

# Overvåking av forurensning ved mudring og deponering

## Resultater fra sedimentfelleundersøkelser 1. halvår 2007

Rev. 0  
20051785-28

10. oktober 2007

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

Dokumentet må 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 NGI.

*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 deals with. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the proprietor's consent. No changes or amendments to the document shall be made without consent from NGI.*



# Overvåking av forurensning ved mudring og deponering

## Resultater fra sedimentfelleundersøkelser 1. halvår 2007

rev. 0  
20051785-28

10. oktober 2007

**Oppdragsgiver:** Oslo Havn KF

Kontaktperson: Kjetil Lønborg Jensen  
Kontraktreferanse: 40HAV05

### For Norges Geotekniske Institutt

Prosjektleder: Audun Hauge

Rapport utarbeidet av: Arne Pettersen  
Amy M.P. Oen

Arbeid også utført av: Espen Eek  
Aud Helland (NIVA)

## Sammendrag

Som ledd i anbefalinger gitt i årsrapporten fra 2006 er overvåking med sedimentfeller i Bekkelagsbassenget nord for dypvannsdeponiet intensivert. Fra begynnelsen av februar 2007 er det gjennomført en kontinuerlig overvåking med denne metoden. Det er utplassert sedimentfeller ved fire målepunkter i området. Det foreligger også sedimentfelledata fra forundersøkelser gjort i området før nedføring av mudrede masser startet. Metoden er effektiv for å måle transport av svært små mengder materiale.

Fra forundersøkelsen foreligger det data om konsentrasjon av miljøgifter i sjøsedimentene i området. Undersøkelser fra 1. halvår 2007 viser følgende:

- Sedimentene i Bekkelagsbassenget var også før nedføringen startet forurenset av metaller og organiske forurensninger.
- Den naturlige sedimentasjonshastigheten i området er rundt 1 mm/år.
- Sedimenterende materiale som på sikt vil danne ny sjøbunn er generelt renere enn sjøbunnen i Bekkelagsbassenget som følge av kildekontroll på land.
- Nedføringen av mudrede masser har medført en økt sedimentasjon rett nord for deponiet på 1-3 mm/år.
- Nedføringen av mudrede masser gir i perioder en økning i konsentrasjonen av PAH, bly, kadmium og kvikksølv i materiale som sedimenterer rett nord for deponiet.
- Beregninger viser at nedføringen av mudrede masser ikke påvirker den fremtidige sedimentkvaliteten negativt i sjøsedimentene nord for dypvannsdeponiet.
- Disse undersøkelsene viser at nedføringen av mudrede masser går som forutsatt og innenfor de krav, rammer og forutsetninger som er gitt av SFT.



## Innhold

1	INNLEDNING .....	4
2	BAKGRUNN .....	4
3	PRAKTISK GJENNOMFØRING .....	4
3.1	Samarbeidspartnere.....	4
3.2	Sedimentfeller.....	5
3.3	Tidsperioder for sedimentfelleundersøkelsene .....	7
3.4	Posisjoner for utplasserte sedimentfellerigger.....	7
3.5	Kjemisk analyse.....	8
4	RESULTATER .....	8
5	VURDERING .....	10
5.1	Generelt.....	10
5.2	Sedimentasjonsrate .....	10
5.3	Kvalitet .....	11
5.4	Effekt .....	12
6	OPPSUMMERING OG KONKLUSJON.....	17
7	REFERANSER .....	18

### Vedlegg:

Kartbilag 1	Prøvepunkter for sedimentfeller
Vedlegg A	Analyserapport fra periode februar til mars 2007
Vedlegg B	Analyserapport fra periode mars til mai 2007

### Kontroll- og referanseside



## 1 INNLEDNING

Oslo Havn KF har engasjert Norges Geotekniske Institutt (NGI) til å gjennomføre overvåking ved mudring og deponering av forurensede sedimenter i dypvannsdeponi ved Malmøykalven. Omfanget av overvåkingen er gitt i kontrollplanen for arbeidene. Kontrollplanen sammenfatter de krav til overvåking som er gitt i SFTs tillatelser til prosjekt Ren Oslofjord.

Det gjennomføres en utvidet overvåking av arbeidene som går ut over de krav som er gitt av SFT. Overvåkningsprogrammet er presentert i NGI (2006) og NGI (2007a). Programmet for 2007 er justert etter anbefalinger gitt i årsrapport for 2006 (NGI, 2007b).

Utvidet miljøovervåking omfatter undersøkelser med sedimentfeller i området nord for dypvannsdeponiet. Denne rapporten presenterer resultater og vurderinger av sedimentfelleundersøkelser fra to perioder gjennomført første halvår 2007.

## 2 BAKGRUNN

Hensikten med sedimentfelleundersøkelsene er å kvantifisere mengde materiale som eventuelt sedimenterer utenfor dypvannsdeponiet i Bekkelagsbassenget samt måle konsentrasjonen av metaller og organiske forbindelser i dette materialet. Resultatene sammenholdes med målinger av det naturlige bakgrunnsnivået i området. Bakgrunnsnivået er gitt av målinger fra:

- Periode før oppstart av deponeringen
- Sedimentfeller plassert ved 50 m vanddyb, over nivået der det er observert forhøyet turbiditet
- Sedimentfeller plassert ved referansestasjonen for turbiditet nord i Bekkelagsbassenget

Kvaliteten (kjemisk innhold) i det sedimenterende materialet sammenliknes med data fra sedimentundersøkelsens referanser som gitt over, samt data fra sedimenter prøvetatt i området før nedføring ble startet opp. Basert på dette grunnlaget gjøres en vurdering om eventuell spredning har negativ effekt for sedimentene nord for dypvannsdeponiet.

## 3 PRAKTISK GJENNOMFØRING

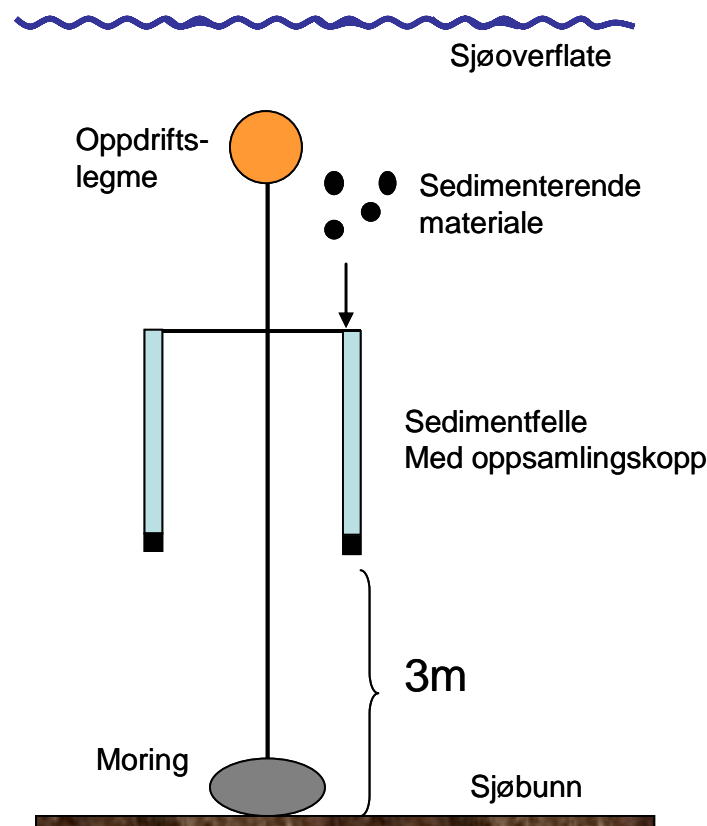
### 3.1 Samarbeidspartnere

Forskningsfartøyet F/F Braarud er benyttet ved utsetting og tømning av sedimentfellene. Undersøkelsene er gjort av NGI i samarbeid med NIVA.

### 3.2 Sedimentfeller

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 tidsintegret gjennomsnitt. Metoden kan karakteriseres som en passiv prøvetaker for partikulært materiale. Materialet fra sedimentfellene sendes til kjemisk laboratorium for analyse. Det benyttes høyt oppløsende analyseinstrumenter slik at det kan gjennomføres bestemmelse av et bredt parameteromfang på den svært begrensede mengden prøvemateriale som er tilgjengelig. Bruk av sedimentfeller er velkjent metodikk som er benyttet i en rekke sammenhenger, bl.a. ved tiltaksplan for Drammensfjorden (Fylkesmannen i Buskerud, 2005) og i forbindelse med doktorgradsarbeid (Helland, 2003).

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 oppfanget materiale samles opp. Disse sylindrene er montert på leddede armer og har lodd i enden av oppsamlingskoppene slik at de blir stående vertikalt i vannet. Figur 1 viser en prinsippskisse av sedimentfellerigg og figur 2 viser fotografi av sedimentfellerigg.



Figur 1 Prinsippskisse av sedimentfellerigg



*Figur 2      Fotografi av sedimentfellerigg*

I hver av oppsamlingsboksene tilsettes formalin før fellene settes ut slik at materialet blir fiksert for å unngå biologisk nedbryting og omdanning. Figur 3 viser et fotografi tatt ved utsetting av sedimentfellerigg.

Sedimentfelleriggen forankres med en moring og holdes i riktig nivå over sjøbunnen med en oppdriftsblåse. Sedimentfellene er oppankret uten bøye til sjøoverflaten. Riggene blir dermed mindre utsatt for ytre hendelser som isgang og sammenstøt med båter. Ved innhenting av sedimentfellene benyttes et ledetau fra moringen som varpes opp fra fartøyet. Fellene står ute i en periode på 6-10 uker slik at nok materiale (2-3 gram) til å gjennomføre kjemisk analyse blir samlet opp.



*Figur 3      Aud Helland (NIVA) ved utsetting av sedimentfeller februar 2007 fra F/F Braarud.*

### 3.3 Tidsperioder for sedimentfelleundersøkelsene

I tråd med anbefalinger i årsrapport for 2006 gjennomføres det i 2007 kontinuerlig overvåking med sedimentfeller. Denne rapporten omfatter resultater fra de to første periodene i 2007:

- Periode 1 fra 6/2-07 til 27/3-07
- Periode 2 fra 27/3-07 til 23/5-07

Før nedføringsarbeidene ble startet ble det gjennomført en forundersøkelse i området (15/12-05 til 23/1-06) som omfattet undersøkelse med sedimentfeller (NGI 2006b). Det ble satt ut fellerigger nord for dypvannsdeponiet ved stasjon Sed100, Sed300 og Sed800, se kartbilag 1 for posisjoner. Disse dataene inngår som grunnlag for å estimere det naturlige bakgrunnsnivået.

Det er også gjennomført en undersøkelse med sedimentfeller i 2006 (8/9-06 til 23/11-06). Resultatene fra denne undersøkelsen er rapportert tidligere i månedsrapport for januar 2007 (NGI 2007c). Ved undersøkelsen gikk flere fellerrigger tapt slik at det kun foreligger data fra en sedimentfelle (sed100).

Tabell 1 viser tidsplan for undersøkelser med sedimentfeller i 2007.

Tabell 1 *Program for sedimentfelleundersøkelse 2007 i dypvannsdeponiet*

Tidspunkt	Aktivitet
6. februar 2007 <sup>1</sup>	Utplassering av sedimentfellerigger
27. mars 2007 <sup>1</sup>	Tømming av sedimentfeller
23. mai 2007 <sup>1</sup>	Tømming av sedimentfeller
20. og 24. august 2007	Tømming av sedimentfeller
Uke 42	Tømming av sedimentfeller
Uke 50	Tømming av sedimentfeller Evt. innhenting av sedimentfellerigger <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Perioder som inngår i denne rapporten.

<sup>2</sup>Det vurderes om sedimentfelleundersøkelsen skal fortsette med samme intensitet i 2008 basert på resultatene fra undersøkelsene i 2007.

### 3.4 Posisjoner for utplasserte sedimentfellerigger

Sedimentfellene er utplassert ved posisjoner som gitt i tabell 2 og vist i vedlagte kartbilag 1. Plassering av sedimentfellerigg er basert på erfaring etter et års drift (NGI 2007b). Ut fra bunntopografi (dypbdeforhold) i området er det nordøst for deponiet, i de dypere liggende områdene, mest sannsynlig at materiale som eventuelt spres fra deponiet vil sedimentere.

Overvåking av turbiditet har vist overskridelser av grenseverdi ved flere anledninger i dette området. Det har ikke vært overskridelser av grenseverdien for turbiditet øst for deponiet. Sør for deponiet har det kun vært noen episoder med forhøyet turbiditet ved oppstart av arbeidene.



Tabell 2 Posisjoner for sedimentfellerigger plassert nord for dypvannsdeponiet 1. halvår 2007

Stasjon	Vandyp ved målestasjon (m)	Plassering av oppsamlings-sylinder	Posisjon	
			Nord	Øst
SMP-0	65	3 m over bunn	59° 52.514N	10° 44.603E
SMP-1	70	3 m over bunn	59° 52.466N	10° 44.118E
SMP-2 øvre	70	50 m	59° 52.273N	10° 44.340E
SMP-2 nedre		3 m over bunn		
SMP-3	69	3 m over bunn	59° 51.973N	10° 44.203E

### 3.5 Kjemisk analyse

I felt ble materialet fra sedimentfellene overført til egnet emballasje og levert NIVA Lab for kjemisk analyse. Analyseprogrammet omfatter total mengde materiale samt analyse av PAH (organiske tjærestoffer), PCB (polyklorete bifenyler), TBT (tinnorganisk forbindelse brukt bl.a. i bunnstoff), tungmetaller og mineralolje. På grunn av lite prøvemateriale måtte mineralolje tas ut av analyseomfanget. For en av periodene er det også analysert TOC (organisk karbon) i materialet fra sedimentfellene. Mengde materiale måles i to paralleller (en fra hver sylinder) mens kjemisk analyse gjøres på en blandprøve av alt dette materialet.

NIVA Laboratorium er akkreditert i henhold til NS-EN ISO/IEC 17025 av Norsk akkreditering. NIVAs akkrediteringsdokumenter er tilgjengelige fra akkrediteringsmyndighetens internettsider.

## 4 RESULTATER

Tabell 3 og 4 oppsummerer resultatene av innhold i sedimentfellene fra to perioder første halvår 2007. Analyserapportene er presentert i sin helhet i vedlegg A og B.

*Tabell 3 Innhold i sedimentfeller plassert nord for dypvannsdeponiet fra periode 6/2-07 - 27/3-07*

Stoff	Benevning	SMP-0	SMP-1	SMP-2 øvre <sup>1</sup>	SMP-2	SMP-3
Mengde sediment	g	1,12	1,70	1,20	1,78	5,85
Sedimentasjon	g/m <sup>2</sup> /døgn	1,8	2,7	1,9	2,8	9,3
Bly	mg/kg ts	81,6	98,6	109	119	163
Kadmium	mg/kg ts	0,4	0,5	0,7	0,5	1,8
Kobber	mg/kg ts	200	140	148	153	203
Kvikksølv	mg/kg ts	0,97	1,18	1,38	1,59	2,50
Sink	mg/kg ts	374	281	296	280	431
BaP <sup>3</sup>	mg/kg ts	0,280	0,350	0,390	0,500	0,890
PAH-16	mg/kg ts	3,66	4,52	5,31	6,66	11,96
PCB-7 <sup>2</sup>	mg/kg ts	0,023	0,038	0,046	0,055	0,085
TBT	mg/kg ts	2,4 <sup>a</sup>	0,092	0,090	0,120	0,220

<sup>1</sup>Utplassert ved 50 m vanddyp. Øvrige sedimentfeller står 3 m over sjøbunn.

<sup>2</sup>Sum av PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180. <sup>3</sup>PAH komponenten benso(a)pyren.

<sup>a</sup>Antatt å ikke være reell. Ikke tatt med i videre beregninger.

*Tabell 4 Innhold i sedimentfeller plassert nord for dypvannsdeponiet fra periode 27/3-07 - 23/5-07*

Stoff	Benevning	SMP-0 <sup>a</sup>	SMP-1	SMP-2 øvre <sup>1</sup>	SMP-2	SMP-3
Mengde sediment	g	1,06	1,28	1,03	1,62	2,76
Sedimentasjon	g/m <sup>2</sup> /døgn	4,9	5,8	4,7	7,4	12,6
TOC	mg/kg ts	108	81,0	99,0	59,2	45,2
Bly	mg/kg ts	74,9	84,9	95,9	92,2	92,8
Kadmium	mg/kg ts	0,4	0,4	0,5	0,73	1,3
Kobber	mg/kg ts	111	102	133	100	122
Kvikksølv	mg/kg ts	0,78	0,88	0,85	0,99	1,23
Sink	mg/kg ts	278	245	436	207	275
BaP <sup>2</sup>	mg/kg ts	0,190	0,270	0,300	0,380	0,560
PAH-16	mg/kg ts	2,66	3,74	3,68	4,93	7,13
PCB-7 <sup>3</sup>	mg/kg ts	0,020	0,026	0,030	0,028	0,037
TBT <sup>b</sup>	mg/kg ts	<0,100	0,120	0,440	<0,100	<0,100

<sup>1</sup>Utplassert ved 50 m vanddyp. Øvrige sedimentfeller står 3 m over sjøbunn.

<sup>2</sup>PAH komponenten benso(a)pyren. <sup>3</sup>Sum av PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180.

<sup>a</sup>En av de to sylindrene (prøve merket SMP-0B) fra sedimentfelle SMP-0 fra periode 27/3-07-23/5-07 hadde en lekkasje, og er derfor tatt ut av datagrunnlaget.

<sup>b</sup>Deteksjonsgrense for TBT hevet pga lite prøvemateriale.

< betyr mindre enn

## 5 VURDERING

### 5.1 Generelt

Hensikten med sedimentfelleundersøkelsene er å kvantifisere en eventuelt økt sedimentasjon av materiale utenfor dypvannsdeponiet som følge av nedføring av mudrede masser. Videre er hensikten å kvantifisere en eventuell endring i kvalitet på materialet som skyldes disse arbeidene. For å kunne vurdere om arbeidene med nedføringen har påvirket sedimentasjonsrate eller kvalitet av sedimenterende materiale er det gjort målinger før arbeidene startet, for å finne bakgrunnsnivået i området (NGI 2006b). Det brukes også data fra referansestasjoner i området ved estimering av bakgrunnsnivået.

### 5.2 Sedimentasjonsrate

Tabell 5 oppsummerer resultatene fra alle undersøkelser som er gjort med sedimentfeller nord for dypvannsdeponiet.

Tabell 5 Avsetting av sediment nord for dypvannsdeponiet

Område	Stasjon	Periode	Sedimentasjonsrate (g/m <sup>2</sup> /døgn)	Avleiret sediment (mm/år) <sup>1</sup>
Rett nord for deponiet	SMP-2	6/2-07 23/5-07	2,8-7,4	0,7-1,9
	Sed100 <sup>a</sup>	8/9-06 23/11-06	2,4	0,6
	SMP-3	6/2-07 23/5-07	9,3-12,6	2,4-3,3
Naturlig bakgrunn	SMP-0	6/2-07 23/5-07	1,8-4,9	0,5-1,3
	SMP-1	6/2-07 23/5-07	2,7-5,8	0,7-1,5
	SMP-2 øvre <sup>2</sup>	6/2-07 23/5-07	1,9-4,7	0,5-1,2
	Sed100 <sup>b</sup> , Sed300 <sup>b</sup> , Sed800 <sup>b</sup>	15/12-05 23/1-06 <sup>3</sup>	2,4-2,6	0,6-0,7

<sup>1</sup>I estimatet er egenvekten satt til 1,4 g/cm<sup>3</sup>.

<sup>2</sup>Plassert ved 50 m vanddyb.

<sup>3</sup>Periode før nedføringen ble påbegynt.

<sup>a</sup>NGI (2007c).

<sup>b</sup>Forundersøkelse (NGI,2006b).

Mengde materiale som sedimenterer (sedimentasjonsrate) i området varierer naturlig med årstiden. Det forventes høyest sedimentasjon i perioder etter oppblomstring av alger i overflatevannet som har veksttopper om våren og høsten. Dette forklarer forskjellen i sedimentasjonshastighet i første og andre måleperiode 2007. Det forventes også at sedimentasjonen øker etter perioder med stor materialtransport fra ellevann til fjorden, for eksempel etter snøsmelting eller flom.

Resultatene fra forundersøkelsen danner grunnlag for å estimere den naturlige sedimentasjonen av materiale til sjøbunnen i Bekkelagsbassenget sammen med data fra referansemålinger. Samlet viser resultatene at den naturlige sedimentasjonshastigheten er 0,5-1,5 mm/år. Rett nord for deponiet er sedimentasjonshastigheten målt til 0,6-3,3 mm/år. Det er kun ved målepunktet nord øst for deponiet SMP 3 (i nærheten av målestasjon MP3) funnet en signifikant høyere sedimentasjonsrate enn naturlig bakgrunn mens arbeidene pågår. I dette området er sedimentasjonshastigheten 1-3 mm høyere enn bakgrunnsnivået.

### 5.3 Kvalitet

Kvaliteten (konsentrasjonen av forurensning) i sedimenterende materiale vil ha et nivå som reflekterer eksisterende kilder til forurensning til fjorden. De største kildene til forurensning som industri, skipsverft og kloakkutslipp er sanert. Men det tilføres fortsatt forurensning fra diffuse kilder som trafikk, urban avrenning, renseanlegg og langtransporterte luftforurensning. Det forventes at kvaliteten på det sedimenterende materialet også vil ha en viss variasjon gjennom året som reflekterer variasjonen av tilførselen (for eksempel fyring om vinteren eller overløp til renseanlegget ved mye nedbør).

Tabell 7 oppsummerer alle data for konsentrasjonen av metaller og organiske forurensninger i sjøsedimentene nord for dypvannsdeponiet før arbeidene startet (NGI, 2006b) og de gjennomførte undersøkelsene med sedimentfeller.

Tabell 7 *Kvalitet av sjøsediment og sedimenterende materiale nord for dypvannsdeponiet*

Stoff	Benevning	Sjøsediment <sup>a</sup>	Naturlig sedimenterende materiale <sup>b</sup>	Sedimenterende materiale påvirket av nedføringen <sup>c</sup>
Bly	mg/kg ts	61-130	74,9-109	92,2-163
Kadmium	mg/kg ts	1-2,7	0,3-0,7	0,5-1,8
Kobber	mg/kg ts	94-180	94,4-200	100-203
Kvikksølv	mg/kg ts	0,43-1,3	0,58-1,38	0,74-2,50
Sink	mg/kg ts	250-420	228-436	207-434
BaP <sup>1</sup>	mg/kg ts	0,11-1,9	0,12-0,39	0,26-0,89
PAH-16	mg/kg ts	1,2-18	2,55-5,31	3,13-11,96
PCB-7 <sup>2</sup>	mg/kg ts	0,003-0,04	0,020-0,114	0,028-0,085
TBT	mg/kg ts	0,052-0,14	0,063-0,44	0,065-0,22

<sup>1</sup>PAH komponenten benzo(a)pyren. <sup>2</sup>Sum av PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180.

<sup>a</sup>NGI 2006b. <sup>b</sup>Analyseresultatene fra SMP-0, SMP-1 og SMP-2 øvre fra denne rapporten i tillegg til Sed100, Sed300 og Sed800 (NGI 2006b).

<sup>c</sup>Analyseresultatene fra SMP-2 og SMP-3 i denne rapporten i tillegg til Sed100 (NGI 2007c).

### 5.3.1 Kvalitet av naturlig sedimenterende materiale

Dataene viser at det er lavere konsentrasjoner av enkelte tungmetaller (bly og kadmium) og PAH i det naturlig sedimenterende materialet enn i sjøbunnen nord for deponiet. Dette gjenspeiler den generelle reduksjonen av kilder til forurensning av fjorden. Imidlertid er det ingen signifikant forskjell i konsentrasjonen av metallene sink, kvikksølv og kobber i det naturlige sedimenterende materialet og sjøsedimentene nord for deponiet. Det er ingen nedgang i konsentrasjonen av TBT, noe som sannsynligvis skyldes at denne forbindelsen fortsatt er i omløp. TBT er en forbindelse som er i ferd med å fases ut av bruk bl.a. på grunn av forbud mot tilsetning i skipsmalning. Det forventes at det vil ta tid før effekten av utfasingen av forbindelsen blir observert i ny dannede sedimenter.

Konsentrasjonen av PCB er heller ikke forskjellig i sjøbunnen nord for deponiet og i det naturlige sedimenterende materiale. Datagrunnlaget indikerer at naturlig sedimenterende materiale faktisk har høyere konsentrasjon av PCB enn sjøbunnen i området. Dette er noe overraskende sett i forhold til tiden forbindelsen har vært forbudt i bruk. Dette tyder på at det fortsatt er ulike aktive kilder til PCB i Bekkelagsbassenget. Dette er i samsvar med undersøkelser som viser fortsatt diffus tilførsel fra bl.a. bekkelaget renseanlegg (NIVA, 2005).

### 5.3.2 Kvalitet av sedimenterende materiale påvirket av nedføringen

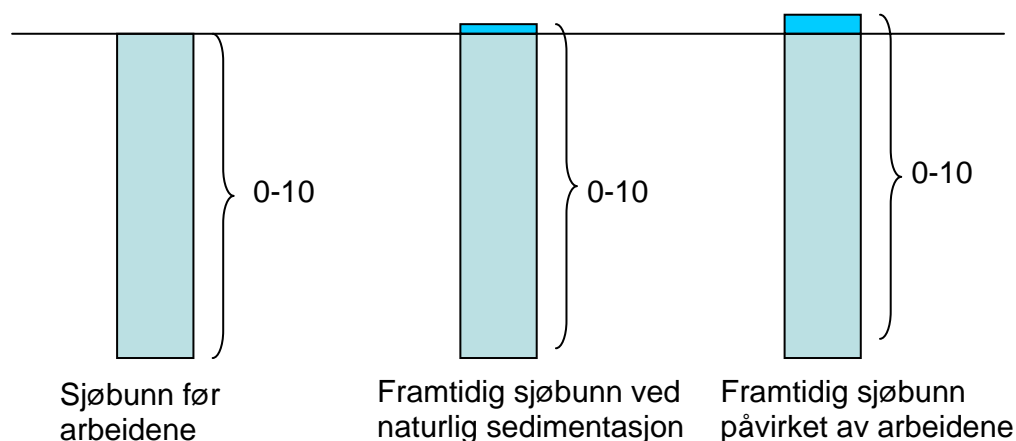
I sedimentfellen plassert nærmest, rett nordøst for deponiet (SMP-3) er de høyeste konsentrasjonene av metaller og organiske forbindelser funnet. Sammenliknet med data fra forundersøkelsen og referansestasjonene er det forhøyede konsentrasjoner av PAH, bly, kadmium og kvikksølv. Konsentrasjonen av TBT i materialet som er påvirket av nedføringen er ikke vesentlig forskjellig fra det naturlig sedimenterende materialet. Dette skyldes at TBT kun påvises i det øverste laget av sedimentet. Forbindelsen er syntetisk framstilt og har vært brukt som tilsats til bunnstoff på båter siden 1960 tallet. Ved mudring blandes massene og den gjennomsnittlige konsentrasjonen blir lav som følge av den begrensede mengde TBT som finnes i massene. For kobber, sink og PCB er det ingen signifikant forskjell i konsentrasjon sammenliknet med naturlig sedimenterende materiale. Dette er noe overraskende fordi PCB har vært forbudt i bruk i lengre tid. Resultatene kan tolkes dit hen at det fortsatt er ulike aktive kilder som tilfører PCB til Bekkelagsbassenget. Bidraget fra Bekkelaget renseanlegg som en av disse kildene er tidligere utredet (NIVA, 2005).

## 5.4 Effekt

Effekten av nedføringen vurderes ved å beregne eventuell endret konsentrasjon av metaller og organiske forbindelser i sedimentene nord for deponiet i forhold til hvordan det var før arbeidene startet opp og hvordan sedimentene blir ved påvirkning av nedføringen. Det sedimenterende materialet vil utgjøre

toppsjiktet av ny sjøbunn. Marine organismer blander om det øverste topplaget (0-10 cm) av sedimentet. Det tar derfor tid før endringer i kvaliteten til det sedimenterende materialet har endret kvaliteten til sjøsedimentets øverste topplag.

Figur 4 viser en skisse som illustrerer forskjell mellom hvordan naturlig sedimenterende materiale og sedimenterende materiale påvirket av nedføringen kan endre kvaliteten av bunnsediment.



Figur 4 Skisse av sedimenterende materiale på bunnsedimenter

Basert på de analyseresultatene presentert i denne rapporten er det beregnet konsentrasjoner av metaller og organiske forbindelser som kan oppstå i bunnsedimentene nord for dypvannsdeponiet i Bekkelagsbassenget. To scenarier er brukt i beregningene:

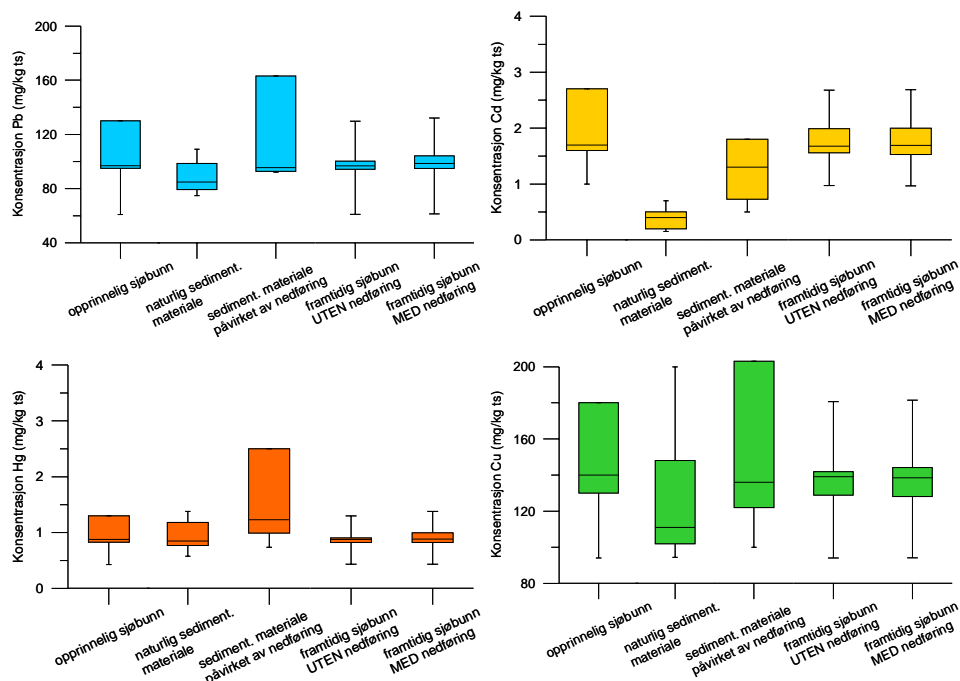
- Ny sjøbunn dannes ved kun sedimentasjon av naturlig sedimenterende materiale
- Ny sjøbunn dannes ved sedimentasjon av materiale påvirket av nedføringen

Beregningene tar hensyn til den observerte variasjonen (minimumsverdier og maksimumsverdier) i både sedimentasjonshastighet og kvalitet i sedimenterende materiale ved en matriseberegning. Matrisen er satt opp slik at hele variasjonsbredden i grunnlagsmaterialet blir tatt med i beregningene, dvs at det er beregnet scenarier med effekten fra høyeste observerte sedimentasjon av materiale med høyest konsentrasjon av miljøgifter som sedimenterer på sjøbunn med laveste observerte konsentrasjon miljøgift. Dette vil representere høyeste estimerte konsentrasjon i framtidig sjøbunn (maksimumsverdien). Laveste estimerte konsentrasjon på framtidig sjøbunn vil således beregnes ut fra laveste observerte sedimentasjonshastighet med laveste observerte innhold av miljøgifter sedimenterende på sjøbunn med høyeste observerte

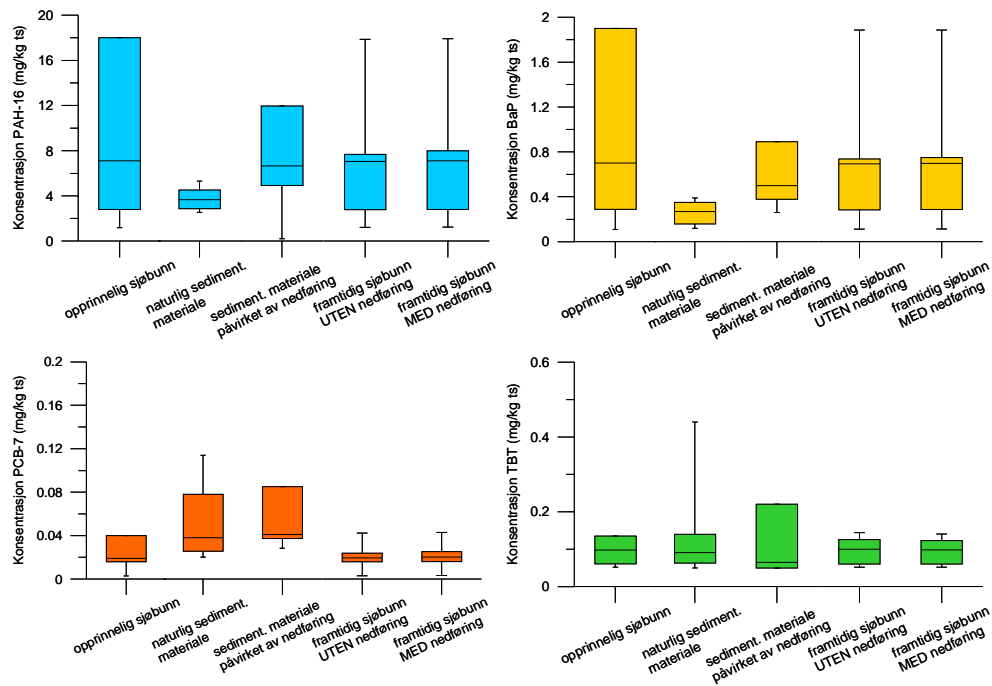
konsentrasjon metaller og organiske forbindelser. Matrisen beregner i tillegg alle mellom liggende scenarier. I beregningene er det antatt at anleggsperioden er 2,5 år (februar 2006 til august 2008). Videre er det antatt at gravende organismer omrører de øverste 10 cm av sedimentet, som er i tråd med forutsetninger i verktøy for risikovurdering av forurenset sediment.

Resultatene er vist i form av Whisker plot som er presentert i figur 5 og 6. I Whisker plotene der data er framstilt slik at hver boks angir øvre og nedre kvartil. Kvartilene angir skjæringspunktet for de 25 % høyeste og laveste observasjonene. Et økende antall observasjoner vil gi en mindre variasjonsbredde mellom øvre og nedre kvartil som følge av større statistisk sannsynlighet. Horisontal strek i boksen er median. I tillegg vises maksimums- og minimumsverdien.

I figur 5 og 6 presenteres også konsentrasjonen i opprinnelig sjøbunn sammen konsentrasjonen i naturlig sedimentende materiale og sedimenterende materiale påvirket av nedføyningen.



Figur 5. Konsentrasjoner av bly (Pb), kadmium (Cd), kvikksølv (Hg) og kobber (Cu) målt i sjøbunn nord for dypvannsdeponiet og i sedimenterende materiale samt estimert framtidig kvalitet av sediment nord for dypvannsdeponiet.



Figur 6. Konsentrasjoner av PAH-16, benzo(a)pyren (BaP), PCB-7 og TBT målt i sjøbunn nord for dypvannsdeponiet og i sedimenterende materiale samt estimert framtidig kvalitet av sediment nord for dypvannsdeponiet.

I tabell 8 er det vist data fra estimering av framtidig sjøbunn slik som presentert i figur 5 og 6. Tabellen viser verdier for worst case (maksimums verdi) og best case (minimums verdi) med median verdi i parentes.

Tabell 8 Estimert framtidig konsentrasjon (mg/kg ts) i sedimentene nord for dypvannsdeponiet. Disse data er presentert grafisk i figur 5 og 6. Tabellen presenterer median verdi sammen maksimum og minimum (worst-case og best-case)

Stoff	Sjøbunn før nedføring	Framtidig sjøbunn ved naturlig bakgrunn	Framtidig sjøbunn påvirket av nedføring
Bly	61(97)130	61(97)130	61(99)132
Kadmium	1,0(1,7)2,7	1,0(1,7)2,7	1,0(1,7)2,7
Kobber	94(140)180	94(139)181	94(138)182
Kvikksølv	0,43(0,88)1,3	0,43(0,88)1,3	0,43(0,88)1,4
Benzo(a)pyren	0,1(0,7)1,9	0,1(0,7)1,9	0,1(0,7)1,9
PAH-16	1,2(7,1)18,0	1,2(7,1)17,9	1,2(7,1)17,9
PCB-7	0,003(0,019)0,040	0,003(0,020)0,042	0,003(0,020)0,043
TBT	0,052(0,098)0,14	0,052(0,099)0,14	0,052(0,099)0,14





Resultatene fra beregningene som er presentert i Figur 5 og 6 og Tabell 8 viser at nedføringen ikke vil føre til en påvirkning av sedimentkvaliteten nord for deponiet etter at anleggsperioden er over. Dette skyldes at de mudrede massene som nedføres i dypvannsdeponiet legger seg i deponiområdet, og at spredningen ut til Bekkelagsbassenget er svært liten. Sjøbunnen i Bekkelagsbassenget var forurenset for deponeringen startet, og tilførsel av forurensning fra andre kilder gjør at materialet som naturlig sedimenterer i området har tilsvarende kvalitet som det materialet som spres ved nedføringen av mudrede masser.

I tillegg til sedimentfelleundersøkelser vil det etter at nedføringen av mudrede masser er ferdigstilt bli tatt prøver av sedimentene rundt deponiet for å bestemme om arbeidene har påvirket kvaliteten til sedimentene negativt. Hvis konsentrasjonen av metaller og organiske forbindelser er forhøyet skal det vurderes avbøtende tiltak som tildekking med rene masser. Dette er gitt i kontrollplanens punkt C3.3.

## 6 OPPSUMMERING OG KONKLUSJON

Som ledd i anbefalinger gitt i årsrapporten fra 2006 er overvåking med sedimentfeller i Bekkelagsbassenget nord for dypvannsdeponiet intensivert. Fra begynnelsen av februar 2007 er det gjennomført en kontinuerlig overvåking med denne metoden. Det er utplassert sedimentfeller ved fire målepunkter i området. Det foreligger også sedimentfelledata fra forundersøkelser gjort i området for nedføring av mudrede masser startet, samt høsten 2006. Denne metoden er effektivt og kan måle transport av svært små mengder materiale.

Fra forundersøkelsen foreligger det data om konsentrasjon av miljøgifter i sjøsedimentene. Undersøkelser fra 1. halvår 2007 viser følgende:

- Sjøsedimentene i Bekkelagsbassenget var også før nedføringen startet forurenset av metaller og organiske forurensninger.
- Den naturlige sedimentasjonshastigheten i området er rundt 1 mm/år.
- Sedimenterende materiale som på sikt vil danne ny sjøbunn er generelt renere enn sjøbunnen i Bekkelagsbassenget som følge av kildekontroll på land.
- Nedføringen av mudrede masser har medført en økt sedimentasjon rett nord for deponiet på 1-3 mm/år.
- Nedføringen av mudrede masser gir i perioder en økning i konsentrasjonen av PAH, bly, kadmium og kvikksølv i materiale som sedimenterer rett nord for deponiet.
- Beregninger viser at nedføringen av mudrede masser ikke påvirker den fremtidige sedimentkvaliteten negativt i sjøsedimentene nord for dypvannsdeponiet.
- Disse undersøkelsene viser at nedføringen av mudrede masser går som forutsatt og innenfor de krav, rammer og forutsetninger som er gitt av SFT.

## 7 REFERANSER

Fylkesmannen i Buskerud (2005)

Tiltaksplan for forurenset sjøbunn i Drammensfjorden. Sluttrapport Fase II, 18. november 2005. ISBN 82-7426-268-9

Helland (2003)

Transport and sedimentation of metals and organic matter in the Glomma Estuart, south east Norway. Doctor Scientarum thesis 2003:7, Norges Landbrukshøgskole. ISBN 82-575-0544-7

NGI (2006)

Overvåking av forurensning ved mudring og deponering. Program for prøvetaking av sjøvann i 2006. NGI rapport 20051785-3, datert 30. august 2006.

NGI (2006b)

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

NGI (2006c)

Oslo Havn KF. Overvåking ved mudring og deponering. Miljøregnskap per august 2006. NGI rapport 20051785-14, datert 29. juni 2007, rev. 02.

NGI (2007a)

Overvåking av forurensning ved mudring og deponering. Program for utvidet overvåking av området ved Malmøykalven og mudringsområdet i 2007. NGI rapport 20051785-23, datert 25. september 2007.

NGI (2007b)

Overvåking av forurensning ved mudring og deponering. Årsrapport 2006. NGI rapport 20051785-20, datert 29. juni 2007, rev.1.

NGI (2007c)

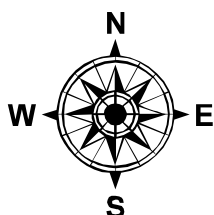
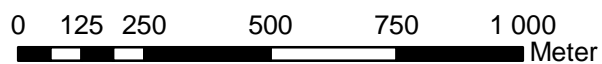
Overvåking av forurensning ved mudring og deponering. Månedrapport januar 2007. NGI rapport 20051785-18, datert 22. februar 2007.


NGI (2007d)

Overvåking av forurensning ved mudring og deponering. Miljøregnskap for perioden september til desember 2006. NGI rapport 20051785-22, datert 29. juni 2007, rev 02.

NIVA (2005)

Miljøgiftregnskap for tiltaksområder i Oslo Havn. NIVA rapport, O-25195. ISBN 82-577-4868-4.



OSLO HAVN KF		
<b>Prøvepunkter, sedimentfeller</b>	Rapportnr. <b>20051785-28</b>	Kartbilag nr. <b>1</b>
	Utført <b>OMH</b>	Dato <b>2007-08-29</b>
Målestokk 1 : 15 000	Kontrollert <b>AP</b>	
	Godkjent	
Datum: WGS84, Kartprojeksjon: UTM, Sone: 32N		



## **Vedlegg A - Analyserapport for periode februar til mars 2007**

Navn NGI  
Adresse

Deres referanse:

Vår referanse:

Dato

Rekv.nr. 2007-793

10.08.2007

O.nr. O 26446

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

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings-dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	MP-0A, MP-0B	2007.03.27	2007.04.24	1900.09.09-2007.05.28
2	MP-1A, MP-1B	2007.03.27	2007.04.24	1900.09.09-2007.05.28
3	MP-2A, MP-2B øvre	2007.03.27	2007.04.24	1900.09.09-2007.05.28
4	MP-2A, MP-2B nedre	2007.03.27	2007.04.24	1900.09.09-2007.05.28
5	MP-3A, MP3B	2007.03.27	2007.04.24	1900.09.09-2007.05.28

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3	4	5
Kadmium	µg/g	E 9-5	0,4	0,5	0,7	0,5	1,8
Kobber	µg/g	E 9-5	200	140	148	153	203
Kvikksølv	µg/g	E 4-3	0,97	1,18	1,38	1,59	2,50
Bly	µg/g	E 9-5	81,6	98,6	109	119	163
Sink	µg/g	E 9-5	374	281	296	280	431
PCB-28	µg/kg t.v.	H 3-3	1,3	1,6	1,6	2,3	3,9
PCB-52	µg/kg t.v.	H 3-3	1,8	3,4	4,3	4,3	9,5
PCB-101	µg/kg t.v.	H 3-3	3,8	5,0	6,6	7,5	14
PCB-118	µg/kg t.v.	H 3-3	5,3	5,9	7,5	8,2	13
PCB-153	µg/kg t.v.	H 3-3	i	9,4	9,9	14	17
PCB-138	µg/kg t.v.	H 3-3	6,8	8,2	9,8	12	18
PCB-180	µg/kg t.v.	H 3-3	4,1	4,7	5,8	6,3	9,8
Sum PCB	µg/kg t.v.	Beregnet*	23,1	38,2	45,5	54,6	85,2
Seven Dutch	µg/kg t.v.	Beregnet*	23,1	38,2	45,5	54,6	85,2
Naftalen i sediment	µg/kg t.v.	H 2-3	260	300	440	520	890
Acenaftylen	µg/kg t.v.	H 2-3	24	22	30	38	58
Acenaften	µg/kg t.v.	H 2-3	35	43	40	52	98
Fluoren	µg/kg t.v.	H 2-3	68	72	81	100	170
Dibenzotiofen	µg/kg t.v.	H 2-3	39	43	49	65	110
Fenantren	µg/kg t.v.	H 2-3	270	300	360	440	820
Antracen	µg/kg t.v.	H 2-3	140	160	180	240	400
Fluoranten	µg/kg t.v.	H 2-3	490	610	760	920	1800
Pyren	µg/kg t.v.	H 2-3	390	510	580	750	1500
Benz (a) antracen	µg/kg t.v.	H 2-3	250	320	380	490	960
Benzo (k) fluoranten	µg/kg t.v.	H 2-3	200	250	290	360	610
Benzo (e) pyren	µg/kg t.v.	H 2-3	300	380	430	530	880
Benzo (a) pyren	µg/kg t.v.	H 2-3	280	350	390	500	890
Perylen	µg/kg t.v.	H 2-3	300	270	270	290	360
Indeno (1, 2, 3cd) pyren	µg/kg t.v.	H 2-3	210	280	290	400	580
Dibenz (ac+ah) antrac.	µg/kg t.v.	H 2-3	52	64	71	90	160

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

i : Forbindelsen er dekket av en interferens i kromatogrammet.

\* : Metoden er ikke akkreditert.

### **Kommentarer**

- 1 Prøvene er slått sammen A og B  
Metallresultatene er oppgitt på tørrvekt.  
Et referansemateriale ble opparbeidet parallelt med prøvene.  
PAH:Resultatene lå innenfor +/-30% av oppsatt verdi  
PCB:Resultatene lå innenfor +/-30% av oppsatt verdi  
For lite materiale for olje-analysen  
m= ikke nok prøvemater.

# ANALYSE RAPPORT

Rekv.nr. 2007-793

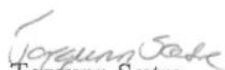
(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	MP-0A, MP-0B	2007.03.27	2007.04.24	1900.09.09-2007.05.28
2	MP-1A, MP-1B	2007.03.27	2007.04.24	1900.09.09-2007.05.28
3	MP-2A, MP-2B øvre	2007.03.27	2007.04.24	1900.09.09-2007.05.28
4	MP-2A, MP-2B nedre	2007.03.27	2007.04.24	1900.09.09-2007.05.28
5	MP-3A, MP3B	2007.03.27	2007.04.24	1900.09.09-2007.05.28

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3	4	5
Benzo(ghi)perylen	µg/kg t.v.	H 2-3	300	360	410	500	780
Sum PAH	µg/kg t.v.	Beregnet*	4298	5214	6061	7545	13306
Sum PAH16	µg/kg t.v.	Beregnet*	3659	4521	5312	6660	11956
Sum KPAH	µg/kg t.v.	Beregnet*	992	1264	1421	1840	3200
Sum NPD	µg/kg t.v.	Beregnet*	569	643	849	1025	1820
Monobutyltinn	µg MBT/kg	H 14-1*	980	160	160	160	75
Dibutyltinn	µg/kg t.v.	H 14-1*	39	4,9	42	56	79
Tributyltinn	µg/kg t.v.	H 14-1*	2400	92	90	120	220
Monophenyltinn	µg/kg t.v.	H 14-1*	660	9,2	8,1	11	11
Diphenyltinn	µg/kg t.v.	H 14-1*	370	4,5	5,9	5,1	5,1
Triphenyltinn	µg/kg t.v.	H 14-1*	720	11	12	10	12
Oljer, sum	µg/g t.v.	Intern*	m	m	m	m	m
Benzo(b+j)fluoranten	µg/kg t.v.	H 2-3	470	580	670	840	1400
Chrysen	µg/kg t.v.	H 2-3	220	300	340	420	840

m : Analyseresultat mangler.

\* : Metoden er ikke akkreditert.

**Norsk institutt for vannforskning**


Torgunn Sætre  
Seksjonsleder



# ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2007-793

(fortsettelse av tabellen):

## VEDLEGG

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

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

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

SUM NPD er summen av naftalen, fenantren, dibenzotiofen, C<sub>1</sub>-C<sub>3</sub>-naftalener, C<sub>1</sub>-C<sub>3</sub>-fenantrener og C<sub>1</sub>-C<sub>3</sub>-dibenzotiofener.

SUM KPAH er summen av benz(a)antracen, benzo(b+j+k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren og dibenz(a,c+a,h)antracen<sup>1</sup>. Disse har potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A + 2B (sannsynlige + trolige carcinogene).

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

---

<sup>1</sup> Bare a,h-isomeren har potensielt kreftfremkallende egenskaper



## **Vedlegg B - Analyserapport for periode mars til mai 2007**

Navn NGI  
Adresse

Deres referanse:

Vår referanse:

Dato

Rekv.nr. 2007-1214

10.08.2007

O.nr. O 26446

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

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings-dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	MP-OA	2007.05.23	2007.06.07	1970.09.10-2007.06.29
2	MP-OB	2007.05.23	2007.06.07	2007.06.12-2007.06.21
3	MP-1A, MP-1B	2007.05.23	2007.06.07	1970.09.10-2007.06.29
4	MP-2A, MP-2B øvre	2007.05.23	2007.06.07	1970.09.10-2007.06.29
5	MP-2A, MP-2B nedre	2007.05.23	2007.06.07	1970.09.10-2007.06.29
6	MP-3A, MP-3B	2007.05.23	2007.06.07	1970.09.10-2007.06.29

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3	4	5	6
Karbon, total	µg/mg	C TS G 6	108	86,5	81,0	99,0	59,2	45,2
Kadmium	µg/g	E 9-5	0,4	0,6	0,4	0,5	0,73	1,3
Kobber	µg/g	E 9-5	111	173	102	133	100	122
Kvikksølv	µg/g	E 4-3	0,78	0,96	0,88	0,85	0,99	1,23
Bly	µg/g	E 9-5	74,9	90,7	84,9	95,9	92,2	92,8
Sink	µg/g	E 9-5	278	285	245	436	207	275
PCB-28	µg/kg	t.v. H 3-3	1,8		1,7	1,7	1,8	2,5
PCB-52	µg/kg	t.v. H 3-3	2,6		1,9	2,8	2,5	5,2
PCB-101	µg/kg	t.v. H 3-3	3,1		4,4	5,5	5,4	7,5
PCB-118	µg/kg	t.v. H 3-3	4,1		5,9	7,1	6,3	7,7
PCB-153	µg/kg	t.v. H 3-3	i		i	i	i	i
PCB-138	µg/kg	t.v. H 3-3	6,0		7,9	8,8	8,1	10
PCB-180	µg/kg	t.v. H 3-3	2,5		3,8	3,8	4,2	5,5
Sum PCB	µg/kg	t.v. Beregnet*	20,1		25,6	29,7	28,3	38,4
Seven Dutch	µg/kg	t.v. Beregnet*	20,1		25,6	29,7	28,3	38,4
Naftalen i sediment	µg/kg	t.v. H 2-3	190		230	180	300	420
Acenaftylen	µg/kg	t.v. H 2-3	16		23	23	29	43
Acenaften	µg/kg	t.v. H 2-3	23		35	30	47	68
Fluoren	µg/kg	t.v. H 2-3	54		73	54	97	140
Dibenzotiofen	µg/kg	t.v. H 2-3	28		41	32	56	80
Fenantren	µg/kg	t.v. H 2-3	220		290	260	370	540
Antracen	µg/kg	t.v. H 2-3	92		140	110	180	280
Fluoranten	µg/kg	t.v. H 2-3	360		540	490	640	980
Pyren	µg/kg	t.v. H 2-3	360		510	480	600	930
Benz(a)antracen	µg/kg	t.v. H 2-3	180		250	270	350	540
Benzo(k)fluoranten	µg/kg	t.v. H 2-3	130		160	180	240	350
Benzo(e)pyren	µg/kg	t.v. H 2-3	210		300	310	390	550
Benzo(a)pyren	µg/kg	t.v. H 2-3	190		270	300	380	560
Perylen	µg/kg	t.v. H 2-3	160		220	180	270	370
Indeno(1,2,3cd)pyren	µg/kg	t.v. H 2-3	200		280	300	390	490

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

i : Forbindelsen er dekket av en interferens i kromatogrammet.

\* : Metoden er ikke akkreditert.

### **Kommentarer**

- 1 Metallresultatene er oppgitt på tørrvekt.  
Pga. lite materiale er det knyttet stor usikkerhet til Sn-organisk analyse. høy deteksjonsgrense pga lite materiale

# ANALYSE RAPPORT


Rekv.nr. 2007-1214

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	MP-OA	2007.05.23	2007.06.07	1970.09.10-2007.06.29
2	MP-OB	2007.05.23	2007.06.07	2007.06.12-2007.06.21
3	MP-1A, MP-1B	2007.05.23	2007.06.07	1970.09.10-2007.06.29
4	MP-2A, MP-2B øvre	2007.05.23	2007.06.07	1970.09.10-2007.06.29
5	MP-2A, MP-2B nedre	2007.05.23	2007.06.07	1970.09.10-2007.06.29
6	MP-3A, MP-3B	2007.05.23	2007.06.07	1970.09.10-2007.06.29

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3	4	5	6
Dibenz(ac+ah)antrac.	µg/kg	t.v. H 2-3	43		59	64	87	120
Benzo(ghi)perylene	µg/kg	t.v. H 2-3	150		260	270	360	440
Sum PAH	µg/kg	t.v. Beregnet*	3056		4301	4203	5646	8131
Sum PAH16	µg/kg	t.v. Beregnet*	2658		3740	3681	4930	7131
Sum KPAH	µg/kg	t.v. Beregnet*	743		1019	1114	1447	2060
Sum NPD	µg/kg	t.v. Beregnet*	438		561	472	726	1040
Monobutyltinn	µg MBT/kg	H 14-1*	120		170	180	<100	<100
Dibutyltinn	µg/kg	t.v. H 14-1*	130		140	170	150	<100
Tributyltinn	µg/kg	t.v. H 14-1*	<100		120	440	<100	<100
Monophenyltinn	µg/kg	t.v. H 14-1*	<100		<100	<100	<100	<100
Diphenyltinn	µg/kg	t.v. H 14-1*	<100		<100	<100	<100	<100
Triphenyltinn	µg/kg	t.v. H 14-1*	<100		<100	<100	<100	<100
Benzo(b+j)fluoranten	µg/kg	t.v. H 2-3	300		410	440	580	810
Chrysen	µg/kg	t.v. H 2-3	150		210	230	280	420

\* : Metoden er ikke akkreditert.

**Norsk institutt for vannforskning**


Torgunn Sætre  
Seksjonsleder

# ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2007-1214

(fortsettelse av tabellen):

## VEDLEGG

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

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

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

SUM NPD er summen av naftalen, fenantren, dibenzotiofen, C<sub>1</sub>-C<sub>3</sub>-naftalener, C<sub>1</sub>-C<sub>3</sub>-fenantrener og C<sub>1</sub>-C<sub>3</sub>-dibenzotiofener.

SUM KPAH er summen av benz(a)antracen, benzo(b+j+k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren og dibenz(a,c+a,h)antracen<sup>1</sup>. Disse har potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A + 2B (sannsynlige + trolige carcinogene).

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

---

<sup>1</sup> Bare a,h-isomeren har potensielt kreftfremkallende egenskaper

# Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information					
Dokumenttittel/Document title Overvåking av forurensning ved mudring og deponering			Dokument nr/Document No. 20051785-28		
Dokumenttype/Type of document <input checked="" type="checkbox"/> Rapport/Report <input type="checkbox"/> Teknisk notat/Technical Note		Distribusjon/Distribution <input type="checkbox"/> Fri/Unlimited <input checked="" type="checkbox"/> Begrenset/Limited <input type="checkbox"/> Ingen/None		Dato/Date 10. oktober 2007  Rev.nr./Rev.No. 0	
Oppdragsgiver/Client Oslo Havn KF					
Emneord/Keywords environmental geotechnology, field measurements, harbour, sea bed, sea water, sedimentation					
Stedfesting/Geographical information					
Land, fylke/Country, County Oslo			Havområde/Offshore area		
Kommune/Municipality Oslo			Feltnavn/Field name		
Sted/Location Malmøykalven			Sted/Location		
Kartblad/Map 1914 IV			Felt, blokknr./Field, Block No.		
UTM-koordinater/UTM-coordinates 32VNM375970					
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	Original dokument	AP	GBr		
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release		Dato/Date		Sign. Prosjektleder/Project Manager	
				Audun Hauge	