

# Overvåking av forurensning ved mudring og deponering

## Passive prøvetakere Resultater fra april 2007

Rev. 0

20051785-32

9. oktober 2007

Ved elektronisk overføring kan det ikke garanteres for konfidensialiteten eller autentisiteten 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

Passive prøvetakere. Resultater fra april  
2007

Rev. 0  
20051785-32

9. oktober 2007

**Oppdragsgiver:** Oslo Havn KF

Kontaktperson: Kjetil Lønborg Jensen  
Kontraktreferanse: 40HAV05

## For Norges Geotekniske Institutt

Prosjektleder: Audun Hauge

Rapport utarbeidet av: Arne Pettersen  
Gerard Cornelissen

Arbeid også utført av:



## Sammendrag

NGI har gjennomført undersøkelse med passive prøvetakere ved dypvannsdeponiet og mudringsområdene Pipervika og Bjørvika. Bruk av passive prøvetakere er et kraftig verktøy for påvisning av lave konsentrasjoner av løste (biotilgjengelige) forbindelser av organiske miljøgifter som PAH og PCB. Metoden gir et tidsintegret gjennomsnitt for perioden prøvetakerne har stått ute.

Resultater fra undersøkelsene i april 2007 viser at:

- Nedføring av mudrede masser ikke har påvirket overflatelaget ved deponiet negativt med hensyn på PAH og PCB.
- Konsentrasjonen av PAH og PCB i bunnvannet ved deponiet har økt i forhold til før-situasjonen. Denne økningen er imidlertid ikke høyere enn som forventet i konsekvensutredningen av tiltaket.
- Det er to endringer i konsentrasjonen av PAH ved dypvannsdeponiet sammenliknet med undersøkelsen utført høsten 2006: PAH nivåene i bunnvannet ved målestasjon MP3 har gått ned fra en faktor 37,5 økning til en faktor 6,4 økning, mens PAH nivåene i bunnvannet ved MP2 har gått opp fra ingen økning til en faktor 4,0 økning. For PCB er det ingen vesentlige endringer sammenliknet med høst 2006, og endringene er alle under en faktor 3 som er den naturlige variasjonen funnet før nedføringen startet.
- Konsentrasjonen av PAH forbindelser er under grenseverdi for økologisk risiko (HC5) i alle prøver fra dypvannsdeponiet. Konsentrasjonen av PCB forbindelser er også under HC5 med unntak av PCB-118 i bunnvann ved målestasjon MP3.
- Ved mudring i Pipervika er det observert en økning av PCB og tyngre PAH. Økningen er imidlertid beskjeden, og ikke signifikant sammenliknet med den naturlige variasjonen (faktor 3). Det ble ikke observert konsentrasjoner av PAH og PCB over grenseverdi for økologisk risiko som følge av mudringsarbeidene.
- Resultater fra undersøkelsen med passive prøvetakere inngår i datagrunnlaget for estimering av miljøregnskap for nedføringen.
- Arbeidene går som forutsatt i henhold til de krav og forutsetninger som er stilt av Statens forurensningstilsyn (SFT).



## Innhold

1	INNLEDNING .....	4
2	BAKGRUNN .....	4
3	FELTARBEID .....	5
	3.1 Dypvannsdeponiet .....	5
	3.2 Mudringsområdet.....	6
4	LABORATORIEANALYSER .....	7
5	RESULTATER .....	8
	5.1 Dypvannsdeponiet .....	8
	5.2 Mudringsområdet.....	9
6	VURDERING .....	10
	6.1 Dypvannsdeponiet .....	10
	6.2 Mudringsområdet.....	12
7	KONKLUSJON .....	13
8	REFERANSER .....	14

### Vedlegg:

Kartbilag 1	Oversiktskart med prøvepunkter inntegnet
Vedlegg A	Resultater fra kjemisk analyse av PAH og PCB

### Kontroll- og referanseside



## 1 INNLEDNING

NGI gjennomfører kontroll og overvåking ved mudring og nedføring av forurensede sedimenter til dypvannsdeponi etablert ved Malmøykalven i indre Oslofjord. Overvåkningsprogrammet er definert i kontrollplanen (HAV, 2007) som bygger på SFTs tillatelser.

I tillegg til den påkrevde overvåkingen utfører Oslo Havn et utvidet overvåkningsprogram. Dette omfatter bruk av passive prøvetakere for å bestemme konsentrasjonen av løste organiske forurensninger i vann rundt og over dypvannsdeponiet og i mudringsområdene. Resultatene benyttes bl.a. ved estimering av miljøregnskapet for arbeidene.

NGI har gjennomført flere undersøkelser med passive prøvetakere. Før arbeidene ble startet ble det gjort for-undersøkelser både i mudringsområdene (Pipervika og Bjørvika) og ved dypvannsdeponiet ved Malmøykalven (NGI, 2006a). Det er tidligere rapportert resultater fra overvåking med passive prøvetakere ved dypvannsdeponiet mens nedføring pågikk, oktober 2006 (NGI, 2006b).

Denne rapporten presenterer resultater og vurderinger fra undersøkelse med passive prøvetakere gjennomført både ved dypvannsdeponiet og mudringsområdene Pipervika og Bjørvika april 2007.

## 2 BAKGRUNN

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. Passive prøvetakere inngår som en av flere ulike overvåkningsmetoder som benyttes i prosjektet. 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 (4-6 uker) slik at den tidsintegreerte, gjennomsnittlige konsentrasjonen bestemmes.
- 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 (ned til 0,1 pg/L for PCBer, 1 pg/L for PAHer).

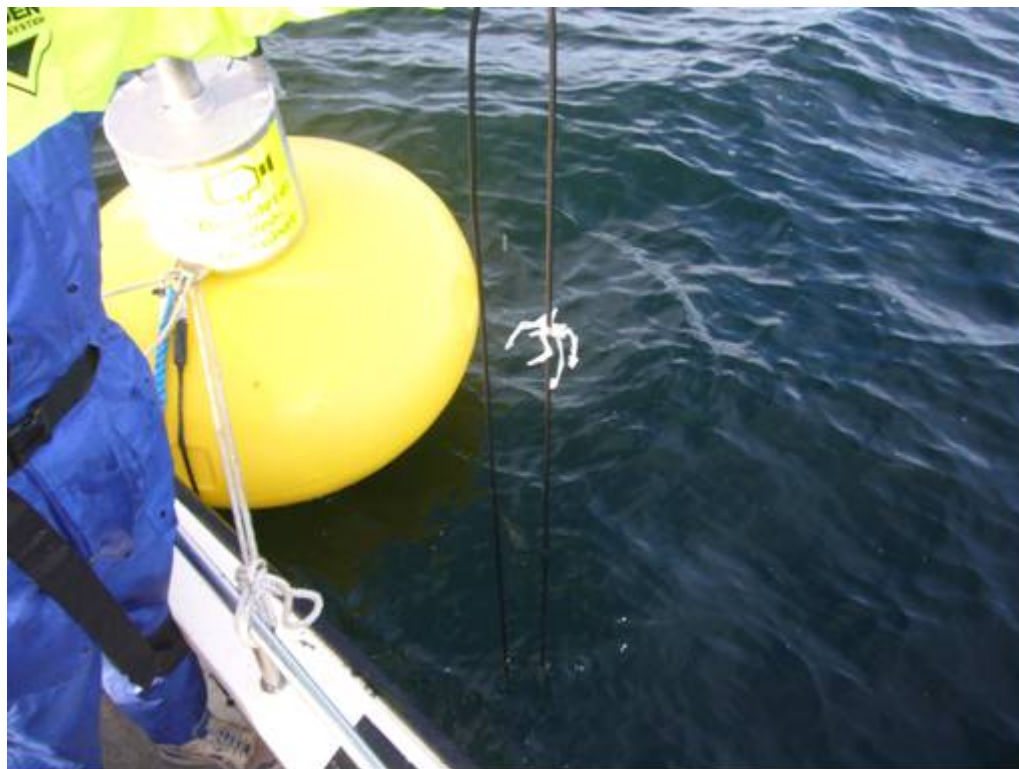
Det aktive materialet i de passive prøvetakerne består av polymer av repeterende  $-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{O}-$  enheter (polyoksymethylen, POM). Dette er utformet som 1 cm brede strimler med tykkelse  $55\mu\text{m}$ . Dette tilsvarer en egenvekt på  $0,6\text{ g/m}$ .

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 for de ulike kongenerer.

### 3 FELTARBEID

#### 3.1 Dypvannsdeponiet

Det er utplassert passive prøvetakere i flere nivåer rundt dypvannsdeponiet. Disse er montert på signalkabelen til de etablerte automatiske overvåkningsbøyene MP2, MP3 og Tref. Bildet i figur 1 viser opphenget der flere parallelle prøvetakere er festet til signalkabelen.



Figur 1 Passiv prøvetaker montert på signalkabel ved dypvannsdeponiet

Tabell 1 viser hvor det er utplassert passive prøvetakere, og i hvilken tidsperiode disse har stått ute. Vedlagte kartbilag 1 viser et oversiktskart over området der prøvepunktene er tegnet inn.

*Tabell 1 Målestasjoner og tidsperioder for passive prøvetakere ved dypvannsdeponiet*

Stasjon	Måledyp (m)	Tidsperiode	Paralleller	Merknader og referanse
POM N og POM S	Overflate og over sjøbunn	15/12-05 til 24/1-06	2	For undersøkelse NGI (2006a)
MP1, MP2, MP3, MP4, Tref	Flere nivåer i hele vannkolonne	22/9-06 til 6/11-06	1-3	Målinger under nedføring NGI (2006 b)
Kongshavn	10m	Høsten 2005	Flere	Validering av metode Cornelissen et. al. (in press, 2008)
Tref	3	12/3-07 til 8/5-07	1	Denne rapporten
Tref	63*			
MP2	3			
MP2	63*			
MP3	3			
MP3	13			
MP3	23			
MP3	33			
MP3	43			
MP3	53			
MP3	63*		2	

\* 5 m over sjøbunn

### 3.2 Mudringsområdet

For å dokumentere vannkvalitet ved mudring er det benyttet passive prøvetakere utplassert nær mudringslekter og ved referansestasjon i området. Det er også foretatt målinger før mudringsarbeidene startet (Cornelissen et. al, in press, 2008). Data fra før-situasjon og referansestasjon representerer bakgrunnsnivået i området.

Tabell 2 viser hvor det er utplassert passive prøvetakere, og i hvilken tidsperiode disse har stått ute. Vedlagte kartbilag 1 viser et oversiktskart over området der prøvepunktene er tegnet inn.

*Tabell 2 Målestasjoner og tidsperioder for passive prøvetakere i mudringsområdet*

Stasjon	Måledyp	Tidsperiode	Paralleller	Merknader
Pipervika før-situasjon	1-2 m over sjøbunn	9/11-06 til 15/3-07	1	
Pipervika ved mudrings-fartøy	2 m over sjøbunn	19/3-07 til 8/5-07	1	
Pipervika referanse	2 m over sjøbunn	15/3-07 til 8/5-07	1	
Bispevika før-situasjon	2 m over sjøbunn	2005	Flere	Basert på flere målinger <sup>1</sup>
Bispevika ved mudrings-fartøy	2 m over sjøbunn	15/3-07 til 8/5-07	-	Prøvetaker tapt
Bjørvika referanse-stasjon	2 m over sjøbunn	15/3-07 til 8/5-07	1	

<sup>1</sup> Cornelissen et. al (in press, 2008)

#### 4 LABORATORIEANALYSER

Etter at de passive prøvetakerne var hentet inn fra felt ble de overlevert NGI miljølaboratoriet for kjemisk analyse. Laboratoriet er akkreditert i henhold til NS-EN ISO/IEC 17025.

Overflaten til prøvetakerne blir rengjort for evt. biofilm før ekstraksjon med heptan på ristebord i 96 timer. Ekstraksjonsmidlet er tilsatt intern standard. Før kvantifisering med GC-MS (Agilent 6850 gasskromatograf med 5973 massespektrometer) blir ekstraktet opprensket med silika.

Kjemisk analyse omfatter kvantifisering av 11 ulike kongenere PCB (PCB nr. 28, 52, 70, 101, 110, 118, 105, 149, 153, 138 og 180) og 14 kongenere PAH (naphthalene, fluorene, phenanthrene, anthracene, fluoranthene, pyrene, benzo[a]anthracene, chrysene, benzo[b]fluoranthene, benzo[k]fluoranthene, benzo[e]pyrene, benzo[a]pyrene, indeno[1,2,3-cd]pyrene, benzo[ghi]perylene).

Analyse av ueksponeerte passive prøvetaker viste innhold av de letteste PAH komponentene naftalen, fluoren og fenantren. Dette har påvirket alle analyserte passive prøvetakere, inklusive referansestasjonen. Måleresultatene for disse tre forbindelsene er derfor ikke representative for konsentrasjonen i felt. Summerte resultater i tabell 2 omfatter derfor ikke disse tre forbindelsene. Ved sammenlikning med før-situasjonen er det kun benyttet resultater fra de tyngre 4, 5 og 6 ringede PAH forbindelsene.

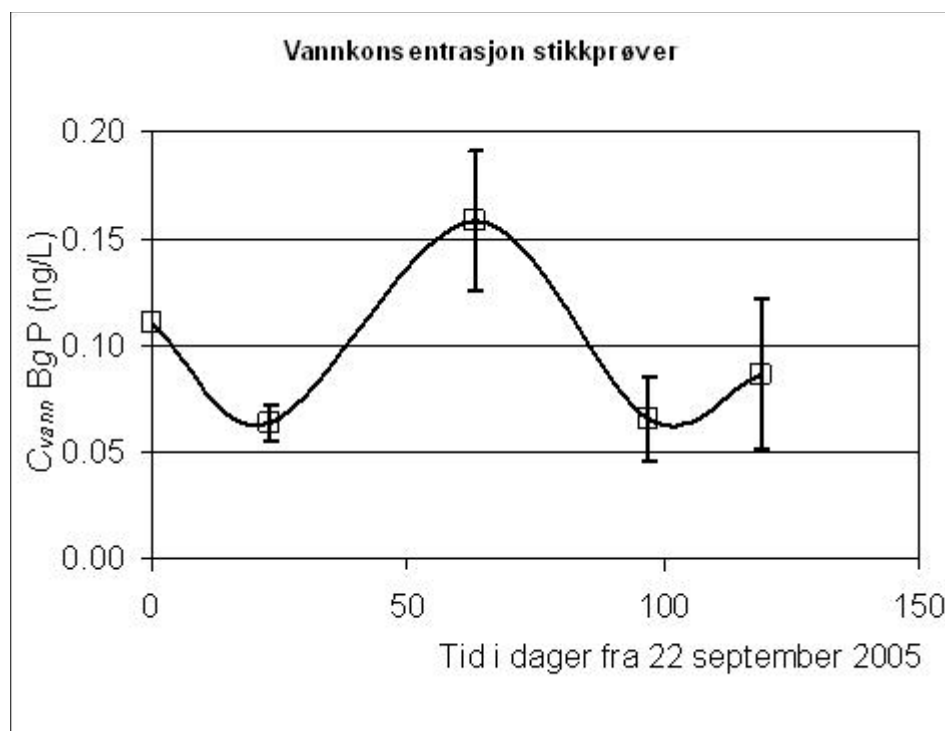


## 5 RESULTATER

Resultatene er presentert i vedlegg A, der konsentrasjonen av alle målte enkeltforbindelser av PAH og PCB framgår. Konsentrasjonen er gitt i nanogram pr liter (ng/l) eller pikogram pr. liter (pg/l) for tyngre PAH og PCB. Et nanogram tilsvarer  $0,000000001$  ( $10^{-9}$ ) g, mens et pikogram tilsvarer  $0,000000000001$  ( $10^{-12}$ ) g.

### 5.1 Dypvannsdeponiet

Tabell 3 viser den relative endringen i konsentrasjonen av PAH og PCB ved dypvannsdeponiet sammenliknet med før-situasjonen i området i 2005 før nedføring av mudret masse ble påbegynt. Tabellen viser også den relative konsentrasjonen av disse forbindelsene som ble målt i desember 2006 (NGI, 2006b). Der det relative forholdet er oppgitt til 1 tilsvarer dette ingen endring i forhold til før-situasjonen. Ved beregning av dette forholdet er det beregnet gjennomsnittlig endring av hver enkelt forbindelse, slik at ikke enkeltforbindelser med størst konsentrasjon dominerer det endelige forholdet.



Figur 2 *Naturlig variasjon i konsentrasjon benso[g,h,i]perylene (BgP) i Kongshavn på 10 m dybde, før mudringen startet (2005). Fra Cornelissen et. al. ( in press, 2008).*

For å tolke resultatene er det viktig å ta hensyn til den naturlige variasjonen i vannkonsentrasjonen. Før-undersøkelsene viser at den naturlige variasjonen i konsentrasjoner av PAH og PCB er rundt en faktor 3. Resultatene fra Oslofjorden (Kongshavn) er publisert i Cornelissen et al (in press, 2008). Et eksempel av naturlig variasjon i konsentrasjonen er gitt for den største PAHen



som ble målt, benso[g,h,i]perylene (Figur 2). Endringer mindre enn en faktor 3 fra før-situasjonen (0,3 til 3) tolkes derfor som naturlig variasjon.

*Tabell 3 Relativ endring i PAH og PCB ved dypvannsdeponiet i forhold til før-situasjonen.*

Målestasjon	Vanddyp (m)	Desember 2006*		April 2007	
		Sum PAH <sup>1</sup>	PCB-7 <sup>2</sup>	Sum PAH <sup>3</sup>	PCB-7 <sup>2</sup>
T ref	5	2,2	1,0	0,5	0,3
T ref	5 m over sjøbunn	3,2	0,9	1,3	1,1
MP1	5	0,8	0,5		-
MP1	5 m over sjøbunn	0,9	0,8		-
MP2	5	1,1	0,6	0,5	0,4
MP2	5 m over sjøbunn	0,8	0,6	4,0	0,7
MP3	3	-	-	0,7	0,6
MP3	13	0,9	0,8	1,9	0,4
MP3	23	0,8	0,8	1,6	0,5
MP3	33	0,8	0,9	2,2	0,7
MP3	43	1,2	0,9	3,2	2,1
MP3	53	3,1	0,9	5,4	1,9
MP3	63	37,5	2,9	6,4	2,7
MP4	3	0,7	0,4	-	-
MP4	15	0,5	0,5	-	-
MP4	27	0,6	0,7	-	-
MP4	39	0,3	0,4	-	-
MP4	51	0,4	0,4	-	-
MP4	63	0,8	0,4	-	-

\*NGI (2006b)

<sup>1</sup>Sum PAH omfatter alle 14 kvantifiserte kongenerer med unntak av naftalen

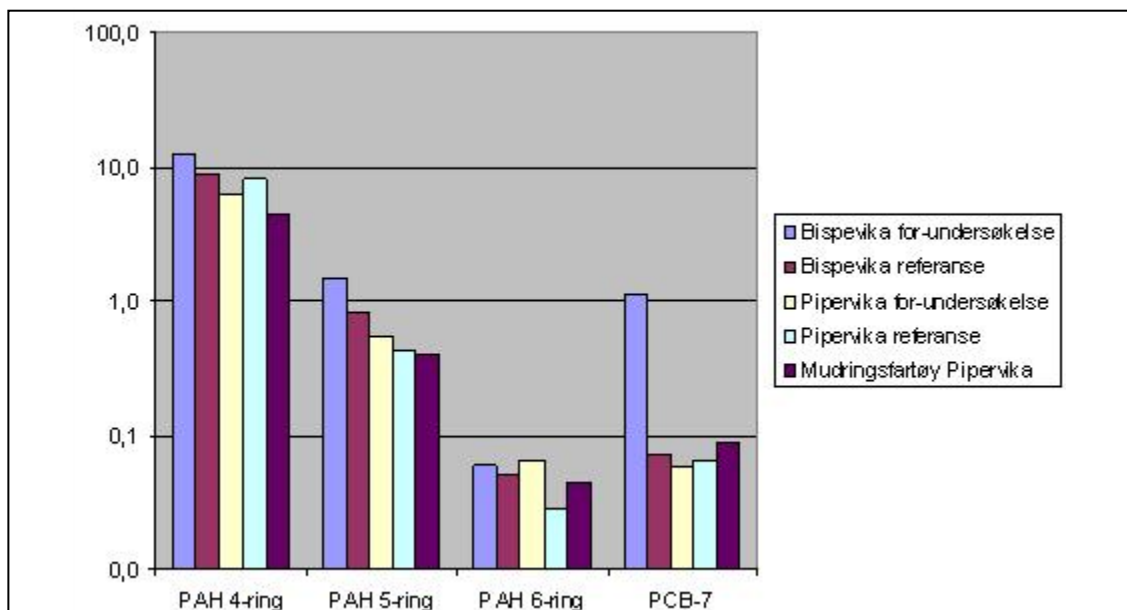
<sup>2</sup>Sum PCB-7 PCB nr. 28, 52, 101, 118, 153, 138 og 180.

<sup>3</sup>Sum PAH omfatter alle 14 kvantifiserte kongenerer med unntak av naftalen, fluoren og fenantren, pga. forhøyd blanksignal i prøvematerialet for disse forbindelsene.

- betyr ingen data

## 5.2 Mudringsområdet

Resultatene fra undersøkelse med passive prøvetakere i mudringsområdene Bjørvika og Pipervika er gitt i vedlegg A. Figur 3 sammenstiller disse resultatene sammen med resultater fra for-undersøkelser og referansestasjoner. For undersøkelsene er utført før mudringsarbeidene startet i området, mens referansemålingene er utført samtidig som mudring pågår, men i en tilstrekkelig avstand fra mudringspunktet slik at de antas å ikke påvirkes av arbeidene.



**Figur 3** Målt konsentrasjon av PAH og PCB i mudringsområdene Bjørvika og Pipervika. Alle konsentrasjoner er gitt i ng/L (merk logaritmisk skala). For-undersøkelsene er gjort før arbeidene startet. Referansene er målt ved mudring i tilstrekkelig avstand til ikke å bli direkte påvirket av arbeidene.

## 6 VURDERING

### 6.1 Dypvannsdeponiet

Måleresultatene fra passive prøvetakere utplassert rundt dypvannsdeponiet viser at konsentrasjonen av løste PAH og PCB forbindelser i overflatevann varierer mellom  $\pm 50\%$  (forholdstallet mellom ca 0,5 og 1,5) sammenliknet med nivået som ble målt før arbeidene startet. Dette gjenspeiler variasjonen i konsentrasjon av PAH og PCB som følge av endring i tilførsel fra ulike kilder til Bekkelagsbassenget. Dataene viser at nedføringen av mudrede masser ikke påvirker overflatelaget negativt med hensyn på løst PAH og PCB.

Over sjøbunnen ved dypvannsdeponiet observeres forhøyet konsentrasjon av PAH og PCB. Ved målestasjon MP3 er økningen i PAH 2,7-6,4 ganger i forhold til før-situasjonen og ved MP2 har PAH økt med en faktor 4,0. PCB er observert å øke med en faktor 1,9-2,7 i bunnvannet ved MP3. Denne økningen er imidlertid ikke signifikant fordi den naturlige variasjonen i konsentrasjoner av PAH og PCB i området er rundt en faktor 3. Det er ingen økning av PCB ved målestasjon MP2 sammenliknet med for-undersøkelsen.

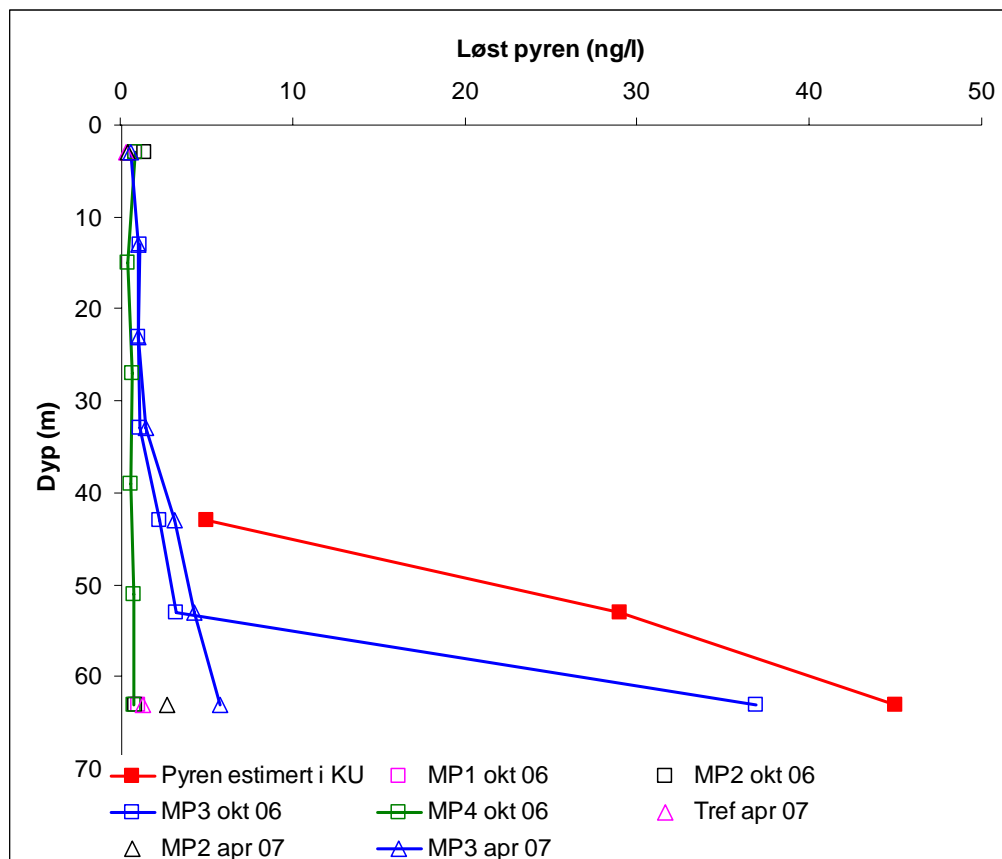
Alle PAH og PCB komponenter med unntak av PCB-118 i bunnvannet ved målestasjon MP3 foreligger i konsentrasjon lavere enn grenseverdi for

økologisk risiko (vedlegg A). Dette er i samsvar med observasjonene fra høsten 2006.

Sammenliknet med undersøkelsen høsten 2006 er det i april 2007 ikke observert noen vesentlig endring i konsentrasjonen av PAH og PCB med unntak av i bunnvannet ved MP2 og MP3. Det er observert en reduksjon med i underkant av en størrelsesorden av PAH rett over sjøbunn ved MP3 (ved 63 m), hvor PAHene var forhøyet med en faktor 37,5 i 2006 i forhold til før-situasjonen. I april 2007 hadde denne forhøyningen minket til en faktor 6,4. Samtidig er det observert en økning (faktor 2-3) i vannmassene opp mot 43 m. Denne økningen er imidlertid ikke høyere enn det som kan tilskrives den naturlige variasjonen som er rundt en faktor 3. I forhold til prøvetakingsrunden høsten 2006 hvor det ikke ble observert noen økning ved MP2, ble det nå observert en faktor 4 økning sammenliknet med både høst 2006 og før-undersøkelsen.

Mudrede masser nedføres til sjøbunnen i lukket rørløsning med utløp rundt 1 m oversjøbunnen. I bunnvannet i deponiet er det forhøyet turbiditet (partikkelmengde) som følge av nedføringen. Det er registrert flere episoder med forhøyet turbiditet ved målestasjon for turbiditet MP3 nord-øst for deponiet. Konsentrasjonen av løst PAH og PCB korrelerer godt med disse observasjonene. For PAH observeres det signifikant (over faktor 3 som er den naturlige variasjonen) høyere konsentrasjoner enn bakgrunnsnivået fra sjøbunnen opp til 43 m vandyp. For PCB er imidlertid konsentrasjonsøkningen sammenliknet med før-situasjonen aldri over den naturlige variasjonen av en faktor 3.

I konsekvensutredningen av 2001 og tilleggsvurderingen (NIVA/NGI 2003) er det forutsatt en økning i konsentrasjon av partikkelbunne og løste tungmetaller og organiske forurensninger i bunnvannet ved dypvannsdeponiet. Figur 3 viser estimert konsentrasjon av PAH forbindelsen pyren i bunnvannet ved dypvannsdeponiet (rød linje) sammen med målt konsentrasjon ved målebøye MP1, MP2, MP3, MP4 og Tref fra april 2007 og november 2006. Resultatene viser at målte konsentrasjoner er lavere enn forutsatt i konsekvensvurderingen.



Figur 3 Målt konsentrasjon av pyren ved målestasjonene MP1, MP2, MP3, MP4 og Tref ved dypvannsdeponiet oktober 2006 og april 2007 sammenliknet med estimert konsentrasjon fra konsekvensutredningen (KU).

## 6.2 Mudringsområdet

Analyseresultat av PAH og PCB før mudrings- og nedføringsarbeidene startet viser som forventet at disse forbindelsene foreligger i høyere konsentrasjon i indre havneområde enn ute i Bekkelagsbassenget. Dette skyldes oppvirling av forurenset sediment ved skipstrafikk og nærhet til kilder som avrenning fra tette flater (urban runoff) og elveutløp.

Det forventes at konsentrasjonene av løst PAH og PCB varierer noe med tiden fordi kildene til forurensning ikke er konstante. Dette gjenspeiles i forskjellene i resultatene fra forundersøkelsene og måling ved referansestasjonene (figur 3).

Under mudring forventes økt spredning av både partikkelbundet og fritt løste metaller og organiske forurensninger. Ved undersøkelsen gikk prøvetaker utplassert ved mudringslekter i Bjørvika tapt. Resultatene fra Pipervika indikerer imidlertid en økning i PCB og tyngre (6 ringede) PAH forbindelser

ved mudringslekter sammenliknet med referansemåling som er gjort samtidig. Økningen er imidlertid liten, og ikke signifikant sammenliknet med den naturlige variasjonen i området. Alle PAH og PCB komponenter foreligger i konsentrasjoner lavere enn grenseverdi for økologisk risiko.

## 7 KONKLUSJON

NGI har gjennomført undersøkelse med passive prøvetakere ved dypvannsdeponiet og mudringsområdene Pipervika og Bjørvika. Bruk av passive prøvetakere er et kraftig verktøy for påvisning av lave konsentrasjoner av løste (biotilgjengelige) forbindelser av organiske miljøgifter som PAH og PCB. Metoden gir et tidsintegret gjennomsnitt for perioden prøvetakerne har stått ute.

Resultater fra undersøkelsene i april 2007 viser at:

- Nedføring av mudrede masser ikke har påvirket overflatelaget ved deponiet negativt med hensyn på PAH og PCB.
- Konsentrasjonen av PAH og PCB i bunnvannet ved deponiet har økt i forhold til før-situasjonen. Denne økningen er imidlertid ikke høyere enn som forventet i konsekvensutredningen av tiltaket.
- Det er to endringer i konsentrasjonen av PAH ved dypvannsdeponiet sammenliknet med undersøkelsen utført høsten 2006: PAH nivåene i bunnvannet ved målestasjon MP3 har gått ned fra en faktor 37,5 økning til en faktor 6,4 økning, mens PAH nivåene i bunnvannet ved MP2 har gått opp fra ingen økning til en faktor 4,0 økning. For PCB er det ingen vesentlige endringer sammenliknet med høst 2006, og forhøyningene er alle under en faktor 3 som er den naturlige variasjonen målt før nedføringen startet.
- Konsentrasjonen av PAH forbindelser er under grenseverdi for økologisk risiko (HC5) i alle prøver fra dypvannsdeponiet. Konsentrasjonen av PCB forbindelser er også under HC5 med unntak av PCB-118 i bunnvann ved målestasjon MP3.
- Ved mudring i Pipervika er det observert en økning av PCB og tyngre PAH. Økningen er imidlertid beskjeden, og ikke signifikant sammenliknet med den naturlige variasjonen (faktor 3). Det ble ikke observert konsentrasjoner av PAH og PCB over grenseverdi for økologisk risiko som følge av mudringsarbeidene.
- Resultater fra undersøkelsen med passive prøvetakere inngår i datagrunnlaget for estimering av miljøregnskap for nedføringen.
- Arbeidene går som forutsatt i henhold til de krav og forutsetninger som er stilt av Statens forurensningstilsyn (SFT).

## 8 REFERANSER

Cornelissen, G., Pettersen, A., Broman, D., Mayer, P. and Breedveld, G.D. (2007). Equilibrium passive samplers to determine freely dissolved native PAH concentrations in field and laboratory. Environ. Toxicol. Chem (in press)

HAV (2007)

Kontrollplan for mudring og deponering i dypvannsdeponi. Oslo Havn KF, datert 17/4-07 (rev. 02)

NIVA/NGI (2003)

Dypvannsdeponi ved Malmøykalven. Tilleggsutredning til konsekvensutredning. Miljøbudsjett, kostnad og in situ tildekking. NGI rapport 20011067-1, datert 2/1-03.

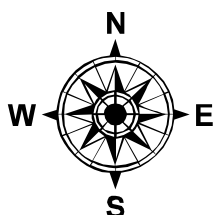
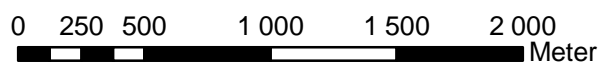
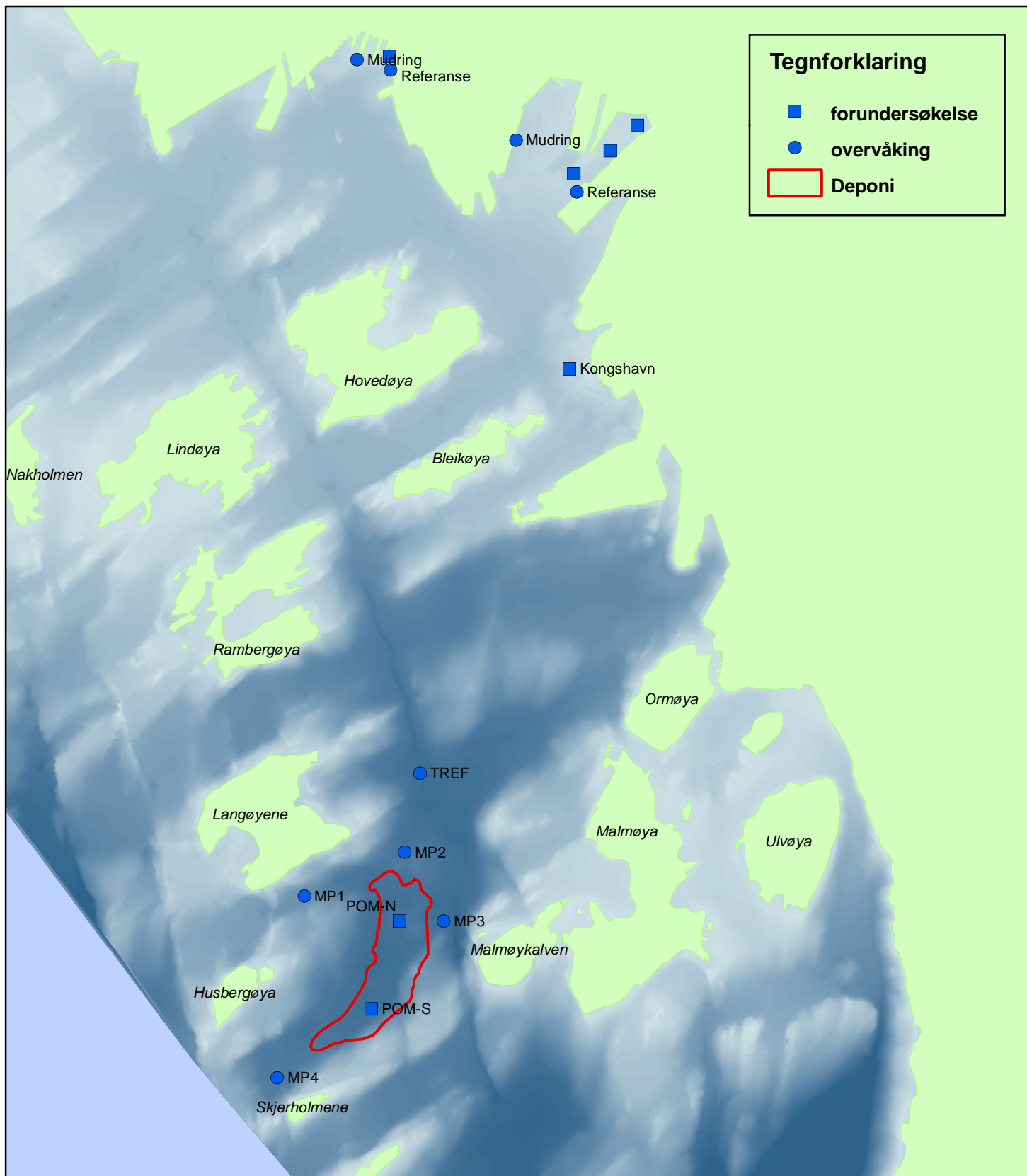
NGI (2006a)


Forundersøkelser dypvannsdeponi. Datarapport. NGI rapport 20051732-1, datert 14/7-06

NGI (2006b)

Overvåking av forurensning ved mudring og deponering. Passive prøvetakere rundt dypvannsdeponiet ved Malmøykalven. NGI rapport 20051785-15, datert 1/12-06.





OSLO HAVN KF		
<b>Prøvepunkter, passive prøvetakere</b>	Rapportnr. <b>20051785-32</b>	Kartbilag nr. <b>1</b>
	Utført <b>OMH</b>	Dato <b>2007-10-22</b>
Målestokk 1 : 30 000	Kontrollert <b>AP</b>	
	Godkjent	
Datum: WGS84, Kartprojeksjon: UTM, Sone: 32N		





## **Vedlegg A - Resultater fra undersøkelse april 2007**

### **INNHold**

A1 RESULTATER FRA KJEMISK ANALYSE AV PAH OG PCB .....	2
---	---



## A1 RESULTATER FRA KJEMISK ANALYSE AV PAH OG PCB

Tabell 1 og 2 viser grunnlagsdata fra analyse av PAH og PCB fra passive prøvetakere april 2007.

Analysene viste høye blindprøver av de letteste PAH komponentene naftalen, fluoren og fenantren. Dette er funnet i alle analyserte passive prøvetakere, inklusive referansestasjonen. Måleresultatene for disse tre forbindelsene er ikke representative for konsentrasjonen i felt. I tabell 1 er resultatene gitt uten korreksjon for de observerte blindprøvene.

Tabell 1 *Konsentrasjonen av enkeltforbindelser av fritt løst PAH ved mudringsområdet og dypvannsdeponi april 2007*

Konsentrasjon		ng/l								pg/l					
Stasjon	Dyp (m)	NAP*	FLU*	PHE*	ANT	FLA	PYR	BAA	CHR	BBF	BKF	BEP	BAP	IND	BGP
T ref	3	637	4,8	3,1	0,37	0,42	0,39	0,02	0,05	60	28	27	34	1,7	4,2
T ref	63	449	4,6	6,4	0,27	0,39	1,35	0,01	0,06	107	23	71	33	13	15
MP2	3	506	4,9	5,1	0,36	0,36	0,41	0,01	0,04	52	19	19	8,2	4,0	3,7
MP2	63	405	6,0	5,0	0,44	1,06	2,75	0,06	0,11	323	80	170	176	47	40
MP3	3	1124	8,3	6,6	0,67	0,64	0,61	0,02	0,08	92	26	41	12	6,1	4,0
MP3	13	737	8,3	5,1	0,53	1,02	1,07	0,04	0,07	105	28	49	46	32	18
MP3	23	227	5,0	3,6	0,24	0,68	1,02	0,03	0,07	115	35	57	49	25	15
MP3	33	391	6,1	5,1	0,38	0,77	1,47	0,04	0,07	138	38	82	63	32	22
MP3	43	300	9,1	14,4	0,54	1,44	3,19	0,06	0,11	200	60	113	97	41	31
MP3	53	353	9,2	11,8	0,62	2,40	4,27	0,16	0,25	381	121	200	219	70	47
MP3	63A	401	11,6	22,5	0,84	3,72	6,56	0,19	0,32	532	159	244	276	74	48
MP3	63B	863	12,6	12,4	0,79	3,17	5,08	0,17	0,28	523	135	231	273	77	48
Pipervika før-situasjon	2 m over sjøbunn	1041	13,5	24,2	1,89	2,85	2,94	0,17	0,31	260	78	101	94	35	29
Pipervika referanse		1187	11,6	16,7	0,84	4,39	3,36	0,08	0,30	212	76	98	37	15	14
Pipervika ved Mudringsfartøy		943	7,9	9,6	0,66	2,41	1,75	0,09	0,16	199	67	68	60	27	18
Bispevika referanse		425	6,3	13,8	1,91	4,49	3,49	0,33	0,45	404	127	130	165	27	24
HC5**		2100	120	3200	34	120		10	280		3600		5000	610	3100

\*Vurderes som ikke representative på grunn av tilsvarende konsentrasjoner målt i blindprøver.

\*\*Grenseverdi for økologisk risiko (SFT, 2005)

Merk: Måling ved MP3, 63 m vanndyp, er utført i to paralleler

NAP = naphthalene, FLU = fluorene, PHE = phenanthrene, ANT = anthracene, FLA = fluoranthene, PYR = pyrene, BAA = benzo[a]anthracene, CHR = chrysene, BBF = benzo[b]fluoranthene, BKF = benzo[k]fluoranthene, BEP = benzo[e]pyrene, BAP = benzo[a]pyrene, IND = indeno[1,2,3-cd]pyrene, BGP = benzo[ghi]perylene.

Tabell 2 Konsentrasjonen (pg/l) av enkeltkongenerer fritt løst PCB ved mudringsområdet og dypvannsdeponi april 2007

Stasjon	Dyp (m)	PCB-28	PCB-52	PCB-70	PCB-101	PCB-110	PCB-118	PCB-105	PCB-149	PCB-153	PCB-138	PCB-180	ΣPCB-7
T ref	3	6,9	9,5	4,9	1,4	1,2	1,3	<0,1	0,6	0,9	0,7	0,3	21,0
T ref	63	35,8	24,1	13,9	3,0	4,5	4,4	<0,1	2,2	4,0	3,2	0,6	75,0
MP2	3	14,3	10,6	5,0	1,3	1,2	1,2	<0,1	0,6	1,1	0,6	0,2	29,4
MP2	63	11,3	13,6	10,0	4,0	7,9	7,9	<0,1	2,3	5,5	3,8	1,0	47,2
MP3	3	21,4	16,2	8,6	1,6	1,5	1,9	<0,1	1,3	1,2	0,6	0,2	43,1
MP3	13	7,7	7,1	10,2	3,1	5,3	5,7	<0,1	1,9	3,2	2,1	0,3	29,2
MP3	23	9,7	8,8	10,7	2,8	5,7	5,9	<0,1	1,5	3,4	3,2	0,7	34,6
MP3	33	17,5	16,3	14,1	3,4	7,4	6,8	<0,1	2,1	4,6	3,5	0,7	52,8
MP3	43	74,0	46,4	28,1	7,0	9,4	9,1	<0,1	3,1	6,0	4,4	1,2	148,2
MP3	53	53,9	43,6	33,9	10,5	15,5	13,6	<0,1	4,9	8,3	5,6	1,6	137,2
MP3	63A	115,2	77,1	49,1	13,9	19,1	16,6	<0,1	5,7	8,9	5,7	1,3	238,7
MP3	63B	51,0	46,2	28,0	10,1	15,1	14,9	<0,1	4,7	7,4	5,0	1,5	136,1
Pipervika før-situasjon	2 m over sjøbunn	26,4	19,3	12,4	4,0	4,2	3,4	<0,1	1,1	2,0	1,4	0,4	57,0
Pipervika referanse		30,1	25,2	10,4	2,9	2,3	3,6	<0,1	1,1	1,1	1,2	0,5	64,5
Pipervika ved Mudringsfartøy		48,5	28,6	11,9	4,0	3,2	2,8	<0,1	0,8	1,7	1,1	0,3	87,1
Bispevika referanse		34,7	25,0	12,2	4,5	3,3	3,8	<0,1	1,4	2,6	1,9	0,5	72,9
HC5*							11,1			204			

\*Grenseverdi for økologisk risiko (SFT, 2005)

Merk: Måling ved MP3, 63 m vanddyb, er utført i to paralleller < betyr mindre enn

# Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



<b>Dokumentinformasjon/Document information</b>					
<b>Dokumenttittel/Document title</b> Overvåking av forurensning ved mudring og deponering			<b>Dokument nr/Document No.</b> 20051785-32		
<b>Dokumenttype/Type of document</b>		<b>Distribusjon/Distribution</b>		<b>Dato/Date</b>	
<input checked="" type="checkbox"/> Rapport/Report		<input type="checkbox"/> Fri/Unlimited		9. oktober 2007	
<input type="checkbox"/> Teknisk notat/Technical Note		<input checked="" type="checkbox"/> Begrenset/Limited		<b>Rev.nr./Rev.No.</b>	
		<input type="checkbox"/> Ingen/None		0	
<b>Oppdragsgiver/Client</b> Oslo Havn KF					
<b>Emneord/Keywords</b> environmental geotechnology, harbour, sea bed, sea water, sedimentation					
<b>Stedfesting/Geographical information</b>					
<b>Land, fylke/Country, County</b> Oslo			<b>Havområde/Offshore area</b>		
<b>Kommune/Municipality</b> Oslo			<b>Feltnavn/Field name</b>		
<b>Sted/Location</b> Malmøykalven			<b>Sted/Location</b>		
<b>Kartblad/Map</b> 1914 IV			<b>Felt, blokknr./Field, Block No.</b>		
<b>UTM-koordinater/UTM-coordinates</b> 32VNM375970					
<b>Dokumentkontroll/Document control</b>					
<b>Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001</b>					
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		
<b>Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release</b>		<b>Dato/Date</b>		<b>Sign. Prosjektleder/Project Manager</b>	
				Audun Hauge	