

Kontroll og miljøprogram etter opprydding og tildekking av sedimenter i Bukkevika, Arendal. Undersøkelse av blåskjell og sedimenter.



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 Kontroll og miljøprogram etter opprydding og tildekking av sedimenter i Bukkevika, Arendal. Undersøkelse av blåskjell og sedimenter.	Løpenummer 7186-2017	Dato 8.9.2017
	Prosjektnummer 13014	Sider 30
Forfatter(e) Jarle Håvardstun Merete Schøyen	Fagområde Miljøgifter - marin	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Aust-Agder	Utgitt av NIVA

Oppdragsgiver(e) Arendal kommune	Oppdragsreferanse Ragnhild Hammer
-------------------------------------	--------------------------------------

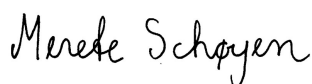
Sammendrag

NIVA har gjennomført undersøkelser av blåskjell og sedimenter utenfor Bukkevika i Tromøysundet ved Arendal i 2017. Det ble undersøkt fire blåskjellstasjoner og tre sedimentstasjoner utenfor tildekket område i Bukkevika. Det ble analysert for metaller (Pb, Cd, Cu), PCB og PAH i både blåskjell og sedimenter. For sedimenter ble det analysert overflatesedimenter (0-5 cm). Undersøkelsen tilhører kontroll og miljøprogrammet etter opprydding og tildekking i Bukkevika hvor vannprøvetaking, turbiditetsmålinger og analyser av miljøgifter i vann har blitt rapportert tidligere.

For blåskjell var det lave konsentrasjoner av metaller, PCB og PAH ved alle stasjonene. Generelt var det lavere eller tilnærmet like konsentrasjoner av miljøgifter ved stasjonen i Bukkevika sammenliknet med de tre andre stasjonene nord og sør i Tromøysundet. Dette tyder ikke på at det er utlekking fra tildekkingsområdet av sedimenter i Bukkevika. PAH-innholdet i blåskjellene var også lavere enn ved sammenlignbare stasjoner prøvetatt i 2003.

Sedimentene utenfor Bukkevika, som ikke er tildekket, hadde forhøyede verdier av både metaller og PAH-forbindelser. Utlekking av miljøgifter fra utildekkede sedimenter i nærområdet til Bukkevika kunne tenkes å gi forhøyede verdier også i blåskjellene. Det viser seg ikke å være tilfelle.

Fire emneord	Four keywords
1. Bukkevika, Arendal	1. Bukkevika, Arendal
2. Blåskjell (<i>Mytilus edulis</i>)	2. Blue mussel (<i>Mytilus edulis</i>)
3. Sedimenter	3. Sediments
4. Kontroll- og miljøprogram	4. Control- and Environmental Programme



Merete Schøyen
Prosjektleder



Marianne Olsen
Forskningsleder

**Kontroll og miljøprogram etter opprydding og
tildekking av sedimenter i Bukkevika, Arendal.**

Undersøkelse av blåskjell og sedimenter.

Forord

NIVA har på oppdrag for Arendal kommune gjennomført undersøkelsen «Kontroll og miljøprogram for opprydding etter tildekking av sedimenter i Bukkevika, Arendal. Undersøkelse av blåskjell og sedimenter». Turbiditetsmålinger og analyser av miljøgifter i vann har blitt rapportert tidligere (Sandås anlegg AS, 2012).

Feltarbeidet med innsamling av blåskjell og sedimenter ble utført 9.6.2017 av Jarle Håvardstun og Lise Tveiten. Opparbeiding av blåskjell ble gjort av Lise Tveiten. Analysene ble utført av NIVAs laboratorium og Eurofins under kvalitetssikring av Trine Olsen.

Det er NIVAs forståelse at Arendal kommune er pålagt av Miljødirektoratet å vurdere behovet for et videre overvåkningsprogram, på grunnlag av undersøkelser etter slutføringen og oppryddingstiltakene på land og i sedimentene. Utarbeidelse av et videre overvåkningsprogram inngår ikke i NIVAs kontrakt med Arendal kommune, men vi inkluderer likevel vår anbefaling om videre overvåkning, basert på resultatene fra blåskjell- og sedimentundersøkelsene i 2017.

Rapporten er skrevet av Jarle Håvardstun og Merete Schøyen. Marianne Olsen har kvalitetssikret rapporten.

Alle takkes for innsatsen.

Oslo, 8.9.2017

Merete Schøyen

Innholdsfortegnelse

1	Bakgrunn	7
2	Materiale og metoder.....	8
2.1	Område.....	8
2.2	Prøvetaking.....	9
2.2.1	Blåskjell.....	9
2.2.2	Sedimenter.....	9
2.3	Analysar.....	10
3	Resultater	11
3.1	Metaller, PCB og PAH i blåskjell	11
3.2	Metaller, PCB og PAH i sedimenter	13
3.3	Sammenligning med tidligere overvåking.....	15
3.3.1	Blåskjell.....	15
3.3.2	Sedimenter.....	16
3.4	Vurdere vidare overvåking	19
4	Oppsummering.....	20
5	Referanser	21

Sammendrag

NIVA har gjennomført undersøkelser av blåskjell og sedimenter utenfor Bukkevika i Tromøysundet ved Arendal i 2017 i henhold til kontrakt med Arendal kommune datert 30.11.2011. Sedimentene i det indre området av Bukkevika er tildekket med duk, sand/pukk, og deretter forseglet med grovere steinmasser. På dypereliggende sjøbunn er det fylt opp med sand/pukk.

Det ble undersøkt fire blåskjellstasjoner og tre sedimentstasjoner utenfor tildekket område i Bukkevika. Det ble analysert for metaller (Pb, Cd, Cu), PCB og PAH i både blåskjell og sedimenter (overflatesedimenter 0-5 cm). Undersøkelsen tilhører kontroll og miljøprogrammet etter opprydding og tildekking i Bukkevika hvor vannprøvetaking, turbiditetsmålinger og analyser av miljøgifter i vann har blitt rapportert tidligere.

For blåskjell var det lave konsentrasjoner av metaller, PCB og PAH ved alle stasjonene. Generelt var det lavere eller tilnærmet lik konsentrasjon av miljøgifter på stasjonen i Bukkevika sammenliknet med de tre andre stasjonene nord og sør i Tromøysundet. Dette tyder ikke på at det er utlekking fra tildekkingsområdet av sedimenter i Bukkevika.

De utildekkede sedimentene utenfor Bukkevika hadde forhøyede verdier av metaller og PAH-forbindelser. Det er imidlertid ingen grunn til å tro at utlekking av miljøgifter fra utildekkede sedimenter i nærområdet til Bukkevika har gitt forhøyede verdier i blåskjellene.

På bakgrunn av overskridelser av EU-prioriterte miljøgifter (antracen, fluoranten, benzo[b/j]fluoranten, benzo[a]pyren, indeno[1,2,3-cd]pyren, benzo[ghi]perylene) og vannregionspesifikke stoffer (pyren, benzo[a]antracen, krysen, dibenzo[a,h]antracen) i sedimentene, anbefaler NIVA gjennomføring av et miljøovervåkningsprogram med regelmessig prøvetaking av sedimenter hvert 6. år. Selv om det ikke er overskridelser i blåskjell, så vil NIVA anbefale supplerende overvåking hvert 3. år som en kontroll for å kunne påvise eventuelle fremtidige lekkasjer fra deponiet.

Summary

Title: Control and environmental program for cleanup and cover of sediments in Bukkevika, Arendal. Investigations of blue mussel and sediments.

Year: 2017.

Author: Jarle Håvardstun and Merete Schøyen.

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-6921-5.

In 2017, NIVA has carried out surveys of mussels and sediments outside Bukkevika in the Tromøysund close to Arendal. The investigations were carried out in accordance with agreement with Arendal municipality dated 30.11.2011. The sediments in the inner part of Bukkevika are capped with geotextile and covered by sand/rocks, and then sealed with coarser rocks. The outer and deeper part is capped with sand/rocks.

Four mussel stations and three sediment stations were investigated. Metals (Pb, Cd, Cu), PCB and PAH were analysed in both mussels and sediments (surface 0-5 cm). This survey is a part of the control and environmental program in Bukkevika where water sampling, turbidity measurements and analyses of environmental pollutants in water already have been reported.

The mussels had low concentrations of metals, PCBs and PAHs at all stations. Generally, pollutants were lower or approximately equal to the concentration when Bukkevika are compared to the three other stations north and south of Tromøysund. This indicates no leakage from the capped area of sediments in Bukkevika.

The sediments had elevated values of metals and PAH compounds. However, there is no reason to believe that the leaching of pollutants from uncovered sediments in the vicinity to Bukkevika has given increased values in the mussels.

Based on exceedances of EU-priority pollutants (anthracene, fluoranthene, benzo[b/j]fluoranthene, benzo[a]pyrene, indeno[1,2,3-cd]pyrene, benzo[ghi]perylene) and water region specific substances (pyrene, benzo[a]anthracene, chrysene, dibenzo[a,h]anthracene) in the sediments, NIVA recommends carrying out an environmental monitoring program with regular sampling of the sediments every 6 years. Although there were no exceedances in mussels, NIVA will recommend supplementary monitoring every 3 years as a control for detecting any future leaks from the landfill.

1 Bakgrunn

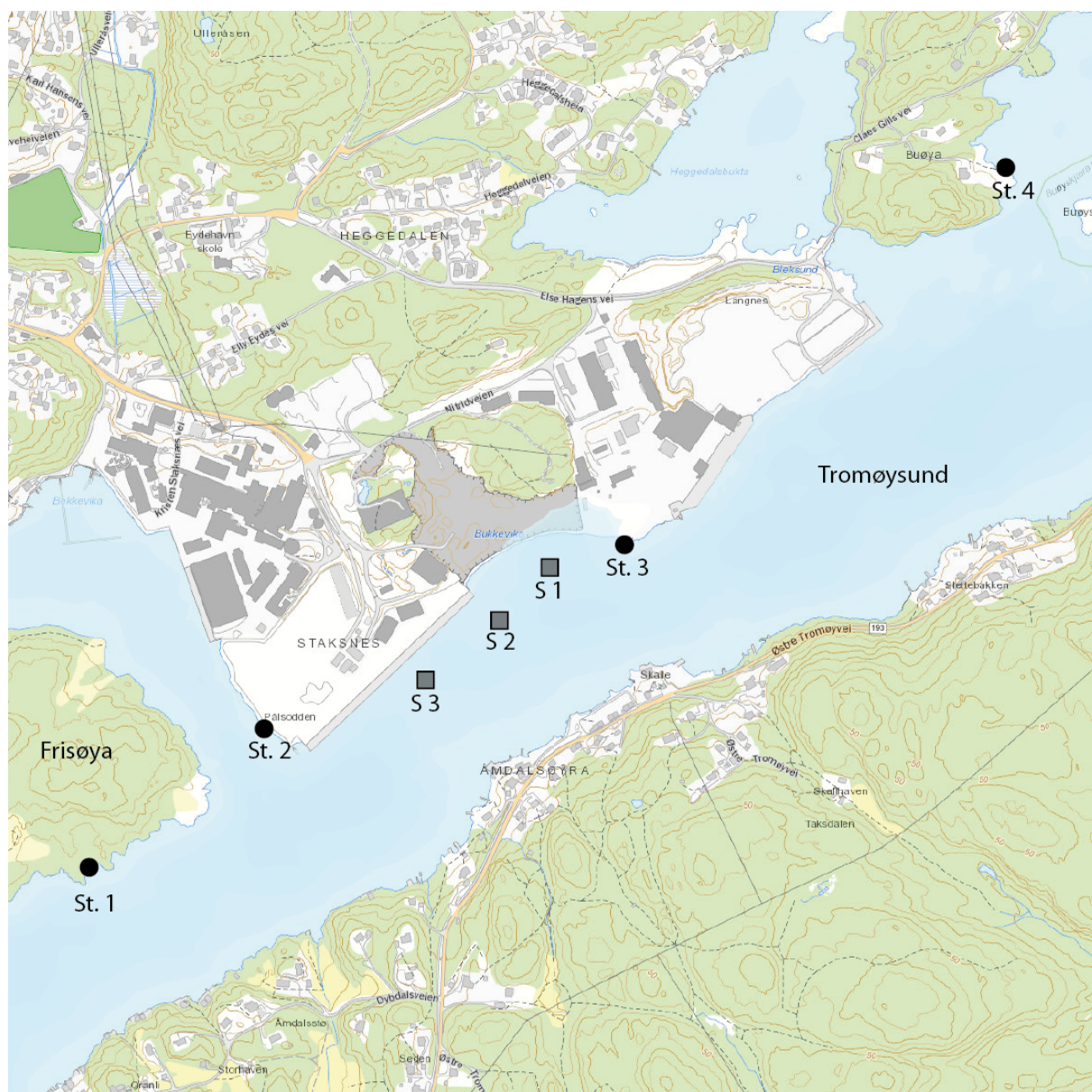
NIVA har gjennomført undersøkelser av blåskjell og sedimenter utenfor Bukkevika i Tromøysundet ved Arendal i 2017 i henhold til kontrakt med Arendal kommune datert 30.11.2011. Undersøkelsen er en del av kontroll og miljøprogrammet for Bukkevika ved Arendal hvor turbiditetsmålinger tidligere har blitt rapportert (Sandås anlegg AS, 2012). NIVA har tidligere gjort undersøkelser i Bukkevika og tilstøtende områder der miljøgifteinhold i blåskjell (Oug og Håvardstun 2004), sedimenter (Oug m fl. 2005, Bakke m fl. 2001 og Næs m fl. 1991), bløtbunnsfauna (Næs m fl. 1991) og vann (Oug m fl. 2005) har blitt rapportert. Det har tidligere også blitt utført risikovurdering av sedimenter (Helland m fl. 2006) og turbiditetsmålinger (Bakke m fl. 2009).

Sedimentene i Bukkevika er tildekket med duk og sand/pukk i indre områder og med sand og pukk på dypereliggende sjøbunn. Indre del av Bukkevika er forseglet med grovere steinmasser. Sedimentene i dette området er derfor ikke tilgjengelig for etterkontroll og det er utlekking til hovedresipient som kan kontrolleres. Det er sterk strøm og dypt vann i Tromøysundet utenfor det aktuelle området, slik at vannmassene vanskelig kan kontrolleres og sammenlignes før og etter tiltaket. I selve anleggsperioden ble det gjennomført overvåking med blant annet måling av turbiditet for å sikre at det ikke ble for store utslipp til resipient. NIVA leverte turbiditetsmålere som ga alarmer ved overskridelse av turbiditetsgrenser som var satt. Turbiditetsdata ble levert Sandås anlegg AS (2012) som rapporterte disse separat.

2 Materiale og metoder

2.1 Område

Det ble samlet inn blåskjell fra fire stasjoner og sedimentprøver fra tre stasjoner utenfor Bukkevika i Tromøysund ved Arendal. Plasseringen av prøvetakingsstasjonene er vist i **Figur 1**. Det foreligger også analyser av metaller og PAH-forbindelser i blåskjell fra 2003 (Oug og Håvardstun m fl. 2004) utenfor Bukkevika som representerer graden av forurensing før tiltakene startet. For sedimentene er data fra Bakke m fl. (2001) benyttet som sammenligningsgrunnlag.



Figur 1. Kart som viser plassering av fire blåskjellstasjoner (St. 1, St. 2, St. 3 og St. 4, svarte sirkler) og tre sedimentstasjoner (S1, S2 og S3, grå firkanter) i Bukkevika i Tromøysund ved Arendal.

2.2 Prøvetaking

2.2.1 Blåskjell

Blåskjellene ble innsamlet 9.6.2017 ved snorkeldykking i fjæresonen av personell fra NIVA. Det ble i utgangspunktet forsøkt samlet inn blåskjell med skall-lengde 3-5 cm. Det ble samlet inn minst 30-50 skjell fra hver stasjon (eller per replikat). Blåskjellprøvene ble tatt fra fire prøvetakingsområder (**Figur 1, Tabell 1**). Blåskjellene ble lagt i rene plastposer av polyetylen og merket med prosjektnummer, stasjonskode og dato. Innsamlingen og håndteringen av blåskjellene ble utført på en mest mulig skånsom måte og med minst mulig kontakt med annet materiale for å hindre kontaminering av potensielle miljøgifter. Prøvetakingen fulgte retningslinjer gitt i OSPAR (2012).

Tabell 1. Koordinater for blåskjellstasjoner.

Stasjon	Breddegrader	Lengdegrader
St. 1	58°,49283	8°,87018
St. 2	58°,49472	8°,87458
St. 3	58°,49758	8°,88282
St. 4	58°,50293	8°,89126

Blåskjellprøvene ble fryst ned (<-20 °C) etter innsamling. Før opparbeiding ble blåskjellene tatt ut av fryser til tining. På laboratoriet ble det brukt engangshansker under opparbeidelsen av blåskjellene. Skallene ble skrapet rene for begroing med en kniv eller skalpell. Skjellene ble deretter åpnet skånsomt med skalpell med minst mulig kutt i de bløte delene og satt med den åpne siden ned i noen minutter for å drypptørre skjellene. Blåskjellinnmaten ble skrapet ut med en skalpell og samles i et rent glødet prøveglass. Det ble brukt nytt skalpellblad for hver stasjon som ble opparbeidet. Opparbeidelsesskjemaer for blåskjellene er vist i **Vedlegg A**.

2.2.2 Sedimenter

Sedimentprøvene ble innsamlet 9.6.2017 med en grabb av Van-Veen type av personell fra NIVA. Grabben har luker på oversiden for uttak av overflatesediment og har et åpningsareal på 0,025 m². Sedimentprøvene ble tatt fra tre prøvetakingsområder (**Figur 1, Tabell 2**). Det ble analysert på en blandprøve av overflatesedimenter (ca. 0-5 cm) fra fire grabbprøver fra hvert av de tre prøvetakingspunktene. Disse prøvene gir en representativ gjennomsnittsverdi av forurensningsgraden i sedimentene utenfor tildekkingsområdet. Sedimentprøvene ble tatt for å kunne påvise om eventuelle forhøyede verdier i blåskjell kunne vært forårsaket av utlekking av miljøgifter fra utildekkede sedimenter i området, og dermed ikke skyldes eventuelle lekkasjer fra Bukkevika.

Tabell 2. Koordinater og dyp for sedimentstasjoner.

Stasjon	Dyp (m)	Breddegrader	Lengdegrader
S. 1	21	58°,49730	8°,88033
S. 2	19	58°,49662	8°,88022
S. 3	20	58°,49574	8°,87832

2.3 Analyser

Alle kjemiske analyser ble utført av enten NIVAs eller Eurofins akkrediterte analyselaboratorium. Fullstendige analyseresultater er vist i **Vedlegg B**.

3 Resultater

3.1 Metaller, PCB og PAH i blåskjell

Innholdet av metaller, PCB- og PAH-forbindelser i blåskjell er vist i **Tabell 3** og klassifisert etter grenseverdier (Environmental Quality Standards, EQS-verdier) for EU-prioriterte miljøgifter og vannregionspesifikke stoffer i biota gitt i veileder M-608 (2016). Der hvor det ikke foreligger EQS-verdier i biota i veileder M-608 (2016), er øvre grenseverdi for tilstandsklasse II etter Molvær m fl. (1997) oppgitt for å indikere påvirkningsnivå. For klassifisering av kjemisk tilstand i en vannforekomst iht. Vannforskriften (2015) legges EUs fastsatte EQS-verdier for de EU-prioriterte miljøgiftene til grunn.

Tabell 3. Innhold av metaller (t.v.) og organiske miljøgifter (v.v.) i blåskjell. Klassifisering er gjort etter grenseverdier (EQS-verdier) for EU-prioriterte miljøgifter og vannregionspesifikke stoffer i biota gitt i veileder M-608 (2016). Der hvor det ikke foreligger EQS-verdier i biota i veileder M-608, er øvre grenseverdi for tilstandsklasse II etter Molvær m fl. (1997) oppgitt for å indikere påvirkningsnivå. For EU-prioriterte miljøgifter er blå farge lik god tilstand.

Parameter	Enhet	St. 1 Frisøya	St. 2 Nitriden	St.3 Bukkevika	St.4 Buøya	EU-prioriterte miljøgifter		Vannregionspesifikke stoffer		
						EQS i M-608 (2016)	EQS foreligger ikke i M-608 (2016). Konsentrasjonen tilsvarende øvre grense for tilstandsklasse II etter Molvær m fl. (1997).	EQS i M-608 (2016)	EQS foreligger ikke i M-608 (2016). Konsentrasjonen tilsvarende øvre grense for tilstandsklasse II etter Molvær m fl. (1997).	
Pb	mg/kg (t.v.)	3,33	1,45	1,20	1,4		15			
Cd		1,14	0,94	0,63	0,49		5			
Cu		9,0	58,0	8,6	7,1				30	
PCB 28		<10	<10	<10	<10					
PCB 52		<10	<10	<10	<10					
PCB 101		<10	<10	<10	<10					
PCB 118		<10	<10	<10	<10					
PCB 138		<10	<10	<10	<10					
PCB 153		<10	<10	<10	<10					
PCB 180		<10	<10	<10	<10					
Sum PCB-7		i.p	i.p	i.p	i.p				15	
Naftalen		µg/kg (v.v.)	4,62	4,6	4,54	4,56	2400			
Acenaftylen			0,176	0,24	0,24	0,17				
Acenaften	1,04		3,69	1,64	1,98					
Fluoren	1,9		6,23	3,31	3,78					
Fenantren	6,41		18,2	10,2	16,8					
Antracen	0,2		0,98	0,52	0,72	2400				
Fluoranten	3,66		8,35	4,99	3,76	30				
Pyren	1,87		6,03	3	2,15					
Benzo(a)antracen	0,55		0,81	0,73	0,53			304		
Krysen	1,53		1,9	2,16	1,76					
Benzo(b/j)fluoranten	2,19		3,01	2,29	2,14					
Benzo(k)fluoranten	0,41		0,54	0,44	0,46					
Benzo(a)pyren	0,24		0,36	0,22	0,14	5	3			
Dibenzo(a,h)antracen	0,1		0,1	0,1	0,1					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,53		0,57	0,24	0,15					
Benzo(ghi)perylene	1,09		1,1	0,36	0,19					
Sum PAH-16 (EPA) eksl. LOQ	10,2	51,9	30,3	34,6		200				
Fettinnhold	%	1,83	3,44	4,33	3,39					
Tørrstoff	%	10,5	13,8	17,5	15,4					

3.2 Metaller, PCB og PAH i sedimenter

Innholdet av metaller, PCB- og PAH-forbindelser i sedimenter er vist i **Tabell 4** og klassifisert etter EQS-verdier gitt i veileder M-608 (2016).

Tabell 4. Innhold av metaller og organiske miljøgifter (t.v.) i sedimenter. Klassifisering er gjort for EU-prioriterte miljøgifter og vannregionspesifikke stoffer etter grenseverdier (EQS-verdier) gitt i veileder M-608 (2016), i.p. betyr ikke påvist. For EU-prioriterte miljøgifter er blå farge lik god tilstand og rød farge lik ikke god tilstand. For vannregionspesifikke stoffer illustrerer sort farge overskridelser av EQS-verdier.

Parameter	Enhet	S 1	S 2	S 3	EU-prioriterte miljøgifter	Vannregionspesifikke stoffer	
		Bukkevika	Kai	Kaifront	EQS i M-608 (2016)	EQS i M-608 (2016)	
Pb	mg/kg (t.v.)	14	21	16	150		
Cd		0,042	0,079	0,059	2,5		
Cu		35	57	53		84	
PCB 28		<0,0005	<0,0005	<0,0005			
PCB 52		<0,0005	<0,0005	<0,0005			
PCB 101		<0,0005	<0,0005	<0,0005			
PCB 118		<0,0005	<0,0005	<0,0005			
PCB 138		<0,0005	<0,0005	<0,0005			
PCB 153		<0,0005	<0,0005	<0,0005			
PCB 180		<0,0005	0,00062	<0,0005			
Sum PCB-7		i.p.	0,00062	i.p.		0,0041	
Naftalen		0,022	0,048	0,024			
Acenaftalen		0,01	0,01	0,01		0,033	
Acenaften		0,019	0,044	0,022		0,10	
Fluoren		0,022	0,046	0,024		0,15	
Fenantren		0,17	0,35	0,21		0,78	
Antracen		0,037	0,074	0,042	0,0046		
Fluoranten		0,28	0,5	0,34	0,4		
Pyren		0,23	0,44	0,29		0,084	
Benzo(a)antracen		0,23	0,4	0,27		0,06	
Krysen		0,34	0,56	0,39		0,28	
Benzo(b/j)fluoranten		0,33	0,56	0,4	0,14		
Benzo(k)fluoranten		0,092	0,12	0,089	0,14		
Benzo(a)pyren		0,18	0,31	0,22	0,18		
Indeno(1,2,3-cd)pyren		0,081	0,13	0,093	0,063		
Dibenzo(a,h)antracen		0,087	0,074	0,086		0,027	
Benzo(ghi)perylene		0,12	0,18	0,13	0,084		
Sum PAH-16 (EPA) eksl. LOQ		2,2	3,8	2,6			
Tørrstoff		%	66,9	67,4	73,50 %		

I tillegg til gjeldende EQS-verdier for EU-prioriterte miljøgifter og vannregionspesifikke stoffer, er konsentrasjonene av miljøgifter i sedimentene klassifisert i henhold til Miljødirektoratets tilstandsklasser gitt i veileder M-608 (2016) (**Tabell 5**). Harmonisering mellom EQS og Miljødirektoratets tilstandsklasser gjør at EQS-verdier tilsvarer øvre grense for klasse II, god tilstand. For klassifisering av kjemisk tilstand i en vannforekomst iht. Vannforskriften legges EUs fastsatte EQS-verdier for de EU-prioriterte miljøgiftene til grunn.

Tabell 5. Innhold av metaller og organiske miljøgifter i sedimenter klassifisert etter veileder M-608 (2016). Blå=klasse I, grønn =klasse II, gul=klasse III, oransje =klasse IV og rød=klasse V. Uten farge=grenseverdier for tilstandsklasser foreligger ikke. * betyr ikke utarbeidet klassegrense for klasse I.

Parametere	Enhet	S 1 Bukkevika	S 2 Kai	S 3 Kaifront	
Pb	mg/kg (t.v.)	14	21	16	
Cd		0,042	0,079	0,059	
Cu		35	57	53	
PCB 28		<0,0005	<0,0005	<0,0005	
PCB 52		<0,0005	<0,0005	<0,0005	
PCB 101		<0,0005	<0,0005	<0,0005	
PCB 118		<0,0005	<0,0005	<0,0005	
PCB 138		<0,0005	<0,0005	<0,0005	
PCB 153		<0,0005	<0,0005	<0,0005	
PCB 180		<0,0005	0,00062	<0,0005	
Sum PCB7		i.p.*	0,00062*	i.p.*	
Naftalen		0,022	0,048	0,024	
Acenaftylene		0,01	0,01	0,01	
Acenaften		0,019	0,044	0,022	
Fluoren		0,022	0,046	0,024	
Fenantren		0,17	0,35	0,21	
Antracene		0,037	0,074	0,042	
Fluoranten		0,28	0,5	0,34	
Pyren		0,23	0,44	0,29	
Benz(a)antracene		0,23	0,4	0,27	
Krysen		0,34	0,56	0,39	
Benzo(b/j)fluoranten		0,33	0,56	0,4	
Benzo(k)fluoranten		0,092	0,12	0,089	
Benzo(a)pyren		0,18	0,31	0,22	
Indeno(1,2,3-cd)pyren		0,081	0,13	0,093	
Dibenzo(a,h)antracene		0,087	0,074	0,086	
Benzo(ghi)perylene		0,12	0,18	0,13	
Sum PAH-16 (EPA) eksl. LOQ		2,2	3,8	2,6	
Tørrstoff		%	66,9	67,4	73,50 %

Resultatene for miljøgifter i sedimenter viser forhøyede verdier både ved stasjonen i Bukkevika (S 1) og de to nærliggende stasjonene (S 2 og S 3). Dette synes ikke å ha påvirket miljøgiftinnholdet i blåskjellene i vesentlig grad ettersom de har lave konsentrasjoner av de analyserte miljøgiftene.

3.3 Sammenligning med tidligere overvåking

3.3.1 Blåskjell

Det har blitt analysert for miljøgiftinnhold i blåskjell før anleggsstart ved utbygging av nytt kaianlegg ved Nitriden, og før tildekking av Bukkevika-området (Oug og Håvardstun 2004). Disse resultatene er vist i **Tabell 6**. I 2003 ble det imidlertid analysert på utplasserte blåskjell ettersom det ikke ble funnet stedegne blåskjell i området da, mens det i 2017 er analysert på stedegne skjell. Stasjonene «st. sør» i tabellen tilsvarer Bukkevika, «st. nord» er ved Buøya og «st. midtre» er mellom Bukkevika og Buøya. Sammenliknet med resultatene i Oug og Håvardstun (2004), som beskriver situasjonen før tiltak og kaiutbygging, er det generelt lavere konsentrasjoner av metaller (Pb, Cd og Cu) i 2004 enn i 2017. For PAH-innholdet er det relativt like konsentrasjoner mellom 2004 og 2017.

Tabell 6. Innhold av metaller (t.v.) og organiske miljøgifter (v.v.) i blåskjell fra Tromøysund i 2003 (Oug og Håvardstun 2004) sammenliknet med blåskjell fra 2017.

Parametere	Enhet	2003			2017			
		St. midtre	St. sør	St. nord	St. 1 Frisøya	St. 2 Nitriden	St. 3 Bukkevika	St. 4 Buøya
Pb	mg/kg t.v.	0,21	0,21	0,24	3,33	1,45	1,2	1,4
Cd		0,19	0,2	0,2	1,14	0,94	0,63	0,49
Cu		0,83	1,05	0,85	9	8	8,6	7,1
PCB 28	µg/kg v.v.				<10	<10	<10	<10
PCB 52					<10	<10	<10	<10
PCB 101					<10	<10	<10	<10
PCB 118					<10	<10	<10	<10
PCB 138					<10	<10	<10	<10
PCB 153					<10	<10	<10	<10
PCB 180					<10	<10	<10	<10
Sum PCB7		0,45	0,95	0,93	i.p	i.p	i.p	i.p
Naftalen					4,62	4,6	4,54	4,56
Acenaftylene					0,176	0,24	0,24	0,17
Acenaften					1,04	3,69	1,64	1,98
Fluoren					1,9	6,23	3,31	3,78
Fenantren					6,41	18,2	10,2	16,8
Antracen					0,2	0,98	0,52	0,72
Fluoranten					3,66	8,35	4,99	3,76
Pyren					1,87	6,03	3	2,15
Benzo(a)antracen				0,55	0,81	0,73	0,53	
Krysen				1,53	1,9	2,16	1,76	
Benzo(b/j)fluoranten				2,19	3,01	2,29	2,14	
Benzo(k)fluoranten				0,41	0,54	0,44	0,46	
Benzo(a)pyren				0,24	0,36	0,22	0,14	
Indeno(1,2,3-cd)pyren				0,1	0,1	0,1	0,1	
Dibenzo(a,h)antracen				0,53	0,57	0,24	0,15	
Benzo(ghi)perylene				1,09	1,1	0,36	0,19	
Sum PAH-16 (EPA) eksl. LOQ	13,4	28	12	10,2	51,9	30,3	34,6	
Tørrstoff	%				10,5	13,8	17,5	15,4

3.3.2 Sedimenter

Overflatesedimentene i Bukkevika har tidligere vært meget sterkt forurenset av PAH (Bakke m fl. 2001). Tidligere undersøkelser har også vist at sedimentene var moderat til markert forurenset av PCB, samt sterkt forurenset ved den fremtidige kaifronten. Det var også forhøyede

verdier av Hg, Pb, og Cd ved den fremtidige kaifronten. Det var ubetydelig til moderat forurensning av Hg, Cd, Pb og Cu i hele området.

Sammenlignet med resultatene i Bakke m fl. (2001), som beskriver situasjonen før tiltak og kaiutbygging, er det generelt lavere konsentrasjoner av metaller (Pb og Cd) og PAH i sedimenter i Bukkevika og i området utenfor kaien ved Nitriden (**Tabell 7**). Det er fortsatt forhøyede konsentrasjoner av PAH-forbindelser i de utildekkede sedimentene i 2017.

Tabell 7. Sedimenter undersøkt utenfor fremtidig kaifront ved Nitriden i 2001 (Bakke m fl. 2001) sammenliknet med sedimenter fra 2017. Innhold av metaller og organiske miljøgifter i sedimenter er klassifisert etter veileder M-608 (2016). Blå=klasse I, grønn =klasse II, gul=klasse III, oransje =klasse IV og rød=klasse V. Uten farge=grenseverdier for tilstandsklasser foreligger ikke. * betyr ikke utarbeidet klassegrense for klasse I.

Parametere	Enhet	2001		2017		
		Utenfor fremtidig kaifront		S 1 Bukkevika	S 2 Kai	S 3 Kaifront
		St. 1	St. 11			
Pb	mg/kg (t.v.)	28,5	31,9	14	21	16
Cd		0,06	0,14	0,042	0,079	0,059
Cu		18,1	22,6	35	57	53
PCB 28		<0,0003	<0,0003	<0,0005	<0,0005	<0,0005
PCB 52		<0,0003	<0,0003	<0,0005	<0,0005	<0,0005
PCB 101		<0,0003	<0,0003	<0,0005	<0,0005	<0,0005
PCB 118		<0,0003	<0,0003	<0,0005	<0,0005	<0,0005
PCB 138		<0,0003	0,00036	<0,0005	<0,0005	<0,0005
PCB 153		<0,0003	0,00035	<0,0005	<0,0005	<0,0005
PCB 180		<0,0003	<0,0003	<0,0005	0,00062	<0,0005
Sum PCB7		0	0,00071	i.p*	0,00062*	i.p*
Naftalen		0,195	1,145	0,022	0,048	0,024
Acenaftylen		0,008	0,057	0,01	0,01	0,01
Acenaften		0,293	1,813	0,019	0,044	0,022
Fluoren		0,248	1,823	0,022	0,046	0,024
Fenantren		1,856	10,460	0,17	0,35	0,21
Antracen		0,501	3,400	0,037	0,074	0,042
Fluoranten		3,232	16,613	0,28	0,5	0,34
Pyren		2,600	13,115	0,23	0,44	0,29
Benzo(a)antracen		2,120	8,640	0,23	0,4	0,27
Krysen		1,650	6,595	0,34	0,56	0,39
Benzo(b/j)fluoranten		1,438*	4,816*	0,33	0,56	0,4
Benzo(k)fluoranten				0,092	0,12	0,089
Benzo(a)pyren		1,486	5,527	0,18	0,31	0,22
Indeno(1,2,3-cd)pyren		1,060	3,054	0,081	0,13	0,093
Dibenzo(a,h)antracen		0,422	1,100	0,087	0,074	0,086
Benzo[ghi]perylene	1,011	2,088	0,12	0,18	0,13	
Sum PAH-16 (EPA) eksl. LOQ	18,12	80,246	2,2	3,8	2,6	
Tørrstoff	%	61,4	57,4	66,9	67,4	73,50 %

*Benzo[b]fluoranten i M-608 (2016).

3.4 Vurdere videre overvåking

Det er NIVAs forståelse at Arendal kommune er pålagt av Miljødirektoratet å vurdere behovet for et videre overvåkningsprogram, på grunnlag av undersøkelser utført etter slutføringen og opprydningstiltakene på land og i sedimentene. Her er vår anbefaling om videre overvåking, basert på resultatene fra blåskjell- og sedimentundersøkelsene i 2017.

I vanddirektivet er det gitt anbefalinger om tidsintervaller for overvåking av biota og sedimenter for vannforekomster påvirket av utslipp fra industribedrifter (Vannforskriften 2015). Der anbefales det at sedimenter overvåkes hvert 6. år og biota undersøkes hvert år.

I blåskjell er det ingen overskridelser av målte EU-prioriterte miljøgifter eller vannregionspesifikke stoffer. I sedimenter er det overskridelser av flere EU-prioriterte miljøgifter (antracen, fluoranten, benzo[b/j]fluoranten, benzo[a]pyren, indeno[1,2,3-cd]pyren, benzo[ghi]perylene) og vannregionspesifikke stoffer (pyren, benzo[a]antracen, krysen, dibenzo[a,h]antracen). Det var ingen overskridelser av grenseverdiene for metaller og lave konsentrasjoner av PCB-forbindelser i både blåskjell og sedimenter.

NIVA anbefaler videre overvåking av PAH i sedimenter hvert 6. år fordi det er overskridelser av både EU-prioriterte miljøgifter og vannregionspesifikke stoffer. Det oppnås ikke god kjemisk tilstand på noen av sedimentstasjonene. Alle stoffer/forbindelser som overskrider grenseverdien i én av matriksene bør overvåkes videre. Selv om det ikke er overskridelser i blåskjell, vil NIVA anbefale at supplerende overvåking hvert 3. år er tilstrekkelig som en kontroll for å kunne påvise eventuelle fremtidige lekkasjer fra deponiet.

Ettersom det ikke kunne påvises noen utlekking fra Bukkevika mener vi det vil være tilstrekkelig med 3 års intervall for blåskjellene og 6 års intervall for sedimentene, dette for å kunne påvise en eventuell naturlig forbedring av tilstanden i sedimentene.

4 Oppsummering

Ved alle de fire blåskjellstasjonene er det lave konsentrasjoner av metaller, PCB-forbindelser og PAH-forbindelser i 2017. Generelt sett er det lavere eller tilnærmet lik konsentrasjon av miljøgifter i Bukkevika sammenliknet med de tre andre stasjonene nord og sør i Tromøysundet. Dette tyder ikke på at det er utlekking fra tildekkingsområdet i Bukkevika eller områdene utenfor som har en negativ innvirkning på blåskjell.

Sedimentprøvene fra nærområdet (utildekkede sedimenter) viser forhøyede verdier av både metaller og PAH-forbindelser i 2017.

I 2017 er det generelt lavere konsentrasjoner av metaller (Pb og Cd) og PAH i sedimenter utenfor kaien i Bukkevika enn før tiltak. Blåskjellene viser høyere metallinnhold i 2017 enn i 2004, dette kan imidlertid skyldes at 2004 prøvene ble analysert på utplasserte blåskjell og ikke stedege skjell. Metallinnholdet i blåskjellene var likevel lave også i 2017. PAH-innholdet i blåskjellene var relativt likt som i 2017.

Tiltaket med tildekking av Bukkevika bedømmes til å ha oppnådd sin målsetting dersom:

1. Utlegging av duk og sand/pukk over de forurensede sedimenter og deponi er tilfredsstillende utført. Dette gjelder også de nederste deler av steinfyllingen slik at dekklagene ikke skades.
2. Det ikke påvises økt forurensning i blåskjell fra stasjoner som er representative for mulig påvirkning fra tiltaket.

Sandås anlegg AS (2012) har tidligere vist at målsetting 1 er oppfylt. Denne undersøkelsen viser at målsetting 2 er oppfylt.

Ettersom det ikke er noen overskridelser av EU-prioriterte miljøgifter i blåskjell i 2017, viser dette at det er god kjemisk tilstand på stasjonene som ble undersøkt. Overskridelser av flere PAH-forbindelser i sedimenter gjør at det ikke oppnås god kjemisk tilstand på noen av sedimentstasjonene. PAH-forbindelser i sedimenter bør dermed fortsatt overvåkes hvert 6. år. Selv om det ikke er overskridelser i blåskjell, vil NIVA anbefale at supplerende overvåking hvert 3. år er tilstrekkelig som en kontroll for å kunne påvise eventuelle fremtidige lekkasjer fra deponiet.

5 Referanser

- Bakke, T., Homdrom, R., Lindland, J., Helland, A. 2009. Regionskai Eydehavn. Sluttdokumentasjon miljø. NIVA-rapport 5738-2009. 30 s.
- Bakke, T., Tveiten, L., Håvardstun, J. 2001. Sedimentundersøkelser i Bukkevika, Eydehavn, 2001. NIVA-rapport 4412-2001. 19 s.
- Helland, A., Nilsson, H. C., Bakke, T. 2006. Arendal Smelteverk. Sedimentundersøkelser ved kaiutbygging. NIVA-rapport 5196-2006. 26 s
- M-608/2016. Pettersen, R. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. Veileder, M-608/2016. Miljødirektoratet, Oslo/Trondheim. 24 s.
- Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J., Sørensen, J. 1997. Klassifisering av miljøgifter i fjorder og kystfarvann. SFT-veiledning nr. 97:03, TA-1467/1997. 36 s.
- Næs, K., Oug, E., Knutzen, J., Moy, F. 1991. Resipientundersøkelse av Tromøysund. Bunn sediment, organismer på bløt- og hardbunn, miljøgifter i organismer. NIVA-rapport 2645-1991. 104 s.
- OSPAR 2012. JAMP [Joint Assessment and Monitoring Programme] Guidelines for Monitoring Contaminants in Biota. OSPAR Commission, ref.no. 99-02e.
- Oug, E., Håvardstun, J. 2004. Overvåking i forbindelse med fase 2 i grunnarbeid for nytt kaianlegg ved Nitriden, Eydehavn. Tilstanden før og under anleggsperioden 2003-2004. NIVA-notat O-23240, N-04/002. 11 s.
- Oug, E., Bakke, T., Håvardstun, J. 2005. Overvåking av sjøresipienten ved grunnarbeid for nytt kaianlegg ved Nitriden, Eydehavn. NIVA-rapport 5088-2005. 37 s.
- Sandås anlegg AS. 2012. Egenrapport.
- Vannforskriften 2015. FOR-2006-12-15-1446, Forskrift om rammer for vannforvaltningen, www.lovdata.no.

Vedlegg A. Opparbeidelsesskjemaer

prosjekt :	MSC o-13014						
stasjon :	Bukkevika, Tomøysur						
innsamlet dato :	09.06.2017						
opparb av :	LIS						
opparb dato :	19.06.2017						
art :	MYTED						
Blandprøve 1 Frisøy				Blandprøve 2 Nitriden			
antall skjell :	30			antall skjell :	50		
glassvekt:	146,8			glassvekt:	147		
bruttovekt:	288			bruttovekt:	256,9		
nettovekt:	141,2			nettovekt:	109,9		
Blandprøve 1				Blandprøve 2			
mm	40	50	60	mm	20	30	40
0		1		0		3	3
1	1	2		1		3	2
2	1	1		2		5	
3	3	1	1	3		4	2
4	2	2	1	4		2	1
5	2			5		3	1
6	3			6		4	3
7	2	1		7		3	
8	4	1		8		6	
9	1			9		4	1
	19	9	2		0	37	13
antall skjell	30			antall skjell	50		
gjennomsnitt	49,0			gjennomsnitt	37,0		
stdev	5,8			stdev	4,8		

prosjekt :	MSC o-13014						
stasjon :	Bukkevika, Tomøysur						
innsamlet dato :	09.06.2017						
opparb av :	LIS						
opparb dato :	19.06.2017						
art :	MYTED						
Blandprøve 3 Bukkevika				Blandprøve 4 Buøy			
antall skjell :	30			antall skjell :	30		
glassvekt:	146,4			glassvekt:	146,8		
bruttovekt:	326,4			bruttovekt:	318		
nettovekt:	180			nettovekt:	171,2		
Blandprøve 3				Blandprøve 4			
mm	40	50	70	mm	50	60	70
0	2	0	2	0	5		
1	1	1	1	1	2	1	
2	1	1		2			
3	0	0		3	1	1	
4	0	1		4	1		1
5	1	1		5	1	1	2
6	0	0	1	6	1		1
7	0	3	1	7		2	
8	1	5	1	8	1		
9	1	4	1	9		4	5
	7	16	7		12	9	9
antall skjell	30			antall skjell	30		
gjennomsnitt	57,8			gjennomsnitt	64,1		
stdev	11,2			stdev	10,9		
Kommentar:							
st 3 og 4 dissekert ut halve skjellene på de største for å få plass i ett glass til 30 skjell.							

Vedlegg B. Analyserapporter



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

ANALYSERAPPORT

RapportID: 8154

Kunde: Merete Schøyen
Prosjektnummer: O 13014 Bukkevika opprydding

23/8-17 TOL n.r.: ikke rapportert. Sum PAH er rapportert som Sum PAH inkl. LOQ, μ g/kg tilsvarende ng/g	Analyseoppdrag:	638-4540
Rapportering av Sum PAH inkl. LOQ:	Versjon:	1
Prøve NR-2017-6438 26,5 ng/g	Dato:	24.08.2017
Prøve NR-2017-6439 56,6 ng/g		
Prøve NR-2017-6440 35,0 ng/g		
Prøve NR-2017-6441 39,4 ng/g		

Prøvenr.: NR-2017-06438
Prøvetype: BIOTA
Prøvetakningsdato: 09.06.2017 00.00.00
Prøve mottatt dato: 20.06.2017
Analyseperiode: 03.07.2017 - 26.07.2017

Prøvemerkning: St 1 Frisøy
Stasjon: St 1 Frisøy
Art: MYTI EDU/Mytilus edulis/Blåskjell
Vev: SB/Whole soft body
Individnr: 0

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Fettinnhold	Intern metode (EKSTERN_EF)	1,83	%		0,1	Eurofin:
Bly	NS EN ISO 17294-2	0,35	mg/kg	25%	0,03	Eurofin: a)
Kadmium	NS EN ISO 17294-2	0,12	mg/kg	25%	0,001	Eurofin: a)
Kobber	NS EN ISO 17294-2	0,95	mg/kg	25%	0,02	Eurofin: a)
Aceaften	Internal Method 1	< 1,04	μ g/g			Eurofin: b)
Aceaflyten	Internal Method 1	< 0,176	μ g/g			Eurofin: b)
Antracen	Internal Method 1	< 0,20	μ g/g			Eurofin: b)
Benzo[a]antracen	Internal Method 1	0,55	μ g/g			Eurofin: b)
Benzo[a]pyren	Internal Method 1	0,24	μ g/g			Eurofin: b)
Benzo[b,i]fluoranten	Internal Method 1	2,19	μ g/g			Eurofin: b)
Benzo[g,h,i]perylene	Internal Method 1	1,09	μ g/g			Eurofin: b)
Benzo[k]fluoranten	Internal Method 1	0,41	μ g/g			Eurofin: b)
Dibenz[a,h]antracen	Internal Method 1	< 0,10	μ g/g			Eurofin: b)
Fenantren	Internal Method 1	< 6,41	μ g/g			Eurofin: b)
Fluoranten	Internal Method 1	3,66	μ g/g			Eurofin: b)
Fluoren	Internal Method 1	< 1,90	μ g/g			Eurofin: b)
Indeno[1,2,3-cd]pyren	Internal Method 1	0,53	μ g/g			Eurofin: b)
Krysen	Internal Method 1	1,53	μ g/g			Eurofin: b)
Naftalen	Internal Method 1	< 4,62	μ g/g			Eurofin: b)
Pyren	Internal Method 1	< 1,87	μ g/g			Eurofin: b)
Sum PAH 16	Intern metode (EKSTERN_EF)	10,2	μ g/kg	20%		Eurofin:
PCB 101*	Intern metode	<10	μ g/kg		10	Eurofin:
PCB 118	Intern metode (EKSTERN_EF)	<10	μ g/kg		0,05	Eurofin:
PCB 138*	Intern metode	<10	μ g/kg		10	Eurofin:
PCB 153*	Intern metode	<10	μ g/kg		10	Eurofin:
PCB 180	Intern metode (EKSTERN_EF)	<10	μ g/kg		0,05	Eurofin:
PCB 28*	Intern metode	<10	μ g/kg		10	Eurofin:
PCB 52*	Intern metode	<10	μ g/kg		10	Eurofin:

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

< : Mindre enn, > : Større enn, MU: Miljøusikkerhet (dekningsfaktor k=2), 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.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som våtvekt.

Side 1 av 4

Prøvenr.: NR-2017-06438 **Prøvermerking:** St 1 Fåsøy
Prøvetype: BIOTA **Stasjon :** St 1 Fåsøy
Prøvetakningsdato: 09.06.2017 00.00.00 **Art :** MYTTI EDU/Mytilus edulis/Blåskjell
Prøve mottatt dato: 20.06.2017 **Vev :** 5B/Whole soft body
Analyseperiode: 03.07.2017 - 26.07.2017 **Individnr:** 0

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Sum PCB 7	Intern metode (EKSTERN_EF)	n.r.	µg/kg			Eurofins
Tørrstoff %	EC 152/2009	10,5	%			Eurofins b)

a) Eurofins Environment Testing Norway AS, N5/EN ISO/IEC 17025:2005 NA TEST 003

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

Prøvenr.: NR-2017-06439 **Prøvermerking:** St 2 Nitriden
Prøvetype: BIOTA **Stasjon :** St 2 Nitriden
Prøvetakningsdato: 09.06.2017 00.00.00 **Art :** MYTTI EDU/Mytilus edulis/Blåskjell
Prøve mottatt dato: 20.06.2017 **Vev :** 5B/Whole soft body
Analyseperiode: 03.07.2017 - 26.07.2017 **Individnr:** 0

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Ferriinnhold	Intern metode (EKSTERN_EF)	3,44	%		0,1	Eurofins
Bly	N5 EN ISO 17294-2	0,20	mg/kg	40%	0,03	Eurofins a)
Kadmium	N5 EN ISO 17294-2	0,13	mg/kg	25%	0,001	Eurofins a)
Kobber	N5 EN ISO 17294-2	8,0	mg/kg	25%	0,02	Eurofins a)
Aceaften	Internal Method 1	3,69	µg/g			Eurofins b)
Aceaftylen	Internal Method 1	0,24	µg/g			Eurofins b)
Antraeen	Internal Method 1	0,98	µg/g			Eurofins b)
Benzo[a]antracen	Internal Method 1	0,81	µg/g			Eurofins b)
Benzo[a]pyren	Internal Method 1	0,36	µg/g			Eurofins b)
Benzo[b,j]fluoranten	Internal Method 1	3,01	µg/g			Eurofins b)
Benzo[g,h,i]perylen	Internal Method 1	1,10	µg/g			Eurofins b)
Benzo[k]fluoranten	Internal Method 1	0,54	µg/g			Eurofins b)
Dibenzo[a,h]antracen	Internal Method 1	< 0,10	µg/g			Eurofins b)
Fenantren	Internal Method 1	18,2	µg/g			Eurofins b)
Fluoranten	Internal Method 1	8,35	µg/g			Eurofins b)
Fluoren	Internal Method 1	6,23	µg/g			Eurofins b)
Indeno[1,2,3-cd]pyren	Internal Method 1	0,57	µg/g			Eurofins b)
Krysen	Internal Method 1	1,90	µg/g			Eurofins b)
Naftalen	Internal Method 1	< 4,60	µg/g			Eurofins b)
Pyren	Internal Method 1	6,03	µg/g			Eurofins b)
Sum PAH 16	Intern metode (EKSTERN_EF)	51,9	µg/kg	20%		Eurofins
PCB 101*	Intern metode	<10	µg/kg		10	Eurofins
PCB 118	Intern metode (EKSTERN_EF)	<10	µg/kg		0,05	Eurofins
PCB 138*	Intern metode	<10	µg/kg		10	Eurofins
PCB 153*	Intern metode	<10	µg/kg		10	Eurofins
PCB 180	Intern metode (EKSTERN_EF)	<10	µg/kg		0,05	Eurofins
PCB 28*	Intern metode	<10	µg/kg		10	Eurofins
PCB 52*	Intern metode	<10	µg/kg		10	Eurofins
Sum PCB 7	Intern metode (EKSTERN_EF)	n.r.	µg/kg			Eurofins
Tørrstoff %	EC 152/2009	13,8	%			Eurofins b)

a) Eurofins Environment Testing Norway AS, N5/EN ISO/IEC 17025:2005 NA TEST 003

Tegniforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Miljøusikkerhet (dekningsfaktor k=2), 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.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som våtvekt.

Side 2 av 4

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

Prøvenr.: NR-2017-06440 **Prøvermerking:** St 3 Bukkerika
 Prøvetype: BIOTA Stasjon : St 3 Bukkerika
 Prøvetakningsdato: 09.06.2017 00.00.00 Art : MYTTI EDU/Mytilus edulis/Blåskjell
 Prøve mottatt dato: 20.06.2017 Vev : SB/Whole soft body
 Analyseperiode: 03.07.2017 - 26.07.2017 Individuar: 0

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underslev.
Fettinnhold	Intern metode (EKSTERN_EF)	4,33	%		0,1	Eurofins
Bly	N5 EN ISO 17294-2	0,21	mg/kg	40%	0,03	Eurofins a)
Kadmium	N5 EN ISO 17294-2	0,11	mg/kg	25%	0,001	Eurofins a)
Kobber	N5 EN ISO 17294-2	1,5	mg/kg	25%	0,02	Eurofins a)
Acenafthen	Internal Method 1	1,64	ug/g			Eurofins b)
Acenaftylen	Internal Method 1	0,24	ug/g			Eurofins b)
Antracen	Internal Method 1	0,52	ug/g			Eurofins b)
Benzo[a]antracen	Internal Method 1	0,73	ug/g			Eurofins b)
Benzo[a]pyren	Internal Method 1	0,22	ug/g			Eurofins b)
Benzo[b,j]fluoranten	Internal Method 1	2,29	ug/g			Eurofins b)
Benzo[g,h,i]perylene	Internal Method 1	0,36	ug/g			Eurofins b)
Benzo[k]fluoranten	Internal Method 1	0,44	ug/g			Eurofins b)
Dibenzo[a,h]antracen	Internal Method 1	< 0,10	ug/g			Eurofins b)
Fenanten	Internal Method 1	10,2	ug/g			Eurofins b)
Fluoranten	Internal Method 1	4,99	ug/g			Eurofins b)
Fluoren	Internal Method 1	3,31	ug/g			Eurofins b)
Indeno[1,2,3-cd]pyren	Internal Method 1	0,24	ug/g			Eurofins b)
Krysen	Internal Method 1	2,16	ug/g			Eurofins b)
Naftalen	Internal Method 1	< 4,54	ug/g			Eurofins b)
Fyren	Internal Method 1	3,00	ug/g			Eurofins b)
Sum PAH 16	Intern metode (EKSTERN_EF)	30,3	ug/kg	20%		Eurofins
PCB 101*	Intern metode	<10	ug/kg		10	Eurofins
PCB 118	Intern metode (EKSTERN_EF)	<10	ug/kg		0,05	Eurofins
PCB 138*	Intern metode	<10	ug/kg		10	Eurofins
PCB 153*	Intern metode	<10	ug/kg		10	Eurofins
PCB 180	Intern metode (EKSTERN_EF)	<10	ug/kg		0,05	Eurofins
PCB 28*	Intern metode	<10	ug/kg		10	Eurofins
PCB 52*	Intern metode	<10	ug/kg		10	Eurofins
Sum PCB 7	Intern metode (EKSTERN_EF)	n.r.	ug/kg			Eurofins
Tærstoff %	EC 152/2009	17,5	%			Eurofins b)

a) Eurofins: Environment Testing Norway AS, N5/EN ISO/IEC 17025:2005 NA TEST 003

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

Prøvenr.: NR-2017-06441 **Prøvermerking:** St 4 Buøy
 Prøvetype: BIOTA Stasjon : St 4 Buøy
 Prøvetakningsdato: 09.06.2017 00.00.00 Art : MYTTI EDU/Mytilus edulis/Blåskjell
 Prøve mottatt dato: 20.06.2017 Vev : SB/Whole soft body
 Analyseperiode: 03.07.2017 - 26.07.2017 Individuar: 0

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underslev.
Fettinnhold	Intern metode (EKSTERN_EF)	3,39	%		0,1	Eurofins
Bly	N5 EN ISO 17294-2	0,16	mg/kg	40%	0,03	Eurofins a)
Kadmium	N5 EN ISO 17294-2	0,075	mg/kg	25%	0,001	Eurofins a)

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

Side 3 av 4

< : Mindre enn, > : Større enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

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

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som våtvekt.

Provenr.: NR-2017-06441
 Prøvetype: BIOTA
 Prøvetakningsdato: 09.06.2017 00.00.00
 Prøve mottatt dato: 20.06.2017
 Analyseperiode: 03.07.2017 - 26.07.2017

Prøvermerking: St 4 Buoøy
 Stasjon : St 4 Buoøy
 Art : MYTTI EDU/Myrtulus edulis/Blåskjell
 Vev : SE/Whole soft body
 Individar: 0

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Undersøk.
Kobber	N5 EN ISO 17294-2	1,1	µg/kg	25%	0,02	Eurofins a)
Aceasften	Internal Method 1	1,98	µg/g			Eurofins b)
Aceasfytlen	Internal Method 1	< 0,17	µg/g			Eurofins b)
Antracen	Internal Method 1	0,72	µg/g			Eurofins b)
Benzo[a]antracen	Internal Method 1	0,53	µg/g			Eurofins b)
Benzo[a]pyren	Internal Method 1	0,14	µg/g			Eurofins b)
Benzo[b,j]fluoranten	Internal Method 1	2,14	µg/g			Eurofins b)
Benzo[g,h,i]perylene	Internal Method 1	0,19	µg/g			Eurofins b)
Benzo[k]fluoranten	Internal Method 1	0,46	µg/g			Eurofins b)
Dibenzo[a,h]antracen	Internal Method 1	< 0,10	µg/g			Eurofins b)
Fenanten	Internal Method 1	16,8	µg/g			Eurofins b)
Fluoranten	Internal Method 1	3,76	µg/g			Eurofins b)
Fluoren	Internal Method 1	3,78	µg/g			Eurofins b)
Indeno[1,2,3-cd]pyren	Internal Method 1	0,15	µg/g			Eurofins b)
Krysen	Internal Method 1	1,76	µg/g			Eurofins b)
Naftalen	Internal Method 1	< 4,56	µg/g			Eurofins b)
Fyren	Internal Method 1	2,15	µg/g			Eurofins b)
Sum PAH 16	Intern metode (EKSTERN_EF)	34,6	µg/kg	20%		Eurofins
PCB 101*	Intern metode	<10	µg/kg		10	Eurofins
PCB 118	Intern metode (EKSTERN_EF)	<10	µg/kg		0,05	Eurofins
PCB 138*	Intern metode	<10	µg/kg		10	Eurofins
PCB 153*	Intern metode	<10	µg/kg		10	Eurofins
PCB 180	Intern metode (EKSTERN_EF)	<10	µg/kg		0,05	Eurofins
PCB 28*	Intern metode	<10	µg/kg		10	Eurofins
PCB 52*	Intern metode	<10	µg/kg		10	Eurofins
Sum PCB 7	Intern metode (EKSTERN_EF)	n.r.	µg/kg			Eurofins
Tørrestoff %	EC 152/2009	15,4	%			Eurofins b)

a) Eurofins: Environment Testing Norway AS, N5/EN ISO/IEC 17025:2005 NA TEST 003

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

NIVA

Norsk institutt for vannforskning

Tine Olsen

Kvalitetsleder

Rapporten er elektronisk signert

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), 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.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som våtvekt.



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



ANALYSERAPPORT

RapportID: 8177

Kunde: Merete Schøyen
Prosjektnummer: O 13014 Bukkevika opprydding

Analyseoppdrag: 638-4541
Versjon: 1
Dato: 29.08.2017

Provenr.: NR-2017-06442
Provetype: SEDIMENT
Provetakningsdato: 09.06.2017 00.00.00
Prove mottatt dato: 20.06.2017
Analyseperiode: 23.06.2017 - 25.08.2017

Provemerking: St S1 Bukkevika
Stasjon: St S1 Bukkevika
KjerneID/Replikant: A
Provetakningsdyp: 0,00 m **Snitt:** 0,00-10,00 cm
Provetakningsmetode: Grab sampler

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
<63 µm*	Intern metode (INTERN_NIVA)	12	% TS	20%		
Bly	NS EN ISO 17294-2	14	mg/kg TS	40%	0,5	Eurofins
Kadmium	NS EN ISO 17294-2	0,042	mg/kg TS	40%	0,01	Eurofins
Kobber	Intern metode (EKSTERN_EF)	35	mg/kg TS			Eurofins
Totalt organisk karbon	Intern metode (G6-2)	14,2	µg C/mg TS	20%	1,0	
Acenafthen	ISO 18287, mod.	0,019	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Acenafnylen	ISO 18287, mod.	< 0,010	mg/kg TS		0,01	Eurofins
Antracen	ISO 18287, mod.	0,037	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Benzo[a]antracen	ISO 18287, mod.	0,23	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Benzo[a]pyren	ISO 18287, mod.	0,18	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Benzo[b]fluoranten	ISO 18287, mod.	0,33	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Benzo[g,h,i]perylene	ISO 18287, mod.	0,12	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Benzo[k]fluoranten	ISO 18287, mod.	0,092	mg/kg TS	30%	0,01	Eurofins
Dibenzo[a,h]antracen	ISO 18287, mod.	0,087	mg/kg TS	30%	0,01	Eurofins
Fenantren	ISO 18287, mod.	0,17	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Fluoranten	ISO 18287, mod.	0,28	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Fluoren	ISO 18287, mod.	0,022	mg/kg TS	30%	0,01	Eurofins
Indeno[1,2,3-cd]pyren	ISO 18287, mod.	0,081	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Krysen+Trifenylen	ISO 18287, mod.	0,34	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Naftalen	ISO 18287, mod.	0,022	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Pyren	ISO 18287, mod.	0,23	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Sum PAH 16	ISO 18287, mod.	2,2	mg/kg TS			Eurofins
PCB 101	EN 16167	< 0,00050	mg/kg TS		0,0005	Eurofins
PCB 118	EN 16167	< 0,00050	mg/kg TS		0,0005	Eurofins
PCB 138	EN 16167	< 0,00050	mg/kg TS		0,0005	Eurofins
PCB 153	EN 16167	< 0,00050	mg/kg TS		0,0005	Eurofins
PCB 180	EN 16167	< 0,00050	mg/kg TS		0,0005	Eurofins
PCB 28	EN 16167	< 0,00050	mg/kg TS		0,0005	Eurofins
PCB 52	EN 16167	< 0,00050	mg/kg TS		0,0005	Eurofins
Sum PCB 7	Intern metode (EKSTERN_EF)	nd	µg/kg TS	20%		Eurofins
Torrstoff %	EN 12880	66,9	%	5%	0,1	Eurofins

Tegnforklaring

*: Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Målesikkerhet (dekningsfaktor k=2), 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.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som vårvækt.

Side 1 av 3

Provenr.: NR-2017-06443
Provetype: SEDIMENT
Provetakningsdato: 09.06.2017 00.00.00
Prøve mottatt dato: 20.06.2017
Analyseperiode: 23.06.2017 - 25.08.2017

Provemerkning: St S2 kai
 Stasjon : St S2 kai
 KjerneID/Replikant : A
 Provetakningsdyp : 0,00 m Snitt: 0,00-10,00 cm
 Provetakningsmetode: Grab sampler

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
<63 µm*	Intern metode (INTERN_NIVA)	24	% TS	20%		
Bly	NS EN ISO 17294-2	21	mg/kg TS	40%	0,5	Eurofins
Kadmium	NS EN ISO 17294-2	0,079	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Kobber	Intern metode (EKSTERN_EF)	57	mg/kg TS			Eurofins
Totalt organisk karbon	Intern metode (G6-2)	21,1	µg C/mg TS	20%	1,0	
Acenaften	ISO 18287, mod.	0,044	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Acenaftylen	ISO 18287, mod.	< 0,010	mg/kg TS		0,01	Eurofins
Antracen	ISO 18287, mod.	0,074	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Benzo[a]antracen	ISO 18287, mod.	0,40	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Benzo[a]pyren	ISO 18287, mod.	0,31	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Benzo[b]fluoranten	ISO 18287, mod.	0,56	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Benzo[g,h,i]perylen	ISO 18287, mod.	0,18	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Benzo[k]fluoranten	ISO 18287, mod.	0,12	mg/kg TS	30%	0,01	Eurofins
Dibenzo[a,h]antracen	ISO 18287, mod.	0,074	mg/kg TS	30%	0,01	Eurofins
Fenantren	ISO 18287, mod.	0,35	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Fluoranten	ISO 18287, mod.	0,50	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Fluoren	ISO 18287, mod.	0,046	mg/kg TS	30%	0,01	Eurofins
Indeno[1,2,3-cd]pyren	ISO 18287, mod.	0,13	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Krysen+Trifenylene	ISO 18287, mod.	0,56	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Naftalen	ISO 18287, mod.	0,048	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Pyren	ISO 18287, mod.	0,44	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Sum PAH 16	ISO 18287, mod.	3,8	mg/kg TS			Eurofins
PCB 101	EN 16167	< 0,00050	mg/kg TS		0,0005	Eurofins
PCB 118	EN 16167	< 0,00050	mg/kg TS		0,0005	Eurofins
PCB 138	EN 16167	< 0,00050	mg/kg TS		0,0005	Eurofins
PCB 153	EN 16167	< 0,00050	mg/kg TS		0,0005	Eurofins
PCB 180	EN 16167	0,00062	mg/kg TS	25%	0,0005	Eurofins
PCB 28	EN 16167	< 0,00050	mg/kg TS		0,0005	Eurofins
PCB 52	EN 16167	< 0,00050	mg/kg TS		0,0005	Eurofins
Sum PCB 7	EN 16167	0,00062	mg/kg TS	25%		Eurofins
Tørstoff %	EN 12880	67,4	%	5%	0,1	Eurofins

Provenr.: NR-2017-06444
Provetype: SEDIMENT
Provetakningsdato: 09.06.2017 00.00.00
Prøve mottatt dato: 20.06.2017
Analyseperiode: 23.06.2017 - 25.08.2017

Provemerkning: St S3 kaifront
 Stasjon : St S3 kaifront
 KjerneID/Replikant : A
 Provetakningsdyp : 0,00 m Snitt: 0,00-10,00 cm
 Provetakningsmetode: Grab sampler

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
<63 µm*	Intern metode (INTERN_NIVA)	19	% TS	20%		
Bly	NS EN ISO 17294-2	16	mg/kg TS	40%	0,5	Eurofins

Teguforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

< : Mindre enn, > : Større enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

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

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesiell basisangivelse, er resultatet oppgitt som vårvækt.

Provenr.: NR-2017-06444
Provetype: SEDIMENT
Provetakningsdato: 09.06.2017 00.00.00
Prøve mottatt dato: 20.06.2017
Analyseperiode: 23.06.2017 - 25.08.2017

Provemerkning: St S3 kaifront
 Stasjon : St S3 kaifront
 KjerneID/Replikat : A
 Provetakningsdyb : 0,00 m Snitt: 0,00-10,00 cm
 Provetakningsmetode: Grab sampler

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Kadmium	NS EN ISO 17294-2	0,059	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Kobber	Intern metode (EKSTERN_EF)	53	mg/kg TS			Eurofins
Totalt organisk karbon	Intern metode (G6-2)	14,8	µg C/mg TS	20%	1,0	
Ace-naften	ISO 18287, mod.	0,022	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Ace-naftylen	ISO 18287, mod.	< 0,010	mg/kg TS		0,01	Eurofins
Antracen	ISO 18287, mod.	0,042	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Benzo[a]antracen	ISO 18287, mod.	0,27	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Benzo[a]pyren	ISO 18287, mod.	0,22	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Benzo[b]fluoranten	ISO 18287, mod.	0,40	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Benzo[g,h,i]perylene	ISO 18287, mod.	0,13	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Benzo[k]fluoranten	ISO 18287, mod.	0,089	mg/kg TS	30%	0,01	Eurofins
Dibenzo[a,h]antracen	ISO 18287, mod.	0,086	mg/kg TS	30%	0,01	Eurofins
Fenantren	ISO 18287, mod.	0,21	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Fluoranten	ISO 18287, mod.	0,34	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Fluoren	ISO 18287, mod.	0,024	mg/kg TS	30%	0,01	Eurofins
Indeno[1,2,3-cd]pyren	ISO 18287, mod.	0,093	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Krysen+Trifenylene	ISO 18287, mod.	0,39	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Naftalen	ISO 18287, mod.	0,024	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Pyren	ISO 18287, mod.	0,29	mg/kg TS	25%	0,01	Eurofins
Sum PAH 16	ISO 18287, mod.	2,6	mg/kg TS			Eurofins
PCB 101	EN 16167	< 0,00050	mg/kg TS		0,0005	Eurofins
PCB 118	EN 16167	< 0,00050	mg/kg TS		0,0005	Eurofins
PCB 138	EN 16167	< 0,00050	mg/kg TS		0,0005	Eurofins
PCB 153	EN 16167	< 0,00050	mg/kg TS		0,0005	Eurofins
PCB 180	EN 16167	< 0,00050	mg/kg TS		0,0005	Eurofins
PCB 28	EN 16167	< 0,00050	mg/kg TS		0,0005	Eurofins
PCB 52	EN 16167	< 0,00050	mg/kg TS		0,0005	Eurofins
Sum PCB 7	Intern metode (EKSTERN_EF)	nd	µg/kg TS	20%		Eurofins
Torrstoff %	EN 12880	73,5	%	5%	0,1	Eurofins



Norsk institutt for vannforskning
Veronica Eftevåg

Overingeniør

Rapporten er elektronisk signert

Tegnforklaring

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

< : Mindre enn, > : Større enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), 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.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som vårvækt.

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