Statlig program for forurensningsovervåking
Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden

Rapport: 900/04
TA-nummer: 2015/2004
ISBN-nummer: 82-577-4505-7

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn
Utførende institusjon: Norsk institutt for vannforskning

Miljøforholdene i Sørfjorden 2003

Rapport 900 2004

Delrapport 2. Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden. Metaller i vannmassene i 2003.

Statlig program for forurensningsovervåking

Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden

Metaller i vannmassene i 2003

Prosjektleder: Jens Skei
Medarbeidere: Merete Schøyen
Bente Breyholz

Forord

NIVA har i år 2003 gjennomført tiltaksorienterte undersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden innenfor Statlig program for forurensningsovervåking, administrert av Statens forurensningstilsyn (SFT). Kostnadene knyttet til miljøgiftovervåkingen er delt mellom bedrifter, kommuner og SFT:

Outokumpu Norzink A/S (ONZ): 44,6 %
Statens forurensningstilsyn (SFT): 20,5 %.
Tinfos Titan & Iron K/S (TTI): 18,1 %
AS Tyssefaldene: 8,4%
Odda kommune: 4,2 %
Ullensvang herad: 4,2 %

Undersøkelsen er et ledd i et langsiktig overvåkingsprogram for vann, sedimenter og organismer. Det statlige overvåkingsprogrammet i Sørfjorden startet i 1979.

Den foreliggende rapporten presenterer resultater fra overvåkingen av metaller i vann i 2003.

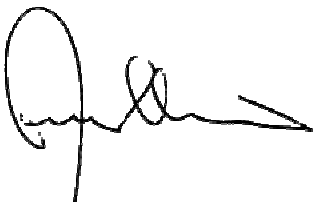
Prosjektet er utført i samarbeid med Hardanger Miljøsenter i Odda (Alex Stewart Environmental Services A/S), som har hatt ansvar for feltarbeidet inklusive vannprøvetakingen, samt deler av analysene. Vi takker spesielt Amund Måge, Frode Høyland, Arild Moe og Synnøve Underdal for godt samarbeid.

Analyser av metaller i vann er utført ved NIVA.

Ved NIVA har forskningsassistent Merete Schøyen hatt ansvaret for tilrettelegging av de vannkjemiske dataene. Jens Skei har vært prosjektleder.

Oslo, 17.03.04

Jens Skei



Innhold

1. Sammendrag 5
2. Summary 6
3. Innledning 7
3.1 Topografi 7
3.2 Utslipp fra industrien i området 8
3.3 Miljømål 9
3.4 Formål med overvåkingen 9
3.4.1 Metaller i vann 9
4. Feltarbeid og metoder 10
4.1 Metaller i overflatevann 10
5. Resultater og diskusjon 11
5.1 Totalt suspendert partikulært materiale 11
5.2 Metaller 12
6. Sammenfattende vurderinger av forurensningssituasjonen i vannmassene 15
6.1 Metaller i overflatevannet 15
7. Litteratur 17
Vedlegg A

1. Sammendrag

Foreliggende rapport om overvåkingen av Sørfjorden og Hardangerfjorden i 2003 gir en beskrivelse av vannkvaliteten i fjorden. Rapporten er en del av grunnlaget for å bedømme om de gjennomførte tekniske tiltakene har vært vellykket og om de overordnede mål med hensyn til bruk av Sørfjorden og Hardangerfjorden i fremtiden kan nås.

Tilførslene av metaller til Sørfjorden fra industrien i Odda har avtatt i 2003 sammenlignet med 2002. Det bemerkes at Odda Smelteverk ble nedlagt høsten 2002 og at det førte til betydelige reduksjoner i tilførsler av sink, bly og kopper.

Overvåkingen av metaller i vann leder til følgende konklusjoner:

1. **Reduserte tilførsler har ført til lavere nivåer av metaller i overflatevannet i hele fjorden. Forbedringen i vannkvalitet med hensyn til metaller antas at det i tillegg til nedleggelsen av Odda Smelteverk også skyldes tiltak utført på Eitrheimsneset for å redusere diffuse utslipp. I henhold til SFTs klassifiseringssystem er overflatevannet fortsatt sterkt forurenset av bly, sink og kadmium i Eitrheimsvågen.**

2. **Kvikksølv er spesielt i fokus i Sørfjorden fordi det er kostholdsråd for dypvannsfisk (brosme, lange) som følge av høye nivåer i fiskekjøttet. Konsentrasjonene i overflatevannet varierer mye over tid, selv om årsgjennomsnittet er på et akseptabelt nivå.**

3. **En reduksjon i frekvensen på vannprøvetaking (fra 2003) vil redusere muligheten for å fange opp korte episoder med sterkt forhøyede konsentrasjoner.**

2. Summary

The results of the monitoring of the water chemistry of Sørfjorden and Hardangerfjorden in 2003 are presented. During the last decade a number of remedial actions have been executed to reduce the input of industrial waste. The objective of the monitoring is to control if the actions have been successful and to what extent the overall objectives with respect to the use of Sørfjorden and Hardangerfjorden can be achieved in the near future.

Discharges of metals to Sørfjorden from local industry in Odda have decreased in 2003 compared with 2002. It should be pointed out that the production at Odda Smelteverk was closed in the autumn of 2002, causing considerable reductions of effluents containing zinc, lead and copper.

The monitoring results of heavy metals may be summarised as follows:

1. **Reduced discharges have caused lower levels of contamination in the surface water in the entire fjord. The improvement of the water quality with respect to metals in the surface water is assumed to be a result of remedial action to reduce the runoff of contaminated surface water to the fjord as well as the shut down of Odda Smelteverk. However, the surface water is still characterised as " heavily contaminated" with lead, zinc and cadmium close to the zinc smelter (Eitrheimsvågen) according to the SFTs classification system.**

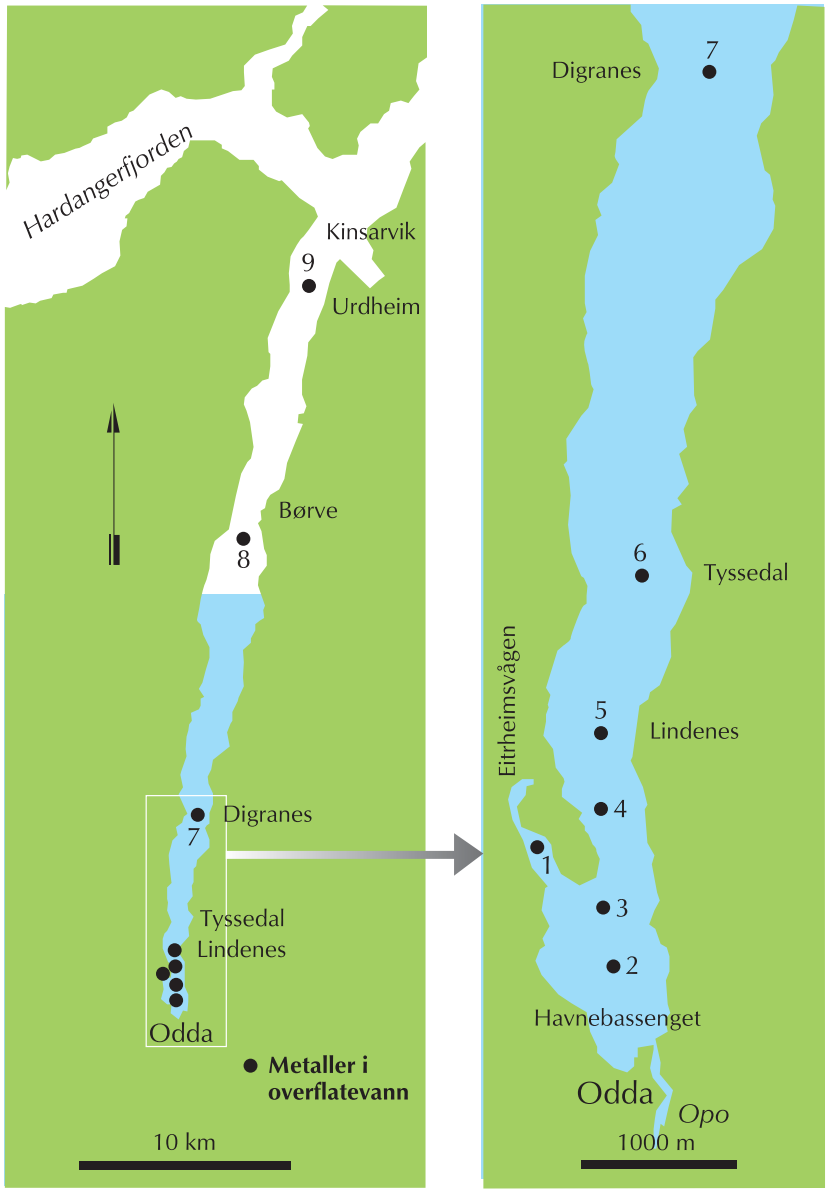
2. **Mercury has a special focus due to a recommendation to avoid consumption of deep water fish in Sørfjorden due to high levels of mercury in the flesh of the fish. The mercury concentrations in the surface water vary considerably, although the annual average is at an acceptable level.**

3. **A reduction in the frequency of water monitoring will reduce the opportunity to observe important fluctuations.**

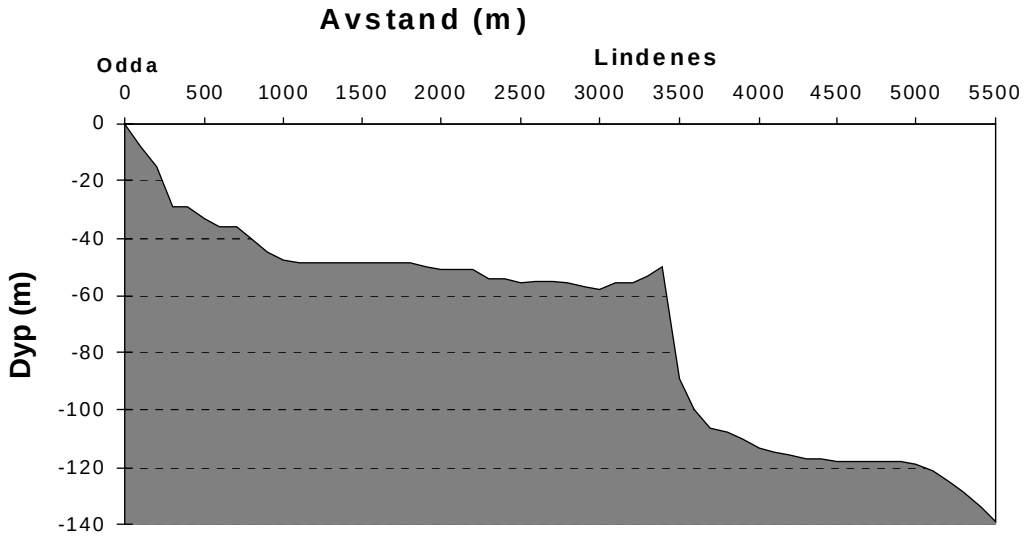
3. Innledning

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 vannkjemisk prøvetaking 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 Utslipp fra industrien i området

Utslipp til sjø av metaller fra Outokumpu Norzink A/S (ONZ) og Tinfos Titan & Iron (TTI) rapportert til SFT er vist i Tabell 1. Utslipp fra Odda Smelteverk opphørte i november 2002 i forbindelse med bedriftens nedleggelse.

Tabell 1. Offisielle anslag over utslipp til sjø fra Outokumpu Norzink A/S (ONZ) og Tinfos Titan & Iron K/S (TTI) i 2003. Basert på opplysninger fra SFT. Tallene i parentes representerer utslipp i 2002.

Bedrift	Cu, kg/år	Pb, kg/år	Zn, kg/år	Cd, kg/år	Hg, kg/år
ONZ	29	2209	6550	57	2.3
	(47)	(4022)	(11370)	(100)	(1.6)
TTI	77	160	8216	0.9	0.4
	(11)	(27)	(6034)	(3.0)	(0.7)
Totalt	**106**	**2369**	**14766**	**57.9**	**2.7**
	(58)	(4049)	(17404)	(103)	(2.3)

De totale utslippene til fjorden var betydelig lavere i 2003 sammenlignet med 2002 for samtlige metaller, med unntak av kvikksølv. Det skyldes delvis nedleggelsen av Odda Smelteverk og tiltak knyttet til håndtering av diffuse utslipp fra ONZs fabrikkområde. Utslippene av bly og sink fra TTI til sjø har økt betydelig siste år.

Vi er ikke kjent med at det har vært uhellsutslipp ved noen av bedriftene i 2003.

Fase 2 av Prosjekt Avløp ved Norzink ble påbegynt i februar 2002 og ble fullført i mai 2003. I prosjektet har det vært arbeidet målbevisst med å finne løsninger på komplekse

problemstillinger vedrørende oppsamling av diffus avrenning, rehabilitering av ledningsnett, gjenbruk av vann i prosessen, renseteknologi m.m.

3.3 Miljømål

Miljømålene for Sørfjorden er ennå ikke nådd, men det har vært en betydelig bedring av metallforurensningen de senere år som følge av de tiltak som er utført. Kostholdsråd i Sørfjorden ble sist vurdert i 2003 og følgende anbefalinger gjelder:

- Gravide og ammende bør ikke spise fisk og skalldyr fanget i Sørfjorden innenfor en linje mellom Grimo og Krossanes.
- Konsum av skjell og dypvannsfisk, som brosme og lange fanget i Sørfjorden innenfor en linje mellom Grimo og Krossanes, frarådes.
- Konsum mer enn én gang i uken av torsk og konsum av lever fra fisk fanget i indre Sørfjorden innenfor Måge frarådes.

3.4 Formål med overvåkingen

3.4.1 Metaller i vann

Overvåkingen av vannkvaliteten i Sørfjorden og Hardangerfjorden har foregått jevnlig siden 1979. Gjennom årene er det gjort flere tiltak for å redusere forurensningstilførslene til fjorden. Overvåkingen i 2003 er en videreføring av den tidligere overvåkingen og har som mål å fastslå dagens forurensningssituasjon og vurdere denne i forhold til de tiltak som er gjort. Videre har overvåkingen som mål å fange opp eventuelle irregulære tilførsler og behov for nye tiltak. Ved en reduksjon i antall måleserier fra 2003 vil formålet med overvåkingen måtte endres.

4. Feltarbeid og metoder

4.1 Metaller i overflatevann

Vannprøver til analyse av metaller ble samlet inn 21. januar, 13. februar, 12. mars, 10. april, 6. mai, 24. juni, 19. august, 18. september, 14. oktober og 11. desember 2003 av Hardanger Miljøsenter på stasjonene vist i Figur 1. Det ble ikke samlet inn vannprøver i juli og november som følge av reduksjon i budsjettet for overvåkingen og avtale med oppdragsgiverne.

Det ble tatt prøver direkte fra overflatevannet (0-0,5 m) i fjorden på spesialvaskede flasker, glassflasker for kvikksølvanalyser og plastflasker for øvrige metaller. Alle prøver (ufiltrert) ble analysert for kvikksølv, kadmium, sink, kopper og bly. Tungmetallene (bly, sink, kopper og kadmium) ble analysert ved NIVA etter Freon-ekstraksjon og atomabsorbsjon (Danielsson et al., 1978). Kvikksølv ble analysert ved NIVA etter salpetersyreoppslutning ved kalddampteknikk og gullfelle (Bloom og Crecelius, 1983). Totalt suspendert materiale (TSM) og saltholdighet ble analysert ved Hardanger Miljøsenter i Odda. Totalt suspendert materiale ble gravimetrisk bestemt på membranfilter (KEBO) med 0.45 µm porestørrelse. Saltholdighet ble målt med salinoterm i forbindelse med prøvetakingen.

5. Resultater og diskusjon

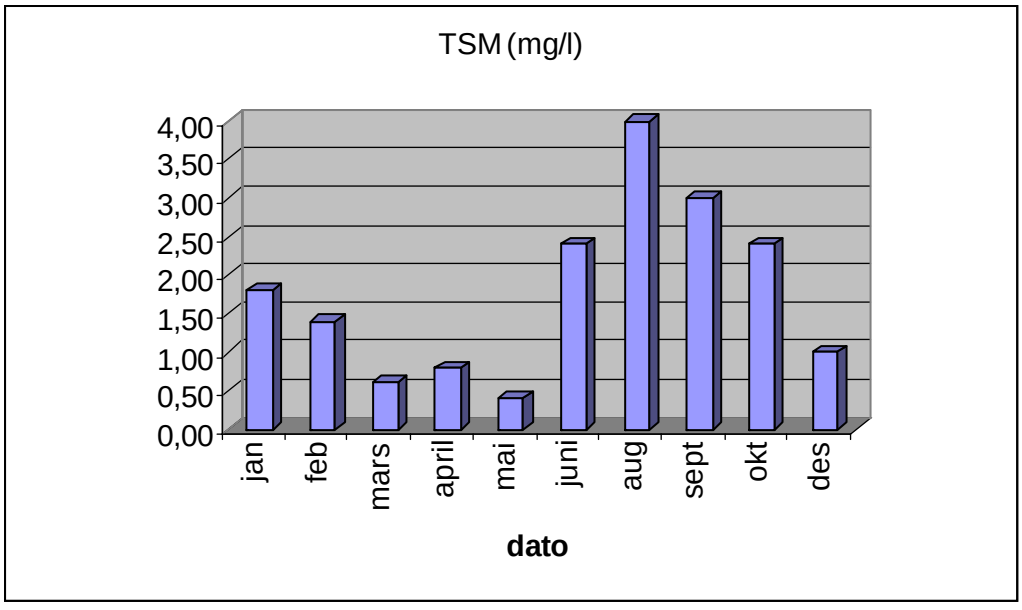
Alle rådata befinner seg i Vedlegg A.

5.1 Totalt suspendert partikulært materiale

Partikler i overflatevannet i fjorden kan ha ulik opprinnelse; det kan være alger eller partikler som føres til fjorden med elvevann eller partikler fra industriell aktivitet og kloakk. Partikler tilføres også fjorden via luft. Små partikler i vannmassene har evne til å adsorbere miljøgifter, herunder metaller. Bindingen til partikler fører til sedimentasjon av miljøgiftene, forutsatt at partiklene har en størrelse eller egenvekt som gjør at de synker.

Innholdet av totalt suspendert materiale (TSM) i overflatevann i fjorden varierte fra 0.2 til 6 mg/l i 2003. Dette er innenfor det samme variasjonsområdet som ble målt i 2002. Det var heller ikke store variasjoner mellom stasjonene. Årsgjennomsnittet i havnebassenget var ca. 2 mg/l og i munningen av Sørfjorden ca. 1 mg/l. Det ble observert forhøyede verdier for TSM i perioden august – oktober innerst i fjorden. Da økte partikkelmengden fra 2 mg/l til 5-6 mg/l. Erfaringsmessig tilsvarer dette en halvering av siktedypet fra vel 2 meter til vel 1 meter. Det synes ikke å være noen sammenheng mellom denne økningen i partikkelinnhold og nivåer av metaller i vannet, og det er mest sannsynlig at den skyldes økt sedimenttransport i Opo eller planktonoppblomstring.

De laveste partikkelmengdene ble stort sett observert om vinteren. Årstidsvariasjonen i havnebassenget er vist i Figur 3.



Figur 3. Totalt suspendert partikulært materiale (TSM) i mg/l overflatevann fra stasjonen i havnebassenget i 2003.

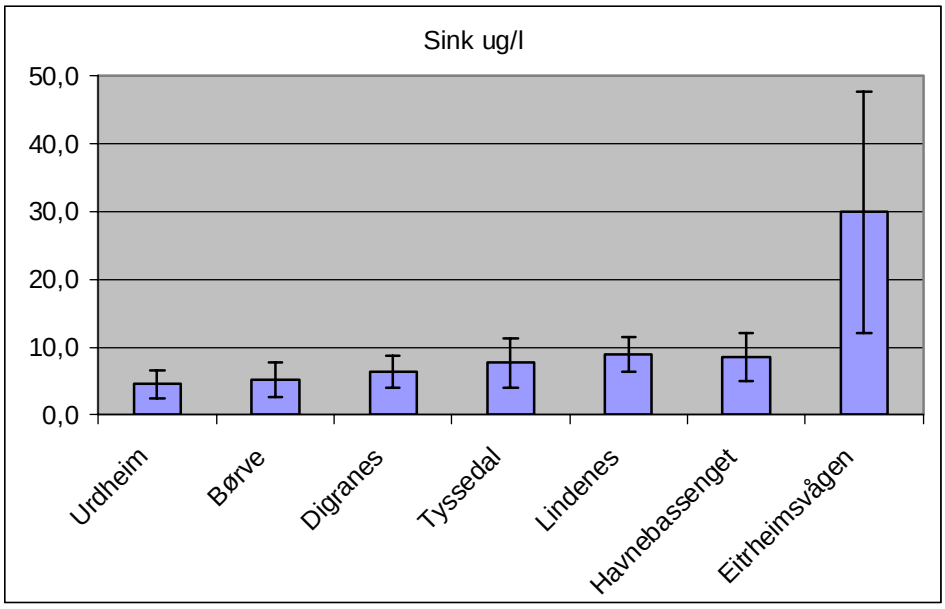
Det foreslås at målinger av TSM utgår i programmet fra 2005 og erstattes med siktedypsmålinger. Dette begrunnes med at det er vanskelig å se en sammenheng mellom partikkelinnholdet i vannet og vannets metallinnhold. Siktedyp ville kunne gi en indikasjon på

partikkelinnholdet, og det finnes erfaringsdata som gjør det mulig å anslå partikkelmengden ut fra siktedypet.

5.2 Metaller

Sink (Zn)
Innholdet av Zn i overflatevann var i gjennomsnitt over året 4.6 µg/l ved munningen av fjorden (Urdheim) og 29.9. µg/l innerst i fjorden (Eitrheimsvågen) (Figur 4.). Dette tilsvarer moderat forurenset (tilstandsklasse II) i munningsområdet og meget sterkt forurenset (tilstandsklasse V) i SFTs miljøklassifiserings-system (Molvær et al., 1997) innerst i fjorden. Nivåene av sink øker gradvis innover fjorden. Sammenlignet med 2002 er dette omtrent samme vannkvalitet.

I vågen varierte sinkkonsentrasjonene mellom 11 og 60 µg/l . Det var ingen systematikk i variasjonen. Det var ingen sammenheng med endringer hverken i partikkelinnhold eller saltholdighet. Perioder med høyere nivåer kan ha hatt sammenheng med tidspunkt for utpumping av vann bak spuntvegg i vågen.

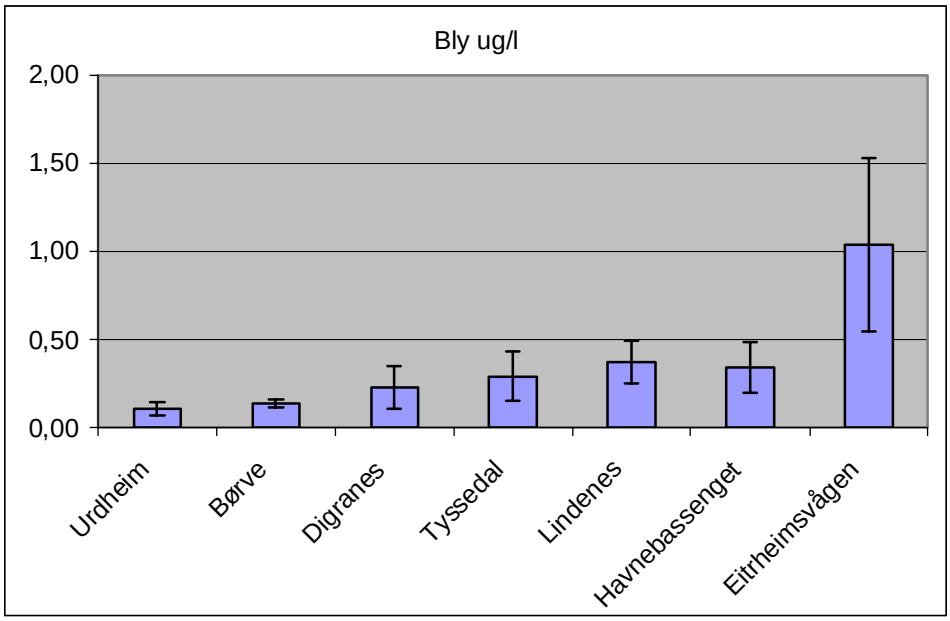


Figur 4. Årsgjennomsnittet (og standardavvik) av sink (µg /l) i overflatevann fra innerst (høyre) til ytterst (venstre) i Sørfjorden 2003.

Kadmium (Cd)
Innholdet av Cd i overflatevann var i gjennomsnitt over året 0.12 µg/l ved munningen av fjorden (Urdheim) og 2.8 µg/l innerst i fjorden (Eitrheimsvågen). Dette tilsvarer moderat forurenset (tilstandsklasse II) i munningsområdet og sterkt forurenset (tilstandsklasse IV) i SFTs miljøklassifiserings-system (Molvær et al., 1997) innerst i fjorden. Det høyeste nivået av kadmium i Eitrheimsvågen ble målt i mai (18.8 µg/l) og var sammenfallende med en høy sink-verdi. Det er kontrollert at dette ikke var en feilanalyse, men kontaminering av prøven kan ikke utelukkes, slik at den ene prøven ikke bør tillegges for stor vekt.

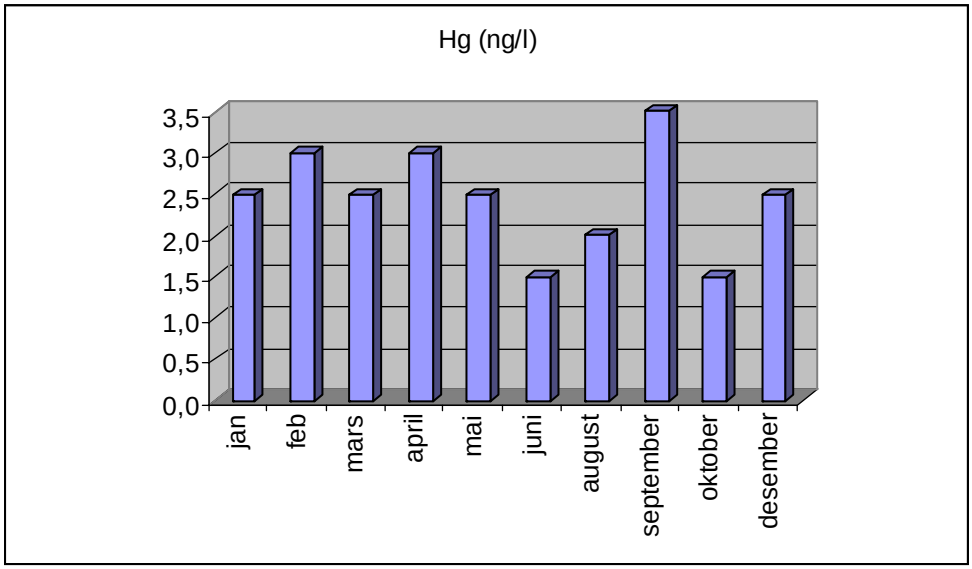
Kobber (Cu)
Innholdet av Cu i overflatevann var i gjennomsnitt over året 0.43 µg/l ved munningen av fjorden (Urdheim) og 0.7 µg/l innerst i fjorden (Eitrheimsvågen). Dette tilsvarer moderat forurenset (tilstandsklasse II) i hele fjorden. De rapporterte utslippene av kopper til fjorden ble halvert i 2003 i forhold til 2001, hovedsakelig fordi utslippene fra Odda Smelteverk ble eliminert. Nivåene er nå nede på et så lavt nivå at hvis tendensen holder seg, vil kobber bli tatt ut av parameterlisten i overvåkingen for 2005.

Bly (Pb)
Innholdet av Pb i overflatevann var i gjennomsnitt over året 0.11 µg/l ved munningen av fjorden (Urdheim) og 1.0 µg/l innerst i fjorden (Eitrheimsvågen) (Figur 5). Dette tilsvarer moderat forurenset (tilstandsklasse II) i munningsområdet og sterkt forurenset (tilstandsklasse IV) i SFTs miljøklassifiserings-system (Molvær et al., 1997) innerst i fjorden (Figur 5).



Figur 5. Konsentrasjonen av bly (µg /l) i overflatevann fra innerst (høyre) til ytterst (venstre) i Sørfjorden i 2003 (årsgjennomsnitt og standardavvik).

Kvikksølv (Hg)
Innholdet av Hg i overflatevann var i gjennomsnitt over året 1.1 ng/l ved munningen av fjorden (Urdheim) og 2.5 ng/l innerst i fjorden (Eitrheimsvågen) (Figur 6). Dette tilsvarer moderat forurenset (tilstandsklasse II) i hele fjorden i henhold til SFTs miljøklassifiserings-system (Molvær et al., 1997). Gjennomsnittskonsentrasjonen var mye lavere på de fleste stasjonene i 2003 sammenlignet med 2002. Men fortsatt er kvikksølv-situasjonen labil i Eitrheimsvågen. De ukentlige målingene som gjøres på en stasjon i vågen og som er en del av Norzinks eget overvåkingsprogram, viste i 2003 betydelige variasjoner over året. I slutten av mai ble det målt 21 ng/l i vågen, og i det statlige overvåkningsprogrammet ble det målt høye nivåer av kvikksølv ved Børve både i mai og juni (henholdsvis 12 og 17 ng/l), noe som indikerer ekstraordinære tilførsler i en kort periode i mai. Disse resultatene indikerer at det er vanskelig å tolke trender så lenge det er få observasjoner (figur 6).

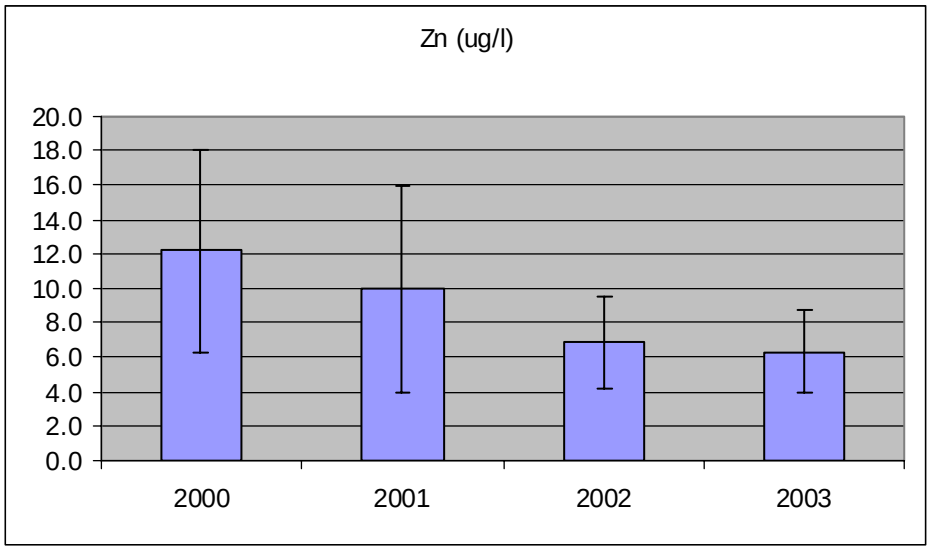


Figur 6. Konsentrasjonen av kvikksølv (ng /l) i overflatevann fra Eitrheimsvågen i Sørfjorden 2003.

6. Sammenfattende vurderinger av forurensningssituasjonen i vannmassene

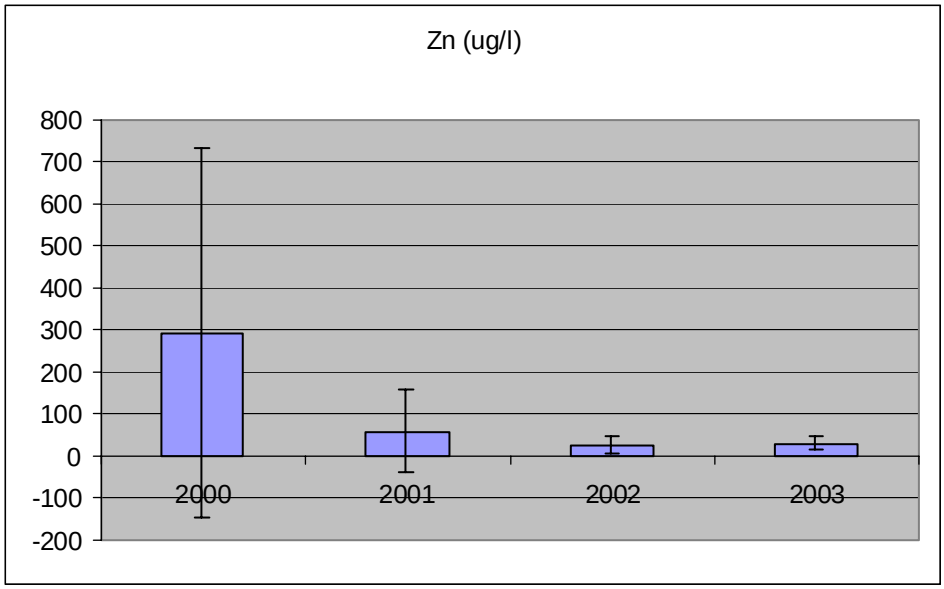
6.1 Metaller i overflatevannet

Tilførslene av metaller fra industrien i Odda har avtatt betydelig i 2003 sammenlignet med 2002 (Skei et al., 2003). Dette har gitt en merkbar forbedring med hensyn til metallforurensning i fjordens overflatelag. Hvis vi sammenligner årsgjennomsnitt for sink ved Digraneset (midtveis i Sørfjorden) for de fire siste årene, ser vi en betydelig forbedring (Figur 7).



Figur 7. Årsgjennomsnitt og standardavvik for sink i overflatevann ved Digraneset (stasjon 7).

En tilsvarende sammenligning av utvikling i perioden 2000-2003 for sink i Eitrheimsvågen (Figur 8) viser den samme tendensen. Det må antas at fase 1 og 2 i Prosjekt Avløp på Eitrheimsneset er hovedårsaken til vannkvalitetsforbedringen.



Figur 8. Årsgjennomsnitt og standardavvik for sink i overflatevann i Eitrheimsvågen (stasjon 1).

I tillegg er det observert en betydelig forbedring i oksygenforholdene i indre fjord i 2003 (Molvær, 2004), slik at vannkvaliteten nå er generelt forbedret.

Det er viktig å vurdere vannkvalitet i forhold til nivåer av miljøgifter i fisk og skalldyr, ettersom miljømålene er knyttet til miljøgifter i sjømat. I 2002 ble det registrert betydelig kvikksølvforurensning av fisk, spesielt skrubbeflyndre (Ruus og Green, 2003). Dette må sees i sammenheng med episodiske tilførsler av kvikksølv i 1999-2000 (Molvær, 2000; Skei og Knutzen, 2000). Også i første halvår av 2001 ble det målt høye nivåer av kvikksølv i vann, spesielt i vågen (Molvær et al., 2002). Dette fortsatte i 2002 hvor det ble registerert perioder med til dels høy forurensningsgrad av kvikksølv i overflatevann (Skei et al., 2003). Det har altså vært sammenhengende tre år med høye nivåer av kvikksølv i vann, og dette har medført at nivåene i fisk har økt. Det førte til at Statens Næringsmiddeltilsyn i 2002 gjeninnførte kostholdsråd for fisk i Sørfjorden på grunnlag av nivået av kvikksølv i fiskekjøtt.

Nivåene av bly, kadmium og kvikksølv i blåskjell var også høye i 2002 (tilstandsklasse III-IV), og dette må sees i sammenheng med at det ble registrert sterkt forurenset overflatevann i indre fjord store deler av året. I 2003 var nivåene lavere, og det burde gi utslag på nivåene av metaller i blåskjell.

7. Litteratur

Bloom, N.S. og E.A. Crecelius, 1983. Determination of mercury in seawater at sub-nannogram per liter levels. Mar. Chem., 14: 49-59.

Danielsson, L.-G., B.Magnusson og S. Westerlund, 1978. An improved metal extraction procedure for the determination of trace metals in sea water by atomic absorption spectometry with electrothermal atomization. Anal.Chim.Acta., 98: 47-59.

Molvær, J. , 2000. Utslipp av kvikksølv til Sørfjorden som følge av uhell ved Norzink A/S vinteren 1999-2000. Vurdering av utslippets størrelse. NIVA-rapport O-20078, 26 s.

Molvær, J., 2004. Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden i 2003. Delrapport 1. Oksygen og nitrogen i vannmassene. NIVA-rapport, 4796-2003, 24 s.

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

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

Ruus, A. og N. W. Green, 2003. Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden. Miljøgifter i organismer 2002. Statlig program for forurensningsovervåking, rapport 885/02. NIVA-rapport, 4724-2003, 45 s.

Skei, J. og J. Knutzen, 2000. Utslipp av kvikksølv til Sørfjorden som følge av uhell ved Norzink A/S vinteren 1999-2000. Miljømessige konsekvenser. NIVA-rapport nr. 4234-2000, 12 s.

Skei, J., Molvær, J. og M. Schøyen, 2003. Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden. Delrapport 1. Metaller, oksygen og nitrogen i vannmassene i 2002. Statlig program for forurensningsovervåking, rapport 872/03. NIVA-rapport, 4706-2003, 40 s.

Vedlegg A. Metaller, saltholdighet, temperatur og partikkelmengde (TSM) i overflatevann 2003

Urdheim (9)	Dyp	Hg	Pb	Zn	Cd	Cu	Sal.	Temp.	TSM
Dato	meter	ng/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	o/oo	°C	mg/l
21.01.2003	0	1,0	0,12	4,26	0,14	0,46	26,3	4,4	0,20
13.02.2003	0	<1,0	0,10	4,21	0,07	0,31	26,9	2,8	1,00
12.03.2003	0	<1,0	0,10	2,72	0,11	0,28	28,7	4,6	0,40
10.04.2003	0	2,5	0,09	3,82	0,33	0,26	25,7	4,9	0,40
06.05.2003	0	2,5	0,15	5,75	0,16	0,47	27,4	8,3	0,80
24.06.2003	0	1,0	0,10	4,55	0,08	0,40	7,7	13,6	2,40
19.08.2003	0	<1,0	0,10	2,09	0,06	0,55	10,3	18,0	1,80
18.09.2003	0	1,5	0,04	2,75	0,06	0,38	17,4	13,8	0,40
14.10.2003	0	1,5	0,09	6,70	0,12	0,57	8,9	7,0	0,80
11.12.2003	0	1,0	0,18	8,67	0,12	0,66	26,5	7,1	0,20
Årsgjennomsnitt		**1,10**	**0,11**	**4,55**	**0,12**	**0,43**	**20,58**	**8,45**	**0,84**
Standardavvik		**0,94**	**0,04**	**2,01**	**0,08**	**0,13**	**8,59**	**5,01**	**0,73**

Børve (8)	Dyp	Hg	Pb	Zn	Cd	Cu	Sal.	Temp.	TSM
Dato	meter	ng/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	o/oo	°C	mg/l
21.01.2003	0	1,5	0,13	5,70	0,17	0,31	26,5	4,5	1,20
13.02.2003	0	<1,0	0,11	3,69	0,10	0,36	26,0	3,5	0,40
12.03.2003	0	<1,0	0,13	2,91	0,15	0,27	28,6	4,8	2,00
10.04.2003	0	1,5	0,11	5,77	0,33	0,25	22,6	4,8	0,20
06.05.2003	0	12,0	0,14	3,65	0,35	0,38	26,6	8,1	1,80
24.06.2003	0	17,0	0,15	5,09	0,08	0,39	5,6	12,5	2,00
19.08.2003	0	<1,0	0,13	2,69	0,05	0,57	7,9	17,7	2,00
18.09.2003	0	1,0	0,11	4,82	0,09	0,38	16,3	13,5	0,60
14.10.2003	0	1,5	0,18	11,40	0,17	0,66	7,9	5,8	1,40
11.12.2003	0	1,0	0,17	6,46	0,12	0,30	28,5	7,7	0,40
Årsgjennomsnitt		**3,6**	**0,1**	**5,2**	**0,2**	**0,4**	**19,7**	**8,3**	**1,2**
Standardavvik		**5,9**	**0,02**	**2,5**	**0,1**	**0,1**	**9,4**	**4,7**	**0,7**

Digranes (7)	Dyp	Hg	Pb	Zn	Cd	Cu	Sal.	Temp.	TSM
Dato	meter	ng/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	o/oo	°C	mg/l
21.01.2003	0	<1,0	0,11	4,05	0,12	0,25	27,0	5,1	1,00
13.02.2003	0	1,0	0,16	8,86	0,14	0,35	22,6	4,2	1,01
12.03.2003	0	1,0	0,15	4,05	0,24	0,24	24,0	4,8	0,20
10.04.2003	0	2,5	0,53	7,92	0,32	0,28	24,1	5,2	0,80
06.05.2003	0	1,5	0,23	5,70	0,64	0,47	26,4	8,0	1,20
24.06.2003	0	1,0	0,27	6,25	0,08	0,39	3,3	10,6	1,80
19.08.2003	0	1,0	0,28	3,91	0,07	0,65	4,7	13,3	3,20
18.09.2003	0	<1,0	0,13	3,96	0,07	0,46	18,5	14,2	1,00
14.10.2003	0	1,5	0,17	10,30	0,17	0,61	9,3	8,6	2,00
11.12.2003	0	1,5	0,26	8,28	0,14	0,34	29,6	9,0	0,20
Årsgjennomsnitt		**1,1**	**0,2**	**6,3**	**0,2**	**0,4**	**19,0**	**8,3**	**1,2**
Standardavvik		**0,7**	**0,12**	**2,4**	**0,2**	**0,1**	**9,7**	**3,6**	**0,9**

Tyssedal (6)	Dyp	Hg	Pb	Zn	Cd	Cu	Sal.	Temp.	TSM
Dato	meter	ng/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	o/oo	°C	mg/l
21.01.2003	0	1,5	0,18	6,80	0,41	0,38	23,2	4,7	1,20
13.02.2003	0	<1,0	0,16	4,60	0,13	0,30	21,5	4,1	1,20
12.03.2003	0	1,0	0,18	4,52	0,29	0,31	23,6	4,8	0,20
10.04.2003	0	1,0	0,21	5,57	0,37	0,27	22,0	4,9	2,40
06.05.2003	0	1,5	0,29	6,90	1,31	0,40	22,5	7,5	0,60
24.06.2003	0	2,0	0,41	10,30	0,12	0,41	4,5	10,4	1,00
19.08.2003	0	1,0	0,58	7,43	0,08	0,70	5,3	13,8	4,60
18.09.2003	0	3,0	0,26	6,39	0,11	0,41	18,3	14,1	1,60
14.10.2003	0	2,0	0,43	17,00	0,30	0,77	8,7	8,5	3,20
11.12.2003	0	1,5	0,21	7,94	0,11	0,24	26,2	8,8	0,60
Årsgjennomsnitt		**1,5**	**0,3**	**7,7**	**0,3**	**0,4**	**17,6**	**8,2**	**1,7**
Standardavvik		**0,8**	**0,14**	**3,7**	**0,4**	**0,2**	**8,2**	**3,7**	**1,4**

Lindenes (5)	Dyp	Hg	Pb	Zn	Cd	Cu	Sal.	Temp.	TSM
Dato	meter	ng/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	o/oo	°C	mg/l
21.01.2003	0	2,0	0,24	10,30	0,74	0,33	20,0	4,7	0,20
13.02.2003	0	1,0	0,16	5,10	0,12	0,33	15,0	3,6	0,20
12.03.2003	0	1,5	0,30	7,10	0,91	0,29	22,8	4,6	2,00
10.04.2003	0	2,0	0,47	11,10	0,58	0,35	20,2	5,3	1,20
06.05.2003	0	2,0	0,30	7,20	1,47	0,32	19,9	7,3	1,40
24.06.2003	0	12,0	0,43	8,14	0,10	0,63	4,4	10,4	1,80
19.08.2003	0	1,0	0,52	7,28	0,08	0,76	3,3	13,0	5,40
18.09.2003	0	2,5	0,36	8,39	0,10	0,70	16,2	13,7	2,60
14.10.2003	0	2,5	0,37	13,00	0,26	0,74	11,3	10,1	2,20
11.12.2003	0	1,5	0,53	12,10	0,31	0,38	19,5	7,4	0,20
Årsgjennomsnitt		**2,8**	**0,4**	**9,0**	**0,5**	**0,5**	**15,3**	**8,0**	**1,7**
Standardavvik		**3,3**	**0,12**	**2,5**	**0,5**	**0,2**	**6,8**	**3,6**	**1,6**

Eitrheim Øst (4)	Dyp	Hg	Pb	Zn	Cd	Cu	Sal.	Temp.	TSM
Dato	meter	ng/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	o/oo	°C	mg/l
21.01.2003	0	2,5	0,29	13,50	0,70	0,39	14,7	4,3	0,20
13.02.2003	0	1,0	0,22	7,22	0,13	0,34	12,4	3,4	0,80
12.03.2003	0	2,0	0,45	15,50	5,95	0,38	15,1	3,9	1,20
10.04.2003	0	3,0	0,37	10,80	0,59	0,36	19,0	5,2	0,20
06.05.2003	0	2,0	0,22	5,50	0,46	0,42	20,1	5,9	2,60
24.06.2003	0	1,0	0,44	7,49	0,10	0,65	4,8	10,3	2,00
19.08.2003	0	2,0	0,69	10,10	0,11	0,88	3,4	13,3	4,20
18.09.2003	0	2,0	0,33	6,34	0,11	0,45	16,1	13,4	3,00
14.10.2003	0	4,0	0,43	11,30	0,16	0,68	8,0	9,6	3,00
11.12.2003	0	1,5	0,46	10,80	0,17	0,39	17,8	7,4	0,80
Årsgjennomsnitt		**2,1**	**0,4**	**9,9**	**0,8**	**0,5**	**13,1**	**7,7**	**1,8**
Standardavvik		**0,9**	**0,14**	**3,2**	**1,8**	**0,2**	**5,9**	**3,8**	**1,4**

Eitrheim Sør (3)	Dyp	Hg	Pb	Zn	Cd	Cu	Sal.	Temp.	TSM
Dato	meter	ng/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	o/oo	°C	mg/l
21.01.2003	0	1,5	0,27	14,70	0,50	0,33	14,8	4,3	0,20
13.02.2003	0	1,5	0,28	7,35	0,14	0,36	14,4	3,7	0,60
12.03.2003	0	1,5	1,16	15,90	0,59	0,57	9,7	3,0	0,20
10.04.2003	0	3,0	0,41	9,43	0,48	0,37	17,5	4,8	1,60
06.05.2003	0	2,5	0,68	39,00	17,40	0,49	17,6	7,0	0,20
24.06.2003	0	1,0	0,60	10,90	0,14	0,71	3,5	10,1	4,00
19.08.2003	0	1,0	0,71	8,81	0,11	0,85	3,3	13,2	5,20
18.09.2003	0	2,5	1,10	10,20	0,15	0,49	11,4	12,9	3,80
14.10.2003	0	3,5	0,59	18,90	0,33	0,82	10,5	10,4	2,20
11.12.2003	0	2,0	0,82	20,20	0,17	0,40	19,4	7,9	1,40
Årsgjennomsnitt		**2,0**	**0,7**	**15,5**	**2,0**	**0,5**	**12,2**	**7,7**	**1,9**
Standardavvik		**0,8**	**0,3**	**9,3**	**5,4**	**0,2**	**5,6**	**3,8**	**1,8**

Havnebasseng (2)	Dyp	Hg	Pb	Zn	Cd	Cu	Sal.	Temp.	TSM
Dato	meter	ng/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	o/oo	°C	mg/l
21.01.2003	0	1,0	0,25	8,90	0,37	0,32	14,7	4,4	1,80
13.02.2003	0	1,0	0,21	15,00	0,14	0,36	13,9	3,6	1,40
12.03.2003	0	2,0	0,26	9,78	1,42	0,45	6,8	2,6	0,60
10.04.2003	0	<1,0	0,23	7,80	0,26	0,30	18,5	5,4	0,80
06.05.2003	0	1,5	0,18	4,80	0,37	0,34	20,7	6,9	0,40
24.06.2003	0	4,0	0,38	4,76	0,06	0,63	5,0	10,1	2,40
19.08.2003	0	1,0	0,57	5,73	0,07	0,82	3,1	12,7	4,00
18.09.2003	0	2,5	0,39	5,50	0,08	0,45	13,8	12,9	3,00
14.10.2003	0	2,0	0,38	11,00	0,17	0,65	7,6	9,5	2,40
11.12.2003	0	1,5	0,58	12,60	0,26	0,41	19,3	8,0	1,00
Årsgjennomsnitt		**1,7**	**0,3**	**8,6**	**0,3**	**0,5**	**12,3**	**7,6**	**1,8**
Standardavvik		**1,1**	**0,1**	**3,5**	**0,4**	**0,2**	**6,3**	**3,7**	**1,2**

Eitrheimsvågen (1)	Dyp	Hg	Pb	Zn	Cd	Cu	Sal.	Temp.	TSM
Dato	meter	ng/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	o/oo	°C	mg/l
21.01.2003	0	2,5	0,63	60,40	1,77	0,52	14,8	4,7	0,40
13.02.2003	0	3,0	0,49	11,50	0,21	0,44	10,8	3,3	0,20
12.03.2003	0	2,5	0,33	14,00	1,85	0,38	13,1	3,8	0,20
10.04.2003	0	3,0	1,05	16,60	0,66	0,41	16,3	4,6	3,00
06.05.2003	0	2,5	1,11	56,10	18,80	0,57	14,60	7,0	1,0
24.06.2003	0	1,5	1,68	26,70	0,34	0,70	3,1	10,2	1,40
19.08.2003	0	2	0,90	18,30	0,17	0,81	2,9	13,6	6,00
18.09.2003	0	3,5	1,58	19,20	0,24	0,61	10,4	12,9	3,00
14.10.2003	0	1,5	1,71	43,60	0,81	1,48	7,5	9,3	4,60
11.12.2003	0	2,5	0,91	32,90	2,80	0,69	16,4	7,3	0,20
Årsgjennomsnitt		**2,5**	**1,0**	**29,9**	**2,8**	**0,7**	**11,0**	**7,7**	**2,0**
Standardavvik		**0,6**	**0,5**	**17,8**	**5,7**	**0,3**	**5,1**	**3,7**	**2,1**

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	82-577-4505-7

	Avdeling i SFT		TA-nummer
	Næringslivsavdelingen		2015/2004
Oppdragstakers prosjektansvarlig Jens Skei	År 2004	Sidetall 21	SFTs kontraktnummer

Utgiver	Prosjektet er finansiert av
Norsk institutt for vannforskning NIVA-rapport 4825-2004	Statens forurensningstilsyn Outokumpu Norzink A/S Tinfos Titan & Iron K/S A/S Tyssefaldene Odda kommune Ullensvang herad

Forfattere
Jens Skei, Merete Schøyen

Tittel
Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden.
Metaller i vannmassene i 2003

Monitoring of environmental quality in the Sørfjord.
Metals in the water masses in 2003.

Sammendrag
Rapporten presenterer resultatene fra overvåkingen av vannkvalitet i Sørfjorden i 2003.Tilførslene av metaller til Sørfjorden fra industrien har avtatt i forhold til 2002 og som et resultat av dette er det registrert lavere konsentrasjoner av metaller i overflatevannet i fjorden. Fortsatt kan overflatevannet innerst i fjorden klassifiseres som sterkt til meget sterkt forurenset av sink, kadmium og bly (basert på årsgjennomsnitt). I ytre fjordområder kan overflatevannet karakteriseres som ubetydelig til moderat forurenset. Det må antas at forbedringen i vannkvalitet er et resultat av tiltak for å redusere diffuse tilførsler fra Eitrheimsneset og nedleggelsen av Odda Smelteverk høsten 2002. Kvikksølv varierer fortsatt en god del, spesielt i Eitrheimsvågen, men nivåene i 2003 basert på årsgjennomsnitt er nede på akseptable nivåer.

4 emneord	4 subject words
Overvåking	Monitoring
Sørfjorden	Sørfjord
Metaller	Metals
Vannkjemi	Water chemistry