).
- Aure, J. & Didrik Danielssen, 1999. Ytre Oslofjord. Hydrografi og næringssalter over terskeldyp. Prosjektrapport, Havforskningsinstituttet. Statlig Program for forurensingsovervåking. Rapport 785/99 (TA-1696/1999). ISSN 0071-5638.
- Aure, J. & Didrik Danielssen, 2001. Ytre Oslofjord. Overvåking av eutrofitilstanden 1999 - 2000. Fisken og Havet nr. 3 2001.
- AQUATEAM, 2002. Riverine Inputs and Direct discharges to Norwegian Coastal Waters - 2000. OSPAR Commission. B: Data report. Report number: 01-031.
- AQUATEAM, 2003. Riverine Inputs and Direct discharges to Norwegian Coastal Waters - 2001. OSPAR Commission. B: Data report. Report number: 02-016 B.
- AQUATEAM, 2004. Riverine Inputs and Direct discharges to Norwegian Coastal Waters - 2001. OSPAR Commission. B: Data report. Report number: 02-016 B.
- Braarud, T., Bursa, A. 1939. The phytoplankton of the Oslo Fjord 1933-1934. - Hvalråd. Skr.19:1-63.
- Braarud, T., Føyn, B. & Hasle, G.R. 1958. The marine and freshwater phytoplankton of the Dramsfjord and the adjacent part of the Oslofjord March-December 1951. Hvalråd. Skr. 43, 1-102
- EUs avløpsdirektiv (1991/271/EØF, 1998/15/EØF)
- DNV 1998, Miljøovervåking i Sandefjordsfjorden og indre Mefjord 1997-98, Delrapport 5 Bløtbunnsfauna og gruntvannssamfunn. Statlig program for forurensning Rapport nr. 747/98
- DNV 1996, Resipientundersøkelse i Sandebukta 1995, Sande Paper Mill A/S, DNV Rapport nr 96-3177
- DNV 2001, Miljøovervåking av Sandebukta 2000, Delrapport II, Sande Paper Mill A/S, DNV rapport nr 2001-0141
- DNV, 1991. Resipientundersøkelser i Mossesundet, 1990. Del I. Sammendrag og Hovedrapport. Del II Datatrapport. P90-525.
- FMVAØ, 2000. Vannkvalitetsovervåking i Østfold 1980 – 1999. Fylkemannen i Østfold, Miljøvern avdelingen. Rapport 3/2000.

SAMPLERAPPORT

Kruskal, J.B & Wish, M. 1978: Multidimensional scaling. Sage Publishers. California. 93s.

Lance, G.N. & Williams, W.T. 1967: A general theory of classificatory sorting strategies. II. Clustering systems. –Computer Jour. 10: 271- 277.

Magnusson, J. & K. Sørensen, 1996. Overvåkning av Hvaler – Singlefjorden og munningen av Iddefjorden 1990 – 1994. Overflatevannets vannkvalitet og oksygenforholdene i dypvannet. Statlig program for forurensingsovervåking. Rapport 653/96.

Miljøplan 1990, Resipientundersøkelse i Larviksfjorden 1989.

Miljøplan 1984, Forurensningssituasjonen i Sandefjordsfjorden og Mefjorden belyst gjennom forekomst av fastsittende alger. Fremdiftsrapport 1977-1983.

Miljøplan 1990b, Resipientundersøkelse i Sandebukta, Norske Skogm Sande Paper Mill A/S.

NIVA 1992, Marine vannkvalitetskriterier- hardbunn. Høringsutkast.

NIVA 1996, Utredning om benthos- samfunnene på kyststrekningen Fulehuk- Stad, Benthos gruppen under ekspertgruppen for eutrofi. Rapport nr. 3551- 96

NIVA, 1996. Brukerveiledning og dokumentasjon for TEOTIL. Modell for teoretiske beregning av fosfor- og nitrogentilførsler i Norge. O-94060. L.nr. 3426-96. NIVA rapport.

NIVA 1996b, Overvåkning av Hvaler-Singlefjorden og munningen av iddefjorden 1990-1994, Hardbunnsundersøkelser 1992-1994. Statlig program for forurensning Rapport nr 655/96.

NIVA, 1999. Grenlandsfjordene 1994-1997. Undersøkelser av vannkjemiske forhold og vannutskiftning. Statlig program for forurensingsovervåking. Overvåkingsrapport nr. 756-99. TA-1626-99.

NIVA, 2000b. Oksygenforholdene i Drammensfjorden oktober 2000. NIVA Rapport LNR. 4311-2000.

Paasche, E., Bryceson, I., Tangen, K. 1984. Interspecific variation in dark nitrogen uptake by dinoflagellates. - J. Phycol. 20:394-401.

SFT, 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning 97:03.

SFT 2002. Veiledning. Resipientundersøkelser I fjorder og kystfarvann. EUs avløpsdirektiv. 46 s.

Sokal, R.R. & Rolf, F.J. 1969- 1981: Biometry: The principles and practice of statistics in biological research 776s. W.H.Freeman, San Fransisco.

Stevenson, W. 1973: Proc. R. Soc. Qd, 84: 73-86.

Tangen, K. 1985. *Gyrodinium aureolum* og andre dinoflagellater i Oslofjorden, 1966-1982. - Flødev. Meld. 3:33-54.

Tangen, K., Bjørnland, T. 1985. *Gyrodinium aureolum* høsten 1981. Observasjoner i Oslofjorden i oktober. – Flødev. Meld. 3:55-64.



SAMPLERAPPORT

- Tangen, K. 1980. Brunt vann i Oslofjorden i september 1979, forårsaket av den toksiske *Prorocentrum minimum* og andre dinoflagellater. *Blyttia* 38:145-158
- Tangen, K. 1974. Fytoplankton og planktoniske ciliater i en forurenset terskelfjord, Nordåsvatnet i Hordaland. 449 s.
- Warwick, R.M. & Clarke, K.R., 1991: A comparison of some methods for analysing changes in benthic community structure. *Jour.Mar.Biol.Ass UK*. 71: 225-244.
- Warwick, R.M. og K.R. Clarke, 1992: Comparing the severity of disturbance: a meta analysing of marine macrobenthic community data. *Mar.Ecol.Prog.Ser.* 92: 221- 231.
- www.zoo.uib.no

En del tidligere undersøkelser

Ytre Oslofjord

- Abdullah, M.I. & M. Danielsen, 1989. Eutrofisisituasjonen i ytre Oslofjord. Delprosjekt 3.6b. Hydrokjemiske observasjoner i ytre Oslofjord. Statlig program for forurensingsovervåking. Rapport 421/90.
- Anon, 1996. Ytre Oslofjord. Eutrofitilstand, utvikling og forventede effekter av reduserte tilførsler av næringssalter. Rapport fra ekspertgruppe for vurdering av eutrofi forhold i fjorder og kystfarvann. SFT 1996.
- Aure, J. & Didrik Danielssen, 1996. Fjordbassengene i Ytre Oslofjord: Oksygenforbruk, organisk belastning og vannutskiftning. Havforskningsinstituttet Prosjektrapport 17-1996.
- Aure, J. & Didrik Danielssen, 1998. Fjordbassengene i Ytre Oslofjord: Vannutskiftning, oksygen og næringssalter 1995 – 1998. Statlig Program for forurensingsovervåking. Rapport 725/98 (TA-1529/1998).
- Aure, J. & Didrik Danielssen, 1999. Ytre Oslofjord. Hydrografi og næringssalter over terskeldyp. Prosjektrapport, Havforskningsinstituttet. Statlig Program for forurensingsovervåking. Rapport 785/99 (TA-1696/1999). ISSN 0071-5638.
- Aure, J. & Didrik Danielssen, 2001. Ytre Oslofjord. Overvåking av eutrofitilstanden 1999 - 2000. *Fisken og Havet* nr. 3 2001.
- Baalsrud, K. & J. Magnusson, 1990. Eutrofisisituasjonen i ytre Oslofjord. Hovedrapport. Statlig program for forurensingsovervåking. Rapport nr. 427/90.
- Braarud, T., Bursa, A. 1939. The phytoplankton of the Oslo Fjord 1933-1934. - Hvalråd. *Skr.*19:1-63.
- Magnusson, J., 1988. Eutrofisisituasjonen i Ytre Oslofjord. Forprosjekt. Oksygenforholdene i Ytre Oslofjord. Resultater av tokt 19.-21.10. 1987. NIVA rapport nr. 1957.
- Magnusson, J., 1990. Eutrofisisituasjonen i Ytre Oslofjord. Delprosjekt 4.4.b. Studier av eldre data. Vurdering av oseanografiske data. Statlig program for forurensingsovervåking. Overvåkingsrapport 420/90.
- Magnusson, J., 1990. Eutrofisisituasjonen i Ytre Oslofjord. Delprosjekt 3.4.c og 3.5.d. Hydrografiske observasjoner i Drøbaksundet februar – november 1988. Ytre Oslofjord juni



SAMPLERAPPORT

1988, Ytre Oslofjord/Skagerrak NO august 1988. Statlig program for forurensingsovervåking. Overvåkingsrapport 400/90.

NIVA, 1997. Vannutskiftning og nærings saltbudsjetter i ytre Oslofjord. NIVA Rapport L.nr. 3593-97.

NIVA, 2001a. Overflateobservasjoner i ytre Oslofjord juli og august 2000. NIVA rapport L.nr 4345-2001.

Tangen, K. 1985. *Gyrodinium aureolum* og andre dinoflagellater i Oslofjorden, 1966-1982. - Flødev. Meld. 3: 33-54.

Tangen, K., Bjørnland, T. 1985. *Gyrodinium aureolum* høsten 1981. Observasjoner i Oslofjorden i oktober. – Flødev. Meld. 3:55-64.

Tangen, K. 1980. Brunt vann i Oslofjorden i september 1979, forårsaket av den toksiske *Prorocentrum minimum* og andre dinoflagellater. Blyttia 38:145-158

Tangen, K., 1983. Shellfish poisoning and the occurrence of potential toxic dinoflagellates in Norwegian waters. Sarsia, 68: 1-7.

Østfold

FMVA, 2000. Vannkvalitetsovervåking i Østfold 1980 – 1999. Fylkemannen i Østfold, Miljøvernavdelingen. Rapport 3/2000.

Hvaler – Singlefjorden - Iddefjorden

Afzelius, Lars, 1979. Nasjonalt program for overvåking av vannressurser. Utvikling og status i Iddefjordens biologi. NIVA-rapport O-38/75 VII, 25/1 1979, 52 s.

DNV, 1991. Resipientundersøkelser Iddefjorden 1991. Rapport til Saugbruksforeningen. DNV rapport 91-

DNV, 1992. Resipientundersøkelser Iddefjorden 1992. Rapport til Saugbruksforeningen. DNV rapport 92-3598.

Josefsson, B., 1977. Tracing of discharges from pulp and paper industries in recipient water bodies. In: Proceedings, IV Soviet-Swedish Symposium on Protection of the Baltic from pollution, Riga 1977.

Knutzen, J., 1986. Utredning om Iddefjordens tilstand og aktuelle tiltak ved Saugbruksforeningen. NIVA-rapport O-86055, 88s.

Knutzen, J. & J. Skei, 1984. Analyse og karakterisering av belegg på strender i Løperen – Hvalerområdet. NIVA-rapport nr. 2107, 31 s.

Magnusson, J. & J. Skei, 1984. Basisundersøkelser i Hvalerområdet og Singlefjorden. Hydrografi, vannutskiftning og hydrokjemi. Statlig program for forurensingsovervåking. Rapport 170/84.

Magnusson, J. & K. Sørensen, 1993. Overvåking av Hvaler – Singlefjorden og Ringdalsfjorden 1990 – 1991. Overflatevannets vannkvalitet. Hydrografi, hydrokjemi, tungmetaller i vann og fjernanalyse. Statlig program for forurensingsovervåking. Rapport 517/93.

SAMLERAPPORT

Magnusson, J. & K. Sørensen, 1996. Overvåkning av Hvaler – Singlefjorden og munningen av Iddefjorden 1990 – 1994. Overflatevannets vannkvalitet og oksygenforholdene i dypvannet. Statlig program for forurensingsovervåking. Rapport 653/96.

NIVA, 2000a. Overvåking av Ytre Oslofjord. Delprosjekt nr. 2. Overvåking av Singlefjorden/Hvaler og Ringdalsfjorden 1999. NIVA Rapport 4237-2000.

NIVA, 2001b. Overvåking av ytre Oslofjord. Delprosjekt nr. 2. Overvåking av Hvaler og Singlefjorden i 2000. NIVA Rapport LNR 4367-2001

Skei, J., 1984. Basisundersøkelser i Hvalerområdet og Singlefjorden 1980-83. Konklusjonsrapport. Rapport 171/84. NIVA rapport nr. 1688.

Mossesundet

Bjørkman, F. & C.G. Gøransson, 1974. Resipientundersøkelse i Mossesundet. Samfunnsteknikk VBB A/S, 1974.

DNV, 1991. Resipientundersøkelser i Mossesundet, 1990. Del I. Sammendrag og Hovedrapport. Del II Datatrapport. P90-525.

DNV, 1996a. Resipientundersøkelser av Mossesundet. DNV-rapport 96-3285

DNV, 2001a. Biologisk rensing av avløpsvannet fra PLm. Konsekvenser av 50% reduksjon sammenlignet med 70% av KOF. DNV rapport 2001-0860.

DNV, 2001b. Resipientundersøkelse Mossesundet 2000/2001. Bløtbunnsfauna og gruntvannsundersøkelse. DNV rapport 2001-0417.

DNV, 2001c. Resipientundersøkelse Mossesundet 2000/2001. Vannkvalitet. DNV rapport 2001-1210.

Hovind, S., 1983. Foraminiferfaunaen langs en forurensingsgradient i Mossesundet. Hovedsagsoppgave ved institutt for marinbiologi avd. mar. zool. Og kjemi Universitetet i Oslo.

Hovind, S., 1983. Hydrografiske undersøkelser i Mossesundet i perioden 11.5. til 15.9. 1983. Stensil.

Johansen, Ø., 1986. M. Peterson & Søn A/S. Prosessvann til Mossesundet. Utslippsvurderinger. Rapport nr. 320.002 Østlandskonsult.

NIVA, 1989. Eutrofisisituasjonen i Ytre Oslofjord. Delprosjekt 3.15. Mossesundet. Rapport 353/89.

NIVA, 1996. Mossesundet. Virkning av vannkvaliteten ved dyputslipp fra Peterson Moss AS. NIVA rapport Lnr. 3553-96.

Tofte – Hurum - Breiangeren

Aarefjord, J. & P. Liseth, 1979. Marinbiologiske undersøkelser. Tofte. En fotodokumentasjon. Rapport – Miljøplan.

Miljøplan, 1979. Hydrografiske undersøkelser og strømmålinger ved Tofte, Oslofjorden. Rapport.

SAMLERAPPORT

Miljøplan, 1981. Marinbiologiske overvåkingsundersøkelser – Tofte. 1981. Rapport.

Miljøplan, 1985. Resipientundersøkelser ved Tofte, Hurum. Marinbiologiske undersøkelser, 1984. Miljøplan rapport 90-84.

Drammensfjorden

Beyer, F., 1954. Studies of a threshold fjord – Dramsfjord – in southern Norway. I Hydrography and II. Zoology. Master thesis. Univ. Oslo.

Hetland, A., 1988. Undersøkelser av kvikksølv og enkelte klorerte hydrokarboner i fisk fra Drammensfjorden. Rapp. Byveterinæren i Drammen, NMK.

Hvoslef, S., L. Kirkerud, J. Knutzen, K. Kvalvågnes, J. Magnusson, M. Mjelde, K. Næs, A. Pedersen, B. Rygg & Ø. Wiik, 1987. Baisiundersøkelser i Drammensfjorden 1982 – 1984. Konklusjonsrapport. Overvåkingsrapport nr. 266/86. Statlig program for forurningsundersøkelser. NIVA rapport 2045.

NIVA, 2000b. Oksygenforholdene i Drammensfjorden oktober 2000. NIVA Rapport LNR. 4311-2000.

Sandebukta

Bakke, S. M. 1994. Effekter av organisk belastning i Sandebukta, Larviksfjorden og Mossesundet. Hovedfagsoppgave i marin zoologi ved UiO.

Driftsassistansen i Vestfold 1998. Årsrapport for Lersbryggen Renseanlegg. Aquateam – Norsk Vannteknologisk Senter A/S.

DNVI 1995. Hydrografi og oksygenforhold i Sandebukta 1993/1994. Det Norske Veritas Industry. Rapport nr. 95-3139.

DNV 1996b. Resipientundersøkelse i Sandebukta 1995. Det Norske Veritas. Rapportnr. 96-3177.

DNV 1998. Vurdering av utslippsforhold til Sandebukta. DNV rapport nr. 98-3310.

DNV 1999a. Miljøovervåking av Sandebukta 1998/1999, delrapport 2. DNV-rapport nr. 99-3414.

DNV 1999b. Miljøovervåking av Sandebukta 1998, delrapport I. DNV-rapport nr. 99-3145.

DNV 2000a. Miljøovervåking av Sandebukta 1999, Delrapport III. DNV-rapport nr. 2000-3043.

DNV 2000b. Miljøovervåking av Sandebukta 2000, Delrapport I. DNV-rapport nr. 2000-3382.

DNV 2001a. Miljøovervåking av Sandebukta 2000 – Delrapport II. DNV rapp.nr. 2001-0141.

DNV 2001b. Miljøovervåking av Sandebukta 2001/2002, rev. 02. Revidert programforslag. Sano-01aaaa2v.doc, 5.07.2001.

DNV 2001c. Oksygenforhold i Sandebukta – Bidraget fra Sande Paper Mill. DNV Rapp.nr. 2000-3434.

Fylkesmannen i Vestfold 1994. Forurensningsregnskap for Vestfold 1993. Beregning av fosfor- og nitrogenutslipp til vassdrag og sjøområder. Rapport nr. 3/94.

SAMPLERAPPORT

Jensen, T., Syvertsen, E., Olsgard, F. 1990. Gruntvannsundersøkelser i Sandebukta, 1989 og 1990.

Liseth P. & Kolstad, S. 1984. Resipientundersøkelse i Sandebukta, Del III; Misfarging av sjøen ved overflateutslipp. Miljøplan 1984. Rapp. 37/79-83. 16 s.

Miljøplan 1982. Resipientundersøkelse i Sandebukta. Del I, Vurdering av utslipp fra Sande Paper Mill A/S. Del II: Marinbiologiske undersøkelser. Rapport nr. P82-020.

Miljøplan 1982. Resipientundersøkelse i Sandebukta. P89-032. Del I; Vurdering av utslipp fra Sande Paper Mill . Del II: Marinbiologiske undersøkelser. Rapp. P-82-020.

Miljøplan 1982. Resipientundersøkelse i Sandebukta. Del III Misfarging av sjø ved overflateutslipp.

Miljøplan, 1990. Resipientundersøkelse i Sandebukta. Miljøplan rapport.

NIVA 1971. Forurensningsproblemene i Sandebukta. Rapport 59/69.

NIVA 1997. Vurdering av utslippsforholdene ved Langøya, Breiangen. NIVA rapp.nr. 3657-97.

Scan-Dykk AS, 1998. Brev til Sande kommune, Teknisk Etat datert 10.08.1998.

SFT 1996. Ytre Oslofjord - Eutrofitilstand, utvikling og forventede effekter av reduserte tilførsler av næringsalter. Rapport fra ekspertgruppe for vurdering av eutrofi forhold i fjorder og kystfarvann.

Holmestrand

Bokn, T., 1987. Biologiske undersøkelser omkring utslipp til Holmestrandsfjorden. Gruntvannssamfunn 1985 og 1986. NIVA rapport 1989.

Rygg, B., 1986. Biologiske undersøkelser omkring utslipp til Holmestrandsfjorden. Bløtbunnsfauna 1985. NIVA rapport O-85127.

Horten

Liseth, P., F. Aarefjord & P.E. Iversen, 1983. Undersøkelse av bunnforholdene i sjøen utenfor hovedstasjonen for oljevern, Horten. Rapport 25-83. SI & Miljøplan.

McClimans, T., S. Tryggestad & A. Nitve, 1976. Lokalisering av utslipp ved Horten. Vassdrag og Havnelaboratoriet, Trondheim. Rapport STF 60 F.

Slagentangen

Bakke, T., J. Knutzen & K. Kvalvåagnes, 1986. Syrebek-deponi ved raffineriet på Valløy. Effekter av deponiet på sjøområdet utenfor og vurdering av aktuelle tiltak. NIVA rapport nr. 1840.

Siljeholm, J., 1985. Vannforurensing og tiltak mot vannforurensing ved ESSO raffineriet på Slagentangen. En miljøkjemisk analyse og "kost/nytte" vurdering. Hovedfagsoppgave i miljøkjemi, Univ i Oslo.

Siljeholm, J., 1985. Rapport om olje, syrebeck og undervannsbiologi utenfor raffineriet på Valløy. Rapport til ESSO Norge.



Tønsbergregionen

Badski, T., 1971. Algevegetasjonen i Ytre Oslofjord øst for Tønsberg. Hovedfagsoppgave i marin botanikk, Univ. i Oslo.

Bokn, T., J. Knutzen, K. Kvalvågnes & B. Rygg, 1979. Resipientundersøkelser ved Vallø i Sem og Vårnes i Stokke. Biologiske undersøkelser i juli august 1975. NIVA- Rapport nr. 1. O-95/74.

Bokn, T., K. Kvalvågnes & B. Rygg, 1982. Resipientundersøkelser ved Vallø i Sem og Vårnes i Stokke. Biologiske undersøkelser i 1981. NIVA- Rapport nr. 3. O-74095.

Bokn, T., 1986. Biologisk befarings i Vrengensundet, Tjøme. August 1986. NIVA.

Carlsson, P., J. Henriksson & M. Enell, 1987. Resipientundersøkelser ved Vallø i Sem og Vårnes i Stokke. Marinbiologiske undersøkelser 1987. Inst. För Vatten- og Luftvårdsforskning (IVL), Stockholm.

Johansen, Ø., 1976. Resipientundersøkelser i Tønsbergfjorden – 1976. Rapport fra Østlandskonsult.

Johansen, Ø., 1980. Resipientundersøkelser i Tønsbergfjorden 1978 og 1979. Rapport fra Østlandskonsult.

Interconsult, 1997. Resipientovervåking i Tønsbergfjorden. Sammenstilling av måleverdier fra perioden 1976 – 1996. Tønsbergfjordens Avløpsutvalg (TAU). Interconsult rapport.

Iversen, P.E. 1981. ”Benthosalgvegetasjonen i Sandfjordsfjorden og Mefjorden, søndre Vestfold”. Hovedfagsoppgave i marin botanikk. Universitetet i Oslo.

Kvalvågnes, K. & B. Rygg, 1979. Resipientundersøkelser ved Vallø i Sem og Vårnes i Stokke. Biologiske undersøkelser i 1978. NIVA - Rapport nr. 2. O-74095.

Miljøplan, 1984. Resipientundersøkelse ved Vårnes i Stokke. Marinbiologiske undersøkelser 1984. Rapport 1085/22-84.

TAU, 1975 til 1987. Resipientundersøkelser i Tønsbergfjorden. Årlige rapporter fra 1975 til 1987.

TAU, 1987. Resipientundersøkelser i Tønsbergfjorden. Utvikling av vannkvalitet i overflatelaget i målestasjonene beregnet som årsmiddel.

Sandefjord

Iversen, P.-E., 1981. Benthosalgvegetasjonen i Sandefjordsfjorden og Mefjorden, søndre Vestfold. Del I og II. Hovedfagsoppgave i marin botanikk. Univ i Oslo.

Iversen, P.-E., 1984. Forurensingssituasjonen i Sandefjordsfjorden og Mefjorden belyst gjennom forekomsten av fastsittende alger. Fremdriftsrapport 1977-1983. Miljøplan rapport.

NIVA, 1995. Sonderende undersøkelser i norske havner og utvalgte kystområder. Miljøgifter i sedimenter fra Sandefjordsfjorden. Statlig program for forurensningsovervåking, rapport nr. 586/94. ISBN 82-577-2645-1.

SAMPLERAPPORT

VIAK, 1970. Sandefjordsfjorden. En hydrografisk undersøkelse for utslipp av avløpsvann. Rapport fra VIAK.

Larviksfjorden

Bjønnnes, T., 1986. Resipientundersøkelse i Larviksfjorden. Overvåking mai-september 1985. Rapport fra Hydroconsult.

Mossesundet

Bjørkman, F. & C.G. Gøransson, 1974. Resipientundersøkelse i Mossesundet. Samfunnsteknikk VBB A/S, 1974.

DNV, 1991. Resipientundersøkelser i Mossesundet, 1990. Del I. Sammendrag og Hovedrapport. Del II Datatrapport. P90-525.

DNV, 1996a. Resipientundersøkelser av Mossesundet. DNV-rapport 96-3285

DNV, 2001a. Biologisk rensing av avløpsvannet fra PLm. Konsekvenser av 50% reduksjon sammenlignet med 70% av KOF. DNV rapport 2001-0860.

DNV, 2001b. Resipientundersøkelse Mossesundet 2000/2001. Bløtbunnsfauna og gruntvannsundersøkelse. DNV rapport 2001-0417.

DNV, 2001c. Resipientundersøkelse Mossesundet 2000/2001. Vannkvalitet. DNV rapport 2001-1210.

Hovind, S., 1983. Foraminiferfaunaen langs en forurensingsgradient i Mossesundet. Hovedsagsoppgave ved institutt for marinbiologi avd. mar. zool. Og kjemi Universitetet i Oslo.

Hovind, S., 1983. Hydrografiske undersøkelser i Mossesundet i perioden 11.5. til 15.9. 1983. Stensil.

Johansen, Ø., 1986. M. Peterson & Søn A/S. Prosessvann til Mossesundet. Utslippsvurderinger. Rapport nr. 320.002 Østlandskonsult.

NIVA, 1989. Eutrofisituasjonen i Ytre Oslofjord. Delprosjekt 3.15. Mossesundet. Rapport 353/89.

NIVA, 1996. Mossesundet. Virkning av vannkvaliteten ved dyputslipp fra Peterson Moss AS. NIVA rapport Lnr. 3553-96.

Tofte – Hurum - Breiangen

Aarefjord, J. & P. Liseth, 1979. Marinbiologiske undersøkelser. Tofte. En fotodokumentasjon. Rapport – Miljøplan.

Miljøplan, 1979. Hydrografiske undersøkelser og strømmålinger ved Tofte, Oslofjorden. Rapport.

Miljøplan, 1981. Marinbiologiske overvåkingsundersøkelser – Tofte. 1981. Rapport.

SAMPLERAPPORT

Miljøplan, 1985. Resipientundersøkelser ved Tofte, Hurum. Marinbiologiske undersøkelser, 1984. Miljøplan rapport 90-84.

Drammensfjorden

Beyer, F., 1954. Studies of a threshold fjord – Dramsfjord – in southern Norway. I Hydrography and II. Zoology. Master thesis. Univ. Oslo.

Hetland, A., 1988. Undersøkelser av kvikksølv og enkelte klorerte hydrokarboner i fisk fra Drammensfjorden. Rapp. Byveterinæren i Drammen, NNMK.

Hvoslef, S., L. Kirkerud, J. Knutzen, K. Kvalvågnes, J. Magnusson, M. Mjelde, K. Næs, A. Pedersen, B. Rygg & Ø. Wiik, 1987. Baisiundersøkelser i Drammensfjorden 1982 – 1984. Konklusjonsrapport. Overvåkingsrapport nr. 266/86. Statlig program for forurningsundersøkelser. NIVA rapport 2045.

NIVA, 2000b. Oksygenforholdene i Drammensfjorden oktober 2000. NIVA Rapport LNR. 4311-2000.

Sandebukta

Bakke, S. M. 1994. Effekter av organisk belastning i Sandebukta, Larviksfjorden og Mossesundet. Hovedfagsoppgave i marin zoologi ved UiO.

Driftsassistansen i Vestfold 1998. Årsrapport for Lersbryggen Renseanlegg. Aquateam – Norsk Vannteknologisk Senter A/S.

DNVI 1995. Hydrografi og oksygenforhold i Sandebukta 1993/1994. Det Norske Veritas Industry. Rapport nr. 95-3139.

DNV 1996b. Resipientundersøkelse i Sandebukta 1995. Det Norske Veritas. Rapportnr. 96-3177.

DNV 1998. Vurdering av utslippsforhold til Sandebukta. DNV rapport nr. 98-3310.

DNV 1999a. Miljøovervåking av Sandebukta 1998/1999, delrapport 2. DNV-rapport nr. 99-3414.

DNV 1999b. Miljøovervåking av Sandebukta 1998, delrapport I. DNV-rapport nr. 99-3145.

DNV 2000a. Miljøovervåking av Sandebukta 1999, Delrapport III. DNV-rapport nr. 2000-3043.

DNV 2000b. Miljøovervåking av Sandebukta 2000, Delrapport I. DNV-rapport nr. 2000-3382.

DNV 2001a. Miljøovervåking av Sandebukta 2000 – Delrapport II. DNV rapp.nr. 2001-0141.

DNV 2001b. Miljøovervåking av Sandebukta 2001/2002, rev. 02. Revidert programforslag. Sano-01aaaa2v.doc, 5.07.2001.

DNV 2001c. Oksygenforhold i Sandebukta – Bidraget fra Sande Paper Mill. DNV Rapp.nr. 2000-3434.

Fylkesmannen i Vestfold 1994. Forurensningsregnskap for Vestfold 1993. Beregning av fosfor- og nitrogenutslipp til vassdrag og sjøområder. Rapport nr. 3/94.

SAMPLERAPPORT

Jensen, T., Syvertsen, E., Olsgard, F. 1990. Gruntvannsundersøkelser i Sandebukta, 1989 og 1990.

Liseth P. & Kolstad, S. 1984. Resipientundersøkelse i Sandebukta, Del III; Misfarging av sjøen ved overflateutslipp. Miljøplan 1984. Rapp. 37/79-83. 16 s.

Miljøplan 1982. Resipientundersøkelse i Sandebukta. Del I, Vurdering av utslipp fra Sande Paper Mill A/S. Del II: Marinbiologiske undersøkelser. Rapport nr. P82-020.

Miljøplan 1982. Resipientundersøkelse i Sandebukta. P89-032. Del I; Vurdering av utslipp fra Sande Paper Mill . Del II: Marinbiologiske undersøkelser. Rapp. P-82-020.

Miljøplan 1982. Resipientundersøkelse i Sandebukta. Del III Misfarging av sjø ved overflateutslipp.

Miljøplan, 1990. Resipientundersøkelse i Sandebukta. Miljøplan rapport.

NIVA 1971. Forurensningsproblemene i Sandebukta. Rapport 59/69.

NIVA 1997. Vurdering av utslippsforholdene ved Langøya, Breiangen. NIVA rapp.nr. 3657-97.

Scan-Dykk AS, 1998. Brev til Sande kommune, Teknisk Etat datert 10.08.1998.

SFT 1996. Ytre Oslofjord - Eutrofitilstand, utvikling og forventede effekter av reduserte tilførsler av næringsalter. Rapport fra ekspertgruppe for vurdering av eutrofi forhold i fjorder og kystfarvann.

Holmestrand

Bokn, T., 1987. Biologiske undersøkelser omkring utslipp til Holmestrandsfjorden. Gruntvannssamfunn 1985 og 1986. NIVA rapport 1989.

Rygg, B., 1986. Biologiske undersøkelser omkring utslipp til Holmestrandsfjorden. Bløtbunnsfauna 1985. NIVA rapport O-85127.

Horten

Liseth, P., F. Aarefjord & P.E. Iversen, 1983. Undersøkelse av bunnforholdene i sjøen utenfor hovedstajonen for oljevern, Horten. Rapport 25-83. SI & Miljøplan.

McClimans, T., S. Tryggestad & A. Nitve, 1976. Lokalisering av utslipp ved Horten. Vassdrag og Havnelaboratoriet, Trondheim. Rapport STF 60 F.

Slagentangen

Bakke, T., J. Knutzen & K. Kvalvåagnes, 1986. Syrebek-deponi ved raffineriet på Valløy. Effekter av deponiet på sjøområdet utenfor og vurdering av aktuelle tiltak. NIVA rapport nr. 1840.

Siljeholm, J., 1985. Vannforurensing og tiltak mot vannforurensing ved ESSO raffineriet på Slagentangen. En miljøkjemisk analyse og "kost/nytte" vurdering. Hovedfagsoppgave i miljøkjemi, Univ i Oslo.

Siljeholm, J., 1985. Rapport om olje, syrebeck og undervannsbiologi utenfor raffineriet på Valløy. Rapport til ESSO Norge.



Tønsbergregionen

Badski, T., 1971. Algevegetasjonen i Ytre Oslofjord øst for Tønsberg. Hovedfagsoppgave i marin botanikk, Univ. i Oslo.

Bokn, T., J. Knutzen, K. Kvalvågnes & B. Rygg, 1979. Resipientundersøkelser ved Vallø i Sem og Vårnes i Stokke. Biologiske undersøkelser i juli august 1975. NIVA- Rapport nr. 1. O-95/74.

Bokn, T., K. Kvalvågnes & B. Rygg, 1982. Resipientundersøkelser ved Vallø i Sem og Vårnes i Stokke. Biologiske undersøkelser i 1981. NIVA- Rapport nr. 3. O-74095.

Bokn, T., 1986. Biologisk befarings i Vrengensundet, Tjøme. August 1986. NIVA.

Carlsson, P., J. Henriksson & M. Enell, 1987. Resipientundersøkelser ved Vallø i Sem og Vårnes i Stokke. Marinbiologiske undersøkelser 1987. Inst. För Vatten- og Luftvårdsforskning (IVL), Stockholm.

Johansen, Ø., 1976. Resipientundersøkelser i Tønsbergfjorden – 1976. Rapport fra Østlandskonsult.

Johansen, Ø., 1980. Resipientundersøkelser i Tønsbergfjorden 1978 og 1979. Rapport fra Østlandskonsult.

Interconsult, 1997. Resipientovervåking i Tønsbergfjorden. Sammenstilling av måleverdier fra perioden 1976 – 1996. Tønsbergfjordens Avløpsutvalg (TAU). Interconsult rapport.

Iversen, P.E. 1981. ”Benthosalgvegetasjonen i Sandfjordsfjorden og Mefjorden, søndre Vestfold”. Hovedfagsoppgave i marin botanikk. Universitetet i Oslo.

Kvalvågnes, K. & B. Rygg, 1979. Resipientundersøkelser ved Vallø i Sem og Vårnes i Stokke. Biologiske undersøkelser i 1978. NIVA - Rapport nr. 2. O-74095.

Miljøplan, 1984. Resipientundersøkelse ved Vårnes i Stokke. Marinbiologiske undersøkelser 1984. Rapport 1085/22-84.

TAU, 1975 til 1987. Resipientundersøkelser i Tønsbergfjorden. Årlige rapporter fra 1975 til 1987.

TAU, 1987. Resipientundersøkelser i Tønsbergfjorden. Utvikling av vannkvalitet i overflatelaget i målestasjonene beregnet som årsmiddel.

Sandefjord

Iversen, P.-E., 1981. Benthosalgvegetasjonen i Sandefjordsfjorden og Mefjorden, søndre Vestfold. Del I og II. Hovedfagsoppgave i marin botanikk. Univ i Oslo.

Iversen, P.-E., 1984. Forurensingssituasjonen i Sandefjordsfjorden og Mefjorden belyst gjennom forekomsten av fastsittende alger. Fremdriftsrapport 1977-1983. Miljøplan rapport.

NIVA, 1995. Sonderende undersøkelser i norske havner og utvalgte kystområder. Miljøgifter i sedimenter fra Sandefjordsfjorden. Statlig program for forurensningsovervåking, rapport nr. 586/94. ISBN 82-577-2645-1.

SAMLERAPPORT

VIAK, 1970. Sandefjordsfjorden. En hydrografisk undersøkelse for utslipp av avløpsvann. Rapport fra VIAK.

Larviksfjorden

Bjønnes, T., 1986. Resipientundersøkelse i Larviksfjorden. Overvåking mai-september 1985. Rapport fra Hydroconsult.

Grenland

NIVA, 1979. Resipientundersøkelse av nedre Skienselva, Frierfjorden og tilliggende fjordområder. Rapport 8, Sluttrapport. NIVA-rapport nr. 1103.

NIVA, 1991. Undersøkelse av eutrofiering i Grenlandsfjordene 1988-89. Delrapport 3. Vannutskiftning i fjordene. Overvåkingsrapport nr. 450/91. NIVA rapport nr. 2588.

NIVA, 1991. Undersøkelse av eutrofiering i Grenlandsfjordene 1988-89. Delrapport 9. Konklusjoner. Overvåkingsrapport nr. 751/97. NIVA rapport nr. 2697.

NIVA, 1999. Grenlandsfjordene 1994-1997. Undersøkelser av vannkjemiske forhold og vannutskiftning. Statlig program for forurensingsovervåking. Overvåkingsrapport nr. 756-99. TA-1626-99.

NIVA, 1999b. Grenlandsfjordene. En vurdering av kystvannets innflytelse på overflatelaget. Statlig program for forurensingsovervåking. Overvåkingsrapport 757/99.

NIVA, 2000c. Overvåking av Grenlandsfjordene 1998 – 99. Badevannskvalitet og oksygenforhold. Statlig program for forurensingsovervåking. Overvåkingsrapport 794/00.

Stigebrandt, A., 1999. Grenlandsfjordene. En vurdering av kystvannets innflytelse på overflatelaget. Statlig program for forurensingsovervåking. Overvåkingsrapport nr. 757-99. TA-1627-99.

- o0o -