Statlig program for forurensningsovervåking
Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden

Rapport: 896/2004
TA-nummer: 2009/2004
ISBN-nummer: 82-577-4474-3

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn
Utførende institusjon: Norsk institutt for vannforskning

Miljøforholdene i Sørfjorden 2003

Rapport 896 2004

Delrapport 1. Oksygen og nitrogen i vannmassene

Statlig program for forurensningsovervåking

Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden 2003

Oksygen og nitrogen i vannmassene

Prosjektleder: Jens Skei
Medarbeidere: Jarle Molvær
Merete Schøyen

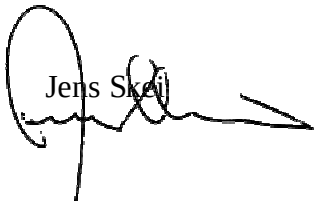
Forord

NIVA har i 2003 gjennomført overvåking av oksygenforholdene i indre del av Sørfjorden innenfor Statlig program for forurensningsovervåking, administrert av Statens forurensningstilsyn (SFT). Kostnadene ble delt mellom Odda kommune (77%) og SFT (23%).

Prosjektet ble utført i samarbeid med Hardanger Miljøsenter i Odda (Alex Stewart Environmental Services A/S), som har hatt ansvar for feltarbeidet og analysene. Vi takker spesielt Amund Måge, Frode Høyland, Arild Moe og Synnøve Underdal for godt samarbeid.

Ved NIVA har forskningsassistent Merete Schøyen hatt ansvaret for tilrettelegging av de hydrofysiske og vannkjemiske dataene, mens Jarle Molvær har ledet undersøkelsene og har skrevet rapporten. Jens Skei har vært prosjektleder.

Oslo, 16.2 2004



Jens Skei

Innhold

1. Sammendrag 5
2. Summary 6
3. Innledning 7
3.1 Topografi 7
3.2 Tilførsler av nitrogen og oksygenforbrukende materiale 8
3.3 Formål med overvåkingen i 2003 9
4. Feltarbeid og metoder 10
5. Resultater og diskusjon 11
5.1 Temperatur og saltholdighet 11
5.2 Oksygenforholdene 12
5.3 Nitrogen i vannmassen 16
6. Litteratur 19
Vedlegg A og B

1. Sammendrag

Foreliggende rapport om overvåkingen av Sørfjorden i 2003 gir en beskrivelse av oksygenforhold og konsentrasjonen av nitrat i fjordens innerste del. Tidligere års undersøkelser har vist at utslippet av nitrogenholdig dicykalk fra Odda Smelteverk var hovedårsaken til oksygenproblemene i fjordens søndre del. Utslippet stoppet høsten 2002 og overvåkingen i 2003 tok sikte på å skaffe informasjon om utviklingen mht. oksygen og nitrat i vannmassene.

Resultatene fra 2003 leder til følgende konklusjoner:

1. I 2003 var oksygenforholdene i havnebassenget og ved Lindenes vesentlig bedre enn tidligere år. Jevnt over tilsvarte forbedringen to vannkvalitetsklasser. Samtidig viste målinger av nitrat en tilsvarende nedgang i konsentrasjon. I 2002 ble høyeste verdi målt til 1239 µgN/l mot maksimalt 336 µgN/l i 2003.

2. Dette samsvarer med tidligere års konklusjon om at Odda Smelteverk sitt utslipp av dicykalk har vært hovedårsaken til oksygenproblemene i Sørfjordens indre del.

3. Prøvene fra bunnvannet i havnebassenget og de dypere vannlag ved Lindenes tyder på at det fortsatt foregår en betydelig utlekking av nitrogen fra avsetningene av dicykalk på bunnen av havnebassenget. Tilstanden har derfor neppe stabilisert seg ennå og forholdene ventes å forbedre seg utover i 2004.

2. Summary

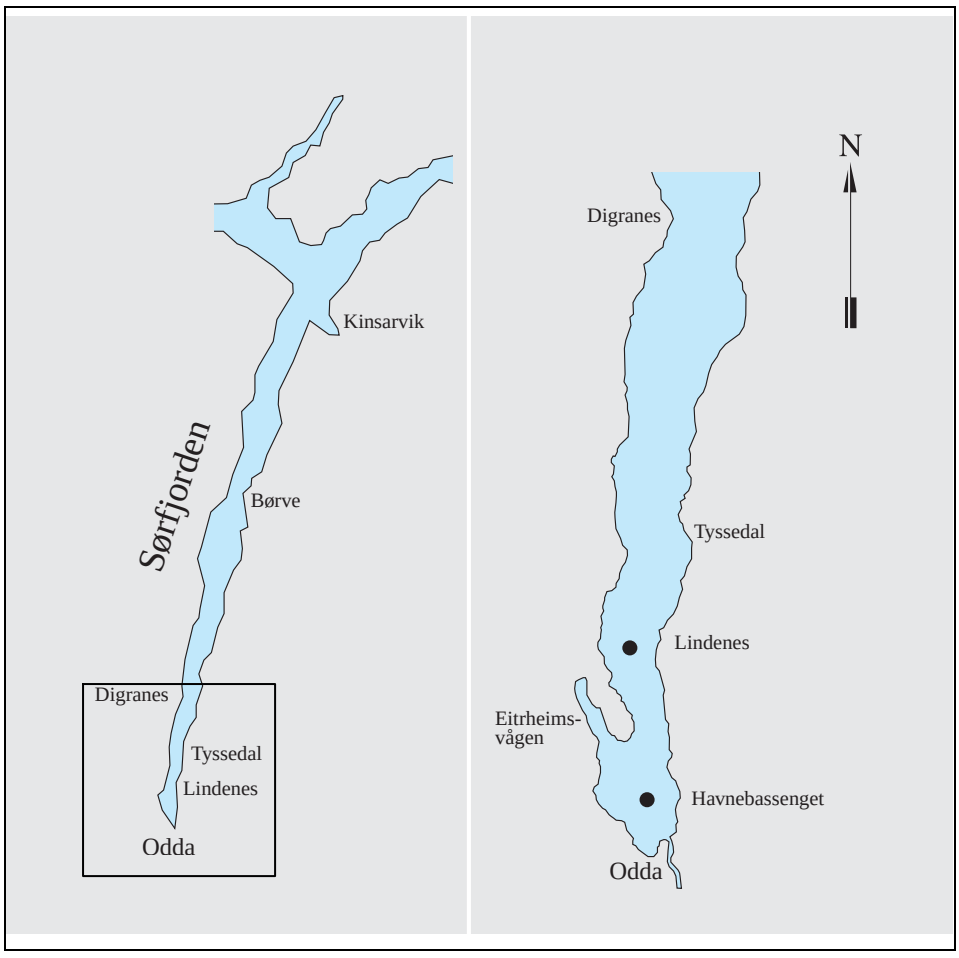
Since 1995 serious oxygen problems have been observed in the inner part of the Sørfjord. A high correlation between high concentration of nitrate and low oxygen concentration confirms that the discharge of dicy from Odda Smelteverk still is the main explanation of this unfortunate situation. Odda Smelteverk closed down in November 2002. The present report from the monitoring program in Sørfjorden in 2003 describes the development regarding oxygen and nitrate in the southern part of the fjord.

- I 2003 the oxygen conditions had improved compared to previous years, a improvement of typically two classes according to the Norwegian water classification system. Measurements of nitrate showed a corresponding decrease, with a maximum concentration of 336 µgN/l compared to a maximum of 1239 µgN/l in 2002.
- Samples of oxygen and nitrate from waters near the bottom in the harbour basin and at the Lindenes station indicate that the sediments still contribute with significant amounts of nitrogen to the deep waters. The oxygen conditions are therefore expected to improve during 2004.

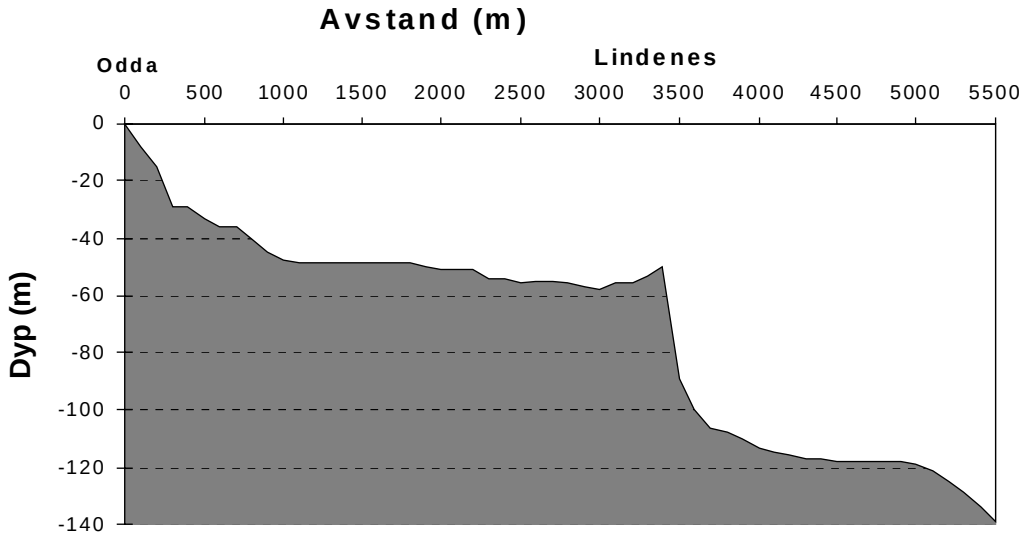
3. Innledning

3.1 Topografi

Sørfjorden er ca. 38 km lang, rett og relativt smal (Figur 1). Innenfor Lindenes er fjorden relativt grunn, med omkring 40-45 m dyp i havnebassenget og økende til omkring 60 m dyp ved Lindenes. Videre utover øker dypet raskt og når 200 m litt nord for Tyssedal **(**Figur 2) og 300 m dyp litt nord for Digraneset. Mellom Digraneset og Børve er et langstrakt område der fjorden har sitt største dyp på 385-387 m.



Figur 1. Stasjoner for hydrografisk og vannkjemisk prøvetaking i Havnebassenget og ved Lindenes i 2003.



Figur 2. Langsgående bunnprofil fra Odda til Tyssedal. Indre del av Sørfjorden har ingen terskel av betydning som kan hindre vannutskiftningen.

3.2 Tilførsler av nitrogen og oksygenforbrukende materiale

Havnebassenget har direkte tilførsler av nitrogen fra flere kilder:

- Kommunalt avløpsvann: I 1994 ble dette beregnet til 35 tonn (Molvær og Johnsen, 1997). Utslippene er nå i hovedsak flyttet ut til Lindenes og slippes ut i ca. 30 m dyp. Restutslippet til havnebassenget kan være i størrelsesorden 1-2 tonn/år
- Opo: tall for 2003 finnes ikke, men beregninger fra tidligere år tyder på en typisk tilførsel på 400-500 tonn/år. Nitrogenet følger med ferskvannet til overflatelaget i fjorden.
- Industriutslipp: her har Odda Smelteverk dominert, med et typisk utslipp på ca. 950 tonn/år fram til og med 2001. I 2002 var utslippet 442 tonn. Nedgangen skyldes hovedsakelig at produksjonen ved Smelteverket ble halvert i oktober og november og produksjonen opphørte 16.11.02. Smelteverket hadde sitt utslipp på ca. 20 m dyp i havnebassenget i form av en slurry av dicykalk, og det meste av nitrogenet sedimenterte på bunnen under utslippet. Dermed medførte utslippet både en direkte tilførsel av nitrogen til vannmassene mellom ca. 10 m dyp og bunnen på 40 m dyp, og en vedvarende utlekking av dicyandiamid (nitrogen) fra bunnsedimentene til bunnvannet. Dicyandiamid som ble tilført vannmassene direkte fra utslippet eller som lakk ut fra bunnsedimentene, ble omdannet til ammonium som i sin tur ble omdannet til nitrat. Denne kjemiske prosessen forbruker oksygen og bedriftens utslipp har derfor vært regnet som hovedårsaken til de store oksygenproblemene i Sørfjordens indre del.

Det er verdt å merke seg at nitrogentilførslene fra Opo og fra Smelteverket har foregått til forskjellige vannmasser.

Den indre delen av Sørfjorden får i hovedsak sin tilførsel av ferskvann fra Opo og ferskvannstilførselen påvirker forholdene i fjordens overflatelag (saltholdighet, vannutskiftning, konsentrasjon av næringssalter mm.) og påvirker tilførselen av organisk materiale som nedbrytes ved forbruk av oksygen. Tall for ferskvannstilførselen i 2003 foreligger ikke ennå. Tidligere års målinger har vist at variasjonene er store og raske, gjerne med 200-300 m^3/s som høyeste, 1-2 m^3/s som laveste og 30-40 m^3/s som gjennomsnittlig vannføring.

3.3 Formål med overvåkingen i 2003

Nedleggelsen av Odda Smelteverk høsten 2002 medførte at primærutslippene av oksygenforbrukende stoffer ble dramatisk redusert. Det gjenstår å se i hvilken grad utlekking av dicyandiamid fra massene som er lagret på bunnen i havnebassenget fortsatt influerer på oksygenforbruket i dypvannet.

Hovedformålet med overvåkingen i 2003 var å registrere utviklingen av oksygenforholdene i Sørfjordens indre del etter stans i utslipp av nitrogen og dicykalk fra Odda Smelteverk.

4. Feltarbeid og metoder

Overvåkingen fram til 2002 har vist at oksygenproblemene strekker seg 10-15 km utover i fjorden, men har sin opprinnelse i området Havnebassenget – Lindenes der også problemene er størst. Undersøkelsene i 2003 ble derfor konsentrert om strekningen Havnebassenget – Lindenes (Figur 1).

Stasjonene er vist på Figur 1 er de samme som ble anvendt i tidsrommet 1995-2001.
I alt vesentlig var måleprogrammet som vist i Tabell 1.

Tabell 1. Stasjoner, parametre og måledyp i 2003.

Stasjoner	**Parametre og måledyp**				
	Oksygen	**Nitrat**	**Temperatur og saltholdighet**	**Siktedyp**	**Vind, vær, bølgehøyde**
Havnebassenget	5, 10, 15, 20, 25, 30, 40 m	0.5, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40 m	0.5, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40 m	Måles hver gang	Observeres hver gang
Lindenes	10, 20, 30, 40, 45, 50, 55, 60, 70, 80 m	0.5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 m	0.5, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80 m	Måles hver gang	Observeres hver gang

For en detaljert beskrivelse av metodikken henvises til Vedlegg A. Temperatur og saltholdighet ble målt med sonde. I 40 m dyp ble en saltprøve tappet på en 250 ml flaske for senere presisjonsanalyse, og eventuell korrigering av de mindre nøyaktige sonde-målingene (se også Vedlegg A). Tidspunktene for prøvetaking er vist i tabell 2.

Tabell 2. Tidspunkt for prøver i 2003.

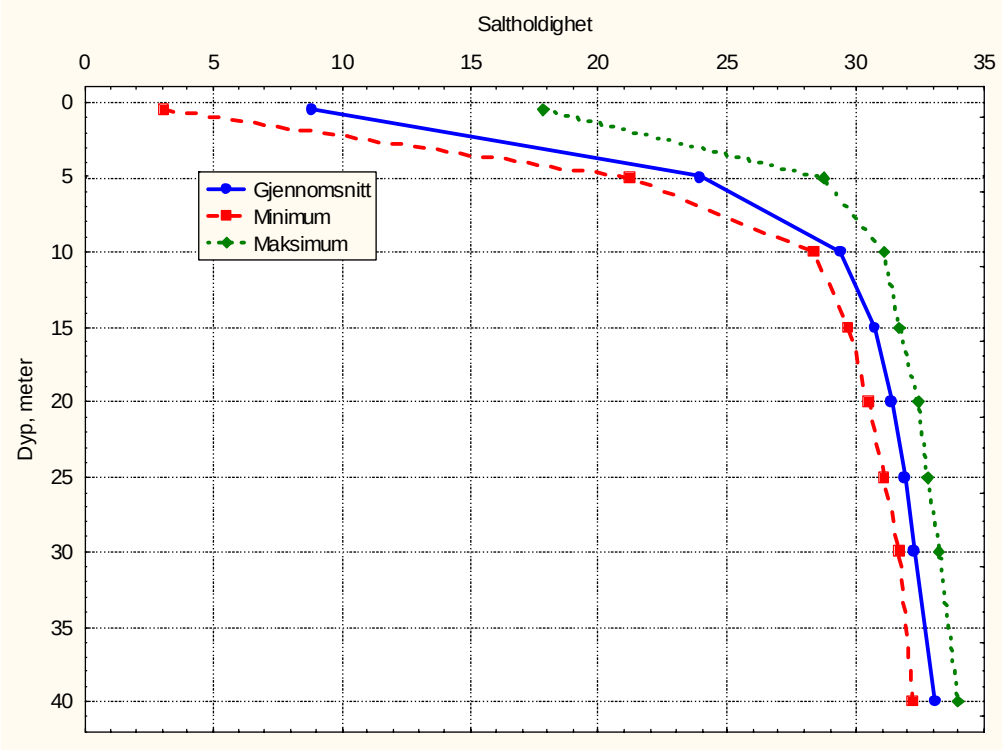
Dato	**Dato**
24.6	18.09
17.7	15.10
19.8	12.11

5. Resultater og diskusjon

5.1 Temperatur og saltholdighet

I havnebassenget kan vannmassene inndeles i 2 lag (Figur 3):

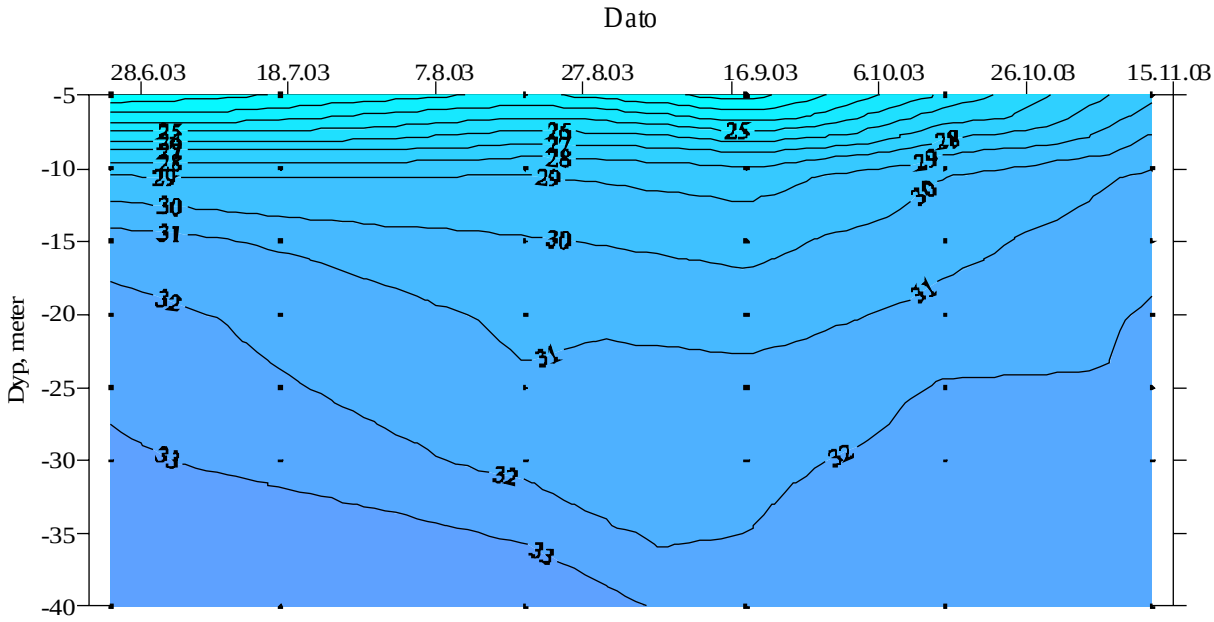
- Brakkvannslaget eller overflatelaget, som består av en blanding av ferskvann og sjøvann. Tykkelse og saltholdighet varierer mye pga. store variasjoner i Opos vannføring, men oftest er tykkelsen omkring 3 m og saltholdigheten 1-15.
- Sjøvannslaget ligger under brakkvannslaget og helt til bunnen. Saltholdigheten øker med dypet og kan nå opp til 34-35.



Figur 3. Vertikalprofil for saltholdighet i havnebassenget i 2003. For hvert måledyp vises gjennomsnitts-, maksimums- og minimumsverdier (NB. 5 måleserier).

Utskiftningen av de dypere vannmassene i Havnebassenget og ved Lindenes styres i stor grad av variasjonene i saltholdighet (og egenvekt) på tilsvarende dyp i selve Hardangerfjorden. Når egenvekten til vannmassene i Hardangerfjorden på forsommeren avtar pga. av økende ferskvannsinnblanding kan tyngre vann fra Sørfjorden strømme ut av fjorden, mens lettere "Hardangerfjordvann" strømmer inn. Om høsten blir dette strømmønsteret snudd. I tillegg til dette generelle mønsteret vil det til stadighet foregå mer kortvarige inn- og utstrømninger som følge av skiftende vindforhold i fjordområdet og på kysten.

Saltholdighetsmålingene i havnebassenget i 2003 er vist i Figur 4. Den viser innstrømming av sjøvann med relativ lav saltholdighet fram til august-september og deretter gradvis tilførsel av vann med høyere saltholdighet. Tidsrommet mellom målingene er for stort til å gi et mer detaljert bilde av vannutskiftningen.



Figur 4. Havnebassenget. Måling av saltholdighet i 2003. Økning eller reduksjon i saltholdighet viser på utskiftning av vann.

5.2 Oksygenforholdene

Oksygenkonsentrasjonen i dypere vannlag er et resultat av balansen mellom:

1. *Oksygentilførsel*, i hovedsak gjennom tilførsel av oksygenrikt sjøvann fra Sørfjordens nordre deler.
2. *Oksygenforbruk*, i hovedsak fra nedbrytning av organisk materiale tilført via direkte utslipp og ved nedsynkende planteplankton samt kjemisk oksygenforbruk (særlig fra dicykalk).

Denne balansen vil variere over tid. Typisk for mange norske fjorder er relativt dårlige oksygenforhold i en periode i løpet av sommer-høst som følge av stort oksygenforbruk pga. nedbrytning av organisk materiale, liten vannutskiftning og dermed relativt liten oksygentilførsel. Sent på høsten og i løpet av vinterhalvåret bedres forholdene pga. større vannutskiftning og lavere oksygenforbruk.

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

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

Tilstandsklasser	I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Meget dårlig
Oksygen, ml/l	>4.5	4.5-3.5	3.5-2.5	2.5-1.5	<1.5

Figur 5-6 viser oksygenforholdene i henholdsvis Havnebassenget og ved Lindenes i 2002 og 2003 som isopleter, der fargekoder er brukt for å vise forskjellige tilstandsklasser. Vi skal

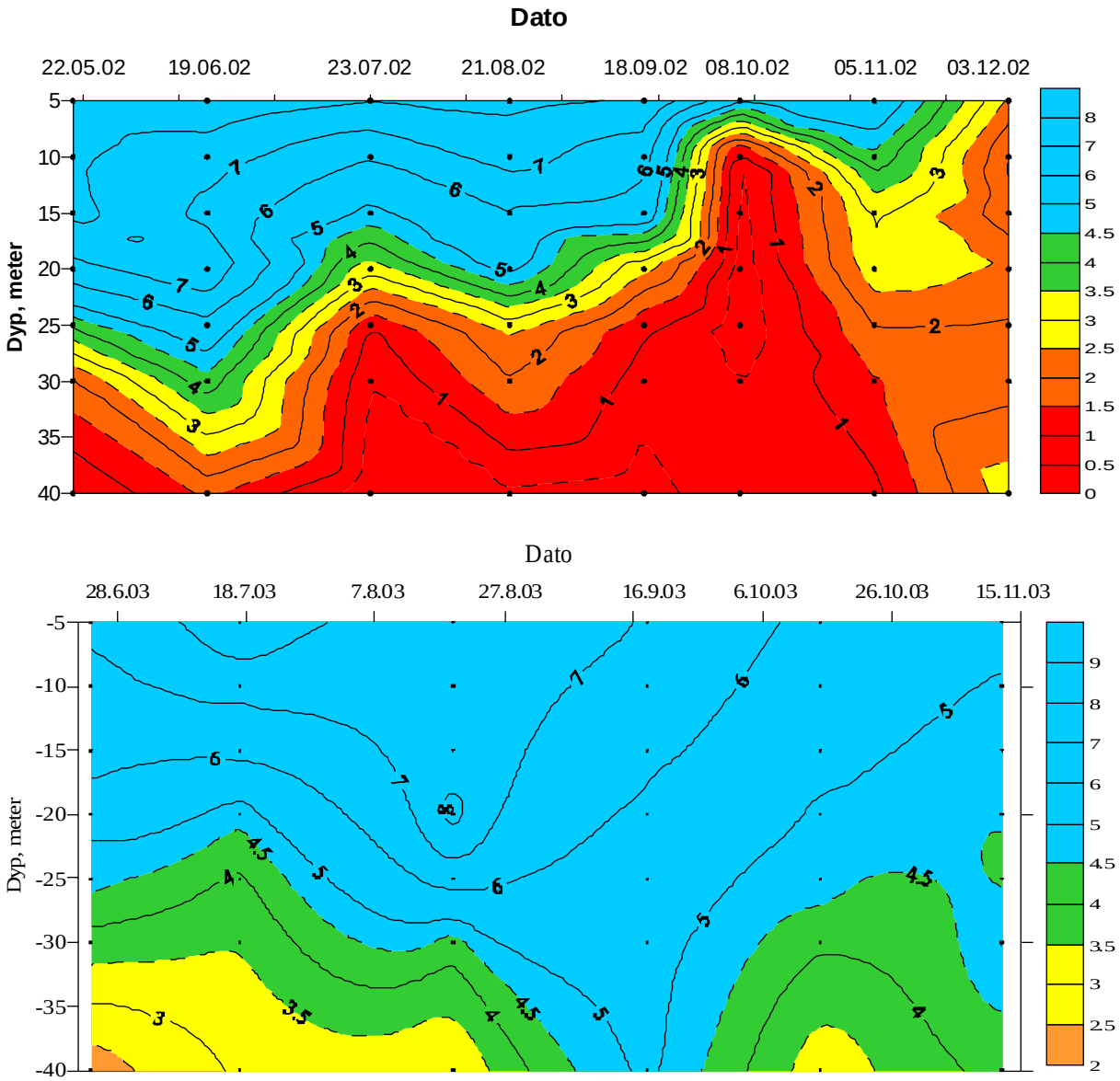
sammenligne tilstanden i 2002 (med reduserte utslipp fra Odda Smelteverk) med tilstanden i 2003.

For Havnebassenget viste målingene i 2002 i store trekk et bilde som har vært kjent fra tidligere år med utvikling mot svært dårlige oksygenforhold utover høsten. Vi minner om at en av konklusjonene fra 2001-rapporten (Molvær et al., 2002) var at oksygenforbruket i Havnebassenget var så ekstremt stort at vannfornyelsen gjennom tidevannet ikke var tilstrekkelig for å opprettholde gode oksygenforhold.

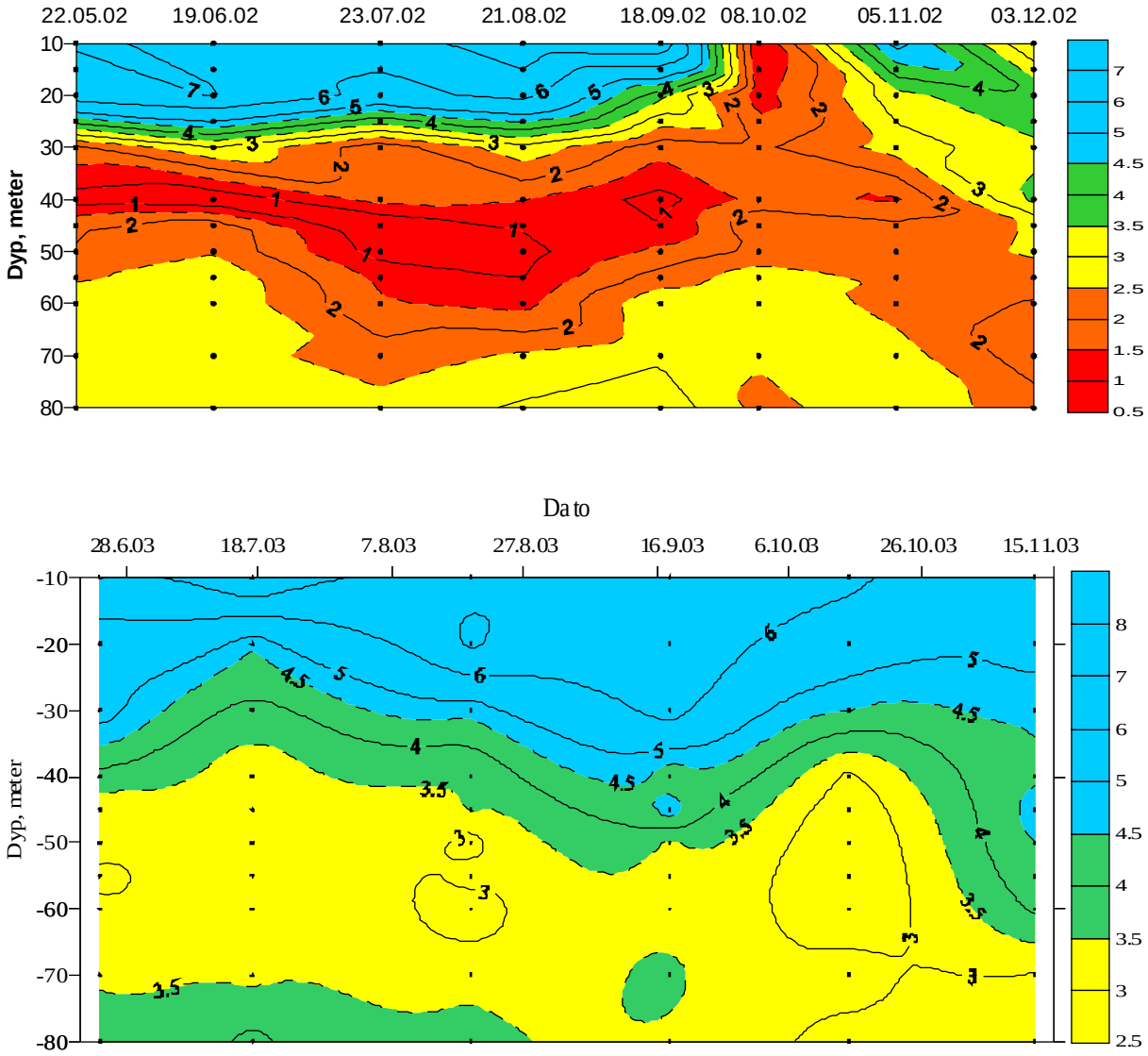
Målingene fra 2003 viser en helt annen tilstand. Storparten av vannmassene hadde hele tiden en oksygenkonsentrasjon større enn 3.5 ml/l, dvs. en tilstandsklassifisering som **God-Meget God.** I juni var det en kort periode der konsentrasjonen nær bunnen var lavere enn 2.5 mlO_2/l (Mindre God), og periodevis hadde vannmassen opp til 30-35 m dyp konsentrasjoner under 3.5 mlO_2/l. Enkelt sagt har tilstanden forbedret seg med to vannkvalitetsklasser fra 2002 til 2003.

Det er grunn til å påpeke at dette er den utviklingen som var ventet etter at utslippet fra Odda Smelteverk stoppet. Avløpet var plassert i ca. 20 m dyp og man ventet at oksygenforholdene ned til 30-35 m dyp umiddelbart skulle vise store forbedringer. Nærmere bunnen kan fortsatt utlekking av dicyandiamid fra store hauger av dicykalk medføre et forhøyet oksygenforbruk og lavere oksygenkonsentrasjon over relativt lang tid. Det kan se ut som om tilstanden bedret seg (oksygenforbruket nær bunnen avtok) utover høsten, men målinger med ca. 1 måneds mellomrom gir ikke grunnlag for å avgjøre hvor stor betydningen oksygentilførsel gjennom vannutskiftningen har hatt.

Ved Lindenes ser vi det samme bildet, der oksygenforholdene fra 2002 til 2003 har forbedret seg med to vannkvalitetsklasser. Igjen er årsaken til forbedringen at utslippet fra Odda Smelteverk har opphørt. Men som for tidligere år ser vi at relativt oksygenfattig vann (i 2003 vannkvalitetsklasse II-III mot tidligere klasse IV-V) flyter ut fra den dypeste delen av havnebassenget og fordeler seg fra 40 m dyp og nedover fra Lindenes og videre utover i fjorden. Dette kan tyde på at der fortsatt er et betydelig oksygenforbruk nær bunnen i Havnebassenget.



Figur 5. *Oksygenmålinger (mlO_2/l) i Havnebassenget i 2002 (øverst) og 2003 (nederst). Tidspunkt og dyp for prøvetaking er vist som svarte prikker. Fargene henviser til SFTs tilstandsklasser (jfr. Tabell 4).*



Figur 6. Oksygenmålinger (mlO_2/l) ved Lindenes i 2002(øverst) og 2003 (nederst). Tidspunkt og dyp for prøvetaking er vist som svarte prikker. Fargene henviser til SFTs tilstandsklasser (jfr. Tabell 4).

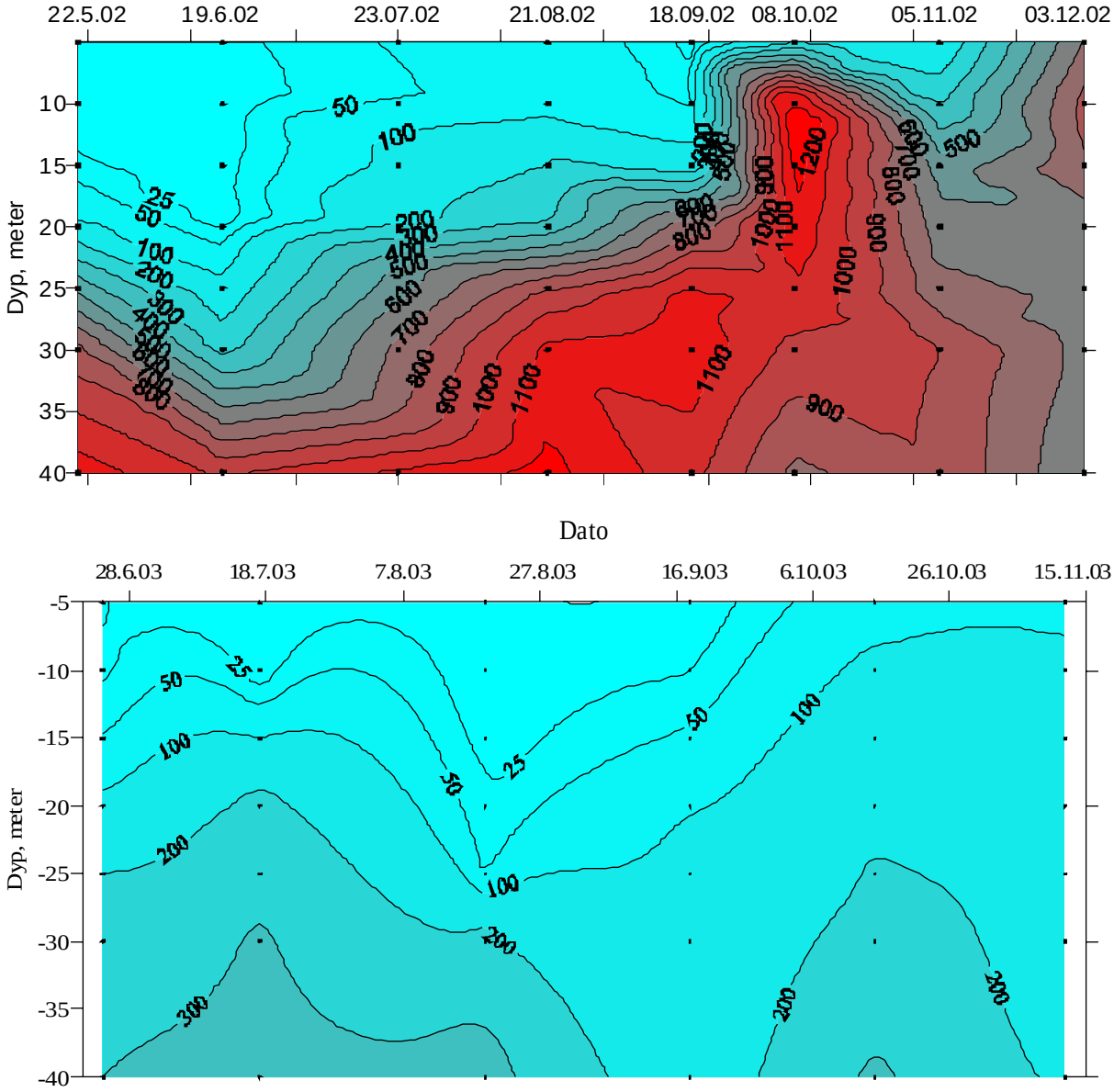
5.3 Nitrogen i vannmassen

Undersøkelser har vist at Odda Smelteverks utslipp av nitrogenholdig dicykalk medfører et stort oksygenforbruk (Schaanning 1999, Molvær et al., 2002). Det meste av nitrogenet i dicykalken foreligger som vannløselig dicyandiamid og man har konkludert at dette delvis nedbrytes til ammonium som deretter oksideres til nitrat. Fordi utslippet av dicykalk er stort blir oksygenforbruket også stort, og man finner lav oksygenkonsentrasjon i de vannmassene som har høy konsentrasjon av nitrat. Dette ble bekreftet ved undersøkelsene på slutten av 90-tallet og i 2000-2001 (se Molvær et al., 2002).

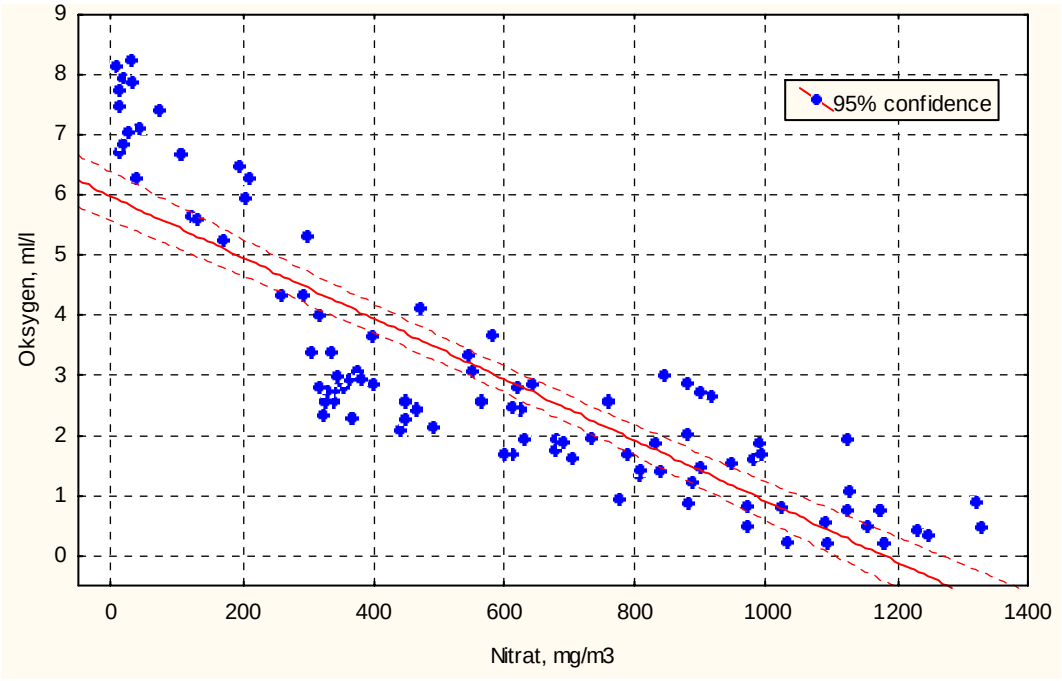
Figur 7 viser nitratkonsentrasjonen i Havnebassenget i 2002 og i 2003. Forskjellen er slående og høyeste konsentrasjon i 2003 var 336 µgN/l mot 1329 µgN/l i 2002.

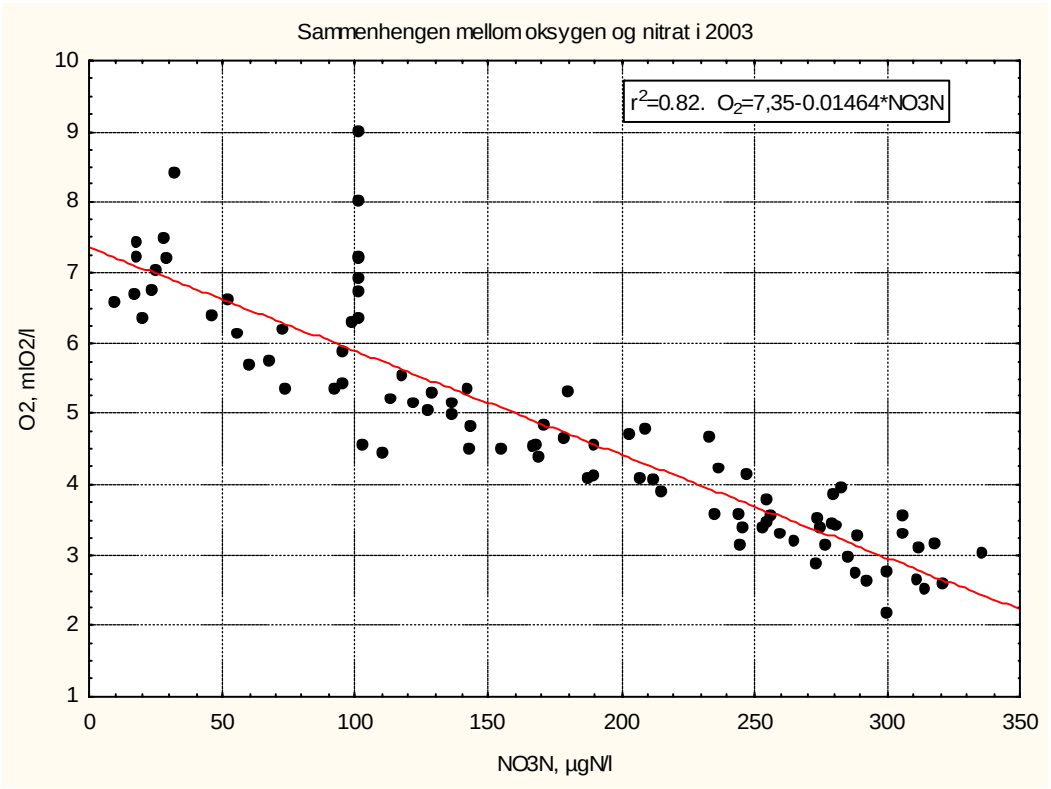
Som for tidligere år er der en stram negativ sammenheng mellom konsentrasjonene av oksygen og nitrat (Figur 8). En korrelasjon der r^2=0.82 betyr at ca. 82% av variasjonene i oksygenkonsentrasjon kan forklares med tilsvarende variasjoner i mengden av nitrat.

For de nitrat-nivåene som man nå etterhvert måler på vil imidlertid også betydningen av en varierende vannfornyelse komme til å prege bildet (nytt vann medfører vanligvis økt oksygenkonsentrasjon og redusert nitratkonsentrasjon).



Figur 7. Nitrat (µgN/l) i havnebassenget mai-desember 2002 (øverst) og i juni-november 2003 (nederst).





Figur 8. Oksygen og nitrat i 5-80 m dyp i havnebassenget og ved Lindenes i 2002 (øverst) og for 10-40 m dyp i havnebassenget 2003 (nederst). Oksygenkonsentrasjonen avtar når nitratkonsentrasjonen øker og koeffisienten r^2=0.82 forteller at ca. 82% av endringene av oksygenkonsentrasjon kan forklares med tilsvarende endringer i konsentrasjonen av nitrat.

6. Litteratur

Molvær, J. og Johnsen, T.M. 1997. Indre Sørfjord. Overvåking februar 1995-mars 1997. NIVA-rapport nr. 3694-97. Oslo. 38 sider.

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

Molvær, J., Helland, A. og Schøyen, M., 2002. Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden. Metaller, oksygen, nitrogen og vannutskiftning i 2001. Statlig program for forurensningsovervåking, rapport 853/02. NIVA-rapport nr. 4562-02. 51 sider.

Schaanning, M.T., 1999. Oksygenforbruk i tilknytning til utslipp av filterkake fra Odda Smelteverk AS. Fase 1 – nitrogenforbindelser i sedimenter og porevann. NIVA-rapport nr. 3999-99. Oslo. 22 sider.

Vedlegg A. Måle- og analysemetoder

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

Temperatur:
Er målt ved bruk av en Electronic Switchgear sonde, som ved regelmessig kalibrering og kontroll av data forventes å gi en nøyaktighet på ± 0.1 ºC.

Saltholdighet:
Er i hovedsak målt ved bruk av en Electronic Switchgear sonde, som ved regelmessig kalibrering og kontroll av data forventes å gi en nøyaktighet på ±0.1. Til kalibrering og kontroll av målingene ble for hver prøveserie tatt vannprøver fra 0 m og 20 m dyp. For disse ble saltholdigheten bestemt med laboratoriesalinometer (nøyaktighet ± 0.002), og resultatene er brukt til korrigering av sonde-målingene.

Oksygen:
Modifisert Winkler-metode.

Nitrat:
Analyseres med Skalar Autoanalysator ved NIVAs laboratorium. Nitrat reduseres av kobberbelagt kadmium til nitritt i en bufret løsning der pH = 8,0 - 8,5. Nitritt reagerer i sur løsning (pH = 1,5 - 2) med sulfanilamid til en diazoforbindelse, som kobles med N-(1-naftyl)-etylendiamin til et azofargestoff. Absorbansen til dette måles spektrofotometrisk ved bølgelengden 540 nm.

Vedlegg B.

Temperatur, saltholdighet, oksygen og nitrat i indre del av Sørfjorden i 2003

Stasjon	Dato	Dyp m	Temperatur °C	Saltholdighet	O2, mlO2/l	NO3, µgN/l
Havnebassenget	24.06.200	5	11,2	21,2	7,49	28
Havnebassenget	24.06.200	10	9,4	28,8	6,37	20
Havnebassenget	24.06.200	15	8,3	31,5	6,61	52
Havnebassenget	24.06.200	20	8,1	32,4	5,22	113
Havnebassenget	24.06.200	25	8,1	32,8	4,7	203
Havnebassenget	24.06.200	30	8,1	33,2	3,79	255
Havnebassenget	24.06.200	40	8,6	33,8	2,19	300
Havnebassenget	17.07.200	5	12,9		8,99	<10
Havnebassenget	17.07.200	10	8,64		7,24	<10
Havnebassenget	17.07.200	15	8,04		6,3	99
Havnebassenget	17.07.200	20	8,03		4,67	233
Havnebassenget	17.07.200	25	8,11		3,94	283
Havnebassenget	17.07.200	30	8,24		3,55	306
Havnebassenget	17.07.200	40	8,34		3,1	312
Havnebassenget	19.08.200	5	13,8	23,3	7,43	18
Havnebassenget	19.08.200	10	12,3	28,9	7,19	<10
Havnebassenget	19.08.200	15	10,6	30,1	7,22	18
Havnebassenget	19.08.200	20	10	30,8	8,41	32
Havnebassenget	19.08.200	25	10,1	31,1	6,38	46
Havnebassenget	19.08.200	30	9,4	31,7	4,22	237
Havnebassenget	19.08.200	40	9,6	34	3,03	336
Havnebassenget	18.09.200	5	14,3	21,5	6,93	<10
Havnebassenget	18.09.200	10	12,9	28,4	6,76	24
Havnebassenget	18.09.200	15	11,8	29,7	6,13	56
Havnebassenget	18.09.200	20	11	30,5	5,89	95
Havnebassenget	18.09.200	25	9,9	31,4	5,29	129
Havnebassenget	18.09.200	30	9,8	31,8	5,15	122
Havnebassenget	18.09.200	40	9,6	32,2	5,15	136
Havnebassenget	15.10.200	5	11,9	25,2	5,74	68
Havnebassenget	15.10.200	10	10,5	29,9	5,53	118
Havnebassenget	15.10.200	15	9,8	30,7	5,36	142
Havnebassenget	15.10.200	20	9,2	31,3	4,84	171
Havnebassenget	15.10.200	25	8,7	32,1	4,8	209
Havnebassenget	15.10.200	30	8,6	32,3	4,07	212
Havnebassenget	15.10.200	40	8,2	32,8	3,17	318
Havnebassenget	12.11.200	5	10,8	28,7	5,69	60
Havnebassenget	12.11.200	10	9,4	31,1	4,82	144
Havnebassenget	12.11.200	15	8,8	31,7	4,57	168
Havnebassenget	12.11.200	20	8,6	32,1	4,54	167
Havnebassenget	12.11.200	25	8,6	32,2	4,4	169
Havnebassenget	12.11.200	30	8,1	29,7	5,03	127

Havnebassenget	12.11.200	40	8,1	32,5	4,09	188
Lindenes	24.06.200	10	9	29,6	7,03	25
Lindenes	24.06.200	20	8,3	31,7	5,36	74
Lindenes	24.06.200	30	8,3	32,9	5,33	180
Lindenes	24.06.200	40	8,6	33,8	3,86	280
Lindenes	24.06.200	45			3,13	
Lindenes	24.06.200	50	8,5	34,1	3,27	289
Lindenes	24.06.200	55			2,85	
Lindenes	24.06.200	60	8,4	34,3	3,13	277
Lindenes	24.06.200	70	8,2	34,3	3,48	255
Lindenes	24.06.200	80	8,4	34,3	3,55	256
Lindenes	17.07.200	10	8,95		8,01	<10
Lindenes	17.07.200	20	8,44		4,56	190
Lindenes	17.07.200	30	8,34		3,9	215
Lindenes	17.07.200	40	8,39		3,13	245
Lindenes	17.07.200	45			3,48	
Lindenes	17.07.200	50	8,31		3,2	265
Lindenes	17.07.200	55			3,17	
Lindenes	17.07.200	60	8,16		3,31	260
Lindenes	17.07.200	70	8,04		3,38	246
Lindenes	17.07.200	80	7,9		4,14	247
Lindenes	19.08.200	10	12,9	28,1	6,73	<10
Lindenes	19.08.200	20	10,5	30,4	7,19	29
Lindenes	19.08.200	30	9,5	31,6	4,64	179
Lindenes	19.08.200	40	9,1	33,8	3,52	274
Lindenes	19.08.200	45			3,59	
Lindenes	19.08.200	50	9,4	34,4	2,76	300
Lindenes	19.08.200	55			3,28	
Lindenes	19.08.200	60	9,3	34,2	2,62	293
Lindenes	19.08.200	70	9,6		3,42	281
Lindenes	19.08.200	80	9,5		3,59	235
Lindenes	18.09.200	10	12,8	29,6	6,69	17
Lindenes	18.09.200	20	10,1	31,6	6,58	10
Lindenes	18.09.200	30	10,1	31,9	6,37	<10
Lindenes	18.09.200	40	9,7	32	4,11	190
Lindenes	18.09.200	45			4,84	
Lindenes	18.09.200	50	9,5	32,4	3,38	253
Lindenes	18.09.200	55			3,34	
Lindenes	18.09.200	60	9,4	32,6	3,38	275
Lindenes	18.09.200	70	9,4	32,7	3,59	244
Lindenes	18.09.200	80	9,6	33	3,45	279
Lindenes	15.10.200	10	11	30,4	6,2	73
Lindenes	15.10.200	20	9,6	31,4	5,43	95
Lindenes	15.10.200	30	8,5	32,2	4,52	143
Lindenes	15.10.200	40	8,3	33	2,89	273
Lindenes	15.10.200	45			2,78	
Lindenes	15.10.200	50	8	33,7	2,61	321
Lindenes	15.10.200	55			2,68	
Lindenes	15.10.200	60	7,9	33,8	2,51	314
Lindenes	15.10.200	70	8	33,7	3,31	306
Lindenes	15.10.200	80	7,9	34,8	2,75	288

Lindenes	12.11.200	10	9,5	31,3	4,99	136
Lindenes	12.11.200	20	9,1	32,2	5,34	92
Lindenes	12.11.200	30	8,9	32,4	4,57	103
Lindenes	12.11.200	40	8,4	32,5	4,44	110
Lindenes	12.11.200	45			4,68	
Lindenes	12.11.200	50	8,3	32,6	4,5	155
Lindenes	12.11.200	55			4,3	
Lindenes	12.11.200	60	8	32,7	4,09	207
Lindenes	12.11.200	70	7,7	33,1	2,97	285
Lindenes	12.11.200	80	7,5	33,4	2,65	311

Statens forurensningstilsyn (SFT)
Postboks 8100 Dep, 0032 Oslo
Besøksradresse: Strømsveien 96

Telefon: 22 57 34 00
Telefaks: 22 67 67 06
E-post: postmottak@sft.no
Internett: www.sft.no

Utførende institusjon	Kontaktperson SFT	ISBN-nummer
Norsk institutt for vannforskning	Bjørn A. Christensen	82-577-4474-3

	Avdeling i SFT		TA-nummer
	Næringslivsavdelingen		2009/2004
Oppdragstakers prosjektansvarlig	År	Sidetall	SFTs kontraktnummer
Jens Skei	2004	24	4003124

Utgiver	Prosjektet er finansiert av
Norsk institutt for vannforskning Prosjekt O-23239. NIVA-rapport 4796-2004	Statens forurensningstilsyn Odda kommune

Forfatter
Jarle Molvær

Tittel
Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden 2003.
Delrapport 1. Oksygen og nitrogen i vannmassene

Monitoring of environmental quality in the Sørfjord 2003.
Report no 1. Oxygen and nitrogen in the water masses

Sammendrag
Rapporten presenterer resultatene fra overvåkingen av oksygenforhold og nitrat Sørfjordens indre del i 2003. I forhold til tidligere år var oksygenforholdene i havnebassenget og ved Lindenes forbedret med jevnt over to vannkvalitetsklasser. Årsaken er at oksygenforbruket i vannmassene er vesentlig redusert etter at utslippet av dicykalk fra Odda Smelteverk stoppet høsten 2002.

Resultatene tyder imidlertid på at det fortsatt foregår en betydelig utlekking av nitrogen fra avsetningene av dicykalk på bunnen av havnebassenget. Tilstanden har derfor neppe stabilisert seg ennå.

4 emneord:	4 subject words:
Overvåking	Monitoring
Sørfjorden	Sørfjord
Oksygen	Oxygen
Nitrat	Nitrate