

# Årsrapport for miljøovervåking rundt AF Miljøbase Vats for 2009



**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**

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 Årsrapport for miljøovervåking rundt AF Miljøbase Vats for 2009	Løpenr. (for bestilling) 5928-2010	Dato 26.4.2010
	Prosjektnr. Undernr. O-28440	Sider Pris
Forfatter(e) Astri JS Kvassnes, Anders Hobæk, Torbjørn Johnsen, Mats Walday, Andrew K Sweetman, Hege Gundersen, Brage Rygg, Marijana Brkljacic og Gunhild Borgersen	Fagområde 313	Distribusjon Fri
	Geografisk område Rogaland	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) AF Decom Offshore	Oppdragsreferanse 1385
---------------------------------------	---------------------------

**Sammendrag**

NIVA har utført en miljøundersøkelse ved og rundt AF Miljøbase Vats i Vindafjord kommune, Rogaland, på oppdrag fra AF Decom Offshore. Undersøkelsene hadde som mål å kartlegge miljøsituasjonen rundt anlegget og omfattet dermed mange typer undersøkelser av mange media. Forurensingstilstanden er moderat til god for de aller fleste media og parametere som er undersøkt. Noen av resultatene indikerer at videre overvåkning er nødvendige. Dette gjelder spesielt flere miljøgifter i blåskjell, TBT i sedimenter, kvikksølv i brosmme og bly i krabbe. Det er ikke klare indikasjoner på at det er AF Miljøbase Vats som er forurensingskilden for disse funnene. I flere tilfeller viser referansestasjonene tilsvarende eller høyere forurensing. Kvikksølv i sedimenter utenfor Miljøbasen var ikke forhøyet og er i tilstandsklasse 1. Avrenning av ferskvann inneholdt moderat forhøyete konsentrasjoner av tungmetaller. Disse, sammen med nitrogen, stammer trolig fra anleggsarbeidet som har pågått i 2009. Vi forventer at disse verdiene reduseres i 2010. Analyser av rensed utslippsvann viser ingen overskridelser av stoffer det er gitt utslippstillatelse for. Vi finner imidlertid spor etter flere av Klifs prioriterte stoffer, da spesielt TBT, furaner, oktylfenol og etoksilater av nonyl- og oktylfenol over grenseverdiene som er gitt for sjøvann. Fortynning ved utløpet av utslippsledningen vil raskt fortynnes til under gjeldende grenseverdier for god økologisk tilstand. Vi anbefaler imidlertid at de observerte stoffene legges til den vanlige overvåkingen.

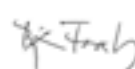
<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. AF Decom Offshore</li> <li>2. Vatsfjorden</li> <li>3. Miljøundersøkelse</li> <li>4. Kvikksølv</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. AF Decom Offshore</li> <li>2. Vatsfjord</li> <li>3. Environmental survey</li> <li>4. Mercury</li> </ol>
---	--



Astri JS Kvassnes  
Prosjektleder



Kristoffer Næs  
Forskningsleder



Bjørn Faafeng  
Seniorrådgiver

1385

**Årsrapport for miljøovervåking rundt AF Miljøbase  
Vats for 2009**

O-28440

## Forord

*Miljøundersøkelser er utført av Norsk institutt for vannforskning ved AF Miljøbase Vats i Vindafjord kommune i Rogaland. Undersøkelsene pågikk i hele 2009. Målsettingen med undersøkelsene har vært å få oversikt over miljøsituasjonen rundt anlegget for å kunne påvise eventuelle uoppdagete forurensninger. Jord, sigevann, bløtbunn, fisk, skaldyr, mose, utslippsvann og bekkevann ble undersøkt. Oppdragsgiver er AF Decom Offshore. Astri JS Kvassnes har vært prosjektleder, med medarbeidere Anders Hobæk, Torbjørn Johnsen, Andrew K Sweetman, Mats Walday, Brage Rygg, Marijana Brkljacic, Harald Hasle Heiaas og Hege Gundersen. Rapporten ble kvalitetssikret av Eirik Fjeld (vann og mose), Torgeir Bakke (sedimenter, jord og sigevann), Sigurd Øksnevad (fisk og skaldyr) samt Karl Jan Aanes og Kristoffer Næs. Kontaktpersonen ved AF Decom Offshore har vært Jorunn Hafstad.*

Bergen, april 2010

*Astri JS Kvassnes*

---

# Innhold

<b>1. Innledning</b>	<b>9</b>
<b>2. Bakgrunn</b>	<b>10</b>
2.1 AF Miljøbase Vats og de geografiske omgivelsene	10
2.2 Utslippstillatelsen av 09.06.09	10
2.3 Utslipp i 2009 samt tidligere kjente utslipp.	11
2.4 Tidligere studier ved AF Miljøbase Vats	14
<b>3. Miljøundersøkelsene</b>	<b>16</b>
3.1 Avrenning fra land til sjø: ferskvann og bekker	16
3.2 Avrenning fra land til sjø: utslippsvann	25
3.3 Undersøkelser av forurensing av grunnen - jordprøver	29
3.4 Undersøkelser av grunnforurensing - brønnprøver	31
3.5 Fisk og skalldyr	33
3.6 ROV-undersøkelser i nærområdet ved kaianleggene	44
3.7 Sedimenter – Kjemi	50
3.8 Sedimenter – Økotoksikologiske tester	56
3.9 Sedimenter – Oksygenopptak	59
3.10 Sedimenter – Makrofauna biodiversitet	60
3.11 Naturlig forekommende radioaktive stoffer (NORM)	64
3.12 Moseanalyser: Luftbårne tungmetaller i Vats, Vindafjord Kommune	68
<b>4. Referanser</b>	<b>81</b>

---

## Sammendrag

NIVA har, etter oppdrag fra AF Decom Offshore, studert miljøtilstanden rundt AF Miljøbase Vats ved Raunes i Vindafjord (Rogaland) i 2009. AF Decom Offshore resirkulerer utrangerte offshoreinstallasjoner ved AF Miljøbase Vats. Dette innebærer at installasjonene blir delt opp i store deler offshore og fraktet til land ved Miljøbasen, hvor materialene blir sortert for gjenvinning. En mindre del av materialene er farlig avfall og blir videresendt til godkjente mottak. Anlegget er nylig utvidet og nye kaiområder er bygget ut i sjøen. Kaiene heller innover fra sjøsiden for å unngå avrenning av forurenset vann. Et nytt renseanlegg er bygget for å ta hånd om alt vann som kommer fra kaiområdet.

Vår undersøkelse ble gjennomført for å skaffe en oversikt over miljøtilstanden i området. Dataene som er hentet inn skal gjøre det mulig å spore eventuelle effekter av virksomheten og virke som et grunnlag for tiltaksvurderinger i henhold til funnene som blir gjort.

I denne studien undersøkte NIVA:

- Forurensing av ferskvann i elver og bekker som renner igjennom området
- Forurensing av rensed utslippsvann fra anlegget
- Forurensing av grunnen på land: jordprøver og brønnprøver
- Forurensing av fisk og skalldyr
- ROV-undersøkelser i nærheten av kaiområdet, beskrivelse av søppel samt en evaluering av den biologiske utviklingen over tid
- Sedimentundersøkelser, derunder potensielle miljøgifter, økotoksikologiske tester, oksygenopptak og makrofauna biodiversitet
- Naturlig forekommende radioaktive materialer fra biota, sedimenter, ellevann og sjøvann
- Luftforurensing slik den kan registreres i mose

Innholdet av en rekke metaller i Rauneselva og i flombekker som går i rør gjennom kaiområdet, var forhøyet i forhold til ovenfor mottaksområdet, spesielt i første kvartal 2009. Mest markert gjaldt dette kopper, bly, kvikksølv og jern. Dette forholdet synes hovedsaklig å henge sammen med omfattende anleggsarbeid i området bak kaiområdet og med anlegging av nytt deponi for utgravde løsmasser.

Analysen av rensed utslippsvann viste ingen overskridelser av grensene for stoffer som det er gitt utslippstillatelse for, verken for konsentrasjonsnivå eller totalutslipp. Blant prioriterte stoffer ble det påvist TBT, furaner, oktylfenol, og etoksilater av nonyl- og oktylfenoler i utslippsvannet. Konsentrasjonene varierte mellom de forskjellige datoene prøvene var tatt, noe som tyder på at disse stoffene stammer fra ulike typer installasjoner som er behandlet i anlegget. Noen av stoffene på Klima- og forurensningsdirektoratets (Klif) liste over prioriterte stoffer ble også påvist, og disse bør inkluderes i den videre overvåking av utslippsvannet.

ROV-undersøkelsene viser at bunnforholdene i det undersøkte området varierer fra å være dominert av stor, ikke-begrodd sprengstein i Grønnavika der kaien nylig er utvidet, med et dekkende lag av steinstøv i områdene rundt innfyllingen, til normal bløtbunn med synlig fauna på bunnen og spor etter gravende fauna. Flora og fauna ved Raunesvika er som forventet ved et kaianlegg som dette, med blant annet bunnlevende alger, tare, sjøstjerner, fisk og krabbe. Bunnen besto av bløtbunn med innslag av grovere partikler som sand og grus, samt en del stein. På litt større dyp er det mest bløtbunn, men også innslag av fjell. Det er i denne undersøkelsen funnet og posisjonsbestemt rester av skrap samt gjenstander som stammer fra aktiviteter under utbyggingsperioden av anlegget. I forhold til tidligere registreringer (2004) ble det observert mindre skrot i 2009, men også mindre ålegress og sukkertare.

Tidligere rapporter fra området indikerer at det har vært en økning av kvikksølvkonsentrasjoner i de marine sedimentene utenfor AF Miljøbase Vats i perioden fra 2004-2006. I undersøkelsene som fulgte i årene etter 2006 er det ikke påvist økte konsentrasjoner av kvikksølv. I NIVAs undersøkelse av marine sedimenter fant vi at den kjemiske tilstanden til sedimentene er omtrent som undersøkelsene etter 2006 eller med noe lavere konsentrasjoner. I forhold til Klifs veileder (Klif TA-2229/2007) er PAH16 i sedimenter nært anlegget i tilstandsklasse II, mens TBT er opp til klasse IV. Kvikksølvanalysene i 2009 indikerte at sedimentene var i tilstandsklasse I. De andre stoffene som ble undersøkt (arsen, barium, kadmium, kobolt, krom, kobber, molybden, nikkel, fosfor, bly, vanadium, sink, PCB-stoffene, Pentaklorbensen, alfa-HCH, gamma-HCH, Heksaklorbensen, Oktaklorstyren 4,4-DDE, 4,4-DDD, MBT, DBT, MPT, DPT and TPT) hadde konsentrasjonsnivåer i tilstandsklasse I, eller var under deteksjonsgrensen for de stoffene som omfattes av klassifiseringsveilederen, TA-2229/2007. Noe overraskende hadde referanseprøvene som ble tatt langt fra

Miljøbasen i Vats, delvis forhøyete konsentrasjoner av PAH<sub>16</sub> og TBT, noe som ga en miljøtilstand i tilstandsklasse II. Konsentrasjonen av PAH<sub>16</sub> ga tilstandsklasse II i Krossfjorden, i indre Vatsfjorden og i området der Vatsfjorden og Yrkjesfjorden møtes. Indre Vatsfjorden hadde også TBT verdier i tilstandsklasse II. Dypvannsprøven utenfor Raunes viste ikke forhøyete konsentrasjoner, noe som indikerer at AF Miljøbase Vats ikke er kilden til forurensingen av TBT og PAH på referansestasjonene.

De økotoxikologiske undersøkelsene viser at alle prøvene har en toksisk effekt på algen *Skeletonema*. Sedimentene i Grønnavika hadde den sterkeste effekten, mens de dype referansestasjonene har minst effekt. Prøvene nært Rauneselvas utløp hadde en intermediær effekt på *Skeletonema*.

Oksygenopptaket i de marine sedimentene viste ingen statistisk forskjell mellom referansestasjonene og stasjonene nært kaiområdene.

Biodiversiteten av makrofauna viser at sedimentene nært kaiene har god økologisk status, mens den grunne stasjonen inne Vatsfjorden og den intermediære stasjonen i indre Yrkjesfjorden har moderat status med organismer som indikerer forurensing, dårlige oksygenforhold eller høy organisk tilførsel. Stasjonen i Grønnavika hadde mange individer av børstemarken *Polydora*, en art som indikerer forurensingspåvirkning.

Jordprøver ble tatt rett utenfor muren ved nordsiden av anlegget. En av disse prøvene viste benzo(a)pyren over Klifs normverdi. Andre analyserte stoffer lå under normverdiene i alle jordprøver. Resultatene bør følges opp i videre overvåking.

Vannprøver fra fire faste, omtrent fem meter dype, brønner boret igjennom membranen inne på anlegget hadde et akseptabelt innhold av de stoffene som ble analysert. Tungmetallene var under deteksjonsgrensen, mens jerninnholdet var under grenseverdien for drikkevann i to av prøvene. Det var forventet en viss saltvannsinntrengning i grunnen etter at membranen ble lagt, og pH i brønnvannet samsvarer med dette.

Analyser av blåskjell fra Vatsfjorden viste gjennomsnittlig sett moderat forurensning av arsen, kvikksølv, PCB, PAH, HCB og DDT uten at noe område utpeker seg som kildeområde. I klokjøtt fra krabbe ved Raunes var blyinnholdet over EUs grenseverdi for omsetning, mens både blykonsentrasjoner og alle andre analyserte miljøgifter fra resten av prøvetakingsstedene var innen normalområdet. Blykonsentrasjonen i krabbeklør fra Raunes var uvanlig høyt i forhold til det som ble funnet i brunmaten i de samme krabbene. Prøvene ble dermed analysert igjen med samme resultat. Vi anbefaler dermed ny fangst av krabbe ved denne stasjonen for å bekrefte resultatene og utelukke at resultatene skyldes forurensing i forbindelse med fangsten eller analysefeil. I torskefilet ble det funnet forhøyet kvikksølvkonsentrasjon (Tilstandsklasse II) ved Kråkenes lengst fra anlegget, men konsentrasjonen ligger godt under EUs grenseverdi for omsetning. I blandprøver av brosmefilet ble det funnet kvikksølvkonsentrasjoner på ~0,2 og ~0,4 mg/kg våtvekt henholdsvis ved Metteneset ved utløpet av Yrkjesfjorden og Mula utenfor Vatsfjorden. Konsentrasjonene overskrider den ofte anbefalte maksimumskonsentrasjonen på 0,2 mg/kg våtvekt for gravide og ammende kvinner. For flatfisk ble det ikke målt konsentrasjoner av metaller og fremmedstoffer over fastsatte grenseverdier.

NORM (Naturlig Forekommende Radioaktive Materialer) ble analysert i vannprøver fra Rauneselva, i sjøvann utenfor anlegget, i sedimentene fra bløtbunnsundersøkelsen samt fra flyndre og krabbe fisket før juli 2009. <sup>226</sup>Ra viser naturlig forekommende verdier, og <sup>228</sup>Ra og <sup>230</sup>Th har verdier under deteksjonsgrensen.

Luftforurensing ble målt i etasjemose på 13 stasjoner rundt Vatsfjorden. Det ble påvist støvspreddning i prøvene innenfor en radius på 300 meter fra kaien, d.v.s. til like utenfor ytterkanten av anlegget. Kvikksølv, kobolt, krom, kobber, nikkel, arsen, molybden, barium og vanadium viser forhøyete verdier på tre stasjoner langs randen av anlegget.

## Summary

Title: Annual report 2009 for environmental monitoring around AF Miljøbase Vats

Year: 2010

Author: Astri JS Kvassnes, Anders Hobæk, Torbjørn M Johnsen, Mats Walday, Andrew K Sweetman, Hege Gundersen, Brage Rygg, Marijana Brkljacic & Gunhild Borgersen

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-5663-5

The Norwegian Institute for Water Research has, on commission from AF Decom Offshore, studied the state of the environment at and around AF Miljøbase Vats at Raunes in Vindafjord Municipality, Rogaland, Norway in 2009. AF Decom Offshore recycles decommissioned offshore installations at AF Miljøbase Vats. The installations are cut into large sections offshore and freighted to shore at the Miljøbase. The installations are subsequently hoisted on shore and the materials sorted as hazardous waste and materials of value. The site of AF Miljøbase Vats has recently been expanded and new quay areas have been built into the sea. The quays incline inwards from the shore to avoid rainwater washing hazardous materials into the sea. A new treatment-plant for the processing-water and surface-water has been installed.

NIVAs investigation was performed to achieve an overview over the environmental status of the area surrounding AF Miljøbase Vats. The data collected will aid in tracing possible effects of AF Miljøbase Vats on its surroundings, and serve as a baseline for the remedial efforts that may follow any findings in the studies.

In this study, NIVA investigated the following subjects:

- Pollution of freshwater in rivers and creeks that flow through the Miljøbase
- Pollution of cleaned discharge waters that flow into the sea from the Miljøbase
- Pollution on land: soil and well-samples
- Pollution of fish and shellfish
- ROV-investigations near the quay areas, with identification of antropogenic debris and an evaluation of the biological state over time
- Sediment investigations, including analysis of potential environmental toxins, ecotoxicological testing, oxygen uptake measurements and macrofaunal diversity in the soft bottom sediments.
- Naturally occurring radioactive materials from biota, sediments, freshwater and saltwater
- Airborne pollution as recorded in moss

Several metals showed elevated concentrations in freshwater runoff, particularly in the first quarter of 2009, and most markedly for copper, lead, mercury and iron. The primary source of increased metal levels was probably extensive construction work behind the quay area, including transport and deposition of rockmasses that were dug up from the quay area and replaced at the new sites.

Chemical analyses of treated runoff water from the recovery plant indicated that permitted levels had not been exceeded for any substances for which limits have been set. However, the analyses also revealed that TBT's, furans, octylphenol, and etoxilates of nonylphenols and octylphenols sometimes occurred in the runoff. The temporal variation in these substances indicates that they derive from different types of installations being treated at the recovery plant. Some of the substances on Klif's prioritized substances were also detected, and these should be included in the future monitoring of the runoff.

The ROV-investigations indicated that the benthic substrate outside Raunes varies from being dominated by recently deposited blasted rocks without fouling, and smothering of rock flour where the quay has been expanded, to normal soft bottom with visible epifauna and also tracks from infauna. The flora and fauna are as expected in a harbour area like the one outside AF Miljøbase Vats, with e.g. benthic algae, kelp, starfish, fish and crab. The substrate in Raunesvika consists of soft sediments, mixed with sand, gravel and some stones in the shallower areas, but also some areas with bedrock. We have identified and positioned debris and various objects that derive from the recent construction work on the quays. Compared with similar registrations from 2004, we observed a reduction in the amount of debris, but also a reduction in the occurrence of eelgrass and sugar kelp.

A literature study of previous reports indicate an increase of mercury in the marine sediments outside AF Miljøbase Vats in the period from 2004 and 2006, but a general increase in concentrations of the analyzed substances has not been reported since then. Our investigation showed that the chemical state of the sediments is about the same as in previous investigations, or showing slightly lower concentrations. Relative to the



Norwegian sediment classification guideline (Klif TA-2229/2007) the PAH-concentration in sediments are in Class II, whereas TBT was in Class IV. Mercury concentrations in the sediments corresponded to Class I. The concentrations of other substances investigated (arsenic, barium, cadmium, cobalt, chromium, copper, mercury, molybdenum, nickel, phosphorus, lead, vanadium, zinc, PCBs, Pentaclorbenzene, alpha-HCH, Hexachlorbenzene, Gamma-HCH, Octachlorstyrene, 4,4-DDE, 4,4-DDD, MBT, DBT, MPT, DPT and TPT) from the samples close to the site are either in Class I, not classified in TA-2229/2007, or not detected. Surprisingly, the samples from the reference stations far from AF Miljøbase Vats had partly elevated concentration of PAH<sub>16</sub> and TBT, higher than Class I. The PAH<sub>16</sub> concentrations were in Class II in Krossfjorden and inner Vatsfjord and where Vatsfjorden and Yrkjesfjorden meet. The inner Vatsfjord also has TBT concentrations in Class II. It should be noted that the deeper area just outside Raunes, at 100 meters, does not show these elevated signals of PAH and TBT, suggesting that the elevated levels further out originate from elsewhere than the Miljøbase.

The ecotoxicological testing of the sediments show toxic effect of all the sediments tested, of which the sediments in Grønevika near the plant had the most marked effect on the test alga *Skeletonema*. The deep reference stations had the least effect. The samples near Rauneselva had an intermediate effect.

The macrofaunal biodiversity indicates that the marine sediments near the quays have good ecological quality, whereas the shallow and intermediate reference stations in the inner Vats fjord and inner Yrkjesfjord have moderate condition, with species indicating pollution, poor oxygen conditions, or high organic stress. The station in Grønevika contained high abundance of the bristle worm species *Polydora*, an indicator of pollution.

One of several soil samples taken along a concrete wall at the northern edge of the recycling plant contained benzo(b)fluoranthene level above the criteria given by Klif for polluted soil. Levels of the other contaminants meet the criteria for sensitive soil use in all soil samples.. We recommend regular monitoring of the site.

Water from four permanent five meter deep wells drilled through the tarmac and membrane inside the quays had acceptable quality in terms of the substances analyzed. The heavy metals were below the analytical limit of detection, whereas iron complied with the acceptable level for drinking water in two of the samples. We suspect some seawater penetration into the groundwater after the membrane sealed off the rainwater from the subsoil. This was indicated by the pH in the subsurface water.

Mussels collected from Vatsfjorden were moderately polluted by arsenic, mercury, PCB, PAH, HCB and DDT (Class II in the Klif System for Environmental Classification in fjords and coastal waters). However, no source area could be pointed out. Muscle tissue in claws of edible crab from Raunes contained lead concentrations above the maximum level for sale in EU. Corresponding samples from all other stations had reference levels of lead and other contaminants.. The unusual value led to reanalysis, which gave similar results. We have therefore recommended that the station is sampled again to eliminate false results due to sample contamination or analysis. Cod fillet from Kråkens contained moderate (Class II) pollution of mercury. Tusk (*Brosme brosme*) fillet collected at Metteneset and Mula contained mercury concentrations of ~0,2 and ~0,4 mg/kg wet weight respectively. Pregnant and nursing women are often not recommended by the Norwegian Government to eat fish with mercury concentration exceeding 0,2 mg/kg wet weight, and we recommended that the results should be communicated to Mattilsynet. Flatfish did not contain metals or micro pollutants above the maximum level for sale in EU.

NORM (Naturally occurring Radioactive Material) was analysed in water samples from Rauneselva, in seawater outside the quays, in the sediments from the soft bottom sampling and from flounder and crab fished before the 1<sup>st</sup> of July 2009. <sup>226</sup>Ra concentrations indicate naturally occurring values, whereas <sup>228</sup>Ra and <sup>210</sup>Pb concentrations were below the level of detection.

Air-borne pollution was analyzed in a type of moss (*Hylocomium splendens*) around the Vats Fjord. Dust uptake was detected in the samples taken in a radius of 300 meters from the center of the quays. Mercury, cobalt, chromium, copper, nickel, arsenic, molybdenum, barium and vanadium had elevated concentrations in the moss from the three stations at the border of the Miljøbase.

# 1. Innledning

Denne årsrapporten for miljøundersøkelser vedrørende AF Miljøbase Vats er en studie av miljøstatusen innenfor og utenfor anlegget ved Vatsfjorden i Vindafjord Kommune.

AF Miljøbase Vats er et resirkuleringsanlegg for utrangerte oljeinstallasjoner. Plattformen og annet offshoreutstyr blir transportert fra havet i store deler, heist på land og demontert i sine enkelte bestanddeler. Resirkulerbart materiale blir skilt fra materiale som ikke kan gjenvinnes. Alt avfall blir sendt til godkjente mottak.

Klif har gitt AF Decom Offshore en utslippstillatelse datert 30.06.2005, sist revidert av Fylkesmannen i Rogaland 09.06.09.

Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA) har gjennomført en miljøundersøkelse både inne på anlegget og i området rundt. Arbeidet har pågått i hele 2009. Denne årsrapporten skal være den første av seks rapporter frem til årsrapporten for 2014. Resultatene fra årsrapporten i 2009 skal brukes til å evaluere hvilke typer analyser som er viktige i overvåkingen videre.

Elementene i overvåkingsplanen er vist i **Tabell 1**. Vi har brukt en rekke laboratorier. NIVA-laboratoriet arbeider etter ISO-17025-akkreditering. ALS-Scandinavia har analysert prøver når NIVA-laboratoriet ikke har hatt teknikker tilgjengelig eller ikke har hatt kapasitet. Eurofins har analysert jordprøvene i sin spesielle SFTJ-pakke.

**Tabell 1.** Elementene i miljøovervåkingsplanen for AF Miljøbase Vats i 2009.

Tema	Hovedinnhold av analysene
Potensiell forurensning fra anlegget på bekker som renner forbi eller under anlegget.	Uorganiske miljøgifter, næringssalter
Potensiell forurensning med rensset overvann fra anlegget	Alle stoffer spesifisert i utslippstillatelsen (både organiske og uorganiske)
Jordprøver rundt anlegget, sigevann i brønnprøver inne på anlegget	Organiske og uorganiske miljøgifter, olje
Bløtbunnsforhold i sjøsedimentene nært anlegget og regionalt i fjordene, inkludert:	
-Kjemisk status for sedimentene	Organiske og uorganiske miljøgifter
-Biologisk status for bløtbunnsamfunnene	Artsrikdom og tetthet
-Oksygenopptak i sedimentene	Winkler titrering etter inkubering
-Økologiske analyser av sedimentene	<i>Skeletonema</i> -test
Forurensning i kommersielle fisk og skalldyrarter	Organiske og uorganiske miljøgifter
Luftbåren tungmetallforurensning som registrert i etasjemose ved anlegget og regionalt	Tungmetaller inkludert kvikksølv
Undervannsundersøkelse med fjernstyrt ubåt (ROV):	
-inspeksjon av antropogene objekter	Detaljert liste over funn
-inspeksjon av nåværende og tidligere biologisk tilstand av kaiområdene med henblikk på forandring	Observasjon av opptak ved marinbiolog
Lavradioaktivt materiale:	
-vannprøver fra bekk, sjø, fordrøyningsbasseng og prosessvannanlegg	Radioaktive isotoper
-sedimentprøver lokalt og regionalt	Radioaktive isotoper
-krabbe og flyndre	Radioaktive isotoper

## 2. Bakgrunn

### 2.1 AF Miljøbase Vats og de geografiske omgivelsene

AF Miljøbase Vats ligger på Raunes i Nedre Vats i Vindafjord kommune i Rogaland. Anlegget ligger på vestsiden av Vatsfjorden, en 5 kilometer lang fjord som møter Yrkjesfjorden i sør (**Figur 1**). Anlegget har vært i drift siden 2004. Området har hatt flere brukere. Et sagbruk har ligget ved Rauneselva. Den svært dype fjorden har tillatt at store offshoreinstallasjoner tidligere er blitt satt sammen der Vats og Yrkjesfjorden møtes. Det har også vært småbåthavn, fiskeoppdrett og et mottak for dekk ved Raunes tidligere.

Vatsfjordens bassenger skilles av moreneterskler. Tvedten (1999) viste at de indre fjordbassengene hadde stillestående bunnvann som ble anoksisk (uten oksygen) i deler av året. Det sørlige bassenget, sør for den 30 meter dype terskelen ved Steinneset nord for Raunes tilar i dybden mot sør, til 160 meter hvor Vatsfjorden møter Yrkjesfjorden. Yrkjesfjorden møter Krossfjorden i øst.

AF Miljøbase Vats har utvidet kaianlegget i 2008 og 2009 til dypere vann i den terskelfrie fjorden. Undergrunnen under kaiene er beskyttet av membraner som ikke lar vann renne igjennom. Alt vann som faller på den innoverhellende kaien, inkludert regnvann, samles opp og renses igjennom et vannrenseanlegg før det går i et dykket utslipp på 23 meters dyp.

### 2.2 Utslippstillatelsen av 09.06.09

Fylkesmannen i Rogaland har i 2009 gitt en revidert utslippstillatelse for AF Miljøbase Vats. Hovedtrekkene i utslippstillatelsen slik den er relevant for NIVAs undersøkelse er vist i (**Tabell 2**). Det tillates utslipp til fjorden for enkelte stoffer.

**Tabell 2.** Utslippsgrensene for tillatt forurensing fra renseanlegget til AF Miljøbase Vats til sjøen i Vatsfjorden. Grensene er satt av Fylkesmannen i Rogaland, 09.06.09.

#### Utslippsgrenser for vann fra renseanlegg til sjø:

<i>Utslippskomponent</i>	<i>Konsentrasjonsgrense (mg/l) Midlingstid: 1 time</i>	<i>Langtidsgrense (kg/år)</i>	Gjelder fra
Olje	20	1 200	d.d.
Jern (Fe)	10	600	d.d.
Bly (Pb)	1,0	60	d.d.
Kvikksølv (Hg)	0,001	0,060	d.d.
Kadmium (Cd)	0,01	0,600	d.d.
Surhetsgrad	pH 6 - 9,5		d.d.

Avlopsstrom  
Surhetsgrad (pH)

125 m<sup>3</sup>/time  
6,0 – 9,5

Gjelder fra d.d.  
Gjelder fra d.d.


Det er ikke satt grenseverdier for utslipp til luft. Grunnen på og rundt anlegget skal ikke forurenses. I tillegg er det lagt til grunn at det ikke skal slippes ut kjemikalier som er på Klifs liste over prioriterte stoffer i den grad at de har miljøkonsekvenser. Det utbes også i tillatelsen at man minimiserer de tillatte utslippene.

Det er i tillegg regulativer for andre problemer som støy, trafikk og nedleggelse.

## 2.3 Utslipp i 2009 samt tidligere kjente utslipp.

I 2009 opplyser bedriften at det ble det sluppet ut følgende mengde stoffer (**Tabell 3**):

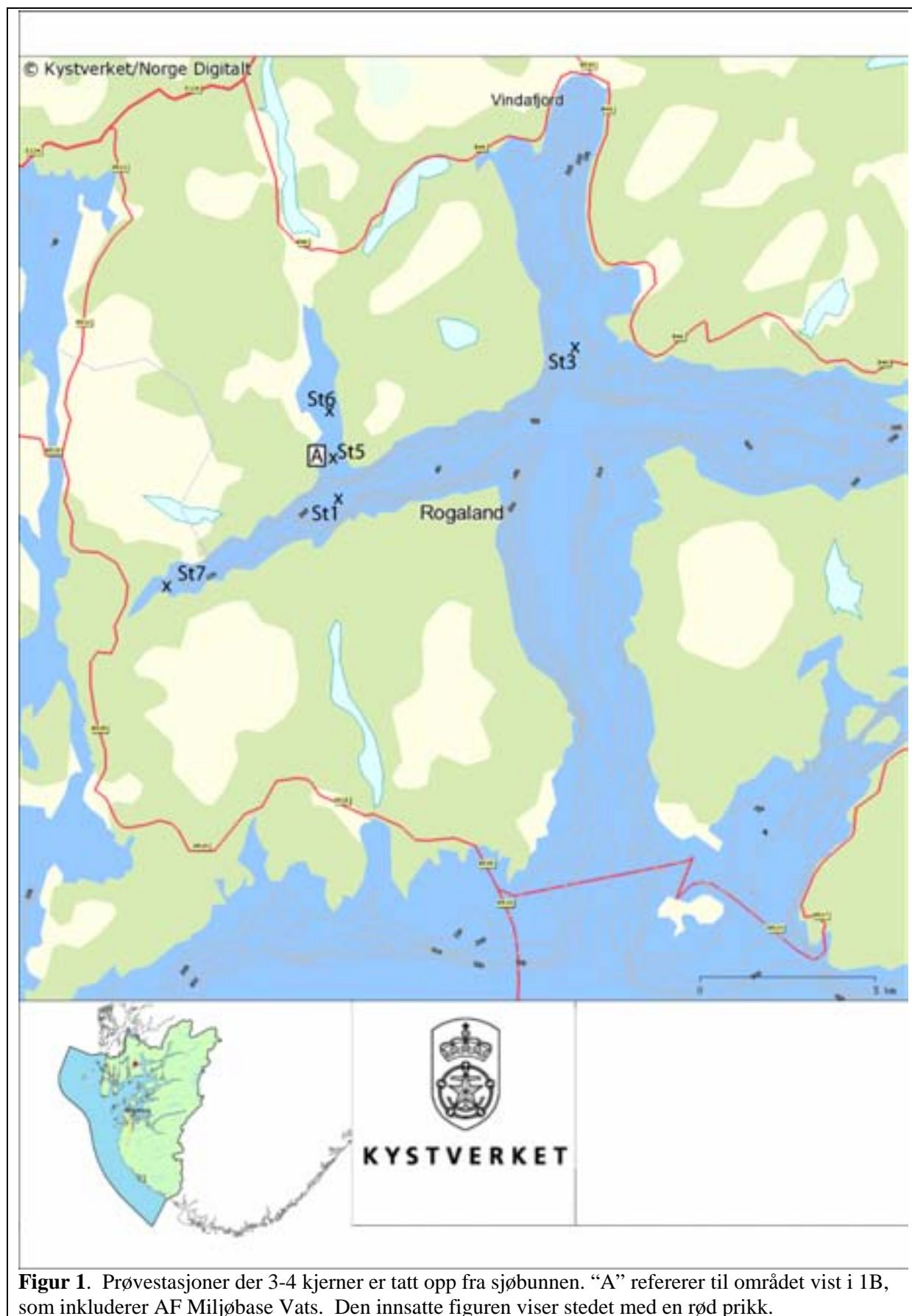
**Tabell 3.** De totale mengdene kjemikalier fra utslippsvannet fra AF Miljøbase Vats. Beregningene er bedriftens egne tall. <http://www.afgruppen.no/no/Riving-og-gjenvinning/Bygger-europas-mest-moderne-og-miljoriktige-mottaksanlegg/Utslippsmalinger/>

 <b>Overvåking utslippsvann fra AF Miljøbase Vats</b>							
Utslippskomponent	Langtidsgrense iht tillatelse [µg/l]	Utslippsmengde 1. kvartal 2009 [kg]	Utslippsmengde 2. kvartal 2009 [kg]	Utslippsmengde 3. kvartal 2009 [kg]	Utslippsmengde 4. kvartal 2009 [kg]	Utslippsmengde akkumulert 2009 [kg]	Mengde i % av grense [%]
Bly, Pb	60	0,0007	0,0002	0,0021	0,0049	0,0088	0,01%
Jern, Fe	400	0,16	0,03	0,59	2,65	3,4	0,8%
Kadmium, Cd	0,6	0,00004	0,00001	0,00059	0,0095	0,01	1,7%
Kvikksølv, Hg	0,06	0,00000002	0,00000004	0,00024	0,00034	0,0006	1,0%
Ølje, THC Totalsum	1 200	0,02	0,07	2,96	2,65	5,7	0,5%
Vannmengde til sjø [liter]	165 000 000	3 748 000	788 000	59 186 710	52 926 410	116 649 120	70,7%

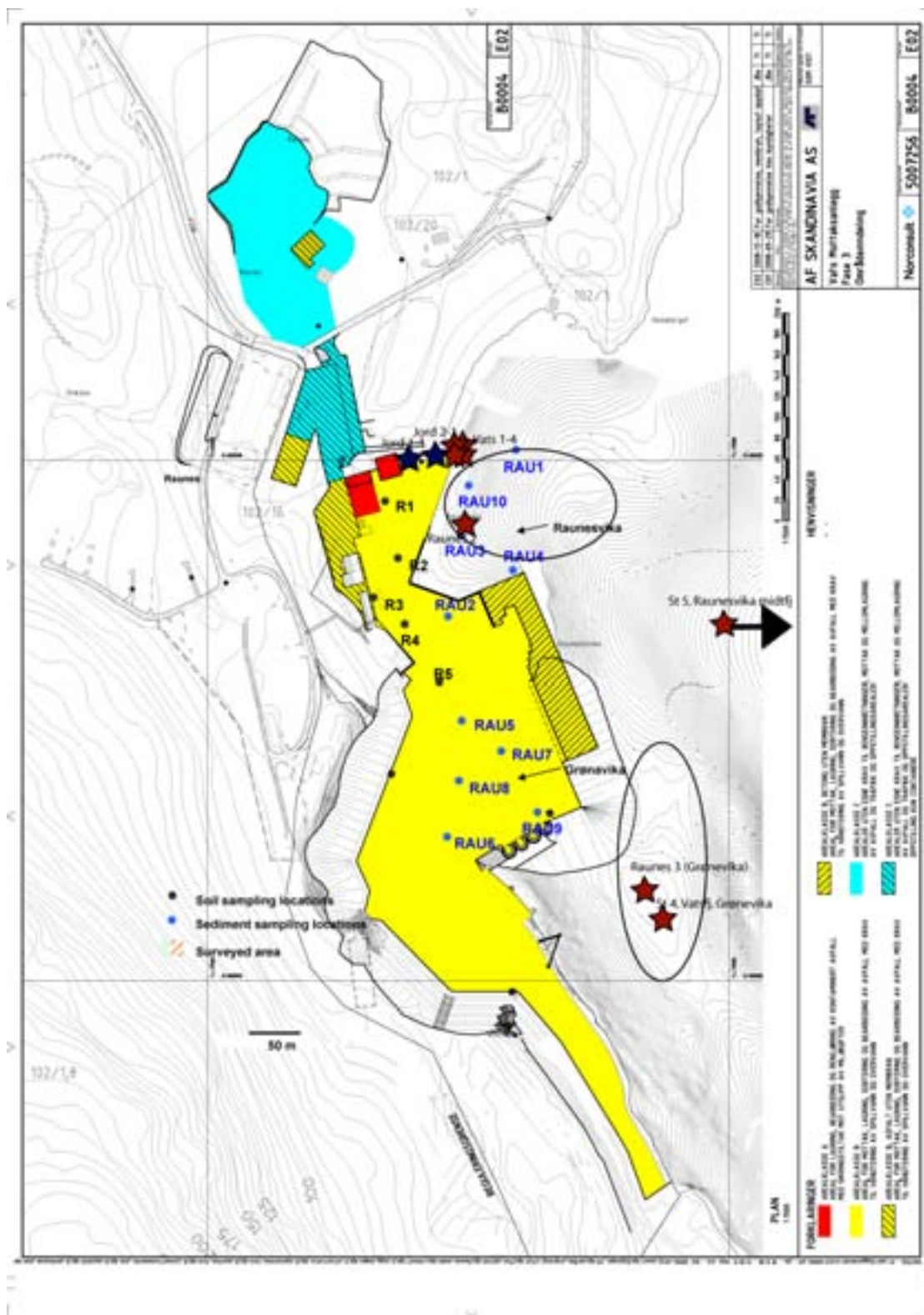
Utslippsmengde i 2. kvartal er beregnet på grunnlag av analysedata fra 1. kvartal.

Hvis konsentrasjonen er lavere enn deteksjonsgrensen, er deteksjonsgrensen benyttet som mengdegrunnlag.

I 2005 og 2006 ble det sluppet ut 598 gram kvikksølv. Utslipet ble innmeldt til Fylkesmannen i Rogaland. Så snart bedriften ble klar over problemstillingen ble det installert renseanlegg for utslippsvannet. I 2009 ble kapasiteten på renseanlegget utvidet. Dette var i drift fra første halvår 2009. Det ble da sluppet ut 0,6 gram kvikksølv fra renseanlegget i 2009, 1 % av det som er tillatt i forhold til utslippstillatelsen.



**Figur 1.** Prøvestasjoner der 3-4 kjerner er tatt opp fra sjøbunnen. "A" refererer til området vist i 1B, som inkluderer AF Miljøbase Vats. Den innsatte figuren viser stedet med en rød prikk.



**Figur 2.** De nye kaiområdene til AF Miljøbase Vats ved Raunes er vist i gult. Stasjoner for prøvetaking i overvåkingen er vist. Blå skrift (RAU#) viser tidligere prøvetakingsplasser for sedimenter. Sort tekst (R#) viser tidligere prøvetakingsplasser for jord. Blå stjerner (Jord#) viser stasjoner for jordprøver, brune stjerner for sedimentprøver. Ellipsene viser områder der det ble planlagt å ta prøver i dette studiet, der det delvis viste seg at deler av områdene var dekket av nye steinblokker.



## 2.4 Tidligere studier ved AF Miljøbase Vats

Flere miljøundersøkelser har blitt gjort i nærheten av Raunes. **Tabell 4** oppsummerer disse.

**Tabell 4.** Oppsummering av studier utført på eller ved Raunes, stedet der AF Miljøbase Vats ligger.

<b>Tittel</b>	<b>År</b>	<b>Forfatter</b>	<b>Hovedkonklusjoner</b>
Resipientundersøkelse i Vatsfjorden, Vindafjord Kommune	1999	Tvedten, Rogalandsforskning	Det kommunale kloakutslippet bør plasseres på sørsiden av terskelen ved Raunes på grunn av stillestående vannmasser og dermed begrenset resipientkapasitet i de indre bassengene av Vatsfjorden. Kloakken slippes dermed nå ut i dypet i samme basseng som AF Miljøbase Vats.
Assessment of environmental implications of mooring the Hutton TLP in Vatsfjorden	2002	Kjeilen et al., Rogalandsforskning	Miljøforholdene langs kaien i Grønnavika var gode. Sedimentene og vannsøylen var lite forurenset og det var ikke noen forskjell mellom stasjonene ved kaien og referansestasjonene. TBT ble ikke analysert i denne undersøkelsen. PAH var i Tilstandsklasse 2 etter de nyeste klassegrensene (Klif TA-2229).
Environmental Baseline Report for Raunes, Vindafjord Kommune	2004	Kristensen, Miljøbistand AS	Jorden var ikke forurenset. Det var TBT-forurensing i Raunesvika (Tilstandsklasse 4) og Grønnavika (Tilstandsklasse 2-3); PAH henholdsvis i klasse 2-3 og 2-4. En prøve viste DDT i Grønnavika. Menneskeskaptede objekter ble kartlagt og store mengder bildekk ble avdekket.
Miljøundersøkelse Vats- Ekofisk, avsluttende undersøkelse	2007	Misund, COWI	Et oppfølgingsstudium etter "Ekofisk 2/4T topside removal". Jorden var ikke forurenset, med unntak av krom og olje som hadde nivåer høyere enn grensene for sensitive jordbruk. Sedimentene i Raunesvika var fremdeles forurenset med TBT (opp til klasse 4) men var avtagende. Kvikksølv ble registrert i tilstandsklasse 2 i en prøve, mens alle de andre metallene var i tilstandsklasse 1. Sedimentene i Grønnavika var enda forurenset med TBT (Tilstandsklasse 4 i en prøve, ellers i tilstandsklasse 1 og 2). PAH konsentrasjonene var lave, og lavere enn i 2004. Kvikksølvkonsentrasjoner som tilsvarer klasse 2 ble funnet i et punkt (RAU7). Det ble avledet at de økte verdiene for kvikksølv kommer av aktiviteten på land. DDT ble ikke påvist i studiet. Menneskeskaptede objekter i sjøen besto av dekk, metall og rør.
Miljøundersøkelse Vats – Ekofisk, baseline undersøkelse	2008	Misund, COWI	Et oppfølgingsstudium av Kategori 1 prosjektet. Jorden var ikke forurenset, med unntak av krom og olje som hadde høyere verdier enn normverdiene. Kvikksølv var ikke påvist i jorden. Sinkverdiene var høyere enn tidligere. Sedimentene i sjøen var fremdeles forurenset i tilstandsklasse 4 for TBT innerst i vikene. PAH er økende men fremdeles i klasse 2. Kvikksølv ble funnet i klasse 1 i alle sedimentprøvene og de positive effektene av sandfilteret ble sett. De andre analyserte metallene var i tilstandsklasse 1. Grønnavika hadde mindre TBT-forurensing enn Raunesvika. Noen av prøvene viste en økning. PAH var i tilstandsklasse 1. Alle målingene for kvikksølv i sedimentene var i tilstandsklasse 1 og 2. DDT ble funnet i en prøve. Menneskeskaptede objekter i sjøen besto av dekk og metall i begge buktene.

Analyser av Blåskjell ved og rundt Vats Mottaksanlegg	2008	Kvassnes, NIVA	Tungmetallnivået i blåskjell ble funnet til å være lavt, i tilstandsklasse 1, med unntak av arsen som var i tilstandsklasse 2 (Klifs veileder 97:3). Det er mulig at arsen er forhøyet i bukten generelt.
Gjennomgang av rapporter fra undersøkelser i Vatsfjorden – Fokus på Vats Mottaksanlegg	2008	Misund, COWI	En oversiktsartikkel om tidligere undersøkelser ved AF Miljøbase Vats. Forfatterne fant det sannsynlig at små mengder kvikksølv hadde blitt sluppet ut i buktene ved Grønnavika og Raunesvika. I Raunesvika er det sannsynlig at kvikksølvet ble sluppet ut før sandfilteret ble installert før prosessvannsutslippet i 2006. TBT var noe økt i Raunesvika men redusert i Grønnavika. ROV-undersøkelsene fant metall-rester og dekk i buktene, men det er ingen virkelig endring i miljøtilstanden fra 2007 til 2008.
Undersøkelser av mulig transport av tungmetaller via Rauneselva ut i sjøen	2009	Misund, COWI	Miljøvernforbundets lokalavdeling hadde tatt prøver av sediment 20 meter fra munningen til Rauneselva og prøven viste et svært høyt nivå av kvikksølv (2,3 mg/kg) og sink (1000mg/kg). En såkalt "hot-spot" undersøkelse ble utført og COWI forsøkte å finne lignende verdier. Dette lyktes ikke og det ble ikke funnet like høye verdier for kvikksølv. Imidlertid ble det funnet lekkasjer i skjøtene i betongveggen som grenser mot Rauneselva. Dette ga forhøyete verdier av kvikksølv i jordprøver direkte utenfor veggen og jorden ble fjernet der den var forurenset.
Partikkelforurensning I Vatsfjorden	2009	Johnsen, NIVA	Det ble undersøkt om byggingen av de nye kaiområdene ved AF Miljøbase Vats forårsaket økt turbiditet i sjøen. Små mineralflak ble funnet i vannmassene og enkelte lag av vannsøylen bar disse steinstøvpartiklene innover i Vatsfjorden. Et litteraturstudium fant ikke at konsentrasjonene ville føre til akutt dødelighet for marin fisk eller skalldyr, men det kan ikke utelukkes at konsentrasjonene førte til stress og redusert motstand mot sykdom.



## 3. Miljøundersøkelsene

### 3.1 Avrenning fra land til sjø: ferskvann og bekker

#### 3.1.1 Innledning

Overvåkingsprogrammet i ferskvann omfattet stasjoner i Rauneselva og i bekker som passerer gjennom mottaksområdet. Rauneselva er lagt i rør under innkjørselen til området, men følger ellers sitt naturlige leie. Flere flombekker fanges inn i rør som ledes under anleggsområdet. Disse skal være helt skjermet for vanntilførsel fra det faste dekket. Hensikten med prøvetakingen var derfor primært å dokumentere om disse vannveiene tilføres forurensning fra anleggsområdet, med fokus på metaller inklusive kvikksølv. For Rauneselva inngikk også næringssalter og flere generelle vannkvalitetsparametre for å kunne vurdere tilstanden i elva, og dennes bidrag av næringssalter til fjorden.

Utenom det oppsatte programmet ble det i tillegg tatt prøver i en bekk som renner utenom selve anleggsområdet. Denne munner i Vatsfjorden ved Indralandsvika nord for anleggsområdet, og drenerer et område der utgravde masser fra mottaksområdet ble deponert i 2009.

#### 3.1.2 Metoder

Programmet var satt opp med stasjoner ovenfor og nedenfor anleggsområdet i to flombekker og Rauneselva. I praksis viste dette seg å være vanskelig å gjennomføre. I løpet av anleggsperioden ble bekkene lagt om, og ført i rør under dekket. For en av dem ble det umulig å komme til utløpet i sjøen. I tillegg ble bekkene omlagt også ved og utenfor gjerdet. I følge det opprinnelige kartet munnet to bekker ut i Grønnavika. I løpet av 2009 er det laget tre bekkeløp gjennom anleggsområdet: i tillegg til de to mer opprinnelige bekkene dreneres nå området mellom dem til et eget løp. I løpet 2009 har altså terrenget endret seg mer og mer fra det opprinnelige kartet. Den store aktiviteten med graving og transport av masser til nytt deponi i nord har medført at vannkvaliteten også ved de øvre stasjonene kan ha blitt påvirket, selv om prøvetakingen ble lagt ovenfor anleggsaktiviteten så godt som mulig. Flombekkerne er imidlertid små og går ofte tørre i terrenget ovenfor.

En oversikt over stasjoner for prøvetaking er vist i **Tabell 5**. Stasjonene er også avmerket på kart i **Figur 3**, **Figur 4** og **Figur 5**.

Tabell 5. Stasjoner for vannprøvetaking i ferskvann. Stasjonene er også vist på kart (**Figur 3- Figur 5**). Koordinater (UTM sone 32V) er avlest fra kart, og for stasjonene BS1, BS2, BM1, BM2 og BN1 er koordinatene omtrentlige (terreng og kart stemmer ikke lenger overens).

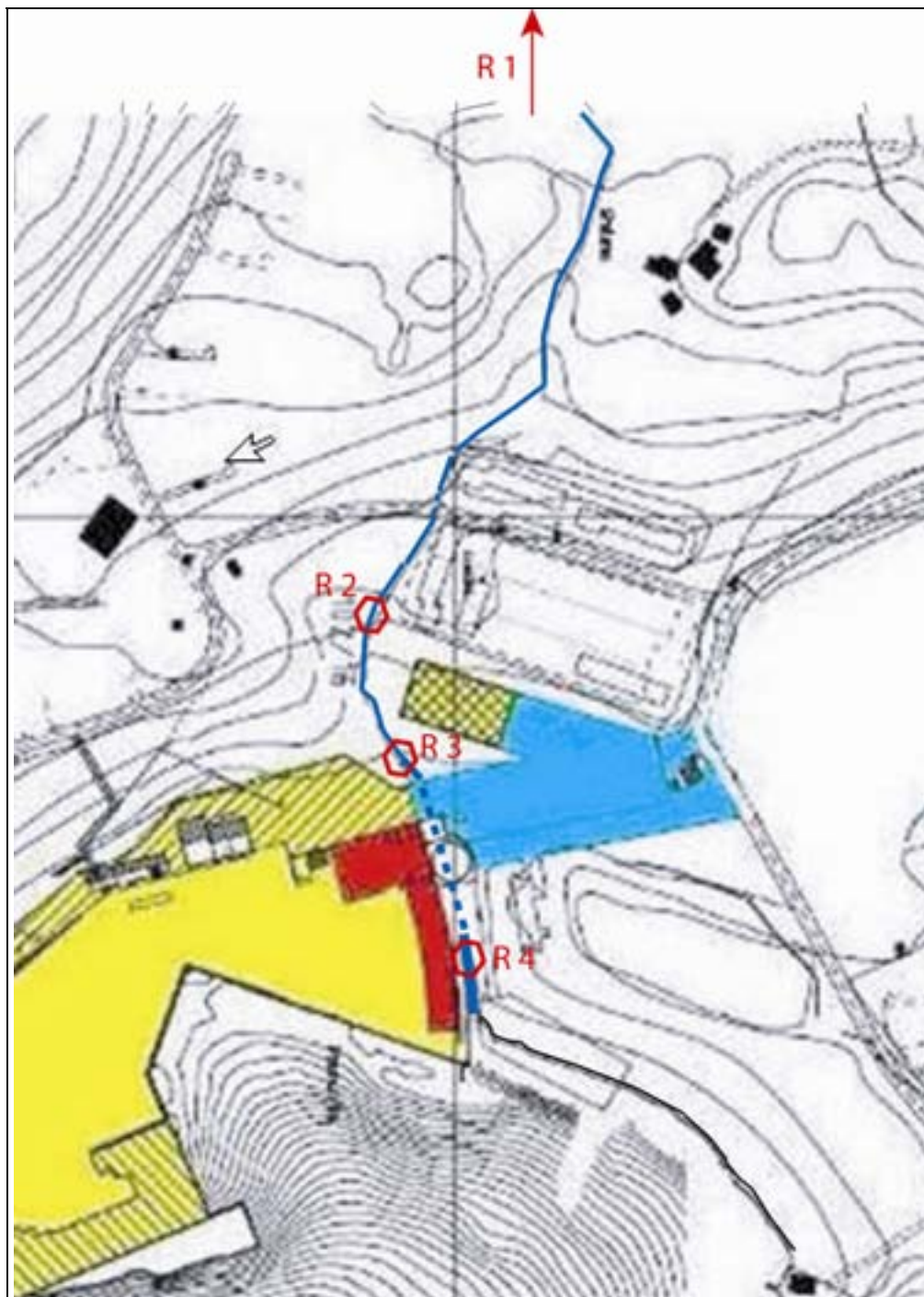
Stasjon	Prøvetakingspunkt	UTM Øst	UTM Nord
R1	Rauneselva ovenfor anleggsområde	315040	6593610
R2	Rauneselva ved gjerde	315406	6593677
R3	Rauneselva ved rør	315462	6593696
R4	Rauneselva utløp	315505	6593709
BS1	Bekk Sør ovenfor anleggsområde	315593	6593156
BS2	Bekk Sør utløp	315628	6593323
BM1	Bekk Mellom ovenfor	315389	6593297
BM2	Bekk Mellom i kum på anleggsområde	315552	6593390
BN1	Bekk Nord ovenfor anleggsområde	315280	5693529
BN2	Bekk Nord ovenfor kum	315500	6593542
ND1	Bekk ovenfor nytt deponi	314893	6593842
ND2	Bekk nedenfor nytt deponi	315098	6594116



**Figur 3.** Oversiktskart over undersøkelsesområdet for prøvetaking i ferskvann. Kartet viser situasjonen før utbygging av mottaksanlegget. Opprinnelig var det to flombekker som munnet ut i Grønnavika. Nederste del av Rauneselva mottar en sidebekk fra nord - denne er nå lagt i rør og drenerer areal for mellomlagring og oppstilling. Stasjonene som er indikert ligger utenfor mottaksområdet (flere stasjoner er vist på detaljkart i

**Figur 4** og **Figur 5**). Området for nytt deponi er grovt indikert som en grå firkant. Bekken som drenerer dette arealet løper sammen med Raunesbekken som munner i Indralandsvika. Kart fra Fiskeridirektoratets karttjeneste (<http://kart.fiskeridir.no/adaptive/>).

Prøvetaking er gjennomført så langt det har vært mulig å komme til bekkene, og så sant det har rent vann i disse. Under en lang tørrværsperiode på forsommeren 2009 var bekkene stort sett tørre. Vannprøver ble tatt direkte i bekkene på faste stasjoner så langt dette var mulig. For Rauneselva ble det i februar 2009 tatt prøver på fire stasjoner, men senere bare to stasjoner (som opprinnelig planlagt). Totalt sett er imidlertid tatt prøver på færre tidspunkt enn planlagt. Planen forutsatte at prøver skulle tas lokalt etter instruksjon første gang, men i praksis har NIVA måttet ta alle prøver.

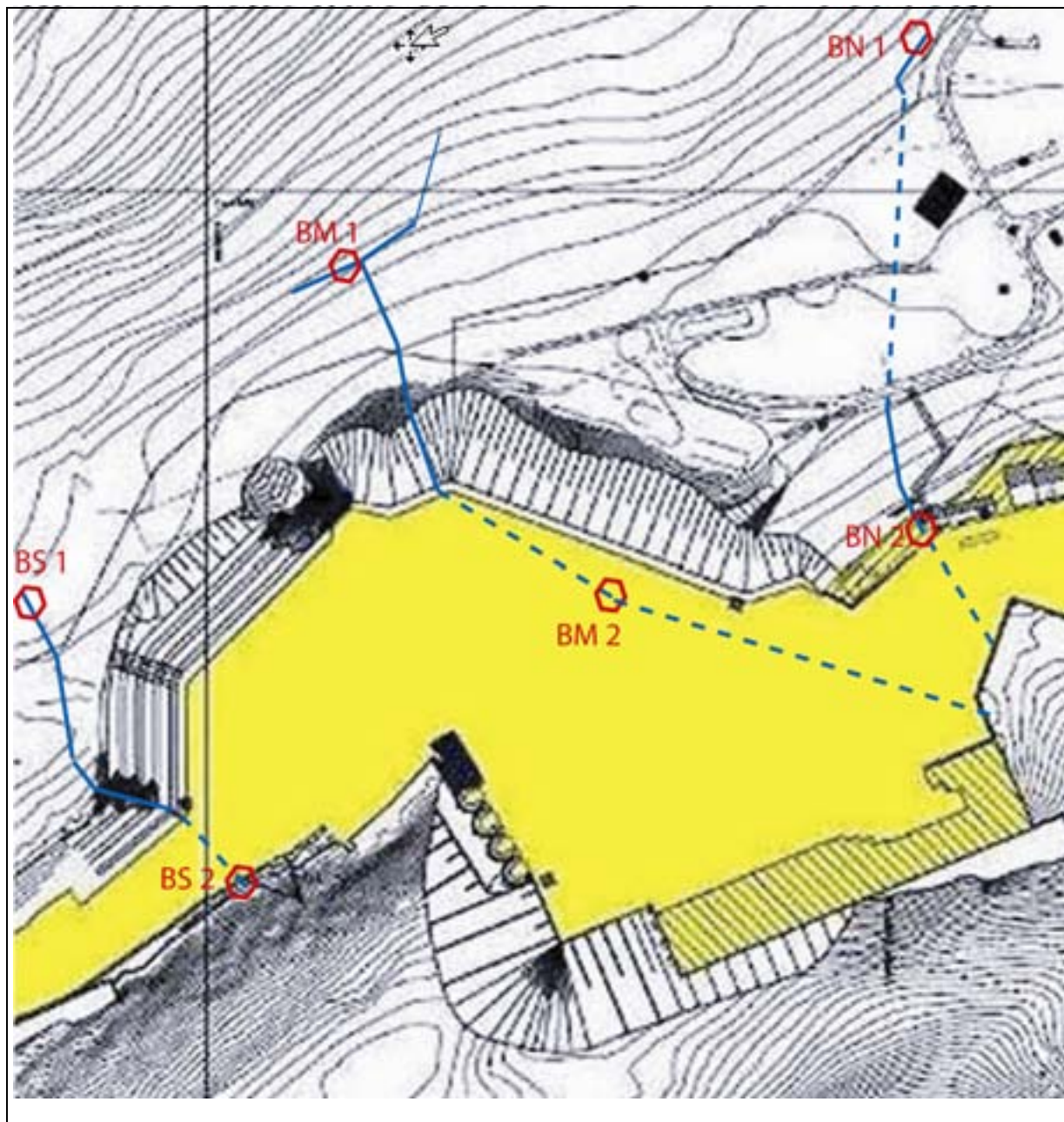


**Figur 4.** Stasjoner for prøvetaking i Rauneselva 2009. Stasjon R1 ligger utenfor mottaksområdet og er vist i **Figur 3**. Kartgrunnlaget er fra AF Miljøbase Vats, Områdeinndeling. De gule arealene er arealklasse B (asfalt med membran; skravert gul er asfalt uten membran), og røde arealer er arealklasse A (mest omfattende sikringstiltak mot avrenning av miljøgifter). Arealer farget blått er arealklasse C (uten spesielle rensekrav for avrenning).

Det nye deponiet i nord var under utfylling ved første besøk i februar 2009. Det ble da tatt vannprøver i en bekk som drenerer området. For sammenligning ble det også tatt prøver i en bekk som renner inn i



området. Denne renner under veien som går opp til kommunens drikkevannsanlegg, like ved en ferist. Bekken er liten og ikke vist på økonomisk kart. Det ble også tatt prøver i mai og juli 2009, men bekken ovenfor var tørr i juli.



**Figur 5.** Stasjoner for prøvetaking i flombekker i mottaksområdet. Rørlagte deler er vist stiple. Bekk i nord (BN) går trolig i grunnen mellom BN1 og BN2, og antatt sig er vist stiple. Bekkeløp i de øvre delene av kartet er endret gjennom 2009, og er plassert på kartet etter skisser gjort i felt. Kaiområdet har Arealklasse B (se

**Figur 4).** Kartgrunnlaget er fra AF Miljøbase Vats, Områdeinndeling.

De nyeste kriterier for klassifisering av vannkvalitet er gitt gjennom Vannforskriften og Veileder for klassifisering av miljøtilstand i vann (Direktoratsgruppen for gjennomføring av Vanddirektivet 2009). Her er gitt grenseverdier for miljøstandarder (grenser mellom God og Moderat kjemisk kvalitet) for en

rekke organiske og uorganiske stoffer. Grenseverdier er imidlertid ikke ferdig utarbeidet for alle aktuelle forbindelser. For noen av disse finnes kriterier i et eldre klassifiseringssystem (Andersen m. fl. 1997). Resultatene diskuteres her i forhold til begge kriteriesett, og i forhold til AF Decoms utslippstillatelse.

### 3.1.3 Resultater Rauneselva

#### Generell vannkvalitet og næringsalter

Måleresultater er vist i **Tabell 6**. I utløpet av elva fant vi en økning i alle parametere sammenlignet med ovenfor anleggsområdet, unntatt for Farge og Totalt organisk karbon (TOC). De to sistnevnte parametrene uttrykker delvis det samme, og reduksjonen skyldes trolig fortykning av elvevannet med overvann som har lavere karboninnhold. Humus i elvevannet stammer fra jordsmonn i nedbørfeltet.

Det totale ioneinnholdet (målt som konduktivitet) var høyere nedenfor enn ovenfor anleggsområdet ved alle prøvetakinger, men mest markert i juli. På dette tidspunktet hadde det vært tørrvær over en lengre periode, og vannføringen derfor liten. Den unormalt høye konduktiviteten tyder på innslag av sjøvann i utløpselva ved dette tidspunktet. På de andre datoene var økningen i konduktivitet ca 65 %.

**Tabell 6.** Generelle vannkvalitetsparametre og næringsalter målt i Rauneselva 2009.

Stasjon	Dato	pH	KOND mS/m	TURB FNU	FARG mg Pt/l	Tot-P µg P/l	Tot-N µg N/l	NO3-N µg N/l	TOC mg C/l
R1 Ovenfor anleggsområde	05.05	5,25	3,4	1,12	106	5	425	100	11,8
R1 Ovenfor anleggsområde	06.07	6,05	5,62	1,03	62,7	8	375	103	7,4
R1 Ovenfor anleggsområde	20.08	5,81	3,67	0,77	60,4	5	255	29	6,6
R1 Ovenfor anleggsområde	08.09	5,54	3,2	0,87	70,8	5	255	26	7
R1 Ovenfor anleggsområde	30.11	5,52	3,63	0,86	54,6	4	265	66	5,3
R4 Utløp til sjø	05.05	6,94	10,3	5,00	92,1	9	810	350	9,5
R4 Utløp til sjø	06.07	6,96	25	2,53	46,8	11	480	135	4,9
R4 Utløp til sjø	20.08	7,05	8,76	2,37	52,2	6	480	235	5,5
R4 Utløp til sjø	08.09	6,74	5,58	1,24	66,2	6	370	135	6,4
R4 Utløp til sjø	30.11	6,68	5,79	1,91	48,8	5	390	175	4,5

pH viste en økning på omtrent 1,5 enheter. Partikkelmengden viste også en økning (i gjennomsnitt 2,7 ganger høyere turbiditet). Det er sannsynlig at denne økningen i partikkelmengde dels stammer fra anleggsvirksomheten i 2009, og dels fra parkeringsområdet utenfor anleggsområdet.

For næringsstoffene fosfor og nitrogen målte vi 35-60% økning. Nivået for total-fosfor lå imidlertid lavt, og gjennomsnittskonsentrasjon nedenfor anleggsområdet var bare 7.4 µg/L. For total-nitrogen økte konsentrasjonen i elva med 105-385 µg/L gjennom anleggsområdet, og middel konsentrasjon ved utløpet var 506 µg/L. Det er sannsynlig at en del av denne økningen stammer fra sprengstoff benyttet under anleggsarbeidet.

Vurdert etter Vanndirektivets klassifiseringssystem (Direktoratsgruppa 2009) holdt vannet i utløpselva klassen "Svært god" for pH og totalt fosfor. For nitrogen endret klassen seg fra "Svært god" (så vidt under grensen til "God") ovenfor anleggsområdet til "Moderat" i utløpselva. Et eldre klassifiseringssystem (Klif 1997) omfatter flere fysisk/kjemiske elementer enn det nye. I følge dette ville f. eks. partikkelmengden karakteriseres som klasse II "God" ovenfor anleggsområdet og klasse III "Mindre god" nedenfor. Etter det samme systemet ville fosformengden også endres fra Klasse I "Svært god" ovenfor til klasse II "God" nedenfor. For fosfor var imidlertid differensen ganske liten, og middelverdien i utløpselva (7.4 µg/L) bare så vidt over grenseverdien for klasse II som er 7.0 µg/L.

## Metaller

Måleresultater for metaller er vist i **Tabell 7**. I februar 2009 ble det tatt prøver på fire stasjoner i elva, og konsentrasjoner på disse stasjonene er vist i Figur 6 og Figur 7. På dette tidspunktet var arbeidet med å legge opp et nytt deponi utenfor anleggsområdet i gang.

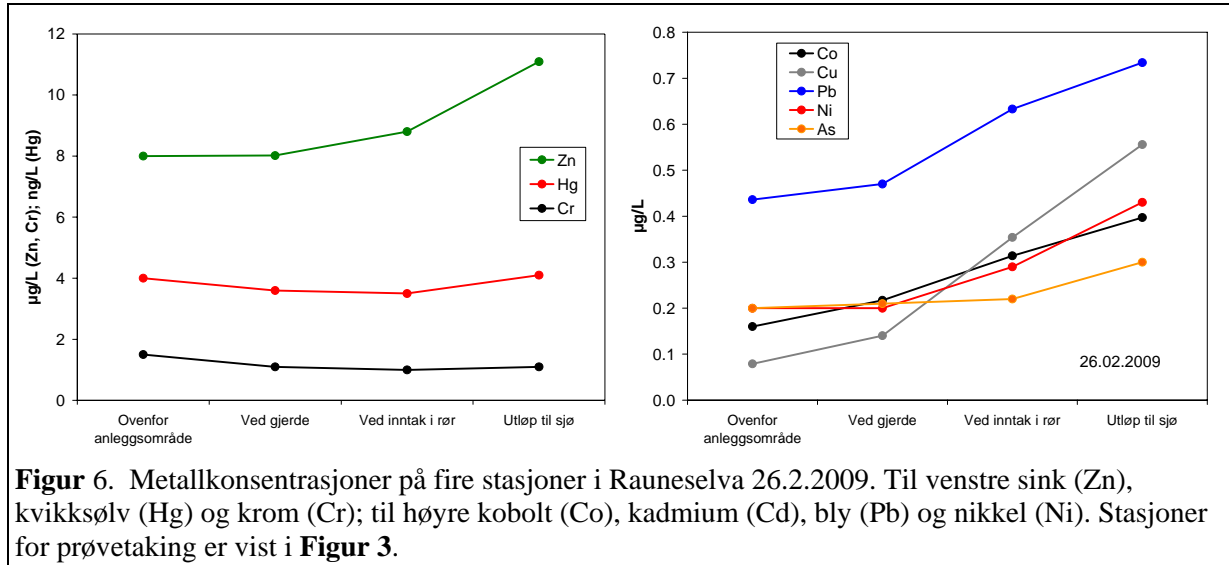
Målingene i februar indikerte økte konsentrasjoner av flere metaller allerede utenfor det egentlige anleggsområdet. Dette gjelder sink, bly, kobolt, kopper, nikkel (Figur 6), og spesielt for jern (Figur 7). Det er sannsynlig at tilførselene til elva vesentlig skyldes avrenning fra sprengstein og masser som ikke var tildekket under denne anleggsperioden.

For krom og kvikksølv var konsentrasjonene i elva omtrent identisk ovenfor anleggsområdet og ved utløpet ved alle prøvetakinger. Vurdert ut fra middelverdiene var forholdet det samme også for arsen og kadmium, selv om vi kunne observere en viss økning ved målingene i februar.

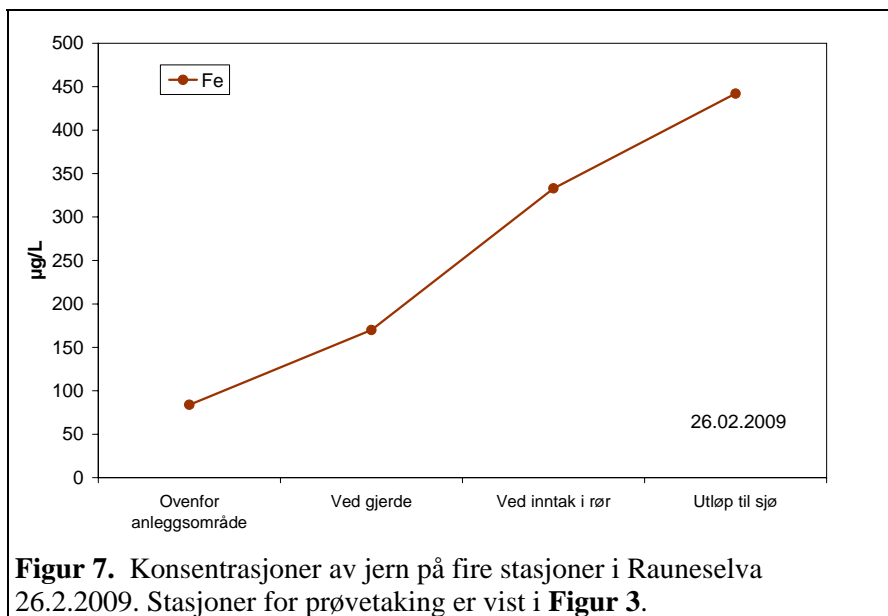
**Tabell 7.** Målinger av metaller (inklusive kvikksølv) i Rauneselva i 2009. Merk at konsentrasjon av kvikksølv er i ng/L. Analyseresultater merket 's' for As og Cr indikerer større usikkerhet enn normalt ved disse målingene (pga. høyt kloridinnhold).

Stasjon	Dato	As µg/l	Cd µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Fe µg/l	Hg ng/l	Ni µg/l	Pb µg/l	Zn µg/l
R1 Ovenfor anleggsområde	26.02	0,20	0,039	0,160	1,5	0,079	84	2,5	0,20	0,436	4,00
R1 Ovenfor anleggsområde	05.05	0,30	0,029	0,12	<0,1	0314	220	<1,0	0,20	1,11	3,88
R1 Ovenfor anleggsområde	06.07	0,20	0,029	0,062	<0,1	0,356	140	2,0	0,20	0,382	4,72
R1 Ovenfor anleggsområde	30.11	0,20	0,031	0,110	0,79	0,280	140	5,0	0,10	0,518	5,55
R2 Ved gjerde	26.02	0,21	0,032	0,217	1,1	0,140	170	2,5	0,20	0,470	4,42
R2 Ved gjerde	05.05	0,27	0,031	0,14	<0,1	0,393	220	<1,0	0,24	0,914	4,39
R2 Ved gjerde	06.07	0,20	0,010	0,055	s0,2	0,416	120	1,0	0,22	0,209	2,10
R3 Ved inntak i rør	26.02	0,22	0,043	0,314	1,0	0,354	333	2,5	0,29	0,633	5,30
R4 Utløp til sjø	26.02	s0,30	0,043	0,397	s1,1	0,556	442	3,0	0,43	0,734	6,99
R4 Utløp til sjø	05.05	S0,38	0,033	0,444	S0,2	0,818	569	9,5	0,40	0,844	5,73
R4 Utløp til sjø	06.07	s0,09	0,020	0,258	<0,1	0,707	606	5,5	0,30	0,260	6,19
R4 Utløp til sjø	30.11	0,23	0,031	0,170	0,85	0,852	240	2,5	0,30	0,406	5,34

Mest markert økning fant vi for jern, kopper, kobolt og nikkel, som alle lå over dobbelt så høyt i utløpselva som ovenfor anleggsområdet. Mindre økning fant vi også for sink (30 % økning) og kvikksølv (16 % økning). Arsen, bly og kadmium viste ubetydelig forskjell ovenfor og nedenfor anleggsområdet, og krom lå litt lavere i utløpet enn ovenfor anleggsområdet.



Vanndirektivet angir grenseverdier for prioriterte stoffer i kystvann og ferskvann (Direktoratsgruppa 2009). Her er gitt såkalte "Ecological Quality Standards" (EQS) for kadmium, bly, kvikksølv og nikkel. Standardene er grenseverdier som ikke må overskrides som årlig gjennomsnitt eller som maksimalverdier. Ingen av disse elementene (Cd, Pb, Hg, Ni) overskrider standardene ved noen av målingene.



Klif's tidligere klassifiseringssystem (Klif 1997) gav kriterier for flere metaller om ikke dekket av Vannforskriften, og kriteriene var også strengere for noen av dem. I følge dette systemet ville kvikksølv og krom ligge i klasse II ("God") både ovenfor og nedenfor anleggsområdet. For kopper og sink får vi klasse I ("Meget god") ovenfor, og klasse II nedenfor anleggsområdet. Jern vurderes ikke som en miljøgift.

### 3.1.4 Bekker gjennom anleggsområdet og ved nytt deponi

Prøvetaking i bekker ble nokså uregelmessig i 2009, dels fordi kaianlegget fortsatt var under ferdigstillelse, og dels fordi det pågikk omfattende arbeid med utsprenning og deponering av sprengstein fra skråningen bak selve mottaksområdet. Planen var opprinnelig å ta prøver i bekkene ved ulike tidspunkt med stor avrenning for å dokumentere eventuelle tilførsler fra selve mottaksområdet med tett dekke.

Innhold av metaller målt i bekkene er vist i **Tabell 8**. Bekken i nord skiller seg ut med relativt høye konsentrasjoner av kopper, kvikksølv og sink ved innløp i kum (stasjon BN2) i februar. Da var gravearbeid og transport i skråningen ovenfor intenst, og de høye konsentrasjonene må ses i sammenheng med avrenning fra eksponerte steinmasser. Senere prøver viste lavere verdier. De andre to bekkene viste lavere verdier, men kunne ikke prøvetas like ofte. De må likevel antas ha vært mindre affisert av anleggsarbeidet, siden området som bekken i nord drenerer er omveltet i langt større grad, og i tillegg går transportveien til det nye deponiet gjennom dette feltet.

En uventet observasjon var høyere kvikksølvkonsentrasjon på øvre enn nedre stasjon i bekken i sør 30/11. Årsaken til dette er ukjent. Resultatene gir ingen indikasjon på tilførsler til bekkene fra det faste dekket, men videre prøvetaking er nødvendig for å vurdere dette når arealet i lia bak mottaksanlegget har stabilisert seg.

**Tabell 8.** Målinger av metaller (inklusive kvikksølv) i flombekker og i avrenning fra nytt deponi i 2009. Merk at konsentrasjon av kvikksølv er i ng/L. Analyseresultater for As og Cr merket 's' indikerer større usikkerhet enn normalt ved disse målingene (pga. høyt kloridinnhold).

Stasjon	Dato	As µg/l	Cd µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Fe µg/l	Hg ng/l	Ni µg/l	Pb µg/l	Zn µg/l
BN1 Bekk Nord ovenfor	26.02	0,07	0,034	0,072	s0,69	<0,01	<10	2	0,2	0,095	2,33
BN2 Bekk Nord ved kum	26.02	s0,65	0,078	2,52	s1,9	2,59	2780	10,5	1,7	3,97	19,3
BN2 Bekk Nord ved kum	05.05	s0,44	0,062	2,34	<0,1	1,67	1050	3	s1,2	0,305	8,24
BN2 Bekk Nord ved kum	06.07	<0,05	0,044	1,31	<0,1	2,33	372	<1,0	s0,40	0,11	s4,92
BN2 Bekk Nord ved kum	30.11	s0,37	0,028	0,748	s1,6	1,24	362	1,5	0,63	0,351	5,02
BM1 Bekk Mellom ovenfor	30.11	0,10	0,020	0,036	0,96	0,220	<10	1,5	0,05	0,031	1,4
BM2 Bekk Mellom i kum	30.11	0,22	0,020	0,160	1,3	0,493	150	<1,0	0,23	0,253	2,36
BS1 Bekk Sør ovenfor	06.07	0,08	0,022	0,065	<0,1	0,190	56	1,5	0,09	0,19	4,14
BS1 Bekk Sør ovenfor	30.11	0,10	0,034	0,120	0,75	0,160	39	5	0,1	0,17	2,81
BS2 Bekk Sør utløp	30.11	0,10	0,029	0,110	0,87	0,170	20	<1,0	0,1	0,13	2,78
ND1 Nytt deponi ovenfor	26.02	0,08	0,029	0,160	0,56	<0,01	10	1	0,21	0,062	2,25
ND1 Nytt deponi ovenfor	05.05	<0,05	0,028	0,061	<0,1	0,27	20	9,5	0,2	0,056	1,8
ND2 Nytt deponi nedenfor	26.02	s0,55	0,047	1,52	s1,5	2,27	1590	8	1,3	2,39	13,1
ND2 Nytt deponi nedenfor	05.05	0,54	0,033	1,1	s0,3	1,05	1040	3,5	0,6	0,77	7,26
ND2 Nytt deponi nedenfor	06.07	1,5	0,025	1,54	s0,30	0,679	1750	1,5	0,56	0,607	2,17

I november målte vi i tillegg til metallene også pH, konduktivitet og turbiditet i bekkene (**Tabell 9**). Målingene bekreftet forhøyet partikkelinnhold på de nedre stasjonene unntatt for bekken i sør. Prøven fra den nedre stasjon i mellomste bekk (BM2) ble tatt i en kum på selve dekket. Her var det sedimentert mye partikler i kummen, og det var vanskelig å få tatt prøve uten å virvle opp disse. Det synes klart at anleggsarbeidet har medført partikkeltransport til sjøen, og at metallene påvist i avrenningen i vesentlig grad henger sammen med partikkelavrenning fra anleggsarbeidet.

**Tabell 9.** Generelle vannkvalitetsparametre målt i flombekker og avrenning fra nytt deponi i 2009.



Stasjon	Dato	pH	KOND mS/m	TURB FNU	STS mg/l
BN1 Bekk Nord ved kum	30.11	7,21	14,6	5,48	
BM1 Bekk Mellom ovenfor	30.11	6,66	4,60	0,36	
BM2 Bekk Mellom i kum	30.11	7,23	6,40	3,02	
BS1 Bekk Sør ovenfor	30.11	5,76	3,66	0,30	
BS2 Bekk Sør utløp	30.11	6,27	3,93	0,82	
ND2 Nytt deponi nedenfor	26.02			237	146

Utsprengte masser fra mottaksområdet ble vinteren og våren 2009 deponert like nord for mottaksanlegget. I februar var bekken som drenerer dette området tydelig påvirket av partikkelavrenning (**Figur 8**), og avleiringer av steinstøv var tydelig langt videre nedover bekkedøret. Analysen av metaller viste relativt høye konsentrasjoner av arsen, kadmium, kobolt, krom, koppar, jern, kvikksølv, nikkel, bly og sink (**Tabell 8**). Turbiditet og suspendert stoff lå også meget høyt (**Tabell 9**). Ved senere befaringer var vannet i bekken klart. Analyse fra mai og juli viste avtagende verdier av metallene unntatt jern (**Tabell 8**), men fortsatt forhøyet i forhold til naturlig avrenning. Forholdet bør følges opp med nye kontroller i 2010. Som for flombekk nord ble det målt høyere kvikksølvmengde ovenfor influensområdet enn nedenfor ved en anledning (5 mai), uten at vi har noen god forklaring på disse uventede forskjellene.

Målingene fra deponiavrenningen bekrefter ellers antagelsen om at metaller i flombekken i mottaksanlegget kan tilskrives anleggsarbeidet. Vi ser også en økning i konduktivitet og høyere pH i bekkene på de laveste stasjonene, på samme måte som i Rauneselva.



**Figur 8.** Bekken som drenerer nytt deponiområde 26.2.2009. Vannet var sterkt blakket av partikkelavrenning.

### 3.1.5 Diskusjon

Målingene fra februar 2009 viste tydelig at anleggsarbeidet medførte utlekking av en rekke metaller. Dette henger sammen med anlegg av vei som krysser elva, og transport av masser til deponiet i nord. Målinger i avrenningen fra dette deponiet støtter denne antagelsen. Både Rauneselva og flombekkenene har vært påvirket av anleggsvirksomheten. Denne effekten forventes å avta etter at arealene nå er tildekket og tilsådd.

Påvirkning fra anleggsarbeidet har ført til høyere (gunstigere) pH, høyere konduktivitet og turbiditet i avrenningen i Rauneselva og flombekkenene. Også konsentrasjoner av en rekke metaller var forhøyet. Tilførsler av metaller fra selve mottaksområdet synes å ha vært svært begrenset i forhold til tilførsler fra anleggsaktiviteten. Avrenningen av ferskvann i Rauneselva og bekkene har ført partikler og dermed assosierte metaller til fjorden. Datagrunnlaget er for spinkelt til å estimere hvor store mengder det dreier seg om.

Effektene av anleggsarbeidet gjør det vanskelig å vurdere om det finnes lekkasjer fra selve mottaksområdet til bekkene som passerer i rør under. Resultatene gir ingen indikasjoner på dette, men prøvetakingen bør fortsette etter at anleggsarbeidet er avsluttet for å skaffe mer presis dokumentasjon.

## 3.2 Avrenning fra land til sjø: utslippsvann

### 3.2.1 Innledning

Renseanlegget er ombygget og utvidet i løpet av anleggsperioden. Dagens anlegg omfatter to deler: Et anlegg håndterer spylevann fra behandling av installasjoner. Renset vann fra dette anlegget ledes inn på neste trinn, sammen med overvann fra hele anleggsområdet. Etter denne renseprosessen ledes vann til sjø, med utslipp like utenfor kaien på ca 23 m dyp.

Prøvetaking er gjort av vann som slippes til sjø, dvs. etter passasje av renseanlegget for overvann (RO-anlegget). Hver dato ble det tatt prøver for analyse av metaller (inklusive kvikksølv), olje og en lang rekke organiske stoffer (angitt som prioriterte stoffer i utslippstillatelsen). Tillatelsen ble revidert i løpet av året, og parameterlisten ved den siste prøvetakingen ble derfor utvidet for å dekke inn nye stoffer som var kommet til.

Ombyggingen av renseanlegget medførte at prøvetaking ikke kunne gjennomføres som planlagt (6 ganger i løpet av 2009). Første prøvetaking var i februar (før ombygging), andre gang i august under oppkjøring av det ombygde anlegget, og tredje gang sist i november under drift.

### 3.2.2 Metoder

Prøvetakingen er designet for å gi volumrepresentative prøver. Dette innebærer automatisk uttak av en liten delprøve ved et gitt volumintervall som slippes ut av renseanlegget. Delprøvene fanges opp i en mottaksflaske på 20 L. Det er lagt opp til at delprøver akkumulerer over 3 mnd, for å skaffe grunnlagsmateriale for beregning av utslippsmengder. I tillegg tas kvartalsvise prøver med midlingstid på en time for rapportering til tilsynsmyndighet.

For å minimalisere avdamping av flyktige stoffer benyttes et system med skrukork utstyrt med tette koblinger for slanger (tilførsel og uttapping). En egen port på skrukorken er utstyrt med et filter (porestørrelse 0,2 µm) for at luft kan unngå etter som flasken fylles. Hele flasken står mørkt og kjølig (i et kjøleskap).

Dette systemet for prøvetaking var ikke ferdig installert før ved siste prøvetaking i november. Ved de to tidligere prøvetakinger i 2009 måtte renseanlegget kjøres for å få nok vann til prøvetakingen, og disse prøvene må derfor betraktes som stikkprøver (timesmiddel), og er altså ikke volumveide.

Ved uttak av prøver blir vannet i mottaksflasken blandet godt før prøver tappes på flasker for ulike analyser. For å kunne analysere på alle prioriterte stoffer trengs et totalt prøvevolum på ca 16 liter. Dette fordeles på ulike flasker for ulike analyser. Metaller og kvikksølv er analysert på NIVAs lab, mens organiske stoffer er analysert av ALS Scandinavia.

Det ble tatt prøver i februar, august og november 2009. Utenom dette programmet er prøver tatt 20.03.2009 som timesmiddel og analysert ved Eurofins Analycen. Totalt foreligger altså fire målinger fra 2009. Tre av disse var øyeblikksprøver (timesmiddel), og bare den fjerde var representativ for en lengre periode på 3 mnd.

### 3.2.3 Resultater

Utslippstillatelsen angir grenser for utslipp av olje, jern, bly, kvikksølv, kadmium samt grenseverdier for pH. Utslippsgrensene er gitt som maksimal konsentrasjon i timesmidlede prøver og i total utslippsmengde pr år. Disse tallene er rapportert av AF Decom som gjengitt i Tabell 3. Ingen av utslippsgrensene ble overskredet i 2009.

Analyseresultater for metaller og olje ved de fire måletidspunkt er vist i **Tabell 10**. For stoffene som det er gitt utslippsgrenser for (olje, jern, bly, kvikksølv, kadmium) lå konsentrasjoner og beregnet årlig utslipp godt under grenseverdiene. Også surhetsgraden (pH) lå innenfor intervallet spesifisert i utslippstillatelsen (pH 6-9,5).

Det var imidlertid betydelig variasjon i metallkonsentrasjoner mellom tidspunktene. Barium, kadmium og sink lå betydelig høyere i november enn i de tidligere målingene. Derimot lå arsen, krom, kopper, molybden, nikkel og vanadium høyest i målingen fra februar. Blant metallene skiller sink seg ut med en høy konsentrasjon i november. Analysen er dobbeltsjekket og gjentatt på en parallell prøve. Tatt i betraktning volumet denne målingen representerer over tre måneder blir utslippet i denne perioden 25,8 kg sink. For nikkel var utslippet for samme periode 311 g, og for kopper 121 g. Barium viste markert høyest konsentrasjon i november (**Tabell 10**), og utslippet for 4. kvartal utgjorde 6,7 kg. Det er ikke gitt utslippsgrenser for disse elementene.

**Tabell 10.** Innhold av metaller (inklusive kvikksølv) og olje (C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>) i vann fra renseanlegg for overvann. Data for 20.03.2009 er hentet fra [www.afgruppen.no](http://www.afgruppen.no) (analyser ved Eurofins Analycen).

Dato	As <sup>1</sup> µg/l	Ba µg/l	Cd µg/l	Co µg/l	Cr <sup>1</sup> µg/l	Cu µg/l	Fe µg/l	Hg ng/l	Mo µg/l	Ni µg/l	Pb µg/l	Sn µg/l	V µg/l	Zn µg/l	Olje µg/l
26.02	3,55	42,8	0,038	0,428	19,0	4,13	45	5,5	4,50	7,02	0,200	0,2	5,69	49,0	118
20.03	1,1	26,3	<0,01		<0,5	2,9	42	<5	2,5	5,2	<0,2	<0,2	<0,2	23	9,2
20.08	0,21	30,4	0,010	0,615	1,80	0,955	10	4,0	3,87	1,30	0,036	<0,1	0,078	20,1	<50 <sup>2</sup>
30.11	0,10	127	0,180	0,829	0,87	2,29	50	6,5	1,50	5,87	0,093	<0,1	0,29	488	<50

<sup>1</sup> For arsen og krom er måleresultatene beheftet med større usikkerhet enn normalt pga. høyt kloridinnhold

<sup>2</sup> Analysen av olje 20. august var ikke akkreditert

I tillegg til utslippsgrenser for enkelte stoff, gir utslippstillatelsen også en liste over prioriterte stoffer som ikke skal forekomme. Analyser for disse stoffene ble utført på prøver tatt i februar, juli og november (**Tabell 11**). Listen over analyseparametere er lang, og **Tabell 11** viser bare stoffer som faktisk er påvist i analysene. Fullstendige analyseresultater for alle komponenter er gitt i Vedlegg A.

Tributyltinn ble påvist over deteksjonsgrensen i februar og juli, men ikke i november. Nivået som ble målt overskrider Vanddirektivets krav til god kjemisk status (årlig gjennomsnitt 0,2 ng/L; maksimal konsentrasjon 1,5 ng/L) ved begge tidspunkt. Det ble også påvist mono- og dibutyltinn ved alle tidspunkt. Disse stoffene skriver seg trolig fra bunnstoff benyttet på installasjonene for å hindre begroing.

Av ftalater ble DEHP påvist med 1 µg/L i november, ellers ikke. Vannforskriftens grense for god kjemisk status er 1.3 µg/L, og er dermed ikke overskredet.

**Tabell 11.** Måleresultater for påviste prioriterte stoffer i avrenning fra renseanlegget for overvann. For dioksiner og furaner er konsentrasjoner av flere komponenter vektet i forhold til toksisitet, og så summert til toksisitetsekvivalenter ("Toxicity EQuivalents) etter et system utarbeidet av WHO. Fullstendige resultater finnes i Vedlegg A. Komponenter merket \* er ikke nevnt i utslippstillatelsen.

Komponent	Enhet	26.02.09	20.08.09	30.11.09
Tributyltinnkation (TBT)	ng/L	54	2,3	<1,0
DEHP	µg/L	<2,0	<1,0	1,0
4-t-oktylfenol	ng/L	11	21	27
Oktylfenol-2-etoksilat	ng/L	<10	<10	25
Oktylfenol-3-etoksilat	ng/L	<10	<10	30
Nonylfenol-1-etoksilat	ng/L	<100	<100	162
Nonylfenol-2-etoksilat	ng/L	<100	<100	315
Nonylfenol-3-etoksilat	ng/L	<100	<100	372
Dioksiner og furaner	Sum WHO-TEQ	<0,0026	0,0027	8
Sum PAH16	µg/L	0,51	n.d.	n.d.
Kationiske tensider	mg/L	<0,20	0,21	<0,20
PFOS	µg/L	<0,010	0,28	<0,010
Monobutyltinnkation *	ng/L	6,0	16	14
Dibutyltinnkation *	ng/L	38	4,2	1,4
2,4+2,5-Diklorfenol *	µg/L	<0,20	<0,20	0,91
2,3,4,6-Tetraklorfenol *	µg/L	0,3	<0,10	<0,10
Sum PCB7 *	µg/L	n.d.	0,0045	n.d.
Galaxolid *	ng/L	<20	<200	15

Det ble ikke funnet nonylfenoler, men derimot ble 4-t-oktylfenol påvist i alle tre prøver. Vannforskriftens grenseverdi for god kjemisk status var overskredet i samtlige. Etoksilater av nonylfenoler og oktylfenoler ble også påvist, men bare i november. Ingen grenseverdier er gitt for disse i Vannforskriften.

For dioksiner og furaner beregnes konsentrasjoner av enkeltforbindelser om til toksisitetsekvivalenter etter retningslinjer gitt av Verdens Helseorganisasjon (WHO), og er i **Tabell 11** summert for alle påviste forbindelser. Disse stoffene ble ikke påvist i februar og bare som spor i juli. Derimot ble 8 ekvivalenter påvist i november. Mengdemessig var det to furaner som dominerte: 1,2,3,4,6,7,8-Heptaklordibensofuran (500 ng/L) og Oktaklordibensofuran (110 ng/L). Kilden til disse stoffene er ikke kjent.

I utslippstillatelsens liste over prioriterte stoffer er det oppgitt en rekke andre organiske stoffer som ikke kunne påvises i analysene. Dette omfatter bromerte flammehemmere, en rekke klorholdige organiske forbindelser, en nitromuskforbindelse, polyfluorerte organiske forbindelser, bisfenol A og en siloksanforbindelse. For to av forbindelsene på listen, tensider og klorerte alkylbensener, var det ikke mulig å få spesifikke analyser: Det er spesifisert tre tensider (DTDMAC, DSDMAC og

DHTMAC) – disse inngår i kationiske tensider som er rapportert i sum, men det foreligger ikke verdier for enkeltkomponenter. Kationiske tensider ble påvist så vidt over deteksjongrensen i juli. Klorerte alkylbensener (KAB) kan ikke analyseres direkte, men må beregnes fra analyse av EOX (EOCI). Da EOX lå under deteksjongrensen kunne heller ikke KAB påvises.

Siloksaner, KAB (EOX) og Bisfenol A var nye tillegg i siste revisjon av utslippstillatelsen, og ble bare analysert i prøven fra november. Ingen av disse kunne påvises i denne prøven.

### 3.2.4 Diskusjon

For stoffene det er gitt utslippsgrenser for var det ingen overskridelser av grensene i 2009. Utslippsberegningene omfatter imidlertid bare avrenning fra renseanlegg til sjø, dvs. utslipp fra virksomheten på mottaksområdet. Stoffe som transporteres med ferskvannsavrenningen er ikke regnet med. I 2009 har dette bidraget vært merkbart, siden anleggsarbeid har gitt avrenning av partikler og metaller som ikke er fanget opp i overvannssystemet. Anleggsarbeidet har medført økt transport av partikler og frigjorte metaller fra utsprengt fjell, deriblant kadmium, kobolt, krom, kopper, jern, kvikksølv, nikkel, bly og sink, og dessuten nitrogenforbindelser fra sprengstoff. Det er ikke tilstrekkelig datagrunnlag til å beregne totale utslipp til sjø med ferskvannsavrenningen. Bidraget av partikler og metaller i avrenningen forventes å avta når aktiviteten nå er avsluttet i anleggsområdet, og eksponerte masser er tildekket og sådd i.

Blant prioriterte stoffer uten utslippsgrenser finner vi også metallene arsen, kopper og krom. Disse finner vi i avrenningen fra hele området både ovenfor og nedenfor mottaksområdet. Dette fremgår av analyser omtalt i kapittel 2.1. Analyser fra den kommunale drikkevannskilden Raunesvatnet viste ganske tilsvarende verdier for kadmium, krom, kvikksølv, nikkel og bly som målt i Rauneselva (data fra Vindafjord kommune, prøve tatt ). Avrenning fra området vil derfor alltid inneholde disse stoffene, og deres plassering på listen over prioriterte stoffer må i praksis bety at avrenningen ikke skal tilføres stoffene utover det naturlig forekommende nivået.

For flere av stoffene i utslipp fra renseanlegget fant vi stor variasjon i konsentrasjon. Mye av denne variasjonen antas å henge sammen med hvilke installasjoner (og deler av installasjoner) som er blitt behandlet i ulike perioder. Sink og barium kan tenkes å stamme fra behandling av betong, og TBT fra overflaten av metallkonstruksjoner. Kilden til oktylfenol, etoksilater og dioksiner/furaner som ble påvist er uvisst.

For sink, TBT og oktylfenol kan høyeste målte konsentrasjoner i utslippsvann sammenlignes med grensene for god økologisk kvalitet i kystvann. Av disse vil TBT trenge størst fortykning (270 ganger) for å komme under grenseverdien på 0,0002 µg/L. Det vurderes som realistisk med større fortykning enn dette for det aktuelle utslippspunktet, og det er derfor lite sannsynlig at noen av de påviste stoffene i utslippet har noen miljømessig betydning.

### 3.2.5 Konklusjon

Utslipp av rensed overvann har ikke medført utslipp av stoffer til sjø som overskrider utslippstillatelsen. Analysene har likevel påvist en rekke uønskede stoffer i utslippsvannet fra renseanlegget. De viktigste av disse er TBT, furaner, oktylfenol og etoksilater av nonylfenol og oktylfenol. Disse stoffene må derfor analyseres også i det videre analyseprogrammet. Anleggsarbeidene har medført økt avrenning av en rekke metaller med ferskvannsavrenningen.

Vi anbefaler at de påviste stoffene inngår i rutinemessig overvåking av utslippet. Vi foreslår også at de påviste prioriterte stoffene inkluderes i en revidert utslippstillatelse, slik at det blir enkelt å forholde seg til konsentrasjoner og mengder.

### 3.3 Undersøkelser av forurensing av grunnen - jordprøver

De nye kaiområdene på Raunes har ikke lenger naturlige områder med jordprofiler som egner seg for prøvetaking for å undersøke om grunnen er forurensset. Stedene der prøver tidligere har blitt tatt prøve av eksisterer ikke på samme måte lenger. Hele kaiområdet er asfaltbelagt og membraner er lagt under denne for å unngå at undergrunnen forurenses. Å bore igjennom denne asfalten og membranen er derfor ikke hensiktsmessig siden integriteten til denne da blir redusert i forhold til å begrense forurensing.

NIVA tok to prøver umiddelbart utenfor betongveggen nord i anlegget, mot Rauneselva (**Figur 9**). Prøvene ble tatt nært skjøtene hvor man tidligere har funnet forurensset grunn med forhøyete verdier for kvikksølv og sink (Misund, 2009). Ved hver prøve fjernet vi de øverste ti cm med materiale og plasserte prøvene i brente glass. Prøve Jord1-J1 er tatt ved samme sted som prøve R11 fra Misund (2009). Jord1-J2 er tatt nærmere utløpet av Rauneselva. De to prøvene ble analysert med Eurofins SFTJ-pakke, en analytisk pakke som tilfredsstillende normverdiene til Klif for sensitivt landbruk (Aquateam 2009), med lavere deteksjonsgrenser enn Eurofins Terratest for enkelte elementer. **Tabell 12** viser at kun benzo(b)fluoranthene er høyere enn normverdien med 0,026 mg/kg vs. 0,01 (norm). Det må påpekes at prøven nærmest utløpet av Rauneselva har det laveste PAH og tungmetallsinnholdet. Kadmium er høyere i Jord1-J2 men er med 0,44 mg/kg langt under grensen på 1,5 mg/kg.

**Tabell 12.** Resultater for prøvene Jord1-1 and Jord1-2. Normverdiene (Aquateam 2009) er også vist. Verdien med høyere tall enn normverdiene er uthevet.

Analyseparametre	Enhet	Jord 1-J1	Jord 1-J2	Norm
Tetraklorbenzen	mg/kg	n.d.	n.d.	0,05
Cyanid	mg/kg	n.d.	n.d.	1
OCB:o,p-TDE(=p,p-DDD)	mg/kg	n.d.	n.d.	
Pentaklorfenol	mg/kg	n.d.	n.d.	0,005
OCB:o,p-TDE(=o,p-DDD)	mg/kg	n.d.	n.d.	
OCB:p,p-DDE	mg/kg	n.d.	n.d.	
OCB:o,p-DDE	mg/kg	n.d.	n.d.	
o,p-DDT	mg/kg	n.d.	n.d.	0,04
gamma-HCH	mg/kg	n.d.	n.d.	
Hexachlorbenzen	mg/kg	n.d.	n.d.	0,03
Tørrstoff	%	98	99	
Arsen	mg/kg	3,3	1,9	8
Bly	mg/kg	13	6,2	60
Kadmium	mg/kg	0,28	0,44	1,5
Kopper	mg/kg	12	8,4	100
Krom	mg/kg	16	7	50
Kvikksølv	mg/kg	0,14	0,014	1
Nikkel	mg/kg	14	5,6	60
Sink	mg/kg	200	100	200
m,p-Xylen	mg/kg	0,013	n.d.	0,5
o-Xylen	mg/kg	0,0077	n.d.	0,5
PAH 16 EPA				
Naftalene	mg/kg	0,0019	n.d.	0,8
Acenaftylene	mg/kg	n.d.	n.d.	0,8
Acenaften	mg/kg	0,0023	n.d.	0,8
Fluoren	mg/kg	0,056	n.d.	0,8
Fenantren	mg/kg	0,013	0,001	0,8
Antracen	mg/kg	0,034	n.d.	0,8
Fluoranten	mg/kg	0,025	0,0038	1
Pyren	mg/kg	0,022	0,0032	1
Benzo(a)antracen	mg/kg	0,015	0,0041	0,03
Chrysene/Triphenylen	mg/kg	0,022	0,0066	0,03
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg	<b>0,026</b>	0,0044	0,01
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg	0,019	0,0038	0,09
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,022	0,0036	0,1
Ideno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	0,027	0,0027	0,05
Dibenzo(a,h)antracen	mg/kg	0,0045	n.d.	0,05
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	0,024	0,003	0,1
sum 16PAH (16EPA)	mg/kg	0,26	0,036	2
PCB 7	mg/kg	n.d.	n.d.	0,01
THC	mg/kg	n.d.	n.d.	

Vi anbefaler at dette området overvåkes jevnlig. Selv om konsentrasjonene generelt er under normverdiene for tiden er det en klar forskjell mellom Jord1-J1 og Jord1-J2.

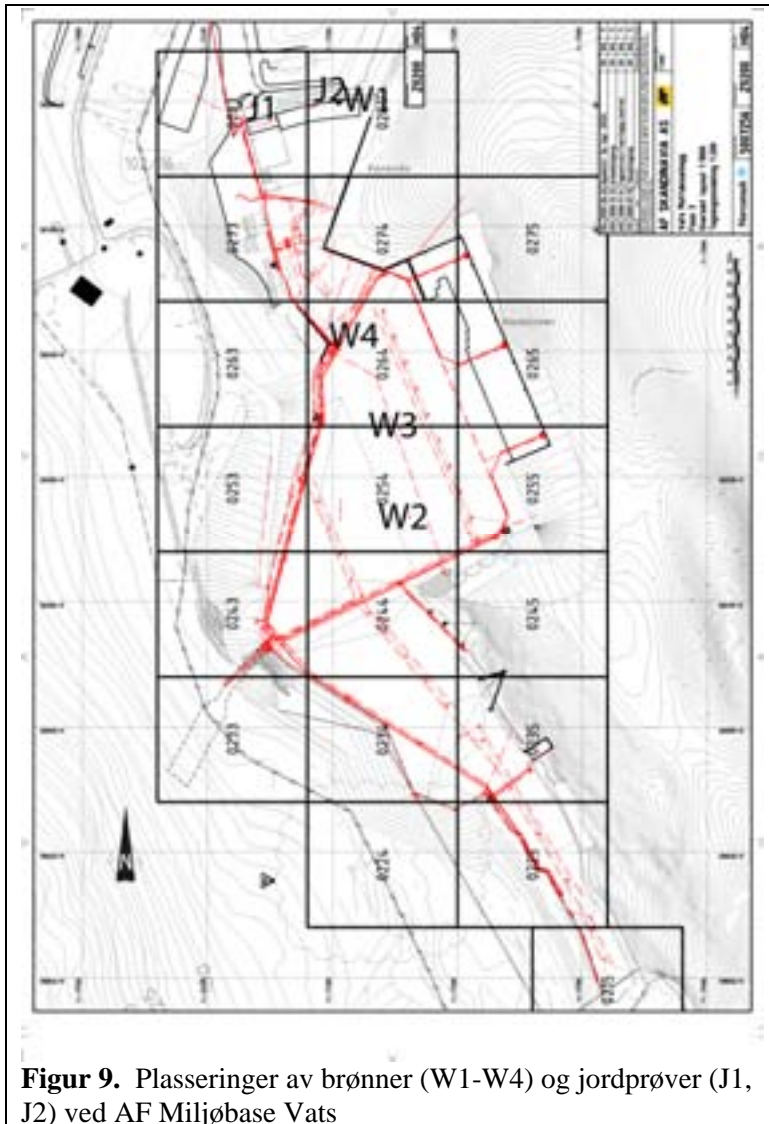
### 3.4 Undersøkelser av grunnforurensing - brønnprøver

#### 3.4.1 Innledning

Som nevnt i kapittel 3.3 er de nye kaiområdene dekket av asfalt med membran under, for å beskytte undergrunnen fra forurensing. Derfor har AF Miljøbase Vats fire forseglete brønner på kaiområdet for å ha tilgang til grunnvann for prøvetaking. Brønnene går fra overflaten, igjennom membranen og ned til omtrent 5 meter. Deres lokalisering kan ses i **Figur 9**. Formålet med prøvetakingen var å undersøke hvorvidt membranen fungerer slik den skal, ved å skjerme undergrunnen fra det forurensete vannet på overflaten.

Den opprinnelige miljøovervåkingsplanen sa at brønnene skulle tas prøve av kvartalsvis i løpet av 2009 og at det skulle være enkel tilgang til brønnene til enhver tid. Imidlertid ble anleggsarbeidet forsinket, og først i begynnelsen av juli ble de fire brønnene gjort klare for prøvetaking av NIVA. Et forsøk til ble gjort for prøvetaking i løpet av høsten, da ble kun to av brønnene lokalisert og de andre var under større objekter som ikke enkelt kunne flyttes.

Siden undergrunnen nå er beskyttet fra regnvann ovenifra, så er det sannsynlig at det er saltvannsinntrengning inn i sigevannet under kaien, og spesielt der kaien er bygget ut der det tidligere var sjø. Saltinnhold har tidligere ikke blitt analysert i 2009, men vi foreslår at disse legges til i 2010.



**Figur 9.** Plasseringer av brønner (W1-W4) og jordprøver (J1, J2) ved AF Miljøbase Vats



### 3.4.2 Metode

Brønnene skulle være tilgjengelig for prøvetaking gjennom hele prosjektet. Dette var ikke tilfelle, og kun én komplett undersøkelse ble gjennomført. Vi tok prøver av vannet med en fem meter lang vannslange og en undervannspumpe. Hver brønn ble prøvetatt med hver sin pumpe og slange. Vannet ble helt direkte opp i prøveflaskene og sendt til NIVAs laboratorier i Oslo. Koder for analysemetodene er som følger: pH ble analysert med kode A1-4, jern og kadmium med E 9-5, kvikksølv med E4-3, bly med E 8-3 og olje med H6. Analysemetodene er beskrevet i **Vedlegg F**.

Det bør merkes at man for kvikksølv brukte en metode for sigevann i første analyserunde og at denne viser seg å ha for høy bakgrunn for vannet. Derfor ble en mer sensitive metode for rentvann benyttet i andre analyserunde.

### 3.4.3 Resultater

Resultatene kan ses i **Tabell 13**. Vi observerer at resultatene generelt er under deteksjonsgrensen. pH-nivået er som forventet for grunnvann, gjerne også om det er sjøvannsinntrengning i undergrunnen. Grunnvann varierer fra pH 7 til 8,2 (Kilde: NGU), mens sjøvann generelt har en pH rundt 8. Jerninnholdet i de nye kaiområdene er under 0,8 mg/l, og to av brønnene er under 0,2 mg/l jern, noe som er grensen for drikkevann. Jernet kan komme fra materiale på overflaten eller fra vann som strømmer fra myrområder. Vi fant noen isolasjonsplater fra lokkene nede i brønnene. Vi så også tynne oljefilmer på overflaten av vannet, men dette ble ikke registrert i analysene.

**Tabell 13.** Analyseresultater for de fire brønnene ved AF Miljøbase Vats.

	Dato	pH	Cd mg/l	Fe mg/l	Hg µg/l	Pb mg/l	Olje µg/l
Brønn 1	7.09	7,95	<0,002	0,188	<0,05	<0,02	<50
	30.11	8,19	<0,002	0,0467	0,002	<0,02	<50
Brønn 2	7.09	7,71	<0,002	0,121	<0,05	<0,02	<50
	30.11	8,13	0,000035	0,130	0,0075	0,000233	<50
Brønn 3	7.09	8,02	<0,002	0,755	<0,05	<0,02	<50
Brønn 4	7.09	7,93	<0,002	0,744	<0,05	<0,02	<50

### 3.4.4 Diskusjon

Den opprinnelige miljøovervåkingsplanen sa at brønnene skulle tas prøve av kvartalsvis i løpet av 2009 og at det skulle være enkel tilgang til brønnene til enhver tid. Imidlertid ble anleggsarbeidet forsinket, og først i begynnelsen av juli ble de fire brønnene gjort klare for prøvetaking av NIVA. Et forsøk til ble gjort for prøvetaking i løpet av høsten, da ble kun to av brønnene lokalisert og de resterende brønnene var utilgjengelige.

Formålet med prøvetakingen var å undersøke hvorvidt membranen fungerer slik den skal, ved å skjerme undergrunnen fra forurenset vann på overflaten. Det blir derfor nødvendig å fortsette prøvetaking av brønnene i 2010 for å kunne nå dette målet. Vi foreslår derfor at man gjør en større innsats for å kunne ha brønnene tilgjengelig, både med instruks og markering, samt at man tar prøver videre 2010.

## 3.5 Fisk og skalldyr

### 3.5.1 Innledning

#### Blåskjell

10. mars 2009 ble det tatt prøve av 60 (3 til 5 cm lange) blåskjell fra tre stasjoner i Vatsfjorden (se **Figur 10**). Bløtvevet ble tatt ut av skjellene til en blandprøve fra hver stasjon og frosset på glødede glass. Ved NIVAs akkrediterte laboratorium ble metaller (arsen (As), barium (Ba), bly (Pb), kadmium (Cd), kopper (Cu), krom (Cr), kvikksølv (Hg), molybden (Mo), sink (Zn), vanadium (V)) og organiske miljøgifter (PCB, PAH) analysert.



**Figur 10.** Kart over Vatsfjorden med blåskjellstasjonene (St.1, St.2 og St.3) markert med røde firkanter.

#### Fisk

Innsamling av fisk og krabbe i 2009 har vært utført av fisker Arve Hersdal. Artene som har vært samlet inn er taskekrabbe, torsk, brosme og flatfisk av artene rødspette, lomre, sandflyndre, skrubbe og smørfllyndre, og innsamlingsområdet har omfattet Vatsfjorden, Yrkesfjorden og Vindafjorden utenfor utløpet av Yrkesfjorden (se **Tabell 14, Figur 11**). Fisket har vært gjennomført i ulike perioder med innsamling av flatfisk i mars, krabbe i juni og september og torsk og brosme i perioden oktober-desember. All fisk ble frosset ned rund.

Fra hver stasjon skulle det i utgangspunktet fiskes 25 stk stedbundet fisk og/eller krabbe, men på enkelte av stasjonene viste det seg vanskelig å oppnå det ønskede antall fisk i løpet av den fastsatte fiskeperioden.

**Tabell 14.** Områder for fiske (jfr. figur 2) og antall fisk tatt på hver stasjon.

Art/Område	A Eikanes- holmen	B Eikanes	C Raunes	D Mula	E Yrkje	F Metteneset	G Kråkenes
Torsk		25	18				2
Brosme				20		5	
Flatfisk *)	25		19		25		
Krabbe	23		25			25	

\*) Av flatfisk er det brukt rødspette, lomre, sandflyndre, skrubbe og smørflyndre.

Etter ankomst til NIVA ble all fisk og krabbe veid, målt og kjønnsbestemt. Fra all fisk ble det tatt prøver av filet (muskelvev) fra hvert enkelt individ, og for torsk og brosme ble det også tatt ut prøver av lever fra hver fisk. Fra krabber ble det tatt prøver både av klokjøtt og skallinnmat (brunmat). Alle prøver ble analysert for metaller (arsen, bly, kadmium, kobolt, kobber, krom, mangan, molybden, sink), polyklorerte bifenyler (PCB<sub>7</sub>) og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). I tillegg er filet og lever av torsk og brosme analysert for pesticider. PAH er analysert i fiskefilet som et ledd i vurderinger knyttet til helserisiko ved å spise fisk og skalldyr fra området. Analysene av fisk og krabbe ble utført ved NIVAs laboratorium, mens torsk og brosme ble analysert ved ALS Scandinavia NUF. Begge laboratorier er akkreditert.

**Figur 11.** Kart over Vatsfjorden og tilstøtende fjorder med markering av områder for fiske.

### 3.5.2 Metode(r)

For metaller i blåskjell, flatfisk og krabbe er alle metaller med unntak av kvikksølv analysert ved bruk av ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*), mens for kvikksølv er *Cold-vapour atomic absorption spectrometry* (CVAAS) benyttet. Analysene som er utført ved

NIVAs laboratorium, er oppgitt å ha en usikkerhet på 10-20 % relativt til konsentrasjonen i prøven. Metaller i torsk og brosme som er analysert hos ALS Scandinavia NUF, er analysert ved bruk av EPA metoder 200.7 og 200.8 (modifisert) (ICP-SFMS (*Inductively Coupled Plasma Sector Field Mass Spectrometry*)). Metylkvikksølv er analysert etter intern metode ved bruk av GC-ICP-QMS (*Gas Chromatography-Inductively Coupled Plasma-Quadrupole Mass Spectrometer*). Analyseusikkerheten angir ALS Scandinavia NUF som en utvidet måleusikkerhet beregnet med en dekningsfaktor på 2, noe som gir et konfidensintervall på om lag 95 %. Dette gir ifølge ALS Scandinavia NUF en usikkerhet på 25-30% relativt til konsentrasjonen i prøvene.

For analyser av PCB ble det på NIVA benyttet GC/ECD (*Gas Chromatography/Electron Capture Detector*). For de resterende analysene ble GC/MSD (*Gas Chromatography/Mass Selective Detector*) benyttet.

### 3.5.3 Resultater

#### Blåskjell

##### Metaller

For metallene er det kun arsen og kvikksølv som finnes i noe forhøyede konsentrasjoner (Tilstandsklasse II "moderat forurenset"). I forhold til Klifs klassifisering (Molvær m.fl. 1997) var arsenkonsentrasjonene i blåskjellene forhøyede på alle tre stasjonene (**Tabell 15**). For at mengden arsen skal gi Tilstandsklasse I, må konsentrasjonen være lavere enn 10 mg/kg tørrvekt, mens for Tilstandsklasse II må konsentrasjonen ligge mellom 10 og 30 mg/kg tørrvekt. Feilmarginen i analysemetoden gir imidlertid ikke grunnlag for å si at det er noen vesentlig forskjell mellom de tre stasjonene. Konsentrasjonene ligger noe høyere enn for analyser foretatt på innsamlet materiale fra mai 2008. Årsaken til de forhøyde konsentrasjonene av arsen kan ligge i utlekking fra gammelt trykkimpregnert materiale, men kan kanskje mest sannsynlig ha sitt opphav fra områdets naturlig forekommende kis som ofte inneholder mye arsen (jfr. Kvassnes 2008, notat).

På stasjon 2 og 3, som ligger henholdsvis helt sør i Indralandsvika og vest for Eikanesholmen, var kvikksølvkonsentrasjonen i blåskjellene like over grenseverdien på 0,20 mg/kg tørrvekt. blåskjell mellom Tilstandsklasse I og II (jfr. **Tabell 15**). På stasjon 1 som ligger rett øst for Raunes lå konsentrasjonen av kvikksølv i blåskjellene i Tilstandsklasse I.

**Tabell 15.** Metallinnhold i blåskjell samlet inn 10.03.2009. Tallene angir konsentrasjonen i mg/kg tørrvekt. Fargene i kolonnene tilsvarer tilstandsklasser i henhold til Klifs klassifiseringssystem.

Blanke felt betyr at elementet ikke inngår i klassifiseringssystemet.

	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	V	Zn
St. 1	19,54	1,31	0,91	0,55	0,77	7,08	0,14	0,62	1,00	1,15	1,08	133,1
St. 2	15,73	1,64	1,23	0,79	1,82	6,00	0,20	0,73	1,45	1,64	1,18	111,8
St. 3	15,21	1,21	0,91	0,80	1,43	6,14	0,21	0,71	1,50	1,64	1,50	107,9

■ Tilstandsklasse I  
■ Tilstandsklasse II

**PCB, PAH og pesticider**

Mengden PCB<sub>7</sub> i blåskjell varierte mellom 3,48 og 4,74 µg/kg våtvekt (**Tabell 16**). På stasjon 1 og 3 var forurensningen moderat (Tilstandsklasse II), mens på stasjon 2 var forurensningen ubetydelig (Tilstandsklasse I). For at blåskjell skal falle i Tilstandsklasse I basert på PCB<sub>7</sub>, må skjellene inneholde <4 µg PCB<sub>7</sub>/kg våtvekt. Analyseresultatene viser dermed at skjellene fra stasjon 1 og 3 ligger like over gjeldende grenseverdi.

PCB-holdige oljer har tidligere blitt benyttet som isolasjons- og kjølemiddel i elektrisk utstyr slik som kondensatorer og transformatorer, men også i både maling og fugemasse. Uten korrekt viderebehandling f.eks. ved kassasjon av PCB-holdig utstyr, kan dette føre til utslipp i naturen. Blåskjell skaffer seg næring ved å filtrere partikler ut fra vannet, og fremmedstoffer knyttet til fødepartikler kan så tas opp og lagres i skjellene.

For at blåskjell skal klassifiseres til Tilstandsklasse I basert på PAH<sub>16</sub>, må konsentrasjonen være lavere enn 50 µg/kg våtvekt. På stasjon 1 og 3 var konsentrasjonene henholdsvis 60,26 og 60,64 µg PAH<sub>16</sub>/kg tørrvekt som gir klassifisering Tilstandsklasse II. På stasjon 2 var PAH<sub>16</sub>-konsentrasjonen i skjellene 43,05 µg/kg våtvekt som gir Tilstandsklasse I. Konsentrasjonen av benzo(a)pyren (B(a)P) ble funnet å være mellom 1,1 og 1,6 µg/kg tørrvekt som gir Tilstandsklasse II for alle stasjonene. Konsentrasjonen ligger imidlertid langt under grensen for omsetning av skjell som er 10 µg/kg våtvekt.

PAH tilføres naturen fra mange ulike kilder slik som aluminiumsverk med søderberganoder, kalsiumkarbidverk, oljevirkomheten i Nordsjøen, bileksos, ved- og oljefyring, skogbrann m.m. PAH-komponenter er ofte bundet til partikler. Fordi blåskjell vokser nær overflaten og lever av å filtrere partikler ut fra vannmassene, er blåskjell gode indikatorer for overflateutslipp av partikkelbundne miljøgifter slik som PAH.

Heksaklorbenzen (HCB) er et uønsket biprodukt fra visse typer industrielle prosesser og dannes også ved forbrenning av klorholdig materiale. HCB har også vært brukt som plantevernmiddel. Grenseverdiene for Tilstandsklasse I og II er for blåskjell satt til henholdsvis <0,1 og 0,1-0,3 µg HCB/kg våtvekt. Analysene av blåskjellene fra Vatsfjorden viste at konsentrasjonene lå like rundt grenseverdien mellom Tilstandsklasse II og III med høyeste konsentrasjon ved stasjon 1 rett vest for Raunes.

Mengden DDT klassifiserte blåskjellene fra Vatsfjorden som "Moderat forurenset" (Tilstandsklasse II). DDT er hovedsakelig blitt benyttet som insektbekjempingsmiddel, men er ikke lenger tillatt brukt i Norge. Nivået har generelt sett vært fallende i biota helt siden begynnelsen av 1970-tallet. Hva som er kilden til DDT-forekomstene i blåskjellene fra Vatsfjorden, er ukjent.

Konsentrasjonen av heksaklorsykloheksan ( $\Sigma$ HCH) og dets nedbrytningsprodukter (Lindan) var lave i blåskjell fra alle tre stasjonene (Tilstandsklasse I).

**Tabell 16.** Innholdet av PCB<sub>7</sub>, B(a)P (benzo(a)pyren), PAH<sub>16</sub> og pesticider i blåskjell samlet inn 10.03.2009. Tallene angir konsentrasjonene i µg/kg våtvekt. Fargene i kolonnene tilsvarer tilstandsklasser i henhold til Klifs klassifiseringssystem.

	PCB <sub>7</sub>	PAH <sub>16</sub>	B(a)P	KPAH	HCB	ΣHCH	ΣDDT
St. 1	4,74	60,26	1,3	26,9	0,31	n.d.	4,1
St. 2	3,48	43,05	1,1	21,2	0,28	n.d.	4,0
St. 3	4,49	60,64	1,6	29,4	0,28	n.d.	4,6

■ Tilstandsklasse I  
■ Tilstandsklasse II  
■ Tilstandsklasse III

## Krabbe

### Metaller

Arsen (As) i krabbeklør fra alle stasjonene lå mellom 34,4 og 40,5 mg/kg våtvekt (**Tabell 17**) og ligger innenfor det som må ansees som vanlig i våre områder ([www.nifes.no/sjomatdata](http://www.nifes.no/sjomatdata)). For brunmat lå konsentrasjonen mellom 23,8 og 25,2 mg/kg våtvekt og også dette er innenfor normalverdier. I sjømat forekommer arsen normalt i en organisk form som er ufarlig for mennesker sammenlignet med de giftige uorganiske formene. Arsen måles som total arsen, og de målte verdiene ansees som ufarlige.

Konsentrasjonene av kadmium (Cd) lå mellom 0,0151 og 0,0235 mg/kg våtvekt i krabbeklør og mellom 0,506 og 0,712 mg/kg våtvekt i krabbens brunmat. Konsentrasjonene både i krabbeklør og brunmat er lave i forhold til de verdier som er registrert i NIFES miljødatabase. For krabbeklør ligger verdiene for kadmium langt under grenseverdien for omsetning på 0,5 mg/kg våtvekt. Krabbens brunmat inneholdt kadmiumkonsentrasjoner over grenseverdien, men fordi brunmaten i krabbe naturlig har et høyt innhold av kadmium, gjelder ikke grenseverdien for krabbens brunmat (VKM, 2006).

Nivået av kvikksølv (Hg) i klokjøtt varierte mellom 0,073 og 0,11 mg/kg våtvekt som er en vanlig konsentrasjon i våre områder. I krabbens brunmat var konsentrasjonene helt i det nedre konsentrasjonsområdet angitt i NIFES miljødatabase.

Med unntak av blykonsentrasjonen (Pb) i klokjøtt fra Raunes var konsentrasjonene på et vanlig nivå for krabbe i våre farvann og godt under grensen for omsetning på 0,5 mg Pb/kg våtvekt. Ved Raunes viste analysene 0,613 mg Pb/kg våtvekt i klokjøtt som er over omsetningsgrensen. Reanalyse ga samme resultat. I krabbens brunmat var konsentrasjonene mellom 0,052 og 0,060 mg/kg våtvekt, og dette er det samme som gjennomsnittsverdien for bly i brunmat fra rene krabber oppgitt i NIFES miljødatabase. Den høye målingen er reanalysert med samme resultat. Resultatet er uventet og inkonsistent med de andre målingene av bly i krabbe. Det fanges ny krabbe ved denne stasjonen for å utelukke forurensing i forbindelse med prøvetaking og analyse.

For de resterende metallene ble det ikke funnet konsentrasjoner ut over det som kan karakteriseres som normalt.



**Tabell 17.** Metallinnhold i krabbe samlet inn i juni og september 2009. Tallene angir konsentrasjonene i mg/kg våtvekt.

		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn
Eikanes-holmen	Klo	34,4	0,0235	0,0215	<0.06	10,9	0,10	0,480	0,020	0,040	0,020	62,8
	Brunmat	25,2	0,676	0,151	<0.08	35,8	0,060	2,44	0,120	0,151	0,059	33,9
Raunes	Klo	40,5	0,0156	0,0192	<0.09	8,99	0,11	0,563	0,016	<0,020	0,613	63,1
	Brunmat	24,4	0,712	0,116	<0.07	33,2	0,067	2,80	0,098	0,060	0,052	32,4
Mette-neset	Klo	36,4	0,0151	0,0310	<0.08	9,94	0,073	0,477	0,027	0,045	0,020	54,5
	Brunmat	23,8	0,506	0,325	<0.08	28,8	0,048	2,21	0,189	0,537	0,060	30,8

Over EUs grenseverdi for omsetning.

### PCB, PAH og pesticider

Konsentrasjonen av PCB<sub>7</sub> i krabbeklør varierte mellom <0,38 og <0,65 µg/kg våtvekt (**Tabell 18**). I krabbens brunmat varierte konsentrasjonene mellom 22,00 og 29,36 µg/kg våtvekt. Både for konsentrasjoner i krabbeklør og brunmat er verdiene relativt lave og ligger i underkant av gjennomsnittsverdien angitt i NIFES sjømatdatabase.

Mengden PAH<sub>16</sub> var høyest i krabbens brunmat hvor konsentrasjon var <24 µg/kg våtvekt, og dette er noe lavere enn det som ble registrert som gjennomsnittskonsentrasjonen i krabbe fanget inne i Bergen Byfjord. Konsentrasjonen av benzo(a)pyren var lavere enn 1,5 µg/kg våtvekt, og dette er godt under EUs grenseverdi på 5 µg/kg våtvekt i krepsdyr.

For de øvrige forbindelsene finnes det lite andre data for konsentrasjoner i krabbe og disse kommenteres derfor ikke her.

**Tabell 18.** Innholdet av PCB<sub>7</sub>, B(a)P (benzo(a)pyren), PAH<sub>16</sub> og pesticider i krabbe samlet inn i juli og september 2009. Tallene angir konsentrasjonene i µg/kg våtvekt.

		PCB <sub>7</sub>	PAH <sub>16</sub>	B(a)P	KPAH	HCB	∑HCH	∑DDT
Eikanes-holmen	Klo	<0,65	n.d.	n.d.	n.d.	0,07	n.d.	<0,21
	Brunmat	22,00	n.d.	n.d.	n.d.	1,30	n.d.	<11,4
Raunes	Klo	<0,38	n.d.	n.d.	n.d.	0,07	n.d.	<0,21
	Brunmat	<22,85	n.d.	n.d.	n.d.	1,15	n.d.	<10,3
Mette-neset	Klo	<0,49	n.d.	n.d.	n.d.	0,23	n.d.	<0,25
	Brunmat	29,36	n.d.	n.d.	n.d.	0,23	n.d.	12,47

## Torsk

### Metaller

#### Filet

Alle analyserte metaller er presentert i **Tabell 19**. I EU finnes det grenseverdier for omsetning av torsk for tungmetallene kvikksølv (Hg), kadmium (Cd) og bly (Pb), og det er dermed disse metallene det hovedsakelig blir fokusert på videre. For filet av torsk og brosme er det i tillegg til vanlig kvikksølv også analysert på mengden metylkvikksølv (Me-Hg) fordi dette er den farligste formen som kvikksølv forekommer i og som akkumuleres i næringskjeden.

I filet av torsk ble det for metylkvikksølv målt mellom 0,055 og 0,144 mg Hg/kg våtvekt, og konsentrasjonen av total kvikksølv mengde lå på samme nivå (0,061-0,147 mg/kg våtvekt). At verdiene er omtrent like, viser at kvikksølvet i fiskefileten hovedsakelig foreligger i form av metylkvikksølv. Med unntak av torskefilet fra Kråkenes gir klassifiseringen med hensyn til kvikksølv Tilstandsklasse I etter Klifs klassifiseringssystem, mens torsk fra Kråkenes faller i Tilstandsklasse II, dvs. konsentrasjonen av kvikksølv var høyest i torsk fanget helt ute ved Kråkenes i Krossfjorden. Konsentrasjonene er også betydelig under grenseverdien for omsetning på 0,5 mg Hg/kg våtvekt filet satt av EU. Gjennomsnittet for målingene av kvikksølv i torskefilet fra Vatsområdet ligger høyere enn gjennomsnittet gitt i NIFES miljødatabase, men målingene ligger innenfor konsentrasjonsområdet gitt i databasen.

Omsetningsgrensene for kadmium og bly i torskefilet i EU er satt til henholdsvis 0,05 og 0,2 mg/kg våtvekt. Konsentrasjonene av kadmium i torskefileten ble målt til å være maksimum <0,004 mg/kg våtvekt og er dermed langt under omsetningsgrensen. For bly ble maksimal konsentrasjon målt til <0,040 mg/kg våtvekt og også dette er betydelig lavere en EUs omsetningsgrense. Både kadmium- og blykonsentrasjonene samsvarer godt med gjennomsnittsverdiene gitt i miljødatabasen til NIFES.

Ingen av de andre metallene forekom i uvanlig høye konsentrasjoner sammenlignet med andre undersøkelser slik som f.eks. i kostholdsundersøkelser for Bergen Byfjord (Måge & Frantzen 2008).

**Tabell 19.** Metallinnhold i torskefilet og torskelever fisket i perioden oktober-desember 2009. Tallene angir konsentrasjonene i mg/kg våtvekt. Fargene i kolonnene tilsvarende tilstandsklasser i henhold til Klifs klassifiseringssystem.

		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Me-Hg*	Mn	Ni	Pb	Zn
Eikanes	Filet	2,765	<0,002	0,003	<0,013	0,118	0,083	0,075	0,133	<0,017	<0,017	3,245
	Lever	3,347	0,014	0,030	<0,022	5,250	0,040		0,906	<0,027	<0,027	22,584
Raunes	Filet	3,706	<0,004	<0,004	<0,019	0,175	0,061	0,055	0,105	<0,038	<0,038	3,456
	Lever	2,556	0,009	0,018	0,036	3,425	0,021		0,574	<0,020	<0,020	17,662
Kråke- nes	Filet	7,900	<0,004	0,005	<0,020	0,119	0,147	0,144	0,129	<0,040	<0,040	3,445
	Lever	5,498	0,010	0,020	<0,018	3,492	0,046		0,580	<0,024	<0,024	18,985

\* Omregnet til Hg-ekvivalenter.

Tilstandsklasse I

Tilstandsklasse II



Lever

Konsentrasjonene av kvikksølv og bly var for alle lokaliteter (med unntak av Eikanes) noe lavere i torskelever enn i torskefilet, mens det var motsatt for kadmium. For alle tre metallene var konsentrasjonene innenfor normalområdet. Heller ingen andre metaller ble funnet i unormalt høye konsentrasjoner i torskelever.

**PCB, PAH og pesticider**Filet og lever

PCB<sub>7</sub> ble bare detektert i torskelever hvor konsentrasjonene lå mellom 54,7 og 122 µg/kg våtvekt (**Tabell 20**). I henhold til Klifs klassifikasjonssystem gir dette for alle tre stasjonene Tilstandsklasse I som har en grenseverdi på 500 µg/kg våtvekt. Konsentrasjonene av PCB<sub>7</sub> ligger også innenfor normalområdet oppgitt i NIFES miljødatabase.

PAH-forbindelser ble ikke detektert over deteksjonsgrensen i noen av prøvene. Det samme gjelder for ΣHCH.

Heksaklorbenzen (HCB) ble ikke detektert i torskefilet, men i torskelever ble det målt konsentrasjoner mellom 5,2 og 6,5 µg/kg våtvekt. Konsentrasjonene er lave og lavere enn gjennomsnittsverdiene angitt i miljødatabase til NIFES og gir Tilstandsklasse I i Klifs klassifikasjonssystem.

Totalmengden DDT (ΣDDT) i torskefilet var under deteksjonsgrensen, mens i torskelever ble det målt 34,5-77 µg/kg våtvekt. Etter Klifs klassifiseringssystem gir dette Tilstandsklasse I.

**Tabell 20.** Innholdet av PCB<sub>7</sub>, B(a)P (benzo(a)pyren), PAH<sub>16</sub> og pesticider i torskefilet og torskelever fisket i perioden oktober-desember 2009. Tallene angir konsentrasjonene i µg/kg våtvekt. Fargene i kolonnene tilsvarer tilstandsklasser i henhold til Klifs klassifiseringssystem.

		PCB <sub>7</sub>	PAH <sub>16</sub>	B(a)P	KPAH	HCB	ΣHCH	ΣDDT
Eikanes	Filet	n.d.	n.d.	<0,0020	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Lever	122,0	n.d.	<0,0020	n.d.	5,2	n.d.	77
Raunes	Filet	n.d.	n.d.	<0,0020	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Lever	54,7	n.d.	<0,0020	n.d.	6,5	n.d.	34,5
Kråkenes	Filet	n.d.	n.d.	<0,0020	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Lever	78,4	n.d.	<0,0020	n.d.	5,5	n.d.	58,3

 Tilstandsklasse I

**Brosme**

Miljøgifter binder seg ofte til partikler og synker ned mot dypområdene hvor de kan bli tatt opp i fødeorganismer for fisk. Brosme er en dypvannsfisk som befinner seg høyt oppe i næringskjeden, og i tillegg blir brosmen gammel. Både det at brosmen lever dypt, befinner seg høyt opp i næringskjeden og blir gammel medfører at miljøgifter vil oppkonsentreres over tid i denne arten.

## Metaller

### Filet

For filet av brosme er det foretatt analyser av både kvikksølv (totalkonsentrasjon) og metylkvikksølv. Analysene for kvikksølv i brosmefilet viser konsentrasjoner på 0,215 og 0,366 mg/kg våtvekt for henholdsvis Metteneset og Mula (**Tabell 21**), og dette er under den foreslåtte omsetningsgrensen på 0,5 mg/kg våtvekt som gjelder i EU. Kvikksølvkonsentrasjonen beregnet ut fra analysene av metylkvikksølv i brosmefilet fra Mula gir 0,395 mg/kg våtvekt og ligger dermed litt høyere enn resultatene fra analyse av totalt kvikksølv, men når analyseusikkerhet tas med i betraktningen, må verdiene betraktes som like. Konsentrasjonene av kvikksølv i brosme både fra Mula og Metteneset overskrider imidlertid de anbefalte maksimumskonsentrasjoner på 0,2 mg/kg våtvekt som ofte anbefales for gravide og ammende mødre (VKM 2006). AF Miljøbase Vats har meldt verdiene til Mattilsynet for vurdering.

Høye konsentrasjoner av kvikksølv i brosme er blitt funnet også i andre områder slik som i Byfjorden i Bergen hvor snittkonsentrasjonen var 0,79 mg/kg våtvekt (Måge & Frantzen 2008). Også fra områder med kun diffus belastning slik som Nordfjord er det rapportert om høye kvikksølvkonsentrasjoner i brosmefilet (0,29-0,9 mg Hg/kg våtvekt) (Berg et al. 2000). En nyere oversikt finnes i Frantzen et al. 2010.

Kadmiumkonsentrasjonene i brosmefilet lå innenfor normalområdet. Konsentrasjonen av bly var imidlertid noe høyere (2-4x) enn det som er vanlig fra våre områder.

For de andre metallene synes verdiene å ligge innenfor normalområder.

**Tabell 21.** Metallinnhold i brosmefilet og brosmelever fisket i perioden oktober-desember 2009. Tallene angir konsentrasjonene i mg/kg våtvekt.

		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Me-Hg*	Mn	Ni	Pb	Zn
Mula	Filet	8,528	<0,004	<0,004	<0,002	0,096	0,366	0,395	0,128	<0,042	<0,042	2,829
	Lever	4,711	0,039	0,035	<0,020	1,715	0,218		0,986	<0,020	<0,020	13,074
Mette-neset	Filet	10,693	<0,002	<0,002	<0,016	0,113	0,215	0,210	0,104	<0,020	<0,020	2,693
	Lever	5,354	0,065	0,025	<0,013	1,400	0,104		0,955	<0,019	<0,019	12,965

\* Omregnet til Hg-ekvivalenter.

Over anbefalt grensverdi for gravide og ammende

## PCB, PAH og pesticider

### Filet og lever

I brosmefilet ble PCB<sub>7</sub> ikke detektert, men i lever viste analysene 163 µg/kg våtvekt ved Mula og 432 µg/kg våtvekt ved Metteneset (**Tabell 22**). Dette er høyere enn for konsentrasjonene funnet i torskelever, men likevel under grensverdien for torskelever på 500 µg/kg våtvekt. Brosmelever antas imidlertid ikke å benyttes som menneskeføde.

PAH- og HCH-forbindelser ble ikke detektert over deteksjonsgrensen i noen av prøvene.

Innholdet av heksaklorbenzen (HCB) var svært forskjellig i brosme fanget ved Mula og Metteneset. Ved Mula var konsentrasjonen 8,6 µg/kg våtvekt. For torskelever ville en slik konsentrasjon gi Tilstandsklasse I etter Klifs klassifikasjonssystem. Ved Metteneset var konsentrasjonen hele 101,8

µg/kg våtvekt, og en slik konsentrasjon funnet i torskelever ville gitt Tilstandsklasse III. Konsentrasjonene av HCB i lever av brosme er altså nesten 12x høyere ved Metteneset enn ved Mula ved utløpet av Vatsfjorden. HCB ble ikke funnet i brosmefilet.

Også for DDT i brosmelever var det stor forskjell mellom Mula og Metteneset. Konsentrasjonen på 290,8 µg/kg våtvekt ved Metteneset ville for torskelever gitt Tilstandsklasse II etter Klifs klassifikasjonssystem, men 77 µg/kg våtvekt ved Mula ville gitt Tilstandsklasse I. DDT ble ikke funnet over deteksjonsnivå i brosmefilet.

For HCB – og til en viss grad også DDT – var det markert høyere konsentrasjon ved Metteneset enn ved Mula. Forskjellen mellom disse to stasjonene var så stor at det er grunnlag for å anta at det er en lokal HCB-kilde ved eller ”oppstrøms” Metteneset.

**Tabell 22.** Innholdet av PCB<sub>7</sub>, B(a)P (benzo(a)pyren), PAH<sub>16</sub> og pesticider i brosmefilet og brosmelever fisket i perioden oktober-desember 2009. Tallene angir konsentrasjonene i µg/kg våtvekt.

		PCB <sub>7</sub>	PAH <sub>16</sub>	B(a)P	KPAH	HCB	∑HCH	∑DDT
Mula	Filet	n.d.	n.d.	<0,0020	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Lever	163,0	n.d.	<0,0020	n.d.	8,6	n.d.	77
Mette- neset	Filet	n.d.	n.d.	<0,0020	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Lever	432	n.d.	<0,0020	n.d.	101,8	n.d.	290,8

## Flatfisk

### Metaller

Kvikksølvkonsentrasjonen i filet av flatfisk varierte mellom 0,075 og 0,120 mg/kg våtvekt (**Tabell 23**) med høyeste konsentrasjon for stasjon Raunes. For flatfisk fra Eikanesholmen og Yrkje ligger nivået for kvikksølv på det som ansees som bakgrunnsnivå for flatfisk (0,1 mg/kg våtvekt) (Knutzen & Green 2001). Flatfisk fra Raunes har noe forhøyet nivå av kvikksølv, men konsentrasjonene ligger under både omsetningsgrense i EU og anbefalt maksimumskonsentrasjon for gravide og ammende kvinner.

Konsentrasjonen av kadmium var svært lav (<0,001 mg/kg våtvekt), da bakgrunnskonsentrasjonen for kadmium i flatfisk regnes for å være 0,13-0,18 mg/kg våtvekt (Berge 2003). Også blykonsentrasjonen må ansees som lav.

Arsen forekommer i relativt høye konsentrasjoner i flatfisk (22,6-53,1 mg/kg våtvekt), men vanligvis forekommer arsen i fisk i en organisk form som er utgjør liten fare for mennesker. For de andre metallene ligger konsentrasjonene innenfor det som må karakteriseres som vanlig.

**Tabell 23.** Metallinnhold i filet av flatfisk fisket i mars 2009. Tallene angir konsentrasjonene i mg/kg våtvekt.

	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn
Eikanesholmen	42,9	<0,001	0,0037	<0,06	0,172	0,075	0,074	<0,01	<0,02	<0,02	3,65
Raunes	53,1	<0,001	0,0061	<0,07	0,182	0,120	0,108	0,01	<0,02	<0,02	3,71
Yrkje	22,6	<0,001	0,0038	<0,06	0,185	0,079	0,082	<0,01	<0,02	<0,02	5,13

## PCB, PAH og pesticider

### Filet

PCB<sub>7</sub> ble funnet i lave konsentrasjoner (<1,87 mg/kg våtvekt) i filet av flatfisk (**Tabell 24**). Flatfisk inngår ikke i Klifs klassifiseringsveileder, men dersom de målte PCB<sub>7</sub>-verdier hadde blitt funnet i torskefilet, ville de gitt Tilstandsklasse I. Konsentrasjonene ligger også så lave at de ligger innen området for foreslåtte referanseverdier for flere av de artene som inngår i flatfiskanalysene fra Vatsfjordområdet (Knutzen & Green 2001).

Verken PAH-forbindelser eller  $\Sigma$ HCH ble detektert i filet av flatfisk.

For heksaklorbenzen (HCB) viste analysene konsentrasjoner mellom 0,04 og 0,24  $\mu$ g/kg våtvekt. For Eikanesholmen og Raunes ligger konsentrasjonene av HCB på referansenivå, mens ved Yrkje er konsentrasjonen litt høyere enn foreslått referansenivå (Knutzen & Green 2001).

Høyeste konsentrasjon av  $\Sigma$ DDT i filet av flatfisk ble målt i flatfisk fra Eikanesholmen med 1,24 mg/kg våtvekt. Konsentrasjonen tilsvarer foreslått referansenivå (Knutzen & Green 2001).

**Tabell 24.** Innholdet av PCB<sub>7</sub>, B(a)P (benzo(a)pyren), PAH<sub>16</sub> og pesticider i filet av flatfisk fisket i mars 2009. Tallene angir konsentrasjonene i  $\mu$ g/kg våtvekt.

	PCB <sub>7</sub>	PAH <sub>16</sub>	B(a)P	KPAH	HCB	$\Sigma$ HCH	$\Sigma$ DDT
Eikanesholmen	<1,80	n.d.	n.d.	n.d.	0,04	n.d.	1,24
Raunes	<1,72	n.d.	n.d.	n.d.	0,11	n.d.	<0,81
Yrkje	<1,87	n.d.	n.d.	n.d.	0,24	n.d.	<0,75

### 3.5.4 Konklusjon

Vi har funnet at blåskjell fra Vatsfjorden i 2009 hadde en gjennomsnittlig sett moderat forurensning av arsen, kvikksølv, PCB, PAH, HCB og DDT. Det var imidlertid ikke noe kildeområde som utpekte seg. Blyinnholdet i krabbeklør fra Raunes var over EUs grenseverdi for omsetning. Det er usikkerhet om representativiteten i dette resultatet, og observasjonen bør følges opp med nye prøver. Både blykonsentrasjoner fra resten av prøvetakingsstedene og alle andre analyserte parametere var innen normalområdet. I torskefilet fant vi forhøyet kvikksølvkonsentrasjon (Tilstandsklasse II) ved Kråkenes, men konsentrasjonen ligger godt under EUs grenseverdi for omsetning. I blandprøver av brosmefilet ble det funnet kvikksølvkonsentrasjoner på ~0,2 og ~0,4 mg/kg våtvekt henholdsvis ved Metteneset ved utløpet av Yrkjesfjorden og Mula utenfor Vatsfjorden. Konsentrasjonene overskrider den ofte anbefalte maksimumskonsentrasjonen på 0,2 mg Hg/kg våtvekt for gravide og ammende kvinner. Tilsvarende konsentrasjoner er imidlertid påvist flere steder langs kysten uten kjente punktkilder. For flatfisk ble det ikke målt konsentrasjoner av metaller og fremmedstoffer over fastsatte grenseverdier.

NIVA anbefaler at AF Miljøbase Vats informerer Mattilsynet om konsentrasjonene av kvikksølv i brosmefilet og også bly i krabbeklør ved Raunes om de nye prøvene viser like høye verdier som i 2009.

## 3.6 ROV-undersøkelser i nærområdet ved kaianleggene

### 3.6.1 Innledning

Denne undersøkelsen omfatter registrering av skrap og søppel samt en biologisk/sedimentologisk vurdering av området. Forandringer i disse parametrene over *tid* kan legges til grunn for vurderinger av den biologiske miljøtilstanden.

### 3.6.2 Metode

Denne undersøkelsen med fjernstyrt undervannsbåt (ROV) dokumenterte hva slags menneskeskapt objekter som lå på bunnen utenfor kaiområdene ved Raunes. Dette er viktig i forhold til å opprettholde seilingsdypet og minimere forsøpling i kaiområdet. I tillegg har en marinbiolog veiledet og inspisert opptakene for å gi en vurdering av miljøforholdene for fauna og flora, samt hvordan sedimentene ser ut. Dette ble gjort ved å registrere dyr og planter, samt sedimentforhold. Forandring i disse forholdene kan indikere om aktivitetene ved kaien har påvirket miljøet på bunnen. ROV-studiet ble gjennomført før Ekofisk Cessation EPRD-prosjektet ble igangsatt. Video fra tidligere undersøkelser i 2004 ble også vurdert og den biologiske tilstanden ble sammenlignet.

Undersøkelsen ble hovedsaklig gjort nær land i de to vikene. Videoopptakene hadde dyp og retning og ble vist i sanntid på dekk slik at man kunne påvirke den fjernstyrte ubåten underveis.

Undersøkelsene ble gjennomført 7-8 mai 2009 ved hjelp av en ROV av type Subfighter 7500 med HPR posisjoneringssystem, DGPS, gyro-rack, sonar, manipulatorarm og en liten grabb. All film er tatt opp på fil. ROV-operatør var Knut Bergen fra Sperre AS. Det foregikk annet arbeid i sjøen samtidig med våre undersøkelser. Dette medførte til dels noe redusert sikt i vannet. Noen ganger var det vanskelig å si nøyaktig hva slags objekter som ble sett i opptakene. Disse ble dermed indikert med "" eller spørsmålstegn i tabellene. Dybdemålingene er de som ROV-en hadde da bokføringen ble gjort, ikke nødvendigvis dypet der materialet ligger. Strategien for registreringene ble tilpasset de lokale forholdene på hvert undersøkelsessted og er nærmere beskrevet i Vedlegg D. All ROV-kjøring ble logget elektronisk og det ble også ført feltlogg (**Tabell 42**). Alt menneskeskapt materiale funnet i sjøen ble registrert og posisjonert, inkludert det som antas å være i sjøen med vilje, som rørledninger, betongsøyler og liknende. Denne undersøkelsen har brukt absolutte posisjoneringssystemer (GPS), som selv om det er noe usikkerhet i posisjonene er mer presist enn å ikke ha noe absolutt posisjoneringssystem.

Det bør også påpekes at en opprydding ble utført med en ROV fra Amundsen Diving etter at kaiområdene ble ferdigstilt. Oppryddingen skjedde i juni og august i 2009, altså etter denne undersøkelsen.

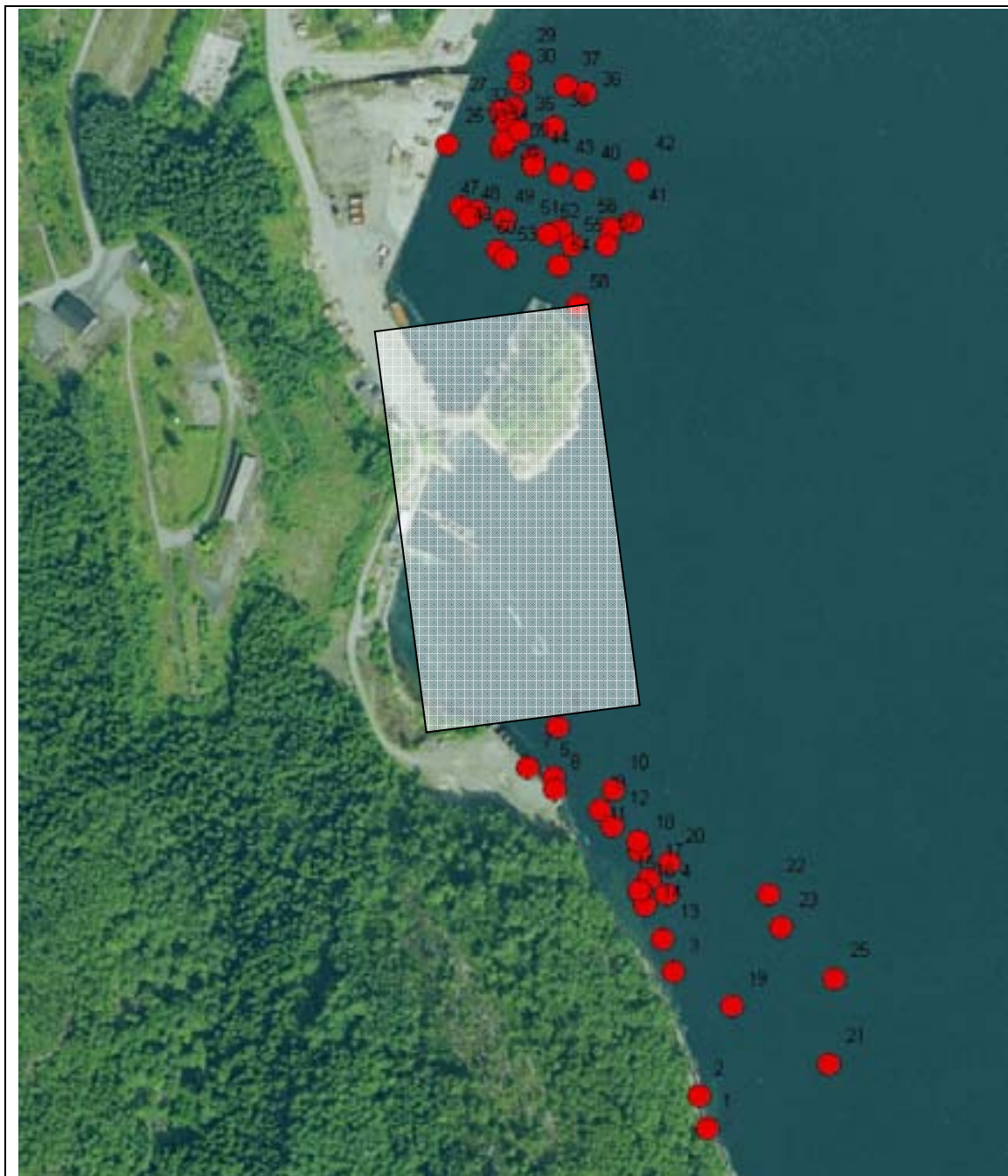
### 3.6.3 Resultater

#### Grønnavika

Vi fulgte dybdekoter for 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 og 40 meter i nord-sør retning i bukten. En ganske bratt bunn ble funnet ned til 20 meters dyp. Bunnen er preget av innfylling av steinmateriale, inkludert ny sprengstein uten vekst av organismer, samt "eldre" bunn som er overrislet med finkornet steinstøv. I det dypere vannet, spesielt mot sør, fant man det som ser ut som sunt bløtbunnssediment.

Tabell 25. ROV observasjoner i Grønnavika.

"Tracking" dyp under sjøoverflaten	Observasjoner
5-10	På grunt vann er det ny innfylling av sprengstein. Det ble registrert taurester, ødelagt siltduk og noe overgrodd jernstenger og armeringsjern. Posisjoneringen er problematisk på de grunneste dypene. På grunn av den ferske sprengsteinen er det følgelig ingen flora og nesten ingen fauna.
15	Sikten var 1-2 meter. Sprengstein, men også bart fjell. Rester av tre og busker. Nedslammet bunn i mye området undersøkt, dekket av finkornet steinmel. Det ble observert en del sei ( <i>Pollachius virens</i> ) som muligens fulgte etter ubåten. Sukkertare ( <i>Saccharina latissima</i> ), stortare ( <i>Laminaria hyperborea</i> ) og en del rødalger (Rhodophyceae), taskekrabbe ( <i>Cancer pagurus</i> ), korstroll – <i>Asterias rubens</i> , en solstjerne - <i>Solaster endeca</i> .
20	En noe slakkere bunn. Delvis mye sprengstein, men også store partier med nedslammet fjell. Lengst sør også bløtbunnsflater med skall av kuskjell ( <i>Arctica islandica</i> ) og mye av hydroiden ( <i>Corymorpha nutans</i> ). Fant også sjøstjernene korstroll ( <i>A. rubens</i> ) og sypute ( <i>Porania pulvillus</i> ), tare (sannsynligvis stortare) på steinene.
25	Områder med fjell og bløtbunnspartier, enkelte steder ganske bratt, nedslammet av steinmel. Ikke skrap/sjøppel å se. Lenger innover i vika er det økende innslag av sprengstein, samt noen trær og busker.
30	I den nordlige enden er det sprengsteinbunn. Sjørose (cf. <i>Urticina eques</i> ), flyndre (cf. <i>Microstomus kitt</i> ). I det sørlige området er det bløtbunn med noe fjell sørover, mange børstmark (cf. <i>Polydora</i> ) og en del muslingskall på bunnen (cf. <i>Mytilus edulis</i> ).
35	Skrånende bløtbunn med innslag av fjell. Nedslammet, lite dyr. Brattere partier og overheng har en del dyr. Sprengstein nord i området..
40	Sprengstein i de indre deler av området som ganske raskt går over i flat bløtbunn litt lenger sør. Flyndre (Pleuronectiformes), mange sjøpenner (Pennatulacida), levende bløtbunn. Også innslag av fjell mot slutten av traversen.



**Figur 12.** Loggført søppel ved AF Miljøbase Vats. Se Vedlegg D for beskrivelse av hvert nummererte punkt. Flyfotoet ble tatt før den nylige utbyggingen var ferdig, og derfor viser vi det grå rektangelet som indikator for området som nå er fylt inn.

### **Raunesvika**

Vi kjørte ubåten frem og tilbake under lektere som var fortøyet ved land, parallelt med kaikanten, men med økende avstand til den; 4, 8, 12, 16, 20, 25, 30, 40, 50, 60 og 75m. Observasjonsflåten lå fortøyd på sørsiden av den ene lekteren. Det ble ikke kjørt med ROVen i området inn mot spunkaia da det var altfor mye utstyr i vannet som ROVen lett kunne kjøre seg fast i. Området for øvrig består stort sett av svakt skrånende bløtbunn med innslag av sand og noe stein. De biologiske forholdene er tilfredsstillende og som ventet i et område som dette.



**Tabell 26.** ROV-observasjoner fra Raunesvika

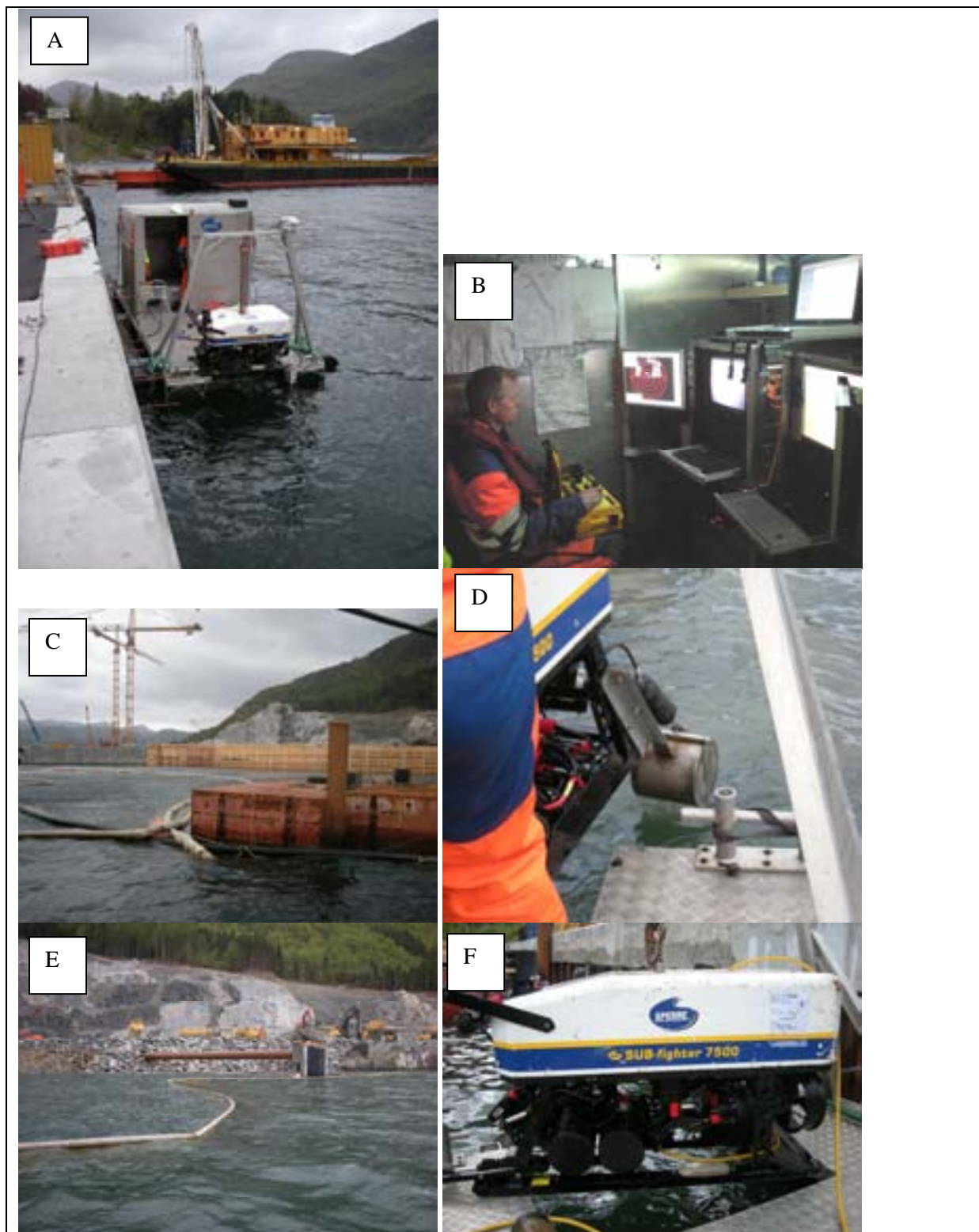
Meter fra kaikanten	Observasjoner
Det nordlige området	
0-5	Inntil kaikanten, ved omtrent 6 meters dyp fant vi en del mindre skrap/søppel. Små flekker med bakterien <i>Beggiatoa</i> i nærheten av bekken indikerer at det kommer en del organisk materiale ut med Rauneselva.
8-16	På 7m dyp: sand/bløtbunn m noen større stein, lite søppel. Trådformete alger spredt utover (cf <i>Ectocarpus</i> , cf <i>Polysiphonia/Ceramium</i> ), korstroll ( <i>A. rubens</i> ), hydroider ( <i>Hydroida</i> ), mye kalkrørsmark (cf. <i>Pomatoceros triqueter</i> ), to sukkertareplanter ( <i>S. latissima</i> ).. Noen få leppefisk (Labridae), kutling (Gobiidae), spredt med cf åletang (cf <i>Chorda filum</i> ), cf stilkdokka (cf. <i>Polysiphonia elongata</i> ).
20	Større innslag av stein og noe brattere bunn. Nærmere bekkelutløpet mindre med stein. Mye groe på de store steinene. En tareplante (cf <i>L. hyperborea</i> ). Flere sukkertare ( <i>S. latissima</i> ) på 11,2 m dyp. Flyndrer (cf <i>Microstomus kitt</i> ) på 16m dyp. Sukkertare ( <i>S. latissima</i> ) på 13m dyp. Under ca 15m dyp blir bunnen noe bløtere m færre stein. Ingen/lite alger. Mye hull i bunnen – indikerer levende bunn. På 22m var det spor i bunnen, antageligvis etter duk som hadde blitt slept. Flyndrer ( <i>Pleuronectiformes</i> ), noen sjøstjerner ( <i>A. rubens</i> ).
Det sørlige området	
0-15	Bløtbunn med noen store steiner funnet på 7 meters dyp rett ved kaien. Sukkertare ( <i>S. latissima</i> ), korstroll ( <i>A. rubens</i> ), hydroider ( <i>Hydroida</i> ), trådalger, leppefisk (Labridae), kalkrørsmark ( <i>Serpulidae</i> ) på steiner. Mer stein ble funnet på bunnen lenger nord. En flyndre ( <i>Pleuronectidae</i> ) ved 7 meter. Bladformet rød alge ( <i>Rhodophyceae</i> ) på steiner, flyndre, korstroll ( <i>A. rubens</i> ) og sukkertare ( <i>S. latissima</i> ) ved 8 meters dyp.
20-30	Ved 10 meters dyp er det mindre stein, flyndre ( <i>Pleuronectidae</i> ), sukkertare ( <i>S. latissima</i> ), trådalger. På 12 meters dyp finner man sukkertare ( <i>S. latissima</i> ).
40-100	Under 15 meters dyp er det få stein, svakt skrånende bløtbunn med lite vekst. (bløtbunn gir lite grobunn for alger og ingen ble registrert). Noen skjell av blåskjell ( <i>Mytilus Edulis</i> ). Bunnen ser ut som den er forholdsvis sunn, men med lite synlig fauna. Vi avsluttet observasjonene ved 28 meters dyp.

#### Forandring over tid: Raunesvika og Grønsvika i 2004

Vi har her gjort et forsøk på en sammenligning med de forholdene en registrerte ved undersøkelsene i 2004.

Det ble gått gjennom 2 DVDer med opptak fra 13. mai 2004, på samme tid på året som undersøkelsene i 2009. Begge DVDene var merket 'Raunes', og vi fikk tilgang til disse etter at undersøkelsene i 2009 ble gjennomført. Det er kun undersøkelsene i 2009 som har brukt posisjoneringsutstyr på ROVen. Det er derfor knyttet relativt stor usikkerhet til sammenligningen av miljøforhold mellom 2004 og 2009 og vi måtte gå ut ifra et generelt inntrykk av bunnforholdene slik en marinbiolog tolker dem.

Det var meget gode siktforhold i sjøen ved undersøkelsene i 2004. Generelt sett var det mer sukkertare og ålegras på opptakene i 2004 enn i 2009. Det var også noe mer av trådformete alger langs bunnen. Det var langt flere dekk på bunnen i 2004 og det virker også som at det var mer skrap på bunnen, både i Grønsvika og Raunesvika. Notatene fra gjennomgangen kan ses i Vedlegg D.



**Figur 13.** Foto fra feltarbeidet 7.-8. mai 2009. A: Flåten med ROVen fortøyd langs kaia i Raunesvika. Dette var utgangspunktet for kjøringene vest i Raunesvika (de røde prikkene i **Figur 26**). B: ROV-piloten i kontrollrommet på flåten. C: Området i Raunesvika hvor det ikke kunne undersøkes grunnet mye utstyr i sjøen. D: ROVen med grabben som tok opp sedimentprøver på grunt vann i Raunesvika. E: Grønnavika med utfyllingskant og siltduker i sjøen. F: Viser den ROV Subfighter 7500 som ble brukt ved undersøkelsene.

De sannsynlige endringene i sukkertareforekomster kan skyldes den generelle nedgangen i forekomst av denne art, en nedgang som særlig er blitt registrert fra Skagerrak, men også på Vestlandet. En annen mulighet er at pågående utfyllingsarbeid og annet arbeid har økt turbiditeten i vannet og dermed redusert lystilgangen for algene nedover i dypet. Det er også mulig at det kan ha vært en nedgang i ålegrasforekomstene og at dette kan skyldes turbiditet (steinstøv i vannet). Imidlertid er det større sannsynlighet for at en i 2009 ikke undersøkte de tross alt relativt avgrensede områdene hvor det ble funnet ålegras i 2004. Siden det ikke ble brukt posisjoneringsutstyr i 2004 blir dette veldig usikkert.

Det har vært en opprydding av dekk og sannsynligvis annet skrap i Raunesvika og Grønavika siden 2004. Dette kommer tydelig frem av opptakene. Utfyllingen med steinmasser i Grønavika vil også ha dekket over resterende skrap som ble observert i 2004.

### **3.6.4 Konklusjon**

ROV-undersøkelsene viser at bunnforholdene i det undersøkte området varierer fra å være dominert av stor, ikke-begrodd sprengstein i Grønavika der kaien nylig er utvidet, med et dekkende lag av steinstøv i områdene rundt innfyllingen, til normal bløtbunn med synlig fauna på bunnen og spor etter gravende fauna. Flora og fauna ved Raunesvika er som forventet ved et kaianlegg som dette, med blant annet bunnlevende alger, tare, sjøstjerner, fisk og krabbe. Bunnen består her av bløtbunn med innslag av grovere partikler som sand og grus, samt en del stein. På litt større dyp er det mest bløtbunn, men også innslag av fjell. Det er i denne undersøkelsen funnet og geo-referert rester etter rep, jernstenger og annet jernskrot, deler av siltgardiner, fiskeruser, takplater, hjelm, garn, bøtter, trær og busker, og noen få bildekk derav ett stort, sannsynligvis fra en anleggsmaskin. Mye av dette er tatt opp i etterkant, og vil bli dokumentert.

Inspeksjon av DVD-er fra liknende undersøkelser i 2004 viser at det er betydelig mindre skrot på bunnen i 2009. Det er mindre ålegress og sukkertare i 2009, noe som enten skyldes redusert sikt i vannet pga aktivitet ved kaiene og steinstøv i sjøen, eller skyldes den generelle tilbakegangen i sukkertare som er sett langs Vestlandskysten.

## 3.7 Sedimenter – Kjemi

### 3.7.1 Innledning – sedimentprøvetaking

Vatsfjorden og Yrkjesfjorden er dype fjorder med mye menneskelig aktivitet og de er dermed ikke forventet å være fullstendig urørte. NIVA testet derfor hypotesen at det ikke er forskjell mellom sedimentene nært anlegget på AF Miljøbase Vats og tilsvarende områder langt fra anlegget (“referansestasjoner”). Vi tok derfor flere prøver ved forskjellige stasjoner nært og fjernt fra Miljøbasen (**Tabell 27**). Stasjonene ble valgt som par med liknende dybdeforhold, der en stasjon er nært anlegget og en stasjon representerer “normalforhold” i fjordsystemet (Se **Figur 1** og **Figur 2** for lokalitetene). I tillegg har vi tatt ekstra prøver nært anlegget for å få prøvetaking som er tettere fordelt. Bunnforholdene medførte at vi måtte bruke forskjellige prøveteknikker for å få gode prøver. I alle stasjonsprøvene ble 25cc sediment fra hver prøve innsamlet fra de øvre 2cm av kjernene og blandet sammen, slik at resultatene fra hver stasjon representerer en blandprøve av 3 prøver fra hver stasjon. Sedimentene ble holdt kjølig og sendt til NIVAs akkrediterte laboratorium i Oslo.

**Tabell 27.** Stasjonene i dette studiet. Merk at stasjon 2 ble forlatt da det ikke var mulig å ta prøve her da bunnen var for hard.

Stasjon no	Dyp m	Sted	Breddegrader N	Lengdegrader E	Type
1	335	Yrkjes-/Vatsfjorden	59° 25.692	5° 45.817	Nær
2	312		59° 28.697	5° 52.199	Forlatt
3	330	Krossfjorden	59° 28.631	5° 45.174	Referanse
4	41	Midtfjord ved Raunes	59° 26.247	5° 45.078	Nær
5	98	Vatsfjord Grønsvika	59° 26.349	5° 45.314	Nær
6	38	Indre Vatsfjorden	59° 27.238	5° 45.106	Referanse
7	102	Indre Yrkjesfjorden	59° 23.970	5° 40.878	Referanse

NIVA utførte prøvetakingen av bløtbunnen fra 5.-8. mai 2009. Vi benyttet MS Solvik i varierende værforhold, fra stille til kuling. For at en prøve skulle godkjennes måtte sedimentene komme om bord med klart vann over, som indikator på uforstyrret i sedimentoverflate ved prøvetaking. Vannet ble tappet av med en slange, slik at det kunne tas prøve av sanne overflatesedimenter. “St 4, Vatsfjord Grønsvika” og “St 6 Indre Vatsfjorden” ble prøvetatt med en van Veen grabb og prøver tatt fra de øvre uforstyrrede 2cm. De resterende fire stasjonene ble tatt med en boxcorer, som leverte prøver av like god eller bedre kvalitet. I tillegg ble fire individuelle prøver tatt med ROV ved utløpet av Rauneselva for å følge opp et potensielt kvikksølvproblem indikert av en prøve tatt av Miljøvernforbundet i 2008. Sedimentene ble også tatt prøve av av Misund (2009), der det ble påvist konsentrasjoner mellom 0,04 og 0,09 mg/kg kvikksølv. En av våre fire prøver ble analysert for alle variablene i programmet, resten ble kun analysert for kvikksølv. På grunn av aktiviteten og den steinete bunnen nært land ble en liten håndholdt grabb brukt ved prøvene “Raunes 2” (Raunesvika) og “Raunes 3 (Grønsvika)” slik at man ikke skadet de store grabbene og boxcoreren.

#### Prøvebeskrivelse

Farge på prøvene fra grabb og boxcorer ble klassifisert etter Munsell fargetabeller (Tabell 28). Mengden materiale i grabben ble estimert med en spesiell målestav.

**Tabell 28.** Beskrivelser av sedimentprøvene

Prøve	Munsell fargetabeller	Mengde / metode	Spesielle forhold	
Stasjon 1-1	7,5 YR 3/2	Boxcorer	En prøve måtte tas om igjen pga en slimål i boxcoreren.	
Stasjon 1-2	7,5 YR 3/2	Boxcorer		
Stasjon 1-3	7,5 YR 3/2	Boxcorer		
Stasjon 1-4	7,5 YR 3/2	Boxcorer		
Stasjon 3-1	7,5 YR 3/2	Boxcorer		
Stasjon 3-2	7,5 YR 3/2	Boxcorer		
Stasjon 3-3	7,5 YR 3/2	Boxcorer		
Stasjon 3-4	7,5 YR 3/2	Boxcorer		
Stasjon 4-1	54 4/1	Grabb - 7L		Det er mye sand/grus i prøvene
Stasjon 4-2	54 4/1	Grabb - 10L		
Stasjon 4-3	54 4/1	Grabb - 7L		
Stasjon 4-4	54 4/1	Grabb - 8L		
Stasjon 5-1	7,5 YR 3/2	Boxcorer	Inhomogent materiale, en blanding av leire, skjellsand og sagmugg.	
Stasjon 5-2	7,5 YR 3/2	Boxcorer		
Stasjon 5-3	5YR 4/4	Boxcorer		
Stasjon 5-4	5YR 4/4	Boxcorer		
Stasjon 6-1	2,5YR 3/2	Full grabb	Jernutfellinger i sedimentet	
Stasjon 6-2	2,5YR 3/2	Grabb - 14L		
Stasjon 6-3	2,5YR 3/2	Grabb - 15L		
Stasjon 6-4	2,5YR 3/2	Grabb - 16L		
Stasjon 7-1	2,5YR 3/2	Boxcorer		
Stasjon 7-2	2,5YR 3/2	Boxcorer		
Stasjon 7-3	2,5YR 3/2	Boxcorer		

### 3.7.2 Metoder

De kjemiske sedimentanalysene ble hovedsakelig utført ved NIVAs akkrediterte laboratorier i Oslo. De fleste komponentene ble gjort med akkrediterte *analyser*, utenom MBT, DBT, TBT og fenyltinn. Disse ble analysert med sertifisert referansemateriale for butyltinnene og laboratoriet er i ferd med å få analyseteknikken akkreditert. Det finnes ikke sertifisert referansemateriale for fenyltinnene. En restprøve (Stasjon 1) ble sendt til ALS-Scandinavia for akkreditert reanalyse av TBT og resultatene var innenfor de forventede feilmarginene av hverandre (Vedlegg B). De individuelle klorerte bifenylyanalysene er svært lave i konsentrasjon (Vedlegg B). I følge reglene i EUs Vanndirektiv (2000/60/EC, artikkel 5.3), skal den utregnete Seven Dutch (“PCB7”) analysen settes til 0 eller summen av de påviste verdiene, i motsetning til å legge sammen deteksjonsgrensene.

### 3.7.3 Klassifiseringsmetoder

Klima og forurensningsdirektoratet (Klif) har nylig publisert nye, effektbaserte grenseverdier for klassifisering og risikovurdering av marine sedimenter og sjøvann (Klif TA-2230/2007). Grensen mellom Tilstandsklasse II og III i TA-2229/2007 tilsvarer PNEC-verdi (“Predicted No Effect Concentration”) for kronisk eksponering, mens grensen mellom tilstandsklasse III og IV tilsvarer PNEC for akutt eksponering.

### 3.7.4 Resultat

De to buktene nært kaiene (Raunesvika and Grønsvika) er tidligere prøvetatt i 2002 (Kjeilen, 2002), i 2004 (Kristensen, 2004), i 2007 (Misund, 2007) og i 2008 (Misund, 2008), som oppsummert i Misund

(2008). I tillegg til sammenligning med gjennomsnittet fra disse studiene har vi sammenlignet våre prøver med tilstandsklassene for disse typene sedimenter (Klif TA-2229/2007). De fullstendige analysene er vist i Vedlegg B, og sammensetningene der vi har konsentrasjoner over deteksjonsgrensene er vist i **Tabell 29** og **Figur 14**.

Kvikksølv var i tilstandsklasse I i alle prøvene. Sammenlignet med prøvene fra COWI ser det ut som om nivåene har gått ned noe. I tillegg, som i Misund (2009), er prøvene fra munningen av Rauneselva uten forhøyete verdier for kvikksølv. Vi har dermed ikke kunnet verifisere de høye verdiene funnet av Miljøvernforbundet. Konsentrasjonene av PAH<sub>16</sub> var i tilstandsklasse II og TBT er i klasse IV i prøvene fra Raunesvika og Grønávika. Disse stoffene har også tidligere hatt høye nivåer nær AF Miljøbase Vats og nivåene er ikke høyere enn tidligere.

De dypeste stasjonene (Stasjon 3 Krossfjorden og Stasjon 1 Vats/ Yrkjesfjord) hadde forhøyete blykonsentrasjoner, (Stasjon 7 (Indre Yrkjesfjorden) og stasjon 6 (Indre Vatsfjorden)) hadde forhøyete PAH<sub>16</sub> konsentrasjoner. TBT var i tillegg forhøyet i Stasjon 6 i Indre Vatsfjorden. Prøvene direkte utenfor AF Miljøbase Vats på 100 meters dyp (Stasjon 5) hadde noe lavere nivå av bly og PAH<sub>16</sub> enn de andre dype stasjonene.

### 3.7.5 Diskusjon

#### **Kvikksølv:**

Prøven med høyest kvikksølvverdi er fra Raunes 2, tatt direkte utenfor stedet der det tidligere var et overflateutslipp av utslippsvann fra anlegget. Resultatene er imidlertid lavere enn i tidligere analyser fra buktene. Stasjon 5 ble tatt i et flatt parti i dyprenna i fjorden utenfor Raunes og var forventet å være "nedstrøms" prosessvannutslippet til AF Miljøbase Vats, men denne blandprøven viser en av de laveste kvikksølvkonsentrasjoner av alle prøvene, like lavt som referanseprøven i Indre Vatsfjorden. Stasjon 1 og 3, henholdsvis nærsone og referansestasjon i den dype fjorden på rundt 330 meter, har konsentrasjoner som er innenfor feilmarginene av hverandre. Stasjon 4 (Grønávika) og 6 (Indre Vatsfjorden), dvs. prøvene på rundt 40 meters dyp, er forskjellige, og det var prøvene fra stasjonen i Indre Vats som hadde de høyeste kvikksølvverdiene. Stasjon 4 hadde den laveste konsentrasjonen funnet i denne studien. Siden området tidligere har hatt forhøyete verdier for kvikksølv, og det i tillegg var mye steinmateriale fra innfyllingen fra kaien i prøven, kan resultatet indikere en fortykning pga nedslamming.

Blant våre prøver er det kun den ene grabbprøven i Raunesvika som har kvikksølvverdier som er betydelig høyere enn referanseprøvene lenger ute i fjorden. Det er ellers ikke forskjell mellom prøvene nær anlegget og referanseprøvene, og Grønávikas lave nivåer kan skyldes fortykning med steinmel.

#### **Bly:**

De dypeste stasjonene hadde forhøyete blyverdier, mens de grunne stasjonene ikke har dette, inkludert prøvene nær anlegget.

#### **Organiske miljøgifter**

Det ble påvist forhøyet TBT, PAH<sub>16</sub> og benzo(a)pyren i Raunesvika, mens disse verdiene var lavere i Grønávika. Igjen er det mulig at nedslammingen i Grønávika har fortyknet tidligere høyere verdier. Prøvene midtfjords (Stasjon 5) har lavere PAH<sub>16</sub>, TBT og PCB<sub>7</sub>-verdier enn referanseprøvene. Om AF Miljøbase Vats hadde vært en punktkilde for forurensingen av PAH, TBT og bly hadde man antakelig funnet forhøyete konsentrasjoner i prøvene midtfjords (Stasjon 5)

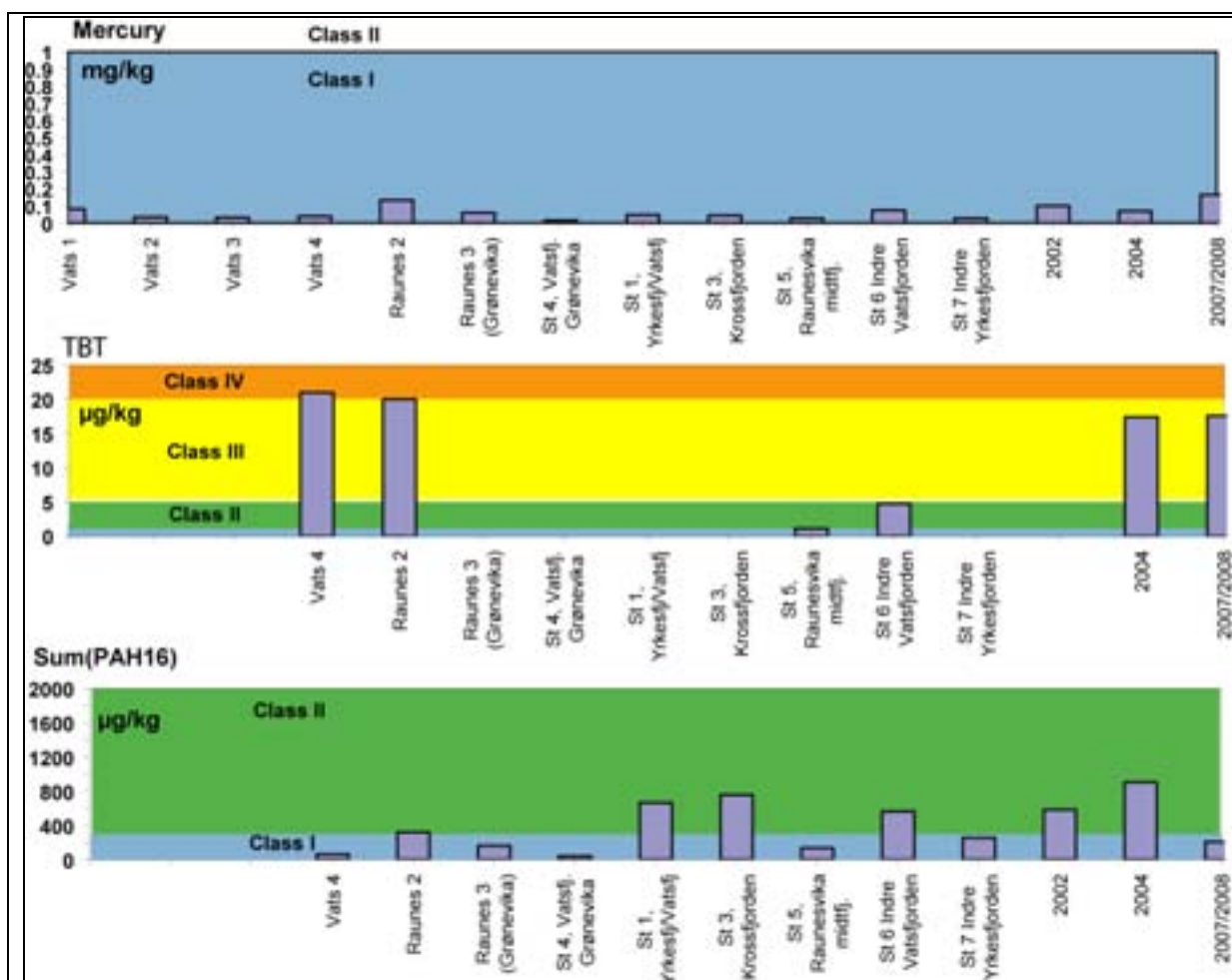
**Tabell 29.** Analyseresultatene fra marine sedimenter nært AF Miljøbase Vats og tilstandsklassegrensene satt i Klif TA-2229 vist med blå (Tilstands klasse 1), grønn (Tilstandsklasse 2), gult (Tilstandsklasse 3), oransje (Tilstandsklasse 4) og rød (Tilstandsklasse 5). n.d. viser at resultatene var under deteksjonsgrensen. Der det ikke er satt miljøgrenser er cellene hvite.

Analyse variabel	Enhet	Vats 1	Vats 2	Vats 3	Vats 4	Raunes 2	Raunes 3 (Grønnavika)	St 4, Vatsfj. Grønnavika
<b>Korn&lt;63µm</b>	% tørr vekt				19	65	69	43
<b>TN/F</b>	µg N/mg TS				1,3	n.d.	n.d.	n.d.
<b>TOC/F</b>	µg C/mg TS				17,1	21,9	3,5	2,7
<b>As/ICP-Sm</b>	µg/g				7,4	9,2	3	3
<b>Ba/ICP-Sm</b>	µg/g				45,4	92,3	191	128
<b>Cd/ICP-Sm</b>	µg/g				n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
<b>Co/ICP-Sm</b>	µg/g				5,3	9,3	9,4	8
<b>Cr/ICP-Sm</b>	µg/g				18	27,8	23,8	23,1
<b>Cu/ICP-Sm</b>	µg/g				17,4	27,9	17,3	15
<b>Hg-Sm</b>	µg/g	0,081	0,034	0,031	0,04	0,133	0,059	0,016
<b>Mo/ICP-Sm</b>	µg/g				2	3	2	2
<b>Ni/ICP-Sm</b>	µg/g				9,9	16,3	12	11
<b>P/ICP-Sm</b>	µg/g				539	702	717	629
<b>Pb/ICP-Sm</b>	µg/g				14	17	13	8,3
<b>V/ICP-Sm</b>	µg/g				20,1	38,8	37,8	30,4
<b>Zn/ICP-Sm</b>	µg/g				53,7	105	135	88
<b>TBT-Sm</b>	µg/kg t.v.				21	20	n.d.	n.d.
<b>Sum PAH16</b>	µg/kg t.v.				65,6	322,7	166,2	39,7
<b>Sum PCB<sub>7</sub></b>	µg/kg t.v.				n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
<b>BAP-Sm</b>	µg/kg t.v.				3,4	21	n.d.	n.d.
<b>Sum KPAH</b>	µg/kg t.v.				n.d.	132	n.d.	n.d.
<b>Sum NPD</b>	µg/kg t.v.				n.d.	90,5	n.d.	n.d.
<b>MBT-Sm</b>	µg MBT/kg				9,6	7,2	n.d.	n.d.
<b>DBT-Sm</b>	µg/kg t.v.				23	12	n.d.	n.d.
<b>MPhT-Sm</b>	µg/kg t.v.				n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
<b>DPhT-Sm</b>	µg/kg t.v.				n.d.	5,6	n.d.	n.d.
<b>TPhT-Sm</b>	µg/kg t.v.				n.d.	4	1,4	n.d.



**Tabell 29:** Fortsettelse: Analyseresultatene fra referansestasjonene samt prøven fra utløpet av Vatsfjorden der den møter Yrkjesfjorden. Fargene refererer til tilstandsklassene i Klif TA 2229.

Analyse variabel	Enhet	St 1, Yrkjesfj/Vatsfj	St 3, Krossfjorden	St 5, Raunesvika midtfj.	St 6 Indre Vatsfjorden	St 7 Indre Yrkjesfjorden	
<b>Korn&lt;63µm</b>	% dry weight		87	91	36	88	60
<b>TN/F</b>	µg N/mg TS		1,7	1,0	n.d.	2,0	1,5
<b>TOC/F</b>	µg C/mg TS		19,0	13,5	11,3	26,7	11,3
<b>As/ICP-Sm</b>	µg/g		15	10	6	7,9	5
<b>Ba/ICP-Sm</b>	µg/g		79,1	66,8	44,8	44,5	23,9
<b>Cd/ICP-Sm</b>	µg/g		n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
<b>Co/ICP-Sm</b>	µg/g		16,9	16,3	4,8	7,9	4,5
<b>Cr/ICP-Sm</b>	µg/g		33,8	33,2	14	25,9	11
<b>Cu/ICP-Sm</b>	µg/g		22,2	20,1	9,97	18,5	8,34
<b>Hg-Sm</b>	µg/g		0,047	0,043	0,028	0,076	0,028
<b>Mo/ICP-Sm</b>	µg/g		3,5	3,6	0,7	2	0,9
<b>Ni/ICP-Sm</b>	µg/g		29	29,8	9,6	19,7	9,7
<b>P/ICP-Sm</b>	µg/g		883	798	653	871	772
<b>Pb/ICP-Sm</b>	µg/g		44	39	13	29	14
<b>V/ICP-Sm</b>	µg/g		63	56,4	21,9	39,7	18,9
<b>Zn/ICP-Sm</b>	µg/g		108	98,4	49,9	91,8	43,7
<b>TBT-Sm</b>	µg/kg t.v.		n.d.	n.d.	1,1	4,7	n.d.
<b>Sum PAH16</b>	µg/kg t.v.		668	760,3	137,3	565	256,6
<b>Sum PCB<sub>7</sub></b>	µg/kg t.v.		0,61	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
<b>BAP-Sm</b>	µg/kg t.v.		24	15	8,2	30	11
<b>Sum KPAH</b>	µg/kg t.v.		415	475,1	n.d.	359,6	170,7
<b>Sum NPD</b>	µg/kg t.v.		50,4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
<b>MBT-Sm</b>	µg MBT/kg		n.d.	4,2	n.d.	14	5,3
<b>DBT-Sm</b>	µg/kg t.v.		n.d.	n.d.	n.d.	6,2	n.d.
<b>MPhT-Sm</b>	µg/kg t.v.		n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
<b>DPhT-Sm</b>	µg/kg t.v.		n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
<b>TPhT-Sm</b>	µg/kg t.v.		<1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.



**Figur 14.** Kvikksølv, TBT og PAH<sub>16</sub> i blandprøver og enkeltp prøver av sedimenter sammenlignet med gjennomsnittsverdiene funnet før oppstarten av AF Miljøbase Vats (“2002” = Kjeilen, 2002), og tidligere under drift av anlegget (“2004” = Kristiansen 2004, “2007/2008” = Misund 2007 and 2008). Stasjonene er vist på Figur 1 og Figur 2. Manglende verdier (TBT) viser at prøve herfra ikke ble analysert. Fargene indikerer tilstandsklasser etter Klif TA-2229/2007.

### 3.7.6 Konklusjon

Tungmetallnivåene i de marine sedimentene ved Raunes ser ut til å være avtagende. Det er ikke påvist i våre prøver at det er en punktkilde for transport langs bunnen som sprer stoffer til bunnslammet fra AF Miljøbase Vats. Vi fant det høyeste kvikksølvnivået i våre prøver i Raunesvika. Dette nivået var allikevel i Tilstandsklasse I. Det er forhøyete PAH<sub>16</sub> og TBT-verdier i Indre Vatsfjorden, og i munningen av Vatsfjorden er det forhøyete PAH<sub>16</sub> og bly, noe som er likt i referanseprøven helt ute i Krossfjorden. Forurensningstilstanden i bunnsedimentene bør overvåkes videre.

### 3.8 Sedimenter – Økotoksikologiske tester

#### 3.8.1 Materiale

Sediment fra flere prøver måtte slås sammen for å få nok materiale til økotoksikologisk testing. Fire blandprøver av sedimenter ble testet for toksisitet med bakgrunn i ”Veileder for risikovurdering av sedimenter” Klif TA-2230/2007 og ISO 10253 (2006): ”Water Quality – Marine algae growth inhibition test with *Skeletonema costatum* and *Phaeodactylum tricornutum*”. Det ble gjort tester av et vannuttrekk og et organisk ekstrakt av sedimentene.

#### 3.8.2 Metode – se Vedlegg G

#### 3.8.3 Resultater

Vannuttrekket fra alle sedimentprøvene hemmet algevekst, med vannuttrekket fra Raunes 3 og stasjon 4 Vatsfjord (Grønavika) som mest toksisk, stasjon 1 og 3 minst toksisk og liten forskjell mellom de to gjenværende (**Tabell 30**). Organiske ekstrakter av sedimentet løst i aceton viste ingen toksisitet ved konsentrasjonene som ble testet (100 µl/L).

**Tabell 30.** Oversikt over toksisiteten i vannuttrekk fra sediment.

Sedimentprøver	Område	Nr	EC50	EC10	Vannuttrekk fra sediment
					i forhold 3: 1 (%)
					NOEC
Vats 1-4, Raunes 2	Raunesvika	952.1 -5	87	23	10
Raunes 3 (Grønavika) St. 4 Vatsfjord Grønavika	Grønavika	952.6 952.9	61	52	18
Stasjon 1, Stasjon 3	Yrkesfjord- Krossfjord 330 m	952.7-8	>100	54	10
St 5, St 6, St 7	Vatsfjord- Yrkesfjord 50-100 m	952.10-12	91	42	18

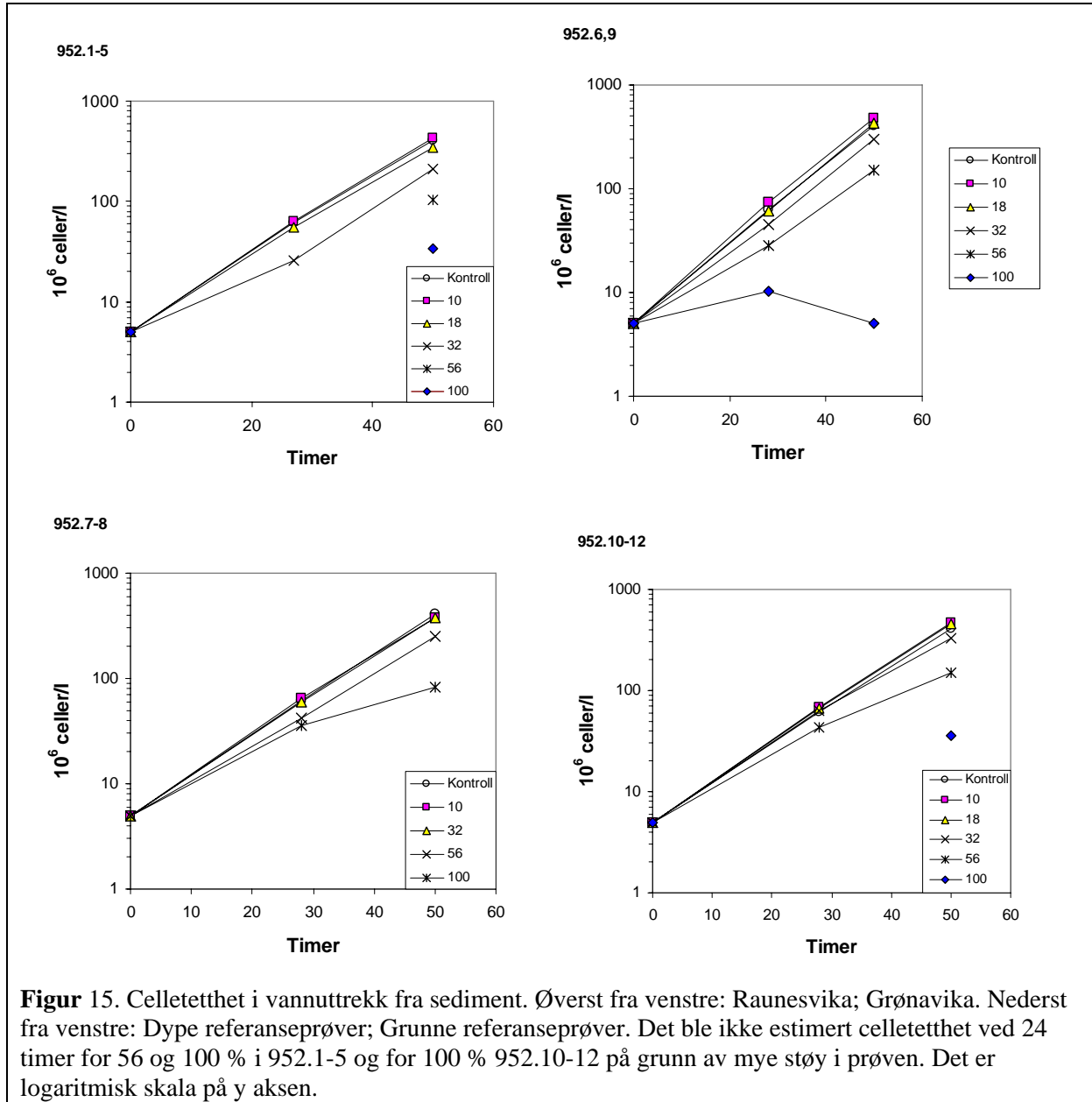
#### Vannuttrekk av tørket sediment

Grunnet forurensing i vannuttrekksprøvene (introduksjon av andre alger) ved 50 timer ble ikke prøvene registrert etter 72 timer. Stikkprøver av de ulike prøvene og konsentrasjoner ble undersøkt i mikroskop ved 50 timer uten å finne andre alger enn *S. costatum*.

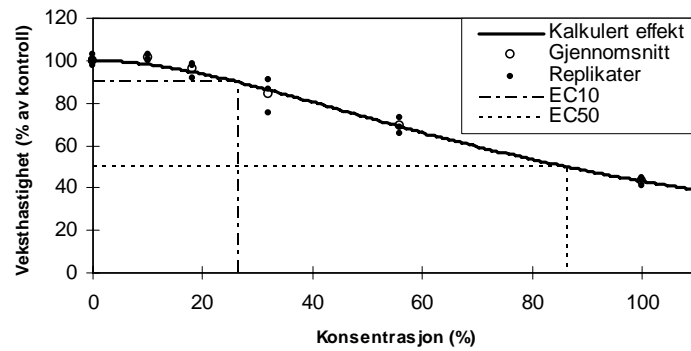
Det var eksponentiell vekst i alle testkonsentrasjoner og kontrollene, men signifikant lavere veksthastighet i de to høyeste konsentrasjonene for alle prøvene (**Figur 16**). Det var ikke vekst i det hele tatt i den høyeste konsentrasjonen fra 952.6,9. Dette sedimentet hadde den høyeste EC 50 verdien, men både 952.1-5 og 952.7-8 hadde høyere EC<sub>10</sub> verdier (**Tabell 30, Figur 16**).

<sup>1</sup>

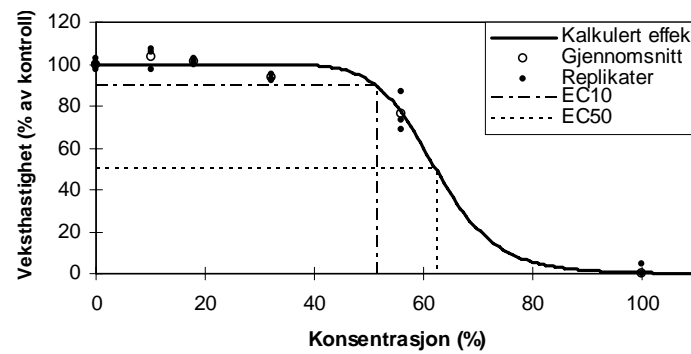
<sup>1</sup> Resultater av toksisitetstester med alger angis som EC50 som er den konsentrasjon som gir 50 % hemming av veksthastigheten. EC50-verdien beregnes fra målinger av algenes veksthastighet i en konsentrasjonsserie av testmaterialet (for eksempel porevann eller sedimentekstrakt). Dersom det ikke er oppnådd 50 % veksthemming i den høyeste testede konsentrasjonen angis EC50 som større enn høyeste testkonsentrasjon. Høy EC50 betyr altså lav giftighet. På samme måte er EC10 10% hemming av veksthastigheten. For å få en enhet som er proporsjonal med toksisiteten beregnes ”Toxic Units” (TU). NOEC betyr ”No Observed Effect Concentration”, altså konsentrasjonen der man ikke ser toksisk effekt av algen.



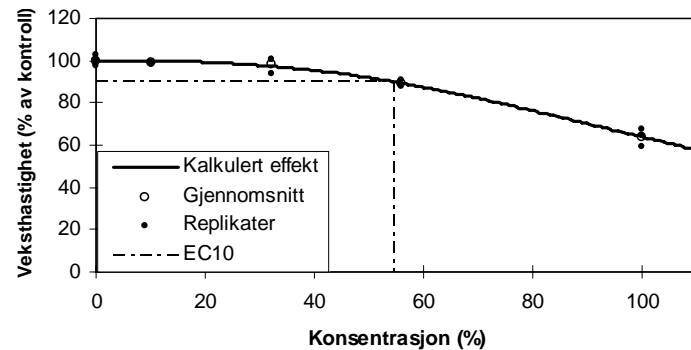
952.1-5



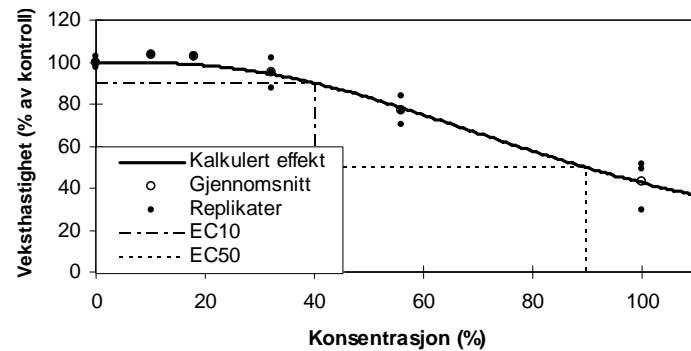
952.6,9



952.7-8



952.10-12



Figur 16. Kalkulert toksisitet i vannuttrekk fra fire sedimentprøver. Fra toppen: Raunesvika; Grønnavika; Dype referanseprøver; Grunne referanseprøver.

### 3.8.4 Diskusjon

Vannuttrekket fra alle sedimentprøvene hemmet algevekst, med vannuttrekket fra Grønāvika som mest toksisk, de dype (330m) referansestasjonene minst toksisk og liten forskjell mellom de to gjenværende prøvene (**Tabell 30**). Organiske ekstrakter av sedimentet løst i aceton viste ingen toksisitet ved konsentrasjonene som ble testet (100µl/L). Det er imidlertid noe toksisk effekt av alle sedimentene i fjordene, også fra prøvene ute i Yrkjesfjorden.

Det er kjent fra tidligere at det har vært påvist DDT og kvikksølv i prøvene fra Grønāvika. Vi fant imidlertid ikke dette i prøvene i dette studiet og det er det samme prøvematerialet som er brukt til de økotoksikologiske analysene. Det er dermed mulig at det er andre stoffer enn de vi har analysert for som gir toksiske effekter i sedimentene fra Grønāvika. Prøvene fra Raunesvika er fra utløpet av Rauneselva og rett utenfor kaiområdet der utslippsledningen har rent ut inntil nylig. Det er dermed mindre grunn til å anta at det er utslipp av ukjente stoffer med toksisk effekt som påvirker disse prøvene fra Rauneselva.

## 3.9 Sedimenter – Oksygenopptak

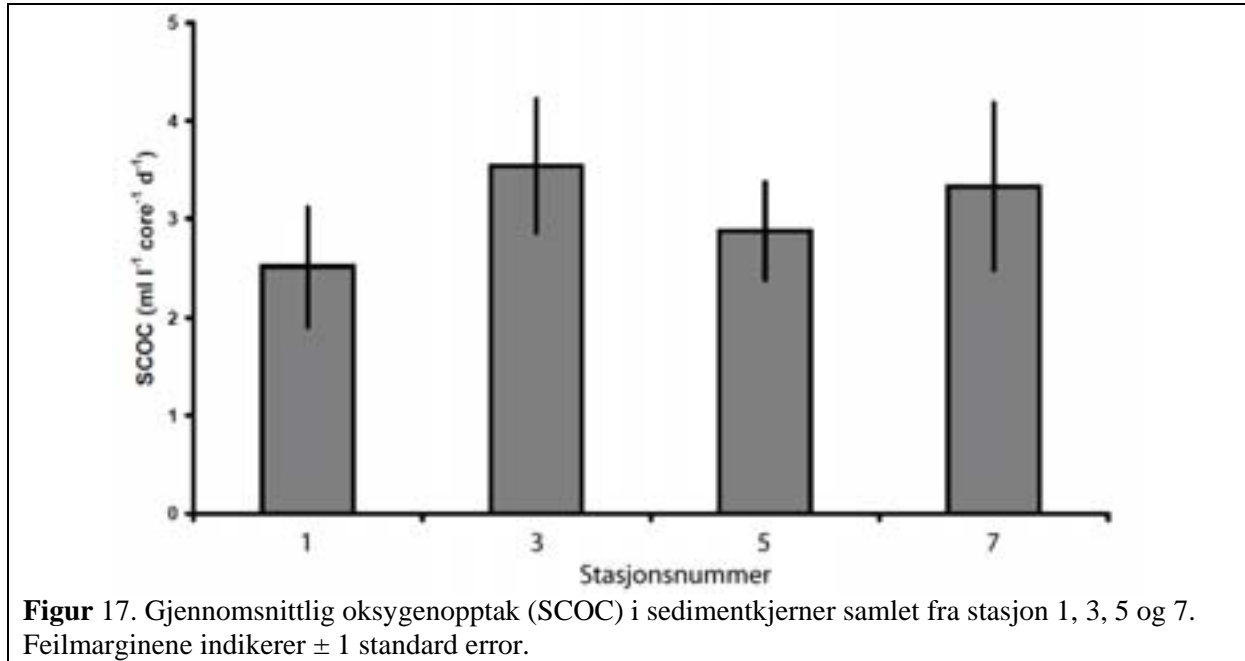
### 3.9.1 Materiale og metoder

Oksygenopptak fra samfunnene i sedimentene (Sediment community oxygen consumption (SCOC)) ble målt i sedimentkjerner som ble tatt fra uavhengige boks-kjerner på stasjon 1, 3, 5 og 7. Etter prøvetakingen ble sedimentene overført til 6,6 cm brede inkubasjonskamre og brakt til laboratoriet. Inkubasjonskamrene fikk stabilisere seg over natten i et kjøleskap som ble satt til 4°C. Hvert inkubasjonskammer ble tilført luft med en enkel akvariepumpe. Etter 24 timer ble inkubasjonskamrene forseglet og enkle vannprøver ble ekstrahert fra hvert kammer vha. en sprøyte og fiksert for oppløst O<sub>2</sub> for Winkler analyse. Kamrene var så fullstendig forseglet uten oksygentilførsel oksygenopptaksekperimentene varte to timer. Etter to timer ble en ny vannprøve tatt og analysert for O<sub>2</sub> innhold. SCOC ble så utregnet fra den lineære reduksjonen i O<sub>2</sub> konsentrasjon over tid.

SCOC-raten ble normalisert til SCOC rater per bokskjerne siden vi brukte 8cm diameter subkjerner. Dataene ble sjekket for normalitet og heteroscedasitet, og forskjellen i gjennomsnittet for henholdsvis stasjon 1 og 3, og 5 og 7 ble analysert med en parametriske t-test. Et alfanivå på 0,05 ble valgt som et kriterium for statistisk signifikans. Alle dataene ble analysert med Sigmaplot programvare.

### 3.9.2 Resultater

Gjennomsnittlig opptak av oksygen i samfunnene i sedimentene (SCOC) var høyere ved stasjon 3 (Krossfjorden, kontrollstasjon ved 330m dyp) sammenlignet med stasjon 1 (utløpet av Vatsfjorden ut i Yrkjesfjorden ved 330m dyp, nært AF Miljøbase Vats), vist i **Figur 17**. Det samme var tilfelle for stasjon 7 (nær bunnen av Yrkjesfjorden, kontrollstasjon ved omtrent 100 m dyp) vs. stasjon 5 (i dyprennen i Vatsfjorden, umiddelbart utenfor AF Miljøbase Vats). Imidlertid er det ingen statistisk forskjell i SCOC mellom sedimentkjernene fra stasjon 5 og 7, eller mellom stasjon 1 og 3 (**Tabell 31**). Resultatene indikerer dermed at sedimentmetabolismen i og rett utenfor Vatsfjorden er liknende den som finnes i andre lokale fjorder i området.



**Tabell 31.** Resultater av SCOC sammenligning mellom stasjon 1 og 3.

Station #	Deg. Freedom	<i>t</i> -statistic	P-value
1 vs. 3	6	-1.128	0.302
6 vs. 7	5	-0.490	0.645

### 3.10 Sedimenter – Makrofauna biodiversitet

#### 3.10.1 Metoder

Bokskjerneprøver med en overflate på 0,1 m<sup>2</sup>, minus en sedimentkjerne på 6,6 cm diameter (for oksygenopptak samt og 200 cc for kjemisk analyse, økotoksanalyse og lavradioaktive målinger) ble silt om bord gjennom sikter med 1 mm og 2 mm lysåpning. De ferdig utsilte prøvene ble fiksert i 15:85 formalin:sjøvann.

Formalinblandingen ble fraskilt i et spesielt formalinlaboratorium ved NIVA-Grimstad under gode avtrekksforhold. Det ble så tilført etanol før grovsortering av prøvene der dyrene ble skilt fra annet materiale og fordelt som børstemark (Polychaeta) og andre sorter, hovedsakelig bløtdyr (Mollusca). Mollusca ble identifisert av Marijana Brkljacic, og Polychaeta av Gunhild Borgersen, begge NIVA-Oslo.

#### 3.10.2 Resultat

Hovedtrekkene er at stasjon 1 (VA1), 3 (VA3), 4 (VA4) har normal og god tilstand (**Tabell 33**). Stasjon 5 (VA5) har også tilnærmet god tilstand, men med mange *Polydora*, som indikerer forurensningspåvirkning og/eller dårlig oksygennivå (**Tabell 32**). Stasjon 6 (VA6) og 7 (VA7) har dårligere indeksverdier, og er dominert av *Pseudopolydora*, en nær slektning til *Polydora*, og indikerer



forurensning/organisk belastning og/eller dårlig oksygeninnå. **Tabell 32** viser de ti vanligste slektene/gruppene på hver stasjon, og **Tabell 33** viser tilstandsindekser for alle prøvene. **Figur 18** viser stasjonene med tilstands-klassifisering.

**Tabell 32.** De ti vanligste slektene/gruppene – sum antall individer pr. stasjon

STASJON	FAMILIE	SLEKT	ANTALL
VA1	Ampharetidae	Ampharetidae	210
VA1		Golfingia	89
VA1	Thyasiridae	Thyasira	80
VA1	Trichobranchidae	Terebellides	70
VA1	Amphinomidae	Paramphinome	44
VA1		Bivalvia	38
VA1	Kelliellidae	Kelliella	38
VA1		Nemertinea	21
VA1	Cirratulidae	Tharyx/Caulleriella	17
VA1	Flabelligeridae	Diplocirrus	15

STASJON	FAMILIE	SLEKT	ANTALL
VA3	Ampharetidae	Ampharetidae	128
VA3	Thyasiridae	Thyasira	65
VA3	Kelliellidae	Kelliella	33
VA3	Trichobranchidae	Terebellides	28
VA3	Lumbrineridae	Lumbrineris	27
VA3	Amphinomidae	Paramphinome	19
VA3	Melitidae	Eriopisa	18
VA3	Nuculidae	Nucula	15
VA3	Capitellidae	Heteromastus	15
VA3	Nephtyidae	Nephtys	9

VA4	Oweniidae	Myriochele	2298
VA4	Spionidae	Prionospio	626
VA4	Amphiuridae	Amphiura	371
VA4	Sabellidae	Sabellidae	229
VA4	Ampharetidae	Ampharetidae	183
VA4		Nemertinea	174
VA4	Oweniidae	Owenia	120
VA4	Magelonidae	Magelona	113
VA4	Thyasiridae	Thyasira	112
VA4	Maldanidae	Praxillella	86

VA5	Spionidae	Polydora	191
VA5	Amphinomidae	Paramphinome	172
VA5	Spionidae	Prionospio	118
VA5	Spionidae	Spiophanes	113
VA5	Thyasiridae	Thyasira	93
VA5	Spionidae	Pseudopolydora	54
VA5		Nemertinea	52
VA5	Ampharetidae	Ampharetidae	49
VA5	Syllidae	Exogone	41
VA5	Cirratulidae	Tharyx/Caulleriella	34

VA6	Spionidae	Pseudopolydora	1434
VA6	Oweniidae	Myriochele	476
VA6	Corbulidae	Corbula	315
VA6	Capitellidae	Heteromastus	272
VA6	Spionidae	Prionospio	170
VA6	Thyasiridae	Thyasira	130
VA6		Nemertinea	95
VA6	Cirratulidae	Chaetozone	47
VA6	Scrobiculariidae	Abra	22
VA6	Glyceridae	Glycera	19

VA7	Spionidae	Pseudopolydora	1927
VA7	Amphinomidae	Paramphinome	178
VA7	Thyasiridae	Thyasira	59
VA7		Nemertinea	56
VA7	Oweniidae	Myriochele	49
VA7	Trichobranchidae	Terebellides	44
VA7	Cirratulidae	Tharyx/Caulleriella	38
VA7	Maldanidae	Praxillella	29
VA7	Amphiuridae	Amphiura	26
VA7	Flabelligeridae	Diplocirrus	22

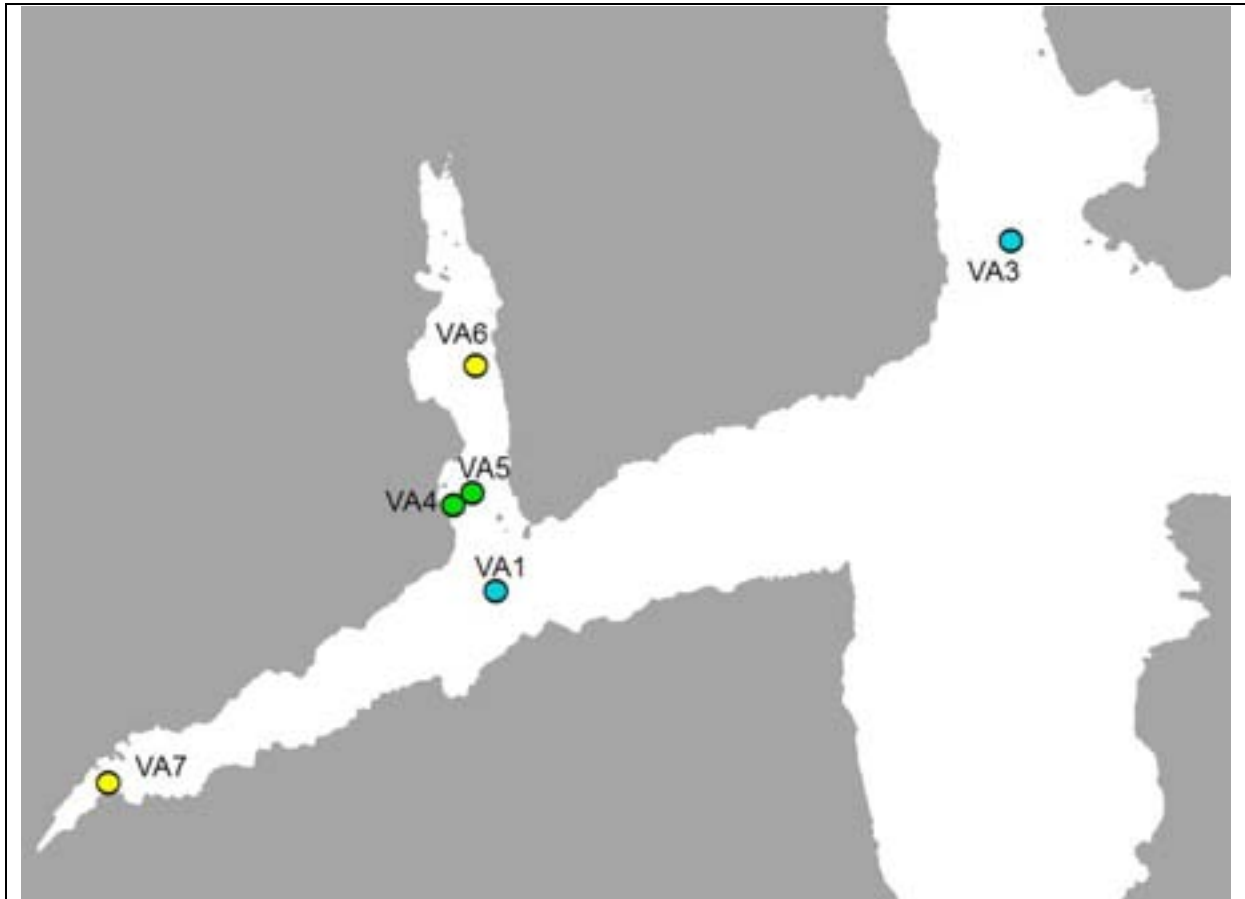
**Tabell 33.** Tilstandsindekser med klassifisering av bløtbunnsfauna.

S=antall arter; N=antall individer; SN=diversitetsindeks; J'=Pielou jevnhetsindeks; ES(50)=antall arter pr. 50 individer; ES(100)=antall arter pr. 100 individer; H'(log2)= Shannon diversitet; ISI=Norsk ømfintlighetsindeks; NQI1=norsk kvalitetsindeks (sammensatt indeks med N, SN og AMBI); AMBI=europisk ømfintlighetsindeks (omvendt skala, lavest verdi angir best tilstand).

STASJON	GRAB	S	N	SN	J'	ES(50)	ES(100)	H'(log2)	ISI	NQI1	AMBI
VA1 (St.1)	G1	30	162	2.091	0.718	16.262	23.877	3.525	9.336	0.790	1.195
VA1 (St.1)	G2	40	188	2.228	0.745	18.519	27.720	3.966	8.935	0.784	1.650
VA1 (St.1)	G3	41	174	2.263	0.785	20.937	30.806	4.207	8.959	0.797	1.547
VA1 (St.1)	G4	49	314	2.225	0.762	20.114	29.813	4.279	9.614	0.801	1.460
VA3 (St.3)	G1	33	150	2.170	0.787	20.429	28.683	3.971	9.356	0.750	1.947
VA3 (St.3)	G2	26	81	2.201	0.819	19.962		3.849	8.927	0.781	1.443
VA3 (St.3)	G3	18	45	2.162	0.770			3.209	8.867	0.727	1.866
VA3 (St.3)	G4	38	214	2.165	0.762	18.458	26.137	3.997	9.852	0.810	1.152
VA4 (St.4)	G1	60	1409	2.067	0.529	15.078	22.153	3.125	8.630	0.685	2.750
VA4 (St.4)	G2	66	1420	2.114	0.604	17.162	24.681	3.652	8.415	0.693	2.764
VA4 (St.4)	G3	63	1386	2.094	0.603	16.674	23.918	3.604	8.184	0.696	2.671
VA4 (St.4)	G4	69	891	2.210	0.688	19.818	28.192	4.203	8.722	0.716	2.670
VA5 (St.5)	G1	40	447	2.040	0.757	17.598	24.102	4.029	8.175	0.629	3.423
VA5 (St.5)	G2	18	103	1.885	0.854	15.048	17.911	3.561	6.136	0.597	3.306
VA5 (St.5)	G3	25	167	1.971	0.736	13.434	19.081	3.416	6.140	0.647	2.909
VA5 (St.5)	G4	49	302	2.234	0.792	21.480	31.365	4.447	8.058	0.691	3.028
VA5 (St.5)	G5	39	181	2.223	0.854	22.016	30.393	4.512	7.681	0.681	3.079
VA6 (St.6)	G1	27	870	1.724	0.567	9.540	12.074	2.694	6.956	0.526	4.078
VA6 (St.6)	G2	24	734	1.684	0.562	9.552	12.498	2.579	6.187	0.525	3.993
VA6 (St.6)	G3	27	621	1.771	0.600	11.231	14.938	2.855	6.901	0.535	4.060
VA6 (St.6)	G4	28	854	1.745	0.550	10.274	13.583	2.644	7.135	0.537	3.978
VA7 (St.7)	G1	32	744	1.835	0.394	9.884	14.881	1.970	7.395	0.553	3.978
VA7 (St.7)	G2	44	936	1.968	0.411	11.099	16.738	2.242	8.079	0.578	3.987
VA7 (St.7)	G3	36	949	1.862	0.317	8.399	13.089	1.638	7.335	0.549	4.108

Klassifisering av økologisk kvalitet (www.vannportalen.no):

Parameter	Reference value	High	Good	Moderate	Poor	Bad
		NQI1	0.78	>0,72	0,63-0,72	0,49-0,63
H'(log2)	4.4	>3,8	3,0-3,8	1,9-3,0	0,9-1,9	<0,9
ES(100)	32	>25	17-25	10-17	5-10	<5
ISI	9	>8,4	7,5-8,4	6,1-7,5	4,2-6,1	<4,2



**Figur 18.** Bløtbunnsfaunastasjoner med tilstandsklassene for NQI angitt. Blå=meget god tilstand; grønn=god tilstand; gul=mindre god tilstand.

## 3.11 Naturlig forekommende radioaktive stoffer (NORM)

### 3.11.1 Innledning

Det er kjent at NORM forekommer i "scale" fra rør det har passert råolje igjennom i oljeinstallasjoner, og disse kan potensielt spres når slike rør kuttes. I følge godkjenning gitt av Statens Strålevern av anlegg for behandling og lagring av radioaktivt avfall, samt utslipp fra AF Miljøbase Vats for AF Decom Offshore, datert 17.06.2009, skal disse ikke slippe ut til omgivelsene. Sedimenter fra prøvestasjonene i fjorden, fisk og skalldyr, samt vannprøver fra ferskvann, prosessvann og sjø ble undersøkt for lavradioaktive stoffer. For sedimentene, fisk og skalldyr, samt bekkevannet ble det tatt prøver før første mottak av moduler i august 2009, og resultatene fungerer som referansedata for senere prøver.

### 3.11.2 Metoder

Sedimentene ble prøvetatt samtidig som de andre kjemiske og biologiske sedimentprøvene. Filet fra flyndre og klokjøtt og smør fra krabbe ble prøvetatt samtidig som de andre kjemiske analysene ble tatt prøve for. En stor vannprøve på 50 liter ble tatt i Rauneselva, rett sør for hovedporten inn til opphuggingsanlegget. Denne vannprøven ble tatt av AF Decom. Det ble også tatt prøver av vannet i fordrøyningsbassenget inne i kavernen på anlegget, samt fra vannreseauanlegget.

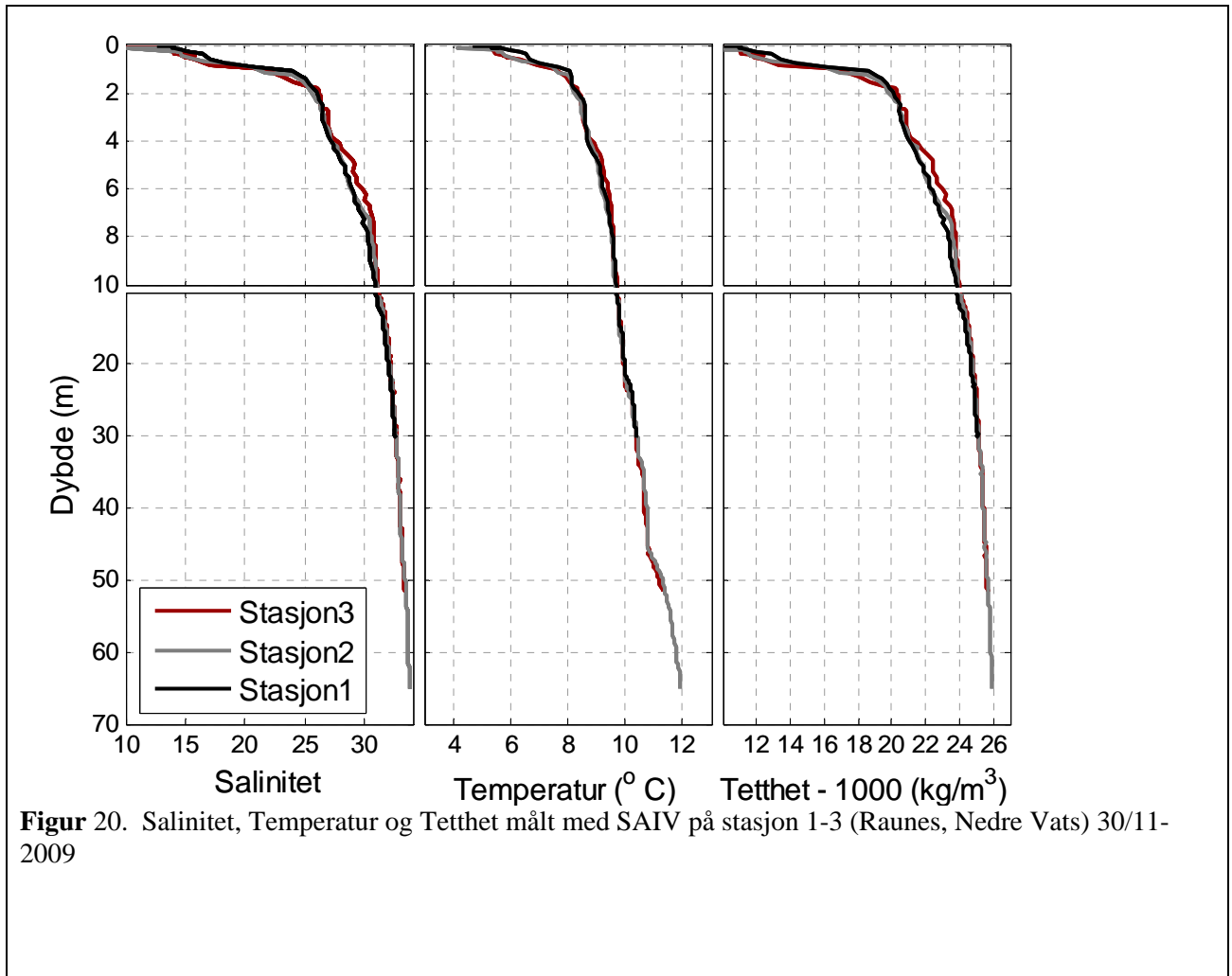
I tillegg ble det tatt prøver av sjøvannet, en prøve inne ved den nye utslippsledningen og to prøver lenger ute på sjøen. Det ble hentet vann og gjort målinger på 3 stasjoner (Figur 19). På hver stasjon ble det først målt temperatur og salinitet ned til 15m med en måler som viste verdiene direkte i et display. Disse målingene ble gjort for å sjekke at vannet ble hentet opp under brakkvannslaget. I tillegg ble det gjort målinger av temperatur, salinitet og trykk med en profilerende SAIV STD-sonde fra overflaten til bunn. En slange med pumpe ble så senket ned til ønsket dybde (5m) og 50l vann ble pumpet opp i 2 x 25 liters plastdunker.



Figur 19: Lokalteter for sjøvannprøver for NORM-analyse.

Tabell 34. Lokalitetene og prøvedyp for sjøvannsprøvene for analyse av lavradioaktive prøver.

Stasjon	Lat	Long	Avstand	SAIV	Mengde
Stasjon 1:	59° 26,434' N	5° 44,956' E	ca 30 m fra kai (nær utløpsledning)	kl 10:05 til 31m	50 l vann
Stasjon 2:	59° 26,468' N	5° 45,172' E	ca 200 m ut i fjorden fra stasjon 1	kl 11:42 til 66m	- 50 l vann
Stasjon 3:	59° 26,573' N	5° 45,246' E	ca 200 m inn i fjorden fra St 2	kl 12:20 til 52m	- 50 l vann



Figur 20. Salinitet, Temperatur og Tetthet målt med SAIV på stasjon 1-3 (Raunes, Nedre Vats) 30/11-2009

### 3.11.3 Analyseresultater

Prøvene ble sendt til Institutt for Energiteknikk på Kjeller. Deres rapport er lagt som Vedlegg C, hvor metodene er beskrevet og resultatene gjengis her.

Resultatene er gitt i **Tabell 35**, **Tabell 36**, **Tabell 37** og **Tabell 38**. Rapportert usikkerhet er en utvidet usikkerhet basert på en standard usikkerhet multiplisert med en dekningsfaktor på 2, som gir et dekningsnivå på tilnærmet 95 %.

**Tabell 35.**  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$  og  $^{228}\text{Th}$  i sedimentprøver (Bq/kg tørrvekt).

Prøve	Målt aktivitet (Bq/kg tørrvekt)			
	$^{210}\text{Pb}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{228}\text{Ra}$	$^{228}\text{Th}$
St. 1 – Yrkesfjorden	122 ± 21	34 ± 1	53 ± 9	47 ± 3
Prøve 2 – Raunes	104 ± 21	49 ± 1	28 ± 5	34 ± 3
St. 3 – Krossfjorden	152 ± 19	40 ± 2	55 ± 6	58 ± 3
St. 4 - Vatsfjorden Grønnavika	75 ± 14	48 ± 10	29 ± 4	36 ± 2
St. 5 - Raunesvika midtfjords	87 ± 15	19 ± 8	21 ± 4	23 ± 2
St. 6 - Indre Vatsfjorden	162 ± 37	79 ± 9	37 ± 13	37 ± 6
St. 7 - Indre Yrkesfjorden	96 ± 15	23 ± 4	22 ± 4	23 ± 1

**Tabell 36.**  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$  og  $^{228}\text{Th}$  i biotaprøver (Bq/kg ferskvekt)

Prøve	Målt aktivitet (Bq/kg ferskvekt)			
	$^{210}\text{Pb}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{228}\text{Ra}$	$^{228}\text{Th}$
Krabbe innmat – Vats	≤ 1	≤ 0,3	≤ 0,4	≤ 0,1
Krabbe klo – Vats	≤ 1	1,6 ± 0,4	≤ 1,2	≤ 0,3
Krabbe innmat – Raunes	≤ 0,7	≤ 0,14	≤ 0,2	≤ 0,1
Krabbe klo – Raunes	≤ 1	1,4 ± 0,2	≤ 0,5	≤ 0,1
Krabbe innmat – Mettenes	0,7 ± 0,3	≤ 0,14	≤ 0,2	0,13 ± 0,04
Krabbe klo – Mettenes	≤ 1	0,8 ± 0,3	≤ 0,7	≤ 0,3
Flyndre - Vats-Yrkje	≤ 0,6	1,0 ± 0,1	≤ 0,3	≤ 0,1
Flatfisk filet – Raunes	≤ 1	1,6 ± 0,5	≤ 0,4	≤ 0,2
Rødspette filet – Vats- Eikanesholmen	≤ 1	0,6 ± 0,1	≤ 0,4	≤ 0,1

**Tabell 37.**  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  og  $^{228}\text{Ra}$  i vannprøver (mBq/liter) analysert med gammaspektrometri

Prøve	Målt aktivitet (mBq/liter)		
	$^{226}\text{Ra}$	$^{228}\text{Ra}$	$^{210}\text{Pb}$
St. 1 – Vats	≤ 40	≤ 25	≤ 15
St. 2 – Vats	≤ 40	≤ 20	≤ 11
St. 3 - Vats	≤ 50	≤ 20	≤ 12
Vannrenseanlegget	≤ 14	≤ 12	≤ 12
Fordrøynings basseng	≤ 10	≤ 10	≤ 6

**Tabell 38.** Måleresultater, mBq/liter

Prøve	<sup>226</sup> Ra (mBq/l)
St. 1 - Vats	4,2 ± 0,4
St. 2 - Vats	3,4 ± 0,7
St. 3 - Vats	2,6 ± 0,3
Vannrenseanlegg	8,5 ± 1,0
Fordrøyningsbasseng	5,8 ± 0,6

### 3.11.4 Konklusjon

Resultatene for lavradioaktive stoffer i sedimentene viser at det ikke er forhøyet konsentrasjon nært AF Miljøbase Vats sammenlignet med referanseprøvene. Den forhøyete verdien i indre Vatsfjorden kan ha med at Torsgruva ligger i nedbørsfeltet til fjorden. Fisk og skalldyr viser bakgrunnsverdier. Det er også bakgrunnsverdier for ferskvann og saltvann, der referanseverdien er 5 mBq/l. Det bør påpekes en liten økning i <sup>226</sup>Ra fra fordrøyningsbassenget til utslippsvannet. Det bør undersøkes videre om det er noe i sandfilteret i vannrenseanlegget som forårsaker dette unødvendig.



## 3.12 Moseanalyser: Luftbårne tungmetaller i Vats, Vindafjord Kommune

### 3.12.1 Innledning

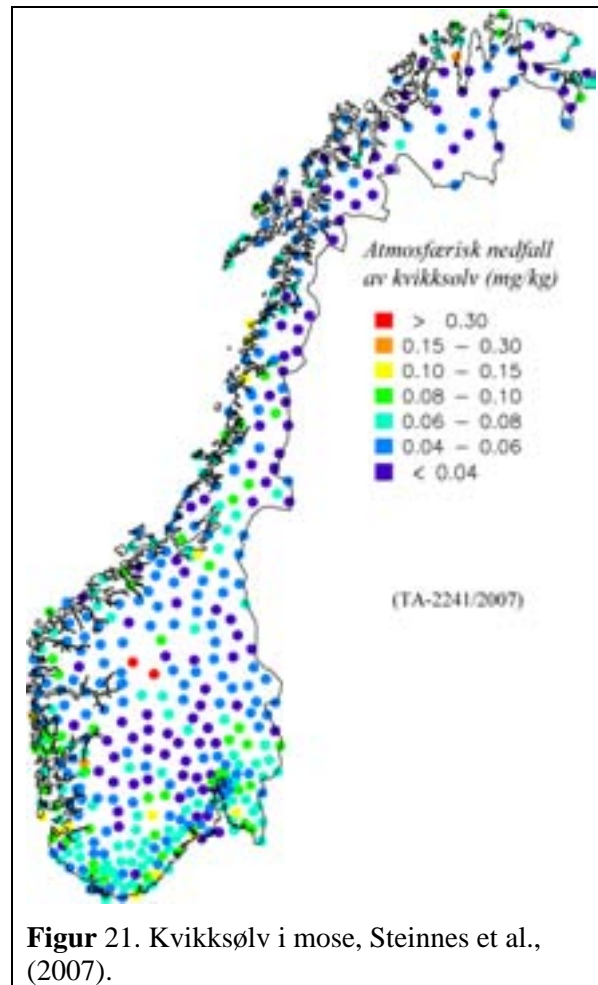
AF Decom Offshore har bedt NIVA undersøke hvorvidt uvanlig høye nivåer av tungmetaller kan spores i mose rundt AF Miljøbase Vats og Vatsfjorden. Det metallet som bekymrer mest er kvikksølv (Hg). Når rør med avsetninger fra olje ("scale") blir kuttet opp med varmeteknikker (skjærebrenning etc.) er det økt sjanse for at flyktige stoffer spres. Støv unnslipper om man bruker tørre opphuggingsteknikker og kalde kuttemetoder. Elementært kvikksølv i gassfase har en lang gjennomsnittlig oppholdstid i atmosfæren (6–12 mnd.) og har et annet avsetningsmønster (nasjonal/global skala) enn partikulært Hg som frigjøres ved termiske reaksjoner eller mekaniske prosesser som også faller ned i nærområdet (lokal skala). NIVA får opplyst fra bedriften at anlegget var i en utbyggingsfase i 2008 og det var redusert skjæring med varmt utstyr i perioden. Det er mulig det var en del oppvirvling av støv fra tidligere avsatt materiale i løpet av anleggsperioden.

Bedriftens utslippstillatelse fra Fylkesmannen i Rogaland setter ingen spesielle føringer på utslipp til luft eller støvbegrensninger.

Formålet med denne undersøkelsen er todelt: 1) å påvise om det i 2008 var spredning av Hg eller andre tungmetaller fra AF Miljøbase Vats, -alvorlighetsgraden av eventuell spredning og 2) etablere en bakgrunnsverdi i området før de nye arbeidene ble satt i gang i 2009.

Moseundersøkelser brukes rutinemessig av Klif for å kartlegge nedfallet av mange tungmetaller. Det er utført landsomfattende kartlegginger av denne typen som en del av det statlige programmet for forurensingsovervåking i 1977 (Schaug et al., 1990; Steinnes et al., 1992), 1985 (Steinnes et al., 1988; Steinnes et al., 1994), 1990 (Steinnes et al., 1993; Berg et al., 1995), 1995 (Steinnes et al., 1997; Berg et al., 1997), 2000 (Steinnes et al., 2001) og 2005 (Steinnes et al., 2007). Mose mangler rotsystem og tar opp næringen sin fra luft via bladverket. I tillegg binder moser mange typer tungmetaller og andre sporelementer ganske sterkt og vil dermed akkumulere stoffene i bladverket over tid.

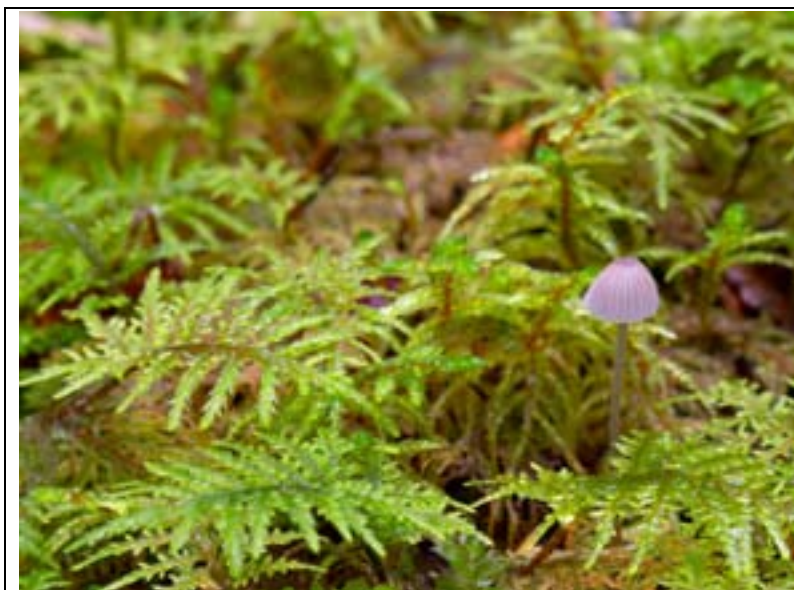
**Figur 21** viser variasjonen bakgrunnsverdier for kvikksølv i Norge i 2005 (Steinnes et al., 2007, Klif TA2241). I tillegg er det analysert tett på syv industristeder, noe som har avdekket betydelig høyere verdier (Steinnes et al., 2007, Klif TA2240). Det generelle tungmetallnivået i mose i Norge er i hovedsak bestemt av utslipp fra andre land og er dermed en god indikator på hva som kommer med det atmosfæriske nedfallet med luft og nedbør. De langtransporterte tungmetallene har høyest konsentrasjon i moser langs sørvestkysten av Norge, siden mye av den langtransportert nedbøren faller her.



### 3.12.2 Metode

Prøvetaking av mose er relativt enkelt å gjennomføre, og konsentrasjonene er relativt høye pga oppkonsentrasjon av tungmetaller i bladverket. Mosen vokser på bakken, er enkel å identifisere og har årlig tilvekst som er lett å skille fra tidligere års vekst. Det er mulig å se på en slik mose hvor mange år den har vokst. Dermed er teknikken velegnet for nedfallsundersøkelser i større geografisk skala. Teknikken kan også gi et bilde av lokal forurensing. Imidlertid må et større område undersøkes samtidig med de lokale prøvene slik at man etablerer det lokale bakgrunnsnivået som kan variere fra sted til sted.

NIVA har tatt prøver av årsskudd av bladmosen *Hylocomium splendens* (etasjemose) rundt Vatsfjorden for å undersøke om det kan påvises uvanlige nivåer av luftbårne tungmetaller og spesielt kvikksølv (Hg) (**Figur 21**). Prøvene ble tatt i mars 2009.



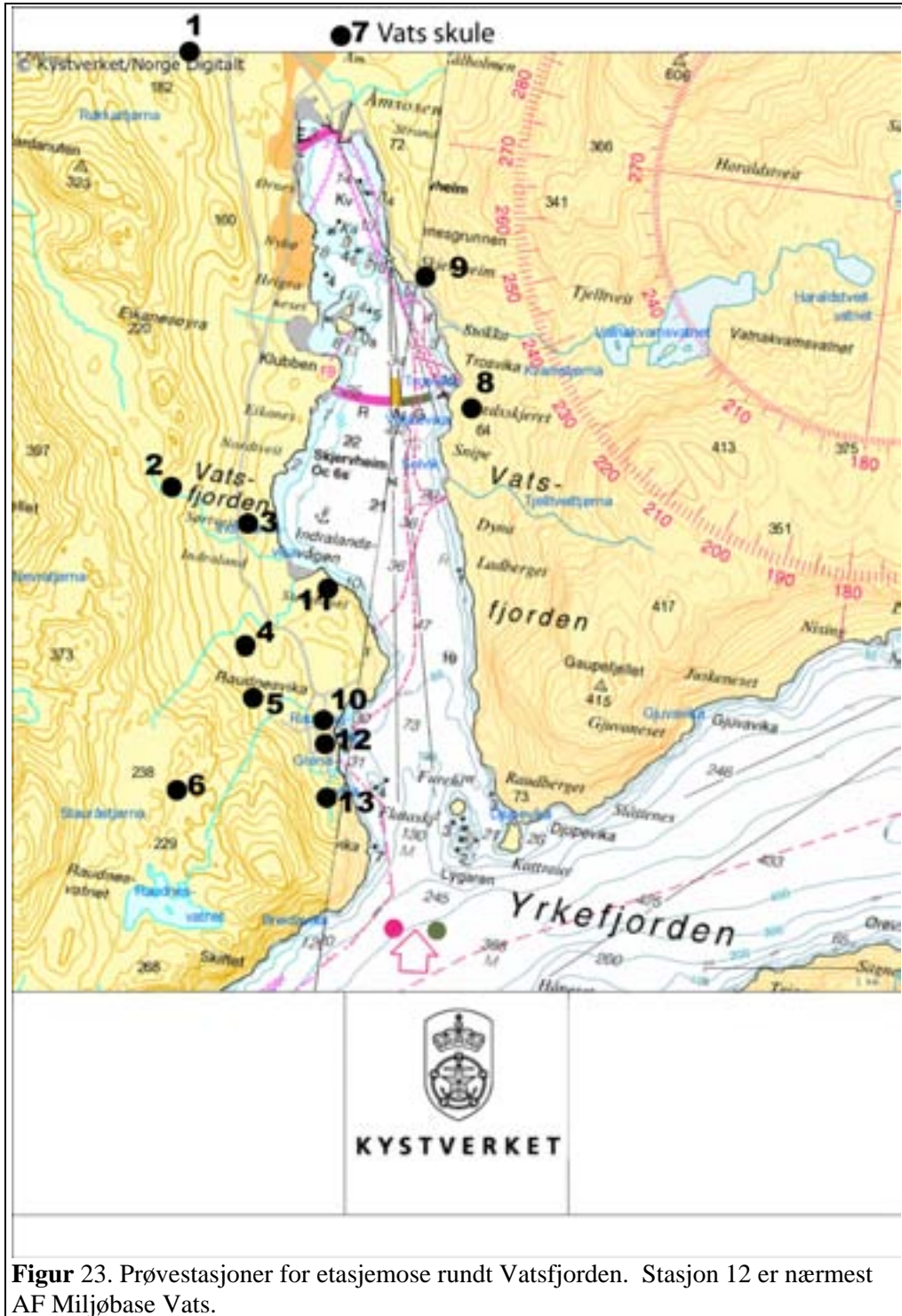
**Figur 22.** Etasjemose. Foto E. Fjeld, NIVA.

Det ble observert at etasjemoser er mest vanlig i nærheten av nåletrær i området rundt Vatsfjorden. Det er mulig at trær over mosene bidrar til tungmetallnivået (Steinnes, 2007). Det var dermed lettest å finne egnet mose i åpent lende i eldre hogstfelt og det ble ikke tatt prøver direkte under busker og trær om det var mulig. Man kan ta prøver av flere generasjoner ved å høste større felt med mose og ta dem tilbake til laboratoriet og skille hvert årsledd, men dette ble ikke gjort i denne undersøkelsen. Det siste årsskuddet ble klippet av i felt uten å plukke mosen, og bladene ble lagt i en 1L lynlåspose ment for bruk til matvarer. Det ble benyttet puddefrie vinylhansker. Hver prøve ble tørket i varmeskap ved 50 grader og analysert ved NIVAs laboratorier med metodene E8-3, E9-5 og E4-3 (se Vedlegg F).

Det ble valgt 13 stasjoner med god geografisk spredning. **Tabell 39** og **Figur 23** viser de forskjellige stasjonene.

**Tabell 39.** Prøvestasjoner for etasjemose rundt Vatsfjorden.

Prøve #	Sted	Lengdegrader	Breddegrader	Kommentar
VatsMose1-09	Åmsosen, vei opp mot Sagi	N59 28,816'	E005 43,225'	Ovenfor årsgammelt hogstfelt.
VatsMose2-09	Sørtveit 1	N59 27,171'	E005 43,392'	Skogsbilvei opp til venstre fra blå villa, i sving ved bekkefar i skog.
VatsMose3-09	Sørtveit 2	N59 27,090'	E005 43,986'	Knaus øst for bedehuset
VatsMose4-09	Raunes hogstfelt	N59 26,588'	E005 44,052'	Kryss ved hogstfelt, rett ovenfor Raunes
VatsMose5-09	Deponi Raunes	N59 26,433'	E005 44,216'	Øverste vei mot sør, gule tanker vest for massedeponiet
VatsMose6-09	Drikkevannskilden	N59 26,070'	E005 43,805'	Oppe i fjellet ved skogsbilveikryss, 180moh
VatsMose7-09	Vats Skule	N59 29,382'	E005 43,775'	Ovenfor plantefelt med juletrær, sør for hovedveien.
VatsMose8-09	Stokkafeltet	N59 27,448'	E005 45,829'	Gammelt hogstfelt vest for skogsbilvei.
VatsMose9-09	Skjervheim	N59 27,691'	E005 45,411'	Rød løe m/ lite rødt hus, stasjonen er på sjøsidene.
VatsMose10-09	AF Miljøbase Vats1	N59 26,550'	E005 44,615'	Utenfor anlegget i skråning langs veien.
VatsMose11-09	Nordsida av Steinneset	N59 26,930'	E005 44,677'	Nedenfor naustene, mot sør. Like ved blåskjellstasjon.
VatsMose12-09	AF Miljøbase Vats2	N59 26,425'	E005 44,703'	Direkte ovenfor anlegget, i skogbrynet (vest)
VatsMose13-09	AF Miljøbase Vats3	N59 26,101'	E005 44,4860'	Direkte ovenfor anlegget i sør, ved stor fjellside.



**Figur 23.** Prøvestasjoner for etasjemose rundt Vatsfjorden. Stasjon 12 er nærmest AF Miljøbase Vats.

## Resultater

### Tungmetallinnhold i mosen

Tungmetallinnholdet til moseprøvene fra vår studie, sammen med hovedresultatene i de landsdekkende analysene for *bakgrunnsverdier* fra 2005 (Klif-TA2241, Steinnes et al., 2007) er vist i og sammenlignet med hverandre i **Tabell 40**. De landsdekkende resultatene opplyser minimum, maksimum, gjennomsnitt og median for hvert element (Steinnes 2007). Kvikksølv, kobolt, krom, kobber, nikkel, arsen og molybden viser forhøyete verdier rundt AF Miljøbase Vats med en mulig radius på minst 300 meter som sett i stasjon nummer 10, -12 og -13. Det bør merkes at nordsiden av Steinneset har lave verdier for alle de undersøkte elementene og at dette markerer en maksimum spredning mot nord. Det er også bakgrunnsverdier oppe i åsen vest for AF Miljøbase Vats, og dette indikerer maksimum utspredning mot vest. Det er ikke etablert en slik stasjon mot sør. Stokkafeltet er tatt prøve av på østsiden av fjorden og det observeres ikke forhøyete verdier der.

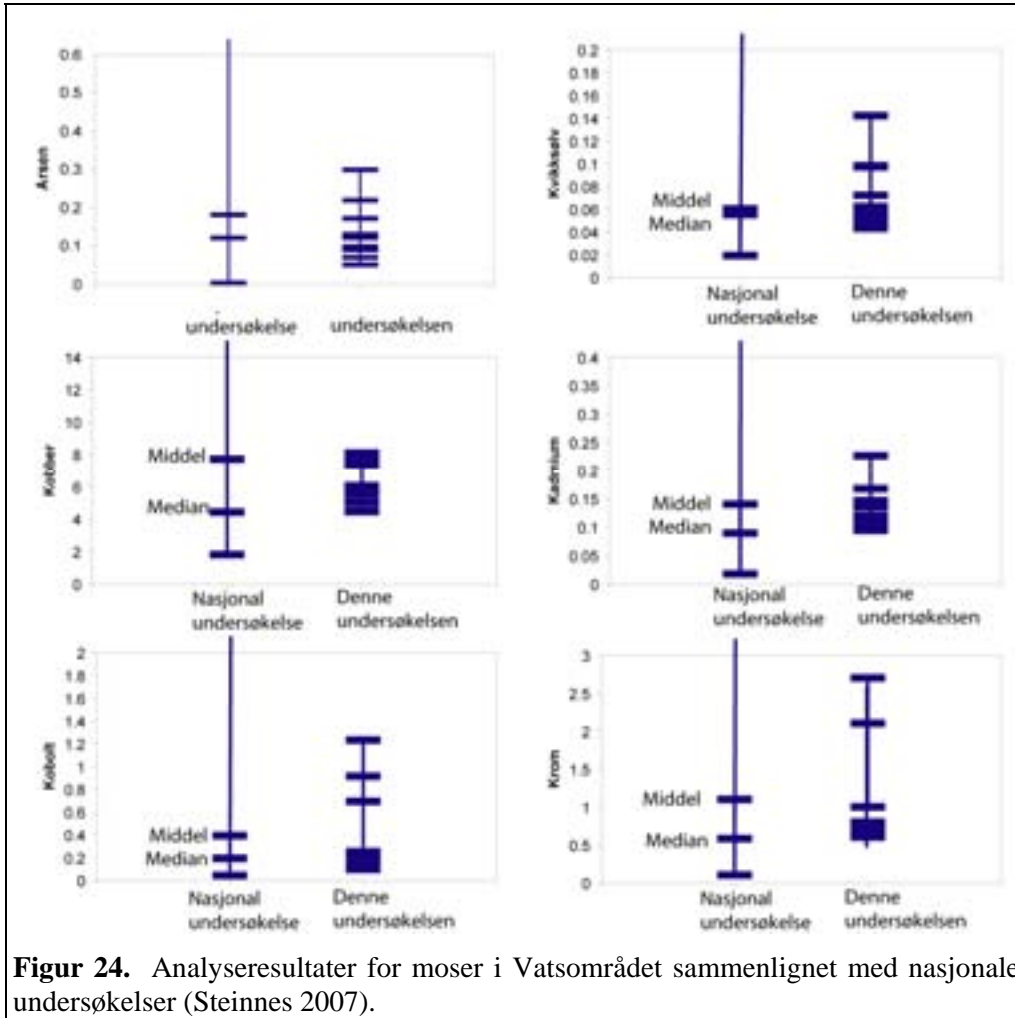
Kvikksølv viser også forhøyete verdier ved Sagi nær Åmsosen (Stasjon 1), en verdi som ikke kan tilskrives AF Miljøbase Vats siden det er lave konsentrasjoner i området mellom anlegget og stasjon 1.

### Bakgrunnsverdier for Vatsfjorden

Vi har brukt prøvene nord og øst for AF Miljøbase Vats til å definere bakgrunnsnivået rundt Vatsfjorden for alle de analyserte elementene, som vist med blå symboler i **Figur 25**. For kvikksølv er Stasjon 1 ikke tatt med når bakgrunnsverdiene er regnet ut. Bakgrunnsverdiene er vist i Figur 24 sammen med det tilhørende standardavviket. 95 % av bakgrunnsnivået (høyeste bakgrunnsnivå) er definert av bakgrunnsverdien  $\pm 2$ -standardavviket.

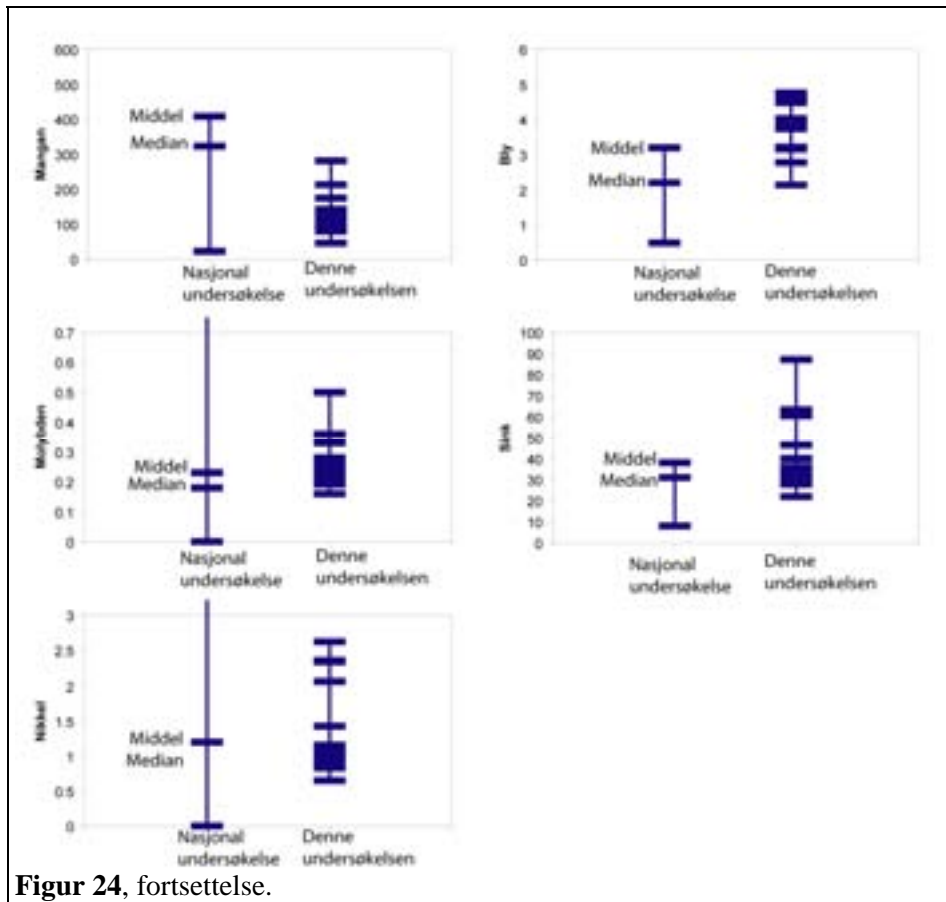
**Tabell 40.** Resultater av moseanalyser i dette studiet samt Steinnes (2007). De forhøyete verdiene (uthevet skrift) er høyere enn middelverdien + 2\*standardavviket som dekker 95 % av variasjonen av den lokale bakgrunnsverdien. ”<” indikerer resultater lavere enn deteksjonsgrensen vist. Metoder, deteksjonsgrenser og feilmarginer er beskrevet i Vedlegg F. ”s” indikerer høyere usikkerhet enn normalt i kvantifiseringen.

Analysevariabel Enhet Metode	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg-B	Mn	Mo	Ni	Ba	V	Pb	Zn
	µg/g E 8-3	µg/g E 8-3	µg/g E 8-3	µg/g E 9-5	µg/g E 8-3	µg/g E 4-3	µg/g E 9-5	µg/g E 8-3	µg/g E 8-3	µg/g E 8-3	µg/g E 8-3	µg/g E 8-3	µg/g E 8-3
<b>Dette studiet</b>	<b>Beskrivelse</b>												
	Åmsosen, vei opp mot Sagi												
<b>VATSMOSE 1</b>	s0.05	0.109	0.118	<0.6	5.01	<b>0.072</b>	119	0.28	0.83	9.1	1.52	4.48	21.9
<b>VATSMOSE 2</b>	s0.09	0.106	0.125	<0.6	5.57	0.046	84.1	0.26	1.00	7.8	1.77	3.16	27.7
<b>VATSMOSE 3</b>	s0.17	0.135	0.182	0.6	5.49	0.054	82.8	0.24	1.12	7.7	2.26	4.76	35.7
<b>VATSMOSE 4</b>	0.13	0.103	0.248	0.7	7.34	0.059	174	0.22	1.43	25	2.44	3.83	46.4
<b>VATSMOSE 5</b>	s0.12	0.226	0.215	<0.6	7.38	0.062	100	0.19	1.16	9.2	1.97	3.22	33.9
<b>VATSMOSE 6</b>	s0.07	0.146	0.094	<0.6	6.03	0.053	104	0.21	1.05	15.1	1.73	3.74	39.5
<b>VATSMOSE 7</b>	0.09	0.096	0.094	<0.6	4.50	0.051	142	0.16	0.65	10.9	1.11	2.14	27.8
<b>VATSMOSE 8</b>	0.09	0.167	0.154	0.8	5.98	0.052	213	0.21	0.87	7.5	1.93	4.68	40.0
<b>VATSMOSE 9</b>	0.10	0.110	0.117	<0.6	4.44	0.043	45.8	0.22	0.95	17.7	1.64	4.03	87.1
<b>VATSMOSE 10</b>	<b>s0.22</b>	0.098	<b>0.692</b>	<b>2.1</b>	<b>8.08</b>	<b>0.097</b>	79.2	<b>0.36</b>	<b>2.35</b>	<b>20</b>	<b>3.68</b>	4.76	61.7
<b>VATSMOSE 11</b>	s0.09	0.140	0.140	<0.6	5.95	0.044	127	0.23	0.84	10.9	1.31	2.78	30.8
<b>VATSMOSE 12</b>	<b>0.30</b>	0.094	<b>1.23</b>	<b>2.7</b>	<b>7.58</b>	<b>0.142</b>	142	<b>0.50</b>	<b>2.62</b>	<b>48.2</b>	<b>4.45</b>	4.66	63.3
<b>VATSMOSE 13</b>	0.13	0.120	<b>0.912</b>	<b>1</b>	<b>7.84</b>	<b>0.098</b>	281	<b>0.33</b>	<b>2.07</b>	<b>34.3</b>	<b>2.78</b>	3.99	60.4
<b>Bakgrunn - Vatsfjorden</b>													
<b>Middelverdi</b>	0.094	0.124	0.141	0.63	5.59	0.049	121.3	0.226	0.97	12.09	1.77	3.73	39.7
<b>Standardavvik</b>	0.046	0.024	0.049	0.07	0.89	0.01	50.6	0.034	0.22	5.64	0.41	0.89	19.3
<b>Steinnes (2007), TA 2241.</b>													
<b>Medianverdi</b>	0.12	0.089	0.19	0.58	4.4	0.055	323	0.18	1.2			2.2	31
<b>Middelverdi</b>	0.18	0.14	0.39	1.1	7.7	0.06	408	0.23	5.8			3.2	38
<b>Minimumsmåling</b>	0.002	0.017	0.04	0.099	1.8	0.019	22	<.04	<.05			0.49	8
<b>Maksimumsmåling</b>	4.6	2.5	35	66	694	0.39	2601	1.2	1016			34	694



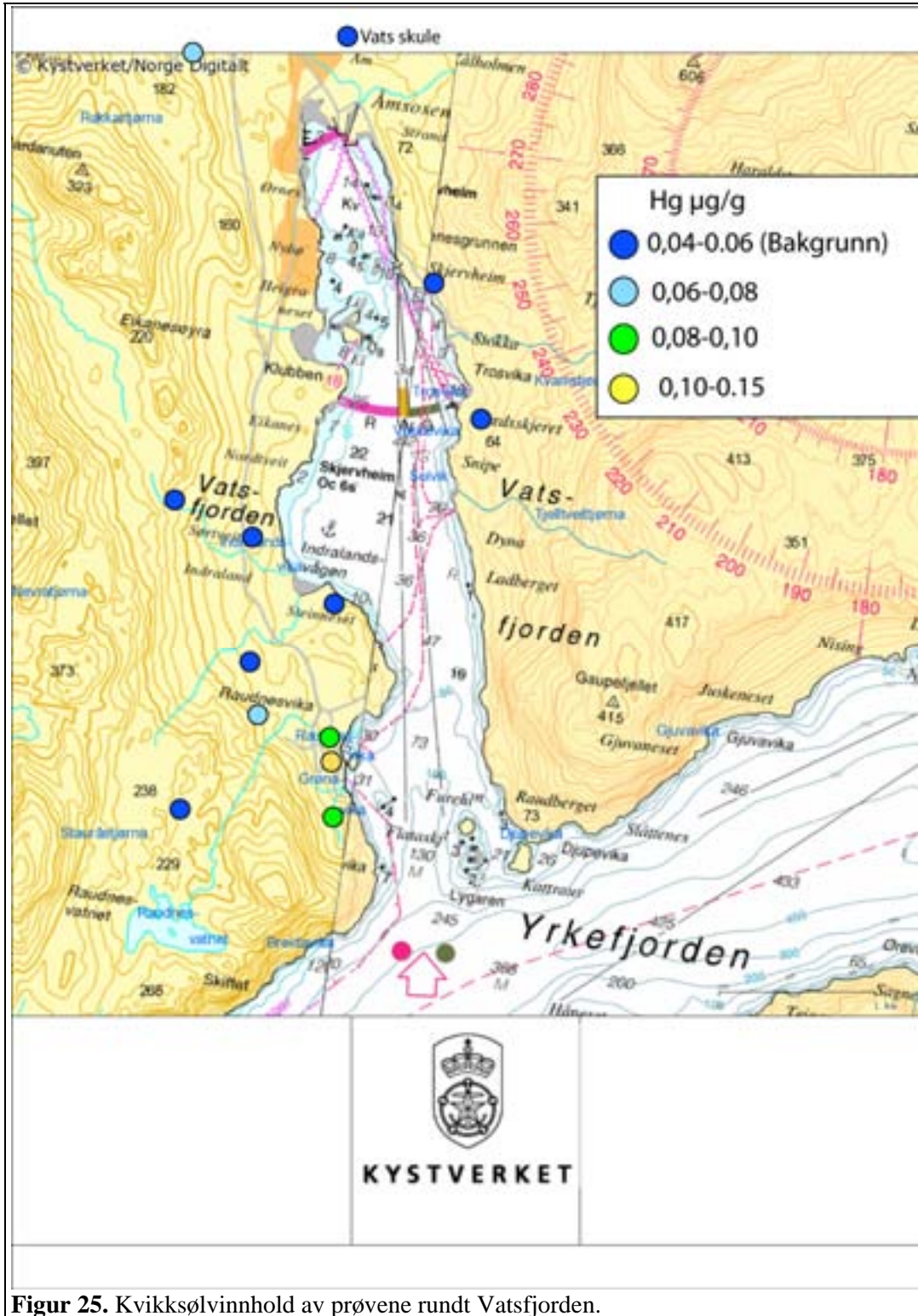
**Figur 24.** Analyseresultater for moser i Vatsområdet sammenlignet med nasjonale undersøkelser (Steinnes 2007).





Figur 24, fortsettelse.





Figur 25. Kvikksølvinnhold av prøvene rundt Vatsfjorden.

### 3.12.3 Diskusjon

Det er påvist forhøyete nivåer i mose av kobolt, krom, kobber, kvikksølv, molybden, arsen og nikkel i det umiddelbare nærområdet rundt AF Miljøbase Vats, det vil si i skogbrynet inne på anlegget, i veiskråningen rett utenfor innkjøringen til anlegget samt i fjellsiden rett sør for anlegget. Dette indikerer at det har forekommet utslipp av disse stoffene til luft i 2008. Det generelle bakgrunnsnivået i området for kvikksølv er lavt relativt til de forventede verdiene fra Steinnes et al., (2007). Eventuell elementær kvikksølv damp sluppet ut fra AF Miljøbase Vats vil ikke falle ned i fjorden, siden residenstiden er så lang som opp til et år. Den totale mengden elementær kvikksølv sluppet ut til luft kan ikke beregnes ved hjelp av mosemetoden. Kvikksølvverdiene rundt AF Miljøbase Vats sammenfaller imidlertid med forhøyete innhold av andre, ikke-flyktige forbindelser som kobber og krom. Dette indikerer at forurensingen kommer fra støv, muligens fra kvikksølv sulfid som opptrer sammen med andre sulfider. Kvikksølv sulfid er mer stabilt og mindre umiddelbart biotilgjengelig enn elementært kvikksølv i dampfase. Hvor høyt nivået er relativt til høy bakgrunnsverdi er muligens en funksjon av støvets totale sammensetning og hvor høye de naturlige eller langtransporterte konsentrasjonene er.

Siden det kun er det umiddelbare nærområdet rundt AF Miljøbase Vats som er påvist påvirket, er det ikke trolig at resten av bygda ble utsatt for tungmetallnedfall fra AF Miljøbase Vats i 2008. Det ble imidlertid ikke tatt prøver inne på privat eiendom på sørsiden av Steinneset, rett nord for AF Miljøbase Vats. Om spredningen av tungmetallene er lik i alle retninger så bør dette området også tas prøver av i senere undersøkelser, både i nyere og eldre årsvekst.

Nedfallet fra anlegget vil variere etter hvordan arbeidet planlegges og utføres. Det vil dermed være viktig å kontrollere støvoppvirvling i forbindelse med oppkutting av rør som inneholder tungmetaller, men også redusere bruk av varme teknikker for oppkutting av rørene. AF Decom opplyser at de i 2009 har tatt i bruk en stor klippemaskin, og nye metoder for kaldkutting er under utvikling. Forhåpentligvis vil disse teknikkene ha en reduserende effekt på støvspreidningen i fremtiden. NIVA får også opplyst at det meste av arbeid med scale skjer innendørs, og det arbeides med renseanlegg for luften som slippes ut av denne hallen.

Hvis vi antar at alt nedfallet er falt som støv gir også disse resultatene en pekepinn på hvor langt andre stoffer vil transporteres i det samme støvet. Det var ikke forhøyete verdier av noen av elementene nær drikkevannskilden på toppen av fjellet bak anlegget, og man kan dermed anta at støvet ikke nådde dit i 2008.

Mosestasjonene kan med fordel tas prøve av årlig, hver vinter om snøforholdene tillater det, eventuelt umiddelbart etter snøen smelter om våren. Det bør legges inn flere stasjoner nær anlegget for å få en mer presis indikasjon på en eventuell spredningsradius for støvutslipp, og da spesielt mot nordøst og sør.

#### **Konsentrasjonsnivåer og alvorlighetsgrad**

De høyeste verdiene er 1,3 (Cu), 3,2 (As), 2,2 (Mo), 2,7 (Ni), 2,9 (Hg), 4,3 (Cr) og 8,7 (Co) ganger høyere enn middel bakgrunnsverdi. Steinnes et al., (2007) (Klif TA-2240) indikerer "overskridelser" som >5 ganger bakgrunnsverdien ved de store industristedene. Dette betyr at kun kobolt har en overskridelse som er etter Klifs kriterier. I Klif TA-2240 beskrives det opp til 20 ganger bakgrunnsverdi men det sies at "nivåene er ikke i noe tilfelle av vesentlig betydning". Nivåene vi har målt i umiddelbar nærhet av AF Miljøbase Vats har dermed større indikatorverdi for at støv faktisk tar med seg tungmetaller hit og at støvproblemene må tas på alvor i videre arbeid ved anlegget.

### 3.12.4 Konklusjoner og anbefalinger

Vi har påvist at det var luftbåren spredning av kobolt, krom, kobber, kvikksølv, molybden, arsen og nikkel fra AF Decom Miljøbase Vats i 2008, men at konsentrasjonene er lave. Det er mest sannsynlig at dette er støvbasert forurensing siden kun det umiddelbare nærområdet, med en radius på rundt 300

meter som er påvist påvirket. Det er også påvist at det ikke er påvirkning utenfor en radius på 800 meter. En tettere prøvetaking i videre undersøkelser vil kunne definere påvirkningsradiusen mer presist. Støvet når ikke til drikkevannskilden i vest eller nordsiden av Steinneset. Det forhøyete nivået er fra 1,3 (Cu) til 8,7 (Co) ganger høyere enn middel bakgrunnsverdi, noe som Klif kaller "ikke av vesentlig betydning". Støvet er dermed vist å nå randen av anlegget, men det er enda ikke et nivå som er bekymringsverdig. Det er estimert bakgrunnsverdier basert på de regionale tungmetallnivåene og disse vil brukes som referanse i senere undersøkelser i området. Det anbefales årlige undersøkelser samt at det legges til noen prøvestasjoner på sørsiden av Steinneset samt lenger sør for anlegget for å få en mer presis oversikt over hvor langt støvet faktisk flyr.

## 4. Konklusjon

Miljøundersøkelsene rundt AF Miljøbase Vats på Raunes i 2009 har vist påvirkning på miljøforholdene, men ingen av de påviste effektene synes å representere alvorlige miljøproblem.

Forurensningssituasjonen i fjorden er moderat for de aller fleste media (vann, sediment, fisk og skalldyr) og parametere som er undersøkt. Noen resultater indikerer at videre overvåking er påkrevet. Dette gjelder flere miljøgifter i blåskjell, TBT i sedimenter, kvikksølv i brosme og bly i krabbe. Det er liten grunn til å tro at anlegget på Raunes er den primære kilden til nivået av disse forurensningene. I flere tilfeller viste prøver fra referansestasjoner tilsvarende eller høyere forurensningsnivå enn ved Raunes.

Avrenning av ferskvann fra landsiden inneholdt forhøyete, men likevel moderate mengder av flere tungmetaller. Det meste av disse stammer trolig fra anleggsarbeidet som har pågått. Også et noe forhøyet innhold av nitrogen kan henge sammen med dette. Nivået av disse komponentene forventes å avta når anleggsfasen nå er over, og eksponerte masser er tildekket.

Analyser av rensert utslippsvann viste ingen overskridelser av grensene for stoffer som det er gitt utslippstillatelse for. Blant prioriterte stoffer ble det påvist TBT, furaner, oktylfenol, og etoksilater av nonyl- og oktylfenoler i utslippsvannet. Noen av stoffene på Klifs prioriterte stoffer ble også påvist, og disse bør inkluderes i den videre overvåking av utslippsvannet. Konsentrasjonene som er påvist må antas å raskt fortynnes i fjorden til under gjeldende grenseverdier for god økologisk tilstand.

Inspeksjon av bunnforhold med ROV viste varierende forhold. Grønnavika er preget av utfylling med sprengstein og et dekkende lag av steinstøv utenfor kaien som ble utvidet i 2009. De dypere områdene med bløtbunn ga et mer normalt inntrykk, og det samme gjelder i Raunesvika. Skrap og gjenstander fra anleggsperioden ble georeferert, og dette er siden fjernet. Det ble observert mindre skrot i 2009 enn ved tidligere undersøkelse i 2004, men også mindre ålegress og sukkertare. Vi ser ikke nødvendigvis en sammenheng mellom fjerning av skrot og reduksjon i biota.

Tidligere rapporter fra området indikerer at det har vært en økning av kvikksølv i de marine sedimentene utenfor AF Miljøbase Vats i perioden fra 2004-2006. Det er senere ikke påvist økte konsentrasjoner. Kvikksølvundersøkelsene i 2009 ga resultater som alle var i tilstandsklasse I. Nivået for PAH svarte til tilstandsklasse II, og for TBT tilstandsklasse IV ved Raunes. Flere av referanseprøvene tatt langt fra Miljøbasen viste delvis forhøyete verdier for PAH og TBT, tilsvarende tilstandsklasse II. Dypvannsprøven utenfor Raunes viste ikke forhøyete verdier, noe som indikerer at AF Miljøbase Vats ikke er kilden til forurensingen av TBT og PAH i referansestasjonene. En lang rekke andre miljøgifter ble også analysert i sedimentene, uten at det ble gjort nevneverdige funn. De økotoksikologiske undersøkelsene viste en veksthemming for algen *Skeletonema* ved Grønnavika, selv om alle sedimentene hadde en viss toksisk effekt på algen. Biodiversitetsstudien viser at det er god økologisk status for prøvene nærmest kaianleggene, mens prøvene i indre Vatsfjorden og indre Yrkesfjorden hadde moderat status, med påvirkning av organisk materiale, dårlige oksygenforhold eller forurensing. Oksygenopptaket i sedimentene i sedimentstasjonene nært anlegget og i referansestasjonene lenger fra anlegget var ikke mulig å skille fra hverandre på en statistisk signifikant måte.

Jordprøver ble tatt rett utenfor en mur ved nordsiden av anlegget. En av disse prøvene viste benzo(a)pyren over Klifs normverdi. Andre analyserte stoff lå under normverdiene i alle jordprøver. Resultatene bør følges opp i videre overvåking. Vann i grunnen ble analysert fra fire brønner satt gjennom membranen inne på anlegget. Disse hadde et akseptabelt innhold av de stoffene som ble analysert.

Analyser av blåskjell fra Vatsfjorden viste gjennomsnittlig sett moderat forurensning av arsen, kvikksølv, PCB, PAH, HCB og DDT uten at noe område utpeker seg som kildeområde. For krabbe var

blyinnholdet i krabbeklør fra Raunes over EUs grenseverdi for omsetning, mens både blykonsentrasjoner og alle andre analyserte parametere fra resten av prøvetakingsstedene var innen normalområdet. Disse prøvene tas om igjen. I torskefilet ble det funnet forhøyet kvikksølvkonsentrasjon (Tilstandsklasse II) ved Kråkenes, men konsentrasjonen ligger godt under EUs grenseverdi for omsetning. I blandprøver av brosmefilet ble det funnet kvikksølvkonsentrasjoner på ~0,4 og ~0,2 mg/kg våtvekt henholdsvis ved Metteneset ved utløpet av Yrkjesfjorden og Mula utenfor Vatsfjorden. Konsentrasjonene overskrider den ofte anbefalte maksimumskonsentrasjonen på 0,2 mg Hg/kg våtvekt for gravide og ammende kvinner selv om slike konsentrasjoner ofte finnes i norske fjorder. For flatfisk ble det ikke målt konsentrasjoner av metaller og fremmedstoffer over fastsatte grenseverdier. AF Decom har kontaktet Mattilsynet om kvikksølvverdiene i brosme.

Analysen av tungmetaller og kvikksølv i mose ved Raunes og langs Vatsfjorden tyder på en viss spredning med støv. Effektområdet synes å være avgrenset til anleggets nærområde.

Normalt forekommende radioaktive forbindelser ble analysert i ferskvann, vann fra oppsamlingsanlegget før renseanlegget, sjøvann, sedimenter og i biota. Påviste mengder radioaktivitet lå på bakgrunnsnivå, men et lite påslag synes å skje i selve vannrenseanlegget. Forholdet bør undersøkes videre for om mulig eliminere kilden.

Luftforurensing ble målt i 13 stasjoner ved hjelp av etasjemose. Det ble påvist støvspredning i prøvene innenfor en radius på 300 meter fra kaien, dvs. like i ytterkanten av anlegget. Kvikksølv, kobolt, kobber, nikkel, arsen, molybden, barium og vanadium viser forhøyete verdier.

## 5. Referanser

- Andersen, JR, Bratli, JL, Fjeld, E, Faafeng, B, Grande, M, Hem, L, Holtan, H, Krogh, T, Lund, V, Rosland, D, Rosseland, BO & Aanes, KJ. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Veiledning 97:04. TA 1468/1997. 31 s.
- Berg, T., Røyset, O. & E. Steinnes. 1995 Atmospheric trace element deposition: Principal component data from ICP-MS data from moss samples. *Environ. Pollut.* 88, 67-77.
- Berg T., og E. Steinnes. 1997. Recent trends in atmospheric deposition of trace elements in Norway as evident from the 1995 moss survey. *Sci. Total Environ.* 208, 197-206.
- Berg, V., Ugland, K.I., Hareide, N.R., Groenningen, D., & Skaare, J.U. 2000. Mercury, cadmium, lead and selenium in fish from a Norwegian fjord and off the coast, the importance of sampling locality. *J. Environ. Monit* 2:375-377.
- Berge, J.A. 2003. Resipientundersøkelser i Trondheimsfjorden 2001. Miljøgifter i fisk. NIVA-rapport, l.nr. 4611. 53 s.
- Direktoratsgruppa for gjennomføringen av vanddirektivet. 2009. Klassifisering av miljøkvalitet i vann. Økologisk og kjemisk klassifisering for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Veileder 01:2009.
- Frantzen, S, Måge, A, Furevik, D & Julshamn, K. 2010. Kvikksølvinnhold i fisk og sjømat ved vraket av U864 vest av Fedje – Nye analyser i 2009 og sammenligning med data fra perioden 2004 til 2008. NIFES-rapport. 18 s.
- Knutzen, J., & Green, N. 2001. "Bakgrunnsnivåer" av miljøgifter i fisk og blåskjell basert på datamateriale fra 1990-1998. NIVA-rapport, l.nr. 4339. 145 s.
- Kvassnes, A. 2008. Notat. Analyser av Blåskjell ved og rundt Vats Mottaksanlegg.
- Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J., & Sørensen, J. 1997. SFTs Veiledning 97:03. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. 34 s.
- Måge, A & Frantzen, S. 2008. Kostholdsrådsundersøkelse II Bergen Byfjord 2007. NIFES-rapport. 30 s.
- Schaug, J. Rambæk, J.P. Steinnes E. & R.C. Henry. 1990. Multivariate analysis of traceelement data from moss samples used to monitor atmospheric deposition. *Atmos. Environ.* 24A, 2625-2631.
- Steinnes, E. Berg, T., Vadset, M., & O. Johansen. 1993. Atmosfærisk nedfall av tungmetaller i Norge. Landsomfattende undersøkelse 1990. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 523 (1993). Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- Steinnes, E. Berg, T., Vadset, M., & O. Røyset. 1997. Atmosfærisk nedfall av tungmetaller i Norge. Landsomfattende undersøkelse i 1995". Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 691. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- Steinnes, E. Berg, T., Vadset, M., & O. Røyset. 2007. Atmosfærisk nedfall av tungmetaller i Norge. Landsomfattende undersøkelse i 2005". Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 980. Klif-TA2241. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- Steinnes, E. Berg, T., Vadset, M., & O. Røyset. 2007. Nedfall av tungmetaller rundt norske industrier studert ved analyse av mose.. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 979. Klif-TA2240. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- Steinnes, E. Rambæk, J.P., & J.E. Hanssen. 1992. Large scale multi-element survey of atmospheric deposition using naturally growing moss as biomonitor. *Chemosphere* 35, 735-752 .
- Steinnes, E., Berg, T., Sjøbakk, T.E., Uggerud, H. og Vadset, M. 2001 Atmosfærisk nedfall av tungmetaller i Norge. Landsomfattende undersøkelse i 2000. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 838. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- Steinnes, E., Frantzen, F., Johansen, O. Rambæk, J.P. og J.E. Hanssen. 1988. Atmosfærisk nedfall av tungmetaller i Norge. Landsomfattende undersøkelse 1985. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 334. Statens forurensningstilsyn, Oslo.

- Steinnes, E., Hanssen, J.E., Rambæk J.P., & N.B. Vogt. 1994. Atmospheric deposition of trace elements in Norway: temporal and spatial trends studied by moss analysis. *Water, Air, Soil Pollut.* 74, 121-140.
- VKM, 2006. Risikovurderinger av kvikksølv i torskefilet. Uttalelse fra Faggruppen for forurensninger, naturlige toksiner og medisinrester i matkjeden, Vitenskapskomiteen for Mattrygghet. 21 s.

# Vedlegg A. Analyser av utslipp fra vannrenseanlegg

## Rapport

N0905295

Page 1 (8)

1GDTX5MFJJY



Prosjekt AFDOVD-PV1  
 Bestnr NIVA 0-28440-PV1  
 Registrert 2009-08-27  
 Utstedt 2009-09-17

NIVA  
 Bente Lauritzen  
 Oslo  
 Gaustadalleen 21  
 0348 Oslo  
 Norway

### Analyse av vann

Deres prøvenavn						
NIVA 0-28440-PV1						
Prosessvann						
Løbnummer						
N00077089						
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	
PBDE-47	<0.0002		µg/l	1	1	
PBDE-99	<0.0002		µg/l	1	1	
PBDE-109	<0.0002		µg/l	1	1	
DekaBDE (PBDE-209)	<0.020		µg/l	1	1	
Tetrabrombisfenol A (TBBPA)	<0.010		µg/l	1	1	
Heksabromsyklododekan (HBCD)	<0.020		µg/l	1	1	
Dimetylftalat	<1.0		µg/l	2	1	
Dietylftalat	<1.0		µg/l	2	1	
Di-n-propylftalat	<1.0		µg/l	2	1	
Di-n-butylftalat (DBP)	<1.0		µg/l	2	1	
Di-isobutylftalat	<1.0		µg/l	2	1	
Di-pentylftalat (DPP)	<1.0		µg/l	2	1	
Di-n-oktylftalat (DNOP)	<1.0		µg/l	2	1	
Di-[2-etylheksyl]ftalat (DEHP)	<1.0		µg/l	2	1	
Butylbensylftalat (BBP)	<1.0		µg/l	2	1	
Di-sykloheksylftalat	<1.0		µg/l	2	1	
Diklorometan	<8.0		µg/l	3	2	
1,1-Dikloreten	<0.10		µg/l	3	2	
1,2-Dikloreten	<1.0		µg/l	3	2	
cis-1,2-Dikloreten	<0.10		µg/l	3	2	
trans-1,2-Dikloreten	<0.10		µg/l	3	2	
1,2-Diklorpropan	<1.0		µg/l	3	2	
Triklormetan (Kloroform)	<0.30		µg/l	3	2	
Tetraklorometan	<0.10		µg/l	3	2	
1,1,1-Trikloreten	<0.10		µg/l	3	2	
1,1,2-Trikloreten	<0.20		µg/l	3	2	
Triklloreten	<0.10		µg/l	3	2	
Tetrakloreten	<0.20		µg/l	3	2	
2,3,7,8-TetraCDD	<0.0004		ng/l	4	2	
1,2,3,7,8-PentaCDD	<0.0008		ng/l	4	2	
1,2,3,4,7,8-HeksaCDD	<0.0013		ng/l	4	2	
1,2,3,6,7,8-HeksaCDD	<0.0013		ng/l	4	2	
1,2,3,7,8,9-HeksaCDD	<0.0013		ng/l	4	2	
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	0.0190	0.00570	ng/l	4	2	
Oktakloribensodioxin	0.110	0.0330	ng/l	4	2	
2,3,7,8-TetraCDF	<0.0003		ng/l	4	2	
1,2,3,7,8-PentaCDF	<0.0007		ng/l	4	2	
2,3,4,7,8-PentaCDF	<0.0007		ng/l	4	2	
1,2,3,4,7,8-HeksaCDF	0.0180	0.00540	ng/l	4	2	
1,2,3,6,7,8-HeksaCDF	0.00420	0.00126	ng/l	4	2	
1,2,3,7,8,9-HeksaCDF	<0.0008		ng/l	4	2	
2,3,4,6,7,8-HeksaCDF	<0.0008		ng/l	4	2	

ALS Scandinavia NUF  
 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

*Morten Sandell*  
 Morten Sandell  
 Kjemiker

The ALS Laboratory Group



# Rapport

**N0905295**

Page 2 (6)

1GDTX5MFJJY



Deres prøvenavn	NIVA 0-28440-PV1					
	Prosessvann					
Labnummer	N00077089					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	0.0180	0.00540	ng/l	4	2	
1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	0.00620	0.00186	ng/l	4	2	
Oktaklordibensofuran	0.0210	0.00630	ng/l	4	2	
Sum WHO-TEQ (PCDD/PCDF)	0.0627		ng/l	4	2	
Monoklorbensen	<0.10		µg/l	5	2	
1,2-Diklorbensen	<0.10		µg/l	5	2	
1,3-Diklorbensen	<0.10		µg/l	5	2	
1,4-Diklorbensen	<0.10		µg/l	5	2	
1,2,3-Triklorbensen	<0.10		µg/l	5	2	
1,2,4-Triklorbensen	<0.10		µg/l	5	2	
1,3,5-Triklorbensen	<0.20		µg/l	5	2	
1,2,3,4-Tetraklorbensen	<0.010		µg/l	5	2	
1,2,3,5+1,2,4,5-Tetraklorbense	<0.020		µg/l	5	2	
Pentaklorbensen	<0.010		µg/l	5	2	
Heksklorbensen	<0.0050		µg/l	5	2	
Kortkj. klorerte parafiner*	<0.50		µg/l	6	1	
Mellomkj. klorerte parafiner*	<0.50		µg/l	6	1	
2-Monoklorfenol	<0.10		µg/l	7	2	
3-Monoklorfenol	<0.10		µg/l	7	2	
4-Monoklorfenol	<0.10		µg/l	7	2	
2,3-Diklorfenol	<0.10		µg/l	7	2	
2,4+2,5-Diklorfenol	<0.20		µg/l	7	2	
2,6-Diklorfenol	<0.10		µg/l	7	2	
3,4-Diklorfenol	<0.10		µg/l	7	2	
3,5-Diklorfenol	<0.10		µg/l	7	2	
2,3,4-Triklorfenol	<0.10		µg/l	7	2	
2,3,5-Triklorfenol	<0.10		µg/l	7	2	
2,3,6-Triklorfenol	<0.10		µg/l	7	2	
2,4,5-Triklorfenol	<0.10		µg/l	7	2	
2,4,6-Triklorfenol	<0.10		µg/l	7	2	
3,4,5-Triklorfenol	<0.10		µg/l	7	2	
2,3,4,5-Tetraklorfenol	<0.10		µg/l	7	2	
2,3,4,6-Tetraklorfenol	<0.10		µg/l	7	2	
2,3,5,6-Tetraklorfenol	<0.10		µg/l	7	2	
Pentaklorfenol	<0.10		µg/l	7	2	
Naftalen	<0.10		µg/l	8	2	
Acenafylen	<0.010		µg/l	8	2	
Acenaften	<0.010		µg/l	8	2	
Fluoren	<0.020		µg/l	8	2	
Fenantren	<0.030		µg/l	8	2	
Antracen	<0.020		µg/l	8	2	
Fluoranten	<0.030		µg/l	8	2	
Pyren	<0.060		µg/l	8	2	
Benso(a)antracen <sup>A</sup>	<0.010		µg/l	8	2	
Krysen <sup>A</sup>	<0.010		µg/l	8	2	
Benso(b)fluoranten <sup>A</sup>	<0.010		µg/l	8	2	
Benso(k)fluoranten <sup>A</sup>	<0.010		µg/l	8	2	
Benso(a)pyren <sup>A</sup>	<0.020		µg/l	8	2	
Dibenso(ah)antracen <sup>A</sup>	<0.010		µg/l	8	2	
Benso(ghi)perylen	<0.010		µg/l	8	2	
Indeno(123cd)pyren <sup>A</sup>	<0.010		µg/l	8	2	
Sum PAH-16	n.d		µg/l	8	2	
Sum PAH carcinogene <sup>A</sup>	n.d		µg/l	8	2	

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

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

*Morten Sandell*  
Morten Sandell  
Kjemiker

The ALS Laboratory Group

## Rapport

N0905295

Page 3 (6)

1G0T05MFJY



Deres prøvenavn	NIVA 0-28440-PV1 Prosessvann				
Labnummer	N00077089				
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført
PCB 28	<0.0011		$\mu\text{g/l}$	9	2
PCB 52	<0.0011		$\mu\text{g/l}$	9	2
PCB 101	<0.0008		$\mu\text{g/l}$	9	2
PCB 118	<0.0011		$\mu\text{g/l}$	9	2
PCB 138	0.0019	0.0008	$\mu\text{g/l}$	9	2
PCB 153	0.0016	0.0006	$\mu\text{g/l}$	9	2
PCB 180	0.00100	0.00040	$\mu\text{g/l}$	9	2
Sum PCB-7	0.00450		$\mu\text{g/l}$	9	2
Kationiske tensider*	0.21		$\text{mg/l}$	10	1
Musk amberette	<200		$\text{ng/l}$	11	1
Musk xylene	<200		$\text{ng/l}$	11	1
Musk moskene	<200		$\text{ng/l}$	11	1
Musk tibetene	<200		$\text{ng/l}$	11	1
Musk ketone	<200		$\text{ng/l}$	11	1
Cashmerane	<200		$\text{ng/l}$	11	1
Celestolide	<200		$\text{ng/l}$	11	1
Phantolide	<200		$\text{ng/l}$	11	1
Trasecolide	<200		$\text{ng/l}$	11	1
Galaxolide	<200		$\text{ng/l}$	11	1
Tonalide	<200		$\text{ng/l}$	11	1
Versalide	<200		$\text{ng/l}$	11	1
4-t-Oktylfenol	21		$\text{ng/l}$	12	1
4-n-Nonylfenol	<10		$\text{ng/l}$	12	1
OP1EO	<10		$\text{ng/l}$	12	1
OP2EO	<10		$\text{ng/l}$	12	1
OP3EO	<10		$\text{ng/l}$	12	1
NP1EO	<100		$\text{ng/l}$	12	1
NP2EO	<100		$\text{ng/l}$	12	1
NP3EO	<100		$\text{ng/l}$	12	1
PFOA	<0.010		$\mu\text{g/l}$	13	1
PFOS	0.28		$\mu\text{g/l}$	13	1
PFOSA	<0.010		$\mu\text{g/l}$	13	1
Monobutyltinnkation	16		$\text{ng/l}$	14	1
Dibutyltinnkation	4.2		$\text{ng/l}$	14	1
Tributyltinnkation	2.3		$\text{ng/l}$	14	1
Tetrabutyltinnkation	<1.0		$\text{ng/l}$	14	1
Monocktyltinnkation	<1.0		$\text{ng/l}$	14	1
Dioktyltinnkation	<1.0		$\text{ng/l}$	14	1
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		$\text{ng/l}$	14	1
Monofenyltinnkation	<1.0		$\text{ng/l}$	14	1
Difenyltinnkation	<1.0		$\text{ng/l}$	14	1
Trifenylyltinnkation	<1.0		$\text{ng/l}$	14	1

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

*Mort*  
Morton Sandell  
Kjemiker

The ALS Laboratory Group

# Rapport

N0905295

Page 4 (6)

1GDTXSMFJJY



\* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Metodespesifikasjon	
1	<p>Bestemmelse av bromerte flammehemmere (BFH).</p> <p>Metode: GC-MSD            Ekstraksjon: n-heksan            Deteksjon og kvantifisering: GC-MSD            Kvantifikasjonsgrenser: 0,0001-0,01 µg/l</p> <p>Note: Heksabromsykloodekan kan kun påvises, dersom ekstraktet ikke må renses.</p>
2	<p>Bestemmelse av ftalater.</p> <p>Metode: GC/MSD            Ekstraksjon: n-heksan            Deteksjon og kvantifisering: GC/MSD            Kvantifikasjonsgrenser: 1,0 µg/l</p>
3	<p>Bestemmelse av klorerte alifater/fesomidior.</p> <p>Metode: EPA 624            Deteksjon og kvantifisering: GC-MS headspace            Kvantifikasjonsgrenser: 0,1-6,0 µg/l</p>
4	<p>Bestemmelse av dioksiner.</p> <p>Metode: US EPA 1613, US EPA 8290            Deteksjon og kvantifisering: HRGC/HRMS            Kvantifikasjonsgrenser: 2-8 pg/l</p> <p>Note: Sum PCDD/PCDF er oppgitt som internasjonale toksisitetsekvivalenter (I-TE) der den giftigste forbindelsen, 2,3,7,8-Tetra CDD, har fått "vektfaktor" 1, mens de andre mindre giftige forbindelsene er vektet lavere. Vektifaktorene som er benyttet er i henhold til to lister:            1) Nato list ref. NATO/CCMS, 1988b; Kutz et al. 1988            2) Nordic list ref. Nordisk ekspertgrupp, 1988.</p>
5	<p>Bestemmelse av klorbensener.</p> <p>Metode: EPA 624            Ekstraksjon: Heksan            Deteksjon og kvantifisering: GC/MSD headspace eller GC/ECD            Kvantifikasjonsgrenser: 0,001-1,0 µg/l</p>
6	<p>Bestemmelse av klorerte parafiner.</p> <p>Metode: GC/ECD            Deteksjon og kvantifisering: GC/ECD            Kvantifikasjonsgrenser: 0,1- 0,2 µg/l</p> <p>Note: SCCP er kortkjedede klorerte parafiner (C10-C13)            MCCP er mellomkjedede klorerte parafiner (C14-C17)</p>
7	<p>Bestemmelse av klorfenoler.</p> <p>Metode: Intern metode (SOP-350-000)            Ekstraksjon: Diklorometan            Deteksjon og kvantifisering: GC/MSD            Kvantifikasjonsgrenser: 0,1 µg/l</p>
8	<p>Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH-16.</p> <p>Metode: EPA-8270-C            Ekstraksjon: Heksan</p>

ALS Scandinavia NUF  
 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

*ALS*  
 Morten Sandell  
 Kjemiker

The ALS Laboratory Group

# Rapport

**N0905295**

Page 5 (8)

1GDTX5MFJJY



	Deteksjon og kvantifisering: GC/MSD Kvantifikasjonsgrenser: 0,01-0,10 µg/l
9	<b>Analyse av polyklorerte bifenylter (PCB)</b>  Metode: DIN ISO 6468, DIN 38407-2, EPA 3500 Ekstraksjon: Heksan Rensing: Florisil (samt svovelrenset med svovelsyre og kvikksølv) Deteksjon og kvantifisering: GC-MS eller GC-ECD Kvantifikasjonsgrenser: 0,008-0,012 µg/l  Tolkning av analyse resultatene til ALS Scandinavia: Sum 7 PCB = n.d. (not detected) prøven inneholder ikke PCB
10	<b>Bestemmelse av Kationiske tensider.</b>  Metode: DIN 38409-H20 Ekstraksjon: Prøven blir tilsatt en indikatorløsning for dannelse av komplekser. Ekstraksjon med diklormetan Deteksjon og kvantifisering: Fotometrisk Kvantifikasjonsgrenser: 0,2-0,3 mg/l
11	<b>Bestemmelse av Musk-forbindelser.</b>  Metode: GC-MSD Ekstraksjon: Væske-ekstraksjon Deteksjon og kvantifisering: GC-MSD Kvantifiseringsgrense: 1-100 µg/kg
12	<b>Bestemmelse av Nonyl-, oktylfenol og -etoksilater</b>  Metode: GC/MSD Ekstraksjon og derivatisering: 4-n-Nonylfenol og 4-t-oktylfenol: n-heksan Nonyl-/oktylfenol/etoksilater: diklormetan Deteksjon og kvantifisering: GC/MSD Kvantifiseringsgrenser: 10-100 ng/l  Note: NP1EO til NP3EO (4-nonylfenol-mono/di/tri-etoksilat) OP1EO til OP3EO (4-oktylfenol-mono/di/tri-etoksilat)  Utførende laboratorium: GALAB, GmbH, Max-Planck-Strasse 1, D-21502 Geesthacht, Tyskland
13	<b>Bestemmelse av PFOS, PFOA og PFOSA.</b>  Metode: LC-MS-MS Deteksjon og kvantifisering: LC-MS-MS Kvantifikasjonsgrenser: 0,0010 µg/l
14	<b>Bestemmelse av tinnorganiske forbindelser.</b>  Metode: DIN ISO17353-F13 Deteksjon og kvantifisering: GC-FPD Kvantifikasjonsgrenser: 1 ng/l

Underleverandør <sup>1</sup>	
1	Ansvarlig laboratorium: GBA, Flensburger Strasse 15, 25421 Pinneberg, Tyskland Akkreditering: DAR, registreringsnr. DAC-PL-0040-97
2	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia

<sup>1</sup> Utførende teknisk enhet (innen ALS Scandinavia) eller laboratorium (underleverandør).

ALS Scandinavia NUF  
 PB 643 Skøyen  
 N-0214 Oslo  
 Norway

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

*Morton Sandoll*  
 Morton Sandoll  
 Kjemiker

The ALS Laboratory Group

# Rapport

N0905295

Page 6 (6)

1GDTX5MFJJY



Akkreditering:	Czech Accreditation Institute, labnr. 1163.
----------------	---

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](http://www.alsglobal.no)

Kopi sendt til:

Karin Lang-Ree, NIVA Ikke i bruk, 0349 Oslo, Norway.

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.cn@alsglobal.com](mailto:info.cn@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

  
Morten Sandell  
Kjemiker

The ALS Laboratory Group

# Rapport

**N0901057**

Page 1 (6)

11T2P4LMINGN



Prosjekt **AFD OVO-PV1**  
 Bestnr **NIVA 0-28440-PV1**  
 Registrert **2009-03-03**  
 Utstedt **2009-03-30**

NIVA  
 Bente Lauritzen  
 Oslo  
 Gaustadalleen 21  
 0349 Oslo  
 Norway

## Analyse av vann

Deres prøvnavn		NIVA 0-28440-PV1				
Labnummer		Renset prosessvann				
Labnummer		N00061278				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (%)	Enhet	Metode	Utført	
TetraBDE	<0.0020		µg/l	1	1	
PBDE-47	<0.0002		µg/l	1	1	
PentaBDE	<0.0020		µg/l	1	1	
PBDE-99	<0.0002		µg/l	1	1	
PBDE-100	<0.0002		µg/l	1	1	
HeksaBDE	<0.0025		µg/l	1	1	
HeptaBDE	<0.0030		µg/l	1	1	
OktaBDE	<0.0040		µg/l	1	1	
NonaBDE	<0.010		µg/l	1	1	
DekabDE (PBDE-209)	<0.020		µg/l	1	1	
Tetrabrombisfenol A (TBBPA)	<0.0050		µg/l	1	1	
Dekabrombifenyl (DeBB)	<0.020		µg/l	1	1	
HeksaBromsyklododekan (HBCD)	<0.020		µg/l	1	1	
Dimetylftalat	<2.0		µg/l	2	1	
Dietylftalat	<2.0		µg/l	2	1	
Di-n-propylftalat	<2.0		µg/l	2	1	
Di-n-butylftalat (DBP)	<2.0		µg/l	2	1	
Di-isobutylftalat	<2.0		µg/l	2	1	
Di-pentylftalat (DPP)	<2.0		µg/l	2	1	
Di-n-oktylftalat (DNOP)	<2.0		µg/l	2	1	
Di-(2-etylheksyl)ftalat (DEHP)	<2.0		µg/l	2	1	
Butylbensylftalat (BBP)	<2.0		µg/l	2	1	
Di-sykløheksylftalat	<2.0		µg/l	2	1	
PFOA	<0.010		µg/l	3	1	
PFOS	<0.010		µg/l	3	1	
PFOSA	<0.010		µg/l	3	1	
Monobutyltinnkation	6.0		ng/l	4	1	
Dibutyltinnkation	38		ng/l	4	1	
Tributyltinnkation	54		ng/l	4	1	
Tetrabutyltinnkation	<1.0		ng/l	4	1	
Monooktyltinnkation	<1.0		ng/l	4	1	
Dioktyltinnkation	<1.0		ng/l	4	1	
Trisykløheksyltinnkation	<1.0		ng/l	4	1	
Monofenyltinnkation	<1.0		ng/l	4	1	
Difenyltinnkation	<1.0		ng/l	4	1	
Trifenyltinnkation	<1.0		ng/l	4	1	
Kationiske tensider*	<0.20		mg/l	5	1	
4-t-Oktylfenol	11		ng/l	6	1	

ALS Scandinavia NUF  
 PB 643 Skøyen  
 N-0214 Oslo  
 Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
 E-post: [info.cn@alsglobal.com](mailto:info.cn@alsglobal.com)  
 Tel: + 47 22 13 18 00  
 Fax: + 47 22 52 51 77

*Morten Sandell*  
 Morten Sandell  
 Kjemiker

The ALS Laboratory Group

## Rapport

N0901057

Page 2 (6)

11T2P4LMNGN



Deres prøvenavn		NIVA 0-28440-PV1 Renset prosessvann				
Labnummer		N00061276				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	
4-n-Nonylfenol	<10		ng/l	6	1	
OP1EO	<10		ng/l	6	1	
OP2EO	<10		ng/l	6	1	
OP3EO	<10		ng/l	6	1	
NP1EO	<100		ng/l	6	1	
NP2EO	<100		ng/l	6	1	
NP3EO	<100		ng/l	6	1	
Diklormetan	<6		µg/l	7	2	
1,1-Dikloreten	<0.1		µg/l	7	2	
1,2-Dikloreten	<1		µg/l	7	2	
cis-1,2-Dikloreten	<0.1		µg/l	7	2	
trans-1,2-Dikloreten	<0.1		µg/l	7	2	
1,2-Diklorpropan	<1		µg/l	7	2	
Triklormetan (kloroform)	<0.3		µg/l	7	2	
Tetraklormetan	<0.1		µg/l	7	2	
1,1,1-Trikloretan	<0.1		µg/l	7	2	
1,1,2-Trikloretan	<0.2		µg/l	7	2	
Trikloretan	<0.1		µg/l	7	2	
Tetrakloreten	<0.2		µg/l	7	2	
2,3,7,8-TetraCDD	<0.0005		ng/l	8	2	
1,2,3,7,8-PentaCDD	<0.0010		ng/l	8	2	
1,2,3,4,7,8-HeksaCDD	<0.0012		ng/l	8	2	
1,2,3,6,7,8-HeksaCDD	<0.0012		ng/l	8	2	
1,2,3,7,8,9-HeksaCDD	<0.0012		ng/l	8	2	
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	<0.0014		ng/l	8	2	
Oktaklordibensodioloksin	<0.0044		ng/l	8	2	
2,3,7,8-TetraCDF	<0.0004		ng/l	8	2	
1,2,3,7,8-PentaCDF	<0.0006		ng/l	8	2	
2,3,4,7,8-PentaCDF	<0.0006		ng/l	8	2	
1,2,3,4,7,8-HeksaCDF	<0.0009		ng/l	8	2	
1,2,3,5,7,8-HeksaCDF	<0.0009		ng/l	8	2	
1,2,3,7,8,9-HeksaCDF	<0.0009		ng/l	8	2	
2,3,4,6,7,8-HeksaCDF	<0.0009		ng/l	8	2	
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	<0.0055		ng/l	8	2	
1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	<0.0055		ng/l	8	2	
Oktaklordibensofuran	<0.0030		ng/l	8	2	
Sum WHO-TEQ (PCDD/PCDF)	<0.0028		ng/l	8	2	
Dioksiner	-----		se vedl.	8	2	
Monoklorbensen	<0.1		µg/l	9	2	
1,2-Diklorbensen	<0.1		µg/l	9	2	
1,3-Diklorbensen	<0.1		µg/l	9	2	
1,4-Diklorbensen	<0.1		µg/l	9	2	
1,2,3-Triklorbensen	<0.1		µg/l	9	2	
1,2,4-Triklorbensen	<0.1		µg/l	9	2	
1,3,5-Triklorbensen	<0.2		µg/l	9	2	
1,2,3,4-Tetraklorbensen	<0.01		µg/l	9	2	
1,2,3,5+1,2,4,5-Tetraklorbense	<0.02		µg/l	9	2	
Pentaklorbensen	<0.01		µg/l	9	2	
Heksaklorbensen	<0.005		µg/l	9	2	
Kortkj. klorerte parafiner*	<0.20		µg/l	10	1	
Mellomkj. klorerte parafiner*	<0.20		µg/l	10	1	
2-Monoklorfenol	<0.1		µg/l	11	2	
3-Monoklorfenol	<0.1		µg/l	11	2	

ALS Scandinavia NUF  
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

*Morten Sandell*  
Morten Sandell  
Kjemiker

The ALS Laboratory Group

## Rapport

N0901057

Page 3 (8)

11T2P4LMNGN



Deres prøvenavn		NIVA 0-28440-PV1 Renset prosessvann				
Labnummer		N00061278				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	
4-Monoklorfenol	<0.1		µg/l	11	2	
2,3-Diklorfenol	<0.1		µg/l	11	2	
2,4+2,5-Diklorfenol	<0.2		µg/l	11	2	
2,6-Diklorfenol	<0.1		µg/l	11	2	
3,4-Diklorfenol	<0.1		µg/l	11	2	
3,5-Diklorfenol	<0.1		µg/l	11	2	
2,3,4-Triklorfenol	<0.1		µg/l	11	2	
2,3,5-Triklorfenol	<0.1		µg/l	11	2	
2,3,6-Triklorfenol	<0.1		µg/l	11	2	
2,4,5-Triklorfenol	<0.1		µg/l	11	2	
2,4,6-Triklorfenol	<0.1		µg/l	11	2	
3,4,5-Triklorfenol	<0.1		µg/l	11	2	
2,3,4,5-Tetraklorfenol	<0.1		µg/l	11	2	
2,3,4,6-Tetraklorfenol	0.3	0.08	µg/l	11	2	
2,3,5,6-Tetraklorfenol	<0.1		µg/l	11	2	
Pentaklorfenol	<0.1		µg/l	11	2	
Naftalen	<0.1		µg/l	12	2	
Acenaftylen	<0.01		µg/l	12	2	
Acenaften	<0.01		µg/l	12	2	
Fluoren	<0.02		µg/l	12	2	
Fenantron	<0.03		µg/l	12	2	
Antracen	<0.02		µg/l	12	2	
Fluoranten	0.27	0.11	µg/l	12	2	
Pyren	0.19	0.07	µg/l	12	2	
Benso(a)antracen <sup>A</sup>	0.02	0.01	µg/l	12	2	
Krysen <sup>A</sup>	0.03	0.01	µg/l	12	2	
Benso(b)fluoranten <sup>A</sup>	<0.01		µg/l	12	2	
Benso(k)fluoranten <sup>A</sup>	<0.01		µg/l	12	2	
Benso(a)pyren <sup>A</sup>	<0.02		µg/l	12	2	
Dibenso(ah)antracen <sup>A</sup>	<0.01		µg/l	12	2	
Benso(ghi)perylene	<0.01		µg/l	12	2	
Indeno(123cd)pyren <sup>A</sup>	<0.01		µg/l	12	2	
Sum PAH-16	0.51		µg/l	12	2	
Sum PAH carcinogene <sup>A</sup>	0.05		µg/l	12	2	
PCB 28	<0.0011		µg/l	13	2	
PCB 52	<0.0011		µg/l	13	2	
PCB 101	<0.0008		µg/l	13	2	
PCB 118	<0.0011		µg/l	13	2	
PCB 138	<0.0012		µg/l	13	2	
PCB 153	<0.0011		µg/l	13	2	
PCB 180	<0.0010		µg/l	13	2	
Sum PCB-7	n.d		µg/l	13	2	
Musk amberette	<0.020		µg/l	14	1	
Musk xylene	<0.020		µg/l	14	1	
Musk moskene	<0.020		µg/l	14	1	
Musk tibetene	<0.020		µg/l	14	1	
Musk ketone	<0.020		µg/l	14	1	
Cashmerane	<0.010		µg/l	14	1	
Celestolide	<0.010		µg/l	14	1	
Phantolide	<0.010		µg/l	14	1	
Traseolide	<0.010		µg/l	14	1	
Galaxolide	<0.020		µg/l	14	1	
Tonalide	<0.010		µg/l	14	1	
Versalide	note		µg/l	14	1	

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

*Morten Sandell*  
Morten Sandell  
Kjemiker

The ALS Laboratory Group



# Rapport

**N0901057**

Page 4 (6)

11T2P4LMNGN



\* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Metodespesifikasjon	
1	<p>Bestemmelse av bromerte flammehemmere (BFH).</p> <p>Metode: GC-MSD            Ekstraksjon: n-heksan            Deteksjon og kvantifisering: GC-MSD            Kvantifikasjonsgrenser: 0,0001-0,01 µg/l</p> <p>Note: Heksabromsyklodekan kan kun påvises, dersom ekstraktet ikke må renses.</p>
2	<p>Bestemmelse av ftalater.</p> <p>Metode: GC/MSD            Ekstraksjon: n-heksan            Deteksjon og kvantifisering: GC/MSD            Kvantifikasjonsgrenser: 1,0 µg/l</p>
3	<p>Bestemmelse av PFOS, PFOA og PFOSA.</p> <p>Metode: LC-MS-MS            Deteksjon og kvantifisering: LC-MS-MS            Kvantifikasjonsgrenser: 0,0010 µg/l</p>
4	<p>Bestemmelse av tinnorganiske forbindelser.</p> <p>Metode: DIN 38407-13            Ekstraksjon: Etanol og NaDDTC (komplekسدanner), heksan            Rensing: Alumina            Derivatisering: Na tetraetyl borat (NaBEM)            Deteksjon og kvantifisering: GC-AED            Kvantifikasjonsgrenser: 1 ng/l</p>
5	<p>Bestemmelse av kationiske tensider.</p> <p>Metode: DIN 38409-H20            Ekstraksjon: Prøven blir fiksert en indikatorløsning for dannelse av komplekser. Ekstraksjon med diklormetan            Deteksjon og kvantifisering: Fotometrisk            Kvantifikasjonsgrenser: 0,2-0,3 mg/l</p>
6	<p>Bestemmelse av Nonyl-, oktylfenol og -etoksilater</p> <p>Metode: GC/MSD            Ekstraksjon og derivatisering: 4-n-Nonylfenol og 4-t-oktylfenol: n-heksan            Nonyl-oktylfenoletoksilater: diklormetan            Deteksjon og kvantifisering: GC/MSD            Kvantifiseringsgrenser: 10-100 ng/l</p> <p>Note:            NP1EO til NP3EO (4-nonylfenol-mono/di/tri-eteoksilat)            OP1EO til OP3EO (4-oktylfenol-mono/di/tri-eteoksilat)</p>
7	<p>Bestemmelse av Mororte allfalantersemidler.</p> <p>Metode: EPA 824            Deteksjon og kvantifisering: GC-MS headspace            Kvantifikasjonsgrenser: 0,1-6,0 µg/l</p>
8	<p>Bestemmelse av dioksiner.</p> <p>Metode: US EPA 1613, US EPA 8290            Deteksjon og kvantifisering: HRGC/HRMS</p>

ALS Scandinavia NUF  
 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

*Mort*  
 Morten Sandell  
 Kjemiker

The ALS Laboratory Group

# Rapport

## N0901057

Page 5 (6)

11T2P4LMNGN



	Kvantifikasjonsgrenser:	2-8 µg/l
	Note:	Sum PCDD/PCDF er oppgitt som internasjonale toksisitetsekvivalenter (I-TE) der den giftigste forbindelsen, 2,3,7,8-Tetra CDD, har fått "vektfaktor" 1, mens de andre mindre giftige forbindelsene er vektet lavere. Vektfaktorene som er benyttet er i henhold til to lister: 1) Nato list ref. NATO/CCMS, 1988b; Kutz et al. 1988 2) Nordic list ref. Nordisk ekspertgrupp, 1988.
9	Bestemmelse av klorbensener.	
	Metode:	EPA 624
	Ekstraksjon:	Heksan
	Deteksjon og kvantifisering:	GC/MSD headspace eller GC/ECD
	Kvantifikasjonsgrenser:	0,001-1,0 µg/l
10	Bestemmelse av klorerte parafiner.	
	Metode:	GC/ECD
	Deteksjon og kvantifisering:	GC/ECD
	Kvantifikasjonsgrenser:	0,1 µg/l
	Note:	SCCP er kortkjedede klorerte parafiner (C10-C13) MCCP er mellomkjedede klorerte parafiner (C14-C17)
11	Bestemmelse av klorfenoler.	
	Metode:	Intern metode (SOP-350-009)
	Ekstraksjon:	Diklormetan
	Deteksjon og kvantifisering:	GC/MSD
	Kvantifikasjonsgrenser:	0,1 µg/l
12	Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH-16.	
	Metode:	EPA-8270-C
	Ekstraksjon:	Heksan
	Deteksjon og kvantifisering:	GC/MSD
	Kvantifikasjonsgrenser:	0,01-0,10 µg/l
13	Analyse av polyklorerte bifenyler (PCB)	
	Metode:	DIN ISO 5468, DIN 38407-2, EPA 3500
	Ekstraksjon:	Heksan
	Rensing:	Florissil (samt svovelrenset med svovelsyre og kvikksølv)
	Deteksjon og kvantifisering:	GC-MS eller GC-ECD
	Kvantifikasjonsgrenser:	0,0008-0,0012 µg/l
	Tolkning av analyse resultatene til ALS Scandinavia:	Sum 7 PCB = n.d. (not detected) prøven inneholder ikke PCB
14	Bestemmelse av Musk-forbindelser.	
	Metode:	GC-MSD
	Ekstraksjon:	Væske-ekstraksjon
	Deteksjon og kvantifisering:	GC-MSD
	Kvantifiseringsgrense:	1-100 µg/kg

Underleverander <sup>1</sup>	
1	Ansvarlig laboratorium: GBA, Flensburger Strasse 15, 25421 Pinneberg, Tyskland Akkreditering: DAR, registreringsnr. DAC-PL-0040-97

<sup>1</sup> Utførende teknisk enhet (innen ALS Scandinavia) eller laboratorium (underleverander).

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

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

Morten Sandell  
Kjemiker

The ALS Laboratory Group

**Rapport****N0901057**

Page 0 (0)

11T2P4LMNGN



2	Ansvarlig laboratorium: Akkreditering:	ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harš 9/336, Praha, Tsjekkia Czech Accreditation Institute, labnr. 1163.
---	---	---

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (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%.

Måleusikkerhet 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](http://www.alsglobal.no)

Laboratorier akkrediteres av Styrelsen for akkreditering og teknisk kontroll (SWEDAC) etter svensk lov. Den akkrediterte virksomheten ved laboratoriene oppfylder kravene i SS-EN ISO/IEC 17 025 (2005).

Kopi sendt til:

Karin Lang-Ree, NIVA Ikke i bruk, 0349 Oslo, Norway.

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

  
Morten Sandell  
Kjemiker

The ALS Laboratory Group



Prosjektnummer/navn: NIVA 0-28440-PV1/AFD OVO-PV1

Provennummer: N00061276  
Provenavn: NIVA 0-28440-PV1

Measurement results:

Sample:		N00061276		Final extract [ $\mu$ l]:	40
Sample volume [ml]:		950		Injection volume [ $\mu$ l]:	4
				Acquisition date [d.m.y h:m]:	6.3.09 0:49
2,3,7,8-PCDD/Fs	Content [ng/l]	Limit of Detection [ng/l]	Limit of Quantification [ng/l]	WHO-TEFs	WHO-TEQ [ng/l]
2,3,7,8-TCDD	n.d.	0.00052	0.0010	1	0
1,2,3,7,8-PeCDD	n.d.	0.00097	0.0019	1	0
1,2,3,4,7,8-HxCDD	n.d.	0.0012	0.0023	0.1	0
1,2,3,6,7,8-HxCDD	n.d.	0.0012	0.0023	0.1	0
1,2,3,7,8,9-HxCDD	n.d.	0.0012	0.0023	0.1	0
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	n.d.	0.0014	0.0028	0.01	0
OCDD	n.d.	0.0044	0.0088	0.0003	0
2,3,7,8-TCDF	n.d.	0.00044	0.00088	0.1	0
1,2,3,7,8-PeCDF	n.d.	0.00064	0.0013	0.03	0
2,3,4,7,8-PeCDF	n.d.	0.00064	0.0013	0.3	0
1,2,3,4,7,8-HxCDF	n.d.	0.00093	0.0019	0.1	0
1,2,3,6,7,8-HxCDF	n.d.	0.00093	0.0019	0.1	0
1,2,3,7,8,9-HxCDF	n.d.	0.00093	0.0019	0.1	0
2,3,4,6,7,8-HxCDF	n.d.	0.00093	0.0019	0.1	0
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	n.d.	0.0055	0.011	0.01	0
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	n.d.	0.0055	0.011	0.01	0
OCDF	n.d.	0.0030	0.0059	0.0003	0
WHO-TEQ from quantified 2,3,7,8-PCDD/Fs [ng 2,3,7,8-TCDD/l]-"Lowerbound"					0
WHO-TEQ from quantified 2,3,7,8-PCDDs [ng 2,3,7,8-TCDD/l]					0
WHO-TEQ from quantified 2,3,7,8-PCDFs [ng 2,3,7,8-TCDD/l]					0
WHO-TEQ from n.d. and non quantified 2,3,7,8-PCDD/Fs [ng 2,3,7,8-TCDD/l]					0.0026
Maximum possible WHO-TEQ [ng 2,3,7,8-TCDD/l]-"Upperbound"					0.0026
PCDDs	Content [ng/l]	PCDFs	Content [ng/l]		
Tetra-CDDs	n.d.	Tetra-CDFs	n.d.		
Penta-CDDs	n.d.	Penta-CDFs	n.d.		
Hexa-CDDs	n.d.	Hexa-CDFs	n.d.		
Hepta-CDDs	n.d.	Hepta-CDFs	n.d.		
OCDD	n.d.	OCDF	n.d.		
Total PCDDs	n.d.	Total PCDFs	n.d.		

<sup>1</sup>WHO 2005 TEF according to Van den Berg et al: Toxicological Sciences Advance Acces, 7 July 2006)

The limits of quantification are defined as the double of the detection limits.

The limit of detection is defined as the amount of analyte producing a signal with S/N  $\geq 3$ .

The value of the detection limit is mentioned as the actual value at the acquisition date.

Measurement uncertainty is expressed as a double ( $k=2$ ) relative standard deviation (RSD%), and corresponds to 95% interval of reliability.

Estimation of uncertainty of each 2,3,7,8-PCDD/F congener is 30% and total WHO-TEQ is 20%.

These values were ensured by analyses of certified reference material under conditions of internal reproducibility. Results marked "<" are situated in the interval of the limit of detection and the limit of quantification and are not quantified.

Results marked "n.d." are lower than the limit of detection.

"Lowerbound" and "Upperbound" are levels defined in Regulation 2006/1883/EC a CEN/TS 1948-4:2007.

# Rapport

**N0908498**

Page 1 (7)

1PQJYBOLXSW



Prosjekt **AFDOVO-PV1**  
 Bestnr **NIVA 0-28440-PV1**  
 Registrert **2009-12-04**  
 Utstedt **2010-01-05**

NIVA  
 Bente Lauritzen  
 Oslo  
 Gaustadalleen 21  
 0349 Oslo  
 Norway

## Analyse av vann

Deres prøvenavn		NIVA 0-28440-PV1 renset prosessvann				
Labnummer		N00087766				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	
TetraBDE	<0.0010		µg/l	1	1	
PBDE-47	<0.0001		µg/l	1	1	
PentaBDE	<0.0010		µg/l	1	1	
PBDE-99	<0.0001		µg/l	1	1	
PBDE-100	<0.0001		µg/l	1	1	
HeksaBDE	<0.0010		µg/l	1	1	
HeptaBDE	<0.0020		µg/l	1	1	
OktaBDE	<0.0020		µg/l	1	1	
NonaBDE	<0.0050		µg/l	1	1	
DekaBDE (PBDE-209)	<0.010		µg/l	1	1	
Tetrabrombisfenol A (TBBPA)	<0.0050		µg/l	1	1	
Dekabrombifenyl (DeBB)	<0.025		µg/l	1	1	
Heksabromsyklododekan (HBCD)	<0.010		µg/l	1	1	
Dimetylfталат	<1.0		µg/l	2	1	
Dietylfталат	<1.0		µg/l	2	1	
Di-n-propylfталат	<1.0		µg/l	2	1	
Di-n-butylfталат (DBP)	<1.0		µg/l	2	1	
Di-isobutylfталат	<1.0		µg/l	2	1	
Di-pentylfталат (DPP)	<1.0		µg/l	2	1	
Di-n-oktylfталат (DNOP)	<1.0		µg/l	2	1	
Di-(2-etylheksyl)fталат (DEHP)	1.0	0.098	µg/l	2	1	
Butylbensylfталат (BBP)	<1.0		µg/l	2	1	
Di-sykloheksylfталат	<1.0		µg/l	2	1	
Diklormetan	<6.0		µg/l	3	2	
1,1-Dikloreten	<0.10		µg/l	3	2	
1,2-Dikloreten	<1.0		µg/l	3	2	
cis-1,2-Dikloreten	<0.10		µg/l	3	2	
trans-1,2-Dikloreten	<0.10		µg/l	3	2	
1,2-Diklorpropan	<1.0		µg/l	3	2	
Triklormetan (kloroform)	<0.30		µg/l	3	2	
Tetraklormetan	<0.10		µg/l	3	2	
1,1,1-Trikloreten	<0.10		µg/l	3	2	
1,1,2-Trikloreten	<0.20		µg/l	3	2	
Triklloreten	<0.10		µg/l	3	2	
Tetrakloreten	<0.20		µg/l	3	2	
2,3,7,8-TetraCDD	0.06810	0.00243	ng/l	4	2	
1,2,3,7,8-PentaCDD	0.120	0.0360	ng/l	4	2	
1,2,3,4,7,8-HeksaCDD	0.0920	0.0276	ng/l	4	2	
1,2,3,6,7,8-HeksaCDD	1.10	0.330	ng/l	4	2	
1,2,3,7,8,9-HeksaCDD	0.290	0.0870	ng/l	4	2	
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	4.10	1.23	ng/l	4	2	
Øktaklordibensodioksin	3.80	1.14	ng/l	4	2	

ALS Scandinavia NUF  
 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

*Morten Sandell*  
 Morten Sandell  
 Kjemiker

The ALS Laboratory Group

# Rapport

**N0908498**

Page 2 (7)

1PQJYB0LXSW



Deres prøvenavn	NIVA 0-28440-PV1 renset prosessvann					
Labnummer	N00087766					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Uttart	
2,3,7,8-TetraCDF	0.0610	0.0183	ng/l	4	2	
1,2,3,7,8-PentaCDF	0.420	0.128	ng/l	4	2	
2,3,4,7,8-PentaCDF	1.70	0.510	ng/l	4	2	
1,2,3,4,7,8-HeksaCDF	13.0	3.90	ng/l	4	2	
1,2,3,6,7,8-HeksaCDF	4.70	1.41	ng/l	4	2	
1,2,3,7,8,9-HeksaCDF	0.250	0.0750	ng/l	4	2	
2,3,4,6,7,8-HeksaCDF	3.10	0.930	ng/l	4	2	
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	500	150	ng/l	4	2	
1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	4.70	1.41	ng/l	4	2	
Oktaklordibensofuran	110	33.0	ng/l	4	2	
Sum WHO-TEQ (PCDD/PCDF)	8		ng/l	4	2	
Monoklorbensen	<0.10		µg/l	5	2	
1,2-Diklorbensen	<0.10		µg/l	5	2	
1,3-Diklorbensen	<0.10		µg/l	5	2	
1,4-Diklorbensen	<0.10		µg/l	5	2	
1,2,3-Triklorbensen	<0.10		µg/l	5	2	
1,2,4-Triklorbensen	<0.10		µg/l	5	2	
1,3,5-Triklorbensen	<0.20		µg/l	5	2	
1,2,3,4-Tetraklorbensen	<0.010		µg/l	5	2	
1,2,3,5+1,2,4,5-Tetraklorbense	<0.020		µg/l	5	2	
Pentaklorbensen	<0.010		µg/l	5	2	
Heksaklorbensen	<0.0050		µg/l	5	2	
Kortkj. klorerte parafiner*	<0.20		µg/l	6	1	
Mellomkj. klorerte parafiner*	<0.20		µg/l	6	1	
2-Monoklorfenol	<0.10		µg/l	7	2	
3-Monoklorfenol	<0.10		µg/l	7	2	
4-Monoklorfenol	<0.10		µg/l	7	2	
2,3-Diklorfenol	<0.10		µg/l	7	2	
2,4+2,5-Diklorfenol	0.91	0.31	µg/l	7	2	
2,6-Diklorfenol	<0.10		µg/l	7	2	
3,4-Diklorfenol	<0.10		µg/l	7	2	
3,5-Diklorfenol	<0.10		µg/l	7	2	
2,3,4-Triklorfenol	<0.10		µg/l	7	2	
2,3,5-Triklorfenol	<0.10		µg/l	7	2	
2,3,6-Triklorfenol	<0.10		µg/l	7	2	
2,4,5-Triklorfenol	<0.10		µg/l	7	2	
2,4,6-Triklorfenol	<0.10		µg/l	7	2	
3,4,5-Triklorfenol	<0.10		µg/l	7	2	
2,3,4,5-Tetraklorfenol	<0.10		µg/l	7	2	
2,3,4,6-Tetraklorfenol	<0.10		µg/l	7	2	
2,3,5,6-Tetraklorfenol	<0.10		µg/l	7	2	
Pentaklorfenol	<0.10		µg/l	7	2	
Naftalen	<0.10		µg/l	8	2	
Acenaflylen	<0.010		µg/l	8	2	
Acenaften	<0.010		µg/l	8	2	
Fluoren	<0.020		µg/l	8	2	
Fenantren	<0.030		µg/l	8	2	
Antracen	<0.020		µg/l	8	2	
Fluoranten	<0.030		µg/l	8	2	
Pyren	<0.060		µg/l	8	2	
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	<0.010		µg/l	8	2	
Krysen <sup>^</sup>	<0.010		µg/l	8	2	
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	<0.010		µg/l	8	2	
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	<0.010		µg/l	8	2	

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norge

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

*Morten Sandell*  
Morten Sandell  
Kjemiker

The ALS Laboratory Group

# Rapport

N0908498

Page 3 (7)

1PQJYB0LXSW



Deres prøvenavn	NIVA 0-28440-PV1 renset prosessvann				
Labnummer	N00087766				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Benzo(a)pyren <sup>A</sup>	<0.020		µg/l	8	2
Dibenso(ah)antracen <sup>A</sup>	<0.010		µg/l	8	2
Benso(ghi)perylene	<0.010		µg/l	8	2
Indeno(123cd)pyren <sup>A</sup>	<0.010		µg/l	8	2
Sum PAH-16	n.d		µg/l	8	2
Sum PAH carcinogene <sup>A</sup>	n.d		µg/l	8	2
PCB 28	<0.0011		µg/l	8	2
PCB 52	<0.0011		µg/l	8	2
PCB 101	<0.0008		µg/l	8	2
PCB 118	<0.0011		µg/l	8	2
PCB 138	<0.0012		µg/l	8	2
PCB 153	<0.0011		µg/l	8	2
PCB 180	<0.0010		µg/l	8	2
Sum PCB-7	n.d		µg/l	8	2
Kationiske tensider <sup>A</sup>	<0.20		mg/l	9	1
Musk amberette	<1.0		ng/l	10	1
Musk xylene	<1.0		ng/l	10	1
Musk moskene	<1.0		ng/l	10	1
Musk tibetene	<1.0		ng/l	10	1
Musk ketone	<1.0		ng/l	10	1
Cashmerane	<1.0		ng/l	10	1
Celestolide	<1.0		ng/l	10	1
Phantolide	<1.0		ng/l	10	1
Traseolide	<1.0		ng/l	10	1
Galaxolide	15		ng/l	10	1
Tonalide	<1.0		ng/l	10	1
4-t-Oktylfenol	27		ng/l	11	1
4-n-Nonylfenol	<10		ng/l	11	1
OP1EO	<10		ng/l	11	1
OP2EO	25	6.3	ng/l	11	1
OP3EO	30	7.5	ng/l	11	1
NP1EO	162	41	ng/l	11	1
NP2EO	315	79	ng/l	11	1
NP3EO	372	93	ng/l	11	1
PFOA	<0.010		µg/l	12	1
PFOS	<0.010		µg/l	12	1
PFOSA	<0.010		µg/l	12	1
Monobutyltinnkation	14		ng/l	13	1
Dibutyltinnkation	1.4		ng/l	13	1
Tributyltinnkation	<1.0		ng/l	13	1
Tetrabutyltinnkation	<1.0		ng/l	13	1
Monooktyltinnkation	2.7		ng/l	13	1
Dioctyltinnkation	<1.0		ng/l	13	1
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		ng/l	13	1
Monofenyltinnkation	<1.0		ng/l	13	1
Difenyltinnkation	<1.0		ng/l	13	1
Trifenyltinnkation	<1.0		ng/l	13	1
Bisfenol A	<0.10		µg/l	14	1
EOX	<0.010		mg/l	15	1

ALS Scandinavia NUF  
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

Morton Sandell  
Kjemikar

The ALS Laboratory Group

# Rapport

**N0908498**

Page 4 (7)

1PQJYB0LXSW



Datos prøvenavn	NIVA 0-28440-PV1 renset prosessvann				
Labnummer	N00087766				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Oktametylsyklotetrasiloksan*	<0.10		mg/l	16	1
Dekametylsyklopentasiloksan*	<0.10		mg/l	16	1
Heksametylsyklotrisiloksan*	<0.10		mg/l	16	1
Dekametyltetrasiloksan*	<0.10		mg/l	16	1
Oktametyltrisiloksan*	<0.10		mg/l	16	1
Heksametylsiloksan*	<0.10		mg/l	16	1

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.cn@alsglobal.com](mailto:info.cn@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

  
Morten Sandell  
Kjemiker

The ALS Laboratory Group



# Rapport

**N0908498**

Page 5 (7)

1PQJYB0LXSW




\* etter parameternavn indikerer usakkredert analyse.

Metodespesifikasjon	
1	<p>Bestemmelse av bromerte flammehemmere (BFH).</p> <p>Metode: GC-MSD            Ekstraksjon: n-heksan            Deteksjon og kvantifisering: GC-MSD            Kvantifikasjonsgrenser: 0,0001-0,01 µg/l</p> <p>Note: Heksabromsyklodekan kan kun påvises, dersom ekstraktet ikke må renses.</p>
2	<p>Bestemmelse av ftalater.</p> <p>Metode: GC/MSD            Ekstraksjon: n-heksan            Deteksjon og kvantifisering: GC/MSD            Kvantifikasjonsgrenser: 1,0 µg/l</p>
3	<p>Bestemmelse av klorerte alifater/æresmidier.</p> <p>Metode: EPA 824            Deteksjon og kvantifisering: GC-MS headspace            Kvantifikasjonsgrenser: 0,1-6,0 µg/l</p>
4	<p>Bestemmelse av dioksiner.</p> <p>Metode: US EPA 1613, US EPA 8290            Deteksjon og kvantifisering: HRGC/HRMS            Kvantifikasjonsgrenser: 2-8 pg/l</p> <p>Note: Sum PCDD/PCDF er oppgitt som internasjonale toksisitets ekvivalenter (I-TE) der den giftigste forbindelsen, 2,3,7,8-Tetra CDD, har fått "vektfaktor" 1, mens de andre mindre giftige forbindelsene er vektet lavere. Vekt faktorene som er benyttet er i henhold til to lister:            1) Nato list ref. NATO/CCMS, 1988b; Kutz et al. 1988            2) Nordic list ref. Nordisk ekspertgrupp, 1988.</p>
5	<p>Bestemmelse av klorbensoner.</p> <p>Metode: EPA 824            Ekstraksjon: Heksan            Deteksjon og kvantifisering: GC/MSD headspace eller GC/ECD            Kvantifikasjonsgrenser: 0,001-1,0 µg/l</p>
6	<p>Bestemmelse av klorerte parafiner.</p> <p>Metode: GC/ECD            Deteksjon og kvantifisering: GC/ECD            Kvantifikasjonsgrenser: 0,1- 0,2 µg/l</p> <p>Note: SCCP er kortkjedede klorerte parafiner (C10-C13)            MCCP er mellomkjedede klorerte parafiner (C14-C17)</p>
7	<p>Bestemmelse av klorfenoler.</p> <p>Metode: Intern metode (SOP-350-009)            Ekstraksjon: Diklorometan            Deteksjon og kvantifisering: GC/MSD            Kvantifikasjonsgrenser: 0,1 µg/l</p>
8	<p>Bestemmelse av PAH-16 og PCB-7.</p> <p>Metode: PAH-16: EPA-8270-C            DIN ISO 6468, DIN 38407-2, EPA 3500</p>

ALS Scandinavia NUF  
 PB 643 Skøyen  
 N-0214 Oslo  
 Norway

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

  
 Morten Sandell  
 Kjemiker

The ALS Laboratory Group

# Rapport

N0908498

Page 6 (7)

1PQ/YBOLXSW



	Ekstraksjon: Deteksjon og kvantifisering: Kvantifikasjonsgrenser:	PAH-16 og PCB-7: Heksan PAH-16: GC-MSD PCB-7: GC-MSD eller GC-ECD PAH-16: 0,01-0,10 µg/l PCB-7: 0,008-1,012 µg/l
9	Bestemmelse av Kationiske tensider.	
	Metode: Ekstraksjon: Deteksjon og kvantifisering: Kvantifikasjonsgrenser:	DIN 38409-H20 Prøven blir tilsatt en indikatorløsning for dannelse av komplekser. Ekstraksjon med diklormetan Fotometrisk 0,2-0,3 mg/l
10	Bestemmelse av Musk-forbindelser.	
	Metode: Ekstraksjon: Deteksjon og kvantifisering: Kvantifiseringsgrense:	GC-MSD Væske-ekstraksjon GC-MSD 1-100 µg/kg
11	Bestemmelse av Nonyl-, oktylfenol og -etoksilater	
	Metode: Ekstraksjon og derivatisering: Deteksjon og kvantifisering: Kvantifiseringsgrenser:	GC/MSD 4-n-Nonylfenol og 4-4-oktylfenol: n-hexan Nonyl-oktylfenoletoksilater: diklormetan GC/MSD 10-100 ng/l
	Note: NP1EO til NP3EO (4-nonylfenol-mono/di/tri-etoksilat) OP1EO til OP3EO (4-oktylfenol-mono/di/tri-etoksilat)	
	Utførende laboratorium:	GALAB, GmbH, Max-Planck-Strasse 1, D-21502 Geesthacht, Tyskland
12	Bestemmelse av PFOS, PFOA og PFOSA.	
	Metode: Deteksjon og kvantifisering: Kvantifikasjonsgrenser:	LC-MS-MS LC-MS-MS 0,0010 µg/l
13	Bestemmelse av tinnorganiske forbindelser.	
	Metode: Deteksjon og kvantifisering: Kvantifikasjonsgrenser:	DIN ISO17353-F13 GC-FPD 1 ng/l
14	Bestemmelse av Bisfenol-A	
	Metode:	GC-MSD
15	Bestemmelse av EOX	
	Metode: Ekstraksjon: Deteksjon og kvantifisering: Kvantifikasjonsgrenser:	DIN 38409-H8 n-heksan/sykloheksan/acetone Mikrokolorimetrisk 0,010 mg/l
16	Bestemmelse av Siloksaner	
	Ekstraksjon: Deteksjon:	Sykloheksan/ Aceton med ultralyd GC-MSD

ALS Scandinavia NUF  
 PB 643 Skøyen  
 N-0214 Oslo  
 Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
 E-post: [info.cn@alsglobal.com](mailto:info.cn@alsglobal.com)  
 Tel: + 47 22 13 18 00  
 Fax: + 47 22 52 51 77

*Morten Sandell*  
 Morten Sandell  
 Kjemiker

The ALS Laboratory Group

**Rapport****N0908498**

Page 7 (7)

1PQ/YB0LXSW



Utlærende laboratorium:	GBA Gelsenkirchen
-------------------------	-------------------

Underleverandør <sup>1</sup>	
1	Ansvarlig laboratorium: GBA, Flensburger Strasse 15, 25421 Pinneberg, Tyskland Akkreditering: DAR, registreringsnr. DAC-PL-0040-97
2	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Horě 5/336, Praha, Tsjekkia Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163.

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (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%.

Måleusikkerhet 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 utlærende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)


Kopi sendt til:

Karin Lang-Rie, NIVA Ikke i bruk, 0349 Oslo, Norway.

<sup>1</sup> Utlærende teknisk enhet (innen ALS Scandinavia) eller laboratorium (underleverandør).

ALS Scandinavia NUF  
 PB 643 Skøyen  
 N-0214 Oslo  
 Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
 E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
 Tel: + 47 22 13 18 00  
 Fax: + 47 22 52 51 77

  
 Morten Sandell  
 Kjemiker

The ALS Laboratory Group

# Vedlegg B. Fullstendig kjemisk analyse for marine sedimenter.

Side nr.103/158

Norsk  
Institutt  
for  
Vannforskning

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

## ANALYSE RAPPORT



Navn **Vats Sediment**  
Adresse

Deres referanse:

Vår referanse:

Dato

Rekv.nr. 2009-952

19.01.2010

O.nr. O 28440BBK

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av forsker, 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	Vats 1	2009.05.08	2009.05.19	2009.06.17-2009.06.17
2	Vats 2	2009.05.08	2009.05.19	2009.06.17-2009.06.17
3	Vats 3	2009.05.08	2009.05.19	2009.06.17-2009.06.17
4	Vats 4	2009.05.08	2009.05.19	2009.05.25-2010.01.13
5	Raunes 2	2009.05.08	2009.05.19	2009.05.25-2010.01.13
6	Raunes 3 (Grønevika)	2009.05.08	2009.05.19	2009.05.25-2010.01.13
7	St 1, Yrkesfj/Vatsfj	2009.05.08	2009.05.19	2009.05.25-2010.01.13

Prøvenr	1	2	3	4	5	6	7
Analysevariabel Metode							
Kornfordeling <63µm Intern*				19	65	69	87
Nitrogen, total 6				1,3	<1,0	<1,0	1,7
Karbon, org. total				17,1	21,9	3,5	19,0

6									
Arsen 9-5	µg/g	E				7,4	9,2	3	15
Barium 9-5	µg/g	E				45,4	92,3	191	79,1
Kadmium 9-5	µg/g	E				<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Kobolt 9-5	µg/g	E				5,3	9,3	9,4	16,9
Krom 9-5	µg/g	E				18,0	27,8	23,8	33,8
Kobber 9-5	µg/g	E				17,4	27,9	17,3	22,2
Kvikksølv 4-3	µg/g	E	0,081	0,034	0,031	0,040	0,133	0,059	0,047
Molybden 9-5	µg/g	E				2	3,0	2	3,5
Nikkel 9-5	µg/g	E				9,9	16,3	12	29,0
Fosfor 9-5	µg/g	E				539	702	717	883
Bly 9-5	µg/g	E				14	17	13	44,0
Vanadium 9-5	µg/g	E				20,1	38,8	37,8	63,0
Sink 9-5	µg/g	E				53,7	105	135	108
PCB-28 3-3	µg/kg t.v.	H				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
PCB-52 3-3	µg/kg t.v.	H				i	i	i	i
PCB-101 3-3	µg/kg t.v.	H				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
PCB-118 3-3	µg/kg t.v.	H				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
PCB-105 3-3	µg/kg t.v.	H				<0,5	i	<0,5	<0,5
PCB-153 3-3	µg/kg t.v.	H				<0,5	i	i	i
PCB-138 3-3	µg/kg t.v.	H				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
PCB-156 3-3	µg/kg t.v.	H				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
PCB-180 3-3	µg/kg t.v.	H				<0,5	<0,5	<0,5	0,61
PCB-209 3-3	µg/kg t.v.	H				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Sum PCB Beregnet	µg/kg t.v.					<4,5	<3,5	<4	<4,11
Seven Dutch	µg/kg t.v.					<3	<2,5	<2,5	<2,61

Beregnet								
Pentaklorbenzen 3-3	µg/kg t.v. H				<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Alfa-HCH 3-3	µg/kg t.v. H				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5

i : Forbindelsen er dekket av en interferens i kromatogrammet.

\* : Metoden er ikke akkreditert.

### ***Kommentarer***

- 1 Metallresultatene er oppgitt på tørrvekt.
  
- 4 PCB: CB52, CB105 og CB153 er dekket av en interferens i kromatogrammet av en eller flere av prøvene. Siden konsentrasjonen av de øvrige PCB-kongenerene er under deteksjonsgrensen (0.5µg/kg) og med kjennskap til kongenersammensetningen i kommersielle PCB-oljer, er det usannsynlig at konsentrasjonen av de nevnte kongenerene er høyere enn 0.5 µg/kg.  
Et referansemateriale ble analysert parallelt med prøvene. Resultatet for cb156 var høyere enn øvre aksjonsgrense.  
SnOrg: Prøven er analysert sammen med et sertifisert referansemateriale. Verdiene for TBT lå under nedre aksjonsgrense. Det finnes ikke noen sertifisert verdi for fenyلكomponentene og vi rapporterer derfor ikke disse verdiene siden de ikke viser tilfredsstillende stabilitet.

# ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2009-952

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- Dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Vats 1	2009.05.08	2009.05.19	2009.06.17-2009.06.17
2	Vats 2	2009.05.08	2009.05.19	2009.06.17-2009.06.17
3	Vats 3	2009.05.08	2009.05.19	2009.06.17-2009.06.17
4	Vats 4	2009.05.08	2009.05.19	2009.05.25-2010.01.13
5	Raunes 2	2009.05.08	2009.05.19	2009.05.25-2010.01.13
6	Raunes 3 (Grønevika)	2009.05.08	2009.05.19	2009.05.25-2010.01.13
7	St 1, Yrkesfj/Vatsfj	2009.05.08	2009.05.19	2009.05.25-2010.01.13

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3	4	5	6	7
			Hexaklorbenzen	µg/kg t.v. H 3-3				<0,3	<0,3
Gamma-HCH	µg/kg t.v. H 3-3				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	
Oktaklorstyren	µg/kg t.v. H 3-3				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	
4,4-DDE	µg/kg t.v. H 3-3				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	
4,4-DDD	µg/kg t.v. H 3-3				<1	<1	<1	<1	
Naftalen i sediment	µg/kg t.v. H 2-3				3,3	3,0	<2	13	
Acenaftylene	µg/kg t.v. H 2-3				<2	<2	<2	<2	
Acenaften	µg/kg t.v. H 2-3				<2	<2	<2	<2	
Fluoren	µg/kg t.v. H 2-3				<2	<2	<2	3,3	
Dibenzotiofen	µg/kg t.v. H 2-3				<2	2,5	2,7	2,4	
Fenantren	µg/kg t.v. H 2-3				6,2	85	120	35	
Antracen	µg/kg t.v. H 2-3				<2	2,7	<2	5,7	
Fluoranten	µg/kg t.v. H 2-3				6,0	38	9,8	40	

Pyren	µg/kg t.v. H 2-3				6,3	34	4,5	35
Benz(a)antracen	µg/kg t.v. H 2-3				2,8	15	<2	21
Chrysen	µg/kg t.v. H 2-3				4,9	16	<2	25
Benzo(b+j)fluoranten	µg/kg t.v. H 2-3				10	36	4,2	100
Benzo(k)fluoranten	µg/kg t.v. H 2-3				2,9	13	<2	35
Benzo(e)pyren	µg/kg t.v. H 2-3				8,3	22	3,2	54
Benzo(a)pyren	µg/kg t.v. H 2-3				3,4	21	<2	24
Perylen	µg/kg t.v. H 2-3				15	16	2,2	13
Indeno(1,2,3cd)pyren	µg/kg t.v. H 2-3				4,3	24	3,4	170
Dibenz(ac+ah)antrac.	µg/kg t.v. H 2-3				<2	4,0	<2	27
Benzo(ghi)perylene	µg/kg t.v. H 2-3				5,5	25	4,3	130
Sum PAH	µg/kg t.v. Beregnet				<90,9	<363,2	<174,3	<737,4
Sum PAH16	µg/kg t.v. Beregnet				<65,6	<322,7	<166,2	<668
Sum KPAH	µg/kg t.v. Beregnet				<33,6	132	<19,6	415
Monobutyltinn	µg MBT/kg H 14-1*				9,6	7,2	<2	<1
Dibutyltinn	µg/kg t.v. H 14-1*				23	12	<2	<2
Tributyltinn	µg/kg t.v. H 14-1*				21	20	<1	<1

\* : Metoden er ikke akkreditert.



# ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2009-952

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Vats 1	2009.05.08	2009.05.19	2009.06.17-2009.06.17
2	Vats 2	2009.05.08	2009.05.19	2009.06.17-2009.06.17
3	Vats 3	2009.05.08	2009.05.19	2009.06.17-2009.06.17
4	Vats 4	2009.05.08	2009.05.19	2009.05.25-2010.01.13
5	Raunes 2	2009.05.08	2009.05.19	2009.05.25-2010.01.13
6	Raunes 3 (Grønevika)	2009.05.08	2009.05.19	2009.05.25-2010.01.13
7	St 1, Yrkesfj/Vatsfj	2009.05.08	2009.05.19	2009.05.25-2010.01.13

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3	4	5	6	7
			Monophenyltinn	µg/kg	t.v. H 14-1*				n.d
Diphenyltinn	µg/kg	t.v. H 14-1*				n.d	n.d	n.d	n.d
Triphenyltinn	µg/kg	t.v. H 14-1*				n.d	n.d	n.d	n.d

\* : Metoden er ikke akkreditert.

# ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2009-952

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
8	St 3, Krossfjorden	2009.05.08	2009.05.19	2009.05.25-2010.01.13
9	St 4, Vatsfj. Grønevika	2009.05.08	2009.05.19	2009.05.25-2010.01.13
10	St 5, Raunesvika midtfj.	2009.05.08	2009.05.19	2009.05.25-2010.01.13
11	St 6 Indre Vatsfjorden	2009.05.08	2009.05.19	2009.05.25-2010.01.13
12	St 7 Indre Yrkesfjorden	2009.05.08	2009.05.19	2009.05.25-2010.01.13

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	8	9	10	11	12
			Kornfordeling <63µm	% t.v.	Intern*	91	43
Nitrogen, total	µg N/mg TS	G 6	1,0	<1,0	<1,0	2,0	1,5
Karbon, org. total	µg C/mg TS	G 6	13,5	2,7	11,3	26,7	11,3
Arsen	µg/g	E 9-5	10	3	6	7,9	5
Barium	µg/g	E 9-5	66,8	128	44,8	44,5	23,9
Kadmium	µg/g	E 9-5	<0,3	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Kobolt	µg/g	E 9-5	16,3	8,0	4,8	7,9	4,5
Krom	µg/g	E 9-5	33,2	23,1	14,0	25,9	11,0
Kobber	µg/g	E 9-5	20,1	15,0	9,97	18,5	8,34
Kvikksølv	µg/g	E 4-3	0,043	0,016	0,028	0,076	0,028
Molybden	µg/g	E 9-5	3,6	2	0,7	2,0	0,9
Nikkel	µg/g	E 9-5	29,8	11	9,6	19,7	9,7
Fosfor	µg/g	E 9-5	798	629	653	871	772
Bly	µg/g	E 9-5	39	8,3	13	29	14
Vanadium	µg/g	E 9-5	56,4	30,4	21,9	39,7	18,9
Sink	µg/g	E 9-5	98,4	88,0	49,9	91,8	43,7

PCB-28	µg/kg t.v. H 3-3	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
PCB-52	µg/kg t.v. H 3-3	i	i	i	i	i
PCB-101	µg/kg t.v. H 3-3	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
PCB-118	µg/kg t.v. H 3-3	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
PCB-105	µg/kg t.v. H 3-3	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
PCB-153	µg/kg t.v. H 3-3	i	i	i	<0,5	<0,5
PCB-138	µg/kg t.v. H 3-3	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
PCB-156	µg/kg t.v. H 3-3	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
PCB-180	µg/kg t.v. H 3-3	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
PCB-209	µg/kg t.v. H 3-3	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Sum PCB	µg/kg t.v. Beregnet	<4	<4	<4	<4,5	<4,5
Seven Dutch	µg/kg t.v. Beregnet	<2,5	<2,5	<2,5	<3	<3
Pentaklorbenzen	µg/kg t.v. H 3-3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Alfa-HCH	µg/kg t.v. H 3-3	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5

i : Forbindelsen er dekket av en interferens i kromatogrammet.

\* : Metoden er ikke akkreditert.

# ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2009-952

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
8	St 3, Krossfjorden	2009.05.08	2009.05.19	2009.05.25-2010.01.13
9	St 4, Vatsfj. Grønevika	2009.05.08	2009.05.19	2009.05.25-2010.01.13
10	St 5, Raunesvika midtfj.	2009.05.08	2009.05.19	2009.05.25-2010.01.13
11	St 6 Indre Vatsfjorden	2009.05.08	2009.05.19	2009.05.25-2010.01.13
12	St 7 Indre Yrkesfjorden	2009.05.08	2009.05.19	2009.05.25-2010.01.13

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr	8	9	10	11	12
		Metode					
Hexaklorbenzen	µg/kg t.v.	H 3-3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Gamma-HCH	µg/kg t.v.	H 3-3	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Oktaklorstyren	µg/kg t.v.	H 3-3	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
4,4-DDE	µg/kg t.v.	H 3-3	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
4,4-DDD	µg/kg t.v.	H 3-3	<1	<1	<1	<1	<1
Naftalen i sediment	µg/kg t.v.	H 2-3	9,1	<2	<2	9,6	36
Acenaftilen	µg/kg t.v.	H 2-3	<2	<2	<2	<2	<2
Acenaften	µg/kg t.v.	H 2-3	<2	<2	<2	<2	<2
Fluoren	µg/kg t.v.	H 2-3	2,1	<2	<2	<2	<2
Dibenzotiofen	µg/kg t.v.	H 2-3	<2	<2	<2	<2	<2
Fenantren	µg/kg t.v.	H 2-3	22	3,5	6,0	14	6,2
Antracen	µg/kg t.v.	H 2-3	2,1	<2	<2	2,4	<2
Fluoranten	µg/kg t.v.	H 2-3	23	<2	8,9	28	9,8
Pyren	µg/kg t.v.	H 2-3	22	2,1	8,8	25	8,9
Benz(a)antracen	µg/kg t.v.	H 2-3	13	<2	5,3	15	6,3
Chrysen	µg/kg t.v.	H 2-3	19	<2	5,3	16	7,1

Benzo(b+j)fluoranten	µg/kg t.v. H 2-3	82	4,1	22	100	39
Benzo(k)fluoranten	µg/kg t.v. H 2-3	27	<2	8,4	40	14
Benzo(e)pyren	µg/kg t.v. H 2-3	42	2,7	13	66	24
Benzo(a)pyren	µg/kg t.v. H 2-3	15	<2	8,2	30	11
Perylen	µg/kg t.v. H 2-3	16	<2	5,3	23	8,8
Indeno(1,2,3cd)pyren	µg/kg t.v. H 2-3	270	3,8	25	130	50
Dibenz(ac+ah)antrac.	µg/kg t.v. H 2-3	40	<2	3,4	19	7,3
Benzo(ghi)perylene	µg/kg t.v. H 2-3	210	4,2	26	130	53
Sum PAH	µg/kg t.v. Beregnet	<820,3	<46,4	<157,6	<656	<291,4
Sum PAH16	µg/kg t.v. Beregnet	<760,3	<39,7	<137,3	<565	<256,6
Sum KPAH	µg/kg t.v. Beregnet	475,1	<19,9	<79,6	359,6	170,7
Monobutyltinn	µg MBT/kg H 14-1*	4,2	<2	<2	14	5,3
Dibutyltinn	µg/kg t.v. H 14-1*	<2	<2	<4	6,2	<3
Tributyltinn	µg/kg t.v. H 14-1*	<1	<1	1,1	4,7	<1

\* : Metoden er ikke akkreditert.

# ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2009-952

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
8	St 3, Krossfjorden	2009.05.08	2009.05.19	2009.05.25-2010.01.13
9	St 4, Vatsfj. Grønevika	2009.05.08	2009.05.19	2009.05.25-2010.01.13
10	St 5, Raunesvika midtfj.	2009.05.08	2009.05.19	2009.05.25-2010.01.13
11	St 6 Indre Vatsfjorden	2009.05.08	2009.05.19	2009.05.25-2010.01.13
12	St 7 Indre Yrkesfjorden	2009.05.08	2009.05.19	2009.05.25-2010.01.13

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	8	9	10	11	12
			Monophenyltinn	µg/kg t.v. H 14-1*	<1	<1	<1
Diphenyltinn	µg/kg t.v. H 14-1*	<9	<8	<8	<9	<6	
Triphenyltinn	µg/kg t.v. H 14-1*	<1	<1	<1	<1	<1	

\* : Metoden er ikke akkreditert.

Norsk institutt for vannforskning

Astri JS Kvassnes

Forsker

# ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2009-952

(fortsettelse av tabellen):

## **Kommentarer**

SUM PCB er summen av polyklorete bifenyler som inngår i denne rapporten.

Seven dutch er summen av polyklorete bifenyler 28,52,101,118,138,153 og 180.

SUM PAH16 omfatter flg forbindelser: naftalen, acenaftylen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, pyren, benz(a)antracen, chrysen, benzo(b+j)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren, dibenz(a,c+a,h)antracen, benzo(ghi)perylene.

SUM KPAH er summen av benz(a)antracen, benzo(b+j+k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren, dibenz(a,c+a,h)antracen, chrysen og naftalen<sup>2</sup>. Disse har potensielt kreftfremkallende egenskaper i mennesker i flg International Agency for Research on Cancer, IARC (1987, Chrysen og naftalen fra 2007). De tilhører IARC's kategorier 2A + 2B (sannsynlig + trolig carcinogene). Chrysen og naftalen ble inkludert i våre rapporter f.o.m. 18.09.2008.

SUM PAH er summen av alle PAH-forbindelser som inngår i denne rapporten.

---

<sup>2</sup> Bare a,h-isomeren har potensielt kreftfremkallende egenskaper

**Rapport****N1000212**

Page 1 (2)

1RM8RW1D6UD



Prosjekt **AFDOVO**  
 Bestnr **O-28440.BBK 1**  
 Registrert **2010-01-18**  
 Utstedt **2010-01-27**

**NIVA**  
**Astri JS Kvassnes**  
  
**Pboks 2028**  
**5817 Nordnes-Bergen**  
**Norge**

**Analyse av faststoff**

Deres prøvenavn	<b>Vats stasjon 1-1 sediment</b>			
Labornummer	<b>N00091046</b>			
<b>Analyse</b>	<b>Resultater</b>	<b>Enhet</b>	<b>Metode</b>	<b>Utført</b>
Tørrestoff (G)	43.9	%	1	1
Monobutyltinnkation	1.3	µg/kg TS	1	1
Dibutyltinnkation	3.1	µg/kg TS	1	1
Tributyltinnkation	<1.0	µg/kg TS	1	1
Tetrabutyltinnkation	<1.0	µg/kg TS	1	1
Monooktyltinnkation	<1.0	µg/kg TS	1	1
Dioktyltinnkation	<1.0	µg/kg TS	1	1
Trisykloheksyltinnkation	<1.0	µg/kg TS	1	1
Monofenyltinnkation	<1.0	µg/kg TS	1	1
Difenyltinnkation	<1.0	µg/kg TS	1	1
Trifenyltinnkation	<1.0	µg/kg TS	1	1

ALS Scandinavia NUF  
 PB 643 Skøyen  
 N-0214 Oslo  
 Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
 E-post: [info.os@alsglobal.com](mailto:info.os@alsglobal.com)  
 Tet: + 47 22 13 18 00  
 Fax: + 47 22 52 51 77

Dorthe Madsen  
 Kjemiker

The ALS Laboratory Group



# Rapport

N1000212

Page 2 (2)

1R5MRW108UO



\* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Metodespesifikasjon	
1	Bestemmelse av tinnorganiske forbindelser.
Metode:	DIN 19744
Ekstraksjon:	Metanol/hexan
Rensing:	Alumina
Derivasering:	Na tetraetyl borat (NaBEt4)
Deteksjon og kvantifisering:	GC-AED
Kvantifikasjonsgrenser:	1 µg/kg TS

Underleverandør <sup>1</sup>	
1	Ansvarelig laboratorium: GBA, Flensburger Strasse 15, 25421 Pinneberg, Tyskland Akkreditering: DAR, registreringsnr. DAC-PL-0040-97

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 gjengi 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](http://www.alsglobal.no)

<sup>1</sup> Utførende teknisk enhet (innen ALS Scandinavia) eller laboratorium (underleverandør).

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

  
Dorthe Madsen  
Kjemiker

The ALS Laboratory Group

## Vedlegg C. Naturlig forekommende radioaktive stoffer



AF Decom Offshore  
AF Miljøbase Vats  
5578 Nedre Vats

AML: Birthe Eskevik

Vår ref.: VE/1.8 1/RSS  
Dir. # : +47 63 80 60 53  
E-mail : rsg@epi.sdu@ife.no

Deres ref.: BE, AK  
Best. nr.:

Instituttveien 18  
Postboks 40, NO-2007 Kjeller  
Tlf: +47 63 80 60 00  
Faks: +47 63 81 25 61  
Org. nr.: NO 959432538  
Web: [www.ife.no](http://www.ife.no)

Dato: 2009-10-30

-- **Resultater på analyse av  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  og  $^{228}\text{Ra}$  i vannprøve**  
Oppdragsnr. 2009-864

Den tilsendte vannsproven har blitt analysert med hensyn på  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  og  $^{228}\text{Ra}$  ved bruk av høyoppløselig gammaspektrometri og for  $^{226}\text{Ra}$  med alfaspektrometri.

### Gammaspektrometri

Før analyse ble 46 liter prøve filtrert gjennom papirfilter og surgjort til pH 1-2, tilsatt  $^{133}\text{Ba}$  som utbyttebestemmer, og radium og bly ble medfelt ut av løsningen med kombinert  $\text{PbCrO}_4$  og  $\text{MnO}_2$ -felling ved pH 8. Bunnfallet ble samlet opp ved dekantering og filtrering, tørket og pakket i en kalibrert geometri for gammaspektrometri. Resultatene er gitt i tabell 1.

Rapportert usikkerhet er en utvidet usikkerhet basert på en standard usikkerhet multiplisert med en dekningsfaktor på 2, som gir et dekningsnivå på tilnærmet 95%.

Tabell 1. Måleresultater, mBq/liter

Prøve	Målt aktivitet (mBq/liter)		
	$^{226}\text{Ra}$	$^{228}\text{Ra}$	$^{210}\text{Pb}$
Vann fra Rauneselva	≤ 8	≤ 4	≤ 25

Mengden av  $^{210}\text{Pb}$  ble bestemt direkte, mens mengden av  $^{226}\text{Ra}$  og  $^{228}\text{Ra}$  ble bestemt ved å måle aktiviteten til datternuklidene  $^{214}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Bi}$  og  $^{228}\text{Ac}$  etter inngroing til radioaktiv likevekt. Ved radioaktiv likevekt er aktivitetene av  $^{214}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Bi}$  lik aktiviteten av  $^{226}\text{Ra}$ . Det samme gjelder for  $^{228}\text{Ac}$  og  $^{228}\text{Ra}$ . Det ble tatt hensyn til selvabsorpsjon i prøven for  $^{210}\text{Pb}$ .

**Alfaspektrometri**

Før analyse ble 4 liter prøve filtrert gjennom papirfilter og surgjort til pH 1-2, tilsatt  $^{133}\text{Ba}$  som utbyttebestemmer, og radium ble medfelt med  $\text{MnO}_2$ -felling. Radium ble videre renseparert ved sulfatfelling for aktivitetsbestemmelse med alfaspektrometri. Resultatet er gitt i tabell 2.

Rapportert usikkerhet er en utvidet usikkerhet basert på en standard usikkerhet multiplisert med en dekningsfaktor på 2, som gir et dekningsnivå på tilnærmet 95%.

*Tabell 2. Måleresultater, mBq/liter*

<b>Prøve</b>	<b><math>^{226}\text{Ra}</math> (mBq/l)</b>
Vann fra Rauneselva	$1,0 \pm 0,1$

Vennlig hilsen

Rajdeep Sidhu  
Seksjonsleder, Miljøovervåking  
Avd. Miljø- og strålevern



**NIVA**  
Thormøhlensgate 53D  
5006 Bergen

Att.: Astri Kvassnes

Vår ref.: VEI1&1R55  
Dir. tt: +47 63 80 60 53  
E-mail: rajdeep.sidhu@ife.no

Deres ref.: AK  
Best. nr.:

Instituttveien 18  
Postboks 40, NO-2027 Kjeller  
Tlf: +47 63 80 60 00  
Faks: +47 63 81 25 61  
Org. nr.: NO 959432538  
Web: [www.ife.no](http://www.ife.no)

Dato: 2010-02-12

**Resultater på analyse av  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$  og  $^{228}\text{Th}$  i prøver**  
Oppdragsnr. 2009-883

De tilsendte prøvene har blitt analysert med hensyn på  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$  og  $^{228}\text{Th}$  ved bruk av høyoppløselig gammaspesktrometri (HPGe) og for  $^{226}\text{Ra}$  med alfaspesktrometri. Gammaspesktrometri har den fordel at det muliggjør analyse av alle analyttene samtidig, mens ulempen er at deteksjonsgrensen er høyere enn for eksempel med alfaspesktrometri. Som avtalt ble derfor vannprøvene også analysert mhp  $^{226}\text{Ra}$  vha alfaspesktrometri.

**Sediment- og biotap prøver**

Prøvene ble tørket ved 105 °C og biotap prøvene i tillegg forasket ved 450 °C. Prøvene ble så pakket i kalibrerte geometrier for gammaspesktrometri med HPGe-detektorer. Mengden av  $^{210}\text{Pb}$  ble bestemt direkte, mens mengden av  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$  og  $^{228}\text{Th}$  ble bestemt ved å måle aktiviteten til dattermuklidene  $^{214}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Bi}$ ,  $^{228}\text{Ac}$  og  $^{212}\text{Pb}$  etter innføring til radioaktiv likevekt. Ved radioaktiv likevekt er aktivitetene av  $^{214}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Bi}$  lik aktiviteten av  $^{226}\text{Ra}$ . Det samme gjelder for  $^{228}\text{Ac}$  og  $^{228}\text{Ra}$  og for  $^{212}\text{Pb}$  og  $^{228}\text{Th}$ . Det ble tatt hensyn til selvabsorpsjon i prøven for  $^{210}\text{Pb}$ .

Resultatene er gitt i tabell 1 og 2. Rapportert usikkerhet er en utvidet usikkerhet basert på en standard usikkerhet multiplisert med en dekningsfaktor på 2, som gir et dekningsnivå på tilnærmet 95%.

Tabell 1.  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$  og  $^{228}\text{Th}$  i sedimentprøver (Bq/kg tørrvekt)

Prøve	Målt aktivitet (Bq/kg tørrvekt)			
	$^{210}\text{Pb}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{228}\text{Ra}$	$^{228}\text{Th}$
St. 1 - Yrkesfjorden	122 ± 21	34 ± 1	53 ± 9	47 ± 3
St. 2 - Raunesfjorden	104 ± 21	49 ± 1	28 ± 5	34 ± 3
St. 3 - Krossfjorden	152 ± 19	40 ± 2	55 ± 6	58 ± 3
St. 4 - Vatsfjorden Gronevika	75 ± 14	48 ± 10	29 ± 4	36 ± 2
St. 5 - Raunesvika midtfjords	87 ± 15	19 ± 8	21 ± 4	23 ± 2
St. 6 - Indre Vatsfjorden	162 ± 37	79 ± 9	37 ± 13	37 ± 6
St. 7 - Indre Yrkesfjorden	96 ± 15	23 ± 4	22 ± 4	23 ± 1

Tabell 2.  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$  og  $^{228}\text{Th}$  i biotapprøver (Bq/kg ferskvekt)

Prøve	Målt aktivitet (Bq/kg ferskvekt)			
	$^{210}\text{Pb}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{228}\text{Ra}$	$^{228}\text{Th}$
Krabbe innmat - Vats	$\leq 1$	$\leq 0,3$	$\leq 0,4$	$\leq 0,1$
Krabbe klo - Vats	$\leq 1$	$1,6 \pm 0,4$	$\leq 1,2$	$\leq 0,3$
Krabbe innmat - Raunes	$\leq 0,7$	$\leq 0,14$	$\leq 0,2$	$\leq 0,1$
Krabbe klo - Raunes	$\leq 1$	$1,4 \pm 0,2$	$\leq 0,5$	$\leq 0,1$
Krabbe innmat - Mettenes	$0,7 \pm 0,3$	$\leq 0,14$	$\leq 0,2$	$0,13 \pm 0,04$
Krabbe klo - Mettenes	$\leq 1$	$0,8 \pm 0,3$	$\leq 0,7$	$\leq 0,3$
Flyndre - Vats-Yrkje	$\leq 0,6$	$1,0 \pm 0,1$	$\leq 0,3$	$\leq 0,1$
Flatfisk filet - Raunes	$\leq 1$	$1,6 \pm 0,5$	$\leq 0,4$	$\leq 0,2$
Rødspette filet - Vats-Eikanesholmen	$\leq 1$	$0,6 \pm 0,1$	$\leq 0,4$	$\leq 0,1$

**Vannprøver - gammaspektrometri**

Vannprøvene ble filtrert gjennom papirfilter og surgjort til pH 1-2, tilsatt  $^{133}\text{Ba}$  som utbyttebestemmer, og radium og bly ble medfelt ut av løsningen med kombinert  $\text{PbCrO}_4$  og  $\text{MnO}_2$ -felling ved pH 8. Bunnfallet ble samlet opp ved dekantering og filtrering, tørket og pakket i en kalibrert geometri for gammaspektrometri. Resultatene er gitt i tabell 3. Rapportert usikkerhet er en utvidet usikkerhet basert på en standard usikkerhet multiplisert med en dekningsfaktor på 2, som gir et dekningsnivå på tilnærmet 95%. Mengden av  $^{210}\text{Pb}$  ble bestemt direkte, mens mengden av  $^{226}\text{Ra}$  og  $^{228}\text{Ra}$  ble bestemt ved å måle aktiviteten til datternuklidene  $^{214}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Bi}$  og  $^{228}\text{Ac}$  etter inngroing til radioaktiv likevekt. Ved radioaktiv likevekt er aktivitetene av  $^{214}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Bi}$  lik aktiviteten av  $^{226}\text{Ra}$ . Det samme gjelder for  $^{228}\text{Ac}$  og  $^{228}\text{Ra}$ . Det ble tatt hensyn til selvabsorpsjon i prøven for  $^{210}\text{Pb}$ .

Tabell 3.  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  og  $^{228}\text{Ra}$  i vannprøver (mBq/liter)

Prøve	Målt aktivitet (mBq/liter)		
	$^{226}\text{Ra}$	$^{228}\text{Ra}$	$^{210}\text{Pb}$
St. 1 - Vats	$\leq 40$	$\leq 25$	$\leq 15$
St. 2 - Vats	$\leq 40$	$\leq 20$	$\leq 11$
St. 3 - Vats	$\leq 50$	$\leq 20$	$\leq 12$
RO	$\leq 14$	$\leq 12$	$\leq 12$
Fordre. basseng	$\leq 10$	$\leq 10$	$\leq 6$

*Vannprover - alfasektrometri*

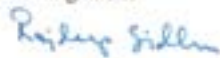
For analyse ble 4 liter prøve filtrert gjennom papirfilter og surgjort til pH 1-2, tilsatt  $^{137}\text{Ba}$  som utbyttebestemmer, og radium ble medfelt med  $\text{MnO}_2$ -felling. Radium ble videre renseparert ved sulfatfelling for aktivitetsbestemmelse med alfasektrometri. Resultatet er gitt i tabell 4.

Rapportert usikkerhet er en utvidet usikkerhet basert på en standard usikkerhet multiplisert med en dekningsfaktor på 2, som gir et dekningsnivå på tilnærmet 95%.

*Tabell 4. Måleresultater, mBq/liter*

Prøve	$^{226}\text{Ra}$ (mBq/l)
St. 1 - Vats	$4,2 \pm 0,4$
St. 2 - Vats	$3,4 \pm 0,7$
St. 3 - Vats	$2,6 \pm 0,3$
RO	$8,5 \pm 1,0$
Fodr. basseng	$5,8 \pm 0,6$

Vennlig hilsen



Rajdeep Sidhu  
Seniorforsker, Miljøovervåking  
Avd. Miljø- og strålevern

## Vedlegg D. ROV – logger og tekniske data

Det var vanskeligere registreringsforhold i Grønesvika enn i Raunesvika, mer partikler i vannet og mindre lys. Usikkerheten i posisjoneringen av ROVen er ganske stor på grunt vann, men avtar med dypet. Dette ga seg særlig til uttrykk i Raunesvika, hvor en del posisjoner havnet på land (**Figur 26**).

Vi mottok i alt 10 elektroniske loggfiler fra ROV-en fra Sperre, men halvparten av disse viste seg å være fra et annet prosjekt og feilsendt til oss. Våre data inneholdt 1 fil fra 7. mai 2009 og 4 filer fra 8. mai 2009 (**Tabell 41**). Filene var på npd-format og måtte behandles i Excel før vi kunne importere dem til ArcGIS (versjon 9.3). De 73 første linjene i 080509\_000-filen manglet posisjoner og ble derfor slettet. En del av posisjonene fra ROV'en er gale eller svært usikre, spesielt de som er tatt på grunt vann. Dette er spesielt tilfelle for posisjonene tatt 7. mai. Slike uteliggere måtte fjernes og følgende prosedyre ble brukt for å definere disse: Vi registrerte og fjernet posisjoner som var mer enn 10 meter unna både foregående og påfølgende posisjon ved bruk av en algoritme i Excel som beregnet avstand ved hjelp av Pythagoras. I tillegg gikk vi gjennom alle posisjonene visuelt i ArcGIS for å i tillegg fjerne posisjoner som tydelig var avvikende, men ikke hadde slått ut i første prosedyre, siden uteliggere ofte ikke forekommer som en enkelt posisjon. Totalt ble det fjernet 2541 uteliggere (**Tabell 41**).

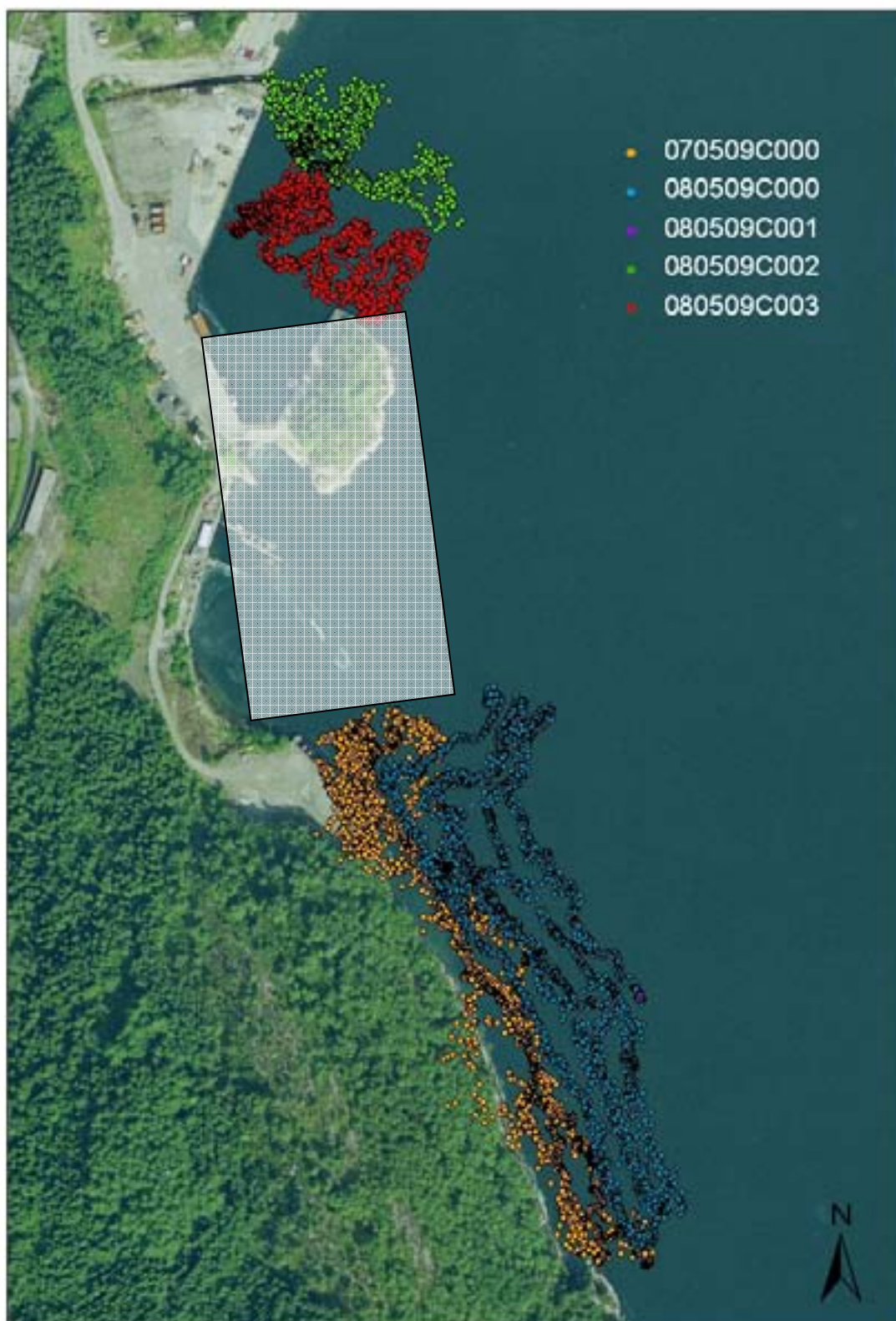
Det er fremdeles usikre posisjoner, spesielt i de deler av Grønesvika som er nærmest land (070509\_000). Her ligger fremdeles en stor andel av posisjonene på land, men siden dette gjelder såpass mange observasjoner, vil vi fjerne en vesentlig andel av materialet dersom vi fjerner alle disse. Vær imidlertid oppmerksom på denne usikkerheten ved vurdering av antropogene rester i indre deler av Grønesvika. De resterende posisjonene er antatt å være rimelig gode, men fremdeles er det tilknyttet en usikkerhet på opptil 10 meter eller mer rundt enkelte av posisjonene, spesielt de som ligger på grunne områder. Posisjonen til antropogene rester som ble funnet å ligge på usikre posisjoner (uteliggere) er flyttet til nærmeste noenlunde sikre posisjon. Dette gjaldt i alt 8 av de 59 registrerte restene. Disse er flyttet opptil 24 meter (**Tabell 42**).

**Tabell 41** Oversikt over fjerning av uteliggere i de 5 loggfilene.

Sted	Dato	Filnavn	Antall posisjoner	Antall uteliggere fjernet
Grønesvika	7. mai 2009	070509_000	7456	1610
Grønesvika	8. mai 2009	080509_000	5972	271
Raunesvika	8. mai 2009	080509_001	42	0
Raunesvika	8. mai 2009	080509_002	3363	420
Raunesvika	8. mai 2009	080509_003	2088	240

Koordinatsystemet brukt er UTM/WGS1984/Sone32N. Bakgrunnsbildet i kartene er hentet fra [www.norgebilder.no](http://www.norgebilder.no) fra Statens kartverk og er fra 2004 og kan derfor avvike en del fra dagens bilde, ettersom det er gjort en del utbygginger i dette området de siste årene. Røde markører i **Figur 12** viser hvor det er registrert antropogene rester og numrene henviser til ID i **Tabell 42**.





**Figur 26.** Tracking' av bevegelsene til ROven ved Vats mottaksanlegg, 7. og 8. mai 2009. NB. Flyfotoet er tatt før de siste utfyllingene ble gjennomført. Det grå feltet gir en grov indikasjon på området som nå er fylt ut.



**Tabell 42.** Registreringer av antropogent materiale fra ROV-opptakene i Grønesvika og Raunesvika 7-8 mai 2009. ROV-dyp er det dyp ROVen befant seg på ved registreringen, som ikke nødvendigvis er nøyaktig samme dyp som skrapet ligger på.

ID	Registrering	ROV-dyp	Ø	N	Dato	Klokke-slett	Flyttet (m)	Ø	N
<b>Grønavika</b>									
1	trestamme/jernstang overgrodd	4	315760	6593034	07.05.2009	21:58:06	9	315731	6593072
2	trestamme/jernstang overgrodd	5	315743	6593049	07.05.2009	21:59:56	7	315726	6593091
3	trestamme/jernstang overgrodd	4,9	315715	6593096	07.05.2009	22:05:41			
4	trestamme/jernstang overgrodd	1,8	315667	6593204	07.05.2009	22:24:38			
5	siltduk (?)	5,2	315637	6593279	07.05.2009	22:40:40			
6	siltduk (fungerende)	5,2	315644	6593269	07.05.2009	22:43:52			
7	tauverk	9,8	315630	6593304	07.05.2009	22:55:08	15	315634	6593284
8	armeringsjern, 'sprenghylser'	10,3	315639	6593302	07.05.2009	22:55:34			
9	betongsøyle	10	315650	6593259	07.05.2009	23:01:05			
10	duk fungerende (?)	9,6	315644	6593245	07.05.2009	23:01:47			
11	armeringsjern	14,7	315644	6593303	07.05.2009	23:10:28	11	315678	6593243
12	sammenfiltret duk	14,6	315670	6593249	07.05.2009	23:13:03			
13	duk	14,7	315684	6593246	07.05.2009	23:19:08			
14	søyle 'no.4'	9,8	315699	6593193	07.05.2009	23:40:53			
15	garn	9,5	315686	6593209	07.05.2009	23:42:44			
16	duk	9,7	315693	6593208	07.05.2009	23:44:02			
17	betongring, rør ca Ø 10cm, tauver, duk rør eller vaier som vi	19,7	315696	6593221	08.05.2009	08:01:42			
18	fastnet i	22	315694	6593229	08.05.2009	08:05:55			
19	rør	20,8	315692	6593230	08.05.2009	08:18:22			
20	dekk	29,5	315691	6593289	08.05.2009	08:48:33			
21	2 tau m oppdrift	34	315831	6593037	08.05.2009	09:04:54			
22	'tau/vaier m oppdrift'	40,1	315709	6593251	08.05.2009	09:26:41			
23	betongblokk/moring	39,9	315749	6593248	08.05.2009	09:27:34			
24	dekk m tauverk	36,5	315775	6593195	08.05.2009	09:30:50			
<b>Raunesvika</b>									
25	stålrør, tau	6,2	315590	6593677	08.05.2009	10:30:26			
26	metallskrap	6	315573	6593672	08.05.2009	10:17:41			
27	lang rørledning	9,7	315598	6593714	08.05.2009	10:38:20			
28	fiskeruse, tau	9,7	315611	6593698	08.05.2009	10:40:42			
29	2 bildekk	8	315606	6593686	08.05.2009	10:45:16	24	315617	6593721
30	stålrør, tau	11,3	315606	6593680	08.05.2009	10:55:53	24	315617	6593709
31	stor 'plate'	11,2	315617	6593673	08.05.2009	10:56:03	20	315605	6593692
32	3 dekk, det ene stort	12	315576	6593710	08.05.2009	10:57:09			
33	vajer, rørledning	15,2	315615	6593721	08.05.2009	10:58:36			
34	stort dekk nedgrodde	13,9	315610	6593686	08.05.2009	10:59:52			
35	'jernstenger'	12,3	315598	6593696	08.05.2009	11:00:20			
36	langt smalt 'rør' dekk + noen	11,5	315600	6593700	08.05.2009	11:01:10	3	315657	6593703
37	jernstenger rørledning (også	13,5	315612	6593676	08.05.2009	11:04:00			
38	synlig på 20m dyp)	17,3	315621	6593693	08.05.2009	11:04:41			
39	duk som ligger	18,8	315636	6593708	08.05.2009	11:06:18			

ID	Registrering	ROV-dyp	Ø	N	Dato	Klokke- slett	Flyttet (m)	Ø	N
	delvis på stor rørledning								
40	duk, hanske	22,3	315643	6593696	08.05.2009	11:08:18			
41	2 takplater, hjelm	18,6	315617	6593664	08.05.2009	11:13:30			
42	takplate	23	315640	6593657	08.05.2009	11:15:20			
43	stor rørledning	23	315652	6593647	08.05.2009	11:16:27			
44	stor rørledning	33,6	315682	6593648	08.05.2009	11:18:46			
45	stor rørledning	31,9	315683	6593663	08.05.2009	11:19:59			
46	litt skrot	7,1	315589	6593643	08.05.2009	12:01:10			
47	div skrap	7,7	315588	6593638	08.05.2009	12:04:45			
48	jernstang traktordekk -	7	315610	6593643	08.05.2009	12:07:04			
49	nedgrodd	9,6	315579	6593624	08.05.2009	12:09:46			
50	jernstang/rør/tau	12,4	315609	6593629	08.05.2009	12:12:45			
51	bøtte, tau	13,4	315589	6593600	08.05.2009	12:14:45			
52	2 dekk	15,2	315595	6593606	08.05.2009	12:15:10			
53	rør + rørledning, tau rør eller jernstang,	17,6	315615	6593612	08.05.2009	12:16:22			
54	hjelm	21,1	315641	6593605	08.05.2009	12:18:30			
55	duk dekk, rørledning,	19	315624	6593600	08.05.2009	12:19:24			
56	kjetting opp til duk?	19,3	315614	6593588	08.05.2009	12:20:45			
57	takplate søppel,	22,2	315643	6593593	08.05.2009	12:21:26			
58	rørledning/kabel	24,6	315662	659360	08.05.2009	12:22:58			
59	rørledning, 'tykk duk'	28,2	315651	6593594	08.05.2009	12:26:05			

**Notater fra gjennomgangen av DVD-er fra 2004:**

CD1

14:22 - 5-9m dyp. Mer sukkertare enn i 2009. Brune trådformede alger på bunnen, noe mer enn i 2009. Levende og frisk bunn. Flere dekk enn i 2009, særlig rundt 9m dyp. Øvrig type skrap i ca like stor mengde i dette området. Flatfisk, leppefisk. Litt ålegras på 4m dyp.

14:34 - 9-20m dyp. Mindre mengder trådalger her nede enn på grunnere vann, få sukkertare dypere enn 10-12m. På 20m, mye organisk materiale på sedimentoverflaten som virvles opp av ROven. Lite skrap å se her, bortsett fra to 'takplater'. Her ble det tatt en grabbprøve med ROven.

14:45 - Grabbprøvetaking på 6m dyp. Områder med veldig mange dekk. En del annet skrap. Virker som om det er i nærheten av kaia. Sei-stim.

CD2

10:01 - 2-18m dyp. Noen få ålegras på 3m, tareskog. Mye trådalger på bunnen. Noen rør eller kabler. En del dekk på 17-18m dyp. Spredt med stortare. Blandingsbunn, men overgang til mer bløtbunn dypere enn ca. 25m.

10:19 - En god del skrap i et område på 25m dyp.

10:40 - Ruser eller garn (redskapene var mistet) på 13m dyp. Flere rør/kabler.

10:53 - Sukkertare nede på 15-16m dyp.

10:57 - Grabbprøve på 16m dyp, bløtbunn med innslag av grus og grovere partikler.

11:53 - Et område med ganske bratt bunn, antageligvis i Grønesvika. Mer stein, også sprengstein, enn i de andre områdene. Blandingsbunn under ca 20m dyp. Også i dette området var det mye skrap særlig rundt 10m dyp. Sukkertare spredt på 10-15m.

14:04 - Ålegras på 3m dyp, ganske tett og fin forekomst. Ble ikke observert i 2009.

## Vedlegg E. Makroinvertebrater bløtbunn

Tabellene viser arter og antall individer i prøvene. G1-G5 angir parallelle prøver.

STATION	GROUP	FAMILY	SPECIES	G1	G2	G3	G4
VA1	ANTHOZOA		Anthozoa indet				2
VA1	ANTHOZOA	Edwardsiidae	Edwardsiidae indet		1		
VA1	NEMERTINEA		Nemertinea indet	1	11	6	3
VA1	POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii		16	7	21
VA1	POLYCHAETA	Aphroditidae	Aphrodita aculeata	1			
VA1	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Eteone sp		1		
VA1	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe minuta			1	
VA1	POLYCHAETA	Hesionidae	Syllidia armata			1	3
VA1	POLYCHAETA	Syllidae	Exogone cf. hebes	4	2	3	5
VA1	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys cirrosa	1			
VA1	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys incisa		1	1	
VA1	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys pente		1		
VA1	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera sp			1	3
VA1	POLYCHAETA	Onuphidae	Onuphis sp		1	5	5
VA1	POLYCHAETA	Onuphidae	Paradiopatra quadricuspis	1		3	1
VA1	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Lumbrineris sp	2	1	1	2
VA1	POLYCHAETA	Paraonidae	Paradoneis sp	2	3	5	5
VA1	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio dubia		1		2
VA1	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio sp			1	2
VA1	POLYCHAETA	Spionidae	Scolelepis sp				1
VA1	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes cf. kroeyeri	1	1	1	1
VA1	POLYCHAETA	Chaetopteridae	Spiochaetopterus typicus			1	
VA1	POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelochaeta sp		5	5	3
VA1	POLYCHAETA	Cirratulidae	Caulierella sp		1		3
VA1	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus	5	3	3	4
VA1	POLYCHAETA	Opheliidae	Ophelina acuminata		1	1	
VA1	POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis	3	2	6	1
VA1	POLYCHAETA	Maldanidae	Maldanidae indet	1	1		1
VA1	POLYCHAETA	Maldanidae	Praxillella sp			2	
VA1	POLYCHAETA	Maldanidae	Rhodine sp		1	2	1
VA1	POLYCHAETA	Oweniidae	Myriochele cf. oculata	2	2	1	3
VA1	POLYCHAETA	Oweniidae	Oweniidae indet		1		
VA1	POLYCHAETA	Ampharetidae	Amage auricula	1	1		2
VA1	POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharetidae indet a	41	53	41	75
VA1	POLYCHAETA	Ampharetidae	Sosanopsis wireni	1	2	1	2
VA1	POLYCHAETA	Terebellidae	Terebellidae indet	1	1	1	2
VA1	POLYCHAETA	Terebellidae	Thelepus cincinnatus				1
VA1	POLYCHAETA	Trichobranchidae	Terebellides stroemi	6	21	28	15
VA1	POLYCHAETA	Sabellidae	Sabellidae indet		3	1	1
VA1	CAUDOFOVEATA		Caudofoveata indet		1	2	9
VA1	BIVALVIA		Bivalvia indet	4			34
VA1	BIVALVIA	Nuculidae	Nucula sp	2			
VA1	BIVALVIA	Nuculidae	Nucula tumidula	1	1	1	2
VA1	BIVALVIA	Nuculanidae	Yoldiella cf. lucida				3

VA1	BIVALVIA	Nuculanidae	Yoldiella lucida	1			
VA1	BIVALVIA	Pectinidae	Delectopecten vitreus			2	
VA1	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira cf. equalis				2
VA1	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira cf. sarsi				17
VA1	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira equalis		1	2	
VA1	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira ferruginea	2	2		
VA1	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sarsi	2			3
VA1	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sp	40	9		
VA1	BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra nitida	4	1	1	2
VA1	BIVALVIA	Kelliellidae	Kelliella miliaris		11	8	19
VA1	BIVALVIA	Corbulidae	Corbula gibba			1	
VA1	BIVALVIA	Cuspidariidae	Cuspidaria cf. cuspidata				1
VA1	BIVALVIA	Cuspidariidae	Cuspidaria obesa			1	
VA1	BIVALVIA	Cuspidariidae	Cuspidaria rostrata				1
VA1	SCAPHOPODA		Scaphopoda indet	1			1
VA1	OSTRACODA	Cypridae	Macrocypris minna		1	1	2
VA1	COPEPODA		Calanoidea indet			1	
VA1	CRUSTACEA		Peracarida indet	1			
VA1	CUMACEA	Diastylidae	Diastylodes serrata		1		
VA1	ISOPODA		Isopoda indet				2
VA1	AMPHIPODA	Ampeliscidae	Ampelisca aequicornis			1	1
VA1	AMPHIPODA	Ampeliscidae	Ampeliscidae indet				1
VA1	AMPHIPODA	Melitidae	Eriopisa elongata	5	1	3	3
VA1	SIPUNCULIDA		Golfingia sp	23	17	15	34
VA1	SIPUNCULIDA		Onchnesoma steenstrupi		1	5	2
VA1	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura filiformis			1	
VA1	OPHIUROIDEA	Amphilepididae	Amphilepis norvegica				3
VA1	OPHIUROIDEA	Ophiuridae	Ophiuridae indet	2	3		2

STATION	GROUP	FAMILY	SPECIES	G1	G2	G3	G4
VA3	NEMERTINEA		Nemertinea indet	3			1
VA3	POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii	11			8
VA3	POLYCHAETA	Sigalionidae	Neoleanira tetragona			1	1
VA3	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Eteone sp	4	1		
VA3	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe minuta	1			1
VA3	POLYCHAETA	Hesionidae	Nereimyra punctata			2	
VA3	POLYCHAETA	Hesionidae	Syllidia armata				1
VA3	POLYCHAETA	Syllidae	Exogone cf. hebes	3			1
VA3	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys ciliata		1	2	
VA3	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys incisa	2			4
VA3	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera sp		1		
VA3	POLYCHAETA	Onuphidae	Onuphis sp	1	4		3
VA3	POLYCHAETA	Onuphidae	Paradiopatra quadricuspis		3		1
VA3	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Lumbrineris sp	7	1	4	15
VA3	POLYCHAETA	Orbiniidae	Phylo norvegica				1
VA3	POLYCHAETA	Paraonidae	Paradoneis sp	3	2		
VA3	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio dubia	3	1		1
VA3	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio sp		1		1
VA3	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio steenstrupi	1			

VA3	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes cf. kroeyeri	1		1	2
VA3	POLYCHAETA	Chaetopteridae	Spiochaetopterus typicus	1	1		1
VA3	POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelochaeta sp	1	1	1	3
VA3	POLYCHAETA	Cirratulidae	Caulleriella sp	1			
VA3	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa		2		
VA3	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus	2	1	1	3
VA3	POLYCHAETA	Opheliidae	Ophelina acuminata				1
VA3	POLYCHAETA	Opheliidae	Ophelina cylindricaudata				1
VA3	POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis	5		4	6
VA3	POLYCHAETA	Maldanidae	Maldanidae indet	2	1		1
VA3	POLYCHAETA	Oweniidae	Myriochele cf. oculata		1		1
VA3	POLYCHAETA	Oweniidae	Oweniidae indet	2	3		
VA3	POLYCHAETA	Pectinariidae	Pectinaria auricoma	1			
VA3	POLYCHAETA	Ampharetidae	Amage auricula	3			
VA3	POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharetidae indet a	49	22	1	56
VA3	POLYCHAETA	Ampharetidae	Sosanopsis wireni	3			2
VA3	POLYCHAETA	Terebellidae	Terebellidae indet		2	1	
VA3	POLYCHAETA	Trichobranchidae	Terebellides stroemi	5	12	1	10
VA3	PROSOBRANCHIA		Prosobranchia indet			1	
VA3	BIVALVIA		Bivalvia indet				5
VA3	BIVALVIA	Nuculidae	Nucula tumidula	4	3	1	7
VA3	BIVALVIA	Nuculanidae	Yoldiella sp				2
VA3	BIVALVIA	Nuculanidae	Yoldiella tomlini				1
VA3	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira cf. equalis		1		
VA3	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira ferruginea			1	2
VA3	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira obsoleta	1	1	1	
VA3	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sp	15	7	19	17
VA3	BIVALVIA	Lasaeidae	Mysella tumidula				1
VA3	BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra alba		1		
VA3	BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra nitida	4			
VA3	BIVALVIA	Kelliellidae	Kelliella miliaris		3		30
VA3	SCAPHOPODA		Scaphopoda indet	2			1
VA3	COPEPODA		Calanoidea indet	1			
VA3	AMPHIPODA	Melitidae	Eriopisa elongata	3	4		11
VA3	AMPHIPODA	Corophiidae	Neohela monstrosa				9
VA3	SIPUNCULIDA		Golfingia sp	3			1
VA3	SIPUNCULIDA		Sipunculida indet			1	
VA3	OPHIUROIDEA	Ophiuridae	Ophiuridae indet	2		2	1

STATION	GROUP	FAMILY	SPECIES	G1	G2	G3	G4
VA4	ANTHOZOA	Edwardsiidae	Edwardsia sp	6	9	5	2
VA4	PLATYHELMINTHES		Platyhelminthes indet	1			
VA4	NEMERTINEA		Nemertinea indet	44	56	53	21
VA4	POLYCHAETA	Aphroditidae	Aphrodita aculeata	1			
VA4	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Phyllodoce sp		1	2	
VA4	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Phyllodocidae indet			1	2
VA4	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe minuta		1	2	
VA4	POLYCHAETA	Hesionidae	Nereimyra punctata				1
VA4	POLYCHAETA	Syllidae	Exogone cf. hebes		1	2	

VA4	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys assimilis			1	
VA4	POLYCHAETA	Sphaerodoridae	Sphaerodorum gracilis			1	2
VA4	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba		12		2
VA4	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera capitata			6	2
VA4	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera sp				1
VA4	POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata	1	2	2	1
VA4	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Lumbrineris sp	7	19	12	12
VA4	POLYCHAETA	Orbiniidae	Phylo norvegica				1
VA4	POLYCHAETA	Paraonidae	Aricidea sp	1			
VA4	POLYCHAETA	Paraonidae	Paradoneis sp	9	4	11	8
VA4	POLYCHAETA	Spionidae	Polydora sp	8	3	5	5
VA4	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio banyulensis		3		4
VA4	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera	42	72	68	61
VA4	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax	69	94	91	68
VA4	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio sp	1			
VA4	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio steenstrupi	14	13	9	17
VA4	POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora sp	10	21	11	20
VA4	POLYCHAETA	Spionidae	Scolecopsis sp		1		1
VA4	POLYCHAETA	Spionidae	Spio sp		2		
VA4	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes cf. kroeyeri	2	7	11	4
VA4	POLYCHAETA	Magelonidae	Magelona minuta	42	21	30	20
VA4	POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelochoeta sp	1	1	2	1
VA4	POLYCHAETA	Cirratulidae	Cauleriella sp	12	17	19	15
VA4	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa	14	19	21	15
VA4	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Scalibregma inflatum	4	4	7	1
VA4	POLYCHAETA	Capitellidae	Capitella capitata			2	
VA4	POLYCHAETA	Capitellidae	Capitomastus minimus	2			
VA4	POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis	9	3	5	5
VA4	POLYCHAETA	Maldanidae	Praxillella sp	20	28	25	13
VA4	POLYCHAETA	Maldanidae	Praxillura longissima		1		
VA4	POLYCHAETA	Oweniidae	Myriochele cf. oculata	772	627	611	288
VA4	POLYCHAETA	Oweniidae	Owenia fusiformis	36	24	41	19
VA4	POLYCHAETA	Pectinariidae	Pectinaria auricoma		1		
VA4	POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharete sp	2		1	
VA4	POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharetidae indet a	31	50	44	26
VA4	POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharetidae indet b			3	1
VA4	POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharetidae indet c	5	14	3	6
VA4	POLYCHAETA	Ampharetidae	Sosane sulcata			2	2
VA4	POLYCHAETA	Terebellidae	Polycirrus sp	1	3	2	
VA4	POLYCHAETA	Terebellidae	Streblosoma intestinalis		3	4	
VA4	POLYCHAETA	Terebellinae	Terebellinae indet	3	5		
VA4	POLYCHAETA	Terebellidae	Thelepus cincinnatus				2
VA4	POLYCHAETA	Trichobranchidae	Terebellides stroemi	1			2
VA4	POLYCHAETA	Trichobranchidae	Trichobranchus roseus	1		3	2
VA4	POLYCHAETA	Sabellidae	Sabellidae indet	32	75	71	51
VA4	POLYCHAETA	Siboglinidae	Siboglinidae indet	1	1	2	
VA4	PROSOBRANCHIA		Prosobranchia indet		1		
VA4	PROSOBRANCHIA	Naticidae	Natica alderi				1
VA4	PROSOBRANCHIA	Naticidae	Natica montagui			1	
VA4	PROSOBRANCHIA	Naticidae	Naticidae indet			1	

VA4	OPISTOBRANCHIA	Philinidae	Philine scabra	1	3		1
VA4	OPISTOBRANCHIA	Scaphandridae	Cylichna alba	1	1		1
VA4	OPISTOBRANCHIA	Scaphandridae	Scaphander punctostriatus				1
VA4	CAUDOFOVEATA		Caudofoveata indet				2
VA4	BIVALVIA		Bivalvia indet	1	3	2	1
VA4	BIVALVIA	Nuculidae	Nucula sulcata		1	4	1
VA4	BIVALVIA	Nuculidae	Nuculoma tenuis	2	1		
VA4	BIVALVIA	Nuculanidae	Yoldiella tomlini				1
VA4	BIVALVIA	Lucinidae	Myrtea spinifera	14	7	13	15
VA4	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira cf. equalis		2		
VA4	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira cf. sarsi		6	10	
VA4	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira ferruginea	1	1		
VA4	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira flexuosa	10	4		1
VA4	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira flexuosa/sarsi	11			13
VA4	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sp	4	17	11	21
VA4	BIVALVIA	Lasaeidae	Montacuta tenella	3	3		2
VA4	BIVALVIA	Lasaeidae	Mysella bidentata	2	1	2	
VA4	BIVALVIA	Cardiidae	Cardiidae indet				2
VA4	BIVALVIA	Cardiidae	Parvicardium minimum	2	6	4	
VA4	BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra nitida	6	2	1	
VA4	BIVALVIA	Corbulidae	Corbula gibba	17	31	12	14
VA4	BIVALVIA	Cuspidariidae	Cuspidaria cuspidata		1	2	1
VA4	BIVALVIA	Cuspidariidae	Cuspidaria obesa				1
VA4	SCAPHOPODA	Dentaliidae	Antalis cf. vulgaris	1	1		
VA4	PYCNOGONIDA		Pycnogonida indet		3	4	3
VA4	OSTRACODA	Cypridinidae	Philomedes globosus			1	
VA4	COPEPODA		Calanoidea indet			2	
VA4	AMPHIPODA	Lysianassidae	Acidostoma obesum			1	
VA4	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Westwoodilla caecula				1
VA4	DECAPODA	Paguridae	Paguridae indet				1
VA4	SIPUNCULIDA		Golfingia cf. margaritacea	1	1		
VA4	SIPUNCULIDA		Golfingia sp	5	2		2
VA4	SIPUNCULIDA		Onchnesoma steenstrupi			1	
VA4	OPHIUROIDEA		Ophiuroidea indet	7	6	15	3
VA4	OPHIUROIDEA	Ophiolepididae	Ophiolepididae indet				1
VA4	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura cf. filiformis		16		30
VA4	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura chiajei	10	6	10	4
VA4	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura filiformis	90	65	90	50
VA4	OPHIUROIDEA	Ophiuridae	Ophiura sp			1	
VA4	OPHIUROIDEA	Ophiuridae	Ophiuridae indet	2			
VA4	ECHINOIDEA	Fibulariidae	Echinocyamus pusillus		1		
VA4	ECHINOIDEA	Spatangidae	Spatangidae indet			1	
VA4	ECHINOIDEA	Brissidae	Brissopsis lyrifera	3	2	1	2
VA4	ECHINOIDEA	Loveniidae	Echinocardium sp		1		
VA4	HOLOTHUROIDEA		Holothuroidea indet	1			
VA4	HOLOTHUROIDEA	Ypsilothuriidae	Echinocucumis hispida	2			1
VA4	HOLOTHUROIDEA	Synaptidae	Labidoplax buski		7		3
VA4	HOLOTHUROIDEA	Synaptidae	Labidoplax cf. buski	5		3	1
VA4	HOLOTHUROIDEA	Synaptidae	Leptosynapta sp	2			
VA4	CHAETOGNATHA		Chaetognatha indet				1



VA4	VARIA	Vermiformis indet	2	5
-----	-------	-------------------	---	---

STATION	GROUP	FAMILY	SPECIES	G1	G2	G3	G4	G5
VA5	HYDROZOA		Hydrozoa indet	1	2		1	
VA5	ANTHOZOA		Virgularia mirabilis				1	
VA5	NEMERTINEA		Nemertinea indet	13	9	17	8	5
VA5	POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii	57	25	34	40	16
VA5	POLYCHAETA	Polynoidae	Eunoe nodosa				2	
VA5	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Chaetoparia nilssonii				2	
VA5	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Eteone sp	1				
VA5	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe minuta	1		1	5	1
VA5	POLYCHAETA	Hesionidae	Syllidia armata			1	1	
VA5	POLYCHAETA	Syllidae	Exogone cf. hebes	21	3		6	10
VA5	POLYCHAETA	Syllidae	Exogone sp				1	
VA5	POLYCHAETA	Syllidae	Typosyllis variegata			2		
VA5	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys incisa				2	
VA5	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba			1	1	3
VA5	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera capitata				2	
VA5	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera sp	2	4	3		2
VA5	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Lumbrineris sp	10		2	12	
VA5	POLYCHAETA	Paraonidae	Aricidea sp	3			4	1
VA5	POLYCHAETA	Paraonidae	Paradoneis sp	2				
VA5	POLYCHAETA	Trochochaetidae	Trochochaeta sp				2	
VA5	POLYCHAETA	Spionidae	Polydora sp	100	17		59	15
VA5	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera	6	8	7	3	4
VA5	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio dubia	2				1
VA5	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax	41	4	2	24	11
VA5	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio steenstrupi	5				
VA5	POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora sp	30	8		3	13
VA5	POLYCHAETA	Spionidae	Scolecopsis sp	8			7	1
VA5	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes cf. kroeyeri	50	6		29	28
VA5	POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelochaeta sp	12	4		6	5
VA5	POLYCHAETA	Cirratulidae	Cauleriella sp					7
VA5	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa	2	2		3	6
VA5	POLYCHAETA	Cirratulidae	Cirratulus cirratus			1		
VA5	POLYCHAETA	Cirratulidae	Macrochaeta sp			2		1
VA5	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus				5	1
VA5	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Scalibregma inflatum		1			
VA5	POLYCHAETA	Opheliidae	Ophelia sp		1			
VA5	POLYCHAETA	Opheliidae	Ophelina cylindricaedata					1
VA5	POLYCHAETA	Capitellidae	Capitomastus minimus			1		
VA5	POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis	1		23		3
VA5	POLYCHAETA	Capitellidae	Mediomastus fragilis			1		
VA5	POLYCHAETA	Capitellidae	Notomastus minimus				1	
VA5	POLYCHAETA	Maldanidae	Asychis biceps				1	
VA5	POLYCHAETA	Maldanidae	Maldanidae indet				1	
VA5	POLYCHAETA	Maldanidae	Praxillella sp	9	3		6	5
VA5	POLYCHAETA	Oweniidae	Myriochele cf. oculata	6			2	1
VA5	POLYCHAETA	Oweniidae	Owenia fusiformis	2			3	3

VA5	POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharete sp	1				
VA5	POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharetidae indet a	19			17	8
VA5	POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharetidae indet b	2			3	
VA5	POLYCHAETA	Ampharetidae	Lysippides fragilis					1
VA5	POLYCHAETA	Ampharetidae	Sosanopsis wireni			1	1	
VA5	POLYCHAETA	Terebellidae	Paramphitrite tetrabranchiata	7			4	
VA5	POLYCHAETA	Terebellidae	Polycirrus sp	2		1	1	2
VA5	POLYCHAETA	Terebellidae	Terebellidae indet				2	
VA5	POLYCHAETA	Trichobranchidae	Terebellides stroemi	8			3	2
VA5	POLYCHAETA	Sabellidae	Sabellidae indet	1			3	10
VA5	POLYCHAETA	Siboglinidae	Siboglinidae indet	4			3	2
VA5	CAUDOFOVEATA		Caudofoveata indet	1			1	
VA5	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira cf. flexuosa	3	2	7	3	1
VA5	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira cf. sarsi	1	3	32	1	1
VA5	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sp	3	1	23	9	3
VA5	BIVALVIA	Lasaeidae	Montacuta ferruginosa					2
VA5	BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra nitida				1	
VA5	BIVALVIA	Veneridae	Timoclea ovata					1
VA5	OSTRACODA	Cypridinidae	Philomedes cf. globosus					1
VA5	COPEPODA		Calanoidea indet	5		1	3	1
VA5	CUMACEA	Diastylidae	Leptostylis sp				1	1
VA5	ISOPODA	Gnathidae	Gnathia maxillaris				1	
VA5	DECAPODA	Pandalidae	Pandalus cf. borealis			1		
VA5	DECAPODA	Portunidae	Liocarcinus pusillus	1				
VA5	OPHIUROIDEA		Ophiuroidea indet			1		
VA5	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura filiformis	3			2	1
VA5	ECHINOIDEA	Loveniidae	Echinocardium sp			1		
VA5	VARIA		Vermiformis indet	1		1		

STATION	GROUP	FAMILY	SPECIES	G1	G2	G3	G4
VA6	HYDROZOA		Hydrozoa indet	1			
VA6	NEMERTINEA		Nemertinea indet	35	16	29	15
VA6	POLYCHAETA	Polynoidae	Eunoe nodosa				1
VA6	POLYCHAETA	Hesionidae	Ophiodromus flexuosus		1	2	
VA6	POLYCHAETA	Syllidae	Exogone sp				1
VA6	POLYCHAETA	Nereidae	Nereidae indet				1
VA6	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba	3	3	4	6
VA6	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera capitata	2			
VA6	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera sp		1		
VA6	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Lumbrineris sp	1	2		1
VA6	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera	1	16	10	30
VA6	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax	45	20	12	33
VA6	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio steenstrupi	1		1	1
VA6	POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora sp	391	345	285	413
VA6	POLYCHAETA	Spionidae	Spio sp	1			
VA6	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes cf. kroeyeri				1
VA6	POLYCHAETA	Magelonidae	Magelona minuta		2	2	3
VA6	POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelochaeta sp	3	2	3	
VA6	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa	13	7	18	9

VA6	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus				1
VA6	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Scalibregma inflatum	4	2	5	
VA6	POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis	96	53	74	49
VA6	POLYCHAETA	Maldanidae	Praxillella sp		2		
VA6	POLYCHAETA	Oweniidae	Myriochele cf. oculata	114	138	70	154
VA6	POLYCHAETA	Pectinariidae	Pectinaria koreni		2	6	1
VA6	POLYCHAETA	Pectinariidae	Pectinaria sp	1	1		
VA6	POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharete sp	1	2		
VA6	POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharetidae indet a			4	3
VA6	POLYCHAETA	Terebellidae	Pista cristata	1			
VA6	POLYCHAETA	Terebellidae	Thelepus cincinnatus			2	
VA6	POLYCHAETA	Sabellidae	Sabellidae indet	1			
VA6	BIVALVIA		Bivalvia indet			1	
VA6	BIVALVIA	Nuculidae	Nuculoma tenuis	2	1	2	11
VA6	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira cf. sarsi	3			
VA6	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira flexuosa	28	18	18	11
VA6	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sarsi/flexuosa				7
VA6	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sp	11	14	9	11
VA6	BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra nitida	7	2	3	10
VA6	BIVALVIA	Kelliellidae	Kelliella miliaris			1	1
VA6	BIVALVIA	Corbulidae	Corbula gibba	102	81	55	77
VA6	PYCNOGONIDA		Pycnogonida indet			2	
VA6	COPEPODA		Calanoidea indet		3	1	1
VA6	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Westwoodilla caecula	1		1	1
VA6	MYSIDACEA		Mysidacea indet			1	1
VA6	DECAPODA	Galatheidae	Galatheidae indet	1			

STATION	GROUP	FAMILY	SPECIES	G1	G2	G3
VA7	HYDROZOA		Hydrozoa indet	1		2
VA7	NEMERTINEA		Nemertinea indet	15	27	14
VA7	POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii	55	61	62
VA7	POLYCHAETA	Polynoidae	Eunoe nodosa			1
VA7	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Eteone sp		4	3
VA7	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe minuta	3		1
VA7	POLYCHAETA	Hesionidae	Nereimyra punctata		1	
VA7	POLYCHAETA	Syllidae	Exogone cf. hebes	5	6	5
VA7	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys incisa		1	
VA7	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera sp	1	1	
VA7	POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata		1	
VA7	POLYCHAETA	Onuphidae	Onuphis sp		1	
VA7	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Lumbrineris sp	3	7	2
VA7	POLYCHAETA	Paraonidae	Aricidea sp		3	
VA7	POLYCHAETA	Paraonidae	Paradoneis sp		3	2
VA7	POLYCHAETA	Spionidae	Polydora sp	6	6	9
VA7	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera		2	1
VA7	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax	3		1
VA7	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio steenstrupi		2	
VA7	POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora sp	538	646	743
VA7	POLYCHAETA	Spionidae	Scolecopsis sp	6	9	6

VA7	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes cf. kroeyeri	3	6	5
VA7	POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelochaeta sp	4	24	6
VA7	POLYCHAETA	Cirratulidae	Caulleriella sp		4	
VA7	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa	3	3	4
VA7	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus	8	9	5
VA7	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Scalibregma inflatum		1	2
VA7	POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis		4	
VA7	POLYCHAETA	Maldanidae	Praxillella sp	6	8	15
VA7	POLYCHAETA	Oweniidae	Myriochele cf. oculata	16	24	9
VA7	POLYCHAETA	Oweniidae	Owenia fusiformis	1		
VA7	POLYCHAETA	Pectinariidae	Pectinaria auricoma	1		
VA7	POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharetidae indet a	3	4	1
VA7	POLYCHAETA	Terebellidae	Pista cristata			1
VA7	POLYCHAETA	Terebellidae	Polycirrus sp	5	2	
VA7	POLYCHAETA	Terebellidae	Terebellidae indet	1	1	
VA7	POLYCHAETA	Terebellidae	Thelepus cincinnatus	3	2	
VA7	POLYCHAETA	Trichobanchidae	Terebellides stroemi	19	14	11
VA7	POLYCHAETA	Trichobanchidae	Trichobanchus roseus		1	
VA7	POLYCHAETA	Sabellidae	Sabellidae indet	1	1	3
VA7	POLYCHAETA	Siboglinidae	Siboglinidae indet	2	4	
VA7	OPISTHOBANCHIA	Philinidae	Philine scabra	1	1	1
VA7	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira ferruginea			1
VA7	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira flexuosa		2	2
VA7	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sarsi/equalis	9	24	
VA7	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sp	11		10
VA7	BIVALVIA	Lasaeidae	Mysella bidentata	2		
VA7	BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra nitida		1	3
VA7	SCAPHOPODA		Scaphopoda indet			3
VA7	OSTRACODA	Cypridinidae	Philomedes globosus		1	
VA7	COPEPODA		Calanoidea indet		1	3
VA7	ISOPODA	Gnathidae	Gnathia maxillaris		5	
VA7	ISOPODA	Cirolanidae	Cirolana borealis			1
VA7	SIPUNCULIDA		Golfingia sp			1
VA7	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura chiajei	1	3	1
VA7	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura filiformis	8	4	9
VA7	ECHINOIDEA	Loveniidae	Echinocardium cordatum		1	

## Vedlegg F. Analyseusikkerhet

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING	<b>Bilag 6 C</b>
	Side 1 av 19
Kvalitetshåndbok for NIVA's laboratorier	Utgave nr. 15
	Dato: 2007-06-19
ANALYSEUSIKKERHET	Godkjent:

### MÅLEUSIKKERHET VED KJEMISKE ANALYSER

Som grunnlag for å anslå deteksjonsgrensen benytter vi standardavviket til en "null"-prøve. Dette kan være en blindprøve, eller en prøve med meget lavt innhold av den aktuelle analysevariable, fortrinnsvis like over den antatte deteksjonsgrense. Selve deteksjonsgrensen beregnes da som 3 x standardavviket til "null"-prøven, og angis med ett gjeldende siffer.

Det er et generelt ønske fra mange av våre oppdragsgivere at vi må kunne rapportere så lave verdier for analyseresultatene som mulig, dvs at deteksjonsgrensen må være lavest mulig. Samtidig må deteksjonsgrensen være så høy at sannsynligheten for å gjøre feil av første orden (å konkludere med at analysevariabelen er tilstede i prøven selv om den faktisk ikke er det) er tilstrekkelig liten. Et vanlig krav er at denne sannsynligheten skal være mindre enn 5 %, og dette er tilfelle ved en deteksjonsgrense tilsvarende ca. 2 ganger standardavviket til "null"-prøven.

Men for en prøve med konsentrasjon tilsvarende denne grenseverdien har man en viss sannsynlighet for å gjøre en feil av annen orden (å konkludere med at analysevariabelen **ikke** er tilstede i prøven selv om den faktisk er det). Ved en grenseverdi på 3,28 ganger standardavviket til "null"-prøven er denne sannsynligheten mindre enn 5 %. For å kunne gjøre en forenklet beregning benytter vi istedet 3 ganger standardavviket til "null"-prøven som deteksjonsgrense, sannsynligheten for å gjøre feil av annen orden er da ca. 7 %.

For enkelte analysevariable har vi av praktiske hensyn valgt å benytte en nedre bestemmelsesgrense som er minst ti ganger standardavviket til "null"-prøven.

#### Krav til analyseusikkerhet

En vanlig, internasjonalt akseptert, tommelfingerregel er at den totale feil ikke skal være større enn  $\pm 20$  %, forutsatt at analyseresultatet ligger tilstrekkelig langt fra deteksjonsgrensen. I området like over deteksjonsgrensen skal den totale feilen være mindre enn  $\pm$  deteksjonsgrenseverdien. Dette betyr i praksis at vi benytter  $\pm$  deteksjonsgrenseverdien som målefeil i konsentrasjonsområdet fra deteksjonsgrensen og opp til en verdi tilsvarende fem ganger deteksjonsgrensen. Ved høyere konsentrasjoner skal den totale feil normalt ikke være større enn  $\pm 20$  %. Dette benyttes som et generelt utgangspunkt ved vurdering av resultater ved sammenlignende laboratorieprøvninger, selv om det også benyttes andre grenseverdier for enkelte analysevariable, dette går fram av tabellen over analyseusikkerhetene. For enkelte PAH- og PCB-forbindelser er det generelle kravet til total feil vesentlig høyere enn  $\pm 20$  %.

<b>NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING</b>	<b>Bilag 6 C</b>
	Side 2 av 19
<b>Kvalitetshåndbok for NIVA's laboratorier</b>	Utgave nr. 15
	Dato: 2007-06-19
<b>ANALYSEUSIKKERHET</b>	Godkjent:

### Dokumentasjon av analyseusikkerhet

Som dokumentasjon av den reelle analyseusikkerhet kan resultatene fra evalueringen av våre resultater ved slp'ene benyttes. Til evalueringen av disse resultatene benyttes skjemaet vist i NIVA-dokument X 1. En evaluering av resultatene ved en slp representerer et **eksempel** på analyseusikkerheten for en gitt prøve testet på et gitt tidspunkt, og er å betrakte som en stikkprøvekontroll på analyseusikkerheten. Oppdragsgivere som ønsker det, kan få kopi av slike skjemaer hvor det inngår analysevariable som er aktuelle for oppdragsgiveren.

Den daglige kvalitetskontrollen kan også benyttes til dokumentasjon av analyseusikkerheten. Grunnlaget for den interne kvalitetskontrollen ved NIVAs laboratorier er basert på de prinsippene som er beskrevet i Bilag 6 A, "Intern kvalitetskontroll - Håndbok for vannanalyselaboratorier". Aksjonsgrensene er her definert som 3 x standardavviket, og representerer den maksimale måleusikkerhet vi aksepterer. Erfaringsmessig har det vist seg at hvis man slavisk benytter de statistisk definerte kvalitetskrav i kontrolldiagrammene, kan man oppleve at kontrollanalysene viser at analysen for ofte er ute av kontroll. En av årsakene til dette er at midtlinjen i kontrolldiagrammet ("sann" verdi eller forventet verdi) ikke alltid er nøyaktig kjent. Det kan også hende at metoden gir en liten, men systematisk feil som vi aksepterer. I slike tilfeller vil en inntegnet antatt midtlinje ikke nødvendigvis være representativ for middelverdien av kontrollmålingene. Resultatet kan være at for mange av kontrollresultatene blir liggende på den ene siden av midtlinjen, og eventuelt for mange resultater faller utenfor den ene alarmgrensen. I hvert enkelt tilfelle vurderes om man skal ta hensyn til dette eller ikke.

I andre tilfeller vil de statistisk definerte aksjonsgrensene representere et unødig strengt krav til presisjonen ved analysen, sett i forhold til hva analyseresultatene skal brukes til. I stedet for de statistisk definerte kvalitetskrav slik de er definert i Bilag 6 A, har vi derfor valgt å benytte subjektivt definerte grenser for enkelte analysevariable. Hvilket krav som stilles til analysekvaliteten er nærmere definert under avsnittet "Analysekvalitet" i de enkelte metodebeskrivelser. En oppsummering av resultatene fra den interne kvalitetskontrollen er gjengitt i dokument Y3, og disse resultatene gir et bilde av usikkerheten ved de konsentrasjoner som benyttes ved internkontrollen.

<b>NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING</b>	<b>Bilag 6 C</b>
	Side 3 av 19
<b>Kvalitetshåndbok for NIVA's laboratorier</b>	Utgave nr. 15
	Dato: 2007-06-19
<b>ANALYSEUSIKKERHET</b>	Godkjent:

### Oversikt over laboratoriets krav til analyseusikkerhet ved kjemiske analyser.

Ved konsentrasjoner høyere enn den øvre grense for direkte bestemmelse kan prøven fortynnes, og usikkerheten blir den samme som i området for direkte bestemmelse.

Analysevariabel	Metodenr.	Direkte måleområde	Måleusikkerhet, ±
pH	A 1	1 - 12	0,20
Konduktivitet	A 2	0,2 - 1,0 mS/m	0,2 mS/m
		1,0 - 5,0 m/S	10 %
		5,0 - 500 mS/m	5 %
Salinitet	A 3	0,005 - 42 PSU	0,005 PSU
Turbiditet	A 4	0,05 - 0,50 NTU	0,05 NTU
		0,50 - 100 NTU	10 %
Fargetall	A 5	1 - 10	20 %
		10 - 100	15 %
Suspendert stoff	B 2 (500 ml)	0,8-4,0 mg/l	0,8 mg/l
		(500 ml)	> 4,0 mg/l
Glødetap av STS	B 2 (500 ml)	0,8-4,0 mg/l	0,8 mg/l
		(500 ml)	> 4,0 mg/l
Totalt tørrstoff	B 3 (vann 500 ml)	0,04 - 0,20 g/l	0,04 g/l
		(vann 500 ml)	> 0,20 g/l
	Biota/sediment	> 0,10 g/kg	20 %
Totalt suspendert materiale	B 4 (1000 ml)	0,1 -0,5 mg/l	0,1 mg/l
		(1000 ml)	> 0,5 mg/l
Alkalitet	C 1-3	0,01 - 0,10 mmol/l	0,01 mmol/l
		0,10 → mmol/l	10 %
Uorganisk karbon	C 3-2	0,1 - 0,5 mg/l	0,1 mg/l
		0,5 - 20 mg/l	20 %
		20 -100 mg/l	10 %
Klorid	C 4-3	0,03 – 0,15 mg/l	0,03 mg/l
		0,15 – 20,0 mg/l	20 %
Sulfat	C 4-3	0,04- 0,20 mg/l	0,04 mg/l
		0,20- 40 mg/l	20%
Fluorid	C 4-3	0,001 - 0,005 mg/l	0,001 mg/l
		0,005 - 1mg/l	20 %
Bromid	C 4-3	0,02 – 0,1mg/l	0,02 mg/l
Nitritt-N	C 4-3	0,005 – 0,025 mg/l	0,005 mg/l

<b>NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING</b>	<b>Bilag 6 C</b>
	Side 4 av 19
<b>Kvalitetshåndbok for NIVA's laboratorier</b>	Utgave nr. 15
	Dato: 2007-06-19
<b>ANALYSEUSIKERHET</b>	Godkjent:

		0,025-0,10 mg/l	20%
Nitrat-N	C 4-3	0,001 - 0,005 mg/l	0,001 mg/l
		0,005 - 1,4 mg/l	20 %
Kalsium	C 4-3	0,02 – 0,10 mg/l	0,02 mg/l
		0,10-10 mg/l	20%
Magnesium	C 4-3	0,02-0,10 mg/l	0,02 mg/l
		0,10-10 mg/l	20%
Kalium	C 4-3	0,02 – 0,10 mg/l	0,02 mg/l
		0,10-10 mg/l	20%
Natrium	C 4-3	0,02 – 0,15mg/l	0,02 mg/l
		0,15-10 mg/l	20%
Ammonium-N	C 4-3	0,005 – 0,025 mg/l	0,005 mg/l
		0,025-0,5 mg/l	20%
Silikat, sjøvann	C 7-2	5 - 25 µg/l	5 µg/l
		25 – 1605 µg/l	20 %
Fosfat-P	D 1-1	1 - 5 µg/l	1 µg/l
		5 - 50 µg/l	20 %
		50-500 µg/l	10 %
Totalfosfor	D 2-1, D 6-2	1 - 5 µg/l	1 µg/l
		5 - 500 µg/l	20 %
Nitrat-N	D 3	1 - 5 µg/l	1 µg/l
		5 - 100 µg/l	20 %
		100 – 1200 µg/l	10 %
Nitritt-N	D 4	1 - 5 µg/l	1 µg/l
		5 - 1200 µg/l	20 %
Ammonium-N	D 5-1	5 - 25 µg/l	5 µg/l
		25 – 500 µg/l	20 %
Ammonium-N i avløp	D 5-2	0,1 - 0,5 mg/l	0,1 mg/l
		0,5 - 10 mg/l	20 %
Totalnitrogen	D 6-1, D 6-2	10 - 50 µg/l	5 µg/l
		50 - 1500 µg/l	20 %
Totalnitrogen i fast stoff	G 6	1 - 10 mg/g	1 mg/g
		10 - 1000 mg/g	10 %
Sølv	E 2-5	0,5 - 2,5 µg/l	0,5 µg/l
		2,5 - 50 µg/l	20 %
Aluminium	E 2-5	5,0 - 25 µg/l	5 µg/l
		25 – 1000 µg/l	20 %



<b>NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING</b>	<b>Bilag 6 C</b>
	Side 5 av 19
<b>Kvalitetshåndbok for NIVA's laboratorier</b>	Utgave nr. 15
	Dato: 2007-06-19
<b>ANALYSEUSIKERHET</b>	Godkjent:

Kadmium	E 2-5	0,1 - 0,5 µg/l	0,1 µg/l
		0,5 – 5,0 µg/l	20 %
Kobolt	E 2-5	5,0 - 25 µg/l	5 µg/l
		25 - 100 µg/l	20 %
Krom	E 2-5	0,5 - 2,5 µg/l	0,5 µg/l
		2,5 - 50 µg/l	20 %
Kopper	E 2-5	0,5 - 2,5 µg/l	0,5 µg/l
		2,5 - 50 µg/l	20 %
Jern	E 2-5	1,0 – 5,0 µg/l	1 µg/l
		5,0 – 100 µg/l	20 %
Mangan	E 2-5	0,5 - 2,5 µg/l	0,5 µg/l
		2,5 - 50 µg/l	20 %
Nikkel	E 2-5	1,0 - 5 µg/l	1 µg/l
		5 - 200 µg/l	20 %
Bly	E 2-5	0,5 - 2,5 µg/l	0,5 µg/l
		2,5 – 200 µg/l	20 %
Vanadium	E 2-5	5,0 - 25 µg/l	5 µg/l
		25 – 500 µg/l	20 %
Sink	E 2-5	0,5 - 2,5 µg/l	0,5 µg/l
		2,5 - 20 µg/l	20 %
Strontium	E 2-5	0,5 - 2,5 µg/l	0,5 µg/l
		2,5 – 100 µg/l	20 %
Aluminium, reaktivt	E 3-2	5 - 25 µg/l	5 µg/l
		25 – 500 µg/l	20 %
Aluminium, ikke-labilt	E 3-2	5 - 25 µg/l	5 µg/l
		25 - 500 µg/l	20 %
Kvikksølv	E 4-3 m/gullfelle	1,0 – 5,0 ng/l	1 ng/l
		5,0 – 100 ng/l	20 %
	u/gullfelle	0,10 - 0,50 µg/l	0,10 µg/l
		0,50 - 1000 µg/l	20 %
<b>Vann, ICP-MS</b>			
Litium	E 8-3	2 – 10 µg/l	2 µg/l
		0,01 – 100 mg/l	20 %
Aluminium	E 8-3	0,2 – 1,0 µg/l	0,2 µg/l
		0,001 – 10 mg/l	20 %
Vanadium	E 8-3	0,03 – 0,15 µg/l	0,03 µg/l
		0,00015 – 10 mg/l	20 %

<b>NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING</b>	<b>Bilag 6 C</b>
	Side 6 av 19
<b>Kvalitetshåndbok for NIVA's laboratorier</b>	Utgave nr. 15
	Dato: 2007-06-19
<b>ANALYSEUSIKERHET</b>	Godkjent:

Krom	E 8-3	0,3 – 1,5 µg/l	0,3 µg/l
		0,0015 – 100 mg/l	20 %
Mangan	E 8-3	0,2 – 1,0 µg/l	0,2 µg/l
		0,001 – 100 mg/l	20 %
Jern	E 8-3	30 – 150 µg/l	30 µg/l
		0,15 – 1000 mg/l	20 %
Kobolt	E 8-3	0,02 – 0,1 µg/l	0,02 µg/l
		0,02 – 1 mg/l	20 %
Nikkel	E 8-3	0,2 – 1,0 µg/l	0,2 µg/l
		0,001 – 10 mg/l	20 %
Kopper	E 8-3	0,03 – 0,15 µg/l	0,03 µg/l
		0,00015 – 10 mg/l	20 %
Sink	E 8-3	0,2 – 1,0 µg/l	0,2 µg/l
		0,001 – 10 mg/l	20 %
Arsen	E 8-3	0,2 – 1,0 µg/l	0,2 µg/l
		0,001 – 10 mg/l	20 %
Selen	E 8-3	3 – 15 µg/l	3 µg/l
		0,015 – 1000 mg/l	20 %
Strontium	0,03	0,2 – 0,15 µg/l	0,03 µg/l
		0,00015 – 10 mg/l	20 %
Molybden	E 8-3	0,3 – 1,5 µg/l	0,3 µg/l
		0,0015 – 100 mg/l	20 %
Sølv	E 8-3	0,2 – 1,0 µg/l	0,2 µg/l
		0,001 – 10 mg/l	20 %
Kadmium	E 8-3	0,02 – 0,1 µg/l	0,02 µg/l
		0,0001 – 1 mg/l	20 %
Tinn	E 8-3	0,3 – 1,5 µg/l	0,3 µg/l
		0,0015 – 100 mg/l	20 %
Antimon	E 8-3	0,2 – 1,0 µg/l	0,2 µg/l
		0,001 – 10 mg/l	20 %
Barium	E 8-3	0,02 – 0,1 µg/l	0,02 µg/l
		0,0001 – 1 mg/l	20 %
Tallium	E 8-3	0,2 – 1,0 µg/l	0,2 µg/l
		0,001 – 10 mg/l	20 %
Bly	E 8-3	0,02 – 0,1 µg/l	0,02 µg/l
		0,0001 – 1 mg/l	20 %
Vismut	E 8-3	0,3 – 1,5 µg/l	0,3 µg/l

<b>NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING</b>	<b>Bilag 6 C</b>
	Side 7 av 19
<b>Kvalitetshåndbok for NIVA's laboratorier</b>	Utgave nr. 15
	Dato: 2007-06-19
<b>ANALYSEUSIKERHET</b>	Godkjent:

		0,0015 – 100 mg/l	20 %
Thorium	E 8-3	0,3 – 1,5 µg/l	0,3 µg/l
		0,0015 – 100 mg/l	20 %
Uran	E 8-3	0,02 – 0,2 µg/l	0,02 µg/l
		0,0001 – 1 mg/l	20 %
<b>Biota, ICP-MS, 0,5 g TS</b>			
Litium	E 8-3	0,05 – 0,25 µg/g	0,05 µg/g
		0,25 – 10 mg/g	20 %
Aluminium	E 8-3	0,5 – 2,5 µg/g	0,5 µg/g
		0,0025 – 1 mg/g	20 %
Vanadium	E 8-3	0,02 – 0,1 µg/g	0,02 µg/g
		0,0001 – 1 mg/g	20 %
Krom	E 8-3	0,1 – 0,5 µg/g	0,1 µg/g
		0,0005 – 10 mg/g	20 %
Mangan	E 8-3	0,02 – 0,1 µg/g	0,02 µg/g
		0,0001 – 10 mg/g	20 %
Jern	E 8-3	2 – 10 µg/g	2 µg/g
		0,01 – 100 mg/g	20 %
Kobolt	E 8-3	0,005 – 0,025 µg/g	0,0005 µg/g
		0,0025 – 100 µg/g	20 %
Nikkel	E 8-3	0,02 – 0,1 µg/g	0,02 µg/g
		0,1 – 1000 µg/g	20 %
Kopper	E 8-3	0,03 – 0,15 µg/g	0,03 µg/g
		0,15 – 1000 µg/g	20 %
Sink	E 8-3	0,1 – 0,5 µg/g	0,1 µg/g
		0,5 – 1000 µg/g	20 %
Arsen	E 8-3	0,05 – 0,25 µg/g	0,05 µg/g
		0,25 – 1000 µg/g	20 %
Selen	E 8-3	0,1 – 0,5 µg/g	0,1 µg/g
		0,0005 – 100 mg/g	20 %
Strontium	0,03	0,001 – 0,005 µg/g	0,001 µg/g
		0,005 – 1000 µg/g	20 %
Molybden	E 8-3	0,01 – 0,05 µg/g	0,01 µg/g
		0,05 – 10 000 µg/g	20 %
Sølv	E 8-3	0,005 – 0,025 µg/g	0,005 µg/g
		0,025 – 1000 µg/g	20 %

<b>NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING</b>	<b>Bilag 6 C</b>
	Side 8 av 19
<b>Kvalitetshåndbok for NIVA's laboratorier</b>	Utgave nr. 15
	Dato: 2007-06-19
<b>ANALYSEUSIKERHET</b>	Godkjent:

Kadmium	E 8-3	0,001 – 0,005 µg/g	0,001 µg/g
		0,005 – 100 µg/g	20 %
Tinn	E 8-3	0,3 – 1,5 µg/g	0,3 µg/g
		0,0015 – 10 mg/g	20 %
Antimon	E 8-3	0,005 – 0,025 µg/g	0,005 µg/g
		0,025 – 1000 µg/g	20 %
Barium	E 8-3	0,03 – 0,15 µg/g	0,03 µg/g
		0,15 – 100 µg/l	20 %
Tallium	E 8-3	0,005 – 0,025 µg/g	0,005 µg/g
		0,025 – 1000 µg/g	20 %
Bly	E 8-3	0,02 – 0,1 µg/g	0,02 µg/g
		0,1 – 100 µg/g	20 %
Vismut	E 8-3	0,01 – 0,05 µg/g	0,01 µg/g
		0,05 – 10 000 µg/g	20 %
Thorium	E 8-3	0,01 – 0,05 µg/g	0,01 µg/g
		0,05 – 10 000 µg/g	20 %
Uran	E 8-3	0,005 – 0,025 µg/g	0,0005 µg/g
		0,0025 – 100 µg/g	20 %
<b>Vann, ICP-AES</b>			
Sølv	E 9-5	0,002 – 0,01 mg/l	0,002 mg/l
		0,01 – 20 mg/l	20 %
Aluminium	E 9-5	0,005 – 0,025 mg/l	0,005 mg/l
		0,025 – 2500 mg/l	20 %
Arsen	E 9-5	0,02 – 0,1 mg/l	0,02 mg/l
		0,1 – 150 mg/l	20 %
Bor	E 9-5	0,005 – 0,025 mg/l	0,005 mg/l
		0,025 – 250 mg/l	20 %
Barium	E 9-5	0,001 – 0,005 mg/l	0,001 mg/l
		0,005 – 200 mg/l	20 %
Beryllium	E 9-5	0,002 – 0,01 mg/l	0,0002 mg/l
		0,001 – 5 mg/l	20 %
Kalsium	E 9-5	0,005 – 0,025 mg/l	0,005 mg/l
		0,025 – 2500 mg/l	20 %
Kadmium	E 9-5	0,001 – 0,005 mg/l	0,001 mg/l
		0,005 – 20 mg/l	20 %
Kobolt	E 9-5	0,002 – 0,01 mg/l	0,002 mg/l

<b>NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING</b>	<b>Bilag 6 C</b>
	Side 9 av 19
<b>Kvalitetshåndbok for NIVA's laboratorier</b>	Utgave nr. 15
	Dato: 2007-06-19
<b>ANALYSEUSIKERHET</b>	Godkjent:

		0,01 – 50 mg/l	20 %
Krom	E 9-5	0,002 – 0,01 mg/l	0,002 mg/l
		0,01 – 50 mg/l	20 %
Kopper	E 9-5	0,002 – 0,01 mg/l	0,002 mg/l
		0,01 – 1000 mg/l	20 %
Jern	E 9-5	0,001 – 0,005 mg/l	0,001 mg/l
		0,005 – 2500 mg/l	20 %
Kalium	E 9-5	0,2 – 1,0 mg/l	0,2 mg/l
		1 – 2000 mg/l	20 %
Litium	E 9-5	0,002 – 0,01 mg/l	0,002 mg/l
		0,01 – 100 mg/l	20 %
Magnesium	E 9-5	0,001 – 0,005 mg/l	0,001 mg/l
		0,005 – 2500 mg/l	20 %
Mangan	E 9-5	0,003 – 0,015 mg/l	0,0003 mg/l
		0,0015 – 500 mg/l	20 %
Molybden	E 9-5	0,003 – 0,015 mg/l	0,003 mg/l
		0,015 – 50 mg/l	20 %
Natrium	E 9-5	0,05 – 0,25 mg/l	0,05 mg/l
		0,25 – 1500 mg/l	20 %
Nikkel	E 9-5	0,004 – 0,02 mg/l	0,004 mg/l
		0,02 – 60 mg/l	20 %
Fosfor	E 9-5	0,04 – 0,2 mg/l	0,04 mg/l
		0,2 – 2500 mg/l	20 %
Bly	E 9-5	0,01 – 0,05 mg/l	0,01 mg/l
		0,05 – 250 mg/l	20 %
Svovel	E 9-5	0,05 – 0,25 mg/l	0,05 mg/l
		0,25 – 2500 mg/l	20 %
Antimon	E 9-5	0,015 – 0,075 mg/l	0,015 mg/l
		0,075 – 400 mg/l	20 %
Selen	E 9-5	0,04 – 0,2 mg/l	0,04 mg/l
		0,2 – 400 mg/l	20 %
Silisium	E 9-5	0,02 – 0,1 mg/l	0,02 mg/l
		0,1 – 2500 mg/l	20 %
Tinn	E 9-5	0,01 – 0,05 mg/l	0,01 mg/l
		0,05 – 100 mg/l	20 %
Tallium	E 9-5	0,015 – 0,075 mg/l	0,015 mg/l
		0,075 – 100 mg/l	20 %

<b>NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING</b>	<b>Bilag 6 C</b>
	Side 10 av 19
<b>Kvalitetshåndbok for NIVA's laboratorier</b>	Utgave nr. 15
	Dato: 2007-06-19
<b>ANALYSEUSIKERHET</b>	Godkjent:

Vanadium	E 9-5	0,002– 0,05 mg/l	0,001 mg/l
		0,05 – 100 mg/l	20 %
Sink	E 9-5	0,015 – 0,075 mg/l	0,0015 mg/l
		0,0075 – 700 mg/l	20 %
<b>Biota, ICP-AES, 0,5 g TS</b>			
Sølv	E 9-5	0,3 – 1,5 µg/g	0,3 µg/g
		1,5 – 2000 µg/g	20 %
Aluminium	E 9-5	1 – 5 µg/g	1 µg/g
		5 – 250 000 µg/g	20 %
Arsen	E 9-5	2 –10 µg/g	2 µg/g
		10 – 15 000 µg/g	20 %
Bor	E 9-5	0,5 – 2,5 µg/g	0,5 µg/g
		2,5 – 25 000 µg/g	20 %
Barium	E 9-5	0,1 – 0,5 µg/g	0,1 µg/g
		0,5 – 20 000 µg/g	20 %
Beryllium	E 9-5	0,02 – 0,1 µg/g	0,02 µg/g
		0,1 – 500 µg/g	20 %
Kalsium	E 9-5	0,5 – 2,5 µg/g	0,5 µg/g
		2,5 – 250 000 µg/g	20 %
Kadmium	E 9-5	0,1 – 0,5 µg/g	0,1 µg/g
		0,5 – 2 000 µg/g	20 %
Kobolt	E 9-5	0,2 – 1,0 µg/g	0,2 µg/g
		1,0 – 5 000 µg/g	20 %
Krom	E 9-5	0,2 – 1,0 µg/g	0,2 µg/g
		1,0 – 5 000 µg/g	20 %
Kopper	E 9-5	0,2 – 1,0 µg/g	0,2 µg/g
		1,0 – 100 000 µg/g	20 %
Jern	E 9-5	0,1 – 0,5 µg/g	0,1 µg/g
		0,5 – 125 000 µg/g	20 %
Kalium	E 9-5	20 – 100 µg/g	20 µg/g
		100 – 200 000 µg/g	20 %
Litium	E 9-5	0,4 – 2,0 µg/g	0,4 µg/g
		2,0 – 10 000 µg/g	20 %
Magnesium	E 9-5	0,1 – 0,5 µg/g	0,1 µg/g
		0,5 – 250 000 µg/g	20 %
Mangan	E 9-5	0,03 – 0,15 µg/g	0,03 µg/g

<b>NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING</b>	<b>Bilag 6 C</b>
	Side 11 av 19
<b>Kvalitetshåndbok for NIVA's laboratorier</b>	Utgave nr. 15
	Dato: 2007-06-19
<b>ANALYSEUSIKERHET</b>	Godkjent:

		0,15 – 50 000 µg/g	20 %
Molybden	E 9-5	0,5 – 2,5 µg/g	0,5 µg/g
		2,5 – 5 000 µg/g	20 %
Natrium	E 9-5	5 – 25 µg/g	5 µg/g
		25 – 150 000 µg/g	20 %
Nikkel	E 9-5	0,4 – 2 µg/g	0,4 µg/g
		2 – 6 000 µg/g	20 %
Fosfor	E 9-5	4 – 20 µg/g	4 µg/g
		20 – 250 000 µg/g	20 %
Bly	E 9-5	1 – 5 µg/g	1 µg/g
		5 – 25 000 µg/g	20 %
Svovel	E 9-5	30 – 150 µg/g	30 µg/g
		150 – 250 000 µg/g	20 %
Antimon	E 9-5	1,5 – 7,5 µg/g	1,5 µg/g
		7,5 – 40 000 µg/g	20 %
Selen	E 9-5	5 – 20 µg/g	5 µg/g
		20 – 40 000 µg/g	20 %
Tinn	E 9-5	2 – 10 µg/g	2 µg/g
		10 – 10 000 µg/g	20 %
Tallium	E 9-5	1,5 – 7,5 µg/g	1,5 µg/g
		7,5 – 10 000 µg/g	20 %
Vanadium	E 9-5	0,1– 0,5 µg/g	0,1 µg/g
		0,5 – 10 000 µg/g	20 %
Sink	E 9-5	0,15 – 0,75 µg/g	0,15 µg/g
		0,75 – 70 000 µg/g	20 %
<b>Sediment, ICP-AES, 0,2 g TS</b>			
Sølv	E 9-5	2,5– 12,5 µg/g	2,53 µg/g
		12,5 – 10 000 µg/g	20 %
Aluminium	E 9-5	10 – 50 µg/g	10 µg/g
		50 – 100 000 µg/g	20 %
Arsen	E 9-5	15 –75 µg/g	2 µg/g
		75 – 75 000 µg/g	20 %
Barium	E 9-5	0,5 – 2,5 µg/g	0,5 µg/g
		2,5 – 100 000 µg/g	20 %
Beryllium	E 9-5	0,1 – 0,5 µg/g	0,1 µg/g
		0,5 – 2 500 µg/g	20 %

<b>NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING</b>	<b>Bilag 6 C</b>
	Side 12 av 19
<b>Kvalitetshåndbok for NIVA's laboratorier</b>	Utgave nr. 15
	Dato: 2007-06-19
<b>ANALYSEUSIKERHET</b>	Godkjent:

Kalsium	E 9-5	5 – 25 µg/g	5 µg/g
		25 – 100 000 µg/g	20 %
Kadmium	E 9-5	1,5 – 7,5 µg/g	1,5 µg/g
		7,5 – 10 000 µg/g	20 %
Kobolt	E 9-5	1,5 – 7,5 µg/g	1,5 µg/g
		7,5 – 25 000 µg/g	20 %
Krom	E 9-5	1,5 – 7,5 µg/g	1,5 µg/g
		7,5 – 25 000 µg/g	20 %
Kopper	E 9-5	1 – 5 µg/g	1 µg/g
		5 – 100 000 µg/g	20 %
Jern	E 9-5	500 – 2500 µg/g	500 µg/g
		2,5 – 100 mg/g	20 %
Kalium	E 9-5	100 – 500 µg/g	100 µg/g
		500 – 100 000 µg/g	20 %
Litium	E 9-5	1 – 5 µg/g	1 µg/g
		5 – 50 000 µg/g	20 %
Magnesium	E 9-5	25 – 125 µg/g	25 µg/g
		125 – 100 000 µg/g	20 %
Mangan	E 9-5	0,25 – 0,75 µg/g	0,25 µg/g
		0,75 – 25 000 µg/g	20 %
Molybden	E 9-5	2,5 – 7,5 µg/g	2,5 µg/g
		7,5 – 25 000 µg/g	20 %
Natrium	E 9-5	25 – 125 µg/g	25 µg/g
		125 – 100 000 µg/g	20 %
Nikkel	E 9-5	2 – 10 µg/g	2 µg/g
		10 – 30 000 µg/g	20 %
Fosfor	E 9-5	50 – 250 µg/g	50 µg/g
		250 – 100 000 µg/g	20 %
Bly	E 9-5	10 – 50 µg/g	10 µg/g
		50 – 125 000 µg/g	20 %
Svovel	E 9-5	300 – 1500 µg/g	300 µg/g
		1,5 – 125 mg/g	20 %
Antimon	E 9-5	10 – 50 µg/g	10 µg/g
		50 – 100 000 µg/g	20 %
Tinn	E 9-5	15 – 75 µg/g	10 µg/g
		75 – 50 000 µg/g	20 %
Tallium	E 9-5	25 – 125 µg/g	25 µg/g



<b>NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING</b>	<b>Bilag 6 C</b>
	Side 13 av 19
<b>Kvalitetshåndbok for NIVA's laboratorier</b>	Utgave nr. 15
	Dato: 2007-06-19
<b>ANALYSEUSIKERHET</b>	Godkjent:

		125 – 50 000 µg/g	20 %
Vanadium	E 9-5	1– 5 µg/g	1 µg/g
		5 – 50 000 µg/g	20 %
Sink	E 9-5	5 – 25 µg/g	5 µg/g
		25 – 100 000 µg/g	20 %
Oksygen	F 1-1, F 1-2	0,1 - 0,5 mg/l	0,1 mg/l
		0,5 → mg/l	20 %
Hydrogensulfid	F 1-3	0,1 - 0,5 mg/l	0,1 mg/l
		0,5 → mg/l	20 %
Svovel, totalt	F 5	0,1 - 0,5 % S	0,1 % S
		0,5 → %S	20 %
COD-Cr	G 2-2	15 - 50 mg/l	10 mg/l
		50 – 1000 mg/l	20 %
BOD	G 3	3 - 15 mg/l	3 mg/l
		15 - 6000 mg/l	20 %
Totalt organisk karbon	G 4-2	0,1 - 0,5 mg/l	0,1 mg/l
		0,5 - 20 mg/l	20 %
Totalt organisk karbon	G 5-3	0,2 - 1,0 mg/l	0,2 mg/l
		1,0 - 20 mg/l	20 %
Totalt organisk karbon	G 5-4	0,5 - 2,5 mg/l	0,5 mg/l
		2,5 – 20 mg/l	20 %
Totalt karbon	G 6	0,1 - 0,5 %C	0,1 %C
		0,5 - 75 %C	20 %
Klorofyll	H 1 (1000 ml)	0,25 - 1,25 µg/l	0,25 µg/l
		1,25 - 1000 µg/l	20 %
<b>Vann (2 liter)</b>			
Naftalen	H2-2	2 - 5 ng/l	± 2 ng/l
		5 - 100 ng/l	± 40 %
Acenaftylen	H2	2 - 5 ng/l	± 2 ng/l
		5 - 100 ng/l	± 40 %
Acenaften	H2	2 - 7 ng/l	± 2 ng/l
		7 - 100 ng/l	± 30 %
Fluoren	H2	2 - 7 ng/l	± 2 ng/l
		7 - 100 ng/l	± 30 %
Dibenzotiofen	H2	2 - 5 ng/l	± 2 ng/l

<b>NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING</b>	<b>Bilag 6 C</b>
	Side 14 av 19
<b>Kvalitetshåndbok for NIVA's laboratorier</b>	Utgave nr. 15
	Dato: 2007-06-19
<b>ANALYSEUSIKERHET</b>	Godkjent:

		5 - 100 ng/l	± 40 %
Fenantren	H2	2 - 7 ng/l	± 2 ng/l
		7 - 100 ng/l	± 30 %
Antracen	H2	2 - 7 ng/l	± 2 ng/l
		7 - 100 ng/l	± 30 %
Fluoranten	H2	2 - 7 ng/l	± 2 ng/l
		7 - 100 ng/l	± 30 %
Pyren	H2	2 - 7 ng/l	± 2 ng/l
		7 - 100 ng/l	± 30 %
Benz(a)antracen	H2	2 - 5 ng/l	± 2 ng/l
		5 - 100 ng/l	± 40 %
Chrysen	H2	2 - 7 ng/l	± 2 ng/l
		7 - 100 ng/l	± 30 %
Benzo(b+j)fluoranten	H2	2 - 5 ng/l	± 2 ng/l
		5 - 100 ng/l	± 40 %
Benzo(k)fluoranten	H2	2 - 5 ng/l	± 2 ng/l
		5 - 100 ng/l	± 40 %
Benzo(e)pyren	H2	2 - 5 ng/l	± 2 ng/l
		5 - 100 ng/l	± 40 %
Benzo(a)pyren	H2	2 - 5 ng/l	± 2 ng/l
		5 - 100 ng/l	± 40 %
Perylen	H2	2 - 5 ng/l	± 2 ng/l
		5 - 100 ng/l	± 40 %
Ind.(1,2,3cd)pyren	H2	2 - 5 ng/l	± 2 ng/l
		5 - 100 ng/l	± 40 %
Dibenz.(a,c/a,h)antracen	H2	2 - 5 ng/l	± 2 ng/l
		5 - 100 ng/l	± 40 %
Benzo(ghi)perylene	H2	2 - 7 ng/l	± 2 ng/l
		7 - 100 ng/l	± 30 %
Sum PAH	H2	2 - 5 ng/l	± 2 ng/l
		5 - 100 ng/l	± 40 %
<b>Sediment (1 g tørrvekt)</b>			
Naftalen	H2-3	1 - 2 µg/kg	± 1 µg/kg
		2 - 1000 µg/kg	± 50 %
Acenaftylen	H2	1 - 2 µg/kg	± 1 µg/kg
		2 - 1000 µg/kg	± 50 %

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING	<b>Bilag 6 C</b>
	Side 15 av 19
Kvalitetshåndbok for NIVA's laboratorier	Utgave nr. 15
	Dato: 2007-06-19
ANALYSEUSIKERHET	Godkjent:

Acenaften	H2	1 - 2 µg/kg	± 1 µg/kg
		2 - 1000 µg/kg	± 50 %
Fluoren	H2	1 - 2 µg/kg	± 1 µg/kg
		2 - 1000 µg/kg	± 50 %
Dibenzotiofen	H2	1 - 2 µg/kg	± 1 µg/kg
		2 - 1000 µg/kg	± 50 %
Fenantren	H2	1 - 4 µg/kg	± 1 µg/kg
		4 - 1000 µg/kg	± 30 %
Antracen	H2	1 - 2 µg/kg	± 1 µg/kg
		2 - 1000 µg/kg	± 50 %
Fluoranten	H2	1 - 4 µg/kg	± 1 µg/kg
		4 - 1000 µg/kg	± 30 %
Pyren	H2	1 - 4 µg/kg	± 1 µg/kg
		4 - 1000 µg/kg	± 30 %
Benz(a)antracen	H2	1 - 4 µg/kg	± 1 µg/kg
		4 - 1000 µg/kg	± 40 %
Chrysen	H2	1 - 4 µg/kg	± 1 µg/kg
		4 - 1000 µg/kg	± 30 %
Benzo(b+j)fluoranten	H2	1 - 2 µg/kg	± 1 µg/kg
		2 - 1000 µg/kg	± 50 %
Benzo(k)fluoranten	H2	1 - 2 µg/kg	± 1 µg/kg
		2 - 1000 µg/kg	± 50 %
Benzo(e)pyren	H2	1 - 2 µg/kg	± 1 µg/kg
		2 - 1000 µg/kg	± 50 %
Benzo(a)pyren	H2	1 - 2 µg/kg	± 1 µg/kg
		2 - 1000 µg/kg	± 50 %
Perylen	H2	1 - 2 µg/kg	± 1 µg/kg
		2 - 1000 µg/kg	± 50 %
Ind.(1,2,3cd)pyren	H2	1 - 2 µg/kg	± 1 µg/kg
		2 - 1000 µg/kg	± 50 %
Dibenz.(a,c/a,h)antracen	H2	1 - 3 µg/kg	± 1 µg/kg
		3 - 1000 µg/kg	± 40 %
Benzo(ghi)perylene	H2	1 - 3 µg/kg	± 1 µg/kg
		3 - 1000 µg/kg	± 40 %
Sum PAH	H2	1 - 2 µg/kg	± 1 µg/kg
		2 - 1000 µg/kg	± 50 %
<b>Biota (20 g våtvekt)</b>			

<b>NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING</b>	<b>Bilag 6 C</b>
	Side 16 av 19
<b>Kvalitetshåndbok for NIVA's laboratorier</b>	Utgave nr. 15
	Dato: 2007-06-19
<b>ANALYSEUSIKERHET</b>	Godkjent:

Naftalen	H2-4	0,5 - 0,7 µg/kg	± 0,5 µg/kg
		0,7 - 20 µg/kg	± 70 %
Acenaftylen	H2	0,5 - 0,7 µg/kg	± 0,5 µg/kg
		0,7 - 20 µg/kg	± 70 %
Acenaften	H2	0,5 - 0,7 µg/kg	± 0,5 µg/kg
		0,7 - 20 µg/kg	± 70 %
Fluoren	H2	0,5 - 0,8 µg/kg	± 0,5 µg/kg
		0,8 - 20 µg/kg	± 60 %
Dibenzotiofen	H2	0,5 - 0,8 µg/kg	± 0,5 µg/kg
		0,8 - 20 µg/kg	± 60 %
Fenantren	H2	0,5 - 2 µg/kg	± 0,5 µg/kg
		30 - 20 µg/kg	± 30 %
Antracen	H2	0,5 - 0,7 µg/kg	± 0,5 µg/kg
		0,7 - 20 µg/kg	± 70 %
Fluoranten	H2	0,5 - 1,2 µg/kg	± 0,5 µg/kg
		1,2 - 20 µg/kg	± 40 %
Pyren	H2	0,5 - 1 µg/kg	± 0,5 µg/kg
		1 - 20 µg/kg	± 50 %
Benz(a)antracen	H2	0,5 - 1,2 µg/kg	± 0,5 µg/kg
		1,2 - 20 µg/kg	± 40 %
Chrysen	H2	0,5 - 2 µg/kg	± 0,5 µg/kg
		2 - 20 µg/kg	± 30 %
Benzo(b+j)fluoranten	H2	0,5 - 1,2 µg/kg	± 0,5 µg/kg
		1,2 - 20 µg/kg	± 40 %
Benzo(k)fluoranten	H2	0,5 - 0,8 µg/kg	± 0,5 µg/kg
		0,8 - 20 µg/kg	± 60 %
Benzo(e)pyren	H2	0,5 - 1,2 µg/kg	± 0,5 µg/kg
		1,2 - 20 µg/kg	± 40 %
Benzo(a)pyren	H2	0,5 - 0,8 µg/kg	± 0,5 µg/kg
		0,8 - 20 µg/kg	± 60 %
Perylen	H2	0,5 - 0,8 µg/kg	± 0,5 µg/kg
		0,8 - 20 µg/kg	± 60 %
Ind.(1,2,3cd)pyren	H2	0,5 - 0,8 µg/kg	± 0,5 µg/kg
		0,8 - 20 µg/kg	± 60 %
Dibenz.(a,c/a,h)antracen	H2	0,5 - 0,8 µg/kg	± 0,5 µg/kg
		0,8 - 20 µg/kg	± 60 %
Benzo(ghi)perylene	H2	0,5 - 1,2 µg/kg	± 0,4 µg/kg

<b>NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING</b>	<b>Bilag 6 C</b>
	Side 17 av 19
<b>Kvalitetshåndbok for NIVA's laboratorier</b>	Utgave nr. 15
	Dato: 2007-06-19
<b>ANALYSEUSIKERHET</b>	Godkjent:

		1,2 - 20 µg/kg	± 40 %
Sum PAH	H2	0,5 - 1 µg/kg	± 0,5 µg/kg
		1 - 20 µg/kg	± 50 %
<b>Matolje</b>			
Pyren	H2	0,5 - 1,2 µg/kg	± 0,5 µg/kg
		1,2 - 20 µg/kg	± 40 %
Chrysen	H2	0,5 - 1,7 µg/kg	± 0,5 µg/kg
		1,7 - 20 µg/kg	± 30 %
Benzo(k)fluoranten	H2	0,5 - 1 µg/kg	± 0,5 µg/kg
		1 - 20 µg/kg	± 50 %
Benzo(a)pyren	H2	0,5 - 1 µg/kg	± 0,5 µg/kg
		1 - 20 µg/kg	± 50 %
Dibenzotiofen	H2	0,5 - 1 µg/kg	± 0,5 µg/kg
		1 - 20 µg/kg	± 50 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	H2	0,5 - 1,2 µg/kg	± 0,5 µg/kg
		1,2 - 20 µg/kg	± 40 %
Benzo(ghi)perylene	H2	0,5 - 1 µg/kg	± 0,5 µg/kg
		1 - 20 µg/kg	± 50 %
Naftalen	H2	0,5 - 1 µg/kg	± 0,5 µg/kg
		1 - 20 µg/kg	± 50 %
Øvrige komponenter	H2	0,5 - 1 µg/kg	± 0,5 µg/kg
		1 - 20 µg/kg	± 50 %
<b>Vann (2 liter)</b>			
CB28	H3	0,1 - 0,3 ng/l	± 0,1 ng/l
		0,3 - 300 ng/l	± 30 %
CB31	H3	0,1 - 0,3 ng/l	± 0,1 ng/l
		0,3 - 300 ng/l	± 30 %
CB52	H3	0,1 - 0,3 ng/l	± 0,1 ng/l
		0,3 - 300 ng/l	± 30 %
CB101	H3	0,1 - 0,3 ng/l	± 0,1 ng/l
		0,3 - 300 ng/l	± 30 %
CB105	H3	0,1 - 0,3 ng/l	± 0,1 ng/l
		0,3 - 300 ng/l	± 40 %
CB118	H3	0,1 - 0,3 ng/l	± 0,1 ng/l
		0,3 - 300 ng/l	± 30 %

CB138	H3	0,1 - 0,3 ng/l	± 0,1 ng/l
		0,3 - 300 ng/l	± 30 %
CB153	H3	0,1 - 0,3 ng/l	± 0,1 ng/l
		0,3 - 300 ng/l	± 30 %
CB156	H3	0,1 - 0,3 ng/l	± 0,1 ng/l
		0,3 - 300 ng/l	± 40 %
CB180	H3	0,1 - 0,3 ng/l	± 0,1 ng/l
		0,3 - 300 ng/l	± 40 %
CB209	H3	0,1 - 0,3 ng/l	± 0,1 ng/l
		0,3 - 300 ng/l	± 30 %
HCB (Hexachlorbenzen)	H3	0,1 - 0,3 ng/l	± 0,1 ng/l
		0,3 - 300 ng/l	± 30 %
a-HCH (hexachlorcyclohexan)	H3	0,1 - 0,2 ng/l	± 0,1 ng/l
		0,2 - 300 ng/l	± 60 %
g-HCH	H3	0,1 - 0,2 ng/l	± 0,1 ng/l
		0,2 - 300 ng/l	± 60 %
pp'-DDE	H3	0,1 - 0,3 ng/l	± 0,1 ng/l
		0,3 - 300 ng/l	± 40 %
pp'-DDD	H3	0,1 - 0,3 ng/l	± 0,1 ng/l
		0,3 - 300 ng/l	± 40 %
pp'-DDT	H3	0,1 - 0,2 ng/l	± 0,1 ng/l
		0,2 - 300 ng/l	± 60 %
Pentachlorbenzen	H3	0,1 - 0,2 ng/l	± 0,1 ng/l
		0,2 - 300 ng/l	± 50 %
Octachlorstyren	H3	0,1 - 0,3 ng/l	± 0,1 ng/l
		0,3 - 300 ng/l	± 40 %
Sum PCB 7	H3	0,1 - 0,2 ng/l	± 0,1 ng/l
		0,2 - 300 ng/l	± 50 %
<b>Sediment (2 g tørrvekt)</b>			
CB28	H3	0,1 - 0,3 µg/kg	± 0,1 µg/kg
		0,3 - 300 µg/kg	± 30 %
CB31	H3	0,1 - 0,3 µg/kg	± 0,1 µg/kg
		0,3 - 300 µg/kg	± 30 %
CB52	H3	0,1 - 0,3 µg/kg	± 0,1 µg/kg
		0,3 - 300 µg/kg	± 30 %
CB101	H3	0,1 - 0,3 µg/kg	± 0,1 µg/kg
		0,3 - 300 µg/kg	± 40 %
CB105	H3	0,1 - 0,3 µg/kg	± 0,1 µg/kg
		0,3 - 300 µg/kg	± 30 %
CB118	H3	0,1 - 0,3 µg/kg	± 0,1 µg/kg
		0,3 - 300 µg/kg	± 30 %
CB138	H3	0,1 - 0,3 µg/kg	± 0,1 µg/kg
		0,3 - 300 µg/kg	± 30 %

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING	<b>Bilag 6 C</b>
	Side 18 av 19
Kvalitetshåndbok for NIVA's laboratorier	Utgave nr. 15
	Dato: 2007-06-19
ANALYSEUSIKERHET	Godkjent:

CB153	H3	0,1 - 0,3 µg/kg	± 0,1 µg/kg
		0,3 - 300 µg/kg	± 40 %
CB156	H3	0,1 - 0,3 µg/kg	± 0,1 µg/kg
		0,3 - 300 µg/kg	± 30 %
CB180	H3	0,1 - 0,3 µg/kg	± 0,1 µg/kg
		0,3 - 300 µg/kg	± 30 %
CB209	H3	0,1 - 0,3 µg/kg	± 0,1 µg/kg
		0,3 - 300 µg/kg	± 30 %
HCB (Hexachlorbenzen)	H3	0,1 - 0,3 µg/kg	± 0,1 µg/kg
		0,3 - 300 µg/kg	± 30 %
a-HCH	H3	0,1 - 0,2 µg/kg	± 0,1 µg/kg
		0,2 - 300 µg/kg	± 60 %
pp'-DDE	H3	0,1 - 0,3 µg/kg	± 0,1 µg/kg
		0,3 - 300 µg/kg	± 40 %
pp'-DDD	H3	0,1 - 0,2 µg/kg	± 0,1 µg/kg
		0,2 - 300 µg/kg	± 50 %
pp'-DDT	H3	0,1 - 0,2 µg/kg	± 0,1 µg/kg
		0,2 - 300 µg/kg	± 60 %
Sum PCB 7	H3	0,1 - 0,2 µg/kg	± 0,1 µg/kg
		0,2 - 300 µg/kg	± 50 %
<b>Biota (10 g våtv., 1% fett)</b>			
CB28	H3	0,1 - 0,3 µg/kg	± 0,1 µg/kg
		0,3 - 60 µg/kg	± 40 %
CB31	H3	0,1 - 0,2 µg/kg	± 0,1 µg/kg
		0,2 - 60 µg/kg	± 60 %
CB52	H3	0,1 - 0,3 µg/kg	± 0,1 µg/kg
		0,3 - 60 µg/kg	± 30 %
CB101	H3	0,1 - 0,3 µg/kg	± 0,1 µg/kg
		0,3 - 60 µg/kg	± 40 %
CB105	H3	0,1 - 0,3 µg/kg	± 0,1 µg/kg
		0,3 - 60 µg/kg	± 30 %
CB118	H3	0,1 - 0,3 µg/kg	± 0,1 µg/kg
		0,3 - 60 µg/kg	± 30 %
CB138	H3	0,1 - 0,3 µg/kg	± 0,1 µg/kg
		0,3 - 60 µg/kg	± 30 %
CB153	H3	0,1 - 0,3 µg/kg	± 0,1 µg/kg
		0,3 - 60 µg/kg	± 40 %

<b>NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING</b>	<b>Bilag 6 C</b>
	Side 19 av 19
<b>Kvalitetshåndbok for NIVA's laboratorier</b>	Utgave nr. 15
	Dato: 2007-06-19
<b>ANALYSEUSIKERHET</b>	Godkjent:

CB156	H3	0,1 - 0,3 µg/kg	± 0,1 µg/kg
		0,3 - 60 µg/kg	± 40 %
CB180	H3	0,1 - 0,3 µg/kg	± 0,1 µg/kg
		0,3 - 60 µg/kg	± 40 %
CB209	H3	0,1 - 0,3 µg/kg	± 0,1 µg/kg
		0,3 - 60 µg/kg	± 40 %
HCB (Hexachlorbenzen)	H3	0,1 - 0,3 µg/kg	± 0,1 µg/kg
		0,3 - 60 µg/kg	± 40 %
a-HCH	H3	0,1 - 0,3 µg/kg	± 0,1 µg/kg
		0,3 - 60 µg/kg	± 40 %
pp'-DDE	H3	0,1 - 0,3 µg/kg	± 0,1 µg/kg
		0,3 - 60 µg/kg	± 40 %
pp'-DDD	H3	0,1 - 0,2 µg/kg	± 0,1 µg/kg
		0,2 - 60 µg/kg	± 50 %
pp'-DDT	H3	0,1 - 0,2 µg/kg	± 0,1 µg/kg
		0,2 - 60 µg/kg	± 60 %
Sum PCB 7	H3	0,1 - 0,2 µg/kg	± 0,1 µg/kg
		0,2 - 60 µg/kg	± 50 %



## Vedlegg G. Metoder, Økotoksikologiske undersøkelser

### Forberedelse av testløsninger

Fire tørre sedimentprøver ble veid og tilsatt sjøvann fra 60 m dyp i Oslofjorden (Solbergstrand) i forhold 1:3 (vekt). Dette ble blandet og latt stå over natten før sentrifugering i 45 minutter ved 8000 rpm i romtemperatur (SORVALL sentrifuge med SLA-3000 rotor). Supernatanten (heretter kalt vannuttrekket) ble dekantert og filtrert gjennom et Whatman GF/F filter. ISO 10253 stamløsninger ble tilsatt. Testen ble gjennomført fra 26.1 – 28.1.10.

Et organisk ekstrakt av sedimentet ble preparert med Accelerated Solvent Extractor (ACE) av Kjemisk Analyse. Ekstraktet ble løst i 0,5 ml aceton. 15 µl ekstrakt ble fortynnet med sjøvann og ISO 10253 stamløsninger til 150 ml. Sediment 952.1-5 måtte fortynnes ytterligere 1/4 med aceton for å hindre utfelling i testløsningene. Sedimentet som ble brukt ble veid og tørket for å finne andel tørrstoff (**Tabell 43**). Testen ble gjennomført fra 4.2 til 7.2.10.

**Tabell 43.** Oversikt over tørrstoff innhold i sedimentet som ekstrahert, mengde sediment i ekstraktet og i den høyeste testkonsentrasjonen.

Sediment	Utveid (g)	TTS %	ml Aceton	mg/ml ekstrakt	mg/L i 100 % prøven
952.1-5	12,32	76,8	2	4731	0,47
952.6,9	11,03	75,8	0,5	16721	1,67
952.7-8	10,33	57,4	0,5	11859	1,19
952.10-12	11,16	62,5	0,5	13950	1,40

Fem testkonsentrasjoner, 100, 56, 32, 18, 10 %, ble laget for begge typene prøvevann, ved å fortynne med ISO10253 løsning. For vannuttrekket fra 952.6,9 ble det det lagd fire testkonsentrasjoner på grunn av begrenset mengde vann. Det ble lagd 50 ml av hver testkonsentrasjon som ble inokulert med *S. costatum* fra en kultur dyrket i ISO10253 medium slik at algekonsentrasjonen ble 5 mill/L. Testbeholderene var 30 ml plastbeger, som ble skylt med testkonsentrasjonen og tilsatt ca 12 ml prøve. Det ble brukt 3 replikater for hver testkonsentrasjon, og 6 replikater med ren ISO 10253 løsning for kontroll. I ekstrakt testen ble var det også 6 kontroller med aceton (100µl/L). Prøvebeholderene ble dekt til med klar plast og inkubert under lysstoffrør ( $63\text{-}65 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) på gyngebord i et klimarom (20,3 – 21,2 °C).

Vekst ble registrert ved å beregne celletetthet etter 24, 48 og 72 timer  $\pm$  4 t med partikkelteller (Beckman Coulter Counter Multisizer). Veksthastighet ble beregnet etter formel for eksponensiell vekst:

$$\mu = \frac{\ln(n_s) - \ln(n_0)}{t_s} \times 24 \text{ d\o g n}^{-1} \text{ hvor:}$$

$\mu$  = x 24 d\o g n<sup>-1</sup> hvor:

$n_0$  = celletetthet ved start

$n_s$  = celletetthet ved slutt

$t_s$  = antall timer til testslutt

Toksisitetkurver ble beregnet med Excel macroen Regtox\_EV7.0.5, basert p\o Hills ikke-linj\ere regresjon.

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](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)