



Rapport / Report

Kirkebukten, Bergen havn - vurdering av overvåkningsresultater

Effekt av tildekking - overvåkningsresultater 2012

20120461-02-R
3. juni 2013
Rev. nr.: 1 / 26. juni 2013

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGL.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGL.



Prosjekt

Prosjekt: Kirkebukten, Bergen havn - vurdering av
overvåkningsresultater
Dokumentnr.: 20120461-02-R
Dokumenttittel: Kirkebukten, Bergen havn.
Overvåkningsresultater 2012
Dato: 3. juni 2013
Rev. nr./dato: Rev. 1 / 26. juni 2013

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
www.ngi.no

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Bergen kommune Vann- og avløpsetaten
Oppdragsgivers
kontaktperson: Hjelle Hogne og COWI AS
v/Ane Moe Gjesdal
Kontraktreferanse: Ordrebekreftelse signert 15/5-12

For NGI

Prosjektleder: Amy M P Oen
Utarbeidet av: Amy M P Oen
Kontrollert av: Arne Pettersen

Sammendrag

Bergen kommune gjennomfører prosjektet "Opprydning av miljøgifter på sjøbunnen i Bergen." Som en del av dette prosjektet har kommunen gjennomført tildekking av forurensede sedimenter i Kirkebukten i Bergen havn i 2011. Prosjektgruppen for Bergen kommune har utarbeidet en overvåkningsplan for å evaluere effektiviteten av tildekking i Kirkebukten, samt å måle eventuell rekontaminering fra landkilder og utenforliggende sjøbunn. Overvåkningsplanen gjelder for perioden 2011-2015, og beskriver gjentakende målinger ved hjelp av ulike metoder.

Denne rapporten oppsummerer analyseresultatene fra 1-års kontroll, overvåkning som har blitt gjennomført i perioden mai – oktober 2012. NGI har blitt engasjert for å presentere og vurdere de foreliggende analyseresultatene. COWI har planlagt

BS EN ISO 9001
Sertifisert av BSI
Reg. No. FS 32989

Sammendrag (forts.)



Dokumentnr.: 20120461-02-R
Dato: 2013-06-26
Side: 4
Rev. nr.: 1

og gjennomført feltundersøkelsene som har inkludert visuell inspeksjon, prøvetaking av sedimentkjerner, bruk av POM passive prøvetakere for å bestemme konsentrasjon av organiske miljøgifter i vannfasen, samt utsetting av sedimentfeller. Oppsummert viser overvåkning gjennomført i 2012 følgende:

- Dykkerinspeksjon bekreftet at tildekkningene er intakte, med unntak av behov for forsterkning av erosjonssikring enkelte steder i grunne områder.
- Analyseresultatene fra sedimentkjerner tatt i de fire ulike tildekkingsfeltene viser konsentrasjoner som tilsvarer tilstandsklasse I og II i de øverste 5 cm for alle de analyserte miljøgifter, bortsett fra nikkel i feltene som benyttet olivin som tildekkingsmaterialene og PCB-7 i F1 som kan skyldes rekontaminering fra landkilder eller utenforliggende sjøbunn.
- Konsentrasjon av organiske miljøgifter i vannfasen ble målt ved å bruke passive prøvetakere (POM). Konsentrasjoner av PAH er litt høyere enn tidligere, men anses som innenfor den observerte variasjonen av PAH i sjøvannet. Konsentrasjoner av PCB er på det samme nivå som tidligere og er ca. én størrelsesorden lavere enn verdier av PCB målt i sjøvann før tildekking var gjennomført.
- Det er registrert forhøyde konsentrasjoner av enkelte metaller, TBT og PAH i sedimenterende materiale i tildekkingsfeltene F2, F3 og F4 som kan skyldes tilførsel fra land eller fra oppvirvlet sediment fra ikke-tildekket sjøbunn utenfor Kirkebukten.

Observasjonene og analyseresultatene indikerer at tildekking fungerer som forutsatt og at alle 4 ulike tildekkingsmateriale fungerer like bra. Men, tilførsel av ny forurensning fra land kan påvirke tiltakseffektiviteten over tid. Rekontaminering fra utenforliggende sjøbunn vil også påvirke effektiviteten av tildekking i dette relativt lite arealet, men vil ha mindre betydning under tildekking av et betydelig større område ved eventuell tildekking i Byfjorden.

Innhold



Dokumentnr.: 20120461-02-R
Dato: 2013-06-26
Side: 5
Rev. nr.: 1

1	Innledning	6
2	Feltarbeid	7
2.1	Dykkerinspeksjon og sedimentkjerner	7
2.2	Sedimenterende materiale	8
2.3	Passive prøvetaking og konsentrasjoner av miljøgifter i vann	10
2.4	Ytterligere feltarbeid og vurderinger	11
3	Analyseresultatene og diskusjon	11
3.1	Visuell inspeksjon og beskrivelse	11
3.2	Konsentrasjon av miljøgifter i sedimentkjerner	12
3.3	Konsentrasjon av PAH og PCB i sjøvann og overvann	16
3.4	Konsentrasjoner av miljøgifter i partikulært materiale	19
4	Vurdering av tildekkningseffekt	22
5	Konklusjon	24
6	Referanser	25

Vedlegg A: Feltrapport fra COWI: Dykkerinspeksjon, sedimentkjerner og analyseresultater

Vedlegg B: Feltrapport fra COWI: POM, sedimentfeller og analyseresultater

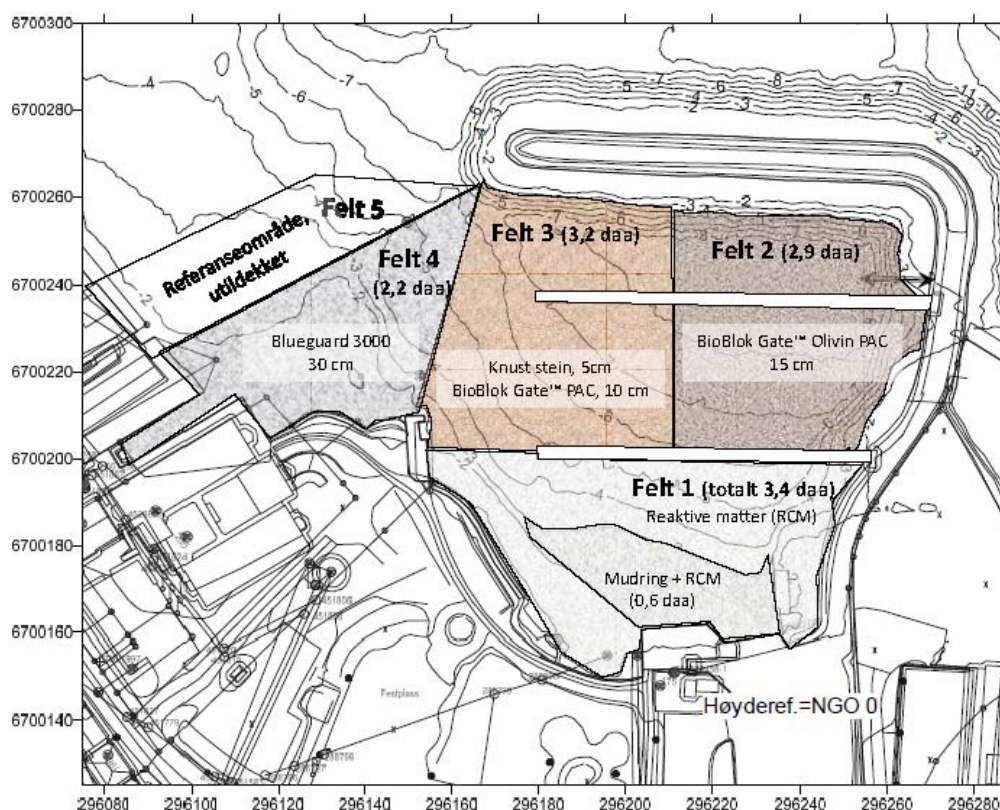
Kontroll- og referanseside

1 Innledning

Bergen kommune gjennomfører prosjektet "Opprydning av miljøgifter på sjøbunnen i Bergen." Som en del av dette prosjektet har kommunen gjennomført tildekking av forurensede sedimenter i Kirkebukten i Bergen havn i 2011. Tiltak har inkludert utprøving av ulike tildekkingsmaterialer i fire prøvefelt samt et referansefelt (se Figur 1):

- Felt 1: Utlegging av en reaktiv matte som er erosjonssikret med stein og betongmadrasser.
- Felt 2: Tildekking med BioBlok Gate™ Olivin PAC (pulverisert aktivt karbon, prosjektert tykkelse på 15 cm).
- Felt 3: Tildekking med knust stein (prosjektert tykkelse på 5 cm) og BioBlok Gate™ PAC (prosjektert tykkelse på 10 cm).
- Felt 4: Tildekking med olivin (Blueguard 3000, prosjektert tykkelse på 30 cm) og erosjonssikret med pukk i områder grunnere enn 3 m dyp.
- Felt 5: Ingen tildekking - referansefelt.

Detaljer om tildekkingsmassene er beskrevet i vedlegg til søknaden til Fylkesmannen (Biologge, 2010), og detaljer om gjennomføring av tildekking er beskrevet i COWIs rapport (2011).



Figur 1 Oversiktsfigur som viser de ulike feltene (fra COWI).

Prosjektgruppen for Bergen kommune har utarbeidet en overvåkningsplan for å evaluere effektiviteten av tildekking i Kirkebukten, samt å måle eventuell rekontaminering fra landkilder og utenforliggende sjøbunn. Planen gjelder for perioden 2011-2015, og beskriver gjentakende målinger ved hjelp av ulike metoder.

Den første overvåkningen ble gjennomført i perioden juli – september 2011. Overvåkning inkluderte bestemmelse av konsentrasjoner av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og polyklorerte bifenyler (PCB) i vannfasen ved passive prøvetakere av typen POM (PolyOxyMetylen) samt analyse av kjemisk innhold i sedimenterende materiale ved bruk av sedimentfeller. Resultatene viste at konsentrasjoner av PAH etter og før tiltak var relative like over de ulike feltene og mest sannsynlig gjenspeiler variasjon av PAH i sjøvannet. Konsentrasjoner av PCB var én størrelsesorden lavere over Felt 1, 2 3 og 4 etter tiltak sammenlignet med tilsvarende målinger gjort før tiltak. Derfor har tildekking vært effektiv med hensyn på å redusere utlekking av PCB fra sedimentet (NGI, 2012). Men det var registrert tilførsel av materiale med høye konsentrasjoner av organiske miljøgifter som kan påvirke tiltakseffekten av tildekkingslaget (NGI, 2012).

I forbindelse med 1-års kontroll og videre evaluering av effekt av tildekking i Kirkebukten har COWI gjennomført et utvidet overvåkningsprogram som inkluderer visuell inspeksjon, prøvetaking av sedimentkjerner, bruk av POM passive prøvetakere for å bestemme konsentrasjon av organiske miljøgifter i vannfasen, samt utsetting av sedimentfeller i Kirkebukten for å vurdere eventuell rekontaminering av tildekkingen.

Denne rapporten oppsummerer analyseresultatene fra overvåkning som har blitt gjennomført i perioden mai – oktober 2012. NGI har blitt engasjert for å presentere og vurdere de foreliggende analyseresultatene. COWI har planlagt og gjennomført feltundersøkelsene.

2 Feltarbeid

2.1 Dykkerinspeksjon og sedimentkjerner

Visuell inspeksjon ble første gang utført av entreprenørene og overlevert prosjektet som en dokumentasjon av tildekkingen sammen med deres sluttokumentasjon (Biologge, 2011). Alle områder var tildekket som planlagt. Ved første overvåkning etter 3 mnd ble det ikke benyttet ROV eller dykker. Som en del av 1-års kontroll ble det utført dykkerinspeksjon for å dokumentere bl.a. tildekkingsgrad i Kirkebukten. Feltarbeidet ble utført av IMC Diving og COWI i mai 2012.

IMC Diving filmet under dykkerinspeksjon, og oppsummerte observasjoner fra inspeksjonen rapportert i eget notat (vedlagt som en del av COWIs Feltrapport som er i Vedlegg A). I tillegg tok dykkeren sedimentkjerner fra hvert felt som vist

i Figur 2. Prøvene ble tatt ved at dykkeren presset 50 cm lange akrylrør (diameter Ø80/72) forsiktig ned i sediment, så langt som mulig. Rørene ble deretter lukket med kork i toppen før de ble dratt forsiktig opp igjen. Det ble tatt sedimentkjerner ved alle planlagte punkter som vist i Figur 2, bortsett fra punkt 1-2. På dette feltet (Felt 1) ble det tatt sedimentkjerner av grusen som lå på toppen av den reaktive matten.

Etter prøvetakingen ble kjernene delt i delprøver, som ble samlet i blandprøver og sendt til kjemiske analyse hos akkreditert laboratorium (se COWIs Feltrapport som er i vedlegg A).



Figur 2 Oversiktsbilde som viser lokalisering av sedimentkjerner (4 prøver per felt) og svømmeruten til dykkeren (figuren er hentet fra COWIs feltrapport, vedlegg A).

2.2 Sedimenterende materiale

Bruk av sedimentfeller er en metode for å samle opp partikulært materiale som sedimenter på sjøbunnen. Fellene står ute i lengre perioder, og målingene representerer den totale akkumulerte mengde sediment. Kjemisk innhold, eller kvalitet, blir representert som et tidsintegret gjennomsnitt for perioden sedimentfellerne stod ute.

Sedimentfelleriggene består av fire 45 cm lange sylindere som er 8 cm i diameter (innvendig diameter = 7,2 cm). Rørene er åpne i toppen for å samle opp partikulært materiale. Sylindrene er montert på leddede armer, og har lodd på bunnen slik at de blir stående vertikalt i vannet. Figur 1 viser et bilde av dette utstyret fra feltarbeid gjennomført 1. juni 2012.

Under feltarbeid den 1. juni 2012, utplasserte COWI fire sedimentfeller som vist i Figur 4. Stasjonene er lokalisert på samme sted som under overvåkningen gjennomført i 2011. Sedimentfellene ble plassert med røråpning ca. 1 meter over sjøbunnen. Fellene var forankret til sjøbunnen, og hadde oppdrift ved hjelp av en blåse under laveste vannstand.



Figur 3 Sedimentfellerigg under feltarbeid den 1. juni 2012 (til venstre, utsetting) og den 2. oktober (til høyre, innhenting) (Foto: Ane Moe Gjesdal, COWI).

COWI hentet inn sedimentfeller den 2. oktober 2012 slik at sedimentfellene stod ute i 18 uker. Sedimentfelle fra F1A og F4B hadde mistet oppdrift, men kun et av fire rør fra F1A viste tegn at det hadde ligget på skrå. Detaljene fra feltarbeidet er beskrevet i feltrapport utarbeidet av COWI (vedlegg B).



Figur 4 *Oversiktsbilde av forsøksfelt og plassering av prøvetakingsutstyr (POM og sedimentfellene) i Kirkebukten (Figuren tatt fra COWIs feltrapport, vedlegg B).*

2.3 Passive prøvetaking og konsentrasjoner av miljøgifter i vann

POM er et plastmateriale som kommer i likevekt med de organiske miljøgiftene i vannfasen. Ved å måle innhold av organiske miljøgifter i POM og benytte etablerte fordelingskoeffisienter mellom POM og sjøvann, er det beregnet konsentrasjon av organiske miljøgifter i sjøvann. Metoden gjør det mulig å kvantifisere svært lave konsentrasjoner av PAH og PCB, med nedre bestemmelsesgrense ned mot 0,1 pg/l.

Under feltarbeid den 1. juni 2012, utplasserte COWI passive prøvetakere (POM) på 2 dybder (ca. 10 cm over sjøbunn og 30 cm over sjøbunn) ved to stasjoner i hvert av feltene 1-4 og ved 3 stasjoner i Felt 5 som vist i Figur 4. I tillegg ble det utplassert POM ved tre stasjoner i overvannsutløp. Stasjonene er lokalisert på samme sted som under overvåkingen gjennomført i 2011.

Det tar ca. 4 uker for POM (tykkelse 55 μm) å oppnå likevekt for både PAH og PCB. Dersom POM står ute lenger enn 4 uker i felt, vil analyseresultatene representere siste 4 uker de passive prøvetakerne stod ute. COWI hentet inn de passive prøvetakerne den 5. juli 2012. Det var varierende og til dels stor begroing på POM prøvetakerne (se Figur 5). Ved innhenting fjernet COWI løs tang og algevekst før POM ble lagt i prøveglass og oppbevart mørkt og kjølig fram til levering til analyse. Detaljene fra feltarbeidet er beskrevet i feltrapport utarbeidet av COWI (Vedlegg B).



Figur 5 POM passive prøvetakere før fjerning av begroing under feltarbeid den 5. juli 2012 (foto: Ane Moe Gjesdal, COWI).

2.4 Ytterligere feltarbeid og vurderinger

Under utlegging av tildekkingsmateriale i Felt 4 (olivin, Blueguard 3000), ble det tatt 10 kjerneprøver 7-9. april 2011 ved hjelp av dykker (Biologge, 2011).

Måling av tykkelsen av tildekkingsmateriale viste en gjennomsnittstykkelse av ~27 cm for 9 av de 10 kjerneprøvene som dykkeren kunne trykke helt gjennom tildekkingslaget (Biologge, 2011). Målt tykkelse er en konservativ verdi da litt tildekkingsmaterialet ble mistet under prøvetaking, før bunnlokket kunne settes på.

I tillegg ble det utført kornfordeling på flere delprøver fra utvalgte kjerneprøver fra Felt 4. Kornfordeling ble gjort for å se på fordeling av finkornet materiale vertikalt i tildekkingslaget. Kornfordelingskurvene var sammenlignet med en kontroll fra tildekkingsmateriale tatt før utlegging og viste at kun en mindre andel av fraksjon <0,063 mm ble vasket ut (Biologge, 2011).

3 Analyseresultatene og diskusjon

3.1 Visuell inspeksjon og beskrivelse

Observasjonene fra dykkernes inspeksjon samt beskrivelse av sedimentkjernene er oppsummert i *Tabell 1*. Detaljene inklusive bilder av alle sedimentkjernene er beskrevet i COWIs feltrapport (vedlegg A).

Hovedinntrykket av dykkerinspeksjon var at tildekkingene var intakte, med unntak av behov for forsterkning av erosjonssikring enkelte steder i grunne områder. Der erosjonssikring hadde erodert borte, var matten utsatt og brettet over. I tillegg var det observert et tynt lag mudder og algevekst (brunt, "fluffy" lag på toppen) flere steder som kan være oppvirvlet materiale fra utlegging av tildekkingen eller tilførsel av nytt materiale.

3.2 Konsentrasjon av miljøgifter i sedimentkjerner

Tabell 2 og *Tabell 3* viser analyseresultater av blandprøvene av de ulike delprøver (0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm, osv) fra sedimentkjernene prøvetatt i hvert felt. Prøvene ble analysert for total organisk karbon (TOC), metaller og PCB. Resultatene er sammenlignet med Klifs tilstandsklasser for innhold av utvalgte organiske stoffer i sedimenter (*Tabell 7*, Klif, 2007). Analyseresultatene er vedlagt i COWIs feltrapport i Vedlegg A.

Analyseresultatene fra sedimentprøver tatt i Felt 1-4 viser konsentrasjoner som, tilsvarende tilstandsklasse I og II (Klif, 2007) i de øverste 5 cm for alle de analyserte miljøgifter, bortsett fra nikkel (Ni) som er opp mot tilstandsklasse V i tildekkingslag bestående av olivin. Det høye innholdet av dette metallet gjør at nikkel kan fungere som en kjemisk tracer for olivin.

Analyseresultatene av TOC, utvalgte metaller og PCB kan benyttes for å sammenligne målt tykkelsen på tildekkingen dokumentert under prøvetaking av sedimentkjerner (se *Tabell 1* og COWIs feltnotat i Vedlegg A):

- Felt 1: Alle analyseresultatene, bortsett fra PCB-7, tilsvarende konsentrasjoner i tilstandsklasse I og II i alle 4 prøver 0-10 cm. Konsentrasjoner av PCB-7 varierer mellom tilstandsklasse II og IV, noe som kan skyldes rekontaminering fra landkilder eller utenforliggende sjøbunn. Det ble observert et lag finstoff under prøvetakingen (se *Tabell 1*).
- Felt 2: konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse I og II (bortsett fra Ni) i alle prøvene i lagene 0-5 cm, 5-10 cm og 10-15 cm. I tillegg er det registrert forhøyde konsentrasjoner av Ni som gjenspeiler at olivin er brukt i tildekkingsmateriale som er benyttet i Felt 2. Sedimentprøve i 15-20 cm laget viser forhøyde konsentrasjoner av både Ni, Hg og Cu. Dette indikerer at tildekkingen avtar i dette laget, som stemmer med den tykkelsen som er dokumentert, 17 cm.
- Felt 3: konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse I og II (bortsett fra Ni) i alle prøvene tatt fra lagene 0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm og 15-20 cm som indikerer 20 cm tykkelse av tildekkingsmaterialet. Årsaken til de høyere konsentrasjoner av Ni (tilstandsklasse III og IV) er uklart da BioBlok GateTM PAC og knust stein ble benyttet som tildekkingsmasse.
- Felt 4: konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse I, bortsett fra Ni som er tilstandsklasse V, i lagene 0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm og 15-20 cm. Forhøyde konsentrasjoner av Hg, Zn og PCB (tilstandsklasse IV og V) og lav konsentrasjon av Ni (tilstandsklasse I) er registrert i prøven fra 20-

25 cm og gjenspeiler opprinnelig sjøbunn. Analyseresultatene indikerer at gjennomsnittlig tykkelse av tildekkingslaget er ca. 20 cm. Dette er litt tynnere enn det som er dokumentert under oppmåling av sedimentkjerner (20-30 cm basert på COWIs feltnotat i Vedlegg A og ~27 cm for 9 av 10 kjerner tatt rett etter tildekking i Felt 4 (Biologge, 2011)).

Det er benyttet AC i tildekkingsmateriale i både Felt 2 og Felt 3. Dette vises i analyseresultatene av TOC i de ulike delprøvene. Konsentrasjon av TOC varierer 11-29 mg/g (1-3 %) i sedimentlagene i Felt 2. I Felt 3 er to tildekkingsmaterialer benyttet, først utlegging av BioBlok GateTM PAC og deretter 6 cm knust stein. Dette stemmer med konsentrasjoner av TOC i de ulike lagene som er 14-20 mg/g (1-2 %) i 5-20 cm laget og <5 mg/g i det øverste 0-5 cm.

Det er observert konsentrasjoner av TOC som varierer mellom 14-50 mg/g (1-5 %) i de øverste lag i Felt 1 (0-10 cm), men det er ikke benyttet AC i tildekkingsmateriale i Felt 1. Det er uklart om dette er et resultat av spredning av AC under utlegging av tildekkingsmateriale benyttet i Felt 2 eller tilførsel av nytt organiske rike materiale. Konsentrasjoner av TOC i opprinnelig sjøbunn dokumentert i sedimentprøver før tildekking er 7-10 % (Biologge, 2010).

Tabell 1 Oppsummering av observasjoner fra dykkerinspeksjon og sedimentkjerner for hvert felt i Kirkebukten.

Felt		Dykkerens observasjoner	Visuell beskrivelse av sedimentkjerner
1	Reaktive matter og grus: Grus lagt på mattene som erosjonssikring.	- Mattene utenfor utløp av bekk og overvann (1-1) delvis avdekket og vest for flytebryggen (1-2) helt avdekket. - Gruslagets tykkelse varierte mye (0-50 cm) men var jevnere (ca. 10 cm) i den dypeste delen av feltet (1-4). - Tynt lag med brunt mudder og algevekst på grusen.	- Tykkelse observert i sedimentprøver varierte mellom 5 og 15 cm med innhold av grus. - Ingen prøve ble tatt ved punkt 1-2 da matten var avdekket. - Tynt og "fluffy" lag av brunt mudder og algevekst øverst på kjernene.
2	Bioblok PAC/Olivin: Bioblok materiale som består av gruskjerner med finstoff av olivin og aktivt kull.	- Tynt lysere lag mudder ble observert over hele området, over det mørkere tildekkingsmateriale (mørkere på grunn av innhold av aktiv karbon). - Sjøstjerner og krabbe i området.	- Lengde av sedimentkjerner varierte mellom 23-33 cm, ca. 17 cm tildekkingsmateriale over opprinnelig sjøbunnen. - Tynt topplag (1-5 cm) av brunsvart finstoff med noe grus. - Tydelig fordeling under topplaget, variasjon mellom kjernene: 0-3-14 cm tykk lag svart finstoff med gruspartikler. 0-5-12 cm tykk lag mørkt gråsvart finstoff med grus
3	Bioblok PAC og grus: Bioblok materiale som består av gruskjerner med finstoff av aktivt kul, grus lagt på Bioblok tildekkingslaget.	- Tynt lag mudder med mørkt finstoff ble observert over heleområdet. - Grusen tydelig kun i et mindre område. - Noe vegetasjon. - Sjøstjerner observert på overflaten.	- Lengde av sedimentkjerner varierte mellom 15-28 cm, ca. 17 cm tildekkingsmateriale over opprinnelig sjøbunnen. - Tynt topplag (0,2-2 cm) av brunsvart mudder. - Tydelig fordeling under topplaget, variasjon mellom kjernene: 0-0-7 cm tykk lag grus med noe finstoff. 0-8-17 cm tykk lag mørkt gråsvart finstoff med grus.
4	Olivin og pukk: Olivin består av fraksjon 0-3 mm, områder grunnere enn 3 meter er erosjons-sikret med pukk.	- Olivin (lysere) og pukk var godt synelig og enkelte steder var pukken erodert bort. - Sjøbunn dekket av myk vegetasjon og tare.	- Lengde av sedimentkjerner varierte mellom 24-35 cm, med 20-30 cm tildekkingsmateriale over opprinnelig sjøbunnen. - Øverst lag (0,5-4 cm) med finkornet gråbrunt materiale. - Tre kjerner med 16-32 cm tykke lag homogent olivin, kjerne fra 4-1 viste 20 cm olivin blandet med mørkere materiale. - Funnet flerbørstemark i kjerne fra 4-4 ved 10 cm dyp.
5	Ingen tildekking.	- Bunnen av sand og skjellrester. - Bunnen dekket av myk vegetasjon og tare.	- Lengde av sedimentkjerner varierte mellom 12-19 cm. - Øverste lag (3-6 cm tykk) med vegetasjon, brunsvart og gråbrun, sandig med skjellfragmenter. - Dypere: brunsvart, finpartikler, enkelte skjellfragmenter.

Tabell 2 Analyseresultater av sedimentkjerner tatt fra de ulike felt Kirkebukten i mai 2012.

Parameter	1-1b 0-10 cm	KB 1 0-10 cm	KB 1a 0-10 cm	KB 1b 0-10 cm	KB 2 0-5 cm	KB 2 5-10 cm	KB 2 10-15 cm	KB 2 15-20 cm	KB 2 20-25 cm	KB 3 0-5 cm	KB 3 5-10 cm
TOC (mg/g TS)	23	14	50	23	13	11	21	29	42	<5	20
Arsen (As) (mg/kg TS)	3,40	1,60	3,40	4	<0,69	<0,69	2,60	15	15	1,90	1,20
Bly (Pb) (mg/kg TS)	21	3,70	20	24	2,90	2,10	16	1200	330	5,40	5,20
Kadmium (Cd) (mg/kg TS)	0,16	0,02	0,13	0,13	<0,014	<0,014	0,08	0,39	0,78	0,02	0,03
Kobber (Cu) (mg/kg TS)	28	9,20	31	31	4,10	2,80	23	100	150	10	7,30
Krom (Cr) (mg/kg TS)	14	4,70	15	19	34	30	31	58	81	20	20
Kvikksølv (Hg) (mg/kg TS)	0,11	0,02	0,08	0,11	0,05	0,03	0,37	1,86	2,68	0,09	0,10
Nikkel (Ni) (mg/kg TS)	15	6,50	16	21	980	850	670	94	13	87	330
Sink (Zn) (mg/kg TS)	180	25	130	160	26	21	73	350	480	36	35
Sum 7 PCB (mg/kg TS)	0,03	i.d.	0,03	0,26	i.d.	i.d.	i.d.	0,22	0,42	i.d.	i.d.

i.d. = ikke detektert

Tabell 3 Analyseresultater av sedimentkjerner tatt fra de ulike felt Kirkebukten i mai 2012.

Parameter	KB 3 10-15 cm	KB 3 15-20 cm	KB 3 23-28 cm	KB 4 0-5 cm	KB 4 5-10 cm	KB 4 10-15 cm	KB 4 15-20 cm	KB 4 20-25 cm	KB5 0-5 cm	KB5 5-10 cm	KB5 10-15 cm
TOC (mg/g TS)	17	14	47	<5	<5	<5	<5	28	32	43	6,10
Arsen (As) (mg/kg TS)	3,90	2,50	16	<0,58	<0,57	<0,57	<0,57	8,80	5,60	9,30	10
Bly (Pb) (mg/kg TS)	20	21	130	2,20	1,90	1,80	1,90	650	71	110	180
Kadmium (Cd) (mg/kg TS)	0,10	0,12	0,83	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	0,61	0,31	0,45	0,65
Kobber (Cu) (mg/kg TS)	26	23	160	1,40	1,10	1,10	1,50	96	98	200	160
Krom (Cr) (mg/kg TS)	24	29	69	49	39	45	38	30	37	40	50
Kvikksølv (Hg) (mg/kg TS)	0,43	0,59	3,13	0,01	<0,001	<0,001	<0,001	1,11	1,85	2,45	1,76
Nikkel (Ni) (mg/kg TS)	260	360	140	1200	1100	1200	1100	20	200	31	15
Sink (Zn) (mg/kg TS)	82	76	470	30	24	25	23	300	150	310	460
Sum 7 PCB (mg/kg TS)	i.d.	0,01	23	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.	0,21	0,21	0,23	0,25

i.d. = ikke detektert

3.3 Konsentrasjon av PAH og PCB i sjøvann og overvann

Tabell 4 viser analyseresultater fra POM passive prøvetakere satt ut på to dybder (ca. 10 cm over sjøbunn og 30 cm over sjøbunn) i hvert av feltene 1-4. og *Tabell 5* viser analyseresultater fra prøvetakere satt ut ved tre stasjoner i Felt 5 (også på to dybder) og fra POM satt ut utenfor overvannsutløp. Resultatene er sammenlignet med Klifs tilstandsklasser for innhold av utvalgte organiske stoffer i sjøvann (Klif, 2007), og viser at konsentrasjoner av enkeltforbindelsene for PAH er under tilstandsklasse II (god vannkvalitet). Det er ikke utarbeidet grenseverdier for PCB i vann. Analyseresultatene er vedlagt i Vedlegg B.

Konsentrasjoner av PAH-16 i sjøvann varierte mellom 41 – 97 ng/l i bunnvannet (10-15 cm over sjøbunnen) og 60 – 211 ng/l i sjøvannet 30-35 cm over sjøbunnen for alle tiltaksfeltene. Verdiene er litt høyere enn det som har blitt målt 3 måneder etter tildekking (17 – 53 ng/l der POM var plassert 30-60 cm over sjøbunn i perioden juli til september 2011; NGI, 2012) og før tildekking (23 – 28 ng/l der POM var plassert 10 cm over sjøbunn i perioden desember 2010 til januar 2011; NGI, 2011). Men disse verdiene er mest sannsynlig innenfor den observerte variasjonen av PAH i sjøvannet, som kan være påvirket av både menneskelig aktivitet og faktorer som strømforhold, temperatur, nedbør og turbiditet i vannet. Den planlagte fremtidige overvåkingen vil kunne fortsette å dokumentere den variasjonen av PAH som observeres i sjøvann.

Analyseresultatene fra POM ved to ulike dybder dokumenterer at konsentrasjoner av PAH-16 i vannet 10-15 cm fra sjøbunn er litt lavere enn 30-35 cm fra sjøbunnen. Dette antyder at variasjonen av PAH er forårsaket av andre kilder og ikke utlekking fra eller gjennom tildekkingsmateriale. I referansefeltet, konsentrasjoner av PAH-16 i sjøvann varierte mellom 52 – 119 ng/l (begge dybder) og er relativt lik det som har tidligere blitt målt (48 – 51 ng/l der POM var plassert 30-60 cm over sjøbunn i perioden juli til september 2011; NGI, 2012). Målinger som ble tatt ved utløp til overvann (O1, O2 og O3), viser konsentrasjoner av PAH-16 på 28 – 57 ng/l som også er lik det som har tidligere blitt målt ved O1 og O2 (41 – 52 ng/l).

Konsentrasjoner av PCB-7 i sjøvann varierte mellom 3 – 10 pg/l i bunnvannet (10-15 cm over sjøbunnen), 0,2 – 19 pg/l i vannet 30-35 cm over sjøbunnen for alle tiltaksfeltene og 3 – 31 pg/l i referansefeltet. Verdiene er på det samme nivå som tidligere (11 – 23 ng/l for alle tiltaksfeltene og 27 – 30 pg/l i referansefeltet; NGI, 2012) og er ca. én størrelsesorden lavere enn verdier av PCB-7 målt i sjøvann før tildekking var gjennomført (77 – 156 pg/l). Dette viser en fortsettelse av tildekkingens positive effekt på å redusere utlekking av PCB fra sedimentet.

Konsentrasjoner av PCB-7 i prøver tatt ved overvannsutløp er også på det samme nivå som de øvrige verdiene og varierte mellom 12 – 34 pg/l. Overvåking i denne perioden viser ingen tegn til forurensning av PCB via overvannet. I tillegg er det ikke en tydelig trend i konsentrasjon av PCB med vandedybde i denne overvåkningsperioden.

Tabell 4 *Analyseresultater av PAH og PCB fra POM utplassert i sjøvann i Kirkebukten i perioden 1.06.2012 til 5.07.2012 sammenlignet med analyseresultater i sjøvann før tildekking var gjennomført.*

Parameter	Kontroll 2012								Før tildekking		
	F1B 10-15 cm	F1B 30-35 cm	F2A 10-15 cm	F2B 30-35 cm	F3A 10-15c m	F3A 30-35c m	F4A 10-15 cm	F4A 30-35 cm	F2 ~30 cm	F3 ~30 cm	F4 ~30 cm
Naftalen (ng/l)	83,86	92,94	35,50	192,96	62,21	101,36	32,90	45,58	7,91	8,43	10,52
Acenaftylen (ng/l)	0,88	1,29	0,39	1,70	0,98	0,90	0,47	0,87	1,01	1	0,87
Acenaften (ng/l)	5,48	9,82	1,65	3,71	5,54	2,54	3,28	6,47	0,97	0,81	0,88
Fluoren (ng/l)	1,77	2,12	1,15	3,56	1,93	3,00	1,12	1,47	4,50	4,56	4,61
Fenantren (ng/l)	3,79	5,50	2,30	7,96	5,01	4,94	2,00	3,76	7,33	7,21	9,71
Antracen (ng/l)	0,12	0,14	0,03	0,07	0,10	0,04	0,06	0,07	0,10	0,16	0,08
Fluoranten (ng/l)	0,26	0,49	0,13	0,29	0,30	0,18	0,31	0,64	0,32	0,44	0,63
Pyren (ng/l)	0,37	0,87	0,13	0,34	0,47	0,24	0,36	0,62	0,42	0,53	0,64
Benso(a)antracen (ng/l)	0,04	0,03	0,01	0,03	0,02	0,01	0,03	0,05	0,03	0,03	0,05
Krysen (ng/l)	0,05	0,07	0,02	0,04	0,03	0,02	0,06	0,11	0,09	0,12	0,18
Benso(b)fluoranten (ng/l)	0,04	0,07	0,02	0,04	0,02	0,02	0,06	0,14	0,06	0,08	0,10
Benso(k)fluoranten (ng/l)	0,02	0,04	0,01	0,03	0,02	0,02	0,05	0,07	0,04	0,05	0,08
Benso(a)pyren (ng/l)	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,01	0,03	0,06	0,03	0,03	0,04
Indeno(123cd)pyren (ng/l)	0,03	0,04	0,02	0,03	0,02	0,01	0,04	0,07	0,01	0,01	0,02
Dibenso(ah)antracen (ng/l)	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	0,01	0	0,01
Benso(ghi)perylene (ng/l)	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,04	0,01	0,02	0,02
Sum PAH-16 (ng/l)	96,76	113,48	41,39	210,79	76,69	113,32	40,81	60,03	22,83	23,48	28,44
PCB-28 (pg/l)	7,93	18,37	6,57	17,79	9,61	3,89	2,67	i.p.	98,84	72,54	151,06
PCB-51 (pg/l)	0,88	1,33	0,67	0,89	i.p.	0,48	i.p.	i.p.	3,67	3,69	4,49
PCB-101 (pg/l)	i.p.	3,45	i.p.	i.p.	i.p.	0,24	i.p.	i.p.	0,36	0,35	0,36
PCB-118 (pg/l)	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	0,00	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	0,12
PCB-153 (pg/l)	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	0,06	i.p.	0,18	0,05	0,10	0,08
PCB-138 (pg/l)	i.p.	0,13	i.p.	i.p.	i.p.	0,07	i.p.	i.p.	0,04	0,11	0,10
PCB-180 (pg/l)	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Sum PCB-7 (pg/l)	8,81	23,28	7,24	18,68	9,61	4,74	2,67	0,18	102,96	76,78	156,21

i.p. = ikke påvist

Tabell 5 *Analyseresultater av PAH og PCB fra POM utplassert i sjøvann i Kirkebukten i perioden 1.06.2012 til 5.07.2012 sammenlignet med analyseresultater i sjøvann før tildekking var gjennomført.*

Parameter	Kontroll 2012								Før tildekking		
	F5B 10-15c m	F5A 30-35 cm	F5C 10-15c m	F5C 30-35c m	O1 10-15 cm	O2 10-15 cm	O2 30-35 cm	O3 60 cm	F2 ~30 cm	F3 ~30 cm	F4 ~30 cm
Naftalen (ng/l)	71,77	100,00	35,17	22,76	15,20	14,75	17,60	12,50	7,91	8,43	10,52
Acenaftylen (ng/l)	0,54	0,90	1,55	1,30	0,58	1,01	1,02	0,61	1,01	1	0,87
Acenaften (ng/l)	1,91	3,35	3,58	2,68	2,01	2,37	3,03	1,91	0,97	0,81	0,88
Fluoren (ng/l)	1,14	4,03	6,37	5,36	4,87	4,31	4,34	3,39	4,50	4,56	4,61
Fenantren (ng/l)	3,62	8,36	12,32	12,33	11,90	10,94	11,10	6,83	7,33	7,21	9,71
Antracen (ng/l)	0,05	0,07	0,11	0,11	0,14	0,11	0,11	0,06	0,10	0,16	0,08
Fluoranten (ng/l)	0,39	0,64	2,27	1,52	9,62	2,53	2,10	0,89	0,32	0,44	0,63
Pyren (ng/l)	0,60	0,72	2,48	1,81	11,70	3,16	2,95	0,95	0,42	0,53	0,64
Benso(a)antracen (ng/l)	0,04	0,05	0,16	0,09	0,03	0,06	0,05	0,03	0,03	0,03	0,05
Krysen (ng/l)	0,08	0,16	0,59	0,42	0,53	0,82	0,88	0,34	0,09	0,12	0,18
Benso(b)fluoranten (ng/l)	0,11	0,14	0,33	0,30	0,10	0,14	0,12	0,08	0,06	0,08	0,10
Benso(k)fluoranten (ng/l)	0,09	0,12	0,34	0,31	0,21	0,09	0,09	0,04	0,04	0,05	0,08
Benso(a)pyren (ng/l)	0,07	0,07	0,18	0,14	0,00	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04
Indeno(123cd)pyren (ng/l)	0,08	0,03	0,06	0,05	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
Dibenso(ah)antracen (ng/l)	0,01	0,02	0,03	0,03	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0	0,01
Benso(ghi)perylene (ng/l)	0,03	0,04	0,09	0,07	0,00	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02
Sum PAH-16 (ng/l)	80,52	118,70	65,63	49,27	56,94	40,36	43,45	27,69	22,83	23,48	28,44
PCB-28 (pg/l)	4,28	3,44	24,13	22,23	29,70	24,07	19,40	10,20	98,84	72,54	151,06
PCB-51 (pg/l)	0,63	1,50	3,35	3,36	3,84	2,42	2,97	1,39	3,67	3,69	4,49
PCB-101 (pg/l)	0,30	0,68	0,92	0,84	0,52	0,38	0,47	0,00	0,36	0,35	0,36
PCB-118 (pg/l)	0,00	0,28	0,41	0,51	0,00	0,19	0,20	0,00	i.p.	i.p.	0,12
PCB-153 (pg/l)	0,07	0,14	0,27	0,20	0,00	0,09	0,10	0,06	0,05	0,10	0,08
PCB-138 (pg/l)	0,12	0,32	0,38	0,33	0,00	0,09	0,13	0,12	0,04	0,11	0,10
PCB-180 (pg/l)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	i.p.	i.p.	i.p.
Sum PCB-7 (pg/l)	5,40	6,36	29,45	27,47	34,06	27,23	23,27	11,77	102,96	76,78	156,21

i.p. = ikke påvist

3.4 Konsentrasjoner av miljøgifter i partikulært materiale

Analyseresultatene fra sedimentfeller (F1, F2, F3 og F4) er presentert i Tabell 6. Materialet ble analysert for metaller og organiske miljøgifter (PCB, PAH og tributyltinn) og TOC der det har samlet nok materiale til analyse. Analyseresultatene er vedlagt i COWIs feltrapport i Vedlegg B. Det ble ikke målt total mengde oppsamlet materiale i sedimentfellene.

Resultatene er sammenlignet med Klifs tilstandsklasser for innhold av utvalgte organiske stoffer i sedimenter (Tabell 7, Klif, 2007), og viser at det finnes forhøyede konsentrasjoner av miljøgifter i sedimenterende materiale i samtlige sedimentfeller.

Konsentrasjoner i materiale samlet i prøvene fra F1 (A og B) er litt lavere enn de øvrige prøvene. Ved Felt 1 er det ferskvannstilførsel fra land og sannsynligvis lite sedimentasjon av finstoff. Det var tydelig grovere materiale i F1 sammenliknet med de andre fellene der det hovedsaklig var svart finstoff (COWIs feltrapport i Vedlegg B). Høyere konsentrasjoner av enkelte metaller, TBT og PAH i sedimenterende materiale i F2, F3 og F4 kan skyldes at finstoff tilført fra ulike kilder (inkludert tilførsel fra land) sedimenterer i disse områdene der det er roligere forhold (mindre strøm). Sedimentfellen utplassert i Felt 4 kan også ha vært påvirket av oppvirket sediment fra ikke-tildekket område utenfor Kirkebukten.

TOC var analysert i kun prøven tatt fra F1A. Verdien av 6,5 % er relativ lik innhold av TOC målt i sedimentprøver før tildekking (7-10%; Biologge, 2010).

Konsentrasjonene av både Cu, Hg og Ni i prøvemateriale fra F2, F3 og F4 er litt lavere og konsentrasjoner av PCB-7 er på det samme nivå som i sedimenterende materiale prøvetatt i 2011 (NGI, 2012). TBT og PAH i sedimenterende materiale har ikke vært analysert tidligere. Nåværende analyseresultatene viser forhøyde konsentrasjoner som tilsvarer tilstandsklasse V for TBT og III-IV for PAH.

Tabell 6 Innhold i sedimentprøven fra sedimentfeller satt ut ved Kirkebukten for periode 1.06.2012 til 2.10.2012.

Parameter	F1A	F1B ¹⁾	F2	F3	F4
Kadmium (Cd) (mg/kg ts)	0,12	0,13	0,17	0,25	0,17
Kobber (Cu) (mg/kg ts)	25	26	58	96	86
Kvikksølv (Hg) (mg/kg ts)	0,05	0,05	0,57	1	0,82
Bly (Pb) (mg/kg ts)	26	9,6	45	74	52
Arsen (As) (mg/kg ts)	2,5	2	5,6	7,4	<6,4
Krom (Cr) (mg/kg ts)	11	3,9	41	56	34
Nikkel (Ni) (mg/kg ts)	9,50	5	85	110	92
Sink (Zn) (mg/kg ts)	770	92	170	220	160
Tributyltinn (µg/kg ts)	23	71	560	540	690
Acenaften (mg/kg ts)	0,17	<0,01	0,03	0,03	0,03
Acenaftylen (mg/kg ts)	<0,01	<0,01	0,04	0,03	<0,02
Antracen (mg/kg ts)	0,04	0,02	0,06	0,09	0,08
Benzo[a]antracen (mg/kg ts)	0,24	0,22	0,53	0,84	0,64
Benzo[a]pyren (mg/kg ts)	0,13	0,09	0,31	0,46	0,34
Benzo[b]fluoranten (mg/kg ts)	0,17	0,13	0,46	0,64	0,47
Benzo[g,h,i]perylene (mg/kg ts)	0,05	0,04	0,14	0,19	0,12
Benzo[k]fluoranten (mg/kg ts)	0,13	0,11	0,35	0,51	0,38
Dibenzo[a,h]antracen (mg/kg ts)	<0,01	<0,01	<0,02	0,02	<0,02
Fenantren (mg/kg ts)	0,23	0,10	0,29	0,32	0,33
Fluoranten (mg/kg ts)	0,36	0,24	0,61	0,92	0,80
Fluoren (mg/kg ts)	0,11	0,01	0,03	0,04	0,03
Indeno[1,2,3-cd]pyren (mg/kg ts)	0,04	0,03	0,15	0,19	0,12
Krysen/Trifenylen (mg/kg ts)	0,31	0,26	0,56	0,89	0,69
Naftalen (mg/kg ts)	0,31	<0,01	0,06	0,04	<0,02
Pyren (mg/kg ts)	0,40	0,25	0,61	0,87	0,74
Sum PAH-16 (mg/kg ts)	2,70	1,50	4,20	6,10	4,80
PCB 101 (mg/kg ts)	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
PCB 118 (mg/kg ts)	0,00	<0,0005	0,00	0,01	0,00
PCB 138 (mg/kg ts)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
PCB 153 (mg/kg ts)	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01
PCB 180 (mg/kg ts)	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
PCB 28 (mg/kg ts)	0,00	0,00	<0,001	0,00	0,00
PCB 52 (mg/kg ts)	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
Sum PCB-7 (mg/kg ts)	0,02	0,02	0,03	0,05	0,04
Total organisk karbon (TOC, %)	6,56	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.

i.a. = ikke analysert

1) delprøve fra røret til sedimentfeller ved F1 som var tilslammet og derfor tatt ut til egen analyse

Tabell 7 Inndeling av Klifs tilstandsklasser (Klif, 2007).

Parameter	Klasse 1 (Bakgrunn)	Klasse 2 (God)	Klasse 3 (Moderat)	Klasse 4 (Dårlig)	Klasse 5 (Svært dårlig)
As(mg/kg ts)	<20	20-52	52-76	76-580	>580
Pb (mg/kg ts)	<30	30-83	83-100	100-720	>720
Cd (mg/kg ts)	<0,25	0,25-2,6	2,6-15	15-140	>140
Cu (mg/kg ts)	<35	35-51	51-55	55-220	>220
Cr (mg/kg ts)	<70	70-560	560-5900	5900-59000	>59000
Hg (mg/kg ts)	<0,15	0,15-0,63	0,63-0,86	0,86-1,6	>1,6
Ni (mg/kg ts)	<30	30-46	46-120	120-840	>840
Zn (mg/kg ts)	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
Sum PAH-16 (mg/kg ts)	<0,3	0,3-2	2-6	6-20	>20
Sum PCB-7 (mg/kg ts)	<0,005	0,005- 0,017	0,017-0,19	0,19-1,9	>1,9
TBT* (µg/kg ts)	<1	1-5	5-20	20-100	>100

*) Forvaltningsbasert grenseverdi

4 Vurdering av tildekkingseffekt

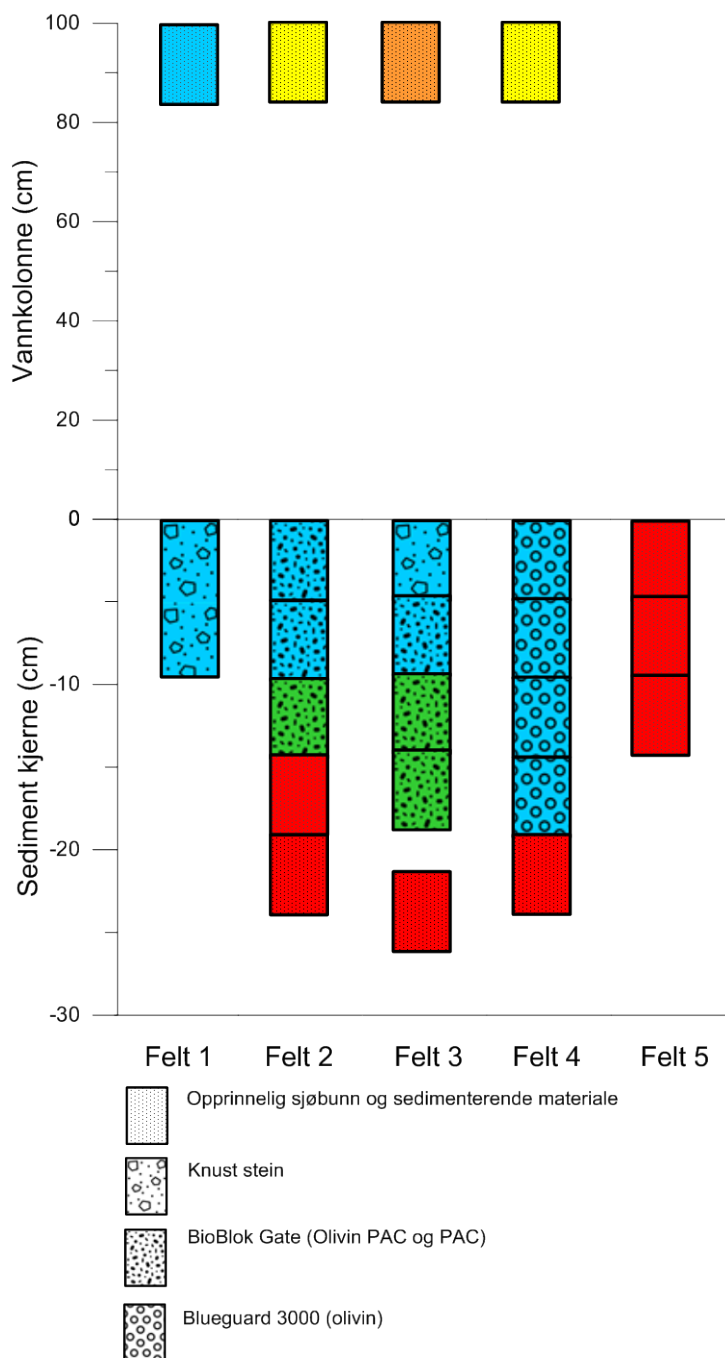
Tiltakseffektiviteten av tildekking er målt ved å dokumentere reduksjon i tilgjengelighet av miljøgifter. I forbindelse med 1-års kontroll og evaluering av effekt av tildekking i Kirkebukten har COWI gjennomført et utvidet overvåkningsprogram som inkluderer visuell inspeksjon, prøvetaking og analyse av sedimentkjerner, bruk av POM passive prøvetakere for å bestemme konsentrasjon av organiske miljøgifter i vannfasen, samt utsetting av sedimentfeller i Kirkebukten for å vurdere eventuell rekontaminering av tildekkingslaget.

Figur 6 og Figur 7 illustrerer en samlande vurdering av tykkelse av tildekkingen, konsentrasjoner av miljøgifter i sedimentkjerner og sedimenterende materiale.

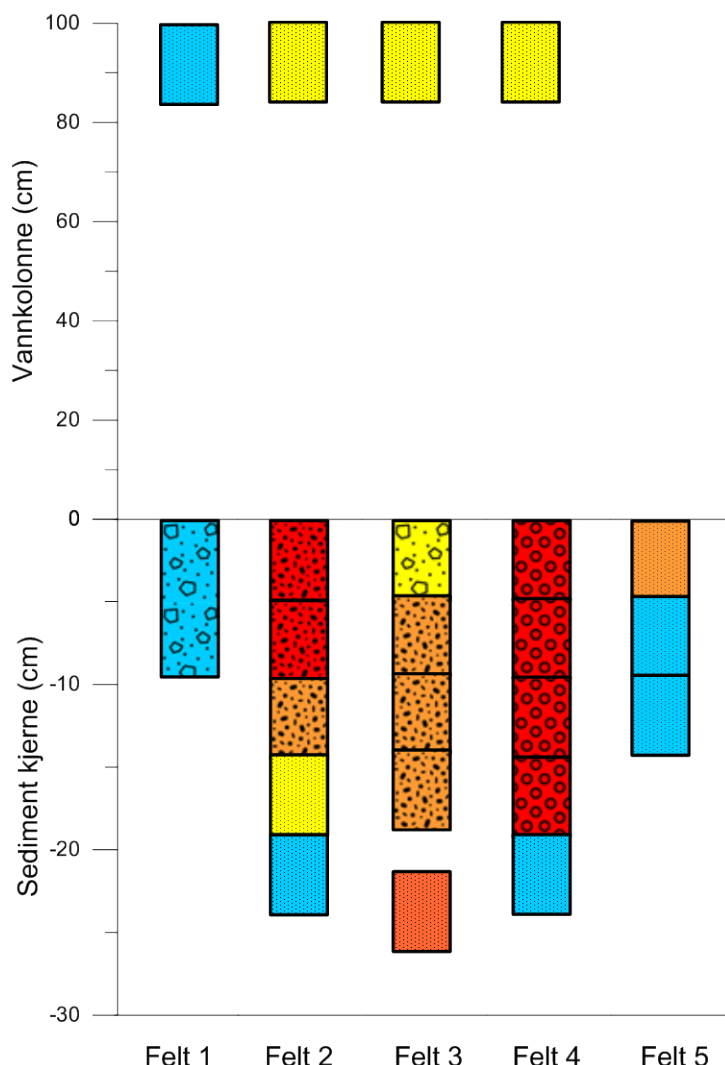
Figur 6 viser konsentrasjoner av Hg som benyttes som indikator av rekontaminering, enten fra oppvirket sediment fra sjøbunnen utenfor tildekkingsområdet eller tilførsel av nytt materiale. Figur 7 viser konsentrasjoner av Ni som benyttes som indikator av tildekkingsmateriale som inneholder olivin.

Figurene viser tildekking i alle 4 feltene med gode tiltakseffektiviteten der konsentrasjoner av miljøgifter i den opprinnelige sjøbunn er isolert. Men forhøyde konsentrasjoner av Hg i sedimenterende material kan indikere at slikt materiale kan påvirke effekten av tildekkingslaget i tiden framover. Dette ville også være aktuell for andre miljøgifter som Cu, TBT, PAH og PCB med forhøyde konsentrasjoner i sedimenterende materiale (se Tabell 6). Dette betyr at oppnådd tiltakseffektivitet kan avta over tid.

Forhøyde konsentrasjoner av Ni er påvist i tildekkingsmateriale benyttet i Felt 1, Felt 2 og Felt 3. I tillegg er det påvist forhøyde konsentrasjoner av Ni i sedimenterende materiale i disse tre feltene som mest sannsynlig er et resultat av oppvirling av olivin fra de tildekkete områdene da konsentrasjon av Ni er lav (tilstandsklasse I) i opprinnelig sjøbunn. Effekten av forhøyde konsentrasjoner av Ni er ikke vurdert i forbindelse med 1-års kontroll, men utlekkingstester har tidligere blitt gjennomført på olivin (Blueguard 3000) som viste at verdiene for krom og nikkel under Klifs aksept kriterier (Klif, 2006) for både initiale utlekking og for stabilisert utlekking (Biologge, 2010). Det ble ikke gjennomført utlekkingstester spesifikk på BioBlok Gate produktene da Biologge antok at konklusjonene knyttet til utlekking for nikkel og krom i olivin ville også være gjeldene for BioBlok Gate produktene (Biologge, 2010).



Figur 6 Konsentrasjon av Hg (tilstandsklasser) nedover i sedimentet og i sedimenterende materiale i de ulike områdene og de ulike tildekkingsmaterialene.



Figur 7 Konsentrasjon av Ni (tilstandsklasser) nedover i sedimentet og i sedimenterende materiale i de ulike områdene og de ulike tildekkingsmaterialene.

5 Konklusjon

Observasjonene og analyseresultatene indikerer at tildekking fungerer som forutsatt og at alle 4 ulike tildekkingsmateriale 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 lite arealet, men vil ha mindre betydning under tildekking av et betydelig større område ved eventuell tildekking i Byfjorden.

6 Referanser

Biologge (2010)

Mudring og tildekking av forurensede sedimenter i Kirkebukten – Bergen kommune. Rapport nr. B08-17-03, datert 24.10.2010.

Biologge (2011)

Plassering av tildekkingsprodukter i Kirkebukten, Felt 4 Olivin 0-3 mm og erosjonsikring 16-32 med mer. Rapport nr. B08-17-08-01, datert 11.08.2011.

COWI (2011)

Gjennomføring av mudring og tildekking i Kirkebukten. Rapport nr. 128869, datert 10.08.11.

Klif (2007)

Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. TA-2229/2007.

Klif (2006)

Veiledende testprogram for masser til bruk for tildekking av forurensede sedimenter (Tildekkingsveileder). TA-2143/2005.

NGI (2009)

Overvåkning av forurensning ved mudring og deponering. Ny sjøbunn etter tiltak i Bjørvika – Status. Rapport nr. 20051785-48, rev 1 datert 29. juni 2009.

NGI (2011)

Metodebeskrivelse og analyseresultatene av situasjon før tiltak i Kirkebukten, Bergen havn. Teknisk notat dokument nr. 20101115-00-1-TN, datert 27. april 2011.

NGI (2012)

Effekt av tildekking i Kirkebukten – Overvåkningsresultater fra høsten 2011. Teknisk notat dokument nr. 20101115-00-4-TN, datert 23. februar 2012.

NGU (2010)

PCB i maling og sandfang fra området Kirkebukten, Bergen. Rapport nr. 2010.051 datert september 2010.

Vedlegg A – Feltrapport fra COWI: Dykkerinspeksjon, sedimentkjerner og analyseresultater

BERGEN KOMMUNE

DYKKERINSPEKSJON OG SEDIMENTKJERNER, KIRKEBUKTEN 2012

FELTRAPPORT

ADRESSE COWI AS
Solheimsgaten 13
Pb 6051 Bedriftsenteret
5892 Bergen
Norge
TLF +47 02694
WWW cowi.no

INNHold

1	Bakgrunn	1
2	Dykkerinspeksjon og prøvetaking	2
3	Observasjoner og beskrivelse av sedimentkjernene	3
3.1	Felt 1 – Reaktive matter og grus	3
3.2	Felt 2 – Bioblok PAC/Olivin	5
3.3	Felt 3 – Bioblok PAC og grus	8
3.4	Felt 4 – Olivin	10
3.5	Felt 5 – Ikke tildekket	13
4	Prøver til analyse	14
5	Referanser	16
6	Vedlegg	16

1 Bakgrunn

I forbindelse med 1-års kontroll og evaluering av effekt av tildekking i Kirkebukten er det utført dykkerinspeksjon og prøvetaking av sedimentkjerner.

Dette notatet beskriver gjennomføringen av feltarbeidet som ble utført av IMC Diving og Cowi AS i mai 2012. Resultatene fra overvåkingen av Kirkebukten 2012 skal evalueres og rapporteres samlet fra NGI.

OPPDRAGSNR. A005136/128869
DOKUMENTNR. A005136-2012-05
VERSJON 1
UTGIVELSESDATO 25.09.12
UTARBEIDET Ane Gjesdal
KONTROLLERT Oddmund Soldal
GODKJENT Ane Gjesdal

2 Dykkerinspeksjon og prøvetaking

I Kirkebukten er 4 felt dekket med ulike reaktive materialer som skal hindre utlekking av miljøgifter fra sjøbunnen, felt 1-4. Området utenfor Kirkebukten er ikke tildekket, felt 5.

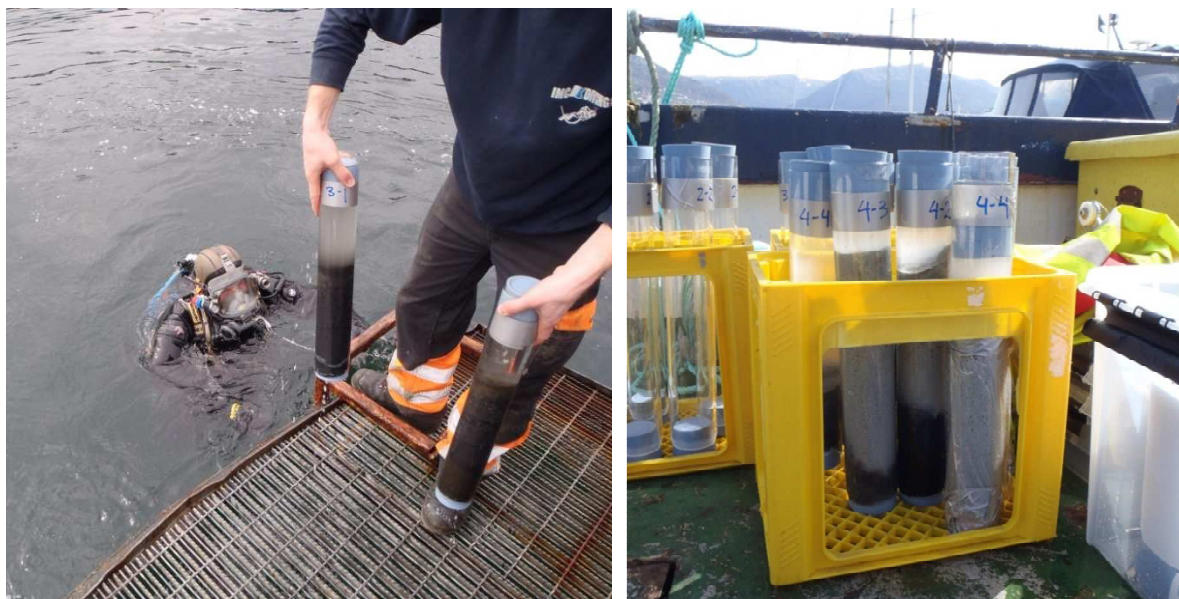
I figur 1 er svømmeruten til dykkeren vist med røde piler (1-4). Dykkerinspeksjonen er filmet og rapportert i egen rapport og dvd fra IMC Diving, vedlegg 1.

Det var planlagt 4 sedimentkjerner fra hvert felt. Prøvepunkt for sedimentkjerner er markert med hvite sirkler. Det ble tatt sedimentprøver fra alle punkt med unntak av punkt 1-2.



Figur 1 Rekkefølge og lokalisering av sedimekjerner, Kirkebukten mai 2012

Sedimentprøvene ble tatt med 50cm lange kjerneprøvetakere av transparent akryl med diameter Ø80/72. Prøvene ble tatt ved at dykkeren presset prøvetakingsrøret så langt som mulig ned i sjøbunnen, festet kork i toppen av røret og dro forsiktig opp. Når røret løsnet fra bunnen ble bunnkorken satt på plass. Røret ble fraktet forsiktig til overflaten og oppbevart stående, figur 2.



Figur 2 Bildene viser dykker som kommer opp med sedimentprøver og oppbevaring av sedimentkjerner ombord

3 Observasjoner og beskrivelse av sedimentkjernene

Dykkerens observasjoner under inspeksjonen er tilgjengelig i egen rapport og DVD.

Sedimentkjernene ble åpnet og beskrevet inne. Kjernene ble presset ut av prøvetakerne, fotografert og det ble tatt ut delprøver fra ulike dybder. Bilde av alle kjerner er gitt i vedlegg 2. I det følgende oppsummeres observasjoner fra de ulike feltene.

3.1 Felt 1 – Reaktive matter og grus

Felt 1 er dekket med reaktive matter (RCM) med organoclay MRM 4kg/m². Mattene er erosjonssikret med grus. I særlig utsatte områder er mattene sikret med større stein og betongmadrasser.

Dykkeren rapporterte at mattene utenfor utløp av bekk og overvann vest (1-1) var delvis avdekket og foldet. Det var gass (luft?) under mattene enkelte steder. Gruslaget varierte i tykkelse og hadde et fluffy lag mudder/algevekst på toppen. I et lite området foran stranden ved utløp av overvannsrøret var det mer finkornet svart sediment. Det ble tatt egen prøve av dette (1-1b). Her var det også noe planterester.

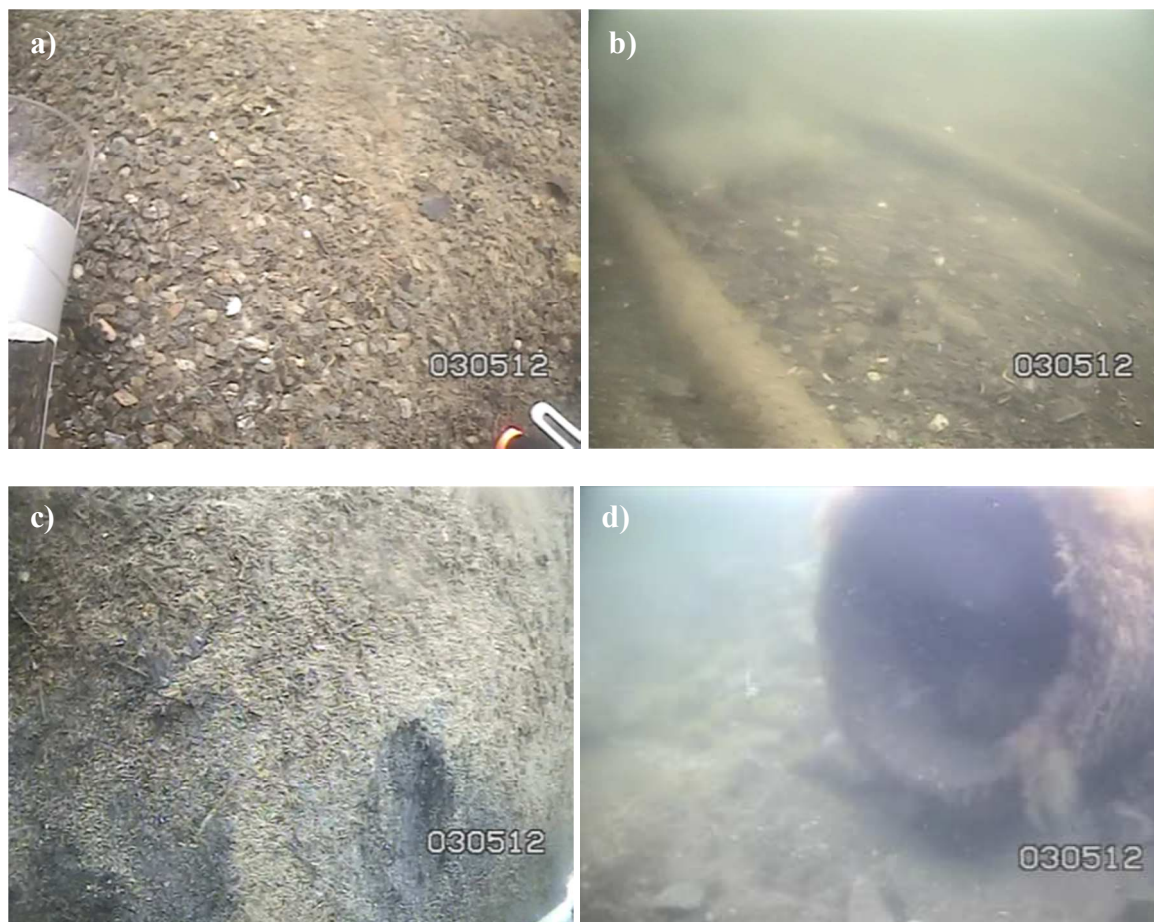
I vestre del mot flytebyggen (1-2) bekreftet dykker at gruslagets tykkelse varierte og at mattene var helt avdekket i større felt vest for flytebyggen. Det har lagt seg opp en 40-50 cm tykk bank av grus inne ved land. Dette kan skyldes erosjon fra propell/vannjet på båter som har benyttet flytebyggen. Mattenes overlapping så ut til å være intakt.

I dypeste vestre del av feltet (1-4) var gruslaget jevnere (ca 10 cm) også her dekket av et tynt lag med brunt mudder/algevekst. Det ble observert sjøstjerner og smådyr i overflaten.

Siden gruslaget er tynt var det ikke mulig å ta ordinære kjerneprøver. Prøvene ble tatt ved at materialet ble skjøvet inn i skråstilte prøvetakere. Det ble ikke tatt prøve i punkt 1-2. Her var mattene avdekket i større områder. Prøvene er beskrevet i tabell 1. Foto av kjernene er gitt i vedlegg 2.

COWI

4/16 PRØVETAKING SEDIMENTKJERNER I KIRKEBUKTEN



Figur 3 Kirkebukten felt 1 a) sjøbunn b) avdekkede og foldede matter c) mørkere mer finkornet sediment d) overvannsutløp (foto: IMC Diving)



Figur 4 Sedimentprøver fra Kirkebukten, felt 1

Dyp (cm)	Kjerne 1-1	1-1b	Kjerne 1-2	Kjerne 1-3	Kjerne 1-4	Tildekking felt 1
0						
1	0-5 cm grus i folder på RCM-duk, tynt lag fluffy, brunt mudder og algevekst på toppen	0-10 cm Nærmere utløp av elv og overvann. Varierende tykkelse, planterester, svart finstoff	ingen prøve, RSM matter avdekket	0-5 cm varierende tykkelse på gruslag, tynt lag brunt mudder og algevekst på toppen	0-15 cm varierende tykkelse på gruslag, tunt lag fluffy, brunt mudder og algevekst på toppen	Grus (5-8mm)
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						RCM-matter
11						
12						
13						
14						
15						
16						

Tabell 1 Beskrivelse av sedimentprøver fra Kirkebukten felt 1

3.2 Felt 2 – Bioblok PAC/Olivin

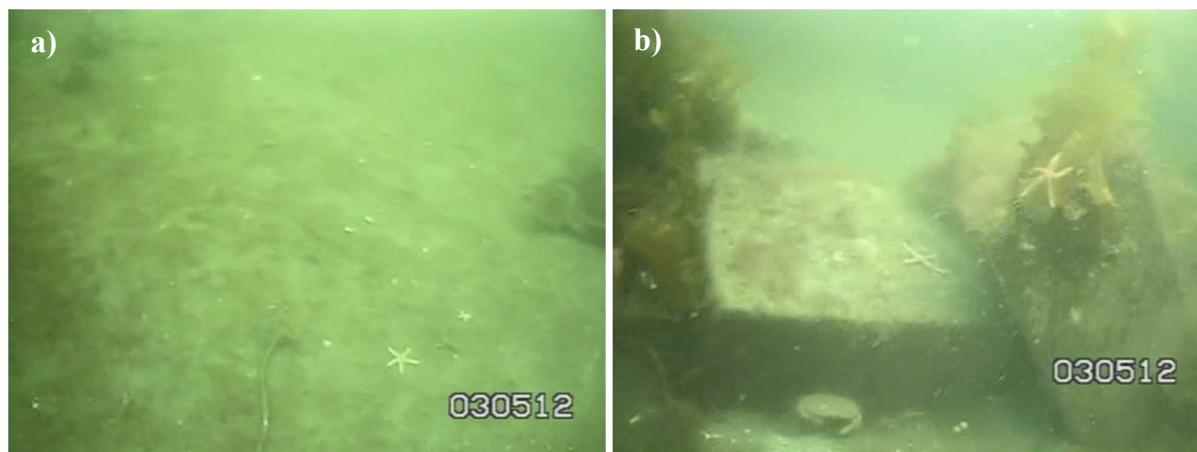
Felt 2 er det dypeste området i Kirkebukten der det antas å foregå størst sedimentasjon. Feltet er tildekket med gjennomsnittlig 17 cm Bioblok Gate olivin/PAC. Tildekkingsproduktet består av gruskjerner coated med finstoff av blant annet olivin og aktivt kull.

Dykker rapporterte at bunnen var preget av tynt lag mudder med mørkere materiale under. Lite vegetasjon. Det ble observert sjøstjerner og krabbe på overflaten.

Sedimentkjernene er beskrevet i tabell 2. Foto av kjernene er gitt i vedlegg 2. Det var ikke synlig aktivitet av gravende bunndyr i kjernene. Øverst var det et 1-5 cm tykt topplag som hovedsakelig bestod av finstoff med noe grus fra tildekkingen. Under topplaget var tildekkingslaget tydelig, figur 6. Overgangen mellom de ulike lagene var relativt tydelig men ikke skarp.

COWI

6/16 PRØVETAKING SEDIMENTKJERNER I KIRKEBUKTEN



Figur 5 Kirkebukten felt 2 a) sjøbunn b) moringer (Foto: IMC Diving)



Figur 6 Sedimentkjerne fra felt 2

Dyp (cm)	Kjerne 2-1	Kjerne 2-2	Kjerne 2-3	Kjerne 2-4	Tildekking	Felt 2		
0	Svart, finkornet	0-3 cm Mørkt brunt, finkornet, noe grus	0-3 cm Brunsvart finkornet, noe grus	0-5 cm Brunsvart, finkornet, noe grus	0-17 cm Bioblok Gate olivin/PAC			
1								
2								
3		3-7 cm Svart finstoff med gruspartikler	3-6 cm Svart finstoff med gruspartikler, grov struktur	5-10 cm Svart finstoff med gruspartikler, grov struktur				
4								
5								
6		1-9 cm Svart finstoff med gruspartikler, grov struktur						
7								
8								
9	9-23 cm Svart, noe gruspartikler, mer konsolidert		10-22 cm Gråsvart, homogent, plastisk, finkornet. Ikke tydelige gruspartikler	6-15 cm Mørkt gråsvart, noe grus			10-15 cm Mørk gråsvart, homogent, noe gruspartikler	
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21				15-33 cm Svart, finkornet, homogent. ved 20 cm lommer med lse felt/leire (oppr sjøbunn)	15-28 cm Svart, finkornet, homogent, litt skjellrester. Ved 22 cm lyse felt/leire (oppr. sjøbunn)	Opprinnelig sjøbunn		
22								
23								
24		22-25 cm Svart, finkornet, homogent (oppr sjøbunn)						
25								
26								
27								
28								

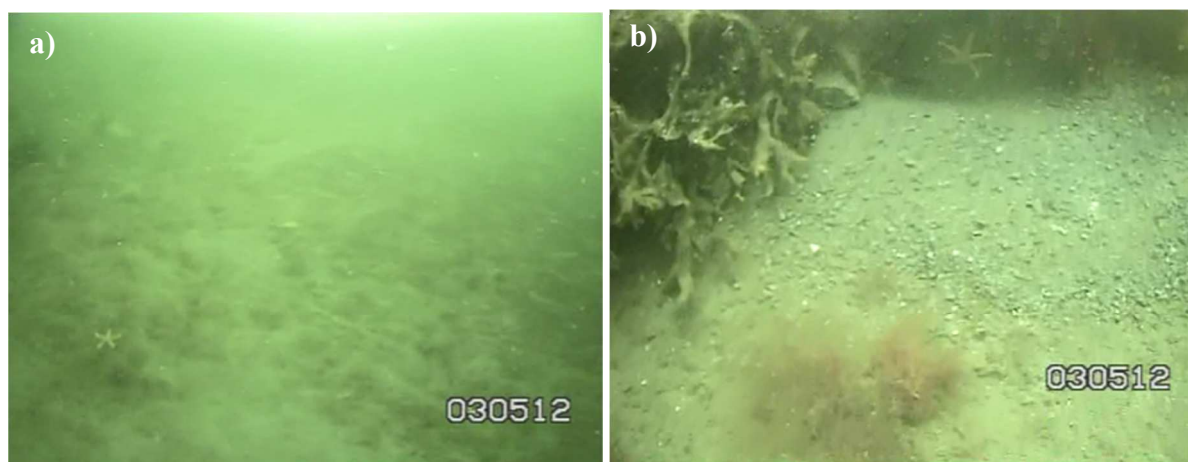
Tabell 2 Beskrivelse av sedimentkjerne fra felt 2

3.3 Felt 3 – Bioblok PAC og grus

Felt 3 er tildekket med 11 cm Bioblok Gate PAC og 6 cm grus. Tildekkingsproduktet består av gruskjerner coated med finstoff av blant aktivt kull.

Dykker rapporterte at bunnen var preget av et tynt mudderlag med mørkt finstoff under. Noe vegetasjon. I et mindre område var grusen tydelig. Det ble observert sjøstjerner på overflaten.

Sedimentkjernene er beskrevet i tabell 3. Foto av kjernene er gitt i vedlegg 2. Det var ikke synlig aktivitet av gravende bunndyr i kjernene. Øverst var det et 0,2-2 cm tykt topplag som hovedsakelig bestod av brunsvart finstoff. Under topplaget var tildekkingslagene relativt tydelige, figur 8. Overgangen mellom de ulike lagene var relativt tydelig men ikke skarp.



Figur 7 Kirekbukten felt 2 a) sjøbunn felt 3 b) område med tydelig grus (Foto: IMC Diving)



Figur 8 Sedimentkjerner fra Kirkebukten, felt 3

Dyp (cm)	Kjerne 3-1	Kjerne 3-2	Kjerne 3-3	Kjerne 3-4	Tildekking Felt 3
0	0-0,5 cm brunsvart mudder	0-2 cm brunsvart mudder	0-0,2 mm brunsvart mudder	0-0,2 mm brunsvart mudder	0-6 cm Grus/knust stein
1					
2					
3			0,2-5 cm Grus, noe finstoff, grov struktur	0,2-5 cm Grus, noe finstoff, grov struktur	
4		2-9 cm Grus, noe finstoff, grov struktur			6-17 cm Bioblok Gate PAC
5					
6					
7					
8					
9	0,5-17 cm Mørkt gråsvart finstoff med tydelige gruspartikler		5-15 cm Svart finstoff med gruspartikler	5-13 cm Mørkt gråsvart finstoff med gruspartikler	
10					
11					
12					
13					
14				13-15 cm Brunsvart, finkornet (oppr sjøbunn)	
15					
16		9-24 cm Mørkt gråsvart, finstoff med tydelige gruspartikler	15-17 cm Brunsvart finstoff, skjellfragmenter (oppr sjøbunn)		
17					
18	17-19 cm Svart, finkornet, homogent (oppr sjøbunn)				
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25		24-28 cm Brunsvart, finkornet, homogent (oppr sjøbunn)			
26					
27					
28					
29					
—					

Tabell 3 Beskrivelse av sedimentkjerner fra Kirkebukten, felt 3

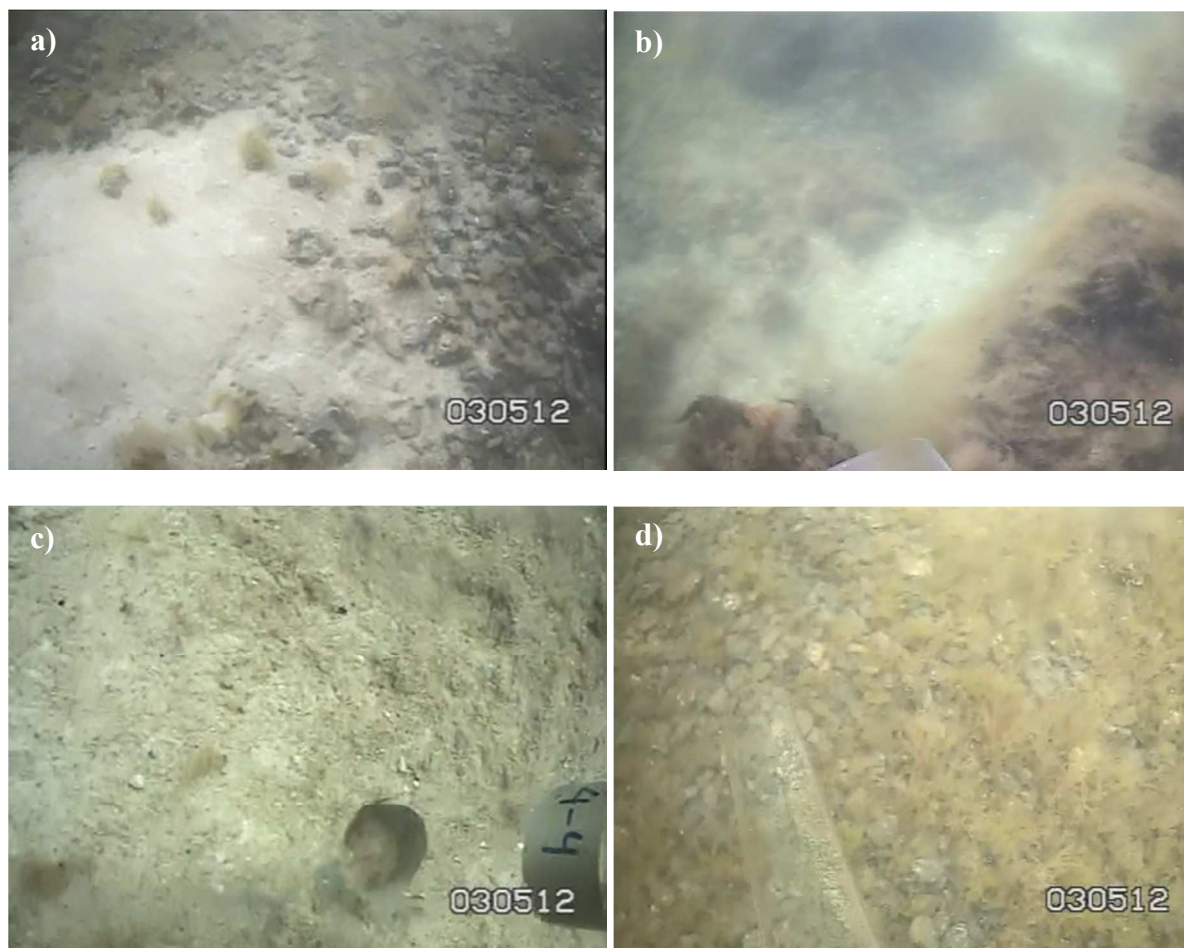
3.4 Felt 4 – Olivin

Felt 4 er tildekket med 30 cm olivin av fraksjon 0-3mm. Områder grunner enn -3 meter er erosjonssikret med 10 cm puk.

Dykker rapporterte at olivin og puk var godt synlig som vist i figur 9. Enkelte steder var pukken erodert bort. Sjøbunnen var i stor grad dekket av myk vegetasjon og tare. Ved prøvetaking i punkt 4-1 ble puk fjernet før prøven ble tatt.

Sedimentkjernene er beskrevet i tabell 4. Foto av kjernene er gitt i vedlegg 2. Øverst var det et 0,5-4 cm lag med finkornet gråbrunt materiale. Under topplaget var tildekkingslaget tydelig og homogent, med unntak av kjerne 4-1, figur 10 hvor lys olivin var blandet med mørkere finkornet materiale.

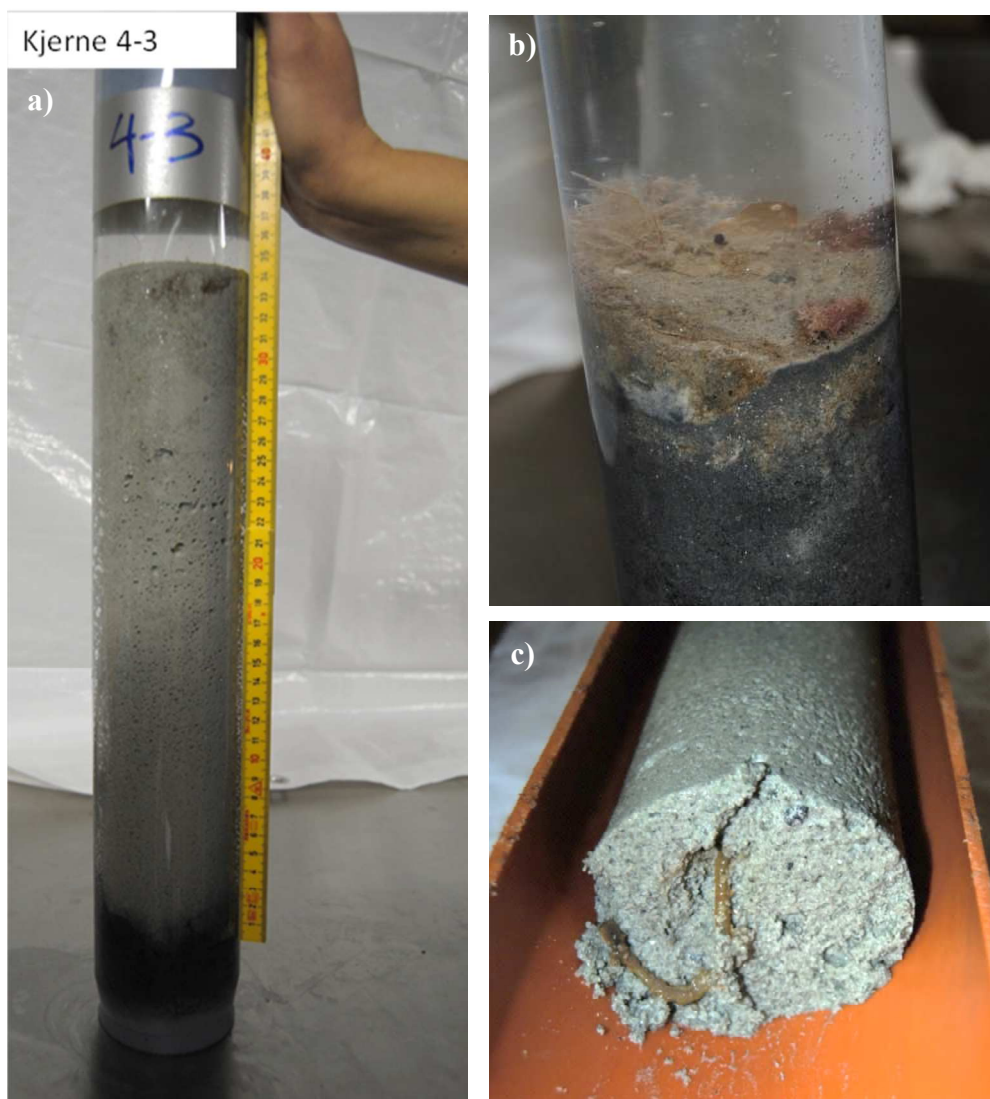
Det var markerte gasslommer i tildekkingslaget, figur 11. Det ble funnet en 7 cm lang flerbørstemark i kjerne 4-4 ved 10 cm dyp, figur 12. Ut over dette ble det ikke observert gravende organismer. Overgangen mellom de ulike lagene var relativt tydelig men ikke skarp.



Figur 9 Kirkebukten felt 4 a) overgang mot erosjonssikret med puk b) vegetasjon c) olivin d) puk med tynt vegetasjonsdekke (Foto: IMC Diving)



Figur 10 Sedimentkjerne fra felt 4



Figur 11 a) gassbobler kjerne 4-3 b) topplag kjerne 4-4 c) flerbørstemark kjerne 4-4

COWI

12/16PRØVETAKING SEDIMENTKJERNER I KIRKEBUKTEN

Dyp (cm)	Kjerne 4-1	Kjerne 4-2	Kjerne 4-3	Kjerne 4-4	Tildekking Felt 4
0	0-0,5 cm grått, finkornet topplag		grå finkornig overflate	0-0,2 cm brungrått finkornig topplag	
1		0-4 cm gråbrunt, finkornig			
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10	0,5-20 cm sandig, lyst/mørkt grått blandet	4-20 cm sandig, lys grått (olivin), homogen, gassbobler			
11					
12					
13					
14					
15					0-30 cm Olivin
16			0-32 cm sandig, lys grå (olivin), homogen, gassbobler, børstemark ved 10 cm dyp	0,2-32 cm sandig, lys grå (olivin), homogen, gassbobler	
17					
18					
19					
20					
21	20-26 cm svart, sandig (oppr sjøbunn)	20-24 cm svart, sandig (oppr sjøbunn)			
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32			32-35 cm mørk gråsvart (oppr sjøbunn)		
33					
34					
35					

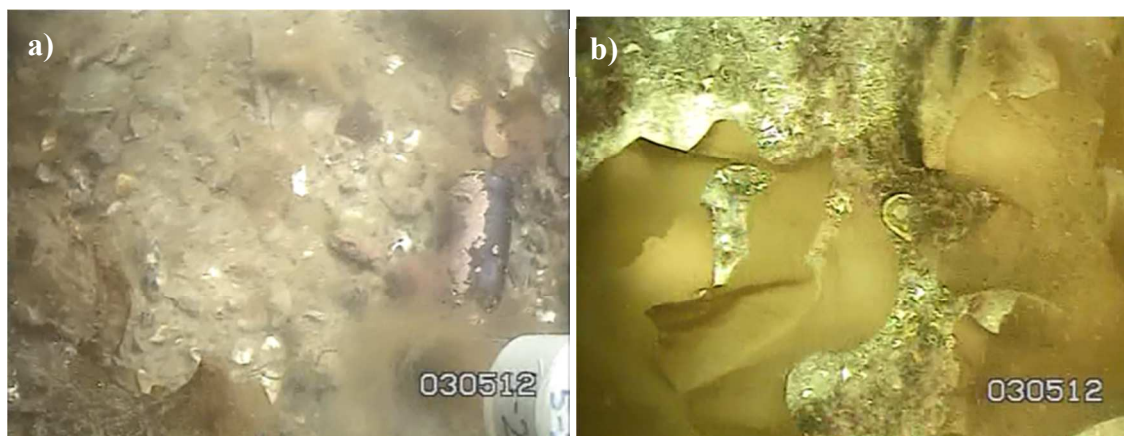
Tabell 4 Beskrivelse av sedimentkjerner fra Kirkebukten, felt 4

3.5 Felt 5 – Ikke tildekket

Felt 5 ligger utenfor Kirkebukten og er ikke tildekket.

Dykker rapporterte at bunnen var preget av sand og skjellrester og i stor grad dekket av myk vegetasjon og tare, figur 12.

Sedimentkjernene er beskrevet i tabell 5. Foto av kjernene er gitt i vedlegg 1. Øverst var det et 3-6 cm lag med løs vegetasjon, lysere sandig materiale og skjellrester. Under dette laget var sjøbunnen mørkere brunsvart, mer finkornet og homogen.



Figur 12 Kirkebukten felt 5 a) sandig bunn med skjell b) tare (Foto: IMC Diving)



Figur 13 Sedimentkjerner fra Kirkebukten, felt 5

COWI
14/16PRØVETAKING SEDIMENTKJERNER I KIRKEBUKTEN

Dyp (cm)	Kjerne 5-1	Kjerne 5-2	Kjerne 5-3	Kjerne 5-4	Ingen tildekking
0	0-5 cm noe vegetasjon, brunsvart, sandig, skjellfragment	0-3 cm løs vegetasjon/organisk, lys gråbrun, sandig, småstein	0-3 cm løs vegetasjon/organisk, lys gråbrun, sandig, skjellfragm	0-6 cm løs vegetasjon/organisk, gråbrun, sandig, skjellfragm	
1					
2					
3					
4	5-14 cm svart, finkornig, skjellfragmenter, noen lysere felt	3-18 cm brunsvart, finpartikler, enkelte skjellfragment	3-15 cm brunsvart, sandig enkelte skjellfragment	6-12 cm mørk brunsvart, finkornet, homogen	
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12				14-19 cm svart, finkornig, homogent	
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

Tabell 5 Beskrivelse av sedimentkjerner fra Kirkebukten, felt 5

4 Prøver til analyse

For kjemiske analyse ble det tatt ut delprøver fra hver 5 cm nedover i kjernene. Delprøver fra kjerner fra samme felt ble samlet til en blandprøve for hvert dyp fra hvert felt (0-5cm, 5-10cm, 10-15cm osv). Fordi tildekkingens tykkelse varierte fra kjerne til kjerne og det var et mål å få kunnskap om det kjemiske innholdet i tildekkingslaget, ble det gjort et utvalg av hvilke kjerner som ble tatt med blandprøvene. Dette fremgår av tabell 6.

Prøvene ble sendt til analyse for totalt organisk karbon (TOC), metaller, PCB₇ og TS%. TOC benyttes som indikator for fordeling av aktivt kull nedover i sedimentprofilen. Kvikksølv og PCB skal benyttes som indikator for tilstedeværelse av forurensning ved ulike dyp.

Fra felt 4 som er tildekket med olivin ble det tatt ut blandprøver fra 10-20cm og 20-30cm for å undersøke kornfordelingen nedover i profilet. Prøvene ble oppbevart mørkt og kjølig og sendt som ekspress over natten til akkreditert laboratorium (Eurofins AS). Analyserapport er vedlagt, vedlegg 3 og 4.

Resten av prøvematerialet fra 0-10 cm ble samlet til blandprøver fra hvert felt for å gjøre en forenklet bunndyrundersøkelse. Fullstendig bunndyrundersøkelse krever mye prøvemateriale og vil bli gjennomført senere. Prøvene ble oppbevart mørkt og kjølig natten over og levert til UniMiljø for analyse neste dag. Analyserapport er vedlagt, vedlegg 5.

En oppsummering av alle prøvene er gitt i tabell 6.

	Prøve- merking	Dyp (cm)	Blandprøve fra disse kjernene	Beskrivelse	Analyser		
					Kjemi	Bunn- dyr	Korn- ford
Felt 1	KB1a	0-10	1-1 1-3	mye grus, litt brunt finstoff	X		
	KB1b	0-10	1-4	grus og brunt finstoff	X		
	1-1b	0-10		Prøve tatt foran overvannsutløp. Lokalt mye svart, finstoff, lukt	X		
Felt 2	KB2	0-5	2-1 2-2 2-3 2-4	mudderlag, noe grus, svart, ikke lukt	X		
	KB2	5-10	2-1 2-2 2-3 2-4	noe grus, svart finstoff, litt lukt	X		
	KB2	10-15	2-1 2-3 2-4	noe grus, svart finstoff, litt lukt	X		
	KB2	15-20	2-2 2-3 2-4	oppr sjøbunn, finstoff, homogent, svart, skjell, sterk lukt	X		
	KB2	20-25	2-1 2-2 2-3 2-4	oppr sjøbunn, finstoff, homogent, svart, skjell, sterk lukt	X		
	KB2	0-10	2-1 2-2 2-3 2-4			X	
Felt 3	KB3	0-5	3-1 3-2 3-3 3-4	mudderlag, mye grus, svart finstoff	X		
	KB3	5-10	3-1 3-2 3-3 3-4	grus, svart finstoff, lukt	X		
	KB3	10-15	3-1 3-2 3-3 3-4	grus, svart finstoff, lukt	X		
	KB3	15-20	3-1 3-2 3-3	grus, svart finstoff, sterk lukt	X		
	KB3	23-28	3-2	oppr sjøbunn, finstoff, svart, lukt	X		
	KB3	0-10	3-1 3-2 3-3 3-4			X	
Felt 4	KB4	0-5	4-1 4-2 4-3 4-4	sandig, sementgrå, homogen, sjø/rekelukt	X		
	KB4	5-10	4-1 4-2 4-3 4-4	sandig, sementgrå, homogen, sjø/rekelukt	X		
	KB4	10-15	4-1 4-2 4-3 4-4	sandig, sementgrå, homogen, sjø/rekelukt	X		
	KB4	15-20	4-1 4-2 4-3 4-4	sandig, sementgrå, homogen, sjø/rekelukt	X		
	KB4	20-25	4-1 4-2	oppr sjøbunn, brunsvart finstoff, lukt	X		
	KB4	10-20	4-3 4-4	sandig, sementgrå, homogen			X
	KB4	20-30	4-3 4-4	sandig, sementgrå, homogen			X
	KB4	0-10	4-1 4-2 4-3 4-4			X	
Felt 5	KB5	0-5	5-1 5-2 5-3 5-4	oppr sjøbunn, mørk sand og finstoff, skjellrester, lukt	X		
	KB5	5-10	5-1 5-2 5-3 5-4	oppr sjøbunn, mørk sand og finstoff, skjellrester, lukt	X		
	KB5	10-15	5-1 5-2 5-3 5-4	oppr sjøbunn, mørk sand og finstoff, skjellrester, lukt	X		
	KB5	0-10	5-1 5-2 5-3 5-4			X	

Tabell 6 Oversikt over prøver og analyser

COWI

16/16PRØVETAKING SEDIMENTKJERNER I KIRKEBUKTE

5 Referanser

- 1 Cowi AS 2012. *Plan for miljøovervåking i Kirkebukten.*
- 2 NGI 2011. *Effekt av tildekking i Kirkebukten. Overvåkingsresultater fra høsten 2011.*

6 Vedlegg

- 1 Rapport og dvd, IMC Diving
- 2 Bilder av sedimentkjernene
- 3 Analyseresultater kjemi, Eurofins AS
- 4 Analyseresultater kornfordeling, Eurofins AS
- 5 Analyseresultater bunndyr, UniMiljø



DYKKERAPPORT

Ordrenummer: 427

Oppdragsgiver: COWI

Objekt: Inspeksjon av bunn + bunnprøver

Dato: 03.05.2012

Sted: Kirkebukten

Mannskap:

Dykkeleder: Erik Haugland

Dykker: Sindre Zachariassen

Reservedykker: Håvard Sando

Assistent:

Dykkemetode:

☒ Overflateforsynt utstyr ☐ Selvforsynt utstyr/SCUBA

Type jobb:

☒ Inspeksjon ☒ Reparasjon/vedlikehold/anlegg etc.

Dykkestasjon:

☐ Container ☐ Lastebil ☒ Båt

Dokumentasjon:

☐ Foto ☒ Video ☒ Lydkommentar ☒ Rapport





Oppdrag:

Ta bunn prøver i samarbeid med Cowi.

Utførelse/resultat:

Det ble tatt inspeksjon av bunn og 19 bunn prøver. Pluss en ekstra bunn prøve inne ved siden av punkt 1-1. Mellom 1.20.00 og 1.25.00 på dvd'en ble det tatt inspeksjon av duk og fylling langs land ved punkt 1-1 på kartet. Duken ligger i folder og veldig ugjevnt. Det kan virke som det er noen luft lommer under duken noen steder. Betong duken kommer ut under fyllingen 1m dypt og over silkduken som går vider utover. Over lappen mellom betong duken og silkduken ser bra ut. Det var en del av prøven som ikke ble riktig fylt opp på grund av harde masser eller duk som hindret dette.

Punkter hvor det ble tatt bunn prøver.

Punkter.	Tid på dvd.	Brede grader.	Dybde.
5-2	0.00.50	N. 60.23.222 Ø. 005.17.993	
5-1	0.01.50	N. 60.23.232 Ø. 005.17.973	
5-3	0.03.30	N. 60.23.235 Ø. 005.18.004	
5-4	0.04.50	N. 60.23.235 Ø. 005.17.037	
4-1	0.07.00	N. 60.23.215 Ø. 005.17.999	
4-2	0.09.00	N. 60.23.222 Ø. 005.18.014	
Insp. ved 4-2 (kai)	0.13.00		
Insp. videre mot 4-3	0.15.00		
4-3	0.18.50	N. 60.23.224 Ø. 005.18.040	
4-4	0.25.18	N. 60.23.233 Ø. 005.18.053	
3-4	0.29.20	Se punkter på vedlagt kart.	7.3m
3-3	0.32.10	"	8.7m
2-4	0.37.30	"	9m
2-3	0.45.00	"	9m
3-1	0.48.37	"	6m
3-2	0.54.50	"	7m
2-1	1.02.10	"	6.8m
2-2	1.10.20	"	7.5m
1-1	1.19.10	"	3m
1-4	1.27.50	"	3.5m
1-3	1.36.20	"	3.5m

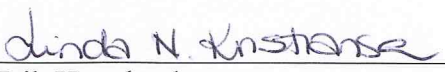
Tilleggsbemerkinger:

Alle fortøyningen til den innerste bryggen ser bra ut.





IMC DIVING, 03.05.2012

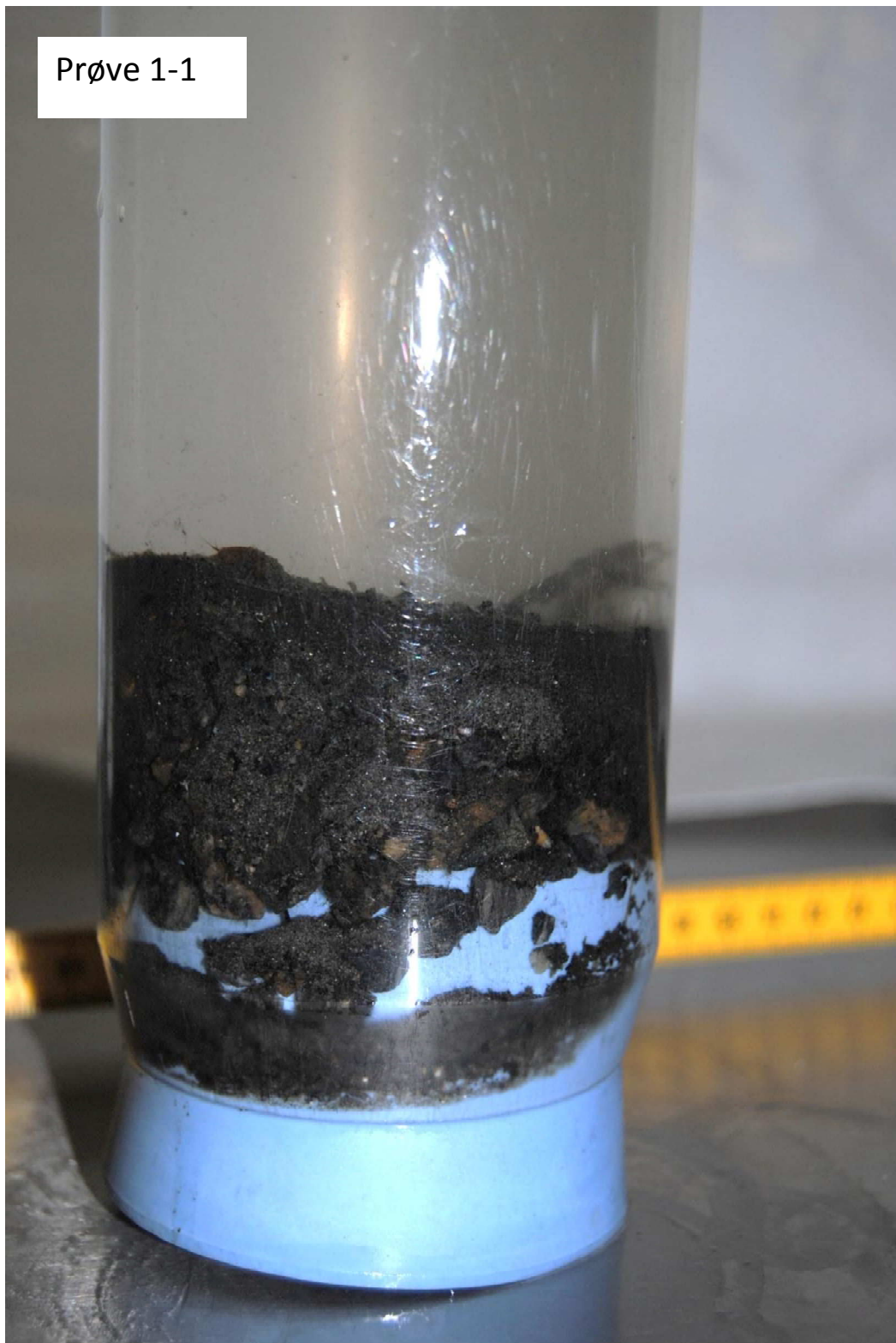

for Erik Haugland
Dykkeleder



Vedlegg 2

Sedimentkjerner fra Kirkebukten, mai 2012

Prøve 1-1



Vedlegg 2

Sedimentkjerner fra Kirkebukten, mai 2012

Prøve 1-3



Vedlegg 2

Sedimentkjerner fra Kirkebukten, mai 2012

Prøve 1-4



Vedlegg 2

Sedimentkjerner fra Kirkebukten, mai 2012

Kjerne 2-1



Vedlegg 2

Sedimentkjerne fra Kirkebukten, mai 2012

Kjerne 2-2



Vedlegg 2

Sedimentkjerne fra Kirkebukten, mai 2012

Kjerne 2-3



Vedlegg 2

Sedimentkjerne fra Kirkebukten, mai 2012

Kjerne 2-4



Vedlegg 2

Sedimentkjerner fra Kirkebukten, mai 2012

Kjerne 3-1



Vedlegg 2

Sedimentkjerne fra Kirkebukten, mai 2012

Kjerne 3-2



Vedlegg 2

Sedimentkjerne fra Kirkebukten, mai 2012

Kjerne 3-3



Vedlegg 2

Sedimentkjerner fra Kirkebukten, mai 2012

Kjerne 3-4



Vedlegg 2

Sedimentkjerne fra Kirkebukten, mai 2012

Kjerne 4-1



Vedlegg 2

Sedimentkjerne fra Kirkebukten, mai 2012



Vedlegg 2

Sedimentkjerne fra Kirkebukten, mai 2012

Kjerne 4-3



Vedlegg 2

Sedimentkjerne fra Kirkebukten, mai 2012

Kjerne 4-4



Vedlegg 2

Sedimentkjerne fra Kirkebukten, mai 2012

Kjerne 5-1



Vedlegg 2

Sedimentkjerne fra Kirkebukten, mai 2012

Kjerne 5-2



Vedlegg 2

Sedimentkjerne fra Kirkebukten, mai 2012

Kjerne 5-3



Vedlegg 2

Sedimentkjerne fra Kirkebukten, mai 2012

Kjerne 5-4





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

Tlf: +47 94 50 42 42
Fax:
bergen@eurofins.no

COWI AS
Bryggeriveien 2
1601 FREDRIKSTAD
Attn: Ane Gjesdal

AR-12-MX-001417-01



EUNOBE-00003150

Prøvemottak: 08.05.2012
Temperatur:
Analyseperiode: 08.05.2012-11.06.2012
Referanse: Kirkebukten

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: 441-2012-0508-051	Prøvetakingsdato: 03.05.2012
Prøvetype: Sedimenter	Prøvetaker: Oppdragsgiver
Prøvemerkning: KB 1a 0-10	Analysestartdato: 08.05.2012
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ:
b) Total tørrstoff	57 % 15% NS 4764 0.02
b) Kadmium (Cd)	0.13 mg/kg TS 20% NS EN ISO 17294-2 0.01
b) Kvikksølv (Hg)	0.076 mg/kg TS 20% NS 4768 0.001
b) Arsen (As)	3.4 mg/kg TS 20% NS EN ISO 11885 0.5
b) Bly (Pb)	20 mg/kg TS 20% NS EN ISO 11885 0.3
b) Kobber (Cu)	31 mg/kg TS 20% NS EN ISO 11885 0.05
b) Krom (Cr)	15 mg/kg TS 30% NS EN ISO 11885 0.05
b) Nikkel (Ni)	16 mg/kg TS 20% NS EN ISO 11885 0.2
b) Sink (Zn)	130 mg/kg TS 20% NS EN ISO 11885 0.05
b) PCB 7	
PCB 28	0.0016 mg/kg TS 40% ISO/DIS 16703-Mod 0.0005
PCB 52	0.00098 mg/kg TS 40% ISO/DIS 16703-Mod 0.0005
PCB 101	0.0022 mg/kg TS 40% ISO/DIS 16703-Mod 0.0005
PCB 118	0.0067 mg/kg TS 25% ISO/DIS 16703-Mod 0.0005
PCB 138	0.0083 mg/kg TS 25% ISO/DIS 16703-Mod 0.0005
PCB 153	0.0080 mg/kg TS 25% ISO/DIS 16703-Mod 0.0005
PCB 180	0.0040 mg/kg TS 25% ISO/DIS 16703-Mod 0.0005
Sum 7 PCB	0.032 mg/kg TS ISO/DIS 16703-Mod
a)* Totalt organisk karbon (TOC)	50.0 g/kg TS In acc. with NEN-EN 13137 5

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).



EUNOBE-00003150

Prøvenr.:	441-2012-0508-052	Prøvetakingsdato:	03.05.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	KB 1b 0-10	Analysestartdato:	08.05.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
b) Total tørrstoff	60	%	15%	NS 4764	0.02
b) Kadmium (Cd)	0.13	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 17294-2	0.01
b) Kvikksølv (Hg)	0.114	mg/kg TS	20%	NS 4768	0.001
b) Arsen (As)	4.0	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.5
b) Bly (Pb)	24	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.3
b) Kobber (Cu)	31	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Krom (Cr)	19	mg/kg TS	30%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Nikkel (Ni)	21	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.2
b) Sink (Zn)	160	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) PCB 7					
PCB 28	0.0020	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 52	0.0050	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 101	0.020	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 118	0.038	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 138	0.083	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 153	0.087	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 180	0.029	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
Sum 7 PCB	0.26	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	
a)* Totalt organisk karbon (TOC)	23.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	5

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).



EUNOBE-00003150

Prøvenr.:	441-2012-0508-053	Prøvetakingsdato:	03.05.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	KB 2 0-5	Analysestartdato:	08.05.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
b) Total tørrstoff	73	%	15%	NS 4764	0.02
b) Kadmium (Cd)	<0.014	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.01
b) Kvikksølv (Hg)	0.045	mg/kg TS	20%	NS 4768	0.001
b) Arsen (As)	<0.69	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.5
b) Bly (Pb)	2.9	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.3
b) Kobber (Cu)	4.1	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Krom (Cr)	34	mg/kg TS	30%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Nikkel (Ni)	980	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.2
b) Sink (Zn)	26	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) PCB 7					
PCB 28	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 52	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 101	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 118	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 138	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 153	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 180	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
Sum 7 PCB	nd	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	
a)* Totalt organisk karbon (TOC)	13.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	5

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).



EUNOBE-00003150

Prøvenr.:	441-2012-0508-054	Prøvetakingsdato:	03.05.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	KB 2 5-10	Analysestartdato:	08.05.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
b) Total tørrstoff	73	%	15%	NS 4764	0.02
b) Kadmium (Cd)	<0.014	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.01
b) Kvikksølv (Hg)	0.025	mg/kg TS	20%	NS 4768	0.001
b) Arsen (As)	<0.69	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.5
b) Bly (Pb)	2.1	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.3
b) Kobber (Cu)	2.8	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Krom (Cr)	30	mg/kg TS	30%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Nikkel (Ni)	850	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.2
b) Sink (Zn)	21	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) PCB 7					
PCB 28	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 52	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 101	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 118	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 138	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 153	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 180	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
Sum 7 PCB	nd	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	
a)* Totalt organisk karbon (TOC)	11.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	5

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).



EUNOBE-00003150

Prøvenr.:	441-2012-0508-055	Prøvetakingsdato:	03.05.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	KB 2 10-15	Analysestartdato:	08.05.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
b) Total tørrstoff	75	%	15%	NS 4764	0.02
b) Kadmium (Cd)	0.076	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 17294-2	0.01
b) Kvikksølv (Hg)	0.369	mg/kg TS	20%	NS 4768	0.001
b) Arsen (As)	2.6	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.5
b) Bly (Pb)	16	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.3
b) Kobber (Cu)	23	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Krom (Cr)	31	mg/kg TS	30%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Nikkel (Ni)	670	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.2
b) Sink (Zn)	73	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) PCB 7					
PCB 28	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 52	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 101	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 118	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 138	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 153	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 180	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
Sum 7 PCB	nd	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	
a)* Totalt organisk karbon (TOC)	21.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	5

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).



EUNOBE-00003150

Prøvenr.:	441-2012-0508-056	Prøvetakingsdato:	03.05.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	KB 2 15-20	Analysestartdato:	08.05.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
b) Total tørrstoff	56	%	15%	NS 4764	0.02
b) Kadmium (Cd)	0.39	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 17294-2	0.01
b) Kvikksølv (Hg)	1.86	mg/kg TS	20%	NS 4768	0.001
b) Arsen (As)	15	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.5
b) Bly (Pb)	1200	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.3
b) Kobber (Cu)	100	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Krom (Cr)	58	mg/kg TS	30%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Nikkel (Ni)	94	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.2
b) Sink (Zn)	350	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) PCB 7					
PCB 28	0.019	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 52	0.016	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 101	0.023	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 118	0.036	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 138	0.049	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 153	0.051	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 180	0.024	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
Sum 7 PCB	0.22	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	
a)* Totalt organisk karbon (TOC)	29.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	5

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).



EUNOBE-00003150

Prøvenr.:	441-2012-0508-057	Prøvetakingsdato:	03.05.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	KB 2 20-25	Analysestartdato:	08.05.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
b) Total tørrstoff	56	%	15%	NS 4764	0.02
b) Kadmium (Cd)	0.78	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 17294-2	0.01
b) Kvikksølv (Hg)	2.68	mg/kg TS	20%	NS 4768	0.001
b) Arsen (As)	15	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.5
b) Bly (Pb)	330	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.3
b) Kobber (Cu)	150	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Krom (Cr)	81	mg/kg TS	30%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Nikkel (Ni)	13	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.2
b) Sink (Zn)	480	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) PCB 7					
PCB 28	0.035	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 52	0.027	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 101	0.028	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 118	0.074	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 138	0.100	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 153	0.11	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 180	0.048	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
Sum 7 PCB	0.42	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	
a)* Totalt organisk karbon (TOC)	42.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	5

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).



EUNOBE-00003150

Prøvenr.:	441-2012-0508-058	Prøvetakingsdato:	03.05.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	KB 3 0-5	Analysestartdato:	08.05.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
b) Total tørrstoff	75	%	15%	NS 4764	0.02
b) Kadmium (Cd)	0.023	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.01
b) Kvikksølv (Hg)	0.094	mg/kg TS	20%	NS 4768	0.001
b) Arsen (As)	1.9	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.5
b) Bly (Pb)	5.4	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.3
b) Kobber (Cu)	10.0	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Krom (Cr)	20	mg/kg TS	30%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Nikkel (Ni)	87	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.2
b) Sink (Zn)	36	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) PCB 7					
PCB 28	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 52	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 101	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 118	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 138	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 153	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 180	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
Sum 7 PCB	nd	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	
a)* Totalt organisk karbon (TOC)	<5.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	5

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).



EUNOBE-00003150

Prøvenr.:	441-2012-0508-059	Prøvetakingsdato:	03.05.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	KB 3 5-10	Analysestartdato:	08.05.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
b) Total tørrstoff	84	%	15%	NS 4764	0.02
b) Kadmium (Cd)	0.025	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.01
b) Kvikksølv (Hg)	0.098	mg/kg TS	20%	NS 4768	0.001
b) Arsen (As)	1.2	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.5
b) Bly (Pb)	5.2	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.3
b) Kobber (Cu)	7.3	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Krom (Cr)	20	mg/kg TS	30%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Nikkel (Ni)	330	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.2
b) Sink (Zn)	35	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) PCB 7					
PCB 28	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 52	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 101	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 118	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 138	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 153	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 180	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
Sum 7 PCB	nd	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	
a)* Totalt organisk karbon (TOC)	20.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	5

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).



EUNOBE-00003150

Prøvenr.:	441-2012-0508-060	Prøvetakingsdato:	03.05.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	KB 3 10-15	Analysestartdato:	08.05.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
b) Total tørrstoff	76	%	15%	NS 4764	0.02
b) Kadmium (Cd)	0.099	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 17294-2	0.01
b) Kvikksølv (Hg)	0.432	mg/kg TS	20%	NS 4768	0.001
b) Arsen (As)	3.9	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.5
b) Bly (Pb)	20	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.3
b) Kobber (Cu)	26	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Krom (Cr)	24	mg/kg TS	30%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Nikkel (Ni)	260	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.2
b) Sink (Zn)	82	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) PCB 7					
PCB 28	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 52	0.00071	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 101	0.0010	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 118	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 138	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 153	0.00054	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 180	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
Sum 7 PCB	0.0023	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	
a)* Totalt organisk karbon (TOC)	17.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	5

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).



EUNOBE-00003150

Prøvenr.:	441-2012-0508-061	Prøvetakingsdato:	03.05.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	KB 3 15-20	Analysestartdato:	08.05.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
b) Total tørrstoff	77	%	15%	NS 4764	0.02
b) Kadmium (Cd)	0.12	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 17294-2	0.01
b) Kvikksølv (Hg)	0.590	mg/kg TS	20%	NS 4768	0.001
b) Arsen (As)	2.5	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.5
b) Bly (Pb)	21	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.3
b) Kobber (Cu)	23	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Krom (Cr)	29	mg/kg TS	30%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Nikkel (Ni)	360	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.2
b) Sink (Zn)	76	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) PCB 7					
PCB 28	0.0014	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 52	0.0031	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 101	0.0029	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 118	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 138	0.0021	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 153	0.0013	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 180	0.0010	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
Sum 7 PCB	0.012	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	
a)* Totalt organisk karbon (TOC)	14.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	5

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).



EUNOBE-00003150

Prøvenr.:	441-2012-0508-062	Prøvetakingsdato:	03.05.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	KB 3 23-28	Analysestartdato:	08.05.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
b) Total tørrstoff	46	%	15%	NS 4764	0.02
b) Kadmium (Cd)	0.83	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 17294-2	0.01
b) Kvikksølv (Hg)	3.13	mg/kg TS	20%	NS 4768	0.001
b) Arsen (As)	16	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.5
b) Bly (Pb)	130	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.3
b) Kobber (Cu)	160	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Krom (Cr)	69	mg/kg TS	30%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Nikkel (Ni)	140	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.2
b) Sink (Zn)	470	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) PCB 7					
PCB 28	0.046	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 52	1.5	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 101	3.2	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 118	8.0	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 138	4.7	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 153	5.1	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 180	0.83	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
Sum 7 PCB	23	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	
a)* Totalt organisk karbon (TOC)	47.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	5

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).



EUNOBE-00003150

Prøvenr.:	441-2012-0508-063	Prøvetakingsdato:	03.05.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	KB 4 0-5	Analysestartdato:	08.05.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
b) Total tørrstoff	86	%	15%	NS 4764	0.02
b) Kadmium (Cd)	<0.012	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.01
b) Kvikksølv (Hg)	0.005	mg/kg TS	20%	NS 4768	0.001
b) Arsen (As)	<0.58	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.5
b) Bly (Pb)	2.2	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.3
b) Kobber (Cu)	1.4	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Krom (Cr)	49	mg/kg TS	30%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Nikkel (Ni)	1200	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.2
b) Sink (Zn)	30	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) PCB 7					
PCB 28	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 52	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 101	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 118	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 138	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 153	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 180	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
Sum 7 PCB	nd	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	
a)* Totalt organisk karbon (TOC)	<5.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	5

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).



EUNOBE-00003150

Prøvenr.:	441-2012-0508-064	Prøvetakingsdato:	03.05.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	KB 4 5-10	Analysestartdato:	08.05.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
b) Total tørrstoff	89	%	15%	NS 4764	0.02
b) Kadmium (Cd)	<0.012	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.01
b) Kvikksølv (Hg)	0.002	mg/kg TS	20%	NS 4768	0.001
b) Arsen (As)	<0.57	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.5
b) Bly (Pb)	1.9	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.3
b) Kobber (Cu)	1.1	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Krom (Cr)	39	mg/kg TS	30%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Nikkel (Ni)	1100	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.2
b) Sink (Zn)	24	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) PCB 7					
PCB 28	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 52	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 101	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 118	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 138	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 153	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 180	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
Sum 7 PCB	nd	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	
a)* Totalt organisk karbon (TOC)	<5.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	5

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).



EUNOBE-00003150

Prøvenr.:	441-2012-0508-065	Prøvetakingsdato:	03.05.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	KB 4 10-15	Analysestartdato:	08.05.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
b) Total tørrstoff	88	%	15%	NS 4764	0.02
b) Kadmium (Cd)	<0.012	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.01
b) Kvikksølv (Hg)	<0.001	mg/kg TS	20%	NS 4768	0.001
b) Arsen (As)	<0.57	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.5
b) Bly (Pb)	1.8	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.3
b) Kobber (Cu)	1.1	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Krom (Cr)	45	mg/kg TS	30%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Nikkel (Ni)	1200	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.2
b) Sink (Zn)	25	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) PCB 7					
PCB 28	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 52	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 101	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 118	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 138	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 153	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 180	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
Sum 7 PCB	nd	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	
a)* Totalt organisk karbon (TOC)	<5.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	5

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).



EUNOBE-00003150

Prøvenr.:	441-2012-0508-066	Prøvetakingsdato:	03.05.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	KB 4 15-20	Analysestartdato:	08.05.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
b) Total tørrstoff	88	%	15%	NS 4764	0.02
b) Kadmium (Cd)	<0.012	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.01
b) Kvikksølv (Hg)	0.003	mg/kg TS	20%	NS 4768	0.001
b) Arsen (As)	<0.57	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.5
b) Bly (Pb)	1.9	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.3
b) Kobber (Cu)	1.5	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Krom (Cr)	38	mg/kg TS	30%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Nikkel (Ni)	1100	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.2
b) Sink (Zn)	23	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) PCB 7					
PCB 28	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 52	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 101	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 118	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 138	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 153	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 180	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
Sum 7 PCB	nd	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	
a)* Totalt organisk karbon (TOC)	<5.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	5

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).



EUNOBE-00003150

Prøvenr.:	441-2012-0508-067	Prøvetakingsdato:	03.05.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	KB 4 20-25	Analysestartdato:	08.05.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
b) Total tørrstoff	65	%	15%	NS 4764	0.02
b) Kadmium (Cd)	0.61	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 17294-2	0.01
b) Kvikksølv (Hg)	1.11	mg/kg TS	20%	NS 4768	0.001
b) Arsen (As)	8.8	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.5
b) Bly (Pb)	650	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.3
b) Kobber (Cu)	96	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Krom (Cr)	30	mg/kg TS	30%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Nikkel (Ni)	20	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.2
b) Sink (Zn)	300	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) PCB 7					
PCB 28	0.016	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 52	0.015	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 101	0.019	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 118	0.043	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 138	0.048	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 153	0.048	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 180	0.022	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
Sum 7 PCB	0.21	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	
a)* Totalt organisk karbon (TOC)	28.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	5

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).



EUNOBE-00003150

Prøvenr.:	441-2012-0508-068	Prøvetakingsdato:	03.05.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	1-1b 0-10	Analysestartdato:	08.05.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
b) Total tørrstoff	59	%	15%	NS 4764	0.02
b) Kadmium (Cd)	0.16	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 17294-2	0.01
b) Kvikksølv (Hg)	0.111	mg/kg TS	20%	NS 4768	0.001
b) Arsen (As)	3.4	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.5
b) Bly (Pb)	21	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.3
b) Kobber (Cu)	28	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Krom (Cr)	14	mg/kg TS	30%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Nikkel (Ni)	15	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.2
b) Sink (Zn)	180	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) PCB 7					
PCB 28	0.0017	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 52	0.0012	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 101	0.0023	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 118	0.0061	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 138	0.0067	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 153	0.0061	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 180	0.0027	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
Sum 7 PCB	0.027	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	
a)* Totalt organisk karbon (TOC)	23.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	5

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).



EUNOBE-00003150

Prøvenr.: Prøvetype: Prøvemerkning:	Prøve utgår		Prøvetakingsdato: 03.05.2012 Prøvetaker: Oppdragsgiver Analysestartdato: 08.05.2012
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU Metode: LOQ:
b) Total tørrstoff	90	%	15% NS 4764 0.02
b) Kadmium (Cd)	0.016	mg/kg TS	40% NS EN ISO 17294-2 0.01
b) Kvikksølv (Hg)	0.016	mg/kg TS	20% NS 4768 0.001
b) Arsen (As)	1.6	mg/kg TS	20% NS EN ISO 11885 0.5
b) Bly (Pb)	3.7	mg/kg TS	20% NS EN ISO 11885 0.3
b) Kobber (Cu)	9.2	mg/kg TS	20% NS EN ISO 11885 0.05
b) Krom (Cr)	4.7	mg/kg TS	30% NS EN ISO 11885 0.05
b) Nikkel (Ni)	6.5	mg/kg TS	20% NS EN ISO 11885 0.2
b) Sink (Zn)	25	mg/kg TS	20% NS EN ISO 11885 0.05
b) PCB 7			
PCB 28	<0.0005	mg/kg TS	40% ISO/DIS 16703-Mod 0.0005
PCB 52	<0.0005	mg/kg TS	40% ISO/DIS 16703-Mod 0.0005
PCB 101	<0.0005	mg/kg TS	40% ISO/DIS 16703-Mod 0.0005
PCB 118	<0.0005	mg/kg TS	40% ISO/DIS 16703-Mod 0.0005
PCB 138	<0.0005	mg/kg TS	40% ISO/DIS 16703-Mod 0.0005
PCB 153	<0.0005	mg/kg TS	40% ISO/DIS 16703-Mod 0.0005
PCB 180	<0.0005	mg/kg TS	40% ISO/DIS 16703-Mod 0.0005
Sum 7 PCB	nd	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-Mod
a)* Totalt organisk karbon (TOC)	14.0	g/kg TS	In acc. with NEN-EN 13137 5

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).



EUNOBE-00003150

Prøvenr.:	441-2012-0508-070	Prøvetakingsdato:	03.05.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	KB5 0-5	Analysestartdato:	08.05.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
b) Total tørrstoff	63	%	15%	NS 4764	0.02
b) Kadmium (Cd)	0.31	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 17294-2	0.01
b) Kvikksølv (Hg)	1.85	mg/kg TS	20%	NS 4768	0.001
b) Arsen (As)	5.6	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.5
b) Bly (Pb)	71	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.3
b) Kobber (Cu)	98	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Krom (Cr)	37	mg/kg TS	30%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Nikkel (Ni)	200	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.2
b) Sink (Zn)	150	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) PCB 7					
PCB 28	0.018	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 52	0.032	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 101	0.031	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 118	0.034	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 138	0.039	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 153	0.036	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 180	0.021	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
Sum 7 PCB	0.21	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	
a)* Totalt organisk karbon (TOC)	32.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	5

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).



EUNOBE-00003150

Prøvenr.: 441-2012-0508-071	Prøvetakingsdato: 03.05.2012
Prøvetype: Sedimenter	Prøvetaker: Oppdragsgiver
Prøvemerkning: KB5 5-10	Analysestartdato: 08.05.2012
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ:
b) Total tørrstoff	64 % 15% NS 4764 0.02
b) Kadmium (Cd)	0.45 mg/kg TS 20% NS EN ISO 17294-2 0.01
b) Kvikksølv (Hg)	2.45 mg/kg TS 20% NS 4768 0.001
b) Arsen (As)	9.3 mg/kg TS 20% NS EN ISO 11885 0.5
b) Bly (Pb)	110 mg/kg TS 20% NS EN ISO 11885 0.3
b) Kobber (Cu)	200 mg/kg TS 20% NS EN ISO 11885 0.05
b) Krom (Cr)	40 mg/kg TS 30% NS EN ISO 11885 0.05
b) Nikkel (Ni)	31 mg/kg TS 20% NS EN ISO 11885 0.2
b) Sink (Zn)	310 mg/kg TS 20% NS EN ISO 11885 0.05
b) PCB 7	
PCB 28	0.018 mg/kg TS 25% ISO/DIS 16703-Mod 0.0005
PCB 52	0.020 mg/kg TS 25% ISO/DIS 16703-Mod 0.0005
PCB 101	0.026 mg/kg TS 25% ISO/DIS 16703-Mod 0.0005
PCB 118	0.035 mg/kg TS 25% ISO/DIS 16703-Mod 0.0005
PCB 138	0.053 mg/kg TS 25% ISO/DIS 16703-Mod 0.0005
PCB 153	0.050 mg/kg TS 25% ISO/DIS 16703-Mod 0.0005
PCB 180	0.032 mg/kg TS 25% ISO/DIS 16703-Mod 0.0005
Sum 7 PCB	0.23 mg/kg TS ISO/DIS 16703-Mod
a)* Totalt organisk karbon (TOC)	43.0 g/kg TS In acc. with NEN-EN 13137 5

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).



EUNOBE-00003150

Prøvenr.:	441-2012-0508-072	Prøvetakingsdato:	03.05.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	KB5 10-15	Analysestartdato:	08.05.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
b) Total tørrstoff	59	%	15%	NS 4764	0.02
b) Kadmium (Cd)	0.65	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 17294-2	0.01
b) Kvikksølv (Hg)	1.76	mg/kg TS	20%	NS 4768	0.001
b) Arsen (As)	10	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.5
b) Bly (Pb)	180	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.3
b) Kobber (Cu)	160	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Krom (Cr)	50	mg/kg TS	30%	NS EN ISO 11885	0.05
b) Nikkel (Ni)	15	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.2
b) Sink (Zn)	460	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
b) PCB 7					
PCB 28	0.016	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 52	0.024	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 101	0.026	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 118	0.041	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 138	0.053	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 153	0.054	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 180	0.032	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
Sum 7 PCB	0.25	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	
a)* Totalt organisk karbon (TOC)	6.10	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	5

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a)* Eurofins Analytico (Barneveld), PO Box 459, NL-3770, Barneveld

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

Kopi til:

Edana Fedje (efe@cowi.no)

Bergen 11.06.2012

Tommie Christensen

Avd.leder, Kundesenter

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).



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-001303-01



EUNOBE-00003240

Prøvemottak: 18.05.2012
Temperatur:
Analyseperiode: 18.05.2012-30.05.2012
Referanse: Kirkebukten

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: 441-2012-0518-010	Prøvetakingsdato: 03.05.2012
Prøvetype: Sedimenter	Prøvetaker: Oppdragsgiver
Prøvemerkning: KB 4 10-20	Analysestartdato: 18.05.2012
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ:
a) Kornstørrelse < 2000 µm	88.800 % (v/v) dv In acc. with NEN 5753 0.1
a) Kornstørrelse < 1000 µm	83.600 % (v/v) dv In acc. with NEN 5753 0.1
a) Kornstørrelse < 500 µm	65.400 % (v/v) dv In acc. with NEN 5753 0.1
a) Kornstørrelse < 250 µm	38.100 % (v/v) dv In acc. with NEN 5753 0.1
a) Kornstørrelse < 125 µm	17.600 % (v/v) dv In acc. with NEN 5753 0.1
a) Kornstørrelse < 45 µm	5.4 % (v/v) dv Sedimentering 0.1
a) Kornstørrelse < 63 µm	7.8 % (v/v) dv Sedimentering 0.1
a) Kornstørrelse < 16 µm	2.90 % (v/v) dv NEN 5753 1
a) Kornstørrelse < 2 µm	
Fraksjon < 2 µm	1.6 % (v/v) dv Sedimentasjon 1

Prøvenr.: 441-2012-0518-011	Prøvetakingsdato: 03.05.2012
Prøvetype: Sedimenter	Prøvetaker: Oppdragsgiver
Prøvemerkning: KB 4 20-30	Analysestartdato: 18.05.2012
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ:
a) Kornstørrelse < 2000 µm	90.500 % (v/v) dv In acc. with NEN 5753 0.1
a) Kornstørrelse < 1000 µm	86.800 % (v/v) dv In acc. with NEN 5753 0.1
a) Kornstørrelse < 500 µm	69.900 % (v/v) dv In acc. with NEN 5753 0.1
a) Kornstørrelse < 250 µm	42.300 % (v/v) dv In acc. with NEN 5753 0.1
a) Kornstørrelse < 125 µm	19.900 % (v/v) dv In acc. with NEN 5753 0.1
a) Kornstørrelse < 45 µm	5.7 % (v/v) dv Sedimentering 0.1
a) Kornstørrelse < 63 µm	8.8 % (v/v) dv Sedimentering 0.1
a) Kornstørrelse < 16 µm	2.70 % (v/v) dv NEN 5753 1
a) Kornstørrelse < 2 µm	
Fraksjon < 2 µm	1.0 % (v/v) dv Sedimentasjon 1

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) Eurofins|Analytico Barneveld RvA L010, Eurofins Analytico (Barneveld), PO Box 459, NL-3770, Barneveld

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).



EUNOBE-00003240



Kopi til:

Edana Fedje (efe@cowi.no)

Bergen 30.05.2012

Tommie Christensen

Avd.leder, Kundesenter

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).



Uni Miljø SAM-Marin
 Thormøhlensgate 55
 N 5008 Bergen
Telefon +47 55 58 43 41 **telefaks** + 47 55 58 45 25
Web uni.no/miljo epost sam-marin@uni.no
 Organisasjonsnummer 985 827 117 mva

COWI AS
 Solheimsgaten 13
 Pb 6051 Bedriftssenteret
 5892 Bergen

J.nr.: SAM-263/12-TA

Bunndyr Kirkebukta

Prøvene fra KB2, KB3, KB4 og KB5 har blitt sortert og artsbestemt.

Prøvene viste seg å inneholde veldig få dyr (ingen dyr i KB2 og 2 i KB3). Dette kan være et resultat av innsamlingsmetoden og ikke nødvendigvis forholdene i kirkebukten. Prøvene er tatt manuelt, har vi fått opplyst, av dykker som har benyttet corer. Fra materialet er det også tatt prøver til kjemi. Dyrene befinner seg normalt i den øvre del av sedimentet, slik at prøvetakingen til kjemi kan ha påvirket antall dyr som er funnet. Lite dyr kan være tegn på forurensning, men må vurderes sammen med resultatene fra kjemiprøvene. For å få et bedre bilde av faunaen bør innsamlingsmetoden revurderes. Ytterligere fortolkninger av resultatene er vanskelig grunnet de ovenfor nevnte forhold.

Gruppe	Art	KB2	KB3	KB4	KB5
Annelida	<i>Capitella capitata</i>			4	
Annelida	<i>Polydora sp.</i>			1	8
Annelida	Nereidae indet			+	
Annelida	<i>Spio sp.</i>			1	
Annelida	<i>Pherusa flabellata</i>			1	
Annelida	<i>Scoloplos armiger</i>				1
Annelida	Oliogochata indet				6
Annelida	<i>Aphelochaeta sp.</i>				10
Annelida	<i>Mediomastus fragilis</i>				1
Echinodermata	<i>Ophiocten affinis</i>			1	
Crustacea	<i>Amphipoda indet</i>				5
Mollusca	<i>Tellimya ferruginosa</i>			1	
Mollusca	<i>Mytilus edule</i>			1	
Mollusca	<i>Mya arenaria</i>		2		
Mollusca	<i>Macoma calcarea</i>				1

Med vennlig hilsen

For SAM-Marin

Tom Alvestad

Overingeniør

Vedlegg B – Feltrapport fra COWI: POM, sedimentfeller og analyseresultater



BERGEN KOMMUNE

PRØVETAKING MED PASSIVE PRØVETAKERE (POM) OG SEDIMENTFELLER I KIRKEBUKTEN 2012

ADRESSE COWI AS
Solheimsgaten 13
Postboks 6051 Bedriftsenteret
5892 Bergen
Norge
TLF +47 02694
WWW cowi.no

FELTRAPPORT

INNHold

1	Bakgrunn	1
2	Feltarbeid	2
2.1	Prøvetaking med passive prøvetakere	2
2.3	Prøvetaking sedimentfeller	8
3	Laboratoriearbeid	11
4	Referanser	11
5	Vedlegg	11

1 Bakgrunn

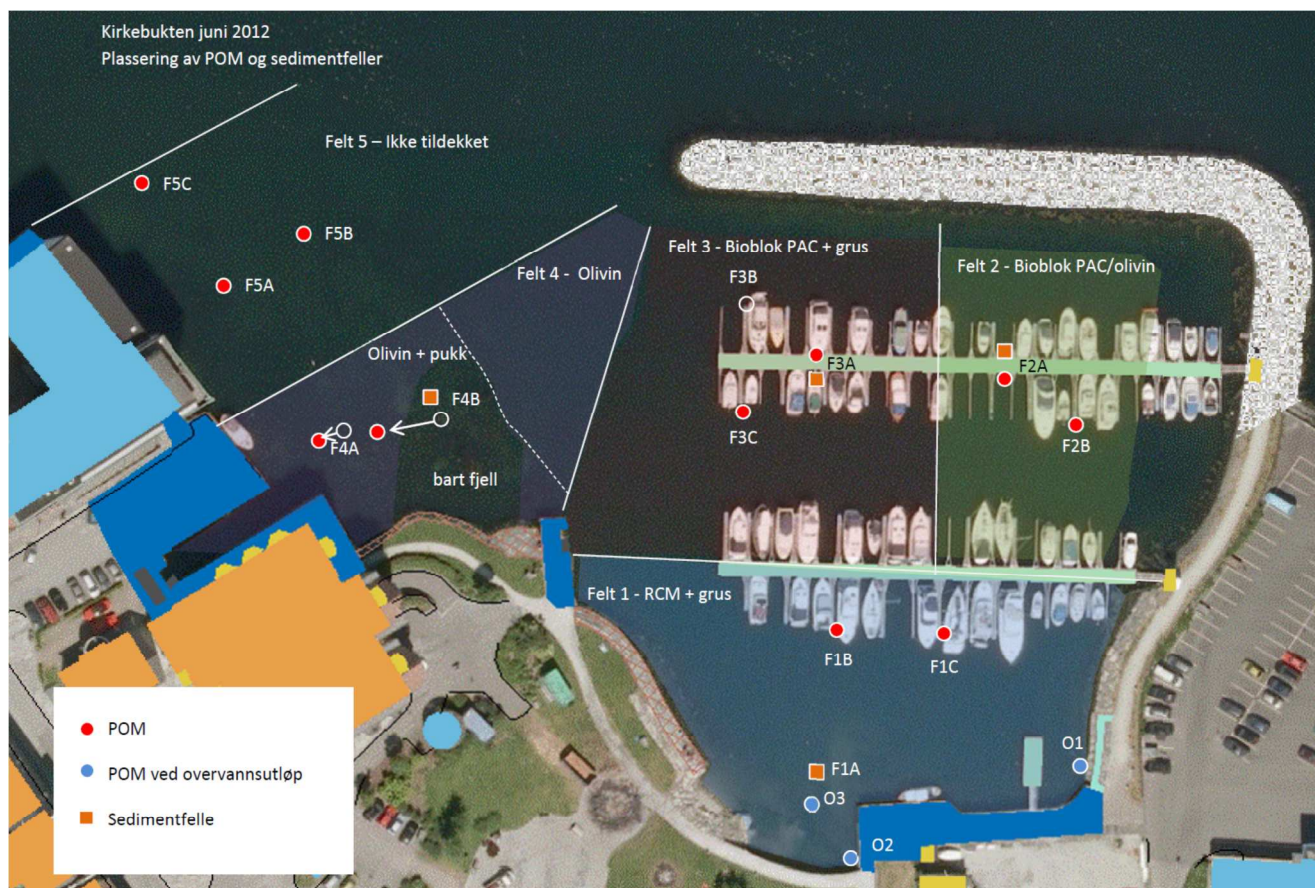
I forbindelse med 1-årskontroll og evaluering av effekt av tildekking gjennomført i Kirkebukten er det benyttet passive prøvetakere (POM) for å måle PAH og PCB i sjøvann. Det har også vært plassert ut sedimentfeller for å måle mengde og miljøgiftinnhold i nytt materiale som tilføres området.

Dette notatet beskriver gjennomføringen av feltarbeidet som ble utført av Cowi AS i perioden mai-oktober 2012. Resultatene fra overvåking i Kirkebukten 2012 skal evalueres og rapporteres samlet fra NGI.

OPPDAGSNR. 128869 / A005136
DOKUMENTNR. A005136-2012-06
VERSJON 2
UTGIVELSESDATO 15.11.12 REV 08.05.13
UTARBEIDET Ane Gjesdal *Ane Gjesdal*
KONTROLLERT Oddmund Soldal
GODKJENT Oddmund Soldal *Oddmund Soldal*

2 Feltarbeid

I Kirkebukten er 4 felt dekket med ulike aktive materialer som skal hindre utlekking av miljøgifter fra sjøbunnen under. Passive prøvetakere og sedimentfeller ble plassert ut i Kirkebukten i overgangen mai-juni 2012. Plasseringen er vist i figur 1.



Figur 1 Avgrensning av forsøksfelt og plassering av prøvetakingsutstyr i Kirkebukten 2012.

2.1 Prøvetaking med passive prøvetakere

Det ble plassert passive prøvetakere i 2 stasjoner i hvert av feltene 1-4 og i 3 punkt i felt 5. POM ble festet på 2 nivå over sjøbunnen, 10-15cm og 30-35cm. Det ble også satt ut POM ved utløp av overvannsrør og i Damsgårdsbekken, figur 1.

Prøvetakerne ble festet med strips til tau som var forankret med lodd på sjøbunnen, figur 2. Tauet ble holdt stramt hjelp av skumgummi/ blåser festet under laveste vannstand. Prøvetakerne stod ute 4-5 uker (31.5.12-5-7-12).

Ved innhenting ble løs tang og algevekst fjernet. Prøvetakerne ble lagt i prøveglass og oppbevart mørkt og kjølig fram til levering til laboratorie. Tabell 1 angir hvilke prøvetakere som er analysert. De øvrige er oppbevart for evt seinere analyse.

Prøve- stasjon	Satt ut	Tatt opp	Plassering	Begroing	POM avstand til sjøbunn (cm)	Analysert
F1B	31.5.12	5.7.12	Mellom båtpl 70/72	Brun-/grønnalger, sjøstjerne	10	X
					30	X
F1C	31.5.12	5.7.12	Mellom båtpl 62/64	Brun-/grønnalger, sjøstjerne, snegl	20	
					30	
F2A	31.5.12	5.7.12	Båtpl 22	Grønnalger, lite på POM	10	X
					30	
F2B	31.5.12	5.7.12	Utligger båtpl 14/16 For stramt tau, stod 40 cm over bunn ved flo		10	
					30	X
F3A	31.5.12	5.7.12	Båtpl 40	Grønnalger	10	X
					30	X
F3C	31.5.12	5.7.12	Utligger båtpl 46/48	Grønnalger	10	
					30	
F4A	31.5.12	5.7.12		Tare (sukkertare)	10	X
					30	X
F4B	31.5.12	5.7.12	Opprinnelig plassert over utildekket område. Hektet i fiskesnøre og flyttet mot land. Tare	Tare	10	
					30	
F5A	31.5.12	5.7.12		Brun-/grønnalger	10	
					30	X
F5B	1.6.12	5.7.12		Brun-/grønnalger, tare	10	X
					30	
F5C	1.6.12	5.7.12		Brun-/grønnalger, tare	10	X
					30	X
O1	1.6.12	5.7.12	Utløp overvann øst	Grønnalger, oljefilm på vannet	10	X
O 2	1.6.12	5.7.12	Utløp Damsg.bekk	Overgrodd brun/grønnalger. Kloakklukt	10	X
					30	X
O3	1.6.12	5.7.12	Utløp overvann vest	Overgrodd brun/grønnalger	10	
					60	X
					90	

Tabell 1 Oversikt over passive prøvetakere plassert i Kirkebukten sommeren 2012.

Det er analysert prøver fra både 10 cm og 30 cm i samme stasjon for å kunne vurdere betydningen av prøvetakerens avstand til sjøbunnen.

Da prøvetakerne ble hentet inn var det varierende mengde groe på tau og prøvetakere. Felt 4 utpekte seg med mest tare og "reineste" prøvetakere. Det var tydelig oljefilm på vannet innerst i Kirkebukta. Bilder fra ulike prøvestasjonene er vist i figur 2-9.



Figur 2 Innhenting av prøvetakere F1B og F1C. Før fjerning av begroing



Figur 3 Innhenting av prøvetakere F2A og F2B. Før fjerning av begroing



Figur 4 Innhenting av prøvetakere fra F3A. Før og etter fjerning av begroing



Figur 5 Innhenting av prøvetakere F4A. Før fjerning av begroing



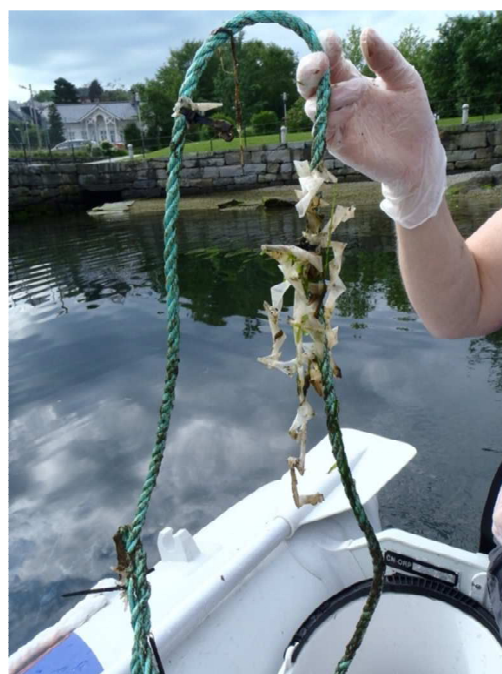
Figur 6 Innhenting av prøvetakere F5A og F5C.



Figur 7 Innhenting av prøvetaker O1 ved utløp av overvann øst. Før fjerning av begroing.



Figur 8 Prøvetaker O2 i utløp av Damsgårdsbekken



Figur 9 Plassering og innhenting av prøvetakere O3 ved utløp av overvannsrør vest

2.3 Prøvetaking sedimentfeller

Sedimentfellene ble plassert med røråpning ca 1 meter over sjøbunnen. Fellene var festet til bunnen med lodd, og hadde oppdrift ved hjelp av en blåse under laveste vannstand.

Sedimentfellene stod ute 18 uker (01.06.12-02.10.12), figur 10.



Figur 10 Sedimentfelle ved utsetting og innhenting

Observasjoner ved innhenting er gitt i tabell 2. Tabell 3 beskriver mengde sediment og type materiale i de ulike fellene

Stasjon	Observasjoner ved innhenting
Felt 1A	Hadde mistet oppdrift, så ut til å stå på bunnen. Et rør mer tilslammet utenpå og mer materiale inni. Har muligens ligget på skrå på bunnen, mens de andre rørene har stått loddrett. Dårlig sikt i vannet.
Felt 2A	Oppdrift intakt. Sjøstjerner. Noe begroing på rør.
Felt 3A	Oppdrift intakt. Sjøstjerner. Fast lag begroing på rør. Innhold i et rør gikk tapt, inneholdt en rått fisk.
Felt 4B	Hadde mistet oppdrift, så ut til å stå på bunn med loddrette rør. Like mye materiale i alle rørene. Svært begrodde rør. Dårlig sikt gjennom rørene.

Tabell 2 Sedimentfeller i Kirkebukten sommeren 2012

Punkt	Rør	Sediment-tykkelse (cm)	Beskrivelse	Lukt	Prøvemerkning	Prøve av
F1A	1-1	2,5	Alle rør felt 1: Gråsvart, sandig, litt organisk.	Intens dårlig/H ₂ S	F1-A	Blandprøve 1-1, 1-2, 1-4
	1-2	2,5				
	1-4	2,5				
	1-3	4,5	Tilslammet rør utvendig, mest materiale inni, ser ut for at rør har ligget på bunnen. Prøvemateriale analyseres for seg.		F1-B	1-3
F2A	2-1	1,0	Alle rør felt 2: Svart finstoff.	Sterk lukt	F2	Blandprøve 2-1,2-2, 2-3,2-4
	2-2	1,0				
	2-3	1,0				
	2-4	1,0				
F3A	3-1	1,1	Alle rør felt 3: Svart finstoff	Sterk lukt	F3	Blandprøve 3-1,3-2, 3-3
	3-2	1,2				
	3-3	1,2				
	3-4		Død rått fisk. Måtte tømme røret			
F4B	4-1	0,7	Alle rør felt 4: Vanskelig å måle tykkelse pga begrodde rør. Ujevn, fluffy, overflate. Svart finstoff, med noe grovere materiale. Grovere enn felt 2 og 3, men mer finstoff enn felt 4.	Lukt	F4	Blandprøve 4-1,4-2, 4-3,4-4
	4-2	1,0				
	4-3	1,2				
	4-4	0,8				

Tabell 3 Prøvemateriale fra sedimentfeller i Kirkebukten sommeren 2012

Bilder fra de ulike stasjonene er vist i figur 10-13.

COWI
10/11ROS-ANALYSE FJÆREIDE VASSVERK



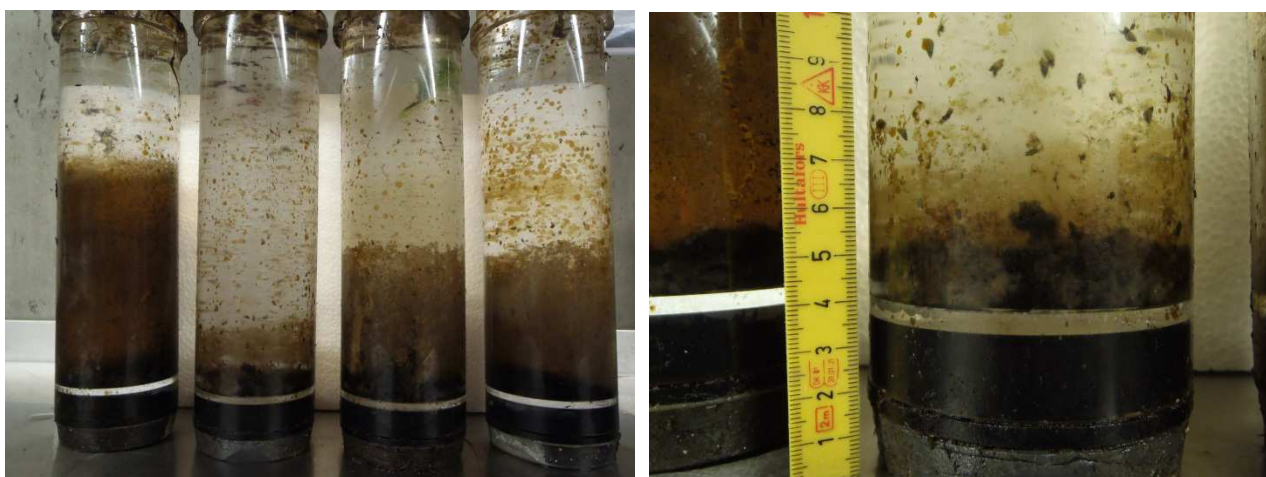
Figur 10 Sediment i felle fra felt 1 (F1A)



Figur 11 Sediment i felle fra felt 2 (F2A)



Figur 12 Sediment i felle fra felt 3 (F3A)



Figur 13 Sediment i felle fra felt 4 (F4B)

3 Laboratoriearbeid

Passiver prøvetakere (POM) er analysert hos NGI.
Materiale fra sedimentfellene er analysert hos Eurofins AS.
Analyserapporter er vedlagt.

4 Referanser

- 1 Cowi AS 2012. Miljøovervåking i Kirkebukten.
- 2 NGI 2011. Effekt av tildekking i Kirkebukten Overvåkingsresultater fra høsten 2011

5 Vedlegg

- 1 Analyseresultater POM, NGI prosjektnr 20120460 revidert utgave 2013.04.10
- 2 Analyseresultater sedimentfeller, Eurofins AS test report NO1002429275 og AR-12-MM-018014-01



Bergen kommune Vann- og avløpsetaten
v/Hogne Hjelle
Postboks 7700
5020 Bergen

Oslo, 2013.04.11

62003 Analyseresultater fra NGI miljølaboratorium

Prosjektnavn: Kirkebukten, PAH og PCB i passive prøvetakere.
Prosjektnummer: 20120460
Prøvetype: Passive prøvetakere (POM) 55µm.
Antall prøver: 16
Mottatt dato: 30.07.12
Anmerkninger: POM fra Kirkebukten i Bergen.
Revidert utgave 2013.04.10

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
www.ngi.no

Følgende analyser har blitt utført:

Parameter	Intern pros. MLP	MLP basert på	Akkreditert	Måleområde	Analysedato
PAH/PCB	-	Passive prøvetakere	Nei	-	2013.04.09-2013.04.10

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

BS EN ISO 9001
Sertifisert av BSI
Reg. No. FS 32989

Norges Geotekniske Institutt



Miljølaboratoriet - Passive prøvetakere (POM)

Prosjektnr.: 20101115

Prosjekttittel: Bergen Havn

Prøven navn: F1B 10-15

Intern ref: PAH/PCB-120925

Dato/kontroll:

11/4-13 AP

Materialkarakterisering

Beskrivelse av forsøket

55 µm POM

0,4763 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	0,0839
Acenaftylene	0,000884
Acenaften	0,00548
Fluoren	0,00177
Fenantren	0,00379
Antracen	0,000115
Fluoranten	0,000259
Pyren	0,000366
Benzo(a)antracen^	0,0000429
Krysen^	0,0000458
Benzo(b)fluoranten^	0,0000351
Benzo(k)fluoranten^	0,0000234
Benzo(a)pyren^	0,0000221
Indeno(123cd)pyren^	0,0000323
Dibenso(ah)antracen^	0,0000119
Benso(ghi)perylen	0,0000121
Sum PAH-16	0,0968
PCB-28	0,00000793
PCB-52	0,000000882
PCB-101	0,00
PCB-118	0,00
PCB-153	0,00
PCB-138	0,00
PCB-180	0,00
SUM PCB-7	0,00000881

Norges Geotekniske Institutt



Miljølaboratoriet - Passive prøvetakere (POM)

Prosjektnr.: 20101115

Prosjekttittel: Bergen Havn

Prøven navn: F1B 30-35

Intern ref: PAH/PCB-120925

Dato/kontroll:

11/4-13 AP

Materialkarakterisering

Beskrivelse av forsøket

55 µm POM

0,3736 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	0,0929
Acenaftylen	0,00129
Acenaften	0,00982
Fluoren	0,00212
Fenantren	0,00550
Antracen	0,000140
Fluoranten	0,000486
Pyren	0,000868
Benso(a)antracen^	0,0000308
Krysen^	0,0000739
Benso(b)fluoranten^	0,0000722
Benso(k)fluoranten^	0,0000382
Benso(a)pyren^	0,0000345
Indeno(123cd)pyren^	0,0000384
Dibenso(ah)antracen^	0,00000734
Benso(ghi)perylen	0,0000152
Sum PAH-16	0,113
PCB-28	0,0000184
PCB-52	0,00000133
PCB-101	0,00000345
PCB-118	0,00
PCB-153	0,00
PCB-138	0,000000134
PCB-180	0,00
SUM PCB-7	0,0000233

Norges Geotekniske Institutt**Miljølaboratoriet - Passive prøvetakere (POM)**

Prosjektnr.: 20101115

Prosjekttittel: Bergen Havn

Prøven navn: F2A 10-15

Intern ref: PAH/PCB-120925

Dato/kontroll:

11/4-13 AP

Materialkarakterisering**Beskrivelse av forsøket**

55 µm POM

0,8791 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	0,0355
Acenaftylen	0,000392
Acenaften	0,00165
Fluoren	0,00115
Fenantren	0,00230
Antracen	0,0000324
Fluoranten	0,000132
Pyren	0,000132
Benso(a)antracen^	0,0000101
Krysen^	0,0000187
Benso(b)fluoranten^	0,0000192
Benso(k)fluoranten^	0,0000149
Benso(a)pyren^	0,0000170
Indeno(123cd)pyren^	0,0000157
Dibenso(ah)antracen^	0,00000168
Benso(ghi)perylene	0,00000843
Sum PAH-16	0,0414
PCB-28	0,00000657
PCB-52	0,000000666
PCB-101	0,00
PCB-118	0,00
PCB-153	0,00
PCB-138	0,00
PCB-180	0,00
SUM PCB-7	0,00000724

Norges Geotekniske Institutt



Miljølaboratoriet - Passive prøvetakere (POM)

Prosjektnr.: 20101115

Prosjekttittel: Bergen Havn

Prøven navn: F2B 30-35

Intern ref: PAH/PCB-120925

Dato/kontroll:

11/4-13 AP

Materialkarakterisering

Beskrivelse av forsøket

55 µm POM

0,9571 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	0,193
Acenaftylen	0,00170
Acenaften	0,00371
Fluoren	0,00356
Fenantren	0,00796
Antracen	0,0000740
Fluoranten	0,000288
Pyren	0,000335
Benso(a)antracen^	0,0000267
Krysen^	0,0000389
Benso(b)fluoranten^	0,0000400
Benso(k)fluoranten^	0,0000297
Benso(a)pyren^	0,0000261
Indeno(123cd)pyren^	0,0000261
Dibenso(ah)antracen^	0,00000380
Benso(ghi)perylene	0,0000118
Sum PAH-16	0,211
PCB-28	0,0000178
PCB-52	0,000000886
PCB-101	0,00
PCB-118	0,00
PCB-153	0,00
PCB-138	0,00
PCB-180	0,00
SUM PCB-7	0,0000187

Norges Geotekniske Institutt



Miljølaboratoriet - Passive prøvetakere (POM)

Prosjektnr.: 20101115

Prosjekttittel: Bergen Havn

Prøven navn: F3A 10-15

Intern ref: PAH/PCB-120925

Dato/kontroll:

11/4-13 AP

Materialkarakterisering

Beskrivelse av forsøket

55 µm POM

0,3539 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	0,0622
Acenaftylen	0,000983
Acenaften	0,00554
Fluoren	0,00193
Fenantren	0,00501
Antracen	0,0000960
Fluoranten	0,000302
Pyren	0,000472
Benso(a)antracen^	0,0000181
Krysen^	0,0000251
Benso(b)fluoranten^	0,0000221
Benso(k)fluoranten^	0,0000232
Benso(a)pyren^	0,0000169
Indeno(123cd)pyren^	0,0000168
Dibenso(ah)antracen^	0,00000867
Benso(ghi)perylene	0,00000968
Sum PAH-16	0,0767
PCB-28	0,00000961
PCB-52	0,00
PCB-101	0,00
PCB-118	0,00
PCB-153	0,00
PCB-138	0,00
PCB-180	0,00
SUM PCB-7	0,00000961

Norges Geotekniske Institutt



Miljølaboratoriet - Passive prøvetakere (POM)

Prosjektnr.: 20101115

Prosjekttittel: Bergen Havn

Prøven navn: F3A 30-35

Intern ref: PAH/PCB-120925

Dato/kontroll:

11/4-13 AP

Materialkarakterisering

Beskrivelse av forsøket

55 µm POM

1,0519 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	0,101
Acenaftylen	0,000898
Acenaften	0,00254
Fluoren	0,00300
Fenantren	0,00494
Antracen	0,0000449
Fluoranten	0,000180
Pyren	0,000245
Benso(a)antracen^	0,00000802
Krysen^	0,0000233
Benso(b)fluoranten^	0,0000224
Benso(k)fluoranten^	0,0000157
Benso(a)pyren^	0,0000128
Indeno(123cd)pyren^	0,00000833
Dibenso(ah)antracen^	0,00000316
Benso(ghi)perylene	0,00000849
Sum PAH-16	0,113
PCB-28	0,00000389
PCB-52	0,000000484
PCB-101	0,000000235
PCB-118	0,00
PCB-153	0,0000000596
PCB-138	0,0000000656
PCB-180	0,00
SUM PCB-7	0,00000474

Norges Geotekniske Institutt



Miljølaboratoriet - Passive prøvetakere (POM)

Prosjektnr.: 20101115

Prosjekttittel: Bergen Havn

Prøven navn: F4A 10-15

Intern ref: PAH/PCB-120925

Dato/kontroll:

11/4-13 AP

Materialkarakterisering

Beskrivelse av forsøket

55 µm POM

0,8281 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	0,0329
Acenaftylen	0,000470
Acenaften	0,00328
Fluoren	0,00112
Fenantren	0,00200
Antracen	0,0000600
Fluoranten	0,000312
Pyren	0,000365
Benso(a)antracen^	0,0000313
Krysen^	0,0000630
Benso(b)fluoranten^	0,0000553
Benso(k)fluoranten^	0,0000469
Benso(a)pyren^	0,0000281
Indeno(123cd)pyren^	0,0000396
Dibenso(ah)antracen^	0,00000618
Benso(ghi)perylene	0,0000206
Sum PAH-16	0,0408
PCB-28	0,00000267
PCB-52	0,00
PCB-101	0,00
PCB-118	0,00
PCB-153	0,00
PCB-138	0,00
PCB-180	0,00
SUM PCB-7	0,00000267

Norges Geotekniske Institutt**Miljølaboratoriet - Passive prøvetakere (POM)**

Prosjektnr.: 20101115

Prosjekttittel: Bergen Havn

Prøven navn: F4A 30-35

Intern ref: PAH/PCB-120925

Dato/kontroll:

11/4-13 AP

Materialkarakterisering**Beskrivelse av forsøket**

55 µm POM

0,3543 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	0,0456
Acenaftylen	0,000872
Acenaften	0,00647
Fluoren	0,00147
Fenantren	0,00376
Antracen	0,0000715
Fluoranten	0,000636
Pyren	0,000622
Benso(a)antracen^	0,0000525
Krysen^	0,000106
Benso(b)fluoranten^	0,000135
Benso(k)fluoranten^	0,0000699
Benso(a)pyren^	0,0000613
Indeno(123cd)pyren^	0,0000685
Dibenso(ah)antracen^	0,0000158
Benso(ghi)perylene	0,0000410
Sum PAH-16	0,0600
PCB-28	0,00
PCB-52	0,00
PCB-101	0,00
PCB-118	0,00
PCB-153	0,000000184
PCB-138	0,00
PCB-180	0,00
SUM PCB-7	0,000000184

Norges Geotekniske Institutt



Miljølaboratoriet - Passive prøvetakere (POM)

Prosjektnr.: 20101115

Prosjekttittel: Bergen Havn

Prøven navn: F5B 10-15

Intern ref: PAH/PCB-120925

Dato/kontroll:

11/4-13 AP

Materialkarakterisering

Beskrivelse av forsøket

55 µm POM

0,9973 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	0,0718
Acenaftylen	0,000537
Acenaften	0,00191
Fluoren	0,00114
Fenantren	0,00362
Antracen	0,0000500
Fluoranten	0,000385
Pyren	0,000596
Benso(a)antracen^	0,0000379
Krysen^	0,0000774
Benso(b)fluoranten^	0,000115
Benso(k)fluoranten^	0,0000875
Benso(a)pyren^	0,0000681
Indeno(123cd)pyren^	0,0000755
Dibenso(ah)antracen^	0,0000130
Benso(ghi)perylene	0,0000344
Sum PAH-16	0,0805
PCB-28	0,00000428
PCB-52	0,000000630
PCB-101	0,000000299
PCB-118	0,00
PCB-153	0,0000000694
PCB-138	0,000000121
PCB-180	0,00
SUM PCB-7	0,00000540

Norges Geotekniske Institutt



Miljølaboratoriet - Passive prøvetakere (POM)

Prosjektnr.: 20101115

Prosjekttittel: Bergen Havn

Prøven navn: F5A 30-35

Intern ref: PAH/PCB-120925

Dato/kontroll:

11/4-13 AP

Materialkarakterisering

Beskrivelse av forsøket

55 µm POM

0,4912 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	0,100
Acenaftylen	0,000896
Acenaften	0,00335
Fluoren	0,00403
Fenantren	0,00836
Antracen	0,0000701
Fluoranten	0,000639
Pyren	0,000720
Benso(a)antracen^	0,0000496
Krysen^	0,000164
Benso(b)fluoranten^	0,000139
Benso(k)fluoranten^	0,000117
Benso(a)pyren^	0,0000681
Indeno(123cd)pyren^	0,0000331
Dibenso(ah)antracen^	0,0000187
Benso(ghi)perylene	0,0000400
Sum PAH-16	0,119
PCB-28	0,00000344
PCB-52	0,00000150
PCB-101	0,000000679
PCB-118	0,000000276
PCB-153	0,000000145
PCB-138	0,000000317
PCB-180	0,00
SUM PCB-7	0,00000636

Norges Geotekniske Institutt**Miljølaboratoriet - Passive prøvetakere (POM)**

Prosjektnr.: 20101115

Prosjekttittel: Bergen Havn

Prøven navn: F5C 10-15

Intern ref: PAH/PCB-120925

Dato/kontroll:

11/4-13 AP

Materialkarakterisering**Beskrivelse av forsøket**

55 µm POM

1,0798 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	0,0352
Acenaftylen	0,00155
Acenaften	0,00358
Fluoren	0,00637
Fenantren	0,0123
Antracen	0,000108
Fluoranten	0,00227
Pyren	0,00248
Benso(a)antracen^	0,000163
Krysen^	0,000591
Benso(b)fluoranten^	0,000331
Benso(k)fluoranten^	0,000339
Benso(a)pyren^	0,000179
Indeno(123cd)pyren^	0,0000559
Dibenso(ah)antracen^	0,0000320
Benso(ghi)perylene	0,0000931
Sum PAH-16	0,0656
PCB-28	0,0000241
PCB-52	0,00000335
PCB-101	0,000000916
PCB-118	0,000000413
PCB-153	0,000000267
PCB-138	0,000000376
PCB-180	0,00
SUM PCB-7	0,0000295

Norges Geotekniske Institutt



Miljølaboratoriet - Passive prøvetakere (POM)

Prosjektnr.: 20101115

Prosjekttittel: Bergen Havn

Prøven navn: F5C 30-35

Intern ref: PAH/PCB-120925

Dato/kontroll:

11/4-13 AP

Materialkarakterisering

Beskrivelse av forsøket

55 µm POM

1,087 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	0,0228
Acenaftylen	0,00130
Acenaften	0,00268
Fluoren	0,00536
Fenantren	0,0123
Antracen	0,000105
Fluoranten	0,00152
Pyren	0,00181
Benso(a)antracen^	0,0000897
Krysen^	0,000421
Benso(b)fluoranten^	0,000296
Benso(k)fluoranten^	0,000310
Benso(a)pyren^	0,000139
Indeno(123cd)pyren^	0,0000492
Dibenso(ah)antracen^	0,0000253
Benso(ghi)perylene	0,0000722
Sum PAH-16	0,0493
PCB-28	0,0000222
PCB-52	0,00000336
PCB-101	0,000000839
PCB-118	0,000000513
PCB-153	0,000000198
PCB-138	0,000000329
PCB-180	0,00
SUM PCB-7	0,0000275

Norges Geotekniske Institutt**Miljølaboratoriet - Passive prøvetakere (POM)**

Prosjektnr.: 20101115

Prosjekttittel: Bergen Havn

Prøven navn: O1 10-15

Intern ref: PAH/PCB-120925

Dato/kontroll:

11/4-13 AP

Materialkarakterisering**Beskrivelse av forsøket**

55 µm POM

1,0622 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	0,0152
Acenaftylen	0,000584
Acenaften	0,00201
Fluoren	0,00487
Fenantren	0,0119
Antracen	0,000136
Fluoranten	0,00962
Pyren	0,0117
Benso(a)antracen^	0,0000326
Krysen^	0,000526
Benso(b)fluoranten^	0,000100
Benso(k)fluoranten^	0,0002129
Benso(a)pyren^	0,0000365
Indeno(123cd)pyren^	0,0000142
Dibenso(ah)antracen^	0,00
Benso(ghi)perylene	0,0000140
Sum PAH-16	0,0569
PCB-28	0,0000297
PCB-52	0,00000384
PCB-101	0,000000524
PCB-118	0,00
PCB-153	0,00
PCB-138	0,00
PCB-180	0,00
SUM PCB-7	0,0000341

Norges Geotekniske Institutt



Miljølaboratoriet - Passive prøvetakere (POM)

Prosjektnr.: 20101115

Prosjekttittel: Bergen Havn

Prøven navn: O2 10-15

Intern ref: PAH/PCB-120925

Dato/kontroll:

11/4-13 AP

Materialkarakterisering

Beskrivelse av forsøket

55 µm POM

1,0649 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	0,0148
Acenaftylen	0,00101
Acenaften	0,00237
Fluoren	0,00431
Fenantren	0,0109
Antracen	0,000107
Fluoranten	0,00253
Pyren	0,00316
Benso(a)antracen^	0,0000600
Krysen^	0,000816
Benso(b)fluoranten^	0,000139
Benso(k)fluoranten^	0,0000933
Benso(a)pyren^	0,0000342
Indeno(123cd)pyren^	0,00000954
Dibenso(ah)antracen^	0,0000115
Benso(ghi)perylene	0,0000237
Sum PAH-16	0,0404
PCB-28	0,0000241
PCB-52	0,00000242
PCB-101	0,000000382
PCB-118	0,000000187
PCB-153	0,0000000883
PCB-138	0,0000000907
PCB-180	0,00
SUM PCB-7	0,0000272

Norges Geotekniske Institutt



Miljølaboratoriet - Passive prøvetakere (POM)

Prosjektnr.: 20101115

Prosjekttittel: Bergen Havn

Prøven navn: O2 30-35

Intern ref: PAH/PCB-120925

Dato/kontroll:

11/4-13 AP

Materialkarakterisering

Beskrivelse av forsøket

55 µm POM

0,9672 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	0,0176
Acenaftylen	0,00102
Acenaften	0,00303
Fluoren	0,00434
Fenantren	0,0111
Antracen	0,000107
Fluoranten	0,00210
Pyren	0,00295
Benso(a)antracen^	0,0000540
Krysen^	0,000881
Benso(b)fluoranten^	0,000118
Benso(k)fluoranten^	0,0000910
Benso(a)pyren^	0,0000245
Indeno(123cd)pyren^	0,0000116
Dibenso(ah)antracen^	0,00
Benso(ghi)perylene	0,0000243
Sum PAH-16	0,0434
PCB-28	0,0000194
PCB-52	0,00000297
PCB-101	0,000000474
PCB-118	0,000000196
PCB-153	0,0000000963
PCB-138	0,000000133
PCB-180	0,00
SUM PCB-7	0,0000232

Norges Geotekniske Institutt



Miljølaboratoriet - Passive prøvetakere (POM)

Prosjektnr.: 20101115

Prosjekttittel: Bergen Havn

Prøven navn: O3 60

Intern ref: PAH/PCB-120925

Dato/kontroll:

11/4-13 AP

Materialkarakterisering

Beskrivelse av forsøket

55 µm POM

1,0916 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	0,0125
Acenaftylen	0,000611
Acenaften	0,00191
Fluoren	0,00339
Fenantren	0,00683
Antracen	0,0000635
Fluoranten	0,000891
Pyren	0,000953
Benso(a)antracen^	0,0000288
Krysen^	0,000336
Benso(b)fluoranten^	0,0000818
Benso(k)fluoranten^	0,0000425
Benso(a)pyren^	0,0000189
Indeno(123cd)pyren^	0,0000112
Dibenso(ah)antracen^	0,00000781
Benso(ghi)perylene	0,0000165
Sum PAH-16	0,0277
PCB-28	0,0000102
PCB-52	0,00000139
PCB-101	0,00
PCB-118	0,00
PCB-153	0,0000000569
PCB-138	0,000000124
PCB-180	0,00
SUM PCB-7	0,0000118



Umwelt

Test report to order 11210713

No. 1002429275 page 1 / 2

EUROFINS Umwelt Ost GmbH · Niederlassung Freiberg
OT Tuttendorf, Gewerbepark "Schwarze Kiefern" · D-09633 Halsbrücke

**Eurofins Environment Testing Norway AS
Møllebakken 50****N-1538 Moss
NORWAY**

Title: **Test report to order 11210713**
Test report: **No. 1002429275**

Project: **No. 1002429**
Title of project: **order N°EUNOMO-00011071**
Number of samples: **1 sample**
Sample type: **sediment**
Receipt of samples: **2012-10-22**
Test period: **2012-10-22 - 2012-10-30**

Subcontracting in a consolidated company:

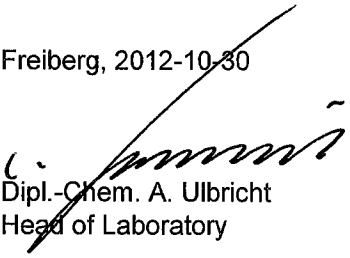
Determination was performed by an accredited laboratory of the EUROFINS group:
(J) EUROFINS Umwelt Ost GmbH, Löbstedter Straße 78, 07749 Jena

The test results refer solely to the analysed test specimen. Unless the sampling was done by our laboratory or in our sub-order the responsibility for the correctness of the sampling is disclaimed. This test report is only valid with signature and may only be further published completely and unchanged. Extracts or changes require the authorisation of the EUROFINS UMWELT in each individual case.

Our actual General Terms of Sales GTS (Allgemeine Verkaufsbedingungen AVB) are applicable, if nothing else is agreed.
The GTS will be submitted in German on request.

Accredited test laboratory according to DIN EN ISO/IEC 17025 notification under the DAkkS German Accreditation System for Testing. The accreditation shall apply for the tests listed in the certificate.

Freiberg, 2012-10-30


Dipl.-Chem. A. Ulbricht
Head of Laboratory

Niederlassung Freiberg
OT Tuttendorf, Gewerbepark "Schwarze Kiefern" Hauptsitz:
D-09633 Halsbrücke Löbstedter Straße 78
Tel. +49 (0) 3731 2076 500 D-07749 Jena
Fax +49 (0) 3731 2076 555 info_jena@eurofins.de
info_freiberg@eurofins.de www.eurofins-umwelt-ost.de

Geschäftsführer:
Dr. Ulrich Erlen,
Dr. Benno Schneider
Amtsgericht Jena HRB 202596
USt-ID.Nr.: DE 151 28 1997

Bankverbindung: NORD LB
BLZ 250 500 00
Kto 150 334 779
IBAN DE91 250 500 00 0150 334 779
BIC/SWIFT NOLA DE 2HXXX



Umwelt

Test report to order 11210713

No. 1002429275 page 2 / 2

Project: order N°EUNOMO-00011071

			Sample designation	439-2012-10180202
			Lab-ID#	112055594
Parameter	Unit	LOQ	Method	

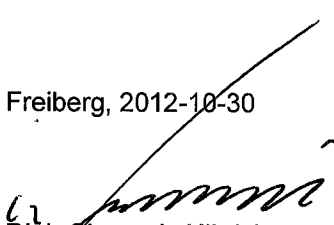
Determination from the original sample

clay (sample size: < 2 µm) (J)	% w/w DS	0,1	analogue DIN ISO 11277	6,4
fine portion (sample size: < 63 µm) (J)	% w/w DS	0,1	analogue DIN ISO 11277	11,2
dry substance (J)	% w/w OS	0,1	gravimetric after drying with 105 ° C	37,2
total organic carbon (J)	% w/w DS	0,1	burning-method, DIN ISO 10694	6,56

OS - original substance

DS - dry substance

Freiberg, 2012-10-30


Dipl.-Chem. A. Ulbricht
Head of Laboratory



Eurofins Environment Testing Norway AS
(Moss)

F. reg. 965 141 618 MVA
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
Fax: +47 69 27 23 40
miljo@eurofins.no

AR-12-MM-018014-01



EUNOMO-00063173

Prøvemottak: 18.10.2012
Temperatur:
Analyseperiode: 18.10.2012-30.10.2012
Referanse: oppdr.nr: 128869,
Bergen havn

COWI AS
Bryggeriveien 2
1601 FREDRIKSTAD
Attn: Ane Gjesdal

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).



EUNOMO-00063173

Prøvenr.:	439-2012-10180202	Prøvetakingsdato:	02.10.2012			
Prøvetype:	Jord	Prøvetaker:	AMG			
Prøvemerkning:	KB-SF, F1-A ,2.10.12	Analysestartdato:	18.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
Total tørrstoff	47	%	12%	NS 4764	0.02	
Arsen (As)	2.5	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
Bly (Pb)	26	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
Kadmium (Cd)	0.12	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 17294-2	0.01	
Kobber (Cu)	25	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.8	
Krom (Cr)	11	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.3	
Kvikksølv (Hg)	0.053	mg/kg TS	20%	NS-EN ISO 12846	0.001	
Nikkel (Ni)	9.5	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	1	
Sink (Zn)	770	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	10	
PAH 16 EPA						
Naftalen	0.31	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Acenaftylen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Acenaften	0.17	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fluoren	0.11	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fenantren	0.23	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Antracen	0.038	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fluoranten	0.36	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Pyren	0.40	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo(a)antracen	0.24	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Krysen/Trifenylen	0.31	mg/kg TS	35%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[b]fluoranten	0.17	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[k]fluoranten	0.13	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[a]pyren	0.13	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.040	mg/kg TS	30%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Dibenzo[a,h]antracen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[g,h,i]perylen	0.050	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Sum PAH(16) EPA	2.7	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod		
PCB 7						
PCB 28	0.00062	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 52	0.0024	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 101	0.0020	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 118	0.0012	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 138	0.0062	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 153	0.0051	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 180	0.0031	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
Sum 7 PCB	0.020	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod		
Tributyltinn (TBT)	23	µg/kg TS	40%	Intern metode	1	
a)* Diverste test						
Spesialanalyse	Se vedlegg			Manuell innlegging/vedlegg		
a) Totalt organisk karbon (TOC)	6.56	% (v/v) dv	EN 13137		0.1	

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).



EUNOMO-00063173

Prøvenr.:	439-2012-10180203		Prøvetakingsdato:	02.10.2012		
Prøvetype:	Jord		Prøvetaker:	AMG		
Prøvemerkning:	KB-SF, F1-B ,2.10.12		Analysestartdato:	18.10.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
Total tørrstoff	32	%	12%	NS 4764	0.02	
Arsen (As)	2.0	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
Bly (Pb)	9.6	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
Kadmium (Cd)	0.13	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.01	
Kobber (Cu)	26	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.8	
Krom (Cr)	3.9	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.3	
Kvikksølv (Hg)	0.053	mg/kg TS	20%	NS-EN ISO 12846	0.001	
Nikkel (Ni)	5.0	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	1	
Sink (Zn)	92	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	10	
PAH 16 EPA						
Naftalen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Acenaftylen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Acenaften	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fluoren	0.011	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fenantren	0.10	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Antracen	0.024	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fluoranten	0.24	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Pyren	0.25	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo(a)antracen	0.22	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Krysen/Trifenylen	0.26	mg/kg TS	35%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[b]fluoranten	0.13	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[k]fluoranten	0.11	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[a]pyren	0.087	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.029	mg/kg TS	30%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Dibenzo[a,h]antracen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[g,h,i]perylen	0.040	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Sum PAH(16) EPA	1.5	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod		
PCB 7						
PCB 28	0.00064	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 52	0.0018	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 101	0.0011	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 118	<0.0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 138	0.0079	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 153	0.0018	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 180	0.0093	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
Sum 7 PCB	0.023	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod		
Tributyltinn (TBT)	71	µg/kg TS	40%	Intern metode	1	

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).



EUNOMO-00063173

Prøvenr.:	439-2012-10180204	Prøvetakingsdato:	02.10.2012			
Prøvetype:	Jord	Prøvetaker:	AMG			
Prøvemerkning:	KB-SF, F2 ,2.10.12	Analysestartdato:	18.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
Total tørrstoff	12	%	12%	NS 4764	0.02	
Arsen (As)	5.6	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
Bly (Pb)	45	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
Kadmium (Cd)	0.17	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.01	
Kobber (Cu)	58	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.8	
Krom (Cr)	41	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.3	
Kvikksølv (Hg)	0.568	mg/kg TS	20%	NS-EN ISO 12846	0.001	
Nikkel (Ni)	85	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	1	
Sink (Zn)	170	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	10	
PAH 16 EPA						
Naftalen	0.059	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Acenaftylen	0.040	mg/kg TS	41%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Acenaften	0.029	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fluoren	0.027	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fenantren	0.29	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Antracen	0.062	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fluoranten	0.61	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Pyren	0.61	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo(a)antracen	0.53	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Krysen/Trifenylen	0.56	mg/kg TS	35%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[b]fluoranten	0.46	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[k]fluoranten	0.35	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[a]pyren	0.31	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.15	mg/kg TS	30%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Dibenzo[a,h]antracen	<0.02	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[g,h,i]perylen	0.14	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Sum PAH(16) EPA	4.2	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod		
PCB 7						
PCB 28	<0.001	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 52	0.0083	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 101	0.0039	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 118	0.0031	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 138	0.0082	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 153	0.0063	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 180	0.0035	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
Sum 7 PCB	0.033	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod		
Tributyltinn (TBT)	560	µg/kg TS	40%	Intern metode	1	

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).



EUNOMO-00063173

Prøvenr.:	439-2012-10180205	Prøvetakingsdato:	02.10.2012			
Prøvetype:	Jord	Prøvetaker:	AMG			
Prøvemerkning:	KB-SF, F3 ,2.10.12	Analysestartdato:	18.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
Total tørrstoff	11	%	12%	NS 4764	0.02	
Arsen (As)	7.4	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
Bly (Pb)	74	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
Kadmium (Cd)	0.25	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.01	
Kobber (Cu)	96	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.8	
Krom (Cr)	56	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.3	
Kvikksølv (Hg)	0.996	mg/kg TS	20%	NS-EN ISO 12846	0.001	
Nikkel (Ni)	110	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	1	
Sink (Zn)	220	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	10	
PAH 16 EPA						
Naftalen	0.037	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Acenaftylen	0.033	mg/kg TS	41%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Acenaften	0.029	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fluoren	0.036	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fenantren	0.32	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Antracen	0.094	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fluoranten	0.92	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Pyren	0.87	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo(a)antracen	0.84	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Krysen/Trifenylen	0.89	mg/kg TS	35%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[b]fluoranten	0.64	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[k]fluoranten	0.51	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[a]pyren	0.46	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.19	mg/kg TS	30%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Dibenzo[a,h]antracen	0.020	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[g,h,i]perylen	0.19	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Sum PAH(16) EPA	6.1	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod		
PCB 7						
PCB 28	0.0013	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 52	0.011	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 101	0.0063	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 118	0.0055	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 138	0.014	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 153	0.0098	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 180	0.0063	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
Sum 7 PCB	0.053	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod		
Tributyltinn (TBT)	540	µg/kg TS	40%	Intern metode	1	

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).



EUNOMO-00063173

Prøvenr.:	439-2012-10180206	Prøvetakingsdato:	02.10.2012			
Prøvetype:	Jord	Prøvetaker:	AMG			
Prøvemerkning:	KB-SF, F4 ,2.10.12	Analysestartdato:	18.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
Total tørrstoff	7.9	%	12%	NS 4764	0.02	
Arsen (As)	<6.4	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
Bly (Pb)	52	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
Kadmium (Cd)	0.17	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.01	
Kobber (Cu)	86	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.8	
Krom (Cr)	34	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.3	
Kvikksølv (Hg)	0.822	mg/kg TS	20%	NS-EN ISO 12846	0.001	
Nikkel (Ni)	92	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	1	
Sink (Zn)	160	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	10	
PAH 16 EPA						
Naftalen	<0.02	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Acenaftylen	<0.02	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Acenaften	0.030	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fluoren	0.034	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fenantren	0.33	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Antracen	0.079	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fluoranten	0.80	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Pyren	0.74	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo(a)antracen	0.64	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Krysen/Trifenylen	0.69	mg/kg TS	35%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[b]fluoranten	0.47	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[k]fluoranten	0.38	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[a]pyren	0.34	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.12	mg/kg TS	30%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Dibenzo[a,h]antracen	<0.02	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[g,h,i]perylen	0.12	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Sum PAH(16) EPA	4.8	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod		
PCB 7						
PCB 28	0.0033	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 52	0.0076	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 101	0.0049	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 118	0.0047	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 138	0.010	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 153	0.0072	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 180	0.0038	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
Sum 7 PCB	0.042	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod		
Tributyltinn (TBT)	690	µg/kg TS	40%	Intern metode	1	

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a)* Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg), OT Tuttendorf, Gewerbepark "Schwarze Kiefern", D-09633, Halsbrücke

a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14081-01-00, Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg), OT Tuttendorf, Gewerbepark "Schwarze Kiefern", D-09633, Halsbrücke

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).



EUNOMO-00063173



Moss 30.10.2012

Inger Marie Johansen

Laboratorie Ingeniør

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 målesikkerhet 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).

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information									
Dokumenttittel/Document title Kirkebukten, Bergen havn - vurdering av overvåkningsresultater. Effekt av tildekking - overvåkningsresultater 2012.						Dokument nr/Document No. 20120461-02-R			
Dokumenttype/Type of document			Distribusjon/Distribution			Dato/Date 3. juni 2013			
☒ Rapport/Report			☐ Fri/Unlimited			Rev.nr./Rev.No. Rev. 1 / 26. juni 2013			
☐ Teknisk notat/Technical Note			☒ Begrenset/Limited						
			☐ Ingen/None						
Oppdragsgiver/Client Bergen kommune Vann- og avløpsetaten									
Emneord/Keywords Sediment, tildekking, overvåkning									
Stedfesting/Geographical information									
Land, fylke/Country, County Norge, Hordaland						Havområde/Offshore area			
Kommune/Municipality Bergen						Felt navn/Field name			
Sted/Location Kirkebukten i Byfjorden						Sted/Location			
Kartblad/Map 1115 I						Felt, blokknr./Field, Block No.			
UTM-koordinater/UTM-coordinates 32V N6700231 Ø0296172									
Dokumentkontroll/Document control									
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001									
Rev./ Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egen- kontroll/ Self review av/by:		Sidemanns- kontroll/ Colleague review av/by:		Uavhengig kontroll/ Independent review av/by:		Tverrfaglig kontroll/ Inter- disciplinary review av/by:	
0	Originaldokument	AO		AP					
1	Mindre endringer til Tabell 1 (riktig farge kode for PCB7), side 12 (riktig tilstandsklasse for PCB-7) og sammendrag.	AO		EE					
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release		Dato/Date 26. juni 2013		Sign. Prosjektleder/Project Manager Amy Oen					

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen geofagene. Vi utvikler optimale løsninger for samfunnet, og tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg.

Vi arbeider i følgende markeder: olje, gass og energi, bygg, anlegg og samferdsel, naturskade og miljøteknologi. NGI er en privat stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskap i Houston, Texas, USA.

NGI ble utnevnt til "Senter for fremragende forskning" (SFF) i 2002 og leder "International Centre for Geohazards" (ICG).

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting in the geosciences. NGI develops optimum solutions for society, and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the oil, gas and energy, building and construction, transportation, natural hazards and environment sectors. NGI is a private foundation with office and laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter company in Houston, Texas, USA.

NGI was awarded Centre of Excellence status in 2002 and leads the International Centre for Geohazards (ICG).

www.ngi.no



Hovedkontor/Main office:
PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo
Norway

Besøksadresse/Street address:
Sognsveien 72, NO-0855 Oslo

Avd Trondheim/Trondheim office:
PO Box 1230 Pircenteret
NO-7462 Trondheim
Norway

Besøksadresse/Street address:
Pircenteret, Havnegata 9, NO-7010 Trondheim

T: (+47) 22 02 30 00
F: (+47) 22 23 04 48

ngi@ngi.no
www.ngi.no

Kontonr 5096 05 01281/IBAN NO26 5096 0501 281
Org. nr/Company No.: 958 254 318 MVA

BSI EN ISO 9001
Sertifisert av/Certified by BSI, Reg. No. FS 32989

