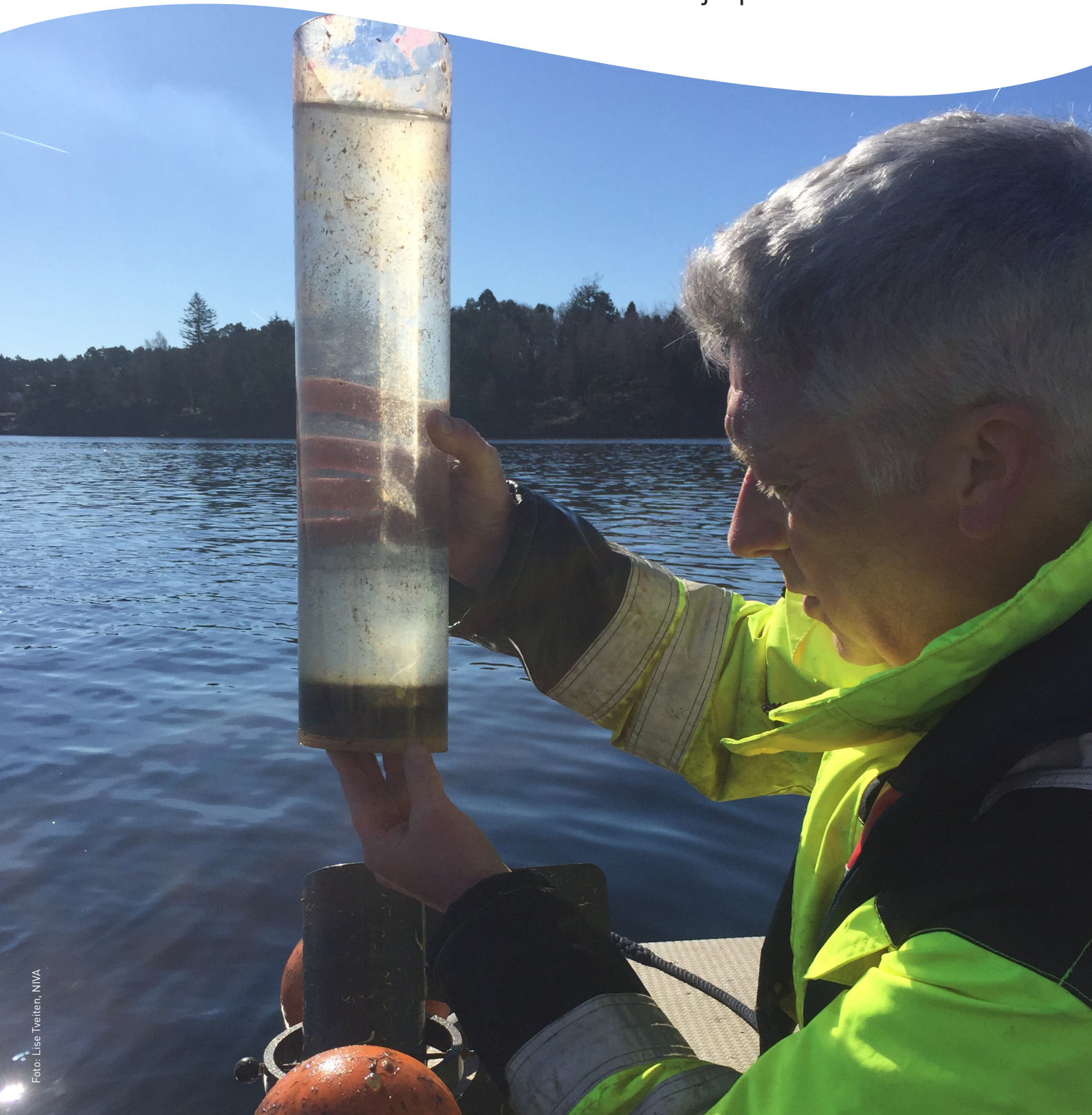


Overvåking utenfor Glencore Nikkelverk AS i Kristiansandsfjorden i 2016.

Undersøkelse av sedimenterende materiale i Hanneviks-
bukta ved hjelp av sedimentfeller.



Hovedkontor

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

NIVA Region Sør

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

NIVA Region Innlandet

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

NIVA Region Vest

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

Tittel Overvåking utenfor Glencore Nikkelverk AS i Kristiansandsfjorden i 2016. Undersøkelse av sedimenterende materiale i Hanneviksbukta ved hjelp av sedimentfeller.	Løpenummer 7118-2017	Dato 8.3.2017
	Prosjektnr. O-14285	Sider 38 s + vedlegg
Forfatter(e) Merete Schøyen Jarle Håvardstun Lise Tveiten	Fagområde Miljøgifter - marin	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Vest-Agder	Utgitt av NIVA

Oppdragsgiver(e) Glencore Nikkelverk AS	Oppdragsreferanse Bjørg Kari Haugland
--	--

Sammenheng

NIVA har gjort målinger av sedimenterende partikler ved hjelp av sedimentfeller utenfor Glencore Nikkelverk AS i Kristiansandsfjorden i 2016. Formålet var å kvantifisere sedimentasjonsmengden (fluksen) og konsentrasjonen av metaller (Ag, As, Au, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Pd, Pt, Th, U, Zn), dioksiner og dioksinliknende PCB som sedimenterer utenfor kaiområdet i Hannevika. Fellene stod ute i 223 dager fra august 2015 til mars 2016. Det ble også gjort undersøkelser av overflatesediment ved én lokalitet utenfor hovedkaiområdet (KV01) og én lokalitet i Fiskåbukta (KH03).

Miljøgiftkonsentrasjonene i sedimentfelle materialet ble sammenliknet med grenseverdier som er utarbeidet for bunnsedimenter (M-608), i form av miljøkvalitetsstandarder (EQSer) og/eller tilstandsklasser (I-V). Det var overskridelser av EQS-grenser for de EU-prioriterte miljøgiftene Pb, Ni og dioksiner, og for de vannregionspesifikke stoffene As, Cu og Zn. Konsentrasjonen av Cr tilsvarte klasse II, Pb og Zn tilsvarte klasse III, mens dioksiner, As, Cu og Ni tilsvarte klasse IV. Miljøgiftkonsentrasjonene i sedimentfellene var signifikant høyere i 2016 sammenlignet med 2009 for dioksiner, As og Pb. For øvrige miljøgifter var det ikke signifikante forskjeller.

Estimert sedimentasjon (fluks) basert på miljøgiftkonsentrasjonene i sedimentfellene var 2,2 g As/m²/år, 3,5 g Cu/m²/år, 0,7 g Zn/m²/år, 0,5 g Pb/m²/år, 3,0 g Ni/m²/år og 0,561 µg dioksiner/m²/år. Sedimentasjonen var signifikant høyere per arealenhet (g/m²/år) i 2016 enn i 2009 for As, Ni og Pb, og det var en ikke-signifikant indikasjon på høyere sedimentasjon i 2016 for dioksiner og Co. Det var ikke signifikant forskjell i sedimentasjonen fra 2009 til 2016 for Cr, Cu og Zn.

Metallkonsentrasjonene i overflatesedimentene var signifikant høyere i 2016 enn i 2006 for As, Cr, Cu, Ni, Pb og Zn, samtidig som rapporterte utslippstall fra virksomheten viser at utslipp av As, Cu, Zn og dioksiner til sjøvann har avtatt i samme periode. Det ansees derfor som sannsynlig at det sedimenterende materialet er påvirket av andre kilder i tillegg til utslipp fra Glencore Nikkelverk AS.

Fire emneord	Four keywords
1. Kristiansandsfjorden	1. Kristiansandsfjord
2. Sedimentasjon	2. Sedimentation
3. Dioksiner	3. Dioxins
4. Metaller	4. Metals

Merete Schøyen
Merete Schøyen
Prosjektleder

Marianne Olsen
Marianne Olsen
Forskningsleder

**Overvåking utenfor Glencore Nikkelverk AS i
Kristiansandsfjorden i 2016.**

Undersøkelse av sedimenterende materiale i
Hanneviksbukta ved hjelp av sedimentfeller

Forord

NIVA har på oppdrag for Glencore Nikkelverk AS gjennomført undersøkelsen «Overvåking utenfor Glencore Nikkelverk AS i Kristiansandsfjorden i 2016. Undersøkelse av sedimenterende materiale i Hanneviksbukta ved hjelp av sedimentfeller».

Rapporten omhandler undersøkelser av sedimenterende partikler ved hjelp av sedimentfeller. Fellene ble utplassert utenfor Glencore kai 7.8.2015 i samarbeid med dykkerfirma Rov & Dykkersevice ved dykker Arne Skaar. Etter over syv måneder ble sedimentfelle materialet innsamlet 17.3.2016. Feltarbeidet ble utført av Jarle Håvardstun og Lise Tveiten.

Rapporten omhandler også prøvetaking og analyser av overflatesedimenter ved den bedriftsnære stasjonen KV01 samt analyser av uran og thorium ved sedimentstasjon KH03 i Fiskåbukta. Analysene ble utført av NIVAs laboratorium og Eurofins under kvalitetssikring av Trine Olsen. Rapporten er forfattet av Merete Schøyen, Morten Schaanning, Kristoffer Næs og Marianne Olsen har kvalitetssikret rapporten.

Merete Schøyen har vært prosjektleder hos NIVA og har hatt kontakt med oppdragsgiver hos bedriften ved kontaktperson Bjørg Kari Haugland.

Alle takkes for innsatsen.

Oslo, 8. mars 2017.

Merete Schøyen

Innholdsfortegnelse

1 Innledning	9
1.1 Bakgrunn	9
1.2 Formål med undersøkelsen	9
1.3 Bedriftens utslipp	10
1.4 2009-undersøkelsen av sedimentfeller	11
2 Materiale og metoder.....	12
2.1 Feltinnsamling	12
2.1.1 Sedimentfeller	12
2.1.2 Overflatesedimenter KV01 og KH03.....	16
2.2 Prøveopparbeiding og analyse	17
2.2.1 Analyseprogram.....	17
2.2.2 Opparbeiding av sedimentfellemateriale	17
2.2.3 Opparbeiding av overflatesedimentprøver	18
2.3 Tilstandsvurderinger	18
2.4 Statistiske metoder	18
3 Resultater.....	19
3.1 Sedimentfeller	19
3.1.1 Mengde sedimentert materiale	19
3.1.2 Konsentrasjoner av EU prioriterte miljøgifter	19
3.1.3 Konsentrasjoner av vannregionspesifikke stoffer.....	20
3.1.4 Tilstandsklasser.....	20
3.1.5 Sedimentasjon (fluks)	21
3.2 Overflatesedimenter på KV01	23
3.2.1 EU-prioriterte miljøgifter i overflatesediment.....	23
3.2.2 Vannregionspesifikke stoffer i overflatesediment.....	23
3.2.3 Tilstandsklasser.....	24
3.3 Uran og thorium i overflatesedimenter på KH03.....	25
4 Oppsummering, vurderinger og konklusjoner.....	26
4.1 Sedimentfeller	26
4.2 Overflatesedimenter på KV01	26
4.3 Sammenlikning med tidligere undersøkelser	26
4.4 Bedriftens bidrag til sedimentasjon av miljøgifter	30
4.5 Tilstandsklasser i overflatesedimenter på KV01	33
4.6 Uran og thorium i overflatesedimenter	33
4.7 Konklusjon.....	34
5 Referanser	36
6 Vedlegg	39

Sammendrag

NIVA har på oppdrag for Glencore Nikkelverk AS gjort målinger av sedimenterende partikler ved hjelp av sedimentfeller. Fellene stod ute fra 7.8.2015 til 17.3.2016, som tilsvarer syv måneder og 10 dager, eller 223 dager. Formålet har vært å både kvantifisere sedimentasjonsmengden (fluksen) og konsentrasjoner av metaller og dioksiner i Hanneviksbukta utenfor bedriftens vestre kai i Kristiansandsfjorden. Dette gir grunnlag for å vurdere mulig utvikling av konsentrasjon i overflatesedimentene ved dagens tilførselssituasjon.

Materialet i sedimentfellene avspeiler utslippsmessige, hydrografiske (som for eksempel tilførsler fra land, primærproduksjon i vannmassene, strømningsforhold) og fysiske forhold i løpet av denne perioden. Sedimentert materiale kan også stamme fra resuspensjon fra sjøbunnen og fra andre kilder enn bedriftens utslipp.

Sedimentfeller

Miljøgiftkonsentrasjoner

Miljøgiftkonsentrasjonene i sedimentfelle materialet ble sammenliknet med grenseverdier som er utarbeidet for bunnsedimenter (jamfør Miljødirektoratets rapport M-608). Det var overskridelser av miljøkvalitetsstandarder (Environmental Quality Standard, EQS) for de EU-prioriterte miljøgiftene bly (Pb), nikkel (Ni) og dioksiner, og for de vannregionspesifikke stoffene arsen (As), kobber (Cu) og sink (Zn).

Det foreligger ikke EQS-grenser for alle de undersøkte miljøgiftene, så konsentrasjonene av sedimentfelle materialet ble i tillegg klassifisert i henhold til tilstandsklasser for bunnsedimenter (jamfør M-608). Sedimentfelle materialet var i tilstandsklasse II for krom (Cr), klasse III for Pb og Zn, klasse IV for dioksiner og klasse V for As, Cu og Ni.

Sedimentasjoner

Av EU-prioriterte miljøgifter som overskred EQS-grenser, var den årlige sedimentasjonsberegningen 0,5 g Pb/m², 3,0 g Ni/m²/år og 0,561 µg dioksiner/m²/år. Av vannregionspesifikke stoffer som overskred EQS-grenser, var den årlige sedimentasjonsberegningen 2,2 g As/m², 3,5 g Cu/m²/år og 0,7 g Zn/m².

Overflatesedimenter

EQS og tilstand

På den bedriftsnære sedimentstasjonen KV01 var det overskridelser av EQS-grenser for de EU-prioriterte miljøgiftene Ni og dioksiner, men ikke for Pb. Sedimentene overskred EQS-grenser for de vannregionspesifikke stoffene As, Cu og Zn, men ikke for Cr. Tilstandsvurdering etter vannforskriften tilsier at det ikke oppnås god kjemisk tilstand på KV01, og den økologiske tilstanden trekkes ned til moderat, slik som ved undersøkelsen i 2015.

Uran og thorium

Konsentrasjonene av uran og thorium på sedimentstasjonen KV01 var henholdsvis 4,8 og 20 mg/kg t.v. Til sammenlikning var konsentrasjonene av uran og thorium henholdsvis 4,5 og 14 mg/kg t.v. i sedimentfelle materialet. Lenger ut i fjorden i Fiskåbukta på KH03, var konsentrasjonene henholdsvis 3,5 og 17 mg/kg t.v.

Sammenlikning med tidligere undersøkelser

Sedimentfeller

Den beregnede sedimentasjonen (fluksen) var signifikant høyere per arealenhet ($\text{g}/\text{m}^2/\text{år}$) i 2016 (basert på fellene A, B og C) enn i 2009 (basert på fellene X1, X2 og X3) for As ($p < 0,0001$), Ni ($p = 0,057$) og Pb ($p = 0,004$), mens det var en indikasjon på økning for dioksiner ($p = 0,054$) og Co ($p = 0,050$). Det var ingen signifikant forskjell i sedimentasjonen fra 2009 til 2016 for Cr ($p = 0,113$), Cu ($p = 0,064$) og Zn ($p = 0,550$).

Miljøgiftkonsentrasjonene i de samme sedimentfellene var signifikant høyere i 2016 sammenlignet med 2009 for dioksiner ($p = 0,022$), As ($p = 0,017$) og Pb ($p = 0,0136$).

Overflatesedimenter

Det var ingen signifikant endring av metall- eller dioksinkonsentrasjoner i overflatesedimentene fra 2015 (basert på stasjonene KV01, X12 og X19) til 2016 (basert på stasjon KV01).

Metallkonsentrasjonene i overflatesedimentene var signifikant høyere i 2016 enn i 2009 for As ($p = 0,007$), Cr ($p = 0,0002$), Cu ($p = 0,0001$), Ni ($p < 0,0001$), Pb ($p = 0,002$) og Zn ($p = 0,0004$). I samme periode har bedriftens rapporterte direkteutslipp av As, Cu, Zn og dioksiner til vann avtatt.

Sedimentfeller vs. overflatesedimenter

Gjennomsnittskonsentrasjonene av Cu, Ni, Zn og dioksinlignende PCB i sedimentfellene fra 2016 var noe høyere enn gjennomsnittskonsentrasjonene i overflatesedimentene fra 2015 og 2016.

Bedriftens bidrag til sedimentasjon av miljøgifter

Utslippstallene for 2015 fra www.norskeutslipp.no (per 13.2.2017) er lagt til grunn for å beregne bedriftens mulige bidrag til sedimentasjon av de målte miljøgiftene. Disse beregningene er sammenlignet med estimatet for sedimentasjon av miljøgifter basert på konsentrasjonene i sedimentfellene i 2016, og antyder at bedriftens utslipp ikke kan forklare hele sedimentasjonen. Denne beregningen gir en usikker men antatt verst tenkelig-tilnærming siden det ansees som lite sannsynlig at utslippet fra virksomheten i sin helhet sedimenterer innenfor Hannevika. Det ansees derfor som sannsynlig at det sedimenterende materialet er påvirket av andre kilder i tillegg til utslipp fra Glencore Nikkelverk AS.

Konklusjon

De rapporterte utslippene fra Glencore Nikkelverk AS eller andre kjente kilder kan ikke forklare den beregnede sedimentasjonen av metaller og dioksiner i sin helhet. Resultatene fra både 2009 og 2016 kan tyde på resuspensjon, transport og sedimentasjon av partikler som enten har sitt opphav i Hanneviksbukta, fra omkringliggende områder, eller tilførsler fra ukjente eller diffuse kilder. Denne undersøkelsen gir imidlertid ikke grunnlag for å vurdere betydningen av disse.

Det kan ikke pekes på en naturlig forbedring i sedimentene siden 2009, og resultatene viser at det kan være vanskelig å oppnå god kjemisk tilstand.

Summary

Title: Monitoring outside Glencore Nikkelverk AS in Kristiansandsfjord in 2016. Investigations of sediment material in Hanneviksbukta using sediment traps.

Year: 2017.

Author: Merete Schøyen, Jarle Håvardstun and Lise Tveiten.

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-6853-9.

NIVA has carried out monitoring of sediment particles using sediment traps outside the harbour of Glencore Nikkelverk AS in Kristiansandsfjord. The traps were deployed from 7 August 2015 to 17 March 2016, corresponding to seven months and 10 days, or 223 days. The aim was to quantify the pollutant fluxes to the seabed and concentrations of metals and dioxins in Hannevika outside the harbour of Glencore Nikkelverk AS.

The sediment material in the traps reflect discharges to water, hydrographical (from land, primary production in the water column, flow conditions etc.) and physical conditions during the deployment period. Sediment material may also originate from resuspension from the seabed and from other sources than discharges from the industry.

Sediment trap materials

Pollutant concentrations

Concentrations of pollutants in the sediment trap materials were classified used Environmental quality standards (EQS, cf. Norwegian Environment Agency report M-608). The EU priority pollutants lead (Pb), nickel (Ni) and dioxins exceeded the EQS. The water region specific substances arsenic (As), copper (Cu) and zinc (Zn) also exceeded the EQS.

Where EQS were lacking the concentrations in the sediment trap materials were classified according to a five-class system where class I is the least polluted (cf. M-608). The concentrations of chromium (Cr) were classified in Class II, Pb and Zn in Class III, dioxins in Class IV and As, Cu and Ni in Class V.

Pollutant fluxes

EU priority pollutants that exceeded EQS had fluxes of 0.5 g Pb/m²/year, 3.0 g Ni/m²/year and 0.561 µg dioxins/m²/year. Water region specific substances that exceeded EQS had fluxes of 2.2 g As/m²/year, 3.5 g Cu/m²/year and 0.7 g Zn/m²/year.

Surface sediments

EQS and status

At sediment station KV01, the EU priority pollutants Ni and dioxins exceeded EQS, but Pb did not. The water region specific substances As, Cu and Zn also exceeded EQS, but Cr did not. The target of good chemical status was not achieved, and the ecological condition was degraded to moderate at this site in 2016, such as in 2015.

Uranium and thorium

The concentrations of uranium and thorium at station KV01 were 4.8 and 20 mg/kg d.w., respectively. For comparison, the concentrations of uranium and thorium, were respectively, 4.5 and 14 mg/kg d.w. The concentrations in the sediment trap materials at station KH03 in Fiskåbukta, were respectively 3.5 and 17 mg/kg d.w.

Comparison with previous studies

Sediment trap materials

The calculated pollutant fluxes to the sediment were significantly higher per unit area ($\text{g}/\text{m}^2/\text{year}$) in 2016 (based on sediment traps A, B and C) compared to 2009 (based on sediment traps X1, X2 and X3) for As ($p < 0.0001$), Ni ($p = 0.057$) and Pb ($p = 0.004$). There were indications that the rates increased for dioxins ($p = 0.054$) and Co ($p = 0.050$). There were no significant differences in fluxes for Cr ($p = 0.113$), Cu ($p = 0.064$) and Zn ($p = 0.550$) from 2009 to 2016.

Concentrations were significantly higher in 2016 than in 2009 for dioxins ($p = 0.022$), As ($p = 0.017$) and Pb ($p = 0.0136$) in these sediment traps.

Surface sediments

There were no significant differences in concentrations of metal or dioxins in surface sediments in 2015 (based on stations KV01, X12 and X19) compared to 2016 (based on station KV01).

Sediment traps vs. surface sediments

The average concentrations of Cu, Ni, Zn and dioxin-like PCBs in sediment traps from 2016 was slightly higher than the average concentrations in surface sediments from 2015 to 2016.

Industry contributions to sedimentation of pollutants

The discharges from the industry can not account for the entire pollutant flux if it is assumed that the discharges from www.norskeutslipp.no (downloaded 13.2.2017) for 2015 forms the basis for calculating potential pollutant contribution, and that these calculations are compared with estimates for pollutant fluxes based on concentrations in sediment traps in 2016. This means of calculation provides an uncertain but conservative estimate. It is unlikely that all discharges to water from the industry settles within Hannevika. It is likely that pollutant fluxes are influenced by other sources in addition to discharges from Glencore Nikkelverk AS.

Conclusions

The reported discharges from Glencore Nikkelverk AS or other known sources can not entirely explain the pollutant fluxes of metals and dioxins to the seabed. The 2009- and 2016-results indicate that other processes such as resuspension, transport and sedimentation of particles from Hannevika or surrounding areas, or inputs from unknown or diffuse sources can not be disregarded. However, this study does not provide a basis for assessing their significance.

This investigation did not confirm that there was an improvement of the sediments since 2009 through natural processes. The study indicated that good chemical status may be difficult to achieve.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

NIVA har overvåket nærområdet til Glencore Nikkelverk AS i 2014-2016 ved å foreta undersøkelser av sedimenter, sedimentasjon (fluks) ved hjelp av sedimentfeller, biota (blåskjell og fisk), vann og fjæresoneregistreringer. Overvåkingsprogrammet ble utformet for å dekke tiltaksrettet overvåking jamfør vannforskriften og supplerende overvåking etter ønske fra bedriften. Undersøkelser av blåskjell og sedimenter er knyttet til pålagt tiltaksrettet overvåking (Schøyen og Håvardstun 2016). Supplerende overvåking har omfattet undersøkelser av makroalger (Kroglund og Schøyen 2014), og undersøkelser av blåskjell, torsk, flatfisk, sedimenter og vann for innhold av klorerte alkylbenzener (KAB) (Schøyen m fl. 2015). Denne rapporten presenterer resultater fra supplerende undersøkelser av sedimentering (fluks) ved hjelp av sedimentfeller gjennomført i 2016.

Bedriften har direkte utslipp til vannforekomsten Kristiansandsfjorden-indre havn. Nærmere opplysninger om vannforekomsten, vannforskriften og bedriftens utslipp finnes i Schøyen og Håvardstun (2016). Der finnes også opplysninger om strømforhold, fortykning og influensområde.

Sedimentasjon av partikler fra vannmassene i Hanneviksbukta danner bunnsedimentene i området. Schøyen m fl. (2013) har tidligere vist til at sedimentasjonshastigheten i Kristiansandsfjorden er 1,8 - 2,2 mm pr år. Konsentrasjonen av kjemiske forbindelser i sedimentene vil være en funksjon av partikkelbundne naturlige og menneskeskapte tilførsler samt oppvirvling og transport av tidligere sedimenterte partikler i Hannevika eller fra området utenfor Hanneviksbukta. Kunnskap om disse sedimenterende partiklene kan gi informasjon om hvilke konsentrasjoner som kan forventes i overflatesedimentene i Hanneviksbukta med dagens tilførselssituasjon.

Sedimentfeller er en anerkjent og mye brukt metode for å kartlegge sedimenterende materiale, som beskrevet i bl.a. Gustafsson m fl. (2004), Strandberg (1998), Pettersen (1997), Broman m fl. (1988), Næs m fl. (1987) og Larsson (1986). Metoden gir et mål på mengde sedimentert materiale og på konsentrasjonen av miljøgifter på sedimenterende partikler tidsintegret over den perioden som fellene står ute. Undersøkelsene kan dessuten gi et grunnlag for å si noe om hvordan konsentrasjonene i overflatesedimentene kan utvikles over tid. NIVA har tidligere gjort sedimentfelleundersøkelser i Hanneviksbukta (Næs og Håvardstun 2010) og i Elkembukta (Ruus m fl. 2005) i Kristiansandsfjorden. NIVA har også utført en rekke andre sedimentfelleundersøkelser i marint miljø de siste 10 årene, slik som i Oslofjorden (Berge m. fl. 2013), Gunneklevfjorden (Olsen m. fl. 2015), Grenlandsfjorden (Næs m. fl. 2009, Allan m fl. 2011), Puddefjorden (Skaare m. fl. 2008), utenfor Fedje (Øxnevad m fl. 2014, Uriansrud m fl. 2006), Åsefjorden (Berge m fl. 2007) og Ranfjorden (Staalstrøm og Kempa 2015). I tillegg benyttet NIVA sedimentfeller i overvåkingen rundt ubåtvraket ved Fedje i 2016.

1.2 Formål med undersøkelsen

Formålet har vært å undersøke konsentrasjonene av miljøgifter i det sedimenterende materialet i Hannevika, samt kvantifisere sedimentasjonen (fluksen) av metaller og dioksiner. Undersøkelsen

gir grunnlag for å vurdere eventuelle endringer i konsentrasjoner og sedimentasjon siden forrige tilsvarende undersøkelse i 2009.

I tillegg til undersøkelsen med sedimentfeller, ble den bedriftsnære sedimentstasjonen KV01 prøvetatt og overflatesediment (0-2 cm) ble analysert for sølv (Ag), arsen (As), gull (Au), kobolt (Co), krom (Cr), kobber (Cu), bly (Pb), palladium (Pd), platinum (Pt), nikkel (Ni), thorium (Th), uran (U), sink (Zn), polyklorerte bifenyler (PCB-7), dioksiner og dioksinliknende PCB. Det ble i tillegg analysert for U og Th i overflatesediment (0-2 cm) på sedimentstasjon KH03 i Fiskåbukta for å oppfylle kravene i bedriftens utslippstillatelse fra Statens strålevern.

1.3 Bedriftens utslipp

Glencore Nikkelverk AS produserer Ni, Cu, Co og svovelsyre. Bedriften har utslippstillatelse for As, Cd, Co, Cu, Fe, Ni, Pb, Zn, svoveldioksid (SO₂) og dioksiner. Bedriften søkte om fornyet utslippstillatelse 22.12.2014. Den gjeldende utslippstillatelsen fra Miljødirektoratet ble gitt 18.12.2003 og ble sist endret 24.1.2013 (**Tabell 1**).

Tabell 1. Glencore Nikkelverk AS` utslippstillatelse fra 18.12.2003, sist revidert 24.1.2013. Data fra www.norskeutslipp.no.

Utslippskomponent	Utslippsgrenser*	
	Døgn (kg)	År (kg)
Ni	11	2200
Cu	8	1800
Co	2	300
As		700
Cd		10
Fe		2200
Pb		120
Zn		700
SO ₂		**
Dioksiner		0,0005***

*Midlingstid 1 uke for utslippskilder med kontinuerlig måling, jamfør måleprogram.

**Det er ikke satt utslippsgrense, men beregnet eller målt utslipp skal rapporteres i den årlige egenrapporten. Grense kan bli satt senere.

***Årsutslipp basert på stikkprøver i henhold til måleprogram.

Et relevant utvalg av Glencore Nikkelverk AS` rapporterte utslippskomponenter til vann er vist i **Tabell 2**, slik de er oppgitt på Miljødirektoratets nettside www.norskeutslipp.no.

Tabell 2. Et utvalg av bedriftens rapporterte utslipp til vann hentet fra www.norskeutslipp.no per 13.2.2017. Nye metoder for å beregne utslippsdata kan føre til endringer i rapportering av nåværende og historiske data hos www.norskeutslipp.no.

Parameter	Glencores 2015-utslipp (kg/år)
As	113,70
Cu	656,70
Ni	1214
Pb	10,40
Zn	117
Dioksiner*	0,4*10 ⁻⁴

* WHO (2005)-PCDD/F TEQ eks. LOQ.

Bedriftens plassering av de fem utslippspunktene for prosessvann er vist i **Figurene 1 og 5**, og beskrivelse av utslippene finnes i Schøyen og Håvardstun (2016).

1.4 2009-undersøkelsen av sedimentfeller

Forrige undersøkelse av sedimentfeller utenfor bedriftens kaiområde i Hannevika ble gjort fra mai til oktober i 2009 og eksponeringstiden var 143 dager (Næs og Håvardstun 2010). De seks sedimentfellene var fordelt på to lenker med tre feller i hver. Den ene lenken var plassert ut fra hovedkaiens vestre side, mens den andre lenken var plassert ut fra land på motsatt side av Hannevika ved Myrodden. Konsentrasjonene av krom (Cr) og kvikksølv (Hg) i fellematerialet varierte fra å være på bakgrunnsnivå til å ha god miljøtilstand (klasse I-II) i henhold til Bakke m. fl. (2007). Miljøtilstanden var god (klasse II) for kadmium (Cd) og sink (Zn), og god til moderat (klasse II-III) for PCB-7. Det var moderat forurensning (klasse III) av dioksiner og furaner. Miljøtilstanden for bly (Pb) var moderat til dårlig (klasse III-IV), og dårlig til svært dårlig (klasse IV-V) for arsen (As), kobber (Cu) og nikkel (Ni).

Basert på sedimentfellene ble årlig sedimentasjon i Hanneviksbukta i 2009 beregnet til 1,5 til 3,4 kg tørt sediment per kvadratmeter og disse resultatene stemte godt overens med data fra daterte sedimentkjerner fra Kristiansands havneområde fra 2006 (Næs og Håvardstun 2010).

Total sedimentasjon av dioksiner/furaner for hele Hanneviksbukta (400 000 m²) ble i 2009 estimert til å være 40-80 mg toksisitetsekvivalenter årlig. Dette ble sammenlignet med direkteutslippet fra Glencore Nikkelverk AS på ca. 50 mg toksisitetsekvivalenter årlig (Næs og Håvardstun 2010). Det ble vurdert som lite sannsynlig at direkteutslippet i sin helhet ville sedimentere innenfor de 400 000 m² som utgjør Hanneviksbukta, og resultatene tydet derfor på bidrag fra resuspensjon, transport og sedimentasjon av dioksinholdige sedimentpartikler som enten hadde sitt opphav i Hanneviksbukta eller fra området utenfor, eventuelt andre ukjente diffuse kilder i området.

2 Materiale og metoder

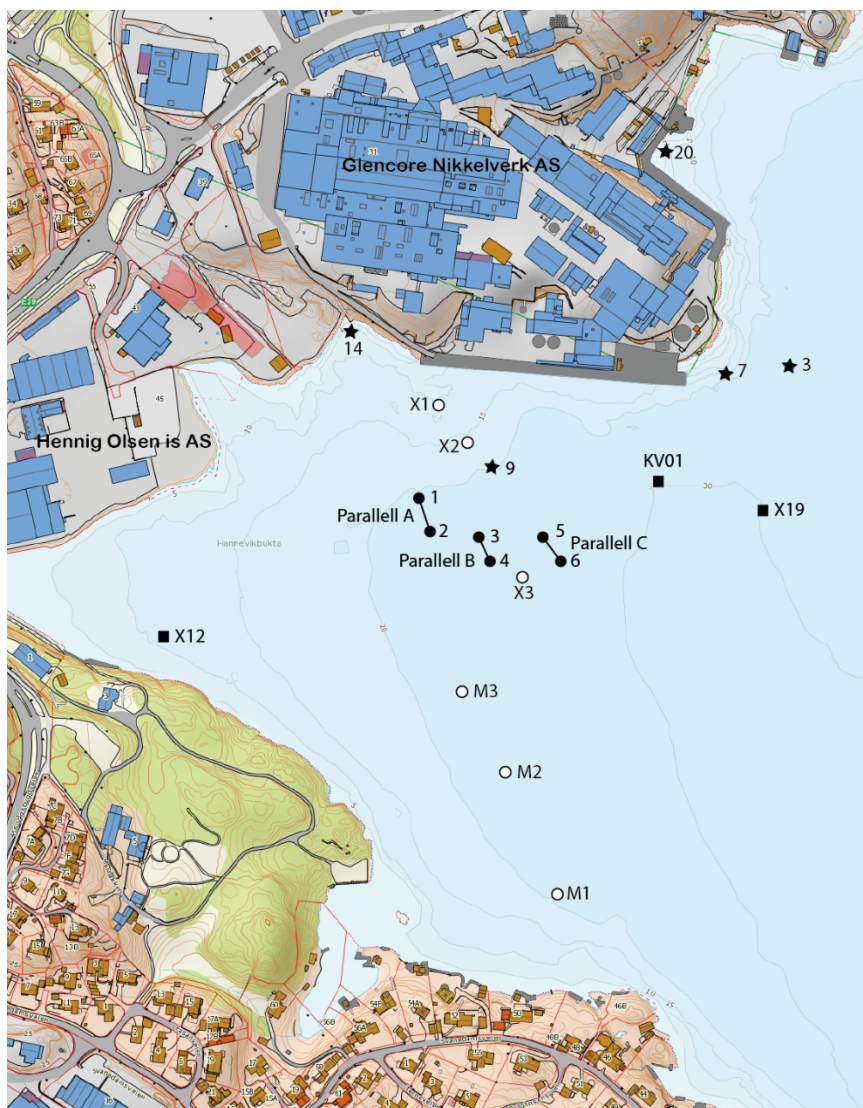
2.1 Feltinnsamling

2.1.1 Sedimentfeller

Bruk av sedimentfeller er en velkjent prøvetakingsmetodikk hvor partikulært sedimenterende materiale samles opp ved hjelp av passiv prøvetaking. Fellene utplasseres over et lengre tidsrom slik at tidsvariasjonen (evt. sesongvariasjonen) utjevnes. Fellene gir altså en gjennomsnittsmåling av mengde sedimentert materiale og kjemisk innhold av sedimenterende partikler for hele tidsrommet (tidsintegrert).

Utplasseringen av sedimentfellene ble gjort fra lettboat 7.8.2015, og fellene ble deretter inspisert og justert ved hjelp av dykker. Dette sikret at fellene stod godt plassert og ikke stod skjevt eller var opphengt i eventuelt skrot under utsettingen. Sedimentfellene ble utplassert i tre parallelle linjer (A, B, C) nær hverandre (**Figur 1, Tabell 3**). Hver parallell hadde to sedimentfeller slik at til sammen seks feller ble utplassert. Fellene var plassert nær bedriftens utslippspunkt nr. 9 rett sør for hovedkaia hvor avløpet går ca. 90 m ut fra kaia og kommer ut i sjøen ca. 2,5 m over sjøbunnen.

Hovedstrømretningen i Hannevika er ifølge Kroglund og Håvardstun (2011) i øst-vest retning. Strømmålinger midt i Hannevika ble vurdert av Håvardstun m. fl. (2011) til å være mest representativ (for bedriftens avløpspunkt 7). Målingene viste gjennomsnittlig hastighet 4 cm/s, med 10-percentil på ca. 1,7 cm/s og 90-percentil på ca. 8 cm/s.



Figur 1. Plassering av sedimentfeller (nummerert fra 1 til 6 og symbolisert med svarte sirkler) som tre nære paralleller (A, B, C) fra 2016 i Hanneviksbukta. Plassering av sedimentfeller fra 2009 er illustrert med hvite sirkler. Plassering av stasjon for overflatesediment KV01 i Hanneviksbukta fra 2016 er symbolisert med svart firkant. Stasjonene for overflatesediment (X12 og X19) fra tidligere undersøkelser er også illustrert med svarte firkanter. Glencore Nikkelverk AS' fem utslippspunkter er illustrert med svarte stjernesymboler.

Tabell 3. Koordinater, dyp for sedimentfeller og vanddyb. Posisjonene ble tatt ved båtens overflateposisjon ved utsetting og er derfor omtrentlige.

Medium	Parallell	Sedimentfelle	Sedimentfelle-dyp (m)	Bunndyp (m)	Breddegrader	Lengdegrader
Sedimentfelle-materiale	A	1*	ca. 18	ca. 21	58,13604	7,97265
		2**	ca. 18	ca. 21	58,13590	7,97275
	B	3**	ca. 19	ca. 22	58,13577	7,97354
		4*	ca. 19	ca. 22	58,13567	7,97373
	C	5**	ca. 21	ca. 24	58,13585	7,97448
		6*	ca. 21	ca. 24	58,13570	7,97460

*brukt til total mengde.

**brukt til kjemianalyse.

Sedimentfeller finnes i en rekke størrelser og utforminger som skal sikre at fellene ikke samler for mye eller for lite i forhold til det som virkelig synker ned gjennom vannet (M-409/2015). Hovedprinsippene er beskrevet i Næs m fl. (1987). Sedimentfellene i denne undersøkelsen er spesialbygd av NIVA etter prinsipp fra sedimentfeller benyttet ved Stockholm Universitet (Broman m fl. 1990). Prøvetaking av partikulært materiale i vann er beskrevet i NS-ISO 5667-17:2008.

Sedimentfellerørene har en indre diameter på 10 cm og er 50 cm høye (**Figurene 2, 3 og 4**). Feller med diameter større enn 5 cm og med et forhold mellom høyde på røret og diameter større enn lik 5 er antatt å gi korrekt prøvetaking, det vil si ikke over- eller underfangst (Bloesch 1996). Fellene som ble benyttet i denne undersøkelsen har høyde/diameter-forhold på 5. Rørene er åpne i toppen og lukket i bunnen der sedimenterende materiale samles opp. Fellenes utforming skal på en realistisk måte kunne fange opp den naturlige partikkelfluksen. Utformingen av fellene og utplasseringen skal også være robust overfor normale variasjoner i strømforhold.

Sedimentfellerørene ble tilsatt noen dråper av konserveringsmiddelet kloroform slik at senere analyser ikke skulle påvirkes av for store mengder og for å hindre mikrobiell aktivitet slik at ikke nedbrytning reduserer eller endrer innholdet av organisk materiale. For mye konservering kan føre til overfangst av mobile organismer. Feller kan stå i felt uten konservering i 14 dager uten at det endrer sammensetningen betydelig. Usikkerheten i forhold til konservering vurderes som relativt liten.

Sedimentfellene var montert på rigg med bøyer for å sikre oppdrift og riktig nivå over sjøbunnen og for at rørene skulle stå vertikalt. Sedimentfelleriggen ble deretter forankret med moring og plassert ca. 3 m vertikalt over bunnen. Som en ekstra sikkerhet ble det festet et synketau fra moringene til land ved enden av kaien.

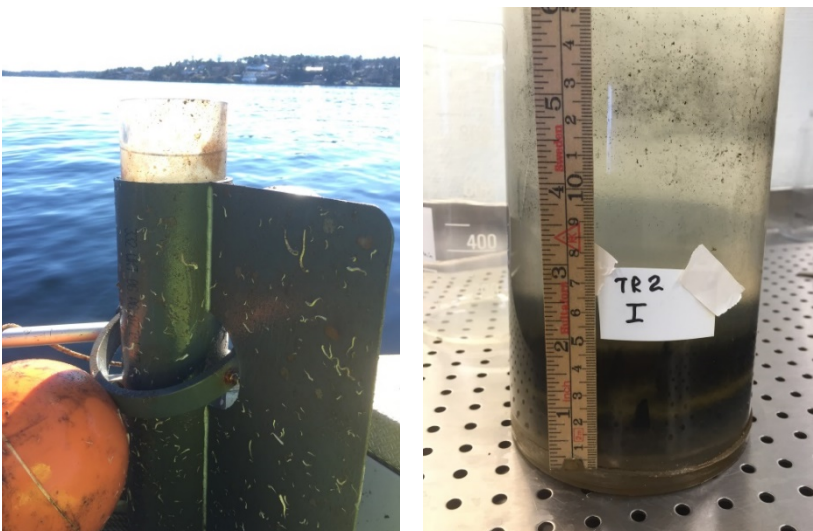
Fellene ble tatt opp igjen 17.3.2016 etter å ha stått ute i 223 dager som tilsvarer syv måneder og 10 dager (**Figurene 3 og 4**). Tidsperioden representerer sensommer til vinter som inkluderer sesong for høstoppblomstring og eventuelt isdekke. Høsten domineres generelt av perioder med mye nedbør og overflateavrenning, og vinteren av perioder med lave temperaturer.



Figur 2. Sedimentfelle sett forfra og fra siden (Foto: Jarle Håvardstun, NIVA).



Figur 3. Feltarbeid med opptak av sedimentfelle (Foto: Lise Tveiten, NIVA).



Figur 4. Sedimentfelle med materiale innsamlet gjennom 223 dager (Foto: Jarle Håvardstun, NIVA).

2.1.2 Overflatesedimenter KV01 og KH03

Det ble innsamlet sedimentprøver på den bedriftsnære stasjonen KV01 den 16.6.2016 og på stasjon KH03 i Fiskåbukta 15.6.2016 (**Figur 5**). Posisjonene er vist i **Tabell 4**. Stasjon KV01 var inkludert i det tiltaksrettede overvåkingsprogrammet for Glencore Nikkelverk AS og ble sist undersøkt i 2015 (Schøyen og Håvardstun 2016). Stasjon KH03 ble forrige undersøkt i 2012 (Næs m fl. 2017, in press).

Sedimentene på begge stasjonene ble innsamlet med van Veen grabb. På stasjon KV01 ble det tatt tre parallelle prøver (separate grabbhugg) hvor det ble tatt ut prøvemateriale fra overflatesjiktet 0-2 cm (**Figur 6**). På stasjon KH03 ble det tatt fem parallelle prøver for Elkem (Næs m fl. 2017, in press), hvor kun én av disse (parallel A) ble benyttet i dette prosjektet. Det ble også her tatt ut prøvemateriale fra overflatesjiktet 0-2 cm. På KV01 ble det analysert for de samme parameterne som i det tiltaksrettede overvåkingsprogrammet, i tillegg til thorium. På stasjon KH03 ble det kun analysert for uran og thorium.



Figur 5. Plassering av stasjonene for overflatesediment KV01 i Hanneviksbukta og KH03 i Fiskåbukta fra 2016 er symbolisert med svarte firkanter. Stasjonene for overflatesediment (X12 og X19) fra tidligere undersøkelser er også illustrert med svarte firkanter. Plassering av sedimentfeller fra 2016 som tre nære paralleller (A, B, C) er symbolisert med svarte sirkler. Plassering av sedimentfeller fra 2009 er illustrert med hvite sirkler. Glencore Nikkelverk AS` fem utslippspunkter er illustrert med svarte stjernesymboler.

Tabell 4. Koordinater og dyp for sedimentstasjonene KV01 og KH03.

Medium	Stasjon	Parallell	Dyp (m)	Breddegrader	Lengdegrader
Sediment	KV01	A	31	58,136144	7,976080
		B		58,136207	7,976161
		C		58,136114	7,976080
	KH03	A*	17	58,119409	7,977778

*Tilsvarende Ellems kjerne/parallell A.



Figur 6. Sedimentprøvetaking på stasjon KV01. Bildet til venstre viser sedimentet fra parallellprøve B før uttak av sedimentprøve. Bildet til høyre viser parallellprøve C etter uttak av sedimentprøve. Her vises lagdelingen godt med lyst brunt finkornet overflatelag og mørkere grått lag av leire/silt under, som er ganske typisk for marint sediment. Deretter er det rødoransje lag av gammelt industrislam og lys grå leire nederst (Foto: Lise Tveiten, NIVA).

2.2 Prøveopparbeiding og analyse

2.2.1 Analyseprogram

Sedimentfelle materialet og overflatesedimentene på stasjon KV01 ble analysert for arsen (As), kobolt (Co), kobber (Cu), krom (Cr), nikkel (Ni), bly (Pb), sink (Zn), sølv (Ag), platinum (Pt), palladium (Pd), gull (Au), uran (U), thorium (Th), dioksiner og dioksinliknende PCB, tørrstoff og total organisk karbon (TOC). Overflatesedimentene på stasjon KH03 ble analysert for U, Th, tørrstoff og TOC.

Det ble ikke rapportert om analytiske problemer for sedimentfelle materialet. Analyseusikkerheter er gitt i analyserapportene i vedlegget. Måleusikkerheten til TOC oppgis å være 20 %.

2.2.2 Opparbeiding av sedimentfelle materiale

Sedimentrørene ble oppbevart i kjøleskap det første døgnet etter prøvetaking slik at finpartikulært materiale, som kunne ha blitt virvlet opp under transport, fikk sedimentert. Vannet ble dekantert og prøvematerialet ble overført til rene, brente prøveglass og oppbevart frosne inntil de ble mottatt på NIVA-laboratoriet. De frosne prøvene ble deretter tint og stod uforstyrret til det var et tydelig skille mellom sediment og vannlaget. Deretter ble prøvene dekantert så mye som mulig uten å forstyrre det tynne topplaget av finpartikulært materiale. Sedimentprøven ble deretter homogenisert og delprøver tatt ut til de forskjellige analysene. Alle kjemiske analyser inklusive bestemmelse av total tørrstoff, ble utført av Eurofins.

2.2.3 Opparbeiding av overflatesedimentprøver

Overflatesedimentene ble snittet (0-2 cm) i felt og prøvematerialet ble oppbevart frosne (-20 °C) i rene prøveglass frem til analyse. Alle kjemiske analyser inklusive bestemmelse av total tørrstoff, ble utført av Eurofins.

2.3 Tilstandsvurderinger

Miljøgiftkonsentrasjonene i sedimentfelle materialet og overflatesedimentene, ble vurdert mot fastsatte grenseverdier (EQS) for bunnsedimenter (jamfør Miljødirektoratets rapport M-608). Sedimentfelle materialet ble imidlertid ikke lagt til grunn for kjemisk eller økologisk tilstandsvurdering, siden sedimentfelle materiale ikke er angitt som en matriks for tilstandsklassifisering etter Vannforskriften. Det sedimenterende materialet kan imidlertid gi en indikasjon på mulig tilstand i framtidig sjøbunn, og vurderingen mot gjeldende EQSer for bunnsediment kan således tolkes som en «føre var»-tilnærming.

2.4 Statistiske metoder

Databehandling og statistiske analyser ble utført med programvaren JMP (versjon 13.0) og ANOVA. For 2009-undersøkelsen, var det kun de bedriftsnære sedimentfellene (X1, X2 og X3) som ble inkludert i de statistiske analysene. For 2016-undersøkelsen, var de tre sedimentfellene (A, B og C) inkludert.

3 Resultater

3.1 Sedimentfeller

3.1.1 Mengde sedimentert materiale

Sedimentfellene ble tatt opp etter 223 dagers eksponering, som tilsvarer over syv måneders sedimentering. Det var tilstrekkelig med materiale i alle de seks fellene til å få utført de planlagte analysene. Det ble analysert på materiale fra de tre fellene nr. 2, 3 og 5, som representerer henholdsvis de tre parallellene A, B og C. Fra de tre øvrige fellene (nr. 1, 4 og 6) lekket det ut noe vann fra bunnen av røret da de ble tatt opp og disse ble ikke benyttet til kjemiske analyser, kun til å veie ut total mengde sedimentert materiale (**Tabell 5**). Ved sedimentasjonsberegninger antas det at disse verdiene vil ligge innenfor den naturlige variasjonen av fluksen til de analyserte prøvene.

På grunnlag av sedimentmengde i fellene, tiden fellene stod utplassert i sjøen (223 dager) og sedimentfellearealet ($0,00785 \text{ m}^2$) ble årlig mengde sedimentert materiale per kvadratmeter sjøbunn estimert til 2,3-3,5 kg tørt sediment/ $\text{m}^2/\text{år}$, med en gjennomsnittsverdi på $2,9 \text{ kg}/\text{m}^2/\text{år}$ (**Tabell 5**). På tross av at sedimentfellene i 2016 ikke var plassert på nøyaktig samme sted som i 2009 (**Figur 1**), er estimatet sammenlignbart med tidligere beregninger på $2,5 \text{ kg}/\text{m}^2/\text{år}$ (Næs og Håvardstun 2010). Estimater er også i samme størrelsesorden som beregninger fra andre fjordområder, f.eks. Hvaler: $2\text{-}6 \text{ kg}/\text{m}^2/\text{år}$; Sandefjord: $1\text{-}3 \text{ kg}/\text{m}^2/\text{år}$; diverse fjorder $1\text{-}3 \text{ kg}/\text{m}^2/\text{år}$ (Berge m fl. 2006).

Tabell 5. Sedimentmengde (på tørrvektbasis, t.v.) i fellene og estimert årlig sedimentasjon, beregnet på grunnlag av felleareal $0,00785 \text{ m}^2$ og 223 dagers sedimentasjonstid i 2016.

Paralleller	Sedimentfelle nr.	Totalt fellemateriale (g) (t.v.)	Sedimentasjon (g/ $\text{m}^2/\text{år}$) (t.v.)
A	1	16,80	3503
B	4	13,48	2811
C	6	10,87	2267
Gjennomsnitt A, B, C (\pm standard avvik)	1, 4, 6	$13,72 \pm 2,97$	2860 ± 620

3.1.2 Konsentrasjoner av EU prioriterte miljøgifter

Konsentrasjonene av EUs prioriterte miljøgifter Ni, Pb og dioksiner og dioksinlignende PCB i sedimentfellearealet er vurdert mot gjeldende EQS-grenser for sjøbunn (**Tabell 6**) (jamfør M-608). Konsentrasjonene i fellene overskred EQS-grensene for Pb, Ni og dioksiner.

Tabell 6. Konsentrasjoner (t.v.) av EUs prioriterte miljøgifter i sedimentfelle materialet i 2016. Klassifiseringen er basert på EQS-grenser for sjøbunn gitt i M-608. De oppgitte konsentrasjonene for dioksiner er sum eksklusive alle kongenerer som er under kvantifiseringsgrense (LOQ). Miljøgifter som overskrider EQS-grenser angis med rød celle med sort skrift.

Parameter	Enhet (t.v.)	EQS	Paralleller			
			A	B	C	Gj. snitt (± 1 std. avvik)
			2	3	5	
<i>EUs prioriterte miljøgifter i sedimentfelle materialet</i>						
Ni	mg/kg	42	1100	820	1200	1040 ± 197
Pb		150	160	170	200	177 ± 21
Dioksiner* og dioksinliknende PCB**	ng/kg	0,86	242	222	138	201 ± 55

* WHO (2005)-PCDD/F TEQ eks. LOQ.

** WHO (2005)-PCB TEQ eks. LOQ.

3.1.3 Konsentrasjoner av vannregionspesifikke stoffer

Konsentrasjonene av de vannregionspesifikke stoffene As, Cu, Zn og Cr i sedimentfelle materialet er vurdert mot gjeldende EQS-grenser for sjøbunn (**Tabell 7**) gitt i veileder M-608.

Konsentrasjonene i felle materialet overskrider EQS-grenser for de vannregionspesifikke stoffene As, Cu og Zn, men ikke for Cr. Vannregionspesifikke stoffer er stoffer som ikke står på EUs liste over prioriterte miljøgifter (vedlegg VII punkt A (fersk- og kystvann) og punkt B (organismer)), men som Miljødirektoratet er bekymret for nasjonalt. Dersom det er målt høye nivåer av vannregionspesifikke stoffer, kan ikke den økologiske tilstanden i en vannforekomst settes til bedre enn moderat tilstand, selv om tilstanden til de biologiske kvalitetselementene tilsvarer god eller svært god økologisk tilstand.

Tabell 7. Konsentrasjoner (t.v.) av vannregionspesifikke stoffer i sedimentfelle materiale i 2016. Klassifiseringen er basert på EQS-grenser for sjøbunn gitt i M-608. Stoffe som overskrider EQS-verdien angis med sort celle med hvit skrift.

Parameter	Enhet (t.v.)	EQS	Felle nr.			
			A	B	C	Gj. snitt (± 1 std. avvik)
			2	3	5	
<i>Vannregionspesifikke stoffer i sedimentfelle materiale</i>						
As	mg/kg	18	610	820	1000	810 ± 195
Cr		660	130	81	100	104
Cu		84	1300	1100	1300	1233 ± 115
Zn		139	320	160	190	223 ± 85

3.1.4 Tilstandsklasser

I tillegg til vurderingen mot gjeldende EQS-grenser for EUs prioriterte miljøgifter og for de vannregionspesifikke stoffene, er konsentrasjonene av miljøgifter i sedimentfelle materialet klassifisert i henhold til Miljødirektoratets tilstandsklasser, gitt i M-608 (**Tabell 8**). Harmonisering mellom EQS og Miljødirektoratets tilstandsklasser gjør at EQS-grenser tilsvarer øvre grense for klasse II, god tilstand. Sedimentfelle materialet ble klassifisert i klasse II for Cr, klasse III for Pb og Zn, klasse IV for dioksiner, og klasse V for As, Cu og Ni. Miljødirektoratet har ikke utviklet tilstandsklasser for dioksinliknende PCB. Bidraget fra disse regnes sammen med dioksin for å gi et toksisitetstrykk for dioksiner og PCB.

Tabell 8. Konsentrasjoner (t.v.) av metaller, dioksiner, dioksinliknende PCB og tørrstoff (TTS) i sedimentfelle materialet i de tre parallellene i 2016. Resultatene er klassifisert i henhold til M-608. Blå=klasse I, grønn=klasse II, gul=klasse III, oransje=klasse IV og rød=klasse V. Uten farge=grenseverdier for tilstandsklasser foreligger ikke.

Parameter	Enhet (t.v.)	Paralleller			Gj. snitt (± std. avvik)
		A	B	C	
		2	3	5	
Metaller					
As	mg/kg	610	820	1000	810 ± 195
Cr		130	81	100	104 ± 25
Cu		1300	1100	1300	1233 ± 115
Ni		1100	820	1200	1040 ± 197
Pb		160	170	200	177 ± 21
Zn		320	160	190	223 ± 85
Co		78	61	91	77 ± 15
Ag		5,3	4,0	4,8	4,7 ± 0,7
Pt		1,1	0,4	0,6	0,7 ± 0,4
Pd		2	1	2	2 ± 1
Au		0,5	0,2	0,3	0,3 ± 0,2
U		4,7	4,6	4,2	4,5 ± 0,3
Th		14	12	15	14 ± 2
Organiske miljøgifter					
Dioksiner*	ng/kg	229	209	129	189 ± 53
Dioksinliknende PCB**		13,1	12,8	8,94	11,6 ± 2,3
Dioksiner* og dioksinliknende PCB**		242	222	138	201 ± 55
Støtteparametere					
Total tørrstoff	%	26,9	19,7	33,5	26,7 ± 6,9
TOC	µm C/mg	53,4	65,9	39,7	53,0 ± 13

*WHO (2005)-PCDD/F TEQ eks. LOQ.

**WHO (2005)-PCB TEQ eks. LOQ.

3.1.5 Sedimentasjon (fluks)

Sedimentasjonen av de enkelte måleparameterne er beregnet ut ifra en gjennomsnittsverdi basert på de tre parallellene A, B og C (**Tabellene 9 og 10**). Ved beregninger av gjennomsnitt er standardavvik for utvalget oppgitt, og dette gir et uttrykk for variasjon i konsentrasjon og dermed for usikkerhet knyttet til representativiteten til materialet.

Estimat av årlig sedimentasjon (fluks) er utregnet basert på miljøgiftkonsentrasjonene i sedimentfellene. Beregningene gir årlig sedimentasjon av 0,561 µg dioksiner/m²/år (**Tabell 9**), 2,2 g As/m²/år, 3,5 g Cu/m²/år, 0,7 g Zn/m²/år, 0,5 g Pb/m²/år og 3,0 g Ni/m²/år (**Tabell 10**).

Beregning av årlig sedimentasjon for hele Hannevika på grunnlag av målinger i kun 3 sedimentfeller (n=3) er basert på en ikke ubetydelig usikkerhet om representativitet av prøvepunktene, og resultatene fra 2009 viste at det er en ikke uvesentlig horisontal variasjon i sedimentasjon i Hannevika. Ekstrapolering av sedimentasjon fra sedimentfeller til hele Hannevika med et areal av 400 000 m² ble likevel gjort for å sammenligne med beregningene fra 2009 (Næs og Håvardstun 2010) (se kapittel 4). Dette arealet er avgrenset av en linje fra Kolsdalsbukta til Myrodden og er noe større enn tiltaksområdet fra 2002, da 330 000 m² med sterkt forurenset sediment ble tildekket. På dette grunnlaget er det estimert en årlig sedimentasjon i hele Hannevika i størrelsesorden 894 kg As, 1412 kg Cu, 267 kg Zn, 199 kg Pb, 1184 kg Ni og 224 mg dioksiner.

Tabell 9. Sedimentasjon (fluks) (t.v.) av organiske miljøgifter per arealenhet og for Hanneviksbukta for de tre parallellene og deres gjennomsnittsverdi (\pm standardavvik) i 2016. For Hanneviksbukta er det anvendt et areal på 400 000 m². Merk forskjeller i enheter.

Paralleller	Sediment-felle	Dioksiner*		Dioksinliknende PCB**		Dioksiner* og dioksinliknende PCB**		
		Arealenhet mg/m ² /år*10 ⁻⁵	Hannevika mg/år	Arealenhet mg/m ² /år*10 ⁻⁵	Hannevika mg/år	Arealenhet mg/m ² /år*10 ⁻⁵	Hannevika mg/år	
		(t.v.)						
A	2	80,2	321	4,6	18,4	84,8	339	
B	3	58,7	235	3,6	14,4	62,4	250	
C	5	29,2	117	2,0	8,1	31,3	125	
Gj. snitt (\pm 1 std. avvik)		56,1 \pm 25,6	224 \pm 102	3,4 \pm 1,3	13,6 \pm 5,2	59,5 \pm 26,9	238 \pm 107	

* WHO (2005)-PCDD/F TEQ eks. LOQ.

** WHO (2005)-PCB TEQ eks. LOQ.

Tabell 10. Sedimentasjon (fluks) (t.v.) av metaller per arealenhet og for hele Hannevika for de tre parallellene og deres gjennomsnittsverdi (\pm standardavvik) i 2016. For Hanneviksbukta er det anvendt et areal på 400 000 m². Merk forskjeller i enheter.

Paralleller	Sediment-felle	As	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Co	Ag	Pt	Pd	Au	U	Th
Metaller g/m²/år (t.v.)														
A	2	2,1	0,5	4,6	3,9	0,6	1,1	0,3	0,02	0,004	0,007	0,002	0,02	0,05
B	3	2,3	0,2	3,1	2,3	0,5	0,4	0,2	0,01	0,001	0,003	0,001	0,01	0,03
C	5	2,3	0,2	2,9	2,7	0,5	0,4	0,2	0,01	0,001	0,005	0,001	0,01	0,03
Gj. snitt (\pm 1 std. avvik)		2,2 \pm 0,1	0,3 \pm 0,1	3,5 \pm 0,9	3,0 \pm 0,8	0,5 \pm 0,1	0,7 \pm 0,4	0,2 \pm 0,1	0,01 \pm 0,00	0,002 \pm 0,002	0,005 \pm 0,002	0,001 \pm 0,001	0,01 \pm 0,00	0,04 \pm 0,01
Metaller kg/Hannevika/år (t.v.)														
A	2	855	182	1822	1541	224	448	109	7,4	1,5	2,8	0,7	6,6	19,6
B	3	922	91	1237	922	191	180	69	4,5	0,4	1,1	0,2	5,2	13,5
C	5	907	91	1179	1088	181	172	82	4,4	0,5	1,8	0,3	3,8	13,6
Gj. snitt (\pm 1 std. avvik)		894 \pm 35	121 \pm 53	1412 \pm 356	1184 \pm 321	199 \pm 22	267 \pm 157	87 \pm 21	5,4 \pm 1,7	0,8 \pm 0,6	1,9 \pm 0,8	0,4 \pm 0,3	5,2 \pm 1,4	15,6 \pm 3,5

3.2 Overflatesedimenter på KV01

3.2.1 EU-prioriterte miljøgifter i overflatesediment

Sedimentene ved den bedriftsnære stasjonen KV01 overskred EQS-grenser for de EU-prioriterte miljøgiftene Ni og dioksiner, men ikke for Pb (**Tabell 11**). Overskridelse av EQS for en forbindelse innebærer at god kjemisk tilstand ikke oppnås på målestasjonen.

Tabell 11. Konsentrasjoner (t.v.) og kjemisk tilstand for EUs prioriterte miljøgifter for de tre parallelle prøvene av overflatesedimenter på KV01. Klassifiseringen av tilstand er gjort i forhold til EQS-grenser gitt i M-608. De oppgitte konsentrasjonene for dioksiner er sum eksklusive alle som er under kvantifiseringsgrense (LOQ). Blå=god tilstand og rød=ikke god tilstand.

Parameter	Enhet	EQS	Paralleller			
			A	B	C	Gj. snitt (± 1 std. avvik)
<i>EUs prioriterte miljøgifter i sedimenter</i>						
Pb	mg/kg t.v.	150	140	160	120	140 ± 20
Ni		42	430	490	450	457 ± 31
Dioksiner* og dioksinliknende PCB**	ng/kg t.v.	0,86	122,31	183,9	80,14	129 ± 52
Tilstand			Ikke god	Ikke god	Ikke god	Ikke god

* WHO (2005)-PCDD/F TEQ eks. LOQ.

** WHO (2005)-PCB TEQ eks. LOQ.

3.2.2 Vannregionspesifikke stoffer i overflatesediment

Resultater fra analyser av overflatesedimentene er vurdert mot gjeldende EQS-grenser for sjøbunn (**Tabell 12**). Det var overskridelser av EQS for de vannregionspesifikke stoffene As, Cu og Zn, men ikke for Cr på stasjon KV01. Overskridelser av EQS for vannregionspesifikke stoffer medfører at økologisk tilstand ikke kan sette bedre enn til moderat tilstand.

Tabell 12. Konsentrasjoner (t.v.) og vurdering av tilstand i sediment for vannregionspesifikke stoffer for de tre parallelle prøvene av overflatesedimenter på KV01. Klassifiseringen er gjort i forhold til EQS-grenser gitt i M-608. Stoffe som overskrider EQS-grenser angis med sort celle med hvit skrift.

Parameter	Enhet	EQS	Paralleller			
			A	B	C	Gj. snitt (± 1 std. avvik)
<i>Vannregionspesifikke stoffer i sedimenter</i>						
Cu	mg/kg t.v.	84	560	660	560	593 ± 58
Zn		139	150	160	120	143 ± 21
As		18	1300	1100	950	1117 ± 176
Cr		660	93	100	77	90
Tilstand			Ikke god	Ikke god	Ikke god	Ikke god

3.2.3 Tilstandsklasser

I tillegg til vurderingen mot gjeldende EQS-grenser for EUs prioriterte miljøgifter og for de vannregionspesifikke stoffene, er konsentrasjonene av miljøgifter i sedimentprøvene klassifisert i henhold til Miljødirektoratets tilstandsklasser, gitt i M-608 (**Tabell 13**). Harmonisering mellom EQS og Miljødirektoratets tilstandsklasser gjør at EQS-grenser tilsvarer øvre grense for klasse II, god tilstand. Sedimentene ble klassifisert i klasse IV for Ni og dioksiner, og i klasse V for As og Cu.

Tabell 13. Konsentrasjoner (t.v.) av metaller, dioksiner, dioksinliknende PCB og tørrstoff (TTS) i overflatesedimenter på KV01 for tre parallelle prøver og deres gjennomsnittsverdi (\pm standardavvik). Resultatene er klassifisert i henhold til M-608. Blå=klasse I, grønn=klasse II, gul=klasse III, oransje=klasse IV og rød=klasse V. Uten farge=grenseverdier for tilstandsklasser foreligger ikke.

Parameter	Enhet t.v.	Paralleller			
		A	B	C	Gj. snitt (\pm 1 std. avvik)
Metaller					
As	mg/kg	1300	1100	950	1117 \pm 176
Cr		93	100	77	90 \pm 12
Cu		560	660	560	593 \pm 58
Ni		430	490	450	457 \pm 31
Pb		140	160	120	140 \pm 20
Zn		150	160	120	143 \pm 21
Co		37	41	31	36 \pm 5
Ag		3,3	3,0	2,2	2,8 \pm 0,6
Pt		0,5	0,7	0,4	0,5 \pm 0,2
Pd		2	2	2	2 \pm 0
Au		0,2	0,3	0,2	0,2 \pm 0,1
U		4,9	5,4	4,0	4,8 \pm 0,7
Th		19	22	18	20 \pm 2
Organiske miljøgifter					
Dioksiner*	ng/kg	115	172	75	121 \pm 49
Dioksinliknende PCB**		7,31	11,9	5,14	8,1 \pm 3,5
Dioksiner* og dioksinliknende PCB**		122,31	183,9	80,14	129 \pm 52
Støtteparametere					
Total tørrstoff	%	26,1	32,6	47,2	35,3 \pm 10,8
TOC	μ g C/mg	22,9	27,3	20,2	23,5 \pm 3,6
<63 μ m	%	64	71	50	62 \pm 11

* WHO (2005)-PCDD/F TEQ eks. LOQ.

** WHO (2005)-PCB TEQ eks. LOQ.

***dioksiner i toksiske ekvivalenter.

3.3 Uran og thorium i overflatesedimenter på KH03

Analyseresultatene for overflatesedimenter på stasjon KH03 i Fiskåbukta er vist i **Tabell 14**.

Tabell 14. Konsentrasjoner (t.v.) av uran og thorium på sedimentstasjon KH03 for én parallell prøve (A).

Parameter	Enhet t.v.	Konsentrasjoner
<i>Metaller</i>		
U	mg/kg	3,5
Th		17
<i>Støtteparametere</i>		
Total tørrstoff	%	44,1*
TOC	µg C/mg	33,1*
<63 µm	%	83*

*Hentet fra Elkems analyser av kjerne/parallell A.

4 Oppsummering, vurderinger og konklusjoner

4.1 Sedimentfeller

Miljøgiftkonsentrasjoner

Miljøgiftkonsentrasjonene i sedimentfelle materialet ble sammenliknet med grenseverdier som er utarbeidet for bunnsedimenter (M-608). Det var overskridelser av miljøkvalitetsstandarder (Environmental Quality Standard, EQS) for de EU-prioriterte miljøgiftene Pb, Ni og dioksiner (**Tabell 6**), og for de vannregionspesifikke stoffene arsen As, Cu og Zn (**Tabell 7**).

Sedimentfelle materialet ble imidlertid ikke lagt til grunn for kjemisk eller økologisk tilstandsvurdering. Det sedimenterende materialet kan gi en indikasjon på mulig tilstand i framtidig sjøbunn, og vurderingen mot gjeldende EQS-grenser for bunnsediment kan således tolkes som en «føre var»-tilnærming.

Det foreligger ikke EQS-grenser for alle de undersøkte miljøgiftene, så konsentrasjonene av sedimentfelle materialet ble i tillegg klassifisert i henhold til tilstandsklasser for bunnsedimenter (M-608). Sedimentfelle materialet var i tilstandsklasse II for Cr, klasse III for Pb og Zn, klasse IV for dioksiner og klasse V for As, Cu og Ni (**Tabell 8**).

4.2 Overflatesedimenter på KV01

På sedimentstasjon KV01 var det overskridelser av EQS-grenser for de EU-prioriterte miljøgiftene Ni og dioksiner, men ikke for Pb (**Tabell 11**). Sedimentene overskred EQS-grensen for de vannregionspesifikke stoffene As, Cu og Zn, men ikke for Cr (**Tabell 12**). Det oppnås ikke god kjemisk tilstand og overskridelser av EQS for vannregionspesifikke stoffer medfører at økologisk tilstand ikke kan settes til bedre enn til moderat tilstand.

4.3 Sammenlikning med tidligere undersøkelser

Ved sammenlikning av konsentrasjoner i sedimentfeller og overflatesediment fra ulike år må det generelt utvises varsomhet. Dersom resultater legges til grunn for tolkning av utvikling over tid må det tas i betraktning om prøvene representerer samme lokalitet, samme årstid og samme periode, og om andre påvirkningsfaktorer er sammenlignbare. Disse forholdene er omtalt nedenfor.

Sedimentfeller

Ved forrige undersøkelse var flere sedimentfeller (n=6) utplassert kortere (143 dager) fra mai til oktober 2009 ved andre posisjoner i Hannevika enn i 2016. I 2009 ble det utplassert to transekter med tre sedimentfeller i hver lenke (Næs og Håvardstun 2010) (se **Figur 1** og **5**). I den ene lenken var sedimentfellene X1, X2, X3 plassert ut fra vestre side av bedriftens hovedkai. I den andre lenken var sedimentfellene M1, M2, M3 plassert ut fra land ved Myrodden på motsatt side av Hannevika og det var mulig å vurdere en gradient. Sedimentasjonsberegningene ble gjort på X1, X2, X3 og M2, og miljøgiftkonsentrasjoner ble gitt for X1, X2, X3, M1/M3, og M2 (Næs og Håvardstun 2010). Sedimentfellene X1, X2 og X3 fra 2009, som var plassert nærmest Glencore kai, er mest representative for sammenlikning med 2016-data.

Tabell 17 viser beregnede sedimentasjoner (flukser) for 2009 og 2016. Den beregnede sedimentasjonen var signifikant høyere per arealenhet ($\text{g}/\text{m}^2/\text{år}$) i 2016 (fellene A, B og C) enn i

2009 (fellene X1, X2 og X3) for As ($p < 0,0001$), Ni ($p = 0,057$) og Pb ($p = 0,004$), mens det var en indikasjon på økning av dioksiner ($p = 0,054$) og Co ($p = 0,050$). Det var ingen signifikant forskjell i sedimentasjonen fra 2009 til 2016 for Cr ($p = 0,113$), Cu ($p = 0,064$) og Zn ($p = 0,550$).

Tabell 15 viser miljøgiftkonsentrasjonene i de samme sedimentfellene. Konsentrasjonene var signifikant høyere i 2016 enn i 2009 for dioksiner ($p = 0,022$), As ($p = 0,017$) og Pb ($p = 0,0136$).

Overflatesedimenter

Tabell 15 viser miljøgiftkonsentrasjonene i overflatesedimentene i 2006, 2015 og 2016. Det var ingen signifikant endring av metall- eller dioksinkonsentrasjoner i overflatesedimentene fra 2015 (stasjonene KV01, X12 og X19) til 2016 (stasjon KV01).

Metallkonsentrasjonene i overflatesedimentene var signifikant høyere i 2016 enn i 2006 for As ($p = 0,007$), Cr ($p = 0,0002$), Cu ($p = 0,0001$), Ni ($p < 0,0001$), Pb ($p = 0,002$) og Zn ($p = 0,0004$).

Sedimentfeller vs. overflatesedimenter

Konsentrasjonene av Cu, Ni, Zn og dioksinlignende PCB i sedimentfellene fra 2016 var noe høyere enn konsentrasjonene i overflatesedimentene fra 2015 og 2016, mens for de andre parameterne var konsentrasjonene ikke klart forskjellige når variansen (standardavviket) tas i betraktning (**Tabell 15**).

Tabell 15. Miljøgiftkonsentrasjoner (gjennomsnitt \pm standardavvik) (t.v.) i sedimentfellemateriale og overflatesedimenter (0-2 cm). For sedimentfellemateriale fra 2009 er konsentrasjonene både beregnet ut ifra alle sedimentfellene (X1, X2, X3, M1/M3, M2), og fra sedimenfellene nærmest Glencore kai (X1, X2 og X3) som er mest representative i forhold til 2016-data (A, B og C). Overflatesedimenter i Hanneviksbukta fra 2006 er både beregnet ut ifra alle seks stasjonene (HV6, HV7, HV9, HV11, HV14, HV16) fra Krogglund (2008) og fra fire stasjoner (HV6, HV11, HV14, HV16) som ble utvalgt av Næs og Håvardstun (2010). Overflatesedimenter er fra tre stasjoner (X12, KV01 og X19) i 2015 (Schøyen m. fl. 2016) og fra én stasjon (KV01) i 2016. For den sistnevnte stasjonen ble det tatt tre replikate prøver hvor standardavviket gir variansen mellom disse. For de andre overflatesedimentene ble det tatt én replikat prøve og standardavviket gir variansen mellom stasjonene.

Parameter	Enhet (t.v.)	Sedimentfeller			Overflatesedimenter			
		2009		2016 Alle (n=3)	2006		2015 Alle (n=3)	2016 Én stasjon, 3 replikater
		Alle (n=5)	Nærmest kai (n=3)		Alle (n=6)	Utvalg (n=4)		
Metaller								
As	mg/kg	253 \pm 125	301 \pm 113	810 \pm 195	595 \pm 790	330 \pm 267	587 \pm 307	1117 \pm 176
Cr		56 \pm 25	52 \pm 34	104 \pm 25	24 \pm 11	22 \pm 8	56 \pm 29	90 \pm 12
Cu		716 \pm 272	883 \pm 206	1233 \pm 115	146 \pm 132	109 \pm 46	350 \pm 175	593 \pm 58
Ni		556 \pm 231	707 \pm 147	1040 \pm 197	132 \pm 127	94 \pm 43	267 \pm 140	457 \pm 31
Pb		106 \pm 15	108 \pm 19	177 \pm 21	69 \pm 75	45 \pm 23	83 \pm 37	140 \pm 20
Zn		221 \pm 27	231 \pm 30	223 \pm 85	38 \pm 10	39 \pm 12	97 \pm 33	143 \pm 21
Co				77 \pm 15			22 \pm 11	36 \pm 5
Ag				4,7 \pm 0,7			2,4 \pm 1,2	2,8 \pm 0,6
Pt				0,7 \pm 0,4			0,5 \pm 0,4	0,5 \pm 0,2
Pd				2 \pm 1			3 \pm 2	2 \pm 0
Au				0,3 \pm 0,2			0,2 \pm 0,2	0,2 \pm 0,1
U				4,5 \pm 0,3			4,2 \pm 1,8	4,8 \pm 0,7
Th				14 \pm 2				20 \pm 2
Organiske miljøgifter								
Dioksiner	ng/kg	64 \pm 25	77 \pm 20	189 \pm 53*			60,5 \pm 36,1*	121 \pm 49*
Dioksin-liknende PCB		2,9 \pm 2,9	4,3 \pm 3,1	201 \pm 55**			3,3 \pm 2,1**	8,1 \pm 3,5**
TOC	mg/g	106 \pm 18	108 \pm 18	53,0 \pm 13			17,0 \pm 5,5	23,5 \pm 3,6

* WHO (2005)-PCDD/F TEQ eks. LOQ.

** WHO (2005)-PCB TEQ eks. LOQ.

Ekstrapolering av sedimentasjonen i sedimentfellene til å gjelde for Hannevika som helhet i et areal av 400 000 m² ble gjort for å sammenligne med beregningene fra 2009 (Næs og Håvardstun 2010). Den årlige sedimentasjonen på gjennomsnittlig 2,9 kg/m²/år i 2016 stemte godt overens med tidligere beregninger på gjennomsnittlig 2,5 kg/m²/år (Næs og Håvardstun 2010) og i forhold til andre fjorder. Sedimentasjonsberegningene ansees derfor å ikke være overestimert i løpet av 223 dager. En grundigere sammenlikning mot tidligere år blir gjort i kapittel 4.

Beregning av årlig sedimentasjon baserer seg på antagelsen om at felle materialet gjennom 223 dager kan oppskaleres til å gjelde for et helt år, og at sedimentasjonen som registreres i et begrenset areal på 18-21 m dyp er representativ for hele Hannevika. Sedimentasjonsberegningene skiller imidlertid ikke mellom nytt tilført materiale og resuspendert tidligere sedimentert materiale som pga. vær, vind, bølger, strøm og biologisk aktivitet bringes opp i vannsøylen. Ved ekstrapolering i tid og rom basert på materialet og konsentrasjonene i fellene, kan det være usikkerhet om innsamlingsperiodens og målestasjonenes representativitet (Berge m fl. 2006). Mengde sedimentert materiale i fellene og konsentrasjoner av miljøgift kan påvirkes av mange faktorer. Naturlig sedimentering vil i noen grad variere med årstid, slik at nedsatt primærproduksjon i vintersesongen vil kunne bidra til lavere sedimentering. Variasjoner mellom år vil også forekomme. Faktorer som kan ha påvirket sedimentasjonsrate og eventuelle kilder til tilførsel av miljøgifter som kan ha bidratt til forskjeller mellom sedimentasjonsrate og miljøgiftkonsentrasjoner i 2009 og 2016 er ikke kartlagt.

På www.norskeutslipp.no oppgis det at bedriften hadde et utslipp av 40 kg olje til vann i 2015. Bortsett fra korte utslippsepisoder i januar-februar 2016, hvor det ble målt noe forhøyede nivåer av metaller i sjøen, har det er ikke kommet andre opplysninger om uhell eller unormalt høye utslipp i prøvetakingsperioden.

TOC

Innholdet av total organisk karbon (TOC) i sedimentfelle materialet varierte fra 87 til 123 mg C/g (t.v.) i 2009 (Næs og Håvardstun 2010), med et gjennomsnitt på 106 ± 18 mg C/g (t.v.) (**Tabell 15**). I 2016 varierte det tilsvarende fra 39,7 til 65,9 mg C/g (t.v.) (**Tabell 8**), med et gjennomsnitt på 53,0 ± 13 mg C/g (t.v.) (**Tabell 15**). Det organiske innholdet i sedimentfelle materialet er høyere enn det man finner i overflatesedimentene, som var fra 12 til 23 mg C/g (t.v.) i Hanneviksbukta i 2015 (Schøyen m. fl. 2016), med et gjennomsnitt på 17,0 ± 5,5 mg C/g (t.v.) (**Tabell 15**). I 2016 var TOC på stasjon KV01 23,5 ± 3,6 mg C/g (t.v.).

Organiske miljøgifter har en tendens til å være assosiert med organisk karbon og i mindre grad til uorganiske partikler. Mengde TOC i sedimentfellene (gjennomsnittlig 53,0 mg C/g t.v.) var høyere enn det som ble funnet i overflatesedimenter på stasjon KV01 (gjennomsnittlig 23,5 mg C/g t.v.). Sammenlikningen av sedimentfelle materialet med lokale overflatesedimenter kan i noen grad overestimerer potensialet for en økning av konsentrasjoner. Oppsummert er det likevel relativt liten usikkerhet knyttet til vurderingene som er gjort av miljøgiftkonsentrasjonene i sedimentfelle materialet.

Bunnsedimentene dannes av sedimenterende materiale, så i utgangspunktet kan konsentrasjonene i sedimentene relateres til konsentrasjonene i sedimentfellene. Det organiske innholdet i felle materialet fra 2016 var høyere enn det som ble funnet i overflatesedimentene i 2015. Tilsvarende resultat ble funnet da felle materialet fra 2009 ble sammenliknet med overflatesedimenter fra 2007. Dette er forventet da sedimentfellene inneholder ferskere materiale

enn overflatesedimentene og som delvis nedbrytes slik at karboninnholdet avtar etter en viss oppholdstid i sedimentene.

4.4 Bedriftens bidrag til sedimentasjon av miljøgifter

Utslippstallene fra www.norskeutslipp.no (per 13.2.2017) for 2015 legges til grunn for å beregne bedriftens maksimalt mulige bidrag til sedimentasjon av de målte miljøgiftene, og disse beregningene sammenlignes med estimatet for sedimentasjon av miljøgifter basert på konsentrasjonene i sedimentfellene i 2016 (**Tabell 16**). Dette gir en usikker tilnærming, men er valgt for å gi et tall på hva bedriftens bidrag til sedimentasjon maksimalt kan være, selv om det ansees som lite sannsynlig at utslippet fra virksomheten i sin helhet sedimenterer innenfor Hannevika. Selv med denne tilnærmingen kan ikke bedriftens utslipp forklare hele sedimentasjonen.

Tabell 16. Sedimentasjon (fluks) (gjennomsnitt ± standardavvik) (t.v.) beregnet ut ifra sedimentfeller per arealenhet i 2016, sammenliknet med bedriftens rapporterte utslipp til vann for 2015 hentet fra www.norskeutslipp.no og omregnet til samme arealenhet. Utslippsdataene er hentet ut 13.2.2017, men nye metoder for å beregne utslippsdata kan føre til endringer i rapportering av nåværende og historiske data hos www.norskeutslipp.no.

Parameter	Gjennomsnittlig sedimentasjon (± 1 std. avvik) for sedimentfeller 2016 g/m ² /år (t.v.)	Glencores 2015-utslipp g/m ² /år
Metaller		
As	2,2±0,1	0,28
Cu	3,5±0,9	1,64
Ni	3,0±0,8	3,04
Pb	0,5±0,1	0,03
Zn	0,7±0,4	0,29
Organiske miljøgifter		
Dioksiner [#]	56,1*10 ⁻⁸ ±25,6*10 ⁻⁸	10*10 ⁻⁸ ###

[#] WHO (2005)-PCDD/F TEQ eks. LOQ.

Dioksiner i toksiske ekvivalenter.

Sedimentasjonen av Ni (3,0±0,8 g/m²/år t.v.) samsvarer bra overens med hva bedriftens utslippstall (3,04 g/m²/år) skulle tilsi (**Tabell 16**). Sedimentasjonen av Cu (3,5±0,9 g/m²/år t.v.) og Zn (0,7±0,4 g/m²/år t.v.) var det dobbelte av hva bedriftens utslipp kunne indikere på henholdsvis 1,64 g Cu/m²/år og 0,29 g Zn/m²/år. Sedimentasjonen av dioksiner (56,1*10⁻⁸±25,6*10⁻⁸ g/m²/år t.v.) var 6 ganger høyere enn det bedriftens utslipp skulle tilsi (10*10⁻⁸ g/m²/år). Sedimentasjonen av As (2,2±0,1 g/m²/år t.v.) var 8 ganger høyere enn bedriften utslipp (0,28 g/m²/år) skulle tilsi, mens sedimentasjonen av Pb (0,5±0,1 g/m²/år t.v.) lå 17 ganger høyere enn bedriftens utslipp (0,03 g/m²/år) kunne tyde på.

Generelt tilsvarte ikke profilen av metallene i sedimentene med profilen til utslippene, noe som indikerer andre metalltilførsler. Det kan også skyldes at metallene distribueres ulikt og har ulik skjebne i sedimentene.

Estimat av sedimentasjon (fluks) per år i 2016 er utregnet for hele Hannevika for å kunne sammenlikne med utregningene som ble gjort i 2009-undersøkelsen (**Tabell 17**). Bedriftens utslippstall til vann rapportert fra www.norskeutslipp.no (per 13.2.2017) er også vist.

Metalldataene indikerer en betydelig sedimentasjon i Hanneviksbukta i 2016, slik som det også ble påpekt i 2009. Sedimentasjonen av Pb i Hanneviksbukta var 20-25 ganger høyere enn de rapporterte direkteutslippene fra bedriften i 2009 og 2016.

Hos www.norskeutslipp.no er det registrert et utslipp av dioksiner til vann på 40 mg/år fra Glencore Nikkelverk AS siden 2013. Sedimentasjonsberegningene for hele Hannevika (224 mg/år) for 2016 gir mye høyere tall enn direkteutførsel fra bedriften (40 mg/år). Resultatene fra både 2009 og 2016 kan tyde på at det er en resuspensjon, transport og sedimentasjon av dioksinholdige partikler som enten har sitt opphav i Hanneviksbukta eller transporteres inn fra området utenfor, eller at det er ukjente diffuse kilder i området. Resultatene gir ikke grunnlag til å vurdere hva som kan være kildene til sedimentasjonen.

Tabell 17. Sedimentasjon (fluks) (gjennomsnitt \pm standardavvik) (t.v.) per år for hele Hanneviksbukta beregnet ut ifra alle sedimentfellene (X1, X2, X3 og M2), og fra sedimenfellene nærmest Glencore kai (X1, X2 og X3) fra 2009 (Næs og Håvardstun 2010) og 2016 (A, B og C). Sedimentasjonen er sammenliknet med estimerte utslipp fra 2009 (hentet fra Næs og Håvardstun 2010) og rapporterte utslippstall til vann for Glencore Nikkelverk AS fra 2009 og 2015 hentet fra www.norskeutslipp.no. Utslippsdataene i tabellen er hentet ut hos www.norskeutslipp.no 13.2.2017, men nye metoder for å beregne utslippsdata kan føre til endringer i rapportering av nåværende og historiske data.

Parameter	Enhet	Gj. snitt (\pm 1 std. avvik) beregnet fra sedimentfeller (t.v.)			Glencores utslipp		
		2009		2016	2009		2015
		X1,X2,X3,M2	X1,X2,X3	A,B,C	Estimert*	Rapportert	Rapportert
Metaller							
As	kg/år	272 \pm 60	242 \pm 8	894 \pm 35	135	135	113,70
Co		46 \pm 11	47 \pm 13	87 \pm 21	58		
Cr		62 \pm 11	58 \pm 10	121 \pm 53			
Cu		716 \pm 235	764 \pm 263	1412 \pm 356	964	1011	656,70
Ni		561 \pm 187	610 \pm 194	1184 \pm 321	788	880	1214
Pb		99 \pm 23	92 \pm 22	199 \pm 22	4	3,60	10,40**
Zn		213 \pm 61	202 \pm 69	267 \pm 157	296	307	117
Ag				5,4 \pm 1,7			
Pt				0,8 \pm 0,6			
Pd				1,9 \pm 0,8			
Au				0,4 \pm 0,3			
U				5,2 \pm 1,4			
Th				15,6 \pm 3,5			
Organiske miljøgifter							
Dioksiner***	mg/år	58 \pm 16*****	64 \pm 10*****	224 \pm 102	48	70	40
Dioksinliknende PCB****		3*****		14 \pm 5	7		
Dioksiner*** og dioksinliknende PCB****		61*****		238 \pm 107			

*Estimerte utslipp hentet fra (Næs og Håvardstun 2010).

**Halvparten av deteksjonsgrensen for Pb er rapportert i perioden 2012-2015 jamfør opplysninger fra bedriften.

***WHO (2005)-PCDD/F TEQ eks. LOQ.

****WHO (2005)-PCB TEQ eks. LOQ.

*****WHO (2005) er benyttet, men det er ikke oppgitt om verdiene er inkl. eller eks. LOQ.

4.5 Tilstandsklasser i overflatesedimenter på KV01

En sammenlikning med 2015-undersøkelsen viser samsvarende resultater i 2016 med hensyn til tilstandsklasser (**Tabell 18**) på stasjon KV01. I 2015 oppnådde ikke overflatesedimentene på sedimentstasjon KV01 god kjemisk tilstand og den økologiske tilstanden var moderat (Schøyen og Håvardstun 2016).

Tabell 18. Miljøgiftkonsentrasjoner (t.v.) på KV01 i 2015 (fra Schøyen og Håvardstun 2016) og 2016. I 2015 var konsentrasjonene basert på én replikat prøve, mens de i 2016 er beregnet ut ifra gjennomsnittsverdien til tre replikate prøver (\pm standardavvik). Resultatene er klassifisert i henhold til Arp m. fl. (2014). Blå=klasse I, grønn=klasse II, gul=klasse III, oransje=klasse IV og rød=klasse V.

Parameter	Enhet t.v.	Konsentrasjoner	
		2015	2016
Metaller			
As	mg/kg	870	1117 \pm 176
Cr		85	90 \pm 12
Cu		530	593 \pm 58
Ni		400	457 \pm 31
Pb		120	140 \pm 20
Zn		130	143 \pm 21
Co		33	36 \pm 5
Ag		3,6	2,8 \pm 0,6
Pt		0,9	0,5 \pm 0,2
Pd		5	2 \pm 0
Au		0,4	0,2 \pm 0,1
U		6,2	4,8 \pm 0,7
Th			
Organiske miljøgifter			
Dioksiner*	ng/kg	89,4	121 \pm 49
Dioksinliknende PCB**		4,48	8,1 \pm 3,5
Dioksiner* og dioksinliknende PCB**		93,9	129 \pm 52
Støtteparametere			
Total tørrstoff	%	38,9	35,3 \pm 10,8
TOC	$\mu\text{g C/mg}$	23	23,5 \pm 3,6
<63 μm	%	51	62 \pm 11

4.6 Uran og thorium i overflatesedimenter

Konsentrasjonene av uran og thorium var noe høyere på den bedriftsnære sedimentstasjonen KV01 enn på KH03 lenger ut i fjorden (**Tabell 19**). Bakgrunnsnivåer for thorium i sedimenter er ikke kjent.

Tabell 19. Sammenlikning av konsentrasjoner (t.v.) på KV01 (gjennomsnitt av tre parallelle prøver), KH03 (én prøve) og i sedimentfeller (gjennomsnitt av tre parallelle prøver) i 2016.

Parameter	Enhet t.v.	Konsentrasjoner		
		KV01	KH03	Sedimentfeller
Metaller				
U	mg/kg	4,8 ± 0,7	3,5	4,5 ± 0,3
Th		20 ± 2	17	14 ± 2

4.7 Konklusjon

Miljøgiftkonsentrasjonene i sedimentfelle materialet ble sammenliknet med grenseverdier som er utarbeidet for bunnsedimenter (M-608). Det var overskridelser av miljøkvalitetsstandarder (EQS-grenser) for de EU-prioriterte miljøgiftene Pb, Ni og dioksiner, og for de vannregionspesifikke stoffene As, Cu og Zn. Det foreligger ikke EQS-er for alle de undersøkte miljøgiftene, så sedimentfelle materialet ble i tillegg vurdert i henhold til tilstandsklasser for bunnsedimenter (M-608) til å være i klasse II for Cr, klasse III for Pb og Zn, klasse IV for dioksiner og klasse V for As, Cu og Ni.

Estimat av sedimentasjon (fluks) er utregnet basert på miljøgiftkonsentrasjonene i sedimentfellene. De beregnede sedimentasjonene var 2,2 g As/m²/år, 3,5 g Cu/m²/år, 0,7 g Zn/m²/år, 0,5 g Pb/m²/år, 3,0 g Ni/m²/år og 0,561 µg dioksiner/m²/år. Sedimentasjonen var signifikant høyere per arealenhet (g/m²/år) i 2016 enn i 2009 for As, Ni og Pb, mens det var en indikasjon på økning for dioksiner og Co. Det var ingen signifikant forskjell i sedimentasjonen fra 2009 til 2016 for Cr, Cu og Zn. Miljøgiftkonsentrasjonene i sedimentfellene var signifikant høyere i 2016 enn i 2009 for dioksiner, As og Pb.

Metallkonsentrasjonene i overflatesedimentene var signifikant høyere i 2016 enn i 2006 for As, Cr, Cu, Ni, Pb og Zn.

Materialet i sedimentfellene avspeiler utslippsmessige, hydrografiske (som for eksempel tilførsler fra land, primærproduksjon i vannmassene, strømningsforhold) og fysiske forhold i løpet av denne perioden. Sedimentert materiale kan også stamme fra resuspensjon fra sjøbunnen og fra andre kilder enn bedriftens utslipp.

En økning av sedimenterende materiale kan skyldes økt resuspensjon i og/eller utenfor Hannevika. Dette kan for eksempel være resultat av båttrafikk, vind og strøm, eller av andre klimatiske forhold som kan ha gitt økt avrenning fra land. Bidrag fra resuspendert bunnmateriale utgjør en faktor som er vanskelig å anslå og å unngå (Blomqvist og Larsson 1994). Spesielle hendelser som kan påvirke den målte sedimentasjonen kan være oppankring eller andre kortvarige fysiske forstyrrelser som kan gi resuspensjon og overestimerte sedimentasjonsberegninger. Selve konsentrasjonen i felle materialet vil trolig i liten grad påvirkes av slike forstyrrelser. Andre spesielle hendelser kan være at større organismer, slik som fisk, havner i fellene og påvirker materialmengde og miljøgiftkonsentrasjon. Det ble imidlertid ikke observert større døde organismer i fellene i denne undersøkelsen.

Beregninger av virksomhetens bidrag til sedimentasjonen i 2016, basert på rapporterte utslippstall, viser at dagens utslipp ikke fullt ut kan forklare sedimentasjonen som er målt i fellene, selv med en verst tenkelig-tilnærming. Siden 2006 har de rapporterte direkteutslippene av As, Cu, Zn og dioksiner avtatt. På www.norskeutslipp.no oppgis det at bedriften hadde et utslipp av 40kg

olje til vann i 2015. Bortsett fra korte utslippsepisoder i januar-februar 2016, hvor det ble målt noe forhøyede nivåer av metaller i sjøen, har det er ikke kommet andre opplysninger om uhell eller unormalt høye utslipp som kunne føre til overestimering på årsbasis. Bedriften opplyser at det er et utildekket grunt område inn mot Esso-bukta og at det er dårlig tildekking andre steder i bukta som kan spille en rolle.

De rapporterte utslippene fra Glencore eller andre kjente kilder kan ikke forklare sedimentasjonen av metaller og dioksiner. Denne undersøkelsen gir imidlertid ikke grunnlag til å vurdere betydningen av resuspensjon, transport fra omkringliggende områder eller tilførsler fra ukjente eller diffuse kilder.

Undersøkelser med flere sedimentfeller kan redusere usikkerheten knyttet til prøvestasjonenes representativitet, men på den annen side ansees sammenligningen mellom målinger på utvalgte stasjoner i 2009 og 2016 å være relevant som et mål på endring over tid. For øvrig kan det være aktuelt å gjøre tilleggsmålinger hvor sedimentkjerner snittes i tynne lag for analyse av miljøgifter. Denne metoden gir et godt bilde på utvikling i sedimentasjon og tilførsler av miljøgifter over tid. En annen metode er å gjennomføre oppsamling av partiklene i vannmassene på gitte tidspunkt. Dette kan gjøres ved pumping og filtrering av store mengder vann og deretter analysere filtermaterialet. I tillegg til å gi grunnlag for antakelser om fremtidig sedimentkonsentrasjon, vil denne teknikken også gi svar på dagens konsentrasjon av partikler som nødvendigvis ikke sedimenterer, men som vil påvirke økosystemet generelt.

5 Referanser

Allan, I. J., Schaanning, M. T., Beylich, B. A. 2011. Dioxins associated with suspended particulate matter – in the Grenlandsfjords (Norway). O-10426. NIVA-rapport 6144-2011.

Arp, H. P., Ruus, A., Machen, A., Lillicrap, A. 2014. Kvalitetssikring av miljøkvalitetsstandarder. Miljødirektoratets rapportserie M-241/2014.

Bakke, T., Breeveld, G., Källqvist, T., Oen, A., Eek, E., Ruus, A., Kibsgaard, A., Helland, A., Hylland, K. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann – Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. Miljødirektoratet TA-2229/2007.

Berge, J. A., Ranneklev, S., Selvik, J. R., Steen, A., O. 2013. Indre Oslofjord – Sammenstilling av data om miljøtilførsler og forekomst av miljøgifter i sediment. O-13120. NIVA-rapport 6565-2013.

Berge, J. A., Schlabach, M., Hareide, N. R. 2006. Kartlegging av bromerte flammehemmere, klor- og bromorganiske forbindelser, kvikksølv og metylkvikksølv i fjorder nær Ålesund. O-26282. NIVA-rapport 5436-2006. TA 2252/2007.

Bloesch, J. 1996. Towards a new generation of sediment traps and a better measurement/understanding of settling particle flux in lakes and oceans: A hydrodynamic protocol. *Aquatic Sciences* 58 (4), 283-296.

Blomqvist, S. Larsson, U. 1994. Detrital bedrock elements as tracers of settling resuspended particulate matter in coastal area of the Baltic Sea. *Limnol. Oceanogr.* 39. 880-896.

Broman, D., Kugelberg, J., Näf, C. 1990. Two hydrodynamically stable self-suspended buoyant sediment traps. *Estuar. Coastal Shelf Sci.* 30:429-436.

Broman, D., Colmsjö, A., Ganning, B., Näf, C., Zebühr, Y. 1998. A Multi-Sediment-Trap Study on the Temporal and Spatial Variability of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Lead in an Anthropogenic Influenced Archipelago. *Environ. Sci. Technol.* Vol. 22. No 10. 12-19-1228.

Gustafsson, Ö., Andersson, P., Roos, P., Kukulska, Z., Broman, D., Larsson, U., Hajdu, S., Ingri, J. 2004. Evaluation of the collection efficiency of upper ocean sub-photic-layer sediment traps: a 24-month in situ calibration in the open Baltic Sea using ²³⁴Th. *Limnol. Oceanogr. Methods* 2. 62-74.

Kroglund, T. 2008. Analyse av metaller i sedimenter fra Hannevika, Kristiansand. NIVA-notat O-27404, 17. juni 2008.

Kroglund, T., Håvardstun, J. 2011. Forurensningsbudsjett for utvalgte forbindelser i Hannevika, Kristiansandsfjorden. NIVA-rapport 6114-2011.

Kroglund, T., Schøyen, M. 2014. Overvåking utenfor Glencore Nikkelverk AS i Kristiansandsfjorden. Delrapport fjæresonen. NIVA O-14285. Notat nr. N-24/14. 34 s.

Larsson, U., Blomqvist, S., Abrahamsson, B. 1986. A new sediment trap system. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* Vol. 31: 205-207.

M-409/2015. Breedveld, G., Ruus, A. Risikovurdering av forurenset sediment. Veileder. Miljødirektoratet. 108 s.

M-608/2016. Pettersen, R. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. Miljødirektoratet. 24 s.

NS-ISO 5667-17:2008 Vannundersøkelse – Prøvetaking – Del 17: Veiledning i prøvetaking av partikulært materiale i vann. *Water quality-Sampling-Part 17: Guidance on sampling of bulk suspended solids.*

Næs, K., 1987. Sediment traps in pollution monitoring. A review. ICES WGMS Annex 9.

Næs, K., Håvardstun, J., Oug, E. Allan, I. 2011. Overvåking av det nære sjøområdet til Elkem i Kristiansand i 2010. Undersøkelse av konsentrasjoner av metaller og PAH i vann, blåskjell og sedimenter samt sammensetningen av dyrelivet på bløtbunn. NIVA O- 10214. NIVA-rapport 6145-2011.

Næs, K., Håvardstun, J. 2010. Sedimentasjon av dioksiner og metaller i Hanneviksbukta, Kristiansand, 2009. NIVA O-29252. NIVA-rapport 5942-2010.

Næs, K., Saloranta, T., Nilsson, H. C., Corneliussen, G., Broman, D. 2009. Undersøkelser for å styrke modeller knyttet til beslutningsstøtte for tiltak mot forurensete sedimenter i Grenlandsfjordene. O-26237. NIVA-rapport 5737-2009.

Olsen, M., Schaanning, M., Eek, E., Næs, K. 2015. Beslutningsgrunnlag og tiltaksplan for forurensete sedimenter i Gunneklevfjorden. NIVA O-12354, O-14194. NIVA-rapport 6922-2015.

Pettersen, H., Näf, C., Broman, D. 1997. Impact of PAH Outlets from an Oil Refinery on the Receiving Water Area – Sediment Trap Fluxes and Multivariate Statistical Analysis. *Marine Pollution Bulletin.* Vol. 34. No. 2. 85-95.

Ruus, A., Molvær, J., Uriansrud, F., Næs, K. 2005. Risikovurderinger av PAH-kilder i nærområdet til Elkem i Kristiansand. O-24204. NIVA-rapport 5042-2005.

Schøyen, M., Håvardstun, J. 2016. Tiltaksrettet overvåking i henhold til vannforskriften for Glencore Nikkelverk AS i Kristiansandsfjorden i 2014/2015. Undersøkelse av blåskjell og sedimenter. NIVA O-14285. NIVA-rapport 6977-2016.

Schøyen, M., Kringstad, A., Langford, K., Håvardstun, J., Tveiten, L. 2015. Overvåking utenfor Glencore Nikkelverk AS i Kristiansandsfjorden. Delrapport klorerte alkylbenzener (KAB). NIVA O-14285. J. nr. 0235/15. 38 s.

Schøyen, M., Håvardstun, J., Øxnevad, S., Borgersen, G., Høgåsen, T., Oug, E. 2013. Overvåking av miljøgifter i Kristiansandsfjorden i 2012. Undersøkelse av blåskjell, torsk, taskekrabbe, sedimenter og bløtbunnsfauna. NIVA O-10265. NIVA-rapport 6540-2013.

Skaare, B. B., Wehde, H., Sundfjord, A. 2008. Kirkebukten – Konsentrasjoner av metaller og organiske miljøgifter i sedimentene, avgrensning av tiltaksområde og vurdering av risiko for rekontaminering. O-27298. NIVA-rapport 5530-2008.

Strandberg, B., van Bavel, B., Bergqvist, P.-A., Broman, D., Ishaq, R., Näf, C., Pettersen, H., Rappe, C. 1998. Occurrence, Sedimentation, and Spatial Variations of Organochlorine Contaminants in Settling Particulate Matter and Sediments in the Northern Part of the Baltic Sea. Environ. Sci. Technol. 32. 1754-1759.

Staalstrøm, A., Kempa, M. 2015. Vurdering av strømforhold og partikkelspredning ved etablering av ny dypvannskai ved Rana Industriterminal. O-15126. NIVA-rapport 6906-2015.

Uriansrud, F., Skei, J., Mortensen, T. Dahl, I., Wehde, H. 2006. Miljøovervåking, strømundersøkelser, sedimentkartlegging og vurdering av sedimenttildekking – Fase 2 kartlegging ved U-864 høsten 2006. O- 26265. NIVA-rapport 5279-2006.

Vannforskriften 2015. FOR-2006-12-15-1446, Forskrift om rammer for vannforvaltningen, www.lovdatab.no.

Øxnevad, S., Jaccard, P., F, Skogan, O. A. S., Dahl, I. M., Staalstrøm, A., Schaanning, M. 2014. Environmental monitoring during survey by submarine U-864 outside Fedje in 2014. O-13342. NIVA-rapport 6642-2014.

6 Vedlegg

Veiing av prøvemateriale

Glencore Nikkelverk AS sedimentfeller					
Parallell	Vekt (g): glass+ prøve	Vekt (g): glass uten prøve	Vekt (g): Aluminiumsskål med tørket prøve	Total våtvekt (g)	Total tørrevekt (g)
A	409,31	317,06	21,09	92,25	16,80
B	192,84	158,82	17,77	34,02	13,48
C	219,31	159,37	15,16	59,94	10,87

Snittvekt (20 stk.) aluminiumsskåler 4,29 (g).

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Tel: 02348 / (+47) 22 18 51 00
E-post: niva@niva.no

ANALYSERAPPORT

RapportID: 3417

Kunde: Merete Schøyen
Prosjektnummer: O 14285 Overvåking Glencore

Kommentar til analyseoppdraget:

Denne versjonen erstatter tidligere versjon(er). Vennligst makuler tidligere versjon(er).

Analyseoppdrag: 78-973
Versjon: 2
Dato: 30.06.2016

Prøvenr.: NR-2015-05696
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakningsdato: 01.10.2015
Prøve mottatt dato: 05.04.2016
Analyseperiode: 12.05.2016 - 22.06.2016

Prøvemerkning: Hanneviksb/Glenc kai A - sedimentfeller - A 21m
Stasjon : Sentralt i Hanneviksbukta A Glencore kai A
KjerneID/Replikant : A
Prøvetakningsdyp : 21,00 m Snitt: 0,00-0,00 cm
Prøvetakningsmetode: Sedimentfelle

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
I-TEQ (NATO/CCMS) eksl. LOQ	Internal Method 1	273	ng/kg TS			Eurofins b)
I-TEQ (NATO/CCMS) inkl. LOQ	Internal Method 1	284	ng/kg TS			Eurofins b)
OktaCDD	Internal Method 1	211	ng/kg TS			Eurofins b)
OktaCDF	Internal Method 1	2730	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 105	Internal Method 1	714	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 114	Internal Method 1	57,2	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 118	Internal Method 1	2990	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 123	Internal Method 1	162	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 126	Internal Method 1	119	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 156	Internal Method 1	352	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 157	Internal Method 1	147	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 167	Internal Method 1	148	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 169	Internal Method 1	32,0	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 189	Internal Method 1	139	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 77	Internal Method 1	289	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 81	Internal Method 1	101	ng/kg TS			Eurofins b)
WHO (1998)-PCB TEQ eksl. LOQ	Internal Method 1	12,9	ng/kg TS			Eurofins b)
WHO (1998)-PCB TEQ inkl. LOQ	Internal Method 1	12,9	ng/kg TS			Eurofins b)
WHO (2005)-PCB TEQ eksl. LOQ	Internal Method 1	13,1	ng/kg TS			Eurofins b)
WHO (2005)-PCB TEQ inkl. LOQ	Internal Method 1	13,1	ng/kg TS			Eurofins b)
WHO(1998)-PCDD/F TEQ eksl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	272	ng/kg tv TS			Eurofins
WHO(1998)-PCDD/F TEQ inkl. LOQ	Internal Method 1	283	ng/kg TS			Eurofins b)
WHO(2005)-PCDD/F TEQ eksl. LOQ	Internal Method 1	229	ng/kg TS			Eurofins b)
WHO(2005)-PCDD/F TEQ inkl. LOQ	Internal Method 1	240	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	Internal Method 1	44,8	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	Internal Method 1	1930	ng/kg TS			Eurofins b)

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Måleusikkerhet, LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

Prøvenr.: NR-2015-05696
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakningsdato: 01.10.2015
Prøve mottatt dato: 05.04.2016
Analyseperiode: 12.05.2016 - 22.06.2016

Prøve­merking: Hanneviksb/Glenc kai A - sedimentfeller - A 21m
 Stasjon : Sentralt i Hanneviksbukta A Glencore kai A
 KjerneID/Replikant : A
 Prøvetakingsdyp : 21,00 m Snitt: 0,00-0,00 cm
 Prøvetakingsmetode: Sedimentfelle

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
1,2,3,4,7,8-HeksaCDD	Internal Method 1	2,90	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,4,7,8-HeksaCDF	Internal Method 1	359	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	Internal Method 1	369	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,6,7,8-HeksaCDD	Internal Method 1	7,25	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,6,7,8-HeksaCDF	Internal Method 1	348	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,7,8-PentaCDD	Internal Method 1	3,35	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,7,8-PentaCDF	Internal Method 1	252	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,7,8,9-HeksaCDD	Internal Method 1	4,78	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,7,8,9-HeksaCDF	Internal Method 1	< 107	ng/kg TS			Eurofins b)
2,3,4,6,7,8-HeksaCDF	Internal Method 1	140	ng/kg TS			Eurofins b)
2,3,4,7,8-PentaCDF	Internal Method 1	193	ng/kg TS			Eurofins b)
2,3,7,8-TetraCDD	Internal Method 1	2,71	ng/kg TS			Eurofins b)
2,3,7,8-TetraCDF	Internal Method 1	475	ng/kg TS			Eurofins b)
Gull (Au)	NS EN ISO 17294-2	0,5	mg/kg TS		0,1	Eurofins
Palladium (Pd)	NS EN ISO 17294-2	2	mg/kg TS		1	Eurofins
Platina (Pt)	NS EN ISO 17294-2	1,1	mg/kg TS		0,1	Eurofins
Kobber	NS EN ISO 11885	1300	mg/kg TS		0,5	Eurofins c)
Kobolt	NS EN ISO 11885	78	mg/kg TS		0,5	Eurofins c)
Krom	NS EN ISO 11885	130	mg/kg TS		0,3	Eurofins c)
Nikkel	NS EN ISO 11885	1100	mg/kg TS		0,5	Eurofins c)
Sølv	NS EN ISO 11885	5,3	mg/kg TS		0,05	Eurofins c)
Arsen	NS EN ISO 17294-2	610	mg/kg TS		0,5	Eurofins c)
Bly	NS EN ISO 17294-2	160	mg/kg TS		0,5	Eurofins c)
Sink	NS EN ISO 11885	320	mg/kg TS		2	Eurofins c)
Thorium*	SS 028150-2 / ICP-MS	14	mg/kg TS		0,1	Eurofins
Tinn*	NS EN ISO 11885	14	mg/kg TS		0,5	Eurofins
Uran*	SS 028150-2 / ICP-MS	4,7	mg/kg TS		1	Eurofins
Totalt organisk karbon	Intern metode (G6-2)	53,4	µg C/mg TS	20%	1,0	

b) Eurofins - GfA Lab Service GmbH, DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00

c) Eurofins Environment Testing Sweden AB, ISO/IEC 17025 SWEDAC 1125

Prøvenr.: NR-2015-05697
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakningsdato: 01.10.2015
Prøve mottatt dato: 05.04.2016
Analyseperiode: 12.05.2016 - 22.06.2016

Prøve­merking: Hanneviksb/Glenc kai B - sedimentfeller - B 22m
 Stasjon : Sentralt i Hanneviksbukta B Glencore kai B
 KjerneID/Replikant : B
 Prøvetakingsdyp : 22,00 m Snitt: 0,00-0,00 cm
 Prøvetakingsmetode: Sedimentfelle

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
I-TEQ (NATO/CCMS) ekskl. LOQ	Internal Method 1	245	ng/kg TS			Eurofins b)
I-TEQ (NATO/CCMS) inkl. LOQ	Internal Method 1	254	ng/kg TS			Eurofins b)
OktaCDD	Internal Method 1	327	ng/kg TS			Eurofins b)
OktaCDF	Internal Method 1	3660	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 105	Internal Method 1	850	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 114	Internal Method 1	63,2	ng/kg TS			Eurofins b)

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Måleusikkerhet, LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

Prøvenr.: NR-2015-05697
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakningsdato: 01.10.2015
Prøve mottatt dato: 05.04.2016
Analyseperiode: 12.05.2016 - 22.06.2016

Prøvemerking: Hanneviksb/Glenc kai B - sedimentfeller - B 22m
 Stasjon : Sentralt i Hanneviksbukta B Glencore kai B
 KjerneID/Replikant : B
 Prøvetakingsdyp : 22,00 m Snitt: 0,00-0,00 cm
 Prøvetakingsmetode: Sedimentfelle

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
PCB 118	Internal Method 1	2760	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 123	Internal Method 1	190	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 126	Internal Method 1	117	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 156	Internal Method 1	400	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 157	Internal Method 1	166	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 167	Internal Method 1	217	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 169	Internal Method 1	29,2	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 189	Internal Method 1	141	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 77	Internal Method 1	283	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 81	Internal Method 1	86,0	ng/kg TS			Eurofins b)
WHO (1998)-PCB TEQ eksl. LOQ	Internal Method 1	12,8	ng/kg TS			Eurofins b)
WHO (1998)-PCB TEQ inkl. LOQ	Internal Method 1	12,8	ng/kg TS			Eurofins b)
WHO (2005)-PCB TEQ eksl. LOQ	Internal Method 1	12,8	ng/kg TS			Eurofins b)
WHO (2005)-PCB TEQ inkl. LOQ	Internal Method 1	12,8	ng/kg TS			Eurofins b)
WHO(1998)-PCDD/F TEQ eksl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	243	ng/kg tv TS			Eurofins
WHO(1998)-PCDD/F TEQ inkl. LOQ	Internal Method 1	252	ng/kg TS			Eurofins b)
WHO(2005)-PCDD/F TEQ eksl. LOQ	Internal Method 1	209	ng/kg TS			Eurofins b)
WHO(2005)-PCDD/F TEQ inkl. LOQ	Internal Method 1	218	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	Internal Method 1	41,0	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	Internal Method 1	2180	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,4,7,8-HeksaCDD	Internal Method 1	3,03	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,4,7,8-HeksaCDF	Internal Method 1	357	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	Internal Method 1	366	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,6,7,8-HeksaCDD	Internal Method 1	6,36	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,6,7,8-HeksaCDF	Internal Method 1	340	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,7,8-PentaCDD	Internal Method 1	3,16	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,7,8-PentaCDF	Internal Method 1	216	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,7,8,9-HeksaCDD	Internal Method 1	4,33	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,7,8,9-HeksaCDF	Internal Method 1	< 90,7	ng/kg TS			Eurofins b)
2,3,4,6,7,8-HeksaCDF	Internal Method 1	131	ng/kg TS			Eurofins b)
2,3,4,7,8-PentaCDF	Internal Method 1	155	ng/kg TS			Eurofins b)
2,3,7,8-TetraCDD	Internal Method 1	2,34	ng/kg TS			Eurofins b)
2,3,7,8-TetraCDF	Internal Method 1	389	ng/kg TS			Eurofins b)
Gull (Au)	NS EN ISO 17294-2	0,2	mg/kg TS		0,1	Eurofins
Palladium (Pd)	NS EN ISO 17294-2	1	mg/kg TS		1	Eurofins
Platina (Pt)	NS EN ISO 17294-2	0,4	mg/kg TS		0,1	Eurofins
Kobber	NS EN ISO 11885	1100	mg/kg TS		0,5	Eurofins c)
Kobolt	NS EN ISO 11885	61	mg/kg TS		0,5	Eurofins c)
Krom	NS EN ISO 11885	81	mg/kg TS		0,3	Eurofins c)
Nikkel	NS EN ISO 11885	820	mg/kg TS		0,5	Eurofins c)
Sølv	NS EN ISO 11885	4,0	mg/kg TS		0,05	Eurofins c)
Arsen	NS EN ISO 17294-2	820	mg/kg TS		0,5	Eurofins c)

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Måleusikkerhet, LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

Prøvenr.: NR-2015-05697
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakningsdato: 01.10.2015
Prøve mottatt dato: 05.04.2016
Analyseperiode: 12.05.2016 - 22.06.2016

Prøve­merking: Hanneviksb/Glenc kai B - sedimentfeller - B 22m
 Stasjon : Sentralt i Hanneviksbukta B Glencore kai B
 KjerneID/Replikant : B
 Prøvetakingsdyp : 22,00 m Snitt: 0,00-0,00 cm
 Prøvetakingsmetode: Sedimentfelle

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Bly	NS EN ISO 17294-2	170	mg/kg TS		0,5	Eurofins c)
Sink	NS EN ISO 11885	160	mg/kg TS		2	Eurofins c)
Thorium*	SS 028150-2 / ICP-MS	12	mg/kg TS		0,1	Eurofins
Tinn*	NS EN ISO 11885	12	mg/kg TS		0,5	Eurofins
Uran*	SS 028150-2 / ICP-MS	4,6	mg/kg TS		1	Eurofins
Totalt organisk karbon	Intern metode (G6-2)	65,9	µg C/mg TS	20%	1,0	

b) Eurofins - GfA Lab Service GmbH, DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00

c) Eurofins Environment Testing Sweden AB, ISO/IEC 17025 SWEDAC 1125

Prøvenr.: NR-2015-05698
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakningsdato: 01.10.2015
Prøve mottatt dato: 05.04.2016
Analyseperiode: 12.05.2016 - 22.06.2016

Prøve­merking: Hanneviksb/Glenc kai C - sedimentfeller - C 24m
 Stasjon : Sentralt i Hanneviksbukta C Glencore kai C
 KjerneID/Replikant : C
 Prøvetakingsdyp : 24,00 m Snitt: 0,00-0,00 cm
 Prøvetakingsmetode: Sedimentfelle

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
I-TEQ (NATO/CCMS) eksl. LOQ	Internal Method 1	152	ng/kg TS			Eurofins b)
I-TEQ (NATO/CCMS) inkl. LOQ	Internal Method 1	158	ng/kg TS			Eurofins b)
OktaCDD	Internal Method 1	208	ng/kg TS			Eurofins b)
OktaCDF	Internal Method 1	1670	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 105	Internal Method 1	992	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 114	Internal Method 1	60,8	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 118	Internal Method 1	2480	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 123	Internal Method 1	97,4	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 126	Internal Method 1	81,0	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 156	Internal Method 1	447	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 157	Internal Method 1	148	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 167	Internal Method 1	210	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 169	Internal Method 1	22,2	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 189	Internal Method 1	107	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 77	Internal Method 1	208	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 81	Internal Method 1	58,1	ng/kg TS			Eurofins b)
WHO (1998)-PCB TEQ eksl. LOQ	Internal Method 1	9,05	ng/kg TS			Eurofins b)
WHO (1998)-PCB TEQ inkl. LOQ	Internal Method 1	9,05	ng/kg TS			Eurofins b)
WHO (2005)-PCB TEQ eksl. LOQ	Internal Method 1	8,94	ng/kg TS			Eurofins b)
WHO (2005)-PCB TEQ inkl. LOQ	Internal Method 1	8,94	ng/kg TS			Eurofins b)
WHO(1998)-PCDD/F TEQ eksl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	152	ng/kg tv TS			Eurofins
WHO(1998)-PCDD/F TEQ inkl. LOQ	Internal Method 1	158	ng/kg TS			Eurofins b)
WHO(2005)-PCDD/F TEQ eksl. LOQ	Internal Method 1	129	ng/kg TS			Eurofins b)

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Måleusikkerhet, LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

Prøvenr.: NR-2015-05698
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakningsdato: 01.10.2015
Prøve mottatt dato: 05.04.2016
Analyseperiode: 12.05.2016 - 22.06.2016

Prøvemerkning: Hanneviksb/Glenc kai C - sedimentfeller - C 24m
 Stasjon : Sentralt i Hanneviksbukta C Glencore kai C
 KjerneID/Replikant : C
 Prøvetakingsdyp : 24,00 m Snitt: 0,00-0,00 cm
 Prøvetakingsmetode: Sedimentfelle

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
WHO(2005)-PCDD/F TEQ inkl. LOQ	Internal Method 1	135	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	Internal Method 1	45,5	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	Internal Method 1	1110	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,4,7,8-HeksaCDD	Internal Method 1	3,19	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,4,7,8-HeksaCDF	Internal Method 1	219	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	Internal Method 1	225	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,6,7,8-HeksaCDD	Internal Method 1	6,48	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,6,7,8-HeksaCDF	Internal Method 1	205	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,7,8-PentaCDD	Internal Method 1	3,10	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,7,8-PentaCDF	Internal Method 1	131	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,7,8,9-HeksaCDD	Internal Method 1	4,78	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,7,8,9-HeksaCDF	Internal Method 1	< 59,1	ng/kg TS			Eurofins b)
2,3,4,6,7,8-HeksaCDF	Internal Method 1	82,6	ng/kg TS			Eurofins b)
2,3,4,7,8-PentaCDF	Internal Method 1	104	ng/kg TS			Eurofins b)
2,3,7,8-TetraCDD	Internal Method 1	1,98	ng/kg TS			Eurofins b)
2,3,7,8-TetraCDF	Internal Method 1	224	ng/kg TS			Eurofins b)
Gull (Au)	NS EN ISO 17294-2	0,3	mg/kg TS		0,1	Eurofins
Palladium (Pd)	NS EN ISO 17294-2	2	mg/kg TS		1	Eurofins
Platina (Pt)	NS EN ISO 17294-2	0,6	mg/kg TS		0,1	Eurofins
Kobber	NS EN ISO 11885	1300	mg/kg TS		0,5	Eurofins c)
Kobolt	NS EN ISO 11885	91	mg/kg TS		0,5	Eurofins c)
Krom	NS EN ISO 11885	100	mg/kg TS		0,3	Eurofins c)
Nikkel	NS EN ISO 11885	1200	mg/kg TS		0,5	Eurofins c)
Sølv	NS EN ISO 11885	4,8	mg/kg TS		0,05	Eurofins c)
Arsen	NS EN ISO 17294-2	1000	mg/kg TS		0,5	Eurofins c)
Bly	NS EN ISO 17294-2	200	mg/kg TS		0,5	Eurofins c)
Sink	NS EN ISO 11885	190	mg/kg TS		2	Eurofins c)
Thorium*	SS 028150-2 / ICP-MS	15	mg/kg TS		0,1	Eurofins
Tinn*	NS EN ISO 11885	13	mg/kg TS		0,5	Eurofins
Uran*	SS 028150-2 / ICP-MS	4,2	mg/kg TS		1	Eurofins
Totalt organisk karbon	Intern metode (G6-2)	39,7	µg C/mg TS	20%	1,0	

b) Eurofins - GfA Lab Service GmbH, DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00

c) Eurofins Environment Testing Sweden AB, ISO/IEC 17025 SWEDAC 1125



Norsk institutt for vannforskning
 Veronica Eftevåg

Rapporten er elektronisk signert

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

< : Mindre enn, > : Større enn, MU: Måleusikkerhet, LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

ANALYSERAPPORT

RapportID: 3640

Kunde: Merete Schøyen
Prosjektnummer: O 14285 Overvåking Glencore

Kommentar til analyseoppdraget:	Analyseoppdrag:	78-2768
Denne versjonen erstatter tidligere versjon(er). Vennligst makuler tidligere versjon(er).	Versjon:	2
15/08/2016 ALR: Metall resultater for prøve C er lagt til.	Dato:	22.08.2016

Prøvenr.: NR-2016-03290
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakningsdato: 16.06.2016
Prøve mottatt dato: 22.06.2016
Analyseperiode: 04.07.2016 - 18.07.2016

Prøvemerkning: KV01 Hanneviksbukta sedimenter - A
Stasjon : KV01 Hanneviksbukta sedimenter KV01
KjerneID/Replikant : A
Prøvetakningsdyp : 31,00 m Snitt: 0,00-2,00 cm
Prøvetakningsmetode: Grab sampler

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
I-TEQ (NATO/CCMS) eksl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	136	ng/kg tv TS			Eurofins
I-TEQ (NATO/CCMS) inkl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	138	ng/kg tv TS			Eurofins
OktaCDD	Internal Method 1	223	ng/kg TS			Eurofins b)
OktaCDF	Internal Method 1	1400	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 105	Internal Method 1	450	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 114	Internal Method 1	26,6	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 118	Internal Method 1	1280	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 123	Internal Method 1	51,1	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 126	Internal Method 1	66,6	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 156	Internal Method 1	224	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 157	Internal Method 1	80,7	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 167	Internal Method 1	120	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 169	Internal Method 1	18,5	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 189	Internal Method 1	79,3	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 77	Internal Method 1	151	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 81	Internal Method 1	25,3	ng/kg TS			Eurofins b)
WHO (1998)-PCB TEQ eksl. LOQ	Internal Method 1	7,21	ng/kg TS			Eurofins b)
WHO (1998)-PCB TEQ inkl. LOQ	Internal Method 1	7,21	ng/kg TS			Eurofins b)
WHO (2005)-PCB TEQ eksl. LOQ	Internal Method 1	7,31	ng/kg TS			Eurofins b)
WHO (2005)-PCB TEQ inkl. LOQ	Internal Method 1	7,31	ng/kg TS			Eurofins b)
WHO(1998)-PCDD/F TEQ eksl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	136	ng/kg tv TS			Eurofins
WHO(1998)-PCDD/F TEQ inkl. LOQ	Internal Method 1	138	ng/kg TS			Eurofins b)
WHO(2005)-PCDD/F TEQ eksl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	115	ng/kg tv TS			Eurofins
WHO(2005)-PCDD/F TEQ inkl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	117	ng/kg tv TS			Eurofins
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	Internal Method 1	46,3	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	Internal Method 1	900	ng/kg TS			Eurofins b)

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Måleusikkerhet, LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

Prøvenr.: NR-2016-03290
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakningsdato: 16.06.2016
Prøve mottatt dato: 22.06.2016
Analyseperiode: 04.07.2016 - 18.07.2016

Prøvemerking: KV01 Hanneviksbukta sedimenter - A
 Stasjon : KV01 Hanneviksbukta sedimenter KV01
 KjerneID/Replikant : A
 Prøvetakningsdyp : 31,00 m Snitt: 0,00-2,00 cm
 Prøvetakningsmetode: Grab sampler

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
1,2,3,4,7,8-HeksaCDD	Internal Method 1	2,66	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,4,7,8-HeksaCDF	Internal Method 1	199	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	Internal Method 1	194	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,6,7,8-HeksaCDD	Internal Method 1	5,92	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,6,7,8-HeksaCDF	Internal Method 1	177	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,7,8-PentaCDD	Internal Method 1	2,83	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,7,8-PentaCDF	Internal Method 1	124	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,7,8,9-HeksaCDD	Internal Method 1	3,80	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,7,8,9-HeksaCDF	Internal Method 1	< 22,4	ng/kg TS			Eurofins b)
2,3,4,6,7,8-HeksaCDF	Internal Method 1	77,9	ng/kg TS			Eurofins b)
2,3,4,7,8-PentaCDF	Internal Method 1	96,0	ng/kg TS			Eurofins b)
2,3,7,8-TetraCDD	Internal Method 1	1,76	ng/kg TS			Eurofins b)
2,3,7,8-TetraCDF	Internal Method 1	191	ng/kg TS			Eurofins b)
Gull (Au)	NS EN ISO 17294-2	0,2	mg/kg TS		0,1	Eurofins
Palladium (Pd)	NS EN ISO 17294-2	2	mg/kg TS		1	Eurofins
Platina (Pt)	NS EN ISO 17294-2	0,5	mg/kg TS		0,1	Eurofins
<63 µm*	Intern metode (INTERN_NIVA)	64	% TS			
Arsen	NS EN ISO 17294-2	1300	mg/kg TS		0,5	Eurofins c)
Bly	NS EN ISO 17294-2	140	mg/kg TS		0,5	Eurofins c)
Kobber	NS EN ISO 11885	560	mg/kg TS		0,5	Eurofins c)
Kobolt	NS EN ISO 11885	37	mg/kg TS		0,5	Eurofins c)
Krom	NS EN ISO 11885	93	mg/kg TS		0,3	Eurofins c)
Nikkel	NS EN ISO 11885	430	mg/kg TS		0,5	Eurofins c)
Sink	NS EN ISO 11885	150	mg/kg TS		2	Eurofins c)
Sølv	NS EN ISO 11885	3,3	mg/kg TS		0,05	Eurofins c)
Thorium*	SS 028150-2 / ICP-MS	19	mg/kg TS		0,1	Eurofins
Uran*	SS 028150-2 / ICP-MS	4,9	mg/kg TS		1	Eurofins
Totalt organisk karbon	Intern metode (G6-2)	22,9	µg C/mg TS	20%	1,0	
Tørrestoff %*	EC 152/2009	26,1	%			Eurofins

b) Eurofins - GfA Lab Service GmbH, DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00

c) Eurofins Environment Testing Sweden AB, ISO/IEC 17025 SWEDAC 1125

Prøvenr.: NR-2016-03291
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakningsdato: 16.06.2016
Prøve mottatt dato: 22.06.2016
Analyseperiode: 04.07.2016 - 18.07.2016

Prøvemerking: KV01 Hanneviksbukta sedimenter - B
 Stasjon : KV01 Hanneviksbukta sedimenter KV01
 KjerneID/Replikant : B
 Prøvetakningsdyp : 31,00 m Snitt: 0,00-2,00 cm
 Prøvetakningsmetode: Grab sampler

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
I-TEQ (NATO/CCMS) eksl. LOQ	Internal Method 1	204	ng/kg TS			Eurofins b)
I-TEQ (NATO/CCMS) inkl. LOQ	Internal Method 1	206	ng/kg TS			Eurofins b)
OktaCDD	Internal Method 1	188	ng/kg TS			Eurofins b)
OktaCDF	Internal Method 1	1860	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 105	Internal Method 1	523	ng/kg TS			Eurofins b)

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Måleusikkerhet, LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

Prøvenr.: NR-2016-03291
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakningsdato: 16.06.2016
Prøve mottatt dato: 22.06.2016
Analyseperiode: 04.07.2016 - 18.07.2016

Prøvemerkning: KV01 Hanneviksbukta sedimenter - B
 Stasjon : KV01 Hanneviksbukta sedimenter KV01
 KjerneID/Replik : B
 Prøvetakningsdyp : 31,00 m Snitt: 0,00-2,00 cm
 Prøvetakningsmetode: Grab sampler

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
PCB 114	Internal Method 1	34,4	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 118	Internal Method 1	1740	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 123	Internal Method 1	84,2	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 126	Internal Method 1	110	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 156	Internal Method 1	424	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 157	Internal Method 1	108	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 167	Internal Method 1	250	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 169	Internal Method 1	26,1	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 189	Internal Method 1	155	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 77	Internal Method 1	259	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 81	Internal Method 1	67,7	ng/kg TS			Eurofins b)
WHO (1998)-PCB TEQ eksl. LOQ	Internal Method 1	11,8	ng/kg TS			Eurofins b)
WHO (1998)-PCB TEQ inkl. LOQ	Internal Method 1	11,8	ng/kg TS			Eurofins b)
WHO (2005)-PCB TEQ eksl. LOQ	Internal Method 1	11,9	ng/kg TS			Eurofins b)
WHO (2005)-PCB TEQ inkl. LOQ	Internal Method 1	11,9	ng/kg TS			Eurofins b)
WHO(1998)-PCDD/F TEQ eksl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	204	ng/kg tv TS			Eurofins
WHO(1998)-PCDD/F TEQ inkl. LOQ	Internal Method 1	207	ng/kg TS			Eurofins b)
WHO(2005)-PCDD/F TEQ eksl. LOQ	Internal Method 1	172	ng/kg TS			Eurofins b)
WHO(2005)-PCDD/F TEQ inkl. LOQ	Internal Method 1	175	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	Internal Method 1	42,8	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	Internal Method 1	1390	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,4,7,8-HeksaCDD	Internal Method 1	3,20	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,4,7,8-HeksaCDF	Internal Method 1	286	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	Internal Method 1	235	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,6,7,8-HeksaCDD	Internal Method 1	7,02	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,6,7,8-HeksaCDF	Internal Method 1	249	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,7,8-PentaCDD	Internal Method 1	3,95	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,7,8-PentaCDF	Internal Method 1	166	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,7,8,9-HeksaCDD	Internal Method 1	4,85	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,7,8,9-HeksaCDF	Internal Method 1	< 28,2	ng/kg TS			Eurofins b)
2,3,4,6,7,8-HeksaCDF	Internal Method 1	105	ng/kg TS			Eurofins b)
2,3,4,7,8-PentaCDF	Internal Method 1	142	ng/kg TS			Eurofins b)
2,3,7,8-TetraCDD	Internal Method 1	2,73	ng/kg TS			Eurofins b)
2,3,7,8-TetraCDF	Internal Method 1	351	ng/kg TS			Eurofins b)
Gull (Au)	NS EN ISO 17294-2	0,3	mg/kg TS		0,1	Eurofins
Palladium (Pd)	NS EN ISO 17294-2	2	mg/kg TS		1	Eurofins
Platina (Pt)	NS EN ISO 17294-2	0,7	mg/kg TS		0,1	Eurofins
<63 µm*	Intern metode (INTERN_NIVA)	71	% TS			
Arsen	NS EN ISO 17294-2	1100	mg/kg TS		0,5	Eurofins c)
Bly	NS EN ISO 17294-2	160	mg/kg TS		0,5	Eurofins c)
Kobber	NS EN ISO 11885	660	mg/kg TS		0,5	Eurofins c)
Kobolt	NS EN ISO 11885	41	mg/kg TS		0,5	Eurofins c)

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Måleusikkerhet, LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

Prøvenr.: NR-2016-03291
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakningsdato: 16.06.2016
Prøve mottatt dato: 22.06.2016
Analyseperiode: 04.07.2016 - 18.07.2016

Prøvemerking: KV01 Hanneviksbukta sedimenter - B
 Stasjon : KV01 Hanneviksbukta sedimenter KV01
 KjerneID/Replikant : B
 Prøvetakningsdyp : 31,00 m Snitt: 0,00-2,00 cm
 Prøvetakningsmetode: Grab sampler

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Krom	NS EN ISO 11885	100	mg/kg TS		0,3	Eurofins c)
Nikkel	NS EN ISO 11885	490	mg/kg TS		0,5	Eurofins c)
Sink	NS EN ISO 11885	160	mg/kg TS		2	Eurofins c)
Sølv	NS EN ISO 11885	3,0	mg/kg TS		0,05	Eurofins c)
Thorium*	SS 028150-2 / ICP-MS	22	mg/kg TS		0,1	Eurofins
Uran*	SS 028150-2 / ICP-MS	5,4	mg/kg TS		1	Eurofins
Totalt organisk karbon	Intern metode (G6-2)	27,3	µg C/mg TS	20%	1,0	
Tørrestoff %*	EC 152/2009	32,6	%			Eurofins

b) Eurofins - GfA Lab Service GmbH, DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00

c) Eurofins Environment Testing Sweden AB, ISO/IEC 17025 SWEDAC 1125

Prøvenr.: NR-2016-03292
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakningsdato: 16.06.2016
Prøve mottatt dato: 22.06.2016
Analyseperiode: 04.07.2016 - 18.07.2016

Prøvemerking: KV01 Hanneviksbukta sedimenter - C
 Stasjon : KV01 Hanneviksbukta sedimenter KV01
 KjerneID/Replikant : C
 Prøvetakningsdyp : 31,00 m Snitt: 0,00-2,00 cm
 Prøvetakningsmetode: Grab sampler

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
I-TEQ (NATO/CCMS) eksl. LOQ	Internal Method 1	88,5	ng/kg TS			Eurofins b)
I-TEQ (NATO/CCMS) inkl. LOQ	Internal Method 1	89,9	ng/kg TS			Eurofins b)
OktaCDD	Internal Method 1	148	ng/kg TS			Eurofins b)
OktaCDF	Internal Method 1	1080	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 105	Internal Method 1	333	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 114	Intern metode (EKSTERN_EF)	17,4	ng/kg tv TS			Eurofins
PCB 118	Internal Method 1	939	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 123	Intern metode (EKSTERN_EF)	33,3	ng/kg tv TS			Eurofins
PCB 126	Intern metode (EKSTERN_EF)	47,0	ng/kg tv TS			Eurofins
PCB 156	Internal Method 1	168	ng/kg TS			Eurofins b)
PCB 157	Intern metode (EKSTERN_EF)	53,1	ng/kg tv TS			Eurofins
PCB 167	Intern metode (EKSTERN_EF)	93,0	ng/kg tv TS			Eurofins
PCB 169	Intern metode (EKSTERN_EF)	12,4	ng/kg tv TS			Eurofins
PCB 189	Intern metode (EKSTERN_EF)	54,3	ng/kg tv TS			Eurofins
PCB 77	Intern metode (EKSTERN_EF)	97,1	ng/kg tv TS			Eurofins
PCB 81	Intern metode (EKSTERN_EF)	15,2	ng/kg tv TS			Eurofins
WHO (1998)-PCB TEQ eksl. LOQ	Internal Method 1	5,09	ng/kg TS			Eurofins b)
WHO (1998)-PCB TEQ inkl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	5,09	ng/kg tv TS			Eurofins
WHO (2005)-PCB TEQ eksl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	5,14	ng/kg tv TS			Eurofins
WHO (2005)-PCB TEQ inkl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	5,14	ng/kg tv TS			Eurofins
WHO(1998)-PCDD/F TEQ eksl. LOQ	Intern metode (EKSTERN_EF)	88,5	ng/kg tv TS			Eurofins

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Måleusikkerhet, LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

Prøvenr.: NR-2016-03292
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakningsdato: 16.06.2016
Prøve mottatt dato: 22.06.2016
Analyseperiode: 04.07.2016 - 18.07.2016

Prøvemerkning: KV01 Hanneviksbukta sedimenter - C
 Stasjon : KV01 Hanneviksbukta sedimenter KV01
 KjerneID/Replikant : C
 Prøvetakningsdybde : 31,00 m Snitt: 0,00-2,00 cm
 Prøvetakningsmetode: Grab sampler

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
WHO(1998)-PCDD/F TEQ inkl. LOQ	Internal Method 1	89,9	ng/kg TS			Eurofins b)
WHO(2005)-PCDD/F TEQ eksl. LOQ	Internal Method 1	75,0	ng/kg TS			Eurofins b)
WHO(2005)-PCDD/F TEQ inkl. LOQ	Internal Method 1	76,4	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	Internal Method 1	29,2	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	Internal Method 1	662	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,4,7,8-HeksaCDD	Internal Method 1	2,37	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,4,7,8-HeksaCDF	Internal Method 1	132	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	Internal Method 1	123	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,6,7,8-HeksaCDD	Internal Method 1	4,47	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,6,7,8-HeksaCDF	Internal Method 1	111	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,7,8-PentaCDD	Internal Method 1	2,19	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,7,8-PentaCDF	Internal Method 1	72,6	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,7,8,9-HeksaCDD	Internal Method 1	3,02	ng/kg TS			Eurofins b)
1,2,3,7,8,9-HeksaCDF	Internal Method 1	< 14,2	ng/kg TS			Eurofins b)
2,3,4,6,7,8-HeksaCDF	Internal Method 1	53,4	ng/kg TS			Eurofins b)
2,3,4,7,8-PentaCDF	Internal Method 1	61,5	ng/kg TS			Eurofins b)
2,3,7,8-TetraCDD	Internal Method 1	1,19	ng/kg TS			Eurofins b)
2,3,7,8-TetraCDF	Internal Method 1	118	ng/kg TS			Eurofins b)
Gull (Au)	NS EN ISO 17294-2	0,2	mg/kg TS		0,1	Eurofins
Palladium (Pd)	NS EN ISO 17294-2	2	mg/kg TS		1	Eurofins
Platina (Pt)	NS EN ISO 17294-2	0,4	mg/kg TS		0,1	Eurofins
<63 µm*	Intern metode (INTERN_NIVA)	50	% TS			
Arsen	NS EN ISO 17294-2	950	mg/kg TS		0,5	Eurofins c)
Bly	NS EN ISO 17294-2	120	mg/kg TS		0,5	Eurofins c)
Kobber	NS EN ISO 11885	560	mg/kg TS		0,5	Eurofins c)
Kobolt*	EN ISO 17294-2	31	mg/kg TS			Eurofins
Krom	NS EN ISO 11885	77	mg/kg TS		0,3	Eurofins c)
Nikkel*	EN ISO 17294-2	450	mg/kg TS			Eurofins
Sink	NS EN ISO 11885	120	mg/kg TS		2	Eurofins c)
Sølv*	EN ISO 17294-2	2,2	mg/kg TS			Eurofins
Thorium*	EN ISO 17294-2	18	mg/kg TS			Eurofins
Uran*	SS 028150-2 / ICP-MS	4,0	mg/kg TS		1	Eurofins
Totalt organisk karbon	Intern metode (G6-2)	20,2	µg C/mg TS	20%	1,0	
Tørrstoff %*	EC 152/2009	47,2	%			Eurofins

b) Eurofins - GfA Lab Service GmbH, DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00

c) Eurofins Environment Testing Sweden AB, ISO/IEC 17025 SWEDAC 1125



Norsk institutt for vannforskning

Trine Olsen

Kvalitetsleder

Rapporten er elektronisk signert

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Måleusikkerhet, LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

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 samfunnsniv.



Norsk institutt for vannforskning

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