



Rapport / Report

Etterkontroll av Dypvannsdeponiet ved Malmøykalven - 2013

Kontroll 2013

20130439-01-R
13. februar 2014
Rev. nr.: 1, 5. mai 2014

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: Etterkontroll av Dypvannsdeponiet ved Malmøykalven - 2013
Dokumenttittel: Kontroll 2013
Dokumentnr.: 20130439-01-R
Dato: 13. februar 2014
Rev. nr./rev. dato: 1 / 5. mai 2014

Hovedkontor:
Pb. 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

Avd Trondheim:
Pb. 1230 Sluppen
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: Oslo Havn KF
Kontaktperson: Jarle Berger
Kontraktreferanse: 40HAV05

For NGI

Prosjektleder: Amy M.P. Oen
Utarbeidet av: Amy M.P. Oen
Kontrollert av: Gijs D. Breedveld

Sammendrag

Oslo Havn KF har tidligere gjennomført etterkontroll av dypvannsdeponiet i henhold til kontrollplanen som var utarbeidet på grunnlag av vilkår gitt i Miljødirektoratets tillatelse, kontroll 2011 (NGI, 2012) og kontroll 2012 (NGI, 2013). En samlet vurdering av resultatene fra kontrollen 2012 viste at tildekkingslaget fungerte som forutsatt og at Oslo Havns forpliktelser etter tillatelsen dermed var ivarettatt.

For å sikre ytterligere dokumentasjon av tildekkingens effekt i de første årene etter at dypvannsdeponiet ble avsluttet, har Oslo Havn KF initiert nye undersøkelser. I perioden juni – september 2013 ble det gjennomført undersøkelser ved bruk av ulike metoder for å dokumentere eventuell spredning av miljøgifter fra deponiet. Undersøkelsene har inkludert bruk av sedimentfeller, passive prøvetakere og diffusjonskamre. Kontroll i 2013 har benyttet de samme metodene som under tidligere kontroll i 2011 (NGI, 2012) og 2012 (NGI, 2013). Oppsummert viser kontrollen gjennomført i 2013 følgende:

- **Sedimentfeller**
 - Konsentrasjon av de utvalgte metallene og PAH-16 i sedimenterende materiale ved alle fire sedimentfellene tilsvarer tilstandsklassen I og II.
 - Det er påvist PCB-7 kun i prøvemateriale fra SMP-0 (stasjon nærmest Oslo og tilsvarer plassering av referansestasjonen under de tidligere nedføringsarbeidene). Konsentrasjonen i prøven tilsvarer tilstandsklassen III.
 - Konsentrasjon av TBT i sedimenterende materiale er relativt stabilt ved deponiområdet (tilstandsklassen III). I stasjonen nærmere Oslo er konsentrasjonen en størrelsesorden høyere (SMP-0, tilstandsklassen V).
 - Analyseresultater av sedimenterende materiale ved deponiområdet viser at konsentrasjon av metallene og organiske forbindelser er en faktor 2-4 lavere enn under nedføringen, og generelt på samme nivå eller lavere enn som tidligere observert i prøver fra referansestasjoner upåvirket av nedføringen.
 - Generelt viser observasjonene fra kontrollene gjennomført i 2011, 2012 og 2013 at kvaliteten på det sedimenterende materiale ved dypvannsdeponiet er stabil og representativ for kvaliteten av det naturlig sedimenterende materiale i området.
- **SPMD i diffusjonskamre på sjøbunn**
 - Det er ikke registrert utlekking av hverken PAH eller PCB da alle målingene er under metodens kvantifiseringsgrensen.
 - Ved å konservativt anta en utlekking tilsvarende kvantifiseringsgrensen, har utlekking av PAH og PCB fra dypvannsdeponiet og gjennom tildekkingslaget blitt redusert med henholdsvis mer enn 95 % og 93 % i forhold til utlekking fra den opprinnelige sjøbunnen i område ved dypvannsdeponiet, før nedføringen av mudrede masser begynte.
 - Resultatene for organiske miljøgiftene tyder på at konsolideringsfasen av dypvannsdeponiet nærmer seg slutten etter tre års overvåkning og at spredning fra dypvannsdeponiet på lang sikt vil være styrt av diffusjon.
- **POM passive prøvetakere**
 - Konsentrasjon av PAH og PCB i bunnvannet målt i 2013 er lavere enn målt under kontrollen 2011 og 2012.
 - Konsentrasjon av PAH og PCB i bunnvannet er lavere eller på det samme bakgrunnsnivået som ble målt før deponeringsarbeid var påbegynt.
 - Analyseresultatene i hele vannsøylen ved dypvannsdeponiet viser at vannkvaliteten i 2013 er forbedret og konsentrasjonene av PAH og PCB er lavere eller på samme nivå som bakgrunnskonsentrasjonen.

Sammendrag (forts.)



Dokumentnr.: 20130439-01-R
Dato: 2014-05-05
Rev. nr.: 1
Side: 5

Analyseresultatene tyder på at deponiets konsolideringsfase er dokumentert gjennom overvåkingen og at spredning fra dypvannsdeponiet på lang sikt vil styres av diffusjon. Basert på tidligere modellering, forventes det at spredningen fra diffusjon vil gradvis fortsette å minke. Fremtidig overvåking bør dokumentere denne reduksjonen, men hyppigheten av overvåkingen kan reduseres siden endringene forventes å bli mindre over tid.

En samlet vurdering av resultatene fra kontrollene som er gjennomført i 2011, 2012 og 2013 etter avslutning av deponiet viser at tildekkingslaget fungerer som forutsatt.

Innhold

1	Innledning	7
2	Overvåkning av eventuelle spredning med sedimentfeller	7
2.1	Metode og feltarbeid	8
2.2	Analyseresultater	10
2.3	Sammenligning med tidligere målinger	11
3	Kontroll av tildekkingens effekt med diffusjonskamre og passive prøvetakere	14
3.1	Metode og feltarbeid	14
3.2	Analyseresultater	17
3.3	Sammenligning med målinger før og under deponering	22
4	Oppsummering av overvåkningsresultater	26
5	Konklusjon	27
6	Referanser	29

Vedlegg:

Vedlegg A	Oversiktskart av deponiet som viser plassering av utstyr benyttet i kontroll 2013
Vedlegg B	Analysereport fra undersøkelse med sedimentfeller 2013
Vedlegg C	Analysereport fra undersøkelser med SPMD og diffusjonskamre 2013
Vedlegg D	Analysereport fra undersøkelse med passive prøvetakere (POM) 2013
Vedlegg E	Konsentrasjonsprofiler for fritt løst PAH og PCB ved dypvannsdeponiet fra kontroll 2011 og 2012

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

Oslo Havn KF har på vegne av Oslo kommune gjennomført tiltak i Oslo havnedistrikt for å forbedre miljøtilstanden ved å fjerne eller tildekke forurensede sedimenter. Arbeidene er utført med bakgrunn i Helhetlig tiltaksplan for forurensede sedimenter i Oslo havnedistrikt, vedtatt av Bystyret i Oslo 26.10.2005.

Tiltaksarbeidene omfattet mudring av forurensede masser i områder ned mot kote -15 m. Mudrede masser er transportert til dypvannsdeponiet ved Malmøykalven der de er nedført via lukket rør til sjøbunnen. Det har tidligere blitt utarbeidet en egen sluttrapport for mudrings- og tildekkingsarbeider (NGI, 2009a). Sluttrapportering for dypvannsdeponiet foreligger, og består av 2 rapporter som henholdsvis dokumenterer miljøkvaliteten (Del 1; NGI, 2009b) og tildekking (Del 2; NGI, 2011).

Oslo Havn KF har gjennomført etterkontroll av dypvannsdeponiet i henhold til kontrollplanen som var utarbeidet på grunnlag av vilkår gitt i Miljødirektoratets tillatelse (NGI, 2005). Etterkontroll har inkludert undersøkelser gjennomført i 2011 (NGI, 2012) og i 2012 (NGI, 2013) som har gitt dokumentasjon av tildekkingens effekt etter at dypvannsdeponiet ble avsluttet og ferdig isolert med 0,4 m sand. En samlet vurdering av resultatene fra kontrollen 2012 viste at tildekkingslaget fungerte som forutsatt. Oslo Havns forpliktelser etter tillatelsen var dermed ivaretatt.

I 2012 ble det foreslått at langtidsovervåking av dypvannsdeponiet kunne utføres i regi av Fagrådet for indre Oslofjord. Dette har ikke blitt avklart, men for å sikre ytterligere dokumentasjon av tildekkingens effekt i de første årene etter at dypvannsdeponiet er avsluttet, har Oslo Havn KF initierte nye undersøkelser.

NGI har på oppdrag fra Oslo Havn KF gjennomført kontroll av dypvannsdeponiet i 2013. Hensikten med arbeidet er å dokumentere eventuell spredning av partikulært materiale med sedimentfeller og å dokumentere tildekkingens effekt med passive prøvetakere og diffusjonskamre.

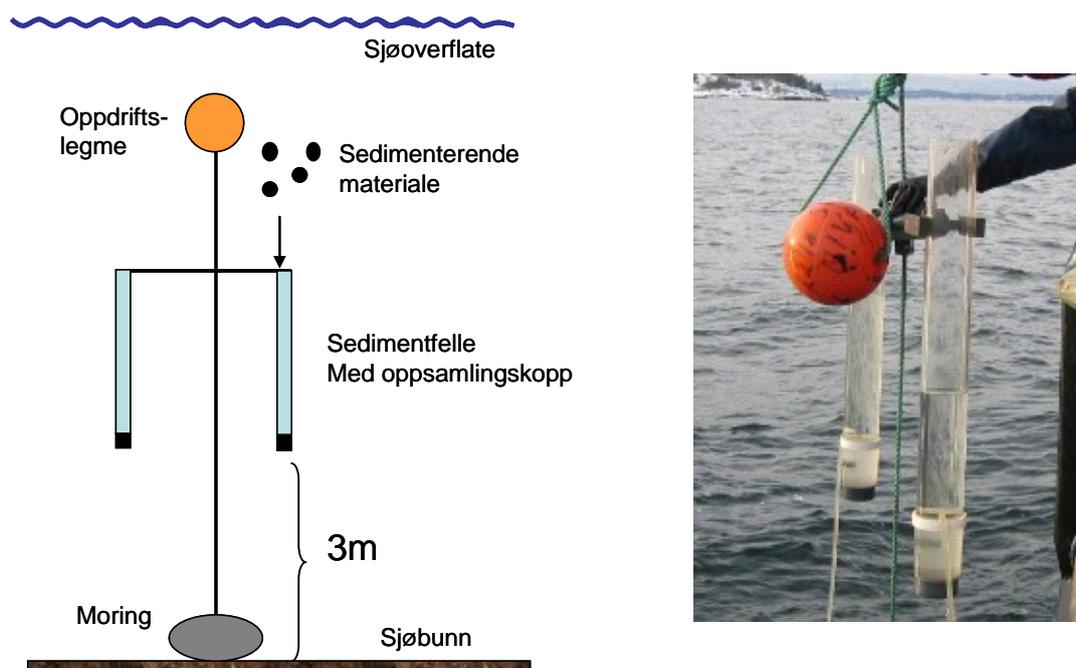
2 Overvåking av eventuelle spredning med sedimentfeller

Det ble gjennomført undersøkelser med sedimentfeller før etablering av deponiet (NGI, 2006), i perioden med nedføring av masser (NGI, 2007a; NGI, 2007b; NGI, 2008a; NGI, 2009c) og under etterkontroll (NGI, 2012; NGI, 2013). Hensikten med undersøkelsene var bl.a. å kvantifisere mengde og kvalitet av materialet som sedimenterte utenfor deponiets grense.

2.1 Metode og feltarbeid

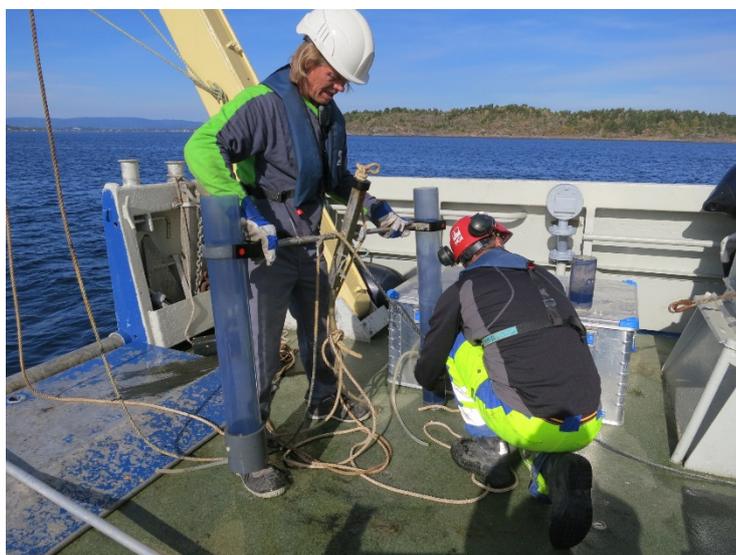
Bruk av sedimentfeller er en metode for å samle opp partikulært materiale som sedimenterer til sjøbunnen. Fellene står ute i en lengre tidsperiode slik at målingene representerer et tidsintegreert gjennomsnitt for perioden sedimentfeller er satt ut. Bruk av sedimentfeller er en velkjent metodikk som er benyttet i en rekke sammenhenger.

Sedimentfelleriggene består av to 1 m lange sylindere med 10 cm diameter. Rørene er åpne i toppen og har en avtakbar oppsamlingskopp i bunnen der sedimenterende materiale samles opp. Disse sylindrene er montert på leddede armer og har lodd i enden av oppsamlingskoppen slik at de blir stående vertikalt i vannet. Sedimentfelleriggene forankres med en moring og holdes i riktig nivå over sjøbunnen med en oppdriftsblåse. Figur 1 viser en prinsippskisse og fotografi av en sedimentfellerigg.



Figur 1 Prinsippskisse og bilde av sedimentfellerigg.

Forskningsfartøyet F/F Braarud ble benyttet ved utsetting og tømning av sedimentfellene i perioden 17. juni – 9. september 2013 (Figur 2). Ved denne kontrollen (2013) var sedimentfellene utplassert på de samme fire posisjonene (~ 3 m over sjøbunn) som kontrollen i 2011 og 2012 (som vist i oversiktskart i Vedlegg A). Plassering av sedimentfelleriggene er justert i forhold til plassering før og under deponering slik at de er nærmere deponiet for å registrere eventuelle spredning (Tabell 1).



Figur 2 Bilde tatt under utplassering av sedimentfeller den 17. juni 2013.

Tabell 1 Oversikt over sedimentfellestasjoner benyttet under de ulike fasene av overvåkningen av dypvannsdeponiet.

Periode	Stasjoner	Merknad
Før deponering	Sed100, Sed300, Sed800, Sed1200	Plassering i en linje 100 – 1200 m nord fra deponiet. Referansestasjoner i forundersøkelsen (NGI, 2006).
Under deponering	Sed 100, SMP-0, SMP-1, SMP-2 (øvre), SMP-2 (nedre), SMP-3	Plassering av SMP-0 tilsvarer plassering av referansestasjonen for måling av turbiditet under deponering. Plassering av SMP-1 – SMP-3 tilsvarer plassering av målebøyene MP1 – MP3 for måling av turbiditet under deponering. SMP-0 og SMP-2 (øvre) fungerte som referansestasjoner i anleggsperioden og Sed100, SMP-1, SMP-2 (nedre) og SMP-3 som målestasjoner under deponering.
Etter deponering (kontroll 2011 og kontroll 2012)	Sed100, SMP-0, H2, sør for H2	H2 er lokalisert midt i deponiet og sør for H2 er innenfor deponiet (200 m sør for H2).
Kontroll 2013	Sed100, SMP-0, H2, sør for H2	Plassering tilsvarer plassering under kontroll gjennomført i 2011 og 2012.

I felt ble materialet fra sedimentfellene overført til egnet emballasje og levert ALS Laboratory Group Norway AS for kjemisk analyse. Analyseprogrammet omfattet total mengde sedimentert materiale samt analyse av PAH (organiske tjærestoffer), PCB (polyklorerte bifenylar), TBT (tinnorganiske forbindelser) og utvalgte metaller.

2.2 Analyseresultater

Tabell 2 presenterer resultatene fra sedimentfelleundersøkelse gjennomført etter avsluttet deponering og tildekking av dypvannsdeponiet. I tabellen er resultatene for PAH-16 og PCB-7 gitt som sum av påviste komponenter. Analyserapporten er presentert i Vedlegg B. Resultatene er sammenlignet med Miljødirektoratets tilstandsklasser for innhold av utvalgte organiske stoffer i sedimenter (Tabell 3; Miljødirektoratet, 2007).

Konsentrasjoner av utvalgte metaller og PAH-16 i sedimenterende materialer tilsvarer tilstandsklasse I og II. Det er ikke påvist PCB-7 i sedimentfeller nærmest dypvannsdeponiet og kun i prøvemateriale fra SMP-0 (stasjon nærmest Oslo og tilsvarer plassering av referansestasjonen under de tidligere nedføringsarbeidene) tilsvarende tilstandsklasse III. TBT ble ikke analysert i sedimenterende materiale veda kontroll 2011 og 2012. Den høyeste konsentrasjonen ble påvist ved SMP-0 som er nærmere sannsynlige kilder til forurensning forårsaket av avrenning fra bynære områder.

Tabell 2 Innhold i sedimentfeller fra kontroll 2013, den tredje kontrollen etter avsluttet deponering og tildekking av dypvannsdeponiet (17/6-13 til 9/9-13).

Stoff	Benevning	SMP-0	Sed100	H2	Sør for H2
Mengde sediment i 2 sedimentfeller	g	9,1	9,7	7,3	8,6
Mengde sediment pr. sedimentfelle	g	4,6	4,9	3,7	4,3
Sedimentasjons-hastighet	g/m ² /døgn	7,5	8,0	6,0	7,1
	mm/år*	2,0	2,1	1,6	1,9
Bly	mg/kg ts	83	57	71	37
Kadmium	mg/kg ts	0,2	0,19	0,31	0,22
Kobber	mg/kg ts	42	33	40	29
Kvikksølv	mg/kg ts	0,29	0,24	0,25	0,2
Sink	mg/kg ts	141	124	254	121
B(a)P ¹⁾	mg/kg ts	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
PAH-16 ²⁾	mg/kg ts	0,361	0,208	0,353	0,175
PCB-7 ³⁾	mg/kg ts	0,028	i.p.	i.p.	i.p.
TBT ⁴⁾	µg/kg ts	110	18	16	11

¹⁾PAH komponenten benso(a)pyren.

²⁾Sum av påvist PAH komponentene.

³⁾Sum av PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180.

⁴⁾Tributyltinnkation.

*Det er antatt at materialet har egenvekt 1,4 g/cm³.

Resultatene er klassifisert med fargeskala i henhold til Miljødirektoratet (2007), se Tabell 3 < eller i.p.: ikke påvist.

Tabell 3 Inndeling av Miljødirektoratets tilstandsklasser for metaller og organiske stoffer i sedimenter (Miljødirektoratet, 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

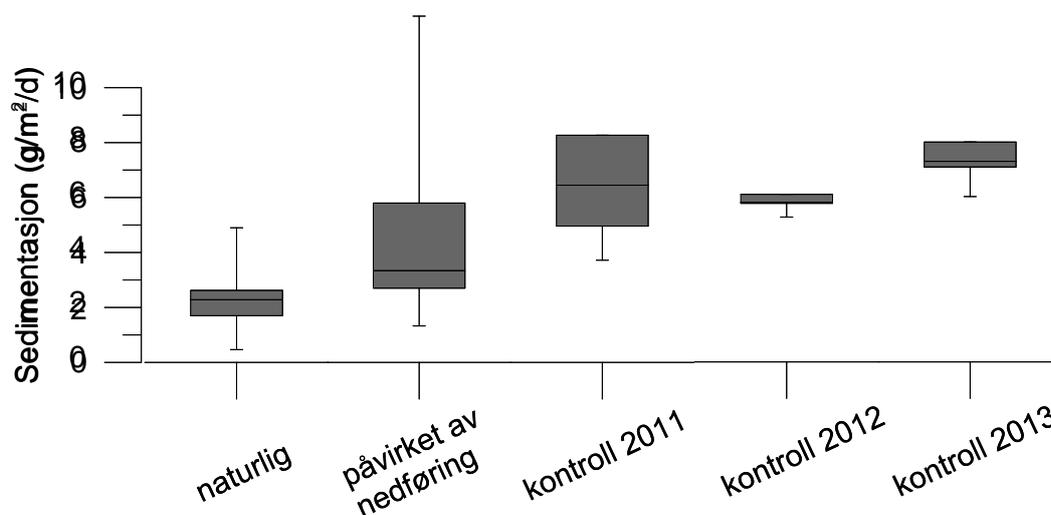
* Forvaltningsbasert grenseverdi

2.3 Sammenligning med tidligere målinger

Figur 3 viser mengde materiale som sedimenterer i området per dag (sedimentasjonsraten). Observasjonene er illustrert som "Whisker plot" som viser utfallsrommet ved en matriseberegning der variasjonsbredden i alle målinger er tatt inn. Dette presenteres i bokser som omfatter median og 25 % høyeste og laveste utfall. Maksimums- og minimumsverdien vises som "whiskers."

Materiale som ble samlet opp med sedimentfeller før deponeringen kom i gang og fra referansestasjonen er her omtalt som *naturlig* sedimenterende materiale. Sedimenterende materiale *påvirket av nedføring* er her definert som materiale fra sedimentfeller utplassert under nedføring av mudrede masser. Disse to kategorier inkluderer ca. 25 målinger hver over 3 år for å karakterisere den årlige variasjonen, og inkluderer perioder med økt sedimentasjon om våren forårsaket av tilførsel av ferskvann under vårsmelting og økt sedimentasjon om høsten forårsaket av økt nedbørmengde. Sedimenterende materiale som ble samlet opp under kontrollene gjennomført i 2011 (juni til august 2011), i 2012 (mars til juni 2012) og nå i 2013 (juni til september 2013) defineres som prøvemateriale fra 4 sedimentfeller utplassert som vist i oversiktskart i Vedlegg A.

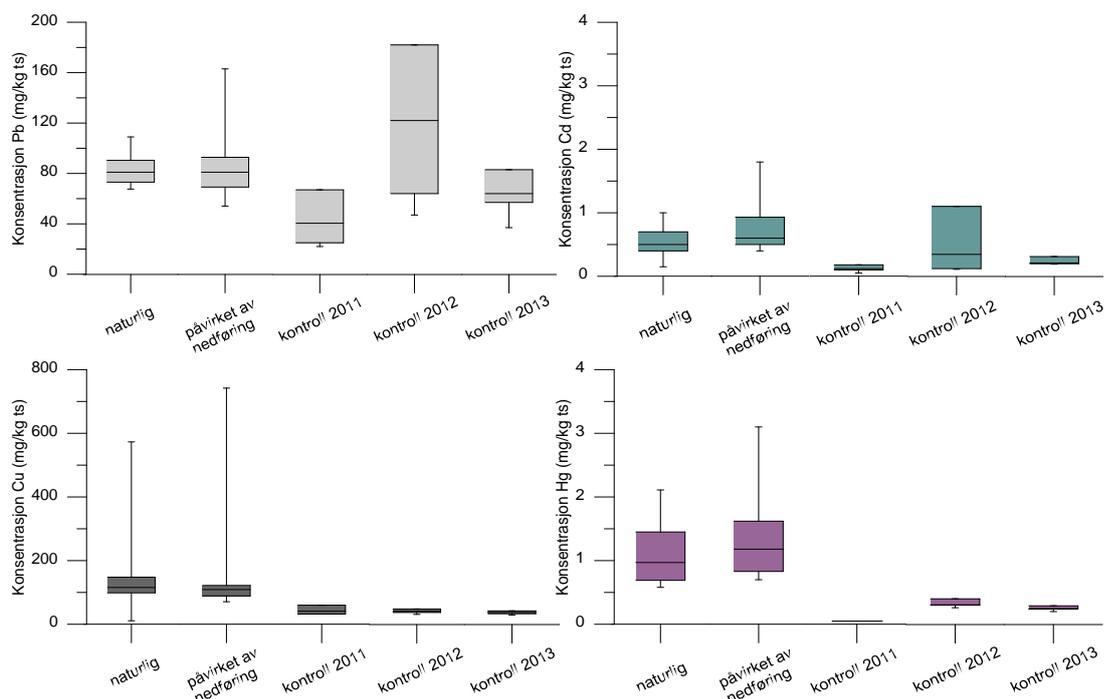
De prøvene som er tatt under kontroll 2013 har en beregnet sedimentasjonshastighet som er mellom 6 og 8 g/m²/døgn. Disse verdiene er relativt lik sedimentasjonen som tidligere er observert under kontroll 2011 og 2012. Målingene som er tatt under de tre kontrollene av dypvannsdeponiet er høyere enn den sedimentasjonen som tidligere er observert i sedimentfeller i området upåvirket av nedføringen. Det er usikkert hva årsaken til dette kan være, men siden resultatene fra alle sedimentfeller er relativt like er det sannsynlig at dette skyldes forhold som påvirket hele Bekkelagsbassenget.



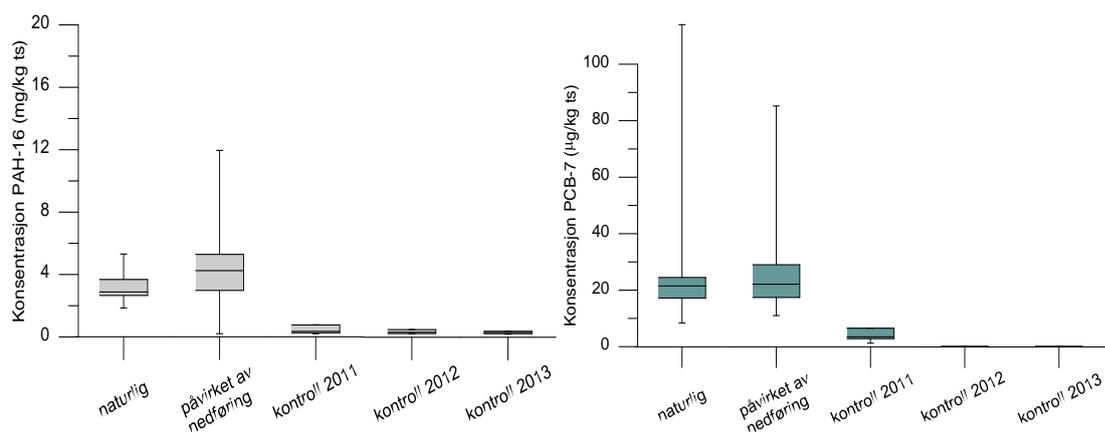
Figur 3 Mengde sedimentert materiale (g/m²/dag) som målt i sedimentfeller utplassert i området rundt dypvannsdeponiet før, under og etter nedføring av mudrede masser.

Kvaliteten på sedimenterende materiale både før, under og etter deponering er vist i Figur 4 og Figur 5 som benytter den samme grupperingen som tidligere: naturlig sedimenterende materiale, sedimenterende materiale påvirket av nedføring, under kontroll gjennomført i 2011, 2012 og 2013. Konsentrasjoner av utvalgte metaller er illustrert i Figur 4 og konsentrasjoner av PAH-16 og PCB-7 er illustrert i Figur 5. Analyseresultater av sedimenterende materiale tatt i 2103 kontrollen viser at konsentrasjon av metaller og organiske forbindelser er en faktor 2-4 lavere enn under nedføringen, og generelt på samme nivå eller lavere enn som tidligere observert i prøver påvirket av nedføringen.

Generelt viser observasjonene fra kontrollene gjennomført i 2011, 2012 og 2013 at kvaliteten av det sedimenterende materiale ved dypvannsdeponiet er stabil og representativ for kvaliteten av naturlig sedimenterende materiale i området.



Figur 4 *Kvaliteten av sedimenterende materiale. Konsentrasjoner av utvalgte metaller målt i sedimentfeller utplassert i området rundt dypvanns-deponiet før, under og etter nedføring av mudrede masser og sandtildekking.*



Figur 5 *Kvaliteten av sedimenterende materiale. Konsentrasjoner av PAH-16 og PCB-7 målt i sedimentfeller utplassert i området rundt dypvannsdeponiet før, under og etter nedføring av mudrede masser og sandtildekking.*

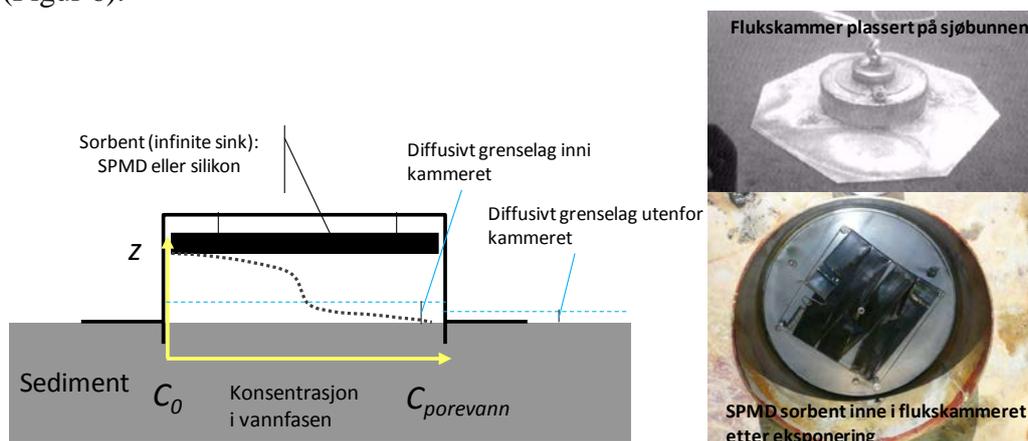
3 Kontroll av tildekkingens effekt med diffusjonskamre og passive prøvetakere

Effekten av tildekking kan dokumenteres ved å måle reduksjon i tilgjengelighet av miljøgifter (endring i vannkonsentrasjon) samt reduksjon i fluks av miljøgifter fra sediment til vann. Dette gjøres både før og etter at tiltak er gjennomført slik at endringen (effekten) er dokumentert. Men målinger av spesielt organiske miljøgifter i vannprøver gir ofte lite informasjon om effekten av et tiltak fordi deteksjonsgrensene vanligvis vil være for høye. Bruk av passive prøvetakere er derfor et godt alternativ for å kunne detektere lave konsentrasjoner av organiske miljøgifter i sjøvann.

3.1 Metode og feltarbeid

3.1.1 Diffusjonskammer

NGIs diffusjonskammer er utviklet for å måle utlekking av organiske miljøgifter fra sedimentoverflaten til vannet over sjøbunnen (Eek et al., 2010). Diffusjonskammeret avgrensner et areal av sjøbunnen og vannfasen like over sjøbunnen. Inne i øvre del av kammeret er det festet et materiale (SPMD i denne undersøkelsen) som binder de organiske miljøgiftene som utlekkingen skal bestemmes for. Dette materialet binder PAHer og PCBer fra vannfasen slik at denne hele tiden tømmes for disse stoffene. Vannfasen etterfylles av PAHer og PCBer ved at disse lekker ut fra sjøbunnen. Denne utlekkingen måles i kammeret ved at mengden PAH og PCB som er samlet opp i SPMDen over en bestemt tid måles (Figur 6).



Figur 6 Skisse og bilder av diffusjonskammer for in-situ måling av transport fra sediment til overliggende vann.

Kamrene står utplassert på sjøbunnen lenge nok til å få en målbar mengde analytt før de hentes inn, den organiske sorbenten (SPMD membranen) analyseres for mengde oppsamlet PAH og PCB. Spredningen kan beregnes fra mengde PAH og PCB i sorbenten, eksponeringstid og eksponert areal, og angis som mengde miljøgift pr. areal og tid ($\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$).

Utlekkingen som måles med diffusjonskammeret vil være et resultat av den tilgjengeligheten av PAH og PCB som er i sedimentene når kammeret plasseres på sjøbunnen. Utlekkingen fra sjøbunnen på det tildekkede dypvannsdeponiet kan påvirkes av flere forhold:

- Transport gjennom tildekkingen
- Utlekking av PAH og PCB bundet til tildekkingsmaterialet
- Utlekking av PAH og PCB fra nytt sedimenterende materiale som har lagt seg på toppen av tildekkingen

Under feltarbeid den 9. september 2013 ble det også tatt 3 felt blank prøver. For å måle innhold i blankprøven, ble SPMD-membraner montert i 3 ulike diffusjonskamre som ble senket i vannet og tatt opp igjen umiddelbart. Etterpå ble det satt ut 2 tripoder installert med 3 diffusjonskamre hver; 1 tripod (med 3 diffusjonskamre) sør i deponiet og 1 tripod (med 3 diffusjonskamre) nord i deponiet (se bilde i Figur 7). Posisjonene tilsvarer de som ble benyttet tidligere for å dokumentere før-situasjonen og under kontroll i 2011 og 2012 (se oversiktskart i Vedlegg A). Diffusjonskamrene med SMPDene ble satt ut den 17. juni og hentet inn for analyse den 9. september 2013.



Figur 7 *Bilde tatt under innhenting av tripod med diffusjonskamre den 9. september 2013.*

3.1.2 Passive prøvetakere

Passive prøvetakere er en effektiv metode for å bestemme konsentrasjonen av ulike organiske forbindelser løst i sjøvann. Metoden har en rekke fordeler og er et velegnet supplement til totalinnholdsbestemmelse med stikkprøver av vannmassene. Noen av styrkene ved metoden er:

- Metoden omfatter analyse av hydrofobe (fettløslige) stoffer som PAH (organiske tjæreforbindelser) og PCB (syntetisk framstilte klorerte bifenyler).
- Prøvetakerne står utplassert i en lengre tidsperiode slik at det bestemmes en tidsintegret, gjennomsnittlige konsentrasjonen.
- Metoden bestemmer den vannløste konsentrasjonen som ikke er bundet til partikulært materiale. Dette tilsvarer den biotilgjengelige andelen som potensielt kan tas opp av organismer.
- Metoden detekterer PAH og PCB ved svært lave konsentrasjoner som er vanskelig å oppnå med andre metoder (nedre bestemmelsesgrense til 0,1 pg/L for PCBer, 1 pg/L for PAHer).

Det aktive materialet i de passive prøvetakerne består av polymer av repeterende -CH₂-O-CH₂-O- enheter (polyoksymetylen, POM). Dette er utformet som 1 cm brede strimler med tykkelse 55µm. Dette tilsvarer en egenvekt på 0,6 g/m.

I felt utplasseres de passive prøvetakerne i ønskede nivåer i vannkolonnen i oppankrede bøyerigger. Utstyret blir stående ute til det er oppnådd kjemisk likevekt mellom sjøvannet og prøvetakeren. Etter at utstyret er hentet inn blir de passive prøvetakerne opparbeidet i laboratorium og analysert med gasskromatograf koblet til et massespektrometer (GC-MS). Resultatene blir omregnet til konsentrasjonen av fritt løst PAH og PCB ut fra kjente likevektskonstanter (K_{POM}) for de ulike kongenerer.

Under feltarbeid den 17. juni, ble det utplassert POM 10 cm over sjøbunn ved alle de 6 stasjonene der diffusjonskamre ble utplassert og 3 m over sjøbunn ved alle 4 sedimentfellene. I tillegg ble POM utplassert ved stasjon Sed100 og H2 fra sjøbunnen til overflaten i ti meter intervaller for å få en konsentrasjonsprofil av både PAH og PCB i hele vannsøylen (se oversiktskart i Vedlegg A).

Basert på erfaring er 4 uker tilstrekkelig kontakttid for POM (tykkelse 55 µm) å oppnå likevekt for både PAH og PCB (Cornelissen et al., 2008). Selv om POM var utplassert i en lengre periode, vil analyseresultatene representerer en tidsintegret konsentrasjon for de 4 siste ukene POM var utplassert.

3.2 Analyseresultater

3.2.1 SPMD i diffusjonskamre på sjøbunn

I Tabell 4 er det visst total mengde akkumulert PAH og PCB i de tre felt blank prøver som ble målt under feltarbeid den 9. september 2013. I Tabell 5 vises total mengde akkumulert PAH og PCB i hvert av de seks diffusjonskamrene i løpet av eksponeringsperioden på 84 dager. Resultatene for sum PAH-16 og PCB-7 er gitt som sum av påviste komponenter for å sammenligne med analyseresultatene fra forundersøkelsen. Originale analyserapporter er gitt i vedlegg C.

Tabell 4 Mengde (ng) akkumulert miljøgift i felt blankprøver tatt 9. september 2013 under dypvandeponiets kontroll 2013.

Parameter*	Felt blank 1	Felt blank 2	Felt blank 3
Naftalen	350	340	340
Acenaftylen	<25	<26	<26
Acenaften	<18	<19	<18
Fluoren	<13	<14	<13
Fenantren	<2,0	<1,9	<1,8
Antracen	<1,8	<1,8	<1,7
Fluoranten	<1,5	<1,5	<1,5
Pyren	<1,5	<1,5	<1,5
Benzo(a)antracen	<1,0	<1,0	<1,0
Krysen	<1,0	<1,0	<1,0
Benzo(b)fluoranten	<1,0	<1,0	<1,0
Benzo(k)fluoranten	<1,0	<1,0	<1,0
Benzo(a)pyren	<1,0	<1,0	<1,0
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	<1,5	<1,5	<1,5
Dibenzo(ah)antracen	<1,0	<1,0	<1,0
Benzo(ghi)perylene	<1,5	<1,5	<1,5
Sum PAH 16**	350	340	340
PCB 28	<0,78	<0,78	<1,2
PCB 52	<1,6	<1,2	<0,88
PCB 101	<0,23	<0,2	<0,48
PCB 118	<0,36	<0,35	<0,7
PCB 138	<0,42	<0,36	<1,1
PCB 153	<0,60	<0,58	<0,96
PCB 180	<0,55	<0,89	<2
Sum PCB 7	i.p.	i.p.	i.p.

* ng/kammer

** sum av påviste forbindelser

< eller i.p.: ikke påvist.

Tabell 5 Mengde (ng) akkumulert miljøgift per diffusjonskammer for kontroll 2013, etter avsluttet deponering og tildekking av dypvannsdeponiet (17/6-13 til 9/9-13).

Parameter*	Lander S-1	Lander S-2	Lander S-3	Lander N-1	Lander N-2	Lander N-3
Naftalen	160	280	250	150	240	220
Acenaftylen	<24	<24	<26	<24	<24	<26
Acenaften	<18	<17	<18	<17	<17	<18
Fluoren	<13	<12	<12	<12	<12	<12
Fenantren	<1,9	<1,7	<1,9	<1,6	<1,6	<1,6
Antracen	<1,8	<1,6	<1,8	<1,5	<1,5	<1,5
Fluoranten	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Pyren	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Benzo(a)antracen	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Krysen	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Benzo(b)fluoranten	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Benzo(k)fluoranten	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Benzo(a)pyren	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Dibenzo(ah)antracen	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Benzo(ghi)perylene	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Sum PAH 16**	160	280	250	150	240	220
PCB 28	<1,5	<1,1	<0,81	<0,8	<1,2	<1,2
PCB 52	<1,2	<0,88	<0,74	<1,1	<0,99	<0,94
PCB 101	<0,58	<0,47	<0,35	<0,33	<0,59	<0,6
PCB 118	<0,7	<0,87	<0,45	<0,34	<0,79	<0,69
PCB 138	<1,1	<0,66	<0,35	<0,36	<0,68	<0,98
PCB 153	<0,96	<1,4	<0,74	<0,65	<1,3	<0,95
PCB 180	<2,1	<2,2	<0,78	<1	<1,7	<2
Sum PCB 7	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.

* ng/kammer

** sum av påviste forbindelser

< eller i.p.: ikke påvist.

Bortsett for naftalen, er det ikke registrert konsentrasjoner av organiske forbindelser over metodens kvantifiseringsgrense for analyse av SPMD. Konsentrasjoner av naftalen er høyere i blankprøve enn i prøvene utplassert over deponiet og representerer bakgrunnskonsentrasjon av naftalen i miljøet da naftalen er en flyktig PAH forbindelse som finnes i mineralolje produkter. Selv om ingen utlekking fra deponiområdet er registrert, er det nyttig å sammenligne resultatene med tidligere beregninger og derfor er følgende beregningsmetode brukt som tilsvarende metoden benyttet under de tidligere kontrollene.

Ved å anta at SPMD-membranene effektivt tar opp all PAH og PCB i den øvre delen av de stillestående vannmassene i diffusjonskammeret, kan det antas at innholdet i SPMD-membranene er lik fluksen, F (ng/m²/dag), over tverrsnittet av diffusjonskammerene over tiden de har stått ute:

$$F = \frac{M_{\text{miljøgift}}}{A_{\text{sylinder}} \times T_{\text{diffusjon}}}$$

der

$M_{\text{miljøgift}}$ = mengde PAH eller PCB målt i kammer (ng/kammer)
 A_{sylinder} = areal av sedimentoverflaten i diffusjonskammeret (0,049 m²)
 $T_{\text{diffusjon}}$ = tiden diffusjonskammeret er utplassert (84 dager)

Basert på mengde akkumulert miljøgift er det beregnet fluks for PAH og PCB fra dypvannsdeponiet med justering for blankprøven. Halvparten av kvantifiseringsgrensen er benyttet i beregningene for enkeltforbindelsene som ikke er påvist. Tabell 6 presenterer differansen mellom fluksverdiene beregnet for PAH og PCB i diffusjonskammer plassert i dypvannsdeponiet minus fluksverdiene beregnet for felt blank prøvene. Resultatene viser ingen utlekking over metodens kvantifiseringsgrense.

Det gjøres oppmerksom på at det ikke er beregnet fluks utenfor diffusjonskammer slik det ble gjort under forundersøkelsen. Her er en diffusjonsvei lik 1 cm antatt. Verdiene presentert i tabellene nedenfor må multipliseres med 12,5 (høyde av diffusjonskammer benyttet under forundersøkelse) for å kunne sammenlignes med verdiene i datarapport for forundersøkelsen (Tabell 11 i NGI, 2006).

Tabell 6 Fluks beregnet per diffusjonskammer (justert for blankprøver) for kontroll 2013, etter avsluttet deponering og tildekking av dypvannsdeponiet (17/6-13 til 9/9-13).

Parameter	Benevning	Lander S-1	Lander S-2	Lander S-3	Lander N-1	Lander N-2	Lander N-3
Naftalen	ng/m ² /dag	<	<	<	<	<	<
Acenaftylen	ng/m ² /dag	<	<	0,04	<	<	0,04
Acenaften	ng/m ² /dag	<	<	<	<	<	<
Fluoren	ng/m ² /dag	<	<	<	<	<	<
Fenantren	ng/m ² /dag	<	<	<	<	<	<
Antracen	ng/m ² /dag	<	<	<	<	<	<
Fluoranten	ng/m ² /dag	<	<	<	<	<	<
Pyren	ng/m ² /dag	<	<	<	<	<	<
Benzo(a)antracen	ng/m ² /dag	<	<	<	<	<	<
Krysen	ng/m ² /dag	<	<	<	<	<	<
Benzo(b)fluoranten	ng/m ² /dag	<	<	<	<	<	<
Benzo(k)fluoranten	ng/m ² /dag	<	<	<	<	<	<
Benzo(a)pyren	ng/m ² /dag	<	<	<	<	<	<
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	ng/m ² /dag	<	<	<	<	<	<
Dibenzo(ah)antracen	ng/m ² /dag	<	<	<	<	<	<
Benzo(ghi)perylen	ng/m ² /dag	<	<	<	<	<	<
Sum PAH 16	ng/m²/dag	<	<	0,04	<	<	0,04
PCB 28	ng/m ² /dag	0,07	0,02	<	<	0,03	0,03
PCB 52	ng/m ² /dag	<	<	<	<	<	<
PCB 101	ng/m ² /dag	0,03	0,02	0,01	0,00	0,03	0,04
PCB 118	ng/m ² /dag	0,03	0,05	<	<	0,04	0,03
PCB 138	ng/m ² /dag	0,06	0,00	<	<	0,01	0,04
PCB 153	ng/m ² /dag	0,03	0,08	0,00	<	0,07	0,03
PCB 180	ng/m ² /dag	0,12	0,13	<	<	0,07	0,10
Sum PCB 7	ng/m²/dag	0,34	0,31	0,01	0,00	0,25	0,27

< = konsentrasjon av forbindelsen er mindre enn konsentrasjon i felt blankprøven.

Tabell 7 Analyseresultater av POM utplassert over sjøbunnen i dypvannsdeponiet for kontroll 2013, etter avsluttet deponering og tildekking (17/6-13 til 9/9-13).

Parameter	SMP-0 ¹⁾	Sed100 ¹⁾	H2 ¹⁾	Sør for H2 ¹⁾	Lander Sør1 ²⁾	Lander Sør2 ²⁾	Lander Sør3 ²⁾	Lander Nord1 ²⁾	Lander Nord2 ²⁾	Lander Nord3 ²⁾
Naftalen (ng/l)	7,57	5,65	6,08	6,06	11,89	6,19	23,88	6,85	5,83	10,57
Acenaftalen (ng/l)	0,79	1,86	1,10	1,54	0,49	1,06	0,71	1,20	0,87	0,93
Acenaften (ng/l)	1,38	1,16	1,25	1,13	1,33	1,28	1,21	1,35	1,31	1,29
Fluoren (ng/l)	1,73	1,39	1,65	1,50	2,10	1,55	1,69	1,77	1,79	1,62
Fenantren (ng/l)	7,09	7,36	7,34	6,13	11,68	4,46	10,55	6,63	7,71	4,77
Antracen (ng/l)	0,11	0,07	0,03	0,08	0,07	0,05	0,08	0,04	0,09	0,07
Fluoranten (ng/l)	0,68	0,69	0,61	0,45	1,28	0,41	0,84	0,61	0,58	0,49
Pyren (ng/l)	1,76	1,88	1,34	1,48	2,51	1,15	1,91	1,43	1,86	1,85
Benso(a)antracen (ng/l)	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
Krysen (ng/l)	0,12	0,11	0,08	0,09	0,08	0,07	0,11	0,07	0,09	0,11
Benso(b)fluoranten (ng/l)	0,06	0,04	0,04	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04
Benso(k)fluoranten (ng/l)	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
Benso(a)pyren (ng/l)	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,02
Indeno(123cd)pyren (ng/l)	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Dibenso(ah)antracen (ng/l)	0,0101	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Benso(ghi)perylene (ng/l)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01
Sum PAH-16 (ng/l)	21,42	20,29	19,58	18,57	31,50	16,30	41,09	20,02	20,23	21,83
PCB-28 (pg/l)	8,831	5,896	5,040	4,507	10,030	3,722	8,458	4,771	6,504	4,884
PCB-52 (pg/l)	1,240	0,963	0,841	0,781	1,661	0,760	1,339	0,733	1,064	0,939
PCB-101 (pg/l)	0,379	0,261	0,267	0,313	0,397	0,210	0,409	0,371	0,340	0,292
PCB-118 (pg/l)	0,176	0,156	0,153	0,203	0,173	0,193	0,207	0,155	0,134	0,174
PCB-153 (pg/l)	0,129	0,088	0,090	0,106	0,134	0,071	0,139	0,126	0,115	0,099
PCB-138 (pg/l)	0,154	0,123	0,094	0,124	0,144	0,108	0,139	0,080	0,119	0,115
PCB-180 (pg/l)	0,057	0,031	0,000	0,027	0,025	0,301	0,000	0,000	0,052	0,042
Sum PCB-7 (pg/l)	10,966	7,518	6,487	6,061	12,565	5,364	10,691	6,235	8,327	6,546

- 1) 3 meter over sjøbunn
 2) 10 cm over sjøbunn

Tabell 8 Analyseresultater av POM utplassert i vertikal profil i vannsøylen i dypvannsdeponiet for kontroll 2013, etter avsluttet deponering og tildekking (17/6-13 til 9/9-13).

Parameter	Sed100						H2					
	10m*	20m*	30m*	40m*	50m*	60m*	10m*	20m*	30m*	40m*	50m*	60m*
Naftalen (ng/l)	6,78	5,79	5,51	4,67	9,42	5,67	19,43	4,90	5,00	13,59	4,42	-
Acenaftylen (ng/l)	1,13	1,47	0,98	0,82	0,47	0,40	1,02	0,36	0,80	0,48	0,48	-
Acenaften (ng/l)	1,28	1,09	1,09	1,15	1,08	0,92	1,13	1,24	1,09	1,07	0,82	-
Fluoren (ng/l)	1,37	1,42	1,32	1,44	1,23	1,17	1,36	1,84	1,29	1,51	1,05	-
Fenantren (ng/l)	4,40	8,86	3,42	6,83	3,63	4,94	5,67	12,79	3,37	6,70	4,62	-
Antracen (ng/l)	0,06	0,04	0,02	0,04	0,07	0,07	0,05	0,04	0,03	0,03	0,06	-
Fluoranten (ng/l)	0,40	0,81	0,29	0,60	0,32	0,68	0,45	1,31	0,34	0,58	0,88	-
Pyren (ng/l)	1,16	1,19	0,56	1,04	0,34	0,60	1,11	1,94	0,72	0,59	0,60	-
Benso(a)antracen (ng/l)	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03	-
Krysen (ng/l)	0,11	0,10	0,08	0,11	0,07	0,09	0,10	0,10	0,10	0,06	0,11	-
Benso(b)fluoranten (ng/l)	0,05	0,06	0,04	0,07	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,04	0,04	-
Benso(k)fluoranten (ng/l)	0,04	0,05	0,03	0,05	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	-
Benso(a)pyren (ng/l)	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	-
Indeno(123cd)pyren (ng/l)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	-
Dibenso(ah)antracen (ng/l)	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	-
Benso(ghi)perylene (ng/l)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	-
Sum PAH-16 (ng/l)	16,81	20,94	13,38	16,88	16,73	14,67	30,44	24,65	12,88	24,71	13,17	-
PCB-28 (pg/l)	5,484	7,181	4,277	7,008	4,362	5,685	5,052	11,637	4,068	6,708	6,607	-
PCB-52 (pg/l)	0,912	1,004	0,916	1,203	1,086	0,929	0,930	1,732	0,875	0,796	1,067	-
PCB-101 (pg/l)	0,313	0,473	0,234	0,459	0,477	0,328	0,282	0,465	0,268	0,275	0,377	-
PCB-118 (pg/l)	0,202	0,260	0,171	0,246	0,193	0,201	0,215	0,218	0,196	0,172	0,138	-
PCB-153 (pg/l)	0,106	0,160	0,079	0,155	0,162	0,111	0,096	0,158	0,091	0,093	0,128	-
PCB-138 (pg/l)	0,162	0,192	0,154	0,186	0,233	0,190	0,159	0,196	0,158	0,117	0,143	-
PCB-180 (pg/l)	0,000	0,577	0,042	0,062	0,000	0,199	0,000	0,000	0,056	0,109	0,000	-
Sum PCB-7 (pg/l)	7,178	9,848	5,873	9,319	6,512	7,644	6,733	14,406	5,712	8,270	8,459	-

* meter over sjøbunn

- = ingen prøve

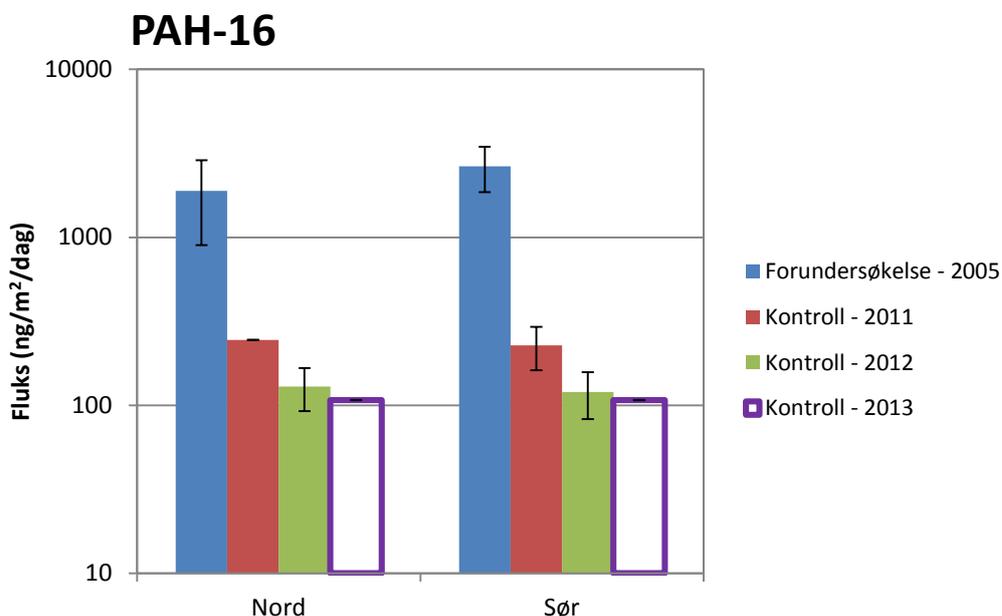
3.2.2 POM i vannsøyle

Tabell 7 og Tabell 9 viser analyseresultater av PAH og PCB fra POM passive prøvetakere satt ut henholdsvis over sjøbunnen ved alle stasjonene og i vertikal profil i vannsøylen ved Sed100 og H2. For å beregne konsentrasjoner i vannet er det benyttet det samme K_{POM} verdiene som tidligere (NGI, 2006, NGI, 2007c, NGI, 2008b). Originale analyserapportene er vist i Vedlegg D.

3.3 Sammenligning med målinger før og under deponering

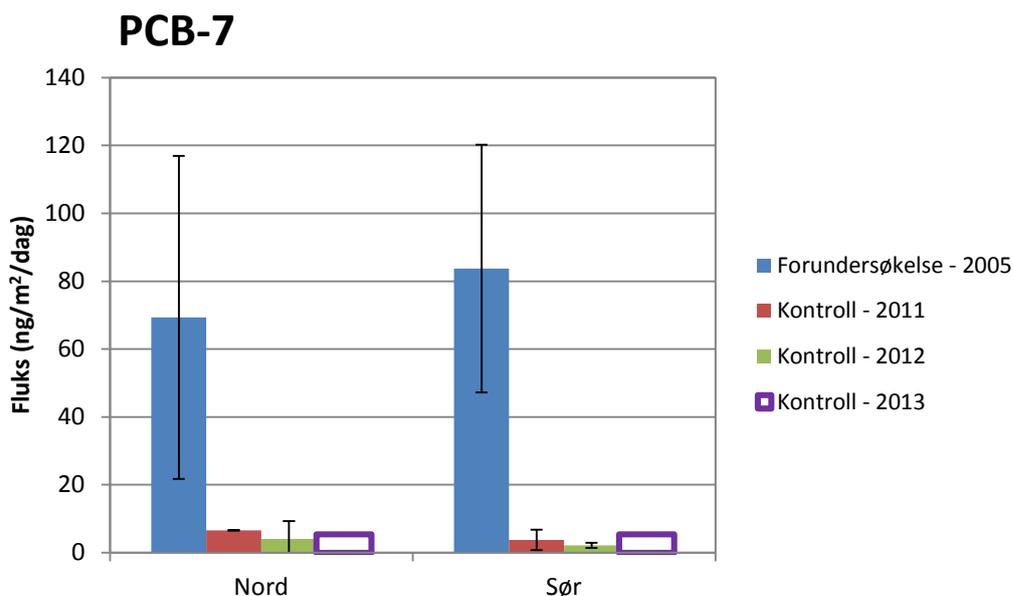
3.3.1 SPMD i diffusjonskamre på sjøbunn

Det er ikke registret utlekking av PAH da alle målinger er under metodens kvantifiseringsgrensen (se Tabell 5 og Tabell 6). Derfor er sum av halvparten av kvantifiseringsgrense for PAH forbindelser benyttet og maksimum potensielle fluks er beregnet til å være under $9 \text{ ng/m}^2/\text{dag}$ inn i diffusjonskammeret (tilsvarer ca. $107 \text{ ng/m}^2/\text{dag}$ ved en diffusjonsvei lik $12,5 \text{ cm}$ som tilsvare forundersøkelsene). Denne maksimum potensielle fluks er illustrert som stolpe uten fyll og med lilla kantlinje i Figur 8. Dvs., utlekking av PAH er under denne maksimumsverdi.



Figur 8 *Fluks av PAH-16 målt før deponering og etter tildekking av dypvanns-deponiet, ved kontrollene gjennomført i 2011, 2012 og 2013 ($\text{ng/m}^2/\text{dag}$). Målinger av fluks gjennomført under kontroll 2013 er under halvparten av metodens kvantifiseringsgrense som illustreres i figuren med en lilla kantlinje. Data presentert i logaritmisk skala og er justert for diffusjonsvei lik $12,5 \text{ cm}$ for å sammenligne med resultatene fra forundersøkelsen.*

Det er heller ikke registrert utlekking av PCB da målinger av PCB også er begrenset av metodens kvantifiseringsgrense (se Tabell 5 og Tabell 6). Sum av halvparten av kvantifi-seringsgrense for PCB kongener er benyttet for å beregne maksimum potensielle fluks som er 0,4 ng/m²/dag (tilsvarer 5 ng/m²/dag ved diffusjonsvei lik 12,5 cm). Denne grensen er illustrert som stolpe uten fyll og med lilla kantlinje i Figur 9. Verdien ligger i samme størrelsesorden som målingene av utlekking gjennomført i forbindelse med kontroll i 2011 og 2012 (NGI, 2012; NGI, 2013).



Figur 9 *Fluks av PCB-7 målt før deponering og etter tildekking av dypvannsdeponiet, under kontrollene gjennomført i 2011, 2012 og 2013 (ng/m²/dag). Målinger av fluks gjennomført under kontroll 2013 er under halvparten av metodens kvantifiseringsgrense som illustreres i figuren med en lilla kantlinje. Data presentert i figuren er justert for diffusjonsvei lik 12,5 cm for å sammenligne med resultatene fra forundersøkelsen.*

Resultatene, sammenlignet med utlekking fra sedimentoverflaten før deponiet ble etablert ved Malmøykalven (NGI, 2006), viser at utlekking av PAH og PCB etter deponering og tildekking av dypvannsdeponiet ble redusert med henholdsvis mer enn 95 % og 93 %. Det gjøres oppmerksom på at denne forbedring er i forhold til den opprinnelige sjøbunnen i område ved dypvannsdeponiet, før nedføring av mudrede masser begynte.

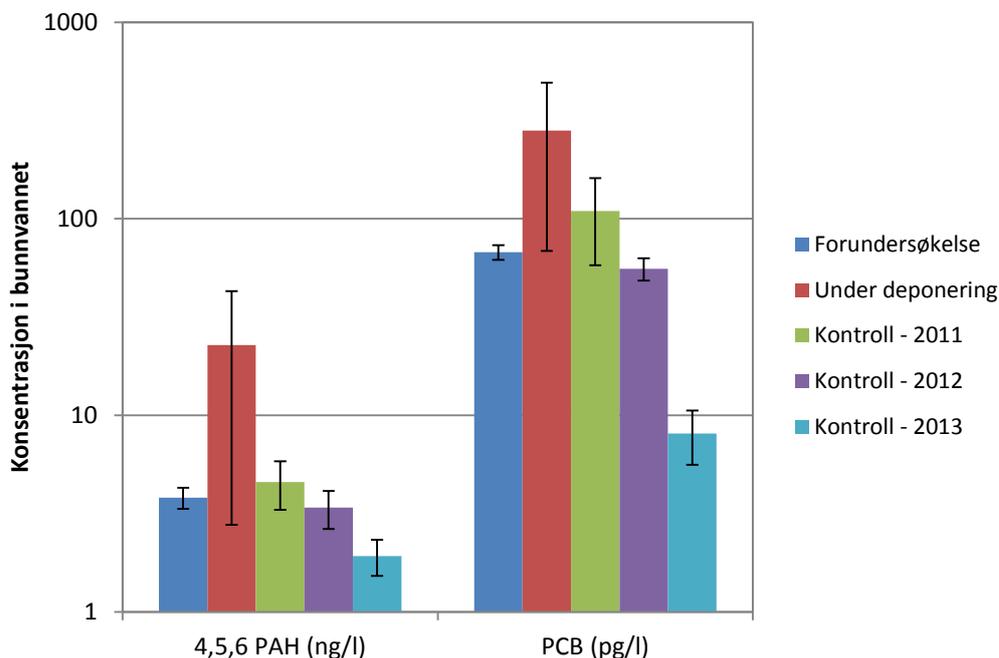
Før etablering av dypvannsdeponiet, ble de viktigste mekanismene for transport av miljøgifter fra dypvannsdeponiet til vannmassene omkring identifisert som (NGI, 2003):

- Spredning av partikler fra deponeringen som viktig kilde til spredning av partikler under nedføring.
- Adveksjon av porevann med oppløste miljøgifter under konsolideringen av de mudrede massene under og like etter deponering av mudrede masser.
- Diffusjon av miljøgifter fra deponerte masser gjennom tildekkingslaget etter avsluttet deponering og tildekking.

Etter avsluttet deponering og tildekking, gjennomgår deponiet en fase der porevannet fra de mudrede massene presses ut under konsolidering av massene. Etter konsolideringsfasen, er diffusjon av miljøgifter gjennom tildekkingslaget den viktigste potensielle kilden til spredning av miljøgifter fra det avsluttede dypvannsdeponiet. Resultatene presentert i Figur 8 og 9 viser en reduksjon i utlekking av PAH-16 og PCB-7 gjennom tildekkingslaget under de tre årskontrollene. Disse analyseresultatene for organiske miljøgiftene tyder på at konsolideringsfasen av dypvannsdeponiet har blitt dokumentert gjennom de tre årskontrollene og at spredning fra dypvannsdeponiet på lang sikt styres av diffusjon. Modellering av tiltakseffektivitet påpeker at utlekkingen (diffusjon) forsetter å minske gradvis over tid (NGI, 2003).

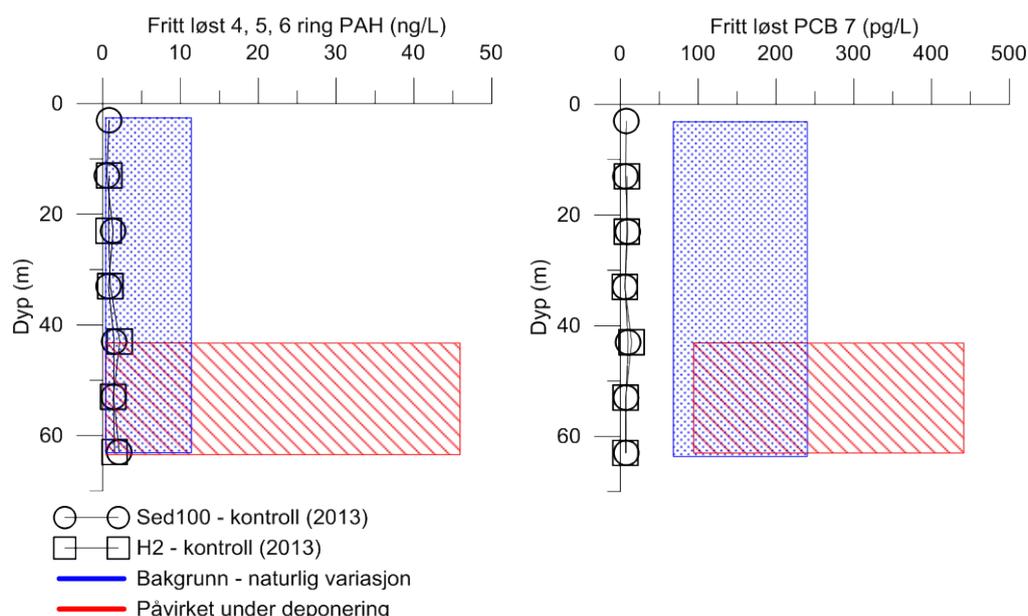
3.3.2 POM i vannsøyle

Det er gjennomført målinger for å verifisere om vannkvaliteten ved dypvannsdeponiet har blitt endret etter deponerings- og tildekkingsarbeid. Vannkvaliteten like over sjøbunnen ble målt med passive prøvetakere som måler konsentrasjon av løst PAH og PCB i vannet. Figur 10 sammenligner fritt løste konsentrasjoner av PAH (4, 5 og 6-ring PAH samt PCB-7 for å kunne sammenligne med tidligere analyseresultater) målt i bunnvannet ved dypvannsdeponiet både før, under og etter deponering. Disse resultatene viser at konsentrasjonen av PAH og PCB målt i 2013 er lavere enn målt under kontrollen i 2011 og 2012. I tillegg er analyseresultatene lavere enn det som var målt før deponeringsarbeid var påbegynt.



Figur 10 *Konsentrasjoner for fritt løst 4, 5, 6-ring PAH og PCB-7 i bunnvannet ved dypvannsdeponiet.*

Det ble gjennomført målinger ved flere vandybder på to stasjoner for å få vertikale konsentrasjonsprofiler av PAH og PCB som er vist i Figur 11. For å vurdere konsentrasjonsprofiler i forhold til tidligere målinger, viser figurene den naturlige variasjonen i bakgrunnskonsentrasjoner i vannet som skravert, blått arealet. Etablering av disse bakgrunnskonsentrasjonene er basert på målingene gjennomført ved referansestasjonen og i vannmassene grunnere enn 40 m vandybde mens deponeringsarbeidene pågikk. Det arealet som er skravert i rødt representerer den naturlige variasjonen i konsentrasjoner i bunnvannet som er påvirket av nedføringsarbeid. Resultatene viser at vannkvaliteten under kontroll 2013 er bedre enn før (se Vedlegg E). Konsentrasjonene er lavere eller på samme bakgrunnsnivå som var målt før deponeringsarbeid var påbegynt.



Figur 11 Konsentrasjonsprofiler for fritt løst PAH og PCB ved dypvannsdeponiet. Punktene er målinger gjennomført som en del av kontroll 2013.

4 Oppsummering av overvåkningsresultater

I denne undersøkelsen er det gjennomført en kontroll som har omfattet flere metoder for å dokumentere effekten av tiltak etter avsluttet deponering og tildekking av dypvannsdeponiet ved Malmøykalven. Resultatene fra kontroll 2013 (juni – september 2013) kan for de ulike metodene oppsummeres som følger:

- Sedimentfeller
 - Konsentrasjon av de utvalgte metallene og PAH-16 i sedimenterende materiale ved alle fire sedimentfellene tilsvarer tilstandsklasse I og II.
 - Det er påvist PCB-7 kun i prøvemateriale fra SMP-0 (stasjon nærmest Oslo og tilsvarer plassering av referansestasjonen under de tidligere nedføringsarbeidene). Konsentrasjonen i prøven tilsvarer tilstandsklasse III.
 - Konsentrasjon av TBT i sedimenterende materiale er relativt stabilt ved deponiområdet (tilstandsklasse III). I stasjonen nærmere Oslo er konsentrasjonen en størrelsesorden høyere (SMP-0, tilstandsklasse V).
 - Analyseresultater av sedimenterende materiale ved deponiområdet viser at konsentrasjonen av metaller og organiske forbindelser er en faktor 2-4 lavere enn under nedføringen, og generelt på samme nivå eller lavere enn som tidligere observert i prøver fra referansestasjoner upåvirket av nedføringen.

- Generelt viser observasjonene fra kontrollene gjennomført i 2011, 2012 og 2013 at kvalitet av det sedimenterende materiale ved dypvannsdeponiet er stabil og representativ for kvaliteten av det naturlige sedimenterende materiale i området.
- SPMD i diffusjonskamre på sjøbunn
 - Det er ikke registrert utlekking av hverken PAH eller PCB da alle målingene er under metodens kvantifiseringsgrensen.
 - Ved å konservativt anta en utlekking tilsvarende kvantifiseringsgrensen, har utlekking av PAH og PCB fra dypvannsdeponiet og gjennom tildekkingslaget blitt redusert med henholdsvis mer enn 95 % og 93 % i forhold til utlekking fra den opprinnelige sjøbunnen i område ved dypvannsdeponiet (før nedføring av mudrede masser begynte).
 - Resultatene for organiske miljøgiftene tyder på at konsolideringsfasen av dypvannsdeponiet nærmer seg slutten etter tre års overvåking og at spredning fra dypvannsdeponiet på lang sikt vil være styrt av diffusjon.
- POM passive prøvetakere
 - Konsentrasjon av PAH og PCB i bunnvannet målt i 2013 er lavere enn målt under kontrollen 2011 og 2012.
 - Konsentrasjon av PAH og PCB i bunnvannet er lavere eller på det samme bakgrunnsnivået som ble målt før deponeringsarbeid var påbegynt.
 - Analyseresultatene i hele vannsøylen ved dypvannsdeponiet viser at vannkvaliteten i 2013 er forbedret og konsentrasjonene av PAH og PCB er lavere eller på samme nivå som bakgrunns konsentrasjonen.

5 Konklusjon

Oslo Havn KF har tidligere gjennomført etterkontroll av dypvannsdeponiet i henhold til kontrollplanen som var utarbeidet på grunnlag av vilkår gitt i Miljødirektoratets tillatelse, kontroll 2011 (NGI, 2012) og kontroll 2012 (NGI, 2013). En samlet vurdering av resultatene fra kontrollen 2012 viste at tildekkingslaget fungerte som forutsatt og at Oslo Havns forpliktelser etter tillatelsen var dermed ivaretatt.

For å sikre ytterligere dokumentasjon av tildekkingens effekt i de første årene etter at dypvannsdeponiet ble avsluttet, har Oslo Havn KF initierte nye undersøkelser. Denne rapporten presenterer overvåking av dypvannsdeponiet ved Malmøykalven som ble gjennomført av NGI i 2013. Rapporten dokumenterer eventuell spredning av partikulært materiale og tildekkingens effekt etter avsluttet deponering og tildekkingen av dypvannsdeponiet.

Kontroll i 2013 benyttet de samme metodene som under tidligere kontroll i 2011 og 2012. De fleste parametere viser verdier som tilsvarer bakgrunnsnivået i området. Kvalitet av sedimenterende materiale ved dypvannsdeponiet er stabil og

representativ for kvalitet av naturlig sedimenterende materiale i området. Det er ikke registrert utlekking fra deponiet, men ved å benytte metodens kvantifiseringsgrense har utlekking av PAH og PCB fra dypvannsdeponiet og gjennom tildekkingslaget blitt redusert med henholdsvis mer enn 95 % og 93 % i forhold til den opprinnelige sjøbunnen i område ved dypvannsdeponiet.

Analyseresultatene tyder på at overvåkning under deponiets konsoliderings-fasen er dokumentert og spredning fra dypvannsdeponiet på lang sikt vil styres av diffusjon. Basert på tidligere modellering, forventes at spredning fra diffusjon vil gradvis forsetter å minske. Fremtidig overvåkning bør dokumentere denne reduksjonen, men hyppigheten av overvåkningen kan reduseres siden endringene forventes å bli mindre over tid.

En samlet vurdering av resultatene fra kontrollene som er tatt over tre årskontroller etter avslutning av deponiet viser at tildekkingslaget fungerer som forutsatt.

6 Referanser

Cornelissen, G.; H.P.H. Arp; A. Pettersen; A. Hauge and G.D. Breedveld (2008)
Assessing PAH and PCB emissions from the relocation of harbor sediments using
equilibrium passive samplers. *Chemosphere*, 72, 1581-1587.

Eek, E., G. Cornelissen, G.D. Breedveld (2010)
Field measurement and diffusional Mass Transfer of HOCs at the Sediment-Water
Interface, *Environ. Sci. Technol.*, 6752-6759.

HAV (2009)

Ren Oslofjord. Gjennomføring av Oslo kommunes "Helhetlig tiltaksplan for
forurensede sedimenter i Oslo havnedistrikt" Kontrollplan for mudring og
deponering i dypvannsdeponiet. Rev 4, datert 16/3-2009.

Miljødirektoratet (2007)

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

NGI (2003)

Oslo havnevesen. Dypvannsdeponi ved Malmøykalven. Tilleggsutredning til
konsekvensutredning. Miljøgiftbudsjett, kostnader og in situ tildekking. NGI
rapport 20011067-1, datert 2. januar 2003.

NGI (2005)

Kontrollplan for mudring og deponering. NGI rapport 20051459-2, rev 4 datert
16/3-09.

NGI (2006)

Forundersøkelse dypvannsdeponiet. Datarapport. NGI rapport 20051732-1, datert
14. juli 2006.

NGI (2007a)

Overvåkning av forurensning ved mudring og deponering. Månedrapport januar
2007. NGI rapport 20051785-18, datert 22. februar 2007.

NGI(2007b)

Overvåkning av forurensning ved mudring og deponering. Resultater fra
sedimentfelleundersøkelser 1. halvår 2007. NGI rapport 20051785-28, datert 10.
oktober 2007.

NGI (2007c)

Passive prøvetakere. Resultater fra april 2007. NGI rapport 20051785-32, datert 9.
oktober 2007.

NGI(2008a)

Overvåkning av forurensning ved mudring og deponering. Sedimentfelleundersøkelser 2. halvår 2007. NGI rapport 20051785-40, datert 21. februar 2008.

NGI (2008b)

Passive prøvetakere. Resultater fra august og desember 2007 i deponi-området. NGI rapport 20051785-45, datert 30. april 2008.

NGI (2009a)

Overvåkning av forurensning ved mudring og deponering. Ny sjøbunn etter tiltak i Oslo havn – Sluttrapport. NGI rapport 20051785-64, rev 01, datert 1. juli 2009

NGI (2009b)

Overvåkning av forurensning ved mudring og deponering. Dypvannsdeponi ved Malmøykalven. Sluttrapport del 1: Miljøkvalitet. NGI rapport 20051785-65, rev 01, datert 5. februar 2010.

NGI (2009c)

Oslo havn - utvidet program for overvåkning under deponering av masser ved Malmøykalven. Overvåkning av dypvannsdeponiet ved Malmøykalven med sedimentfeller 2008. NGI rapport 20071310-3, datert 3. september 2009.

NGI (2011)

Overvåkning av forurensning ved mudring og deponering. Dypvannsdeponi ved Malmøykalven. Sluttrapport del 2 - Dokumentasjon av tildekking. NGI rapport 20051785-00-559-R, datert 12. desember 2011.

NGI (2012)

Overvåkning av forurensning ved mudring og deponering. Dypvannsdeponi ved Malmøykalven – etterkontroll. NGI rapport 20051785-00-562-R, datert 31/1-2012.

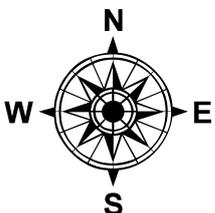
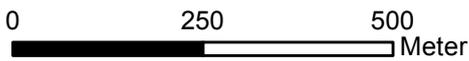
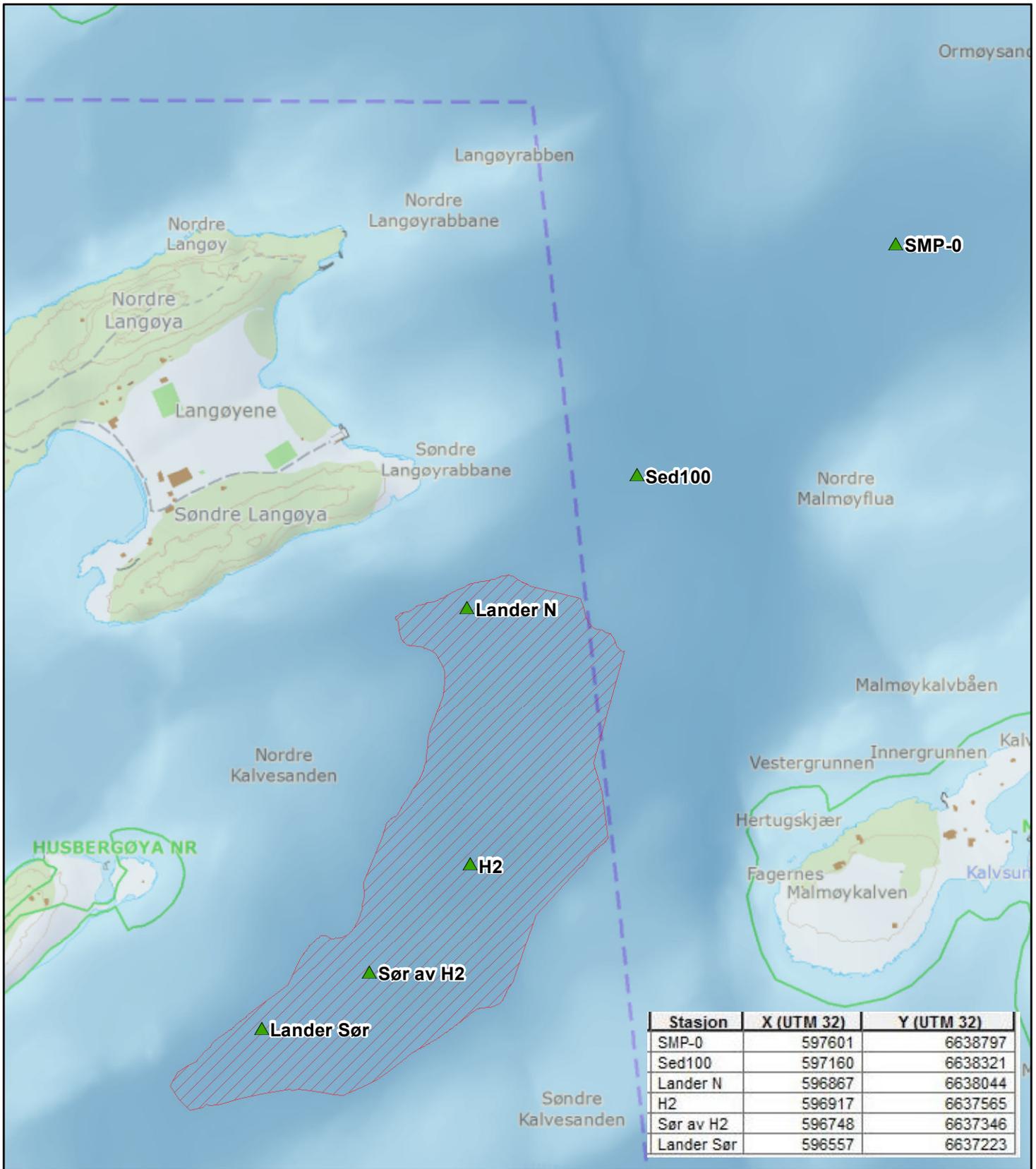
NGI (2013)

Etterkontroll av Dypvannsdeponiet ved Malmøykalven. Ett års kontroll 2012. NGI rapport 20120393-01-R, datert 22/4-2013.



Dokumentnr.: 20130439-01-R
Dato: 2014-05-05
Rev. nr.: 1
Vedlegg A, Side: 1

Vedlegg A Oversiktskart av deponiet som viser plassering av utstyr benyttet i kontroll 2013



Tegnforklaring

- ▲ Stasjoner
- Deponi

Oslo Havn KF		
Kontroll 2013	Rapportnr.	Vedlegg nr.
	20130439-01-R	A
Gjennomført 17. juni - 9. september 2013	Utført	Dato
	KST	2014-02-13
	Kontrollert	
Godkjent		
Målestokk 1 : 10000	AO	
Datum: EUREF89, Kartprojeksjon: UTM, Sone: 33N		



Dokumentnr.: 20130439-01-R
Dato: 2014-05-05
Rev. nr.: 1
Vedlegg B, Side: 1

Vedlegg B Analyserapport fra undersøkelse med sedimentfeller 2013

Rapport

N1309826

Side 1 (7)

2H6JLYC6AH0



Prosjekt **Oslo Havn E0-53**
 Bestnr **20130439 Dypvannsdep-2013**
 Registrert **2013-09-10**
 Utstedt **2014-01-24**

NGI
Arne Pettersen
Miljøgeologi
Box 3930 Ullevål Stadion
N-0806 Oslo
Norge

Revidert rapport som erstatter tidligere rapport med samme nummer.

Analyse av sediment

Deres prøvenavn	SMP-0					
	Sedimentfelle					
Labnummer	N00266887					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Mengde total*	9.1		g	1	1	JIBJ
As (Arsen)	30	2.2	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	0.20	0.015	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	26	2.3	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	42		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.29	0.0087	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	14	1.1	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	83	6.0	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	141	3.7	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Naftalen	0.077	0.015	mg/kg TS	2	1	JIBJ
Acenaftalen	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Acenaften	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Fluoren	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Fenantren	0.050	0.0096	mg/kg TS	2	1	JIBJ
Antracen	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Fluoranten	0.065	0.012	mg/kg TS	2	1	JIBJ
Pyren	0.055	0.011	mg/kg TS	2	1	JIBJ
Benso(a)antracen [^]	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Krysen [^]	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten [^]	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten [^]	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Benso(a)pyren [^]	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen [^]	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	0.053	0.010	mg/kg TS	2	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren [^]	0.061	0.012	mg/kg TS	2	1	JIBJ
Sum PAH-16*	0.361		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Sum PAH carcinogene ^{^*}	0.0610		mg/kg TS	2	1	JIBJ
PCB 28	<0.0060		mg/kg TS	2	1	JIBJ
PCB 52	<0.0060		mg/kg TS	2	1	JIBJ
PCB 101	<0.0060		mg/kg TS	2	1	JIBJ
PCB 118	<0.0060		mg/kg TS	2	1	JIBJ
PCB 138	0.010	0.0020	mg/kg TS	2	1	JIBJ
PCB 153	0.011	0.0022	mg/kg TS	2	1	JIBJ
PCB 180	0.0070	0.0014	mg/kg TS	2	1	JIBJ
Sum PCB-7*	0.0280		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Monobutyltinnkation	25	3.3	μ g/kg TS	3	1	JIBJ
Dibutyltinnkation	32	4.2	μ g/kg TS	3	1	JIBJ

Rapport

N1309826

Side 2 (7)

2H6JLYC6AH0



Deres prøvenavn	SMP-0 Sedimentfelle					
Labnummer	N00266887					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tributyltinnkation	110	14	$\mu\text{g/kg TS}$	3	1	JIBJ
Tetrabutyltinnkation	-----		$\mu\text{g/kg TS}$	3	1	JIBJ
Monooktyltinnkation	26	3.4	$\mu\text{g/kg TS}$	3	1	JIBJ
Dioktyltinnkation	2.0	0.26	$\mu\text{g/kg TS}$	3	1	JIBJ
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		$\mu\text{g/kg TS}$	3	1	JIBJ
Monofenyltinnkation	<1.0		$\mu\text{g/kg TS}$	3	1	JIBJ
Difenyltinnkation	<1.0		$\mu\text{g/kg TS}$	3	1	JIBJ
Trifenyltinnkation	1.2	0.16	$\mu\text{g/kg TS}$	3	1	JIBJ
For hele ordren: Tetrabutyltinn ikke analyserbar grunnet frysetørking						

Rapport

N1309826

Side 3 (7)

2H6JLYC6AH0



Deres prøvenavn	Sed 100 Sedimentfelle					
Labnummer	N00266888					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Mengde total*	9.7		g	1	1	JIBJ
As (Arsen)	26	1.9	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	0.19	0.014	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	22	1.9	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	33		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.24	0.0072	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	12	0.91	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	57	4.1	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	124	3.2	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Naftalen	0.10	0.019	mg/kg TS	2	1	JIBJ
Acenaftalen	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Acenaften	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Fluoren	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Fenantren	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Antracen	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Fluoranten	0.054	0.010	mg/kg TS	2	1	JIBJ
Pyren	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Benso(a)antracen^	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Krysen^	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten^	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten^	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Benso(a)pyren^	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen^	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren^	0.054	0.010	mg/kg TS	2	1	JIBJ
Sum PAH-16*	0.208		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Sum PAH carcinogene^*	0.0540		mg/kg TS	2	1	JIBJ
PCB 28	<0.0060		mg/kg TS	2	1	JIBJ
PCB 52	<0.0060		mg/kg TS	2	1	JIBJ
PCB 101	<0.0060		mg/kg TS	2	1	JIBJ
PCB 118	<0.0060		mg/kg TS	2	1	JIBJ
PCB 138	<0.0060		mg/kg TS	2	1	JIBJ
PCB 153	<0.0060		mg/kg TS	2	1	JIBJ
PCB 180	<0.0060		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Sum PCB-7*	n.d.		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Monobutyltinnkation	39	5.1	µg/kg TS	3	1	JIBJ
Dibutyltinnkation	63	8.2	µg/kg TS	3	1	JIBJ
Tributyltinnkation	18	2.3	µg/kg TS	3	1	JIBJ
Tetrabutyltinnkation	-----		µg/kg TS	3	1	JIBJ
Monooktyltinnkation	22	2.9	µg/kg TS	3	1	JIBJ
Dioktyltinnkation	2.1	0.27	µg/kg TS	3	1	JIBJ
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	1	JIBJ
Monofenyltinnkation	<2.0		µg/kg TS	3	1	JIBJ
Difenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	1	JIBJ
Trifenyltinnkation	1.2	0.16	µg/kg TS	3	1	JIBJ

Rapport

N1309826

Side 4 (7)

2H6JLYC6AH0



Deres prøvenavn	H2 Sedimentfelle					
Labnummer	N00266889					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Mengde total*	7.3		g	1	1	JIBJ
As (Arsen)	23	1.7	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	0.31	0.024	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	26	2.3	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	40		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.25	0.0075	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	14	1.1	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	71	5.1	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	254	6.6	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Naftalen	0.13	0.025	mg/kg TS	2	1	JIBJ
Acenaftalen	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Acenaften	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Fluoren	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Fenantren	0.064	0.012	mg/kg TS	2	1	JIBJ
Antracen	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Fluoranten	0.056	0.011	mg/kg TS	2	1	JIBJ
Pyren	0.050	0.0096	mg/kg TS	2	1	JIBJ
Benso(a)antracen^	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Krysen^	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten^	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten^	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Benso(a)pyren^	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen^	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren^	0.053	0.010	mg/kg TS	2	1	JIBJ
Sum PAH-16*	0.353		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Sum PAH carcinogene^*	0.0530		mg/kg TS	2	1	JIBJ
PCB 28	<0.0060		mg/kg TS	2	1	JIBJ
PCB 52	<0.0060		mg/kg TS	2	1	JIBJ
PCB 101	<0.0060		mg/kg TS	2	1	JIBJ
PCB 118	<0.0060		mg/kg TS	2	1	JIBJ
PCB 138	<0.0060		mg/kg TS	2	1	JIBJ
PCB 153	<0.0060		mg/kg TS	2	1	JIBJ
PCB 180	<0.0060		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Sum PCB-7*	n.d.		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Monobutyltinnkation	26	3.4	µg/kg TS	3	1	JIBJ
Dibutyltinnkation	39	5.1	µg/kg TS	3	1	JIBJ
Tributyltinnkation	16	2.1	µg/kg TS	3	1	JIBJ
Tetrabutyltinnkation	-----		µg/kg TS	3	1	JIBJ
Monooktyltinnkation	29	3.8	µg/kg TS	3	1	JIBJ
Dioktyltinnkation	4.3	0.56	µg/kg TS	3	1	JIBJ
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	1	JIBJ
Monofenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	1	JIBJ
Difenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	1	JIBJ
Trifenyltinnkation	1.4	0.18	µg/kg TS	3	1	JIBJ

Rapport

N1309826

Side 5 (7)

2H6JLYC6AH0



Deres prøvenavn	Sør før H2 Sedimentfelle					
Labnummer	N00266890					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Mengde total*	8.6		g	1	1	JIBJ
As (Arsen)	7.8	0.56	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	0.22	0.017	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	17	1.5	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	29		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.20	0.0060	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	10	0.76	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	37	2.7	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	121	3.1	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Naftalen	0.12	0.023	mg/kg TS	2	1	JIBJ
Acenaftalen	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Acenaften	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Fluoren	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Fenantren	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Antracen	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Fluoranten	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Pyren	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Benso(a)antracen^	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Krysen^	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten^	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten^	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Benso(a)pyren^	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen^	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	<0.050		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren^	0.055	0.011	mg/kg TS	2	1	JIBJ
Sum PAH-16*	0.175		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Sum PAH carcinogene^*	0.0550		mg/kg TS	2	1	JIBJ
PCB 28	<0.0060		mg/kg TS	2	1	JIBJ
PCB 52	<0.0060		mg/kg TS	2	1	JIBJ
PCB 101	<0.0060		mg/kg TS	2	1	JIBJ
PCB 118	<0.0060		mg/kg TS	2	1	JIBJ
PCB 138	<0.0060		mg/kg TS	2	1	JIBJ
PCB 153	<0.0060		mg/kg TS	2	1	JIBJ
PCB 180	<0.0060		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Sum PCB-7*	n.d.		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Monobutyltinnkation	25	3.3	µg/kg TS	3	1	JIBJ
Dibutyltinnkation	29	3.8	µg/kg TS	3	1	JIBJ
Tributyltinnkation	11	1.4	µg/kg TS	3	1	JIBJ
Tetrabutyltinnkation	-----		µg/kg TS	3	1	JIBJ
Monooktyltinnkation	68	8.8	µg/kg TS	3	1	JIBJ
Dioktyltinnkation	2.3	0.30	µg/kg TS	3	1	JIBJ
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	1	JIBJ
Monofenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	1	JIBJ
Difenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	1	JIBJ
Trifenyltinnkation	1.4	0.18	µg/kg TS	3	1	JIBJ

Rapport

N1309826

Side 6 (7)

2H6JLYC6AH0



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon																					
1	<p>Bestemmelse av metaller</p> <p>Metode: DIN EN ISO 17294-2-E29 Deteksjon og kvantifisering: Plasma-emisjonsspektrometri (ICP-AES) Kvantifikasjonsgrenser:</p> <table> <tr><td>Pb</td><td>1 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Cd</td><td>0,1 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Cr</td><td>1 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Cu</td><td>1 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Ni</td><td>1 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Hg</td><td>0,1 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Zn</td><td>1 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>As</td><td>1 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Co</td><td>1 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>V</td><td>1 mg/kg TS</td></tr> </table> <p>Note: Fosfor (P) er analysert etter DIN EN ISO 11885-E22.</p>	Pb	1 mg/kg TS	Cd	0,1 mg/kg TS	Cr	1 mg/kg TS	Cu	1 mg/kg TS	Ni	1 mg/kg TS	Hg	0,1 mg/kg TS	Zn	1 mg/kg TS	As	1 mg/kg TS	Co	1 mg/kg TS	V	1 mg/kg TS
Pb	1 mg/kg TS																				
Cd	0,1 mg/kg TS																				
Cr	1 mg/kg TS																				
Cu	1 mg/kg TS																				
Ni	1 mg/kg TS																				
Hg	0,1 mg/kg TS																				
Zn	1 mg/kg TS																				
As	1 mg/kg TS																				
Co	1 mg/kg TS																				
V	1 mg/kg TS																				
2	<p>Bestemmelse av PAH-16 og PCB-7.</p> <p>Metode: PAH-16: GC/MSD PCB-7: EN DIN ISO 10382 Ekstraksjon: PAH-16: Aceton/heksan PCB-7: Aceton/heksan/sykloheksan Rensing: PAH-16 og PCB-7: SiOH-kolonne om nødvendig Deteksjon og kvantifisering: PAH-16 og PCB-7: GC/MSD Kvantifikasjonsgrenser: PAH-16: 0,05 mg/kg TS PCB-7: 0,003 mg/kg TS.</p>																				
3	<p>Bestemmelse av tinnorganiske forbindelser.</p> <p>Metode: DIN ISO 23161 Ekstraksjon: KOH/Heksan Rensing: Alumina Derivatisering: Na tetraetyl borat (NaBEt4) Deteksjon og kvantifisering: GC-FPD Kvantifikasjonsgrenser: 1 µg/kg TS Usikkerhet (2*RSD): 13 - 15% (basert på gjentatte analyser av kontrollprøve)</p>																				

Godkjenner	
JIBJ	Jan Inge Bjørnengen

Underleverandør ¹	
1	<p>Ansvarlig laboratorium: GBA, Flensburger Straße 15, 25421 Pinneberg, Tyskland</p> <p>Lokalisering av andre GBA laboratorier:</p>

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

Rapport

N1309826

Side 7 (7)

2H6JLYC6AH0



Underleverandør ¹	
Hildesheim	Daimlerring 37, 31135 Hildesheim
Gelsenkirchen	Wiedehopfstraße 30, 45892 Gelsenkirchen
Freiberg	Meißner Ring 3, 09599 Freiberg
Hameln:	Brekelbaumstraße 1, 31789 Hameln
Hamburg:	Goldschmidstraße 5, 21073 Hamburg
Akkreditering:	DAkks, registreringsnr. D-PL-14170-01-00
Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon	

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", ISO, Geneva, Switzerland 1993) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

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

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

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

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



Dokumentnr.: 20130439-01-R
Dato: 2014-05-05
Rev. nr.: 1
Vedlegg C, Side: 1

Vedlegg C Analyserapport fra undersøkelser med SPMD og diffusjonskamre 2013

Rapport

N1309823

Side 1 (10)

288GZJKQ3FS



Prosjekt **Oslo Havn E0-53**
 Bestnr **20130439 Dypvannsdep-2013**
 Registrert **2013-09-10**
 Utstedt **2013-10-11**

NGI
Arne Pettersen
Miljøgeologi
Box 3930 Ullevål Stadion
N-0806 Oslo
Norge

Revidert rapport som erstatter tidligere rapport med samme nummer.
 Endringer i resultater er angitt med skyggelagte rader.

Analyse av filter

Deres prøvenavn	Lander N-1 SPMD				
Labnummer	N00266871				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Naftalen	150	ng total	1	1	JIBJ
Acenaftilen	<24	ng total	1	1	JIBJ
Acenaften	<17	ng total	1	1	JIBJ
Fluoren	<12	ng total	1	1	JIBJ
Fenantren	<1.6	ng total	1	1	JIBJ
Antracenen	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Fluoranten	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Pyren	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Benso(a)antracenen^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Krysen^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Benso(a)pyren^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracenen^	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Benso(ghi)perylen	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren^	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Sum PAH-16	150	ng total	1	1	JIBJ
PCB 28	<0.80	ng total	2	1	RIKR
PCB 52	<1.1	ng total	2	1	RIKR
PCB 101	<0.33	ng total	2	1	RIKR
PCB 118	<0.34	ng total	2	1	RIKR
PCB 138	<0.36	ng total	2	1	RIKR
PCB 153	<0.65	ng total	2	1	RIKR
PCB 180	<1.0	ng total	2	1	RIKR
Sum PCB-7	n.d.	ng total	2	1	JIBJ

Revidert rapport: analyse av PCB med lavere deteksjonsgrenser

Rapport

N1309823

Side 2 (10)

288GZJKQ3FS



Deres prøvenavn	Lander N-2 SPMD				
Labnummer	N00266872				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Naftalen	240	ng total	1	1	JIBJ
Acenaftilen	<24	ng total	1	1	JIBJ
Acenaften	<17	ng total	1	1	JIBJ
Fluoren	<12	ng total	1	1	JIBJ
Fenantren	<1.6	ng total	1	1	JIBJ
Antracen	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Fluoranten	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Pyren	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Benso(a)antracen^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Krysen^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Benso(a)pyren^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen^	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren^	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Sum PAH-16	240	ng total	1	1	JIBJ
PCB 28	<1.2	ng total	2	1	RIKR
PCB 52	<0.99	ng total	2	1	RIKR
PCB 101	<0.59	ng total	2	1	RIKR
PCB 118	<0.79	ng total	2	1	RIKR
PCB 138	<0.68	ng total	2	1	RIKR
PCB 153	<1.3	ng total	2	1	RIKR
PCB 180	<1.7	ng total	2	1	RIKR
Sum PCB-7	n.d.	ng total	2	1	JIBJ

Rapport

N1309823

Side 3 (10)

288GZJKQ3FS



Deres prøvenavn	Lander N-3 SPMD				
Labnummer	N00266873				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Naftalen	220	ng total	1	1	JIBJ
Acenaftilen	<26	ng total	1	1	JIBJ
Acenaften	<18	ng total	1	1	JIBJ
Fluoren	<12	ng total	1	1	JIBJ
Fenantren	<1.6	ng total	1	1	JIBJ
Antracen	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Fluoranten	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Pyren	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Benso(a)antracen^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Krysen^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Benso(a)pyren^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen^	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren^	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Sum PAH-16	220	ng total	1	1	KARO
PCB 28	<1.2	ng total	2	1	RIKR
PCB 52	<0.94	ng total	2	1	RIKR
PCB 101	<0.60	ng total	2	1	RIKR
PCB 118	<0.69	ng total	2	1	RIKR
PCB 138	<0.98	ng total	2	1	RIKR
PCB 153	<0.95	ng total	2	1	RIKR
PCB 180	<2.0	ng total	2	1	RIKR
Sum PCB-7	n.d.	ng total	2	1	JIBJ

Rapport

N1309823

Side 4 (10)

288GZJKQ3FS



Deres prøvenavn	Lander S-1 SPMD				
Labnummer	N00266874				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Naftalen	160	ng total	1	1	JIBJ
Acenaftilen	<24	ng total	1	1	JIBJ
Acenaften	<18	ng total	1	1	JIBJ
Fluoren	<13	ng total	1	1	JIBJ
Fenantren	<1.9	ng total	1	1	JIBJ
Antracen	<1.8	ng total	1	1	JIBJ
Fluoranten	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Pyren	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Benso(a)antracen^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Krysen^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Benso(a)pyren^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen^	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren^	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Sum PAH-16	160	ng total	1	1	JIBJ
PCB 28	<1.5	ng total	2	1	RIKR
PCB 52	<1.2	ng total	2	1	RIKR
PCB 101	<0.58	ng total	2	1	RIKR
PCB 118	<0.70	ng total	2	1	RIKR
PCB 138	<1.1	ng total	2	1	RIKR
PCB 153	<0.96	ng total	2	1	RIKR
PCB 180	<2.1	ng total	2	1	RIKR
Sum PCB-7	n.d.	ng total	2	1	JIBJ

Rapport

N1309823

Side 5 (10)

288GZJKQ3FS



Deres prøvenavn	Lander S-2 SPMD				
Labnummer	N00266875				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Naftalen	280	ng total	1	1	JIBJ
Acenaftilen	<24	ng total	1	1	JIBJ
Acenaften	<17	ng total	1	1	JIBJ
Fluoren	<12	ng total	1	1	JIBJ
Fenantren	<1.7	ng total	1	1	JIBJ
Antracen	<1.6	ng total	1	1	JIBJ
Fluoranten	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Pyren	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Benso(a)antracen^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Krysen^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Benso(a)pyren^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen^	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren^	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Sum PAH-16	280	ng total	1	1	JIBJ
PCB 28	<1.1	ng total	2	1	RIKR
PCB 52	<0.88	ng total	2	1	RIKR
PCB 101	<0.47	ng total	2	1	RIKR
PCB 118	<0.87	ng total	2	1	RIKR
PCB 138	<0.66	ng total	2	1	RIKR
PCB 153	<1.4	ng total	2	1	RIKR
PCB 180	<2.2	ng total	2	1	RIKR
Sum PCB-7	n.d.	ng total	2	1	JIBJ

Rapport

N1309823

Side 6 (10)

288GZJKQ3FS



Deres prøvenavn	Lander S-3 SPMD				
Labnummer	N00266876				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Naftalen	250	ng total	1	1	JIBJ
Acenaftilen	<26	ng total	1	1	JIBJ
Acenaften	<18	ng total	1	1	JIBJ
Fluoren	<12	ng total	1	1	JIBJ
Fenantren	<1.9	ng total	1	1	JIBJ
Antracen	<1.8	ng total	1	1	JIBJ
Fluoranten	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Pyren	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Benso(a)antracen^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Krysen^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Benso(a)pyren^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen^	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren^	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Sum PAH-16	250	ng total	1	1	JIBJ
PCB 28	<0.81	ng total	2	1	RIKR
PCB 52	<0.74	ng total	2	1	RIKR
PCB 101	<0.35	ng total	2	1	RIKR
PCB 118	<0.45	ng total	2	1	RIKR
PCB 138	<0.35	ng total	2	1	RIKR
PCB 153	<0.74	ng total	2	1	RIKR
PCB 180	<0.78	ng total	2	1	RIKR
Sum PCB-7	n.d.	ng total	2	1	KARO

Rapport

N1309823

Side 7 (10)

288GZJKQ3FS



Deres prøvenavn	Felt Blank 1 SPMD				
Labnummer	N00266877				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Naftalen	350	ng total	1	1	JIBJ
Acenaftilen	<25	ng total	1	1	JIBJ
Acenaften	<18	ng total	1	1	JIBJ
Fluoren	<13	ng total	1	1	JIBJ
Fenantren	<2.0	ng total	1	1	JIBJ
Antracen	<1.8	ng total	1	1	JIBJ
Fluoranten	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Pyren	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Benso(a)antracen^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Krysen^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Benso(a)pyren^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen^	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren^	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Sum PAH-16	350	ng total	1	1	JIBJ
PCB 28	<0.78	ng total	2	1	RIKR
PCB 52	<1.6	ng total	2	1	RIKR
PCB 101	<0.23	ng total	2	1	RIKR
PCB 118	<0.36	ng total	2	1	RIKR
PCB 138	<0.42	ng total	2	1	RIKR
PCB 153	<0.60	ng total	2	1	RIKR
PCB 180	<0.55	ng total	2	1	RIKR
Sum PCB-7	n.d.	ng total	2	1	JIBJ

Rapport

N1309823

Side 8 (10)

288GZJKQ3FS



Deres prøvenavn	Felt Blank 2 SPMD				
Labnummer	N00266878				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Naftalen	340	ng total	1	1	JIBJ
Acenaftylen	<26	ng total	1	1	JIBJ
Acenaften	<19	ng total	1	1	JIBJ
Fluoren	<14	ng total	1	1	JIBJ
Fenantren	<1.9	ng total	1	1	JIBJ
Antracen	<1.8	ng total	1	1	JIBJ
Fluoranten	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Pyren	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Benso(a)antracen^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Krysen^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Benso(a)pyren^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen^	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren^	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Sum PAH-16	340	ng total	1	1	JIBJ
PCB 28	<0.78	ng total	2	1	RIKR
PCB 52	<1.2	ng total	2	1	RIKR
PCB 101	<0.20	ng total	2	1	RIKR
PCB 118	<0.35	ng total	2	1	RIKR
PCB 138	<0.36	ng total	2	1	RIKR
PCB 153	<0.58	ng total	2	1	RIKR
PCB 180	<0.89	ng total	2	1	RIKR
Sum PCB-7	n.d.	pg/l	2	1	JIBJ

Rapport

N1309823

Side 9 (10)

288GZJKQ3FS



Deres prøvenavn	Felt Blank 3 SPMD				
Labnummer	N00266879				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Naftalen	340	ng total	1	1	JIBJ
Acenaftylen	<26	ng total	1	1	JIBJ
Acenaften	<18	ng total	1	1	JIBJ
Fluoren	<13	ng total	1	1	JIBJ
Fenantren	<1.8	ng total	1	1	JIBJ
Antracen	<1.7	ng total	1	1	JIBJ
Fluoranten	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Pyren	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Benso(a)antracen^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Krysen^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Benso(a)pyren^	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen^	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	<1.0	ng total	1	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren^	<1.5	ng total	1	1	JIBJ
Sum PAH-16	340	ng total	1	1	JIBJ
PCB 28	<1.2	ng total	2	1	RIKR
PCB 52	<0.88	ng total	2	1	RIKR
PCB 101	<0.48	ng total	2	1	RIKR
PCB 118	<0.70	ng total	2	1	RIKR
PCB 138	<1.1	ng total	2	1	RIKR
PCB 153	<0.96	ng total	2	1	RIKR
PCB 180	<2.0	ng total	2	1	RIKR
Sum PCB-7	n.d.	ng total	2	1	JIBJ

Rapport

N1309823

Side 10 (10)

288GZJKQ3FS



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Metodespesifikasjon	
1	<p>Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH-16.</p> <p>Metode: Intern metode (SOP 35)</p> <p>Ekstraksjon: SPMD rengjøres med destillert vann og papir. Membranen med innhold ekstraheres med et løsemiddel.</p> <p>Deteksjon og kvantifisering: HPLC (fluorescence)/GC-MS</p> <p>Note: ng total = ng/SPMD. Ved flere SPMD'er i samme boks blir resultatet rapportert per én SPMD (gjennomsnitt av alle SPMD'er) dersom ikke annet er avtalt.</p>
2	<p>Bestemmelse av polyklorete bifenyler (PCB).</p> <p>Metode: Intern metode (SOP 34)</p> <p>Ekstraksjon: SPMD rengjøres med destillert vann og papir. Membranen med innhold ekstraheres med et løsemiddel.</p> <p>Deteksjon og kvantifisering: GC-MS-MS</p> <p>Note: ng total = ng/SPMD. Ved flere SPMD'er i samme boks blir resultatet rapportert per én SPMD (gjennomsnitt av alle SPMD'er) dersom ikke annet er avtalt.</p>

Godkjenner	
JIBJ	Jan Inge Bjørnengen
KARO	Karoline Rod
RIKR	Rikke Krefting

Underleverandør ¹	
1	<p>Ansvarlig laboratorium: Institute of public health Ostrava, 739 51 Dobra 240, Tsjeckia</p> <p>Akkreditering: Czech Accreditation Institute, registreringsnr. 597/2004</p>

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", ISO, Geneva, Switzerland 1993) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

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

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

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

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

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).



Dokumentnr.: 20130439-01-R
Dato: 2014-05-05
Rev. nr.: 1
Vedlegg D, Side: 1

Vedlegg D Analyserapport fra undersøkelse med passive prøvetakere (POM) 2013



NGI
v/ Amy Oen
Sognsveien 72

0855 Oslo

Oslo, 2013-11-25

62003 Analyseresultater fra NGI miljølaboratorium

Prosjektnavn: Etterkontroll dypvannsdeponiet
Prosjektnummer: 20130278
Prøvetype: Passive prøvetakere (POM) 55µm.
Antall prøver: 21
Mottatt dato: 2013-11-04
Anmerkninger: POM fra dypvannsdeponiet.

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	-	2013.11.04-2013.11.05

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.: 20130278 Prosjekttittel: Dypvannsdeponiet

Amy Oen SPM-0, 3m o/ bunn Intern ref: PAH/PCB-131104

Dato/kontroll: 25/11-13 AP

0855 Oslo

Materialkarakterisering**Beskrivelse av forsøket**

Oslo, 2013-11-25

55 µm POM 0,9426 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	0,00757
Acenaftylene	0,000789
Acenaften	0,00138
Fluoren	0,00173
Fenantren	0,00709
Antracen	0,000110
Fluoranten	0,000678
Pyren	0,00176
Benso(a)antracen [^]	0,0000300
Krysen [^]	0,000123
Benso(b)fluoranten [^]	0,0000569
Benso(k)fluoranten [^]	0,0000386
Benso(a)pyren [^]	0,0000239
Indeno(123cd)pyren [^]	0,0000123
Dibenso(ah)antracen [^]	0,0000101
Benso(ghi)perylene	0,0000143
Sum PAH-16	0,0214
PCB-28	0,00000883
PCB-52	0,00000124
PCB-101	0,000000379
PCB-118	0,000000176
PCB-153	0,000000129
PCB-138	0,000000154
PCB-180	0,0000000573
SUM PCB-7	0,0000110

Norges Geotekniske Institutt



Miljølaboratoriet - Passive prøvetakere (POM)

Prosjektnr.: 20130278 Prosjekttittel: Dypvannsdeponiet

Prøven navn: Sed100, 3m o/ bunn Intern ref: PAH/PCB-131104

Dato/kontroll: 25/11-13 AP

Materialkarakterisering

Beskrivelse av forsøket

55 µm POM 1,0811 g

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

PAH

Navn	Konsentrasjon (µg/l) i vann
Naftalen	0,00565
Acenaftylen	0,00186
Acenaften	0,00116
Fluoren	0,00139
Fenantren	0,00736
Antracen	0,0000700
Fluoranten	0,000691
Pyren	0,00188
Benso(a)antracen [^]	0,0000213
Krysen [^]	0,000105
Benso(b)fluoranten [^]	0,0000398
Benso(k)fluoranten [^]	0,0000333
Benso(a)pyren [^]	0,0000135
Indeno(123cd)pyren [^]	0,00000565
Dibenso(ah)antracen [^]	0,00000358
Benso(ghi)perylene	0,00000668
Sum PAH-16	0,0203
PCB-28	0,00000590
PCB-52	0,000000963
PCB-101	0,000000261
PCB-118	0,000000156
PCB-153	0,0000000884
PCB-138	0,000000123
PCB-180	0,0000000314
SUM PCB-7	0,00000752

Norges Geotekniske Institutt



Miljølaboratoriet - Passive prøvetakere (POM)

Prosjektnr.: 20130278 Prosjekttittel: Dypvannsdeponiet

Prøven navn: Sed100, 10m o/ bunn Intern ref: PAH/PCB-131104

Dato/kontroll: 25/11-13 AP

Materialkarakterisering

Beskrivelse av forsøket

55 µm POM	1,0112 g	<p>POM ble rengjort og tilsatt 15 ml heptan og 20 µl IS, og ristet i 3 døgn. Heptanen ble så redusert i vakuumsentrifuge til ca. 1 ml, og renses på silica-kolonne. Prøven reduseres igjen til ønsket volum og overføres til GC-vial for injeksjon på GC-MS.</p> <p>Konsentrasjonen i POM tilbakeregnes til vannkons. ved hjelp av likevektskoeffisienter for POM 55 µm.</p> <p>Forsøket ble utført ved romtemperatur (20±5°C)</p> <p>Metoden er ikke akkreditert.</p>
-----------	----------	--

PAH	
Navn	Konsentrasjon (µg/l) i vann
Naftalen	0,00678
Acenaftylen	0,00113
Acenaften	0,00128
Fluoren	0,00137
Fenantren	0,00440
Antracen	0,0000608
Fluoranten	0,000399
Pyren	0,00116
Benso(a)antracen [^]	0,0000207
Krysen [^]	0,000109
Benso(b)fluoranten [^]	0,0000466
Benso(k)fluoranten [^]	0,0000352
Benso(a)pyren [^]	0,0000123
Indeno(123cd)pyren [^]	0,00000643
Dibenso(ah)antracen [^]	0,00000275
Benso(ghi)perylene	0,00000688
Sum PAH-16	0,0168
PCB-28	0,00000548
PCB-52	0,000000912
PCB-101	0,000000313
PCB-118	0,000000202
PCB-153	0,000000106
PCB-138	0,000000162
PCB-180	0,00
SUM PCB-7	0,00000718

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

Prosjektnr.: 20130278 Prosjekttittel: Dypvannsdeponiet

Prøven navn: Sed100, 20m o/ bunn Intern ref: PAH/PCB-131104

Dato/kontroll: 25/11-1) AP

Materialkarakterisering**Beskrivelse av forsøket**

55 µm POM 0,9664 g

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

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

PAH

Navn	Konsentrasjon (µg/l) i vann
Naftalen	0,00579
Acenaftylen	0,00147
Acenaften	0,00109
Fluoren	0,00142
Fenantren	0,00886
Antracen	0,0000399
Fluoranten	0,000811
Pyren	0,00119
Benso(a)antracen [^]	0,0000177
Krysen [^]	0,000103
Benso(b)fluoranten [^]	0,0000613
Benso(k)fluoranten [^]	0,0000466
Benso(a)pyren [^]	0,0000141
Indeno(123cd)pyren [^]	0,0000123
Dibenso(ah)antracen [^]	0,00000632
Benso(ghi)perylene	0,0000139
Sum PAH-16	0,0209
PCB-28	0,00000718
PCB-52	0,00000100
PCB-101	0,000000473
PCB-118	0,000000260
PCB-153	0,000000160
PCB-138	0,000000192
PCB-180	0,000000577
SUM PCB-7	0,00000985

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

Prosjektnr.: 20130278 Prosjekttittel: Dypvannsdeponiet

Prøven navn: Sed100, 30m o/ bunn Intern ref: PAH/PCB-131104

Dato/kontroll: 25/11-13 AP

Materialkarakterisering**Beskrivelse av forsøket**

55 µm POM	1,0406	<p>POM ble rengjort og tilsatt 15 ml heptan og 20 µl IS, og ristet i 3 døgn. Heptanen ble så redusert i vakumsentrifuge til ca. 1 ml, og renses på silica-kolonne. Prøven reduseres igjen til ønsket volum og overføres til GC-vial for injeksjon på GC-MS.</p> <p>Konsentrasjonen i POM tilbakeregnes til vannkons. ved hjelp av likevektskoeffisienter for POM 55 µm. Forsøket ble utført ved romtemperatur (20±5°C)</p> <p>Metoden er ikke akkreditert.</p>
-----------	--------	--

PAH	
Navn	Konsentrasjon (µg/l) i vann
Naftalen	0,00551
Acenaftalen	0,000981
Acenaften	0,00109
Fluoren	0,00132
Fenantren	0,00342
Antracen	0,000231
Fluoranten	0,000285
Pyren	0,000558
Benso(a)antracen [^]	0,0000131
Krysen [^]	0,0000817
Benso(b)fluoranten [^]	0,0000372
Benso(k)fluoranten [^]	0,0000269
Benso(a)pyren [^]	0,0000129
Indeno(123cd)pyren [^]	0,00000536
Dibenso(ah)antracen [^]	0,00000214
Benso(ghi)perylene	0,00000789
Sum PAH-16	0,0134
PCB-28	0,00000428
PCB-52	0,000000916
PCB-101	0,000000234
PCB-118	0,000000171
PCB-153	0,0000000793
PCB-138	0,000000154
PCB-180	0,0000000424
SUM PCB-7	0,00000587

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

Prosjektnr.: 20130278 Prosjekttittel: Dypvannsdeponiet

Prøven navn: Sed100, 40m o/ bunn Intern ref: PAH/PCB-131104

Dato/kontroll: 25/11-13 AP

Materialkarakterisering**Beskrivelse av forsøket**

55 µm POM 1,0452 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	0,00467
Acenaftylen	0,000819
Acenaften	0,00115
Fluoren	0,00144
Fenantren	0,00683
Antracen	0,0000441
Fluoranten	0,000597
Pyren	0,00104
Benso(a)antracen [^]	0,0000224
Krysen [^]	0,000106
Benso(b)fluoranten [^]	0,0000716
Benso(k)fluoranten [^]	0,0000454
Benso(a)pyren [^]	0,0000196
Indeno(123cd)pyren [^]	0,00000962
Dibenso(ah)antracen [^]	0,00000367
Benso(ghi)perylene	0,0000136
Sum PAH-16	0,0169
PCB-28	0,00000701
PCB-52	0,00000120
PCB-101	0,000000459
PCB-118	0,000000246
PCB-153	0,000000155
PCB-138	0,000000186
PCB-180	0,0000000617
SUM PCB-7	0,00000932

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

Prosjektnr.: 20130278 Prosjekttittel: Dypvannsdeponiet

Prøven navn: Sed100, 50m o/ bunn Intern ref: PAH/PCB-131104

Dato/kontroll: 25/11-13 AP

Materialkarakterisering**Beskrivelse av forsøket**

55 µm POM 0,9538 g

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

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

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

Metoden er ikke akkreditert.

PAH	
Navn	Konsentrasjon (µg/l) i vann
Naftalen	0,00942
Acenaftylen	0,000468
Acenaften	0,00108
Fluoren	0,00123
Fenantren	0,00363
Antracen	0,0000663
Fluoranten	0,000321
Pyren	0,000338
Benso(a)antracen [^]	0,0000185
Krysen [^]	0,0000665
Benso(b)fluoranten [^]	0,0000344
Benso(k)fluoranten [^]	0,0000302
Benso(a)pyren [^]	0,0000147
Indeno(123cd)pyren [^]	0,0000144
Dibenso(ah)antracen [^]	0,00000522
Benso(ghi)perylene	0,00000810
Sum PAH-16	0,0167
PCB-28	0,00000436
PCB-52	0,00000109
PCB-101	0,000000477
PCB-118	0,000000193
PCB-153	0,000000162
PCB-138	0,000000233
PCB-180	0,00
SUM PCB-7	0,00000651

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

Prosjektnr.: 20130278 Prosjekttittel: Dypvannsdeponiet

Prøven navn: Sed100, 60m o/ bunn Intern ref: PAH/PCB-131104

Dato/kontroll: 25/11-1) AP

Materialkarakterisering**Beskrivelse av forsøket**

55 µm POM 0,9791 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	0,00567
Acenaftylene	0,000403
Acenaften	0,000916
Fluoren	0,00117
Fenantren	0,00494
Antracene	0,0000684
Fluoranten	0,000685
Pyren	0,000597
Benso(a)antracene [^]	0,0000268
Krysen [^]	0,0000879
Benso(b)fluoranten [^]	0,0000400
Benso(k)fluoranten [^]	0,0000355
Benso(a)pyren [^]	0,0000134
Indeno(123cd)pyren [^]	0,00000910
Dibenso(ah)antracene [^]	0,00000374
Benso(ghi)perylene	0,00000747
Sum PAH-16	0,0147
PCB-28	0,00000569
PCB-52	0,000000929
PCB-101	0,000000328
PCB-118	0,000000201
PCB-153	0,000000111
PCB-138	0,000000190
PCB-180	0,000000199
SUM PCB-7	0,00000764

Norges Geotekniske Institutt



Miljølaboratoriet - Passive prøvetakere (POM)

Prosjektnr.: 20130278 Prosjekttittel: Dypvannsdeponiet

Prøven navn: H2, 3m o/ bunn Intern ref: PAH/PCB-131104

Dato/kontroll: 25/11-13 AP

Materialkarakterisering

Beskrivelse av forsøket

55 µm POM 1,0477 g

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

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

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

Metoden er ikke akkreditert.

PAH	
Navn	Konsentrasjon (µg/l) i vann
Naftalen	0,00608
Acenaftylen	0,00110
Acenaften	0,00125
Fluoren	0,00165
Fenantren	0,00734
Antracen	0,0000346
Fluoranten	0,000605
Pyren	0,00134
Benso(a)antracen [^]	0,0000181
Krysen [^]	0,0000836
Benso(b)fluoranten [^]	0,0000354
Benso(k)fluoranten [^]	0,0000255
Benso(a)pyren [^]	0,0000103
Indeno(123cd)pyren [^]	0,00000401
Dibenso(ah)antracen [^]	0,00000407
Benso(ghi)perylene	0,00000511
Sum PAH-16	0,0196
PCB-28	0,00000504
PCB-52	0,000000841
PCB-101	0,000000267
PCB-118	0,000000153
PCB-153	0,0000000905
PCB-138	0,0000000944
PCB-180	0,00
SUM PCB-7	0,00000649

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

Prosjektnr.: 20130278 Prosjekttittel: Dypvannsdeponiet

Prøven navn: H2, 10m o/ bunn Intern ref: PAH/PCB-131104

Dato/kontroll: 25/11-13 AP

Materialkarakterisering**Beskrivelse av forsøket**

55 µm POM 0,9762 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	0,0194
Acenaftylen	0,00102
Acenaften	0,00113
Fluoren	0,00136
Fenantren	0,00567
Antracen	0,0000500
Fluoranten	0,000448
Pyren	0,00111
Benso(a)antracen [^]	0,0000157
Krysen [^]	0,000103
Benso(b)fluoranten [^]	0,0000519
Benso(k)fluoranten [^]	0,0000295
Benso(a)pyren [^]	0,0000144
Indeno(123cd)pyren [^]	0,00000529
Dibenso(ah)antracen [^]	0,00000708
Benso(ghi)perylene	0,0000103
Sum PAH-16	0,0304
PCB-28	0,00000505
PCB-52	0,000000930
PCB-101	0,000000282
PCB-118	0,000000215
PCB-153	0,0000000956
PCB-138	0,000000159
PCB-180	0,00
SUM PCB-7	0,00000673

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

Prosjektnr.: 20130278 Prosjekttittel: Dypvannsdeponiet

Prøven navn: H2, 20m o/ bunn Intern ref: PAH/PCB-131104

Dato/kontroll: 25/11-13 AP

Materialkarakterisering**Beskrivelse av forsøket**

55 µm POM	1,0542 g	<p>POM ble rengjort og tilsatt 15 ml heptan og 20 µl IS, og ristet i 3 døgn. Heptanen ble så redusert i vakumsentrifuge til ca. 1 ml, og renset på silica-kolonne. Prøven reduseres igjen til ønsket volum og overføres til GC-vial for injeksjon på GC-MS.</p> <p>Konsentrasjonen i POM tilbakeregnes til vannkons. ved hjelp av likevektskoeffisienter for POM 55 µm. Forsøket ble utført ved romtemperatur (20±5°C)</p> <p>Metoden er ikke akkreditert.</p>
-----------	----------	--

PAH

Navn	Konsentrasjon (µg/l) i vann
Naftalen	0,00490
Acenaftylen	0,000359
Acenaften	0,00124
Fluoren	0,00184
Fenantren	0,0128
Antracen	0,0000391
Fluoranten	0,00131
Pyren	0,00194
Benso(a)antracen [^]	0,0000164
Krysen [^]	0,0000983
Benso(b)fluoranten [^]	0,0000541
Benso(k)fluoranten [^]	0,0000361
Benso(a)pyren [^]	0,0000120
Indeno(123cd)pyren [^]	0,0000103
Dibenso(ah)antracen [^]	0,00000414
Benso(ghi)perylene	0,00000989
Sum PAH-16	0,0247
PCB-28	0,0000116
PCB-52	0,00000173
PCB-101	0,000000465
PCB-118	0,000000218
PCB-153	0,000000158
PCB-138	0,000000196
PCB-180	0,00
SUM PCB-7	0,0000144

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

Prosjektnr.: 20130278 Prosjekttittel: Dypvannsdeponiet

Prøven navn: H2, 30m o/ bunn Intern ref: PAH/PCB-131104

Dato/kontroll: 25/11-13 AP

Materialkarakterisering**Beskrivelse av forsøket**

55 µm POM 1,0120 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	0,00500
Acenaftylen	0,000796
Acenaften	0,00109
Fluoren	0,00129
Fenantren	0,00337
Antracen	0,0000312
Fluoranten	0,000335
Pyren	0,000723
Benso(a)antracen [^]	0,0000172
Krysen [^]	0,0000957
Benso(b)fluoranten [^]	0,0000578
Benso(k)fluoranten [^]	0,0000432
Benso(a)pyren [^]	0,0000156
Indeno(123cd)pyren [^]	0,00000585
Dibenso(ah)antracen [^]	0,00000623
Benso(ghi)perylene	0,0000111
Sum PAH-16	0,0129
PCB-28	0,00000407
PCB-52	0,000000875
PCB-101	0,000000268
PCB-118	0,000000196
PCB-153	0,0000000909
PCB-138	0,000000158
PCB-180	0,0000000564
SUM PCB-7	0,00000571

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

Prosjektnr.: 20130278 Prosjekttittel: Dypvannsdeponiet

Prøven navn: H2, 40m o/ bunn Intern ref: PAH/PCB-131104

Dato/kontroll: 25/11-17 AP

Materialkarakterisering**Beskrivelse av forsøket**

55 µm POM 1,0114 g

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

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

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

Metoden er ikke akkreditert.

PAH

Navn	Konsentrasjon (µg/l) i vann
Naftalen	0,0136
Acenaftylen	0,000485
Acenaften	0,00107
Fluoren	0,00151
Fenantren	0,00670
Antracen	0,0000270
Fluoranten	0,000580
Pyren	0,000590
Benso(a)antracen [^]	0,0000128
Krysen [^]	0,0000628
Benso(b)fluoranten [^]	0,0000356
Benso(k)fluoranten [^]	0,0000257
Benso(a)pyren [^]	0,00000861
Indeno(123cd)pyren [^]	0,00000612
Dibenso(ah)antracen [^]	0,00000476
Benso(ghi)perylene	0,00000546
Sum PAH-16	0,0247
PCB-28	0,00000671
PCB-52	0,000000796
PCB-101	0,000000275
PCB-118	0,000000172
PCB-153	0,0000000932
PCB-138	0,000000117
PCB-180	0,000000109
SUM PCB-7	0,00000827

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

Prosjektnr.: 20130278 Prosjekttittel: Dypvannsdeponiet

Prøven navn: H2, 50m o/ bunn Intern ref: PAH/PCB-131104

Dato/kontroll: 25/11 -1) AP

Materialkarakterisering**Beskrivelse av forsøket**

55 µm POM 0,9961 g

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

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

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

Metoden er ikke akkreditert.

PAH

Navn	Konsentrasjon (µg/l) i vann
Naftalen	0,00442
Acenaftylene	0,000484
Acenaften	0,000819
Fluorene	0,00105
Fenantrene	0,00462
Antracene	0,0000621
Fluorantene	0,000877
Pyren	0,000596
Benso(a)antracene^	0,0000273
Krysen^	0,000111
Benso(b)fluorantene^	0,0000441
Benso(k)fluorantene^	0,0000279
Benso(a)pyren^	0,0000106
Indeno(123cd)pyren^	0,00000683
Dibenso(ah)antracene^	0,00000468
Benso(ghi)perylene	0,00000647
Sum PAH-16	0,0132
PCB-28	0,00000661
PCB-52	0,00000107
PCB-101	0,000000377
PCB-118	0,000000138
PCB-153	0,000000128
PCB-138	0,000000143
PCB-180	0,00
SUM PCB-7	0,00000846

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

Prosjektnr.: 20130278 Prosjekttittel: Dypvannsdeponiet

Prøven navn: Sør f/ H2, 3m o/bunn Intern ref: PAH/PCB-131104

Dato/kontroll: 25/11-17 AP

Materialkarakterisering**Beskrivelse av forsøket**

55 µm POM 0,9593 g

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

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

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

Metoden er ikke akkreditert.

PAH

Navn	Konsentrasjon (µg/l) i vann
Naftalen	0,00606
Acenaftylen	0,00154
Acenaften	0,00113
Fluoren	0,00150
Fenantren	0,00613
Antracen	0,0000811
Fluoranten	0,000448
Pyren	0,00148
Benso(a)antracen [^]	0,0000184
Krysen [^]	0,0000884
Benso(b)fluoranten [^]	0,0000464
Benso(k)fluoranten [^]	0,0000283
Benso(a)pyren [^]	0,0000121
Indeno(123cd)pyren [^]	0,00000546
Dibenso(ah)antracen [^]	0,00000530
Benso(ghi)perylene	0,00000817
Sum PAH-16	0,0186
PCB-28	0,00000451
PCB-52	0,000000781
PCB-101	0,000000313
PCB-118	0,000000203
PCB-153	0,000000106
PCB-138	0,000000124
PCB-180	0,0000000269
SUM PCB-7	0,00000606

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

Prosjektnr.: 20130278 Prosjekttittel: Dypvannsdeponiet

Prøven navn: Lander sør 1 Intern ref: PAH/PCB-131104

Dato/kontroll: 25/11-17 AP

Materialkarakterisering**Beskrivelse av forsøket**

55 µm POM

1,1005 g

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

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

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

Metoden er ikke akkreditert.

PAH	
Navn	Konsentrasjon (µg/l) i vann
Naftalen	0,0119
Acenaftylen	0,000486
Acenaften	0,00133
Fluoren	0,00210
Fenantren	0,0117
Antracen	0,0000656
Fluoranten	0,00128
Pyren	0,00251
Benso(a)antracen [^]	0,0000163
Krysen [^]	0,0000788
Benso(b)fluoranten [^]	0,0000265
Benso(k)fluoranten [^]	0,0000200
Benso(a)pyren [^]	0,00000745
Indeno(123cd)pyren [^]	0,00000382
Dibenso(ah)antracen [^]	0,00000260
Benso(ghi)perylene	0,00000496
Sum PAH-16	0,0315
PCB-28	0,0000100
PCB-52	0,00000166
PCB-101	0,000000397
PCB-118	0,000000173
PCB-153	0,000000134
PCB-138	0,000000144
PCB-180	0,0000000249
SUM PCB-7	0,0000126

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

Prosjektnr.: 20130278 Prosjekttittel: Dypvannsdeponiet

Prøven navn: Lander sør 2 Intern ref: PAH/PCB-131104

Dato/kontroll: 25/11-13 AP

Materialkarakterisering**Beskrivelse av forsøket**

55 µm POM	1,0081 g	<p>POM ble rengjort og tilsatt 15 ml heptan og 20 µl IS, og ristet i 3 døgn. Heptanen ble så redusert i vaksentrifuge til ca. 1 ml, og renses på silica-kolonne. Prøven reduseres igjen til ønsket volum og overføres til GC-vial for injeksjon på GC-MS.</p> <p>Konsentrasjonen i POM tilbakeregnes til vannkons. ved hjelp av likevektskoeffisienter for POM 55 µm. Forsøket ble utført ved romtemperatur (20±5°C) Metoden er ikke akkreditert.</p>
-----------	----------	---

PAH	
Navn	Konsentrasjon (µg/l) i vann
Naftalen	0,00619
Acenaftylen	0,00106
Acenaften	0,00128
Fluoren	0,00155
Fenantren	0,00446
Antracen	0,0000464
Fluoranten	0,000407
Pyren	0,00115
Benso(a)antracen [^]	0,0000143
Krysen [^]	0,0000739
Benso(b)fluoranten [^]	0,0000308
Benso(k)fluoranten [^]	0,0000155
Benso(a)pyren [^]	0,00000505
Indeno(123cd)pyren [^]	0,00000420
Dibenso(ah)antracen [^]	0,00
Benso(ghi)perylene	0,00000600
Sum PAH-16	0,0163
PCB-28	0,00000372
PCB-52	0,000000760
PCB-101	0,000000210
PCB-118	0,000000193
PCB-153	0,0000000711
PCB-138	0,000000108
PCB-180	0,000000301
SUM PCB-7	0,00000536

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

Prosjektnr.: 20130278 Prosjekttittel: Dypvannsdeponiet

Prøven navn: Lander sør 3 Intern ref: PAH/PCB-131104

Dato/kontroll:

25/11-13

AP

Materialkarakterisering**Beskrivelse av forsøket**

55 µm POM 1,0442 g

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

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

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

Metoden er ikke akkreditert.

PAH	
Navn	Konsentrasjon (µg/l) i vann
Naftalen	0,0239
Acenaftylen	0,000705
Acenaften	0,00121
Fluoren	0,00169
Fenantren	0,0106
Antracen	0,0000817
Fluoranten	0,000837
Pyren	0,00191
Benso(a)antracen [^]	0,0000209
Krysen [^]	0,000109
Benso(b)fluoranten [^]	0,0000310
Benso(k)fluoranten [^]	0,0000239
Benso(a)pyren [^]	0,0000319
Indeno(123cd)pyren [^]	0,00000456
Dibenso(ah)antracen [^]	0,00000317
Benso(ghi)perylene	0,00000695
Sum PAH-16	0,0411
PCB-28	0,00000846
PCB-52	0,00000134
PCB-101	0,000000409
PCB-118	0,000000207
PCB-153	0,000000139
PCB-138	0,000000139
PCB-180	0,00
SUM PCB-7	0,0000107

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

Prosjektnr.: 20130278 Prosjekttittel: Dypvannsdeponiet

Prøven navn: Lander nord 1 Intern ref: PAH/PCB-131104

Dato/kontroll: 25/11-13 AP

Materialkarakterisering**Beskrivelse av forsøket**

55 µm POM 1,0459 g

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

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

PAH

Navn	Konsentrasjon (µg/l) i vann
Naftalen	0,00685
Acenaftylene	0,00120
Acenaften	0,00135
Fluorene	0,00177
Fenantrene	0,00663
Antracene	0,0000426
Fluorantene	0,000605
Pyrene	0,00143
Benso(a)antracene [^]	0,0000161
Krysen [^]	0,0000657
Benso(b)fluorantene [^]	0,0000278
Benso(k)fluorantene [^]	0,0000206
Benso(a)pyrene [^]	0,00000578
Indeno(123cd)pyrene [^]	0,00000329
Dibenso(ah)antracene [^]	0,00000467
Benso(ghi)perylene	0,00000371
Sum PAH-16	0,0200
PCB-28	0,00000477
PCB-52	0,000000733
PCB-101	0,000000371
PCB-118	0,000000155
PCB-153	0,000000126
PCB-138	0,0000000799
PCB-180	0,00
SUM PCB-7	0,00000624

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

Prosjektnr.: 20130278 Prosjekttittel: Dypvannsdeponiet

Prøven navn: Lander nord 2 Intern ref: PAH/PCB-131104

Dato/kontroll:

25/11-13

AP

Materialkarakterisering**Beskrivelse av forsøket**

55 µm POM	1,0352 g	<p>POM ble rengjort og tilsatt 15 ml heptan og 20 µl IS, og ristet i 3 døgn. Heptanen ble så redusert i vakumsentrifuge til ca. 1 ml, og rensset på silica-kolonne. Prøven reduseres igjen til ønsket volum og overføres til GC-vial for injeksjon på GC-MS.</p> <p>Konsentrasjonen i POM tilbakeregnes til vannkons. ved hjelp av likevektskoeffisienter for POM 55 µm.</p> <p>Forsøket ble utført ved romtemperatur (20±5°C)</p> <p>Metoden er ikke akkreditert.</p>
-----------	----------	--

PAH

Navn	Konsentrasjon (µg/l) i vann
Naftalen	0,00583
Acenaftylen	0,000870
Acenaften	0,00131
Fluoren	0,00179
Fenantren	0,00771
Antracen	0,0000883
Fluoranten	0,000581
Pyren	0,00186
Benso(a)antracen [^]	0,0000217
Krysen [^]	0,0000922
Benso(b)fluoranten [^]	0,0000352
Benso(k)fluoranten [^]	0,0000268
Benso(a)pyren [^]	0,00000897
Indeno(123cd)pyren [^]	0,00000251
Dibenso(ah)antracen [^]	0,00000474
Benso(ghi)perylene	0,00000729
Sum PAH-16	0,0202
PCB-28	0,00000650
PCB-52	0,00000106
PCB-101	0,000000340
PCB-118	0,000000134
PCB-153	0,000000115
PCB-138	0,000000119
PCB-180	0,0000000517
SUM PCB-7	0,00000833

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

Prosjektnr.: 20130278 Prosjekttittel: Dypvannsdeponiet

Prøven navn: Lander nord 3 Intern ref: PAH/PCB-131104

Dato/kontroll:

25/11-13 AP

Materialkarakterisering**Beskrivelse av forsøket**

55 µm POM 0,9133 g

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

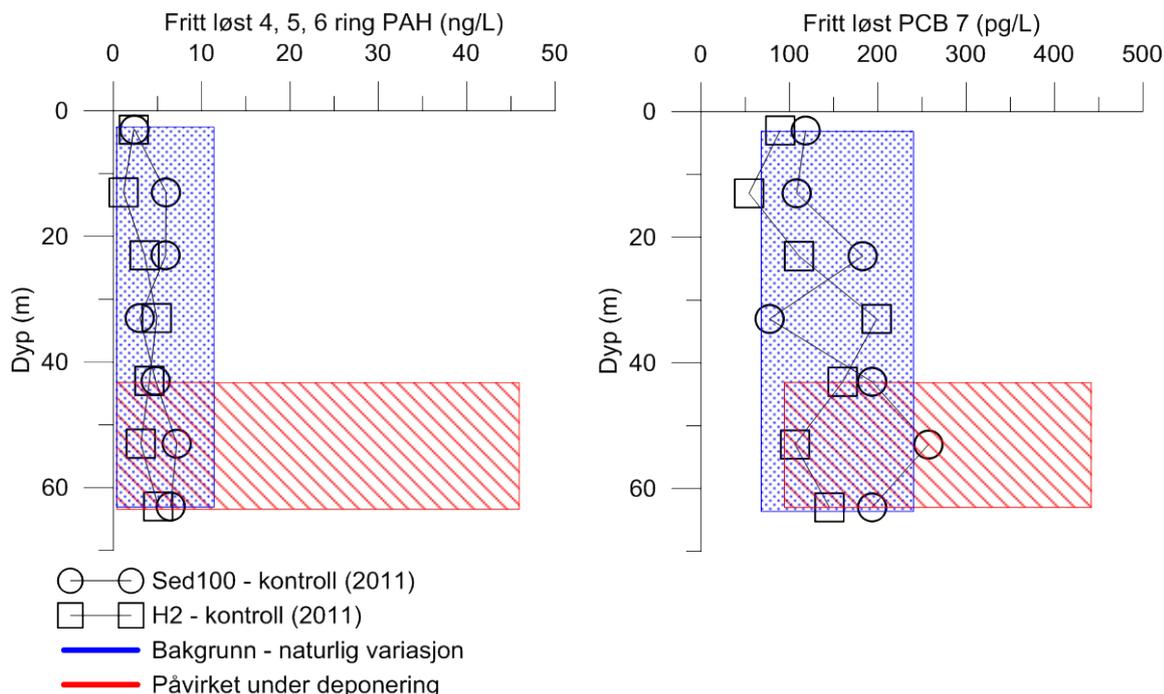
Konsentrasjonen i POM tilbakeregnes til vannkons. ved hjelp av likevektskoeffisienter for POM 55 µm. Forsøket ble utført ved romtemperatur (20±5°C) Metoden er ikke akkreditert.

PAH	
Navn	Konsentrasjon (µg/l) i vann
Naftalen	0,0106
Acenaftylen	0,000927
Acenaften	0,00129
Fluoren	0,00162
Fenantren	0,00477
Antracen	0,0000720
Fluoranten	0,000485
Pyren	0,00185
Benso(a)antracen [^]	0,0000272
Krysen [^]	0,000114
Benso(b)fluoranten [^]	0,0000355
Benso(k)fluoranten [^]	0,0000345
Benso(a)pyren [^]	0,0000163
Indeno(123cd)pyren [^]	0,00000548
Dibenso(ah)antracen [^]	0,00000476
Benso(ghi)perylene	0,00000908
Sum PAH-16	0,0218
PCB-28	0,00000488
PCB-52	0,000000939
PCB-101	0,000000292
PCB-118	0,000000174
PCB-153	0,0000000990
PCB-138	0,000000115
PCB-180	0,0000000424
SUM PCB-7	0,00000655

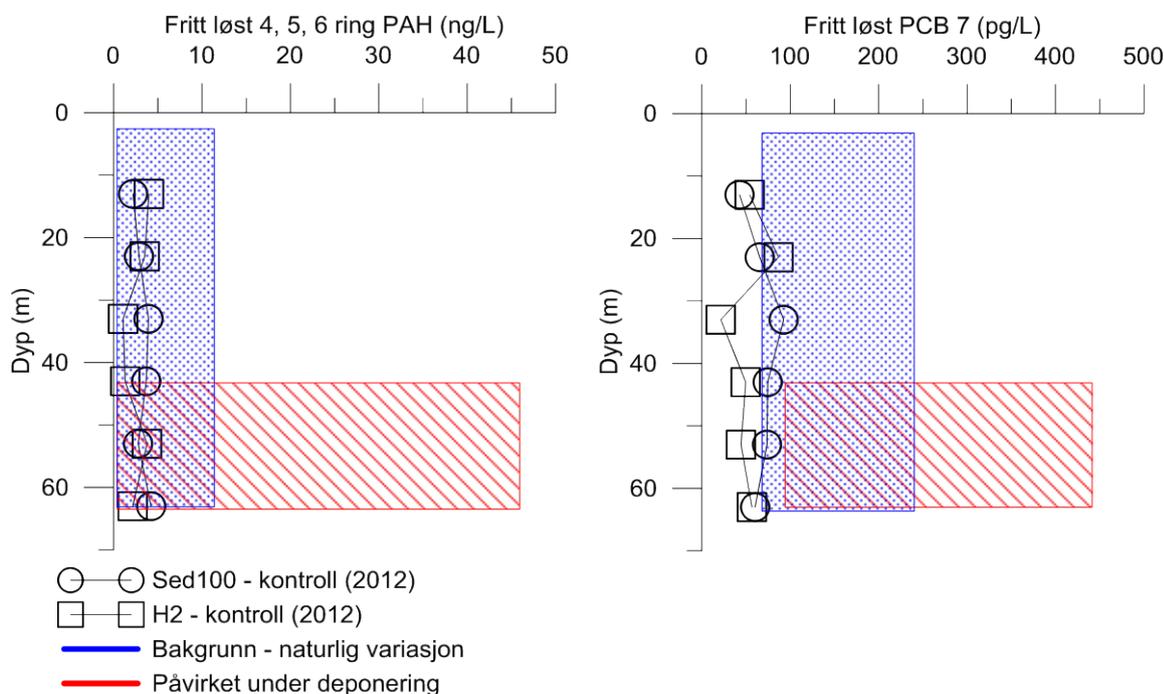


Dokumentnr.: 20130439-01-R
Dato: 2014-05-05
Rev. nr.: 1
Vedlegg E, Side: 1

Vedlegg E Konsentrasjonsprofiler for fritt løst PAH og PCB ved dypvannsdeponiet fra kontroll 2011 og 2012



Figur E.1. Konsentrasjonsprofiler for fritt løst PAH og PCB ved dypvannsdeponiet. Punktene er målinger gjennomført som en del av kontroll 2011.



Figur E.2. Konsentrasjonsprofiler for fritt løst PAH og PCB ved dypvannsdeponiet. Punktene er målinger gjennomført som en del av kontroll 2012.

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information													
Dokumenttittel/Document title Etterkontroll av Dypvannsdeponiet ved Malmøykalven – 2013. Kontroll 2013						Dokumentnr./Document No. 20130439-01-R							
Dokumenttype/Type of document Rapport/Report			Distribusjon/Distribution Begrenset/Limited			Dato/Date 13. februar 2014		Rev.nr.&dato/Rev.No.&date 1 / 5. mai 2014					
Oppdragsgiver/Client Oslo Havn KF													
Emneord/Keywords Harbor, sea water, sea bed, field measurements, capping													
Stedfesting/Geographical information													
Land, fylke/Country, County Norge, Oslo						Havområde/Offshore area							
Kommune/Municipality Oslo						Feltnavn/Field name							
Sted/Location Oslo havnedistrikt						Sted/Location							
Kartblad/Map 1914 IV						Felt, blokknr./Field, Block No.							
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone 32 N6642602, E596951													
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		GBr				EE	
1	Presiseringer i tekst					AO		GBr				EE	
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release				Dato/Date 5. mai 2014		Sign. Prosjektleder/Project Manager Amy M.P. 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.

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.

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 Pirsenteret
NO-7462 Trondheim
Norway

Besøksadresse/Street address:
Pirsenteret, 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

