

Overvåking av Høyangsfjorden i 2010



Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

NIVA Midt-Norge

Pirsenteret, Havnegata 9
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

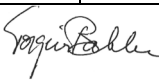
Tittel Overvåking av Høyangsfjorden i 2010	Løpenr. (for bestilling) 6106-2011	Dato 25.3.2011
	Prosjektnr. Undernr. O-10199	Sider Pris 31
Forfatter(e) Jarle Håvardstun Kristoffer Næs	Fagområde Miljøgifter i marint miljø	Distribusjon Fri
	Geografisk område Sogn og Fjordane	Trykket CopyCat

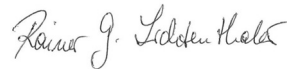
Oppdragsgiver(e) ERAS Metal a.s. og Hydro Aluminium a.s. Høyanger	Oppdragsreferanse Gry Helene Haukereid, Einar Rysjedal
--	---

<p>Sammendrag</p> <p>NIVA gjennomfører en overvåking over en 3-årsperiode av Høyangsfjorden på oppdrag av ERAS Metal a.s. og Hydro Aluminium a.s., Høyanger. Undersøkelsene i 2010 har omfattet vannmasser og blåskjell. Resultater fra 2010 viser at det er en generell forbedring av metallinnholdet i vannmasser og blåskjell fra 2006 frem til 2010. Imidlertid er metallkonsentrasjonene i blåskjell høyere enn i 1988, og for bly karakteriseres noen stasjoner fremdeles som markert til sterkt forurenset. I 2010 ble det også observert høyere konsentrasjoner av bly og kadmium på en stasjon relativt langt ut i Høyangsfjorden sammenlignet med lokalitetene fra indre fjordområde. Foreløpig er det vanskelig å forklare dette. Det var relativt lave verdier av PAH i blåskjell, selv om benzo(a)pyren-innholdet på to stasjoner innerst ved kaiområdene tilsvarte markert forurensning.</p>
--

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Høyangsfjorden Metaller PAH Blåskjell (<i>Mytilus edulis</i>) 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Høyangsfjord Metals PAH Blue mussels (<i>Mytilus edulis</i>)
---	--


Kristoffer Næs
Prosjektleder


Torgeir Bakke
Forskningsleder


Rainer G. Lichtenthaler
Seniorforsker

Overvåking av Høyangsfjorden i 2010

Forord

Denne rapporten er gjennomført på oppdrag fra ERAS Metal a.s. og Hydro Aluminium a.s., Høyanger. Kontaktpersoner hos bedriftene har vært Gry Helene Haukereid fra ERAS Metal a.s. og Einar Rysjedal fra Hydro Aluminium a.s., Høyanger. Det har tidligere blitt gjennomført flere undersøkelser av miljøgiftinnhold i vann og blåskjell fra Høyangsfjorden. Denne rapporten oppsummerer resultatene fra undersøkelser gjennomført i 2010.

Jarle Håvardstun fra NIVA assistert av Bjørn Helle fra Hydro Aluminium a.s., Høyanger og Gry Helene Haukereid fra ERAS Metal a.s. har gjennomført feltarbeidet. Analysene er utført ved NIVAs og ALS laboratorier. Jarle Håvardstun har skrevet rapporten sammen med Kristoffer Næs, NIVA. Sistnevnte har vært prosjektleder.

Grimstad, 25.03. 2011

Kristoffer Næs

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Bakgrunn	7
2. Undersøkellesmetodikk	9
2.1 Vannmasser	9
2.2 Blåskjell	10
3. Resultater	11
3.1 Vannmasser	11
3.1.1 Passive prøvetakere (DGTer)	11
3.1.2 Metallinnhold i vannprøver	12
3.2 Blåskjell	14
3.2.1 Metallinnhold	14
3.2.2 PAH-forbindelser	16
4. Referanser	17
Vedlegg A. Analyseresultater og metoder	18

Sammendrag

Det er påvist forhøyede konsentrasjoner av metaller, særlig bly og kadmium, og PAH i Høyangsfjorden. På grunnlag av dette gjennomfører NIVA en overvåking av de indre deler av fjorden over en 3-årsperiode på oppdrag av ERAS Metal a.s. og Hydro Aluminium a.s., Høyanger. Hovedformålene med undersøkelsene er:

- Gi informasjon om den nåværende miljøsituasjonen i Høyangsfjorden
- Gi grunnlag for å påvise endringer i miljøstatus i Høyangsfjorden over tid
- Søke å avklare grunnene til metallforurensningen i indre del av Høyangsfjorden
- Gi grunnlagsdata for myndighetene til å revurdere kostholdsrådet knyttet til metaller i blåskjell i Høyangsfjorden

Undersøkelsene i 2010 har omfattet analyse av metaller i vannmasser målt ved hjelp av passive prøvetakere (tidsintegrerte prøver av oppløste metaller) og analyse av vannprøver (øyeblikksbilder av totalkonsentrasjon). Videre har akkumulering av metaller og PAH i blåskjell blitt målt.

Konsentrasjonene av metaller i vannmassene varierte til dels usystematisk mellom stasjonene i den indre del av fjorden. Basert på passive prøvetakere (DGTer) var det imidlertid en generell tendens til at verdiene fra prøver i november 2010 var noe lavere enn det februarmålinger i 2009 viste. Det var generelt lave verdier av metallinnhold i blåskjell. Unntakene var særlig for innholdet av kadmium og bly på henholdsvis en stasjon lengst ut i fjorden (G2) og en stasjon som ligger lengre inn i fjorden (G1). Stasjon G2 hadde høyest metallinnhold for metallene arsen, kadmium, kvikksølv, bly, sink og jern. Det er vanskelig å forklare hvorfor stasjon G2, som ligger lengst fra kjente direkteutslipp, skulle ha såpass høye metallverdier. Dette vil imidlertid bli fulgt opp ved neste prøvetaking.

Blåskjellene fra stasjonen nær deponikanten i indre fjord, hadde lavest metallinnhold for samtlige metaller.

Det har tidligere vært målt metaller i blåskjell på stasjon G1 fra 2006-2009 og på G2 fra 2007-2009. Det eksisterer også målinger fra 1988 for begge lokalitetene. På stasjon G1 er det en kraftig reduksjon i konsentrasjonene av kadmium og bly fra 2006 til 2010. Verdien i 2010 var tilsvarende lav som det konsentrasjonene var i 1988. På stasjon G2 har konsentrasjonen av kadmium gått ned siden 2007, mens konsentrasjonene av bly har endret seg lite. For begge metallene var konsentrasjonene i 1988 betydelig lavere enn det som ble observert i 2010.

Resultatene viste at det var lave verdier av PAH₁₆ (sum av 16 PAH komponenter definert av US EPA) i blåskjell. Alle stasjonene kunne karakteriseres som uforurenset eller moderat forurenset. Det ble observert lavere konsentrasjoner i 2010 enn i 2009 både på stasjonene G1 og G2.

Innholdet av benzo(a)pyren klassifiserte blåskjell som markert forurenset ved kaianleggene og som moderat forurenset ved de andre stasjonene. Også for benzo(a)pyren var det lavere konsentrasjoner i 2010 enn i 2009.

I motsetning til innholdet av metaller hvor det var tendens til økte verdier på stasjon G2, var det denne stasjonen som hadde lavest innhold av PAH-forbindelser.

Summary

Title: Surveillance of the Høyangsfjord in 2010.

Year: 2011

Authors: Jarle Håvardstun and Kristoffer Næs

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-5841-7

High levels of metals, especially lead (Pb) and cadmium (Cd) in addition to elevated PAH levels have previously been found in the Høyangsfjord. On basis of these findings NIVA is carrying out a three year surveillance of the inner parts of the fjord on contract from Eras Metal a.s and Hydro Aluminium a.s., Høyanger. The main focus of the investigations is:

- To characterise the present environmental status of the Høyangsfjord
- To establish a surveillance program in order to detect possible changes in the environmental status of the fjord
- To give the environmental authorities a decision basis in order to reevaluate the food restrictions related to blue mussels (*Mytilus edulis*)

In 2010 the investigations have included metal analyses of ordinary water samples and from passive samplers (DGTs) which integrate the dissolved part of metals in water. The concentrations of metals varied between stations. There was a tendency that water samples from the passive samplers had a lower metal content in 2010 than in 2009.

The metal concentrations in blue mussels were low, except for the content of lead (Pb) and cadmium (Cd) at two stations, including a station in the outer fjord most distant from any known metal source. It is not known why mussels from this station were more contaminated than at stations closer to the known sources. The station will be followed up in future sampling. The blue mussels from outside an old waste disposal site had the lowest metal content.

The results from the PAH analyses in blue mussels showed low concentrations of PAH₁₆. All stations could be classified as unpolluted or moderately polluted. The concentration of the PAH - component benzo(a)pyren was classified to markedly polluted for the blue mussel stations placed in the harbour area. In contradiction to metals, the stations farthest away from known sources had the lowest PAH concentrations.

1. Bakgrunn

Høyangsfjorden har vært resipient for industrielt avløpsvann i mange år. Høyanger Verk, nå Hydro Aluminium a.s. Høyanger, startet med karbidproduksjon i 1916 og med aluminiumsproduksjon fra 1918. Verket har produsert aluminium basert på både Prebake og Søderbergteknologi. Søderbergserien ble nedlagt i februar 2006 og verket produserer i dag kun etter Prebake. Elektolyseseriene har hatt tørrrenseanlegg og sjøvannsvasking. Tilførsler til Høyangsfjorden fra verket antas i hovedsak å være tilførsler av PAH fra Søderbergserien. Utslipet skjer innerst i fjorden ved hovedkai. Verket har hatt produksjon av anoder frem til slutten av 70-årene, men kjøper nå ferdige anoder. Bedriften har hatt flere mindre landdeponier og har deponert katodeavfall og prosessavfall i et sjøkantdeponi innerst i fjorden fra 1957 til 2001.

Høyangsfjorden mottar også forurensning i form av utslipp av metallholdig avløpsvann fra ERAS Metal a.s. Det har også forekommet utslipp ved lossing av råstoff til bedriften, men her er rutinene forbedret de siste årene.

Havforskningsinstituttet gjennomførte en undersøkelse av enkelte PAH-forbindelser i bunnsedimentene i Høyangsfjorden i 1973 (Palmork og Wilhelmsen 1974). Det ble påvist høye konsentrasjoner i midtre og indre deler av fjorden.

En basisundersøkelse av Høyangsfjorden ble gjennomført 1987-88 (Olsgard 1989). Den konkluderte med at Høyangsfjorden var moderat forurenset. Påvirkningen kunne i hovedsak knyttes til forhøyede verdier av PAH i bunnsedimenter, skjell og fisk. Det ble også konkludert med at bløtbunnsfaunaen i hele fjordområdet var forureningspåvirket.

NIVA gjennomførte undersøkelser knyttet til PAH, metaller og klorerte forbindelser i sedimenter og o-skjell samt sammensetningen av bløtbunnsfaunaen i 1997 (Næs og Rygg 1998). Analysene viste at sedimentene var sterkt forurenset av PAH, men ikke av klorerte forbindelser eller av metaller i særlig grad. Konsentrasjonen av PAH i o-skjell var moderate, mens innholdet av metaller var lavt.

Unifob (2007) analyserte sedimenter og blåskjell fra indre del av Høyangsfjorden i 2006 etter et uhellsutslipp fra ERAS Metal a.s. De rapporterte om konsentrasjoner tilsvarende Klif's tilstandsklasse I - V med hensyn til metallinnhold i blåskjell.

Det Norske Veritas gjennomførte en fjordundersøkelse i 2007 (Glette 2008). Hovedfunnene var høye verdier av PAH, men lave metallverdier i sedimentene, klart forhøyede konsentrasjoner av metaller i blåskjell og generelt lave verdier av metaller i torsk og krabbe.

På grunnlag av forurensningssituasjonen i Høyangsfjorden særlig med hensyn på kadmium og bly har Mattilsynet gitt råd om kosthold. Kostholdsrådet sier at man advarer mot konsum av blåskjell, fiskelever og brun krabbeinnmat fanget fra innerst i Høyangsfjorden og ut til en rett linje fra Austreimneset til Furuset. Det er viktig å merke seg at ved kontakt med Mattilsynet (Mette Kristin Lorentzen) opplyses det at rådet om ikke konsum av fiskelever ikke er på grunnlag av metallproblematikk, men er et råd som gjelder for hele landet på grunn av leverens innhold av PCB-forbindelser generelt.

På bakgrunn av denne forurensningssituasjonen i Høyangsfjorden har de to involverte bedriftene fått pålegg fra Klif om å utarbeide og gjennomføre ett miljøovervåkingsprogram for å følge forurensningssituasjonen i indre del av Høyangsfjorden. Hovedformålene med undersøkelsene er:

- Gi informasjon om den nåværende miljøsituasjonen i Høyangsfjorden.
- Gi grunnlag for å påvise endringer i miljøstatus i Høyangsfjorden over tid.

- Søke å avklare grunnene til metallforurensningen i indre del av Høyangsfjorden.
- Gi grunnlagsdata for myndighetene til å revurdere kostholdsrådet knyttet til metaller i blåskjell i Høyangsfjorden.

Tilsvarende prøvetaking ble gjennomført i 2009 og resultatene fra denne undersøkelsen er sammenlignet med resultatene fra 2010.

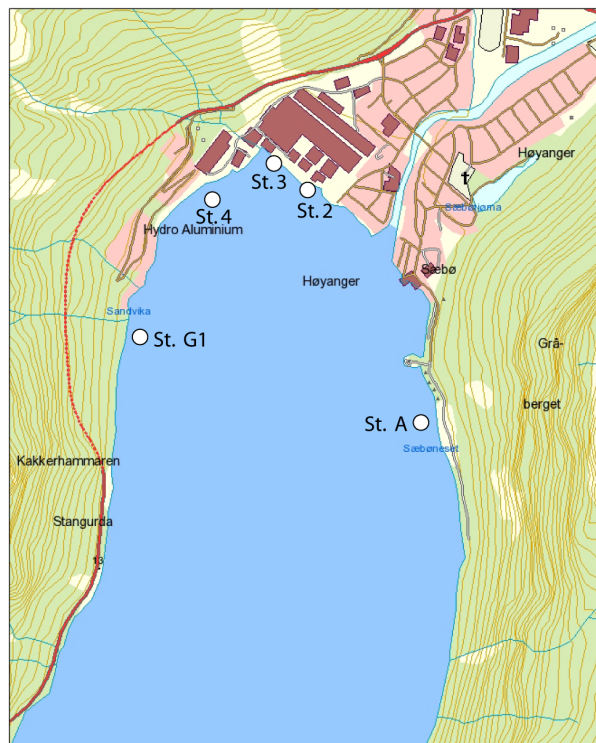
2. Undersøkellesmetodikk

2.1 Vannmasser

Metaller i Høyangsfjorden vil forekomme både knyttet til en partikulær og en oppløst fase hvor dette forholdet søker mot en likevekt i systemet. En eventuell utlekking av miljøgifter fra deponiet ved Sæbøneset vil trolig i hovedsak foreligge i oppløst form. Vi har derfor valgt å beskrive konsentrasjoner og fordeling av metaller på grunnlag av målinger med passive prøvetakere, såkalte DGTer (Diffusive Gradients in Thin films) og ved analyse av totalkonsentrasjon i vannprøver. Disse prøvetakerne fanger opp den oppløste (ioniske) formen av metallene samtidig som de integrerer konsentrasjoner over tid.

Det ble utplassert DGTer på til sammen 5 stasjoner på ca 0,3m vanddyp. Måleperioden var 19. oktober til 10. november 2010. Plassering og merking av prøvetakingsstasjonene er vist på kart i **Figur 1**. Ved utsetting og opptak av de passive prøvetakerne ble det også tatt ordinære vannprøver på de samme stasjonene hvor de passive prøvetakerne var plassert. Ved innhenting av de passive prøvetakerne viste det seg at prøvetakeren ved st. A var borte. Fra denne stasjonen foreligger det derfor resultater kun fra ordinære vannprøver og blåskjell.

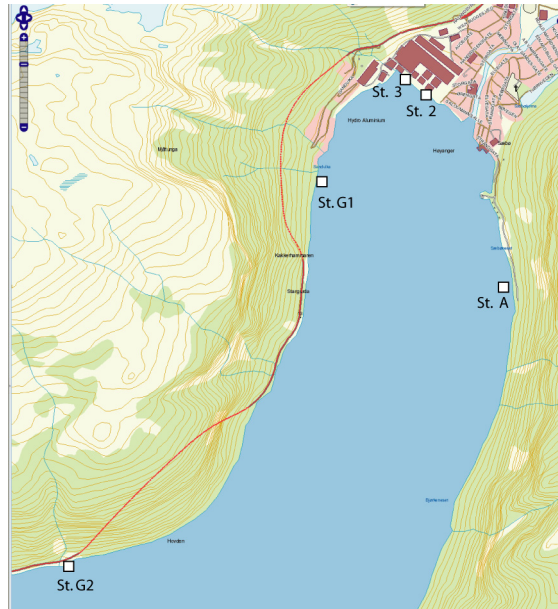
De passive prøvetakerne ble analysert for metallene aluminium (Al), kadmium (Cd), krom (Cr), kobolt (Co), nikkel (Ni), kobber (Cu), sink (Zn) og jern (Fe). På NIVAs laboratorium. De ordinære vannprøvene ble analysert for aluminium (Al), kadmium (Cd), krom (Cr), nikkel (Ni), kobber (Cu), sink (Zn), arsen (As) og bly (Pb) på ALS Scandinavia sitt laboratorium. Oversikt over analyseresultater og metoder er oppgitt i Vedlegg A.



Figur 1. Kart med stasjonsplassering av passive prøvetakere og ordinære vannprøver.

2.2 Blåskjell

Det ble samlet inn blåskjell den 19. oktober 2010 fra 5 stasjoner, nemlig stasjon A, stasjon 2, stasjon 3, stasjon G1 og stasjon G2. Skjellene ble analysert for metallene arsen, kadmium, krom, kobber, nikkel, kvikksølv, bly, sink, aluminium, jern og PAH-forbindelser på NIVAs laboratorium. Oversikt over analyseresultater og metoder er oppgitt i vedlegg A. Plassering av blåskjellstasjonene er vist på kart i **Figur 2**.



Figur 2. Kart som viser lokaliteter for innsamling av blåskjell i Høyangsfjorden.

Klif har utviklet kriterier for klassifisering av miljøkvalitet basert på innhold av miljøgifter i blant annet blåskjell. Et utdrag av disse kriteriene er vist i **Tabell 1**. Systemet opererer med fem tilstandsklasser som spenner fra ubetydelig-lite forurenset (klasse I) til meget sterkt forurenset (klasse V) for innhold av miljøgifter. Blåskjellene fra Høyangsfjorden har blitt klassifisert iht. dette systemet.

Tabell 1. Klifs klassifisering av miljøtilstand ut fra innhold av metaller og utvalgte klororganiske forbindelser i blåskjell (Molvær og medarbeidere 1997).

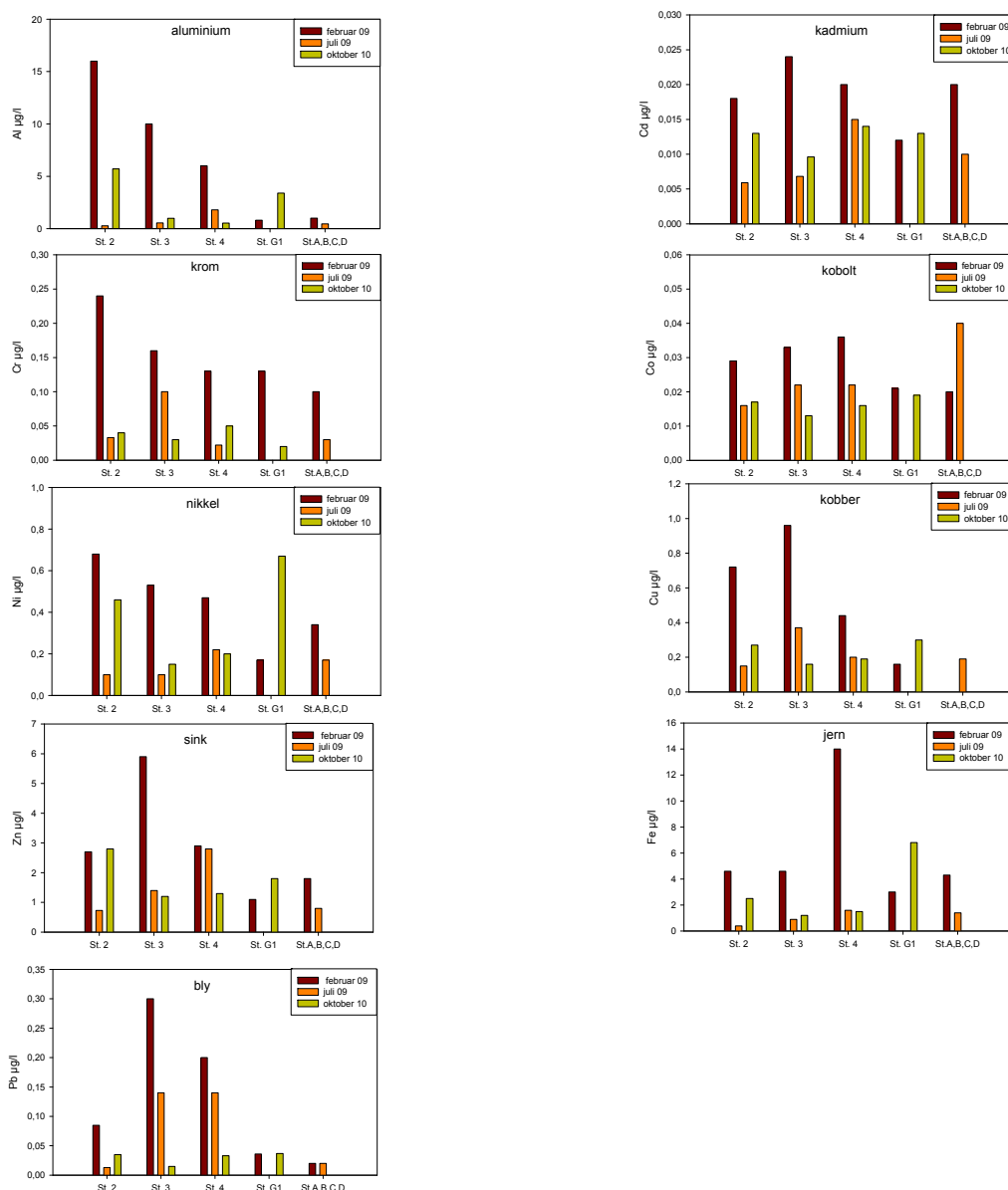
Arter/ vev	Parametere	Tilstandsklasser				
		I <i>Ubetydelig – Lite forurenset</i>	II <i>Moderat forurenset</i>	III <i>Markert forurenset</i>	IV <i>Sterkt forurenset</i>	V <i>Meget sterkt forurenset</i>
Blåskjell (tørrvektsbasis)	Bly (mg Pb/kg)	<3*	3-15	15-40	40-100	>100
	Kadmium (mg Cd/kg)	<2	2-5	5-20	20-40	>40
	Kobber (mg Cu/kg)	<10	10-30	30-100	100-200	>200
	Kvikksølv (mg Hg/kg)	<0,2	0,2-0,5	0,5-1,5	1,5-4	>4
	Krom (mg Cr/kg)	<3	3-10	10-30	30-60	>60
	Sink (mg Zn/kg)	<200	200-400	400-1000	1000-2500	>2500
	Nikkel (mg Ni/kg)	<5	5-20	20-50	50-100	>100
	Arsen (mg Ar/kg)	<10	10-30	30-100	100-200	>200
	Sølv (mg Ag/kg)	<0,3	0,3-1	1-2	2-5	>5
	TBT (mg/kg)	<0,1	0,1-0,5	0,5-2	2-5	>5
Blåskjell (våtvektsbasis)	PAH-16 (µg/kg)	<50	50-200	200-2000	2000-5000	>5000
	ΣKPAH (µg/kg)	<10	10-30	30-100	100-300	>300
	B[a]P (µg/kg)	<1	1-3	3-10	10-30	>30
	HCB (µg/kg)	<0,1	0,1-0,3	0,3-1	1-5	>5

3. Resultater

3.1 Vannmasser

3.1.1 Passive prøvetakere (DGTer)

Metallinnhold i vannmassene i indre Høyangsfjord i 2010 beregnet ut fra innholdet i de passive prøvetakerne er gitt i **Figur 3**. I figuren er verdiene fra 2010 plottet mot resultater fra tilsvarende prøvetaking i 2009. I 2010 ble den passive prøvetakeren ved deponikanten tapt og det foreligger derfor ingen data derfra. I 2009 er det to serier med passive prøvetakere. Fra deponikanten var det til sammen fire stasjoner i 2009. I figurene er gjennomsnittsverdiene fra disse fire stasjonene benyttet.



Figur 3. Metallinnhold i vannmasser fra Høyangsfjorden beregnet ut fra innhold i passive prøvetakere (DGTer) i 2009 og 2010. Det er ikke data fra stasjoner langs deponikanten i 2010. Fra 2009 er gjennomsnittsverdier fra fire stasjoner (A, B, C og D) langs deponikanten benyttet.

Resultatene fra **Figur 3** viser at for samtlige metaller i var konsentrasjonene i 2009 lavere i juli enn i februar. Sammenligner en metallinnholdet mellom de ulike stasjonene i februar 2009, hadde stasjon G1 lavest konsentrasjon for samtlige metaller.

Generelt har metallinnholdet på de undersøkte stasjonene i Høyangsfjorden gått ned fra februar 2009 til oktober 2010. Dette gjelder dog ikke for stasjon G1. Her har metallinnholdet økt, og stasjonen hadde i oktober 2010 det høyeste metallinnholdet for kobolt, nikkel, kobber, bly og jern. Sammenligner en juliprøvene fra 2009 med oktober 2010 varierer metallinnholdet mer, og det er ingen trend til at metallinnholdet generelt har avtatt.

3.1.2 Metallinnhold i vannprøver

Ved utsetting og opptak av passive prøvetakere ble det tatt vannprøver ved de samme stasjonene. Resultatene viser dermed øyeblikksbilder av totalkonsentrasjonene (løst og partikulært) i motsetning til de tidsintegrerte oppløste konsentrasjonene fra de passive prøvetakerne. Ordinære vannprøver kan klassifiseres etter Klifs veileder (Bakke mfl. 2007) Et utdrag fra denne veilederen med klassegrenser for metaller i vann er vist i **Tabell 2**.

Tabell 2. Klifs grenser for klassifisering av tilstand ut fra innhold av metaller i vann ($\mu\text{g/l}$). (Tabellen gjelder ikke for passive prøvetakere).

Metall	Klasse I - Bakgrunn	Klasse II - God	Klasse III - Moderat	Klasse IV - Dårlig	Klasse V - Svært dårlig
Arsen	<2	2-4,8	4,8-8,5	8,5-85	>85
Bly	<0,05	0,05-2,2	2,2-2,9	2,9-28	>28
Kadmium	<0,03	0,03-0,24	0,24-1,5	1,5-15	>15
Kobber	<0,3	0,3-0,64	0,64-0,8	0,8-7,7	>7,7
Krom	<0,2	0,2-3,4	3,4-36	36-360	>360
Kvikksølv	<0,001	0,001-0,048	0,048-0,071	0,071-0,014	>0,14
Nikkel	<0,5	0,5-2,2	2,2-12	12-120	>120
Sink	<1,5	1,5-2,9	2,9-6	6-60	>60

Resultatene fra vannprøvene er vist i **Tabell 3**.

Tabell 3. Metallinnhold i vannprøver fra 5 stasjoner i Høyangsfjorden 2010. Romertall og bakgrunnsfarge tilsvarer tilstandsklasse iht. Klifs klassifiseringssystem.

Stasjon	dato	Al $\mu\text{g/l}$	Fe $\mu\text{g/l}$	As $\mu\text{g/l}$	Cd $\mu\text{g/l}$	Cr $\mu\text{g/l}$	Cu $\mu\text{g/l}$	Ni $\mu\text{g/l}$	Pb $\mu\text{g/l}$	Zn $\mu\text{g/l}$
St. A	19.10.2010	29	31	1,4 I	<0,05 II	0,1 I	6,0 IV	1,2 II	1,0 II	29,8 IV
St. 2	19.10.2010	102	598	2,5 II	<0,05 II	2,0 II	5,1 IV	1,2 II	1,1 II	15,0 IV
St. 3	19.10.2010	44	24	1,3 I	<0,05 II	0,2 II	1,4 IV	1,4 II	<0,3 II	3,4 III
St. 4	19.10.2010	40	100	1,4 I	<0,05 II	0,4 II	1,6 IV	0,6 II	0,7 II	6,1 IV
St. G1	19.10.2010	32	23	1,2 I	<0,05 II	0,3 II	0,6 II	<0,5 I	<0,3 II	2,8 II
St. A	10.11.2010	13	9	1,7 I	<0,05 II	0,1 I	0,6 II	<0,5 I	<0,3 II	3,1 III
St. 2	10.11.2010	277	28	1,8 I	<0,05 II	0,8 II	2,0 IV	1,1 II	<0,3 II	35,5 IV
St. 3	10.11.2010	37	25	2,1 II	0,1 II	0,3 II	2,2 IV	0,6 II	1,0 II	15,3 IV
St. 4	10.11.2010	23	49	1,8 I	<0,05 II	0,1 I	1,4 IV	0,8 II	0,7 II	9,6 IV
St. G1	10.11.2010	58	74	2,0 II	0,1 II	0,9 II	7,3 IV	5,0 III	2,3 III	45,6 IV

Resultatene i **Tabell 3** viser at på prøvetakingsdatoen 19.10 hadde st. 2 høyest konsentrasjoner av metallene aluminium, jern, arsen, krom og bly, mens st. A hadde høyest konsentrasjoner av kobber og sink. Stasjon G1 hadde det laveste innholdet av metaller med unntak av aluminium og krom. På prøvetakingsdatoen 10.11 varierte metallinnholdet mer. Da har st. G1 det høyeste innholdet av

metallene krom, kobber, nikkel, bly og sink. Stasjon 2 hadde høyest innhold av aluminium, st. 3 høyest innhold av arsen, mens st. 4 det høyeste innholdet av jern.

På begge prøvetakingsdatoene var det høye konsentrasjoner av kobber og vannprøvene ble klassifisert til klasse IV, "Dårlig" på alle stasjoner unntatt st. G1 den 19.10 og st. A den 10.11. Disse to stasjonene blir klassifisert til klasse II, "God". Det var også høye konsentrasjoner av sink og vannprøvene ble klassifisert til klasse IV, "Dårlig" på stasjonene A, 2, og 4 den 19.10 og på alle stasjoner unntatt st. A den 10.11. Det var også for de ordinære vannprøvene tydelig at metallkonsentrasjonene var høye på St. G1 den 10.11.

For å kunne sammenligne metallinnholdet i ordinære vannprøver med resultatene fra de passive prøvetakerne er gjennomsnittskonsentrasjonene fra de to ordinære vannprøvene benyttet. Resultatene er vist i **Tabell 4**.

Tabell 4. Metallinnhold i ordinære vannprøver, i passive prøvetakere og DGT'er. Høyeste verdi for metallinnhold i vannprøve og DGT er uthevet.

	St. 2 vannprøve	St. 2 DGT	St. 3 vannprøve	St. 3 DGT	St. 4 vannprøve	St. 4 DGT	St. G1 vannprøve	St. G1 DGT
Al µg/l	190	5,7	40,5	0,99	31,6	0,53	45,15	3,4
Fe µg/l	313	2,5	24,5	1,2	50,9	1,5	11,5	6,8
Cd µg/l	<0,05	0,01	<0,05	0,01	<0,05	0,014	0,06	0,013
Cr µg/l	1,4	0,04	0,027	0,03	0,27	0,05	0,56	0,02
Cu µg/l	3,5	0,03	1,8	0,16	1,5	0,019	3,9	0,3
Ni µg/l	1,1	0,5	1	0,15	0,7	0,2	2,8	0,67
Zn µg/l	25,3	2,8	9,4	1,2	7,8	1,3	24,2	1,8
Pb µg/l	0,63	0,04	0,58	0,015	0,7	0,03	1,23	0,04

Tabell 4 viser at det er god overensstemmelse mellom maksimalkonsentrasjoner av metallene aluminium, sink, kobber, nikkel, kadmium og bly mellom ordinære vannprøver og passive prøvetakere. For krom er det liten variasjon mellom stasjonene i de passive prøvetakerne (0,02 µg/l-0,05 µg/l), mens krominnholdet i de ordinære vannprøvene varierte mer (0,27 µg/l-1,4 µg/l). For jern var det størst forskjell. St. 2 hadde høyest konsentrasjon basert på de ordinære vannprøvene med 313 µg/l, mens st. G1 hadde høyest jerninnhold basert på innholdet i den passive prøvetakeren med 6,8 µg/l. Generelt var det stasjonene 2 og G1 som hadde høyest metallinnhold.

3.2 Blåskjell

3.2.1 Metallinnhold

Det ble analysert på metaller i blåskjell fra fem stasjoner i 2010. Resultatene er vist i **Tabell 5**.

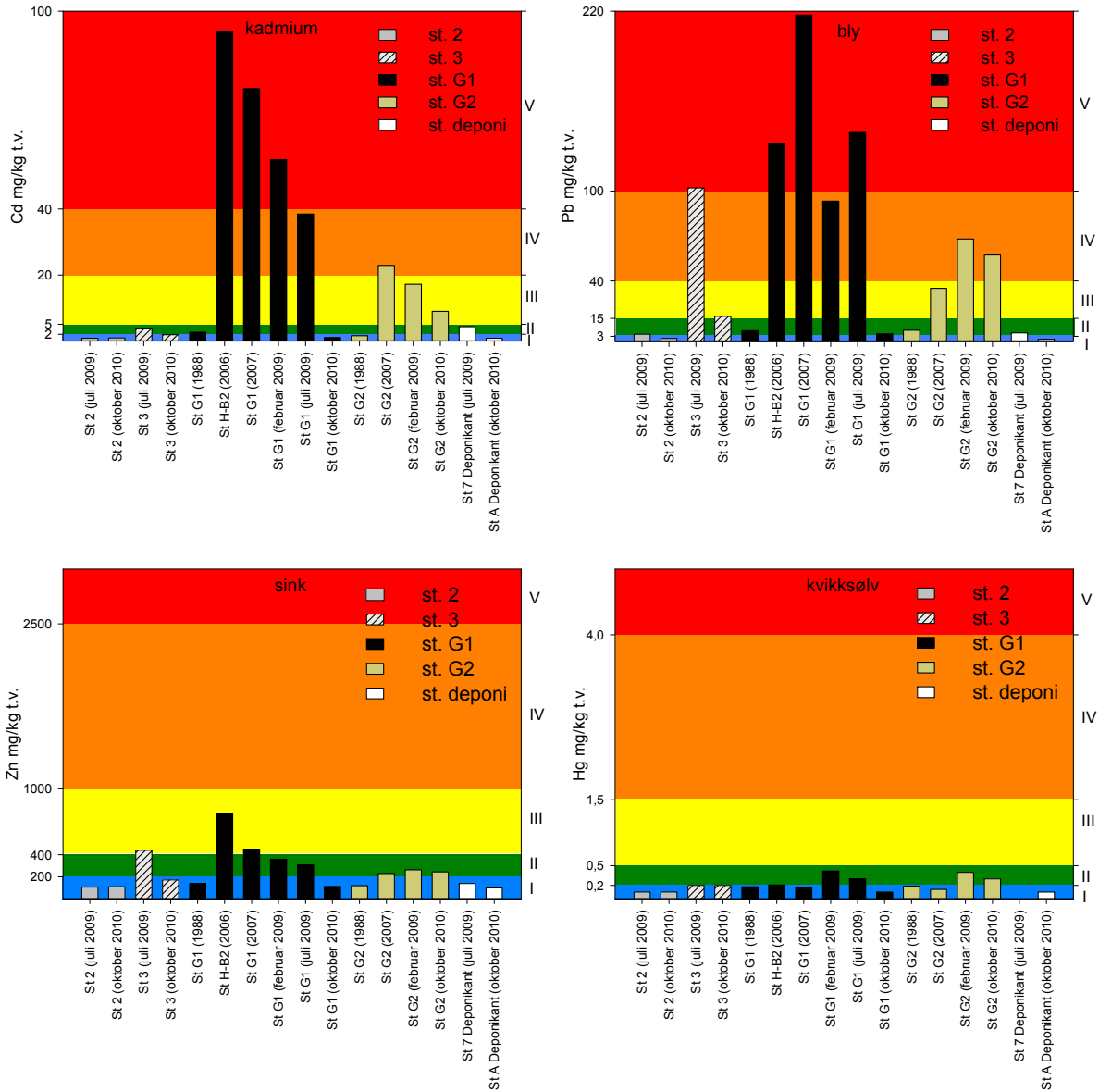
Tabell 5. Metallinnhold i blåskjell fra Høyangsfjorden 2010. Romertall og farge tilsvarer tilstandsklasser iht. Klifs kriterier. For aluminium og jern er det ikke utarbeidet tilstandsklasser.

stasjon	As mg/kg t.v.	Cd mg/kg t.v.	Cr mg/kg t.v.	Cu mg/kg t.v.	Hg mg/kg t.v.	Ni mg/kg t.v.	Pb mg/kg t.v.	Zn mg/kg t.v.	Al mg/kg t.v.	Fe mg/kg t.v.
St. A	13,0 II	0,8 I	2,1 I	5,1 I	0,1 I	1,7 I	1,1 I	97,9 I	85,0	164,3
St. 2	13,5 II	0,9 I	4,2 II	6,5 I	0,1 I	3,6 I	1,7 I	108,2 I	670,6	247,1
St. 3	14,5 II	1,9 I	4,8 II	6,5 I	0,2 I/II	4,1 I	16,3 III	171,4 I	1921,4	328,6
St. G1	13,3 II	1,0 I	2,1 I	6,3 I	0,1 I	2,3 I	4,7 II	110,6 I	133,8	318,8
St. G2	17,0 II	9,0 III	3,5 II	6,1 I	0,3 II	3,0 I	57,3 IV	243,6 II	121,8	336,4

Resultatene i **Tabell 5** viser at det var generelt lave verdier for metallene arsen, krom, kobber, kvikksølv, nikkel og sink i blåskjell. For disse metallene ble alle stasjoner klassifisert til klasse II eller lavere. For metallene bly og dels kadmium varierte metallinnholdet mer. Stasjon G2 ble klassifisert til klasse, III for kadmium, mens de andre stasjonene ble klassifisert til klasse I. For bly ble stasjonene A og 2 klassifisert til klasse I, stasjon G1 til klasse II, stasjon 3 til klasse III og stasjon G2 til klasse IV.

Blåskjellene fra stasjon A, som ligger ved deponikanten, hadde lavest metallinnhold for samtlige metaller. Det indikerer derfor ingen vesentlig påvirkning derfra. Stasjon G2 hadde høyest innhold av metallene arsen, kadmium, kvikksølv, bly, sink og jern, mens stasjon 3 hadde høyest innhold av metallene krom, kobber, nikkel og aluminium. Det er vanskelig å forklare hvorfor stasjon G2, som ligger lengst fra kjente direkteutslipp, skulle ha såpass høye metallverdier. Dette vil imidlertid bli fulgt opp ved neste prøvetaking.

Det er tidligere analysert på metallinnhold i blåskjell fra Høyangsfjorden i flere undersøkelser. En sammenligning av 2010-dataene med noen utvalgte metaller fra disse undersøkelsene er vist i **Figur 4**.

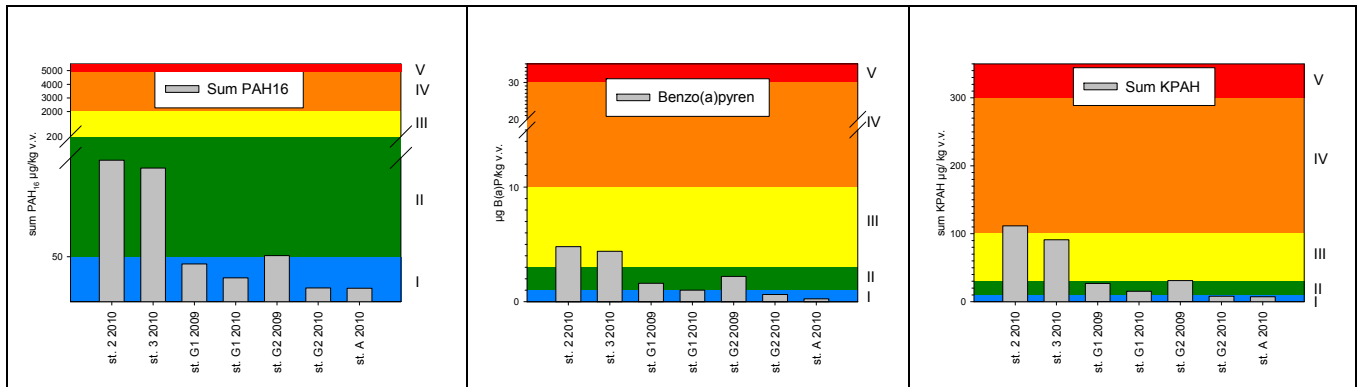


Figur 4. Metallinnhold i blåskjell fra 5 stasjoner i Høyangsfjorden, (stasjon HB-2 2006 ligger nær stasjon G1 og er sammenlignet med denne). Fargekode og romertall tilsvarer Klifis tilstandsklasser.

Resultatene fra **Figur 4** viser at for de 5 stasjonene er innholdet av metallene kadmium, bly, sink og kvikksølv i 2010 lavere eller lik konsentrasjonene i 2009. For stasjonen G1, der en har verdier tilbake fra 1988, er konsentrasjonen av disse metallene lavere i 2010 sammenlignet med tidligere. Fra stasjon G2 er det også data fra 1988. Kadmium viser en klar nedadgående trend fra 2007. Imidlertid, 2010-verdiene er høyere enn 1988 verdiene. For bly er det ingen klar trend fra 2007 til 2010 og alle verdier er høyere enn i 1988.

3.2.2 PAH-forbindelser

Blåskjellene ble også analysert for innholdet av PAH-forbindelser. Resultatet er vist i **Figur 5**.



Figur 5. Innhold av PAH-forbindelser i blåskjell fra fem stasjoner i Høyangsfjorden. Fargekode og romertall tilsvarer klasser iht. Klif's klassifiseringssystem.

Resultatene viser at det var lave verdier av PAH₁₆ på de 5 stasjonene. Alle stasjonene tilsvarte klasse I, ”Bakgrunn”, eller klasse II, ”Moderat” forurenset. Det var høyere konsentrasjoner ved kaianleggene (st. 2 og st. 3) enn på stasjonene lenger ut i fjorden. Det ble også observert lavere konsentrasjoner i 2010 enn i 2009 både på stasjonene G1 og G2.

Innholdet av benzo(a)pyren ble klassifisert til klasse III, ”Markert forurenset” på st. 2 og 3 ved kaianleggene, og til klasse II, ”Moderat forurenset” ved de andre stasjonene. Også for benzo(a)pyren var det lavere konsentrasjoner i 2010 enn i 2009.

For KPAH-forbindelsene ble st. 2 klassifisert til klasse IV, ”Sterkt forurenset” og st. 3, klassifisert til klasse III, ”Markert forurenset”. Stasjonene G1 tilsvarte klasse II, ”Moderat forurenset” i 2010 og stasjon G2 til klasse I, ”Bakgrunn”. Dette medførte at stasjon G2 ble klassifisert i en klasse lavere enn i 2009.

Den relative sammensetningen av PAH (PAH-profilen) tilsier at det er en forbrenningsrelatert PAH-påvirkning.

4. Referanser

- Glette, T., 2008. PAH og metaller i Høyangsfjorden 2007. Det Norske Veritas, rapp. Nr. 2007-1754.
- Håvardstun, J. og K. Næs 2009. Miljøundersøkelser i Høyangsfjorden 2009. Statusrapport om metaller i vannmasser og blåskjell. NIVA-rapport L.nr. 5783.
- Næs, K. og B. Rygg, 1998. Undersøkelser i Høyangsfjorden 1997. Miljøgifter i sedimenter og o-skjell. Sammensetningen av bløtbunnsfaunaen. NIVA-rapport L.nr. 3807.
- Molvær J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei og J. Sørensen. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT-veiledning nr. 97:03, TA-1467/1997.
- Olsgaard, F., 1989. Basisundersøkelse i Høyangsfjorden. A/S Miljøplan.
- Palmork, K.H. og S. Wilhelmsen, 1974. Rapport vedrørende analyser av PAH i slam og avløpsvann fra ÅSVs bedrifter, samt analyser av fjordsedimenter. Rapport fra FHI, Fiskeridirektoratets havforskningsinstitutt.
- Bakke, T., Breeveld, G., Källqvist, T., Oen, A., Eek, E., Ruus, A., Kibsgaard, A., Helland, A., Hylland, K. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann – Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter TA-2229/2007.
- UNIFOB, 2007. Resultat fra forundersøkelse etter utslipp av sinkoksyd ”slurry” til Høyangerfjorden.

Vedlegg A. Analyseresultater og metoder

Side nr.1/1

Norsk
Institutt
for
Vannforskning

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Tel: 22 18 51 00
Fax: 22 18 52 00

ANALYSE RAPPORT



Navn Høyang
Adresse

Deres referanse:
BLÅSKJELL

Vår referanse:
Rekv.nr. 2010-2535
O.nr. O 10199

Dato
25.02.2011

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av oppdragsgiver, og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater (analyseusikkerhet kan fås ved henvendelse til laboratoriet):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings-dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Høyanger St.A Deponikant	2010.10.19	2010.10.26	2010.11.02-2010.11.24
2	Høyanger St.2	2010.10.19	2010.10.26	2010.11.02-2010.11.24
3	Høyanger St.3	2010.10.19	2010.10.26	2010.11.04-2010.11.24
4	Høyanger St.G2	2010.10.19	2010.10.26	2010.11.02-2010.11.24
5	Høyanger St.G1	2010.10.19	2010.10.26	2010.11.02-2010.11.24

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3	4	5
Tørrestoff	%	B 3	14	17	14	11	16
Fett	% pr.v.v.	H 3-4	1,4	1,6	1,4	1,0	1,6
Aluminium	µg/g v.v.	E 8-3	11,9	114	269	13,4	21,4
Arsen	µg/g v.v.	E 8-3	1,82	2,29	2,03	1,87	2,13
Kadmium	µg/g v.v.	E 8-3	0,112	0,159	0,261	0,986	0,157
Krom	µg/g v.v.	E 9-5	0,3	0,71	0,67	0,38	0,34
Kobber	µg/g v.v.	E 8-3	0,72	1,11	0,91	0,67	1,00
Jern	µg/g v.v.	E 8-3	23	42	46	37	51
Kvikksølv	µg/g v.v.	E 4-3	0,013	0,020	0,023	0,031	0,020
Nikkel	µg/g v.v.	E 8-3	0,24	0,62	0,58	0,33	0,36
Bly	µg/g v.v.	E 8-3	0,16	0,29	2,28	6,30	0,75
Sink	µg/g v.v.	E 8-3	13,7	18,4	24,0	26,8	17,7
Naftalen	µg/kg v.v.	H 2-4	<0,5	0,77	<0,5	<0,5	<0,5
Acenaftalen	µg/kg v.v.	H 2-4	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Acenaften	µg/kg v.v.	H 2-4	<0,5	<0,5	0,59	<0,5	<0,5
Fluoren	µg/kg v.v.	H 2-4	<0,5	0,51	1,3	<0,5	<0,5
Dibenzotiofen	µg/kg v.v.	H 2-4	<0,5	<0,5	0,56	<0,5	<0,5
Fenantren	µg/kg v.v.	H 2-4	1,4	5,2	7,8	1,2	1,7
Antracen	µg/kg v.v.	H 2-4	<0,5	0,81	1,3	<0,5	<0,5
Fluoranten	µg/kg v.v.	H 2-4	1,5	18	18	1,1	2,0
Pyren	µg/kg v.v.	H 2-4	1,0	15	14	0,65	1,6
Benz(a)antracen	µg/kg v.v.	H 2-4	0,90	13	16	1,6	2,0
Chrysen	µg/kg v.v.	H 2-4	2,5	37	30	1,9	4,2
Benzo(b+j)fluoranten	µg/kg v.v.	H 2-4	2,9	39	35	2,9	6,3
Benzo(k)fluoranten	µg/kg v.v.	H 2-4	0,93	11	9,2	0,74	1,8
Benzo(e)pyren	µg/kg v.v.	H 2-4	1,2	16	15	1,4	2,7
Benzo(a)pyren	µg/kg v.v.	H 2-4	<0,5	4,8	4,4	0,62	1,0
Perylen	µg/kg v.v.	H 2-4	<0,5	1,5	1,4	<0,5	<0,5
Indeno(1,2,3cd)pyren	µg/kg v.v.	H 2-4	<0,5	4,5	4,1	0,64	1,3
Dibenz(ac+ah)antrac.	µg/kg v.v.	H 2-4	<0,5	1,5	1,3	<0,5	<0,5

ANALYSE
RAPPORT

Rekv.nr. 2010-2535

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Høyanger St.A Deponikant	2010.10.19	2010.10.26	2010.11.02-2010.11.24
2	Høyanger St.2	2010.10.19	2010.10.26	2010.11.02-2010.11.24
3	Høyanger St.3	2010.10.19	2010.10.26	2010.11.04-2010.11.24
4	Høyanger St.G2	2010.10.19	2010.10.26	2010.11.02-2010.11.24
5	Høyanger St.G1	2010.10.19	2010.10.26	2010.11.02-2010.11.24

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3	4	5
Benzo(ghi)perylene	µg/kg v.v.	H 2-4	0,58	5,2	4,6	0,92	1,6
Sum PAH	µg/kg v.v.	Beregnet	<17,91	<175,29	<165,55	<17,67	<30,2
Sum PAH16	µg/kg v.v.	Beregnet	<15,71	<157,29	<148,59	<15,27	<26,5
Sum KPAH	µg/kg v.v.	Beregnet	<9,23	111,57	<100,5	<9,4	<17,6

Norsk institutt for vannforskning

Karin Lang-Ree
Laboratoriesekretær

Passive prøvetakere, DGT'er.

Norsk
Institutt
for
Vannforskning

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Tel: 22 18 51 00
Fax: 22 18 52 00

ANALYSE RAPPORT



Navn **Høyang**
Adresse

Deres referanse:

Vår referanse:

Dato

Rekv.nr. 2010-2796

14.03.2011

O.nr. O 10199

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av oppdragsgiver, og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater (analyseusikkerhet kan fås ved henvendelse til laboratoriet):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	St.G1	2010.11.10	2010.11.22	2010.12.01-2011.03.11
2	St.2	2010.11.10	2010.11.22	2010.12.01-2011.03.11
3	St.3	2010.11.10	2010.11.22	2010.12.01-2011.03.11
4	St.4	2010.11.10	2010.11.22	2010.12.01-2011.03.11

Analysevariabel	Prøvenr		1	2	3	4
	Enhet	Metode				
Aluminium	µg/l	E 8-3	3,4	5,7	0,99	0,53
Kadmium	µg/l	E 8-3	0,013	0,013	0,0096	0,014
Kobolt	µg/l	E 8-3	0,019	0,017	0,013	0,016
Krom	µg/l	E 8-3	0,02	0,04	0,03	0,05
Kobber	µg/l	E 8-3	0,30	0,27	0,16	0,19
Jern	µg/l	E 8-3	6,8	2,5	1,2	1,5
Mangan	µg/l	E 8-3	0,62	0,56	0,42	0,71
Nikkel	µg/l	E 8-3	0,67	0,46	0,15	0,20
Bly	µg/l	E 8-3	0,037	0,035	0,015	0,033
Sink	µg/l	E 8-3	1,8	2,8	1,2	1,3
DGT10		Intern*	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

✓ : Analysen utført.

* : Metoden er ikke akkreditert.

Kommentarer

Norsk institutt for vannforskning

Karin Lang-Ree
Laboratoriesekretær

Metodebeskrivelser:

NIVA-metode nr.	Analysevariabel:	Måleenhet:	Labdatakode:
H 2-4	Polyaromatiske hydrokarboner	µg/kg t.v.	PAH-B, PAH16-B
Tittel: Ekstraksjon og opparbeiding av PAH i biologisk materiale.			
Anvendelsesområde: Metoden benyttes for bestemmelse av PAH i biologisk materiale fra det vandige miljø som fisk, muslinger og krabbe. Deteksjonsgrensen avhenger av prøvemengden. Denne metoden benyttes sammen med metode H 2-1.			
Prinsipp: Prøvene tilsettes indre standarder. Biologisk materiale forsåpes først med KOH/metanol. Deretter ekstraheres PAH med pentan. Ekstraktene gjennomgår så ulike renseprosesser for å fjerne forstyrrende stoffer. Tilslutt analyseres ekstraktet med GC/MSD. PAH identifiseres med MSD ut fra retensjonstider og forbindelsenes molekylioner. Kvantifisering utføres ved hjelp av de tilsatte indre standarder.			
Instrument(er): Hewlett Packard modell 6890 Series Plus+ og HP 6890 Serie Net, begge med PTV- og split/splitless injector, og HP autosampler 6890 og 7683. Systemet er utstyrt med HD modell 5973 MSD masseselektiv detektor, og kolonne DBM-MS 30 m x 0,25 mm i.d. x 0,25 µm.			
Målesikkerhet: Se NIVA-dokument nr. Y – 3.			
Referanser: Grimmer, G. og Bøhnke, H., 1975. Jour. of the AOAC, Vol. 58, No. 4.			

NIVA-metode nr.	Analysevariabel:	Måleenhet:	Labdatakode:
B 3	Totalt tørrstoffinnhold og gløderest	mg/l, mg/kg	TTS, TGR, TTS-V, TGR-V
<p>Tittel:</p> <p>Bestemmelse av totalt tørrstoffinnhold og dets gløderest i vann, slam, sedimenter og biologisk materiale.</p>			
<p>Anvendelsesområde:</p> <p>Denne metoden benyttes ved bestemmelse av totalt innhold av tørrstoff og dets gløderest i alle typer vann, slam og sedimenter, samt biologisk materiale. I vann er nedre bestemmelsesgrense 0,02 g/l, i faste prøver er grensen avhengig av innveid prøvemengde.</p>			
<p>Prinsipp:</p> <p>Tørrstoffinnholdet bestemmes ved at en kjent mengde prøve tørkes til tørrhet ved 105 °C, og den gjenværende rest veies. Deretter glødes dette ved 550 °C, og den gjenværende rest veies. 550 °C er en hensiktsmessig temperatur for destruering av organisk materiale uten at vesentlige mengder uorganisk stoff går tapt. Gløderesten av tørrstoff for slam, sedimenter og biologisk materiale oppgis på tørrvektbasis. Alternativt benyttes frysetørring.</p>			
<p>Instrument(er):</p> <p>Thermaks 4115 varmeskap, Naber Multitherm N11/R glødeovn, Sartorius R 200 D vekt. Aluminiumskåler minimum 20 ml. Frysetørrer Lyovac GT2.</p>			
<p>Måleusikkerhet:</p> <p>En blåskjell husstandard ga etter 42 målinger en middelvei på 16,5 mg/g og standardavvik på 0,86 mg/g. Tre sedimentprøver benyttet til kontroll av repeterbarheten ga følgende standardavvik for TGR: 5,0, 3,6, og 3,5.</p>			
<p>Referanser:</p> <p>NS 4764. Tørrstoff og gløderest i vann, slam og sedimenter. 1980, 1. utgave.</p>			

NIVA-metode nr.	Analysevariabel:	Måleenhet:	Labdatakode:
H 3-4	Polyklorerte bifenyler	$\mu\text{g}/\text{kg}$ v.v.	PCB-B, PCB7-B
Tittel: Ekstraksjon og opparbeiding av klororganiske forbindelser i biologisk materiale.			
Anvendelsesområde: Metoden benyttes for bestemmelse av klororganiske forbindelser i ulike typer av planter og biologisk materiale fra det vandige miljø. Med klororganiske forbindelser menes i denne sammenheng klorpesticider og polyklorerte bifenyler (PCB).			
Prinsipp: Prøvene tilsettes indre standard og ekstraheres med organiske løsemidler. Ekstraktene gjennomgår ulike rensetrinn for å fjerne interfererende stoffer. Til slutt analyseres ekstraktet ved bruk av gasskromatograf utstyrt med elektroninnfangningsdetektor, GC/ECD. De klororganiske forbindelsene identifiseres ut fra de respektives retensjonstider. Det kan benyttes to kolonner med ulik polaritet. Kvantifisering utføres ved hjelp av indre standard.			
Instrument(er): Gasskromatograf Agilent 6890N med autosamplere 7683B. Systemet er utstyrt med to stk split/splitless injector og to stk elektroninnfangningsdetektor (ECD).			
Målesikkerhet: Se NIVA-dokument nr. Y – 3.			
Referanser: Brilis, G.M. & J.Marsden: Chemosphere 21 , 91- 98, (1990). Brevik, E.M.: Bull. Environ. Cont. Toxicol. 19 , 281 - 286, (1978). Harvey, A & A.Loomis.: J. Gen. Physiol. 15 , 147, (1932). Lopez-Avila, V. et al. : J. Assoc. Off. Anal. Chem 72 , 593 - 602, (1989).			

NIVA-metode nr.	Analysevariabel:	Måleenhet:	Labdatakode:
E 8-3	Metaller, ICP-MS	µg/l	Me/MS
Tittel: Grunnstoffbestemmelse med ICP-MS.			
Anvendelsesområde: Metoden angir bestemmelse av en rekke elementer i ferskvann, salpetersyreoppløst biota og sedimenter: Li, (Be, B, Na, Mg), Al, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, (Ga, Ge), As, Se, (Rb), Sr, (Y, Zr), Nb, Mo, Ag, Cd, (In), Sn, Sb, (Cs), Ba, (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Ta, W), Re, Tl, Pb, Bi, Th og U, de i parentes er ikke akkreditert. Konsentrasjonsområdet for metoden for de ulike elementene uten fortykning av prøven kan fås oppgitt ved laboratoriet.			
Prinsipp: Prøver konserverert med salpetersyre introduseres med en peristaltisk pumpe og overføres til en aerosol i forstøveren. Denne blir ført til argonplasmaet som atomiserer og ioniserer prøven. Etter plasmaet passerer prøven to seriekoblede koner i et område med redusert trykk hvor plasmagassen fjernes. Ionestrømmen fokuseres med en elektrisk ionelinse før den introduseres til det kvadrupole massespektrometret for separasjon basert på masse/ladningsforholdet. Ionene måles med en pulstellingsdetektor basert på en diskret dynode multiplikator.			
Instrument(er): Perkin-Elmer Sciex ELAN 6000 ICP-MS, utstyrt med P-E autosampler AS-90, AS-90b prøvebrett og P-E Rinsing Port Kit.			
Måleusikkerhet: Se NIVA-dokument Y-3.			
Referanser: NS-EN ISO 17294-1. Vannundersøkelse – Bruk av induktivt koblet plasmamassespektrometri (ICP-MS)- Del 1: Generelle retningslinjer. 1 utgave, 2007. NS-EN ISO 17294-2. Vannundersøkelse – Bruk av induktivt koblet plasmamassespektrometri (ICP-MS)- Del 2: Bestemmelse av 62 grunnstoffer. 1 utgave, 2005.			

NIVA-metode nr.	Analysevariabel:	Måleenhet:	Labdatakode:
E 9-5	Elementer, ICP-AES	mg/l	Element/ICP
Tittel: Bestemmelse av metaller med ICP-AES.			
Anvendelsesområde: Metoden omfatter akkreditert bestemmelse av metallene Ag, Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, Tl, U, V og Zn i ferskvann, gruve- og industriavløp, samt salpetersyreoppløst sediment og slam. Området for direkte bestemmelse er angitt i metodebeskrivelsen.			
Prinsipp: Prøvene introduseres til instrumentet med en peristaltisk pumpe koblet til en nebulizer der prøveløsningen forstøves. Vanndråpene separeres etter størrelse i et spraykammer og den fine andelen av aerosolen transporteres til et argonplasma, der aerosolen atomiseres og ioniseres. Emisjonen fra plasmaet separeres i spektrometeret og måles med en CCD detektor. Detektoren har et lineært område på 5 - 6 dekadere fra deteksjonsgrensen.			
Instrument(er): Perkin-Elmer Optima 4300 DV ICP-AES spektrometer, Perkin-Elmer Autosampler AS 93 plus, Hewlett Packard LaserJet 100.			
Målesikkerhet: Se NIVA-dokument Y-3.			
Referanser: ISO/DIS 11885. Water quality – The determination of 33 elements by inductively coupled plasma emission spectroscopy.			

NIVA-metode nr.	Analysevariabel:	Måleenhet:	Labdatakode:
E 4-3	Kvikksølv	ng/l, µg/g	Hg/L, Hg-Sm, Hg-B, Hg/H
Tittel:			
Bestemmelse av kvikksølv i vann, slam og sedimenter og biologisk materiale med Perkin-Elmer FIMS-400.			
Anvendelsesområde:			
Metoden omfatter bestemmelse av kvikksølv i renvann, samt avløpsvann, biologisk materiale slam og sedimenter oppløst i salpetersyre. Slam og sediment frysetørres fortrinnsvis. Ved tørking av prøver i varmeskap må ikke temperaturen overstige 80°C. Nedre grense er for renvann 1,0 ng/l, oppløst renvann 10 ng/l, avløpsvann 0,1 µg/l, faste prøver 0,005 µg/g.			
Prinsipp:			
Kvikksølv må foreligge på ionisk form i prøveløsningen for at kalddampeteknikk skal kunne benyttes. Når reduksjonsmiddelet (SnCl ₂) blandes med prøven blir det ioniske kvikksølv omformet til metallisk kvikksølv (Hg). En inert bæregass (argon) transporterer kvikksølv til spektrofotometeret. En fordel med denne teknikken er den gode separasjonen av analytten fra matrisen, slik at ikke-spesifikk bakgrunnsabsorpsjon og matriseinterferenser er minimale. Kvikksølv i renvann oppkonsentreres i et amalgameringsystem.			
Instrument(er):			
Perkin-Elmer FIMS-400 med P-E AS-90 autosamler og P-E Amalgam System AA Accessory.			
Måleusikkerhet:			
100 målinger av syntetisk løsning tilsatt 20 ng/l Hg ga middelerdi 19,3 og standardavvik 1,3 ng/l. For oppløst løsning med 43 ng/l Hg ga middelerdi 108 ng/l og standardavvik 12,5 ng/l. For faste materialer: 19 målinger av DORM-3 (fiskemuskel) 0,409 ± 0,027 µg/g, ga 0,43 og 0,02 µg/g, 20 målinger av lever 2, 3,37 ± 0,18 µg/g, ga 3,64 og 0,16 µg/g.			
Referanser:			
B. Welz, M. Melcher, H.W. Sinemus, D. Maier: Pico-trace determination of mercury using the amalgamation technique. Norsk Standard, NS 4768. Vannundersøkelse. Bestemmelse av kvikksølv ved kalddamp atomabsorpsjonsspektrometri Oksidasjon med salpetersyre. 1. Utg. 1989.			

Ordinære vannprøver: Kode 2666-1 tilsvarer St A 19.10.2010
 Kode 2666-2 tilsvarer St G1 19.10.2010
 Kode 2666-3 tilsvarer St 2 19.10.2010

Rapport**N1100637**

Side 1 (5)

2N6DA4DZ8P4



Prosjekt
 Bestnr
 Registrert 2011-01-26
 Utstedt 2011-02-02

NIVA
 Bente Lauritzen
 Oslo
 Gaustadalleen 21
 0349 Oslo
 Norway

Analyse av vann

Deres prøvenavn		2666-1 saltvann				
Labnummer		N00133796				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fe	0.0308	0.0075	mg/l	1	H	MOSA
Al	29.3	7.9	µg/l	1	H	MOSA
Cd	<0.05		µg/l	1	H	MOSA
Cr	0.133	0.158	µg/l	1	H	MOSA
Cu	6.01	1.26	µg/l	1	H	MOSA
Ni	1.21	0.41	µg/l	1	H	MOSA
Pb	1.01	0.21	µg/l	1	H	MOSA
Zn	29.8	8.2	µg/l	1	H	MOSA
As ⁺	1.36		µg/l	1	S	MOSA

Deres prøvenavn		2666-2 saltvann				
Labnummer		N00133797				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fe	0.0229	0.0064	mg/l	1	H	MOSA
Al	32.0	8.2	µg/l	1	H	MOSA
Cd	<0.05		µg/l	1	H	MOSA
Cr	0.254	0.165	µg/l	1	H	MOSA
Cu	0.606	0.275	µg/l	1	H	MOSA
Ni	<0.5		µg/l	1	H	MOSA
Pb	<0.3		µg/l	1	H	MOSA
Zn	2.81	1.21	µg/l	1	H	MOSA
As ⁺	1.16		µg/l	1	S	MOSA

Deres prøvenavn		2666-3 saltvann				
Labnummer		N00133798				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fe	0.598	0.117	mg/l	1	H	MOSA
Al	102	20	µg/l	1	H	MOSA
Cd	<0.05		µg/l	1	H	MOSA
Cr	2.00	0.45	µg/l	1	H	MOSA
Cu	5.05	0.97	µg/l	1	H	MOSA
Ni	1.17	0.38	µg/l	1	H	MOSA
Pb	1.13	0.22	µg/l	1	H	MOSA
Zn	15.0	4.2	µg/l	1	H	MOSA
As ⁺	2.48		µg/l	1	S	MOSA

ALS Laboratory Group Norway AS
 PB 643 Skøyen
 N-0214 Oslo
 Norway

Web: www.alsglobal.no
 E-post: info.on@alsglobal.com
 Tel: + 47 22 13 18 00
 Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent
 og digitalt signert av

Morten Sandell
 2011.02.02 16:57:20
 Client Service
 morten.sandell@alsglobal.com

Ordinære vannprøver: Kode 2666-4 tilsvarer St 3 19.10.2010
 Kode 2666-5 tilsvarer St 4 19.10.2010
 Kode 2797-1 tilsvarer St A 10.11.2010

Rapport**N1100637**

Side 2 (5)

2N6DA4DZ8P4



Deres prøvenavn		2666-4 saltvann				
Labnummer		N00133799				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fe	0.0239	0.0067	mg/l	1	H	MOSA
Al	43.7	9.9	µg/l	1	H	MOSA
Cd	<0.05		µg/l	1	H	MOSA
Cr	0.209	0.161	µg/l	1	H	MOSA
Cu	1.36	0.35	µg/l	1	H	MOSA
Ni	1.41	0.52	µg/l	1	H	MOSA
Pb	<0.3		µg/l	1	H	MOSA
Zn	3.43	1.30	µg/l	1	H	MOSA
As*	1.31		µg/l	1	S	MOSA

Deres prøvenavn		2666-5 saltvann				
Labnummer		N00133800				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fe	0.100	0.020	mg/l	1	H	MOSA
Al	40.3	9.4	µg/l	1	H	MOSA
Cd	<0.05		µg/l	1	H	MOSA
Cr	0.442	0.183	µg/l	1	H	MOSA
Cu	1.57	0.40	µg/l	1	H	MOSA
Ni	0.555	0.347	µg/l	1	H	MOSA
Pb	0.680	0.148	µg/l	1	H	MOSA
Zn	6.11	1.98	µg/l	1	H	MOSA
As*	1.39		µg/l	1	S	MOSA

Deres prøvenavn		2797-1 saltvann				
Labnummer		N00133801				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fe	0.0092	0.0049	mg/l	1	H	MOSA
Al	13.3	6.1	µg/l	1	H	MOSA
Cd	<0.05		µg/l	1	H	MOSA
Cr	0.147	0.159	µg/l	1	H	MOSA
Cu	0.592	0.235	µg/l	1	H	MOSA
Ni	<0.5		µg/l	1	H	MOSA
Pb	<0.3		µg/l	1	H	MOSA
Zn	3.13	1.25	µg/l	1	H	MOSA
As*	1.72		µg/l	1	S	MOSA

ALS Laboratory Group Norway AS
 PB 643 Skøyen
 N-0214 Oslo
 Norway

Web: www.alsglobal.no
 E-post: info.on@alsglobal.com
 Tel: + 47 22 13 18 00
 Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent
 og digitalt signert av

Morten Sandell
 2011.02.02 16:57:20
 Client Service
 morten.sandell@alsglobal.com

Ordinære vannprøver: Kode 2797-2 tilsvare St 2 10.11.2010
 Kode 2797-3 tilsvare St 3 10.11.2010
 Kode 2797-4 tilsvare St 4 10.11.2010

Rapport**N1100637**

Side 3 (5)

2N6DA4DZ8P4



Deres prøvenavn		2797-2 saltvann				
Labnummer		N00133802				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fe	0.0284	0.0071	mg/l	1	H	MOSA
Al	277	53	µg/l	1	H	MOSA
Cd	<0.05		µg/l	1	H	MOSA
Cr	0.763	0.229	µg/l	1	H	MOSA
Cu	2.02	0.46	µg/l	1	H	MOSA
Ni	1.05	0.37	µg/l	1	H	MOSA
Pb	<0.3		µg/l	1	H	MOSA
Zn	35.5	9.7	µg/l	1	H	MOSA
As*	1.78		µg/l	1	S	MOSA

Deres prøvenavn		2797-3 saltvann				
Labnummer		N00133803				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fe	0.0250	0.0067	mg/l	1	H	MOSA
Al	37.3	8.9	µg/l	1	H	MOSA
Cd	0.0690	0.0392	µg/l	1	H	MOSA
Cr	0.332	0.169	µg/l	1	H	MOSA
Cu	2.24	0.47	µg/l	1	H	MOSA
Ni	0.627	0.334	µg/l	1	H	MOSA
Pb	1.04	0.21	µg/l	1	H	MOSA
Zn	15.3	4.4	µg/l	1	H	MOSA
As*	2.13		µg/l	1	S	MOSA

Deres prøvenavn		2797-4 saltvann				
Labnummer		N00133804				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fe	0.0486	0.0105	mg/l	1	H	MOSA
Al	22.8	7.0	µg/l	1	H	MOSA
Cd	<0.05		µg/l	1	H	MOSA
Cr	0.105	0.217	µg/l	1	H	MOSA
Cu	1.40	0.34	µg/l	1	H	MOSA
Ni	0.836	0.354	µg/l	1	H	MOSA
Pb	0.725	0.156	µg/l	1	H	MOSA
Zn	9.58	2.77	µg/l	1	H	MOSA
As*	1.78		µg/l	1	S	MOSA

ALS Laboratory Group Norway AS
 PB 843 Skøyen
 N-0214 Oslo
 Norway

Web: www.alsglobal.no
 E-post: info.on@alsglobal.com
 Tel: + 47 22 13 18 00
 Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent
 og digitalt signert av

Morten Sandell
 2011.02.02 16:57:20
 Client Service
 morten.sandell@alsglobal.com

Ordinære vannprøver: Kode 2797-5 tilsvarer St G1 10.11.2010

Rapport

Side 4 (5)

N1100637

2N6DA4DZ8P4



Deres prøvenavn		2797-5 saltvann				
Labnummer		N00133805				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fe	0.0740	0.0151	mg/l	1	H	MOSA
Al	58.3	13.4	µg/l	1	H	MOSA
Cd	0.0712	0.0375	µg/l	1	H	MOSA
Cr	0.874	0.231	µg/l	1	H	MOSA
Cu	7.27	1.54	µg/l	1	H	MOSA
Ni	5.01	1.05	µg/l	1	H	MOSA
Pb	2.31	0.43	µg/l	1	H	MOSA
Zn	45.6	12.4	µg/l	1	H	MOSA
As*	2.00		µg/l	1	S	MOSA

Rapport

N1100637

Side 5 (5)

2N8DA4DZ8P4



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Metodespesifikasjon	
1	Analyse av tungmetaller (V-5, enkeltmetaller)
Metode:	EPA metoder (modifisert) 200.7 (ICP-AES) og 200.8 (ICP-SFMS). Analyse av Hg er utført med AFS etter SS-EN 17852:2008.
Forbehandling:	Surgjøring med 1 ml salpetersyre per 100 ml prøve. Gjelder ikke prøver som er surgjort før ankomst til laboratoriet. For analyse av W er prøven ikke surgjort. For analyse av Se er prøven oppsluttet med HCl i autoklav (120°C) i 30 minutter. For analyse av Ag er prøven konservert med HCl. For analyse av S er prøven i tillegg konservert med H ₂ O ₂ (10%).

Godkjenner	
MOSA	Morten Sandell

Underleverandør ¹	
H	ICP-SFMS
Ansvarlig laboratorium:	ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige
Akkreditering:	SWEDAC, registreringsnr. 1087
S	ICP-SFMS
Ansvarlig laboratorium:	ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige
Akkreditering:	SWEDAC, registreringsnr. 1087

Målesikkerheten angis som en utvidet målesikkerhet (etter definisjon i "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", ISO, Geneva, Switzerland 1993) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Målesikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Kopi sendt til:

Karin Lang-Ree, NIVA ikke for registrering, 0349 Oslo, Norway.

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no