

Biotilgjengelighet av miljøgifter i sedimenter fra Vågen i Bergen



RAPPORT

Hovedkontor

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

Sørlandsavdelingen

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

Østlandsavdelingen

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

Vestlandsavdelingen

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

NIVA Midt-Norge

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

Tittel Biotilgjengelighet av miljøgifter i sedimenter fra Vågen i Bergen	Løpenr. (for bestilling) 6449-2012	Dato 30.1.2013
	Prosjektnr. 12242	Sider 35
Forfatter(e) Sigurd Øxnevad Anders Ruus	Fagområde Miljøgifter i marint miljø	Distribusjon Fri
	Geografisk område Bergen	Trykket CopyCat

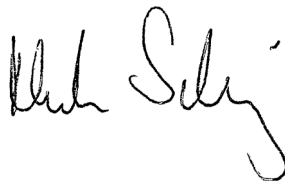
Oppdragsgiver(e) Bergen kommune	Oppdragsreferanse Cowi (Ane Moe Gjesdal)
------------------------------------	---

Sammendrag
NIVA har på oppdrag for Bergen kommune undersøkt biotilgjengelighet av miljøgifter i sediment fra fem områder i Vågen i Bergen. Sedimentet fra disse områdene var i tilstandsklasse III (moderat) og tilstandsklasse IV (dårlig) med hensyn på PCB7. Sedimentene var også forurenset av tungmetaller, PAH og TBT. Undersøkelsen viser at PCB i sedimentet bioakkumuleres i børstemark, og at TBT i sedimentet bioakkumuleres i nettsnegl. Det var størst bioakkumulering av PCB og TBT fra sedimentet fra det nest ytterste området i Vågen. Det var ikke signifikant bioakkumulering av kvikksølv eller andre tungmetaller fra sedimentene.

Fire norske emneord 1. Biotilgjengelighet 2. Bioakkumulering 3. Sedimenter 4. Børstemark	Fire engelske emneord 1. Bioavailability 2. Bioaccumulation 3. Sediments 4. Polychaets
--	--



Sigurd Øxnevad
Prosjektleder



Morten Schaanning
Forskningsleder



Kristoffer Næs
Forskningsdirektør

Biotilgjengelighet av miljøgifter i sedimenter fra Vågen i Bergen

Forord

NIVA har på oppdrag for Bergen kommune undersøkt biotilgjengelighet av miljøgifter i sediment fra fem områder i Vågen i Bergen. Testen ble gjennomført med sedimenter som ble skaffet til veie av COWI i Bergen. Børstemark og nettsnegl som ble brukt i testen ble samlet inn av Erlend og Øyvind Kaarstad, Marijana Brkljacic og Sigurd Øxnevad. Bioakkumulasjonstesten ble gjennomført på NIVAs marine forskningsstasjon på Solbergstrand av Anders Ruus, Joachim Tørum Johansen og Sigurd Øxnevad. De kjemiske analysene ble utført av Eurofins og NIVA. Kontaktperson hos COWI har vært Ane Moe Gjesdal.

Oslo, 30.1.2013

Sigurd Øxnevad

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
2. Materiale og metoder	8
2.1 Bioakkumuleringstest med <i>Hediste diversicolor</i> og <i>Hinia reticulata</i>	8
2.1.1 Bakgrunn	8
2.1.2 Organismene	8
2.1.3 Testsedimentet	8
2.1.4 Det eksperimentelle oppsettet	8
2.1.5 Analyser	11
2.2 Bedømming av miljøtilstand	12
3. Resultater og diskusjon	13
3.1 Konsentrasjoner i sedimentet	13
3.2 Bioakkumulering av miljøgifter fra sedimentene	16
3.2.1 TBT i nettsnegl	16
3.2.2 Metaller og PCB i børstemark	16
3.3 Oppsummerende betraktninger	19
4. Referanser	20
5. Vedlegg. Analyserapporter	21

Sammendrag

Sedimentene i Vågen i Bergen har vist seg å være forurenset av miljøgifter slik som tungmetaller, PCB, PAH og TBT. Bergen kommune vurderer derfor å gjennomføre tiltak, men ønsker et bedre beslutningsgrunnlag ved at miljøgiftenes biotilgjengelighet undersøkes. Dette er gjort ved NIVAs marine forskningsstasjon på Solbergstrand i et standard forsøksoppsett hvor testorganismene *Hediste diversicolor* (børstemark) og *Hinia reticulata* (nettsnegl) ble eksponert for sedimenter fra fem områder fra Vågen i Bergen, fra Våg 1 (innerst) til Våg 5 (ytterst).

Sedimentene fra område Våg 1 og Våg 4 var i moderat miljøtilstand (klasse III) med hensyn på PCB7, og områdene Våg 2, Våg 3 og Våg 5 var i dårlig miljøtilstand (klasse IV). Sedimentene fra område Våg 1, 2 og 3 var sterkt forurenset av kvikksølv (klasse V). Sedimentene fra områdene Våg 1, 2, 3 og 5 var også forurenset av bly (klasse IV, dårlig). Sedimentene var også sterkt forurenset av PAH og TBT.

Det ble målt signifikant høyere konsentrasjoner av PCB i børstemark eksponert for sedimenter fra de fem områdene i Vågen enn i børstemark eksponert for uforurenset kontrollsediment. Det ble funnet høyest konsentrasjon av PCB i børstemark som var eksponert for sediment fra det nest ytterste området (Våg 4). Disse hadde konsentrasjon av PCB som var 9 til 13 ganger høyere enn børstemarken fra kontrollsedimentet. Nivåene av PCB i børstemark fra de andre områdene i Vågen var ca 3 til 6 ganger høyere enn i børstemark fra kontrollsedimentet. Undersøkelsen viser også at TBT i sedimentet bioakkumuleres i nettsnegl og at det største opptaket skjer fra sediment i det nest ytterste området. Det var ikke signifikant bioakkumulering av kvikksølv eller andre tungmetaller fra sedimentene.

Til tross for at det var lavere konsentrasjon av PCB i sedimentet fra område Våg 4 så var det høyere konsentrasjon av PCB i børstemark eksponert for sediment fra dette området enn fra de andre undersøkte områdene. Dette kan skyldes at PCB i sedimentet fra de andre områdene er sterkere bundet til partikler enn i område 4 og er mindre biotilgjengelige. Det lavere innholdet av TOC i sedimentene i de ytre områdene av Vågen og særlig i område Våg 4 kan være en forklaring på den observerte forskjellen i biotilgjengelighet.

Summary

Title: Bioavailability of contaminants in sediments from Vågen in Bergen.

Year: 2013

Author: Sigurd Øxnevad & Anders Ruus

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-6184-4

The sediments in Vågen, Bergen, are shown to contain elevated levels of contaminants, such as PAHs, PCBs, TBT and heavy metals. The local authority of Bergen is planning remedial actions, but wish to strengthen the decision basis by evaluating the bioavailability of the sediment associated contaminants. The evaluation has been performed by the Norwegian Institute for Water Research, using an experimental setup, with the polychaet *Hediste diversicolor* and the gastropod *Hinia reticulata*. The organisms were exposed to sediments from five areas from Vågen in Bergen.

The sediments from areas Våg 1 and Våg 4 were in class III (moderate) with PCB7, and areas Våg 2, 3 and 5 were in class IV (bad) with PCB7. The sediments from areas Våg 1, 2 and 3 were severely polluted with mercury (class V, very bad). The sediments from areas Våg 1, 2, 3 and 5 were also polluted with lead (class IV, bad). The sediments in Vågen were also severely polluted with PAHs and TBT.

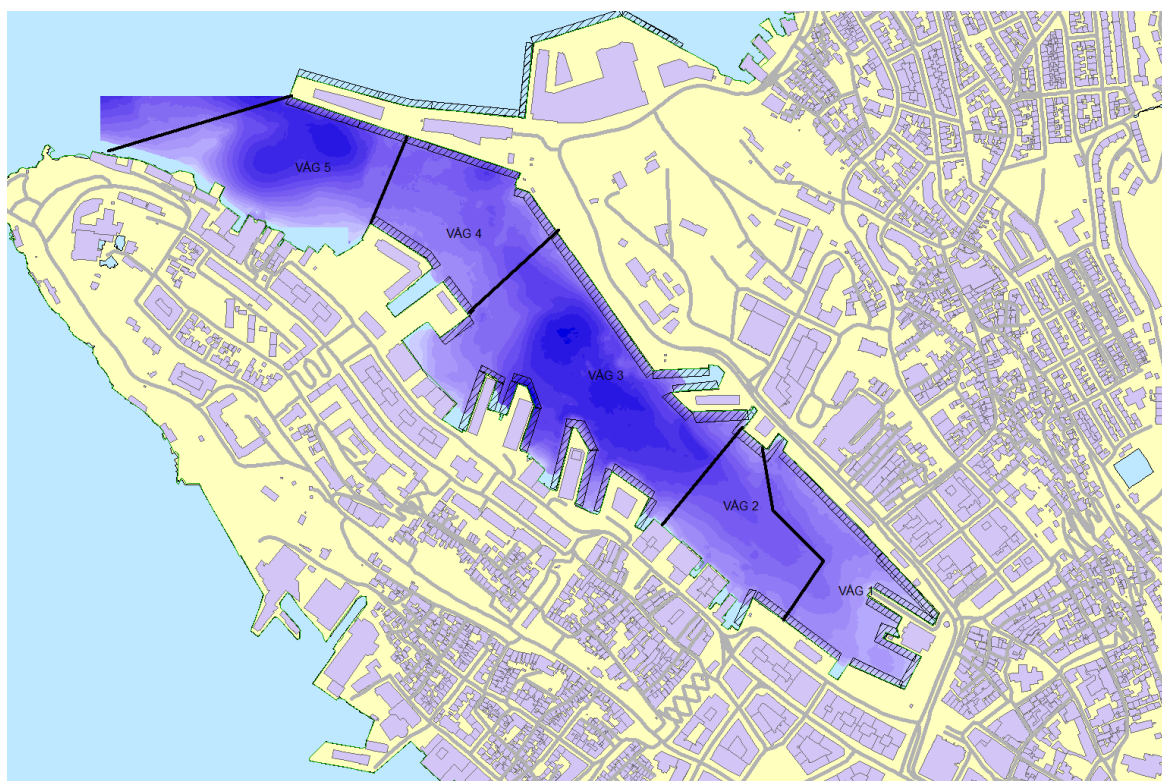
Significant higher concentrations of PCBs were found in polychaetes exposed to sediments from the five areas in Vågen, as compared to the polychaetes exposed to unpolluted control sediment. Highest concentrations of PCBs were found in polychaetes exposed to sediment from area Våg 4. These had concentrations of PCBs that were 9 to 13 orders of magnitude higher than the polychaetes exposed to the control sediment. High concentrations of TBT were found in snail samples, with highest concentration in the snails exposed to sediment from area Våg 4. There was no significant bioaccumulation of mercury or other heavy metals from the sediments.

Polychaetes exposed to sediment from area Våg 4 had higher concentrations of PCBs even though the sediment had lower concentrations of PCBs than the other sediments. It is likely that PCBs in the sediments in the other areas are more strongly attached to particles and less bioavailable.

1. Innledning

Undersøkelser av sedimentene i Vågen i Bergen, har vist at de er forurenset av miljøgifter, særlig polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), polyklorerte bifenyler (PCB), tributyltin (TBT), kvikksølv (Hg) og noen andre metaller.

Opptak av miljøgifter fra sedimentet til levende organismer (biotilgjengelighet) er undersøkt i forbindelse med videreføring av risikoanalyse for området. Dette skal lede fram til en ny tiltaksplan for Vågen. I henhold til anbefalinger i Klima og forurensningsdirektoratet (Klif) sin veileder for risikovurdering av forurenset sediment ("risikoveilederen") er biotilgjengeligheten av sedimentbundne miljøgifter belyst gjennom en undersøkelse av bioakkumulering i den bunnlevende flerbørstemarken *Hediste diversicolor* og nettsnegl (*Hinia reticulata*). Dette er gjennomført ved hjelp av et standardoppsett ved NIVAs marine forskningsstasjon på Solbergstrand ved Oslofjorden.



Figur 1. Kartutsnitt av Vågen i Bergen. Det ble brukt sedimenter fra fem områder i Vågen (Våg 1 til Våg 5) i undersøkelsen. Kartet er levert av COWI.

2. Materiale og metoder

2.1 Bioakkumuleringstest med *Hediste diversicolor* og *Hinia reticulata*

2.1.1 Bakgrunn

I akvatiske organismer er «bioakkumulering» den prosessen som fører til en økt konsentrasjon av et kjemikalie i organismen (i forhold til miljøet den lever i) gjennom alle eksponeringsveier som opptak gjennom føde, transport over respiratoriske overflater og kroppsoverflaten generelt. Bioakkumulering er således en kombinasjon av «biokonsentrering» (opptak kun fra vann) og opptak gjennom føde. Kunnskap om miljøgifters akkumulering i bunnlevende organismer har både økologisk relevans og relevans for menneskers kosthold (gjennom betydningen av sedimentlevende organismer som byttedyr for fisk). Kunnskap om biotilgjengeligheten til miljøgifter kan vanskelig estimeres kun ved hjelp av kjemisk analyse av miljøgifter i sedimenter. Årsakene er blant annet at ulike fysiske-kjemiske egenskaper hos ulike miljøgifter (f. eks. fettløselighet og motstandsdyktighet mot biologisk nedbrytning), samt egenskaper ved sedimentet (f.eks. partikkelstørrelse og organisk innhold), vil påvirke biotilgjengelighet. Av de samme årsakene kan det også være vanskelig å ekstrapolere resultater fra studier av én miljøgift, over til andre miljøgifter. Det er derfor høyst relevant å evaluere biotilgjengelighet ved å måle opptak eller akkumulering av spesifikke miljøgifter i sedimentlevende organismer. Slike biotilgjengelighetstester for miljøgifter i sedimenter har vært arbeidet med i en rekke land, i de fleste tilfeller som verktøy i vurderinger av miljøfarligheten av mudret sediment. Den mest omfattende dokumentasjonen har blitt produsert av det amerikanske Environmental Protection Agency, EPA (Lee m.fl. 1991).

Det ble benyttet et etablert testsystem for testing av biotilgjengeligheten av miljøgifter i marine sedimenter (Ruus m.fl. 2005; Hylland, 1996). Testsystemet er tidligere benyttet i flere sammenhenger (Ruus m.fl. 2005, Ruus m.fl. 2010, Skei m.fl. 2002).

2.1.2 Organismene

Det benyttes to arter i dette oppsettet for testing av biotilgjengelighet. Den ene er flerbørstemarken *Hediste diversicolor* og den andre er nettsnegl, *Hinia (Nassarius) reticulata* (figur 2). Begge artene er vanlige på grunt vann langs Norskekysten. Flerbørstemarken (*H. diversicolor*) er utbredt langs Europas kyster, fra Middelhavet til Helgelandskysten, samt vest i Østersjøen. Den finnes fortrinnsvis på grunt vann (i tidevannssonen) og kan der forekomme i svært høye tettheter. Nettsnegl finnes i fjæra og ned til ca. 15 m dyp. Den er utbredt fra Kanariøyene og Azorene i sør, til Lofoten i nord. Begge artene foretrekker sand- og mudderbunn og er tolerante overfor lave saltholdigheter. Børstemarken er omnivor (altetende) (Goerke, 1971), mens nettsnegl er åtseleter og rovdyr, men kan også nyttiggjøre seg organisk materiale i sedimentet. Sedimentlevende evertebrater, slik som *Hediste* og *Hinia*, er den viktigste næringskilden for mange bunnlevende fisk og vil derfor kunne bidra til transport av enkelte miljøgifter oppover i næringskjeden (Ruus, 2001).

2.1.3 Testsedimentet

Sediment fra fem områder i Vågen i Bergen ble sendt til NIVA i bøtter á 10 liter. Sedimentprøvene ble oppbevart på fryserom (på ca -25 °C) fram til testene ble startet.

2.1.4 Det eksperimentelle oppsettet

En detaljert beskrivelse av det eksperimentelle oppsettet finnes i Hylland (1996) og Ruus m.fl. (2005). Det ble benyttet tre replikate akvarier for hvert sediment (samt for kontrollgruppen). Eksponeringstiden var på 28 døgn, som er anbefalt av Lee m.fl. (1991).

De aktuelle sedimentene ble homogenisert ved hjelp av en ”malingblander”. 1,4 L sediment ble så tilsatt hvert av akvariene (3 akvarier per sediment (stasjon); 15 × 20 × 22 cm glassakvarier; figur 2). Det luktet litt H₂S av sediment Vågen 1, og det var sterk H₂S-lukt av sedimentet fra Vågen 2. Prøver av kontrollsediment (fra Jeløya utenfor Moss) og sedimenter fra Vågen i Bergen ble samtidig tatt ut til kjemisk analyse. Akvariene ble tilkoblet vann fra 60 m dyp ved NIVAs marine forskningsstasjon Solbergstrand.

Deretter ble organismene tilsatt (24 børstemark og 14 snegl i hvert akvarium). Etter 28 døgns eksponering ble dyrene silt ut og børstemarkene ble oppbevart i et akvarium med vann (fra 60 m dyp) i 8-12 timer for å tømme eventuelle rester av sediment i tarmen. Sneglene ble tatt ut av skallet ved hjelp av en nøttekneker. Deretter ble alle dyrene fordelt på prøveglass og frosset. Prøvene ble oppbevart nedfrost (på ca -25 °C) før analyse.

Da hvert akvarium er en eksperimentell enhet ble alle individene av *Hediste* (børstemark) fra hvert akvarium slått sammen til én prøve før analyse. Alle nettsneglene fra de tre replikatene ble slått sammen til en prøve før analyse for å ha nok materiale til analysen.

De kjemiske analysene ble utført av Eurofins og NIVAs laboratorium.

a.



b.



c.



Figur 2. Fotografi av det eksperimentelle oppsettet (a.), *Hediste diversicolor* sortert ut for tilsetning i akvarium ved forsøksstart (b.) og nettsnegl, *Hinia reticulata* (c.). Foto Sigurd Øxnevad.

2.1.5 Analyser

De biologiske prøvene (flerbørstemark) ble analysert for polyklorerte bifenyler (PCB), kvikksølv (Hg), arsen, (As), bly (Pb), kadmium (Cd), kobber (Cu), kobolt (Co), krom (Cr), sink (Zn), nikkel (Ni), vanadium (V), tørrstoff og fettinnhold. Sedimentet ble analysert for PAH, PCB, tinnorganiske forbindelser, Hg, As, Pb, Cd, Cu, Co, Cr, Zn, Ni, V og tørrstoff.

Analysene av børstemark ble utført av NIVAs laboratorium, og analysene av sedimentprøvene ble utført av Eurofins. Prøvene av nettsnegl ble ikke analysert.

En beskrivelse av metodene følger.

Metaller

Metallene er bestemt ved at prøvene har blitt oppsluttet ved autoklaving med salpetersyre, og analysert ved hjelp av grafittovn og atomabsorpsjon. Kvikksølv ble bestemt med gullfelle og kalddamp atomabsorpsjon.

PAH

Sedimentet ble homogenisert og tilsatt internstandarder. PAH ble ekstrahert med diklormetan:sykloheksan (1:1) ved bruk av ASE (Accelerated Solvent Extraction) ved en temperatur på 100°C og trykk på 2000 psi. Ekstraksjonsvolumet ble redusert, og ekstraktene ble renset ved GPC (Gel Permeation Chromatography). Dersom nødvendig ble prøvene videre renset ved DMF-fordeling (Dimethylformamide) og eluering i silica-kolonner. Ekstraktene ble analysert ved hjelp av GC/MS i SIM (Single Ion Monitoring), og konsentrasjonen av de ulike PAH-forbindelsene i standardløsningene var fra 5-1000 ng/µl. GCen var utstyrt med en 30 m kolonne med et materiale bestående av 5 % phenyl polysiloxane (0,25 mm i.d. og 0,25 µm filmtykkelse), og splitless injeksjon. Den initiale kolonnetemperaturen var 60°C, som etter 2 minutter ble øket til 250°C med en hastighet på 7°C/min og deretter øket til 310°C med en hastighet på 15°C/min. Injektortemperaturen var 300°C, temperaturen i overføringen var 280°C, og temperaturen i ionekilden var 230°C. Gjennomstrømningshastigheten var på 1,2 ml/min. Kvantifisering av individuelle komponenter ble utført ved å benytte interne standarder.

PCB

Opparbeidelsen for PCB-analyser ble gjort som for PAH. Ekstraktene ble analysert ved GC/ECD. GCen var utstyrt med en 60 m kolonne med et materiale bestående av 5 % fenyl polysiloksan (0,25 mm i diameter og 0,25 µm filmtykkelse), og splitless injeksjon. Den initiale kolonnetemperaturen var på 90°C, som etter to minutter ble økt til 180°C i en hastighet på 10°C/min, så økt til 270°C med en hastighet på 2°C/min og etter 1 min økt til 310°C med en hastighet på 20°C/min. Injektortemperaturen var på 255°C, detektortemperaturen på 285°C gjennomstrømningshastigheten var på 1 ml/min. Kvantifisering av individuelle komponenter ble utført ved å benytte de interne standardene.

Sedimentet ble homogenisert og tilsatt internstandarder. PCB ble ekstrahert med diklormetan:sykloheksan (1:1) ved bruk av ASE (Accelerated Solvent Extraction) ved en temperatur på 100°C og trykk på 2000 psi. Analyse av ekstraktene er som beskrevet for PCB i biologisk materiale.

Tinnorganiske forbindelser

Bestemmelse av tinnorganiske forbindelser ble gjort ved å tilsette en indre standard til prøvene og oppslutning med alkoholisk lut. Etter pH-justering og direkte derivatisering ble de tinnorganiske forbindelsene ekstrahert med organiske løsemidler og renset ved hjelp av gelatomemisjons-deteksjon,

GC-AED. De ulike forbindelsene ble identifisert ved hjelp av retensjostidene som ble oppnådd, og selve kvantifisering ble utført med den indre standarden.

Tørrstoff i sedimentet ble bestemt gravimetrisk.

2.2 Bedømming av miljøtilstand

Klif har fastsatt kriterier for klassifisering av miljøkvalitet basert på innhold av forurensede forbindelser i sedimenter (tabell 1). Systemet opererer med fem tilstandsklasser som spenner fra bakgrunn (klasse I) til svært dårlig (klasse V). Klassifiseringen av sedimenter bygger på antatte nivåer for kroniske og akutte toksiske effekter på sedimentlevende organismer.

Tabell 1. Klifs klassifisering av miljøtilstand ut fra innhold av metaller og organiske stoffer i sedimenter (Bakke m.fl. 2007).

		I	II	III	IV	V
		Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Metaller	Arsen (mg As/kg)	<20	20 - 52	52 - 76	76 - 580	>580
	Bly (mg Pb/kg)	<30	30 - 83	83 - 100	100 - 720	>720
	Kadmium (mg Cd/kg)	<0,25	0,25 - 2,6	2,6 - 15	15 - 140	>140
	Kobber (mg Cu/kg)	<35	35 - 51	51 - 55	55 - 220	>220
	Krom (mg Cr/kg)	<70	70 - 560	560 - 5900	5900 - 59000	>59000
	Kvikksølv (mg Hg/kg)	<0,15	0,15 - 0,63	0,63 - 0,86	0,86 - 1,6	>1,6
	Nikkel (mg Ni/kg)	<30	30 - 46	46 - 120	120 - 840	>840
	Sink (mg Zn/kg)	<150	150 - 360	360 - 590	590 - 4500	>4500
PAH	Naftalen (µg/kg)	<2	2 - 290	290 - 1000	1000 - 2000	>2000
	Acenaftalen (µg/kg)	<1,6	1,6 - 33	33 - 85	85 - 850	>850
	Acenaften (µg/kg)	<4,8	2,4 - 160	160 - 360	360 - 3600	>3600
	Fluoren (µg/kg)	<6,8	6,8 - 260	260 - 510	510 - 5100	>5100
	Fenantren (µg/kg)	<6,8	6,8 - 500	500 - 1200	1200 - 2300	>2300
	Antracen (µg/kg)	<1,2	1,2 - 31	31 - 100	100 - 1000	>1000
	Fluoranthen (µg/kg)	<8	8 - 170	170 - 1300	1300 - 2600	>2600
	Pyren (µg/kg)	<5,2	5,2 - 280	280 - 2800	2800 - 5600	>5600
	Benzo[a]antracen (µg/kg)	<3,6	3,6 - 60	60 - 90	90 - 900	>900
	Chrysen (µg/kg)	<4,4	4,4 - 280	280 - 280	280 - 560	>560
	Benzo[b]fluoranten (µg/kg)	<46	46 - 240	240 - 490	490 - 4900	>4900
	Benzo[k]fluoranten (µg/kg)		<210	210 - 480	480 - 4800	>4800
	Benzo(a)pyren (µg/kg)	<6	6 - 420	420 - 830	830 - 4200	>4200
	Indeno[123cd]pyren (µg/kg)	<20	20 - 47	47 - 70	70 - 700	>700
	Dibenzo[ah]antracen (µg/kg)	<12	12 - 590	590 - 1200	1200 - 12000	>12000
	Benzo[ghi]perylene (µg/kg)	<18	18 - 21	21 - 31	31 - 310	>310
PAH16 ¹⁾ (µg/kg)	<300	300 - 2000	2000 - 6000	6000 - 20000	> 20000	
PCB	PCB7 2) (µg/kg)	<5	5-17	17 - 190	190 - 1900	>1900
TBT	TBT ³⁾ (µg/kg) - effektbasert	<1	<0,002	0,002-0,016	0,016-0,032	>0,032
	TBT ³⁾ (µg/kg) - forvaltningsmessig	<1	1-5	5 - 20	20 - 100	>100

1) PAH: Polysykliske aromatiske hydrokarboner

2) PCB: Polyklorerte bifenylar

3) TBT: Tributyltinn

3. Resultater og diskusjon

3.1 Konsentrasjoner i sedimentet

Konsentrasjonene i de aktuelle sedimentene er klassifisert i henhold til Klifs tilstandsklasser (Bakke m.fl. 2007) og presentert i tabell 2 til 5. Det var høye konsentrasjoner av bly, kobber og kvikksølv i fire av de fem sedimentprøvene fra Vågen. Sedimentprøven fra område Våg 4 var lite forurenset av metaller (klasse I og II).

Tabell 2. Konsentrasjon av metaller i sedimentprøvene som ble brukt i bioakkumulasjonsforsøket. Tabellen er gitt farger i henhold til Klifs klassifiseringssystem (se tabell 1).

	Arsen	Bly	Kobber	Kadmium	Krom	Kvikksølv	Nikkel	Sink	Vanadium	Kobolt
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Kontroll	3,10	5,30	6,10	0,03	11,00	0,007	9,20	32,0	19,0	4,90
B. våg 1	15,00	290,00	180,0	0,81	28,00	4,49	12,00	450,0	28,0	5,00
B. våg 2	18,00	330,00	270,0	2,00	47,00	7,12	15,00	660,0	40,0	6,10
B. våg 3	17,00	290,00	220,0	1,40	46,00	6,97	13,00	540,0	39,0	5,70
B. våg 4	3,20	48,00	25,0	0,11	8,40	0,40	4,30	190,0	10,0	3,00
B. våg 5	9,90	240,00	170,0	0,43	22,00	1,32	6,90	250,0	21,0	3,30

Sedimentene i Vågen var i tilstandsklasse III (moderat) og IV (dårlig) med hensyn på PCB7 (tabell 3). Områdene Våg 2 og Våg 3 hadde høyest konsentrasjon av PCB i sedimentene.

Tabell 3. Konsentrasjon av PCB i sedimentprøvene som ble brukt i bioakkumulasjonsforsøket. Tabellen er gitt farger i henhold til Klifs klassifiseringssystem (se tabell 1).

	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180	PCB 28	PCB 52	Sum PCB7
	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS
Kontroll	0,69	0,98	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	1,1	2,7
B. våg 1	19	23	51	45	22	<0,0005	16	180
B. våg 2	49	53	110	84	46	<0,0005	40	380
B. våg 3	36	55	100	78	36	<0,0005	29	340
B. våg 4	6,4	9,2	17	11	6,4	<0,0005	3	53
B. våg 5	26	31	55	40	17	<0,0005	17	190

Det var ulikt innhold av totalt organisk karbon (TOC) i sedimentet fra de fem områdene i Vågen (tabell 4.) Det var høyest konsentrasjon av TOC innerst i Vågen og avtagende utover, med lavest TOC-innhold i sediment fra område Våg 4.

Tabell 4. Konsentrasjon av TOC i sedimentprøver fra de fem områdene i Vågen.

	TOC
	% TS
B. våg 1	13
B. våg 2	11
B. våg 3	7,6
B. våg 4	0,63
B. våg 5	5,7

Sedimentene i Vågen var i tilstandsklasse V (svært dårlig) for TBT (tabell 5). Det er ikke uvanlig med høye konsentrasjoner av TBT i sedimenter fra et havneområde. Der er sedimentene sterkt påvirket av båter (og bunnstoff).

Tabell 5. Konsentrasjon av TBT i sedimentprøvene som ble brukt i bioakkumulasjonsforsøket. Tabellen er gitt farger i henhold til Klifs klassifiseringssystem (se tabell 1).

	TBT
	µg/kg TS
Kontroll	<1
B. våg 1	942
B. våg 2	1 420
B. våg 3	1 310
B. våg 4	376
B. våg 5	351

Sedimentene fra Vågen var sterkt forurenset av PAH (tabell 6). Sedimentene var i tilstandsklassene IV og V (dårlig og svært dårlig) for sum PAH16.

Tabell 6. Konsentrasjon av PAH i sedimentprøvene som ble brukt i bioakkumulasjonsforsøket. Tabellen er gitt farger i henhold til Klifs klassifiseringssystem (se tabell 1).

	Acenaftylen	Antracen	Benzo(a) antracen	Benzo[a]pyren	Benzo[b] fluoranten	Benzo[g,h,i] perylene	Benzo[k] fluoranten	Dibenzo[a,h] antracen
	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS
Kontroll	5	5	42	16	26	5	23	5
B. våg 1	92	1300	6500	2600	3300	650	3000	200
B. våg 2	69	800	5600	2600	3400	690	3000	210
B. våg 3	77	1100	6800	2600	3300	800	3100	230
B. våg 4	53	340	2200	840	840	220	850	54
B. våg 5	60	990	5200	1900	2300	570	2000	140

	Fenantren	Fluoranten	Fluoren	Indeno [1,2,3-cd]pyren	Krysen	Naftalen	Pyren	Sum PAH(16)
	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS
Kontroll	5	32	5	5	45	5	24	248
B. våg 1	3700	5800	510	660	6300	230	5700	41000
B. våg 2	2600	5300	320	750	5700	140	5600	36000
B. våg 3	3100	5900	400	860	6500	120	6200	41000
B. våg 4	670	1400	98	240	2000	150	1800	12000
B. våg 5	3000	5000	360	600	5200	120	4600	32000

3.2 Bioakkumulering av miljøgifter fra sedimentene

3.2.1 TBT i nettsnegl

Analysene viste at det var høyest opptak av TBT fra sediment til nettsnegl i sedimentet fra område 4 i Vågen (tabell 7). Det var derimot områdene Våg 2 og Våg 3 som hadde de høyeste konsentrasjonene av TBT i sedimentet. Dette tyder på at TBT i sedimentet i område Våg 4 er mer biotilgjengelig. Konsentrasjonene av TBT er eksempelvis på samme nivåer som nylig ble funnet i Aspevågen i Ålesund (Øxnevad og Ruus 2013, NIVA notat). Aspevågen er også bynært og påvirket av båttrafikk.

Tabell 7. Konsentrasjon av TBT i nettsnegl eksponert for sediment fra fem områder i Vågen i Bergen, samt et referansesediment (kontroll).

	TBT
	µg/kg TS
Kontroll	1,4
B. våg 1	17,6
B. våg 2	11,1
B. våg 3	13,5
B. våg 4	213,0
B. våg 5	24,0

3.2.2 Metaller og PCB i børstemark

Konsentrasjoner av metaller og PCB kvantifisert i børstemark-arten *Hediste diversicolor* eksponert for sediment fra de fem områdene fra Vågen i Bergen, samt referanse-sediment (kontroll-gruppen) er presentert i tabell 8. Det ble ikke påvist høye konsentrasjoner av metaller i prøvene av børstemark. Opptaket av tungmetaller i børstemark som var eksponert for kontrollsedimentet var på samme nivå som rapportert av Ruus m.fl. (2005) og i det siste eksponeringsforsøket som er utført på Solbergstrand (Øxnevad & Ruus 2012), altså bakgrunnsnivå.

Det var imidlertid høye konsentrasjoner av PCB i børstemark som var eksponert for sediment fra Vågen. Nivået var eksempelvis ca fem ganger høyere enn målt i børstemark eksponert for sediment fra Bredalsholmen i Kristiansand (Ruus m.fl. 2007). Bredalsholmen ligger nær by- og industriområde, og er påvirket av båttrafikk.

Tabell 8. Konsentrasjoner av metaller og PCB kvantifisert i børstemark-arten *Hediste diversicolor* eksponert for sediment fra de fem områdene fra Vågen i Bergen, samt referanse-sediment (kontroll). Resultatene er oppgitt i våtvekt.

	TTS/%	Fett-%	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 153	PCB 138	PCB 180	Sum PCB	
	%	% pr.v.v.	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
Børstemark																				
Kar 1 kontroll I	9,9	0,68	0,9	<0,01	<0,1	0,6	0,011	0,1	<0,05	<0,2	6,1	0,19	0,26	0,05	0,38	0,64	0,47	0,1	2,09	
Kar 7 Kontroll II	9,8	0,7	1,1	<0,01	<0,1	0,5	0,007	0,1	<0,05	<0,2	6,8	0,22	0,31	<0,05	0,42	0,67	0,5	0,1	2,22	
Kar 13 Kontroll III	10	0,62	1,2	<0,01	0,6	0,7	0,008	0,4	0,26	1,3	9,6	0,18	0,29	<0,05	0,36	0,58	0,43	0,09	1,93	
Kar 2 B.Våg I	11	0,78	1,1	<0,01	<0,1	0,6	0,006	<0,1	0,11	<0,2	6,9	0,48	0,16	0,37	1,1	2,5	2	0,34	6,95	
Kar 8 B.Våg I II	9,5	0,61	1	<0,01	<0,1	0,6	0,007	<0,1	0,12	<0,2	9,4	0,33	0,17	0,24	0,82	2	1,6	0,26	5,42	
Kar 14 B.Våg I III	10	0,75	1,1	<0,01	<0,2	0,6	0,011	<0,1	0,12	<0,2	8,8	0,39	0,18	0,21	0,89	2	1,6	0,28	5,55	
Kar 3 B.Våg 2 I	10	0,72	1,1	<0,01	<0,1	0,7	0,009	<0,1	0,19	<0,2	8,9	0,87	0,17	0,62	1,7	3,2	2,7	0,39	9,65	
Kar 9 B.Våg 2 II	11	0,75	1,1	<0,01	<0,1	0,6	0,008	<0,1	0,11	<0,2	9,1	0,79	0,18	0,44	1,5	3	2,5	0,4	8,81	
Kar 15 B.Våg 2 III	11	0,78	1,2	<0,01	<0,1	0,7	0,011	<0,1	0,22	<0,2	9,3	0,87	0,3	0,42	1,6	3,3	2,8	0,45	9,74	
Kar 4 B.Våg 3 I	10	0,66	1	<0,01	<0,1	0,6	0,009	<0,1	0,09	<0,2	8,1	1,2	0,38	0,6	2,1	3,7	3,3	0,48	11,76	
Kar 10 B.Våg 3 II	9,9	0,66	1	<0,01	<0,1	0,5	0,008	<0,1	0,09	<0,2	6,7	1,2	1,1	0,72	2	3,7	3,1	0,48	12,3	
Kar 16 B.Våg 3 III	11	0,76	1	<0,01	<0,1	0,6	0,009	<0,1	0,12	<0,2	8,2	1,4	0,99	1	2,4	4,7	3,9	0,48	14,87	
Kar 5 B.Våg 4 I	11	0,65	1	<0,01	<0,1	0,8	0,008	0,1	0,12	<0,2	9,6	1,1	0,81	0,54	4,5	5,1	5,1	0,66	17,81	
Kar 11 B.Våg 4 II	11	0,76	1,2	<0,01	<0,1	0,8	0,011	<0,1	0,1	<0,2	8,3	1,4	2	1,3	6,4	5,9	6	0,66	23,66	
Kar 17 B.Våg 4 III	10	0,69	1,2	<0,01	<0,1	0,7	0,007	<0,1	0,11	<0,2	10	1,2	1,7	1,3	6,6	7,2	7,3	0,8	26,1	
Kar 6 B.Våg 5 I	11	0,79	1,2	<0,01	<0,1	0,6	0,008	<0,1	0,12	<0,2	8,2	0,78	0,24	0,6	2,2	4,9	4	0,64	13,36	
Kar 12 B.Våg 5 II	10	0,65	1,1	<0,01	<0,1	0,7	0,007	<0,1	0,16	<0,2	9	0,51	0,65	0,37	1,4	3,2	2,6	0,41	9,14	
Kar 18 B.Våg 5 III	9,8	0,63	1,1	<0,01	<0,1	0,7	0,011	<0,1	0,1	<0,2	11	0,56	0,29	0,35	1,4	3,5	2,8	0,41	9,31	

Dersom konsentrasjonen av en forbindelse i organismene i samtlige replikater fra et område er høyere enn tilsvarende konsentrasjon i samtlige replikater av kontroll-gruppen, vil resultatet være signifikant ($p < 0,05$) i en ikke-parametrisk Mann-Whitney U test. Tabell 9 viser hvilke forbindelser som viste seg å bioakkumulere i børstemark (*H. diversicolor*) eksponert for de ulike sedimentene fra Vågen i Bergen. Det var signifikant bioakkumulering av PCB fra sedimentet fra alle de fem områdene som ble testet. Det var ikke signifikant bioakkumulering av kvikksølv og de andre tungmetallene.

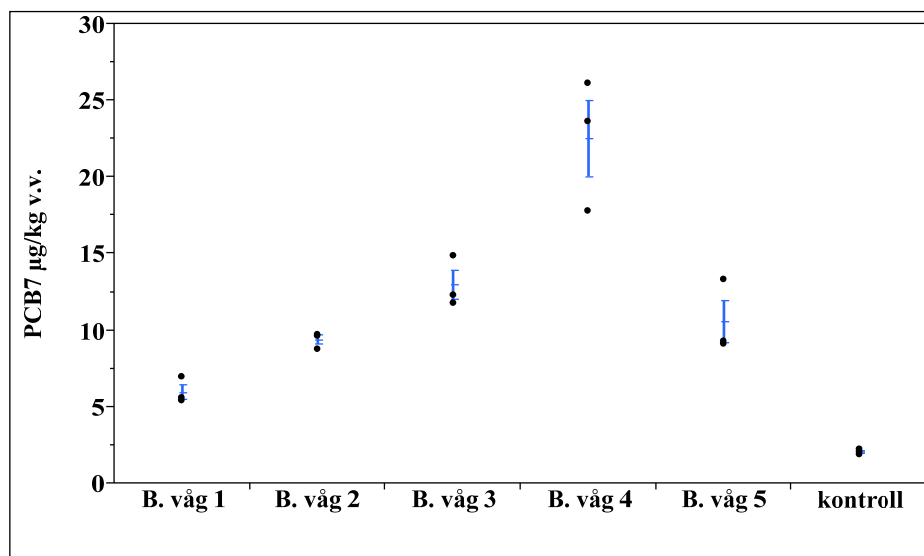
Tabell 9. Oversikt over hvilke miljøgifter som bioakkumulerte (til signifikant høyere konsentrasjoner enn kontrollgruppen) i børstemark (*Hediste diversicolor*) fra de ulike sedimentene fra områdene i Vågen i Bergen.

SB : Signifikant bioakkumulering **IB** : Ikke signifikant bioakkumulering

	PCB-28	PCB-52	PCB-101	PCB-118	PCB-138	PCB-153	PCB-180	Sum PCB7
B. Våg 1	SB	IB	SB	SB	SB	SB	SB	SB
B. Våg 2	SB	IB	SB	SB	SB	SB	SB	SB
B. Våg 3	SB	SB	SB	SB	SB	SB	SB	SB
B. Våg 4	SB	SB	SB	SB	SB	SB	SB	SB
B. Våg 5	SB	IB	SB	SB	SB	SB	SB	SB

	Hg	Ni	Pb	V	Zn	As	Cd	Cu	Cr
B. Våg 1	IB	IB	IB	IB	IB	IB	IB	IB	IB
B. Våg 2	IB	IB	IB	IB	IB	IB	IB	IB	IB
B. Våg 3	IB	IB	IB	IB	IB	IB	IB	IB	IB
B. Våg 4	IB	IB	IB	IB	IB	IB	IB	IB	IB
B. Våg 5	IB	IB	IB	IB	IB	IB	IB	IB	IB

PCB i sedimentet i område Våg 4 viste seg å være mest biotilgjengelig. Børstemarkene som var eksponert for dette sedimentet hadde de høyeste konsentrasjonene av PCB (figur 3). Konsentrasjonene var 9 til 13 ganger høyere enn i børstemark eksponert for kontrollsedimentet. Nivåene av PCB i børstemark fra de andre områdene i Vågen var ca 3 til 6 ganger høyere enn i børstemark fra kontrollsedimentet.



Figur 3. Konsentrasjon av PCB7 i børstemark eksponert for sediment fra fem områder i Vågen i Bergen og et kontrollsediment. Figuren viser konsentrasjon av PCB7 for tre replikater og standardavvik.

3.3 Oppsummerende betraktninger

I denne undersøkelsen er det vist at PCB bioakkumuleres i børstemark eksponert for sedimenter fra Vågen i Bergen. Det ble målt signifikant høyere konsentrasjoner av PCB i børstemark eksponert for sedimenter fra alle de fem undersøkte områdene i Vågen enn i børstemark eksponert for uforurenset kontrollsediment. Det var høyere konsentrasjon av PCB i børstemark eksponert for sediment fra område Våg 4 enn fra de andre undersøkte områdene, selv om denne stasjonen ikke viste høyest sedimentkonsentrasjon. Undersøkelsen viser også at TBT i sedimentet tas opp i nettsnegl og at dette er mest biotilgjengelig i område Våg 4. Dette kan skyldes at PCB og TBT i sedimentet fra de andre områdene er sterkere bundet til partikler enn i område Våg 4 og er mindre biotilgjengelige. Organiske miljøgifter med lav vannløselighet har høy affinitet for partikler og kan være bundet til adsorbenter som for eksempel organisk karbon, eller svart karbon/sot, som kan være tilstede i sedimenter i ulike mengder. Det lavere innholdet av TOC i sedimentene i de ytre områdene av Vågen og særlig i område Våg 4 kan være en forklaring på den observerte forskjellen i biotilgjengelighet.

Det var ikke signifikant bioakkumulering av kvikksølv eller andre tungmetaller fra sedimentene. Organiske specier av kvikksølv (metyl kvikksølv) tas i større grad opp i organismer enn uorganisk kvikksølv. Det er mulig at kvikksølvet som finnes i sedimentene i Vågen i mindre grad foreligger som metylert kvikksølv.

4. Referanser

Bakke, T., Breedveld, G., Källqvist, T., Oen, A., Eek, E., Ruus, A., Kibsgaard, A., Helland, A., Hylland, K. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sediment, TA-2229/2007.

Goerke, H., 1971. Die Ernährungsweise der Nereis-Arten (Polychaeta Nereidae) der deutschen Küsten. Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerh. 13, 1-50.

Hylland K. 1996. Bioakkumulering av miljøgifter fra marine sediment – etablering av et testsystem. NIVA-rapport 3537.

Karickhoff SW, Brown DS, Scott TA. 1979. Sorption of hydrophobic pollutants on natural sediments. Water Research 13: 241-248.

Lee H, Boese BL, Pelletier J, Winsor M, Specht DT, Randall RC. 1991. Guidance manual: bedded sediment bioaccumulation tests. EPA/600/x-89/302.

Ruus A. 2001. Disposition of organochlorine contaminants within marine food webs. Dr.scient. thesis. Universitetet i Oslo.

Ruus A., Schaanning M, Øxnevad S, Hylland K. 2005. Experimental results on bioaccumulation of metals and organic contaminants from marine sediments. Aquatic Toxicology 72: 273-292.

Ruus, A., Næs, K., Källquist, T., Schøyen, M., Øxnevad, S. & Bøyum, O. 2007. Biotilgjengelighet av miljøgifter i sedimenter fra Bredalsholmen, samt toksisitet av sedimentene for algen *Skeletonema costatum*. NIVA-rapport 5503-2007.

Ruus, A., Bøyum, O., Grung, M. & Næs, K. 2010. Bioavailability of PAHs in Aluminum Smelter Affected Sediments: Evaluation through Assessment of Pore Water Concentrations and in Vivo Bioaccumulation. Environ. Sci. Technol. 2010, 44, 9291-9297.

Skei J, Olsgard F, Ruus A, Oug E, Rygg B. 2002. Risikovurderinger knyttet til forurensede sedimenter: Med fokus på Kristiansandsfjorden. SFT-rapport TA-1864/2002. 106 s.

Øxnevad, S. & Ruus, A. 2012. Biotilgjengelighet av miljøgifter i sedimenter fra Aspevågen i Ålesund. Test utført med børstemark (*Hediste diversicolor*) og nettsnegl (*Hinia reticulata*). Helsedimenttest med fjæremark (*Arenicola marina*). NIVA-notat. J.nr. 2058/12.

5. Vedlegg. Analyserapporter

Side nr.1/7

Norsk
Institutt
for
Vannforskning

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

ANALYSE RAPPORT



Navn **Marine sed Biocon**
Adresse

Deres referanse:	Vår referanse:	Dato
	Rekv.nr. 2012-2259	05.11.2012
	O.nr. O 12242	

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

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings-dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Kar 1 kontroll 1	2012.08.07	2012.09.12	2012.10.03-2012.10.30
2	Kar 2 Bl.våg 1 I	2012.08.07	2012.09.12	2012.10.03-2012.10.30
3	Kar 3 Bl.våg 2 I	2012.08.07	2012.09.12	2012.10.03-2012.10.30
4	Kar 4 Bl.våg 3 I	2012.08.07	2012.09.12	2012.10.03-2012.10.30

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3	4
Tørrestoff	%	B 3	9,9	11	10	10
Fett	% pr.v.v.	H 3-4	0,68	0,78	0,72	0,66
Arsen mod.	mg/kg	EN ISO 11885,	0,9	1,1	1,1	1
Kadmium	mg/kg	EN 15763:2009	<0,01 *	<0,01 *	<0,01 *	<0,01 *
Kobolt E29	mg/kg	EN ISO 17294-2-	0,16	0,13	0,13	0,15
Krom E29	mg/kg	EN ISO 17294-2-	<0,1 *	<0,1 *	<0,1 *	<0,1 *
Kobber mod.	mg/kg	EN ISO 11885,	0,6	0,6	0,7	0,6
Kvikksølv 19	mg/kg	§64 LFGB L00.00-	0,011	0,006	0,009	0,009
Nikkel mod.	mg/kg	EN ISO 11885,	0,1			
Nikkel E29	mg/kg	EN ISO 17294-2-		<0,1 *	<0,1 *	<0,1 *
Bly	mg/kg	EN 15763:2009	<0,05 *	0,11	0,19	0,09
Vanadium E29	mg/kg	EN ISO 17294-2-	<0,2 *	<0,2 *	<0,2 *	<0,2 *
Sink mod.	mg/kg	EN ISO 11885,	6,1	6,9	8,9	8,1
PCB-28	µg/kg v.v.	H 3-4	0,19	0,48	0,87	1,2
PCB-52	µg/kg v.v.	H 3-4	0,26	0,16	0,17	0,38
PCB-101	µg/kg v.v.	H 3-4	0,05	0,37	0,62	0,60
PCB-118	µg/kg v.v.	H 3-4	0,38	1,1	1,7	2,1
PCB-153	µg/kg v.v.	H 3-4	0,64	2,5	3,2	3,7
PCB-138	µg/kg v.v.	H 3-4	0,47	2,0	2,7	3,3
PCB-180	µg/kg v.v.	H 3-4	0,10	0,34	0,39	0,48
Sum PCB	µg/kg v.v.	Beregnet	2,09	6,95	9,65	11,76
Seven Dutch	µg/kg v.v.	Beregnet	2,09	6,95	9,65	11,76

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

Kommentarer

- 1 Alle prøvene er merket med børstemark.
PCB analysen er ikke akkreditert

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

ANALYSE
RAPPORT

Rekv.nr. 2012-2259

(fortsettelse av tabellen):

Provenr	Prove- merket	Provetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
5	Kar 5 Bl.våg 4 I	2012.08.07	2012.09.12	2012.10.03-2012.10.30
6	Kar 6 Bl.våg 5 I	2012.08.07	2012.09.12	2012.10.03-2012.10.31
7	Kar 7 Kontroll II	2012.08.07	2012.09.12	2012.10.03-2012.10.30
8	Kar 8 Bl.våg 1 II	2012.08.07	2012.09.12	2012.10.03-2012.10.30

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	5	6	7	8
Tørrstoff	%	B 3	11	11	9,8	9,5
Fett	% pr.v.v.	H 3-4	0,65	0,79	0,70	0,61
Arsen	mg/kg	EN ISO 11885, mod.	1	1,2	1,1	1
Kadmium	mg/kg	EN 15763:2009	<0,01 *	<0,01 *	<0,01 *	<0,01 *
Kobolt	mg/kg	EN ISO 17294-2- E29	0,14	0,15	0,15	0,15
Krom	mg/kg	EN ISO 17294-2- E29	<0,1 *	<0,1 *	<0,1 *	<0,1 *
Kobber	mg/kg	EN ISO 11885, mod.	0,8	0,6	0,5	0,6
Kvikksølv	mg/kg	S64 LFGB L00.00- 19	0,008	0,008	0,007	0,007
Nikkel	mg/kg	EN ISO 11885, mod.				<0,1
Nikkel	mg/kg	EN ISO 11885, mod.	0,1		0,1	
Nikkel	mg/kg	EN ISO 17294-2- E29		<0,1 *		
Bly	mg/kg	EN 15763:2009	0,12	0,12	<0,05 *	0,12
Vanadium	mg/kg	EN ISO 17294-2- E29	<0,2 *	<0,2	<0,2 *	<0,2 *
Sink	mg/kg	EN ISO 11885, mod.	9,6	8,2	6,8	9,4
PCB-28	µg/kg v.v.	H 3-4	1,1	0,78	0,22	0,33
PCB-52	µg/kg v.v.	H 3-4	0,81	0,24	0,31	0,17
PCB-101	µg/kg v.v.	H 3-4	0,54	0,60	<0,05	0,24
PCB-118	µg/kg v.v.	H 3-4	4,5	2,2	0,42	0,82
PCB-153	µg/kg v.v.	H 3-4	5,1	4,9	0,67	2,0
PCB-138	µg/kg v.v.	H 3-4	5,1	4,0	0,50	1,6
PCB-180	µg/kg v.v.	H 3-4	0,66	0,64	0,10	0,26
Sum PCB	µg/kg v.v.	Beregnet	17,81	13,36	<2,27	5,42
Seven Dutch	µg/kg v.v.	Beregnet	17,81	13,36	<2,27	5,42

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

ANALYSE
RAPPORT

Rekv.nr. 2012-2259

(fortsettelse av tabellen):

Provenr	Prove-merket	Prøvetakings-dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
9	Kar 9 Bl.våg 2 II	2012.08.07	2012.09.12	2012.10.03-2012.10.30
10	Kar 10 Bl.våg 3 II	2012.08.07	2012.09.12	2012.10.03-2012.10.30
11	Kar 11 Bl.våg 4 II	2012.08.07	2012.09.12	2012.10.03-2012.10.30
12	Kar 12 Bl.våg 5	2012.08.07	2012.09.12	2012.10.03-2012.10.30

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	9	10	11	12
Tørrstoff	%	B 3	11	9,9	11	10
Fett	% pr.v.v.	H 3-4	0,75	0,66	0,76	0,65
Arsen	mg/kg	EN ISO 11885, mod.	1,1	1	1,2	1,1
Kadmium	mg/kg	EN 15763:2009	<0,01 *	<0,01 *	<0,01 *	<0,01 *
Kobolt	mg/kg	EN ISO 17294-2-E29	0,14	0,15	0,16	0,27
Krom	mg/kg	EN ISO 17294-2-E29	<0,1 *	<0,1 *	<0,1 *	<0,1 *
Kobber	mg/kg	EN ISO 11885, mod.	0,6	0,5	0,8	0,7
Kvikksølv	mg/kg	\$64 LFGB L00.00-19	0,008		0,011	0,007
Kvikksølv	mg/kg	EN 15763:2009		0,008		
Nikkel	mg/kg	EN ISO 11885, mod.			<0,1 *	<0,1 *
Nikkel	mg/kg	EN ISO 17294-2-E29	<0,1 *	<0,1 *		
Bly	mg/kg	EN 15763:2009	0,11	0,09	0,1	0,16
Vanadium	mg/kg	EN ISO 17294-2-E29	<0,2 *	<0,2 *	<0,2 *	<0,2 *
Sink	mg/kg	EN ISO 11885, mod.	9,1	6,7	8,3	9
PCB-28	µg/kg v.v.	H 3-4	0,79	1,2	1,4	0,51
PCB-52	µg/kg v.v.	H 3-4	0,18	1,1	2,0	0,65
PCB-101	µg/kg v.v.	H 3-4	0,44	0,72	1,3	0,37
PCB-118	µg/kg v.v.	H 3-4	1,5	2,0	6,4	1,4
PCB-153	µg/kg v.v.	H 3-4	3,0	3,7	5,9	3,2
PCB-138	µg/kg v.v.	H 3-4	2,5	3,1	6,0	2,6
PCB-180	µg/kg v.v.	H 3-4	0,40	0,48	0,66	0,41
Sum PCB	µg/kg v.v.	Beregnet	8,81	12,3	23,66	9,14
Seven Dutch	µg/kg v.v.	Beregnet	8,81	12,3	23,66	9,14

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

ANALYSE
RAPPORT

Rekv.nr. 2012-2259

(fortsettelse av tabellen):

Provenr	Prove- merket	Provetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
13	Kar 13 Kontroll III	2012.08.07	2012.09.12	2012.10.03-2012.10.30
14	Kar 14 Bl.våg 1 III	2012.08.07	2012.09.12	2012.10.03-2012.10.30
15	Kar 15 Bl.våg 2 III	2012.08.07	2012.09.12	2012.10.03-2012.10.30
16	Kar 16 Bl.våg 3 III	2012.08.07	2012.09.12	2012.10.03-2012.10.30

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	13	14	15	16
Tørrstoff	%	B 3	10	10	11	11
Fett	% pr.v.v.	H 3-4	0,62	0,75	0,78	0,76
Arsen mod.	mg/kg	EN ISO 11885,	1,2	1,1	1,2	1
Kadmium	mg/kg	EN 15763:2009	<0,01 *	<0,01 *	<0,01 *	<0,01 *
Kobolt E29	mg/kg	EN ISO 17294-2-	0,14	0,17	0,16	0,14
Krom mod.	mg/kg	EN ISO 11885,	0,6	<0,2 *		
Krom E29	mg/kg	EN ISO 17294-2-			<0,1 *	<0,1 *
Kobber mod.	mg/kg	EN ISO 11885,	0,7	0,6	0,7	0,6
Kvikksølv 19	mg/kg	S64 LFGB L00.00-	0,008	0,011	0,011	0,009
Nikkel mod.	mg/kg	EN ISO 11885,	0,4	<0,1 *	<0,1 *	<0,1 *
Bly	mg/kg	EN 15763:2009	0,26	0,12	0,22	0,12
Vanadium E29	mg/kg	EN ISO 17294-2-	1,3	<0,2 *	<0,2 *	<0,2 *
Sink mod.	mg/kg	EN ISO 11885,	9,6	8,8	9,3	8,2
PCB-28	µg/kg v.v.	H 3-4	0,18	0,39	0,87	1,4
PCB-52	µg/kg v.v.	H 3-4	0,29	0,18	0,30	0,99
PCB-101	µg/kg v.v.	H 3-4	<0,05	0,21	0,42	1,0
PCB-118	µg/kg v.v.	H 3-4	0,36	0,89	1,6	2,4
PCB-153	µg/kg v.v.	H 3-4	0,58	2,0	3,3	4,7
PCB-138	µg/kg v.v.	H 3-4	0,43	1,6	2,8	3,9
PCB-180	µg/kg v.v.	H 3-4	0,09	0,28	0,45	0,48
Sum PCB	µg/kg v.v.	Beregnet	<1,98	5,55	9,74	14,87
Seven Dutch	µg/kg v.v.	Beregnet	<1,98	5,55	9,74	14,87

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

ANALYSE
RAPPORT

Rekv.nr. 2012-2259

(fortsettelse av tabellen):

Provenr	Prove-merket	Provetakings-dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
17	Kar 17 Bl.våg 4 III	2012.08.07	2012.09.12	2012.10.03-2012.10.30
18	Kar 18 Bl.våg 5 III	2012.08.07	2012.09.12	2012.10.03-2012.10.30

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	17	18
Tørrestoff	%	B 3	10	9,8
Fett	% pr.v.v.	H 3-4	0,69	0,63
Arsen mod.	mg/kg	EN ISO 11885,	1,2	1,1
Kadmium	mg/kg	EN 15763:2009	<0,01 *	<0,01 *
Kobolt E29	mg/kg	EN ISO 17294-2-	0,15	0,15
Krom E29	mg/kg	EN ISO 17294-2-	<0,1 *	<0,1 *
Kobber mod.	mg/kg	EN ISO 11885,	0,7	0,7
Kvikksølv 19	mg/kg	S64 LFGB L00.00-	0,007	0,011
Nikkel mod.	mg/kg	EN ISO 11885,	<0,1 *	<0,1 *
Bly	mg/kg	EN 15763:2009	0,11	0,1
Vanadium E29	mg/kg	EN ISO 17294-2-	<0,2 *	<0,2 *
Sink mod.	mg/kg	EN ISO 11885,	10	11
PCB-28	µg/kg v.v.	H 3-4	1,2	0,56
PCB-52	µg/kg v.v.	H 3-4	1,7	0,29
PCB-101	µg/kg v.v.	H 3-4	1,3	0,35
PCB-118	µg/kg v.v.	H 3-4	6,6	1,4
PCB-153	µg/kg v.v.	H 3-4	7,2	3,5
PCB-138	µg/kg v.v.	H 3-4	7,3	2,8
PCB-180	µg/kg v.v.	H 3-4	0,80	0,41
Sum PCB	µg/kg v.v.	Beregnet	26,1	9,31
Seven Dutch	µg/kg v.v.	Beregnet	26,1	9,31

Norsk institutt for vannforskning

Marit Viljø
Tekniker

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2012-2259

(fortsettelse av tabellen):

VEDLEGG

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

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

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

Norsk
Institutt
for
Vannforskning

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

ANALYSE RAPPORT



Navn Marine sed Biocon
Adresse

Deres referanse:	Vår referanse:	Dato
	Rekv.nr. 2012-2258	05.11.2012
	O.nr. O 12242	

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

Provenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Kontroll sediment	2012.08.07	2012.09.12	2012.09.17-2012.10.19
2	Bl.våg 1 sediment	2012.08.07	2012.09.12	2012.09.17-2012.10.19
3	Bl.våg 2 sediment	2012.08.07	2012.09.12	2012.09.17-2012.10.19

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3
Tørrestoff	%	NS 4764	76	48	38
Arsen	mg/kg	TS NS EN ISO 11885	3,1	15	18
Kadmium	mg/kg	TS NS EN ISO 17294-2	0,026	0,61	2,0
Kobolt	mg/kg	TS NS EN ISO 11885	4,9	5,0	6,1
Krom	mg/kg	TS NS EN ISO 11885	11	28	47
Kobber	mg/kg	TS NS EN ISO 11885	6,1	180	270
Kvikksølv	mg/kg	TS NS-EN ISO 12846	0,007	4,49	7,12
Nikkel	mg/kg	TS NS EN ISO 11885	9,2	12	15
Bly	mg/kg	TS NS EN ISO 11885	5,3	290	330
Vanadium	mg/kg	TS NS EN ISO 11885	19	28	40
Sink	mg/kg	TS NS EN ISO 11885	32	450	660
PCB-28	mg/kg	TS ISO/DIS 16703-Mod	<0,0005	<0,0005	<0,0005
PCB-52	mg/kg	TS ISO/DIS 16703-Mod	0,0011	0,016	0,040
PCB-101	mg/kg	TS ISO/DIS 16703-Mod	0,00069	0,019	0,049
PCB-118	mg/kg	TS ISO/DIS 16703-Mod	0,00098	0,023	0,053
PCB-153	mg/kg	TS ISO/DIS 16703-Mod	<0,0005	0,045	0,084
PCB-138	mg/kg	TS ISO/DIS 16703-Mod	<0,0005	0,051	0,11
PCB-180	mg/kg	TS ISO/DIS 16703-Mod	<0,0005	0,022	0,046
Sum PCB	mg/kg	TS Beregnet	<0,00477	<0,1765	<0,3825
Seven Dutch	mg/kg	TS Beregnet	<0,00477	<0,1765	<0,3825
Naftalen i sediment	mg/kg	TS ISO/DIS 16703-Mod	<0,01	0,23	0,14
Acenaftalen	mg/kg	TS ISO/DIS 16703-Mod	<0,01	0,092	0,069
Acenaften	mg/kg	TS ISO/DIS 16703-Mod	<0,01	0,33	0,21

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

Fluoren Mod	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	<0,01	0,51	0,32
Fenantren Mod	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	<0,01	3,7	2,6
Antracen Mod	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	<0,01	1,3	0,80
Fluoranten Mod	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	0,032	5,8	5,3
Pyren Mod	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	0,024	5,7	5,6
Benz (a) antracen Mod	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	0,042	6,5	5,6
Chrysen Mod	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	0,045	6,3	5,7

Kommentarer

- 1 Alle prøvene merket med O-12242 SIX/ARU
Alt sendes Eurofins.
CHR: Rapportert fra Eurofins som Krysen/Trifenylen
BBJF: Rapportert fra Eurofins som Benzo(b)fluoranten

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

ANALYSE
RAPPORT

Rekv.nr. 2012-2258

(fortsettelse av tabellen):

Provenr	Prøve-merket	Provetakings-dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Kontroll sediment	2012.08.07	2012.09.12	2012.09.17-2012.10.19
2	Bl.våg 1 sediment	2012.08.07	2012.09.12	2012.09.17-2012.10.19
3	Bl.våg 2 sediment	2012.08.07	2012.09.12	2012.09.17-2012.10.19

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3
Benzo(b+j) fluoranten Mod	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	0,026	3,3	3,4
Benzo(k) fluoranten Mod	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	0,023	3,0	3,0
Benzo(a)pyren Mod	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	0,016	2,6	2,6
Indeno(1,2,3cd)pyren Mod	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	<0,01	0,66	0,75
Dibenz(ac+ah)antrac. Mod	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	<0,01	0,20	0,21
Benzo(ghi)perylen Mod	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	<0,01	0,65	0,69
Sum PAH	mg/kg TS	Beregnet	<0,298	40,872	36,989
Sum PAH16	mg/kg TS	Beregnet	<0,298	40,872	36,989
Sum KPAH	mg/kg TS	Beregnet	<0,182	22,79	21,4
Monobutyltinn	µg/kg TS	SOP-No. 03	1,5	47,0	154
Dibutyltinn	µg/kg TS	SOP-No. 03	1,5	126	154
Tributyltinn	µg/kg TS	SOP-No. 03	<1,0	942	1420
Monophenyltinn	µg/kg TS	SOP-No. 03	<1,0	5,2	7,9
Diphenyltinn	µg/kg TS	SOP-No. 03	<1,0	12,0	14,0
Triphenyltinn	µg/kg TS	SOP-No. 03	<1,0	4,3	7,00

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

ANALYSE
RAPPORT

Rekv.nr. 2012-2258

(fortsettelse av tabellen):

Provenr	Prove-merket	Provetakings-dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
4	Bl.våg 3 sediment	2012.08.07	2012.09.12	2012.09.17-2012.10.19
5	Bl.våg 4 sediment	2012.08.07	2012.09.12	2012.09.17-2012.10.19
6	Bl.våg 5 sediment	2012.08.07	2012.09.12	2012.09.17-2012.10.19

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr		4	5	6
		Metode				
Tørrestoff	%	NS	4764	44	79	67
Arsen	mg/kg	TS	NS EN ISO 11885	17	3,2	9,9
Radium	mg/kg	TS	NS EN ISO 17294-2	1,4	0,11	0,43
Kobolt	mg/kg	TS	NS EN ISO 11885	5,7	3,0	3,3
Krom	mg/kg	TS	NS EN ISO 11885	46	8,4	22
Kobber	mg/kg	TS	NS EN ISO 11885	220	25	170
Kvikksølv	mg/kg	TS	NS-EN ISO 12846	6,97	0,399	1,32
Nikkel	mg/kg	TS	NS EN ISO 11885	13	4,3	6,9
Bly	mg/kg	TS	NS EN ISO 11885	290	48	240
Vanadium	mg/kg	TS	NS EN ISO 11885	39	10	21
Sink	mg/kg	TS	NS EN ISO 11885	540	190	250
PCB-28	mg/kg	TS	ISO/DIS 16703-	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Mod						
PCB-52	mg/kg	TS	ISO/DIS 16703-	0,029	0,0030	0,017
Mod						
PCB-101	mg/kg	TS	ISO/DIS 16703-	0,036	0,0064	0,026
Mod						
PCB-118	mg/kg	TS	ISO/DIS 16703-	0,055	0,0092	0,031
Mod						
PCB-153	mg/kg	TS	ISO/DIS 16703-	0,078	0,011	0,040
Mod						
PCB-138	mg/kg	TS	ISO/DIS 16703-	0,10	0,017	0,055
Mod						
PCB-180	mg/kg	TS	ISO/DIS 16703-	0,036	0,0064	0,017
Mod						
Sum PCB	mg/kg	TS	Beregnet	<0,3345	<0,0535	<0,1865
Seven Dutch	mg/kg	TS	Beregnet	<0,3345	<0,0535	<0,1865
Naftalen i sediment	mg/kg	TS	ISO/DIS 16703-	0,12	0,15	0,12
Mod						
Acenaftylen	mg/kg	TS	ISO/DIS 16703-	0,077	0,053	0,060
Mod						
Acenaften	mg/kg	TS	ISO/DIS 16703-	0,31	0,045	0,23
Mod						
Fluoren	mg/kg	TS	ISO/DIS 16703-	0,40	0,098	0,36
Mod						
Fenantren	mg/kg	TS	ISO/DIS 16703-	3,1	0,67	3,0
Mod						
Antracen	mg/kg	TS	ISO/DIS 16703-	1,1	0,34	0,99
Mod						
Fluoranten	mg/kg	TS	ISO/DIS 16703-	5,9	1,4	5,0
Mod						

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

Pyren Mod	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	6,2	1,8	4,6
Benz (a) antracen Mod	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	6,8	2,2	5,2
Chrysen Mod	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	6,5	2,0	5,2

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

ANALYSE
RAPPORT

Rekv.nr. 2012-2258

(fortsettelse av tabellen):

Provennr	Prove-merket	Provetakings-dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
4	Bl.våg 3 sediment	2012.08.07	2012.09.12	2012.09.17-2012.10.19
5	Bl.våg 4 sediment	2012.08.07	2012.09.12	2012.09.17-2012.10.19
6	Bl.våg 5 sediment	2012.08.07	2012.09.12	2012.09.17-2012.10.19

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	4	5	6
Benzo (b+j) fluoranten Mod	µg/kg t.v.	ISO/DIS 16703-			2,3
Benzo (b+j) fluoranten Mod	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	3,3	0,84	
Benzo (k) fluoranten Mod	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	3,1	0,85	2,0
Benzo (a) pyren Mod	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	2,6	0,84	1,9
Indeno (1,2,3cd) pyren Mod	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	0,86	0,24	0,60
Dibenz (ac'ah) antrac. Mod	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	0,23	0,054	0,14
Benzo (ghi) perylen Mod	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	0,80	0,22	0,57
Sum PAH	µg/kg t.v.	Beregnet			2,3
Sum PAH	mg/kg TS	Beregnet	41,397	11,8	29,97
Sum PAH16	µg/kg t.v.	Beregnet			2,3
Sum PAH16	mg/kg TS	Beregnet	41,397	11,8	29,97
Sum KPAH	µg/kg t.v.	Beregnet			2,3
Sum KPAH	mg/kg TS	Beregnet	23,51	7,174	15,16
Monobutyltinn	µg/kg TS	SOP-No. 03	38,0	9,5	20,0
Dibutyltinn	µg/kg TS	SOP-No. 03	147	31,0	62,0
Tributyltinn	µg/kg TS	SOP-No. 03	1310	376	351
Monophenyltinn	µg/kg TS	SOP-No. 03	8,1	2,00	2,8
Diphenyltinn	µg/kg TS	SOP-No. 03	17,0	<1,0	11,0
Triphenyltinn	µg/kg TS	SOP-No. 03	6,2	1,4	4,7

Norsk institutt for vannforskning

Marit Villø
Tekniker

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2012-2258

(fortsettelse av tabellen):

VEDLEGG

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

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

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

SUM KPAH er summen av benz(a)antracen, benzo(b+j+k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren, dibenz(a,c+a,h)antracen, chrysen og naftalen¹. Disse har potensielt kreftfremkallende egenskaper i mennesker i flg International Agency for Research on Cancer, IARC (1987, Chrysen og naftalen fra 2007). De tilhører IARC's kategorier 2A + 2B (sannsynlig + trolig carcinogene). Chrysen og naftalen ble inkludert i våre rapporter f.o.m. 18.09.2008.

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

¹ Bare a,h-isomeren har potensielt kreftfremkallende egenskaper

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

Norsk
Institutt
for
Vannforskning

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

ANALYSE RAPPORT



Navn **Marine sed Biocon**
Adresse

Deres referanse:	Vår referanse:	Dato
	Rekv.nr. 2012-3161 v01 O.nr. O 12242	17.01.2013

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

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Kar 1,7,11 Kontr.I,II,III	2012.08.07	2012.12.11	2012.12.27-2013.01.09
2	Kar 2,8,14 B.Vågl I,II,III	2012.08.07	2012.12.11	2012.12.27-2013.01.09
3	Kar 3,9,15 B.våg 2 I,II,III	2012.08.07	2012.12.11	2012.12.27-2013.01.09
4	Kar 4,10,16 B.våg 3 I,II,III	2012.08.07	2012.12.11	2012.12.27-2013.01.09
5	Kar 5,11,17 B.våg 4 I,II,III	2012.08.07	2012.12.11	2012.12.27-2013.01.09
6	Kar 6,12,18 B.våg 5 I,II,III	2012.08.07	2012.12.11	2012.12.27-2013.01.09

Analysevariabel	Prøvenr		1	2	3	4	5	6
	Enhet	Metode						
Tørrestoff	%	EksternEF	m	m	m	m	m	m
Monobutyltinn	µg/kg	SOP-No. 03	0,8	1,5	1,4	1,00	2,4	1,6
Dibutyltinn	µg/kg	SOP-No. 03	2,2	5,2	4,2	3,4	19,9	4,8
Tributyltinn	µg/kg	SOP-No. 03	1,4	17,6	11,1	13,5	213	24,0
Triphenyltinn	µg/kg	SOP-No. 03	1,8	3,5	2,3	2,5	5,3	2,00
Dioktyltinn	µg/kg	SOP-No. 03	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Monooktyltinn	µg/kg	SOP-No. 03	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Tricyclohexyltinn	µg/kg	SOP-No. 03	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Tetrabutyltinn	µg/kg	SOP-No. 03	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3

m : Analyseresultat mangler.

Kommentarer

- 1 Sendt Eurofins.
Tre replikater av nettsnegl slås sammen til en prøve.

Norsk institutt for vannforskning

Marit Villo
Tekniker

Denne analyserapporten får kun kopieres 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 samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

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