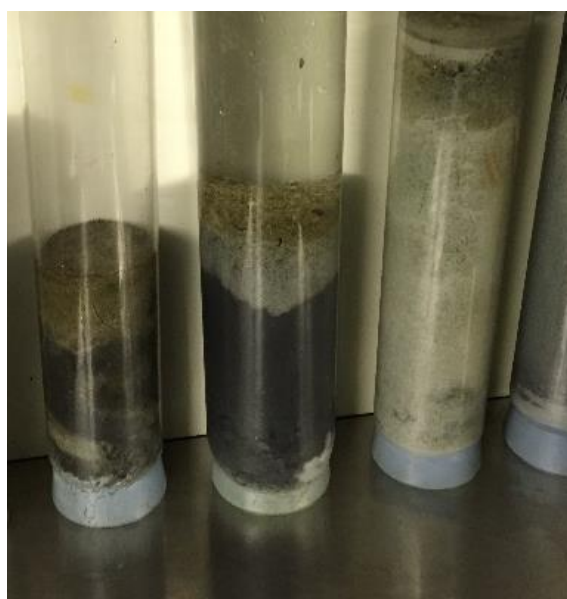
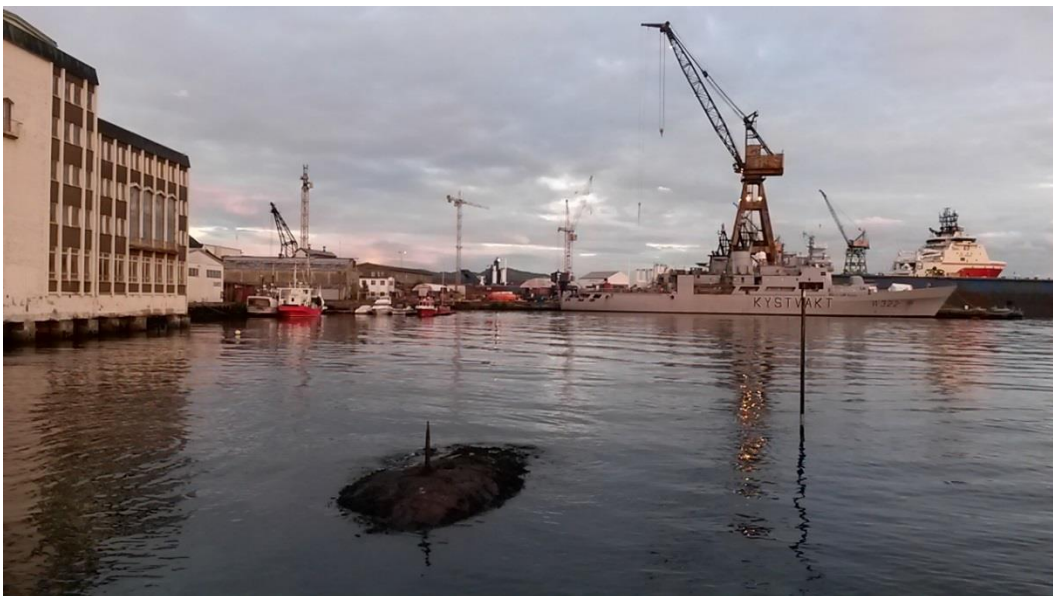


BERGEN KOMMUNE

# MILJØTILSTAND I KIRKEBUKTEN OVERVÅKINGSRESULTATER 2015

FAGRAPPORRT A040950-2016-01



## Dokumentinformasjon

Tittel:	Miljøtilstand i Kirkebukten. Overvåkingsresultater 2015		
COWI-kontor:	COWI Bergen, Solheimsgaten 13, 5058 Bergen		
Oppdrag nr:	A040950	Rapportnummer:	A040950-2016-01
Utgivelsesdato:	19.12.2016	Antal sider, vedlegg	36 sider 4 vedlegg
Utarbeidet:	Ane Gjesdal og Silja Oda Solheimslid	Signatur:	
Kontrollert:	Arve Misund	Signatur:	
Godkjent:	Oddmund Soldal	Signatur:	
Oppdragsgiver:	Bergen kommune	Oppdragsgivers kontaktperson:	Per Vikse
Stikkord:	Sjøsediment, tildekking, olivin, aktivt kull, reaktive matter, overvåking, miljøgifter, sedimentfeller, sedimentkjerner, passive prøvetakere		
Foto på forside:	COWI		

Revisjonsnr / dato	Endring:	Signatur:

# INNHOOLD

SAMMENDRAG .....	4
1 INNLEDNING.....	5
1.1 Overvåkingsprogram .....	6
2 FELTARBEID 2015 .....	7
2.1 Dykkerinspeksjon, sedimentkjerner og skjell .....	8
2.2 Passiv prøvetaking av miljøgifter i vann .....	9
2.3 Sedimenterende materiale.....	11
2.4 Bunndyr .....	13
3 RESULTATER OG DISKUSJON .....	14
3.1 Dykkerinspeksjon og sedimentkjerner.....	14
3.1.1 Felt 1 – Reaktive matter, organoclay MRM .....	14
3.1.2 Felt 2 – Grus, aktivt kull og olivin .....	15
3.1.3 Felt 3 – Grus og aktivt kull .....	16
3.1.4 Felt 4 – Olivin .....	17
3.1.5 Felt 5 – Ikke tildekket .....	18
3.1.6 Analyseresultater sedimentkjerner .....	19
3.2 Miljøgifter i sedimenterende materiale .....	23
3.3 Miljøgifter i skjell.....	27
3.4 Miljøgifter i sjøvann og overvann.....	28
3.4.1 PAH og PCB .....	28
3.4.2 Metaller .....	32
3.5 Rekolonisering av bunndyr .....	33
4 KONKLUSJONER .....	34
5 REFERANSER .....	35
6 VEDLEGG .....	36
Vedlegg 1 Beskrivelse sedimentkjerner og dykkerinspeksjon .....	36
Vedlegg 2 Analyserapporter .....	36
Vedlegg 3 Blåskjell, feltnotat og resultater 2010, 2012.....	36
Vedlegg 4 Rapport bunndyrundersøkelse. Uni Research .....	36

## Sammendrag

Sjøbunnen i Bergen havn er sterkt forurenset av organiske miljøgifter og tungmetaller. I forbindelse med planlegging av store tiltak mot forurenset sjøbunn, gjennomførte Bergen kommune mudring og tildekking av forurenset sjøbunn i Kirkebukten i 2011. Målet med tiltaket var å oppnå god miljøtilstand i området og samtidig skaffe erfaring med ulike tildekkingsmaterialer. Hensikten med å bruke reaktive materialer var å oppnå fysisk isolering og kjemisk demobilisering av forurensningen samtidig som at tildekkingslaget var relativt tynt og lett.

Det ble etablert fire testfelt. Felt 1 er dekket med reaktive matter med organoclay MRM som er sydd inn i en geotekstil. Felt 2 og 3 er tildekket med 10-15 cm tykke lag av et prosessert tildekkingsmateriale med aktivt kull og olivin. Felt 4 er dekket med 30 cm olivinsand. I bratte områder langs land og ellers i grunne og bølgeutsatte områder er tildekkingslaget erosjonssikret med pukk, stein eller betongmadrasser. Felt 5 er utenfor tiltaksområdet og er ikke tildekket.

Det er gjennomført miljøovervåking i Kirkebukten i 2011, 2012 og 2015 for å vurdere om tildekkingen er effektiv og forhindrer spredning av miljøgifter til næringskjeden, om tildekkingslaget er stabilt og inntakt over tid og om det foregår rekontaminering fra land eller tilgrensende sjøområde i Puddefjorden.

I 2015 ble området inspisert av dykkere og undersøkt ved hjelp av sedimentkjerner, sedimentfeller, biotaprøver og passiv prøvetaking av vannkvalitet. Det ble også gjennomført en bunndyrundersøkelse for å se på artssammensetning og rekolonisering flere år etter at *ny* sjøbunn ble etablert.

Resultatene viser at miljøtilstand i Kikebukten er generelt god. Sedimentforholdene med hensyn til miljøgifter har blitt betydelig forbedret som følge av tildekking av forurenset område. Sjøbunnen er ren, og vannkvaliteten er god med hensyn til miljøgifter. Bunndyr og vegetasjon har etablert seg.

Tildekkingene synes å fungere etter hensikten. Tildekkingslagene er identifiserbare i sedimentkjerner, og sjøbunnen er ren gjennom tildekkingslagene. Tykkelsen på tildekkingslagene er noe varierende og flere steder noe tynnere enn gjennomsnittlig tildekkingstykkelse som var målt etter tiltak. Det foregår noe erosjon og masseforflytning, hovedsakelig i de grunneste områdene.

Nytt sedimenterende materiale i Kirkebukten er forurenset, og analyseresultatene viser at innholdet av forurensning i det øverste sedimentlaget (0-5cm) er økende. Testområdet tilføres ny forurensning, og dette kan i størst grad knyttes til spredning av partikkelbundet forurensning fra nærliggende forurensede områder i Puddefjorden. Dersom tilførsel av ny forurensning får pågå over lengre tid kan det redusere effekten av opprydningen. Planlagte tiltak i Puddefjorden vil trolig ha god effekt med hensyn til å redusere rekontaminering av oppryddet område i Kirkebukten. Gjennomføringen av tiltak i området utenfor Kirkebukten må utføres skånsomt slik at ikke tiltaksområdet i Kirkebukten påvirkes negativt. Spredning fra land foregår også til en viss grad. Det bør gjøres tiltak for å holde tilbake PCB-forurensede partikler i overvannssystemet og evt annen avrenning fra aktivitet på land.

Den generelle miljøtilstanden i området, utviklingen i bunndyrsamfunnet og effekten av tiltaket i Kirkebukten bør overvåkes over tid. Overvåkingsprogrammet bør forlenges. Det anbefales at undersøkelsene som ble utført i 2015 gjentas i 2019, etter at tiltak i Puddefjorden er avsluttet.

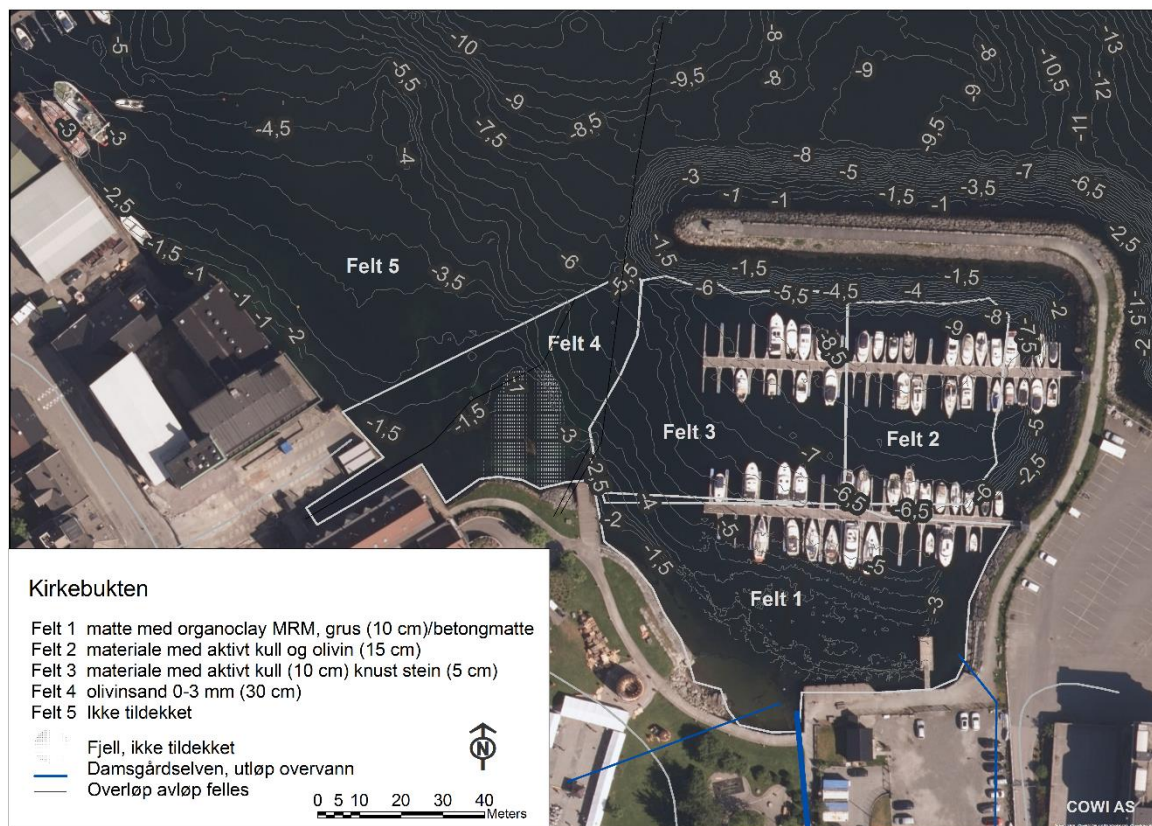


# 1 Innledning

Sjøbunnen i Bergen havn er sterkt forurenset av organiske miljøgifter og tungmetaller. Kirkebukten ligger i Laksevåg på vestsiden av Puddefjorden i Bergen kommune. Området ble i en risikovurdering av forurenset sjøbunn i Bergen havn definert som et av delområdene som utgjorde størst risiko for human helse og ble derfor høyt prioritert for tiltak. Området inngår i en mye brukt bydelspark og benyttes som småbåthavn av Merkur båtforening.

I forbindelse med planlegging av store tiltak mot forurenset sjøbunn i Bergen havn gjennomførte Bergen kommune mudring og tildekking av forurenset sjøbunn i Kirkebukten i 2011 (COWI, 2012). Målet med tiltaket var å oppnå god miljøtilstand i området og samtidig skaffe erfaring med ulike tildekkingsmaterialer. I motsetning til tradisjonell isolasjonstildekking med 0,3-0,5 m tykke tildekkingslag, er det i Kirkebukten benyttet ulike kombinasjoner av reaktive materialer i tynnere lag. Felles for reaktive materialer er at de har evne til å binde ulike miljøgifter og på den måten gjøre forurensningen mindre tilgjengelige for opptak i organismer og spredning videre i næringskjeden. Hensikten med å bruke reaktive materialer var å oppnå fysisk isolering og kjemisk demobilisering av forurensningen samtidig som at tildekkingslaget var relativt tynt og lett.

Det er etablert fire testfelt som til sammen utgjør ca. 11500 m<sup>2</sup>. Felt 1 er dekket med reaktive matter med organoclay MRM som er sydd inn i en geotekstil. Mattene er ca 1 cm tykke. Felt 2 og 3 er tildekket med 10-15 cm tykke lag av et prosessert tildekkingsmateriale med aktivt kull og olivin. Felt 4 er dekket med 30 cm olivinsand. I bratte områder langs land og ellers i grunne og bølgeutsatte områder er tildekkingslaget erosjonssikret med pukk, stein eller betongmadrasser. Felt 5 er utenfor tiltaksområdet og er ikke tildekket.



Figur 1 Kirkebukten, oversiktsbilde med inndeling av delfelt

Området tilføres avrenning fra land via Damsgårdselven og 2 overvannsutløp innerst i bukten. Vanddyp varierer fra 0-8 meter. Feltene er nærmere beskrevet i kapittel 3.1.

Utviklingen av miljøtilstanden i området følges opp gjennom et overvåkingsprogram (COWI, 2012). På oppdrag fra Bergen kommune har COWI sammen med Uni Miljø og IMC Diving utført undersøkelser og målinger i vann, sediment og bunndyr i løpet av sommer og høst 2015. Resultatene presenteres i denne rapporten og sammenliknes med tidligere målinger fra før tiltak (NGI, 2011) og etter tiltak (NGI, 2012) (NGI, 2013).

## 1.1 Overvåkingsprogram

Miljøovervåkingsprogrammet for Kirkebukten har som målsetting å kontrollere:

- om tildekkingen er effektiv og forhindrer spredning av miljøgifter til næringskjeden
- om tildekkingslaget er stabilt og inntakt over tid
- om det foregår rekontaminering fra land eller tilgrensende sjøområde i Puddefjorden

Overvåkingen skal utføres ved hjelp av en kombinasjon av ulike målemetoder.

Tabell 1 Målemetoder for evaluering av tiltak i Kirkebukten. Tabell fra overvåkingsprogrammet (COWI, 2012).

Evalueringsmetode	Passive prøvetakere	Sedimentfeller	Sedimentkjerner	Biota	ROV
Tildekkingens effektivitet	X		X	X	
Tildekkingens stabilitet			X		X
Rekontaminering	X	X	X		

Overvåking er planlagt fram til 2015. Etter dette skal behov for forlengelse av programmet vurderes.

Tabell 2 Oversikt over tidspunkt for ulike overvåkingsaktiviteter. Tabell fra overvåkingsprogrammet (COWI, 2012).

Metode	Antall stasjoner	3 mnd	1 år	4 år	Referansedata
		2011	2012	2015	
Passive prøvetakere POM	13	X	X	X	Tilsvarende målinger gjennomført før tiltak
Sedimentkjerner	10		X	X	Tilsvarende målinger gjennomført før tiltak
Biota	5		X	X	Artssammensetning og blåskjellundersøkelse før tiltak
Sedimentfeller	4	X	X	X	PCB i lokalt sandfangsmateriale, miljøgifter i sediment i Puddefjorden
ROV	-		X	X	ROV-undersøkelse rett etter tildekking

I tråd med overvåkingsprogrammet er det gjennomført miljøundersøkelser i Kirkebukten 3 måneder etter tiltak i 2011 (NGI, 2012) og et år etter tiltak i 2012 (NGI, 2013).

I 2015 er det også gjennomført en bunndyrkartlegging for å undersøke rekolonisering av bunndyrsamfunnet på ulike typer tildekkingsmateriale 4 år etter at "ny" sjøbunn ble etablert.

Visuell inspeksjon med dykker ble første gang utført av entreprenørene og overlevert prosjektet som en dokumentasjon av tildekkingen sammen med deres sluttokumentasjon. Etter tiltak er inspeksjon med dykker utført i forbindelse med ett-års befarig og miljøovervåking i 2012 (COWI, 2012).

Konklusjonen fra undersøkelsene i 2011 og 2012 var at *"Det ser ut til at tildekking har vært effektivt med hensyn til å redusere utlekking av PCB fra sedimentet. Men det er registrert tilførsel av materiale med høye konsentrasjoner av organiske miljøgifter som kan påvirke effekten av tildekkingslaget. Feltene med aktivt materiale vil kunne fortsette å redusere utlekking av miljøgifter, selv om nytt sedimenterende materiale inneholder høye konsentrasjoner av organiske miljøgifter. Mens feltene med passive materialer kan få en redusert effektivitet over tid, avhengig av kvalitet og mengde tilførsel av materiale"* (NGI, 2012) .

*"Observasjonene og analyseresultatene indikerer at tildekkingen fungerer som forutsatt og at alle de fire ulike tildekkingsmaterialene fungerer like bra. Men, tilførsel av ny forurensning fra land kan redusere effektiviteten over tid. Rekontaminering fra utenforliggende sjøbunn vil også påvirke effektiviteten av tildekking i dette relativt lille arealet"* (NGI, 2013).

Det er gjort undersøkelser av potensiale for tilførsel av forurensning via overvann fra områdene på land til de marine sedimentene i Kirkebukten. Resultatene av undersøkelsene viser at tungmetaller og organiske miljøgifter er i omløp og til en viss grad holdes tilbake i sediment i sandfang. En undersøkelse fra 2010 av PCB-innhold i maling på husfasader og i sediment fra sandfang i overvannssystemet påviste PCB<sub>7</sub> i maling fra 21% av 65 utvalgte bygg. Konsentrasjonspranget i PCB<sub>7</sub> i malingsprøver var fra <0,35mg/kg TS til 33 mg/kg TS. Det ble påvist PCB i 43% av totalt 51 sandfangsprøver. Konsentrasjonspranget for PCB<sub>7</sub> i sandfangssediment var fra <0,02 til 0,42 mg/kg TS. De høyeste PCB-verdiene ble påvist i bygg og sandfang i området nærmest sjøkanten (NGU, 2010). I en annen undersøkelse i 2007 ble materiale fra 6 sandfang undersøkt for innhold av ulike miljøgifter. Det ble påvist PCB<sub>7</sub> med >0,02 mg/kg TS i 75% av prøvene, maksimalt 0,059 mg/kg TS. Det ble også påvist tungmetaller, PAH og hydrokarboner (COWI , 2008).

Begen kommune har iverksatt hyppigere tømming av sandfang i området ved Kirkebukten.

## 2 Feltarbeid 2015

Innsamling av prøvemateriale i Kirkebukten i 2015 ble gjennomført i løpet av sommer og høst. Det ble, med unntak av noen små justering, benyttet samme prøvepunkt som ved tilsvarende undersøkelse i 2012.

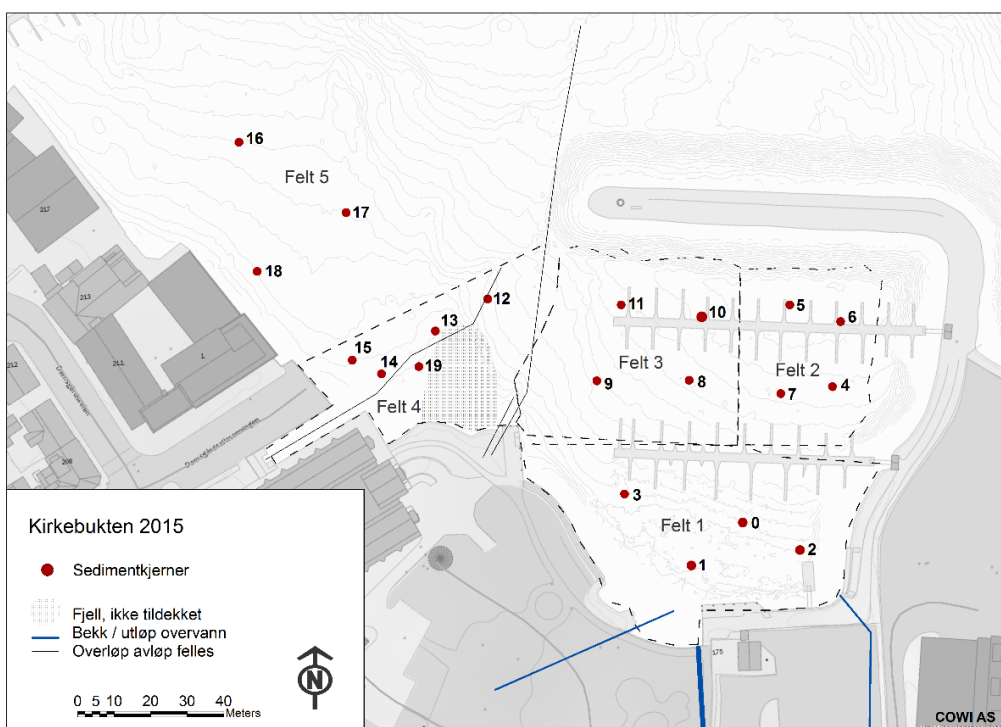
- Juli: Utsetting av passive prøvetakere og sedimentfeller (COWI)
- August: Innhenting av passive prøvetakere (COWI)
- September: Innhenting av sedimentfeller (COWI)
- Oktober: Dykkerinspeksjon og innhenting av sedimentkjerner (IMC Diving og COWI)
- Oktober: Innsamling av prøver til bunndyrundersøkelse (UniMiljø SAM-Marin)

## 2.1 Dykkerinspeksjon, sedimentkjerner og skjell

Dykkerinspeksjon og innhenting av sedimentkjerner ble utført av IMC Diving og COWI 7.oktober 2015. Dykkerens observasjoner og kommentarer under inspeksjon og prøvetaking er tilgjengelig på DVD og oppsummert i kap 3.1.

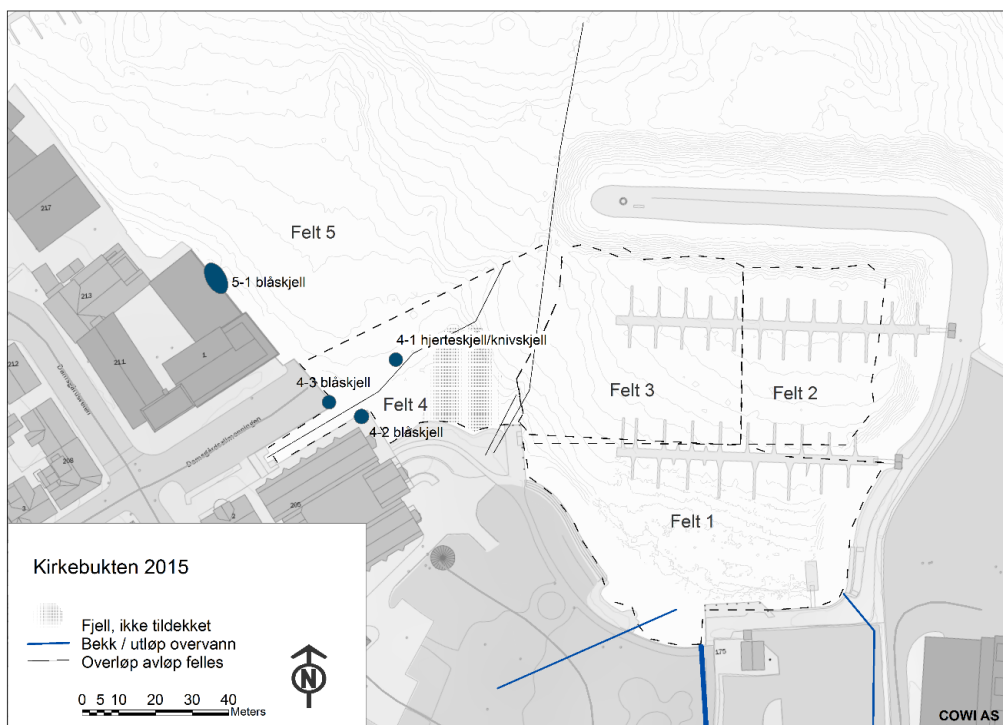
Sedimentkjerner ble samlet inn for å undersøke tilstanden på tildekkingslagene og forurensningsgrad i ulike nivå i det vertikale profilet av tildekkingslag og opprinnelig sjøbunnen. Sedimentkjerner ble samlet inn ved at dykker presset 50 cm lange akrylrør (diameter Ø80/72) forsiktig ned i sedimentet så langt som mulig. Røret ble deretter lukket med kork i toppen før det ble dratt forsiktig opp igjen. Når røret løsnet fra bunnen ble bunnkorken satt på plass. Det ble tatt kjerneprøve fra 3-5 punkt i hvert felt. I felt 1 var det ikke mulig å ta kjerneprøver på grunn av den reaktive matten (RCM). Her ble det samlet inn prøve av løst materialet oppå matten. Prøvetakingsrørene ble fraktet forsiktig til overflaten og oppbevart stående. Videre prøvebearbeiding ble utført av COWI. Sedimentkjernene ble presset ut av prøvetakerne, fotografert og det ble tatt ut delprøver fra ulike dybder. Det ble laget blandprøver som var representative for de ulike lagene. Figur 2 viser hvor sedimentkjernene er tatt. Nærmere beskrivelse av sedimentkjernene og uttak av prøver fra disse er beskrevet i vedlegg 1.

Det ble gjort forsøk på å samle inn skjell fra de ulike feltene for å analysere disse for innhold av miljøgifter. Det ble bare funnet skjell i felt 4 og 5. Dette var tre prøver av blåskjell (*Mytilus edulis*) som vokste på kai eller stein med noe avstand til sjøbunnen og en blandprøve av ett lite hjerteskjell (*Cerastoderma edule*) og ett lite knivskjell (*Ensis ensis*) som ble funnet i sjøbunnen i felt 4. Hver blåskjellprøve bestod av ca 20-25 skjell i størrelse 3-5 cm. Prøvene ble plukket under fjæremål. De to små skjellene (hjerteskjell og knivskjell) utgjorde for lite prøvemateriale sammenliknet med standard prøvetakingsmetodikk for skjell, men prøven ble likevel analysert siden det ikke var mer prøvetmateriale tilgjengelig. Figur 3 viser hvor skjellene ble funnet. Prøvematerialet var svært begrenset. Prøvene ble sendt til kjemisk analyse ved akkreditert laboratorium, Eurofins AS.



Figur 2 Prøvetaking av sedimentkjerner i Kirkebukten 2015





Figur 3 Prøvetaking av skjell i Kirkebukten 2015

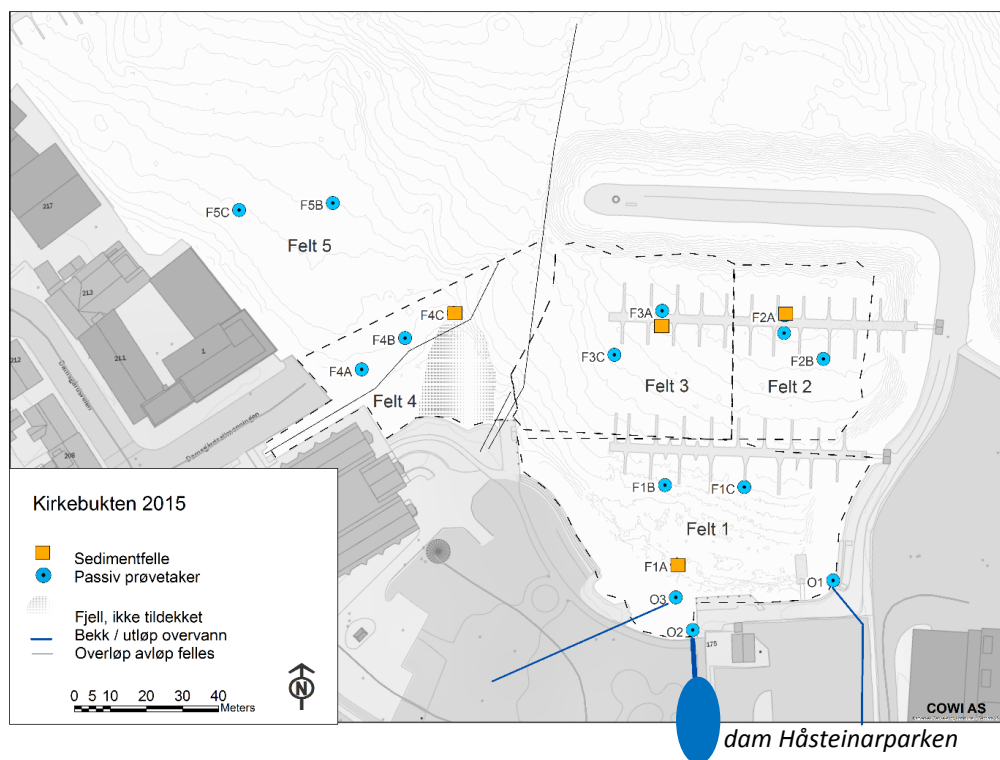
## 2.2 Passiv prøvetaking av miljøgifter i vann

Passive prøvetakere kan plasseres i ulike nivå over sjøbunnen for å måle løste forbindelser. Prøvetakerne eksponeres i flere uker og gir et bilde av gjennomsnittlig vannkvaliteten over tid i motsetning til vannprøver som kun gir et øyeblikksbilde av situasjonen.

POM (PolyOxyMetylen) er et plastmateriale som over tid oppnår likevekt med organiske miljøgifter i vannet den eksponeres for. Ved å måle innholdet i POM og benytte etablerte fordelingskoeffisienter mellom POM og sjøvann kan man beregne konsentrasjonene av organiske miljøgifter i sjøvannet prøvetakeren har vært eksponert for. POM er en robust prøvetaker og metoden gjør det mulig å kvantifisere svært lave konsentrasjoner av PAH og PCB. Det ble benyttet POM med tykkelse 55  $\mu\text{m}$  (POM-55). POM skal eksponeres minimum 4 uker.

Det ble også satt ut passive prøvetakere DGT (DiffusiveGradients in Thin films) for å måle konsentrasjon av løste metaller i sjøvannet. Prøvetakeren består av et filter, en hydrogel og en ionebytter. Metallioner diffunderer gjennom filteret og gelen og akkumuleres i ionebytteren som analyseres. Diffusjonshastigheten er avhengig av vanntemperaturen. Basert på innholdet av metaller i ionebytteren, eksponeringstid og vanntemperaturen i eksponeringsperioden, kan konsentrasjonen av de respektive metallene i vannet beregnes. Standard eksponeringstid for DGT er ikke gitt.

Figur 4 viser plasseringen av passive prøvetakere i Kirkebukten i 2015. DGT og POM ble plassert henholdsvis 20 cm og 30 cm over sjøbunnen i 2 stasjoner pr felt. Ved utløp av Damsgårdselven (bekk) og overvannsledninger ble det plassert POM. Av praktiske hensyn ble prøvetakerne eksponert i ca 6 uker (2.juli-12.august). Vanntemperaturen i eksponeringsperioden ble logget ved hjelp av en Baro Diver. Temperaturen varierte fra 10,6  $^{\circ}\text{C}$  til 12,4  $^{\circ}\text{C}$  i eksponeringsmerioden. Etter innhenting ble prøvetakerne oppbevart mørkt og kjølig i egnet emballasje og sendt til Eurofins AS og Norges Goetekniske Institutt for analyse.



Figur 4 Plassering av passive prøvetakere og sedimentfeller i Kirkebukten 2015



Figur 5 Passive prøvetakere, POM (venstre) DGT (midten) Diver for temperaturmåling (høyre)

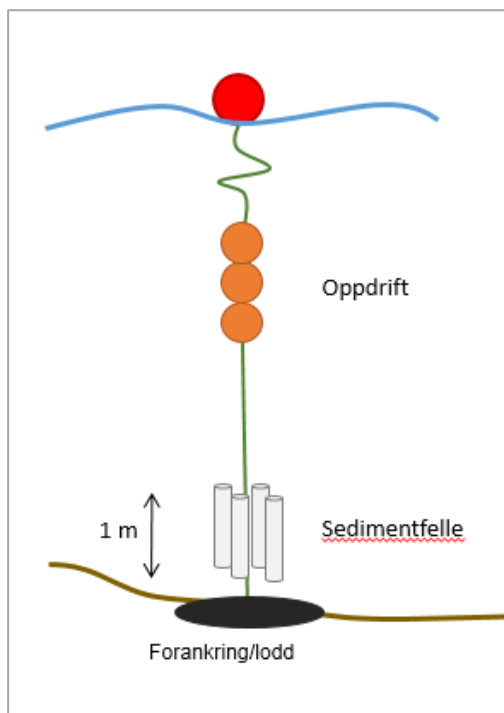


## 2.3 Sedimenterende materiale

Sedimentfeller egner seg til å dokumentere mengde og type partikkelbundet forurensning som tilføres eller spres internt i et område over tid. Fellene fanger partikler som transporteres med vannmassene.

Det ble satt ut 4 sedimentfeller, hver med 4 rør med indre diameter Ø72 mm. ) Fellene ble forankret med lodd på sjøbunnen og blåser under fjæremål som sørger for fast avstand fra sjøbunnen til rørråpningen uavhengig av flo og fjære,

Figur 6 . Avstand fra sjøbunn til rørråpning var 1 meter. Lokalisering av sedimentfellene er vist i kart, Figur 4.



Figur 6 Prinsippskisse for montering av sedimentfelle

Tabell 3 beskriver materiale som ble samlet i fellene i løpet av perioden 2. juli-29. september (13 uker). Sedimentet ble overført til prøveglass og overflødig vann ble dekantert før prøvene ble sendt til laboratorium for analyse.

Tabell 3 Materiale i sedimentfeller i Kirkebukten 2015. Eksponeringstid 13 uker  
 Estimert prøvemengde =  $\pi r^2 \times$  gjennomsnittlig fyllingshøyde  $\times$  4 rør

Prøve	Gjennomsnitt fyllingshøyde pr rør	Estimert prøvemengde	Beskrivelse
KB-SF, Felt 1	2,2 cm	360 cm <sup>3</sup>	Fluffy topplag. Svart. Planterester, noe finstoff blandet med sand og enkelte små stein. Ikke lukt
KB-SF, Felt 2	0,9 cm	145 cm <sup>3</sup>	Fluffy topplag. Svart finstoff, noe grovere partikler. Lukt
KB-SF, Felt 3	0,9 cm	145 cm <sup>3</sup>	Fluffy topplag. Svart finstoff, noe grovere partikler. Lukt
KB-SF, Felt 4	0,7 cm	115 cm <sup>3</sup>	Fluffy topplag. Svart sediment. Saltere/friskere lukt enn F2 og F3



*Figur 7 Sedimentfelle ved innhenting i september 2015*

Overvann fra tette flater på land slippes ut i to punkt innerst i Kirkebukten. I tillegg fraktes overvann med Damsgårdselven til Kirkebukten. Tidlig i 2015 ble det etablert en dam i tilknytning til Damsgårdselven. Dammen ligger i Håsteinarparken, ca 150 m oppstrøms Damsgårdselvens utløp i Kirkebukten. Vannmengden som ledes via dammen er konstant, og ved stor vannføring går den overskytende vannmengden i kulvert under dammen. I oktober 2015 ble det tatt prøver av sedimentert materiale i dammen (COWI, 2015). Sedimentet er representativt for partikler som fraktes med Damsgårdselven.

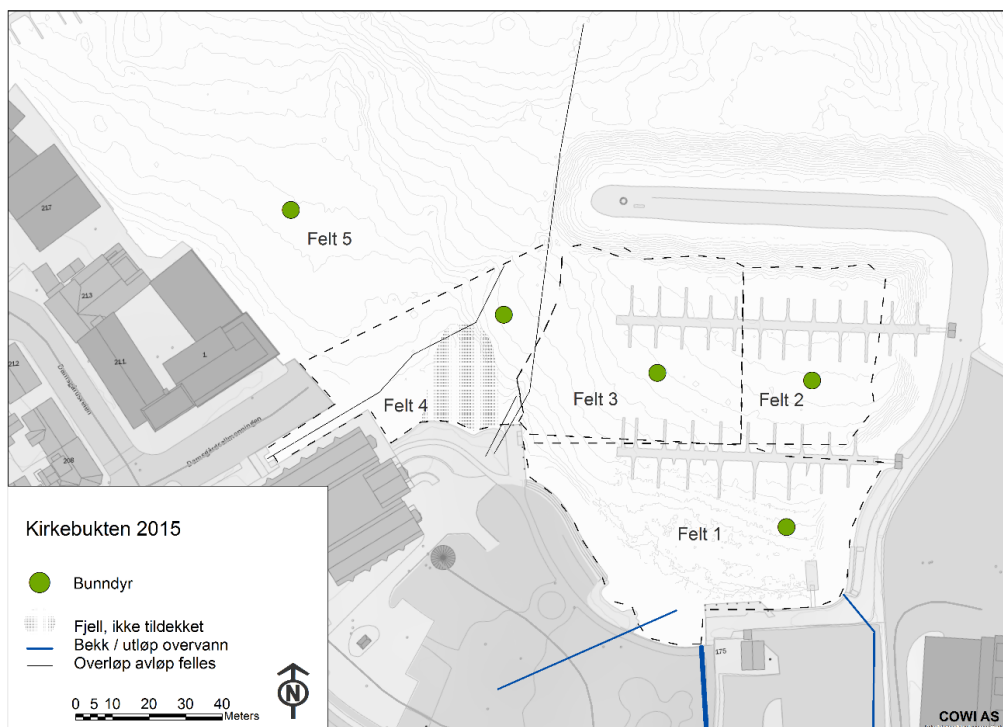


*Figur 8 Prøvetaking i dam ved Håsteinarparken, Kirkebukten*

## 2.4 Bunndyr

Bunndyrundersøkelsen ble utført av Uni Miljø og er rapport i egen rapport (Uni Research Miljø SAM-Marin, 2016), vedlegg 4.

Prøveinnsamlingen ble utført 13. oktober 2015. Ved denne undersøkelsen ble prøvene samlet med en liten van Veen grabb. En grabb er et kvantitativt redskap som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet 0,1 m<sup>2</sup>. Dette gjør det mulig å fastsette antall organismer per areal- eller volumenhet. Sedimentet blir deretter vasket gjennom to sikter, der den første sikten har hull diameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard, 1973). Prøvene, som består av materialet som ligger igjen i sikten, ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene blir deretter konservert i 4 % nøytralisert formalin. Dyrene sorteres ut fra sediment-restene under lupe i laboratoriet, og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring.



Figur 9 Prøvetakingspunkt for bunndyr

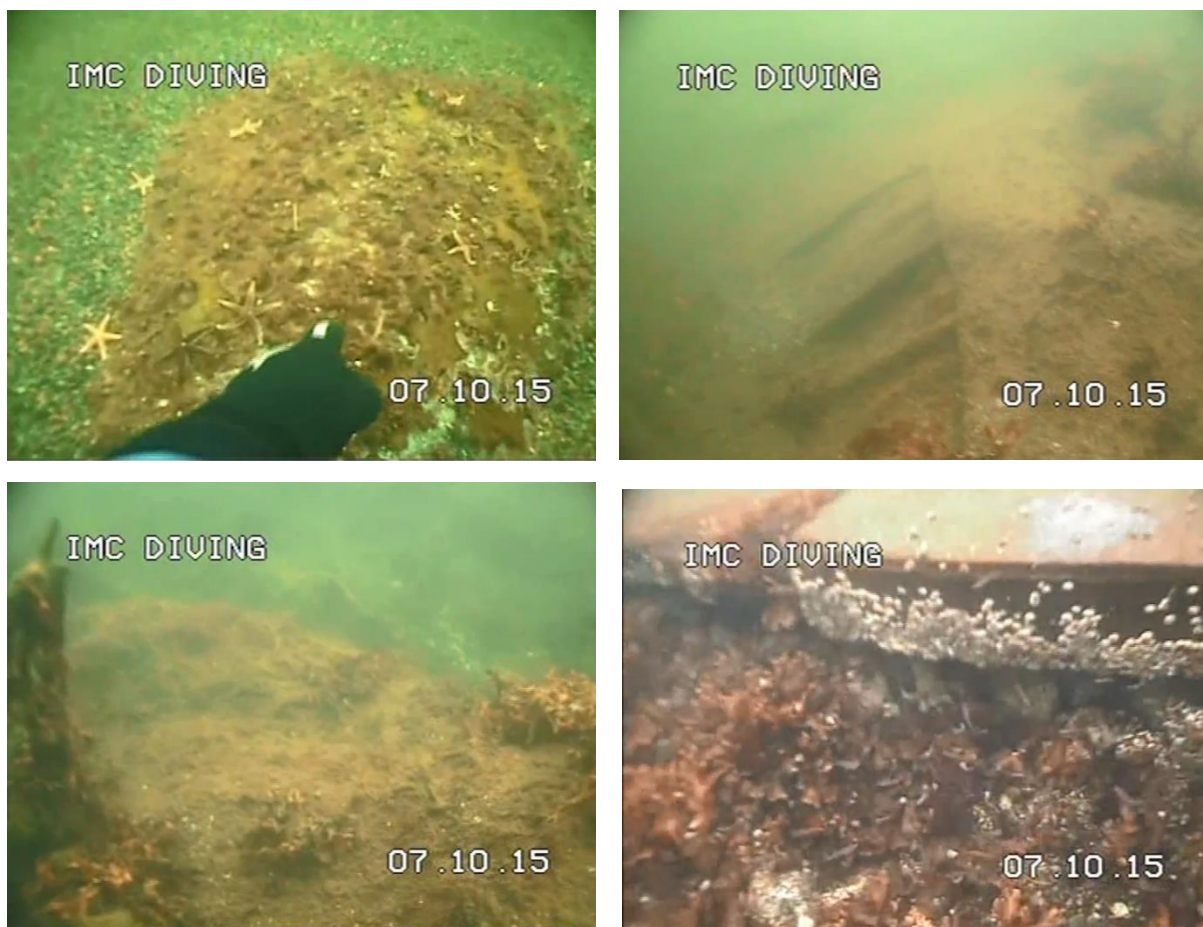
## 3 Resultater og diskusjon

### 3.1 Dykkerinspeksjon og sedimentkjerner

#### 3.1.1 Felt 1 – Reaktive matter, organoclay MRM

Felt 1 ligger innerst i Kirkebukten ved utløpet av Damsgårdselven og to andre overvannsutløp. Sjøbunnen er dekket med reaktive matter (RCM) med organoclay MRM 4kg/m<sup>2</sup>. Mattene ble under tiltaket i 2011 erosjonssikret med grus (fraksjon 5-8 mm). I særlig utsatte områder ble mattene sikret med størres stein (fraksjon 32-63 mm) og betongmadrasser (Bergen kommune, 2010) (COWI, 2012). Høsten 2013 pågikk det anleggsarbeid oppstrøms Kirkebukten som førte med seg masser ut i Kirkebukten (COWI, 2014).

I 2015 rapporterte dykkerne at duken er intakt i hele feltet og at overgang mot betongmatter langs land er uforstyrret. Tykkelsen på det overdekkende gruslaget varierer. Under flytebryggen og enkelte steder særlig i østre del av feltet er det ikke grus på duken. Det samme ble observert ved 1-års kontrollen i 2012 (COWI, 2012). Utløp fra overvannsystemet er delvis gjenfylt av masser (Figur 11). Damsgårdselven har sitt utløp i kulvert innerst i felt 1. Betongmadrasser ved utløp av elven og ellers i skråninger er dekket av algevekst og fremstår som *naturlig* strandsone.



Figur 10 Felt 1. Øverst: Partier der det ikke er grus på duken. Nederst: Makroalger.  
Bilder fra video, IMC Diving





*Figur 11 Delvis blokkerte overvannsutløp. Venstre: utløpsrør vest i Kirkebukten. Høyre: utløpsrør i øst. Bilder fra video, IMC Diving*

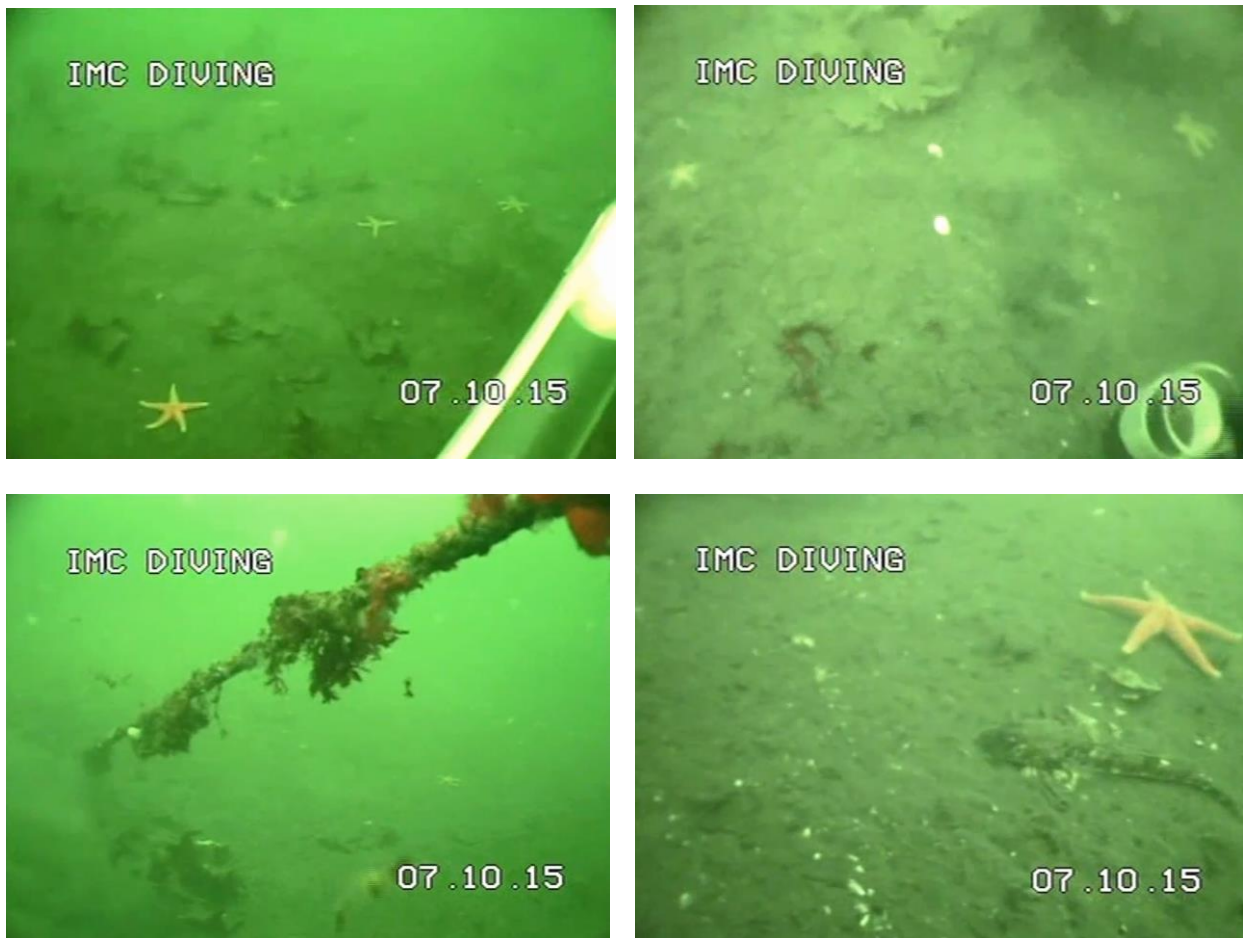
Vanndyp i felt 1 er 0 til -4 meter. Tang og tare er godt etablert i østre del, mens det er noe mindre vegetasjon av makroalger i vestre del framfor utløp av Damsgårdselven. Her er det sedimentert svart finstoff etter at tiltaket ble utført. Sjøbunnen er også flekkvis preget av lys algevekst. Det ble blant annet observert sjøstjerner og stimer med småfisk. Det ble ikke funnet levende skjell som var egnet til analyse av miljøgifter.

Sjøbunnen i felt 1 består i dag av reaktive matter med grus fra tiltaket i 2011. I tillegg er området tilført varierende mengde sand og svart finstoff i perioden etter tiltak. Prøvene som ble tatt nærmest utløpet fra Damsgårdselven (vestre del av feltet) hadde størst andel svart finstoff og luktet H<sub>2</sub>S. Foto og nærmere beskrivelse av sedimentkjernene er gitt i vedlegg 1. I forbindelse med feltarbeid i området er det observert kloakklukt i kulverten med Damsgårdselven.

### 3.1.2 Felt 2 – Grus, aktivt kull og olivin

Felt 2 ligger innenfor moloen og er det dypeste området i Kirkebukten. Vanndybde er -6 til -8,5 meter. Sjøbunnen er dekket med et tildekkingsprodukt av grus, pulverisert aktivt kull (PAC), olivin, bentonitt og polymer (Bioblok Gate Olivin PAC) (Bergen kommune, 2010). Gjennomsnittlig tidekkingstykkelse etter tiltak i 2011 var 17 cm (COWI, 2012)

I 2015 beskrev dykkerne overflaten av felt 2 som mudderbunn med mye finstoff. Det var lite makroalger. Det ble observert hauger etter fjæremark, sjøstjerner, sjøpung og fisk (Figur 12). Det ble ikke funnet levende skjell som var egnet til analyse av miljøgifter.



Figur 12 Felt 2. Øverst: kjerne prøvetaking. Nederst: tau til flytebrygge, sjøstjerne og fisk (knurr)  
Bilder fra video, IMC Diving

Det ble samlet inn 4 sedimentkjerner fra felt 2. Kjernene var 13-22 cm lange. Topplaget var 0,5-1,5 cm tykt og bestod av brunt, løst og finkornet materiale. Under dette var det 8-15 cm svart og grusholdig tildekkingsmateriale. I 3 av 4 kjerner var det svart og finkornet, homogent materiale nederst. Dette er trolig den opprinnelige sjøbunnen. Overgangen mellom tildekkingslaget og opprinnelig sjøbunn var tydelig avgrenset. Foto og nærmere beskrivelse av sedimentkjernene er gitt i vedlegg 1.

### 3.1.3 Felt 3 – Grus og aktivt kull

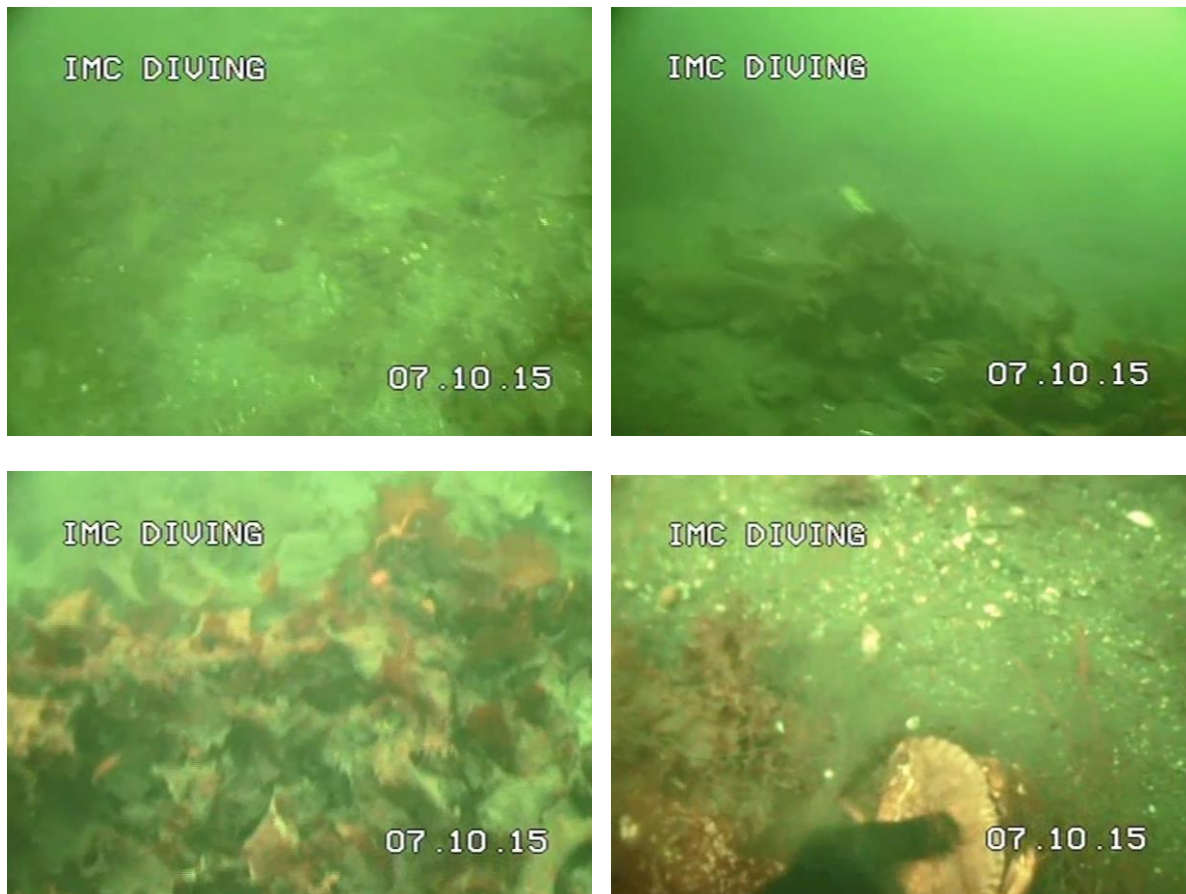
Felt 3 ligger ved utseilingen fra Kirkebukten. Sjøbunnen ble dekket med gjennomsnittlig 11 cm av et tildekkingsprodukt med grus, pulverisert aktivt kull, bentonitt og polymer (Bioblok Gate PAC) og 6 cm knust stein (fraksjon 2-5 mm) (Bergen kommune, 2010) (COWI, 2012).

Vanddybde i felt 3 er -4 til -7 meter. Forholdene på sjøbunnen i felt 3 likner i stor grad på forholdene i felt 2. Dykkerne observerte noe mer makroalger, og ellers var det sjøstjerner, noen krabber og fisk. Overflaten hadde mye løst finstoff og områder med skjellfragmenter (Figur 13). Det ble ikke funnet levende skjell som var egnet til analyse av miljøgifter.

De ble samlet inn 4 sedimentkjerner fra felt 3. Kjernene var 10-34 cm lange. De hadde et 0,5-1,5 cm tykt topplag av brunt, løst og finkornet materiale. I to av kjernene var det skjellfragmenter i de øverst 3-5 cm. Lagdelingen i kjerne 8 og 10 var mest lik tildekkingslagene slik de var lagt ut. Under topplaget hadde disse kjernene svart og grusholdig tildekkingsmasse i 15-20 cm. Under tildekkingsmassen var det finkornet fast og



homogent materialet fra opprinnelig sjøbunn. Kjernene 9 og 11 hadde også typisk grusholdig svart tildekkingsmateriale ned mot 18 cm, men de øverste 5-10 cm hadde mer finstoff og lite grus. Dykkerne fra IMC fortalte at de for noen år siden hadde vært med på å spyle fram en avløpsledning som går fra land og ut mot Puddefjorden i grensen mellom felt 3 og 4 (IMC Diving, 2015). Kjerne 9 og 11 er lokalisert i dette området (Figur 2). Oppvirvling av sediment fra arbeidet kan være årsaken til at det var mer finstoff øverst i disse kjernene. Materiale fra 0-10 cm i kjerne 9 ble analysert for seg. Foto og nærmere beskrivelse av sedimentkjernene er gitt i vedlegg 1.



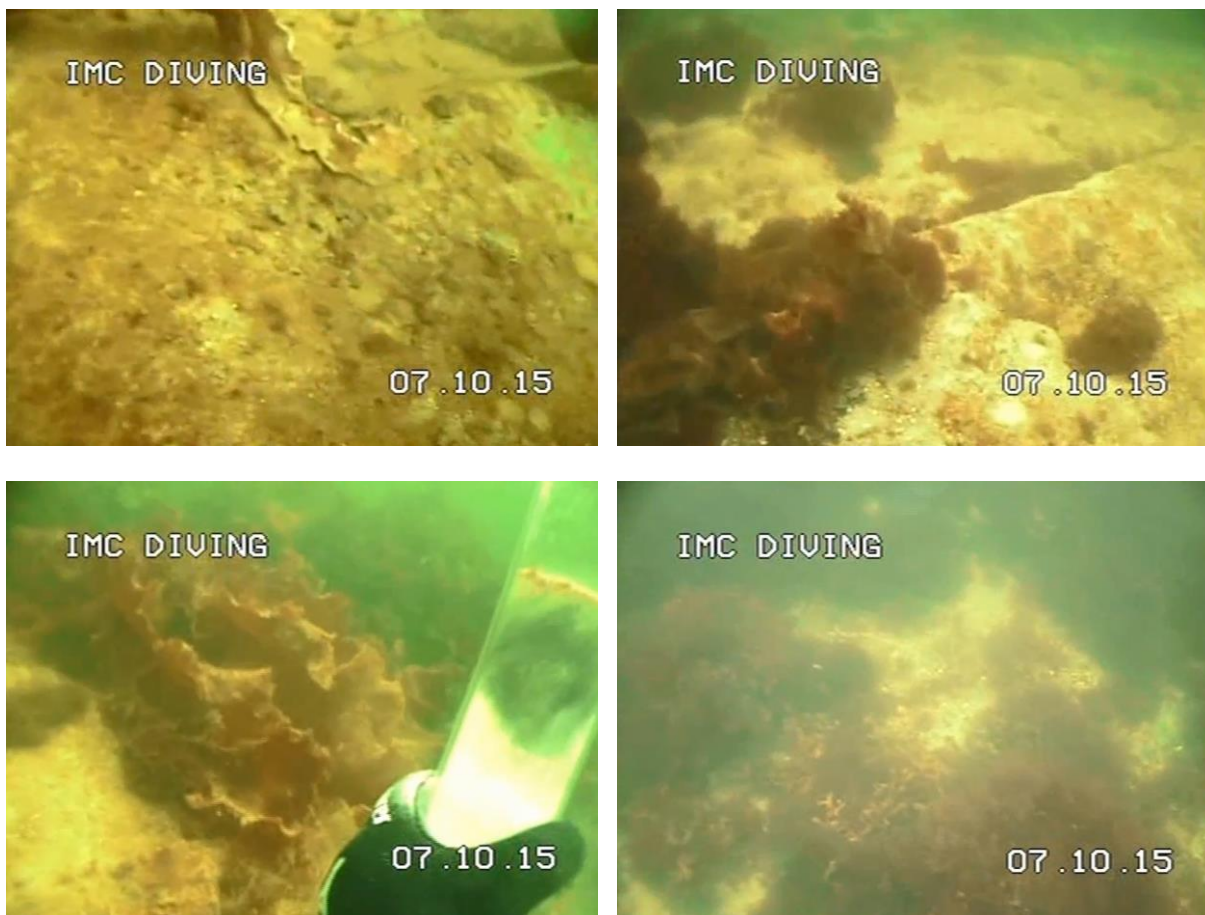
Figur 13 Felt 3. Bilder fra video, IMC Diving

### 3.1.4 Felt 4 – Olivin

Felt 4 ligger utenfor utseilingen fra Kirkebukten og fremfor kaien ved Laksevåg gamle kommunehus. Tildekkingen på sjøbunnen er 30 cm sand av mineralet olivin i fraksjon 0-3mm (Blueguard 3000). I de grunneste områdene ble tildekkingslaget erosjonssikret med 10 cm pukk i forbindelse med tiltaksgjennomføringen i 2011 (fraksjon16-32 mm) (Bergen kommune, 2010) (COWI, 2012).

Vanddybde i felt 4 er -1 til -5 m. I 2015 rapporterte dykkerne at sjøbunnen er preget av lys grå olivinsand som delvis er dekket med pukk (Figur 14). Det ble observert noen forhøyninger med olivin midt i feltet og enkelte steder er laget med pukk tynt eller borte. Erosjon i pukklaget ble også påvist ved 1-års befaring etter tiltaket i Kirkebukten (COWI, 2012). Feltet er preget av mye tang og tare, og det ble observert småfisk og hauger på sjøbunnen etter fjæremark. I felt 4 ble det funnet et lite hjerteskjell og et svært lite knivskjell i sanden. Det ble også samlet inn blåskjell som var vokste på kaiene og ikke i direkte kontakt med sjøbunnen.

Dykkerne hadde vansker med å få tatt kjerneprøver, da disse kollapset inne i røret gjentatte ganger. Det ble til slutt tatt 5 sedimentkjerner i felt 4. Disse var 12-24 cm lange. Kjernene hadde 0-1 cm lyst, gråbrunt topplag over brungrå sand i 2-5 cm med gradvis overgang til mer lys eller mørk grå sand (sjateringer). Brunfargen kan skyldes oksydert jern i øverst og mest oksygenrike lag. Ingen av kjernene var lange nok til å komme ned i opprinnelig sjøbunn. Foto og nærmere beskrivelse av sedimentkjernene er gitt i vedlegg 1.

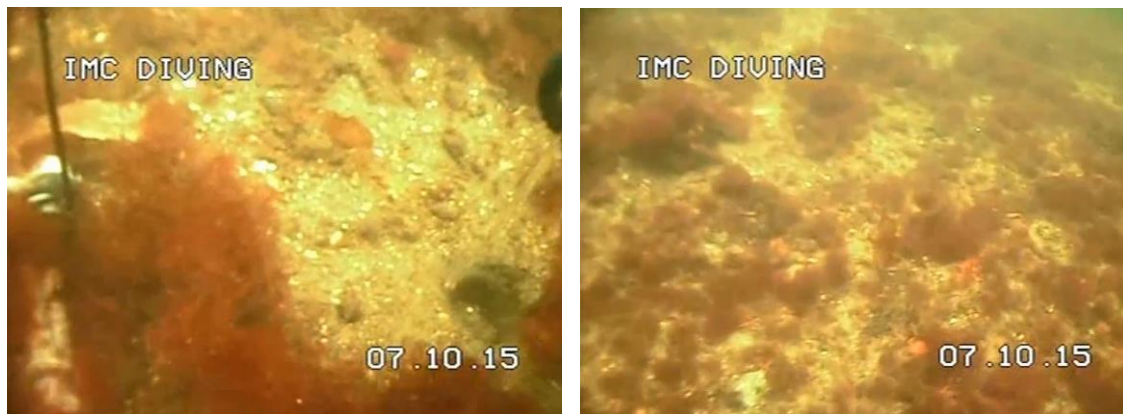


Figur 14 Felt 4. Bilder fra video, IMC Diving

### 3.1.5 Felt 5 – Ikke tildekket

Felt 5 ligger nordvest for Kirkebukten og er ikke tildekket. Området likner felt 4 både med hensyn til vandyp (1-5 m) og vannutskiftning. Området har sandbunn med skjellrester og noen større stein. Det vokser mye makroalger (Figur 15). Det ble samlet inn blåskjell som vokste på stein langs land i vest.

Det ble tatt 3 sedimentkjerner, og disse var 14-20 cm lange. Kjernene hadde et 1-2 cm topplag med brunt finstoff. Det ble observert mark i topplaget og flere cm nedover i kjerne 16 og 17. Resten av kjernene var av brunt, sandig materiale med varierende mengder skjellfragmenter. Materiale fra 10-15 cm dyp hadde sterk oljelukt. Foto og nærmere beskrivelse av sedimentkjernene er gitt i vedlegg 1.



Figur 15 Felt 5. Bilder fra video, IMC Diving

### 3.1.6 Analyseresultater sedimentkjerner

Sjøbunnen i de ulike feltene er undersøkt for innhold av miljøgifter og organisk materiale i ulike dybdenivå i profilet. Atypiske kjerner er analysert for seg. Totalt 24 blandprøver ble opparbeidet av delprøver fra samme dybdenivå og kjerner fra samme felt, vedlegg 1. Analyserapporter er gitt i vedlegg 2. Tabell 5 oppsummerer resultater for prøver fra felt 1. Prøvene er kun av materiale over den reaktive maten. Materialet er rent og i tilstandsklasse 1 (bakgrunn) for alle parametre med unntak av prøve KB 1-1 som inneholder kobber i klasse 4 (dårlig).

Tabell 5 - Tabell 9 oppsummerer analyseresultatene for sedimentkjernene fra felt 1 – 5. Prøvene er analysert for innhold av tungmetaller (arsen, bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel, sink), polysykliske bifenyler (PCB7) og totalt organisk karbon (TOC). Resultatene for hver enkelt av PCB-kongenerne fremgår av analyserapportene, vedlegg 2. Andre kolonne i tabellene viser hvilke dyp blandprøvene representerer, og tredje kolonne viser hvilke kjerner som er benyttet i blandprøvene. Fjerde kolonne angir om prøvematerialet er av tildekkingsmateriale (TIL), blandingslag mellom tildekking og gammel sjøbunn (MIX) eller gammel sjøbunn (GML). Analyseresultatene er klassifisert etter Miljødirektoratets tilstandsklasser for sjøbunn, TA 2229/2007 (Miljødirektoratet (før Statens Forurensningstilsyn), 2008) ( se Tabell 4). TA 2229 er brukt i stedet for den reviderte veilederen med grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota, M-608/2016 (Miljødirektoratet, 2016) fordi den var gjeldende da undersøkelsen ble utført og det forenkler sammenlikningen med tidligere undersøkelser.

Tabell 4 Inndeling av Miljødirektoratets tilstandsklasser for sjøbunn, TA2229/2007 (mg/kg TS)

Parameter	Klasse 1 (Bakgrunn)	Klasse 2 (God)	Klasse 3 (Moderat)	Klasse 4 (Dårlig)	Klasse 5 (Svært dårlig)
Arsen (AS)	<20	20-52	52-76	76-580	>580
Bly (Pb)	<30	30-83	83-100	100-720	>720
Kadmium (Cd)	<0,25	0,25-2,6	2,6-15	15-140	>140
Kobber (Cu)	<35	35-51	51-55	55-220	>220
Krom (Cr)	<70	70-560	560-5900	5900-59000	>59000
Kvikksølv (Hg)	<0,15	0,15-0,63	0,63-0,86	0,86-1,6	>1,6
Nikkel (Ni)	<30	30-46	46-120	120-840	>840
Sink (Zn)	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
Sum PAH <sub>16</sub>	<0,3	0,3-2	2-6	6-20	>20
Sum PCB <sub>7</sub>	<0,005	0,005-0,017	0,017-0,190	0,190-1,9	>1,9
TBT*	<0,001	0,001-0,005	0,005-0,02	0,02-0,1	>0,1

\* Forvaltnings grenseverdi

Tabell 5 oppsummerer resulater for prøver fra felt 1. Prøvene er kun av materiale over den reaktive matten. Materialet er rent og i tilstandsklasse 1 (bakgrunn) for alle parametre med unntak av prøve KB 1-1 som inneholder kobber i klasse 4 (dårlig).

Tabell 5 Analyseresultat av sedimentkjerne fra **felt 1** i Kirkebukten, oktober 2015. Metaller og PCB7 er oppgitt i mg/kg TS, TOC (totalt organisk karbon) og TS (tørrstoff) er oppgitt i %. Resultatene er fargelagt etter tilstandsklasser i TA 2229/2007. TIL= tildekkingslag, MIX= blandingslag, GML= gammel sjøbunn, nd = ikke detektert

Prøve	Dyp (cm)	Bland-prøve, kjerne	Beskriv	Arsen (As)	Bly (Pb)	Kadmium (Cd)	Kobber (Cu)	Krom (Cr)	Kvikksølv (Hg)	Nikkel (Ni)	Sink (Zn)	Sum PCB <sub>7</sub>	TOC	TS
KB 1-1	0-10	0,2	TIL	1	3,7	0,03	59	2,5	0,02	2,6	36	nd	6,4	80,7
KB 1-2	0-10	1,3	TIL	1,5	13	0,051	22	20	0,038	12	90	0,0011	5,3	77,1

Tabell 6 oppsummerer analyseresultatene for sedimentkjerne fra felt 2. Prøver fra 0-15 cm av sjøbunnen i felt 2 tilsvarer tildekkingslaget fra 2011. Innhold av TOC i prøvene fra 0-15 cm er relativt likt. Dette tyder på at det aktive kullet i tildekkingsmaterialet er fordelt i hele tildekkingsstykkelsen. Innhold av TOC avtar i dypereliggende lag. Massene er rene og i tilstandsklasse 1 (bakgrunn) og 2 (god) for alle parametre med unntak av nikkel. Innholdet av nikkel er i tilstandsklasse 4 (dårlig) og 5 (svært dårlig). Dette skyldes at tildekkingsmaterialet i felt 2 inneholder mineralet olivin. Olivin har naturlig høyt innhold av nikkel (Silbelco, 2010) (Biologge, 2013) (Bergen kommune, 2010).

Materialet i prøver fra 15-30 cm dyp er forurenset tilsvarende tilstandsklasse 5 (svært dårlig) for kvikksølv og kobber, klasse 4 (dårlig) for PCB og bly og klasse 3 (moderat) for sink. Disse prøvene representerer den gamle sjøbunnen.

Tabell 6 Analyseresultat av sedimentkjerne tatt fra **felt 2** i Kirkebukten i oktober 2015. Metaller og PCB7 er oppgitt i mg/kg TS, TOC (totalt organisk karbon) og TS (tørrstoff) er oppgitt i %. Fargelagt etter tilstandsklasser i TA 2229/2007. TIL= tildekkingslag, MIX= blandingslag, GML= gammel sjøbunn, nd = ikke detektert

Prøve	Dyp (cm)	Bland-prøve, kjerne	Beskriv	Arsen (As)	Bly (Pb)	Kadmium (Cd)	Kobber (Cu)	Krom (Cr)	Kvikksølv (Hg)	Nikkel (Ni)	Sink (Zn)	Sum PCB <sub>7</sub>	TOC	TS
KB 2	0-5	4,5,6,7	TIL	4,8	19	0,067	30	62	0,278	1200	59	nd	7,4	45,3
KB 2	5-10	4,5,6,7	TIL	1,6	2,9	0,014	7,5	43	0,045	950	23	nd	8,7	66,5
KB 2	10-15	4,7	TIL	1,1	2,4	0,017	5,5	32	0,043	770	19	nd	8,1	82,6
KB 2	15-20	4,6	GML	20	330	1,1	240	110	4,54	44	490	0,31	6,6	50,6
KB 2	20-30	4	GML	13	360	0,73	130	62	3,23	13	310	0,15	3,2	64,6

Tabell 7 oppsummerer analyseresultatene for sedimentkjerne fra felt 3. Prøver fra 0-15 cm tilsvarer tildekkingslaget i felt 3. Massene er rene og i tilstandsklasse 1 (bakgrunn) og 2 (god) for alle parametre med unntak av nikkel og kobber. Kjerne 8 og 10 har kobber i tilstandsklasse 4 (dårlig) og nikkel i klasse 3 (moderat) i øverste 0-5 cm. Kjerne 9, som var utypisk for området, hadde nikkel i tilstandsklasse 4 (dårlig) i øverste 0-10 cm. Tildekkingsmaterialet i felt 3 inneholdt ikke olivin, men nikkelinholdet kan skyldes tilførsel av olivinholdig materiale fra nabofelt 2 og 4.

Prøver fra 15-20 cm dyp er en blanding av tildekkingsmateriale og gammel sjøbunn, jfr beskrivelse av lagdelingen i kjernene i vedlegg 1. Materialet er forurenset av kvikksølv og nikkel i klasse 4 (dårlig).



Basert på beskrivelse av massene (ikke gruspartikler), dyp og forurensningsgrad antas prøver dypere enn 20 cm å være opprinnelig sjøbunn. Massene er forurenset av kvikksølv i klasse 5 (svært dårlig), PCB7, kobber og bly i klasse 4 (dårlig) og nikkel og sink i klasse 3 (moderat). Innhold av organisk stoff (TOC) var på samme nivå (8%) ned til 15 cm dyp og avtok så nedover i kjernene.

**Tabell 7** Analyseresultat av sedimentkjerner fra **felt 3** i Kirkebukten, oktober 2015. Metaller og PCB7 er oppgitt i mg/kg TS, TOC (totalt organisk karbon) og TS (tørstoff) er oppgitt i %. Fargelagt etter tilstandsklasser i TA 2229/2007. TIL= tildekkingslag, MIX= blandingslag, GML= gammel sjøbunn, nd= ikke detektert

Prøve	Dyp (cm)	Bland-prøve kjerne	Beskriv	Arsen (As)	Bly (Pb)	Kadmium (Cd)	Kobber (Cu)	Krom (Cr)	Kvikksølv (Hg)	Nikkel (Ni)	Sink (Zn)	Sum PCB <sub>7</sub>	TOC	TS
KB 3-2	0-5	8,10	TIL	6,7	43	0,14	69	46	0,436	100	120	0,012	8	45
KB 3	5-10	8,10,11	TIL	2,7	8,8	0,052	22	20	0,135	33	53	nd	8	67,8
KB 3-1	0-10	9	TIL	4,4	18	0,059	32	47	0,23	150	72	nd	7,9	61
KB 3	10-15	8,9,10	TIL	1,7	7,9	0,057	14	19	0,099	250	37	nd	8	80,6
KB 3	15-20	8,9	MIX	6	34	0,18	46	45	0,928	700	84	0,012	7,1	62,7
KB 3	20-33	8,9	GML	18	190	1,5	210	86	5,13	78	560	0,35	4,8	51,4

Tabell 8 oppsummerer analyseresultatene for sedimentkjerner fra felt 4. Alle prøvene fra felt 4 representerer tildekkingslaget. Massene er rene og i klasse 1 (bakgrunn) med unntak av nikkel som er i klasse 5 (svært dårlig). Dette skyldes naturlig høyt nikkelinnhold i bergarten olivin. Innhold av TOC er svært lavt.

**Tabell 8** Analyseresultat av sedimentkjerner fra **felt 4** i Kirkebukten, oktober 2015. Metaller og PCB7 er oppgitt i mg/kg TS, TOC (totalt organisk karbon) og TS (tørstoff) er oppgitt i %. Fargelagt etter tilstandsklasser i TA 2229/2007. TIL= tildekkingslag, MIX= blandingslag, GML= gammel sjøbunn, nd = ikke detektert

Prøve	Dyp (cm)	Bland-prøve, kjerne	Beskriv	Arsen (As)	Bly (Pb)	Kadmium (Cd)	Kobber (Cu)	Krom (Cr)	Kvikksølv (Hg)	Nikkel (Ni)	Sink (Zn)	Sum PCB <sub>7</sub>	TOC	TS
KB 4-1	0-5	12,15,19	TIL -lys	< 0,50	1,8	< 0,010	3,1	49	0,024	1100	19	nd	0,13	82,4
KB 4-1	5-10	12,15,19	TIL -lys	< 0,50	0,54	< 0,010	1,8	48	0,001	1000	16	nd	<0,1	84,3
KB 4-1	10-15	12,15,19	TIL -lys	< 0,50	0,58	< 0,010	2	49	0,001	1000	16	nd	<0,1	84,9
KB 4-1	15-20	12,15,19	TIL -lys	< 0,50	0,54	< 0,010	1,6	52	0,001	1100	17	nd	<0,1	85
KB 4-1	20-25	15,19	TIL -lys	< 0,50	< 0,50	< 0,010	1,4	42	< 0,001	940	14	nd	<0,1	85,7
KB 4-2	0-5	13,14	TIL -mørk	< 0,50	3,5	0,01	4,9	43	0,055	1100	22	0,001	0,2	80,2
KB 4-2	5-10	13,14	TIL -mørk	< 0,50	2	< 0,010	2,6	42	0,032	1100	20	0,003	0,11	80,2
KB 4-2	10-15	13,14	TIL -mørk	< 0,50	1,1	< 0,010	1,9	47	0,015	1100	18	nd	<0,1	82,2

Tabell 9 oppsummerer analyseresultatene for sedimentkjerner fra felt 5. Resultatene viser at sjøbunnen utenfor Kirkebukten er forurenset av kvikksølv og kobber i klasse 5 (svært dårlig), PCB7 og bly i klasse 4 (dårlig) og sink i klasse 3 (moderat). Innhold av TOC er lavt. De øverste 0-5 cm har et svakt forhøyet innhold av krom og redusert innhold av TOC. Dette kan indikere at noe olivin fra felt 4 er avsatt i felt 5.

Tabell 9 Analyseresultat av sedimentkjerne fra felt 5 i Kirkebukten, oktober 2015. Metaller og PCB7 er oppgitt i mg/kg TS, TOC (totalt organisk karbon) og TS (tørstoff) er oppgitt i %. Fargelagt etter tilstandsklasser i TA 2229/2007. TIL= tildekkingslag, MIX= blandingslag, GML= gammel sjøbunn, nd = ikke detektert

Prøve	Dyp (cm)	Bland-prøve, kjerne nr	Beskriv	Arsen (As)	Bly (Pb)	Kadmium (Cd)	Kobber (Cu)	Krom (Cr)	Kvikksølv (Hg)	Nikkel (Ni)	Sink (Zn)	Sum PCB <sub>7</sub>	TOC	TS
KB 5	0-5	16,17,18	GML	15	240	0,53	250	69	8,58	41	430	0,26	2,8	52
KB 5	5-10	16,17,18	GML	13	220	0,63	250	74	8,08	28	360	0,32	3,2	66,7
KB 5	10-15	16,17,18	GML	16	270	1	240	110	6,17	16	480	0,65	3,9	57,6

Analyseresultatene viser at sjøbunnen i tiltaksområdet er tilfredsstillende ren i topplaget (tilstandsklasse 1 og 2) og at det er en markert overgang mellom tildekkingslag og underliggende gammel sjøbunn. I tildekkingslag med aktivt kull er kullet jevnt fordelt i hele tildekkingsstykkelsen. Det ser ikke ut til å foregå lekkasje av forurensning opp i tildekkingslagene. Tykkelsen på tildekkingslaget varierte noe, vedlegg 1.

I felt 2, 3 og 4 er det noe høyere verdier av flere metaller i det øverste laget (0-5 cm) enn i dypereliggende lag av tildekkingen (5-15 cm). Dette var ikke tilfelle i 2012 (NGI, 2013) og kan tyde på at det foregår en tilførsel av forurenset materiale. **Error! Reference source not found.** illustrerer dette med analyseresultater for sedimentkjerne fra felt 2. Figuren viser også tydelig overgang fra rent tildekkingslag til opprinnelig og forurenset sjøbunn ved 15 cm dyp.

Prøve	Dyp (cm)	Beskriv	Bly (Pb)	Kobber (Cu)	Kvikksølv (Hg)	Sink (Zn)
KB 2	0-5	TIL	19	30	0,278	59
KB 2	5-10	TIL	2,9	7,5	0,045	23
KB 2	10-15	TIL	2,4	5,5	0,043	19
KB 2	15-20	GML	330	240	4,54	490
KB 2	20-30	GML	360	130	3,23	310

Figur 16 Analyseresultater for innhold av bly, kobber, kvikksølv og sink i sedimentkjerne fra felt 2 i mg/kg TS. De fargelagte feltene illustrerer den %-vise forskjellen i konsentrasjon av metallet mellom ulike dyp.

Analyseresultatene viser totalinnhold av miljøgifter i sedimentet. Løse aktive tildekkingsmaterialer, som aktivt kull og olivin har bindingsevne overfor enkelte miljøgifter slik at nytilført forurensning blir mindre biotilgjengelig og på den måten bidra til å redusere den negative effekten av rekontaminering.



## 3.2 Miljøgifter i sedimenterende materiale

Sedimenterende materiale i Kirkebukten ble samlet inn ved hjelp av sedimentfeller og analysert for innhold av metaller (arsen, bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel, sink), PCB<sub>7</sub> og PAH<sub>16</sub>. Det var ikke nok prøvemateriale til å gjøre flere analyser. Mengde materiale i de ulike fellene er oppgitt i Tabell 3. Sedimentprøve fra dammen i Håsteinarparken ble undersøkt for de samme parametrene i tillegg til tributyltinn (TBT), totalt organisk karbon (TOC) og kornstørrelse. Analyseresultatene er sammenlignet med tilstandsklasser for sjøsediment som er gitt i TA2229/2007 (Miljødirektoratet (før Statens Forurensningstilsyn), 2008) og oppsummert i Tabell 10. Analyserapporter er vedlagt i vedlegg 2.

*Tabell 10 Analyseresultat av materiale fra sedimentfeller i Kirkebukten og dam i Håsteinarparken. Fargelagt etter tilstandsklasser for sjøbunn i TA2229/2007. ia= ikke analysert*

Prøve		Felt 1	Felt 2	Felt 3	Felt 4	Håsteinarp.
Referanse		KB-SF, F1	KB-SF, F2	KB-SF, F3	KB-SF, F4	DAM
Totalt organisk karbon	%	ia	ia	ia	ia	6,8
<63 µm (silt og leire)		ia	ia	ia	ia	26%
<2 µm (leire)		ia	ia	ia	ia	4%
Arsen (As)	mg/kg TS	6,2	16	12	11	2,5
Bly (Pb)	mg/kg TS	49	120	86	110	27
Kadmium (Cd)	mg/kg TS	0,43	0,6	0,32	0,41	0,28
Kobber (Cu)	mg/kg TS	68	180	130	120	36
Krom (Cr)	mg/kg TS	19	60	51	40	23
Kvikksølv (Hg)	mg/kg TS	0,106	1,12	4,17	0,702	0,053
Nikkel (Ni)	mg/kg TS	17	81	99	58	20
Sink (Zn)	mg/kg TS	810	420	310	320	230
Tributyltinn (TBT)	mg/kg TS	ia	ia	ia	ia	<0,001
PCB 28	mg/kg TS	<0,00050	<0,00050	<0,0010	<0,00050	0,00238
PCB 52	mg/kg TS	<0,00050	<0,00050	0,0081	0,0027	0,00151
PCB 101	mg/kg TS	0,0049	0,0042	0,0088	0,0021	0,004
PCB 118	mg/kg TS	0,0058	0,0073	0,012	0,0021	0,00167
PCB 138	mg/kg TS	0,0076	0,0067	0,014	0,0041	0,003
PCB 180	mg/kg TS	0,0067	0,0038	0,0072	0,0036	0,00234
PCB 153	mg/kg TS	0,0081	0,0081	0,011	0,0054	0,00407
Sum PCB <sub>7</sub>	mg/kg TS	0,033	0,030	0,061	0,020	0,019
Fluoren	mg/kg TS	0,021	0,07	0,055	0,035	<0,010
Fenantren	mg/kg TS	0,25	0,42	0,5	0,26	0,037
Antracen	mg/kg TS	0,043	0,16	0,19	0,1	0,01
Fluoranten	mg/kg TS	0,56	0,96	1,2	0,67	0,11
Pyren	mg/kg TS	0,96	0,91	1,2	0,58	0,13
Benzo[a]antracen	mg/kg TS	0,17	0,48	0,64	0,36	0,046
Benzo[b]fluoranten	mg/kg TS	0,33	1,2	1,3	0,59	0,14
Benzo[k]fluoranten	mg/kg TS	0,09	0,37	0,44	0,21	0,043
Dibenzo[a,h]antracen	mg/kg TS	0,029	0,085	0,13	0,059	0,014
Acenaftilen	mg/kg TS	0,015	0,078	0,072	0,034	<0,010
Krysen/Trifenylen	mg/kg TS	0,34	0,49	0,64	0,42	0,086
Naftalen	mg/kg TS	0,034	0,1	0,099	0,1	<0,010
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	0,2	0,69	0,75	0,42	0,072
Acenaften	mg/kg TS	<0,010	0,034	0,042	0,022	<0,010
Benzo[ghi]perylen	mg/kg TS	0,18	0,48	0,4	0,24	0,064
Indeno[1,2,3-cd]pyren	mg/kg TS	0,09	0,37	0,4	0,24	0,048
Sum PAH <sub>16</sub>	mg/kg TS	3,3	6,9	8,0	4,3	0,81

Resultatene viser at sedimenterende materiale i Kirkebukten er sterkt forurenset. Materiale fra alle de fire sedimentfellene og fra dammen i Håsteinarparken var forurenset med PCB i tilstandsklasse 3 (moderat) og kobber i tilstandsklasse 4 (dårlig).

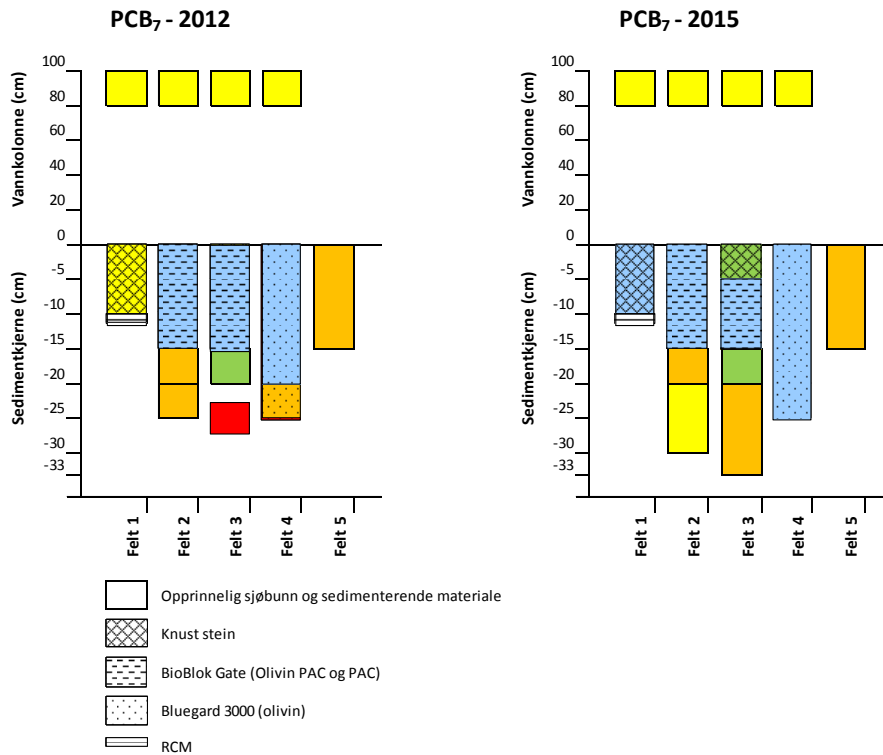
Sediment fra dammen og materiale fra sedimentfellen i felt 1 var for øvrig minst forurenset. Disse prøvene representerer materiale som tilføres fra land via overvannssystem og vassdrag. Materialet fra dammen representerer partikler som føres med Damsgårdselven og ut i Kirkebukten. Sedimentfellen i felt 1 stod plassert ved utløpet av Damsgårdselven og samlet hovedsaklig materiale som kom med elven. Denne fellen hadde samlet ca 3 ganger mer prøvemateriale enn de andre sedimentfellene (360 cm<sup>3</sup>). Materialet inneholdt planterester og var grovere, noe som indikerer at partiklene var transportert fra land og ved større vannhastighet (Tabell 3).

De øvrige sedimentfellene (felt 2, felt 3 og felt 4) samlet mindre mengde materiale (115-145 cm<sup>3</sup>). Prøvematerialet var vesentlig mer forurenset med kvikksølv i klasse 4-5 (dårlig-svært dårlig), PAH og bly i klasse 3-4 (moderat-dårlig) og nikkel i klasse 3 (moderat). Resultatene viser at det foregår tilførsel av forurenset materiale med fare for rekontaminering av tiltaksområdet i Kirkebukten.

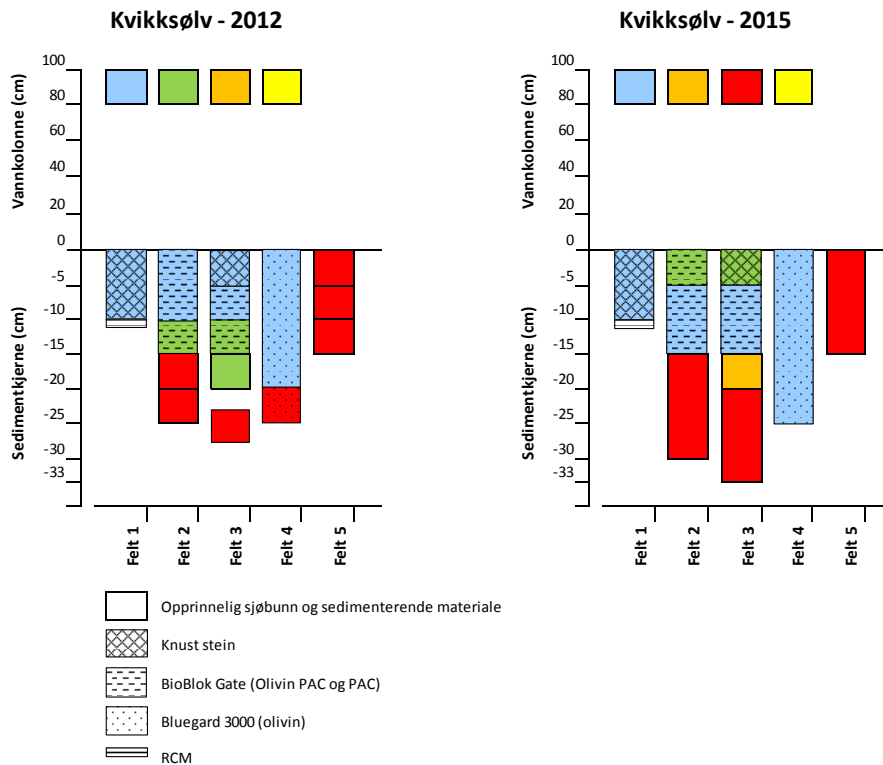
I overvåkingsresultatene fra 2012 er også materiale i sedimentfellen nærmest utløpet fra Damsgårdselven renere enn materialet i de andre sedimentfellene (NGI, 2013). Figur 17 - Figur 19 oppsummerer overvåkingsresultater for sedimenterende materiale og sjøbunn i 2012 og 2015. Figurene viser forurensningsgrad for PCB<sub>7</sub>, kvikksølv og nikkel i materiale fra sedimentfeller og ved ulike dyp i sedimentkjerner fra samme felt. Forurensningsgrad er symbolisert ved tilstandsklasse-farge. Massetype er illustrert ved ulik skravor.

Hovedtrekkene er de samme i både 2012 og 2015. Materiale fra sedimentfellene er forurenset av PCB i alle tiltaksfeltene (felt 1-4), mens øverste analyserte lag av sjøbunnen (0-5 cm) er ren (klasse 2 - god). Unntak er felt 1 som hadde PCB i klasse 3 (moderat) i 2012. I felt 2-4 er sedimenterende materiale også forurenset med kvikksølv, mens sjøbunnen er ren. Mengde sedimenterende materiale er relativt lav (Tabell 1). Figur 16 viser imidlertid at det er økende innhold av metaller i topplaget på 0-5 cm. Det er sannsynlighet at det øverste tynne, brune og fluffy laget på sjøbunnen (0-1,5 cm) har forurensningsgrad som likner det som finnes i sedimentfellene. I nærliggende område i Puddefjorden (felt 5) er sjøbunnen sterkere forurenset med PCB og kvikksølv enn materialet i sedimentfellene.

Det er hovedsakelig to mulige kilder til tilførsel av ny forurensning til Kirkebukten, avrenning fra land (Damsgårdselven og overvannsutløp) og spredning av forurensning fra forurenset sjøbunn i Puddefjorden utenfor. Bergen kommune har kartlagt miljøgifter i sandfangsmateriale i overvannssystemet i Bergen. Tabell 11 oppsummerer resultat fra undersøkelser av sandfangsmateriale fra overvannssystemet som har nedslagsfelt i Kirkebukten (NGU, 2010) (COWI, 2008). Innhold av miljøgifter i sandfangsmateriale avhenger av aktivitet i nedslagsfeltet til kummen, tømmerutiner og nedbørsforhold, men i mange tilfeller inneholder sandfangene de samme miljøgiftene som sjøbunnen i Puddefjorden. Unntaket er kvikksølv (COWI, 2015). Høyt innhold av kvikksølv i sedimenterende materiale i felle 2, 3 og 4 og lave konsentrasjoner av kvikksølv i sandfangssediment, sediment fra dam i Håsteinarparken og i sedimentfellen ved utløpet av Damsgårdselven, indikerer at kilden til tilførsel av nytt forurenset materiale til Kirkebukten i stor grad er spredning fra forurensede sjøområder i Puddefjorden. Opprydning i forurenset sjøbunn i Puddefjorden antas derfor å redusere rekontamineringen i Kirkebukten betydelig. Spredning fra land foregår også til en viss grad, men den kan se ut til å størst betyning innerst i bukten. Både sedimentf fra dam i Håsteinarparken, sandfang og sedimentfelle 1 inneholdt PCB i klasse 3 (moderat) og kobber i klasse 4 (dårlig). Det bør gjøres tiltak for å holde tilbake forurensede partikler i overvannssystemet og evt annen avrenning fra aktivitet på land.



Figur 17 Konsentrasjon av PCB<sub>7</sub> (tilstandsklasser TA-2229) i sedimenterende materiale (sedimentfelle 1 m over sjøbunn) og ved ulike dyp i tildekkingslag og sjøbunn i felt 1-5. Målinger fra 2012 og 2015.

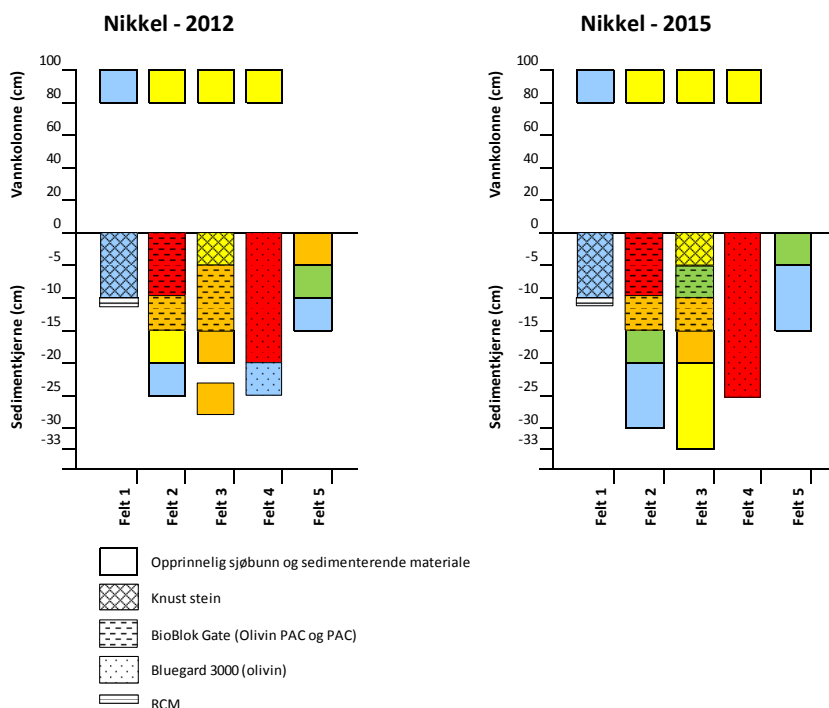


Figur 18 Konsentrasjon av kvikksølv (tilstandsklasser TA-2229) i sedimenterende materiale (sedimentfelle 1 m over sjøbunn) og ved ulike dyp i tildekkingslag og sjøbunn i felt 1-5. Målinger fra 2012 og 2015.

Tabell 11 Innhold av metaller, PCB og PAH i sandfangsmateriale fra overvannssystemet i Kirkebuktområdet (NGU, 2010) (COWI, 2008). Fargelagt etter TA2229)

Parameter	Gjennomsnitt	Maks	Min
Arsen (As)	3,7	6,4	1,9
Bly (Pb)	32,0	72,0	12,0
Kadmium (Cd)	0,52	2,80	0,03
Kobber (Cu)	83	120	51
Krom (Cr)	16	20	12
Kvikksølv (Hg)	0,048	0,180	0,009
Nikkel (Ni)	15,2	18	12
Sink (Zn)	112	5500	130
Sum PCB <sub>7</sub>	0,053	0,586	0,007
Sum PAH <sub>16</sub>	2,11	4,55	0,62

Figur 19 viser at nikkel fra olivinholdig tildekkingsmateriale spres til nærliggende områder.



Figur 19 Konsentrasjon av nikkel (tilstandsklasser TA-2229 i sedimenterende materiale (sedimentfelle 1 m over sjøbunn) og ved ulike dyp i tildekkingslag og sjøbunn i felt 1-5. Målinger fra 2012 og 2015.

### 3.3 Miljøgifter i skjell

Innhold av miljøgifter i skjell kan benyttes ved vurdering av miljøtilstanden i et område. Skjell lever av å filtrere plankton og dødt organisk materiale fra vannet og tar opp tilgjengelige miljøgifter i vevet.

Det var generelt liten tilgang til skjell som prøvemateriale i Kirkebukten i oktober 2015, og det ble bare funnet skjell i tilknytning til sjøbunnen i felt 4 og felt 5. Fire prøver ble analysert for innhold av metaller og PCB<sub>7</sub>. Ny veileder for klassifisering av vann, sediment og biota, M-608/2016 (Miljødirektoratet, 2016) angir ikke miljøkvalitetsstandard (EQS) for PCB<sub>7</sub> og de aktuelle metallene. Analyseresultatene er derfor klassifisert etter tilstandsklasser for blåskjell i veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, TA 1467/1997 (Miljødirektoratet (før Statens forurensningstilsyn), 1997) (se Tabell 12).

Tabell 12 Tilstandsklasser for blåskjell i veileder for fjorder og kystfarvann, TA1467/1997

Arter/vev	Parameter	Klasse 1 (Ubetydelig forurenset)	Klasse 2 (Moderat forurenset)	Klasse 3 (Markert forurenset)	Klasse 4 (Sterkt forurenset)	Klasse 5 (Meget sterkt forurenset)
Blåskjell bløtdeler minus lukkemuskel (tørrvektsbasis) mg/kg	Arsen (AS)	<10	10-30	30-100	100-200	>200
	Bly (Pb)	<3	3-15	15-40	40-100	>100
	Kadmium (Cd)	<2	2-5	5-20	20-40	>40
	Kobber (Cu)	<10	10-30	30-100	100-200	>200
	Krom (Cr)	<3	3-10	10-30	30-60	>60
	Kvikksølv (Hg)	<0,2	0,2-0,5	0,5-1,5	1,5-4	>4
	Nikkel (Ni)	<5	5-20	20-50	50-100	>100
	Sink (Zn)	<200	200-400	400-1000	1000-2500	>2500
Blåskjell bløtdeler minus lukkemuskel (friskvektsbasis) µg/kg	Sum PAH <sub>16</sub>	<50	50-200	200-2000	2000-5000	>5000
	Sum PCB <sub>7</sub>	<4	4-15	15-40	40-100	>100

Tabell 13 Analyseresultater for skjell fra felt 4 og felt 5 i Kirkebukten. Fargelagt etter TA1467/1997.  
ia = ikke analyser, VV= våtvekt, TS= tørrvekt

Felt	Felt 4			Felt 5
Prøvemerkning	4-1	4-2	4-3	5-1
Prøvemateriale	hjerter- /knivskjell	blåskjell	blåskjell	blåskjell
Arsen (As) mg/kg TS	10,00	14,00	18,75	14,71
Bly (Pb) mg/kg TS	3,00	4,75	4,38	8,13
Kadmium (Cd) mg/kg TS	0,21	0,81	0,53	0,54
Kobber (Cu) mg/kg TS	6,06	6,88	6,25	6,88
Krom (Cr) mg/kg TS	131,25	4,06	0,94	0,63
Nikkel (Ni) mg/kg TS	225,00	3,50	1,06	0,49
Sink (Zn) mg/kg TS	81,25	106,25	162,50	106,25
Sum PCB <sub>7</sub> µg/kg VV	ia	3,30	2,70	6,40

Skjellene fra felt 4 og felt 5 hadde lavt innhold av PCB<sub>7</sub> tilsvarende tilstandsklasse 1 (ubetydelig forurenset) og 2 (moderat forurenset).

Innholdet av metaller var også lavt for alle prøvene med unntak av prøve 4-1 (hjerteskjell og knivskjell) fra felt 4 som inneholdt krom og nikkel tilsvarende tilstandsklasse 5 (meget sterkt forurenset). Årsaken til dette er uklar. Tildekkingsmaterialet i felt 4 er olivin, som har naturlig høyt innhold av nikkel og som kan være en kilde, men prøver av blåskjell fra samme felt (4-2 og 4-3) hadde imidlertid ikke høye konsentrasjoner av

nikkel. Prøve 4-1 bestod av svært begrenset prøvemateriale og kan være påvirket av evt sandkorn som har fulgt med prøvene. Innholdet av krom i prøve 4-1 var også svært høyt uten at det er identifisert noen sannsynlig kildet til opptak av krom. Blåskjell fra samme felt hadde ikke høyt innhold av krom. Kromkonsentrasjonen i prøve 4-1 var 2,6 ganger høyere enn i sedimentprøver fra samme felt (Tabell 8). Dette tyder på at analyseresultatene for denne prøven har begrenset troverdighet.

Det er tidligere undersøkt blåskjell fra Kirkebukten i 2010 og 2012. Det har vært lite tilgang til prøvemateriale, og blåskjellene er samlet inn ved ulike lokaliteter. Beskrivelse av prøvetaking og analyseresultater er gitt i vedlegg 3. I 2010 var blåskjell fra tre av fem prøvepunkt (felt 1, felt 4 og felt 5) sterkt forurensset med PCB tilsvarende klasse 4, de øvrige var i klasse 2 (moderat forurensset). Prøvene hadde lavt innhold av metaller tilsvarende klasse 1 (ubetydelig) og 2 (moderat forurensset). I 2012 ble det bare funnet blåskjell ved to lokaliteter. Prøvene var moderat forurensset med PAH (klasse 2) og moderat til markert forurensset med PCB (klasse 3). Begge prøvene var markert til sterkt forurensset med flere metaller (klasse 3 og 4). Innhold av PAH var under EQS i M-608, mens innholdet av kvikksølv oversteg EQS i en av prøvene fra 2012.

Generelt viser resultatene lavere innhold av PCB i blåskjell etter tiltak (2012 og 2015 enn før tiltak, 2010). For metaller ble det funnet høyere konsentrasjoner i 2012 enn i 2010 og 2015.

Rapport fra miljøovervåking i Kirkebukten 2012 (NGI, 2012) og undersøkelsen i 2015 viser at sjøbunnen i tiltaksområdet var ren (0-5 cm), men at område tilføres nytt sedimenterende materiale med høye konsentrasjoner av metaller og organiske miljøgifter. Tilførsel av forurensset materiale fra land eller tilgrensende forurensset sjøbunn er trolig årsak til høye konsentrasjoner i blåskjell i 2012. I tillegg skal det ha pågått arbeid med en avløpsledning i overgangen felt 3 og felt 4 som kan ha gitt oppvirvling av forurensset sjøbunn (IMC Diving, 2015). Årsaken til varierende forurensningsgrad i blåskjellprøver fra 2010, 2012 og 2015 kan også være påvirket av at prøvene er tatt ved ulik årstid. Ideelt tidspunkt for innsamling av blåskjell er vinter/tidlig vår før gyting. Dette kan være en medvirkende årsak til at prøver tatt i april 2012 hadde høyere innhold av miljøgifter enn prøver tatt i august 2010 og oktober 2015.

## 3.4 Miljøgifter i sjøvann og overvann

### 3.4.1 PAH og PCB

POM-55 passive prøvetakere var utplassert 30 cm over sjøbunnen i felt 1 - 5, og ved overvannsutløpene O1, O2 og O3 for å måle mengde løst PAH og PCB i vannet nært sjøbunnen og i overvann fra land.

Analyserapportene er vedlagt i vedlegg 2. Analyseresultatene fra 2015 og fra tilsvarende undersøkelse før tiltak i 2011 (NGI, 2011) er oppsummert i Tabell 14 og Tabell 15.

Sammenlikning av resultatene for PAH med Miljødirektoratet sine tilstandsklasser for innhold av PAH i kystvann M-608 (Miljødirektoratet, 2016), viser at konsentrasjonen av enkeltforbindelsene for PAH er i tilstandsklasse 2 (god vannkvalitet) eller bedre for alle lokaliteter. Målte konsentrasjoner av PAH<sub>16</sub> i 2015 varierte mellom 26-71 ng/l. Verdiene er lavere enn det som ble målt i perioden juni-juli 2012 (60-211 ng/l) (NGI, 2012), men litt høyere enn det som ble målt i januar 2011 før tildekking (23-28 ng/l) (NGI, 2011). Forskjellene i konsentrasjoner er sannsynlig innenfor naturlig variasjon med hensyn til menneskelig påvirkning (båttrafikk, overvannsutslipp, St.Hansbål ), måle-usikkerhet i metoden og faktorer som strømforhold, temperatur, nedbør og turbiditet i vannet (NGI, 2013). I 2012 ble det utført målinger med POM i to ulike dybder i samme eksponeringsperiode (10 cm og 30 cm over sjøbunnen). Resultatene viste at PAH<sub>16</sub>-konsentrasjonen var lavest nærmest sjøbunn (41-97 ng/l 10 cm over sjøbunn og 60-211 ng/l 30 cm over sjøbunn). Dette tyder på at sjøvannets innhold av PAH er forårsaket av andre kilder og ikke utlekking fra eller gjennom tildekkingsmaterialet (NGI, 2013).



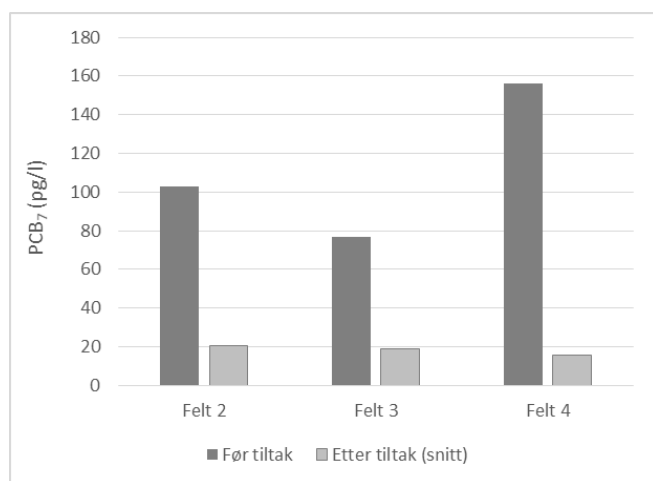
Miljødirektoratet har ikke angitt grenseverdier for PCB i vann. Målte konsentrasjonen av PCB<sub>7</sub> i sjøvannet i 2015 varierte mellom 26-42 pg/l 30 cm over sjøbunnen i tiltaksfeltene og 33-38 pg/l i referansefeltet (felt 5). Verdiene i tiltaksfeltene er litt høyere enn overvåkingsresultater fra 2012 (0,2-19 pg/l) (NGI, 2013) og 2011 (11-23 pg/l) (NGI, 2012), men de er betydelig og ca en størrelsesorden, lavere enn verdier av PCB<sub>7</sub> som ble målt i sjøvann i tiltaksfeltene før tildekking ble gjennomført i 2011 (77-156 pg/l). Dette viser en fortsettelse av tildekkingens positive effekt. *Figur 20* viser reduksjon i PCB<sub>7</sub> i sjøvann nært sjøbunnen etter tiltak i felt 1-4 sammenliknet med tilsvarende måling før tiltak. Det ble ikke utført POM-målinger i felt 5 før tiltak, og tilsvarende sammenlikning er derfor ikke mulig. *Figur 21* viser alle enkeltresultater for måling av PCB<sub>7</sub> med POM som er gjort i Kirkebukten fra 2011 til 2015.

**Tabell 14**      *Analyseresultater for PCB<sub>7</sub> (pg/l) og PAH<sub>16</sub> (ng/l) i vann, målt ved hjelp av passiv prøvetaker POM utplassert i felt 1-4 i Kirkebukten i 2015 (2.7.15-12.8.15) og før tiltak i 2011 . Fargelagt etter M-608. i.p= ikke påvist*

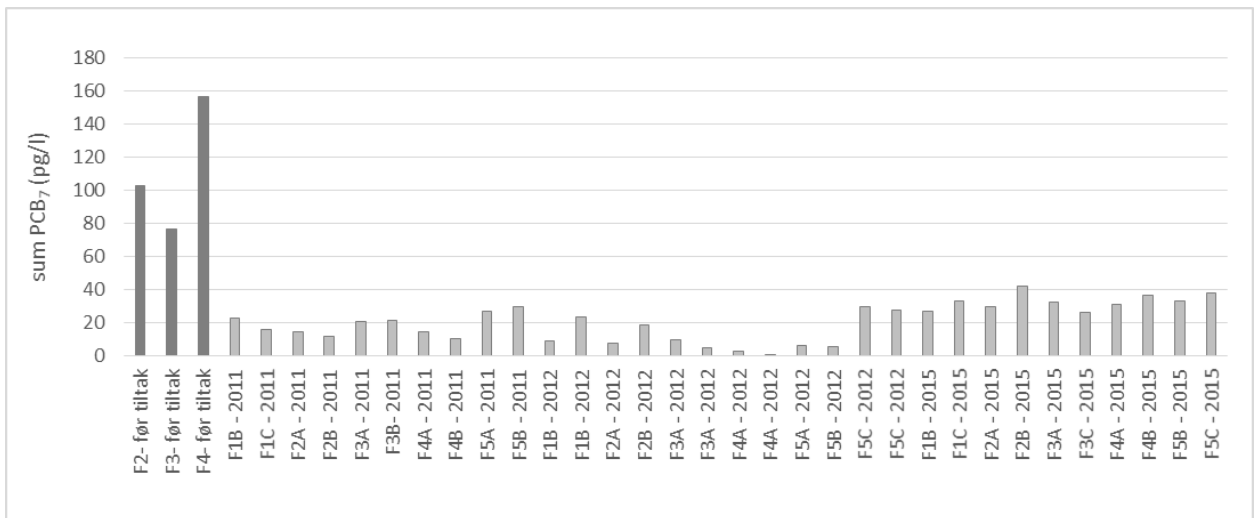
Parameter	Kontroll 2015								Før tildekking 2011		
	F1-B	F1-C	F2-A	F2-B	F3-A	F3-C	F4-A	F4-B	F2	F3	F4
	30 cm	30 cm	30 cm	30 cm	30 cm	30 cm	30 cm	30 cm	30 cm	30 cm	30 cm
Naftalen ng/l	9,66	15,48	8,67	39,73	6,91	8,78	6,37	9,16	7,91	8,43	10,52
Acenaftylen ng/l	1,49	1,96	1,48	1,75	1,71	1,76	1,08	1,08	1,01	1,00	0,87
Acenaften ng/l	1,98	2,10	1,74	1,77	1,52	1,87	1,64	1,77	0,97	0,81	0,88
Fluoren ng/l	3,37	3,60	3,30	3,58	2,98	3,35	2,37	3,03	4,50	4,56	4,61
Fenantren ng/l	11,63	13,21	12,72	21,10	13,35	12,57	11,80	11,66	7,33	7,21	9,71
Antracen ng/l	0,30	0,39	0,22	0,27	0,29	0,22	0,17	0,19	0,10	0,16	0,08
Fluoranten ng/l	1,09	1,49	0,71	1,20	1,35	1,12	1,76	1,38	0,32	0,44	0,63
Pyren ng/l	1,06	1,38	0,85	1,03	1,40	1,46	2,22	1,57	0,42	0,53	0,64
Benso(a)antracen^ ng/l	0,06	0,07	0,03	0,05	0,05	0,04	0,09	0,05	0,03	0,03	0,05
Krysen^ ng/l	0,13	0,18	0,07	0,08	0,10	0,08	0,20	0,15	0,09	0,12	0,18
Benso(b)fluoranten^ ng/l	0,10	0,13	0,06	0,08	0,10	0,06	0,15	0,15	0,06	0,08	0,10
Benso(k)fluoranten^ ng/l	0,07	0,10	0,05	0,05	0,07	0,07	0,15	0,09	0,04	0,05	0,08
Benso(a)pyren^ ng/l	0,04	0,08	0,02	0,04	0,05	0,06	0,11	0,07	0,03	0,03	0,04
Indeno(123cd)pyren^ ng/l	0,02	0,04	0,01	0,02	0,02	0,02	0,05	0,03	0,01	0,01	0,02
Dibenso(ah)antracen^ ng/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,01	0,00	0,01
Benso(ghi)perylene ng/l	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,04	0,02	0,01	0,02	0,02
<b>SUM PAH<sub>16</sub></b> ng/l	<b>31,02</b>	<b>40,24</b>	<b>29,95</b>	<b>70,79</b>	<b>29,94</b>	<b>31,50</b>	<b>28,23</b>	<b>30,41</b>	<b>22,83</b>	<b>23,48</b>	<b>28,44</b>
PCB-28 pg/l	4,17	5,27	3,56	13,49	6,64	1,91	8,23	6,68	98,84	72,54	151,06
PCB-52 pg/l	20,83	24,05	23,79	25,34	23,63	22,53	20,07	23,48	3,67	3,69	4,49
PCB-101 pg/l	0,82	2,34	1,35	1,53	1,03	0,87	1,77	1,01	0,36	0,35	0,36
PCB-118 pg/l	0,00	0,52	0,43	0,66	0,36	0,61	0,59	0,36	i.p.	i.p.	0,12
PCB-153 pg/l	0,15	0,19	0,15	0,10	0,19	0,14	0,12	0,17	0,05	0,10	0,08
PCB-138 pg/l	0,21	0,34	0,18	0,37	0,22	0,21	0,21	0,23	0,04	0,11	0,10
PCB-180 pg/l	0,61	0,12	0,03	0,23	0,17	0,06	0,05	4,19	i.p.	i.p.	i.p.
<b>SUM PCB<sub>7</sub></b> pg/l	<b>26,79</b>	<b>32,84</b>	<b>29,49</b>	<b>41,72</b>	<b>32,25</b>	<b>26,33</b>	<b>31,06</b>	<b>36,12</b>	<b>102,96</b>	<b>76,78</b>	<b>156,21</b>

Tabell 15 Analyseresultater for PCB<sub>7</sub> (pg/l) og PAH<sub>16</sub> (ng/l) i vann, målt ved hjelp av passiv prøvetaker POM utplassert i felt 5 og ved overvannsutløp i Kirkebukten i perioden juli – august 2015. Fargelagt etter M-608. i.p= ikke påvist

Parameter	Kontroll 2015			
	F5-B	F5-C	O1	O3
	30 cm	30 cm	30 cm	30 cm
Naftalen ng/l	6,05	5,77	5,58	5,77
Acenaftylene ng/l	1,33	0,91	1,28	1,21
Acenaften ng/l	1,77	1,25	1,55	1,89
Fluorene ng/l	2,68	2,45	2,77	2,61
Fenantrenen ng/l	9,25	14,98	14,52	13,98
Antracene ng/l	0,37	0,30	0,09	0,25
Fluoranten ng/l	1,79	2,41	1,45	3,18
Pyrenen ng/l	1,99	3,33	1,78	4,01
Benso(a)antracene^ ng/l	0,13	0,09	0,02	0,06
Krysen^ ng/l	0,24	0,25	0,28	0,24
Benso(b)fluoranten^ ng/l	0,32	0,32	0,08	0,09
Benso(k)fluoranten^ ng/l	0,16	0,17	0,03	0,03
Benso(a)pyrenen^ ng/l	0,15	0,12	0,02	0,04
Indeno(123cd)pyrenen^ ng/l	0,06	0,06	0,01	0,02
Dibenso(ah)antracene^ ng/l	0,04	0,02	0,00	0,00
Benso(ghi)perylene ng/l	0,05	0,05	0,01	0,01
<b>SUM PAH<sub>16</sub></b> ng/l	<b>26,38</b>	<b>32,48</b>	<b>29,47</b>	<b>33,41</b>
PCB-28 pg/l	6,53	14,82	6,91	12,91
PCB-52 pg/l	21,50	18,61	21,70	24,11
PCB-101 pg/l	2,18	2,36	0,67	1,19
PCB-118 pg/l	1,50	0,75	0,00	0,63
PCB-153 pg/l	0,51	0,39	0,14	0,23
PCB-138 pg/l	0,35	0,47	0,25	0,24
PCB-180 pg/l	0,23	0,18	0,07	0,06
<b>SUM PCB<sub>7</sub></b> pg/l	<b>32,80</b>	<b>37,58</b>	<b>29,73</b>	<b>39,37</b>

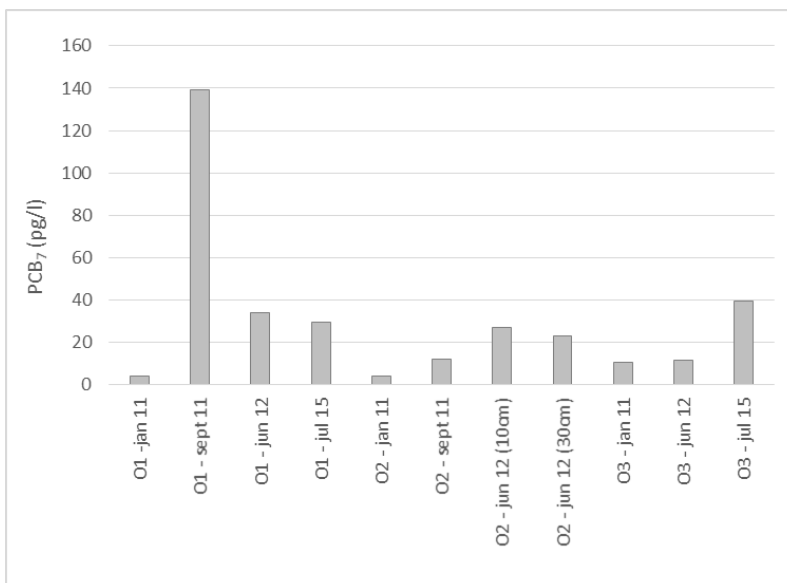


Figur 20 PCB<sub>7</sub> målt med POM i Kirkebukten felt 1-4 før tiltak i 2011 og gjennomsnitt av overvåkingsresultater (2011, 2012 og 2015)

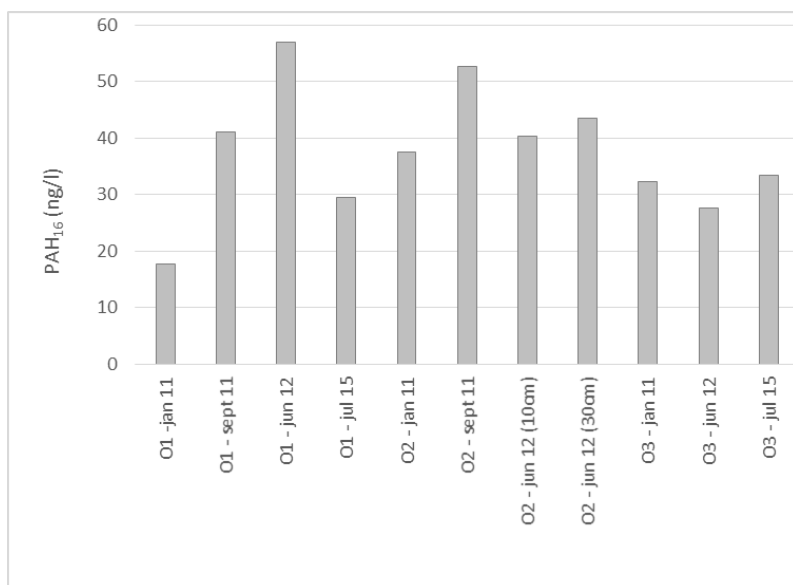


Figur 21 PCB<sub>7</sub> (pg/l) fra POM utplassert i sjøvann i felt 1-5 i overvåkningsperioden 2011-2015. For felt 2, 3 og 4 viser også konsentrasjoner før tiltak (januar 2011).

Resultatene for målinger ved utløp av overvann i 2015 (O1-O3) var 20-40 pg/l PCB<sub>7</sub> og 29-33 ng/l PAH<sub>16</sub>. Innholdet av PCB og PAH er generelt på samme nivå som i sjøvann. Konsentrasjonen av miljøgifter i overvann vil variere med aktivitet i nedbørfeltet, nedbør og drift av overvannssystem og sandfang. Figur 22 og Figur 23 viser de samlede resultatene fra undersøkelsene i 2011, 2012 og 2015. Prøvetakerne er plassert i utløpet av overvannsrør (O1 og O3) og i munningen av kulverten med Damsgårdselven (O2). Særlig prøve O1 og O3 vil være påvirket av sjøvann når det flør. Ved hjelp av POM måles løste organiske miljøgifter. PAH og PCB er i stor grad bundet til partikler. For å vurdere spredning av forurensning til sjø via overvann må måleresultatene for POM sees i sammenheng måling av partikkelbundet forurensning i sedimentfeller (kap 3.2).



Figur 22 PCB<sub>7</sub> i vann ved utløp av overvann fra land til Kirkebukten. Målt ved hjelp av POM i 2011, 2012 og 2015. O1 og O3 er utløp av overvannsrør, O2 er utløp av Damsgårdselven



Figur 23 PAH<sub>16</sub> i vann ved utløp av overvann fra land til Kirkebukten. Målt ved hjelp av POM i 2011, 23012 og 2015. O1 og O3 er utløp av overvannsrør, O2 er utløp av Damsgårdselven

### 3.4.2 Metaller

DGT passive prøvetakere var utplassert 20 cm over sjøbunnen i felt 1-5 for måling av løste metaller i vann. Analyserapportene er vedlagt i vedlegg 2. Analyseresultatene fra 2015 og fra tilsvarende undersøkelse før tiltak i 2011 (NGI, 2011) er oppsummert i Tabell 16.

Resultatene er sammenliknet med Miljødirektoratet sine tilstandsklasser for metaller i kystvann M-608 (Miljødirektoratet, 2016). Vannkvaliteten tilsvarer klasse 2 (god) for alle prøver og alle parametre med unntak av prøve O3 (overvann) i 2011 som var moderat forurenset med sink.

Tabell 16 Analyseresultater av metaller i sjøvann 10-20 cm over sjøbunn i Kirkebukten i 2015 (2.7.15-12.8.15) og før tiltak i 2011 (21.12.2010-11.1.2010). Beregnet for opptak i DGT. Fargelagt etter M-608.

Prøve		Kontroll 2015								Før tildekking 2011			
		F1-B	F1-C	F2-B	F3-C	F4-A	F4-B	F5-B	F5-C	F2	F3	F4	O2
Kadmium (Cd)	µg/l	0,0132	0,00941	0,0129	0,0125	0,0101	0,00865	0,0116	0,011	0,0145	0,012	0,0113	0,0183
Krom (Cd)	µg/l	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0,463	0,0826	0,209	0,227
Kopper (Cu)	µg/l	0,607	1,05	0,252	0,195	0,183	0,199	0,546	0,419	0,11	0,138	0,278	0,423
Sink (Zn)	µg/l	1,91	2,08	1,28	1,27	1,99	1,91	1,97	1,92	2,07	1,61	2,79	5,30
Nikkel (Ni)	µg/l	0,182	0,188	0,234	0,176	0,166	0,19	0,169	0,158	0,421	0,183	0,306	0,391
Bly (Pb)	µg/l	0,0568	0,11	0,0211	0,0441	0,0173	0,0314	0,125	0,0486	0,0152	0,0323	0,0523	0,0265
Uran (U)	µg/l	0,012	0,0115	0,0279	0,00651	0,0285	0,0184	0,0153	0,0181	0,0576	0,0794	0,0479	0,136
Aluminium (Al)	µg/l	0,149	1,8	0,0636	0,0677	0,123	0,287	0,118	0,295	<0,2	<0,2	4,69	4
Kobolt (Co)	µg/l	0,0207	0,0188	0,0152	0,0154	0,0141	0,0148	0,0153	0,0131	0,0185	0,013	0,0183	0,0383
Jern (Fe)	µg/l	3,05	7,73	0,562	0,468	0,379	0,681	0,508	1,08	3,08	1,37	9,3	14,3
Mangan (Mn)	µg/l	1,27	2,47	0,681	0,262	0,458	0,503	0,34	0,499	0,809	0,632	0,551	2,76

DGT-er kan bli mettet og gi underestimerte metallkonsentrasjoner dersom eksponeringstiden blir for lang i ionerikt miljø. I 2015 var DGT-ene eksponert i 6 uker mens de bare var eksponert i ca 3 uker i 2011. Resultatene i 2015 er på samme nivå som i 2011. Dette tyder på at resultatene er troverdige og at prøvetakerne ikke ble mettet til tross for lang eksponeringstid i 2015.

### 3.5 Rekolonisering av bunndyr

Bunndyrundersøkelsen er i sin helhet rapportert i Uni Research Miljø – SAM Marin notat 07-2016 (Uni Research Miljø SAM-Marin, 2016), vedlegg 4. Hovedkonklusjonene gjengis her. Bunnfaunaen på de undersøkte stasjonene viser til gode (B2 og B3) til moderate forhold (B1, B4 og B5).

En rekolonisering av arter etter et inngrep i et område vil gjerne til en viss grad gjenspeile artssammensetningen som var der tidligere, samt nærliggende områder som var upåvirket av tiltaket. I dette tilfellet er det snakk om rekolonisering av arter i ett område tidligere svært preget av forurensning, både fra kloakk i form av organisk belastning og i form av miljøgifter fra industrivirksomhet, og som er omkranset av et område som også er svært preget av tilsvarende forurensning. Dette sees igjen i artssammensetningen i det rekoloniserte området som i stor grad består av opportunistar og forurensningstolerante arter (Uni Research Miljø SAM-Marin, 2016).

Når det gjelder hvilke typer tildekningsmateriale som er brukt ser det ut til at forskjellene i artssammensetning i hovedsak er knyttet til kornfordelingen i sedimentet. På de to ytterste stasjonene (B4 uten tildekking og B5 tildekket med olivin) er det større dominans av børstemark som gjerne trives i mer finpartikulært sediment. Ved de andre stasjonene er sedimentet noe grovere som resulterer i færre børstemark. Den innerste stasjonen har børstemarken *Capitella capitata* som den mest dominerende og denne er fraværende på de andre stasjonene med unntak av noen individer funnet på stasjon B4 og B5, dette er en børstemark som trives godt i forurensede områder med god næringstilgang. Ved de andre stasjonene er det en annen børstemark som er den mest fremtredende, *Polydora sp.* Dette er en spionide som har hatt en betydelig økning i antall på dypt vann i Byfjorden, Sørfjorden og Raunefjorden de siste årene. Tatt i betraktning at dette er et relativt grunt område som dermed vil kunne påvirkes og forstyrres av båttrafikk (marina) og sesongforskjeller (sommer/vinter) er forholdene relativt normale med tanke på bunndyrssammensetningen i påvirkede områder (Uni Research Miljø SAM-Marin, 2016).

Sedimentforholdene med tanke på miljøgifter har blitt betydelig forbedret som følge av tildekking av forurensede sedimenter i området. Den noe fattige faunasammensetningen som nå har rekolonisert området er trolig mer en effekt av nærliggende områders noe reduserte bunnfauna fremfor negativ påvirkning av forurensede sedimenter. Det anbefales at undersøkelsene følges opp for å se utviklingen i området videre for å kunne se om en noe sunnere bunnfauna vil kunne etablere seg (Uni Research Miljø SAM-Marin, 2016).



## 4 Konklusjoner

Miljøtilstand i Kikebukten er generelt god. Sedimentforholdene med hensyn til miljøgifter har blitt betydelig forbedret som følge av tildekking av forurenset område. Sjøbunnen (0-5 cm) er ren (klasse 2 eller bedre), og vannkvaliteten er god med hensyn til miljøgifter. Bunndyr og vegetasjon har etablert seg. Den noe fattige faunasammensetningen som har rekolonisert området er trolig en effekt av nærliggende områders reduserte bunnfauna. Forskjeller i artssammensetning mellom feltene kan være knyttet til kornfordelingen i sedimentet (Uni Research Miljø SAM-Marin, 2016). Forholdene innerst i bukten i vest har til dels mye finstoff og er preget av nedbryting av organisk materiale og forurensning fra land. Området er grunt, og båttrafikk og annen aktivitet i området vil virvle opp massene.

Tildeckingene synes å fungere etter hensikten. Tildekkingslagene er identifiserbare i sedimentkjerner, og sjøbunnen er ren gjennom tildekkingslagene. Tykkelsen på tildekkingslagene var noe varierende. Gjennomsnittlig tykkelse av tildekkingslag i sedimentkjerner fra felt 2 og 3 var noe tynnere enn gjennomsnittlig tildekkingslag som var målt etter tiltak. I felt 4 var ikke kjernene lange nok til å vurdere tildekkingslagets tykkelse. Det foregår noe erosjon og masseforflytning, hovedsakelig i de grunneste områdene. Særlig i gruslag i felt 1 og pukk i felt 4 har det vært intern masseforflytning.

Nytt sedimenterende materiale i Kirkebukten er forurenset med metaller, PCB og PAH, og analyseresultatene viser at innholdet av forurensning i det øverste sedimentlaget (0-5cm) er økende. Rekontamineringen i felt 2, 3 og 4 kan i størst grad knyttes til spredning av partikkelbundet forurensning fra nærliggende forurensete områder i Puddefjorden og til Kirkebukten. Sjøbunnen i Puddefjorden og sedimenterende materiale i Kirkebukten er svært forurenset av kvikksølv, mens avrenning fra land har lite kvikksølv. Kvikksølv fungerer som en indikator på at hovedforurensningen til tiltaksområdet hovedsakelig kommer fra Puddefjorden. Det ble også påvist moderat forurensning av nikkell i sedimentfellene. Olivin har naturlig høyt nikkellinnhold, og dette indikerer intern oppvirvling og resedimentering av olivinholdig materiale fra felt 2 og 4. Dersom tilførsel av ny forurensning får pågå over lengre tid kan det redusere effekten av opprydningen. Planlagte tiltak i Puddefjorden vil trolig ha god effekt med hensyn til å redusere rekontaminering av oppryddet område i Kirkebukten. Gjennomføringen av tiltak i området utenfor Kirkebukten må utføres skånsomt slik at ikke tiltaksområdet i Kirkebukten påvirkes negativt. Miljøeffekt i Kirkebukten bør overvåkes i anleggsperioden. Spredning fra land foregår også til en viss grad. Det bør også gjøres tiltak for å holde tilbake PCB-forurensete partikler i overvannssystemet og evt annen avrenning fra aktivitet på land.

Når det gjelder undersøkelsene av opptak av miljøgifter i skjell er datagrunnlaget for dårlig til å kunne trekke noen konklusjoner. Ved videre overvåking av området kan det vurderes å sette ut rene skjell i bur for å sikre tilstrekkelig prøvemateriale og sammenlikningsgrunnlag.

Den generelle miljøtilstanden i området, utviklingen i bunndyrsamfunnet og effekten av tiltaket i Kirkebukten bør overvåkes over tid. Overvåkingsprogrammet bør forlenges. Det anbefales at undersøkelsene som ble utført i 2015 gjentas i 2019, etter at tiltak i Puddefjorden er avsluttet.

## 5 Referanser

**Bergen kommune, 2010.** *Søknad om tillatelse til mudring og tildekking av forurensede sedimenter i Kirkebukten.*

**Biologge, 2013.** *Kirkebukten, bruk av olivin-materialer. Notat 13.03.2013.*

**COWI, 2008.** *Kirkebukten. Supplerende undersøkelser av forurensningstilstand og aktive kilder. Prosjektnr 124300.*

**COWI, 2012.** *Ettårsbefaring i Kirkebukten, felt 1. Notat 02.05.12.*

**COWI, 2012.** *Gjennomført av mudring og tildekking i Kirkebukten. Prosjekt 128869.*

**COWI 2012.** *Miljøovervåking i Kirkebukten. Plan for overvåking etter tiltak i forurenset sjøbunn. Versj 3, 7.3.2012. Prosjektnr 128869.*

**COWI, 2012.** *Ettårsbefaring i Kirkebukten felt 2,3,4. A005136-2012-04.*

**COWI, 2015.** *Forurensning i fasader og overvann på Nordnes, Bergen. A040950-2015-03.*

**COWI, 2014.** *Overvåking i Kirkebukten under anleggsarbeid i Håsteinarparken. A004136-2014-01.*

**COWI, 2015.** *Forurensning i sandfangssedimenter. Laksevåg ved Nordrevågen. A040950-2015-08.*

**IMC Diving, 2015.** *Pers.med. Jørn Oksnes.*

**Miljødirektoratet (før Statens forurensningstilsyn), 1997.** *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, TA 1467/1997.*

**Miljødirektoratet (før Statens Forurensningstilsyn), 2008.** *Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann 2229/2007.*

**Miljødirektoratet. 2016.** *Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota, M-608.*

**NGI, 2011.** *Metodebeskrivelse og analyseresultater av situasjon før tiltak i Kirkebukten, Bergen havn. 20101115-00-1-TN.*

**NGI, 2012.** *Effekt av tildekking i Kirkebukten - Overvåkingsresultater fra høsten 2011. 20101115-00-4-TN.*

**NGI, 2013.** *Kirkebukten, Bergen havn - vurdering av overvåkingsresultater. Effekt av tildekking - overvåkingsresultater 2012. Dokumentnr 10120461-02-R.*

**NGU, 2010.** *PCB i maling og sandfang fra området Kirkebukten, Bergen. Rapport nr 2010.051.*

**Silbelco, 2010.** *Testrapport Blueguard 3000 og Blueguard 3000C iht Tildkingsveileder Klif (SFT) TA-2143/2005.*

**Uni Research Miljø SAM-Marin. 2016.** *Bunndyrundersøkelse i Kirekbutekn 2015. Prosjekt 808969, Notat nr 07-16. 2016.*

## 6 Vedlegg

Vedlegg 1 Beskrivelse sedimentkjerner og dykkerinspeksjon

Vedlegg 2 Analyserapporter

Vedlegg 3 Blåskjell, feltnotat og resultater 2010, 2012

Vedlegg 4 Rapport bunndyrundersøkelse. Uni Research

## Vedlegg 1

# Sedimentkjerner og dykkerinspeksjon 2015

### Innhold

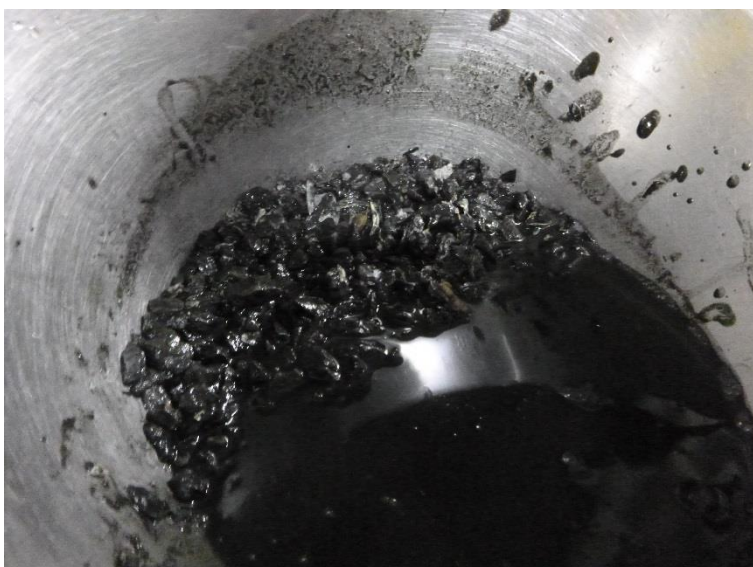
Felt 1 – Reaktive matter med organoclay MRM .....	2
Felt 2 – Bioblok Gate PAC/olivin.....	4
Felt 3 – Bioblok Gate PAC.....	7
Felt 4 - Olivin .....	10
Felt 5 – Ikke tildekket .....	14
Oversikt blandprøver.....	17
Dykkernes svømmerute .....	18

## Felt 1 – Reaktive matter, organoclay MRM

Dyp (cm)	Felt 1	Felt 1	Felt 1	Felt 1	Felt 1
0	Tildekking 2011	Prøve 0-2015	Prøve 1-2015	Prøve 2-2015	Prøve 3-2015
1	0-10 cm grus	grus med svart finstoff,  varierende dekkningsgrad på reaktiv matte (ca 0-20cm)	grus med svart finstoff, mer finstoff enn prøve 0 og 2,  varierende dekkningsgrad på reaktiv matte (ca 0-20cm)	grus med svart finstoff,  varierende dekkningsgrad på reaktiv matte (ca 0-20cm)	grus med svart finstoff, mer finstoff enn prøve 0 og 2,  varierende dekkningsgrad på reaktiv matte (ca 0-20cm)
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11	Reaktiv matte	Reaktiv matte	Reaktiv matte	Reaktiv matte	Reaktiv matte
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					



Felt 1, prøve 1



Felt 1, prøve 2



## Felt 2 – Grus, aktivt kull og olivin

Dyp (cm)	Felt 2	Felt 2	Felt 2	Felt 2	Felt 2		
0	Tildekking 2011	kjerne 4-2015	kjerne 5-2015	kjerne 6-2015	kjerne 7-2015		
1	0-17 cm Bioblok Gate, gruskjerne med PAC/olivin	brunt, finkornet	brunt, finkornet	brunt, finkornet	brunt, finkornet		
2		1-15 cm Svart, grusholdig tildekkingsmasse	1-8 cm Svart, grusholdig tildekkingsmasse	1-10 cm Svart, grusholdig tildekkingsmasse, skjellframgent	1-14 cm Svart, grusholdig tildekkingsmasse		
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9						8-13 cm Svart, finkornet, homogen (opprinnelig sjøbunn)	10-18 cm Svart, finkornet, homogen (opprinnelig sjøbunn)
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18	opprinnelig sjøbunn	15-32 cm Svart, finkornet, homogen (opprinnelig sjøbunn)					
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							

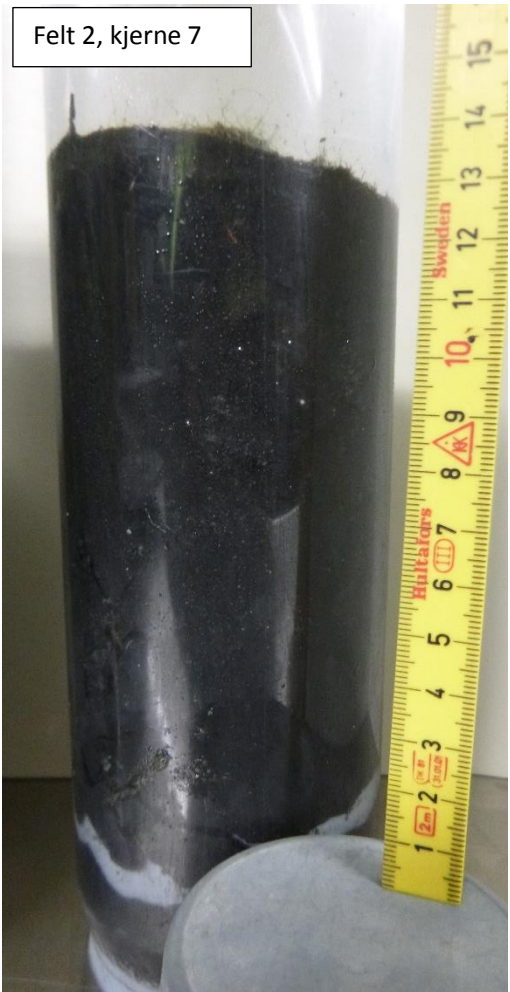




Felt 2, kjerne 6



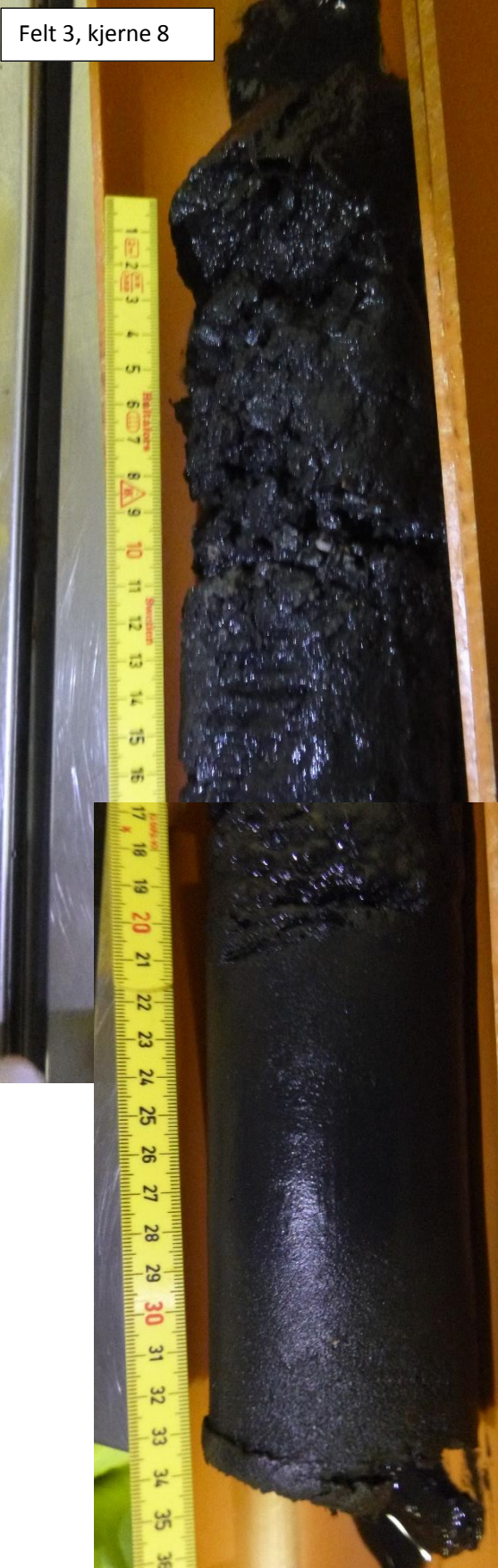
Felt 2, kjerne 7



## Felt 3 – Grus og aktivt kull

Dyp (cm)	Felt 3	Felt 3	Felt 3	Felt 3	Felt 3
0	Tildekking 2011	kjerne 8-2015	kjerne 9-2015	kjerne 10-2015	kjerne 11-2015
1		brunt, finkornet	brunt, finkornet	brunt, finkornet	brunt, finkornet
2	0-6 cm grus			0-3 cm mye skjellfragment	1-5 cm Svart finstoff, enkelte gruspartikler, noe skjellfragment
3		1-9 cm Svart, mye grus, tildekkingsmasse	1-10 cm Svart finstoff, enkelte gruspartikler		
4				1-15 cm Svart, svært grusholdig tildekkingsmasse	
5					
6					
7					5-10 cm Svart, grusholdig tildekkingsmasse
8					
9					
10	6-17 cm Bioblok Gate, gruskjerne med PAC				
11		9-20 cm Svart, grusholdig tildekkingsmasse	10-18 cm Svart, grusholdig tildekkingsmasse		
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21			18-27 cm Svart, finkornet, homogen (opprinnelig sjøbunn)		
22	opprinnelig sjøbunn				
23					
24					
25		20-34 cm Svart, finkornet, homogen (opprinnelig sjøbunn)			
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					







## Felt 4 - Olivin

Dyp (cm)	Felt 4	Felt 4	Felt 4	Felt 4	Felt 4	Felt 4
0	Tildekking 2011	kjerne 12-2015	kjerne 13-2015	kjerne 14-2015	kjerne 15-2015	kjerne 19-2015
1	0-30 cm lys grå olivinsand	tynt, brungrått topplag, knivskjell og mark i overflaten	ca 0-5 cm mørk brungrå sand, gradvis overgang til	lys gråbrunt	ca 0-4 cm lys brungrå sand, gradvis overgang til	tynt, brunt, løst topplag
2		0-2cm brungrå sand, gradvis overgang til		ca 0-5 cm mørk brungrå sand, gradvis overgang til		4-24 cm lys grå, homogen sand
3			5-12 cm mørk grå med noen lyse sjåteringer, homogen sand		5-16 cm mørk grå, homogen sand	
4		5-12 cm mørk grå med noen lyse sjåteringer, homogen sand		5-16 cm mørk grå, homogen sand		
5			5-12 cm mørk grå med noen lyse sjåteringer, homogen sand		5-16 cm mørk grå, homogen sand	
6		5-12 cm mørk grå med noen lyse sjåteringer, homogen sand		5-16 cm mørk grå, homogen sand		
7			5-12 cm mørk grå med noen lyse sjåteringer, homogen sand		5-16 cm mørk grå, homogen sand	
8		5-12 cm mørk grå med noen lyse sjåteringer, homogen sand		5-16 cm mørk grå, homogen sand		
9			5-12 cm mørk grå med noen lyse sjåteringer, homogen sand		5-16 cm mørk grå, homogen sand	
10		5-12 cm mørk grå med noen lyse sjåteringer, homogen sand		5-16 cm mørk grå, homogen sand		
11			5-12 cm mørk grå med noen lyse sjåteringer, homogen sand		5-16 cm mørk grå, homogen sand	
12		5-12 cm mørk grå med noen lyse sjåteringer, homogen sand		5-16 cm mørk grå, homogen sand		
13	5-12 cm mørk grå med noen lyse sjåteringer, homogen sand		5-16 cm mørk grå, homogen sand			
14		5-12 cm mørk grå med noen lyse sjåteringer, homogen sand		5-16 cm mørk grå, homogen sand		
15	5-12 cm mørk grå med noen lyse sjåteringer, homogen sand		5-16 cm mørk grå, homogen sand			
16		5-12 cm mørk grå med noen lyse sjåteringer, homogen sand		5-16 cm mørk grå, homogen sand		
17	5-12 cm mørk grå med noen lyse sjåteringer, homogen sand		5-16 cm mørk grå, homogen sand			
18		5-12 cm mørk grå med noen lyse sjåteringer, homogen sand		5-16 cm mørk grå, homogen sand		
19	5-12 cm mørk grå med noen lyse sjåteringer, homogen sand		5-16 cm mørk grå, homogen sand			
20		5-12 cm mørk grå med noen lyse sjåteringer, homogen sand		5-16 cm mørk grå, homogen sand		
21	5-12 cm mørk grå med noen lyse sjåteringer, homogen sand		5-16 cm mørk grå, homogen sand			
22		5-12 cm mørk grå med noen lyse sjåteringer, homogen sand		5-16 cm mørk grå, homogen sand		
23	5-12 cm mørk grå med noen lyse sjåteringer, homogen sand		5-16 cm mørk grå, homogen sand			
24		5-12 cm mørk grå med noen lyse sjåteringer, homogen sand		5-16 cm mørk grå, homogen sand		
25	5-12 cm mørk grå med noen lyse sjåteringer, homogen sand		5-16 cm mørk grå, homogen sand			
26		5-12 cm mørk grå med noen lyse sjåteringer, homogen sand		5-16 cm mørk grå, homogen sand		
27	5-12 cm mørk grå med noen lyse sjåteringer, homogen sand		5-16 cm mørk grå, homogen sand			
28		5-12 cm mørk grå med noen lyse sjåteringer, homogen sand		5-16 cm mørk grå, homogen sand		
29	5-12 cm mørk grå med noen lyse sjåteringer, homogen sand		5-16 cm mørk grå, homogen sand			
30		5-12 cm mørk grå med noen lyse sjåteringer, homogen sand		5-16 cm mørk grå, homogen sand		
31	5-12 cm mørk grå med noen lyse sjåteringer, homogen sand		5-16 cm mørk grå, homogen sand			
32		5-12 cm mørk grå med noen lyse sjåteringer, homogen sand		5-16 cm mørk grå, homogen sand		
33	5-12 cm mørk grå med noen lyse sjåteringer, homogen sand		5-16 cm mørk grå, homogen sand			
34		5-12 cm mørk grå med noen lyse sjåteringer, homogen sand		5-16 cm mørk grå, homogen sand		
35	5-12 cm mørk grå med noen lyse sjåteringer, homogen sand		5-16 cm mørk grå, homogen sand			
		opprinnelig sjøbunn				







Felt 4, kjerne 14

Felt 4, kjerne 15

Felt 4, kjerne 19



Felt 4, kjerne 14



Felt 4, kjerne 19



## Felt 5 – Ikke tildekket

Dyp (cm)	Felt 5	Felt 5	Felt 5	Felt 5					
0	Ikke tildekket - 2011	kjerne 16-2015	kjerne 17-2015	kjerne 18-2015					
1	opprinnelig sjøbunn,	brunt finstoff, mark	brunt topp, mye mark	brunt finstoff					
2		opprinnelig sjøbunn, mørk brun sandig	opprinnelig sjøbunn, mørk brun sandig	opprinnelig sjøbunn, mørk brun sandig	opprinnelig sjøbunn, mørk brun sandig				
3						små skjellfragmenter i hele kjernen	skjellfragmenter i øverste 0-7 cm	groverer og med skjellfragmenter i øverste 0- 8 cm	
4									sterk oljelukt
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									







## Oversikt blandprøver

Prøver fra samme dyp og kjerner fra samme felt ble blandet til blandprøver som vist i tabellen under.

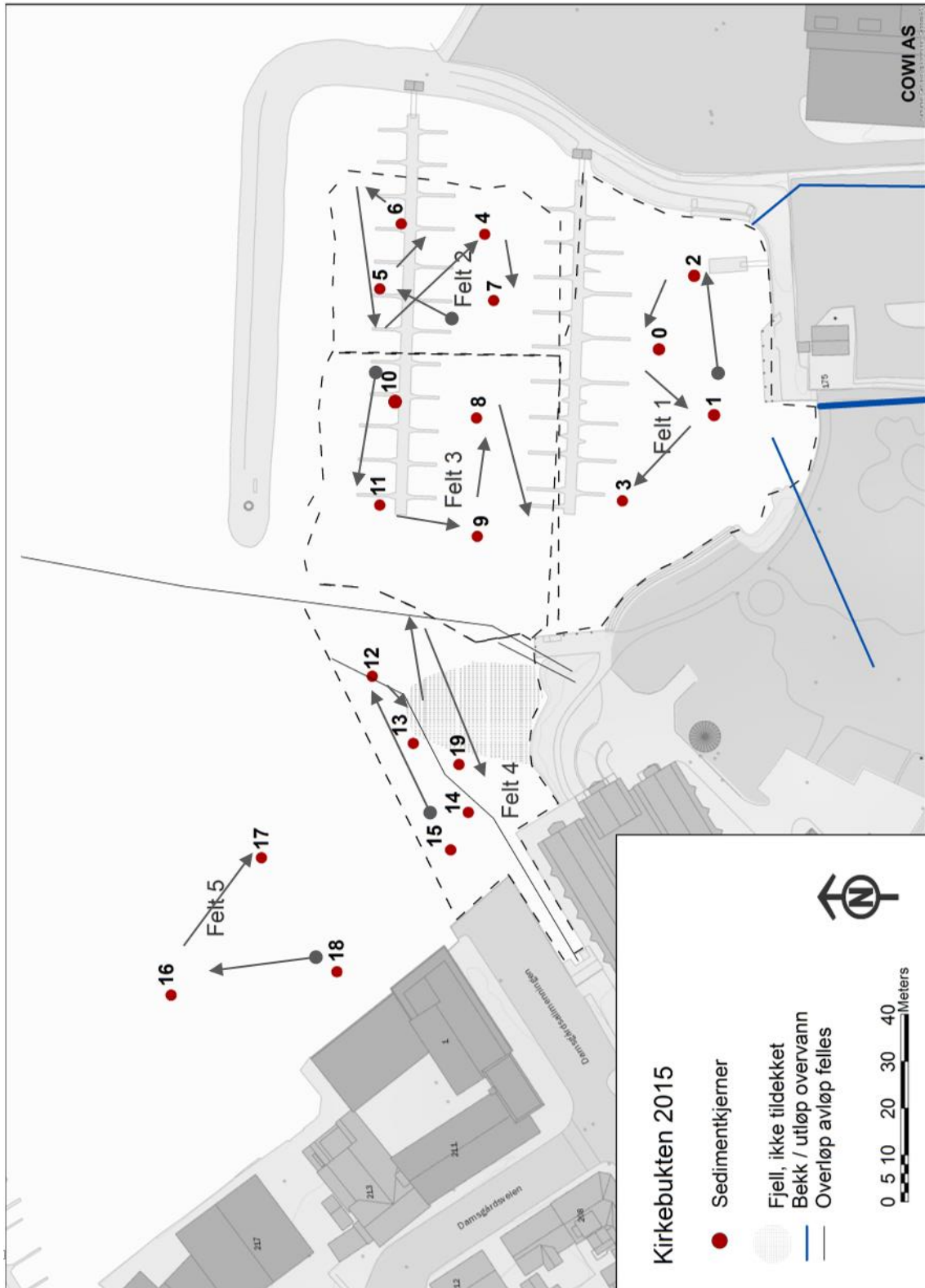
Prøver fra atypiske kjerner ble analysert for seg. Prøvene ble oppbevart mørkt og kjølig i egnet emballasje. Analysene ble utført ved akkreditert laboratorium. Det ble til sammen analysert 24 prøver.

Prøve-merking	Dyp (cm)	Blandprøve fra disse kjernene					Beskrivelse av prøvematerialet	Observerte dyr i kjernene
		0	1	2	3	4		
Felt 1-1	0-10	0		2			Grus med svart finstoff, svak lukt	ingen
Felt 1-2	0-10		1		3		Grus med svart finstoff, mer finstoff enn i prøve 1, sterk H <sub>2</sub> S-lukt	ingen
Felt 2	0-5	4	5	6	7		Finkornet brunt topplag (1 cm) over grus med svart finstoff. Medium fast	ingen
Felt 2	5-10	4	5	6	7		Svart. Grus med noe finstoff. Medium fast	ingen
Felt 2	10-15	4			7		Svart. Grus med noe finstoff. Medium fast	ingen
Felt 2	10-15		5	6			Svart finstoff. Gammel sjøbunn. Fast kohesiv	ingen
Felt 2	15-20	4		6			Svart finstoff. Gammel sjøbunn. Fast kohesiv	ingen
Felt 2	20-30	4					Svart finstoff. Gammel sjøbunn. Fast kohesiv	ingen
Felt 3	0-10		9				Grusholdig med mye svart mudder. Løs	ingen
Felt 3	0-5	8		10			Svart. Grus med noe finstoff og skjellfragment. Løs	ingen
Felt 3	0-10	8		10	11		Svart. Grus med noe finstoff. Løs	ingen
Felt 3	10-15	8	9	10			Svart. Grus med noe finstoff. Løs	ingen
Felt 3	15-20	8	9				Svart grusholdig. Overgang med noe homogent finstoff (gammel sjøbunn?) i kjerne 9	ingen
Felt 3	20-33	8	9				Svart homogent finstoff, gammel sjøbunn. Fast kohesiv. Lukt	ingen
Felt 4	0-5	12			15	19	Tynt brunt løst topplag over lys, brungrå homogen sand	1 knivskjell og 1 trådtynn mark i overflaten kjerne 12
Felt 4	5-10	12			15	19	Lys grå homogen sand. Fast! "tørr"	ingen
Felt 4	10-15	12			15	19	Lys grå homogen sand. Fast! "tørr"	ingen
Felt 4	15-20	12			15	19	Lys grå homogen sand (noe mørkere i kjerne 19). Fast! "tørr"	ingen
Felt 4	20-25	12			15	19	Lys grå homogen sand (noe mørkere i kjerne 19). Fast! "tørr"	ingen
Felt 4	0-5		13	14			Lyst brunt løst topplag over brungrå og lysere grå sand. Fast	ingen
Felt 4	5-10		13	14			Mørk brungrå sand. Fast	ingen
Felt 4	10-15		13	14			Mørk brungrå sand. Fast	ingen
Felt 5	0-5	16	17	18			Mørk brun, sand, mye mark, noe skjellfragment, fast, "tørr". Ikke lukt	noe trådtynn mark i topplag
Felt 5	5-10	16	17	18			Mørk brun, sand, litt skjellfragment, fast "tørr"	mye trådtynn mark i topplag
Felt 5	10-15	16	17	18			Mørk brun, sand, fast, "tørr". Sterk oljelukt	ingen



## Dykkernes svømmerute

IMC Diving har levert video fra inspeksjon og prøvetaking 07.10.16.. Bruk klokken på filmen og kartet under for å orientere. Dykkerne startet i felt 1 og fortsatte i felt 2 (fra 43 min), felt 3 (fra 1:16), felt 4 (fra 1:59) og felt 5 (fra 3:18). Figuren under viser dykkernes svømmerute.



## Vedlegg 2

### Analyserapporter

COWI AS Bergen  
 Solheimsgate 13  
 Postboks 6051 Bedriftssenteret  
 5892 Bergen

**Attn: Ane Moe Gjesdal**
**AR-15-MX-003820-01**

**EUNOBE-00016615**

Prøvemottak: 23.10.2015

Temperatur: 0 °C

Analyseperiode: 23.10.2015-03.11.2015

Referanse: A040950-005/Bergen

Havn, Kirkebukten

Sedimentkjerner

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	<b>441-2015-1026-083</b>	Prøvetakingsdato:	07.10.2015	
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver	
Prøvemerkning:	Felt 1-1	Analysestartdato:	23.10.2015	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
b) Arsen (As)	1.0	mg/kg TS	0.5 30%	NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb)	3.7	mg/kg TS	0.5 40%	NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd)	0.030	mg/kg TS	0.01 40%	NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu)	59	mg/kg TS	0.5 30%	NS EN ISO 11885
b) Krom (Cr)	2.5	mg/kg TS	0.3 30%	NS EN ISO 11885
b) Kvikksølv (Hg)	0.020	mg/kg TS	0.001 20%	NS-EN ISO 12846
b) Nikkel (Ni)	2.6	mg/kg TS	0.5 30%	NS EN ISO 11885
b) Sink (Zn)	36	mg/kg TS	2 25%	NS EN ISO 11885
b) Tørrstoff	80.7	%	0.1 5%	EN 12880
<b>b) PCB 7</b>				
b) PCB 28	<0.00050	mg/kg TS	0.0005	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 52	<0.00050	mg/kg TS	0.0005	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 101	<0.00050	mg/kg TS	0.0005	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 118	<0.00050	mg/kg TS	0.0005	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 138	<0.00050	mg/kg TS	0.0005	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 153	<0.00050	mg/kg TS	0.0005	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 180	<0.00050	mg/kg TS	0.0005	ISO/DIS 16703-Mod
b) Sum 7 PCB	nd			ISO/DIS 16703-Mod
a) Totalt organisk karbon (TOC)	6.4	% TS	0.1 20%	Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn      &gt;: Større enn      nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



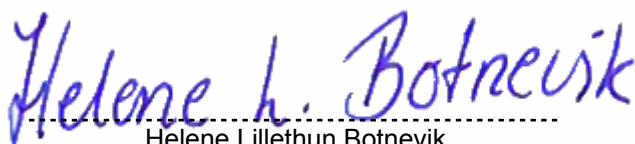
Prøvenr.:	<b>441-2015-1026-084</b>	Prøvetakingsdato:	07.10.2015		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Felt 1-2	Analysestartdato:	23.10.2015		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Arsen (As)	1.5	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb)	13	mg/kg TS	0.5	40%	NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd)	0.051	mg/kg TS	0.01	25%	NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu)	22	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
b) Krom (Cr)	20	mg/kg TS	0.3	30%	NS EN ISO 11885
b) Kvikksølv (Hg)	0.038	mg/kg TS	0.001	20%	NS-EN ISO 12846
b) Nikkel (Ni)	12	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
b) Sink (Zn)	90	mg/kg TS	2	25%	NS EN ISO 11885
b) Tørrstoff	77.1	%	0.1	5%	EN 12880
<b>b) PCB 7</b>					
b) PCB 28	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 52	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 101	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 118	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 138	0.00051	mg/kg TS	0.0005	40%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 153	0.00054	mg/kg TS	0.0005	40%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 180	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) Sum 7 PCB	0.0011	mg/kg TS		40%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Totalt organisk karbon (TOC)	5.3	% TS	0.1	20%	Internal Method 1

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

- a) NS/EN ISO/IEC 17025:2005 NA TEST 003, Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss), Møllebakken 50, NO-1538, Moss  
 b) ISO/IEC 17025 SWEDAC 1125, Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjöhagsg. 3, SE-53119, Lidköping

**Kopi til:**

Oddmund Soldal (ODS@cowi.no)

**Bergen 03.11.2015**


-----  
 Helene Lillethun Botnevik

ASM Bergen, Kvalitetsansvarlig

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn      >: Større enn      nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

COWI AS Bergen  
 Solheimsgate 13  
 Postboks 6051 Bedriftssenteret  
 5892 Bergen

**Attn: Ane Moe Gjesdal**
**AR-15-MX-003716-01**

**EUNOBE-00016502**

Prøvemottak: 16.10.2015

Temperatur:

Analyseperiode: 16.10.2015-27.10.2015

 Referanse: A040950-005/Bergen  
 havn, Kirkebukten

## Sedimentkjerner

# ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	<b>441-2015-1016-019</b>	Prøvetakingsdato:	16.10.2015
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Ane Moe Gjesdal
Prøvemerkning:	Felt 2, 0-5, 4+5+6+7	Analysestartdato:	16.10.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
b) Arsen (As)	4.8	mg/kg TS	0.5 30% NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb)	19	mg/kg TS	0.5 40% NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd)	0.067	mg/kg TS	0.01 25% NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu)	30	mg/kg TS	0.5 30% NS EN ISO 11885
b) Krom (Cr)	62	mg/kg TS	0.3 30% NS EN ISO 11885
b) Kvikksølv (Hg)	0.278	mg/kg TS	0.001 20% NS-EN ISO 12846
b) Nikkel (Ni)	1200	mg/kg TS	0.5 30% NS EN ISO 11885
b) Sink (Zn)	59	mg/kg TS	2 25% NS EN ISO 11885
b) Tørrstoff	45.3	%	0.1 5% EN 12880
<b>b) PCB 7</b>			
b) PCB 28	<0.00050	mg/kg TS	0.0005 ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 52	<0.00050	mg/kg TS	0.0005 ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 101	<0.00050	mg/kg TS	0.0005 ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 118	<0.00050	mg/kg TS	0.0005 ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 138	<0.00050	mg/kg TS	0.0005 ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 153	<0.00050	mg/kg TS	0.0005 ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 180	<0.00050	mg/kg TS	0.0005 ISO/DIS 16703-Mod
b) Sum 7 PCB	nd		ISO/DIS 16703-Mod
a) Totalt organisk karbon (TOC)	7.4	% TS	0.1 20% Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn &gt;: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).





Prøvenr.:	<b>441-2015-1016-020</b>	Prøvetakingsdato:	16.10.2015		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Ane Moe Gjesdal		
Prøvemerkning:	Felt 2, 5-10, 4+5+6+7	Analysestartdato:	16.10.2015		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Arsen (As)	1.6	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb)	2.9	mg/kg TS	0.5	40%	NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd)	0.014	mg/kg TS	0.01	40%	NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu)	7.5	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
b) Krom (Cr)	43	mg/kg TS	0.3	30%	NS EN ISO 11885
b) Kvikksølv (Hg)	0.045	mg/kg TS	0.001	20%	NS-EN ISO 12846
b) Nikkel (Ni)	950	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
b) Sink (Zn)	23	mg/kg TS	2	25%	NS EN ISO 11885
b) Tørrstoff	66.5	%	0.1	5%	EN 12880
<b>b) PCB 7</b>					
b) PCB 28	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 52	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 101	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 118	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 138	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 153	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 180	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) Sum 7 PCB	nd				ISO/DIS 16703-Mod
a) Totalt organisk karbon (TOC)	8.7	% TS	0.1	20%	Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn      >: Større enn      nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1016-021</b>	Prøvetakingsdato:	16.10.2015	
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Ane Moe Gjesdal	
Prøvemerkning:	Felt 2, 10-15, 4+7	Analysestartdato:	16.10.2015	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
b) Arsen (As)	1.1	mg/kg TS	0.5 30%	NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb)	2.4	mg/kg TS	0.5 40%	NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd)	0.017	mg/kg TS	0.01 40%	NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu)	5.5	mg/kg TS	0.5 30%	NS EN ISO 11885
b) Krom (Cr)	32	mg/kg TS	0.3 30%	NS EN ISO 11885
b) Kvikksølv (Hg)	0.043	mg/kg TS	0.001 20%	NS-EN ISO 12846
b) Nikkel (Ni)	770	mg/kg TS	0.5 30%	NS EN ISO 11885
b) Sink (Zn)	19	mg/kg TS	2 25%	NS EN ISO 11885
b) Tørrstoff	82.6	%	0.1 5%	EN 12880
<b>b) PCB 7</b>				
b) PCB 28	<0.00050	mg/kg TS	0.0005	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 52	<0.00050	mg/kg TS	0.0005	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 101	<0.00050	mg/kg TS	0.0005	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 118	<0.00050	mg/kg TS	0.0005	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 138	<0.00050	mg/kg TS	0.0005	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 153	<0.00050	mg/kg TS	0.0005	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 180	<0.00050	mg/kg TS	0.0005	ISO/DIS 16703-Mod
b) Sum 7 PCB	nd			ISO/DIS 16703-Mod
a) Totalt organisk karbon (TOC)	8.1	% TS	0.1 20%	Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense    MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn    >: Større enn    nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1016-022</b>	Prøvetakingsdato:	16.10.2015		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Ane Moe Gjesdal		
Prøvemerkning:	Felt 2, 15-20, 4+7	Analysestartdato:	16.10.2015		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Arsen (As)	20	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb)	330	mg/kg TS	0.5	40%	NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd)	1.1	mg/kg TS	0.01	25%	NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu)	240	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
b) Krom (Cr)	110	mg/kg TS	0.3	30%	NS EN ISO 11885
b) Kvikksølv (Hg)	4.54	mg/kg TS	0.001	20%	NS-EN ISO 12846
b) Nikkel (Ni)	44	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
b) Sink (Zn)	490	mg/kg TS	2	25%	NS EN ISO 11885
b) Tørrstoff	50.6	%	0.1	5%	EN 12880
<b>b) PCB 7</b>					
b) PCB 28	0.012	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 52	0.061	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 101	0.048	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 118	0.044	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 138	0.058	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 153	0.058	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 180	0.034	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) Sum 7 PCB	0.31	mg/kg TS		25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Totalt organisk karbon (TOC)	6.6	% TS	0.1	20%	Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense    MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn    >: Større enn    nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1016-023</b>	Prøvetakingsdato:	16.10.2015		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Ane Moe Gjesdal		
Prøvemerkning:	Felt 2, 20-30, 4	Analysestartdato:	16.10.2015		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Arsen (As)	13	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb)	360	mg/kg TS	0.5	40%	NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd)	0.73	mg/kg TS	0.01	25%	NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu)	130	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
b) Krom (Cr)	62	mg/kg TS	0.3	30%	NS EN ISO 11885
b) Kvikksølv (Hg)	3.23	mg/kg TS	0.001	20%	NS-EN ISO 12846
b) Nikkel (Ni)	13	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
b) Sink (Zn)	310	mg/kg TS	2	25%	NS EN ISO 11885
b) Tørrstoff	64.6	%	0.1	5%	EN 12880
<b>b) PCB 7</b>					
b) PCB 28	0.0073	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 52	0.034	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 101	0.021	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 118	0.021	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 138	0.026	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 153	0.027	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 180	0.015	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) Sum 7 PCB	0.15	mg/kg TS		25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Totalt organisk karbon (TOC)	3.2	% TS	0.1	20%	Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn      >: Større enn      nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1016-024</b>	Prøvetakingsdato:	16.10.2015	
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Ane Moe Gjesdal	
Prøvemerkning:	Felt 3, 0-10, 9	Analysestartdato:	16.10.2015	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
b) Arsen (As)	4.4	mg/kg TS	0.5 30%	NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb)	18	mg/kg TS	0.5 40%	NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd)	0.059	mg/kg TS	0.01 25%	NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu)	32	mg/kg TS	0.5 30%	NS EN ISO 11885
b) Krom (Cr)	47	mg/kg TS	0.3 30%	NS EN ISO 11885
b) Kvikksølv (Hg)	0.23	mg/kg TS	0.001 20%	NS-EN ISO 12846
b) Nikkel (Ni)	150	mg/kg TS	0.5 30%	NS EN ISO 11885
b) Sink (Zn)	72	mg/kg TS	2 25%	NS EN ISO 11885
b) Tørrstoff	61.0	%	0.1 5%	EN 12880
<b>b) PCB 7</b>				
b) PCB 28	<0.00050	mg/kg TS	0.0005	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 52	<0.00050	mg/kg TS	0.0005	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 101	<0.00050	mg/kg TS	0.0005	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 118	<0.00050	mg/kg TS	0.0005	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 138	<0.00050	mg/kg TS	0.0005	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 153	<0.00050	mg/kg TS	0.0005	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 180	<0.00050	mg/kg TS	0.0005	ISO/DIS 16703-Mod
b) Sum 7 PCB	nd			ISO/DIS 16703-Mod
a) Totalt organisk karbon (TOC)	7.9	% TS	0.1 20%	Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn      >: Større enn      nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).





Prøvenr.:	<b>441-2015-1016-025</b>	Prøvetakingsdato:	16.10.2015		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Ane Moe Gjesdal		
Prøvemerkning:	Felt 3, 0-5, 8+10	Analysestartdato:	16.10.2015		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Arsen (As)	6.7	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb)	43	mg/kg TS	0.5	40%	NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd)	0.14	mg/kg TS	0.01	25%	NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu)	69	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
b) Krom (Cr)	46	mg/kg TS	0.3	30%	NS EN ISO 11885
b) Kvikksølv (Hg)	0.436	mg/kg TS	0.001	20%	NS-EN ISO 12846
b) Nikkel (Ni)	100	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
b) Sink (Zn)	120	mg/kg TS	2	25%	NS EN ISO 11885
b) Tørrstoff	45.0	%	0.1	5%	EN 12880
<b>b) PCB 7</b>					
b) PCB 28	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 52	0.0015	mg/kg TS	0.0005	40%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 101	0.0031	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 118	0.0011	mg/kg TS	0.0005	40%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 138	0.0021	mg/kg TS	0.0005	40%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 153	0.0024	mg/kg TS	0.0005	40%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 180	0.0016	mg/kg TS	0.0005	40%	ISO/DIS 16703-Mod
b) Sum 7 PCB	0.012	mg/kg TS		40%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Totalt organisk karbon (TOC)	8.0	% TS	0.1	20%	Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn      >: Større enn      nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1016-026</b>	Prøvetakingsdato:	16.10.2015	
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Ane Moe Gjesdal	
Prøvemerkning:	Felt 3, 5-10, 8+10+11	Analysestartdato:	16.10.2015	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
b) Arsen (As)	2.7	mg/kg TS	0.5 30%	NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb)	8.8	mg/kg TS	0.5 40%	NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd)	0.052	mg/kg TS	0.01 25%	NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu)	22	mg/kg TS	0.5 30%	NS EN ISO 11885
b) Krom (Cr)	20	mg/kg TS	0.3 30%	NS EN ISO 11885
b) Kvikksølv (Hg)	0.135	mg/kg TS	0.001 20%	NS-EN ISO 12846
b) Nikkel (Ni)	33	mg/kg TS	0.5 30%	NS EN ISO 11885
b) Sink (Zn)	53	mg/kg TS	2 25%	NS EN ISO 11885
b) Tørrstoff	67.8	%	0.1 5%	EN 12880
<b>b) PCB 7</b>				
b) PCB 28	<0.00050	mg/kg TS	0.0005	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 52	<0.00050	mg/kg TS	0.0005	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 101	<0.00050	mg/kg TS	0.0005	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 118	<0.00050	mg/kg TS	0.0005	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 138	<0.00050	mg/kg TS	0.0005	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 153	<0.00050	mg/kg TS	0.0005	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 180	<0.00050	mg/kg TS	0.0005	ISO/DIS 16703-Mod
b) Sum 7 PCB	nd			ISO/DIS 16703-Mod
a) Totalt organisk karbon (TOC)	8.0	% TS	0.1 20%	Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn      >: Større enn      nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1016-027</b>	Prøvetakingsdato:	16.10.2015		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Ane Moe Gjesdal		
Prøvemerkning:	Felt 3, 10-15, 8+9+10	Analysestartdato:	16.10.2015		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Arsen (As)	1.7	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb)	7.9	mg/kg TS	0.5	40%	NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd)	0.057	mg/kg TS	0.01	25%	NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu)	14	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
b) Krom (Cr)	19	mg/kg TS	0.3	30%	NS EN ISO 11885
b) Kvikksølv (Hg)	0.099	mg/kg TS	0.001	20%	NS-EN ISO 12846
b) Nikkel (Ni)	250	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
b) Sink (Zn)	37	mg/kg TS	2	25%	NS EN ISO 11885
b) Tørrstoff	80.6	%	0.1	5%	EN 12880
<b>b) PCB 7</b>					
b) PCB 28	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 52	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 101	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 118	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 138	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 153	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 180	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) Sum 7 PCB	nd				ISO/DIS 16703-Mod
a) Totalt organisk karbon (TOC)	8.0	% TS	0.1	20%	Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn      >: Større enn      nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1016-028</b>	Prøvetakingsdato:	16.10.2015	
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Ane Moe Gjesdal	
Prøvemerkning:	Felt 3, 15-20, 8+9	Analysestartdato:	16.10.2015	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
b) Arsen (As)	6.0	mg/kg TS	0.5 30%	NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb)	34	mg/kg TS	0.5 40%	NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd)	0.18	mg/kg TS	0.01 25%	NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu)	46	mg/kg TS	0.5 30%	NS EN ISO 11885
b) Krom (Cr)	45	mg/kg TS	0.3 30%	NS EN ISO 11885
b) Kvikksølv (Hg)	0.928	mg/kg TS	0.001 20%	NS-EN ISO 12846
b) Nikkel (Ni)	700	mg/kg TS	0.5 30%	NS EN ISO 11885
b) Sink (Zn)	84	mg/kg TS	2 25%	NS EN ISO 11885
b) Tørrstoff	62.7	%	0.1 5%	EN 12880
<b>b) PCB 7</b>				
b) PCB 28	<0.00050	mg/kg TS	0.0005	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 52	0.0012	mg/kg TS	0.0005 40%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 101	0.0035	mg/kg TS	0.0005 25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 118	0.00074	mg/kg TS	0.0005 40%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 138	0.0026	mg/kg TS	0.0005 25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 153	0.0029	mg/kg TS	0.0005 25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 180	0.0014	mg/kg TS	0.0005 40%	ISO/DIS 16703-Mod
b) Sum 7 PCB	0.012	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Totalt organisk karbon (TOC)	7.1	% TS	0.1 20%	Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn      >: Større enn      nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1016-029</b>	Prøvetakingsdato:	16.10.2015		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Ane Moe Gjesdal		
Prøvemerkning:	Felt 3, 20-33, 8+9	Analysestartdato:	16.10.2015		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Arsen (As)	18	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb)	190	mg/kg TS	0.5	40%	NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd)	1.5	mg/kg TS	0.01	25%	NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu)	210	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
b) Krom (Cr)	86	mg/kg TS	0.3	30%	NS EN ISO 11885
b) Kvikksølv (Hg)	5.13	mg/kg TS	0.001	20%	NS-EN ISO 12846
b) Nikkel (Ni)	78	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
b) Sink (Zn)	560	mg/kg TS	2	25%	NS EN ISO 11885
b) Tørrstoff	51.4	%	0.1	5%	EN 12880
<b>b) PCB 7</b>					
b) PCB 28	0.0090	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 52	0.055	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 101	0.050	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 118	0.044	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 138	0.070	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 153	0.077	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 180	0.043	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) Sum 7 PCB	0.35	mg/kg TS		25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Totalt organisk karbon (TOC)	4.8	% TS	0.1	20%	Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn      >: Større enn      nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).





Prøvenr.:	<b>441-2015-1016-030</b>	Prøvetakingsdato:	16.10.2015		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Ane Moe Gjesdal		
Prøvemerkning:	Felt 4, 0-5, 12+15+19	Analysestartdato:	16.10.2015		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Arsen (As)	< 0.50	mg/kg TS	0.5		NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb)	1.8	mg/kg TS	0.5	40%	NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd)	< 0.010	mg/kg TS	0.01		NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu)	3.1	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
b) Krom (Cr)	49	mg/kg TS	0.3	30%	NS EN ISO 11885
b) Kvikksølv (Hg)	0.024	mg/kg TS	0.001	20%	NS-EN ISO 12846
b) Nikkel (Ni)	1100	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
b) Sink (Zn)	19	mg/kg TS	2	25%	NS EN ISO 11885
b) Tørrstoff	82.4	%	0.1	5%	EN 12880
<b>b) PCB 7</b>					
b) PCB 28	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 52	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 101	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 118	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 138	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 153	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 180	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) Sum 7 PCB	nd				ISO/DIS 16703-Mod
a) Totalt organisk karbon (TOC)	0.13	% TS	0.1	30%	Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn      >: Større enn      nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.: **441-2015-1016-031**  
 Prøvetype: Sedimenter  
 Prøvemerkning: Felt 4, 5-10, 12+15+19

Prøvetakingsdato: 16.10.2015  
 Prøvetaker: Ane Moe Gjesdal  
 Analysestartdato: 16.10.2015

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Arsen (As)	< 0.50	mg/kg TS	0.5		NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb)	0.54	mg/kg TS	0.5	40%	NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd)	< 0.010	mg/kg TS	0.01		NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu)	1.8	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
b) Krom (Cr)	48	mg/kg TS	0.3	30%	NS EN ISO 11885
b) Kvikksølv (Hg)	0.001	mg/kg TS	0.001	20%	NS-EN ISO 12846
b) Nikkel (Ni)	1000	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
b) Sink (Zn)	16	mg/kg TS	2	25%	NS EN ISO 11885
b) Tørrstoff	84.3	%	0.1	5%	EN 12880
<b>b) PCB 7</b>					
b) PCB 28	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 52	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 101	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 118	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 138	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 153	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 180	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) Sum 7 PCB	nd				ISO/DIS 16703-Mod
a) Totalt organisk karbon (TOC)	<0.1	% TS	0.1		Internal Method 1

Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn      >: Større enn      nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1016-032</b>	Prøvetakingsdato:	16.10.2015		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Ane Moe Gjesdal		
Prøvemerkning:	Felt 4, 10-15, 12+15+19	Analysestartdato:	16.10.2015		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Arsen (As)	< 0.50	mg/kg TS	0.5		NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb)	0.58	mg/kg TS	0.5	40%	NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd)	< 0.010	mg/kg TS	0.01		NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu)	2.0	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
b) Krom (Cr)	49	mg/kg TS	0.3	30%	NS EN ISO 11885
b) Kvikksølv (Hg)	0.001	mg/kg TS	0.001	20%	NS-EN ISO 12846
b) Nikkel (Ni)	1000	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
b) Sink (Zn)	16	mg/kg TS	2	25%	NS EN ISO 11885
b) Tørrstoff	84.9	%	0.1	5%	EN 12880
<b>b) PCB 7</b>					
b) PCB 28	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 52	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 101	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 118	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 138	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 153	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 180	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) Sum 7 PCB	nd				ISO/DIS 16703-Mod
a) Totalt organisk karbon (TOC)	<0.1	% TS	0.1		Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn      >: Større enn      nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1016-033</b>	Prøvetakingsdato:	16.10.2015		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Ane Moe Gjesdal		
Prøvemerkning:	Felt 4, 15-20, 12+15+19	Analysestartdato:	16.10.2015		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Arsen (As)	< 0.50	mg/kg TS	0.5		NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb)	0.54	mg/kg TS	0.5	40%	NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd)	< 0.010	mg/kg TS	0.01		NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu)	1.6	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
b) Krom (Cr)	52	mg/kg TS	0.3	30%	NS EN ISO 11885
b) Kvikksølv (Hg)	0.001	mg/kg TS	0.001	20%	NS-EN ISO 12846
b) Nikkel (Ni)	1100	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
b) Sink (Zn)	17	mg/kg TS	2	25%	NS EN ISO 11885
b) Tørrstoff	85.0	%	0.1	5%	EN 12880
<b>b) PCB 7</b>					
b) PCB 28	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 52	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 101	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 118	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 138	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 153	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 180	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) Sum 7 PCB	nd				ISO/DIS 16703-Mod
a) Totalt organisk karbon (TOC)	<0.1	% TS	0.1		Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn      >: Større enn      nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1016-034</b>	Prøvetakingsdato:	16.10.2015		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Ane Moe Gjesdal		
Prøvemerkning:	Felt 4, 20-25, 15+19	Analysestartdato:	16.10.2015		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Arsen (As)	< 0.50	mg/kg TS	0.5		NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb)	< 0.50	mg/kg TS	0.5		NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd)	< 0.010	mg/kg TS	0.01		NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu)	1.4	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
b) Krom (Cr)	42	mg/kg TS	0.3	30%	NS EN ISO 11885
b) Kvikksølv (Hg)	< 0.001	mg/kg TS	0.001		NS-EN ISO 12846
b) Nikkel (Ni)	940	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
b) Sink (Zn)	14	mg/kg TS	2	25%	NS EN ISO 11885
b) Tørrstoff	85.7	%	0.1	5%	EN 12880
<b>b) PCB 7</b>					
b) PCB 28	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 52	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 101	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 118	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 138	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 153	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 180	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) Sum 7 PCB	nd				ISO/DIS 16703-Mod
a) Totalt organisk karbon (TOC)	<0.1	% TS	0.1		Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense    MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn    >: Større enn    nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).





Prøvenr.:	<b>441-2015-1016-035</b>	Prøvetakingsdato:	16.10.2015	
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Ane Moe Gjesdal	
Prøvemerkning:	Felt 4, 0-5, 13+14	Analysestartdato:	16.10.2015	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
b) Arsen (As)	< 0.50	mg/kg TS	0.5	NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb)	3.5	mg/kg TS	0.5 40%	NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd)	0.010	mg/kg TS	0.01 40%	NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu)	4.9	mg/kg TS	0.5 30%	NS EN ISO 11885
b) Krom (Cr)	43	mg/kg TS	0.3 30%	NS EN ISO 11885
b) Kvikksølv (Hg)	0.055	mg/kg TS	0.001 20%	NS-EN ISO 12846
b) Nikkel (Ni)	1100	mg/kg TS	0.5 30%	NS EN ISO 11885
b) Sink (Zn)	22	mg/kg TS	2 25%	NS EN ISO 11885
b) Tørrstoff	80.2	%	0.1 5%	EN 12880
<b>b) PCB 7</b>				
b) PCB 28	<0.00050	mg/kg TS	0.0005	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 52	<0.00050	mg/kg TS	0.0005	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 101	<0.00050	mg/kg TS	0.0005	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 118	<0.00050	mg/kg TS	0.0005	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 138	<0.00050	mg/kg TS	0.0005	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 153	0.00053	mg/kg TS	0.0005 40%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 180	0.00052	mg/kg TS	0.0005 40%	ISO/DIS 16703-Mod
b) Sum 7 PCB	0.0010	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Totalt organisk karbon (TOC)	0.20	% TS	0.1 30%	Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn      >: Større enn      nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1016-036</b>	Prøvetakingsdato:	16.10.2015		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Ane Moe Gjesdal		
Prøvemerkning:	Felt 4, 5-10, 13+14	Analysestartdato:	16.10.2015		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Arsen (As)	< 0.50	mg/kg TS	0.5		NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb)	2.0	mg/kg TS	0.5	40%	NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd)	< 0.010	mg/kg TS	0.01		NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu)	2.6	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
b) Krom (Cr)	42	mg/kg TS	0.3	30%	NS EN ISO 11885
b) Kvikksølv (Hg)	0.032	mg/kg TS	0.001	20%	NS-EN ISO 12846
b) Nikkel (Ni)	1100	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
b) Sink (Zn)	20	mg/kg TS	2	25%	NS EN ISO 11885
b) Tørrstoff	80.2	%	0.1	5%	EN 12880
<b>b) PCB 7</b>					
b) PCB 28	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 52	0.0016	mg/kg TS	0.0005	40%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 101	0.00082	mg/kg TS	0.0005	40%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 118	0.00053	mg/kg TS	0.0005	40%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 138	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 153	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 180	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) Sum 7 PCB	0.0030	mg/kg TS		40%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Totalt organisk karbon (TOC)	0.11	% TS	0.1	30%	Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn      >: Større enn      nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1016-037</b>	Prøvetakingsdato:	16.10.2015		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Ane Moe Gjesdal		
Prøvemerkning:	Felt 4, 10-15, 13+14	Analysestartdato:	16.10.2015		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Arsen (As)	< 0.50	mg/kg TS	0.5		NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb)	1.1	mg/kg TS	0.5	40%	NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd)	< 0.010	mg/kg TS	0.01		NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu)	1.9	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
b) Krom (Cr)	47	mg/kg TS	0.3	30%	NS EN ISO 11885
b) Kvikksølv (Hg)	0.015	mg/kg TS	0.001	20%	NS-EN ISO 12846
b) Nikkel (Ni)	1100	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
b) Sink (Zn)	18	mg/kg TS	2	25%	NS EN ISO 11885
b) Tørrstoff	82.2	%	0.1	5%	EN 12880
<b>b) PCB 7</b>					
b) PCB 28	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 52	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 101	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 118	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 138	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 153	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 180	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
b) Sum 7 PCB	nd				ISO/DIS 16703-Mod
a) Totalt organisk karbon (TOC)	<0.1	% TS	0.1		Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn      >: Større enn      nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1016-038</b>	Prøvetakingsdato:	16.10.2015		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Ane Moe Gjesdal		
Prøvemerkning:	Felt 5, 0-5, 16+17+18	Analysestartdato:	16.10.2015		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Arsen (As)	15	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb)	240	mg/kg TS	0.5	40%	NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd)	0.53	mg/kg TS	0.01	25%	NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu)	250	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
b) Krom (Cr)	69	mg/kg TS	0.3	30%	NS EN ISO 11885
b) Kvikksølv (Hg)	8.58	mg/kg TS	0.001	20%	NS-EN ISO 12846
b) Nikkel (Ni)	41	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
b) Sink (Zn)	430	mg/kg TS	2	25%	NS EN ISO 11885
b) Tørrstoff	52.0	%	0.1	5%	EN 12880
<b>b) PCB 7</b>					
b) PCB 28	0.015	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 52	0.051	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 101	0.047	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 118	0.035	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 138	0.040	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 153	0.041	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 180	0.027	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) Sum 7 PCB	0.26	mg/kg TS		25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Totalt organisk karbon (TOC)	2.8	% TS	0.1	20%	Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn      >: Større enn      nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1016-039</b>	Prøvetakingsdato:	16.10.2015		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Ane Moe Gjesdal		
Prøvemerkning:	Felt 5, 5-10, 16+17+18	Analysestartdato:	16.10.2015		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Arsen (As)	13	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb)	220	mg/kg TS	0.5	40%	NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd)	0.63	mg/kg TS	0.01	25%	NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu)	250	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
b) Krom (Cr)	74	mg/kg TS	0.3	30%	NS EN ISO 11885
b) Kvikksølv (Hg)	8.08	mg/kg TS	0.001	20%	NS-EN ISO 12846
b) Nikkel (Ni)	28	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
b) Sink (Zn)	360	mg/kg TS	2	25%	NS EN ISO 11885
b) Tørrstoff	66.7	%	0.1	5%	EN 12880
<b>b) PCB 7</b>					
b) PCB 28	0.023	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 52	0.059	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 101	0.048	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 118	0.042	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 138	0.053	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 153	0.056	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 180	0.035	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) Sum 7 PCB	0.32	mg/kg TS		25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Totalt organisk karbon (TOC)	3.2	% TS	0.1	20%	Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn      >: Større enn      nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).





Prøvenr.:	<b>441-2015-1016-040</b>	Prøvetakingsdato:	16.10.2015		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Ane Moe Gjesdal		
Prøvemerkning:	Felt 5, 10-15, 16+17+18	Analysestartdato:	16.10.2015		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Arsen (As)	16	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb)	270	mg/kg TS	0.5	40%	NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd)	1.0	mg/kg TS	0.01	25%	NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu)	240	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
b) Krom (Cr)	110	mg/kg TS	0.3	30%	NS EN ISO 11885
b) Kvikksølv (Hg)	6.17	mg/kg TS	0.001	20%	NS-EN ISO 12846
b) Nikkel (Ni)	16	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
b) Sink (Zn)	480	mg/kg TS	2	25%	NS EN ISO 11885
b) Tørrstoff	57.6	%	0.1	5%	EN 12880
<b>b) PCB 7</b>					
b) PCB 28	0.019	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 52	0.052	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 101	0.088	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 118	0.051	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 138	0.15	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 153	0.16	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) PCB 180	0.13	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
b) Sum 7 PCB	0.65	mg/kg TS		25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Totalt organisk karbon (TOC)	3.9	% TS	0.1	20%	Internal Method 1

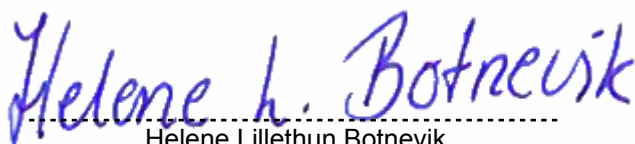
**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

- a) NS/EN ISO/IEC 17025:2005 NA TEST 003, Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss), Møllebakken 50, NO-1538, Moss  
 b) ISO/IEC 17025 SWEDAC 1125, Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjötagsg. 3, SE-53119, Lidköping

**Kopi til:**

Oddmund Soldal (ODS@cowi.no)

**Bergen 27.10.2015**



Helene Lillethun Botnevik

ASM Bergen, Kvalitetsansvarlig

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn      >: Større enn      nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

COWI AS Bergen  
Solheimsgate 13  
Postboks 6051 Bedriftssenteret  
5892 Bergen

**Attn: Ane Moe Gjesdal**

**AR-15-MX-003482-01****EUNOBE-00016299**

Prøvemottak: 30.09.2015

Temperatur:

Analyseperiode: 30.09.2015-08.10.2015

Referanse: A040950-005/Renere  
Havn Bergen

# ANALYSERAPPORT

Sedimentfeller

---

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn      &gt;: Større enn      nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1001-003</b>	Prøvetakingsdato:	29.09.2015		
Prøvetype:	Saltvannssedimenter	Prøvetaker:	AMG		
Prøvemerkning:	KB-SF, F1, 29.9.15	Analysestartdato:	30.09.2015		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Arsen (As)	6.2	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 17294-2
a) Bly (Pb)	49	mg/kg TS	0.5	40%	NS EN ISO 17294-2
a) Kadmium (Cd)	0.43	mg/kg TS	0.01	25%	NS EN ISO 17294-2
a) Kobber (Cu)	68	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
a) Krom (Cr)	19	mg/kg TS	0.3	30%	NS EN ISO 11885
a) Kvikksølv (Hg)	0.106	mg/kg TS	0.001	20%	NS-EN ISO 12846
a) Nikkel (Ni)	17	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
a) Sink (Zn)	810	mg/kg TS	2	25%	NS EN ISO 11885
<b>a) PAH 16 EPA</b>					
a) Naftalen	0.034	mg/kg TS	0.01	40%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Acenaftylen	0.015	mg/kg TS	0.01	40%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Acenaften	<0.010	mg/kg TS	0.01		ISO/DIS 16703-Mod
a) Fluoren	0.021	mg/kg TS	0.01	40%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Fenantren	0.25	mg/kg TS	0.01	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Antracen	0.043	mg/kg TS	0.01	40%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Fluoranten	0.56	mg/kg TS	0.01	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Pyren	0.96	mg/kg TS	0.01	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Benzo[a]antracen	0.17	mg/kg TS	0.01	30%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Krysen/Trifenylen	0.34	mg/kg TS	0.01	35%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Benzo[b]fluoranten	0.33	mg/kg TS	0.01	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Benzo[k]fluoranten	0.090	mg/kg TS	0.01	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Benzo[a]pyren	0.20	mg/kg TS	0.01	35%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.090	mg/kg TS	0.01	30%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Dibenzo[a,h]antracen	0.029	mg/kg TS	0.01	40%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Benzo[ghi]perylen	0.18	mg/kg TS	0.01	40%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Sum PAH(16) EPA	3.3	mg/kg TS		30%	ISO/DIS 16703-Mod
<b>a) PCB 7</b>					
a) PCB 28	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
a) PCB 52	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
a) PCB 101	0.0049	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) PCB 118	0.0058	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) PCB 138	0.0076	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) PCB 153	0.0081	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) PCB 180	0.0067	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Sum 7 PCB	0.033	mg/kg TS		25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Tørrstoff	38.2	%	0.1	5%	EN 12880

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn      >: Større enn      nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1001-004</b>	Prøvetakingsdato:	29.09.2015		
Prøvetype:	Saltvannssedimenter	Prøvetaker:	AMG		
Prøvemerkning:	KB-SF, F2, 29.9.15	Analysestartdato:	30.09.2015		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Arsen (As)	16	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 17294-2
a) Bly (Pb)	120	mg/kg TS	0.5	40%	NS EN ISO 17294-2
a) Kadmium (Cd)	0.60	mg/kg TS	0.01	25%	NS EN ISO 17294-2
a) Kobber (Cu)	180	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
a) Krom (Cr)	60	mg/kg TS	0.3	30%	NS EN ISO 11885
a) Kvikksølv (Hg)	1.12	mg/kg TS	0.001	20%	NS-EN ISO 12846
a) Nikkel (Ni)	81	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
a) Sink (Zn)	420	mg/kg TS	2	25%	NS EN ISO 11885
<b>a) PAH 16 EPA</b>					
a) Naftalen	0.10	mg/kg TS	0.01	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Acenaftylen	0.078	mg/kg TS	0.01	40%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Acenaften	0.034	mg/kg TS	0.01	40%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Fluoren	0.070	mg/kg TS	0.01	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Fenantren	0.42	mg/kg TS	0.01	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Antracen	0.16	mg/kg TS	0.01	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Fluoranten	0.96	mg/kg TS	0.01	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Pyren	0.91	mg/kg TS	0.01	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Benzo[a]antracen	0.48	mg/kg TS	0.01	30%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Krysen/Trifenylen	0.49	mg/kg TS	0.01	35%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Benzo[b]fluoranten	1.2	mg/kg TS	0.01	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Benzo[k]fluoranten	0.37	mg/kg TS	0.01	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Benzo[a]pyren	0.69	mg/kg TS	0.01	35%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.37	mg/kg TS	0.01	30%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Dibenzo[a,h]antracen	0.085	mg/kg TS	0.01	40%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Benzo[ghi]perylen	0.48	mg/kg TS	0.01	40%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Sum PAH(16) EPA	6.9	mg/kg TS		30%	ISO/DIS 16703-Mod
<b>a) PCB 7</b>					
a) PCB 28	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
a) PCB 52	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
a) PCB 101	0.0042	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) PCB 118	0.0073	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) PCB 138	0.0067	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) PCB 153	0.0081	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) PCB 180	0.0038	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Sum 7 PCB	0.030	mg/kg TS		25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Tørrstoff	16.5	%	0.1	5%	EN 12880

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn      >: Større enn      nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1001-005</b>	Prøvetakingsdato:	29.09.2015		
Prøvetype:	Saltvannssedimenter	Prøvetaker:	AMG		
Prøvemerkning:	KB-SF, F3, 29.9.15	Analysestartdato:	30.09.2015		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Arsen (As)	12	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 17294-2
a) Bly (Pb)	86	mg/kg TS	0.5	40%	NS EN ISO 17294-2
a) Kadmium (Cd)	0.32	mg/kg TS	0.01	25%	NS EN ISO 17294-2
a) Kobber (Cu)	130	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
a) Krom (Cr)	51	mg/kg TS	0.3	30%	NS EN ISO 11885
a) Kvikksølv (Hg)	4.17	mg/kg TS	0.001	20%	NS-EN ISO 12846
a) Nikkel (Ni)	99	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
a) Sink (Zn)	310	mg/kg TS	2	25%	NS EN ISO 11885
<b>a) PAH 16 EPA</b>					
a) Naftalen	0.099	mg/kg TS	0.01	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Acenaftylen	0.072	mg/kg TS	0.01	40%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Acenaften	0.042	mg/kg TS	0.01	40%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Fluoren	0.055	mg/kg TS	0.01	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Fenantren	0.50	mg/kg TS	0.01	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Antracen	0.19	mg/kg TS	0.01	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Fluoranten	1.2	mg/kg TS	0.01	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Pyren	1.2	mg/kg TS	0.01	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Benzo[a]antracen	0.64	mg/kg TS	0.01	30%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Krysen/Trifenylen	0.64	mg/kg TS	0.01	35%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Benzo[b]fluoranten	1.3	mg/kg TS	0.01	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Benzo[k]fluoranten	0.44	mg/kg TS	0.01	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Benzo[a]pyren	0.75	mg/kg TS	0.01	35%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.40	mg/kg TS	0.01	30%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Dibenzo[a,h]antracen	0.13	mg/kg TS	0.01	40%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Benzo[ghi]perylen	0.40	mg/kg TS	0.01	40%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Sum PAH(16) EPA	8.0	mg/kg TS		30%	ISO/DIS 16703-Mod
<b>a) PCB 7</b>					
a) PCB 28	<0.0010	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
a) PCB 52	0.0081	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) PCB 101	0.0088	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) PCB 118	0.012	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) PCB 138	0.014	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) PCB 153	0.011	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) PCB 180	0.0072	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Sum 7 PCB	0.061	mg/kg TS		25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Tørrstoff	26.8	%	0.1	5%	EN 12880

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn      >: Større enn      nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).





Prøvenr.:	<b>441-2015-1001-006</b>	Prøvetakingsdato:	29.09.2015		
Prøvetype:	Saltvannssedimenter	Prøvetaker:	AMG		
Prøvemerkning:	KB-SF, F4, 29.9.15	Analysestartdato:	30.09.2015		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Arsen (As)	11	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 17294-2
a) Bly (Pb)	110	mg/kg TS	0.5	40%	NS EN ISO 17294-2
a) Kadmium (Cd)	0.41	mg/kg TS	0.01	25%	NS EN ISO 17294-2
a) Kobber (Cu)	120	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
a) Krom (Cr)	40	mg/kg TS	0.3	30%	NS EN ISO 11885
a) Kvikksølv (Hg)	0.702	mg/kg TS	0.001	20%	NS-EN ISO 12846
a) Nikkel (Ni)	58	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
a) Sink (Zn)	320	mg/kg TS	2	25%	NS EN ISO 11885
<b>a) PAH 16 EPA</b>					
a) Naftalen	0.10	mg/kg TS	0.01	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Acenaftylen	0.034	mg/kg TS	0.01	40%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Acenaften	0.022	mg/kg TS	0.01	40%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Fluoren	0.035	mg/kg TS	0.01	40%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Fenantren	0.26	mg/kg TS	0.01	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Antracen	0.10	mg/kg TS	0.01	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Fluoranten	0.67	mg/kg TS	0.01	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Pyren	0.58	mg/kg TS	0.01	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Benzo[a]antracen	0.36	mg/kg TS	0.01	30%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Krysen/Trifenylen	0.42	mg/kg TS	0.01	35%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Benzo[b]fluoranten	0.59	mg/kg TS	0.01	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Benzo[k]fluoranten	0.21	mg/kg TS	0.01	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Benzo[a]pyren	0.42	mg/kg TS	0.01	35%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.24	mg/kg TS	0.01	30%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Dibenzo[a,h]antracen	0.059	mg/kg TS	0.01	40%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Benzo[ghi]perylen	0.24	mg/kg TS	0.01	40%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Sum PAH(16) EPA	4.3	mg/kg TS		30%	ISO/DIS 16703-Mod
<b>a) PCB 7</b>					
a) PCB 28	<0.00050	mg/kg TS	0.0005		ISO/DIS 16703-Mod
a) PCB 52	0.0027	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) PCB 101	0.0021	mg/kg TS	0.0005	40%	ISO/DIS 16703-Mod
a) PCB 118	0.0021	mg/kg TS	0.0005	40%	ISO/DIS 16703-Mod
a) PCB 138	0.0041	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) PCB 153	0.0054	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) PCB 180	0.0036	mg/kg TS	0.0005	25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Sum 7 PCB	0.020	mg/kg TS		25%	ISO/DIS 16703-Mod
a) Tørrstoff	14.8	%	0.1	5%	EN 12880

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

a) ISO/IEC 17025 SWEDAC 1125, Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjötagsg. 3, SE-53119, Lidköping

**Kopi til:**

Oddmund Soldal (ODS@cowi.no)

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
<: Mindre enn      >: Større enn      nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Bergen 08.10.2015

Tommie Christensen  
ASM Kundesupport Berge

---

Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
<: Mindre enn      >: Større enn      nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



eurofins



**Eurofins Environment Testing Norway  
AS (Bergen)**

F. reg. 965 141 618 MVA

Box 75

NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42

Fax:

COWI AS, Bergen  
Solheimsgate 13  
Postboks 6051 Bedriftssenteret  
5892 Bergen  
**Attn: Aud Sundal**

**AR-15-MX-004084-01**



**EUNOBE-00016702**

Prøvemottak: 02.11.2015

Temperatur:

Analyseperiode: 02.11.2015-25.11.2015

Referanse: A040950/Nordrevågen

## ANALYSERAPPORT

Sediment fra dam,  
Håsteinarparken

---

Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn      >: Større enn      nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1102-069</b>	Prøvetakingsdato:	29.10.2015		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	DAM	Analysestartdato:	02.11.2015		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
c) Arsen (As)	2.5	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 17294-2
c) Bly (Pb)	27	mg/kg TS	0.5	40%	NS EN ISO 17294-2
c) Kadmium (Cd)	0.28	mg/kg TS	0.01	25%	NS EN ISO 17294-2
c) Kobber (Cu)	36	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
c) Krom (Cr)	23	mg/kg TS	0.3	30%	NS EN ISO 11885
c) Kvikksølv (Hg)	0.053	mg/kg TS	0.001	20%	NS-EN ISO 12846
c) Nikkel (Ni)	20	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
c) Sink (Zn)	230	mg/kg TS	2	25%	NS EN ISO 11885
<b>c) PAH 16 EPA</b>					
c) Naftalen	<0.010	mg/kg TS	0.01		ISO/DIS 16703-Mod
c) Acenaftilen	<0.010	mg/kg TS	0.01		ISO/DIS 16703-Mod
c) Acenaften	<0.010	mg/kg TS	0.01		ISO/DIS 16703-Mod
c) Fluoren	<0.010	mg/kg TS	0.01		ISO/DIS 16703-Mod
c) Fenantren	0.037	mg/kg TS	0.01	40%	ISO/DIS 16703-Mod
c) Antracen	0.010	mg/kg TS	0.01	40%	ISO/DIS 16703-Mod
c) Fluoranten	0.11	mg/kg TS	0.01	25%	ISO/DIS 16703-Mod
c) Pyren	0.13	mg/kg TS	0.01	25%	ISO/DIS 16703-Mod
c) Benzo[a]antracen	0.046	mg/kg TS	0.01	40%	ISO/DIS 16703-Mod
c) Krysen/Trifenylen	0.086	mg/kg TS	0.01	35%	ISO/DIS 16703-Mod
c) Benzo[b]fluoranten	0.14	mg/kg TS	0.01	25%	ISO/DIS 16703-Mod
c) Benzo[k]fluoranten	0.043	mg/kg TS	0.01	40%	ISO/DIS 16703-Mod
c) Benzo[a]pyren	0.072	mg/kg TS	0.01	35%	ISO/DIS 16703-Mod
c) Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.048	mg/kg TS	0.01	40%	ISO/DIS 16703-Mod
c) Dibenzo[a,h]antracen	0.014	mg/kg TS	0.01	40%	ISO/DIS 16703-Mod
c) Benzo[ghi]perylen	0.064	mg/kg TS	0.01	40%	ISO/DIS 16703-Mod
c) Sum PAH(16) EPA	0.81	mg/kg TS		30%	ISO/DIS 16703-Mod
c) Tørrstoff	38.2	%	0.1	5%	EN 12880
a) Finstoff <2 µm (Leire)	Se vedlegg		0.01		ISO 11277 mod
a) Finstoff <63 µm	Se vedlegg		0.01		ISO 11277 mod
<b>a)* Total tørrstoff, 105 °C</b>					
a)* Total tørrstoff	72.6	% (w/w)	0.1		EN 13040
b) Tributyltinn (TBT)	<1	µg/kg TS	1		Intern metode
b) Totalt organisk karbon (TOC)	6.8	% TS	0.1	20%	Internal Method 1
b) Total tørrstoff	39	%	0.02	12%	NS 4764
<b>PCB 7</b>					
PCB 101	4.00	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 118	1.67	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 138	3.00	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	4.07	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 180	2.34	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 28	2.38	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	1.51	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	19.0	µg/kg TS	1	30%	Intern metode

**Tegnforklaring:**

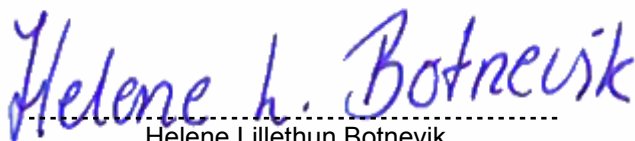
\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn      >: Større enn      nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

- a)\* Eurofins Umwelt Ost GmbH (Jena), Löbstedter Strasse 78, D-07749, Jena
- a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14081-01-00, Eurofins Umwelt Ost GmbH (Jena), Löbstedter Strasse 78, D-07749, Jena
- b) NS/EN ISO/IEC 17025:2005 NA TEST 003, Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss), Møllebakken 50, NO-1538, Moss
- c) ISO/IEC 17025 SWEDAC 1125, Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjöhagsg. 3, SE-53119, Lidköping

**Bergen 25.11.2015**-----  
Helene Lillethun Botnevik

ASM Bergen, Kvalitetsansvarlig

---

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
<: Mindre enn      >: Større enn      nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

# Test report to order 71505822

No. 7015447001 page 2 / 2

Project: solid analysis

Parameter	Unit	LOQ	Method
Sample designation			
Lab-ID#			
441-2015-1102-060	715089612	715089613	441-2015-1102-061
441-2015-1102-063	715089615	715089614	441-2015-1102-062
441-2015-1102-064	715089616	715089617	441-2015-1102-065
441-2015-1102-066	715089618	715089619	441-2015-1102-067
441-2015-1102-068	715089620	715089621	441-2015-1102-069

## Determination from the original sample

dry substance (105°C)	% w/w	0,1	DIN EN 14346	74,4	81,7	65,0	49,6	72,8	71,3	80,7	78,4	68,6	72,6
<b>particle size distribution</b>													
coarse sand (0,63 - 2 mm)	% w/w	1	DIN ISO 11277	37	51	27	6	45	36	16	39	11	20
medium sand (0,2 - 0,63 mm)	% w/w	1	DIN ISO 11277	27	35	26	14	33	38	35	38	38	30
fine sand (0,063 - 0,2 mm)	% w/w	1	DIN ISO 11277	20	10	21	21	12	22	44	19	41	24
coarse silt (20 - 63 µm)	% w/w	1	DIN ISO 11277	7	2	14	38	4	1	2	1	2	8
medium silt (6,3 - 20 µm)	% w/w	1	DIN ISO 11277	5	1	6	13	2	1	1	1	4	10
fine silt (2 - 6,3 µm)	% w/w	1	DIN ISO 11277	2	<1	3	4	1	1	1	1	2	4
clay (< 2 µm)	% w/w	1	DIN ISO 11277	2	1	3	4	3	1	1	1	2	4

LOQ = limit of quantitation



COWI AS, Bergen  
Solheimsgate 13  
Postboks 6051 Bedriftssenteret  
5892 Bergen

Attn: Ane Moe Gjesdal

AR-15-MX-004093-02



EUNOBE-00016503

Prøvemottak: 16.10.2015

Temperatur:

Analyseperiode: 16.10.2015-08.12.2015

Referanse: A040950-005/Bergen  
havn, Kirkebukten

Skjell

## ANALYSERAPPORT

Denne analyserapporten erstatter tidligere versjon(er).

Vennligst makuler tidligere tilsendt analyserapport.

AR-15-MX-004093XX

Prøvenr.:	<b>441-2015-1016-041</b>	Prøvetakingsdato:	16.10.2015		
Prøvetype:	Annet biologisk materiale	Prøvetaker:	Ane Moe Gjesdal		
Prøvemerkning:	Felt 4-1, hjerteskjell & knivskjell	Analysestartdato:	16.10.2015		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Arsen (As)	1.6	mg/kg	0.05	30%	NS EN ISO 17294-2
a) Bly (Pb)	0.48	mg/kg	0.03	25%	NS EN ISO 17294-2
a) Kadmium (Cd)	0.034	mg/kg	0.001	25%	NS EN ISO 17294-2
a) Kobber (Cu)	0.97	mg/kg	0.02	25%	NS EN ISO 17294-2
a) Krom (Cr)	21	mg/kg	0.03	30%	NS EN ISO 17294-2
a) Nikkel (Ni)	36	mg/kg	0.04	25%	NS EN ISO 17294-2
a) Sink (Zn)	13	mg/kg	0.5	25%	NS EN ISO 17294-2
<b>Merknader:</b> For lite prøvemateriale. Analysert kun for metaller.					

Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn      &gt;: Større enn      nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1016-042</b>	Prøvetakingsdato:	16.10.2015
Prøvetype:	Annet biologisk materiale	Prøvetaker:	Ane Moe Gjesdal
Prøvemerkning:	Felt 4-2, blåskjell	Analysestartdato:	16.10.2015

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Arsen (As)	2.2	mg/kg	0.05	30%	NS EN ISO 17294-2
a) Bly (Pb)	0.76	mg/kg	0.03	25%	NS EN ISO 17294-2
a) Kadmium (Cd)	0.13	mg/kg	0.001	25%	NS EN ISO 17294-2
a) Kobber (Cu)	1.1	mg/kg	0.02	25%	NS EN ISO 17294-2
a) Krom (Cr)	0.65	mg/kg	0.03	30%	NS EN ISO 17294-2
a) Nikkel (Ni)	0.56	mg/kg	0.04	25%	NS EN ISO 17294-2
a) Sink (Zn)	17	mg/kg	0.5	25%	NS EN ISO 17294-2
a) Total tørrstoff	16	%	0.02	12%	NS 4764
<b>a) PCB 7</b>					
a) PCB 28	<1	µg/kg	0.05		Internal Method AM374.23
a) PCB 52	<1	µg/kg	0.05		Internal Method AM374.23
a) PCB 101	<1	µg/kg	0.05		Internal Method AM374.23
a) PCB 118	<1	µg/kg	0.05		Internal Method AM374.23
a) PCB 153	1.6	µg/kg	0.05	40%	Internal Method AM374.23
a) PCB 138	1.8	µg/kg	0.05	40%	Internal Method AM374.23
a) PCB 180	<1	µg/kg	0.05		Internal Method AM374.23
a) Sum 7 PCB	3.3	µg/kg		50%	Internal Method AM374.23

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense    MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn    >: Større enn    nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1016-043</b>	Prøvetakingsdato:	16.10.2015
Prøvetype:	Annet biologisk materiale	Prøvetaker:	Ane Moe Gjesdal
Prøvemerkning:	Felt 4-3, blåskjell	Analysestartdato:	16.10.2015

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Arsen (As)	3.0	mg/kg	0.05	30%	NS EN ISO 17294-2
a) Bly (Pb)	0.70	mg/kg	0.03	25%	NS EN ISO 17294-2
a) Kadmium (Cd)	0.085	mg/kg	0.001	25%	NS EN ISO 17294-2
a) Kobber (Cu)	1.0	mg/kg	0.02	25%	NS EN ISO 17294-2
a) Krom (Cr)	0.15	mg/kg	0.03	50%	NS EN ISO 17294-2
a) Nikkel (Ni)	0.17	mg/kg	0.04	40%	NS EN ISO 17294-2
a) Sink (Zn)	26	mg/kg	0.5	25%	NS EN ISO 17294-2
a) Total tørrstoff	16	%	0.02	12%	NS 4764
<b>a) PCB 7</b>					
a) PCB 28	<1	µg/kg	0.05		Internal Method AM374.23
a) PCB 52	<1	µg/kg	0.05		Internal Method AM374.23
a) PCB 101	<1	µg/kg	0.05		Internal Method AM374.23
a) PCB 118	<1	µg/kg	0.05		Internal Method AM374.23
a) PCB 153	1.3	µg/kg	0.05	40%	Internal Method AM374.23
a) PCB 138	1.4	µg/kg	0.05	40%	Internal Method AM374.23
a) PCB 180	<1	µg/kg	0.05		Internal Method AM374.23
a) Sum 7 PCB	2.7	µg/kg		50%	Internal Method AM374.23

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense    MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn    >: Større enn    nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1016-044</b>	Prøvetakingsdato:	16.10.2015		
Prøvetype:	Annet biologisk materiale	Prøvetaker:	Ane Moe Gjesdal		
Prøvemerkning:	Felt 5-1, blåskjell	Analysestartdato:	16.10.2015		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Arsen (As)	2.5	mg/kg	0.05	30%	NS EN ISO 17294-2
a) Bly (Pb)	1.3	mg/kg	0.03	25%	NS EN ISO 17294-2
a) Kadmium (Cd)	0.086	mg/kg	0.001	25%	NS EN ISO 17294-2
a) Kobber (Cu)	1.1	mg/kg	0.02	25%	NS EN ISO 17294-2
a) Krom (Cr)	0.10	mg/kg	0.03	50%	NS EN ISO 17294-2
a) Nikkel (Ni)	0.078	mg/kg	0.04	40%	NS EN ISO 17294-2
a) Sink (Zn)	17	mg/kg	0.5	25%	NS EN ISO 17294-2
a) Total tørrstoff	17	%	0.02	12%	NS 4764
<b>a) PCB 7</b>					
a) PCB 28	<1	µg/kg	0.05		Internal Method AM374.23
a) PCB 52	<1	µg/kg	0.05		Internal Method AM374.23
a) PCB 101	1.3	µg/kg	0.05	40%	Internal Method AM374.23
a) PCB 118	1.0	µg/kg	0.05	40%	Internal Method AM374.23
a) PCB 153	1.9	µg/kg	0.05	40%	Internal Method AM374.23
a) PCB 138	2.2	µg/kg	0.05	40%	Internal Method AM374.23
a) PCB 180	<1	µg/kg	0.05		Internal Method AM374.23
a) Sum 7 PCB	6.4	µg/kg		40%	Internal Method AM374.23

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

a) NS/EN ISO/IEC 17025:2005 NA TEST 003, Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss), Møllebakken 50, NO-1538, Moss

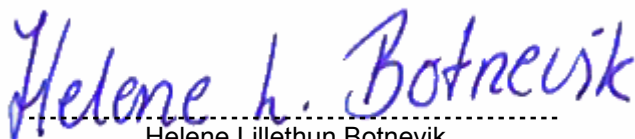
**Rapportkommentar:**

Ny versjon: endret resultat og benevnning på Arsen på prøve 441-2015-1016-042

**Kopi til:**

Oddmund Soldal (ODS@cowi.no)

**Bergen 08.12.2015**



Helene Lillethun Botnevik

ASM Bergen, Kvalitetsansvarlig

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn      >: Større enn      nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

COWI AS  
v/ Ane Gjesdal  
Solheimsgaten 13  
Pb 6051 Bedriftsenteret  
5892 Bergen

Oslo, 2015.09.02

### 62003 Analyseresultater fra NGI miljølaboratorium

**Prosjektnavn:** Passive prøvetakere, COWI.  
**Prosjektnummer:** 20150332  
**Prøvetype:** Passive prøvetakere (POM) 55µm.  
**Antall prøver:** 12  
**Mottatt dato:** 2015.08.17  
**Anmerkninger:** POM fra Cowi.

Hovedkontor:  
Pb. 3930 Ullevål Stadion  
0806 Oslo

Avd Trondheim:  
Pb. 1230 Pirsenteret  
7462 Trondheim

T 22 02 30 00  
F 22 23 04 48

Kontonr 5096 05 01281  
Org. nr 958 254 318 MVA

[ngi@ngi.no](mailto:ngi@ngi.no)  
[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

Følgende analyser har blitt utført:

Parameter	Intern pros. MLP	MLP basert på	Akkreditert	Måleområde	Analysedato
PAH/PCB	MLP850	Passive prøvetakere	Nei	-	2015.08.27-2015.08.28

#### Usikkerhet og dokumentasjon av LOQ oppgis ved henvendelse til laboratoriet

Resultatene i vedleggene gjelder utelukkende den prøve som er oppgitt på arket.  
Rapporten skal ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning fra laboratoriet. Resultatene kan derimot benyttes av NGIs prosjektleder i eventuell videre rapportering til NGIs eksterne kunder

Vennlig hilsen  
for NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT



Teknisk leder miljølaboratorium

Miljølaboratoriet - Passive prøvetakere (POM)

Prosjektnr.: 20150332

Prosjekttittel: COWI POM

Prøvenavn: F1-B

Intern ref: PAH/PCB-150827

Dato/kontroll: 2/9-15 AP

Materialkarakterisering

Beskrivelse av forsøket

55 µm POM	1,0688 g	<p>POM ble rengjort og tilsatt 15 ml heptan og 20 µl IS, og ristet i 3 døgn. Heptanen ble så redusert i vakumsentrifuge til ca. 1 ml, og rensset på silica-kolonne. Prøven reduseres igjen til ønsket volum og overføres til GC-vial for injeksjon på GC-MS.</p> <p>Konsentrasjonen i POM tilbakeregnes til vannkons. ved hjelp av likevektskoeffisienter for POM 55 µm.</p> <p>Forsøket ble utført ved romtemperatur (20±5°C)</p> <p>Metoden er ikke akkreditert.</p>
-----------	----------	--

PAH	
Navn	Konsentrasjon (µg/l) i vann
Naftalen	0,00966
Acenaftylen	0,00149
Acenaften	0,00198
Fluoren	0,00337
Fenantren	0,0116
Antracen	0,000297
Fluoranten	0,00109
Pyren	0,00106
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	0,0000600
Krysen <sup>^</sup>	0,000127
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	0,0000984
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	0,0000744
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	0,0000400
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	0,0000162
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	0,0000128
Benso(ghi)perylene	0,0000205
SUM PAH	0,0310
PCB-28	0,00000417
PCB-52	0,0000208
PCB-101	0,000000817
PCB-118	0,00
PCB-153	0,000000147
PCB-138	0,000000214
PCB-180	0,000000606
SUM PCB	0,0000268



Miljølaboratoriet - Passive prøvetakere (POM)

Prosjektnr.: 20150332

Prosjekttittel: COWI POM

Prøvenavn: F1-C

Intern ref: PAH/PCB-150827

Dato/kontroll:

2/9-15 AP

Materialkarakterisering

Beskrivelse av forsøket

55 µm POM 0,9414 g

POM ble rengjort og tilsatt 15 ml heptan og 20 µl IS, og ristet i 3 døgn. Heptanen ble så redusert i vakumsentrifuge til ca. 1 ml, og rensset på silica-kolonne. Prøven reduseres igjen til ønsket volum og overføres til GC-vial for injeksjon på GC-MS.

Konsentrasjonen i POM tilbakeregnes til vannkons. ved hjelp av likevektskoeffisienter for POM 55 µm.

Forsøket ble utført ved romtemperatur (20±5°C)

Metoden er ikke akkreditert.

PAH

Navn	Konsentrasjon (µg/l) i vann
Naftalen	0,0155
Acenaftylen	0,00196
Acenaften	0,00210
Fluoren	0,00360
Fenantren	0,0132
Antracen	0,000386
Fluoranten	0,00149
Pyren	0,00138
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	0,0000732
Krysen <sup>^</sup>	0,000179
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	0,000131
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	0,0000968
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	0,0000799
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	0,0000376
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	0,0000706
Benso(ghi)perylene	0,0000314
SUM PAH	0,0402
PCB-28	0,00000527
PCB-52	0,0000241
PCB-101	0,00000234
PCB-118	0,000000524
PCB-153	0,000000186
PCB-138	0,000000341
PCB-180	0,000000122
SUM PCB	0,0000328

Miljølaboratoriet - Passive prøvetakere (POM)

Prosjektnr.: 20150332

Prosjekttittel: COWI POM

Prøvenavn: F2-A

Intern ref: PAH/PCB-150827

Dato/kontroll:

2/9-15 AP

Materialkarakterisering

Beskrivelse av forsøket

55 µm POM 1,0991 g

POM ble rengjort og tilsatt 15 ml heptan og 20 µl IS, og ristet i 3 døgn. Heptanen ble så redusert i vakumsentrifuge til ca. 1 ml, og rensset på silica-kolonne. Prøven reduseres igjen til ønsket volum og overføres til GC-vial for injeksjon på GC-MS.

Konsentrasjonen i POM tilbakeregnes til vannkons. ved hjelp av likevektskoeffisienter for POM 55 µm. Forsøket ble utført ved romtemperatur (20±5°C) Metoden er ikke akkreditert.

PAH

Navn	Konsentrasjon (µg/l) i vann
Naftalen	0,00867
Acenaftylen	0,00148
Acenaften	0,00174
Fluoren	0,00330
Fenantren	0,0127
Antracen	0,000216
Fluoranten	0,000709
Pyren	0,000852
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	0,0000295
Krysen <sup>^</sup>	0,0000706
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	0,0000612
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	0,0000471
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	0,0000233
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	0,0000113
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	0,0000144
Benso(ghi)perylene	0,0000186
SUM PAH	0,0300
PCB-28	0,00000356
PCB-52	0,0000238
PCB-101	0,00000135
PCB-118	0,000000429
PCB-153	0,000000150
PCB-138	0,000000184
PCB-180	0,0000000334
SUM PCB	0,0000295

Miljølaboratoriet - Passive prøvetakere (POM)

Prosjektnr.: 20150332

Prosjekttittel: COWI POM

Prøvenavn: F2-B

Intern ref: PAH/PCB-150827

Dato/kontroll:

2/9-15 AP

Materialkarakterisering

Beskrivelse av forsøket

55 µm POM 1,0904 g

POM ble rengjort og tilsatt 15 ml heptan og 20 µl IS, og ristet i 3 døgn. Heptanen ble så redusert i vakumsentrifuge til ca. 1 ml, og renset på silica-kolonne. Prøven reduseres igjen til ønsket volum og overføres til GC-vial for injeksjon på GC-MS.

Konsentrasjonen i POM tilbakeregnes til vannkons. ved hjelp av likevektskoeffisienter for POM 55 µm.

Forsøket ble utført ved romtemperatur (20±5°C)

Metoden er ikke akkreditert.

PAH

Navn	Konsentrasjon (µg/l) i vann
Naftalen	0,0397
Acenaftylen	0,00175
Acenaften	0,00177
Fluoren	0,00358
Fenantren	0,0211
Antracen	0,000268
Fluoranten	0,00120
Pyren	0,00103
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	0,0000521
Krysen <sup>^</sup>	0,0000849
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	0,0000753
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	0,0000456
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	0,0000422
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	0,0000187
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	0,0000106
Benso(ghi)perylene	0,0000264
SUM PAH	0,0708
PCB-28	0,0000135
PCB-52	0,0000253
PCB-101	0,00000153
PCB-118	0,000000658
PCB-153	0,000000101
PCB-138	0,000000368
PCB-180	0,000000227
SUM PCB	0,0000417



Miljølaboratoriet - Passive prøvetakere (POM)

Prosjektnr.: 20150332

Prosjekttittel: COWI POM

Prøvenavn: F3-A

Intern ref: PAH/PCB-150827

Dato/kontroll:

2/9-15 AP

Materialkarakterisering

Beskrivelse av forsøket

55 µm POM 1,0524 g

POM ble rengjort og tilsatt 15 ml heptan og 20 µl IS, og ristet i 3 døgn. Heptanen ble så redusert i vakumsentrifuge til ca. 1 ml, og renset på silica-kolonne. Prøven reduseres igjen til ønsket volum og overføres til GC-vial for injeksjon på GC-MS.

Konsentrasjonen i POM tilbakeregnes til vannkons. ved hjelp av likevektskoeffisienter for POM 55 µm.

Forsøket ble utført ved romtemperatur (20±5°C)

Metoden er ikke akkreditert.

PAH

Navn	Konsentrasjon (µg/l) i vann
Naftalen	0,00691
Acenaftylen	0,00171
Acenaften	0,00152
Fluoren	0,00298
Fenantren	0,0134
Antracen	0,000289
Fluoranten	0,00135
Pyren	0,00140
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	0,0000518
Krysen <sup>^</sup>	0,0000993
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	0,000101
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	0,0000691
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	0,0000533
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	0,0000202
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	0,0000101
Benso(ghi)perylene	0,0000253
SUM PAH	0,0299
PCB-28	0,00000664
PCB-52	0,0000236
PCB-101	0,00000103
PCB-118	0,000000357
PCB-153	0,000000193
PCB-138	0,000000222
PCB-180	0,000000170
SUM PCB	0,0000322

Miljølaboratoriet - Passive prøvetakere (POM)

Prosjektnr.: 20150332

Prosjekttittel: COWI POM

Prøvenavn: F3-C

Intern ref: PAH/PCB-150827

Dato/kontroll:

2/9-15 AP

Materialkarakterisering

Beskrivelse av forsøket

55 µm POM 1,0201 g

POM ble rengjort og tilsatt 15 ml heptan og 20 µl IS, og ristet i 3 døgn. Heptanen ble så redusert i vakumsentrifuge til ca. 1 ml, og renses på silica-kolonne. Prøven reduseres igjen til ønsket volum og overføres til GC-vial for injeksjon på GC-MS.

Konsentrasjonen i POM tilbakeregnes til vannkons. ved hjelp av likevektskoeffisienter for POM 55 µm.

Forsøket ble utført ved romtemperatur (20±5°C)

Metoden er ikke akkreditert.

PAH

Navn	Konsentrasjon (µg/l) i vann
Naftalen	0,00878
Acenaftylen	0,00176
Acenaften	0,00187
Fluoren	0,00335
Fenantren	0,0126
Antracen	0,000220
Fluoranten	0,00112
Pyren	0,00146
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	0,0000400
Krysen <sup>^</sup>	0,0000843
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	0,0000636
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	0,0000748
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	0,0000556
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	0,0000199
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	0,0000139
Benso(ghi)perylene	0,0000233
SUM PAH	0,0315
PCB-28	0,00000191
PCB-52	0,0000225
PCB-101	0,000000868
PCB-118	0,000000607
PCB-153	0,000000137
PCB-138	0,000000207
PCB-180	0,000000597
SUM PCB	0,0000263

Miljølaboratoriet - Passive prøvetakere (POM)

Prosjektnr.: 20150332

Prosjekttittel: COWI POM

Prøvenavn: F4-A

Intern ref: PAH/PCB-150827

Dato/kontroll: 2/9-15 AP

Materialkarakterisering

Beskrivelse av forsøket

55 µm POM	1,0695 g	<p>POM ble rengjort og tilsatt 15 ml heptan og 20 µl IS, og ristet i 3 døgn. Heptanen ble så redusert i vakuksentrifuge til ca. 1 ml, og renset på silica-kolonne. Prøven reduseres igjen til ønsket volum og overføres til GC-vial for injeksjon på GC-MS.</p> <p>Konsentrasjonen i POM tilbakeregnes til vannkons. ved hjelp av likevektskoeffisienter for POM 55 µm. Forsøket ble utført ved romtemperatur (20±5°C) Metoden er ikke akkreditert.</p>
-----------	----------	---

PAH

Navn	Konsentrasjon (µg/l) i vann
Naftalen	0,00637
Acenaftylen	0,00108
Acenaften	0,00164
Fluoren	0,00237
Fenantren	0,0118
Antracen	0,000167
Fluoranten	0,00176
Pyren	0,00222
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	0,0000950
Krysen <sup>^</sup>	0,000198
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	0,000146
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	0,000147
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	0,000110
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	0,0000533
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	0,0000256
Benso(ghi)perylene	0,0000427
SUM PAH	0,0282
PCB-28	0,00000823
PCB-52	0,0000201
PCB-101	0,00000177
PCB-118	0,000000593
PCB-153	0,000000124
PCB-138	0,000000213
PCB-180	0,0000000525
SUM PCB	0,0000311



Miljølaboratoriet - Passive prøvetakere (POM)

Prosjektnr.: 20150332

Prosjektittel: COWI POM

Prøvenavn: F4-B

Intern ref: PAH/PCB-150827

Dato/kontroll:

2/9-15 AP

Materialkarakterisering

Beskrivelse av forsøket

55 µm POM	1,0094 g	<p>POM ble rengjort og tilsatt 15 ml heptan og 20 µl IS, og ristet i 3 døgn. Heptanen ble så redusert i vakumsentrifuge til ca. 1 ml, og rensset på silica-kolonne. Prøven reduseres igjen til ønsket volum og overføres til GC-vial for injeksjon på GC-MS.</p> <p>Konsentrasjonen i POM tilbakeregnes til vannkons. ved hjelp av likevektskoeffisienter for POM 55 µm.</p> <p>Forsøket ble utført ved romtemperatur (20±5°C)</p> <p>Metoden er ikke akkreditert.</p>
-----------	----------	--

PAH	
Navn	Konsentrasjon (µg/l) i vann
Naftalen	0,00916
Acenaftylene	0,00108
Acenaften	0,00177
Fluoren	0,00303
Fenantren	0,0117
Antracen	0,000191
Fluoranten	0,00138
Pyren	0,00157
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	0,0000513
Krysen <sup>^</sup>	0,000149
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	0,000146
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	0,0000892
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	0,0000692
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	0,0000281
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	0,0000154
Benso(ghi)perylene	0,0000214
SUM PAH	0,0304
PCB-28	0,00000668
PCB-52	0,0000235
PCB-101	0,00000101
PCB-118	0,000000357
PCB-153	0,000000171
PCB-138	0,000000228
PCB-180	0,00000419
SUM PCB	0,0000361

Miljølaboratoriet - Passive prøvetakere (POM)

Prosjektnr.: 20150332

Prosjekttittel: COWI POM

Prøvenavn: F5-B

Intern ref: PAH/PCB-150827

Dato/kontroll: 2/9-15 AP

Materialkarakterisering

Beskrivelse av forsøket

55 µm POM 1,0174 g

POM ble rengjort og tilsatt 15 ml heptan og 20 µl IS, og ristet i 3 døgn. Heptanen ble så redusert i vakumsentrifuge til ca. 1 ml, og rensset på silica-kolonne. Prøven reduseres igjen til ønsket volum og overføres til GC-vial for injeksjon på GC-MS.

Konsentrasjonen i POM tilbakeregnes til vannkons. ved hjelp av likevektskoeffisienter for POM 55 µm. Forsøket ble utført ved romtemperatur (20±5°C) Metoden er ikke akkreditert.

PAH	
Navn	Konsentrasjon (µg/l) i vann
Naftalen	0,00605
Acenaftylen	0,00133
Acenaften	0,00177
Fluoren	0,00268
Fenantren	0,00925
Antracen	0,000365
Fluoranten	0,00179
Pyren	0,00199
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	0,000126
Krysen <sup>^</sup>	0,000244
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	0,000322
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	0,000157
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	0,000147
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	0,0000621
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	0,0000367
Benso(ghi)perylene	0,0000532
SUM PAH	0,0264
PCB-28	0,00000653
PCB-52	0,0000215
PCB-101	0,00000218
PCB-118	0,00000150
PCB-153	0,000000510
PCB-138	0,000000348
PCB-180	0,000000225
SUM PCB	0,0000328

Miljølaboratoriet - Passive prøvetakere (POM)

Prosjektnr.: 20150332

Prosjekttittel: COWI POM

Prøvenavn: F5-C

Intern ref: PAH/PCB-150827

Dato/kontroll:

2/9-15 AP

Materialkarakterisering

Beskrivelse av forsøket

55 µm POM 1,0043 g

POM ble rengjort og tilsatt 15 ml heptan og 20 µl IS, og ristet i 3 døgn. Heptanen ble så redusert i vakumsentrifuge til ca. 1 ml, og renses på silica-kolonne. Prøven reduseres igjen til ønsket volum og overføres til GC-vial for injeksjon på GC-MS.

Konsentrasjonen i POM tilbakeregnes til vannkons. ved hjelp av likevektskoeffisienter for POM 55 µm. Forsøket ble utført ved romtemperatur (20±5°C) Metoden er ikke akkreditert.

PAH	
Navn	Konsentrasjon (µg/l) i vann
Naftalen	0,00577
Acenaftylen	0,000906
Acenaften	0,00125
Fluoren	0,00245
Fenantren	0,0150
Antracen	0,000298
Fluoranten	0,00241
Pyren	0,00333
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	0,0000933
Krysen <sup>^</sup>	0,000251
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	0,000317
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	0,000173
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	0,000122
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	0,0000602
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	0,0000175
Benso(ghi)perylene	0,0000527
SUM PAH	0,0325
PCB-28	0,0000148
PCB-52	0,0000186
PCB-101	0,00000236
PCB-118	0,000000754
PCB-153	0,000000387
PCB-138	0,000000467
PCB-180	0,000000184
SUM PCB	0,0000376



Miljølaboratoriet - Passive prøvetakere (POM)

Prosjektnr.: 20150332

Prosjekttittel: COWI POM

Prøvenavn: O1

Intern ref: PAH/PCB-150827

Dato/kontroll:

2/9-15 AP

Materialkarakterisering

Beskrivelse av forsøket

55 µm POM 1,0614 g

POM ble rengjort og tilsatt 15 ml heptan og 20 µl IS, og ristet i 3 døgn. Heptanen ble så redusert i vakumsentrifuge til ca. 1 ml, og renses på silica-kolonne. Prøven reduseres igjen til ønsket volum og overføres til GC-vial for injeksjon på GC-MS.

Konsentrasjonen i POM tilbakeregnes til vannkons. ved hjelp av likevektskoeffisienter for POM 55 µm. Forsøket ble utført ved romtemperatur (20±5°C) Metoden er ikke akkreditert.

PAH

Navn	Konsentrasjon (µg/l) i vann
Naftalen	0,00558
Acenaftylen	0,00128
Acenaften	0,00155
Fluoren	0,00277
Fenantren	0,0145
Antracen	0,0000927
Fluoranten	0,00145
Pyren	0,00178
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	0,0000212
Krysen <sup>^</sup>	0,000276
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	0,0000816
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	0,0000338
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	0,0000206
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	0,0000133
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	0,00000300
Benso(ghi)perylene	0,00000888
SUM PAH	0,0295
PCB-28	0,00000691
PCB-52	0,0000217
PCB-101	0,000000665
PCB-118	0,00
PCB-153	0,000000136
PCB-138	0,000000254
PCB-180	0,0000000665
SUM PCB	0,0000297

Miljølaboratoriet - Passive prøvetakere (POM)

Prosjektnr.: 20150332

Prosjekttittel: COWI POM

Prøvenavn: O3

Intern ref: PAH/PCB-150827

Dato/kontroll:

2/9-15 AP

Materialkarakterisering

Beskrivelse av forsøket

55 µm POM	1,0411 g	<p>POM ble rengjort og tilsatt 15 ml heptan og 20 µl IS, og ristet i 3 døgn. Heptanen ble så redusert i vakumsentrifuge til ca. 1 ml, og renses på silica-kolonne. Prøven reduseres igjen til ønsket volum og overføres til GC-vial for injeksjon på GC-MS.</p> <p>Konsentrasjonen i POM tilbakeregnes til vannkons. ved hjelp av likevektskoeffisienter for POM 55 µm.</p> <p>Forsøket ble utført ved romtemperatur (20±5°C)</p> <p>Metoden er ikke akkreditert.</p>
-----------	----------	---

PAH	
Navn	Konsentrasjon (µg/l) i vann
Naftalen	0,00577
Acenaftylen	0,00121
Acenaften	0,00189
Fluoren	0,00261
Fenantren	0,0140
Antracen	0,000246
Fluoranten	0,00318
Pyren	0,00401
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	0,0000600
Krysen <sup>^</sup>	0,000241
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	0,0000911
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	0,0000337
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	0,0000429
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	0,0000193
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	0,00000435
Benso(ghi)perylene	0,0000103
SUM PAH	0,0334
PCB-28	0,0000129
PCB-52	0,0000241
PCB-101	0,00000119
PCB-118	0,000000626
PCB-153	0,000000232
PCB-138	0,000000243
PCB-180	0,000000596
SUM PCB	0,0000394



Registrert 2015-08-14 09:04  
Utstedt 2015-08-25

COWI A/S  
Ane Gjesdal

Solh.gt 13  
5892 Bergen  
Norge

Prosjekt  
Bestnr A

## Analyse av vann

Deres prøvenavn	<b>F1-B DGT</b>				
Labnummer	N00380165				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Al (Aluminium)*	0.149	µg/l	1	S	JIBJ
Cd (Kadmium)*	0.0132	µg/l	1	S	JIBJ
Co (Kobolt)*	0.0207	µg/l	1	S	JIBJ
Cr (Krom)*	<0.03	µg/l	1	S	JIBJ
Cu (Kopper)*	0.607	µg/l	1	S	JIBJ
Fe (Jern)*	3.05	µg/l	1	S	JIBJ
Mn (Mangan)*	1.27	µg/l	1	S	JIBJ
Zn (Sink)*	1.91	µg/l	1	S	JIBJ
Ni (Nikkel)*	0.182	µg/l	1	S	JIBJ
Pb (Bly)*	0.0568	µg/l	1	S	JIBJ
U (Uran)*	0.0120	µg/l	1	S	JIBJ

Deres prøvenavn	<b>F1-C DGT</b>				
Labnummer	N00380166				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Al (Aluminium)*	1.80	µg/l	1	S	JIBJ
Cd (Kadmium)*	0.00941	µg/l	1	S	JIBJ
Co (Kobolt)*	0.0188	µg/l	1	S	JIBJ
Cr (Krom)*	<0.03	µg/l	1	S	JIBJ
Cu (Kopper)*	1.05	µg/l	1	S	JIBJ
Fe (Jern)*	7.73	µg/l	1	S	JIBJ
Mn (Mangan)*	2.47	µg/l	1	S	JIBJ
Zn (Sink)*	2.08	µg/l	1	S	JIBJ
Ni (Nikkel)*	0.188	µg/l	1	S	JIBJ
Pb (Bly)*	0.110	µg/l	1	S	JIBJ
U (Uran)*	0.0115	µg/l	1	S	JIBJ





Deres prøvenavn	<b>F2-A DGT</b>				
Labnummer	N00380167				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Al (Aluminium)	-----	µg/l	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	-----	µg/l	1	1	JIBJ
Co (Kobolt)	-----	µg/l	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	-----	µg/l	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	-----	µg/l	1	1	JIBJ
Fe (Jern)	-----	µg/l	1	1	JIBJ
Mn (Mangan)	-----	µg/l	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	-----	µg/l	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	-----	µg/l	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	-----	µg/l	1	1	JIBJ
U (Uran)	-----	µg/l	1	1	JIBJ
Det var ingen gel i DGT'en å analysere på					

Deres prøvenavn	<b>F2-B DGT</b>				
Labnummer	N00380168				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Al (Aluminium)*	0.0636	µg/l	1	S	JIBJ
Cd (Kadmium)*	0.0129	µg/l	1	S	JIBJ
Co (Kobolt)*	0.0152	µg/l	1	S	JIBJ
Cr (Krom)*	<0.03	µg/l	1	S	JIBJ
Cu (Kopper)*	0.252	µg/l	1	S	JIBJ
Fe (Jern)*	0.562	µg/l	1	S	JIBJ
Mn (Mangan)*	0.681	µg/l	1	S	JIBJ
Zn (Sink)*	1.28	µg/l	1	S	JIBJ
Ni (Nikkel)*	0.234	µg/l	1	S	JIBJ
Pb (Bly)*	0.0211	µg/l	1	S	JIBJ
U (Uran)*	0.0279	µg/l	1	S	JIBJ

Deres prøvenavn	<b>F3-C DGT</b>				
Labnummer	N00380169				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Al (Aluminium)*	0.0677	µg/l	1	S	JIBJ
Cd (Kadmium)*	0.0125	µg/l	1	S	JIBJ
Co (Kobolt)*	0.0154	µg/l	1	S	JIBJ
Cr (Krom)*	<0.03	µg/l	1	S	JIBJ
Cu (Kopper)*	0.195	µg/l	1	S	JIBJ
Fe (Jern)*	0.468	µg/l	1	S	JIBJ
Mn (Mangan)*	0.262	µg/l	1	S	JIBJ
Zn (Sink)*	1.27	µg/l	1	S	JIBJ
Ni (Nikkel)*	0.176	µg/l	1	S	JIBJ
Pb (Bly)*	0.0441	µg/l	1	S	JIBJ
U (Uran)*	0.00651	µg/l	1	S	JIBJ



Deres prøvenavn	<b>F4-A DGT</b>				
Labnummer	N00380170				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Al (Aluminium)*	0.123	µg/l	1	S	JIBJ
Cd (Kadmium)*	0.0101	µg/l	1	S	JIBJ
Co (Kobolt)*	0.0141	µg/l	1	S	JIBJ
Cr (Krom)*	<0.03	µg/l	1	S	JIBJ
Cu (Kopper)*	0.183	µg/l	1	S	JIBJ
Fe (Jern)*	0.379	µg/l	1	S	JIBJ
Mn (Mangan)*	0.458	µg/l	1	S	JIBJ
Zn (Sink)*	1.99	µg/l	1	S	JIBJ
Ni (Nikkel)*	0.166	µg/l	1	S	JIBJ
Pb (Bly)*	0.0173	µg/l	1	S	JIBJ
U (Uran)*	0.0285	µg/l	1	S	JIBJ

Deres prøvenavn	<b>F4-B DGT</b>				
Labnummer	N00380171				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Al (Aluminium)*	0.287	µg/l	1	S	JIBJ
Cd (Kadmium)*	0.00865	µg/l	1	S	JIBJ
Co (Kobolt)*	0.0148	µg/l	1	S	JIBJ
Cr (Krom)*	<0.03	µg/l	1	S	JIBJ
Cu (Kopper)*	0.199	µg/l	1	S	JIBJ
Fe (Jern)*	0.681	µg/l	1	S	JIBJ
Mn (Mangan)*	0.503	µg/l	1	S	JIBJ
Zn (Sink)*	1.91	µg/l	1	S	JIBJ
Ni (Nikkel)*	0.190	µg/l	1	S	JIBJ
Pb (Bly)*	0.0314	µg/l	1	S	JIBJ
U (Uran)*	0.0184	µg/l	1	S	JIBJ

Deres prøvenavn	<b>F5-B DGT</b>				
Labnummer	N00380172				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Al (Aluminium)*	0.118	µg/l	1	S	JIBJ
Cd (Kadmium)*	0.0116	µg/l	1	S	JIBJ
Co (Kobolt)*	0.0153	µg/l	1	S	JIBJ
Cr (Krom)*	<0.03	µg/l	1	S	JIBJ
Cu (Kopper)*	0.546	µg/l	1	S	JIBJ
Fe (Jern)*	0.508	µg/l	1	S	JIBJ
Mn (Mangan)*	0.340	µg/l	1	S	JIBJ
Zn (Sink)*	1.97	µg/l	1	S	JIBJ
Ni (Nikkel)*	0.169	µg/l	1	S	JIBJ
Pb (Bly)*	0.125	µg/l	1	S	JIBJ
U (Uran)*	0.0153	µg/l	1	S	JIBJ



Deres prøvenavn	<b>F5-C DGT</b>				
Labnummer	N00380173				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
<b>Al (Aluminium)*</b>	<b>0.295</b>	µg/l	1	S	JIBJ
<b>Cd (Kadmium)*</b>	<b>0.0110</b>	µg/l	1	S	JIBJ
<b>Co (Kobolt)*</b>	<b>0.0131</b>	µg/l	1	S	JIBJ
<b>Cr (Krom)*</b>	<b>&lt;0.03</b>	µg/l	1	S	JIBJ
<b>Cu (Kopper)*</b>	<b>0.419</b>	µg/l	1	S	JIBJ
<b>Fe (Jern)*</b>	<b>1.08</b>	µg/l	1	S	JIBJ
<b>Mn (Mangan)*</b>	<b>0.499</b>	µg/l	1	S	JIBJ
<b>Zn (Sink)*</b>	<b>1.92</b>	µg/l	1	S	JIBJ
<b>Ni (Nikkel)*</b>	<b>0.158</b>	µg/l	1	S	JIBJ
<b>Pb (Bly)*</b>	<b>0.0486</b>	µg/l	1	S	JIBJ
<b>U (Uran)*</b>	<b>0.0181</b>	µg/l	1	S	JIBJ



\* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.  
 n.d. betyr ikke påvist.  
 n/a betyr ikke analyserbart.  
 < betyr mindre enn.  
 > betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	Bestemmelse av metaller, kationer, i DGT, PSM-1.  Metode: EPA metoder 200.7 og 200.8 (modifisert) Oppslutning: Adsorpsjonsgel er laket med 10% HNO <sub>3</sub>

Godkjenner	
JIBJ	Jan Inge Bjørnengen

Underleverandør <sup>1</sup>	
S	ICP-SFMS  Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 2030
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 2030

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

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

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

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

## Vedlegg 3

### Blåskjell, feltnotat og resultater 2010 og 2012

## Feltnotat og analyseresultater, Kirkebukten august 2010

Revidert desember, 2016



Bilde 1: Avmerkede prøvetakingspunkt for blåskjell.

For å få oversikt over PCB i vannmassene er det tatt prøver av blåskjell. Det er tatt to prøver inne i kirkebukten, prøve 1 og prøve 3, og tre prøver utenfor Kirkebukten, prøve 2 ytterst på moloen, prøve 4 og 5 mellom Kirkebukten og Laksevåg verft. Prøvepunktene er markert i bilde 1.

Prøvene ble sendt til akkreditert laboratorium og ble analysert for PCB, PAH og metaller.

Blåskjellene ble samlet inn ved størst mulig fjære sjø og ble tatt fra under havnivå for å få tak i blåskjell som har vært minst mulig eksponert for luft, se bilde 2. Blåskjellene fra moloen, prøve 2, ble tatt fra både over og under havnivå ved fjære sjø pga at det var lite blåskjell på lokaliteten.

Resultatene sammenlignet med tilstandsklasser gitt i veilederen 97:03 "Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann" TA 1467/1997 er gjengitt i tabell 1.





Bilde 2: Innsamling av blåskjell ved prøvepunkt 5, det nærmest Laksevåg verft.

Sammenlignet med tilstandsklasser for forurensning kommer alle parametrene innenfor tilstandsklasse I, ubetydelig, lite forurenset og tilstandsklasse II, moderat forurenset. PCB er funnet i tilstandsklasse II og IV i henholdsvis 2 og 3 prøver.

Det kan stilles spørsmål ved hvor beskrivende resultatene er av tilstanden i Kirkebukten da det var svært lite mat i blåskjellene som ble samlet inn. Det er mulig at resultatene hadde blitt annerledes om prøvene hadde blitt samlet inn på en annen årstid hvor det var mer mat i blåskjellene.

Parameter		17.08.2010	Molo	Innerst	Land 1	Land 2	Tilstandsklasser
<b>Bly</b>	mg/kg	1,50	1,79	2,27	3,18	<b>14,0</b>	II
<b>Kobber</b>	mg/kg	5,91	5,26	6,00	5,35	<b>7,33</b>	I
<b>Sink</b>	mg/kg	104,6	110,5	<b>173,3</b>	123,5	133,3	I
<b>Arsen</b>	mg/kg	5,00	6,84	0,07	7,65	<b>10,0</b>	II
<b>Krom</b>	mg/kg	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2 *	I
<b>Tinn</b>	mg/kg	<0,2	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5 *	
<b>Kadmium</b>	mg/kg	0,36	0,68	0,53	0,76	<b>1,00</b>	I
<b>Kvikksølv</b>	mg/kg	0,06	0,009	0,07	0,12	<b>0,14</b>	I
<b>PCB</b>	µg/kg	6,89	6,04	45,30	43,3	<b>52,30</b>	IV
<b>Fett</b>	%	2,8	2,6	11,6	13,4	12,9	
<b>Tørrstoff</b>	%	22	18,61	14,84	16,52	15,04	
<b>PAH 16</b>	µg/kg	<b>89</b>	22,6	36,0	25,0	75,0	II

Tabell 1: Resultater fra blåskjellanalysen sammenlignet med tilstandsklasser. Høyeste verdi pr parameter er uthevet.

COWI AS

Elisabeth Nesse

COWI AS  
Solheimsgaten 13  
5892 BERGEN  
Attn: Elisabeth Nesse

**Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd. Moss**  
F. reg. 965 141 618 MVA  
Møllebakken 50  
NO-1506 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00  
Fax: +47 69 27 23 40

**AR-10-MM-014414-01**



**EUNOMO-00019149**

Prøvemottak: 24.08.2010  
Temperatur:  
Analyseperiode: 24.08.2010-21.09.2010  
Referanse: Bergen Havn  
Kirkebukten 128869.  
E.Nesse

## ANALYSERAPPORT

---

Tegnforklaring:

\* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Måleusikkerhet

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>439-2010-08240575</b>	Prøvetakingsdato:	17.08.2010		
Prøvetype:	Biologisk materiale, kompost, osv	Prøvetaker:	E. Nesse		
Prøvemerkning:	Kirkebukten	Analysedato:	24.08.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
<b>a) Fettinnhold</b>					
Fett	<b>2.8</b>	%		Gravimetri	
a) Tørrstoff	<b>22.0</b>	%		DIN 38414-S2	
<b>a) PCB (7 Dutch)</b>					
PCB 28	<b>4110</b>	pg/g fett		SOP QMA504-341	
PCB 52	<b>18600</b>	pg/g fett		SOP QMA504-341	
PCB 101	<b>49700</b>	pg/g fett		SOP QMA504-341	
PCB 118	<b>34000</b>	pg/g fett		SOP QMA504-341	
PCB 138	<b>54800</b>	pg/g fett		SOP QMA504-341	
PCB 153	<b>72500</b>	pg/g fett		SOP QMA504-341	
PCB 180	<b>12500</b>	pg/g fett		SOP QMA504-341	
Sum 7 indikator PCB eksl LOQ	<b>246000</b>	pg/g fett		SOP QMA504-341	
Sum 7 indikator PCB inkl. LOQ	<b>246000</b>	pg/g fett		SOP QMA504-341	
<b>Arsenic (ICP-OES, food)</b>					
Arsen (As)	<b>1.1</b>	mg/kg		DIN EN ISO 11885, mod.	0.5
<b>Cadmium(ICP-MS, food)</b>					
Kadmium (Cd)	<b>0.08</b>	mg/kg		EN 15763:2009	0.01
<b>Chromium (ICP-MS, food)</b>					
Krom (Cr)	<b>&lt;0.1</b>	mg/kg		EN ISO 17294-2-E29	0.1
<b>Copper (ICP-MS, food)</b>					
Kobber (Cu)	<b>1.3</b>	mg/kg		EN ISO 17294-2-E29	0.1
<b>Lead(ICP-MS, food)</b>					
Lead	<b>0.33</b>	mg/kg		EN 15763:2009	0.05
<b>Mercury (ICP-MS, food)</b>					
Kvikksølv (Hg)	<b>0.013</b>	mg/kg		EN 15763:2009	0.005
<b>a) PAH (16)</b>					
Acenaften	<b>0.89</b>	µg/kg		HRMS	
Acenaftylen	<b>0.30</b>	µg/kg		HRMS	
Antracen	<b>0.89</b>	µg/kg		HRMS	
Benz(a)antracen	<b>6.4</b>	µg/kg		HRMS	
Benzo(b/j)fluoranten	<b>15</b>	µg/kg		HRMS	
Benzo[a]pyren	<b>4.2</b>	µg/kg		HRMS	
Benzo[ghi]perylen	<b>4.9</b>	µg/kg		HRMS	
Benzo[k]fluoranten	<b>2.9</b>	µg/kg		HRMS	
Dibenz(a,h)antracen	<b>0.74</b>	µg/kg		HRMS	
Fenantren	<b>7.9</b>	µg/kg		HRMS	
Fluoranten	<b>17</b>	µg/kg		HRMS	
Fluoren	<b>1.4</b>	µg/kg		HRMS	

**Tegnforklaring:**

\* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; : Mindre enn, &gt; : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Måleusikkerhet

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Indenfor 1,2,3-cd-pyren	3.5	µg/kg	HRMS	
Krysen	7.2	µg/kg	HRMS	
Naftalen	3.5	µg/kg	HRMS	
Pyren	13	µg/kg	HRMS	
Sum 16 EPA-PAH eksl. LOQ	89	µg/kg	HRMS	
<b>a) PCB (7 Dutch)</b>				
Sum 6 DIN-PCB eksl. LOQ	212000	pg/g fett	SOP QMA504-341	
Sum 6 DIN-PCB inkl. LOQ	212000	pg/g fett	SOP QMA504-341	
<b>Tin (AAS-graphite, food)</b>				
Tinn (Sn)	<0.2	mg/kg	analog §64 LFGB L 00.00-19/3	0.2
<b>Zinc (ICP-OES, food)</b>				
Sink (Zn)	23	mg/kg	DIN EN ISO 11885, mod.	0.5

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 DGA-PL-6540-07-05 - Eurofins GfA GmbH Hamburg

**Kopi til:**amg (amg@cowi.no)  
Oddmund Soldal (ods@cowi.no)**Moss 21. september 2010**

-----  
Hanne-Monica Reinback

ASM/Kjemiingeniør

**Tegnforklaring:**

\* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; : Mindre enn, &gt; : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Måleusikkerhet

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

COWI AS  
Solheimsgaten 13  
5892 BERGEN  
Attn: Elisabeth Nesse

**Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd. Moss**  
F. reg. 965 141 618 MVA  
Møllebakken 50  
NO-1506 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00  
Fax: +47 69 27 23 40

**AR-10-MM-015008-01**



**EUNOMO-00019573**

Prøvemottak: 31.08.2010  
Temperatur:  
Analyseperiode: 31.08.2010-30.09.2010  
Referanse: 128869/Kirkebukten. Att:  
Elisabeth Nesse

## ANALYSERAPPORT

---

Tegnforklaring:

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Måleusikkerhet

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).





Prøvenr.:	439-2010-08310459	Prøvetakingsdato:	30.08.2010		
Prøvetype:	Biologisk materiale, kompost, osv	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Kirkebukten 30/8 Molo	Analysestartdato:	31.08.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
<b>b) Homogenisering</b>					
Preparering, mikrobølgeovn	blank value/imported			§64 LFGB L 00.00-19/1	
<b>a) Fettinnhold</b>					
Fett	2.6	%		Gravimetri	
a) Tørrstoff	18.61	%		DIN 38414-S2	
<b>a) PCB (7 Dutch)</b>					
PCB 28	111	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 52	442	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 101	1180	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 118	813	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 138	1360	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 153	1850	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 180	288	pg/g		SOP QMA504-341	
Sum 7 indikator PCB eksl LOQ	6040	pg/g		SOP QMA504-341	
Sum 7 indikator PCB inkl. LOQ	6040	pg/g		SOP QMA504-341	
<b>Arsenic (ICP-OES, food)</b>					
Arsen (As)	1.3	mg/kg		DIN EN ISO 11885, mod.	0.5
<b>Cadmium(ICP-MS, food)</b>					
Kadmium (Cd)	0.13	mg/kg		EN 15763:2009	0.01
<b>Chromium (ICP-OES, food)</b>					
Krom (Cr)	<0.2	mg/kg		DIN EN ISO 11885, mod.	0.2
<b>Copper (ICP-OES, food)</b>					
Kobber (Cu)	1.0	mg/kg		DIN EN ISO 11885, mod.	0.1
<b>Lead(ICP-MS, food)</b>					
Lead	0.34	mg/kg		EN 15763:2009	0.05
<b>Mercury (ICP-MS, food)</b>					
Kvikksølv (Hg)	0.018	mg/kg		EN 15763:2009	0.005
<b>Tin (ICP-OES, food)</b>					
Tinn (Sn)	<0.5	mg/kg		DIN EN ISO 11885, mod.	0.5
<b>Zinc (ICP-OES, food)</b>					
Sink (Zn)	21	mg/kg		DIN EN ISO 11885, mod.	0.5
<b>a) PAH (16)</b>					
Acenaften	< 1.0	ng/g		HRMS	
Acenaftylen	< 1.0	ng/g		HRMS	
Antracen	< 1.0	ng/g		HRMS	
Benz(a)antracen	1.2	ng/g		HRMS	
Benzo(b/j)fluoranten	3.1	ng/g		HRMS	
Benzo[a]pyren	< 1.0	ng/g		HRMS	
Benzo[ghi]perylen	1.2	ng/g		HRMS	
Benzo[k]fluoranten	< 1.0	ng/g		HRMS	
Dibenz(a,h)antracen	< 1.0	ng/g		HRMS	

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; : Mindre enn, &gt; : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Måleusikkerhet

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Fenantren	3.9 ng/g	HRMS
Fluoranten	6.4 ng/g	HRMS
Fluoren	< 1.0 ng/g	HRMS
Indeno[1,2,3-cd]pyren	< 1.0 ng/g	HRMS
Krysen	2.1 ng/g	HRMS
Naftalen	< 1.5 ng/g	HRMS
Pyren	4.7 ng/g	HRMS
Sum 16 EPA-PAH eksl. LOQ	23 ng/g	HRMS
<b>a) PCB (7 Dutch)</b>		
Sum 6 DIN-PCB eksl. LOQ	5230 pg/g	SOP QMA504-341
Sum 6 DIN-PCB inkl. LOQ	5230 pg/g	SOP QMA504-341

Tegnforklaring:

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Måleusikkerhet

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	439-2010-08310460	Prøvetakingsdato:	30.08.2010		
Prøvetype:	Biologisk materiale, kompost, osv	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Kirkebukten 30/8 Innerst	Analysestartdato:	31.08.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
<b>b) Homogenisering</b>					
Preparering, mikrobølgeovn	blank value/imported			§64 LFGB L 00.00-19/1	
<b>a) Fettinnhold</b>					
Fett	11.6	%		Gravimetri	
a) Tørrstoff	14.84	%		DIN 38414-S2	
<b>a) PCB (7 Dutch)</b>					
PCB 28	709	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 52	5770	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 101	12000	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 118	5740	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 138	8780	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 153	10400	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 180	1860	pg/g		SOP QMA504-341	
Sum 7 indikator PCB eksl LOQ	45300	pg/g		SOP QMA504-341	
Sum 7 indikator PCB inkl. LOQ	45300	pg/g		SOP QMA504-341	
<b>Arsenic (ICP-OES, food)</b>					
Arsen (As)	0.9	mg/kg		DIN EN ISO 11885, mod.	0.5
<b>Cadmium(ICP-MS, food)</b>					
Kadmium (Cd)	0.08	mg/kg		EN 15763:2009	0.01
<b>Chromium (ICP-OES, food)</b>					
Krom (Cr)	<0.2	mg/kg		DIN EN ISO 11885, mod.	0.2
<b>Copper (ICP-OES, food)</b>					
Kobber (Cu)	0.90	mg/kg		DIN EN ISO 11885, mod.	0.1
<b>Lead(ICP-MS, food)</b>					
Lead	0.34	mg/kg		EN 15763:2009	0.05
<b>Mercury (ICP-MS, food)</b>					
Kvikksølv (Hg)	0.011	mg/kg		EN 15763:2009	0.005
<b>Tin (ICP-OES, food)</b>					
Tinn (Sn)	<0.5	mg/kg		DIN EN ISO 11885, mod.	0.5
<b>Zinc (ICP-OES, food)</b>					
Sink (Zn)	26	mg/kg		DIN EN ISO 11885, mod.	0.5
<b>a) PAH (16)</b>					
Acenaften	< 1.0	ng/g		HRMS	
Acenaftylen	< 1.0	ng/g		HRMS	
Antracen	< 1.0	ng/g		HRMS	
Benz(a)antracen	2.2	ng/g		HRMS	
Benzo(b/j)fluoranten	5.0	ng/g		HRMS	
Benzo[a]pyren	< 1.0	ng/g		HRMS	
Benzo[ghi]perylen	1.9	ng/g		HRMS	
Benzo[k]fluoranten	1.0	ng/g		HRMS	
Dibenz(a,h)antracen	< 1.0	ng/g		HRMS	

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; : Mindre enn, &gt; : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Måleusikkerhet

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Fenantren	6.8 ng/g	HRMS
Fluoranten	7.2 ng/g	HRMS
Fluoren	1.5 ng/g	HRMS
Indeno[1,2,3-cd]pyren	1.3 ng/g	HRMS
Krysen	4.1 ng/g	HRMS
Naftalen	< 1.4 ng/g	HRMS
Pyren	5.2 ng/g	HRMS
Sum 16 EPA-PAH eksl. LOQ	36 ng/g	HRMS
<b>a) PCB (7 Dutch)</b>		
Sum 6 DIN-PCB eksl. LOQ	39600 pg/g	SOP QMA504-341
Sum 6 DIN-PCB inkl. LOQ	39600 pg/g	SOP QMA504-341

Tegnforklaring:

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Måleusikkerhet

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	439-2010-08310461	Prøvetakingsdato:	30.08.2010		
Prøvetype:	Biologisk materiale, kompost, osv	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Kirkebukten 30/8 Land 1	Analysestartdato:	31.08.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
<b>b) Homogenisering</b>					
Preparering, mikrobølgeovn	blank value/imported			§64 LFGB L 00.00-19/1	
<b>a) Fettinnhold</b>					
Fett	13.4	%		Gravimetri	
a) Tørrstoff	16.52	%		DIN 38414-S2	
<b>a) PCB (7 Dutch)</b>					
PCB 28	709	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 52	2980	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 101	9190	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 118	6480	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 138	10400	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 153	11700	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 180	1860	pg/g		SOP QMA504-341	
Sum 7 indikator PCB eksl LOQ	43300	pg/g		SOP QMA504-341	
Sum 7 indikator PCB inkl. LOQ	43300	pg/g		SOP QMA504-341	
<b>Arsenic (ICP-OES, food)</b>					
Arsen (As)	1.3	mg/kg		DIN EN ISO 11885, mod.	0.5
<b>Cadmium(ICP-MS, food)</b>					
Kadmium (Cd)	0.13	mg/kg		EN 15763:2009	0.01
<b>Chromium (ICP-OES, food)</b>					
Krom (Cr)	<0.2	mg/kg		DIN EN ISO 11885, mod.	0.2
<b>Copper (ICP-OES, food)</b>					
Kobber (Cu)	0.91	mg/kg		DIN EN ISO 11885, mod.	0.1
<b>Lead(ICP-MS, food)</b>					
Lead	0.54	mg/kg		EN 15763:2009	0.05
<b>Mercury (ICP-MS, food)</b>					
Kvikksølv (Hg)	0.021	mg/kg		EN 15763:2009	0.005
<b>Tin (ICP-OES, food)</b>					
Tinn (Sn)	<0.5	mg/kg		DIN EN ISO 11885, mod.	0.5
<b>Zinc (ICP-OES, food)</b>					
Sink (Zn)	21	mg/kg		DIN EN ISO 11885, mod.	0.5
<b>a) PAH (16)</b>					
Acenaften	< 1.0	ng/g		HRMS	
Acenaftylen	< 1.0	ng/g		HRMS	
Antracen	< 1.0	ng/g		HRMS	
Benz(a)antracen	1.4	ng/g		HRMS	
Benzo(b/j)fluoranten	3.5	ng/g		HRMS	
Benzo[a]pyren	< 1.0	ng/g		HRMS	
Benzo[ghi]perylen	1.7	ng/g		HRMS	
Benzo[k]fluoranten	< 1.0	ng/g		HRMS	
Dibenz(a,h)antracen	< 1.0	ng/g		HRMS	

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; : Mindre enn, &gt; : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Måleusikkerhet

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Fenantren	3.6 ng/g	HRMS
Fluoranten	6.3 ng/g	HRMS
Fluoren	< 1.0 ng/g	HRMS
Indeno[1,2,3-cd]pyren	1.2 ng/g	HRMS
Krysen	2.0 ng/g	HRMS
Naftalen	< 1.4 ng/g	HRMS
Pyren	5.4 ng/g	HRMS
Sum 16 EPA-PAH eksl. LOQ	25 ng/g	HRMS
<b>a) PCB (7 Dutch)</b>		
Sum 6 DIN-PCB eksl. LOQ	36900 pg/g	SOP QMA504-341
Sum 6 DIN-PCB inkl. LOQ	36900 pg/g	SOP QMA504-341

Tegnforklaring:

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Måleusikkerhet

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).





Prøvenr.: 439-2010-08310462	Prøvetakingsdato: 30.08.2010		
Prøvetype: Biologisk materiale, kompost, osv	Prøvetaker: Oppdragsgiver		
Prøvemerkning: Kirkebukten 30/8 Land 2	Analysestartdato: 31.08.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU Metode: LOQ:
<b>b) Homogenisering</b>			
Preparering, mikrobølgeovn	blank value/imported		§64 LFGB L 00.00-19/1
<b>a) Fettinnhold</b>			
Fett	12.9 %		Gravimetri
a) Tørrstoff	15.04 %		DIN 38414-S2
<b>a) PCB (7 Dutch)</b>			
PCB 28	839 pg/g		SOP QMA504-341
PCB 52	3940 pg/g		SOP QMA504-341
PCB 101	12500 pg/g		SOP QMA504-341
PCB 118	8520 pg/g		SOP QMA504-341
PCB 138	12000 pg/g		SOP QMA504-341
PCB 153	12000 pg/g		SOP QMA504-341
PCB 180	2550 pg/g		SOP QMA504-341
Sum 7 indikator PCB eksl LOQ	52300 pg/g		SOP QMA504-341
Sum 7 indikator PCB inkl. LOQ	52300 pg/g		SOP QMA504-341
<b>Arsenic (ICP-OES, food)</b>			
Arsen (As)	1.5 mg/kg		DIN EN ISO 11885, 0.5 mod.
<b>Cadmium(ICP-MS, food)</b>			
Kadmium (Cd)	0.15 mg/kg		EN 15763:2009 0.01
<b>Chromium (ICP-OES, food)</b>			
Krom (Cr)	<0.2 mg/kg		DIN EN ISO 11885, 0.2 mod.
<b>Copper (ICP-OES, food)</b>			
Kobber (Cu)	1.1 mg/kg		DIN EN ISO 11885, 0.1 mod.
<b>Lead(ICP-MS, food)</b>			
Lead	2.1 mg/kg		EN 15763:2009 0.05
<b>Mercury (ICP-MS, food)</b>			
Kvikksølv (Hg)	0.021 mg/kg		EN 15763:2009 0.005
<b>Tin (ICP-OES, food)</b>			
Tinn (Sn)	<0.5 mg/kg		DIN EN ISO 11885, 0.5 mod.
<b>Zinc (ICP-OES, food)</b>			
Sink (Zn)	20 mg/kg		DIN EN ISO 11885, 0.5 mod.
<b>a) PAH (16)</b>			
Acenaften	< 1.0 ng/g		HRMS
Acenaftylen	< 1.0 ng/g		HRMS
Antracen	1.0 ng/g		HRMS
Benz(a)antracen	5.1 ng/g		HRMS
Benzo(b/j)fluoranten	13 ng/g		HRMS
Benzo[a]pyren	3.3 ng/g		HRMS
Benzo[ghi]perylen	5.0 ng/g		HRMS
Benzo[k]fluoranten	3.2 ng/g		HRMS
Dibenz(a,h)antracen	< 1.0 ng/g		HRMS

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; : Mindre enn, &gt; : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Måleusikkerhet

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Fenantren	5.2 ng/g	HRMS
Fluoranten	15 ng/g	HRMS
Fluoren	1.0 ng/g	HRMS
Indeno[1,2,3-cd]pyren	4.0 ng/g	HRMS
Krysen	6.2 ng/g	HRMS
Naftalen	< 2.2 ng/g	HRMS
Pyren	12 ng/g	HRMS
Sum 16 EPA-PAH eksl. LOQ	75 ng/g	HRMS
<b>a) PCB (7 Dutch)</b>		
Sum 6 DIN-PCB eksl. LOQ	43800 pg/g	SOP QMA504-341
Sum 6 DIN-PCB inkl. LOQ	43800 pg/g	SOP QMA504-341

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

- a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 DGA-PL-6540-07-05 - Eurofins GfA GmbH Hamburg  
 b) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 DGA-PL-6526.07.07 - Eurofins WEJ Contaminants GmbH

**Kopi til:**

amg (amg@cowi.no)  
 Oddmund Soldal (ods@cowi.no)

**Moss 30. september 2010**

-----  
 Marianne Isebakke

ASM

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Måleusikkerhet

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

## A040950 Renere havn Bergen Feltnotat og analyseresultater, blåskjell fra Kirkebukten april 2012

### 1 Prøvetaking

<b>Prøvetaksingssted</b>	Kirkebukten
<b>Dato/klokkeslett</b>	20.4.12 kl 16.30-18
<b>Vær</b>	Fint, sol
<b>Flo/fjære</b>	Fjære, maks fjære kl 17
<b>Ansvarlig for prøvetaking</b>	Ane Gjesdal
<b>Medarbeider</b>	Silja Solheimslid

Prøvestasjoner	Beskrivelse
1	Ingen skjell. RCM-matter løsner langs land
2	Ingen skjell, hverken på utside eller innside på molo
3	Prøve: Ca 100 stk, 4-6 cm, voksested: flytebrygge (plast-element), va 3 meter over sjøbunnen, under fjæremål, noen relativt tomme, varierende Gytetid? ikke friske?
4	Prøve: Ca70 stk, 4-6 cm, voksested på stor stein, ca 0,5 meter over sjøbunnenen, under fjæremål, relativt fulle
5	Ingen skjell
Oppbevaring før lab	Frys



Figur 1 Lokalisering av prøvestasjoner

## 2 Analyseresultater

Analyseresultatene er oppsummert i tabell 1 og sammenliknet med Miljødirektoratets tilstandsklasser for blåskjell, *Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann TA1469/1997*. Analyserapporten er vedlagt.

Det ble bare funnet blåskjell ved to lokaliteter, på flytebrygge ca 3 m over sjøbunnen i felt 1 (B3) og på steiner langs land, ca 0,5 m over sjøbunnen i felt 4 (B4). Prøvene ble analysert for PCB<sub>6</sub> og metaller. Prøve B4 var generelt mer forurenset enn B3. Innholdet av PAH var lavt og tilsvarte tilstandsklasse 2 (moderat forurenset). Prøve B3 hadde lavt innhold av PCB, mens prøve B4 hadde PCB tilsvarende klasse 3 (markert forurenset). Begge prøvene inneholdt metaller tilsvarende klasse 3 (markert forurenset) og (sterkt forurenset), med unntak av krom som var i klasse 2 (moderat forurenset).

Rapport fra miljøovervåking i Kirkebukten 2012 (NGI, 2013) viser at sjøbunnen i tiltaksområdet var ren, men at område tilføres nytt sedimenterende materiale med høye konsentrasjoner av metaller og organiske miljøgifter. Sistnevnte kan være årsak til høye konsentrasjoner i blåskjell. Blåskjellene i B4 ble plukket lengst ut mot Puddefjorden og kan være noe mer påvirket av tilført forurensning fra tilgrensende forurensete sjøområder enn blåskjellene i B3. B3 ble derimot plukket med god avstand fra sjøbunnen på en flytebrygge nært land og kan i tillegg til forurensning fra Puddefjorden være påvirket av, avrenning fra land og båtforeningens aktiviteter.

Tabell 1 Analyseresultater fra prøver av blåskjell fra Kirkebukten april 2012. Fargelagt etter TA1467/1997. VV= våtvekt, TS= tørrvekt

Felt		Felt 1	Felt 4
Prøvemerkning		B3 på flytebrygge	B4 Land 1
Tørrstoff	%	19,10	15,60
Fettinnhold	%	3,60	2,60
Kvikksølv (Hg)	mg/kg TS	1,00	1,81
Arsen (As)	mg/kg TS	57,89	81,25
Kadmium (Cd)	mg/kg TS	4,21	6,25
Krom (Cr)	mg/kg TS	3,68	9,38
Kobber (Cu)	mg/kg TS	48,42	57,50
Bly (Pb)	mg/kg TS	23,16	42,50
Sink (Zn)	mg/kg TS	1105,26	1000,00
Tinn (Sn)	mg/kg TS	3,16	4,38
Sum PCB <sub>6</sub>	µg/kg VV	6,21	30,40
Sum 16 EPA-PAH	µg/kg VV	101,00	199,00

## 3 Referanser

- Norges Geotekniske Institutt, 2013. Kirkebukten, Bergen havn – vurdering av overvåkingsresultater 2012. Dok nr 20120461-02-R
- Miljødirektoratet (før Statens forurensningstilsyn), 1997. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, TA 1467/1997

## 4 Vedlegg

- Analyserapport fra Eurofins AS

COWI AS  
Bryggeriveien 2  
1601 FREDRIKSTAD  
Attn: **Ane Gjesdal**

F. reg. 965 141 618 MVA  
Box 75  
NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42

Fax:  
bergen@eurofins.no

**AR-12-MX-001609-01**



**EUNOBE-00003044**

Prøvemottak: 24.04.2012

Temperatur:

Analyseperiode: 24.04.2012-27.06.2012

Referanse: 128869/ Kirkebukten

## ANALYSERAPPORT

---

Tegnforklaring:

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2012-0425-014</b>	Prøvetakingsdato:	20.04.2012		
Prøvetype:	Annet biologisk materiale	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	B3	Analysestartdato:	24.04.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
b) Prøvepreparering/oppslutting	blank value/Imported			§64 LFGB L 00.00-19/1	
a) Fettinnhold	3.6	%		Internal method	
a) Tørrstoff	19.1	%		Internal method	
<b>a) PCB ~ 6 ICES</b>					
PCB 28	0.16	ng/g		Internal method	0.07
PCB 52	0.96	ng/g		Internal method	0.07
PCB 101	1.45	ng/g		Internal method	0.07
PCB 138	1.35	ng/g		Internal method	0.07
PCB 153	1.82	ng/g		Internal method	0.07
PCB 180	0.47	ng/g		Internal method	0.07
<b>b)* Arsenic (ICP-OES, food)</b>					
Arsen (As)	11	mg/kg		EN ISO 11885, mod.	0.5
<b>b)* Bly (Pb)</b>	4.4	mg/kg		EN ISO 11885, mod.	0.5
<b>b)* Chromium (ICP-MS, food)</b>					
Krom (Cr)	0.7	mg/kg		EN ISO 17294-2-E29	0.1
<b>b)* Kadmium (Cd)</b>	0.8	mg/kg		EN 15763:2009	0.01
<b>b)* Kobber (Cu)</b>	9.2	mg/kg		EN ISO 11885, mod.	0.1
<b>b)* Kvikksølv (Hg)</b>	0.19	mg/kg		§64 LFGB L00.00-19/4	0.005
<b>a) PAH (16)</b>					
Acenaften	< 1.67	µg/kg		Internal method	
Acenaftyle	0.48	µg/kg		Internal method	
Antracen	1.15	µg/kg		Internal method	
Benz(a)antracen	2.11	µg/kg		Internal method	
Benzo(b/j)fluoranten	3.80	µg/kg		Internal method	
Benzo[a]pyren	0.97	µg/kg		Internal method	
Benzo[g,h,i]perylene	1.72	µg/kg		Internal method	
Benzo[k]fluoranten	0.84	µg/kg		Internal method	
Dibenz(a,h)antracen	0.29	µg/kg		Internal method	
Fenantren	45.3	µg/kg		Internal method	
Fluoranten	11.1	µg/kg		Internal method	
Fluoren	7.15	µg/kg		Internal method	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.86	µg/kg		Internal method	
Krysen	4.89	µg/kg		Internal method	
Naftalen	< 5.56	µg/kg		Internal method	
Pyren	20.2	µg/kg		Internal method	
Sum 16 EPA-PAH eksl. LOQ	101	µg/kg		Internal method	
Sum 16 EPA-PAH inkl. LOQ	108	µg/kg		Internal method	
<b>a) PCB ~ 6 ICES</b>					
Sum 6 DIN-PCB eksl. LOQ	6.21	ng/g		Internal method	0.4
Sum 6 DIN-PCB inkl. LOQ	6.21	ng/g		Internal method	0.4

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Mindre enn, &gt; :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).





b)* Sink (Zn)	210 mg/kg	EN ISO 11885, mod. 0.5
<b>b)* Tin (ICP-MS, food)</b>		
Tinn (Sn)	0.6 mg/kg	EN ISO 17294-2-E29 0.2

---

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2012-0425-020</b>	Prøvetakingsdato:	20.04.2012		
Prøvetype:	Annet biologisk materiale	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	B4	Analysestartdato:	24.04.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
b) Prøvepreparering/oppslutting	blank value/Imported			§64 LFGB L 00.00-19/1	
a) Fettinnhold	2.6	%		Internal method	
a) Tørrstoff	15.6	%		Internal method	
<b>a) PCB ~ 6 ICES</b>					
PCB 28	0.08	ng/g		Internal method	0.07
PCB 52	0.39	ng/g		Internal method	0.07
PCB 101	4.31	ng/g		Internal method	0.07
PCB 138	9.92	ng/g		Internal method	0.07
PCB 153	13.7	ng/g		Internal method	0.07
PCB 180	2.08	ng/g		Internal method	0.07
<b>b)* Arsenic (ICP-OES, food)</b>					
Arsen (As)	13	mg/kg		EN ISO 11885, mod.	0.5
<b>b)* Bly (Pb)</b>	6.8	mg/kg		EN ISO 11885, mod.	0.5
<b>b)* Cadmium (ICP-OES, food)</b>					
Kadmium (Cd)	1	mg/kg		EN ISO 11885, mod.	0.1
<b>b)* Kobber (Cu)</b>	9.2	mg/kg		EN ISO 11885, mod.	0.1
<b>b)* Krom (Cr)</b>	1.5	mg/kg		EN ISO 11885, mod.	0.2
<b>b)* Kvikksølv (Hg)</b>	0.29	mg/kg		§64 LFGB L00.00-19/4	0.005
<b>a) PAH (16)</b>					
Acenaften	1.47	µg/kg		Internal method	
Acenaftylen	0.44	µg/kg		Internal method	
Antracen	5.13	µg/kg		Internal method	
Benz(a)antracen	2.34	µg/kg		Internal method	
Benzo(b/j)fluoranten	4.31	µg/kg		Internal method	
Benzo[a]pyren	1.13	µg/kg		Internal method	
Benzo[g,h,i]perylene	1.99	µg/kg		Internal method	
Benzo[k]fluoranten	0.96	µg/kg		Internal method	
Dibenz(a,h)antracen	0.39	µg/kg		Internal method	
Fenantren	106	µg/kg		Internal method	
Fluoranten	16.1	µg/kg		Internal method	
Fluoren	14.1	µg/kg		Internal method	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	1.29	µg/kg		Internal method	
Krysen	8.13	µg/kg		Internal method	
Naftalen	< 4.57	µg/kg		Internal method	
Pyren	34.8	µg/kg		Internal method	
Sum 16 EPA-PAH eksl. LOQ	199	µg/kg		Internal method	
Sum 16 EPA-PAH inkl. LOQ	204	µg/kg		Internal method	
<b>a) PCB ~ 6 ICES</b>					
Sum 6 DIN-PCB eksl. LOQ	30.4	ng/g		Internal method	0.4
Sum 6 DIN-PCB inkl. LOQ	30.4	ng/g		Internal method	0.4

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Mindre enn, &gt; :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



b)* Sink (Zn)	160 mg/kg	EN ISO 11885, mod. 0.5
b)* Tinn (Sn)	0.7 mg/kg	EN ISO 11885, mod. 0.5

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

- a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00, Eurofins GfA Lab Service GmbH (Hamburg), Neuländer Kamp 1, D-21079, Hamburg  
 b)\* Eurofins WEJ Contaminants GmbH (Hamburg), Neuländer Kamp 1, D-21079, Hamburg  
 b) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14602-01-00, Eurofins WEJ Contaminants GmbH (Hamburg), Neuländer Kamp 1, D-21079, Hamburg

**Kopi til:**

Edana Fedje (efe@cowi.no)

**Bergen 27.06.2012**

Tommie Christensen

Avd.leder, Kundesenter

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Mindre enn, &gt; :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Vedlegg 4  
Bunndyrundersøkelse i Kirkebukten  
Uni Research Miljø Sam-Marin

## Bunndyrsundersøkelse i Kirkebukten 2015



**Sammendragsside**

<b>Rapportens tittel:</b> Bunndyrsundersøkelse i Kirkebukten 2015	<b>Dato:</b>	21.10.2016
	<b>Antall sider og bilag:</b>	26
	<b>SAM Notat nr.</b>	07-2016
<b>Forfattere:</b> Ragni Torvanger, Stian E. Kvalø, Per-Otto Johansen	<b>Prosjektleder:</b>	Stian E. Kvalø
	<b>Prosjektnummer:</b>	808969
<b>Oppdragsgiver:</b> Bergen kommune	<b>Tilgjengelighet:</b>	Åpen

**Abstract:**

Uni Research Environment, SAM Marin conducted a survey of the bottom fauna in Kirkebukten, Bergen, to assess the benthic composition in five different stations in relation to different types of sediment covers or lack of cover. The aim of the study was to determine recolonization of benthic species in a small area previously heavily contaminated with environmental contaminants. After four years with sediment cover, the condition in the two stations, B2/Felt2 and B3/Felt 3, both covered with a type of Bioblock, were considered to be good. The other three stations, B1/Felt1, B4/Felt4 and B5/Felt5, were considered to be moderate in October 2015. With regards to the different types of covers used, it seems that it is the physical characteristics of the sediment that determine the species composition. The conditions in the sediment with regards to environmental contaminants has been greatly improved as a consequence of covering the previously polluted sediment. The somewhat poor benthic fauna, consisting for the most part of opportunistic and pollution-tolerant species, that has now recolonized the area is most likely related to the similarly poor fauna in the surrounding polluted areas than negative effects from polluted sediments in the study area.



## Innhold

1. INNLEDNING .....	3
Områdebeskrivelse og prøveprogram .....	4
2. Materiale og metoder .....	5
Bunndyrsundersøkelser.....	5
3. Resultat.....	7
4. Diskusjon .....	12
5. Vedlegg 1: Generell vedleggsdel .....	14
6. Vedlegg 2: Benthos artsliste .....	24

## 1. INNLEDNING

Denne rapporten presenterer resultatene fra undersøkelsen utført i Kirkebukten i oktober 2015. Resultatene blir vurdert i henhold til Veileder 02:2013 – Klassifisering av miljøtilstand i vann (Direktoratsgruppa for Vanndirektivet, 2013). De gjeldende grenseverdiene og tilstandsklassene benyttes i vurderingene.

I tilknytning til undersøkelsen «Resipientovervåking av fjordsystemene rundt Bergen 2011-2015» ble det tatt bunnprøver i Kirkebukten i 2015 for å vurdere bunndyrssammensetningen på fem utvalgte stasjoner. Hensikten med bunndyrkartleggingen er å undersøke rekolonisering av bunndyrsamfunnet på ulike typer tildekkingsmaterialer 4 år etter at "ny" sjøbunn ble etablert. I denne undersøkelsen er 4 av 5 felt dekket – der det er brukt ulik tildekking i hvert av feltene.

Undersøkelsen ble utført i marinaen i Kirkebukten 13. oktober 2015, og omfatter 5 stasjoner (B1-B5) med bunnundersøkelser.

Undersøkelsen ble utført av Stian E. Kvalø og Linda B. Pedersen fra Uni Research Miljø – SAM Marin på oppdrag for Bergen Kommune. Det ble benyttet båtjenester fra Kvitsøy Sjøtjenester (Båtfører Bjarte Espevik), Scallop. Natalia Korableva sorterte prøvene, og Frøydis Lygre, Øydis Alme og Per-Otto Johansen artsbestemte dyrene.

## Områdebeskrivelse og prøveprogram

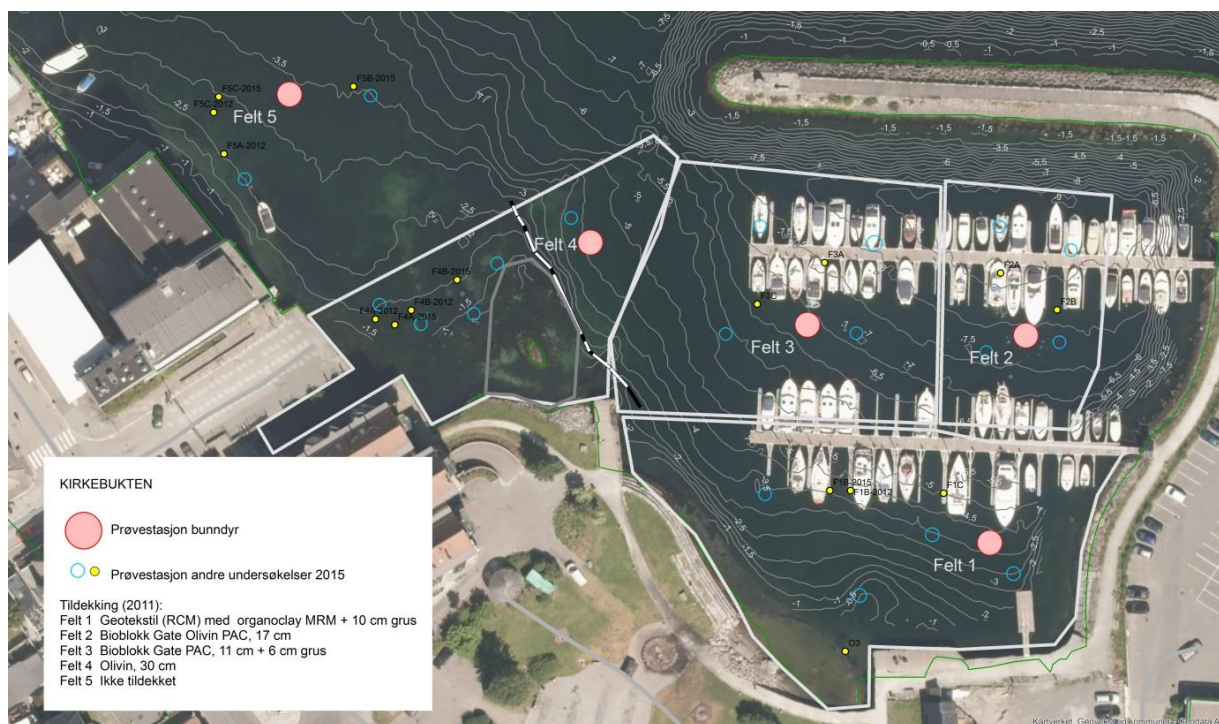
Området omfatter marinaen i Kirkebukten, Puddefjorden. Området er delt i fire områder med forskjellige tildekninger av sjøbunn i hvert felt (Felt 1 - Felt 4), samt Felt 5 som ikke er tildekket. Oversikt over prøvetaking er gitt i Tabell 1.1, og oversikt over felt-inndeling og stasjoner undersøkt finnes i Figur 1.1. I 2015 ble det tatt prøver på stasjonene B1-B5 (Figur 1.1, røde sirkler), en stasjon i hvert felt.

De forskjellige typer tildekning brukt i Kirkebukten:

- Felt 1: Geotekstil (RCM) med organoclay MRM + 10 cm grus
- Felt 2: Bioblokk Gate Olivin PAC, 17 cm
- Felt 3: Bioblokk Gate PAC, 11 cm + 6 cm grus
- Felt 4: Olivin, 30 cm
- Felt 5: Ikke tildekket

Tabell 1.1: Prøvetakingsstasjoner i sjø med koordinater som WGS84 og UTM 32N (Euref-89).

Stasjon	Dato	Stad	N WGS 84	Ø	N EUREF 89	Ø	Dybde (m)
B1	13.10.2015	Kirkebukten, Felt 1	60°23.193'N	05°18.129'Ø	6700181	296225	3,5
B2	13.10.2015	Kirkebukten, Felt 2	60°23.213'N	05°18.135'Ø	6700217	296233	8
B3	13.10.2015	Kirkebukten, Felt 3	60°23.215'N	05°18.089'Ø	6700224	296191	6
B4	13.10.2015	Kirkebukten, Felt 4	60°23.230'N	05°18.040'Ø	6700254	296148	4,7
B5	13.10.2015	Kirkebukten, Felt 5	60°23.236'N	05°17.977'Ø	6700269	296090	3,5



Figur 1.1: Oversikt over undersøkte felt med tilhørende prøvestasjoner i Kirkebukten 2015, inkludert en beskrivelse av brukt tildekning i de forskjellige feltene (innfelt).

## 2. MATERIALE OG METODER

### Bunndyrsundersøkelser

Prøveinnsamlingen ble utført 13. oktober 2015. Ved denne undersøkelsen ble prøvene samlet med en liten van Veen grabb. En grabb er et kvantitativt redskap som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet 0,1 m<sup>2</sup>. Dette gjør det mulig å fastsette antall organismer per areal- eller volumenhet. Sedimentet blir deretter vasket gjennom to sikter, der den første sikten har hulldiameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard, 1973). Prøvene, som består av materialet som ligger igjen i sikten, ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene blir deretter konserverert i 4 % nøytralisert formalin. Dyrene sorteres ut fra sediment-restene under lupe i laboratoriet, og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring.

Komplett artsliste er presentert i Vedlegg 2. Artslisten omfatter hele materialet, også plankton som er fanget av den åpne grabben på vei ned. Under bearbeidelsen er det tatt hensyn til dette, slik at analysene kun omfatter dyr som lever på, eller nedgravd i sedimentet. Eksempelvis er krepsdyr som lever fritt på bunnen ikke tatt med. Artssammensetningen i prøvene gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er og har vært det siste året. I Vedlegg 1 er det gitt en kort omtale av de metodene som kan anvendes til beregninger og analyser av det innsamlede bunndyrsmaterialet. Prøveinnsamling, sortering og artsbestemmelse ble utført akkreditert ved SAM-Marin (akkrediteringsnummer TEST 157).

Følgende grupper er tatt med i denne analysen: bløte koralldyr (Anthozoa), børstemarkere (Polychaeta og Oligochaeta), pølseormer (Sipuncula), krepsdyrene *Verruca stroemi*, *Balanus* sp., *Eriopisa elongata*, *Calocaris macandreae* og *Calocarides coronatus*, bløtdyr (Mollusca), phoroniden *Phoronis* sp., pigghuder (Echinodermata), krageormer (Enteropneusta), armføttinger (Brachiopoda) og sekkedyr (Ascidiacea).

Direktoratsgruppa Vanndirektivet har gitt retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet og tilstand i marine områder (Veileder 02:2013). Denne veilederen erstatter Veileder 01:2009 og på sikt de gjeldende SFT veilederne (SFT 1997; SFT 2008). Ved bruk av bunndyr for klassifisering i henhold til Veileder 02:2013 benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks ( $H'$ ), Hurlberts diversitetsindeks ( $E_{s100}$ ), sammensatt diversitet/ømfintlighetsindeks NQI1, ømfintlighetsindeksene NSI,  $ISI_{2012}$  og AMBI (komponent i NQI1), samt indeks for individtetthet DI. Indeksverdiene blir omregnet til nEQR-verdier (normalised ecological quality ratio) som gir en tallverdi mellom 0 og 1. Denne omregningen gjør at tallverdiene fra de forskjellige indeksene kan sammenliknes (se Generell vedleggsdel – Analyse av bunndyr).

Tilstandsklassen til stasjonen blir bestemt av snittet av de enkelte indeksenes nEQR-verdier. Tilstandsverdien sier noe om både hvilken tilstandsklasse stasjonen hører til og hvor høyt eller evt. lavt stasjonen er plassert i denne klassen. Grenseverdier for klassifisering av biologiske indekser og andre parametere er vist i Tabell 2.1. Klassegrenser for nEQR er vist i Tabell 2.2.

Tabell 2.1 Oversikt over ømfintlighets- og diversitetsindekser ved bruk av klassifisering av tilstand ved hjelp av bunndyrsdata (Direktoratsgruppa for Vanndirektivet, 2013).

Index	Type	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indeks				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQI1	Sammensatt	0,9-0,82	0,82-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	0,31-0
H'	Artsmangfold	5,7-4,8	4,8-3	3-1,9	1,9-0,9	0,9-0
Es100	Artsmangfold	50-34	34-17	17-10	10-5	5-0
ISI2012	Ømfintlighet	13-9,6	9,6-7,5	7,5-6,2	6,1-4,5	4,5-0
NSI	Ømfintlighet	31-25	25-20	20-15	15-10	10-0
DI	Individtetthet	0-0,3	0,3-0,44	0,44-0,6	0,6-0,85	0,85-2,05

Tabell 2.2 Klassegrenser for nEQR i henhold til Direktoratets gruppa Vanndirektivet sin veileder 02:2013.

Tilstandsklasse	Basisverdi (nedre grenseverdi)
Klasse 1 (Svært god)	0,8
Klasse 2 (God)	0,6
Klasse 3 (Moderat)	0,4
Klasse 4 (Dårlig)	0,2
Klasse 5 (Svært dårlig)	0,0

### 3. RESULTAT

Ved de fem undersøkte stasjonene i Kirkebukten, B1-B5, ble det i 2015 brukt håndholdt grabb med et prøveareal på 0,025m<sup>2</sup>. Det ble tatt fire hugg på hver stasjon og materialet analysert tilsvarende 0,1m<sup>2</sup> pr stasjon. Klassifiseringen på disse stasjonene er veiledende, da antall grabbprøver/prøveareal ikke tilfredsstillende krav til prøvetaking i henhold til gjeldende standard. Prøver med mindre sediment enn dette kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene på stasjonen. Resultatene fra bunndyrsundersøkelsen i Kirkebukten er gitt i Tabell 3.1-3.2, Figur 3.1-3.3 og i Vedlegg 2.

Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved stasjonene ved prøvetakingen i 2015. I tilfellet ved en rekolonisering av arter i et område er det ikke bare miljøtilstanden på selve stasjonen men også faunasammensetningen i nærliggende områder som vil påvirke hvilke arter som rekoloniserer stasjonen. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid. Tilstandsklasser er gitt i henhold til Direktoratets gruppa Vanndirektivet, 2013. Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann.

Ved **B1**, på 3,5 m dyp i Felt 1 i Kirkebukten ble det funnet 141 individer fordelt på 20 arter (grabbareal tilsvarende 0,1m<sup>2</sup>). Det var flest individer av børstemarken *Capitella capitata* (42 stk., 29,8 %), fulgt av arter av fåbørstemark fra underklassen Oligochaeta (37 stk., 26,2 %), og børstemark fra slekten *Spirorbis* (25 stk., 17,7 %). Diversiteten (H') ble på stasjonsnivå (sum) beregnet til 2,92 som tilsvarende tilstandsklasse III (Moderat). Ømfintlighetsindeksen NSI tilsvarte tilstandsklasse IV (Dårlig) og den sammensatte indeksen NQI1 tilsvarte tilstandsklasse III (Moderat). Samlet sett er forholdene på stasjonen tilsvarende tilstandsklasse III (Moderat).

Ved **B2**, på 8 m dyp i Felt 2 i Kirkebukten ble det funnet 133 individer fordelt på 34 arter. Det var flest individer av børstemarkslekten *Polydora* (18 stk., 13,5 %), etterfulgt av skjellene *Thyasira flexuosa* (17 stk., 12,8 %) og *Abra nitida* (17 stk., 12,8 %). Diversiteten (H') ble på stasjonsnivå (sum) beregnet til 4,31 som tilsvarende tilstandsklasse II (God). Ømfintlighetsindeksen NSI tilsvarte tilstandsklasse III (Moderat) og den sammensatte indeksen NQI1 tilsvarte tilstandsklasse II (God). Samlet sett er forholdene på stasjonen tilsvarende tilstandsklasse II (God).

Ved **B3**, på 6 m dyp i Felt 3 Kirkebukten ble det funnet 120 individer fordelt på 30 arter. Det var flest individer av børstemarkslekten *Polydora* (22 stk., 18,3 %), etterfulgt av arter fra børstemarkfamilien Lumbrineridae (14 stk., 11,7 %) og børstemark fra slekten *Spio* (11 stk., 9,2 %). Diversiteten (H') ble på stasjonsnivå (sum) beregnet til 4,29 som tilsvarende tilstandsklasse II (God). Ømfintlighetsindeksen NSI tilsvarte tilstandsklasse III (Moderat) og den sammensatte indeksen NQI1 tilsvarte tilstandsklasse II (God). Samlet sett er forholdene på stasjonen tilsvarende tilstandsklasse II (God).

Ved **B4**, på 4,7 m dyp i Felt 4 i Kirkebukten ble det funnet 602 individer fordelt på 38 arter. Det var flest individer av børstemarkslekten *Polydora* (182 stk., 30,2 %), fulgt av arter av børstemark fra slekten *Chaetozone* (179 stk., 29,7 %) og børstemarken *Scoloplos armiger* (99 stk., 16,4 %). Diversiteten (H') ble på stasjonsnivå (sum) beregnet til 3,04 som tilsvarende tilstandsklasse II (God). Ømfintlighetsindeksen NSI og den sammensatte indeksen NQI1



tilsvarte begge tilstandsklasse III (Moderat). Samlet sett er forholdene på stasjonen tilsvarende tilstandsklasse III (Moderat).

Ved **B5**, på 3,5 m dyp i Felt 5 i Kirkebukten ble det funnet 773 individer fordelt på 36 arter. Det var flest individer av børstemarkslekten *Polydora* (477 stk., 61,7 %), fulgt av arter av børstemark fra slekten *Spirorbis* (100 stk., 12,9 %) og børstemarken *Scoloplos armiger* (41 stk., 5,3 %). Diversiteten ( $H'$ ) ble på stasjonsnivå (sum) beregnet til 2,37 som tilsvarer tilstandsklasse III (Moderat). Ømfintlighetsindeksen NSI tilsvarer tilstandsklasse IV (Dårlig) og den sammensatte indeksen NQI1 tilsvarte tilstandsklasse III (God). Samlet sett er forholdene på stasjonen tilsvarende tilstandsklasse III (Moderat).

Clusteranalysen (Figur 3.2) viser at stasjonene B2 og B3, samt B4 og B5 har stor faunalikhet seg i mellom (ca. 70 % og 60 %). Det er liten faunalikhet mellom stasjon B1 og de øvrige stasjonene (ca. 30 %). MDS viser en tydelig gradient med tanke på faunalikhet som samsvarer med clusteranalysen.

Tabell 3.1: Antall individer, arter, diversitet ( $H'$  og  $ES_{100}$ ), ømfintlighet (NSI,  $ISI_{2012}$ ), den sammensatte indeksen for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1) og tetthetsindeksen DI for stasjonene. Veiledende klassifisering av miljøtilstand foretatt etter Veileder 02:2013, (Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2014). Tilstandsklasse baseres på snitt av normaliserte indeksverdier (nEQR). Stasjonsverdien av nEQR er basert på sum (kumulert grabbdata). På hver stasjon ble det totalt samlet prøvemateriale fra en overflate på 0,1m<sup>2</sup> fordelt på 4 hugg tatt med 0.025m<sup>2</sup> van Veen grabb.

Stasjon	År	Hugg	Arter	Individer	$H'$	$ES_{100}$	NQI1	NSI	$ISI_{2012}$	DI	TK
<b>B1/Felt 1</b>	2015	Sum	20	141	2,92	16,63	0,53	11,07	8,32	0,10	
		<b>nEQR sum</b>				0,59	0,59	0,46	0,24	0,68	0,93
<b>B2/Felt 2</b>	2015	Sum	34	133	4,31	30,04	0,68	19,31	6,31	0,07	
		<b>nEQR sum</b>				0,75	0,75	0,66	0,5724	0,43	0,95
<b>B3/Felt 3</b>	2015	Sum	30	120	4,29	28,33	0,71	19,54	6,73	0,03	
		<b>nEQR sum</b>				0,74	0,73	0,68	0,58	0,49	0,98
<b>B4/Felt 4</b>	2015	Sum	38	602	3,04	17,85	0,58	17,39	7,46	0,73	
		<b>nEQR sum</b>				0,60	0,61	0,53	0,50	0,59	0,30
<b>B5/Felt 5</b>	2015	Sum	36	773	2,37	15,5	0,59	14,9	6,79	0,84	
		<b>nEQR sum</b>				0,49	0,56	0,54	0,40	0,50	0,21

\* Håndholdt grabb 0,025 m<sup>2</sup>. Samlet prøve av hugg 1-4 tilsvarer 1 grabbprøve. Klassifiseringen på disse stasjonene er veiledende, da antall grabbprøver ikke tilfredsstiller krav til prøvetaking i henhold til gjeldende standard.

I – Svært god	II - God	III – Moderat	IV – Dårlig	V – Svært dårlig
---------------	----------	---------------	-------------	------------------

Tabell 3.2 De ti mest tallrike artene på hver stasjon. Tabellen oppgir antall individer av hver art og prosent av totalt antall individer, og kumulativ prosent for bunnstasjonene. Forklaring til fargekoder under tabell.

B1, Felt 1-2015	Antall individer	%	Kum. %
<i>Capitella capitata</i>	42	29,8	30
OLIGOCHAETA indet.	37	26,2	56
<i>Spirorbis sp.</i>	25	17,7	74
<i>Mytilus edulis</i>	8	5,7	79
<i>Spio sp.</i>	5	3,5	83
<i>Mya sp.</i>	5	3,5	87
<i>Polycirrus norvegicus</i>	4	2,8	89
<i>Akera bullata</i>	2	1,4	91
<i>Parvicardium exiguum</i>	2	1,4	92
Polynoidae indet.	1	0,7	93
<i>Harnothoe antilopes</i>	1	0,7	94
<i>Pholoe baltica</i>	1	0,7	94
<i>Phyllodoce mucosa</i>	1	0,7	95
<i>Syllidia armata</i>	1	0,7	96
<i>Scoloplos armiger</i>	1	0,7	96
<i>Polydora sp.</i>	1	0,7	97
<i>Pherusa falcata</i>	1	0,7	98
<i>Leptochiton asellus</i>	1	0,7	99
Rissoidae indet.	1	0,7	99
<i>Parvicardium pinnulatum</i>	1	0,7	100

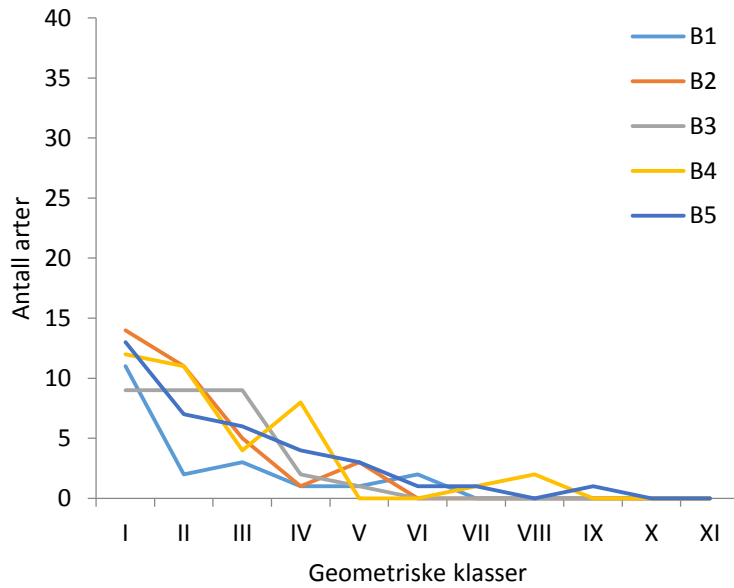
B2, Felt 2-2015	Antall individer	%	Kum. %
<i>Polydora sp.</i>	18	13,5	14
<i>Thyasira flexuosa</i>	17	12,8	26
<i>Abra nitida</i>	17	12,8	39
Lumbrineridae indet.	12	9,0	48
<i>Pholoe baltica</i>	7	5,3	53
<i>Eteone sp.</i>	7	5,3	59
<i>Spio sp.</i>	6	4,5	63
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	5	3,8	67
<i>Abra alba</i>	4	3,0	70
<i>Prionospio fallax</i>	3	2,3	72
<i>Cirratulus cirratus</i>	3	2,3	74
<i>Capitella capitata</i>	3	2,3	77
<i>Kurtiella bidentata</i>	3	2,3	79

B3, Felt 3-2015	Antall individer	%	Kum. %
<i>Polydora sp.</i>	22	18,3	18
Lumbrineridae indet.	14	11,7	30
<i>Spio sp.</i>	11	9,2	39
<i>Akera bullata</i>	7	5,8	45
<i>Pholoe baltica</i>	6	5,0	50
<i>Phyllodoce mucosa</i>	5	4,2	54
<i>Thyasira flexuosa</i>	5	4,2	58
<i>Edwardsia sp.</i>	4	3,3	62
<i>Goniada maculata</i>	4	3,3	65
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	4	3,3	68
<i>Abra nitida</i>	4	3,3	72
<i>Mya sp.</i>	4	3,3	75

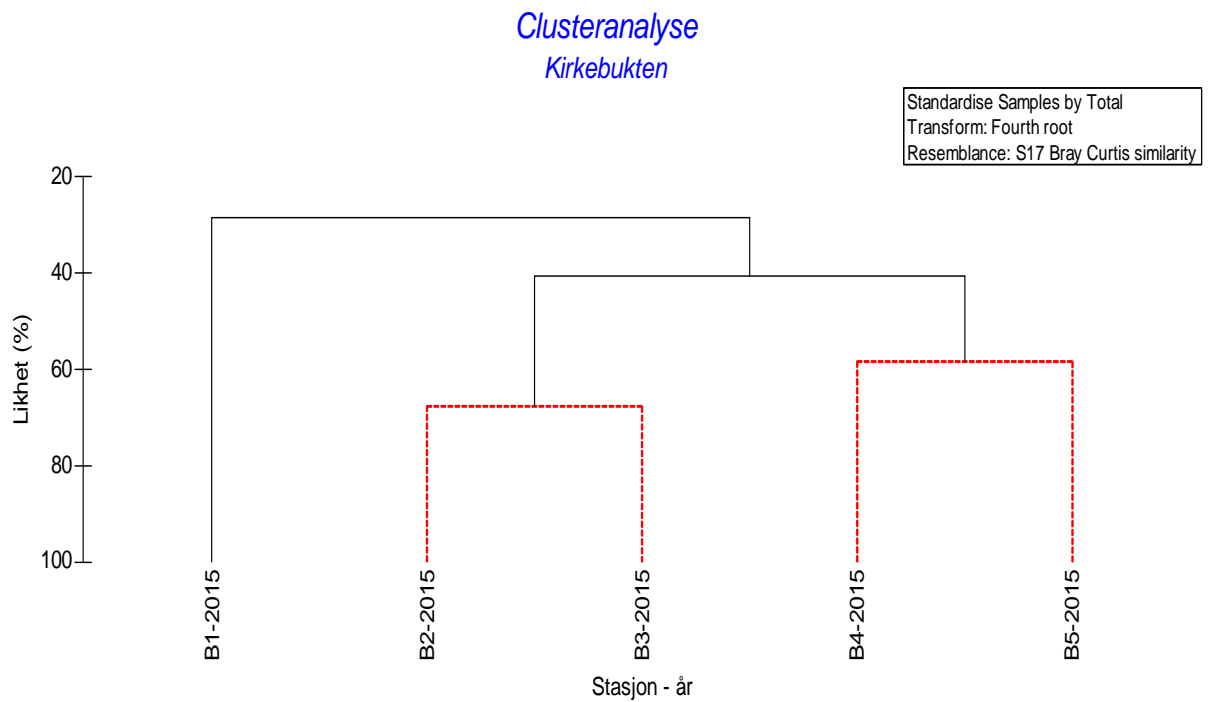
B4, Felt 4-2015	Antall individer	%	Kum. %
<i>Polydora sp.</i>	182	30,2	30
<i>Chaetozone sp.</i>	179	29,7	60
<i>Scoloplos armiger</i>	99	16,4	76
<i>Aphelochaeta sp.</i>	14	2,3	79
<i>Caulleriella sp.</i>	13	2,2	81
<i>Mediomastus fragilis</i>	12	2,0	83
<i>Parvicardium pinnulatum</i>	10	1,7	85
<i>Eteone sp.</i>	9	1,5	86
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	8	1,3	87
<i>Spio sp.</i>	8	1,3	89
OLIGOCHAETA indet.	8	1,3	90

B5, Felt 5-2015	Antall individer	%	Kum. %
<i>Polydora sp.</i>	477	61,7	62
<i>Spirorbis sp.</i>	100	12,9	75
<i>Scoloplos armiger</i>	41	5,3	80
<i>Mediomastus fragilis</i>	21	2,7	83
<i>Mya sp.</i>	17	2,2	85
<i>Spio sp.</i>	16	2,1	87
<i>Pholoe baltica</i>	13	1,7	89
<i>Phyllodoce mucosa</i>	8	1,0	90
<i>Capitella capitata</i>	8	1,0	91
<i>Macoma calcareo</i>	8	1,0	92

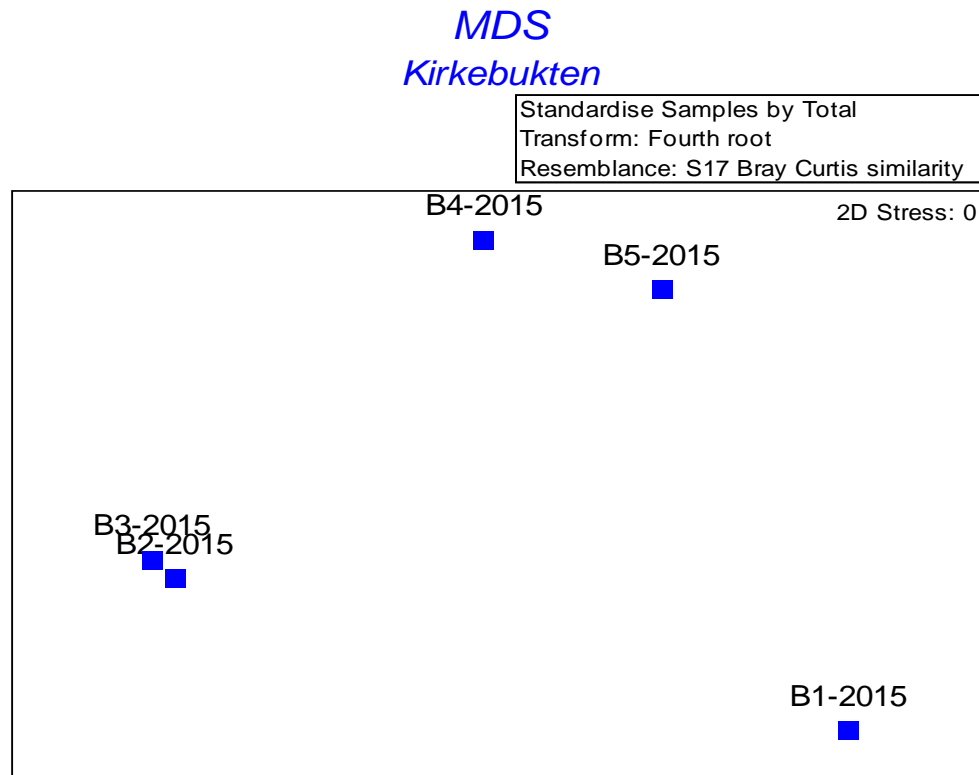
Annelida	Mollusca	Echinodermata	Crustacea	Andre
----------	----------	---------------	-----------	-------



Figur 3.1: Antall arter (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.



Figur 3.2: Clusteranalyse av artssammensetningen på undersøkte stasjoner i 2015. Analysen er basert på Bray-Curtis indeks av 98 arter, og alle data er standardisert og fjerderotstransformert. Stiplede, røde linjer indikerer at likheten er signifikant.



Figur 3.3: MDS plot på stasjons-nivå for stasjonene undersøkt i 2015. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.

## 4. DISKUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av bunndyr i sedimentet i Kirkebukten i Puddefjorden, Bergen kommune. Hensikten med undersøkelsen er å studere effekter av ulike typer tildekkingsmateriale på forurenset sjøbunn.

Artssammensetningen i bunnprøver gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er i et område. Miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen gjenspeiler seg i bunnfaunaen. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det ofte være minst 20-30 arter i en grabbprøve, men det er ikke uvanlig å finne over 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall. Dersom det er dårlige miljøforhold vil det være få eller ingen arter tilstede i sedimentet.

I 2015 hadde de to dypeste stasjonene som lå i det midtre området, bunntilstand II-god, mens de grunnere stasjonene som lå i ytterkantene, hadde bunntilstand III-moderat.

Resultatene fra undersøkelsen i 2015 viser at stasjonene B2 (Felt 2) og B3 (Felt 3) har størst faunalikhet (ca. 70 %), og i begge tilfeller er det brukt tildekking av type Bioblokk. Faunasammensetningen på disse to stasjonene er betegnet som lett forstyrret. Det er også god faunalikhet (ca. 60 %) mellom stasjonene B4 (Felt 4) og B5 (Felt 5), der Felt 4 har Olivin tildekking og Felt 5 ikke er tildekket. På disse to stasjonene har man også flest arter og individer. Det er for øvrig en viss overvekt av opportunistiske arter på disse to stasjonene, og faunasammensetningen er betegnet som moderat forstyrret. Stasjon B1 i Felt 1 har liten faunalikhet med de øvrige stasjonene (ca. 30 %). Der finner man flest individer av den forurensingstolerante børstemarken *Capitella capitata*, og faunasammensetningen er betegnet som moderat forstyrret.

Alt i alt viser bunnfaunaen på stasjonene til gode (B2 og B3) til moderate forhold (B1, B4 og B5).

En rekolonisering av arter etter et inngrep i et område vil gjerne til en viss grad gjenspeile artssammensetningen som var der tidligere, samt nærliggende områder var upåvirket av tiltaket. I dette tilfellet er det snakk om rekolonisering av arter i ett område tidligere svært preget av forurensning, både fra kloakk i form av organisk belastning og i form av miljøgifter fra industrivirksomhet, og som er omkranset av et område som også er svært preget av tilsvarende forurensning. Dette sees igjen i artssammensetningen i det rekoloniserte området som i stor grad består av opportunistiske og forurensingstolerante arter. Når det gjelder hvilke typer tildekkingsmateriale som er brukt ser det ut til at forskjellene i artssammensetning i hovedsak er knyttet til kornfordelingen i sedimentet. På de to ytterste stasjonene (B4 uten tildekking og B5 tildekket med olivin) er det større dominans av børstemark som gjerne trives i mer finpartikulært sediment. Ved de andre stasjonene er sedimentet noe grovere som resulterer i færre børstemark. Den innerste stasjonen har børstemarken *Capitella*

*capitata* som den mest dominerende og denne er fraværende på de andre stasjonene med unntak av noen individer funnet på stasjon B4 og B5, dette er en børstemark som trives godt i forurensede områder med god næringstilgang. Ved de andre stasjonene er det en annen børstemark som er den mest fremtredende, *Polydora* sp. Dette er en spionide som har hatt en betydelig økning i antall på dypt vann i Byfjorden, Sørfjorden og Raunefjorden de siste årene. Tatt i betraktning at dette er et relativt grunt område som dermed vil kunne påvirkes og forstyrres av båttrafikk (marina) og sesongforskjeller (sommer/vinter) er forholdene relativt normale med tanke på bunndyrssammensetningen i påvirkede områder. Sedimentforholdene med tanke på miljøgifter har blitt betydelig forbedret som følge av tildekking av forurensede sedimenter i området. Den noe fattige faunasammensetningen som nå har rekolonisert området er trolig mer en effekt av nærliggende områders noe reduserte bunnfauna fremfor negativ påvirkning av forurensede sedimenter. Det anbefales at undersøkelsene følges opp for å se utviklingen i området videre for å kunne se om en noe sunnere bunnfauna vil kunne etablere seg.



## 5. VEDLEGG 1: GENERELL VEDLEGGSDDEL

### Analyse av bunndyrsdata

#### Generelt

De fleste bløtbunnsarter er flerårig og lite mobile, og undersøkelser av bunnfaunaen kan derfor avspeile miljøforholdene både i øyeblikket og tilbake i tiden. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrs-samfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individene blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I våre bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det vanligvis være minst 20 - 30 arter i én grabbprøve (0,1 m<sup>2</sup>), men det er heller ikke uvanlig å finne 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall.

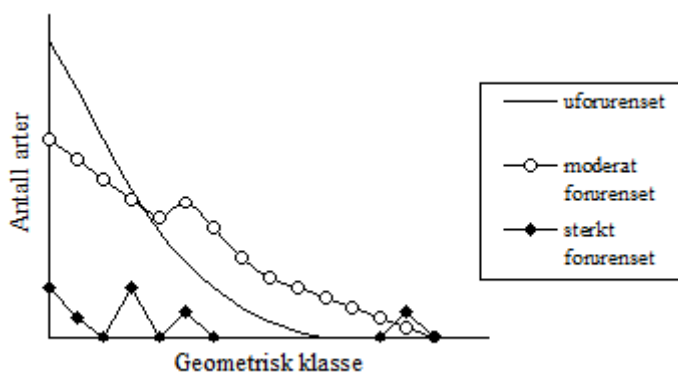
#### Geometriske klasser

På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Artene fordeles i grupper etter hvor mange individer hver art er representert med. Det settes opp en tabell der det angis hvor mange arter som finnes i ett eksemplar, hvor mange som finnes i to til tre eksemplarer, fire til syv osv. En slik gruppering kalles en geometrisk rekke, og gruppene som kalles geometriske klasser nummereres fortløpende I, II, III, IV, osv. Et eksempel er vist i Tabell v1. For ytterligere opplysninger henvises til Gray og Mirza (1979) og Pearson et al. (1983).

Antall arter i hver geometriske klasse kan plottes i figurer hvor kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i området. I et upåvirket område vil kurven falle sterkt med økende geometrisk klasse og ha form som en avkuttet normalfordeling. Dette skyldes at det er relativt mange individfattige arter og at få arter er representert med høyt individantall. I følge Pearson og Rosenberg (1978) er et slikt samfunn log-normalfordelt. Dette er antydnet i Figur v1. I et moderat forurenset område vil kurven ha et flatere forløp. Det er her færre sjeldne arter og de dominerende artene øker i antall og utvider kurven mot høyere geometriske klasser. I et sterkt forurenset område vil kurveforløpet være varierende, typisk er små topper og nullverdier (Figur v1)

**Tabell v1.** Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

Geometrisk klasse	Antall ind./art	Antall arter
I	1	23
II	2 - 3	16
III	4 - 7	13
IV	8 - 15	9
V	16 - 31	5
VI	32 - 63	5
VII	64 - 127	3
VIII	128 - 255	0
IX	256 - 511	2

**Figur v1.** Geometrisk klasse plottet mot antall arter for et uforurenset, moderat forurenset og for et sterkt forurenset område.

### Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom. Utfra indeksene kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Miljødirektoratet legger imidlertid vekt på indeksene når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (TA 1467/1997, Veileder 02:2013)

### Diversitet

Shannon-Wieners diversitetsindeks ( $H'$ ) beskrives ved artsmangfoldet ( $S$ , totalt antall arter i en prøve) og jevnhet ( $J$ , fordelingen av antall individer per art) (Shannon og Weaver 1949). Diversitetsindeksen er beskrevet av formelen:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

der:  $p_i = \frac{n_i}{N}$ ,  $n_i$  = antall individer av art  $i$ ,  $N$  = totalt antall individer i prøven eller på stasjonen og  $S$  = totalt antall arter i prøven eller på stasjonen.

Hurlbert diversitetsindeks  $ES_{100}$  viser forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve, og er beskrevet vha. følgende formel:

$$ES_{100} = \sum_{i=1}^s \left[ \frac{(N - N_i)!}{((N - N_i - 100)! \cdot 100!)} \right] / [N! / ((N - 100)! \cdot 100!)]$$

hvor  $ES_{100}$  = forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med  $N$  individer,  $s$  arter, og  $N_i$  individer av  $i$ -ende art.

### Ømfintlighet

Ømfintlighet bestemmes ved indeksene ISI, AMBI og NSI.

ISI er beskrevet av Rygg (2002) og senere revidert, den reviderte ISI betegnes  $ISI_{2012}$  (Rygg og Norling, 2013). Beregning av ISI utføres med følgende formel:

$$ISI = \sum_i^s \left[ \frac{ISI_i}{S_{ISI}} \right]$$

hvor  $ISI_i$  er verdi for arten  $i$  og  $S_{ISI}$  er antall arter tilordnet sensitivetsverdier

AMBI (Azti Marin Biotic Index) tilordner hver art en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-I: sensitive arter, EG-II: indifferente arter, EG-III: tolerante, EG-IV: opportunistiske, EG-V: forurensningsindikerende arter (Borja et al. 2000). Nær 8000 arter er tilordnet en av de fem økologiske gruppene av faunaekspertene. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av forurensningspåvirkning.

NSI er en ny sensitivetsindeks og ligner AMBI, men er utviklet med basis i norske faunadata. Hver art av i alt 591 arter er tilordnet en sensitivetsverdi. En prøves NSI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av sensitivetsverdiene av alle individene i prøven. Hvordan NSI beregnes er beskrevet av Rygg og Norling (2013).

$$NSI = \sum_i^s \left[ \frac{N_i * NSI_i}{N_{NSI}} \right]$$

hvor  $N_i$  er antall individer og  $NSI_i$  verdi for arten  $i$ ,  $N_{NSI}$  er antall individer tilordnet sensitivetsverdier

Individtetthet

DI (density index) er en ny indeks for individtetthet (Rygg og Norling 2013). DI er spesielt utviklet med tanke på tilstandsklassifisering av individfattig fauna. DI er beskrevet av formelen:

$$DI = abs[\log 10(N_{0,1m^2}) - 2,05]$$

hvor abs står for absoluttverdi og  $N_{0,1m^2}$  antall individer pr.  $0,1 m^2$

Sammensatte indekser

Sammensatte indekser som NQI1 (Norwegian quality Index) bestemmes ut fra både artsmangfold og ømfintlighet. NQI1 er brukt i NEAGIG (den nordost-atlantiske interkalibreringen). De fleste land bruker nå sammensatte indekser av samme type som NQI1.

NQI1 er beskrevet ved hjelp av formelen:

$$NQI1 = \left[ 0,5 * \left( \frac{1 - AMBI}{7} \right) + 0,5 * \left( \frac{\left[ \frac{\ln(S)}{\ln(\ln(N))} \right]}{2,7} \right) * \left( \frac{N}{N + 5} \right) \right]$$

hvor N er antall individer og S antall arter

Klassegrenser

Klassegrensene for hver indeks er gitt av Veileder 02:2013 (Tabell v2). Samme grenseverdier brukes for grabbklassifisering (gjennomsnitt av grabbverdier) og stasjonsklassifisering (kumulerte grabbdata).

Tabell v2: Tabellen under gir en oversikt over klassegrenser for de ulike indeksene i henhold til Veileder 02:2013\*:

Index	Type	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indeks				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQI1	Sammensatt	0,9-0,82	0,82-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	0,31-0
H'	Artsmangfold	5,7-4,8	4,8-3	3-1,9	1,9-0,9	0,9-0
Es100	Artsmangfold	50-34	34-17	17-10	10-5	5-0
ISI2012	Ømfintlighet	13-9,6	9,6-7,5	7,5-6,2	6,1-4,5	4,5-0
NSI	Ømfintlighet	31-25	25-20	20-15	15-10	10-0
DI	Individtetthet	0-0,3	0,3-0,44	0,44-0,6	0,6-0,85	0,85-2,05

\* Klassegrensene er foreløpig de samme for alle påvirkningstyper, regioner og vanntyper. Etter hvert som ny kunnskap blir tilgjengelig, vil det bli vurdert om det er grunnlag for å innføre differensierte klassegrenser for regioner og vanntyper.

#### Normalisert EQR (nEQR) og tilstandsklasse

nEQR (normalized ecological quality ratio) benyttes for å muliggjøre en harmonisert sammenligning av forskjellige indekser. nEQR beregnes for grabbgjennomsnittverdier (snitt) og kumulert grabbdata (sum) per stasjon for hver enkelt indeks. Gjennomsnittet av enkeltindeksenes nEQR-verdier fra både grabbgjennomsnitt og kumulert grabbdata brukes til å beregne tilstandsverdi på stasjonen. nEQR beregnes med følgende formel:

$$nEQR = \frac{\text{Indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}}{\text{Klassens øvre indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi} + \text{Klassens nEQR basisverdi}} * 0,2$$

Klassens nEQR basisverdi (nedre grenseverdi) er den samme for alle indekser og er satt til:

Basisverdi klasse I	=	0,8
Basisverdi klasse II	=	0,6
Basisverdi klasse III	=	0,4
Basisverdi klasse IV	=	0,2
Basisverdi klasse V	=	0,0

nEQR gir en tallverdi på en skala fra 0 til 1. Ettersom nEQR følger en kontinuerlig skala viser verdien ikke bare tilstandsklassen, men også hvor lavt eller høyt i klassen tilstanden ligger.

#### Multivariate analyser

I de ovenfor nevnte metodene legges det ingen vekt på hvilke arter som finnes i prøvene. For å få et inntrykk av likheten mellom prøver der det blir tatt hensyn både til hvilke arter som finnes i prøvene og individantallet, benyttes multivariate metoder. Prøver med mange felles arter vil etter disse metodene bli karakterisert som relativt like. Motsatt blir prøver med få felles arter karakterisert som forskjellige. Målet med de multivariate metodene er å omgjøre den flerdimensjonale informasjonen som ligger i en artsliste til noen få dimensjoner slik at de viktigste likhetene og forskjellene kan fremtre som et tolkbart resultat.

#### Klassifikasjon og ordinasjon

I denne undersøkelsen er det benyttet en klassifikasjonsmetode (clusteranalyse) og en ordinasjonsmetode (multidimensjonal scaling (MDS) som utfra prøvelikhet grupperer sammen stasjoner med relativt lik faunasammensetning. Forskjellen mellom de to metodene

er at clusteranalysen bare grupperer prøvene, mens ordinasjonen viser i hvilken rekkefølge prøvene skal grupperes og dermed om det finnes gradienter i datamaterialet. I resultatet av analysen vises dette ved at prøvene grupperer seg i et ordnet system og ikke bare i en sky med punkter. Ofte er faunagrader en respons på ulike typer av miljøgrader. Miljøgradienten trenger ikke å være en gradient fra "godt" til "dårlig" miljø. Gradienten kan f.eks. være mellom brakkvann og saltvann, mellom grunt og dypt vann, eller mellom grovt og fint sediment.

For at tallmessig dominerende arter ikke skal få avgjørende betydning for resultatet av de multivariate analysene, og for at arter som forekommer med få individer skal bli tillagt vekt, blir artsdata 4. rot transformert før de multivariate beregningene blir utført. Data er også standardisert for å redusere effekten av ulik prøveareal. Både klassifikasjons- og ordinasjonsmetoden bygger i utgangspunktet på Bray-Curtis similaritetsindeks (Bray og Curtis 1957) gitt i % som:

$$S_{jk} = 100 \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\}$$

Hvor:  $S_{jk}$  = likheten mellom to prøver, j og k

$y_{ij}$  = antallet i i'te rekke og j'te kolonne i datamatriksen

$y_{ik}$  = antallet i i'te rekke og k'te kolonne i datamatriksen per totalt antall arter

$p$  = totalt antall arter

Clusteranalysen fortsetter med at prøvene grupperes sammen avhengig av likheten mellom dem. Når to eller flere prøver inngår i en gruppe blir det beregnet en ny likhet mellom denne gruppen og de andre gruppene/prøvene som så danner grunnlaget for hvilken gruppe/prøve gruppen skal knyttes til. Prosessen kalles "group average sorting" og den pågår inntil alle prøvene er samlet til en gruppe. Resultatene fremstilles som et dendrogram der prøvenes prosentvise likhet vises. Figur v2 viser et dendrogram hvor prøvene har stor faunalikhet og et dendrogram hvor prøvene viser liten faunalikhet.

I MDS-analysen gjøres similaritetsindeksene mellom prøvene om til rangtall. Punkter som skal vise likheten mellom prøvene projiseres i et 2- eller 3- dimensjonalt rom (plott) der avstanden mellom punktene er et mål på likhet. Figur v3 viser et MDS-plott uten tydelig gradient. Det andre plottet viser en tydeligere en gradient da prøvene er mer inndelt i grupper. Prosessen med å gruppere punktene i et plott blir gjentatt inntil det oppnås en "maksimal" projeksjon av punktene. Hvor godt plottet presenterer dataene vises av en stressfaktor gitt som:

$$Stress = \sum_j \sum_k (d_{jk} - \hat{d}_{jk})^2 / \sum_j \sum_k d_{jk}^2$$



Hvor:  $\hat{d}_{jk}$  = predikert avstand til den tilpassede regresjonslinjen som korresponderer til dissimilariteten  $d_{jk}$  gitt som:

$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\}$$

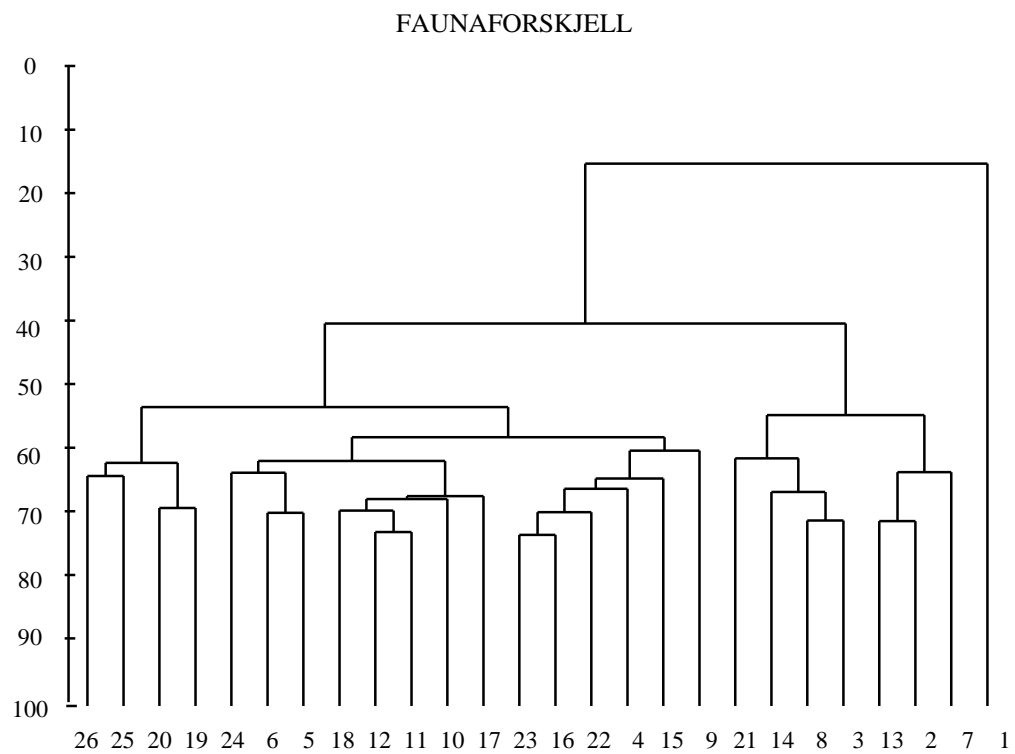
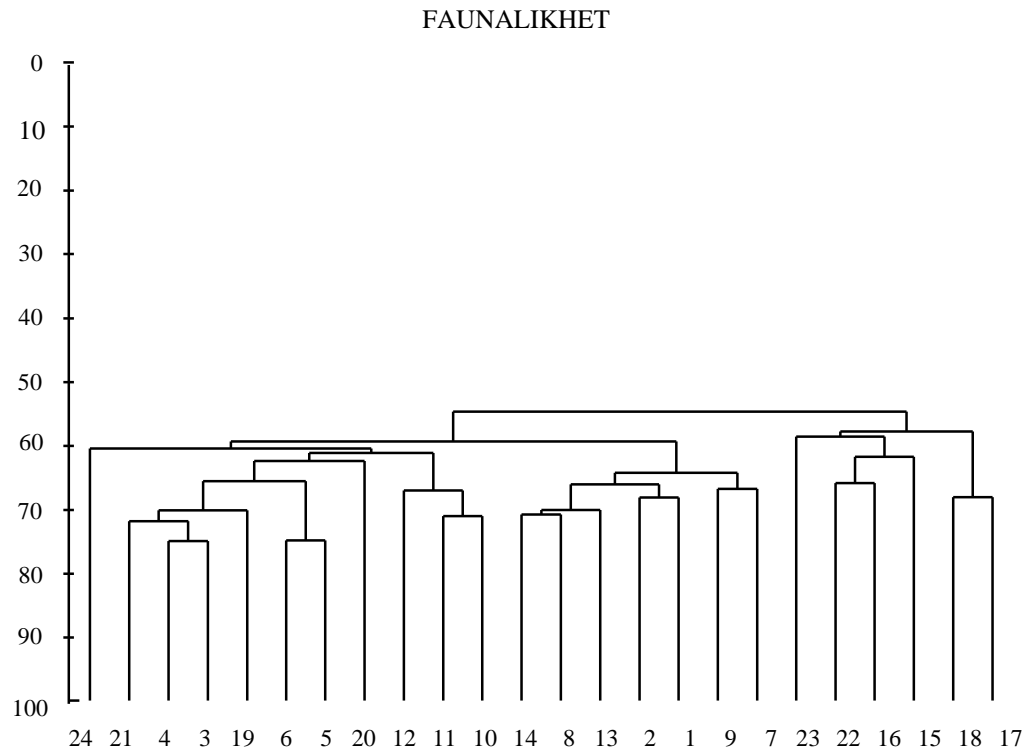
og avstand (d).

Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren: < 0,05 = svært god presentasjon, < 0,1 = god presentasjon, < 0,2 = brukbar presentasjon, > 0,3 plottet er litt bedre enn tilfeldig punkter.

### Dataprogrammer

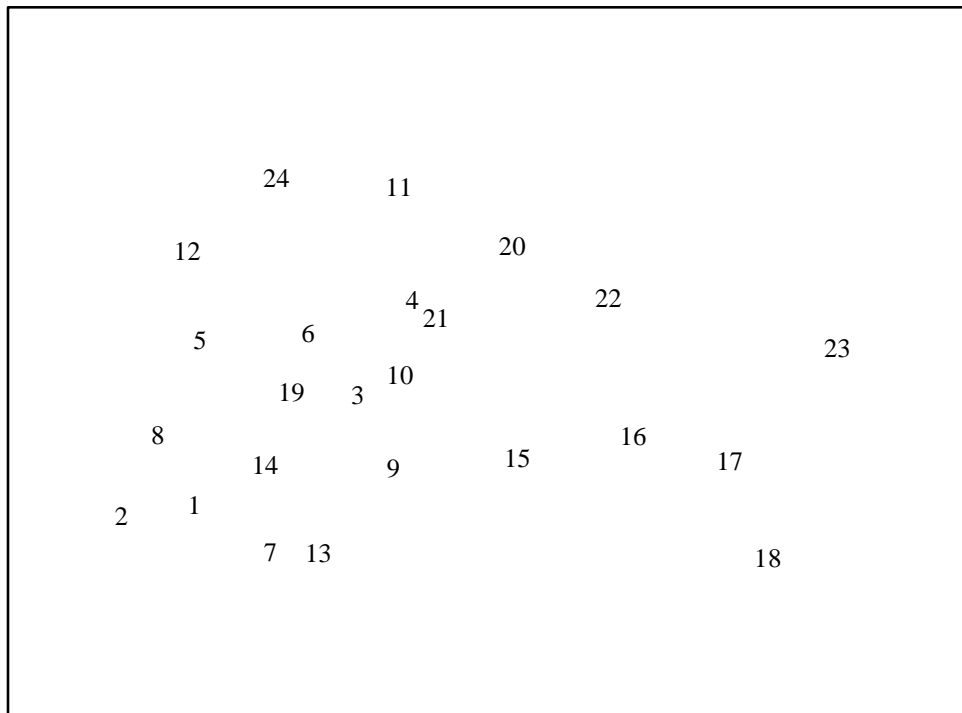
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Interne makroer er benyttet til utregning av samtlige indekser, unntatt makroen «Diversi» som beregner diversitet (H') og inndelingen i geometriske klasse. «Diversi» er laget av Knut Årestad ved Insitutt for fiskeri- og marinbiologi, UiB.

De multivariate analysene er utført med dataprogrammer fra programpakken Primer fra Plymouth Marine Laboratory i England. Clusteranalysen er utført med programmet Cluster, til MDS-analysen er programmet Mds benyttet. Azti Marine Biotic Index beregnes ved hjelp av dataprogrammet AMBI.

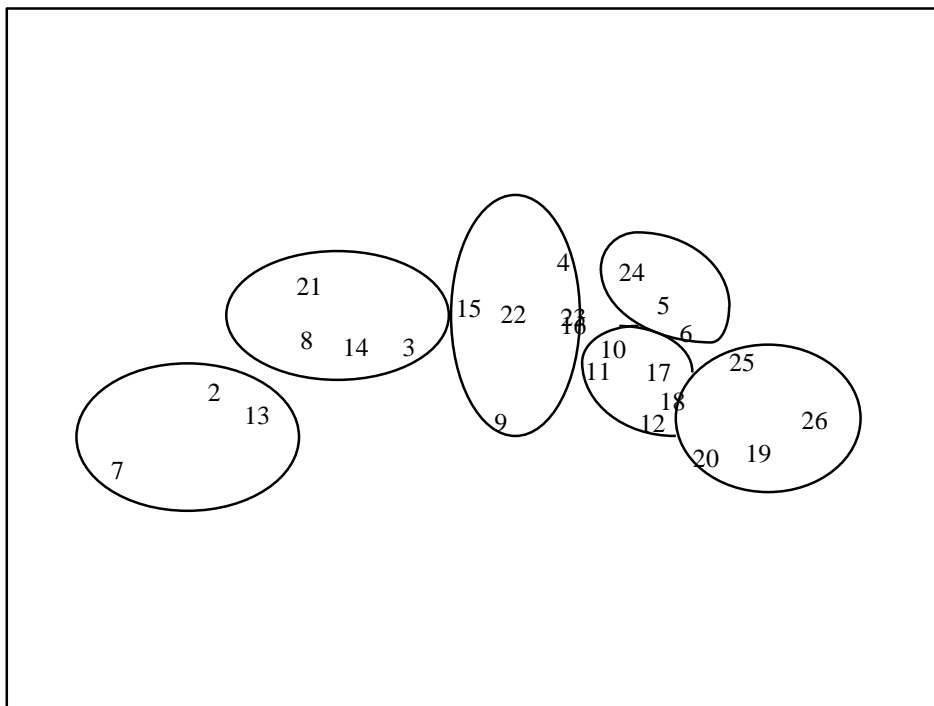


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

## INGEN GRADIENT



## GRADIENT



Figur v3. MDS-plott som viser faunalikheten mellom prøver. Øverste plott viser ingen klar gradient, mens nederste plott viser en tydeligere gradient.

Litteratur til Generelt Vedlegg

Borja, A., et al. (2000). "A Marine Biotic Index to Establish the Ecological Quality of Soft-Bottom Benthos Within European Estuarine and Coastal Environments." *Marine Pollution Bulletin* 40(12). 1100-1114 s.

Bray, J. R. og Curtis, J. T. (1957). "An Ordination of the Upland Forest Communities of Southern Wisconsin." *Ecological Monographs* 27(4). 326-349 s.

Gray, J. S. og Mirza, F. B. (1979). "A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities." *Marine Pollution Bulletin* 10(5). 142-146 s.

Pearson, T.H., et al. (1983). "Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. ." *Marine Ecology Progress Series* 12. 237-255 s.

Pearson, T.H. og Rosenberg, R. (1978). "Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment." *Oceanography and Marine Biology an Annual Review* 16. 229-311 s.

Rygg, B. (2002). "Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway." NIVA-rapport 4548-2002. 32 s.

Rygg, B. og Norling, K. (2013). "Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI)." NIVA-rapport 6475-2013. 46 s.

TA 1467/1997. Veiledning nr. 97:03. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Statens forurensingstilsyn, SFT 1997. 36 s.

Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppen for gjennomføring av vanndirektivet (2013). 263 s.

## 6. VEDLEGG 2: BENTHOS ARTSLISTE

ID: 10728-10

### Vedlegg SF-SAM-505 Benthos Artsliste

Uni Research Miljø

Prosess	Uni Research Miljø / SAM-marin / Rapportering / Rapportering	Dokumentkategori	Vedlegg
Godkjent dato	05.02.2016 (Silje Hadler-Jacobsen)	Siste revisjon	
Endret dato	05.02.2016 (Silje Hadler-Jacobsen)	Neste revisjonsdato	



### SAM-Marin

(Seksjon for anvendt miljøforskning,  
marin del.)  
Thormøhlensgate 55, 5008 Bergen  
Telefon: 55 58 44 05  
Mail: sam-marin@uni.no



**Oppdragsgiver (navn og adresse):** Bergen Kommune, Vann- og avløpsetaten,  
Fjøsangerveien 68, 5086 Bergen

**Prosjekt nr.:** 808969

**Prøvetaksingssted (område):** Kirkebukten

**Dato for prøvetaking:** Oktober 2015

**Ansvarlig for prøvetaking (firma):** Uni Research AS, SAM-Marin

**Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet:** -

**Artene er identifisert av:** Øydis Alme, Frøydis Lygre og Per-Otto Johansen

	Akkreditert	I henhold til standard	Evt. akkrediteringsnummer	Ikke akkreditert
Prøvetaking	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-16665	Test 157	<input type="checkbox"/>
Sortering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-16665	Test 157	<input type="checkbox"/>
Identifisering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-16665	Test 157	<input type="checkbox"/>

### Opplysninger om merker i artslisten:

For hver stasjon er nr. på grabbhuggene angitt, og under hvert nummer de dyrene som ble funnet i prøvene.

- + i tabellen angir at det var dyr til stede i prøven, men at de ikke er kvantifisert.
- / i tabellen betyr en deling i voksne og unge individer (eksempel 4/2 betyr 4 voksne og 2 unge).
- cf. mellom slekts- og artsnavn betyr at slektsbestemmelsen er sikker, men at artsbestemmelsen er usikker.
- \* ved arter eller grupper av arter angir arter eller grupper av arter som ikke er med i eventuelle analyser.
- \* ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

### Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av:2 sider.

Artslisten skal ikke kopieres i ufullstendig form, uten skriftlig godkjenning fra SAM.

Signatur:.....*Frøydis Lygre*.....  
Godkjent taksonom

s.1/2	Stasjonsnavn	Felt 1	Felt 2	Felt 3	Felt 4	Felt 5
	Dato	13.10.2015	13.10.2015	13.10.2015	13.10.2015	13.10.2015
	Hugg	1 - 4	1 - 4	1 - 4	1 - 4	1 - 4
*	<b>ANTHOZOA</b>					
	Cerianthus lloydii				1	
	Edwardsia sp.		1	4	1	
*	NEMERTEA indet.	11	3	5	7	4
*	NEMATODA indet.	ca.40	7		21	12
	<b>POLYCHAETA</b>					
	Polynoidae indet.	0/1				
	Harmothoe fernandi					1
	Harmothoe antilopes	1				
	Pholoe assimilis			1		1
	Pholoe baltica	1	7	6	2	13
	Phyllodoce maculata		1		2	1
	Phyllodoce groenlandica		1	1		
	Phyllodoce mucosa	1	1	5	6	7/1
	Eteone sp.		7	2	9	7
	Nereimyra punctata					2
	Syllidia armata	1				
	Syllidae indet.					1
	Exogone sp.					1
	Eunereis elittoralis			1	2	6
	Nephtys hystricis		1		0/1	1/1
	Nephtys pente				1	
	Glycera alba		1			
	Glycera lapidum		2	2		
	Goniada maculata			4	3	0/1
	Lumbrineridae indet.		12	14	1	
	Protodorvillea kefersteini		5	4	8	
	Scoloplos armiger	1			99	41
	Aonides paucibranchiata				2	
	Malacoceros vulgaris				2	4
	Polydora sp.	1	18	22	182	477
	Pseudopolydora pulchra		1			
	Prionospio fallax		3	2	2	
	Spio sp.	5	6	11	8	16
	Aphelochaeta sp.				14	7
	Chaetozone sp.		1		179	
	Cirratulus cirratus		3		7	1
	Caulleriella sp.		1	1	13	3
	Pherusa falcata	1			1	
	Capitella capitata	42	3		6	8
	Mediomastus fragilis		1	3	12	21
	Notomastus latericeus				2	
	Galathowenia oculata			1		
	Owenia sp.		1			
	Lagis koreni		1		1/1	1
	Pista cristata				0/1	
	Polycirrus norvegicus	4			2	
	Sabellidae indet.				1	
	Pomatoceros triqueter					2
	Spirorbis sp.	25				ca.100
	OLIGOCHAETA indet.	37			8	4
	<b>CRUSTACEA</b>					
*	Metridia sp			2		
*	Hyperiidae indet.					1
*	Phtisica marina					1

s.2/2	Stasjonsnavn	Felt 1	Felt 2	Felt 3	Felt 4	Felt 5
	Dato	13.10.2015	13.10.2015	13.10.2015	13.10.2015	13.10.2015
	Hugg	1 - 4	1 - 4	1 - 4	1 - 4	1 - 4
*	Aoridae indet.				3	
*	Microdeutopus gryllotalpa	35				28
*	Corophium sp.	4	2	2	8	72
*	Gammarus sp.	1				
*	Dexamine sp.			1	6	3
*	Natantia indet.	2			8	1
	Calocaris macandreae					1
*	Galathea sp.	1				
*	Paguridae indet.	1				1
*	Carcinus maenas	10	1	3		7
*	Liocarcinus pusillus				4	
	<b>MOLLUSCA</b>					
	Leptochiton asellus	1				
	Littorina sp.					6
	Rissoidea indet.	0/1				
	Aporrhais pespelecani		1	1		
	Euspira pulchella				1	1
	Bela nebula				1	
	Hydrobia ulvae					1
	Philine scabra			1		
	Akera bullata	1/1	0/2	5/2		
	Nudibranchia indet.					1
	Doridacea indet					3
	Mytilus edulis	3/5				
	Thyasira flexuosa		17	5	2	
	Kurtiella bidentata		3	1/1		
	Parvicardium exiguum	2				
	Parvicardium pinnulatum	1			2/8	1/2
	Ensis ensis					1
	Macoma calcarea		1/1	0/2		0/8
	Gari fervensis			1		
	Abra alba		4			
	Abra nitida		17	4		
	Arctica islandica			0/1		
	Mya sp.	0/5	0/2	0/4	0/6	0/17
	Corbula gibba		2	2	1	
	Hiatella sp.				0/1	0/2
	Cochlodesma praetenuae		1/1			
*	PHORONIDA indet.			1	2	
*	<b>BRYOZOA</b>					
*	Bryozoa skorpeformet	+			+	+
	<b>ECHINODERMATA</b>					
*	Ophiuroidea indet.					0/1
	Amphiura filiformis		1/1	3		
	Ophiura albida			3		
	<b>ASCIDIACEA</b>					
	Polycarpa fibrosa		1			
*	<b>VARIA</b>	+	+	+	+	