

# Miljøundersøkelse ved Sør-Norge Aluminium AS

## Etterundersøkelse etter lukking av deponi.



**Hovedkontor**

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

**Sørlandsavdelingen**

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

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Postboks 2026  
5817 Bergen  
Telefon (47) 2218 51 00  
Telefax (47) 55 23 24 95

**NIVA Midt-Norge**

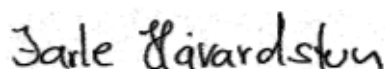
Postboks 1266  
7462 Trondheim  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Miljøundersøkelse ved Sør-Norge Aluminium AS. Etterundersøkelse etter lukking av deponi.	Løpenr. (for bestilling) 5740-2009	Dato: Mai 2009
	Prosjektnr. Undernr. O-28295	Sider Pris 21
Forfatter(e) Jarle Håvardstun Kristoffer Næs Ian Allan	Fagområde Marine miljøgifter.	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Kvinnherad	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Sør-Norge Aluminium AS.	Oppdragsreferanse Ordrenr: 120411 og 120411-1
---	---

<p><b>Sammendrag</b></p> <p>Hensikten med undersøkelsen har vært å gi informasjon om dagens miljøtilstand i sjøen utenfor ett gammelt deponi på bedriftens område, og etablere to sedimentstasjoner til bruk i eventuell framtidig overvåking av sedimentene. Resultatene fra sedimentprøvetakingen viste at for metallene var det høyest konsentrasjoner på stasjon 1 nærmest deponikanten. Innholdet av PAH<sub>16</sub> ble klassifisert til tilstandsklasse IV "Dårlig" på stasjon 1. Det ble også funnet forhøyede verdier av fluorid. Stasjon 2 lengre unna deponikanten hadde lave verdier for alle de analyserte elementene. Vannprøvene viste at metallene kobber og sink ble klassifisert til tilstandsklasse IV "Dårlig", nikkel til tilstandsklasse III "Moderat" og metallene arsen, bly, kadmium, krom og kvikksølv til tilstandsklasse II "god" eller tilstandsklasse I "Bakgrunn" på de 4 stasjonene.</p> <p>Resultatene fra passive prøvetakere (SPMDer) for organiske miljøgifter (PAH og PCB) viste relativt lave verdier, men høyere enn i helt upåvirkede lokaliteter for PAH. Resultatene fra passive prøvetakere for metaller (DGTer) viste lavest metallkonsentrasjoner på stasjon 3, lengst unna deponikanten.</p>
---


<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Passive prøvetakere SPMD og DGT</li> <li>2. Sedimenter</li> <li>3. PAH og PCB</li> <li>4. Deponi</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Passive samplers SPMDs and DGTs</li> <li>2. Sediments</li> <li>3. PAH and PCB</li> <li>4. Land fill</li> </ol>
--	---



Jarle Håvardstun  
Prosjektleder



Kristoffer Næs  
Forskningsleder



Jarle Nygard  
Fag- og markedsdirektør

# **Miljøundersøkelse ved Sør-Norge Aluminium AS**

Etterundersøkelse etter lukking av deponi

## Forord

På oppdrag fra Sør-Norge Aluminium AS (Ordre nr. 120411 og 120411-1) har Norsk Institutt for Vannforskning, NIVA prøvetatt sedimenter og vann i sjøområdene utenfor bedriftens anlegg på Husnes i Kvinnherad kommune.

Hensikten med sedimentundersøkelsen har vært å gi informasjon om dagens miljøtilstand i sjøen utenfor ett gammelt deponi på bedriftens område. Deponiet ble ferdig dekket til og lukket i 2008. I tillegg vil sedimentundersøkelsen gi grunnlag for en eventuell framtidig overvåking slik at man på et senere tidspunkt kan avgjøre om en forbedring av miljøgiftinnholdet i sedimentene har forekommet.

Tilstanden i vannmassene er blitt karakterisert både ved innhenting av vannprøver og ved bruk av passive prøvetakere.

Vannprøvene og de passive prøvetakerne ble benyttet for eventuelt å kunne påvise lekkasjer fra det nylig lukkede deponiet på land. Resultatene fra vannprøvene og de passive prøvetakerne vil også kunne brukes som referanseverdier ved eventuelt senere prøvetaking.

Feltarbeidet ble gjennomført 13/08/08. Til sedimentprøvetakingen og utsetting av rigger for passive prøvetakere ble båt med båtfører fra Alsaker Fjordbruk benyttet. Tordis Sagstad og Harald Fredheim fra Sør-Norge Aluminium deltok også i feltarbeidet. Ved opptak av de passive prøvetakerne deltok Tordis Sagstad, Harald Fredheim, Synnøve Olderkjær og Nils Asbjørn Ersland fra Sør-Norge Aluminium. De takkes for innsatsen.

Grimstad, Mai 2009

*Jarle Håvardstun*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>6</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>7</b>
<b>2. Materiale og metoder</b>	<b>8</b>
2.1 Sedimentprøvetaking	8
2.2 Vannprøvetaking	8
2.3 Passive prøvetakere	8
2.3.1 SPMD	8
2.3.2 DGT	8
2.4 Plassering av prøvetakingsstasjoner	9
2.5 Tilstandsklassifisering av sedimenter og vann	10
<b>3. Resultater sedimenter</b>	<b>11</b>
3.1 Analyser av sedimentprøver	11
3.2 Vurdering metaller i sedimentprøver	13
3.3 Vurdering av PAH, fluorid og cyanid i sedimentprøver	14
3.3.1 PAH <sub>16</sub>	14
3.3.2 Fluorid	14
3.3.3 Cyanid	14
<b>4. Resultater metaller i vannmassene</b>	<b>15</b>
4.1 Vannprøver	15
4.2 Resultater metallanalyser fra DGT er	16
4.3 Vurdering av metaller i vannmassene	16
4.3.1 Metaller fra vannprøver	16
4.3.2 Metaller i passive prøvetakere, DGTer.	16
<b>5. Resultater SPMDer PAH og PCB i vannmassene</b>	<b>17</b>
5.1 PAH	17
5.2 PCB	18
5.3 Vurdering av PAH <sub>16</sub> og PCB <sub>7</sub> i vannmassene.	18
5.3.1 PAH <sub>16</sub>	18
5.3.2 PCB <sub>7</sub> i vannmassene	19
<b>6. Konklusjoner</b>	<b>19</b>
<b>7. Referanser</b>	<b>20</b>
<b>Vedlegg A. Analyseresultater</b>	<b>21</b>

---



## Sammendrag

Denne undersøkelsen er utført av Norsk Institutt for Vannforskning, NIVA på oppdrag fra Sør-Norge Aluminium AS. Det er tatt prøver av sedimenter og sjøvann. Tilstanden i vannmassene ble karakterisert både ved innhenting av vannprøver og ved bruk av passive prøvetakere. Såkalte DGTer ble benyttet for metallanalyser og SPMDer for organiske miljøgifter.

Det har blitt etablert to sedimentstasjoner som kan benyttes som referansestasjoner til eventuelt senere overvåking slik at man kan avgjøre om en endring i påvirkning på sedimentet har funnet sted.

Det ble satt ut passive prøvetakere på 3 stasjoner langs deponikanten, og 1 stasjon lengre unna deponikanten. Vannprøvene og resultatene fra de passive prøvetakerne er benyttet for eventuelt å kunne påvise lekkasjer fra det nylig lukkede deponiet på land og dokumentere tilstanden i vannmassene etter lukking av landdeponiet.

Sedimentprøvene ble analysert for 9 metaller, fluorid, cyanid og PAH (tjærestoffer). Resultatene fra sedimentprøvetakingen viste at det var lavest konsentrasjoner av miljøgifter på stasjonen lengst unna deponikanten, dette gjaldt både for elementene som hadde lave konsentrasjoner og ble klassifisert til tilstandsklasse I "bakgrunn" etter SFTs reviderte veileder "Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann" TA 2229/2007, og for elementer som hadde forhøyede verdier. På stasjon 1 nærmest deponikanten ble nikkel klassifisert til tilstandsklasse "III Moderat" Det var også høye konsentrasjoner av aluminium på stasjon 1. Aluminium inngår ikke i klassifiseringssystemet og kan derfor ikke klassifiseres.

Innholdet av PAH ble klassifisert til tilstandsklasse IV "Dårlig" på stasjon 1 og tilstandsklasse II "God" på stasjon 2.

For å klassifisere innholdet av fluorid ble SFTs veileder "klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann 97:03" benyttet, fordi den reviderte veilederen ikke inneholder klassegrenser for fluorid. På stasjon 1 ble innholdet av fluorid klassifisert til tilstandsklasse III "Markert forurenset" og til tilstandsklasse II "Moderat forurenset" på stasjon 2.

For cyanid finnes det ikke klassegrenser, konsentrasjonen av cyanid var 0,24µg/g på stasjon 1 og lavere enn deteksjonsgrensen for analysemetoden dvs <10µg/g på stasjon 2.

Vannprøvene ble analysert for 7 metaller. Metallene kobber og sink ble klassifisert til tilstandsklasse IV "Dårlig", nikkel til tilstandsklasse III "Moderat" og metallene arsen, bly kadmium, krom, kvikksølv til tilstandsklasse II "god" eller tilstandsklasse I "Bakgrunn" på de 4 stasjonene. Aluminium finnes det ikke tilstandsklasser for og konsentrasjonen varierte fra 25µg/l-37µg/l.

Resultatene fra passive prøvetaker for metaller (DGTer) viste lavest metallkonsentrasjoner på stasjon 3, lengst unna deponikanten.

Resultatene fra passive prøvetakere (SPMDer) for organiske miljøgifter (PAH og PCB) viste relativt lave verdier, men høyere enn i helt upåvirkede lokaliteter for PAH.

Bedriften har ett utslipp av scrubber-vann på ca 20m dyp 120m fra deponikanten. I framtidige undersøkelser vil det være aktuelt å analysere på metall og PAH innhold i dette utløpsvannet for å få kvantifisert ett eventuelt bidrag av miljøgifter fra dette vannet.

## Summary

Title: Environmental investigations at Sør-Norge Aluminium Husnes

Year: 2009

Author: Jarle Håvardstun, Kristoffer Næs and Ian Allan.

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-5475-4

NIVA has conducted environmental investigations in Husnesvågen outside Sør-Norge Aluminium AS. There have been taken samples of sediments and sea water. The samples of sea water has included the use of passive samplers DGTs for metals and SPMDs for PAH and PCB analyses.

The sampling stations were established in different positions outside a newly closed landfill.

The concentrations of environmental contaminants in the sediments were for some elements, PAH, Ni and Al high at the station nearest the landfill, but these concentrations were reduced at the station further out. The two sediment stations will function as reference stations for new environmental investigations in the future.

The water samples from the landfill front showed increased values for some metals (Cu, Zn and Ni). The concentrations of PAH and PCB were low, but higher than in unaffected areas. In addition to eventually leakage from the landfill, waste water from the factory and vessels unloading raw materials to the factory can be a source to contamination of water and sediments.

### Innledning

Sør-Norge aluminium AS har i 2007 sluttført arbeidene med å lukke ett gammelt deponi på bedriftens område. Deponiet inneholder hovedsakelig gamle katodebunner, men kan også inneholde andre typer avfall som husholdningsavfall (Næs, K. m.fl. 1993). Verket har deponert avfall her siden oppstarten i 1965. Det har tidligere blitt gjennomført flere undersøkelser for å kartlegge avrenning fra deponiet og eventuelle skadevirkninger av denne avrenningen. Deponiet drenerer til Onarheimsvågen (Husnesvågen) og nærområdene til deponiet har tidligere blitt karakterisert som lite synlig påvirket av miljøgifter. Kjemiske analyser av sedimenter (Næs 1986) og blåskjell (Rygg og Green 1981) har vist forhøyede verdier av PAH i sedimenter og blåskjell. Analyser av tang har påvist forhøyede konsentrasjoner av fluorid, kadmium og sink (Rygg og Green 1981). I en senere undersøkelse ble det funnet reduserte verdier av fluorid, i tang og PAH i blåskjell (Hasle 1988) sammenlignet med undersøkelsen i 1981.

Formålet med denne undersøkelsen er å gi informasjon om dagens tilstand i nærområdet til deponiet, i tillegg til å danne grunnlag for eventuell overvåking slik at man på ett senere tidspunkt kan avgjøre om endringer i påvirkning på sedimentet har forekommet.

Det er derfor etablert to sedimentovervåkingsstasjoner i Husnesvågen der det er prøvetatt fem parallelle prøver på hver stasjon.

For å karakterisere vannkvaliteten er det benyttet vanlige vannprøver i tillegg til passive prøvetakere for metaller og organiske miljøgifter i sjøvann.



# 1. Materiale og metoder

## 1.1 Sedimentprøvetaking

Sedimentprøvene ble innsamlet med en 0,1 m<sup>2</sup> VanVeen grabb. Prøveuttak ble gjennomført via inspeksjonsluker på toppen av grabben. To stasjoner med 5 replikater, ble prøvetatt. De øverste 5 cm ble tatt ut til analyse.

## 1.2 Vannprøvetaking

Vannprøver ble innhentet ved hjelp av en Rutner vannhenter. Prøvene ble tatt på 1m dyp.

## 1.3 Passive prøvetakere

### 1.3.1 SPMD

En eventuell utlekking av miljøgifter fra deponiet vil være i oppløst form og ikke som partikler. Man bør derfor kvantifisere den oppløste fraksjonen av forbindelsene og ikke analysere totalinnholdet i en vannprøve, hvor konsentrasjonen vil være dominert av den partikulære fraksjonen. Videre vil konsentrasjonene variere i tid. Det er derfor benyttet passive prøvetakere som integrerer konsentrasjoner over tid.

For å oppnå dette for de organiske miljøgiftene PAH og PCB anvendes såkalte Semi Permeable Membrane Devices (SPMD). SPMD er tynne plastremser fylt med ca. 1 g fett. PAH og PCB er lipofile forbindelser og den sanne løste fraksjonen vil diffundere gjennom plastmembranen og inn i fett. SPMDer ble utplassert på fire stasjoner i varierende avstand fra deponiet på ca 2m vandyp og eksponert i 43 døgn. Deretter ble de samlet inn og analysert. I tillegg ble en SPMD membran kun eksponert i luft ved utsett og opptak av membranene. Dette ble gjort for å kvantifisere påslag av PAH forbindelser fra luften i den tiden det tar å håndtere de passive prøvetakerne ved utsett og opptak.

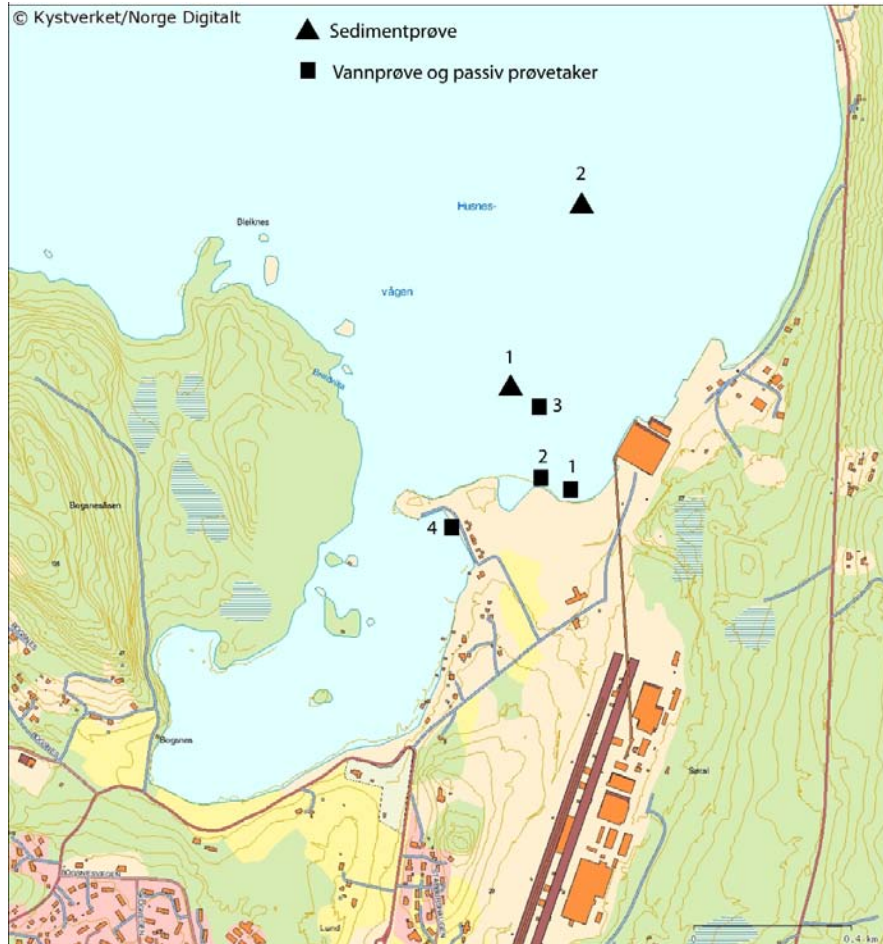
### 1.3.2 DGT

Begrunnelsen for bruk av passive prøvetagerne DGT (Diffusive Gradients in Thin films) er de samme som for SPMDer. Imidlertid siden metaller er hydrofile forbindelser, i motsetning til PAH og PCB, må andre teknikker, slik som DGT, anvendes. DGTene fanger den ioniske formen av metallene.

DGTene ble utplassert på de samme stasjonene som SPMDene, eksponeringstiden for disse var 21 døgn.

## 1.4 Plassering av prøvetakingsstasjoner

Kart som viser plasseringen av stasjonene er gitt i **Figur 1**.



**Figur 1.** Kart over området med prøvetakingsstasjoner tegnet inn. Trekkanter er sedimentprøvestasjoner. Firkanter er stasjoner for vannprøver og passive prøvetakere. Kartet representerer ikke dagens strandlinje ettersom ny deponikant har blitt bygget ved lukking av deponiet.

Koordinater og omtale av stasjonene er gitt i **Tabell 1**

**Tabell 1.** Koordinater til prøvetakingsstasjonene.

	Posisjon N	Posisjon Ø
Stasjon 1 sediment	59° 52.577	005° 45.750
Stasjon 2 sediment	59° 52.878	005° 46.026
Stasjon 1 vannprøver,SPMD,DGT	59° 52.426	005° 45.956
Stasjon 2 vannprøver,SPMD,DGT	59° 52.453	005° 45.847
Stasjon 3 vannprøver,SPMD,DGT	59° 52.542	005° 45.815
Stasjon 4 vannprøver,SPMD,DGT	59° 52.375	005° 45.641

## 1.5 Tilstandsklassifisering av sedimenter og vann

For miljøgifter dekket av SFTs reviderte system for tilstandsklassifisering (SFT TA-2229/2007) er det en fargekode og ett romertall for hver tilstandsklasse, disse er vist i **Tabell 2**.

**Tabell 2.** SFTs system for klassifisering av miljøtilstand (SFT TA 2229/2007).

Tilstandsklasse	Miljøtilstand
I	Bakgrunn
II	God
III	Moderat
IV	Dårlig
V	Svært dårlig

Denne veilederen er basert på risiko for økologiske effekter d.v.s. at de forskjellige tilstandsklassene nå gjenspeiler reelle forskjeller i risiko for skade på levende organismer.

Innholdet av metaller og organiske miljøgifter i sedimenter og vann fra Husnesvågen er klassifisert etter denne veilederen for de elementer der det foreligger tilstandsklasser.

For cyanid er det derimot ikke oppgitt tilstandsklasser i den reviderte veilederen, for denne forbindelsen er derfor den forrige veilederen benyttet (Molvær m.fl. 1997). Fargekodesystemet og klassenummereringen er den samme som i den reviderte veilederen, men teksten for de ulike klassene er noe forskjellig, og klassegrensene gjenspeiler ikke risiko for skade på organismer, men økende grad av forurensing i forhold til det man forventer å finne langt unna punktkilder. Tilstandsklassene etter denne veilederen er vist i **Tabell 3**.

**Tabell 3.** Fargekode og SFTs klassifisering av tilstand i sedimenter og vann (Molvær m.fl. 1997).

Tilstandsklasser				
I Ubetydelig – Lite forurenset	II Moderat forurenset	III Markert forurenset	IV Sterkt forurenset	V Meget sterkt forurenset

## 2. Resultater sedimenter

### 2.1 Analyser av sedimentprøver

Det ble analysert på 5 prøver fra hver stasjon. Vanddyb og visuelle observasjoner av sedimentene er gitt i **Tabell 4**.

**Tabell 4.** Vanddyb og visuelle observasjoner på sedimentstasjonene

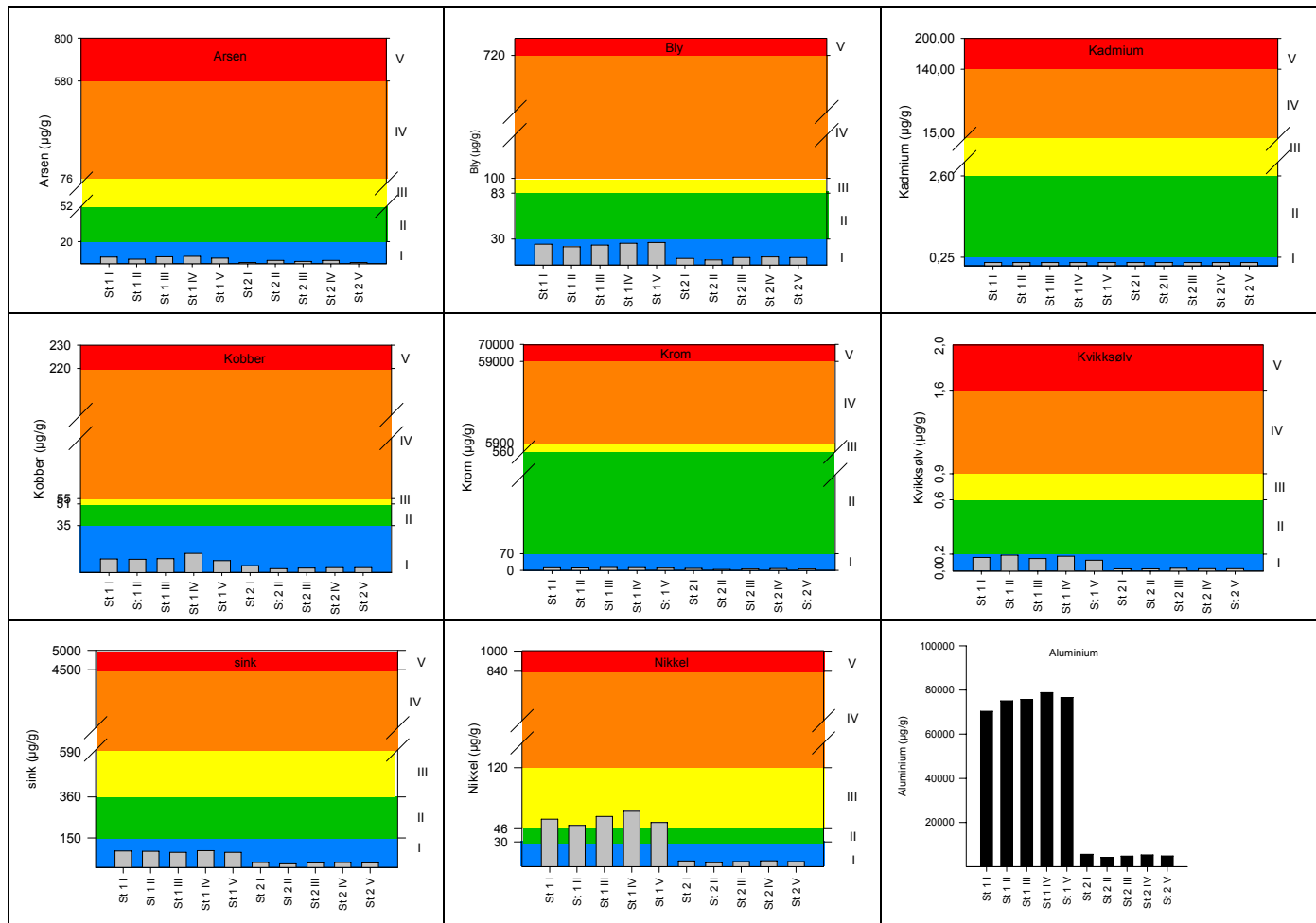
	Dyb m	Visuelle observasjoner
Stasjon1 (replikat I-V)	20-21m	Lyst grått finkornet sediment på toppen, noe mer sandig under. Noen rørbyggende mark. $\frac{3}{4}$ fulle grabber. Ingen H <sub>2</sub> S lukt.
Stasjon 2 (replikat I-V)	45 m	Lyst grått finkornet sediment. Noen små stein og sand under topplaget. Døde rester av kuskjell og levende eremittkreps. $\frac{1}{2}$ fulle grabber. Ingen H <sub>2</sub> S lukt.

Innhold av tørrstoff (TTS%), kornfordeling (partikler<63 µm) og organisk karbon (TOC) og er gitt i **Tabell 5**. resultatene viser at stasjon 1 har noe lavere tørrstoffinnhold enn stasjon 2. Kornfordelingen er ganske lik, men det er stor forskjell i innhold av organisk karbon som i gjennomsnitt er 10 ganger høyere på stasjon 1.

**Tabell 5.** Innhold av tørrstoff, kornfordeling og organisk karbon på de ulike stasjonene og replikatene (romertall angir replikat nr.). Gjennomsnittsverdier for stasjonene er uthevet.

	TTS/%	KORN<63µm	TOC µg C/mg TS
St 1 I	56,6	53	75,5
St 1 II	55,7	47	61,6
St 1 III	50,8	61	71,5
St 1 IV	45,5	57	64,2
St 1 V	56	47	57,2
<b>Gjennomsnitt st. 1</b>	<b>52,9</b>	<b>53</b>	<b>66,0</b>
St 2 I	74,7	51	5
St 2 II	78,3	18	4
St 2 III	73,6	62	6,8
St 2 IV	72,7	56	6,4
St 2 V	77,6	54	6,3
<b>Gjennomsnitt st. 2</b>	<b>75,4</b>	<b>48,2</b>	<b>5,7</b>

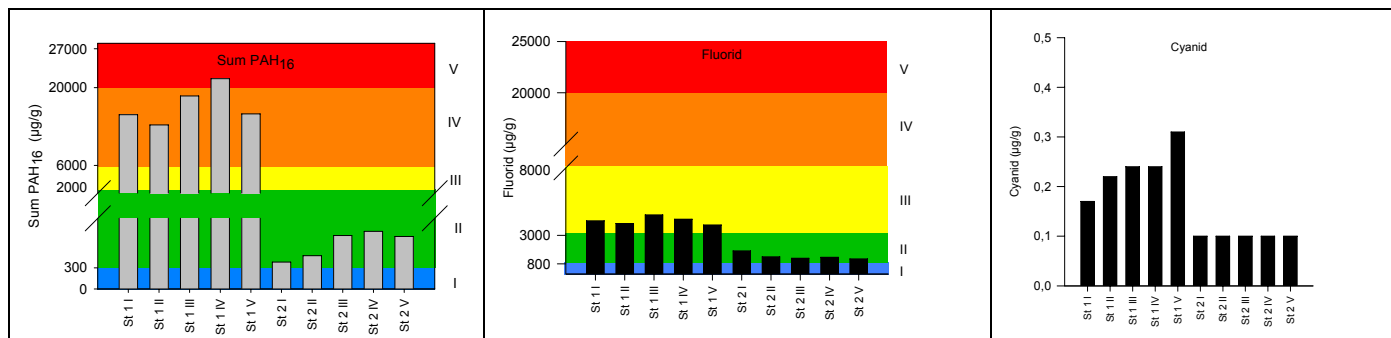
Sedimentprøvene ble analysert for 9 metaller i tillegg til forbindelsene fluor, cyanid og PAH<sub>16</sub>. Resultatene for metallene er vist i **Figur 2**.



**Figur 2.** Metallinnhold i sedimentene på stasjon 1 og stasjon 2. Farge og tilstandsklasse tilsvarer SFTs klassifiseringssystem. Det er ikke oppgitt tilstandsklasser for aluminium.

For metallene arsen, bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv og sink er det lave konsentrasjoner. Alle replikatene på begge stasjonene blir klassifisert til tilstandsklasse I, "Bakgrunnsnivå". Det er likevel en tendens til høyere konsentrasjoner av disse metallene på stasjon 1 som ligger nærmest deponiet. Dette gjelder ikke for kadmium der alle prøvene ligger under deteksjonsgrensen på 0,2 µg/g og eventuelle forskjeller kan derfor ikke påvises. For nikkel blir stasjon 1 klassifisert til tilstandsklasse III "Moderat forurenset", mens stasjon 2 blir klassifisert til klasse I, "Bakgrunnsnivå". Det finnes ikke klassegrenser for aluminium, men stasjon 1 har 10-15 ganger høyere konsentrasjon av aluminium enn stasjon 2.

Resultatene for PAH, cyanid og fluorid er vist i **Figur 3**.



**Figur 3.** Konsentrasjoner av PAH<sub>16</sub>, fluorid og cyanid i sedimenter. Farge og romertall angir tilstandsklasse ihht SFTs klassifisering. Det finnes ikke tilstandsklasser for cyanid.

På stasjon 1 blir PAH<sub>16</sub> klassifisert til tilstandsklasse IV ”Dårlig”, konsentrasjonene er lavere på stasjon 2 og blir her klassifisert til tilstandsklasse II ”God”. Fluoridinnholdet i sedimentene blir klassifisert til tilstandsklasse III ”Moderat forurenset” på stasjon 1 og til tilstandsklasse II ”God” på stasjon 2. Det finnes heller ikke tilstandsklasser for cyanid, men konsentrasjonene er lave, og viser samme mønster som metallene med lavere konsentrasjoner på stasjon 1 enn på stasjon 2.

## 2.2 Vurdering metaller i sedimentprøver

Det var relativt liten innbyrdes varians mellom de fem replikatene på hver stasjon (**Tabell 5** og **Figur 2**). Det tilsier at stasjonene danner ett godt utgangspunkt som eventuelle referansestasjoner for framtidig overvåking av sedimentene utenfor deponiet i Husnesvågen.

Det er høyst verdier for samtlige metaller på stasjon 1 nærmest deponiet. Dette tyder på at det kan ha vært tilførsler fra deponiområdet til sjøresipienten. Det er imidlertid store forskjeller i organisk innhold mellom stasjonene (**Tabell 5**). Noen miljøgifter, spesielt de organiske har sterkere binding til organisk materiale og vil derfor få naturlig høyere verdier der det organiske innholdet er høyt. Dette gjelder ikke i samme grad for metaller, og disse forskjellene ansees derfor å være reelle for metallene.

Det er kun konsentrasjonen av nikkell på stasjon 1 som blir klassifisert til ”tilstandsklasse III”. Det finnes ikke klassegrenser for aluminium, men også dette metallet viser forhøyede verdier. Rogalandforskning (Beyer m.fl.2002) fant 8 ganger høyere innhold av nikkell i blåskjell eksponert i en deponidam på området til avfallstippen ved Husnes, også aluminiumsverdiene i blåskjellene fra deponidammen var forhøyet i forhold til skjell eksponert på utsiden av deponiet. Det er derfor mulig at kilden til disse forhøyede verdiene kan være avrenning fra deponiområdet.

Det er også ett utløp for ”scrubbervann” fra bedriften på ca 20m dyp 120m fra deponikanten. Dette er i nærheten av stasjon 1. Bedriften opplyser at det herfra tilføres bla aluminiumsoksid (Miljørapport 2007). Det har og blitt tilført aluminiumsoksid til sedimentene i forbindelse med lossing av båter opp gjennom årene. Dette har helt klart påvirket aluminiumsinnholdet på stasjon 1.

Tidligere undersøkelser av sedimenter i Husnesvågen (Næs 1986), (Bakke m.fl. 1991) og (Beyer,J. m.fl. 2002) viste forhøyede verdier av metaller og PAH i sedimentene. Stasjonene som er prøvetatt i denne undersøkelsen er ikke identisk med tidligere undersøkelser og resultatene er derfor ikke direkte sammenlignbare. Trenden er imidlertid den samme, med avtagende konsentrasjon av metaller i økende avstand fra deponikanten. Denne undersøkelsen viste lavere verdier for alle metallene analysert enn i de tidligere undersøkelsene. Dette tyder på en reduksjon av metallforurensingen i Husnesvågen, men konsentrasjonene varierer ofte over korte avstander så dette er noe usikkert.

På sedimentstasjon 2 var det ingen av metallene som det finnes klassegrenser for som viste konsentrasjoner over bakgrunnsnivå. Konsentrasjonen av aluminium var også 15 ganger lavere enn på stasjon 1.

## 2.3 Vurdering av PAH, fluorid og cyanid i sedimentprøver

### 2.3.1 PAH<sub>16</sub>

PAH viser samme mønster som metallene, det er betydelig reduserte konsentrasjoner på stasjon 2 i forhold til stasjon 1 nærmest deponikanten (**Figur 3**). Her må en imidlertid ta hensyn til den store forskjellen i organisk karbon (TOC) mellom stasjonene (**Tabell 5**). Ut i fra det høye innholdet av karbon på stasjon 1 er det forventet å finne høyere konsentrasjoner av PAH på denne stasjonen, men konsentrasjonsforskjellene av PAH er imidlertid så pass betydelig at de ikke kan forklares bare med det høye innholdet av karbon i sedimentene.

Sammenlignet med tidligere undersøkelser er det stasjonene fra Næs 1986 og Bakke m.fl. 1991 som ligger nærmest stasjonene i denne undersøkelsen. Verdiene i 1986 var 3 ganger høyere på stasjonen nærmest deponiet (stasjon H2) og 18 ganger høyere på stasjonen lengst unna deponiet (stasjon H9). Det er usikkert om undersøkelsen i 1986 inkluderte flere PAH forbindelser enn de 16 som er benyttet i denne undersøkelsen. I Bakke m. fl (1991) er PAH innholdet på stasjonen nærmest deponiet (K7) omtrent lik den funnet i Næs 1986, på stasjon K8 som ligger lengst ute er imidlertid konsentrasjonen noe lavere enn i denne undersøkelsen, men der inngår bare 11 enkeltforbindelser av PAH mot 16 forbindelser i denne undersøkelsen. Det er derfor grunn til å anta innholdet av PAH i sedimentene nærmest deponiet har avtatt, men det er mer usikkert om dette også gjelder for stasjon 2 lengst unna deponiet.

Hasle (1988) beskriver katodebunner, som er det vesentligste avfallet lagret i deponiet, som en sannsynlig kilde til PAH forurensingen. I Næs m.fl. 1993 påpekes det at forhøyede verdier av PAH kan skyldes avrenning og tidevannsutvasking fra deponiet, og at katodeavfall neppe er årsaken, i tillegg kan skipstrafikk bidra.

### 2.3.2 Fluorid

Innholdet av fluorid er klassifisert til tilstandsklasse "III Markert forurenset" på stasjon 1 og til tilstandsklasse "II moderat forurenset" på stasjon 2 (**Figur 3**). Analyser av vann fra deponidammen ved Sør-Norge Aluminium viste en overkonsentrasjon av fluorid på 100-200x normalverdier (Beyer m.fl. 2002), det ble fastslått at dette skyldtes utlekking fra det deponerte katodeavfallet.

Konsentrasjonene på stasjon 1 nærmest deponiet er 3 ganger høyere enn på stasjon 2. Det blir også tilført fluorid via "scrubber-vann" (Miljørapport 2007). Dette utløpet ligger nærmest stasjon 1 og vil derfor påvirke denne stasjonen i størst grad.

### 2.3.3 Cyanid

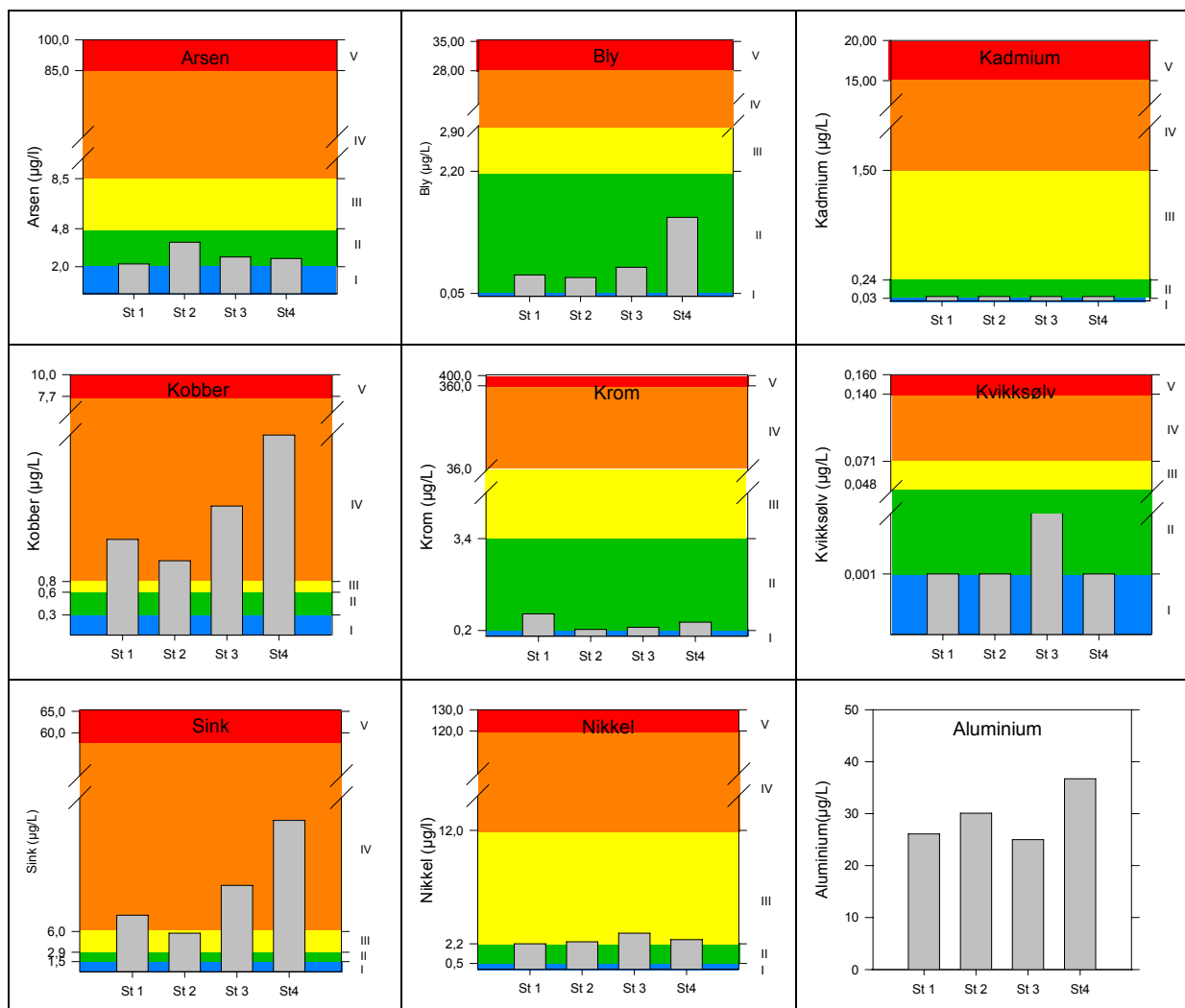
Det foreligger ikke tilstandsklasser for cyanid i sjøvannssedimenter. Gjennomsnittlig cyanidkonsentrasjon var 0,24µg/g på stasjon 1 nærmest deponiet, (**Figur 3**) og <0,10µg/g på stasjon 2 (0,10µg/g tilsvarer deteksjonsgrensen for analysen). Også for cyanid er det sannsynlig at det er katodeavfall i deponiet som er kilden til forurensingen (Beyer m. fl. 2002).



### 3. Resultater metaller i vannmassene

#### 3.1 Vannprøver

Det ble analysert på metaller fra 1 ufiltrert vannprøve fra hver av de 4 stasjonene vist i **Figur 1**. Analyseresultatene er vist i **Figur 4**.



**Figur 4.** Metallanalyser fra 4 stasjoner langs deponikanten. Farge og romertall angir tilstandsklasse ihht SFTs klassifisering.

Metallene bly, kadmium, krom og kvikksølv blir alle klassifisert til tilstandsklasse I ”bakgrunn” eller tilstandsklasse II ”God” på de 4 stasjonene. For kobber blir de 4 stasjonene klassifisert til tilstandsklasse IV ”Dårlig”. Sink blir klassifisert til tilstandsklasse IV ”Dårlig” på stasjonene 1,3 og 4 og tilstandsklasse III ”Moderat” på stasjon 2. For nikkel blir stasjon 1 klassifisert til tilstandsklasse II ”God”. og tilstandsklasse III ”Moderat” på stasjon 2,3 og 4. Det finnes ikke tilstandsklasser for aluminium, men konsentrasjonene varierer mellom 25-37µg Al/l.

### 3.2 Resultater metallanalyser fra DGT er

Det ble analysert på 7 metaller fra DGT stasjonene. DGT gir informasjon om ionisk form av metaller og ikke totalkonsentrasjonen som resultatene fra vannprøvene. Det eksisterer ikke klassegrenser for ionisk form av metaller. Resultatene vist i **Tabell 6** viser konsentrasjon av ioneformen av de ulike metallene analysert, omregnet til konsentrasjoner i sjøvann.

**Tabell 6.** Konsentrasjon av metaller på ioneform i vannmassene. Beregnet fra DGT prøvetakere.

	Al µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Ni µg/l	Pb µg/l	Zn µg/l
DGT St. 1	0,48	0,012	0,26	0,28	0,0082	0,86
DGT St. 2	0,38	0,013	0,2	0,18	0,0079	1,4
DGT St. 3	0,2	0,012	0,18	0,16	0,0045	1
DGT St. 4	0,34	0,011	1,2	0,15	0,01	2,5

DGT resultatene (**Tabell 6**) viser at stasjon 3 har laveste eller tilnærmet lik konsentrasjon som de andre stasjonene for metallene aluminium, kadmium, kobber, nikkel og bly. Stasjon 1 hadde høyest konsentrasjon av aluminium og nikkel, mens stasjon 4 i småbåthavnen hadde de høyeste verdiene av sink og kobber.

### 3.3 Vurdering av metaller i vannmassene

#### 3.3.1 Metaller fra vannprøver

Det var forventet å finne lavere metallverdier på stasjon 3 som ligger noe lengre unna deponikanten, enn på stasjon 1 og stasjon 2 ved deponikanten. Dette var ikke tilfelle for metallkonsentrasjonene for metallene sink, nikkel, kobber, kvikksølv og bly (**Figur 4**). Det er ett utslipp av scrubbevann fra prosessene på Sørøya på ca 20m dyp 120m fra deponikanten (Miljørapport 2007, Beyer m. fl. 2002). Eventuelt metallinnhold i dette vannet er ikke kjent, men dersom det inneholder metaller kan det være en mulig årsak til at det ble funnet høyere verdier på stasjon 3 enn på de andre stasjonene for disse metallene. Stasjon 4 som ligger innerst i en liten småbåthavn hadde høyest verdier av bly, kobber, sink og aluminium i vannprøvene. Her kan det være ett visst bidrag fra aktiviteter i småbåthavnen og bunnstoff fra båtene i tillegg til utlekking fra deponiet.

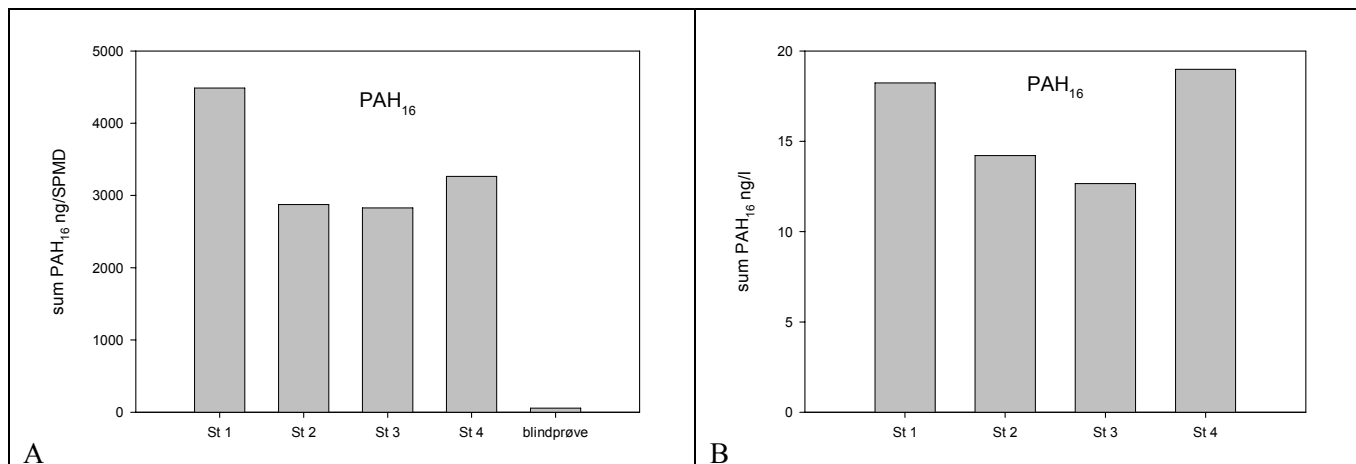
#### 3.3.2 Metaller i passive prøvetakere, DGT'er.

Resultatene fra de passive prøvetakerne viste lavest verdier på stasjon 3 som er stasjonen som ligger lengst unna deponikanten. Dette samsvarer ikke med det som ble funnet i vannprøvene, de passive prøvetakerne integrerer vannkjemien over tid og gir derfor ett bilde av gjennomsnittskonsentrasjonene i dette tidsrommet. Stasjon 4 som ligger innerst i småbåthavnen hadde høyest verdier for bly, ca 10 ganger høyere enn de andre stasjonene. Denne stasjonen hadde også de høyeste verdiene for sink. Kobber er ett mye brukt tilsetningsstoff i bunnstoff til småbåter, og sink benyttes som anoder på drev og motorer på båter. Det er usikkert om dette har en signifikant innvirkning på metallkonsentrasjonene i vannmassene, men er en mulig kilde. Det var disse to metallene som ble klassifisert til tilstandsklasse IV "Dårlig" på alle stasjonene med unntak av sink på stasjon 2 som ble klassifisert til tilstandsklasse III "Moderat" og viser derfor at det sannsynligvis er utlekking fra hele deponikanten. Stasjon 1 hadde de høyeste verdiene for aluminium og nikkel, men det var ikke veldig stor variasjon mellom stasjonene.

## 4. Resultater SPMDer PAH og PCB i vannmassene

### 4.1 PAH

Konsentrasjonene av PAH<sub>16</sub> i SPMDene og beregnet konsentrasjon av løst fraksjon PAH<sub>16</sub> i vannmassene er vist i **Figur 5**. Blindprøve tilsvarende påslaget av PAH fra luften ved utsett og opptak av membranene.

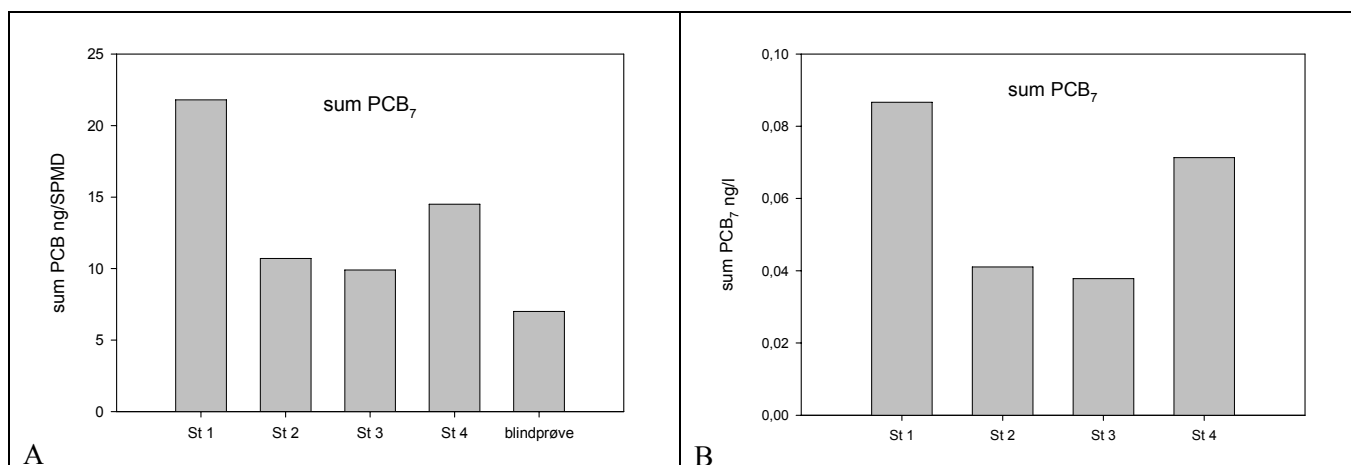


**Figur 5.** Konsentrasjoner av PAH<sub>16</sub> i SPMDer i Husnesvågen. Figur A viser konsentrasjonen målt pr. SPMD membran. Figur B viser beregnet konsentrasjon i vannmassene ut fra SPMD verdiene.

Konsentrasjonene av PAH<sub>16</sub> varierte mellom 4486 ng/membran på stasjon 1 til 2827 ng/membran på stasjon 3. Konsentrasjonen av PAH<sub>16</sub> omregnet til konsentrasjon i vannmassene viser lavest verdi på st. 3 lengs unna deponikanten og høyest verdi på st. 4 i småbåthavnen, men det er liten variasjon mellom stasjonene. Det er ikke utarbeidet klassegrenser for PAH i SPMDer. Det finnes noen undersøkelser å sammenligne resultatene med. I nærheten av belastede områder til aluminiumsverk med Søderbergteknologi er det målt konsentrasjoner på 30.000-60.000 ng/SPMD (Bakke m. fl. 2004). Ved sjøområdene utenfor Elkem Mosjøen ble det målt konsentrasjoner på mellom 3000-4400 ng/SPMD etter at det ble omlagt til Prebake teknologi (Næs m. fl. 2004), det tilsvarer nivåene som er funnet i Husnesvågen. Utenfor Sola raffineriet ble det målt konsentrasjoner på 1625-2455 ng/membran i belastete farvann og verdier på 348 ng/g i åpent farvann lengre unna raffineriet (Berge m. fl. 2000). Konsentrasjonene i Husnesvågen kan derfor karakteriseres som relativt lave, men likevel høyere enn i upåvirkede lokaliteter. Blindprøven, som bare ble eksponert i luft ved utsett og opptak av membranene viste ett lavt og neglisjerbart bidrag av PAH<sub>16</sub> i denne sammenheng.

## 4.2 PCB

Konsentrasjonene av PCB<sub>7</sub> i SPMDene og beregnet konsentrasjon av løst fraksjon PCB<sub>7</sub> i vannmassene er vist i **Figur 6**. Blindprøve tilsvarende påslaget av PCB<sub>7</sub> fra luften ved utsett og opptak av membranene.



**Figur 6.** Konsentrasjoner av PCB<sub>7</sub> i SPMDer i Husnesvågen. Figur A viser konsentrasjonen målt pr. SPMD membran. Figur B viser beregnet konsentrasjon i vannmassene ut fra SPMD verdiene.

Sum PCB<sub>7</sub> i **Figur 6** er summen av kongenerene med IUPAC nr: 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180. Noen av forbindelsene hadde lavere verdi enn deteksjonsgrensen, for disse ble deteksjonsgrensen satt som konsentrasjon. Blindprøven hadde under deteksjonsgrensen på 1 ng/SPMD for alle 7 kongenerer og får derved konsentrasjonen 7 ng/SPMD. Dette viser at det var lave konsentrasjoner nær deteksjonsgrensene på stasjon 2, 3 og noe høyere konsentrasjon på stasjon 1 og 4 (**Figur 6 A og B**).

## 4.3 Vurdering av PAH<sub>16</sub> og PCB<sub>7</sub> i vannmassene.

### 4.3.1 PAH<sub>16</sub>

Det er ikke utarbeidet klassegrenser for PAH i SPMDer, men det finnes noen relevante undersøkelser å sammenligne resultatene med. I nærheten av belastede områder til aluminiumsverk med Søderbergteknologi er det målt konsentrasjoner på 30.000-60.000 ng PAH<sub>16</sub>/SPMD (Bakke m. fl. 2004). Ved sjøområdene utenfor Elkem Mosjøen ble det målt konsentrasjoner på mellom 3000-4400 ng PAH<sub>16</sub>/SPMD etter at det ble omlagt til Prebake teknologi (Næs m. fl. 2004), det tilsvarende nivåene som er funnet i Husnesvågen. Utenfor Sola raffineriet ble det målt konsentrasjoner på 1625-2455 ng PAH<sub>16</sub>/membran i belastete farvann og verdier på 348 ng/g i åpent farvann lengre unna raffineriet (Berge m. fl. 2000). Konsentrasjonene i Husnesvågen kan derfor karakteriseres som relativt lave, men likevel høyere enn i upåvirkede lokaliteter. Blindprøven, som bare ble eksponert i luft ved utsett og opptak av membranene viste ett lavt og neglisjerbart bidrag av PAH<sub>16</sub> i denne sammenhengen.

#### 4.3.2 PCB<sub>7</sub> i vannmassene

Det er heller ikke utarbeidet klassegrenser for PCB<sub>7</sub> i SPMDer. Konsentrasjonene omregnet til vannmassene viser at det var lavest verdier på stasjon 2 og 3. Det var noe høyere verdier på stasjonene 1 og 4 som tyder på at det er en liten påvirkning av PCB på disse to stasjonene. Generelt sett er imidlertid konsentrasjonene lave.

## 5. Konklusjoner

- Det er blitt etablert to sedimentstasjoner i Husnesvågen som kan fungere som referansestasjoner til eventuelt senere overvåking slik at man kan avgjøre om en endring i påvirkning på sedimentet har funnet sted.
- Det var konsekvent lavere verdier av miljøgifter på sedimentstasjon 2 som var lengst unna deponikanten og utløpet av scrubbervann fra bedriften. Dette viser at påvirkningen av sedimentet avtar raskt med økende avstand fra deponikant, kaianlegg og avløpsvann fra bedriften.
- Vannprøver og prøver fra passive prøvetakere langs deponikanten viser forhøyede verdier av metallene kobber, bly og sink på stasjon 4 som er plassert i en liten småbåthavn. Metallene aluminium og nikkell er høyest på stasjon 1 nærmest kaianlegget til bedriften. Det kan tenkes at søl fra lossing og utlekking fra aktiviteter og båter i småbåthavnen kan gi en tilleggsbelastning i forhold til utlekking fra deponiet til disse to stasjonene.
- De passive prøvetakerne viste konsentrasjoner av PAH<sub>16</sub> langs deponikanten som var relativt lave, men likevel høyere enn i upåvirkede lokaliteter. Det var stasjon 1 og 4 som hadde de høyeste verdiene. Også for PCB<sub>7</sub> var det lave konsentrasjoner, men de viste det samme mønsteret som PAH<sub>16</sub> med høyest verdier på stasjon 1 og 4.

## 6. Referanser

- Bakke, H. B, Rygg, L.G. Golmen. 1991. Resipientundersøking i Kvinnherad 1990. NIVA rapport l. nr. 2565-1991.
- Bakke, T, Uriansrud, F. 2004. PAH i passive prøvetakere i sjøområdene utenfor Hydro Aluminium Sundal AS. NIVA rapport l. nr.4780-2004. 36s.
- Beyer, J., Bjørnstad, A, Rustad,I. 2002. Sjøkantdeponering av katodeavfall (SPL) fra aluminiumsindustrien. Rogalandforskning-RF. Referanse 7151625.70s + vedlegg.
- Hasle, J. R. 1988. Marin resipientundersøkelse ved avfallstipp fra aluminiumsproduksjon på Husnes i Kvinnherad.
- Molvær J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei og J. Sørensen 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. *SFTs veiledning 97:03. TA nr.1467/1997. 36s.*
- Næs, K. 1986. Sedimentundersøkelse ved Husnes. NIVA notat. O-86005. 3s.
- Næs, K. 2004. Overvåking av PAH i sjøområdet utenfor Elkem Aluminium Mosjøen ANS i forbindelse med utvidelse og omlegging til Prebake –teknologi. NIVA rapport l.nr 4906-2004. 20s.
- Næs, K., E.R. Iversen. 1993. Akvatiske effekter av deponert katodeavfall. NIVA rapport. L. nr. 2949. 38s.
- Rygg. B., Green, N. 1981. Resipientundersøkelse ved avfallstipp fra aluminiumproduksjon, Husnes i Kvinnherad. NIVA rapport. L. nr. 1258. 9s.
- SFT TA-2229/2007. Bakke T, Breedveld G, Källqvist T, Oen A, Eek E, Ruus A, Kibsgaard A, Helland A, Hylland K. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. SFT TA 2229/2007. Oslo. 12s.
- Sør-Norge Aluminium AS. 2008. Miljørapport 2007. Environmental report 2007. Utgitt av Sør-Norge Aluminium AS, 5640 Husnes. 27s.

## Vedlegg A. Analyseresultater

### Sedimenter:

Prøvenr	Analysevariabel	Enhet	St 1 I	St 1 II	St 1 III	St 1 IV	St 1 V	St 2 I	St 2 II	St 2 III	St 2 IV	St 2 V
3	Tørrestoff	%	56,6	55,7	50,8	45,5	56,0	74,7	78,3	73,6	72,7	77,6
	Kornfordeling <63µm	% t.v.	53	47	61	57	47	51	18	62	56	54
	Intern*											
6	Karbon, org. total	µg C/mg TS	75,5	61,6	71,5	64,2	57,2	5,0	4,0	6,8	6,4	6,3
	Cyanid, total	µg/g	0,17	0,22	0,24	0,24	0,31	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
	Ekstern											
	Fluorid	mg/kg TS	4110	3910	4570	4240	3790	1790	1330	1230	1300	1170
	Ekstern											
9-5	Aluminium	µg/g	70400	75100	75700	78800	76600	5610	4180	4790	5340	4850
9-5	Arsen	µg/g	6	4	6,2	6,7	5	<2	3	2	3	<2
9-5	Kadmium	µg/g	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
9-5	Krom	µg/g	10,9	9,9	12,1	11,3	9,5	8,6	4,0	6,0	7,4	5,9
9-5	Kobber	µg/g	10,1	9,81	10,2	14,2	8,85	5,1	2,8	3,3	3,6	3,6
4-3	Kvikksølv	µg/g	0,12	0,14	0,11	0,13	0,096	0,020	0,019	0,025	0,021	0,021
9-5	Nikkel	µg/g	57,5	50,0	60,8	67,0	53,4	6,8	4,6	6,1	7,0	6,1
9-5	Bly	µg/g	24	21	23	25	26	7,6	6,0	8,8	9,3	8,8
9-5	Sink	µg/g	84,0	82,3	76,7	85,1	77,3	25	18	23	25	23
2-3	Naftalen i sediment	µg/kg t.v.	42	49	54	110	53	<2	2,1	3,8	3,4	4,8
2-3	Acenaftylen	µg/kg t.v.	3,0	3,5	4,8	5,5	3,4	<2	<2	<2	<2	<2
2-3	Acenaften	µg/kg t.v.	83	110	100	280	110	<2	2,6	4,3	7,0	3,9
2-3	Fluoren	µg/kg t.v.	57	82	66	140	72	<2	<2	2,4	3,7	2,3
2-3	Dibenzotiofen	µg/kg t.v.	35	38	43	68	41	<2	<2	2,1	2,4	<2
2-3	Fenantren	µg/kg t.v.	580	620	670	1200	670	16	22	36	44	33
2-3	Antracen	µg/kg t.v.	150	150	190	270	160	3,5	5,7	7,9	9,1	8,4
2-3	Fluoranten	µg/kg t.v.	2000	1800	2700	3100	2000	40	50	81	91	76
2-3	Pyren	µg/kg t.v.	1200	1100	1600	1900	1200	31	40	63	72	62
2-3	Benz(a)antracen	µg/kg t.v.	2100	1700	2600	2400	2100	35	43	70	75	69
2-3	Chrysen	µg/kg t.v.	1700	1400	2200	2200	1600	31	38	60	66	59
2-3	Benzo(b+j)fluoranten	µg/kg t.v.	3700	3100	4100	4500	3500	94	110	180	180	180
2-3	Benzo(k)fluoranten	µg/kg t.v.	1100	980	1300	1500	1100	33	38	61	64	61
2-3	Benzo(e)pyren	µg/kg t.v.	1800	1500	2000	2300	1700	48	57	91	93	91
2-3	Benzo(a)pyren	µg/kg t.v.	970	880	1200	1600	1100	30	37	58	63	56
2-3	Perylen	µg/kg t.v.	220	190	280	360	210	6,8	7,8	11	12	11
2-3	Indeno(1,2,3cd)pyren	µg/kg t.v.	640	580	760	1100	770	31	38	60	64	58
2-3	Dibenz(ac+ah)antrac.	µg/kg t.v.	210	180	240	300	200	6,8	8,6	14	14	13
2-3	Benzo(ghi)perylene	µg/kg t.v.	580	540	700	1000	630	30	34	55	58	55



SPMD prøvetaker:

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings-dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	St 1 13/8-25/9. 14°C		2008.09.26	2008.11.11-2008.11.21
2	St 2 13/8-25/9. 14°C		2008.09.26	2008.11.11-2008.11.21
3	St 3 13/8-25/9. 14°C		2008.09.26	2008.11.11-2008.11.21
4	St 4 13/8-25/9. 14°C		2008.09.26	2008.11.11-2008.11.21
5	Blind 13/8-25/9. 14°C		2008.09.26	2008.11.11-2008.11.27

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3	4	5
			1,3	i	<1	1,0	<1
PCB-28	ng/SPMD	H 3-2*	1,3	i	<1	1,0	<1
PCB-52	ng/SPMD	H 3-2*	3,9	1,9	2,5	2,3	<1
PCB-101	ng/SPMD	H 3-2*	4,4	1,9	1,9	2,6	<1
PCB-118	ng/SPMD	H 3-2*	2,3	<1	1,1	1,3	<1
PCB-105	ng/SPMD	H 3-2*	<1	<1	<1	<1	<1
PCB-153	ng/SPMD	H 3-2*	4,0	1,8	1,5	2,8	<1
PCB-138	ng/SPMD	H 3-2*	4,5	2,4	1,9	3,3	<1
PCB-156	ng/SPMD	H 3-2*	<1	<1	<1	<1	<1
PCB-180	ng/SPMD	H 3-2*	1,4	1,7	<1	1,2	<1
PCB-209	ng/SPMD	H 3-2*	<1	<1	<1	<1	<1
Pentaklorbenzen	ng/SPMD	H 3-2*	12	6,1	17	7,6	<0,5
Alfa-HCH	ng/SPMD	H 3-2*	<1	<1	<1	<1	<1
Hexaklorbenzen	ng/SPMD	H 3-2*	9,7	6,4	9,9	8,3	<0,5
Gamma-HCH	ng/SPMD	H 3-2*	1,1	1,1	1,3	<1	1,9
Oktaklorstyren	ng/SPMD	H 3-2*	<1	<1	<1	<1	<1
4,4-DDE	ng/SPMD	H 3-2*	<1	<1	<1	<1	<1
4,4-DDD	ng/SPMD	H 3-2*	<2	<2	<2	<2	<2
Naftalen	ng/SPMD	H 2-2*	<5	<5	6,2	5,5	<5
Acenaftylen	ng/SPMD	H 2-2*	5,9	5,8	7,9	5,0	<5
Acenaften	ng/SPMD	H 2-2*	34	120	62	170	11
Fluoren	ng/SPMD	H 2-2	69	130	82	170	<5
Dibenzotiofen	ng/SPMD	H 2-2*	110	81	61	83	<5
Fenantren	ng/SPMD	H 2-2*	1100	900	760	960	27
Antracen	ng/SPMD	H 2-2*	12	49	22	73	<5
Fluoranten	ng/SPMD	H 2-2*	1600	870	880	1000	7,5
Pyren	ng/SPMD	H 2-2*	360	270	180	360	5,5
Benzo (a) antracen	ng/SPMD	H 2-2*	150	67	88	71	5,8
Chrysen D12	ng/SPMD	H 2-2*	1270	1010	1200	1140	1440
Chrysen	ng/SPMD	H 2-2*	500	220	380	210	<5
Benzo (b+j) fluoranten	ng/SPMD	H 2-2*	430	160	240	150	<5
Benzo (k) fluoranten	ng/SPMD	H 2-2*	91	37	54	43	<5
Benzo (e) pyren	ng/SPMD	H 2-2*	200	78	110	75	<5
Benzo (a) pyren	ng/SPMD	H 2-2*	42	14	16	14	<5
Perylen	ng/SPMD	H 2-2*	13	<5	<5	5,4	<5
Indeno (1,2,3cd) pyren	ng/SPMD	H 2-2*	40	16	24	17	<5
Dibenz (ac+ah) antrac.	ng/SPMD	H 2-2*	12	<5	6,2	<5	<5
Benzo (ghi) perylen	ng/SPMD	H 2-2*	40	16	19	16	<5
Sum PAH	ng/SPMD		<4813	<304	<300	<3432	<126,
Beregnet			,9	8,8	3,3	,9	8
Sum PAH16	ng/SPMD		<4490	<288	2827	<3269	<111,
Beregnet			,9	4,8	,3	,5	8
Sum KPAH	ng/SPMD		<1270	<524	814,	<515,	<40,8
Beregnet					4	5	
Acenaften-D10	ng/SPMD	H-2-2*	<5	54	21	78	2640
Flouren d10	ng/SPMD	H 2-2*	10	104	38	148	2400
Fenantren D10	ng/SPMD	H 2-2*	167	515	232	686	3170

DGT prøvetaker:

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	1 Sør-Al, 13/8-4/9. 16°C		2008.09.05	2008.09.25-2008.09.25
2	2 Sør-Al, 13/8-4/9. 16°C		2008.09.05	2008.09.25-2008.09.25
3	3 Sør-Al, 13/8-4/9. 16°C		2008.09.05	2008.09.25-2008.09.25
4	4 Sør-Al, 13/8-4/9. 16°C		2008.09.05	2008.09.25-2008.09.25

Analysevariabel	Prøvenr	Enhet	Metode	1	2	3	4
Aluminium		µg/l	E 8-3	0,48	0,38	0,20	0,34
Kadmium		µg/l	E 8-3	0,012	0,013	0,012	0,011
Krom		µg/l	E 8-3	s0,01	s<0,01	s0,03	s<0,01
Kobber		µg/l	E 8-3	0,26	0,20	0,18	1,2
Nikkel		µg/l	E 8-3	0,28	0,18	0,16	0,15
Bly		µg/l	E 8-3	0,0082	0,0079	0,0045	0,010
Sink		µg/l	E 8-3	0,86	1,4	1,0	2,5
DGT10			Intern*	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Vannprøver:

Navn SØR-AL  
Adresse

Deres referanse:

Vår referanse:

Dato

Rekv.nr. 2008-1744

30.01.2009

O.nr. O 28295

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 1	2008.08.13	2008.08.18	2008.09.03-2008.09.04
2	St 2	2008.08.13	2008.08.18	2008.09.03-2008.09.04
3	St 3	2008.08.13	2008.08.18	2008.09.03-2008.09.04
4	St 4	2008.08.13	2008.08.18	2008.09.03-2008.09.04

Analysevariabel	Prøvenr	Enhet	Metode	1	2	3	4
Aluminium		µg/l	Ekstern	26,1	30,1	25	36,7
Arsen		µg/l	Ekstern	2,2	3,8	2,7	2,6
Kadmium		µg/l	Ekstern	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Krom		µg/l	Ekstern	0,777	0,236	0,314	0,492
Kobber		µg/l	Ekstern	1,43	1,11	1,93	2,99
Kvikksølv		ng/l	E 4-3	<1,0	<1,0	5,0	1,0
Nikkel		µg/l	Ekstern	2,2	2,37	3,12	2,56
Bly		µg/l	Ekstern	0,376	0,329	0,51	1,39
Sink		µg/l	Ekstern	8,46	5,76	12,9	22,6

### Kommentarer

1 Metaller er sendt til ALS-Scandinavia