

Overvåking av forurensning ved mudring og deponering

Sedimentfelleundersøkelser 2. halvår 2007

Rev. 0

20051785-40

21. februar 2008

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

Sedimentfelleundersøkelser 2. halvår 2007

Rev. 0
20051785-40

21. februar 2008

Oppdragsgiver: **Oslo Havn KF**

Kontaktperson: Kjetil Lønborg Jensen
Kontraktreferanse: 40HAV05

For Norges Geotekniske Institutt

Prosjektleder: Audun Hauge

Rapport utarbeidet av: Arne Pettersen
Amy Oen

Arbeid også utført av: Sigurd Arne Øxnevad (NIVA)

Sammendrag

Som ledd i overvåkningen av nedføringen av mudrede masser til dypvannsdeponiet ved Malmøykalven har NGI i samarbeid med NIVA gjennomført kontinuerlig overvåkning med sedimentfeller i 2007. Det er også gjennomført undersøkelser i 2006 samt før tiltaket ble startet. Dette er effektiv metode med høy oppløsning som kan måle transport (fluks) av små mengder materiale.

Basert på alle foreliggende sedimentfelldata fra 2005 til 2007 trekker NGI følgende konklusjoner:

- I et begrenset område rett nord for dypvannsdeponiet har sedimentasjonen økt med ca 2 mm/år som følge av nedføringen av mudrede masser.
- Dette materialet har noe høyere konsentrasjoner av PAH, kadmium, bly og kvikksølv enn det naturlige bakgrunnsnivået i området.
- Selv om det sedimenterer mudrede masser rett nord for dypvannsdeponiet blir ikke kvaliteten på sjøbunnen påvirket negativt. Dette skyldes at sedimentasjonen er begrenset, og at området var forurensset allerede før arbeidene startet.
- Nedføringen av mudrede masser skjer som forutsatt og er i tråd med SFTs tillatelser og krav.

Innhold

1	INNLEDNING	4
2	BAKGRUNN	4
3	PRAKTISK GJENNOMFØRING	4
3.1	Samarbeidspartnere.....	4
3.2	Sedimentfeller	5
3.3	Tidsperioder for sedimentfelleundersøkelser	6
3.4	Posisjoner for utplasserte sedimentfellerigger	7
3.5	Kjemisk analyse	8
4	RESULTATER FRA 2. HALVÅR 2007	8
4.1	Oppsummering	10
5	SAMLET VURDERING	11
5.1	Kvalitet og kilder	11
5.2	Effekt	13
6	KONKLUSJON	14
7	REFERANSER	15

Kartbilag 1	Prøvepunkter for sedimentfeller
Vedlegg A	Analyserapport fra periode mai til august 2007
Vedlegg B	Analyserapport fra periode august til oktober 2007

Kontroll- og referanseside

1 INNLEDNING

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

Det gjennomføres en utvidet overvåkning 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 miljøovervåkning omfatter undersøkelser med sedimentfeller i området nord for dypvannsdeponiet. Denne rapporten presenterer resultater fra sedimentfelleundersøkelser fra to perioder gjennomført annet halvår 2007, og gir en samlet vurdering basert på alle foreliggende data fra 2006 og 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 vanddyp, 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 tidsintegrert 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.



Figur 1 Sedimentfellerigg under innhenting 29/10-07

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 oppsamlingskoppen slik at de blir stående vertikalt i vannet. Figur 1 og figur 2 viser bilder fra feltarbeid 29/10-07.

I hver av oppsamlingsboksene tilsettes formalin før fellene settes ut slik at materialet blir fiksert for å unngå biologisk nedbryting og omdanning.

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 2 Fotografi av syllinder med prøvetakningskopp (til venstre).
Til høyre er prøvetakningskopp vist ovenfra. Merk hvit beholder
til konserveringsmiddel (formalin).*

3.3 Tidsperioder for sedimentfelleundersøkelser

I tråd med anbefalinger i årsrapport for 2006 gjennomføres det i 2007 kontinuerlig overvåking med sedimentfeller. Denne overvåkingen skal fortsette også i 2008. Denne rapporten presenterer nye resultater fra to perioder med sedimentfelleovervåking annet halvår 2007. Vurderingene er basert på samlet datagrunnlag for hele prosjektperioden, se oversikt i tabell 1.

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 gjennomført en undersøkelse med sedimentfeller høsten 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 fellerigger tapt slik at det kun foreligger data fra en sedimentfelle (sed100). Fra februar 2007 er det benyttet kontinuerlig overvåking med sedimentfeller. Resultatene til og med 1. halvår 2007 er presentert i NGI (2007e).

Tabell 1 viser gjennomførte perioder med utplasserte sedimentfeller ved dypvannsdeponiet.

Tabell 1 Perioder med gjennomførte sedimentfelleundersøkelser

Perioder	Stasjoner	Rapportert	Merknad
15/12-05 til 23/1-06	Sed100, Sed300, Sed800, Sed1200	NGI 20051732-1	Forundersøkelse
8/9-06 til 23/11-06	Sed 100	NGI 20051785-18	3 av 4 feller tapt
6/2-07 til 27/3-07	SMP-0 SMP-1 SMP-2 (nedre) SMP-2 (øvre) SMP-3	NGI 2005175-28	
27/3-07 til 23/5-07		NGI 2005175-28	
23/5-07 til 20/8-07		Denne rapporten	
20/8-07 til 29/10-07 ¹		Denne rapporten	
29/10-07 til 3/1-08		-	Materialet er til analyse
3/1-08 til juli 08		-	Videreføres av SFT

¹Sedimentfelle ved stasjon SMP-2 ble først satt ut igjen 24/8-07

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 samlet erfaring fra oppstart av nedføringen av mudrede masser. 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 (NGI 2007b).

Tabell 2 Posisjoner for sedimentfellerigger plassert nord for dypvannsdeponiet i 2007

Stasjon	Vanddyp 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. Laboratoriet er akkreditert i henhold til NS-EN ISO/IEC 17025.

Analyseprogrammet omfatter total mengde materiale samt analyse av PAH (organiske tjærestoffer), PCB (polyklorerte bifenyler), TBT (tinnorganisk forbindelse brukt bl.a. i bunnstoff), tungmetaller, mineralolje og TOC (organisk karbon). Ved lite prøvemateriale nedprioriteres mineralolje og TOC i analyseomfanget.

Mengde materiale måles i to paralleller (en fra hver sylinder) mens kjemisk analyse gjøres på en blandprøve av alt dette materialet.

4 RESULTATER FRA 2. HALVÅR 2007

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

Tabell 3 *Innhold i sedimentfeller plassert nord for dyppvannsdeponiet fra periode 23/5-07 - 20/8-07*

Stoff	Benevning	SMP-0	SMP-1	SMP-2 øvre ¹	SMP-2	SMP-3
Mengde sediment	g	2,51	3,03	2,51	3,60	6,47
Sedimentasjons- hastighet	g/m ² /døgn	3,6	4,3	3,6	5,2	9,3
	mm/år*	0,94	1,1	0,94	1,4	2,4
Bly	mg/kg ts	68,1	68,1	69,9	64,4	66,4
Kadmium	mg/kg ts	0,4	0,5	0,6	0,6	1,1
Kobber	mg/kg ts	100	87,8	485 ^a	82,1	92,0
Kvikksølv	mg/kg ts	0,67	0,71	0,65	0,75	0,90
Sink	mg/kg ts	239	238	886 ^a	213	223
B(a)P ²	mg/kg ts	0,20	0,23	0,21	0,24	0,32
PAH-16	mg/kg ts	2,68	2,86	2,72	3,13	4,62
PCB- ⁷³	mg/kg ts	0,0158	0,0118	0,0193	0,0145	0,0168
TBT	mg/kg ts	0,037	0,032	>20 ^a	0,110	0,040

¹Utplassert ved 50 m vanddyp. Øvrige sedimentfeller står 3 m over sjøbunn.

²PAH komponenten benzo(a)pyren.

³Sum av PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180. ³PAH komponenten benzo(a)pyren.

^aIkke brukt i de videre beregningene av naturlig bakgrunnsnivå fordi resultatet er vurdert som ikke representativt

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

Tabell 4 *Innhold i sedimentfeller plassert nord for dypvannsdeponiet fra periode 20/8-07 - 29/10-07*

Stoff	Benevning	SMP-0	SMP-1	SMP-2 øvre ¹	SMP-2	SMP-3
Mengde sediment	g	1,02	1,69	0,959	1,77	5,43
Sedimentasjons- hastighet	g/m ² /døgn	1,9	3,1	1,7	3,2	9,9
	mm/år*	0,46	0,81	0,44	0,83	2,5
Bly	mg/kg ts	72,6	86,7	73,1	65,7	54,1
Kadmium	mg/kg ts	0,5	0,4	0,5	0,4	1,0
Kobber	mg/kg ts	92,1	742 ^a	88,1	79,9	70,8
Kvikksølv	mg/kg ts	1,29	1,79	1,31	0,82	0,85
Sink	mg/kg ts	215	558 ^a	227	203	213
B(a)P ²	mg/kg ts	0,21	0,22	0,20	0,26	0,28
PAH-16	mg/kg ts	2,89	3,44	2,70	4,25	5,29
PCB-7 ³	mg/kg ts	0,011	0,015	0,0084	0,013	0,011
TBT	mg/kg ts	0,100	0,078	0,050	0,068	0,038
TOC	%	6,1	5,8	5,5	5,0	2,4

¹Utplassert ved 50 m vanddyp. Øvrige sedimentfeller står 3 m over sjøbunn.

²PAH komponenten benzo(a)pyren.

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

^aIkke brukt i de videre beregningene av naturlig bakgrunnsnivå fordi resultatet er vurdert som ikke representativt

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

Resultatene fra de to gjennomførte undersøkelsene med sedimentfeller (periodene 23/5-07 til 20/8-07 og 20/8-07 til 29/10-07) viser følgende:

Ved stasjon SMP-3 er det en høyere sedimentasjonsrate enn bakgrunnsnivået i området. Sedimentasjonsraten er i dette området økt med 1,5 til 2,1 mm/år som følge av nedføringen av mudrede masser. Ved stasjon SMP-2 er det ingen signifikant endring i sedimentasjonsraten sammenliknet med det naturlige bakgrunnsnivået (<0,5 mm/år).

Materialet som er påvirket av nedføringen (SMP-2 nedre og SMP-3) har en høyere konsentrasjon av PAH, benzo(a)pyren og kadmium enn det naturlig sedimenterende materialet i området. For øvrige forbindelser er det ingen signifikant forskjell fra det naturlige bakgrunnsnivået i området. Materialet rett ved deponiet (stasjon SMP-3) har et lavere innhold av organisk karbon (TOC) som sannsynligvis skyldes at de mudrede massene er innblandet underliggende ren leire.

4.1 Oppsummering

Sammenlikning av resultatene fra sedimentfellene første og annet halvår 2007 viser at:

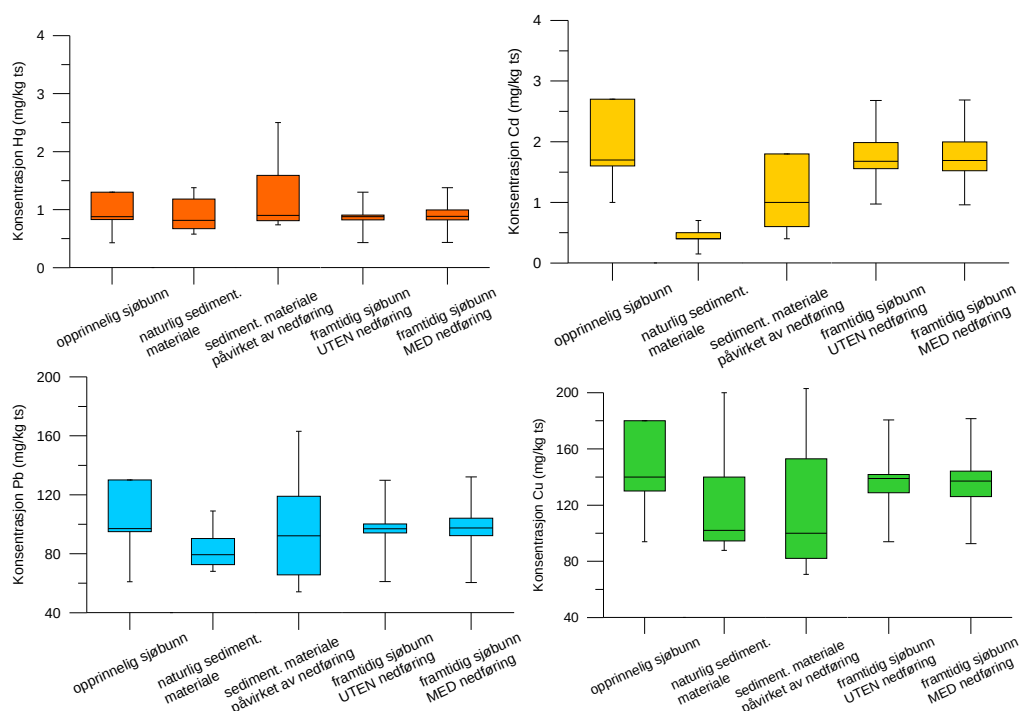
- I annet halvår har materialet som sedimenterer nord for dypvannsdeponiet generelt har et lavere innhold av tungmetaller og organiske forbindelser sammenliknet med første halvår 2007 (NGI 2007e).
- Konsentrasjonen av bly og kvikksølv i materiale påvirket av nedføringen er i 2. halvår ikke forskjellig fra bakgrunnsnivåene i området. I første halvår ble det observert høyere konsentrasjoner sammenliknet med bakgrunnsnivået.
- Det er i annet halvår 2007 fortsatt høyere konsentrasjoner av PAH og kadmium i materiale som sedimenterer rett nord for dypvannsdeponiet enn bakgrunnsnivået i området.
- Sedimentasjonsraten er ikke vesentlig forskjellig mellom disse to periodene.

5 SAMLET VURDERING

5.1 Kvalitet og kilder

Sedimentfeller er en metode med høy oppløsning som klarer å måle små endringer i mengde og kvalitet på sedimenterende materiale. For å sette resultatene i perspektiv er det i figur 3 og 4 vist variasjonsbredden i alle observasjoner fra 2005-2007 sammen kvaliteten på sjøbunnen slik den var før arbeidene ble startet. Det er gitt resultater for materiale påvirket av nedføringen (stasjon SMP-2 nedre felle og SMP-3) sammen naturlig sedimenterende materiale (SMP-0, SMP-1 og SMP-2 øvre felle).

En av hovedhensiktene med denne overvåkingen er å skaffe data slik at det på et tidlig stadium kan vurderes om nedføringen kan påvirke kvaliteten på sjøbunnen rett nord for deponiet negativt slik at eventuelle avbøtende tiltak i form av tildekking kan planlegges. Det er derfor utarbeidet en prognose for hvordan sjøbunnen blir etter at nedføringen er ferdigstilt. I prognosen er det også beregnet hvordan sjøbunnen blir ved naturlig sedimentasjon.

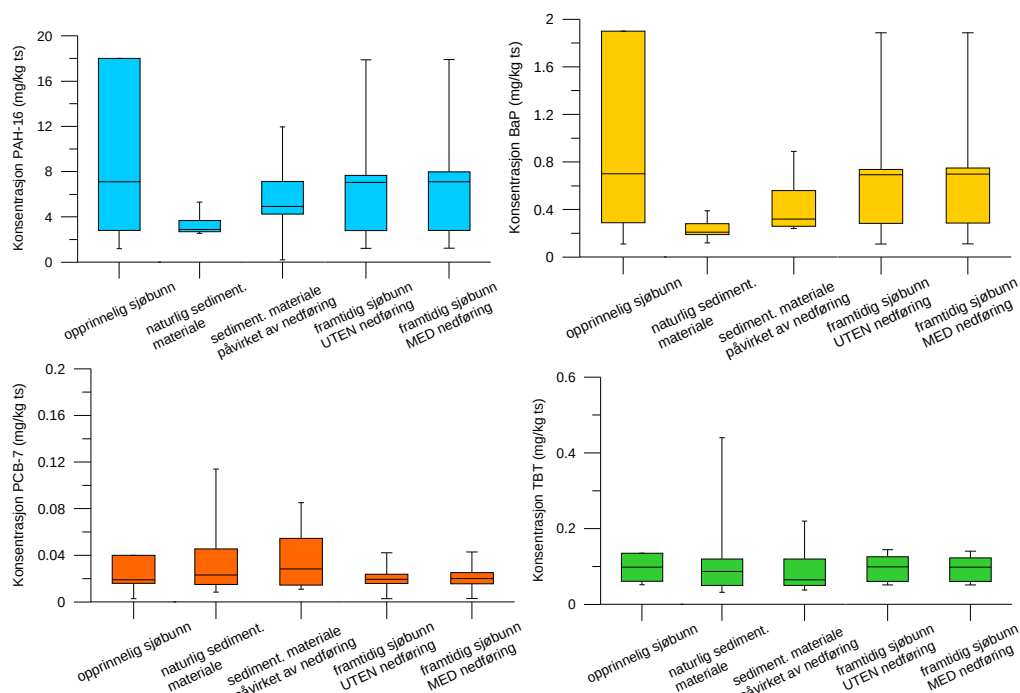


Figur 3 Konsentrasjoner av kvikksølv (Hg) kadmium (Cd) bly (Pb) og kobber (Cu) målt i sjøbunn nord for dypvannsdeponiet og i sedimenterende materiale samt estimert framtidig kvalitet av sediment nord for dypvannsdeponiet. Figuren omfatter alle sedimentfelledata fra 2005-2007.

I figur 3 og 4 er det Whisker plot som viser utfallsrommet ved en matriseberegning der variasjonsbredden i alle gjennomførte sedimentfelleundersøkelser (se tabell 1) er tatt inn. Dette presenteres i bokser

som omfatter de 25 % høyeste og laveste utfallene sammen maksimums-, minimumsverdi og median.

I beregningene av framtidig sedimentkvalitet er det antatt at gravende organismer omrører de øverste 10 cm av sedimentet, og en anleggsperiode på totalt 2,5 år.



Figur 4 Konsentrasjoner av PAH, benzo(a)pyren (BaP) PCB og TBT målt i sjøbunn nord for dypvannsdeponiet og i sedimenterende materiale samt estimert framtidig kvalitet av sediment nord for dypvannsdeponiet. Figuren omfatter alle sedimentfelledata fra 2005-2007.

5.1.1 Kvalitet av naturlig sedimenterende materiale

Alle resultatene sett samlet viser at det er lavere konsentrasjoner av tungmetaller og PAH i naturlig sedimenterende materiale sammenliknet med sjøbunnen slik den var før arbeidene startet. Dette skyldes redusert tilførsel av forurensning til Indre Oslofjord som følge av utfasing av industrielle utslipp, rensing av kloakk og andre tiltak for kildekontroll. Konsentrasjonene av disse forbindelsene er imidlertid ikke lik null, noe som skyldes at det fortsatt finnes aktive kilder. Dette er kilder som urban avrenning, utslipp fra trafikksektoren og langtransportert luftforurensning. Som en følge av menneskelig aktivitet må det påregnes at disse diffuse kildene vil være aktive framover.

For PCB og TBT er det imidlertid ingen vesentlig forskjell mellom kvaliteten på sjøbunn i området og det naturlig sedimenterende materialet. TBT er en forbindelse som fram til nylig har vært benyttet som bunnstoff på skip. Videre

er det funnet at det tilføres organiske tinnforbindelser fra kilder på land. Undersøkelsen tyder på at tiltak for å redusere disse kildene enda ikke har gitt effekt, slik at TBT fortsatt er i sirkulasjon. PCB har lenge vært forbudt i Norge, og det er derfor noe overraskende at dette stoffet fortsatt tilføres sjøsedimentene i Oslofjorden. Dette betyr at utfasingen av PCB holdige materialer ikke er fullført og at det fortsatt er kilder til PCB i Bekkelagsbassenget.

5.1.2 Kvalitet av sedimenterende materiale påvirket av nedføringen

I sedimentfellen plassert nærmest deponiet (SMP-3) er det funnet konsentrasjoner av kvikksølv, kadmium, bly og PAH som er betydelig høyere enn i naturlig sedimenterende materiale. I annet halvår er imidlertid forhøyet konsentrasjon av bly og kvikksølv observert. Forhøyet innhold av metaller og organiske forbindelser skyldes spredning av forurensede mudrede masser fra havneområdene. Konsentrasjonen av PCB og TBT er imidlertid ikke vesentlig forskjellig i noen av periodene. For TBT skyldes dette at forbindelsen hovedsakelig finnes i toppsjiktet i havnesedimentene, og at massene ved mudring blandes slik at den gjennomsnittlige konsentrasjonen blir lavere. For PCB er årsaken sannsynligvis mer sammensatt, og har sammenheng med at Bekkelagsbassenget fortsatt tilføres PCB fra Bekkelaget renseanlegg (NIVA, 2005).

5.2 Effekt

Undersøkelsene med sedimentfeller utført pr. første halvår 2007 (NGI, 2007e) viste at selv om det ble påvist forhøyede konsentrasjoner i et begrenset område nord for dypvannsdeponiet vil ikke sedimentkvaliteten bli påvirket negativt. Undersøkelsene pr. annet halvår viser det samme; prognosen for ny sjøbunn viser ingen negativ endring i kvalitet. Dette framgår av figur 3 og 4. Dette skyldes i hovedsak følgende:

- Sjøbunnen i Bekkelagsbassenget var forurensset før arbeidene startet.
- Nedføringen medfører en beskjeden økning i sedimentasjonsraten i et begrenset område rett nord for deponiet.
- Materiale som er påvirket av nedføringen inneholder ikke mer enn en faktor 2 mer forurensning enn det naturlige bakgrunnsnivået i området.

6 KONKLUSJON

Basert på alle foreliggende sedimentfelldata fra 2005 til 2007 trekker NGI følgende konklusjoner:

- I et begrenset område rett nord for dypvannsdeponiet har sedimentasjonen økt med ca 2 mm/år som følge av nedføringen av mudrede masser.
- Dette materialet har noe høyere konsentrasjoner av PAH, kadmium, bly og kvikksølv enn det naturlige bakgrunnsnivået i området.
- Selv om det sedimenterer mudrede masser rett nord for dypvannsdeponiet blir ikke kvaliteten på sjøbunnen påvirket negativt. Dette skyldes at sedimentasjonen er begrenset, og at området var forurensset allerede før arbeidene startet.
- Nedføringen av mudrede masser skjer som forutsatt og er i tråd med SFTs tillatelser og krav.

7 REFERANSER

NGI (2006)

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

NGI (2007a)

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

NGI (2007b)

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

NGI (2007c)

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

NGI (2007d)

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

NGI(2007e)

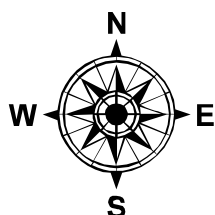
Overvåkning av forurensning ved mudring og deponering. Resultater fra sedimentfelleundersøkelser 1. halvår 2007. NGI rapport 20051785-28, datert 10. oktober 2007.

NIVA (2005)

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



0 125 250 500 750 1 000
Meter



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

Vedlegg A - Analyserapport for periode mai til august 2007

ANALYSE RAPPORT

Navn NGI
Adresse

Deres referanse:
MSC

Vår referanse:
Rekv.nr. 2007-2101
O.nr. O 26446

Dato
19.12.2007

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	SMP OA+AB	2007.08.20	2007.09.19	1900.09.09-2007.10.31
2	SMP 1A+1B	2007.08.20	2007.09.19	1900.09.09-2007.10.31
3	SMP 3A+3B	2007.08.20	2007.09.19	1900.09.09-2007.10.31
4	SMP 2A+2B øvre	2007.08.24	2007.09.19	1900.09.09-2007.10.31
5	SMP 2A+2B nedre	2007.08.24	2007.09.19	1900.09.09-2007.10.31

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3	4	5
Karbon, org. total	µg/mg	C TS G 6	m	m	m	m	m
Kadmium	µg/g	E 9-5	0,4	0,5	1,1	0,6	0,6
Kobber	µg/g	E 9-5	100	87,8	92,0	485	82,1
Kvikksølv	µg/g	E 4-3	0,67	0,71	0,90	0,65	0,75
Bly	µg/g	E 9-5	68,1	68,1	66,4	69,9	64,4
Sink	µg/g	E 9-5	239	238	223	886	213
PCB-28	µg/kg	t.v. H 3-3	i	i	i	i	i
PCB-52	µg/kg	t.v. H 3-3	i	i	i	i	i
PCB-101	µg/kg	t.v. H 3-3	i	i	i	i	i
PCB-118	µg/kg	t.v. H 3-3	3,7	3,3	3,7	3,7	3,4
PCB-105	µg/kg	t.v. H 3-3	2,1	1,6	2,1	2,4	1,6
PCB-153	µg/kg	t.v. H 3-3	4,5	1,5	5,3	8,1	4,5
PCB-138	µg/kg	t.v. H 3-3	4,6	4,4	4,8	4,9	4,3
PCB-156	µg/kg	t.v. H 3-3	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
PCB-180	µg/kg	t.v. H 3-3	3,0	2,6	3,0	2,6	2,3
PCB-209	µg/kg	t.v. H 3-3	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Sum PCB	µg/kg	t.v. Beregnet*	17,9	13,4	18,9	21,7	16,1
Seven Dutch	µg/kg	t.v. Beregnet*	15,8	11,8	16,8	19,3	14,5
Pentaklorbenzen	µg/kg	t.v. H 3-3	i	i	i	i	i
Alfa-HCH	µg/kg	t.v. H 3-3	i	i	i	i	i
Hexaklorbenzen	µg/kg	t.v. H 3-3	i	i	i	i	i
Gamma-HCH	µg/kg	t.v. H 3-3	i	i	i	i	i
Oktaklorstyren	µg/kg	t.v. H 3-3	i	i	i	i	i
4,4-DDE	µg/kg	t.v. H 3-3	0,95	0,73	0,74	0,91	0,73
4,4-DDD	µg/kg	t.v. H 3-3	1,2	1,0	1,7	<1	1,1

m : Analyseresultat mangler.

i : Forbindelsen er dekket av en interferens i kromatogrammet.

* : Metoden er ikke akkreditert.

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2007-2101

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	SMP OA+AB	2007.08.20	2007.09.19	1900.09.09-2007.10.31
2	SMP 1A+1B	2007.08.20	2007.09.19	1900.09.09-2007.10.31
3	SMP 3A+3B	2007.08.20	2007.09.19	1900.09.09-2007.10.31
4	SMP 2A+2B øvre	2007.08.24	2007.09.19	1900.09.09-2007.10.31
5	SMP 2A+2B nedre	2007.08.24	2007.09.19	1900.09.09-2007.10.31

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3	4	5
Naftalen i sediment	µg/kg	t.v. H 2-3	130	150	310	120	200
Acenaftylen	µg/kg	t.v. H 2-3	19	18	30	17	21
Acenaften	µg/kg	t.v. H 2-3	21	23	45	19	30
Fluoren	µg/kg	t.v. H 2-3	53	51	100	43	66
Dibenzotiofen	µg/kg	t.v. H 2-3	29	30	57	27	39
Fenantren	µg/kg	t.v. H 2-3	210	210	340	190	240
Antracen	µg/kg	t.v. H 2-3	120	98	190	78	120
Fluoranten	µg/kg	t.v. H 2-3	310	330	570	340	380
Pyren	µg/kg	t.v. H 2-3	290	320	480	350	330
Benz(a)antracen	µg/kg	t.v. H 2-3	170	190	340	190	210
Benzo(k)fluoranten	µg/kg	t.v. H 2-3	120	130	220	130	140
Benzo(e)pyren	µg/kg	t.v. H 2-3	250	260	370	240	270
Benzo(a)pyren	µg/kg	t.v. H 2-3	200	230	320	210	240
Perylen	µg/kg	t.v. H 2-3	140	150	230	130	170
Indeno(1,2,3cd)pyren	µg/kg	t.v. H 2-3	270	290	400	250	300
Dibenz(ac+ah)antrac.	µg/kg	t.v. H 2-3	41	47	63	44	46
Benzo(ghi)perylene	µg/kg	t.v. H 2-3	230	240	330	220	250
Benzo(b+j)fluoranten	µg/kg	t.v. H 2-3	350	370	590	360	390
Chrysen	µg/kg	t.v. H 2-3	150	160	290	160	170
Sum PAH	µg/kg	t.v. Beregnet*	3103	3297	5275	3118	3612
Sum PAH16	µg/kg	t.v. Beregnet*	2684	2857	4618	2721	3133
Sum KPAH	µg/kg	t.v. Beregnet*	801	887	1343	824	936
Sum NPd	µg/kg	t.v. Beregnet*	369	390	707	337	479

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2007-2101

(fortsettelse av tabellen):

Monobutyltinn	µg MBT/kg	H 14-1*	52	19	12	230	13
Dibutyltinn	µg/kg t.v.	H 14-1*	140	26	17	1000	24
Tributyltinn	µg/kg t.v.	H 14-1*	37	32	40	>20000	110
Monophenyltinn	µg/kg t.v.	H 14-1*	<5	<5	<5	74	<5
Diphenyltinn	µg/kg t.v.	H 14-1*	<5	<5	<5	8,2	<5
Triphenyltinn	µg/kg t.v.	H 14-1*	<5	<5	<5	52	<5
Oljer, sum	µg/g t.v.	Intern*	m	m	m	m	m

m : Analyseresultat mangler. Det var for lite materiale til oljeanalyse

* : Metoden er ikke akkreditert.

Kommentarer

- Metallresultatene er oppgitt på tørrvekt.
Et sertifisert referansesediment ble analysert parallelt med prøvene. Resultatet for HCHA var lavere enn nedre aksjonsgrense.

Norsk institutt for vannforskning

Torgunn Sætre
Torgunn Sætre
Seksjonsleder

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2007-2101

(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, acenaftylen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, pyren, benz(a)antracen, chrysen, benzo(b+j)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren, dibenz(a,c+a,h)antracen, benzo(ghi)perylene.

SUM NPD er summen av naftalen, fenantren, dibenzotiofen, C₁-C₃-naftalener, C₁-C₃-fenantrener og C₁-C₃-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)antracen¹. 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.

¹ Bare a,h-isomerer har potensielt kreftfremkallende egenskaper

Vedlegg B - Analyserapport for periode august til oktober 2007

ANALYSE RAPPORT

Navn NGI
Adresse

Deres referanse:

Vår referanse:

Rekv.nr. 2007-2640

O.nr. O 26446

Dato

04.01.2008

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	SPM 0	2007.10.29	2007.11.12	1900.09.09-2008.01.03
2	SPM 1	2007.10.29	2007.11.12	1900.09.09-2008.01.03
3	SPM 2 øvre	2007.10.29	2007.11.12	1900.09.09-2008.01.03
4	SPM 2 nedre	2007.10.29	2007.11.12	1900.09.09-2008.01.03
5	SPM 3	2007.10.29	2007.11.12	1900.09.09-2008.01.03

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3	4	5
Karbon, org. total	µg/mg	C TS G 6	61,3	58,2	54,7	50,4	23,9
Kadmium	µg/g	E 9-5	0,5	0,4	0,5	0,4	1,0
Kobber	µg/g	E 9-5	92,1	742	88,1	79,9	70,8
Kvikksølv	µg/g	E 4-3	1,29	1,79	1,31	0,82	0,85
Bly	µg/g	E 9-5	72,6	86,7	73,1	65,7	54,1
Sink	µg/g	E 9-5	215	558	227	203	213
PCB-28	µg/kg	t.v. H 3-3	<1,0	1,1	<1,0	1,1	<1,0
PCB-52	µg/kg	t.v. H 3-3	<1,0	1,1	<1,0	1,1	1,4
PCB-101	µg/kg	t.v. H 3-3	1,6	2,5	i	1,7	2,0
PCB-118	µg/kg	t.v. H 3-3	2,7	3,2	2,7	3,0	2,1
PCB-153	µg/kg	t.v. H 3-3	i	i	i	i	i
PCB-138	µg/kg	t.v. H 3-3	4,6	5,0	4,1	4,7	3,6
PCB-180	µg/kg	t.v. H 3-3	2,0	1,7	1,6	1,6	1,5
Sum PCB	µg/kg	t.v. Beregnet*	10,9	14,6	8,4	13,2	10,6
Seven Dutch	µg/kg	t.v. Beregnet*	10,9	14,6	8,4	13,2	10,6
Naftalen i sediment	µg/kg	t.v. H 2-3	140	150	110	200	250
Acenaftalen	µg/kg	t.v. H 2-3	14	15	14	17	19
Acenaften	µg/kg	t.v. H 2-3	31	39	24	62	98
Fluoren	µg/kg	t.v. H 2-3	64	73	41	110	160
Dibenzotiofen	µg/kg	t.v. H 2-3	40	46	29	66	89
Fenantren	µg/kg	t.v. H 2-3	200	230	170	300	380
Antracen	µg/kg	t.v. H 2-3	100	190	82	170	240
Fluoranten	µg/kg	t.v. H 2-3	450	610	360	800	1100
Pyren	µg/kg	t.v. H 2-3	400	520	370	640	840

i : Forbindelsen er dekket av en interferens i kromatogrammet.

* : Metoden er ikke akkreditert.

Kommentarer

1 Ikke nok materiale til mineraloljebestemmelse.

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2007-2640

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	SPM 0	2007.10.29	2007.11.12	1900.09.09-2008.01.03
2	SPM 1	2007.10.29	2007.11.12	1900.09.09-2008.01.03
3	SPM 2 øvre	2007.10.29	2007.11.12	1900.09.09-2008.01.03
4	SPM 2 nedre	2007.10.29	2007.11.12	1900.09.09-2008.01.03
5	SPM 3	2007.10.29	2007.11.12	1900.09.09-2008.01.03

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3	4	5
Benz(a)antracen	µg/kg t.v.	H 2-3	180	210	180	280	370
Benzo(k)fluoranten	µg/kg t.v.	H 2-3	120	130	130	160	190
Benzo(e)pyren	µg/kg t.v.	H 2-3	230	240	230	270	290
Benzo(a)pyren	µg/kg t.v.	H 2-3	210	220	200	260	280
Perylen	µg/kg t.v.	H 2-3	180	190	140	250	330
Indeno(1,2,3cd)pyren	µg/kg t.v.	H 2-3	230	230	220	260	270
Dibenz(ac+ah)antrac.	µg/kg t.v.	H 2-3	53	53	52	66	68
Benzo(ghi)perylene	µg/kg t.v.	H 2-3	240	250	240	270	270
Benzo(b+j)fluoranten	µg/kg t.v.	H 2-3	320	340	340	420	480
Chrysen	µg/kg t.v.	H 2-3	140	180	170	230	270
Sum PAH	µg/kg t.v.	Beregnet*	3342	3916	3102	4831	5994
Sum PAH16	µg/kg t.v.	Beregnet*	2892	3440	2703	4245	5285
Sum KPAH	µg/kg t.v.	Beregnet*	793	843	782	1026	1178
Sum NPD	µg/kg t.v.	Beregnet*	380	426	309	566	719
Monobutyltinn	µg MBT/kg	H 14-1*	250	79	30	78	17
Dibutyltinn	µg/kg t.v.	H 14-1*	1800	130	55	100	31
Tributyltinn	µg/kg t.v.	H 14-1*	100	78	50	68	38
Monophenyltinn	µg/kg t.v.	H 14-1*	<5	<5	<5	<5	<5
Diphenyltinn	µg/kg t.v.	H 14-1*	<5	<5	<5	<5	<5
Triphenyltinn	µg/kg t.v.	H 14-1*	i	<10	<10	<5	<5

i : Forbindelsen er dekket av en interferens i kromatogrammet.

* : Metoden er ikke akkreditert.

Norsk institutt for vannforskning

Torgunn Sætre
Torgunn Sætre
Seksjonsleder

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2007-2640

(fortsettelse av tabellen):

VEDLEGG

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

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

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

SUM NPD er summen av naftalen, fenantren, dibenzotiofen, C₁-C₃-naftalener, C₁-C₃-fenantrener og C₁-C₃-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)antracen¹. 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.

¹ Bare a,h-isomeren har potensielt kreftfremkallende egenskaper

O-
St 2:

Lab: 31.10 og 2.11. 07 BAK

[illegible]

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information					
Dokumenttittel/Document title Overvåking av forurensning ved mudring og deponering			Dokument nr/Document No. 20051785-40		
Dokumenttype/Type of document ☒ Rapport/Report ☐ Teknisk notat/Technical Note		Distribusjon/Distribution ☐ Fri/Unlimited ☒ Begrenset/Limited ☐ Ingen/None		Dato/Date 21. februar 2008 Rev.nr./Rev.No. 0	
Oppdragsgiver/Client Oslo Havn KF					
Emneord/Keywords dredging, environmental geotechnology, field measurements, harbour, sea water, sea bed,					
Stedfesting/Geographical information					
Land, fylke/Country, County Oslo			Havområde/Offshore area		
Kommune/Municipality Oslo			Felt navn/Field name		
Sted/Location Malmøykalven			Sted/Location		
Kartblad/Map 1914IV			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	