

Overvåking av miljøgifter i nærområdet til Xstrata Nikkelverk AS i Kristiansand i 2011; Metaller og klorerte forbindelser i vann og blåskjell



Hovedkontor

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

Sørlandsavdelingen

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

Østlandsavdelingen

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

Vestlandsavdelingen

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

NIVA Midt-Norge

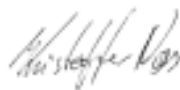
Pirsenteret, Havnegata 9
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Overvåking av miljøgifter i nærområdet til Xstrata Nikkelverk AS i Kristiansand i 2011; Metaller og klorerte forbindelser i vann og blåskjell	Løpenr. (for bestilling) 6377-2012	Dato 18.05.2012
	Prosjektnr. Undernr. O-10361/ O-10362	Sider Pris 42
Forfatter(e) Kristoffer Næs Jarle Håvardstun	Fagområde Miljøgifter i marint miljø	Distribusjon Fri
	Geografisk område Vest-Agder	Trykket CopyCat

Oppdragsgiver(e) Xstrata Nikkelverk AS	Oppdragsreferanse Hege Stubberud
---	-------------------------------------

Sammendrag
Xstrata Nikkelverk AS gjennomfører et overvåkingsprogram i det bedriftsnære sjøområdet i Kristiansandsfjorden. Programmet supplerer og er koplet opp mot myndighetenes generelle overvåking av Kristiansandsfjorden. I 2011 ble analyser av vannmasser og blåskjell gjennomført. Resultatene viste at arseninnholdet i vannmassene var lavt. Likeså var metallinnholdet i blåskjell relativt lavt, men opptil markert forurenset av bly og nikkel. Forurensningen av heksaklorbenzen og dioksin i skjellene tilsvarte moderat til sterk forurensning, høyest på stasjonen i Hanneviksbukta nærmest bedriften. Konsentrasjonene av heksaklorbenzen og PCB₇ var høyere på denne stasjonen i 2011 sammenlignet med 2010.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Organiske miljøgifter	1. Organic contaminants
2. Metaller	2. Metals
3. Vann	3. Water
4. Blåskjell (<i>Mytilus edulis</i>)	4. Blue mussels (<i>Mytilus edulis</i>)



Kristoffer Næs
Prosjektleder



Morten Schaaning
Forskningsleder



Brit Lisa Skjelkvåle
Forskningsdirektør

**Overvåking av miljøgifter i nærområdet til Xstrata
Nikkelverk AS i Kristiansand i 2011; Metaller og
klorerte forbindelser i vann og blåskjell**

Forord

NIVA gjennomfører en langsiktig overvåking for Xstrata Nikkelverk AS i Kristiansand. Hovedkontakt for bedriften er Hege Stubberud.

Ved NIVA har Jarle Håvardstun og Ian Allan gjennomført feltarbeidet. Kristoffer Næs sammen med de to nevnte har skrevet rapporten. NIVAs, NILUs og ALS' laboratorier har gjennomført analysene.

Alle takkes for innsatsen.

Grimstad, 18.mai 2012

Kristoffer Næs

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Bakgrunn	7
2. Undersøkellesmetodikk	8
2.1 Vannmasser	8
2.2 Blåskjell	10
3. Resultater og diskusjon	13
3.1 Overvåking av arsen i vannmassene	13
3.1.1 Bakgrunn og formål	13
3.1.2 Beskrivelse av utslippet	13
3.1.3 Konsentrasjoner	19
3.2 Miljøgiftinnhold i blåskjell	20
3.2.1 Metaller	20
3.2.2 Organiske miljøgifter	20
4. Referanser	22
Vedlegg A. Analyseresultater - NILU	23
Vedlegg B. Analyseresultater - NIVA	38
Vedlegg C. Analyseresultater – ALS	39
Vedlegg D. Analysemetoder og analyseusikkerhet	40

Sammendrag

Kristiansandsfjorden har vært og er fremdeles tildels sterkt forurenset av utslipp fra den lokale industrien. Fjorden er imidlertid i en utvikling mot bedre miljøtilstand etter at industrien har gjennomført utslippsbegrensende tiltak og tiltak mot de forurensete sedimentene. Forurensningsmyndighetene har nå satt i gang et overvåkingsprogram som skal dekke fjordområdet som sådan. I den sammenheng har Xstrata Nikkelverk AS igangsatt et eget overvåkingsprogram for det mer bedriftsnære området. Problemstillingene rundt utslipp fra bedriften er i hovedsak knyttet til metaller og organiske miljøgifter.

Hovedformålene med undersøkelsene er:

- Overvåke konsentrasjoner av arsen i vannmasser, blåskjell og sedimenter i nærområdet til Xstrata Nikkelverk AS
- Overvåke konsentrasjonen av metaller og organiske miljøgifter slik som dioksiner og PCB i blåskjell og sedimenter i nærområdet til Xstrata Nikkelverk AS
- Danne grunnlag for en overvåking av eventuelle endringer over tid i sjøresipienten til Xstrata Nikkelverk AS
- Supplere myndighetenes mer overordnede overvåkingsprogram i Kristiansandsfjorden

Undersøkelsene i 2011 har omfattet målinger av arsen i vannmasser samt målinger av metaller og organiske miljøgifter i blåskjell.

Målingene av arsen i vannmassene. Modellering gjort i forbindelse med 2010-undersøkelsene av konsentrasjonene av hovedutslippet av arsen viste at allerede ved primærfortynningen oppnås vanligvis tilstandsklasse II, ”moderat forurenset”, iht. Klifs klassifiseringer allerede ved primærfortynningen. Modellen anslo videre influensområdet for utslippet til noen titalls meter omkring utslippspunktet. Resultatene både fra 2011 og 2010 samsvarte med modelleringen. Resultatene viser at det på de to prøvetakingsdatoene som er gjennomført, ikke ble funnet arsenkonsentrasjoner over bakgrunnsnivå i overflatevannmassene. Prøven på 10 meters dyp som ligger nær utslippspunktet viste noe høyere verdi svarende til tilstandsklasse II ”god miljøtilstand”.

Blåskjellundersøkelsene var, som for 2010, planlagt på stasjoner i Hanneviksbukta, ved Myrodden og i Kolsdalsbukta. I 2011 ble det imidlertid ikke funnet skjell på stasjonen i Kolsdalsbukta. Resultatene fra analysene av skjellene fra Hanneviksbukta og Myrodden viste at det var generelt lave verdier for metallene arsen (As), kadmium (Cd), krom (Cr), kobber (Cu), kvikksølv (Hg) og sink (Zn) i blåskjell. For disse metallene ble alle stasjoner klassifisert til ”moderat forurenset (klasse II)” eller lavere. For bly og nikkel ble stasjonen i Hanneviksbukta i 2011 klassifisert til ”markert forurenset (klasse III)”, mens skjellene fra de to andre stasjonene ble klassifisert til ”ubetydelig-lite forurenset (klasse I)” av bly (Pb). Resultatene samstemmer godt med observasjonene fra 2010.

Konsentrasjonene av de klorerte forbindelsene heksaklorbenzen, PCB og dioksiner i blåskjell fra Myrodden tilsvarte ”moderat til markert forurenset (tilstandsklasse II-III)”. Skjell fra Hanneviksbukta hadde høyere verdier svarende til ”markert til sterkt forurenset (tilstandsklasse III-IV)”.

Konsentrasjonene i skjellene fra Myrodden i 2011 var i samme område som for 2010, mens konsentrasjonene i skjellene fra Hanneviksbukta var høyere i 2011, særlig for HCB og PCB₇.

Summary

Title: Monitoring of environmental toxins in water and blue mussels near Xstrata Nikkelverk AS in Kristiansand in 2011

Year: 2012

Authors: Kristoffer Næs and Jarle Håvardstun

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: 978-82-577-6112-7

Xstrata Nikkelverk AS, Kristiansand, conducts a monitoring program of the sea area near to the facility in Kristiansand fjord, S Norway. The program complements and is connected to the government's overall monitoring of this fjord. In 2011, the analysis of water and mussels were performed. The results showed that the arsenic content in water was low. Likewise, the metal content in mussels at two locations was relatively low apart from lead and nickel at the Hanneviksbukta location where the concentrations corresponded to *markedly* polluted. Concentrations of the chlorinated compounds hexachlorobenzene, PCB and dioxins in blue mussels corresponded to *moderately* to *strongly* polluted. Concentrations in mussels at the locations closest to the factory were higher for hexachlorobenzen and PCB₇ in 2011 compared to 2010.

1. Bakgrunn

Xstrata Nikkelverk AS er pålagt av Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) å etablere et overvåkingsprogram for å belyse konsekvenser av utslipp av miljøgifter til Kristiansandsfjorden. Problemstillingene rundt utslipp fra bedriften er i hovedsak knyttet til metaller, med spesielt fokus på arsen i tillegg til organiske miljøgifter. Det har de siste 15 årene blitt gjennomført mange tiltak for å bedre miljøforholdene i Kristiansandsfjorden generelt. Dette omfatter både utslippsreduksjoner og tiltak med de forurensede sedimentene i Hanneviksbukta og langs kaiene til Xstrata Nikkelverk AS. En oppsummering av disse tiltakene er beskrevet i Berge mfl. 2007.

Hovedformålene med denne undersøkelsen er å:

- Overvåke konsentrasjoner av arsen i vannmasser, blåskjell og sedimenter i nærområdet til Xstrata Nikkelverk AS
- Overvåke konsentrasjonen av metaller og organiske miljøgifter slik som dioksiner og PCB i blåskjell og sedimenter i nærområdet til Xstrata Nikkelverk AS
- Danne grunnlag for en overvåking av eventuelle endringer over tid i sjøresipienten til Xstrata Nikkelverk AS
- Supplere myndighetenes mer overordnede overvåkingsprogram i Kristiansandsfjorden

For å kunne belyse konsekvensene av utslippene til Hanneviksbukta og Kristiansandsfjorden har NIVA benyttet sin inngående kunnskap om Kristiansandsfjorden gjennom 30 års arbeid i fjordområdet. Dette omfatter blant annet nylig avsluttede målinger av sedimentasjon av metaller i Hanneviksbukta (Håvardstun mfl. 2011) og årlig overvåking på faste stasjoner i Kristiansandsfjorden innenfor det nasjonale overvåkingsprogrammet Coordinated Environmental Monitoring Programme (CEMP) (Green mfl. 2010). I tillegg gjennomfører NIVA på oppdrag fra myndighetene et overvåkingsprogram som omfatter miljøgifter i vann, organismer og sedimenter i Kristiansandsfjorden. Denne overvåkingen ble gjennomført første gang i 2010 (Schøyen mfl. 2010). Det er også utarbeidet et forurensningsbudsjett i Hanneviksbukta for noen utvalgte miljøgifter (Kroglund og Håvardstun 2011).

For arsen er det i 2010 gjort beregninger av innlagringsdyp og fortynning av utslippene fra Xstrata Nikkelverk AS til Hanneviksbukta. Opplysningene om bedriftens utslipp av arsen er i hovedsak gitt av Xstrata Nikkelverk AS ved S. Dalane.

2. Undersøkellesmetodikk

2.1 Vannmasser

Vannprøver ble tatt fra tre stasjoner den 6.6.11 og 4.8.11, vist på kart i **Figur 1**. Koordinatene for stasjonene er vist i **Tabell 1**. Vannprøvene ble analysert for totalinnhold av arsen ved ALS' laboratorium (Vedlegg C).



Figur 1. Kart som viser stasjonsplassering for vannprøver og blåskjell for Xstrata Nikkelverk AS i 2011. Det er også vist stasjoner for NIVAs prosjekter for Fylkesmannen i Vest-Agder og Elkem i 2011.

Tabell 1. Koordinater for prøvetakingspunkter for vann og blåskjell (WGS84) i 2011.

Stasjonsnavn	Prøvetype	Breddegrader	Lengdegrader
Kolsdalsbukta	vann	N 58°08.337	Ø 07°58.677
Hanneviksbukta	vann	N 58°07.974	Ø 07°58.369
K 18	vann	N 58°07.801	Ø 07°59.196
Hanneviksbukta	blåskjell	N 58°08.160	Ø 07°58.154
Myrodden	blåskjell	N 58°07.890	Ø 07°58.642

Klif har utviklet kriterier for klassifisering av miljøkvalitet basert på innhold av miljøgifter i blant annet sjøvann (Bakke mfl. 2007). Et utdrag av disse kriteriene for arsen er vist i **Tabell 2**. Systemet opererer med fem tilstandsklasser som spenner fra ”bakgrunn (klasse I)” til ”svært dårlig (klasse V)” for innhold av metaller i vann.

Tabell 2. Utdrag av ”Klassifisering av tilstand ut fra innhold av metaller i vann” (Bakke mfl. 2007)

	I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Arsen ($\mu\text{g As/l}$)	<2	2 - 4,8	4,8 - 8,5	8,5 - 85	>85

2.2 Blåskjell

Det ble samlet inn blåskjell fra to stasjoner, fra Hanneviksbukta, 6/6/11 og fra Myrodden 4/8/11 og 20/10/11. På den siste datoen ble det samlet inn både stedeagne blåskjell og utsatte blåskjell som var plassert ut den 21.9.11. Det ble ikke funnet blåskjell på stasjonen i Kolsdalsbukta. Plassering av blåskjellstasjonene er vist på kart i **Figur 1** og **Figur 2**, koordinatene er oppgitt i **Tabell 1**.



Figur 2. Plassering av blåskjellstasjoner.

Alle blåskjellprøvene ble analysert av NIVAs laboratorium for metallene kvikksølv (Hg), kadmium (Cd), kobber (Cu), sink (Zn), bly (Pb), nikkel (Ni), arsen (As), krom (Cr), kobolt (Co), jern (Fe), aluminium (Al), silisium (Si) og kalsium (Ca). Metallene er bestemt ved at prøven oppsluttes ved autoklavering med salpetersyre og analyseres med hjelp av atomabsorpsjon og grafittovn, bortsett fra kvikksølv som bestemmes med gullfelle og kalddamp atomabsorpsjon. Fullstendige analyseutskrifter er oppgitt i Vedlegg B. Analysemetoder og analyseusikkerhet er oppgitt i Vedlegg D.

Blåskjellene ble også analysert for de organiske miljøgiftene heksaklorbenzen (HCB), polyklorerte bifenyler (PCB₇), non-orto PCB (dioksinlignende), dioksiner (PCDD) og furaner (PCDF) ved NILUs laboratorium. Fullstendige analyseutskrifter er oppgitt i Vedlegg A.

Klif har utviklet kriterier for klassifisering av miljøtilstand basert på innhold av miljøgifter i blant annet blåskjell (Molvær mfl. 1997). Et utdrag av disse kriteriene er vist i **Tabell 3**. Systemet opererer med fem tilstandsklasser som spenner fra ”ubetydelig-lite forurenset (klasse I)” til ”meget sterkt forurenset (klasse V)” for innhold av miljøgifter. Blåskjellene fra Kristiansand er blitt klassifisert iht. dette systemet.

Tabell 3. Klifs klassifisering av miljøtilstand basert på innhold av metaller og utvalgte klororganiske forbindelser i blåskjell (Molvær mfl. 1997).

Arter/ vev	Parametere	Tilstandsklasser				
		I <i>Ubetydelig - Lite forurenset</i>	II <i>Moderat forurenset</i>	III <i>Markert forurenset</i>	IV <i>Sterkt forurenset</i>	V <i>Meget sterkt forurenset</i>
Blåskjell (tørrvektsbasis)	Bly (mg Pb/kg)	<3*	3-15	15-40	40-100	>100
	Kadmium (mg Cd/kg)	<2	2-5	5-20	20-40	>40
	Kobber (mg Cu/kg)	<10	10-30	30-100	100-200	>200
	Kvikksølv (mg Hg/kg)	<0,2	0,2-0,5	0,5-1,5	1,5-4	>4
	Krom (mg Cr/kg)	<3	3-10	10-30	30-60	>60
	Sink (mg Zn/kg)	<200	200-400	400-1000	1000-2500	>2500
	Nikkel (mg Ni/kg)	<5	5-20	20-50	50-100	>100
	Arsen (mg Ar/kg)	<10	10-30	30-100	100-200	>200
	Sølv (mg Ag/kg)	<0,3	0,3-1	1-2	2-5	>5
TBT* (mg/kg)	<0,1	0,1-0,5	0,5-2	2-5	>5	
Blåskjell (våttvektsbasis)	ΣPAH (µg/kg)	<50	50-200	200-2000	2000-5000	>5000
	ΣKPAH (µg/kg)	<10	10-30	30-100	100-300	>300
	B[a]P (µg/kg)	<1	1-3	3-10	10-30	>30
	TE_{PCDF/D} (ng/kg)	<0,2	0,2-0,5	0,5-1,5	1,5-3	>3
	HCB (µg/kg)	<0,1	0,1-0,3	0,3-1	1-5	>5
	ΣPCB₇ (µg/kg)	<4	4-15	15-40	40-100	>100

3. Resultater og diskusjon

3.1 Overvåking av arsen i vannmassene

3.1.1 Bakgrunn og formål

Xstrata Nikkelverk A/S har fokus på belastningen i resipienten fra utslipp av arsen. I rapporten fra 2010 ble spredning og fortynningsforhold til hovedutslippet av arsen modellert og på det grunnlag ble det samlet inn vannprøver fra overflatevannmassene. I 2011 er prøvetakingen videreført, men da også med prøver fra dypere vannlag.

3.1.2 Beskrivelse av utslippet

I rapporten fra 2010 ble innlagringsdyp og fortynning modellert. For oversiktens skyld er deler av den teksten gjengitt i dette kapitlet.

Det er fem utslipp der avløpsvannet inneholder arsen (**Figur 3**). Av disse bidrar avløp nr. 7 med 62 % regnet på årsbasis (**Tabell 4**) og de etterfølgende beregningene blir derfor konsentrert om dette.

Vannet som slippes ut gjennom avløp 7 består av filtrat fra felleanlegg for tynne løsninger og sjøvann. Egenvekten av filtratet er oppgitt til 0,996 kg/l, eller praktisk talt samme egenvekt som ferskvann. Sjøvannet pumpes inn fra 21 meters dyp i Hanneviksbukta. Opplysningene om utslippet er sammenfattet i **Tabell 5**.

Tabell 4. Beskrivelse av avløp som fører arsen til Hanneviksbukta. Data fra 2009.

Avløp nr.	Arsen (kg/d)		
	Middel	Maksimum	Minimum
3	0,04 (10,8 %)	0,22	0,01
7	0,23 (62,2 %)	0,38	0,13
9	0,05 (13,5 %)	0,15	0
14	0,02 (5,4 %)	0,03	0
20	0,03 (8,1 %)	0,06	0
Sum	0,37 (100 %)	0,84	0,14



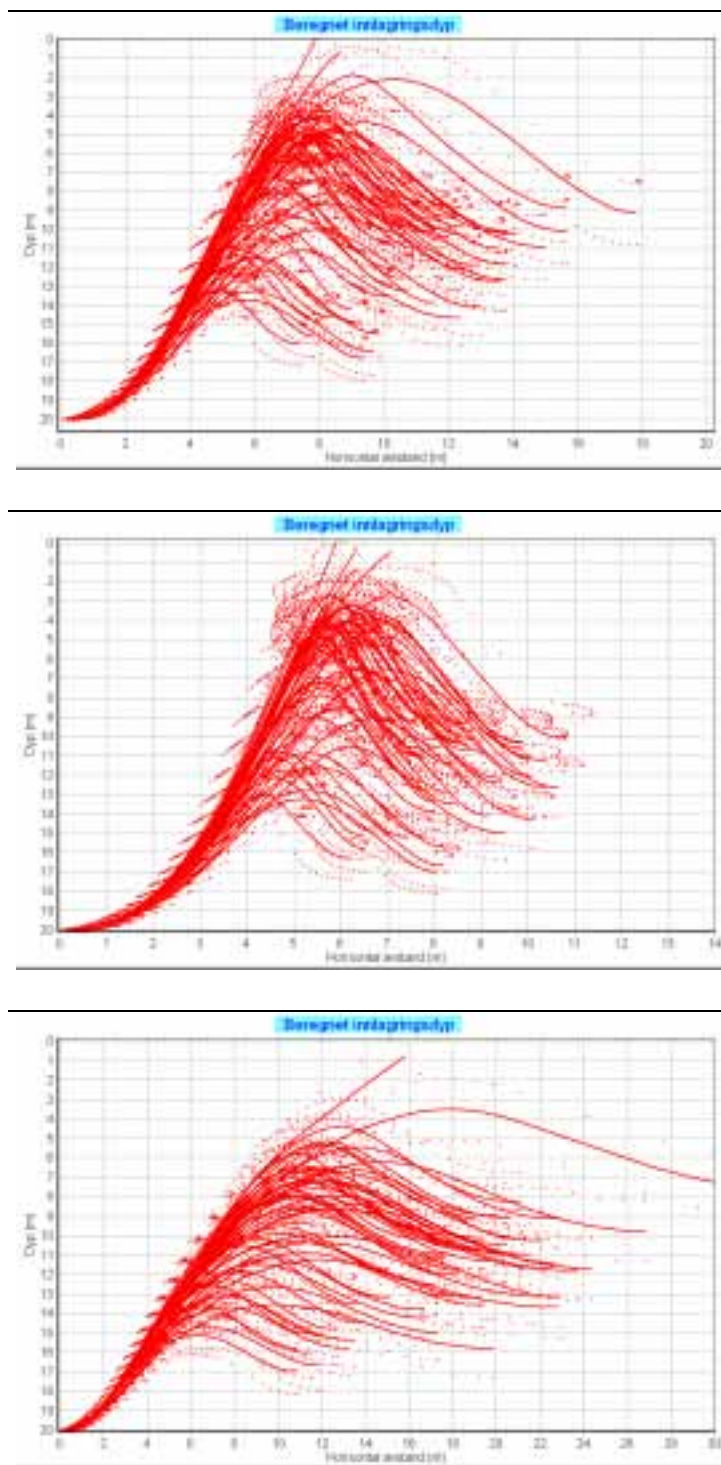
Figur 3. Hanneviksbukta med avløp som fører arsen. Avløp 7 er i særklasse størst.

Xstrata opplyser at i 2009 var gjennomsnittskonsentrasjonen $25 \mu\text{g As/l}$ i avløp 7, maksimum var $39 \mu\text{g As/l}$ og minimum var $13 \mu\text{g As/l}$. I beregningene legger vi $25 \mu\text{g As/l}$ til grunn.

Tabell 5. Avløp 7. Vannmengder, utslipp og inntak, til bruk i beregningene av innlagingsdyp og fortykning for utslippsvannet.

Vannmengder (m^3/d)			Inntaksdyp sjøvann	Utslippsdyp	Diameter utslippsledning
Filtrat	Sjøvann	Totalt			
3120	6320	9440	21 m	20 m	600 mm

Avløpsvannet har lavere egenvekt enn sjøvannet i 20 meters dyp og begynner dermed å stige mot overflaten. Innlagringen påvirkes av den vertikale sjiktningen og av strømhastigheten. Resultatene av innlagingsberegningene for strømhastigheter på 2 cm/s, 4 cm/s og 8 cm/s er vist i **Figur 4**. For mer detaljerte opplysninger vises det til rapporten fra undersøkelsene i 2010 (Håvardstun mfl. 2011).



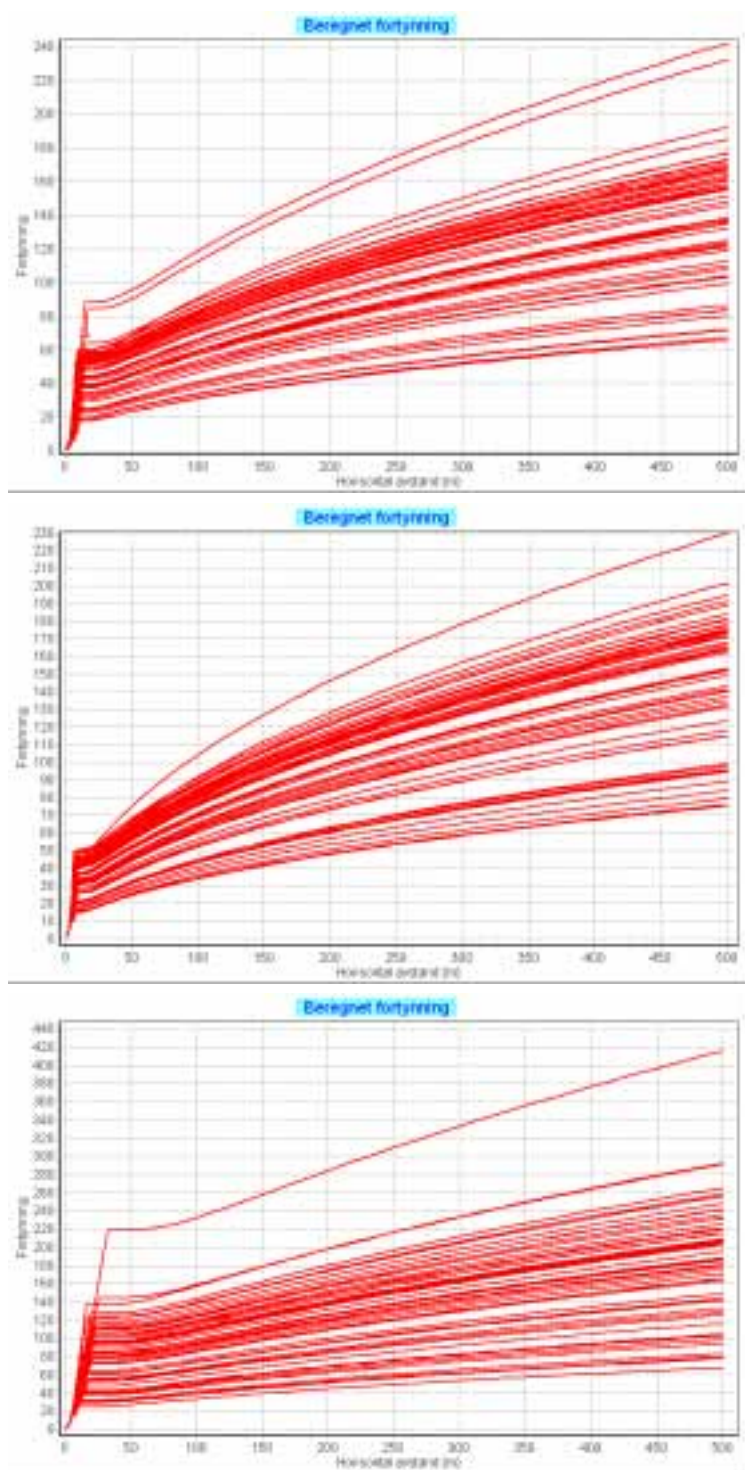
Figur 4. Beregningen av innlagringsdyp for avløpsvannet ved utlipp i 20 meters dyp. Hver figur viser resultat for 56 situasjoner. Senterlinjen for skyen med fortynt avløpsvann er vist med heltrukne linjer, mens yttergrensene er vist med stiplede linjer. Øverst: resultat for vanligste strømhastighet, 4 cm/s. Midten: resultat for lav strømhastighet, 2 cm/s. Nederst: resultat for høy strømhastighet, 8 cm/s.

Den beregnede gjennomsnittlige fortynningen i den innlagrede "skyen" med avløpsvann er vist i **Figur 5** med de tre valgte strømhastighetene. Ved den vanligste strømhastigheten (4 cm/s) er avløpsvannet fortynnet 20-60x allerede når det innlagres (primærfortynningen). Fortynningen er lavest når avløpsvannet innlagres dypt (kort fortynningsdistanse) og større ved de situasjonene når innlagringen skjer høyere i vannsøylen. For de to situasjonene hvor det innblandes i overflatelaget er primærfortynningen ca. 85x. Ved ca. 150 meters avstand er fortynningen typisk 40-140x.

Den midtre figuren (strømhastighet 2 cm/s) viser noe lavere primærfortynning fordi strålebanen er mer vertikal (kortere fortynningsdistanse enn for 4 cm/s), men deretter øker fortynningen relativt raskt – og raskere enn ved 4 cm/s. Denne forskjellen skyldes at "fortynning behøver tid", og ved lav hastighet tar det lenger tid for avløpsvannet å nå ut til for eksempel 150 meter enn ved større hastigheter.

Den nederste figuren (strømhastighet 8 cm/s) viser høyest primærfortynning fordi strålebanen er flatere (lengre fortynningsdistanse enn for 2-4 cm/s), men deretter øker fortynningen langsommere enn vist i de to figurene ovenfor. Grunnen til langsommere fortynning ut til for eksempel 150 meter er større strømhastighet/kortere tid.

Den vertikale tykkelsen av skyen med fortynnet avløpsvann vil variere med den vertikale sjiktningen og strømforholdene, men ligger sannsynligvis oftest i intervallet 2-3 meter. I sentrum av skyen vil fortynningen oftest være 50-70 % av den gjennomsnittlige fortynningen.



Figur 5. Beregnet fortyrning av avløpsvannet for de 56 situasjonene og ved strømhastighet 4 cm/s (øverst), 2 cm/s (midten) og 8 cm/s (nederst).

Vi har antatt at $2 \mu\text{g As/l}$ er en typisk konsentrasjon i sjøvannet som blandes med avløpsvannet, og dermed fortynner dette. Til vanlig oppnås dermed tilstandsklasse II "God" ($2-4,8 \mu\text{g As/l}$) allerede ved primærfortynningen. På grunnlag av beregningene i det foregående kapitlet, vannkvalitetsklassifiseringen og en Predicted No Effect Concentration (PNEC) på $12,5 \mu\text{g As/l}$ (Crommentuijn mfl. 1997) kan man dermed anslå influensområdet for utslippet til noen titalls meter omkring utslippspunktet, som skissert i **Figur 6**.

Til vanlig vil det fortynnede avløpsvannet bli innlagret i 10-15 meters dyp. Det er mulig at avløpsvannet en gang i blant – ved fralandsvind som reduserer innstrømming av brakkvann fra selve Kristiansandsfjorden/liten vannføring i Otra – kan nå overflatelaget i Hanneviksbukta. Da er samtidig primærfortynningen maksimal og arsenkonsentrasjonen $\leq 2,5 \mu\text{g As/l}$.

I forhold til påvirkning kan man også ta i betraktning at mens vanddypet i influensområdet (vannsøylen) er 20-30 meter, vil tykkelsen av skyen med fortynnet avløpsvann typisk være 2-4 meter.



Figur 6. Illustrasjon av skyen med innlagret avløpsvann. Utenfor noen titalls meter vil vannkvaliteten tilsvare "god tilstandsklasse (klasse II)".

3.1.3 Konsentrasjoner

Resultatene av arseninnholdet i vannprøvene fra Kristiansandsfjorden i 2010 og 2011 er vist i **Tabell 6**. Resultatene viser at det på de to prøvetakingstidspunktene ikke ble funnet arsenkonsentrasjoner over bakgrunnsnivå i overflatevannmassene. Prøven på 10 meters dyp som ligger nær utslippspunktet, viste noe høyere verdi svarende til tilstandsklasse II "god miljøtilstand". De observerte verdiene stemmer således godt overens med de modellerte konsentrasjonene.

Tabell 6. Arseninnhold i vannprøver fra Kristiansandsfjorden i 2010 og 2011. Romertall tilsvarer tilstandsklasse iht. Klifs kriterier.

Stasjon	Dato	Dyp m	As µg/l	Tilstandsklasse
K 18	10/9/2010	0,3	<1	I
Kolsdalsbukta	10/9/2010	0,3	1,21	I
Myrodden	10/9/2010	0,3	1,14	I
K 18	9/12/2010	0,2	1,19	I
Kolsdalsbukta	9/12/2010	0,2	1,49	I
Kolsdalsbukta	9/12/2010	10	1,45	I
Myrodden	9/12/2010	0,2	1,24	I
K 18	06/6/2011	0,3	<1	I
Kolsdalsbukta	06/6/2011	0,3	<1	I
Kolsdalsbukta	06/6/2011	10	<2	I
Myrodden	06/6/2011	0,3	<1	I
K 18	04/08/2011	0,3	0,70	I
Kolsdalsbukta	04/08/2011	0,3	0,65	I
Kolsdalsbukta	04/08/2011	10	2,57	II
Myrodden	04/08/2011	0,3	0,74	I

3.2 Miljøgiftinnhold i blåskjell

3.2.1 Metaller

Innholdet av metaller og klorerte forbindelser i blåskjellprøvene fra nærområdet til Xstrata Nikkelverk AS i 2010 og 2011 er vist i **Tabell 7**.

Tabell 7. Miljøgiftinnhold i blåskjell fra Kristiansandsfjorden i 2010 og 2011. Romertall og farge tilsvarer tilstandsklasser iht. Klifs kriterier (**Tabell 3**). For aluminium (Al), jern (Fe), kobolt (Co), silisium (Si) og kalsium (Ca) er det ikke utarbeidet tilstandsklasser.

2010

stasjon	tørrstoff %	As µg/g t.v.	Cd µg/g t.v.	Cr µg/g t.v.	Cu µg/g t.v.	Hg µg/g t.v.	Ni µg/g t.v.	Pb µg/g t.v.	Zn µg/g t.v.	Al µg/g t.v.	Fe µg/g t.v.	Co µg/g t.v.	Si µg/g t.v.	Ca µg/g t.v.
Hanneviksbukta	13,1	13,1 II	1,4 I	3,5 II	29 II	0,2 II	17 II	19 III	148 I	106	443	7,1	260	5191
Kolsdalsbukta	16,2	12,0 II	1,0 I	1,2 I	12 II	0,1 I	4,9 I	4,0 I	194 I	101	494	1,4	241	2963
Myrodden	13,1	14,5 II	1,6 I	2,3 I	11 II	0,1 I	7,1 II	4,4 I	141 I	60	328	2,1	137	3359

2011

stasjon	tørrstoff %	As µg/g t.v.	Cd µg/g t.v.	Cr µg/g t.v.	Cu µg/g t.v.	Hg µg/g t.v.	Ni µg/g t.v.	Pb µg/g t.v.	Zn µg/g t.v.	Al µg/g t.v.	Fe µg/g t.v.	Co µg/g t.v.	Si µg/g t.v.	Ca µg/g t.v.
Hanneviksbukta 6.6.11	15	10,7 II	1,7 I	8,7 II	25,9 II	0,37 II	20,5 III	20,8 III	174,7 I	85,3	560	4,4	200	3940
Myrodden, (S) 4.8.11	14	10,9 II	1,7 I	3,0 II	11,4 II	0,19 I	9,3 II	4,9 II	156,4 I	68,7	364	2,4	193	5621
Myrodden, (S) 20.10.11	15	10,2 II	1,6 I	2,9 I	10,7 II	0,19 I	6,1 II	4,5 II	114,7 I	123,3	393	1,2	187	6387
Myrodden, (U) 21-09-20.10.11	14	11,3 II	1,0 I	1,7 I	8,6 I	0,11 I	4,4 I	1,5 I	138,6 I	185,7	421	2,1	307	4564

Resultatene i **Tabell 7** viser at det var generelt lave verdier for metallene arsen (As), kadmium (Cd), krom (Cr), kobber (Cu), kvikksølv (Hg) og sink (Zn) i blåskjell. For disse metallene ble alle stasjoner klassifisert til "moderat forurenset (tilstandsklasse II)" eller lavere. For bly og nikkel ble stasjonen i Hanneviksbukta i 2011 klassifisert til "markert forurenset (tilstandsklasse klasse III)", mens skjellene fra de to andre stasjonene ble klassifisert til "ubetydelig-lite forurenset (tilstandsklasse I)" av bly (Pb).

De utsatte skjellene hadde sammenlignbare, men generelt litt lavere konsentrasjoner av metaller sammenlignet med de stedegne.

Blåskjellene ble også analysert for metallene Co, Fe, Al, Si og Ca blant annet siden Al, Si og Ca inngår i overvåkingen i regi av Elkem. Disse metallene er det ikke utarbeidet tilstandsklasser for. Generelt sett er det noe høyere verdier av kobolt og jern i Hanneviksbukta i forhold til Myrodden. Konsentrasjonene av jern, kobolt, silisium og kalsium i skjell fra Myrodden var i samme område som de tre stasjonene, som inngår i Elkems overvåkingsprogram, nemlig Fiskåtangen, Lumber og Timlingen.

3.2.2 Organiske miljøgifter

Innholdet av de organiske miljøgiftene heksaklorbenzen (HCB), polyklorerte bifenyl (PCB), non-orto PCB, dioksiner (PCDD), furaner (PCDF) og summen av dioksiner og furaner (PCDD/F) i blåskjell er vist i **Tabell 8**. For dioksiner, furaner og non-orto PCB er konsentrasjonene omregnet til toksisitetsekvivalenter (TE) iht. Verdens helseorganisasjons modell (World Health Organization, WHO) (Van den Berg mfl. 2006).

Tabell 8. Innholdet av HCB, PCB₇, non-orto PCB, dioksiner, furaner og summen av dioksiner og furaner. Romertall og farge tilsvarende tilstandsklasser iht. Klifs kriterier (**Tabell 3**).

Toksisitetsekvalenter (TE) er iht. WHO-modell (Van den Berg mfl. 2006). Alle konsentrasjoner er oppgitt i våtvekt.

2010

stasjon	tørrestoff %	HCB µg/kg v.v	PCB ₇ µg/kg v.v	TE PCDD ng/kg v.v	TE PCDF ng/kg v.v	TE sum PCDD/F ng/kg v.v	TE non-orto PCB ng/kg v.v.
Hanneviksbukta	13,1	0,77 III	10,99 II	0,11	0,47	0,58 III	1,44
Kolsdalsbukta	16,2	6,69 V	2,55 I	0,1	2,38	2,69 IV	1,85
Myrodden	13,1	0,54 III	1,42 I	0,32	0,30	0,40 II	0,51

2011

stasjon	tørrestoff %	HCB µg/kg v.v	PCB ₇ µg/kg v.v	TE PCDD pg/g v.v	TE PCDF pg/g v.v	TE sum PCDD/F ng/kg v.v	TE non-orto PCB µg/kg v.v.
Hanneviksbukta 6.6.11	15	3,12 IV	73,10 IV	0,17	1,1	1,27 III	3,40
Myrodden, S 4.8.11	14	0,26 II	1,61 I	0,06	0,18	0,24 II	0,39
Myrodden, S 20.10.11	15	0,76 III	2,13 I	0,10	0,30	0,40 II	0,56
Myrodden, U 21.09-20.10.11	14	0,44 III	1,76 I	0,09	0,38	0,47 II	0,39

Resultatene i **Tabell 8** viser at konsentrasjonene i 2011 av de klorerte forbindelsene i blåskjell fra Myrodden tilsvarende "moderat til markert forurenset (tilstandsklasse II-III)". Skjell fra Hanneviksbukta hadde høyere verdier svarende til "markert til sterkt forurenset (tilstandsklasse III-IV)".

Konsentrasjonene i skjellene fra Myrodden i 2011 var i samme område som for 2010, mens konsentrasjonene i skjellene fra Hanneviksbukta var høyere i 2011, særlig for HCB og PCB₇.

Resultatene viser også at det kan være betydelige variasjoner mellom innsamlingsperioder, for eksempel en variasjon over en tilstandsklasse for HCB i skjell fra Myrodden. Det er en tendens til at utsatte skjell hadde noe lavere verdier enn stedege.

4. Referanser

- Bakke, T., G. Breedveld, T. Källqvist, A. Oen, E. Eek, A. Ruus, A. Kibsgaard, A. Helland og K. Hylland, 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann – Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. Klif TA-nr. 2229/2007.
- Berge, J.A., B. Bjerkeng, K. Næs, E. Oug og A. Ruus, 2007. Undersøkelse av miljøtilstanden i Kristiansandsfjorden 2006. Miljøgifter i sediment og organismer og sammensetning av bløtbunnsfauna. NIVA-rapport 5506-2007.
- Crommentuijn, T., M.D. Polder & E.J. van der Plassche, 1997. Maximum permissible concentrations and negligible concentrations for metals taking background concentrations into account. RIVM report no. 601501 001.
- Green, N.W., M. Schøyen, S. Øxnevad, A. Ruus, T. Høgåsen, B. Beylich, J. Håvardstun, Å.G. Rogne & L. Tveiten, 2010. Coordinated Environmental Monitoring Programme (CEMP). Hazardous substances in fjords and coastal waters – 2009. Levels, trends and effects. Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif), Statlig program for forurensningsovervåking, SPFO-rapportnr. 1079/2010, TA nr. 2716/2010. NIVA prosjekt nummer O-10106, 80106, 26106, 27106 og 28106 og NIVA-rapport 6048-2010.
- Håvardstun, J., J. Molvær og K. Næs, 2011. Overvåking av miljøgifter i nærområdet til Xstrata Nikkelverk AS i Kristiansand i 2010: Metaller, spesielt arsen, og klororganiske forbindelser i vann, sedimenter og blåskjell. NIVA-rapport 6146-2011.
- Kroglund, T. og J. Håvardstun, 2011. Forurensningsbudsjett for utvalgte forbindelser i Hanneviksbukta, Kristiansandsfjorden. NIVA-rapport 6114-2011.
- Molvær J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei og J. Sørensen, 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. SFT-veiledning nr. 97:03, TA-nr. 1467/1997.
- Schøyen, M., J. Håvardstun, S. Øxnevad, I. Allan og K. Næs, 2010. Overvåking av miljøgifter i Kristiansandsfjorden i 2010. Undersøkelse av blåskjell, taskekrabber og passive prøvetakere i vann. NIVA-rapport 6089-2010.
- Van den Berg, M., L.S. Birnbaum, M. Denison, M. De Vito, W. Farland, M. Feeley, H. Fiedler, H. Hakansson, A. Hanberg, L. Haws, M. Rose, S. Safe, D. Schrenk, C. Tohyama, A. Tritscher, J. Tuomisto, M. Tysklind, N. Walker & R. Peterson, 2006. The 2005 World Health Organization Re-evaluation of Human and Mammalian Toxic Equivalency Factors for Dioxins and Dioxin-Like Compounds. *Toxicological Sciences* 93 (2). 223-221.

Vedlegg A. Analyseresultater - NILU

Blåskjellanalyser utført ved NILU.

I resultattabellene er følgende stasjonskoder benyttet:

12-624-1	Stasjon Hannevika 6.6.11
12-624-2	Stasjon Myrodden 4.8.11
12-624-3	Stasjon Myrodden 20.10.11
12-624-4	Stasjon Myrodden utsatte 20.10.11



Norsk institutt for luftforskning
Norwegian Institute for Air Research

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING	
Emne:	0617/12
Referans:	10361
Dato:	12.4.12

Norsk Institutt for vannforskning
Gaustadalleen 21
0349 Oslo
Att: Kristoffer Næs

Deres ref./Your ref.:

Vår ref./Our ref.:
EKE/MSE/O-112004

Kjeller,
April 11th 2012

Results of Dioxin analyses

We are referring to the receipt of samples for analyses.

Our measuring report O-8410 is enclosed.

Our method NILU-O 1, accredited after ISO/IEC-10725, is used.

Regards,

Ole-Anders Braathen
Depl. director, Environmental Chemistry

Ellen Katrin Eng
Senior Scientist

Enclosure: Measuring report O-8410

*Del taker i CIENS og Framsentert / Associated with CIENS and the Fram Centre
ISO-sertifisert etter / ISO certified according to NS-EN ISO 9001/ISO 14001*

NILU – Norsk institutt for luftforskning
PO Box 100
NO 2007 KJELLER, Norway
Phone: +47 02 89 81 00/Fax: +47 63 89 80 50
Besøk/visit: Instituttveien 18, 2007 Kjeller

NILU – Norsk institutt for luftforskning
Framsentert / The Fram Centre
NO-9196 THOMSSØ, Norway
Phone: +47 77 75 03 75/Åsk: +47 77 75 03 76
Besøk/visit: Hjalmar Johansens gt. 14, 9007 Thomssø

e-mail: nilu@nilu.no
nilu.trans@nilu.no
Internet: www.nilu.no
Bank: 5107.05.10030
Forretakstnr./Enterprise no. 901705561

Vennligst adresser post til NILU, ikke til enkeltpersoner/Please reply to the institute.



Measuring report No. O-8410

Customer: Norsk Institutt for vannforskning
Gautadalleen 21
0349 Oslo
Att: Kristoffer Næs

Project No.: O-112038

Sampling:

Location: Customer
Responsibility: Customer
Comments: Customer

Sample information:

NILU sample ID	Customer's sample ID	Sample type	Sample received	Sample approved
12/892	12-634-1	Muskel	23.08.12	11.04.12
12/893	12-634-2	"	"	"
12/894	12-634-3	"	"	"
12/895	12-634-4	"	"	"

Analyses:

Performed by: Norwegian Institute for Air Research
P.O. Box 100
N 2027 KJELLER

Method: NILU-G-1: ("Determinasjon of polychlorinated dibenzo p-dioxins and d-benzofurans")

Comments: Information about measurement uncertainty will be provided upon request.

Accepted: Kjeller, April 11th 2012

Ole-Anders Braathen

Ole-Anders Braathen
Dept. director, Environmental Chemistry



Enclosures: Results of four PCDD/PCDF and nonortho-PCB analyses: 4 pages
Measuring report and enclosures cover 6 pages in all

Measuring results represent only the samples analysed. This report shall not be reproduced except in full, without the written approval of the measuring laboratory.

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Kjeller, 28.03.2012

Encl. to measuring report: O-8410
NILU sample number: 12/692
Customer: NIVA
Customers sample ID: 12-604-1

Sample type: Blåskjell
Sample amount: 40,0 g Total sample amount:
Concentration units: pg/g
Data files: VD031_28-03-12

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) * pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,07	72	0,07	0,07	0,07
12378-PeCDD	0,09	76	0,05	0,09	0,09
123478-HxCDD	0,02	79	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD	0,04	78	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDD	0,02		0,00	0,00	0,00
1234678-HpCDD	0,31	76	0,00	0,00	0,00
OCDD	0,99	65	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			0,13	0,17	0,17
Furanes					
2378-TCDF	7,22	85	0,72	0,72	0,72
12378/12348-PeCDF	0,50	*	0,01	0,03	0,02
23478-PeCDF	1,08	76	0,54	0,54	0,32
123478/123479-HxCDF	0,11	83	0,01	0,01	0,01
123678-HxCDF	0,09	80	0,01	0,01	0,01
123789-HxCDF	0,06	*	0,01	0,01	0,01
234678-HxCDF	0,12	75	0,01	0,01	0,01
1234678-HpCDF	0,19	77	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF	0,03	*	0,00	0,00	0,00
OCDF	0,21	85	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			1,31	1,33	1,10
SUM PCDD/PCDF			1,43	1,50	1,27
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	517	29		0,05	0,05
344'5-TeCB (PCB-81)	16,2			0,00	0,00
33'44'5-PeCB (PCB-126)	32,9	59		3,29	3,29
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	1,59	82		0,02	0,05
SUM TE-PCB				3,36	3,40

TE(nordic): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the Nordic model (Ahborg et al., 1988)
TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)
TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)
c: Lower than detection limit at significance 3 to 1
d: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.
This may be due to instrumental noise or/and chemical interference
g: Lower than 10 times method blank
h: Recovery is not according to NILU's quality criteria
*: Sampling standard NS-EN 1848
*: Not according to NS-EN ISO / IEC 17025

Ver. 1.0, 06.07.11_pg

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Kjeller, 28.03.2012

Encl. to measuring report: O-8410

NILU sample number: 12/693

Customer: NIVA

Customers sample ID: 12 604 2

:

Sample type: Blåskjell

Sample amount: 40.0 g

Total sample amount:

Concentration units: µg/g

Data files: VD031_28-03-12

Compound	Concentration		Recovery	TE(nordic) *	TE (1998)	TE (2005)
	µg/g					
Dioxins						
2378-TCDD	0,02		63	0,02	0,02	0,02
12378-PeCDD	0,04		70	0,02	0,04	0,04
123478-HxCDD	0,02		71	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD	0,03		71	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDD	0,01			0,00	0,00	0,00
1234578-HpCDD	0,19		70	0,00	0,00	0,00
OCDD	0,73		58	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD				0,04	0,06	0,06
Furanes						
2378-TCDF	0,96		78	0,10	0,10	0,10
12378/12345-PeCDF	0,12		x	0,00	0,01	0,00
23475-PeCDF	0,21		70	0,10	0,10	0,06
123478/123479-HxCDF	0,05		74	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDF	0,05		72	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDF	0,03		x	0,00	0,00	0,00
234678-HxCDF	0,06		69	0,01	0,01	0,01
1234678-HpCDF	0,13		71	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF	<		x	0,00	0,00	0,00
OCDF	0,16		58	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF				0,22	0,23	0,18
SUM PCDD/PCDF				0,26	0,28	0,24
nonortho - PCB						
33'44'-TeCB (PCB-77)	12,3		71		0,00	0,00
34'45'-TeCB (PCB-81)	2,09				0,00	0,00
33'44'5-PeCB (PCB-126)	3,79		74		0,38	0,38
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	0,45		80		0,00	0,01
SUM TE-PCB					0,38	0,39

TE(nordic): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1988)

TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1988)

TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

x: Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise and/or chemical interference

b: Lower than 10 times method blank

g: Recovery is not according to NILU's quality criteria

*: Sampling standard NS-EN 1876

†: Not according to NS-EN ISO / IEC 17025

Ver. 1.0 08/07/11_p0

d20120893

Page 1 of 1

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Kjeller, 28.03.2012

Encl. to measuring report: O-8410
 NILU sample number: 12/894
 Customer: NIVA
 Customers sample ID: 12-604-3

Sample type: Blåskjell
 Sample amount: 40,0 g Total sample amount:
 Concentration units: pg/g
 Data files: VD031_26-03-12

Compound	Concentration	Recovery	TE(nordic) *	TE (1998)	TE (2005)
	pg/g				
Dioxins					
2378-TCDD	0,04	75	0,04	0,04	0,04
12378-PeCDD	0,05	87	0,03	0,05	0,05
123478-HxCDD	0,02	94	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD	0,03	91	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDD	0,02		0,00	0,00	0,00
1234678-HpCDD	0,24	90	0,00	0,00	0,00
OCDD	0,81	77	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			0,07	0,10	0,10
Furanes					
2378-TCDF	1,66	93	0,17	0,17	0,17
12378/12348-PeCDF	0,18	*	0,00	0,01	0,01
23478-PeCDF	0,31	87	0,16	0,16	0,09
123478/123479-HxCDF	0,11	94	0,01	0,01	0,01
123678-HxCDF	0,09	92	0,01	0,01	0,01
123789-HxCDF	0,05	*	0,00	0,00	0,00
234678-HxCDF	0,08	92	0,01	0,01	0,01
1234678-HpCDF	0,31	91	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF	0,05	*	0,00	0,00	0,00
OCDF	0,36	77	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			0,36	0,37	0,30
SUM PCDD/PCDF			0,43	0,46	0,40
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	22,9	80		0,00	0,00
34'45'-TeCB (PCB-81)	4,65			0,00	0,00
33'44'5-PeCB (PCB-126)	5,37	87		0,54	0,54
33'44'55'-HxCB (PCB-168)	0,54	98		0,01	0,02
SUM TE-PCB				0,55	0,56

TE(nordic) 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1986)
 TE (1998) 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)
 TE (2005) 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

* Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1
 † Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value
 This may be due to instrumental noise or/and chemical interference
 ‡ Lower than 10 times method blank
 § Recovery is not according to NISUs quality criteria
 ¶ Samplingstandard NS-EN 1348
 †† Not according to NS-EN ISO / IEC 17025

Ver. 1.0.0607.01_jg

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Kjeller, 28.03.2012

Encl. to measuring report: O-8410
NILU sample number: 12/695
Customer: NIVA
Customers sample ID: 12-604-4

Sample type: Blåskjell
Sample amount: 40,0 g
Concentration units: pg/g
Data files: VD031_28-03-12
Total sample amount:

Compound	Concentration	Recovery	TE(nordic) *	TE (1998)	TE (2005)
	pg/g				
Dioxins					
2378-TCDD	0,03	63	0,03	0,03	0,03
12378-PeCDD	0,05	67	0,03	0,05	0,05
123478-HxCDD	0,02	72	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD	0,02	72	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDD	0,02		0,00	0,00	0,00
1234678-HpCDD	0,22	70	0,00	0,00	0,00
OCDD	0,76	56	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			0,06	0,09	0,09
Furanes					
2378-TCDF	1,70	76	0,17	0,17	0,17
12378/12346-PeCDF	0,36	*	0,00	0,02	0,01
23478-PeCDF	0,45	70	0,23	0,23	0,14
123478/123479-HxCDF	0,19	74	0,02	0,02	0,02
123678-HxCDF	0,16	72	0,02	0,02	0,02
123789-HxCDF	0,09	*	0,01	0,01	0,01
234678-HxCDF	0,13	69	0,01	0,01	0,01
1234678-HpCDF	0,55	70	0,01	0,01	0,01
1234789-HpCDF	0,09	*	0,00	0,00	0,00
OCDF	0,69	57	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			0,46	0,48	0,38
SUM PCDD/PCDF			0,53	0,57	0,47
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	17,2	68		0,00	0,00
344'5-TeCB (PCB-81)	2,68			0,00	0,00
33'44'5-PeCB (PCB-126)	3,70	76		0,37	0,37
33'44'55'-HxCB (PCB-168)	0,58	78		0,01	0,02
SUM TE-PCB				0,38	0,39

TE(nordic): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Anborg et al., 1998)
 TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)
 TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)
 * Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1
 † isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value
 This may be due to instrumental noise or/and chemical interference
 ‡ Lower than 10 times method blank
 § Recovery is not according to NILU quality criteria
 ¶ Sampling standard NS-EN 15663
 * Not according to NS-EN ISO 17025

nr 12 06 07 11_jpg



Norsk institutt for luftforskning
Norwegian Institute for Air Research

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING	
Jnr.:	0648/12
Dokument:	10361
Dato:	12.4.12

Norsk Institutt for vannforskning
Gaustadalleen 21
0349 Oslo
Att: Kristoffer Næs

Deres ref./Your ref.:

Vår ref./Our ref.:
EKE/MSE/O-112004

Kjeller,
April 11th 2012

Results of PCB analyses

We are referring to the receipt of samples for analyses.

Our measuring report O-8411 is enclosed.

Our method NILU-O 2, accredited after ISO/IEC-10725, is used.

Regards,

Ole-Anders Braathen
Dept. director, Environmental Chemistry

Ellen Katrin Linge
Senior Scientist

Enclosure: Measuring report O-8411

*Deltaker i CIENS og Framsentret / Associated with CIENS and The Fram Centre
ISO-sertifisert etter / ISO certified according to NS-EN ISO 9001/ISO 14001*

NILU – Norsk institutt for luftforskning
PO Box 100
NO-2027 Kjeller, Norway
Phone: +47 63 80 80 00 / Fax: +47 63 80 80 00
Besøk/visit: instituttveien 18, 2007 Kjeller

NILU – Norsk institutt for luftforskning
Framsentret / The Fram Centre
NO-9296 TROMSØ, Norway
Phone: +47 77 75 03 75 / Fax: +47 77 75 03 76
Besøk/visit: Ljalmær Johansens gt. 14, 9007 Tromsø

e-mail: nilu@nilu.no
nilu.tromso@nilu.no
Internet: www.nilu.no
Bank: 5102.09.15000
Foretakskor./Eita-prise no. 01/706551

Vennligst adresser post til NILU, ikke til enkeltpersoner/Please reply to the institute.



Measuring report No. O-8411

Customer: Norsk Institutt for vannforskning
Gautstadalleen 21
0349 Oslo
Att: Kristoffer Næs

Project No.: O-112038

Sampling:

Location: Customer
Responsibility:
Comments: Customer

Sample information:

NILU sample ID	Customer's sample ID	Sample type	Sample received	Sample approved
12/592	12-604-1	Mussel	23.03.12	11.04.12
12/593	12-604-2	"	"	"
12/594	12-604-3	"	"	"
12/595	12-604-4	"	"	"

Analyses:

Performed by: Norwegian Institute for Air Research
P.O. Box 100
N-2027 KJELLER

Method: NILU-O-2: ("Determination of semivolatile persistent organic compounds – pesticides and PCB's")

Comments: Information about measurement uncertainty will be provided upon request.

Accepted: Kjeller, April 11th 2012

Ole-Anders Braathen

Ole-Anders Braathen
Dept. director, Environmental Chemistry



Enclosures: Results of four PCB analyses: 4 pages
Measuring report and enclosures cover 6 pages in all

Measuring results represent only the samples analysed. This report shall not be reproduced except in full, without the written approval of the measuring laboratory.

Results of PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-8411
 NILU-Sample number: 12/0692
 Customer: NIVA
 Customers sample ID: 12-804-1

Kjeller, 11.04.2012

Sample type: Blåskjell
 Analysed sample amount: 40,0 g
 Total sample amount:
 Concentration units: ng/g
 Data files: M_10_04_12

Compound		Concentration	Recovery	TE (1998)	TE (2005)
Structure	IUPAC no.	ng/g	%	pg/g	pg/g
PeCB		1,25	26		
HCB		3,12	37		
2,2',5-TriCB	16	0,92			
2,4,4'-TriCB	28	2,67	55		
2,4',5-TriCB	31	1,83			
2',3,4-TriCB	33	0,59			
3,4,4'-TriCB	37	0,08			
Sum-TriCB		10,4	*		
2,2',4,4'-TetCB	47	1,46			
2,2',5,5'-TetCB	52	7,54	56		
2,3',4,4'-TetCB	66	3,94			
2,4,4',5-TetCB	74	2,15			
Sum-TetCB		18,9	*		
2,2',4,4',5-PenCB	99	7,85			
2,2',4,5,5'-PenCB	101	19,3	64		
2,3,3',4,4'-PenCB	105	7,10	77	0,71	0,21
2,3,4,4',5-PenCB	114	0,32	76	0,16	0,01
2,3',4,4',5-PenCB	118	18,9	76	1,89	0,57
2,3,3',4,5-PenCB	122	0,20			
2',3,4,4',5-PenCB	123	0,34	73	0,05	0,01
Sum-PenCB		53,9	*		
2,2',3,3',4,4'-HexCB	128	3,07			
2,2',3,4,4',5'-HexCB	138	12,9	74		
2,2',3,4,5,5'-HexCB	141	0,22			
2,2',3,4',5,6-HexCB	149	7,45			
2,2',4,4',5,5'-HexCB	153	11,4	71		
2,3,3',4,4',5-HexCB	155	1,17	85	0,58	0,04
2,3,3',4,4',5,1-HexCB	157	0,32	85	0,16	0,01
2,3',4,4',5,5'-HexCB	157	0,65	83	0,01	0,02
Sum-HexCB		37,1	*		
2,2',3,3',4,4',5-HepCB	170	0,14			
2,2',3,4,4',5,5'-HepCB	180	0,50	74		
2,2',3,4,4',5',6-HepCB	183	0,32			
2,2',3,4',5,5',6-HepCB	187	0,58			
2,3,3',4,4',5,5'-HepCB	189	0,02	90	0,00	0,00
Sum-HepCB		1,57	*		
2,2',3,3',4,4',5,5'-OctCB	194	<			
2,2',3,3',4,4',5,5',6-NonCB	206	<			
DecaCB	209	<			
Sum 7 PCB		73,1			
Sum PCB		123	*	3,54	0,86

Sum 7 PCB: PCB(28+52+101+118+138+153+189)
 Sum PCB: Sum of observed PCB (mono- and di-CB are not included)
 <: Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1
 i: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.
 This may be due to instrumental noise or/and chemical interferences
 b: Lower than 10 times method blank.
 g: Recovery is not according to NILU's quality criteria
 TE (1998): 2378 TCDD toxicity equivalents of the mono-ortho PCB according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)
 TE (2005): 2378 TCDD toxicity equivalents of the mono-ortho PCB according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)
 *: Not according to NS-EN ISO 71625

Results of PCB Analysis



Enc. to measuring report: O-8411
 NILU-Sample number: 12/0693
 Customer: NIVA
 Customers sample ID: 12-804-2

Kjeller, 10.04.2012

Sample type:
 Analysed sample amount: 40,0 g
 Total sample amount:
 Concentration units: ng/g
 Data files: Blåskjell

Compound		Concentration	Recovery	TE (1998)	TE (2005)
Structure	IUPAC-no	ng/g	%	pg/g	pg/g
PeCB		0,12	22		
HCB		0,26	20		
2,2',5-TriCB	18	0,02			
2,4,4'-TriCB	20	0,04	63		
2,4',5-TriCB	31	0,03			
2',3,4-TriCB	33	0,02			
3,4,4'-TriCB	37	<			
Sum-TriCB		0,16 *			
2,2',4,4'-TetCB	47	0,03			
2,2',5,5'-TetCB	52	0,09	60		
2,3',4,4'-TetCB	66	0,07			
2,4,4',5-TetCB	74	0,03			
Sum-TetCB		0,29 *			
2,2',4,4',5-PenCB	99	0,10			
2,2',4,6,6'-PenCB	101	0,27	73		
2,3,3',4,4'-PenCB	105	0,07	77	0,01	0,00
2,3,4,4',5-PenCB	114	<	70	0,01	0,00
2,3',4,4',5-PenCB	118	0,21	72	0,02	0,01
2',3,3',4,5-PenCB	122	<			
2,3,4,4',5-PenCB	123	<	73	0,00	0,00
Sum-PenCB		0,66 *			
2,2',3,3',4,4'-HexCB	128	0,08			
2,2',3,4,4',6'-HexCB	130	0,38	64		
2,2',3,4,5,5'-HexCB	141	<			
2,2',3,4,5',6-HexCB	149	0,29			
2,2',4,4',5,5'-HexCB	153	0,54	70		
2,3,3',4,4',6-HexCB	156	0,03	71	0,02	0,00
2,3,3',4,4',5'-HexCB	157	<	74	0,01	0,00
2,3',4,4',5,5'-HexCB	167	0,02	72	0,00	0,00
Sum-HexCB		1,36 *			
2,2',3,3',4,4',5-HepCB	170	0,02			
2,2',3,4,4',5,5'-HepCB	180	0,08	72		
2,2',3,4,4',5',6-HepCB	183	0,05			
2,2',3,4',5,5',6-HepCB	187	0,13			
2,3,3',4,4',5,5'-HepCB	189	<	66	0,00	0,00
Sum-HepCB		0,29 *			
2,2',3,3',4,4',5,5'-OctCB	194	<			
2,2',3,3',4,4',5,5',6-NonCB	205	<			
DecaCB	209	<	71		
Sum 7 PCB		1,61			
Sum PCB		2,77 *		0,05	0,01

Sum 7 PCB: PCB(28+52+101+118+130+153+180)
 Sum PCB: Sum of observed PCB (mono- and di-CB are not included)
 <: Lower than detection limit at signal to noise 3 to 1
 i: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value
 This may be due to instrumental noise and/or chemical interference
 b: Lower than 10 times method blank
 g: Recovery is not according to NILU's quality criteria
 TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents of the mono-ortho PCB according to the WHO model
 (M. Van den Berg et al., 1998)
 TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents of the mono-ortho PCB according to the WHO model
 (M. Van den Berg et al., 2005)
 *: Not according to NS-EN ISO 7160:2005

Results of PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-8411
 NILU-Sample number: 12/0694
 Customer: NIVA
 Customers sample ID: 12 804 3

Kjeller, 10.04.2012

Sample type: Blåskjell
 Analysed sample amount: 40,0 g
 Total sample amount:
 Concentration units: ng/g
 Data files: M_29_03_12

Compound		Concentration	Recovery	TE (1998)	TE (2005)
Structure	IUPAC-no.	ng/g	%	pg/g	pg/g
HxCB		0,21	20		
HCB		0,75	9		
2,2,5-TrCB	18	0,04			
2,4,4'-TriCB	28	0,08	57		
2,4,5-TriCB	31	0,07			
2,3,4-TriCB	33	0,04			
3,4,4'-TriCB	37	<			
Sum-TriCB		0,34 *			
2,2',4,4'-TetCB	47	0,06			
2,2',5,5'-TetCB	62	0,12	56		
2,3',4,4'-TetCB	66	0,11			
2,4,4',5-TetCB	74	0,06			
Sum-TetCB		0,44 *			
2,2',4,4',5-PenCB	99	0,14			
2,2',4,5,5'-PenCB	101	0,35	68		
2,3,3',4,4'-PenCB	105	0,09	66	0,01	0,00
2,3,4,4',5-PenCB	114	<	65	0,01	0,00
2,3',4,4',5-PenCB	118	0,26	62	0,03	0,01
2',3,3',4,5-PenCB	122	<			
2',3,4,4',5-PenCB	123	<	63	0,00	0,00
Sum-PenCB		0,66 *			
2,2',3,3',4,4',5-HexCB	126	0,12			
2,2',3,4,4',5'-HexCB	138	0,52	75		
2,2',3,4,5,5'-HexCB	141	0,01			
2,2',3,4',5',5'-HexCB	149	0,10			
2,2',4,4',5,5'-HexCB	153	0,70	84		
2,3,3',4,4',5-HexCB	156	0,01	59	0,02	0,00
2,3,3',4,4',5'-HexCB	157	<	60	0,01	0,00
2,3',4,4',5,5'-HexCB	157	0,03	57	0,00	0,00
Sum-HexCB		1,52 *			
2,2',3,3',4,4',5',6-HepCB	170	0,02			
2,2',3,4,4',5,5'-HepCB	180	0,09	67		
2,2',3,4,4',5',6-HepCB	183	0,07			
2,2',3,4',5',5',6-HepCB	187	0,17			
2,3,3',4,4',5,5'-HepCB	189	<	51	0,00	0,00
Sum-HepCB		0,35 *			
2,2',3,3',4,4',5,5',6-OctCB	194	<			
2,2',3,3',4,4',5,5',6-NonCB	206	<			
DecaCB	209	<	70		
Sum 7 PCB		2,13			
Sum PCB		3,84 *		0,07	0,01

Sum 7 PCB: PCB(28+57+101+118+138+153+160)
 Sum PCB: Sum of observed PCB (mono- and di CB are not included)
 <: Lower than detection limit at signal to noise 3 to 1
 i: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.
 This may be due to instrumental noise and/or chemical interference
 0: Lower than 10 times method blank
 q: Recovery is not according to NILU's quality criteria
 TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents of the mono-ortho PCB according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)
 TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents of the mono-ortho PCB according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)
 *: Not according to NS-EN ISO / IEC 17026

Wa 1.0 12/07/11.qg

Results of PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-8411
 NILU-Sample number: 12/0895
 Customer: NIVA
 Customers sample ID: 12-504.4

Kjeller, 10.04.2012

Sample type: Blåskjell
 Analysed sample amount: 40.0 g
 Total sample amount:
 Concentration units: ng/g
 Data files: M_20_03_12

Compound		Concentration	Recovery	TE (1998)	TE (2005)
Structure	IUPAC-no.	ng/g	%	pg/g	pg/g
PeCB		0,12	21		
HCB		0,44	9		
2,2',3'-TriCB	15	0,03			
2,4,4'-TriCB	28	0,07	48		
2,4',3'-TriCB	31	0,06			
2',3,4'-TriCB	33	0,04			
3,4,4'-TriCB	37	<			
Sum-TriCB		0,29	*		
2,2',4,4'-TetCB	47	0,05			
2,2',5,5'-TetCB	62	0,10	50		
2,3',4,4'-TetCB	66	0,11			
2,4,4',5'-TetCB	74	0,05			
Sum-TetCB		0,39	*		
2,2',4,4',5'-PenCB	99	0,12			
2,2',4,5,5'-PenCB	101	0,20	61		
2,3,3',4,4'-PenCB	105	0,07	63	0,01	0,00
2,3,4,4',5'-PenCB	114	<	63	0,01	0,00
2,3',4,4',5'-PenCB	118	0,22	65	0,02	0,01
2,3,3',4,5'-PenCB	122	<			
2',3,4,4',5'-PenCB	123	<	60	0,00	0,00
Sum-PenCB		0,71	*		
2,2',3,3',4,4'-HexCB	128	0,09			
2,2',3,4,4',5'-HexCB	138	0,42	75		
2,2',3,4,5,5'-HexCB	141	<			
2,2',3,4',5',6'-HexCB	149	0,30			
2,2',4,4',5,6'-HexCB	163	0,61	67		
2,3,3',4,4',5'-HexCB	156	0,03	65	0,01	0,00
2,3,3',4,4',5',6'-HexCB	157	<	63	0,01	0,00
2,3',4,4',5,5'-HexCB	167	0,02	58	0,00	0,00
Sum-HexCB		1,49	*		
2,2',3,3',4,4',5'-HepCB	170	0,01			
2,2',3,4,4',5,6'-HepCB	180	0,07	75		
2,2',3,4,4',5',6'-HepCB	183	0,05			
2,2',3,4',5,5',6'-HepCB	187	0,13			
2,3,3',4,4',5,5',6'-HepCB	189	<	66	0,00	0,00
Sum-HepCB		0,26	*		
2,2',3,3',4,4',5,5',6'-OctCB	194	<			
2,2',3,3',4,4',5,5',6'-NonCB	206	<			
DecaCB	209	<			
Sum 7 PCB		1,76			
Sum PCB		3,17	*	0,06	0,01

Sum 7 PCB: PCB(28+62+101+118+138+153+180)
 Sum PCB: Sum of observed PCB (mono- and bi-CB are not included)
 <: Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1
 (): Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.
 This may be due to instrumental noise or/and chemical interference
 b: Lower than 10 times method blank.
 a: Recovery is not according to NILU's quality criteria
 TE (1998): 2376 TCDD toxicity equivalents of the mono-cyclic PCB according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)
 TE (2005): 2376 TCDD toxicity equivalents of the mono-cyclic PCB according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)
 *: Not according to NF-PN ISO / IEC 17025

Vedlegg B. Analyseresultater - NIVA

Blåskjellanalyser utført av NIVA-lab:

Side nr.1/1

Norsk
Institutt
for
Vannforskning

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

ANALYSE RAPPORT



Navn Xstrata supplere
Adresse

Deres referanse:

Vår referanse:

Dato

Rekv.nr. 2012-604
O.nr. O 10361

24.05.2012

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

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Hannevika	2011.06.06	2012.03.16	2012.03.23-2012.03.30
2	Myrodden stedegen	2011.08.04	2012.03.16	2012.03.23-2012.03.30
3	Myrodden stedegen	2011.10.20	2012.03.16	2012.03.23-2012.03.30
4	Myrodden utsatte	2011.10.20	2012.03.16	2012.03.23-2012.03.30

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3	4
Tørrstoff	%	B 3	15	14	15	14
Fett	% pr.v.v.	H 3-4	1,47	1,36	1,82	1,02
Aluminium	µg/g v.v.	E 9-5	12,8	9,62	18,5	26,0
Arsen	µg/g v.v.	E 8-3	1,60	1,52	1,53	1,58
Kalsium	µg/g v.v.	E 9-5	591	787	958	639
Kadmium	µg/g v.v.	E 8-3	0,258	0,231	0,243	0,143
Kobolt	µg/g v.v.	E 8-3	0,662	0,331	0,184	0,129
Krom	µg/g v.v.	E 9-5	1,3	0,42	0,43	0,24
Kobber	µg/g v.v.	E 8-3	3,88	1,60	1,61	1,20
Jern	µg/g v.v.	E 9-5	84	51	59	59
Kvikksølv	µg/g v.v.	E 4-3	0,055	0,027	0,028	0,015
Nikkel	µg/g v.v.	E 8-3	3,07	1,30	0,91	0,62
Bly	µg/g v.v.	E 8-3	3,12	0,69	0,67	0,21
Silisium	µg/g v.v.	E 9-5*	30	27	28	43
Sink	µg/g v.v.	E 8-3	26,2	21,9	17,2	19,4

* : Metoden er ikke akkreditert.

Kommentarer

1 PCB , DIOX +HCB er sendt NILU.men ikke registrert i WILAB.

Norsk institutt for vannforskning

Linda Marie Skryseth
Forskningsassistent

Vedlegg C. Analyseresultater – ALS

Vannanalyser utført av ALS Laboratory Group Norway AS:

Analysevariabel						As
Enhet ==>						µg/l
Metode ==>						TESTNO Ekstern*
P nr	P dato	M erking	P røvetype			
1	20110606	StK 18 lm	s p	2011-01023		<1
2	20110606	StM yøddenbukta 1m	s p	2011-01023		<1
3	20110606	StKo Isdalsbukta 1m	s p	2011-01023		<1
4	20110606	StKo Isdalsbukta 10m	s p	2011-01023		<2

Analysevariabel						As
Enhet ==>						µg/l
Metode ==>						TESTNO Ekstern*
P nr	P dato	M erking	P røvetype			
1	20110804	StK 18 lm	s p	2011-01649		0.701
2	20110804	StM yøddenbukta 1m	s p	2011-01649		0.739
3	20110804	StKo Isdalsbukta 1m	s p	2011-01649		0.655
4	20110804	StKo Isdalsbukta 10m	s p	2011-01649		2.57

Vedlegg D. Analysemetoder og analyseusikkerhet

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

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

NS Anmoder nr	Analysemetode	Måleenhet	Laboratorie
E 4-3	Kvikksølv	ng/l, µg/g	Hg/L, Hg-Sm, Hg-B, Hg/H
Titel:			
Bestemmelse av kvikksølv i vann, slam og sedimenter og biologisk materiale med Perkin-Elmer F20S-00.			
Anvendelsesområde:			
Metoden omfatter bestemmelse av kvikksølv i vann, samt avløpsvann, biologisk materiale slam og sedimenter oppløst i salpetersyre. Slam og sediment frysetørres fortrinnsvis. Ved torking av prøver i vanneslag må ikke temperaturen overstige 30°C. Nedre grense er for vann 1,0 ng/l, oppløst vann 10 ng/l, avløpsvann 0,1 µg/l, faste prøver 0,005 µg/g.			
Prinsipp:			
Kvikksølv må foreligge på ionisk form i prøveløsningen for at kalddampteknikk skal kunne benyttes. Når reduksjonsmiddelet (SnCl ₂) blandes med prøven blir det ionisk kvikksølv og omformet til metallisk kvikksølv (Hg ⁰). En inert bærer-gass (argon) transporterer kvikksølvet til spektrofotometeret. En fordel med denne teknikken er den gode separasjonen av analysen fra matrisen, slik at ikke-spesifikk bakgrunnsabsorpsjon og matriseinterferenser er minimale. Kvikksølvet i vann oppløses i et amalgameringsystem.			
Instrumenter/utrustning:			
Perkin-Elmer F20S-00 med P-E AS-90 autosampler og P-E Amalgam System AA Accessory.			
Målestandarder:			
100 målinger av syntetisk løsning tilsett 20 ng Hg ga middelværdi 19,3 og standardavvik 1,3 ng/l. For oppløst løsning med 10 ng/l Hg ga middelværdi 100 ng/l og standardavvik 12,5 ng/l. For faste materialer: 19 målinger av DOR153 (Siliciumoksid) 0,109 = 0,027 µg/g, ga 0,13 og 0,02 µg/g, 20 målinger av lever 2,337 = 0,18 µg/g, ga 3,6 og 0,16 µg/g.			
Referanser:			
B. Welz, J.C. Melcher, E.W. Siemann, D. Mair: Pico-trace determination of mercury using the amalgamation technique. Norsk Standard, NS 1764. Vannundersøkelser. Bestemmelse av kvikksølv ved kalddamptatomabsorpsjonspektrometri Oksidasjon med salpetersyre. .. Utg. 1989.			

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

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



Norsk institutt for vannforskning

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