ISBN: 82-577-4048-9

Statlig program for forurensningsovervåking omfatter overvåking av forurensningsforholdene i luft og nedbør, skog, grunnvann, vassdrag, fjorder og havområder.

Overvåkingsprogrammet dekker langsiktige undersøkelser av:

- overgjødsling av ferskvann og kystområder
- forsuring (sur nedbør)
- ozon (ved bakken og i stratosfæren)
- klimagasser
- miljøgifter

Overvåkingsprogrammet skal gi informasjon om tilstanden og utviklingen av forurensningssituasjonen, og påvise eventuell uheldig utvikling på et tidlig tidspunkt. Programmet skal dekke myndighetenes informasjonsbehov om forurensningsforholdene, registrere virkningen av iverksatte tiltak for å redusere forurensningen, og danne grunnlag for vurdering av nye tiltak. SFT er ansvarlig for gjennomføringen av overvåkingsprogrammet.

Statens forurensningstilsyn
Postboks 8100 Dep, 0032 Oslo
Besøksadresse: Strømsveien 96

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

Bestilling: http://www.sft.no/skjema.html

Norsk institutt for vannforskning
Gateadresse: Brekkeveien 19
Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon: 22 18 51 00
Telefaks: 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

Statlig program for forurensningsovervåking

Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardanger 2000 – Delrapport 1. Vannkjemi (TA-1818/2001)

Design: Enzo Finger Design. Opplag: 90. Produksjon: www.kursiv.no

Statlig program for forurensningsovervåking

Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 2000

1818/2001

Delrapport 1. Vannkjemi

Norsk Institutt for vannforskning

RAPPORT

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

Sørlandsavdelingen
Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen
Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen
Nordnesboder 5
5008 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

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

Tittel	Løpenr. (for bestilling)	Dato
Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 2000. Delrapport 1. Vannkjemi	4406-2001	9.07.01
	Prosjektnr. Undernr. 800309	Sider Pris 22
Forfatter(e) Jens Skei	Fagområde Miljøgifter	Distribusjon
	Geografisk område Hordaland	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e)	Oppdragsreferanse
Statens Forurensningstilsyn (SFT) (Overvåkningsrapport nr.830/01 TA nr. 1818/2001)	

Sammendrag

Vannkvaliteten i overflatevannet i Sørfjorden var i år 2000 sterkt preget av uhellsutslipp av kvikksølv fra Norzinks røsteanlegg i perioden desember 1999- februar 2000 og deretter utsig fra forurenset grunn fra utslippsområdet fram til juli 2000,da området ble spuntet inn. I følge Norzink ble det ved dette uhellet sluppet ut 23 kg kvikksølv. Året var også tidvis (januar og juli) preget av svært stor forurensning av sink, kadmium, bly og kobber i vågen. Høyt forurensningsnivå i vågen i juli kan skyldes anleggsarbeidet i forbindelse med spuntingen for å stoppe kvikksølvforurensningen.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Sørfjorden	1. Sørfjorden
2. Overvåking	2. Monitoring
3. Vannkjemi	3. Water chamistry
4. Tilførsler	4. Pollutant discharges

Jens Skei
Prosjektleder

Forskningsleder

Kristoffer Næs
Forskningsleder

ISBN 82-577-4048-9

O-800309

TILTAKSORIENTERTE MILJØUNDERSØKELSER I SØRFJORDEN OG HARDANGERFJORDEN 2000

DELRAPPORT 1. VANNKJEMI

Forord

NIVA har i år 2000 gjennomført tiltaksorienterte undersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden innenfor Statlig program for forurensningsovervåking, administrert av Statens forurensningstilsyn (SFT). Norzink A/S, Odda Smelteverk A/S og Tinfos Titan & Iron K/S dekket henholdsvis 33.6%, 17.3% og 17.3% av kostnadene knyttet til overvåking av miljøgifter (tungmetaller og PCB) og oksygen; Odda kommune og Ullensvang kommune 3.4 % hver og SFT 25 %. Prosjektet er utført i samarbeid med Hardanger Miljøsenter i Odda, som har hatt ansvar for vannprøvetakingen og deler av analysene. Analyser av metaller i vann er utført ved NIVA.

Undersøkelsen er et ledd i et langsiktig overvåkingsprogram frem til og med år 2000 for vann, sedimenter og organismer. Det statlige overvåkingsprogrammet i Sørfjorden startet i 1979.

Denne rapporten omfatter fjordens vannkjemi. Separate rapporter for PCB og oksygen er utarbeidet.

Oslo, 9.07. 2001

Jens Skei
prosjektleder

Innhold

Sammendrag **7**

Summary **8**

1. INNLEDNING **9**

2. MÅLSETTING **10**

3. FELTARBEID OG METODER **11**

4. RESULTATER OG DISKUSJON **12**

4.1 Saltholdighet **Feil! Bokmerke er ikke definert.**
4.2 Totalt suspendert materiale (TSM) 13
4.3 Metaller 13
4.3.1 Årsgjennomsnitt i overflatevann for hele Sørfjorden**Feil! Bokmerke er ikke definert.**
4.3.2 Årstidsvariasjoner i metallnivået i overflatevann fra Sørfjorden 15

5. SAMMENFATTENDE VURDERING AV FORURENSNINGSTILSTANDEN I VANNMASSENE **17**

6. LITTERATUR **17**

Vedlegg A. **19**

Sammendrag

Foreliggende rapport om overvåkingen av Sørfjorden og Hardangerfjorden i 2000 gir en beskrivelse av tilstanden i fjordområdet med hensyn til vannkvaliteten i overflaten. Rapporten er en del av grunnlaget for å bedømme om de tekniske tiltakene har vært vellykket og om de overordnede mål med hensyn til bruk av Sørfjorden og Hardangerfjorden i fremtiden kan nås.

Prøver ble innsamlet hver måned på 9 stasjoner for analyser av saltholdighet, suspendert materiale og tungmetaller (kopper, bly, kadmium, sink og kvikksølv). Fra 1998 er all overvåking av metaller i vann begrenset til overflateprøver. Analyser av oksygen og nitrogen er nå en del av det statlige overvåkningsprogrammet, men rapporteres separat (Molvær, 2000). Resultatene fra kildekartleggingen av PCB i indre Sørfjord er også rapportert separat (Skei og Tellefsen, 2000).

Overvåkingen av vann i 2000 leder til følgende konklusjoner:

1. **Det totale utslippet av tungmetaller fra de tre største bedriftene (Norzink A/S, Odda Smelteverk A/S og Tinfos Titan & Iron K/S) er redusert i 2000 i forhold til 1999, med unntak av kvikksølv og kadmium hvor utslippstallene har økt. Det bør påpekes at det er store usikkerheter i anslagene av tilførsler fra diffuse kilder og at dette gjør det vanskelig å vurdere den reelle belastningen på fjorden.**
2. **Det som preget utslippsbildet i 2000 var uhellsutslipp ved Norzinks røsteanlegg hvor det oppstod en lekkasje i en renne som førte til en pumpesump. Dette førte til ekstremt høye konsentrasjoner av kvikksølv i overflatevannet i hele fjorden i perioden januar -juli 2000. Lekkasjen ble utbedret i februar, men utsig fra forurenset grunn i lekkasjeområdet førte til store tilførsler til sjøen fram til at området ble innspuntet i juli.**
3. **Nivåene av andre metaller (sink og kadmium) i overflatevannet i Sørfjorden i 2000 var svært høye i januar og juli. I januar ble det målt 1260 µg/l sink og 10.8 µg/l kadmium i Eitrheimsvågen. Forurensningen på det tidspunktet var meget lokal og begrenset seg i stor grad til vågen. Forklaringen kan være isforhold som førte til lang oppholdstid på overflatevannet i vågen. I juli ble det målt 1068 µg/l sink og 6.65 µg/l kadmium i Eitrheimsvågen. Også på det tidspunktet var forurensningen lokal. Det er mulig at de økte konsentrasjonene kan ha sammenheng med det anleggsarbeidet som ble gjort i forbindelse med spunting. Det ble registrert økning i partikkelmengdene i vannet i havnebassenget i juli, men ikke i vågen.**
4. **Det er store forventninger til det nye oppsamlingssystemet for drensvann som ble satt i drift i februar 2001 på Eitrheimsneset. Det forventes å gi store utslag på vannkvaliteten i overflatelaget i fjorden.**

Summary

Title: Monitoring of Sørfjorden and Hardangerfjorden 2000. Report no. 1. Water chemistry
Year: 2000
Author: Jens Skei
Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-4048-9

The results of the monitoring of the water chemistry of Sørfjorden and Hardangerfjorden in 2000 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 succsessful and to what extent the overall objectives with respect to the use of Sørfjorden and Hardangerfjorden can be achieved in the near future.

Water samples were collected monthly at 9 stations for analyses of salinity, suspended matter and heavy metals (copper, lead, cadmium, zinc and mercury). Since 1998 the monitoring is restricted to the surface water. Analyses of oxygen and nitrogen are now a part of the national monitoring programme, but is reported separately (Molvær, 2001). Mapping of source identification of PCB is also reported separately (Skei and Tellefsen, 2000).

The monitoring results obtained in 2000 may be summarized as follows:

1. **The total discharge of heavy metals from the three main companies in Odda (Norzink as, Odda Smelteverk and Tinfos Titan & Iron K/S) has decreased in 2000 compared to 1999, except for mercury and cadmium where calculated discharge rates have increased. It should be pointed out that the contribution of diffusive loading of metals is very uncertain, hence it is difficult to estimate the overall load of metals.**
2. **In year 2000 an accidental discharge of mercury took place at Norzink. Extremely high concentrations of mercury were measured in the surface water in the fjord during January-July 2000. Action was taken in February to stop the mercury discharge, but due to soil contamination the site was an active source until July 2000 when a piled wall was installed.**
3. **The levels of other metals (zinc and cadmium) in the surface water in Sørfjorden year 2000 were very high in January and July. In January 1260 µg/l zinc and 10.8 µg/l cadmium in the Eitrheim Bay. The contamination was very local and was restricted to the bay. This may be explained by ice conditions causing extended residence time of the surface water in the bay. In July 1068 µg/l zinc and 6.68 µg/l cadmium were measured in the bay. This increase in the level of contamination may be attributed to disturbance of contaminated sediments during placement of the piled wall. An increase in turbidity in the harbour was detected at the same time.**
4. **Implementation of a storage system for contaminated drainage water on the Eitrheim peninsula in February 2001 is expected to have positive effects on the surface water quality in the fjord.**

1. INNLEDNING

Sørfjorden er fortsatt inne i en periode med rehabilitering, hvor effektene av gjennomførte tiltak er i fokus innenfor overvåkingen. Vannets kjemiske sammensetning gjenspeiler de endringer som skjer som følge av utslipp og diffuse tilførsler. Selv om de regulære tilførslene har gått ned så er det nesten årlig uhellsutslipp som gir kortvarige forverringer i vannkvaliteten.

I februar 2000 ble det påvist en lekkasje av kvikksølv ved Norzink som medførte utslipp til Eitrheimsvågen. Forhøyede nivåer av kvikksølv i overflatevannet vannet ble påvist i vannprøver allerede i desember 2000 og det er sannsynliggjort at lekkasjen startet allerede på det tidspunktet. Lekkasjen ble utbedret i slutten av februar, men tilførslene var høye hele våren fram til juli da lekkasjeområdet ble spuntet inn for å stoppe tilførsler fra grunnen under lekkasjestedet. Utviklingen i kvikksølvkonsentrasjoner i Sørfjorden har preget hele forurensningsbildet i 2000. Det er utarbeidet to rapporter for Norzink vedrørende dette uhellsutslippet (Skei og Knutzen, 2000, Molvær, 2000).

De offisielt anslåtte utslippene av metaller og PAH fra Odda Smelteverk as, Norzink as og Tinfors Titan & Iron er vist i tabell 1.

Tabell 1. Offisielle anslag over utslipp til sjø fra Odda Smelteverk A/S (O.S.), Norzink A/S (NZ) og Tinfos Titan & Iron K/S (TTI) i 2000 (kg/år). Basert på opplysninger fra bedriftene. Tallene i parentes representerer utslippstall for 1999.

Bedrift	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	PAH
O.S.	193	176	526	13	0.1	800
	(203)	(186)	(476)	(17)	(0.5)	(1206)
NZ[1)]	40	2700	24300	1300	27	-
	(41)	(6850)	(32200)	(990)	(14.5)	
TTI	80	26	12947	2.3	0.9	162
	(134)	(45)	(11667)	(1.1)	(2.1)	(77)
Totalt	**313**	**2902**	**37773**	**1315**	**28**	**962**
	(378)	(7081)	(44343)	(1008)	(17.1)	(1283)

1) Tilførslene fra Norzink for 2000 omfatter utslipp fra løpende drift (regulære utslipp og uhellsutslipp), avrennning av vann bak spuntvegg, avrenning fra kaiområdet og beregnede mengder av sink og kadmium tilført fjorden via overflatevann og kloakk (diffuse tilførsler). Den anslagsvise fordelingen mellom disse enkeltkildene er følgende (kg/år):

	Zn	Cd	Pb	Cu	Hg
Drift	4259	55	2648	25	26.7*
Via spuntvegg	770	16	3	6	0.3
Kaien	1400	4	60	9	0.4
Diffuse tilførsler (ca.)	17900	1200	?	?	3
SUM**	24300	1260	2711	40	28

* Inkluderer 23 kg fra kvikksølvlekkasje (pumpesump i røsteanlegg).

** Disse tallene er skjønnsmessig avrundet oppover av Norzink a.s.

Hvis man sammenligner med utslippstallene fra 1999 (Skei, 2000), er tilførslene av kopper, bly og sink redusert mens tilførslene av kvikksølv har økt. Utslippstallene for kadmium er oppjustert som følge av et bedre grunnlag for å beregne diffuse tilførsler. De økte kvikksølvutslippene er knyttet til lekkasjen ved røsteanlegget. Bedriften har beregnet dette utslippet til 23 kg kvikksølv, mens NIVA i sin modellberegning kom til at utslippet må ha vært 400-500 g pr. døgn i perioden januar-februar 2000 (Molvær, 2000).

Sammenfatningsvis for 2000 er konklusjonen på utslippssituasjonen at utslippene av kvikksølv som følge av uhell ved Norzink preger bildet. I tillegg er tallene for diffuse utslipp av kadmium fra Norzink oppjustert fra 900 til 1200 kg pr.år. Dette skyldes at estimatene for kadmium-tilførselen har vært underestimert fram til 1999.

2. MÅLSETTING

Det **overordnede mål** med overvåkingen i 2000 har vært

- å fastslå dagens forurensningssituasjon i lys av de tiltak som er gjort de senere år og i relasjon til kjente tilførsler
- så vidt mulig fange opp virkningen på vannkvaliteten av utslipp og irregulære tilførsler

Delmålene knyttet til undersøkelsen av vannkjemien var å

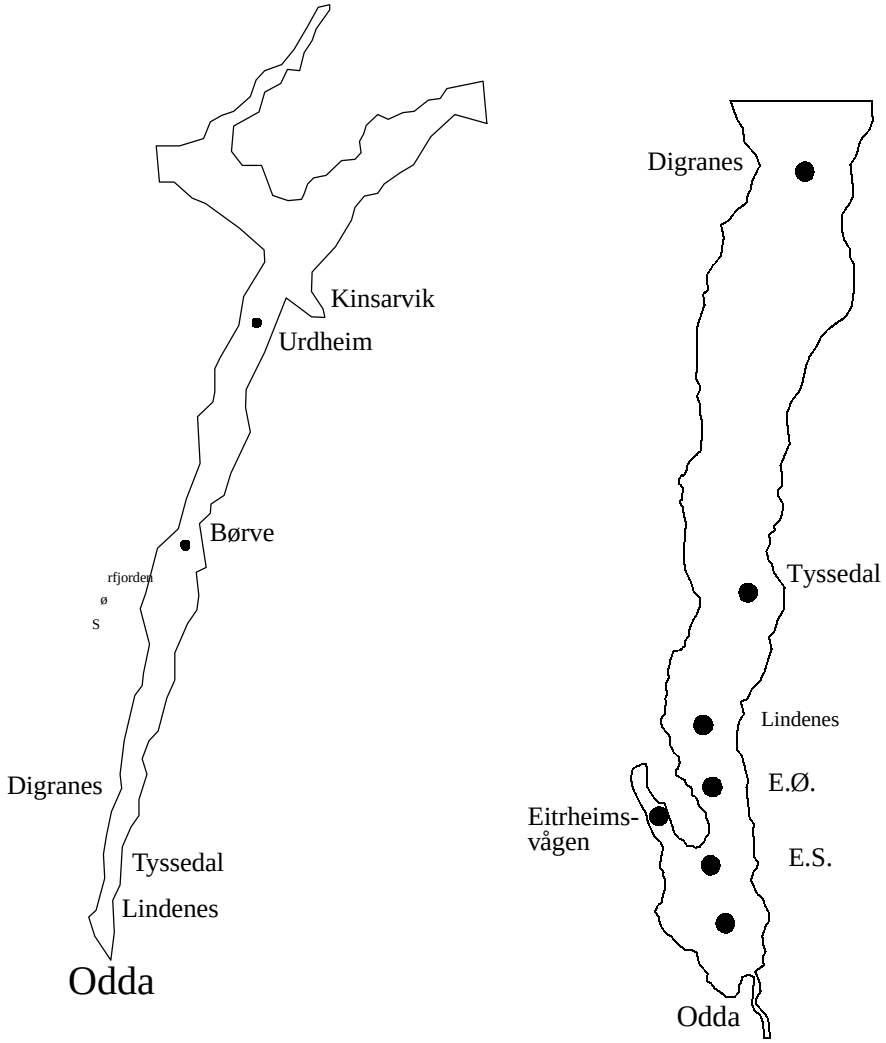
- studere horisontale gradienter av utvalgte tungmetaller, nitrogen og suspendert materiale i vannmassene i Sørfjorden for å belyse kilder, influensområde og tidstrend.

3. FELTARBEID OG METODER

Vannprøver ble innsamlet 25. januar, 22. februar, 21. mars, 11. april, 23. mai, 13. juni, 25. juli, , 5. september, 11. oktober, 7.november og 6. desember 1999 av Hardanger Miljøsenter.

Overflateprøvene ble tatt direkte på spesialvaskede plastflasker for analyse av kadmium, sink, kopper, og bly og glassflasker for analyse av kvikksølv og total nitrogen (ufiltrerte prøver). Tungmetallene (bly, sink, kopper og kadmium) er analysert ved NIVA etter Freon-ekstraksjon og atomabsorbsjon (Danielsson et al., 1978). Kvikksølv er analysert ved NIVA etter salpetersyreoppslutning ved kalddampteknikk og gullfelle (Bloom og Crecelius, 1983). Total suspendert materiale (TSM) og saltholdighet ble analysert ved ASSAYERS i Odda. Total suspendert materiale er gravimetrisk bestemt på membranfilter (KEBO) med 0.45 µm porestørrelse. Saltholdighet er målt med salinoterm.

Kart som viser lokalisering av prøvetakingsstasjoner for vann er vist i figur 1.



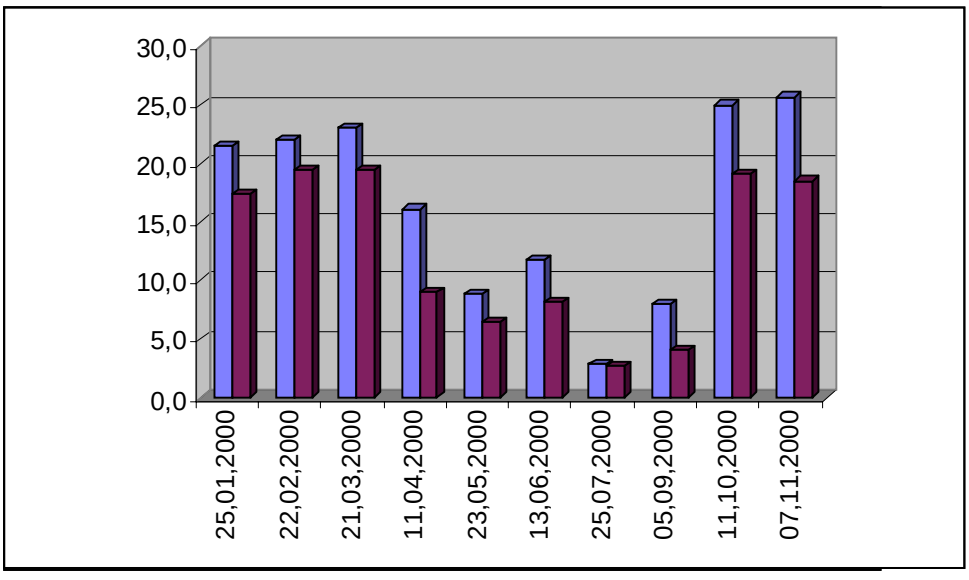
Figur 1. Lokalisering av prøvetakingsstasjoner for vann i 2000. Kartet til venstre viser stasjoner i ytre fjord og kartet til høyre stasjoner på strekningen Digranes - Odda (E.Ø= Eitrheimsneset øst, E.S= Eitrheimsneset sør, H=havnebassenget).

4. RESULTATER OG DISKUSJON

Overvåking av miljøkvalitet basert på vannanalyser i fjorder har både fordeler og ulemper. Fordelen er at slike analyser gjenspeiler i hvert fall noe av variasjonene i forurensningsbelastningen. Årsaken er at vannmassene har relativt kort oppholdstid i fjordene, spesielt overflatevannet (noen dager). Vannmassenes kjemi vil gjenspeile korttidssvingningene i utslippsforhold bedre enn analyser av biologisk materiale og sedimenter. Problemet er imidlertid regulariteten i tilførslene av forurensning. Hvis disse varierer mye over tid (støtutslipp, uhell, eller nedbørsforskjeller), og frekvensen av prøvetaking er forholdsvis liten, gir heller ikke vannprøvene et tilfredsstillende bilde av situasjonen. Nå tas imidlertid vannprøver fra overflatelaget (ca. 0.5m dyp) hver måned. I tillegg er antall stasjoner økt fra 5 til 9, med spesiell vekt på å prøveta i området rundt Eitrheimsneset, som ansees som hovedkilde for tungmetaller. I tillegg til analyser av overflateprøver innenfor det statlige programmet er det analysert vannprøver på ukesbasis fra Eitrheimsvågen for kvikksølv i regi av Hardanger Miljøsenter på oppdrag av Norzink.

4.1 Saltholdighet

I 2000 ble det registrert en saltholdighetsvariasjon mellom 1.8 og 27.8 i overflatevannet. De laveste saltholdighetene (< 10) ble målt i perioden april til september i indre fjord, noe som skyldes stor ferskvannsavrenning som følge av snøsmelting og store nedbørsmengder (figur 2). Ekstremt lave saltholdigheter ble målt i hele fjorden i juli (< 3).



Figur 2. Saltholdighet i overflateprøver fra to lokaliteter i Sørfjorden (Urdheim (blå) og Lindenes (rød)) i år 2000.

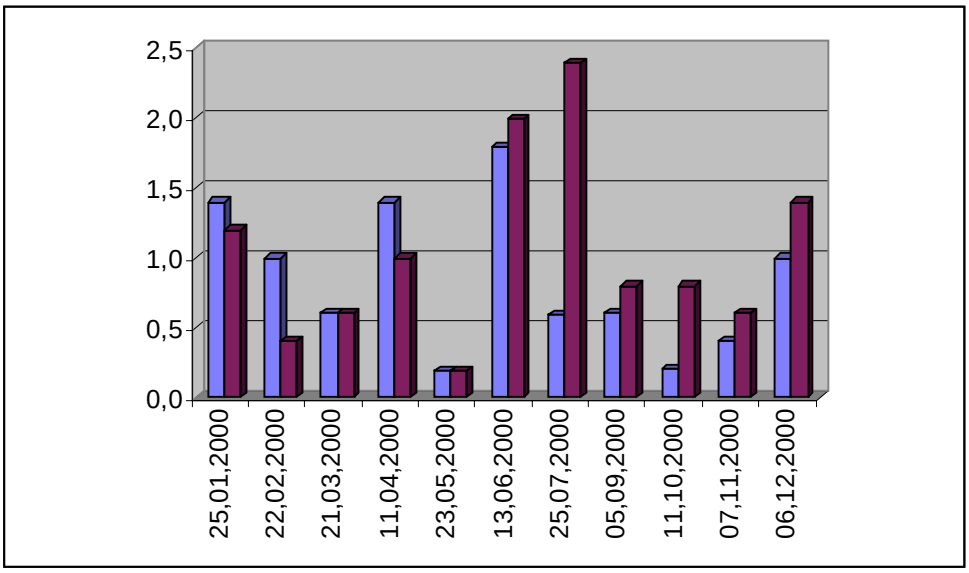
Saltholdigheten i Eitrheimsvågen er delvis styrt av vannføringen i Opo, men også lokale nedbørforhold og avrenning fra land ventes å ha betydning her. Figuren viser at saltholdigheten i

overflatelaget stort sett er lavere innerst i fjorden (Lindenes) enn ytterst (Urdheim). Resultatene viser også svært lave saltholdigheter i juli både innerst og ytterst i fjorden.

4.2 Totalt suspendert materiale (TSM)

Det ble registrert små variasjoner i TSM-verdier i 2000 (fig.3). Konsentrasjonene i overflatevannet i fjorden varierte mellom < 0.2 mg/l og 2.8 mg/l. Dette er innenfor naturlige svingninger og det er ingen ting som tyder på at Sørfjorden i 2000 ble påvirket av partikulære utslipp til overflatevannet. Det er en tendens til høyere konsentrasjoner av partikler innerst i fjorden fra juni og ut året, mens i første del av 2000 var partikkelmengdene til dels høyere i ytre del av fjorden.

Høyt innhold av partikler i vannprøver fra havnebassenget i juli kan skyldes anleggsarbeid i vågen (spunting).



Figur 3. Mengde partikulært materiale (TSM, mg/l) i overflatevannet Urdheim (blå) og havnebassenget (rød) i Sørfjorden, 2000.

4.3 Metaller

Analyseprogrammet for metaller i overflatevann fra Sørfjorden i 2000 omfatter kvikksølv, bly, sink, kadmium og kopper. Prøvene er ufiltrert og metallkonsentrasjonene er derfor å betrakte som totalt metallinnhold (løst og partikulært).

4.3.1 Årsgjennomsnitt i overflatevann for hele Sørfjorden

Metallinnholdet i overflatelaget i Sørfjorden skal gjenspeile endringer i tilførsler over året. Ved å sammenligne med tidligere års undersøkelser vil vi også se hvordan endringen i forurensningsnivå skjer over lengre tidsperioder. Ettersom Sørfjorden er inne i en rehabiliteringsperiode, etter en rekke tiltak for å redusere utslipp, forventes det nå en gradvis forbedring i vannkvaliteten. Det har imidlertid vist seg at nivåene av metaller i overflatelaget har variert mye fordi tilførslene til overflatelaget i stor

grad er koblet til avrenning fra land (diffuse kilder). Av den grunn er overvåkingen av vannkvaliteten i Sørfjorden fra 1998 konsentrert om overflatevannet.

Den gjennomsnittlige overflatekonsentrasjonen midlet over året for samtlige stasjoner i perioden 1991 - 2000 er vist nedenfor (konsentrasjoner i µg/l, unntatt kvikksølv som er i ng/l) :

Metall/år	Eitrheimsvågen	Havnebassenget	Digraneset	Børve	Urdheim
Pb-1991	5.5	1.3	0.59	0.36	0.74
-1992	3.3	3.7	0.76	0.67	0.49
-1993	1.8	2.5	2.86	0.67	0.46
- 1994	0.8	0.5	0.29	0.24	0.22
-1995	4.6	0.7	0.27	0.22	0.15
-1996	1.4	0.5	0.33	0.27	0.13
-1997	1.4	0.7	0.21	0.14	0.11
-1998	1.0	0.3	0.38	0.17	0.19
-1999	1.5	0.3	0.35	0.20	0.14
-2000	1.8	0.4	0.25	0.14	0.12
Zn-1991	196.5	72.3	24.8	18.9	17.7
-1992	106.6	21.9	15.2	12.1	12.0
-1993	62.5	37.5	25.0	8.7	7.0
-1994	75.6	42.4	14.2	9.1	8.5
-1995	61.5	23.8	10.2	13.4	9.1
-1996	308.6•	137.2•	94.0•	29.1•	16.1•
-1997	62.6	35.1	13.8	11.0	8.6
-1998	58.0	17.8	30.1	18.1	11.0
-1999	77.2	31.2	27.3	17.2	13.0
-2000	292.3	19.8	12.2	8.5	7.6
Cd-1991	6.9	1.9	0.6	0.38	0.35
-1992	3.2	0.8	0.29	0.19	0.16
-1993	1.1	0.25	0.16	0.10	0.08
-1994	0.9	0.45	0.16	0.11	0.10
-1995	1.9	0.80	0.28	0.23	0.15
-1996	6.7•	2.34•	1.80•	0.60•	0.30•
-1997	0.8	0.46	0.20	0.14	0.11
-1998	0.8	0.23	0.29	0.19	0.09
-1999	1.9**	1.10 **	0.81**	0.40**	0.33**
-2000	3.4	0.36	0.28	0.18	0.14
Hg-1991	341	63.4	<10.9	<8.1	<7.0
-1992	20.2	7.8	<3.2	<2.4	<2.3
-1993	10.8	<6.8	<2.9	<2.0	<2.0
-1994	10.0	<5.4	<5.8	<2.7	<2.0
-1995	156.7	27.0	<7.6	<9.0	<2.1
-1996	64.1	11.0	2.4	1.8	<1.2
-1997	17.0	4.7	2.4	<1.4	<1.4
-1998	9.1	2.2	<2.6	<2.4	<1.5
-1999	19.0 ***	4.3***	5.7***	3.9***	2.0***
-2000	329.2****	26.7****	12.5****	10.6****	7.5****

• høyt årsgjennomsnitt skyldes ekstremverdier i oktober 1996
** høyt årsgjennomsnitt skyldes ekstremverdier i mai 1999
*** høyt årsgjennomsnitt skyldes ekstremverdier i april og desember 1999
**** høyt årsgjennomsnitt skyldes uhellsutslipp ved Norzinks røsteanlegg

Det mest påfallende med resultatene fra 2000 er den kraftige økningen av nivåene av kvikksølv i overflatevannet i hele fjorden, som skyldes lekkasjen fra Norzinks røsteanlegg i perioden desember 1999- februar 2000 og påfølgende utsig fra forurenset grunn i lekkasjeområdet fram til sommeren 2000, da ytterligere tiltak ble gjennomført (innspunting). Årsgjennomsnitt for de andre metallene viser fra Digraneset og ut fjorden en gjennomgående reduksjon i forhold til 1999. I vågen viste årsgjennomsnittet høyere verdier for sink, bly og kadmium i år 2000 enn i 1999.

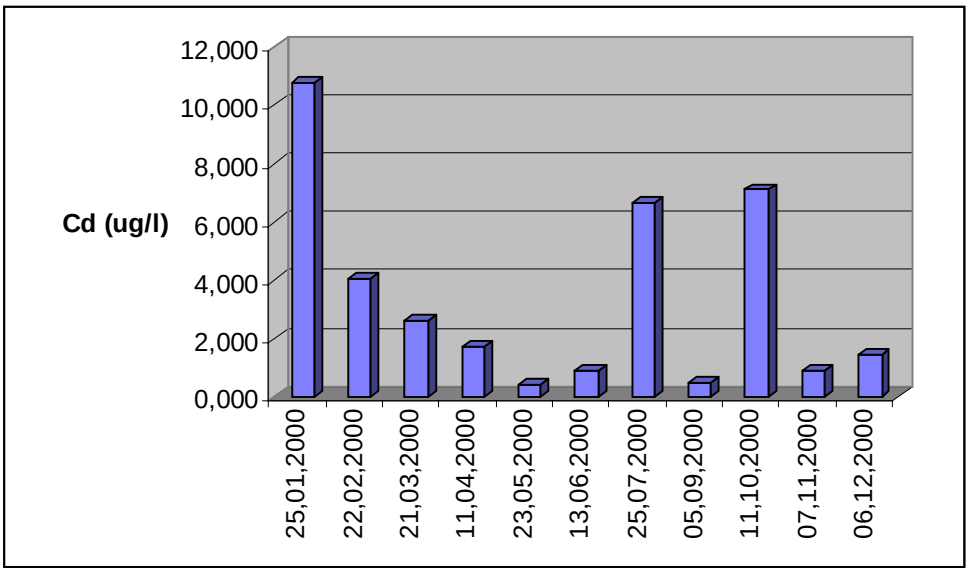
Hvis vi tar i bruk SFTs miljøkvalitetskriterier for sjøvann så var overflatevannskvaliteten helt ytterst i Sørfjorden (Urdheim), basert på gjennomsnitt av månedlige målinger i 2000, tilstandsklasse III (markert forurenset) for kvikksølv, sink og kadmium. Det innebærer at det fortsatt gjenstår en del tiltak for å kunne bedre overflatevannskvaliteten. Et mål burde være at den ikke skal overskride tilstandsklasse II (moderat forurenset) ytterst og tilstandsklasse III innerst. I Eitrheimsvågen var vannkvaliteten tilsvarende tilstandsklasse V (meget sterkt forurenset) for samtlige metaller målt.

4.3.2 Årstidsvariasjoner i metallnivået i overflatevann fra Sørfjorden

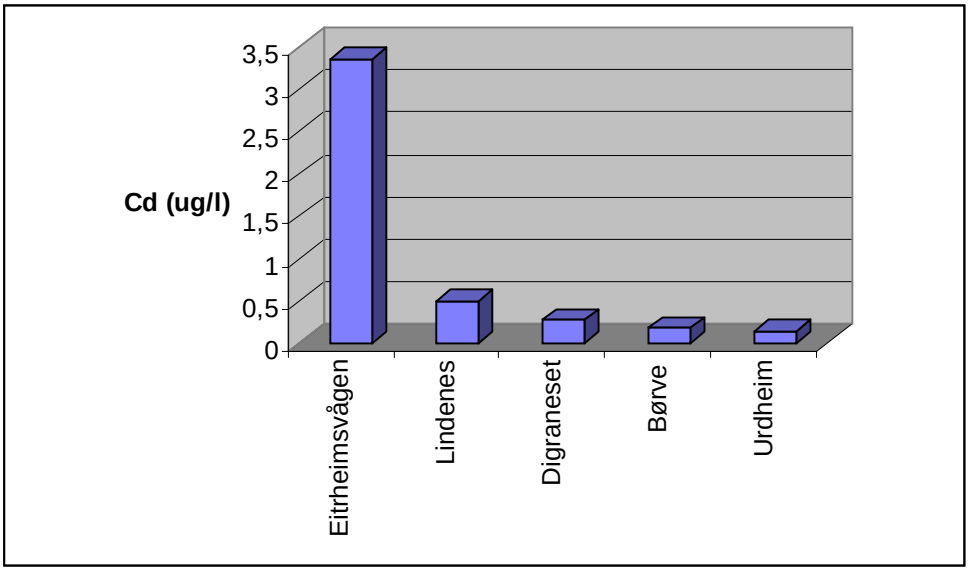
Prøvene tas månedlig og det vil gi et godt bilde av eventuelle årstidsvariasjoner som kan kobles til endringer i nedbørsforhold (og dermed avrenning fra forurenset grunn) eller eventuelle andre klimatiske forhold (f.eks. isforhold i fjorden).

Variasjonen av kadmium i overflatevann i Eitrheimsvågen er vist på figur 4. Det må forventes at variasjonene er store i et kildeområde. Det pumpes ut forurenset vann til vågen og de nivåene som måles i vannprøvene vil være prisgitt strømbildet på den dagen prøvene tas. Ekstremt høye nivåer av kadmium (og sink) i januar kan ha med isforhold og oppstuving av forurenset vann i vågen å gjøre, eventuelt at prøvene er tatt samtidig med at det har skjedd en utpumping fra vågen.

Hvis vi sammenligner kadmiumdata for Eitrheimsvågen, Lindeneset, Digraneset, Børve og Urdheim (årsgjennomsnitt) får vi et bilde av hvordan Eitrheimsvågen styrer nivåene i fjorden (figur 5). Det skjer en rask reduksjon av kadmium-innholdet i vannmassene utenfor selve vågen. Dette må i stor grad skyldes fortynning, og i mindre grad sedimentasjon ettersom mengdene av partikulært materiale i overflatevannet i fjorden er små.



Figur 4. Kadmium i overflatevann i Eitrheimsvågen i perioden januar- desember 2000.



Figur 5. Nivåer av kadmium (µg/l) i overflatevann på strekningen Eitrheimsvågen - Urdheim i Sørfjorden i perioden januar - desember 2000 (årsgjennomsnitt).

Metalltilførselen til Eitrheimsvågens overflatevann varierer fortsatt betydelig fra måned til måned og fra år til år. Det forventes at tiltaket for å samle opp drensvann på Eitrheimsneset, og som ble igangsatt i februar 2001, vil ha en positiv effekt på utviklingen i Eitrheimsvågen og dermed også resten av fjorden.

5. SAMMENFATTENDE VURDERING AV FORURENSNINGSTILSTANDEN I VANNMASSENE

Det som preget tilstanden i år 2000 var økningen i overflateforurensning med kvikksølv og til dels med sink og kadmium i vågen. Disse tilstandene har i ettertid delvis blitt forklart med uhellsutslipp ved Norzink i forskjellig omfang, ujevne tilførsler til fjorden som følge av avrenning fra forurenset grunn, samt tilfeldigheter med hensyn til prøvetakingstidspunkt og utpumping av forurenset vann til vågen. Det bør påpekes at Norzink arbeider med å få kontroll med overflateavrenning fra Eitrheimsneset og dette forventes å gi store forbedringer. Man må forvente at arbeidet med å få overflateavrenningen under kontroll også vil ta hånd om en del utslipp som følge av uhell i fremtiden. Slik situasjonen er nå styres vannkvaliteten nærmest utelukkende av uhellsutslipp og diffus avrenning fra land. Før dette er under kontroll er det liten grunn til å tro at kostholdsråd vedrørende blåskjell blir opphevet.

Det er fortsatt problemer med å forklare alle svingningene i vannkvalitet. Det tilsier at det burde brukes større ressurser på databehandling, statistiske analyser og modellering. Det ville også være fordelaktig i større grad å koble vannkjemiske og biologiske data på miljøgifter, samt ta i bruk modelleringsverktøy. Det kunne være aktuelt å ta for seg en dataserie på 5 år hvor vannkjemiske data kobles til hydrografiske forhold og kunnskap om utslipp. Ut fra hva man har av generell kunnskap om bioakkumulering i fisk og skalldyr kunne man modellere opptak og sammenholde dette med reelle overvåkingsdata. Dette vil vi foreslå når det skal utarbeides en ny langtidsplan for overvåkingen i Sørfjorden og Hardangerfjorden i slutten av året.

6. 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 as vinteren 1999-2000. Vurdering av utslippets størrelse. NIVA-rapport O-20078, 26 s.

Molvær, J., 2001. Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden. Oksygen og siktedyp i 1999-2000. NIVA-rapport O-800309 (l.nr. 4350-2001), 26 s.

Skei, J., 1999. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden i 1998. Delrapport 1. Vannkjemi. NIVA-rapport O-800309 (l.nr. 4096-99), 20 s.

Skei, J. og Tellefsen, T., 2000. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden år 2000. Kartlegging av PCB i indre Søfjorden ved hjelp av semi-permeable lavtetthets polyetylen membraner (LDPE-SPMD). NIVA-rapport O-800309 (l.nr. 4319-2000), 19s.

Skei, J., Knutzen, J., Moy, F. og Green, N., 1990. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden i 19888-1989. NIVA-rapport O-800309 (l.nr. 2435), 75 s.

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

Vedlegg A.

Tabell 1: **Vannkjemiske data 2000.**

Urdheim

Dato	Dyp meter	Hg ng/l	Pb µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Sal. o/oo	TSM mg/l
25.01.2000	0	38,5	0,220	15,6	0,190	0,40	21,5	1,4
22.02.2000	0	12,0	0,150	12,7	0,220	0,40	22,0	1,0
21.03.2000	0	10,5	0,170	9,0	0,160	0,38	23,0	0,6
11.04.2000	0	7,0	0,150	12,7	0,180	0,47	16,1	1,4
23.05.2000	0	<1	0,045	3,1	0,100	0,26	8,8	0,2
13.06.2000	0	9,5	0,180	8,7	0,310	0,49	11,8	1,8
25.07.2000	0	2,5	0,200	6,6	0,120	0,32	2,8	0,6
05.09.2000	0	1,0	0,062	7,4	0,093	0,34	8,0	0,6
11.10.2000	0	<1	0,067	3,0	0,047	0,42	25,0	0,2
07.11.2000	0	1,5	0,120	4,8	0,110	0,41	25,7	0,4
06.12.2000	0	2,0	0,14	6,9	0,120	0,43	27,8	1,0
Årsgjennomsnitt		**7,5**	**0,124**	**7,6**	**0,139**	**0,35**	**15,0**	**0,7**

Børve

Dato	Dyp meter	Hg ng/l	Pb µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Sal. o/oo	TSM mg/l
25.01.2000	0	36,0	0,240	9,9	0,180	0,44	22,2	1,6
22.02.2000	0	17,0	0,190	14,3	0,220	0,42	22,0	0,8
21.03.2000	0	18,0	0,140	9,8	0,190	0,30	21,6	0,4
11.04.2000	0	9,0	0,200	15,0	0,200	0,49	16,4	1,8
23.05.2000	0	<1	0,049	2,3	0,081	0,29	8,1	1,1
13.06.2000	0	29,5	0,300	9,6	0,500	0,49	10,2	2,0
25.07.2000	0	2,5	0.24	7,4	0,120	0,29	2,0	0,8
05.09.2000	0	1,0	0,110	10,4	0,120	0,40	8,1	0,8
11.10.2000	0	<1	0,094	3,4	0,060	0,35	24,2	0,2
07.11.2000	0	2,0	0,100	4,2	0,130	0,39	25,6	0,2
06.12.2000	0	1,5	0,150	7,4	0,120	0,37	27	0,6
Årsgjennomsnitt		**10,6**	**0,143**	**8,5**	**0,175**	**0,38**	**17,0**	**0,9**

Digraneset

Dato	Dyp meter	Hg ng/l	Pb µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Sal. o/oo	TSM mg/l
25.01.2000	0	17,0	0,230	9,5	0,110	0,45	21,4	0,4
22.02.2000	0	17,0	0,190	16,4	0,130	0,31	22,2	0,6
21.03.2000	0	54,0	0,640	24,0	0,640	0,47	19,1	0,4
11.04.2000	0	8,5	0,200	16,8	0,230	0,45	15,1	1,4
23.05.2000	0	4,0	0,140	8,1	0,220	0,33	6,9	0,6
13.06.2000	0	26,5	0,200	9,3	0,410	0,39	11,4	2,8
25.07.2000	0	3,0	0,290	9,2	0,130	0,31	1,8	0,8
05.09.2000	0	2,0	0,260	17,5	0,540	0,42	5,6	0,4
11.10.2000	0	2,0	0,250	7,2	0,150	0,43	22,3	0,2
07.11.2000	0	<1	0,090	3,7	0,093	0,45	20,1	0,2

06.12.2000	0	4,0	0,290	12,6	0,400	0,43	22,5	1,4
Årsgjennomsnitt		**12,5**	**0,253**	**12,2**	**0,278**	**0,40**	**15,3**	**0,8**

Tyssedal

Dato	Dyp meter	Hg ng/l	Pb µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Sal. o/oo	TSM mg/l
25.01.2000	0	48,5	0,290	10,9	0,180	0,39	21,1	0,4
22.02.2000	0	102,0	0,460	28,1	0,520	0,56	21,1	1,0
21.03.2000	0	79,8	0,550	36,9	0,990	0,67	18,7	0,8
11.04.2000	0	18,5	0,470	50,2	0,500	0,58	13,0	1,0
23.05.2000	0	4,0	0,150	7,5	0,190	0,29	6,1	0,2
13.06.2000	0	39,5	0,360	9,5	0,300	0,58	9,9	2,6
25.07.2000	0	4,5	0,390	28,1	0,250	0,64	2,9	1,2
05.09.2000	0	2,0	0,400	23,4	0,680	0,44	5,2	0,8
11.10.2000	0	2,0	0,360	10,5	0,240	0,41	20,1	0,2
07.11.2000	0	2,5	0,200	9,4	0,260	0,39	24,8	0,4
06.12.2000	0	5,5	0,490	18,0	0,580	0,63	19,0	0,8
Årsgjennomsnitt		**28,1**	**0,375**	**21,1**	**0,426**	**0,51**	**14,7**	**0,9**

Lindenes

Dato	Dyp meter	Hg ng/l	Pb µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Sal. o/oo	TSM mg/l
25.01.2000	0	276,0	0,560	34,2	0,490	0,75	17,4	0,2
22.02.2000	0	80,0	0,530	26,5	0,480	0,54	19,4	1,6
21.03.2000	0	83,0	0,730	45,5	1,440	0,62	19,5	1,2
11.04.2000	0	19,0	0,340	31,4	0,430	0,52	9,0	1,0
23.05.2000	0	5,0	0,150	7,8	0,210	0,31	6,4	0,2
13.06.2000	0	220,0	0,370	15,2	0,380	0,43	8,1	1,7
25.07.2000	0	4,5	0,360	24,3	0,250	0,60	2,7	0,6
05.09.2000	0	1,5	0,310	15,0	0,460	0,38	4,0	1,4
11.10.2000	0	2,5	0,340	10,7	0,230	0,42	19,1	-
07.11.2000	0	3,5	0,400	25,6	0,730	0,56	18,5	0,4
06.12.2000	0	3,5	0,380	11,8	0,400	0,57	20,0	0,8
Årsgjennomsnitt		**63,5**	**0,406**	**22,5**	**0,500**	**0,52**	**13,1**	**0,8**

Eitrheim Øst

Dato	Dyp meter	Hg ng/l	Pb µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Sal. o/oo	TSM mg/l
25.01.2000	0	286,0	0,430	20,4	0,390	0,71	15,4	0,4
22.02.2000	0	54,0	0,380	27,9	0,540	0,67	12,2	0,8
21.03.2000	0	64,5	0,560	31,5	0,920	0,54	19,1	0,8
11.04.2000	0	35,0	0,450	34,2	0,380	0,57	9,7	1,0
23.05.2000	0	3,5	0,230	7,5	0,170	0,36	4,8	0,8
13.06.2000	0	59,5	0,280	9,7	0,290	0,40	6,2	2,0

25.07.2000	0	4,0	0,460	26,8	0,320	0,70	3,2	0,4
05.09.2000	0	1,5	0,360	14,8	0,400	0,40	4,5	1,2
11.10.2000	0	1,5	0,290	8,5	0,170	0,39	18	1,0
07.11.2000	0	5,0	0,340	44,3	1,140	0,70	11,5	0,4
06.12.2000	0	7,5	0,560	24,1	0,730	0,56	15,5	2,8
Årsgjennomsnitt		**47,5**	**0,395**	**22,7**	**0,495**	**0,55**	**10,9**	**1,1**

Eitrheim Sør

Dato	Dyp meter	Hg ng/l	Pb µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Sal. o/oo	TSM mg/l
25.01.2000	0	460,0	0,720	42,9	0,740	0,72	16,9	1,0
22.02.2000	0	72,5	0,400	27,2	0,570	0,63	17,5	1,2
21.03.2000	0	95,0	0,760	67,9	2,310	0,66	15,2	1,0
11.04.2000	0	83,0	0,590	39,9	0,650	0,61	6,8	1,2
23.05.2000	0	9,5	0,210	8,0	0,210	0,35	4,9	0,4
13.06.2000	0	545,0	0,730	47,7	0,650	0,61	6,9	1,0
25.07.2000	0	6,0	0,650	60,4	0,470	1,17	2,5	0,4
05.09.2000	0	1,5	0,300	11,2	0,280	0,37	2,3	1
11.10.2000	0	3,0	0,500	15,4	0,420	0,44	16,1	0,4
07.11.2000	0	4,5	0,500	25,3	0,910	0,65	11,3	0,8
06.12.2000	0	4,5	0,650	27,1	0,730	0,64	12,8	0,8
Årsgjennomsnitt		**116,8**	**0,546**	**33,9**	**0,722**	**0,62**	**10,3**	**0,8**

Havnebassenget

Dato	Dyp meter	Hg ng/l	Pb µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Sal. o/oo	TSM mg/l
25.01.2000	0	172,0	0,450	29,3	0,350	0,60	14,2	1,2
22.02.2000	0	30,5	0,270	14,0	0,320	0,55	16,5	0,4
21.03.2000	0	44,5	0,480	25,3	0,690	0,52	20,4	0,6
11.04.2000	0	3,5	0,220	12,9	0,130	0,33	9,0	1,0
23.05.2000	0	5,0	0,190	6,5	0,160	0,32	5,0	0,2
13.06.2000	0	23,5	0,280	8,6	0,340	0,43	8,9	2,0
25.07.2000	0	6,5	0,820	77,2	0,590	1,48	2,6	2,4
05.09.2000	0	1,5	0,310	15,0	0,460	0,38	2,6	0,8
11.10.2000	0	2,0	0,270	7,5	0,130	0,45	18,4	0,8
07.11.2000	0	2,0	0,310	10,0	0,430	0,51	7,6	0,6
06.12.2000	0	3,0	0,320	12,0	0,430	0,50	17,5	1,4
Årsgjennomsnitt		**26,7**	**0,356**	**19,8**	**0,366**	**0,55**	**11,2**	**1,0**

Eitrheimsvågen

Dato	Dyp meter	Hg ng/l	Pb µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Sal. o/oo	TSM mg/l
25.01.2000	0	1130,0	2,570	1260,0	10,80	9,00	21,0	2,8
22.02.2000	0	2090,0	3,610	273,0	4,010	2,73	15,5	1,0
21.03.2000	0	112,0	0,850	68,8	2,600	0,67	15,1	0,6
11.04.2000	0	94,5	1,360	125,8	1,690	0,92	5,0	1,2
23.05.2000	0	65,0	0,610	19,2	0,420	0,45	3,2	1,3

13.06.2000	0	50,5	0,890	116,4	0,870	1,03	10,2	2,2
25.07.2000	0	36,5	4,62	1068	6,650	18,2	2,8	0,8
05.09.2000	0	4,5	0,52	18,6	0,440	0,43	2,9	1,4
11.10.2000	0	17	1,63	180	7,100	1,71	15,3	0,8
07.11.2000	0	4	1,26	31,6	0,880	0,75	11,8	0,8
06.12.2000	0	16	1,7	53,9	1,430	0,81	14,1	1,2
Årsgjennomsnitt		**329**	**1,784**	**292,3**	**3,354**	**3,34**	**10,6**	**1,3**