

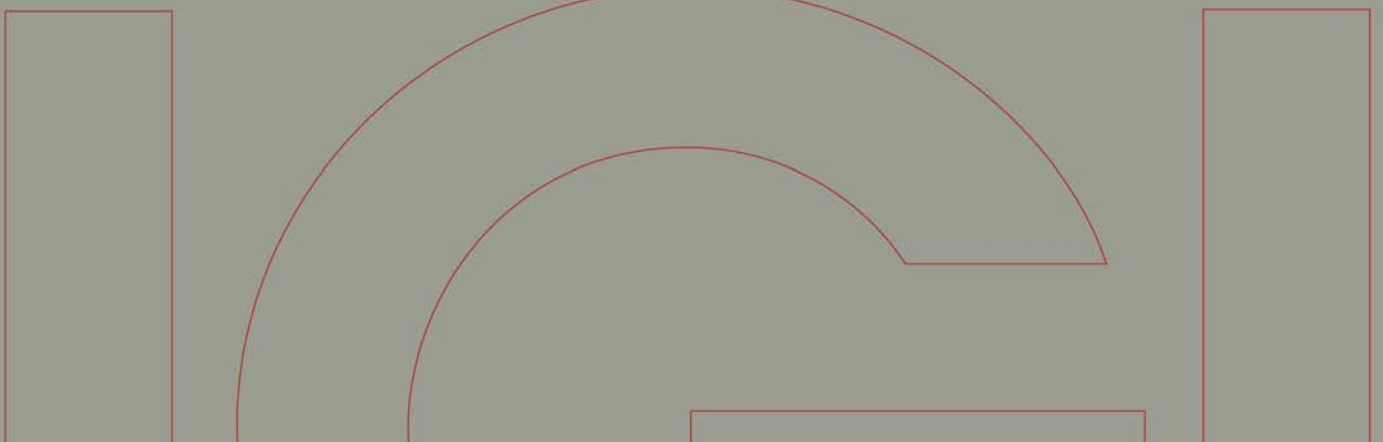


Rapport / Report

Overvåking av forurensning ved mudring og deponering

Passive prøvetakere
Resultater fra august og desember
2007 i deponiområdet

20051785-45
30. april 2008



Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentsiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere dette før bruk av dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemand 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 before using this document.

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



Hovedkontor:
Pb. 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

Avd Trondheim:
Pb. 1230 Pirsenteret
7462 Trondheim

T 22 02 30 00
F 22 23 04 48

Kontonr 5096 05 01281
Org. nr 958 254 318 MVA

ngi@ngi.no
www.ngi.no

Prosjekt

Prosjekt: Overvåking av forurensning ved mudring og deponering
Rapportnummer: 20051785-45
Rapporttittel: Passive prøvetakere
Resultater fra august og desember 2007 i deponiområdet
Dato: 30. april 2008

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Oslo Havn KF
Oppdragsgivers
kontaktperson: Kjetil Lønborg Jensen
Kontraktreferanse: 40HAV05

For NGI

Prosjektleder: Audun Hauge
Rapport utarbeidet av: Espen Eek

Sammendrag

NGI gjennomfører undersøkelser med passive prøvetakere ved dypvannsdeponiet og mudringsområdene i Pipervika og Bjørvika som en del av utvidet overvåking av arbeidene i Oslo Havn. Bruk av passive prøvetakere er et kraftig verktøy for påvisning av lave konsentrasjoner av løste (biotilgjengelige) forbindelser av organiske miljøgifter som PAH og PCB. Disse konsentrasjonene kan i motsetning til turbiditet relateres direkte til vannkvalitetskriterier. Metoden gir et tidsintegret gjennomsnitt for perioden prøvetakerne har stått ute.

Resultater fra undersøkelsene i august og desember 2007 viser at:

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

Sammendrag (forts.)



- 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.
- Når det gjelder PAH konsentrasjonen i dypvannet ved MP3 er målingene fra august og desember 2007 om lag på nivå med målingen i april 2007 og mye lavere enn PAH konsentrasjone på 63 m dyp målt høsten 2006. I desember 2007 ble det for første gang målt forhøyet konsentrasjon i bunnvannet ved MP 4. Dette skyldes trolig at nedføringen i stor grad har skjedd nærmere MP4 i denne perioden enn tidligere.
- En observert økning i PCB ved 23 m vanddyp i august og desember skyldes sannsynligvis andre kilder enn deponiet, fordi det ikke ble funnet tilsvarende forhøyet PAH-konsentrasjon.
- 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.
- 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).

Rapport nr.: 20051785-45
Dato: 2008-04-30
Rev.:
Rev. dato:
Side: 4

Innhold



1	Innledning	6
2	Bakgrunn	6
1	feltarbeid	7
	1.1 Dypvannsdeponiet	7
2	Laboratorieanalyser	9
3	Resultater	10
	3.1 Dypvannsdeponiet	10
4	Vurdering	12
5	Konklusjoner	15
6	Referanser	16

Rapport nr.: 20051785-45
Dato: 2008-04-30
Rev.:
Rev. dato:
Side: 5

Vedlegg A Resultater PAH og PCB

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

NGI gjennomfører kontroll og overvåkning 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 (NGI rapport 20051785-36 og 20051785-23). 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 overvåkning med passive prøvetakere ved dypvannsdeponiet mens nedføring pågikk, høsten 2006 (NGI, 2006b) og i april 2007 (NGI 2007).

Denne rapporten presenterer resultater og vurderinger fra undersøkelse med passive prøvetakere plassert ved dypvannsdeponiet august 2007 og desember 2007.

2 Bakgrunn

Passive prøvetakere er en svært velegnet metode for å bestemme konsentrasjonen av organiske forbindelser løst i sjøvann. Metoden er et godt supplement til totalanalyse av stikkprøver tatt 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 tidsintegreerte, gjennomsnittlige konsentrasjonen bestemmes.
- Metoden bestemmer den fritt løste konsentrasjonen i vann 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).
- Konsentrasjonene kan sammenlignes direkte med vannkvalitetskriterier (HC 5)

Det aktive materialet i de passive prøvetakerne består av polymer av repeterende $-CH_2-O-CH_2-O-$ enheter (polyoksymethylen, POM). Dette er utformet som 1 cm brede strimler med tykkelse $55\mu m$. Dette tilsvarer en egenvekt på $0,6\text{ g/m}$.

Rapport nr.: 20051785-45
Dato: 2008-04-30
Rev.:
Rev. dato:
Side: 7

I felt utplasseres de passive prøvetakerne i ønskede nivåer i vannsøylen 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 gaskromatograf 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.

1 feltarbeid

1.1 Dypvannsdeponiet

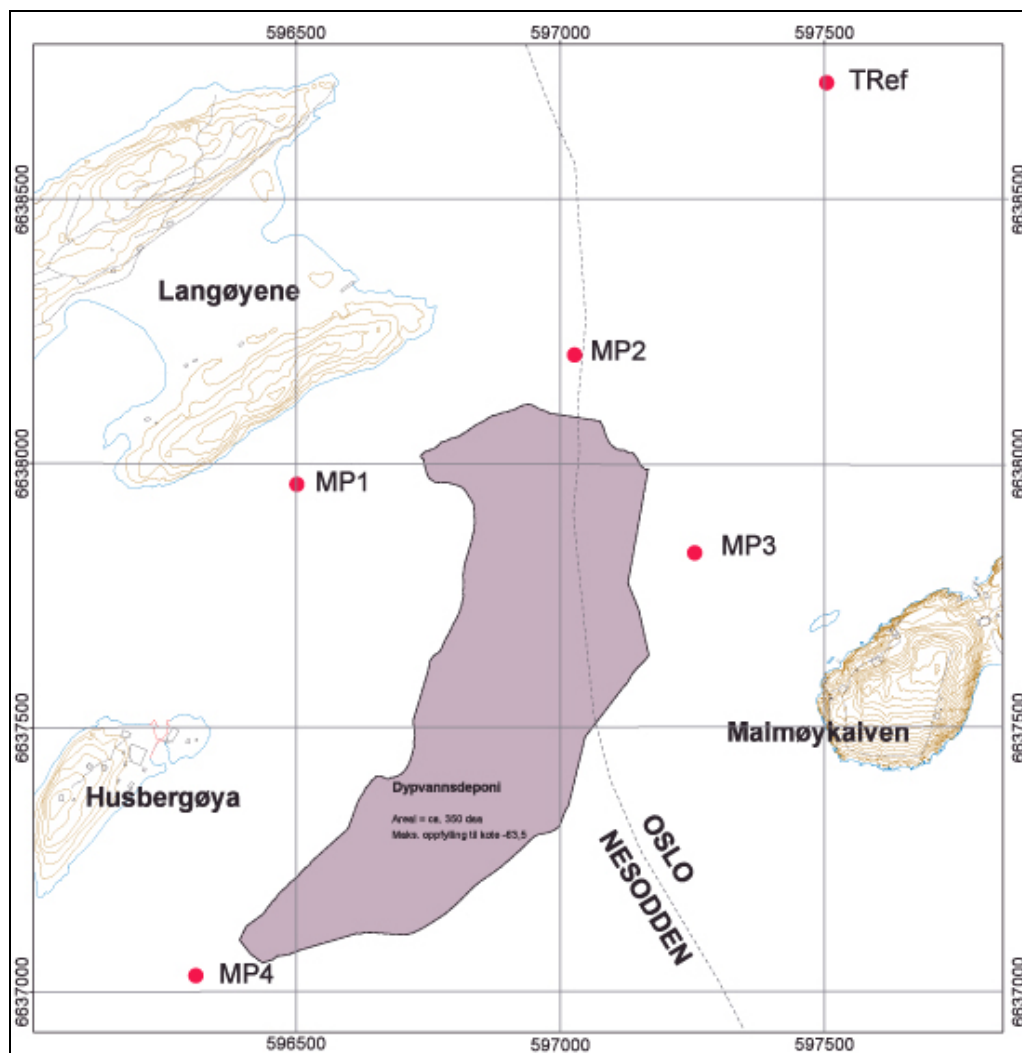
Det er utplassert passive prøvetakere i flere nivåer rundt dypvannsdeponiet. Disse er montert på signalkabelen til de etablerte automatiske overvåkningsbøyene MP4, MP3 og Tref. Bildet i figur 1 viser innhenting av POM som har vært festet til signalkabel på overvåkningsbøye.



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. Figur 2 viser et oversiktskart over området der målepunktene der de passiveprøvetakerne er satt ut er tegnet inn.

Rapport nr.: 20051785-45
 Dato: 2008-04-30
 Rev.:
 Rev. dato:
 Side: 8



Figur 2 Kart over deponiområdet med målestasjoner for passive prøvetakere

Tabell 1 Målestasjoner og tidsperioder for passive prøvetakere ved dypvannsdeponiet

Rapport nr.: 20051785-45
 Dato: 2008-04-30
 Rev.:
 Rev. dato:
 Side: 9

Stasjon	Måledyp (m)	Tidsperiode	Paralleller	Merknader og referanse
MP 2 (POM N) og MP 4 (POM S)	Overflate og over sjøbunn	15/12-05 til 24/1-06	2	Forundersøkelse NGI (2006a)
Kongshavn	10m	Høsten 2005	Flere	Validering av metode Cornelissen et. al. (in press, 2008)
MP1, MP2, MP3, MP4, Tref	Flere nivåer i hele vannkolonnen	22/9-06 til 6/11-06	1-3	Målinger under nedføring NGI (2006 b)
MP1, MP2, MP3, MP4, Tref	Flere nivåer i hele vannkolonnen	12/3-07 til 8/5-07	1-2	Målinger under nedføring NGI (2007)
MP1, MP2, MP3, MP4, Tref	Flere nivåer i hele vannkolonnen	15/7-07 til 31/8-07	1-2	Denne rapporten
MP1, MP2, MP3, MP4, Tref	Flere nivåer i hele vannkolonnen	1/11-07 til 15/12-07	1-2	Denne rapporten

Det var ikke utplassert passiveprøvetakere i mudringsområdet i perioden august – desember 2007.

2 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 rensert med silika for å fjerne naturlig organisk material.

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).

Rapport nr.: 20051785-45
Dato: 2008-04-30
Rev.:
Rev. dato:
Side: 10

Analyse av ueksponerte passive prøvetakere 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 som også er de forbindelsene som er minst relevante for toksisk effekt. Ved sammenlikning med før-situasjonen er det kun benyttet resultater fra de tyngre 4, 5 og 6 ringede PAH forbindelsene.

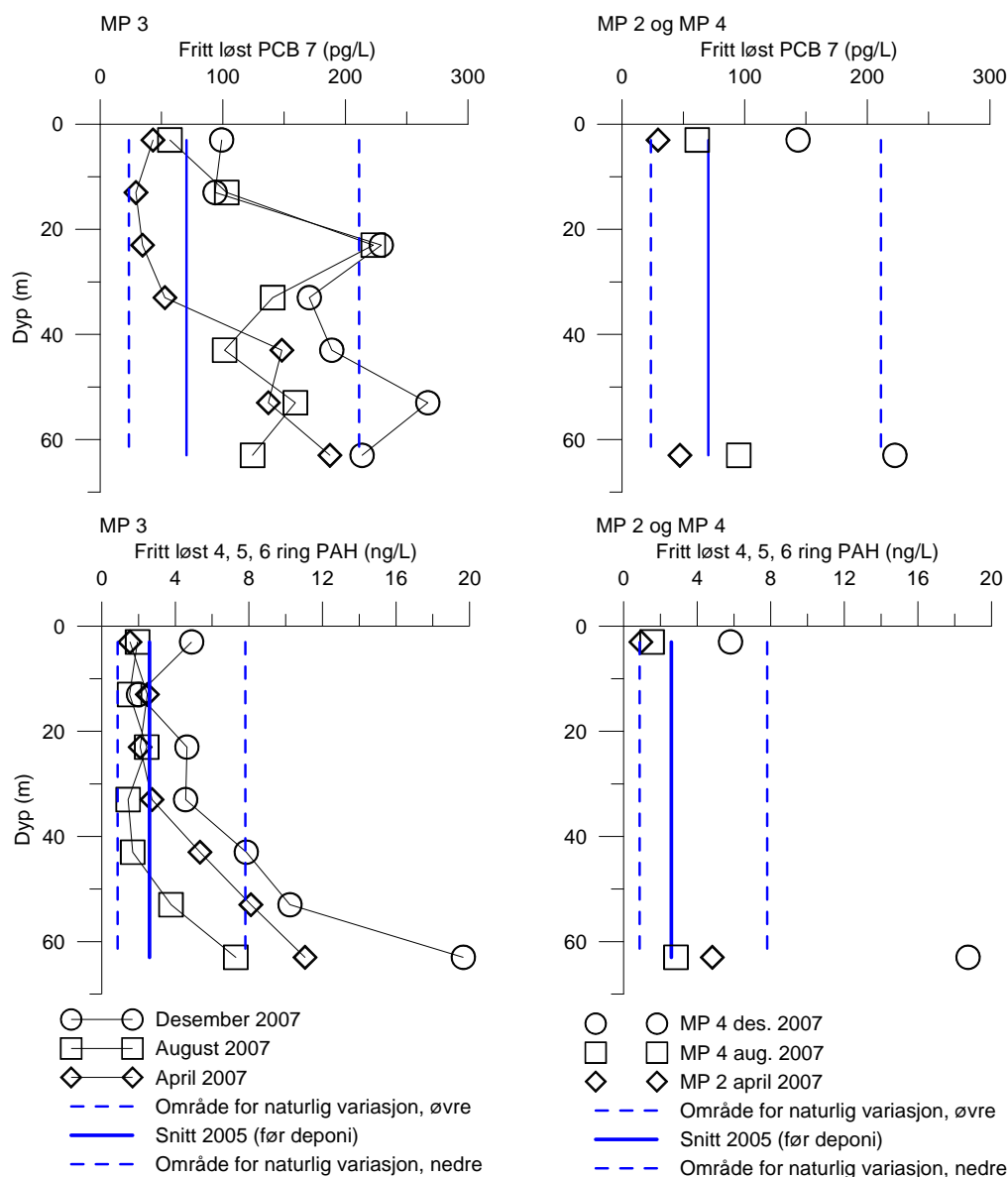
3 Resultater

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.

3.1 Dypvannsdeponiet

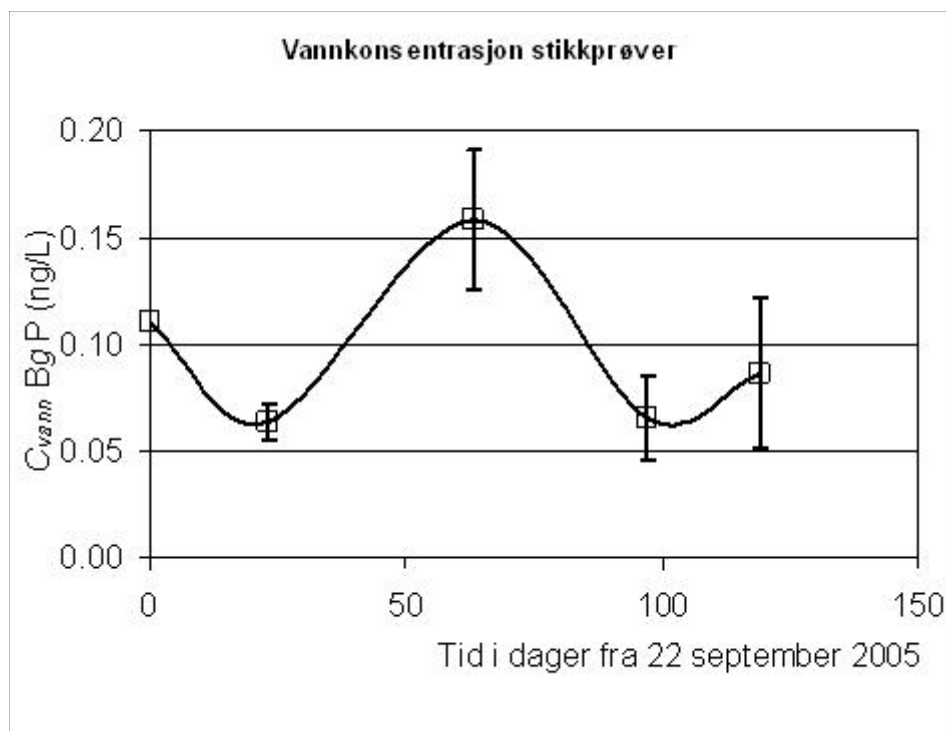
Figur 3 viser fritt løste konsentrasjoner av PAH og PCB i vannmassene ved deponiet sammenlignet med konsentrasjoner før deponeringen startet.

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 (2008). Et eksempel av naturlig variasjon i konsentrasjonen er gitt for den største PAH-en som ble målt, benzo[g,h,i]perylene (Figur 4). Endringer mindre enn en faktor 3 fra før-situasjonen (0,3 til 3) tolkes derfor som naturlig variasjon.



Rapport nr.: 20051785-45
 Dato: 2008-04-30
 Rev.:
 Rev. dato:
 Side: 11

Figur 3 Konsentrasjonsprofiler for fritt løst PAH og PCB ved dypvannsdeponiet



Figur 4 Naturlig variasjon i konsentrasjon benso[g,h,i]perylene (BgP) i Kongshavn på 10 m dybde, før mudringen startet (2005). Fra Cornelissen et al. (2008).

4 Vurdering

Tabell 2 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. 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. Alle konsentrasjonene i overflaten (0-20 m vanddyb) varierer med mindre enn $\pm 120\%$ (0,5 – 2,2 ganger gjennomsnittet i 2005). Dette er innenfor de normale variasjonene som er observert før deponeringen startet (\pm faktor 3). På 23 m dyp ble det i august og desember målt en forhøyet konsentrasjon av PCB (200 pg/L eller 3x gjennomsnitt av målingene i 2005). Det er ikke observert forhøyet turbiditet eller PAH-konsentrasjon i vannmassene mellom 20 – 30 m dyp i perioden (NGI 2007 og 2008). Ved påvirkning fra deponeringen er det turbiditet og fritt løst PAH som gir størst utslag. Det er derfor ikke sannsynlig at disse observasjonene skyldes den pågående deponeringen av mudrede masser. De målte konsentrasjonene i dette dypet ligger like over det som er estimert som naturlige variasjoner og kan derfor forklares med dette. Det kan også hende at det skyldes tilførsler fra andre kilder i området.

Ved MP3 øker konsentrasjonen av PAH med dypet fra 43 m og ned mot bunnen i hele perioden og av PCB i april 2007. Det er også funnet forhøyet PAH konsentrasjon ved 63 m dyp på MP4 i desember 2007. Det er i disse vannmassene like over sjøbunnen det også er observert forhøyet turbiditet i den kontinuerlige overvåkingen og ved måling av turbiditetsprofiler i vannmassene (NGI 2007 og 2008). Denne økningen kan derfor forklares med frigjøring av adsorberte PAH-er og PCB-er fra suspenderte partikler fra deponeringen. Forhøyet PAH konsentrasjon i dypvannet ved MP4 er ikke observert ved tidligere målinger, men kan forklares ved at nedføringen av mudrede masser i perioden er flyttet noe lenger sør og dermed nærmere MP4. Det er derfor større sannsynlighet for at partikler fra deponeringen kan ha påvirket bunnvannet i dette området i desember 2007 enn tidligere. PAH konsentrasjonen målt på 63 m dyp ved MP 3 i august 2007 er de laveste konsentrasjonene målt her mens deponeringen har pågått. Konsentrasjonen målt på dette dypet i desember 2007 er også betydelig lavere enn det som ble målt i høsten 2006 (NGI 2006b)

Rapport nr.: 20051785-45
Dato: 2008-04-30
Rev.:
Rev. dato:
Side: 13

Konsentrasjonen av alle PAH forbindelsene er under verdi for mulig toksisk effekt (HC 5) og karakteriseres som god vannkvalitet (SFT 2008). Konsentrasjonen av PCB-153 er også lavere enn HC5-verdi, mens de målte verdiene av PCB 118 ligger like over eller under HC5-verdien. Dette har vært situasjonen også ved tidligere målinger selv om konsentrasjonen målt i august og desember er noe høyere enn tidligere (faktor 1,0 – 2,8).

Tabell 2 Relativ endring i PAH og PCB ved dypvannsdeponiet i forhold til før-situasjonen.

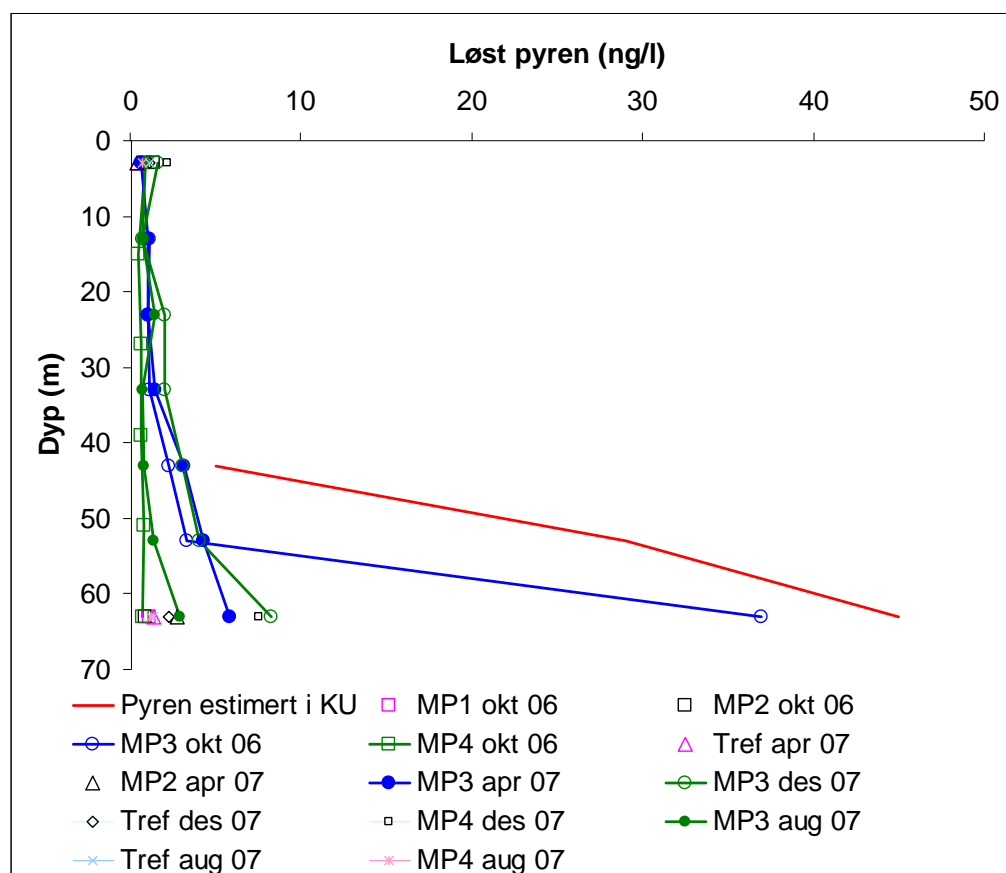
Målestasjon	Vanndyp (m)	April 2007		August 2007		Desember 2007	
		Sum PAH ²	PCB-7 ¹	Sum PAH ²	PCB-7 ¹	Sum PAH ²	PCB-7 ¹
T ref	5	0,5	0,3	0,9	1,4	1,2	2,1
T ref	5 m over sjøbunn	1,3	1,1	1,0	1,3	2,4	2,2
MP1	5		-				
MP1	5 m over sjøbunn		-				
MP2	5	0,5	0,4				
MP2	5 m over sjøbunn	4,0	0,7				
MP3	3	0,7	0,6	0,7	0,8	1,9	1,6
MP3	13	1,9	0,4	0,6	1,5	0,8	1,3
MP3	23	1,6	0,5	0,9	3,2	1,8	3,3
MP3	33	2,2	0,7	0,6	2,0	1,8	2,4
MP3	43	3,2	2,1	0,6	1,4	3,0	2,7
MP3	53	5,4	1,9	1,4	2,3	3,9	3,8
MP3	63	6,4	2,7	2,8	1,8	7,6	3,0
MP4	3	-	-	0,6	0,9	2,2	2,0
MP4	63	-	-	1,1	1,4	7,2	3,2

¹Sum PCB-7 PCB nr. 28, 52, 101, 118, 153, 138 og 180.

²Sum PAH omfatter alle 14 kvantifiserte kongenerer med unntak av naftalen, fluoren, fenantren og anthracene pga. forhøyd blanksignal i prøvematerialet for disse forbindelsene.

- betyr ingen data

Som en del av konsekvensutredningen som ble gjennomført under planleggingen av dypvannsdeponiet ble det gjort et estimat av forventet frigjøring av Pyren fra suspenderte partikler (NGI/NIVA 2003). Figur 5 viser den estimerte konsentrasjonen av Pyren sammen med målte konsentrasjoner fra overvåkingen. Disse resultatene viser at de målte konsentrasjonene i dypvannet var lavere enn det som ble estimert.



Figur 5 Pyren i sjøvann ved dypvannsdeponi. Fra modellering i KU (NGI/NIVA 2003) og målinger gjort under deponering

5 Konklusjoner

NGI har gjennomført undersøkelse med passive prøvetakere ved dypvannsdeponiet. 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. Konklusjonene basert på disse undersøkelsene følger i hovedtrekk konklusjonene fra tidligere undersøkelser med passive prøvetakere.

Resultater fra undersøkelsene i august og desember 2007 viser at:

Rapport nr.: 20051785-45
Dato: 2008-04-30
Rev.:
Rev. dato:
Side: 16

- 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 ved MP3 og MP4. Denne økningen er imidlertid ikke høyere enn som forventet i konsekvensutredningen av tiltaket.
- Når det gjelder PAH konsentrasjonen i dypvannet ved MP3 er målingene fra august og desember 2007 om lag på nivå med målingen i april 2007 og lavere enn PAH konsentrasjone på 63 m dyp målt høsten 2006. I desember 2007 ble det for første gang målt forhøyet konsentrasjon i bunnvannet ved MP 4. Dette skyldes trolig at nedføringen i stor grad har skjedd nærmere MP4 i denne perioden enn tidligere.
- En observert økning i PCB ved 23 m vanddyp i august og desember skyldes sannsynligvis andre kilder enn deponiet.
- Konsentrasjonen av PAH 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 august 07.
- 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).

6 Referanser

Cornelissen, G., Pettersen, A., Broman, D., Mayer, P. and Breedveld, G.D. (2008). Field testing of equilibrium passive samplers to determine freely dissolved native Polycyclic aromatic hydrocarbon concentrations. *Environ. Toxicol. Chem.* Vol. 27, pp. 499–508

HAV (2007)

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

NGI (2007)

Overvåking av forurensning ved mudring og deponering Månedrapport august 2007 Rapport nr 20051785-35 datert 20. november 2007.

NGI (2008)

Overvåking av forurensning ved mudring og deponering Månedrapport desember 2007 Rapport nr 20051785-35 (rapporten er under utarbeidelse).



NIVA/NGI (2003)

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

Rapport nr.: 20051785-45
Dato: 2008-04-30
Rev.:
Rev. dato:
Side: 17

NGI (2006a)

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

NGI (2006b)

NGI-rapport 20051585-15



Rapport nr.: 20051785-45
ato: 2008-04-30
Rev.:
Rev. dato:
Side: A1

Vedlegg A - Resultater PAH og PCB



Tabell 1 Resultater PAH August 2007

Stasjo- dyp (m)	Conc in water (ng/L)								pg/L				
	NAP	FLU	PHE	ANT	FLU	PYR	BAA	CHR	BBF	BKF	BaP	Ind	BghiP
MP3-3	11	2,8	6,4	0,10	0,59	0,88	0,06	0,14	119	51	39	17	19
MP3-13	37	4,3	6,2	0,05	0,41	0,76	0,05	0,09	88	34	30	14	10
MP3-23	50	5,8	16,9	0,06	0,69	1,44	0,04	0,06	71	29	36	11	10
MP3-33	49	4,7	8,5	0,07	0,33	0,75	0,04	0,07	79	26	44	17	11
MP3-43	49	4,1	7,5	0,05	0,43	0,85	0,05	0,08	91	36	48	17	12
MP3-53	46	4,3	8,9	0,06	1,01	1,41	0,10	0,15	278	94	234	57	43
MP3-63A	59	7,0	12,3	0,39	2,23	2,44	0,27	0,38	543	157	350	92	68
MP3-63B	61	9,9	20,9	0,47	3,18	3,42	0,32	0,47	593	198	409	113	74
Tref-3	15	3,2	8,1	0,07	0,88	1,10	0,04	0,13	101	42	60	15	9
Tref-63	54	7,7	11,1	0,07	0,65	1,37	0,06	0,10	123	40	67	22	15
MP4-3	9	2,6	7,4	0,05	0,57	0,75	0,03	0,06	52	23	29	13	6
MP4-63	48	4,8	10,7	0,11	0,79	1,20	0,07	0,11	181	54	150	44	32
HC5	2100	120	3200	34	120		10	280		3600	5000	610	3100
Klasse god	2400	2500	1300	110		23	12	70	30000	27000	50000	2000	2000



Tabell 2 Resultater PAH Desember 2007

Stasjo- dyp (m)	Conc in water (ng/L)												pg/L
	NAP	FLU	PHE	ANT	FLU	PYR	BAA	CHR	BBF	BKF	BaP	Ind	
MP3-3	6	3,9	9,7	0,12	2,85	1,61	0,06	0,15	115	38	31	17	15
MP3-13	10	3,1	6,8	0,16	1,02	0,77	0,03	0,05	61	22	27	14	15
MP3-23	10	3,5	10,2	0,14	2,21	2,05	0,05	0,06	122	38	44	26	29
MP3-33	5	4,5	7,9	0,14	2,04	2,04	0,07	0,07	147	41	64	38	35
MP3-43	21	4,7	10,3	0,30	3,98	3,08	0,13	0,13	254	79	110	43	48
MP3-53	41	5,8	12,4	0,56	5,00	4,01	0,25	0,19	373	106	194	64	48
MP3-63A	37	30,0	38,6	8,20	9,40	8,81	0,86	0,79	513	276	243	85	89
MP3-63B	36	25,0	16,8	5,67	8,40	7,65	0,72	0,58	438	148	205	60	44
Tref-3	4	3,6	9,5	0,07	1,75	1,11	0,06	0,13	99	27	24	13	11
Tref-63	6	7,6	15,3	0,46	3,30	2,27	0,13	0,12	229	72	110	41	32
MP4-3		3,3	6,2	0,08	3,10	2,23	0,07	0,18	130	37	34	16	17
MP4-63	12	3,2	8,0	0,52	9,06	7,56	0,42	0,28	660	226	309	129	84
HC5	2100	120	3200	34	120		10	280		3600	5000	610	3100
Klasse god	2400	2500	1300	110		23	12	70	30000	27000	50000	2000	2000



Tabell 3 Resultater PCB August 2007 pg/L

Stasjo-dyp (m)	PCB-28	PCB-52	PCB-101	PCB-118	PCB-153	PCB-138	PCB-180	PCB 7 pg/L
MP3-3	19,24	21,60	4,68	6,06	2,39	2,91	0,00	57
MP3-13	49,36	31,33	5,77	11,50	2,16	2,49	0,64	103
MP3-23	117,04	77,28	8,51	13,36	3,17	2,81	0,58	223
MP3-33	75,78	38,56	6,15	13,39	3,60	2,59	0,64	141
MP3-43	52,43	27,49	5,72	7,85	4,09	3,11	0,81	101
MP3-53	76,92	44,58	7,73	17,58	5,83	5,23	1,35	159
MP3-63A	47,57	31,42	7,54	22,46	7,50	6,05	1,81	124
MP3-63B	76,66	50,06	11,06	17,64	7,66	6,10	3,73	173
Tref-3	55,84	22,08	4,79	11,03	1,95	1,55	0,00	97
Tref-63	42,94	25,94	6,27	11,69	3,66	2,84	0,79	94
MP4-3	31,22	20,52	5,16	0,00	2,14	1,87	0,42	61
MP4-63	46,69	32,56	6,10	0,00	4,58	4,44	0,82	95
HC5				11,00	204,00			
Klasse god								



Tabell 4 Resultater PCB Desember 2007

Stasjo-dyp (m)	PCB-28	PCB-52	PCB-101	PCB-118	PCB-153	PCB-138	PCB-180	PCB 7 pg/L
MP3-3	52,18	37,29	10,26	5,50	4,11	0,00	0,00	109
MP3-13	29,27	32,99	8,83	9,74	7,16	5,76	0,00	94
MP3-23	90,15	80,74	16,76	15,97	10,19	12,75	2,71	229
MP3-33	47,60	62,10	16,21	14,71	16,94	13,02	0,00	171
MP3-43	70,59	62,05	15,23	15,08	12,69	11,27	2,00	189
MP3-53	135,79	75,20	17,82	15,33	11,22	10,12	1,74	267
MP3-63A	70,87	131,05	20,64	0,00	14,60	0,00	31,54	269
MP3-63B	60,60	50,62	13,10	13,23	9,26	10,07	1,62	159
								0
Tref-3	70,40	53,08	9,31	6,25	4,43	2,86	0,00	146
Tref-63	60,51	52,32	10,68	11,44	9,58	7,34	1,89	154
								0
MP4-3	62,59	48,68	11,82	6,75	4,95	7,39	1,38	144
MP4-63	81,17	70,18	19,97	21,05	15,29	14,90	0,00	223
HC5				11,00	204,00			
Klasse god								

- ikke mål

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information					
Dokumenttittel/Document title Overvåking av forurensning ved mudring og deponering			Dokument nr/Document No. 20051785-45		
Dokumenttype/Type of document		Distribusjon/Distribution		Dato/Date 30. april 2008	
<input checked="" type="checkbox"/> Rapport/Report		<input type="checkbox"/> Fri/Unlimited		Rev.nr./Rev.No.	
<input type="checkbox"/> Teknisk notat/Technical Note		<input checked="" type="checkbox"/> Begrenset/Limited			
		<input type="checkbox"/> Ingen/None			
Oppdragsgiver/Client Oslo Havn KF					
Emneord/Keywords environmental geotechnology, monitoring					
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	Originaldokument	EE	GCo		
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release		Dato/Date 28.mars 2008		Sign. Prosjektleder/Project Manager Audun Hauge	

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

NGI arbeider i følgende markeder: olje og gass, bygg og anlegg, samferdsel, naturskade og miljøteknologi.

NGI er en privat stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskap i Houston, Texas, USA.

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

www.ngi.no

NGI is a leading international centre for research and consulting in the geosciences.

NGI develops optimum solutions for society, and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the environment, installations and structures.

NGI works within the oil and gas, building and construction, transportation, natural hazards and environment sectors.

NGI is a private foundation with office and laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter company in Houston, Texas, USA. NGI was awarded Centre of Excellence status in 2002, and leads the International Centre for Geohazards (ICG).

www.ngi.no



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

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

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

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

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

ngi@ngi.no
www.ngi.no

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

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

