



# Rapport / Report

## Oslo Havn KF - Overvåking av forurensning ved mudring og deponering

### Risikovurdering av mudrede og tildekkede områder

20051785-00-514-R  
19. mars 2010

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

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGL.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

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



## Prosjekt

Prosjekt: Oslo Havn KF - Overvåking av  
forurensning ved mudring og deponering  
Dokumentnr.: 20051785-00-514-R  
Dokumenttittel: Risikovurdering av mudrede og tildekkede  
områder  
Dato: 19. mars 2010

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](mailto:ngi@ngi.no)  
[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

## Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Oslo Havn KF  
Oppdragsgivers  
kontaktperson: Jarle Berger  
Kontraktreferanse: 40HAV05

## For NGI

Prosjektleder: Audun Hauge  
Utarbeidet av: Amy M P Oen og Arne Pettersen  
Kontrollert av: Espen Eek

## Sammendrag

Prosjekt Ren Oslofjord har gjennomført mudring og tildekking med rene masser som tiltak mot forurenset sjøbunn i Oslo havn. Sluttrapporten fra prosjektet konkluderer med at mudringsarbeidene har gitt god miljøforbedring i Oslo Havn og småbåthavnene. I tillegg er denne miljøforbedringen ytterligere forsterket ved å tildekke mudrede områder med rene masser. I områder som er mudret men ikke dekket til i Bjørvika, Pipervika og småbåthavnene Hovedøya, Frognerkilen, Bestumkilen og Paddehavet er ikke vilkåret (tilstandsklasse II etter Klif, 1997) som er gitt i Klifs tillatelse nådd på ny sjøbunn etter mudring.

Oslo Havn har redegjort for mulig framdrift av ytterligere tildekking for å tilfredsstille tilstandsklasse II i hele tiltaksområdet. Klif har bedt om en vurdering av evt. risiko ved å dekke til områdene i henhold til denne framdriften.

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

# Sammendrag (forts.)



Dokumentnr.: 20051785-00-514-R  
Dato: 2010-03-19  
Side: 4

Risikovurderingen som er utført etter Klif (2007) bekrefter at det er behov for tiltak mot restforurensning i delområdene: Indre Pipervika, Bjørvika vest, Bjørvika øst og Lohavn samt småbåthavnene Hovedøya, Frognerkilen, Bestumkilen. Paddehavet er ikke tatt med i vurderingen da det begrensede mudringsomfanget primært har gitt forbedring av seilingsdypet i området.

I tillegg til risikovurderingen er det gjennomført feltundersøkelser for å kunne dokumentere faktiske spredning til de nærliggende tildekkingsområdene forårsaket bl.a. av oppvirvling fra skip. Analyseresultatene fra sedimentprøver tatt i Lohavn og Pipervika dokumenterer at det ikke har vært nevneverdig spredning av partikulær materiale mellom de ulike delområdene i perioden etter tiltak var avsluttet og frem til prøvetakingen ble utført.

Det er tidligere avdekket "hot spots" i Bjørvika der det har vært mudret samt en "hot spot" i et sandtildekkingsområde i Pipervika. Disse "hot spots" er inkludert i risikovurderingen. Risikovurderingen viser at disse ikke gir signifikant bidrag til beregnet spredning som følge av de begrensede arealer som er involvert. I tillegg viser resultatene fra sediment prøvetaking at spredning er så lav at sedimentkvaliteten på behandlet områdene ikke er blitt påvirket negativt.

En utsettelse av planlagte tiltak mot restforurensning i henhold til Oslo Havns fremdriftsplan vurderes derfor som akseptabelt da disse områder har blitt betydelig renere og ikke vil representere en risiko for kontaminering av ferdigstilte naboer.

Før det iverksettes ytterligere tiltak i småbåthavnene bør det gjøres en vurdering av om kildene til forurensning ved småbåthavnene er på et akseptabelt nivå. Friluftsetaten har igangsatt arbeidet med å kartlegge forurenset grunn ved småbåthavnen på Hovedøya. De skal også vurdere om det er behov for tiltak for bedre kildekontroll i Bestumkilen og Frognerkilen.

I tiden fram til tiltak mot restforurensning er gjennomført anbefales det at det gjennomføres overvåking ved en årlig prøvetaking etter det samme programmet som er presentert her.

<b>1</b>	<b>Bakgrunn</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Innledning</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Metode og inngangsdata</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Vurdering av risiko for spredning og prioritering av delområdene</b>	<b>9</b>
	4.1 Pipervika og Bjørvika	9
	4.2 Småbåthavnene	12
<b>5</b>	<b>Vurdering faktisk spredning av partikulær materiale</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>Helhetlig tiltak i småbåthavnene</b>	<b>15</b>
<b>7</b>	<b>Miljøeffekten ved å utsette tiltak mot restforurensning</b>	<b>16</b>
<b>8</b>	<b>Referanser</b>	<b>17</b>

Figur A1 Sedimentprøvetakingspunkter i Lohavn og Bjørvika

Figur A2 Sedimentprøvetakingspunkter i Pipervika

#### **Vedlegg:**

Vedlegg A Resultater fra risikovurdering i Pipervika og Bjørvika

Vedlegg B Resultater fra risikovurdering i Pipervika og Bjørvika uten "hot spots"

Vedlegg C Resultater fra risikovurdering i småbåthavnene

Vedlegg D Originale analyserapporter

**Kontroll og referanseside**

## 1 Bakgrunn

Prosjekt Ren Oslofjord har gjennomført mudring og tildekking med rene masser som tiltak mot forurenset sjøbunn i arealer som framgår av figur 1. NGI utarbeidet sluttrapport for arbeidene 30/3-09, revidert 1/7-09 (NGI, 2009a). I sluttrapporten for arbeidene inngår i tillegg NGI, 2008, NGI 2009b, NGI 2009c, NGI 2009d, NGI 2009e og Rambøll 2009.

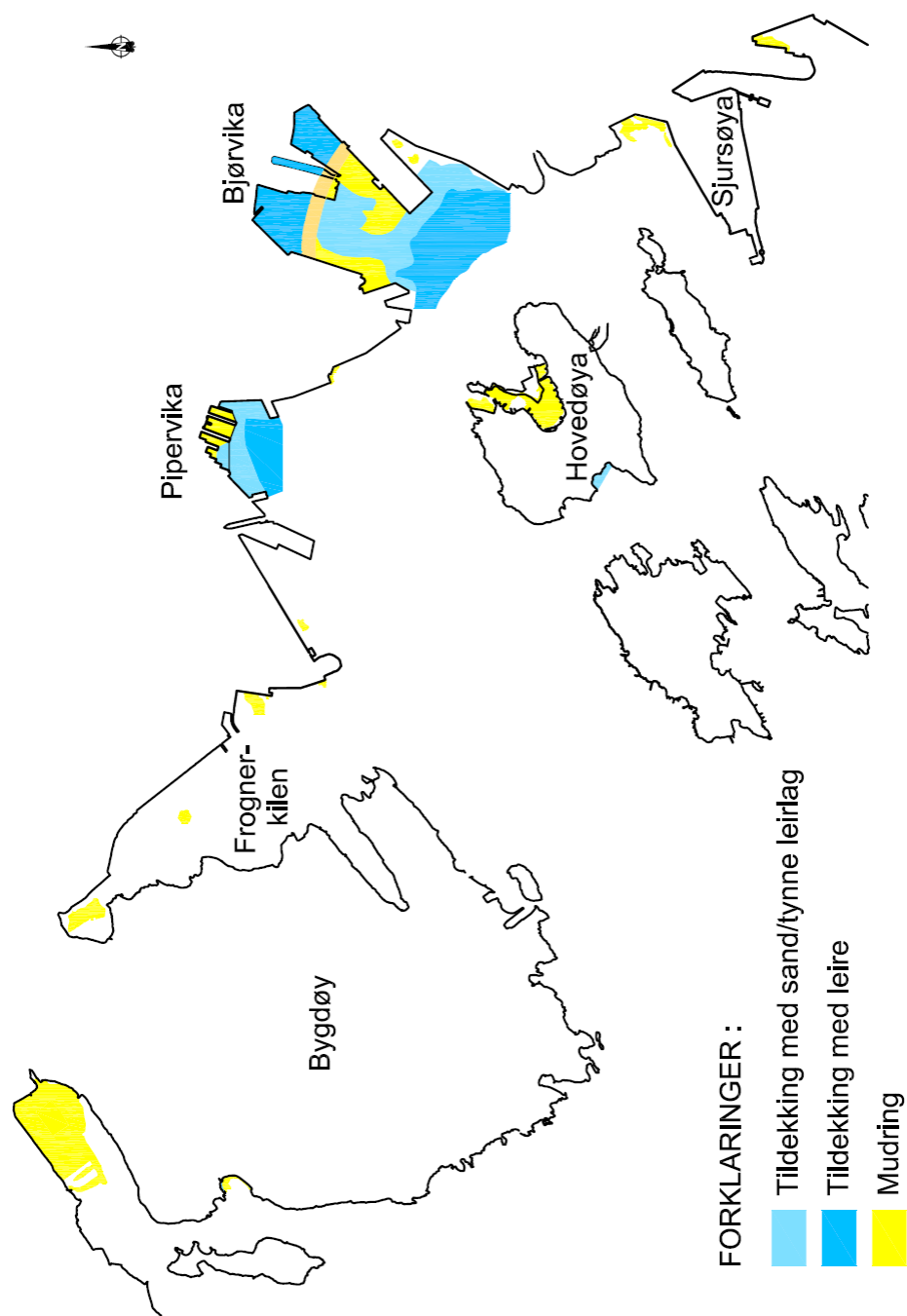
Sluttrapporten konkluderer med at mudringsarbeidene har gitt god miljøforbedring i Oslo havn og småbåthavnene. I tillegg er denne miljøforbedringen ytterligere forsterket ved å tildekke mudrede områder med rene masser. I områder som er mudret men ikke dekket til i Bjørvika, Pipervika og småbåthavnene Hovedøya, Frognerkilen, Bestumkilen og Paddehavet er ikke vilkåret (tilstandsklasse II etter Klif, 1997) som er gitt i Klifs tillatelse nådd på ny sjøbunn etter mudring. NGI har utarbeidet et teknisk notat (NGI, 2009f) der det redegjøres for tiltak mot restforurensning i disse områdene.

Oslo Havn har redegjort for at mulig framdrift for disse arbeidene tilsier gjennomføring i 2012-2015. NGI har utført en vurdering av evt. risiko ved å dekke til områdene i henhold til denne framdriften. Disse vurderingene er presentert i denne rapporten.

## 2 Innledning

Med bakgrunn i Oslo Havns sluttrapport samt diskusjoner med Klif er det gjennomført en risikovurdering for spredning av utvalgte metaller og organiske forbindelser fra delområdene i Pipervika, Bjørvika samt småbåthavnene; Bestumkilen, Frognerkilen og Hovedøya. Paddehavet er ikke tatt med i vurderingen da det begrensede mudringsomfanget primært har gitt forbedring av seilingsdypet i området.

Vurderingen benytter seg av Klifs risikovurderingsverktøy for beregning risiko for spredning (Klif, 2007) og eksisterende datagrunnlaget fra sedimentprøvetaking gjennomført etter tiltak. Selv om risikoveilederen er ment å benyttes til å vurdere risiko før tiltak gjennomføres, er likningene for spredning fremdeles relevante etter tiltak og er nå anvendt for å sammenligne tiltaksarealer samt å vurdere eventuell spredning til nærliggende områder utenfor tiltaksområdene. Figur 1 nedenfor viser oversikt over inndeling av delområdene.



Figur 1 Oversiktskart over delområdene som viser gjennomførte tiltak i sediment i Oslo Havn.

### 3 Metode og inngangsdata

Risiko for spredning er basert på spredning som følge av biodiffusjon, oppvirvling fra skip samt opptak i organismer. Beregningene baserer seg på analyseresultatene fra sedimentprøver som tidligere rapportert (NGI, 2009a og referanser innad). Analyseresultatene inkluderer også konsentrasjoner fra sedimentprøver der forholdet mellom maksimum og median verdiene er større enn to og kan derfor anses som å være mulig at det forekommer "hot spots" i området. I risikovurderingen er det benyttet stedsspesifikke forhold som antall skipsanløp og områdets areal (Tabell 1 og 2) samt konservative sjablongverdier oppgitt i risikoveileder (Klif, 2007). Det er antatt at hele areal grunnere enn 15 m vanddypp påvirkes av skipstrafikk.

*Tabell 1 Stedsspesifikke inngangsdata til beregningene for risiko for spredning i havneområdene.*

Området	Tiltak <sup>1)</sup>	Areal (m <sup>2</sup> )	Antall skipsanløp <sup>2)</sup>
Indre Pipervika	Mudring	12.500	2.366
Pipervika	Sand tildekking	42.000	2.366
Bjørvika vest	Mudring og delvis leire tildekking	132.500	389
Bjørvika øst	Mudring	75.000	84
Lohavn	Delvis mudring	37.500	83
Ytre Lohavn	Sand tildekking	59.000	83

1) Grunnere enn 15 m vanddypp

2) Basert på Oslo Havns datagrunnlag for antall driftsdøgn og kaibesøk i 2008

Risikovurdering for Pipervika som tiltaksområdet deles i to delområder som vist i figur 1; Indre Pipervika (gul) og Pipervika (lys blå). Indre Pipervika og Pipervika er påvirket av skipstrafikk fra Rådhusbryggene, Nordre Akershuskai og Akershusutstikkeren. Leiretildekking i Ytre Pipervika (mørk blå) er gjennomført av Statens vegvesen Region Øst (NGI, 2008) og derfor er ikke inkluderte i risikovurderingen.

Risikovurdering for Bjørvika som tiltaksområde deles i fire nærliggende delområder; Bjørvika vest (gul og lys blå), Bjørvika øst (gul), Lohavn (gule flekker) og Ytre Lohavn (lys blå). Leiretildekking i Ytre Bjørvika (mørk blå) er gjennomført av Statens vegvesen Region Øst (NGI, 2008) og derfor er ikke inkluderte i risikovurderingen. Bjørvika vest påvirkes av skipstrafikk fra Revierkaia, Langkaia og Bjørvikautstikkeren. Bjørvika øst påvirkes av skipstrafikk fra Paulsenkaia, Bispekaia og vestsiden av Sørengutstikkeren mens Lohavn (gule flekker) og Ytre Lohavn (lys blå) påvirkes av skipstrafikk på østsiden av Sørengutstikkeren, Loengkaia, samt Grønlikaia Nord. Lohavn og Sørengutstikkeren benyttes foreløpig til havneformål, men disse aktivitetene



opphører når områdene utvikles til by. Oslo Havn anslår at havnedriften vil pågå ut 2015.

Ligningene for spredning som følge av skipstrafikk benytter sjablongverdier for mengde oppvirvlet finfraksjon sediment pr anløp. Sedimenttype er basert på målt kornfordeling. Dette har ikke blitt gjennomført i prøvene tatt etter mudring, men basert på visuelle beskrivelse av prøvematerialet kan kornfordelingen defineres som silt og leire på de mudrete områdene. Ifølge risikoveileder er havner med ferger og cruiseskip trafikk definert som stor havn med 2000 kg oppvirvlet sediment per anløp for denne typen sediment (Klif, 2007). For områder som er tildekket med sand, er mengde oppvirvlet sediment per anløp satt likt 200 kg.

*Tabell 2      Stedsspesifikk inngangsdata til beregningene for risiko for spredning i småbåthavene.*

Området	Tiltak	Areal (m <sup>2</sup> ) <sup>1)</sup>	Antall båtplasser <sup>2)</sup>	Antall båtanløp
Bestumkilen	Mudring	109.000	790	18.960
Frognerkilen	Delvis mudring	29.000	250	6.000
Hovedøya	Mudring	55.000	350	8.400

1) Areal basert på tiltaksarealer som rapportert i NGI, 2009a.

2) Estimert basert på offentlige informasjon om antall båtplasser tilgjengelig på de ulike båtforeninger som tilfører de småbåthavnene.

Risikovurderingen for småbåthavnene vurderes hver for seg (Bestumkilen, Frognerkilen og Hovedøya). Ifølge risikoveileder er det 150 kg oppvirvlet sediment per anløp i småbåthavner med silt og leire sedimenttype (Klif, 2007). For å estimere antall båtanløp antar vi at hver båtplass har en båt som brukes en gang hver uke i båtsesongen (påske til høstferie er ca. 24 uker). Dette anses å være en rimelig antakelse for å kunne sammenligne tiltaksarealer med hverandre.

## **4      Vurdering av risiko for spredning og prioritering av delområdene**

### **4.1      Pipervika og Bjørvika**

Beregnet spredning i Pipervika og Bjørvika er gitt i tabell 3. Det er gjort beregninger for hvert av arealene som er mudret, tildekket med sand, og delvis tildekket med leire. Resultater fra den gjennomførte risikovurderingen er presentert i vedlegg A.

Vurderingen er gjennomført for bly (Pb), kadmium (Cd), kvikksølv (Hg), polyaromatiske hydrokarboner (PAH), polyklorerte bifenyler (PCB) samt organiske tinnforbindelser (TBT). Tabell 3 oppsummerer beregnede spredningstall.

*Tabell 3 Beregnet potensielle spredning (gjennomsnittsverdi) for utvalgte tungmetaller og organiske forbindelser fra de ulike havneområdene (enheter i mg/m<sup>2</sup>/år).*

Området	Pb	Cd	Hg	PAH <sub>16</sub>	PCB <sub>7</sub>	TBT
Indre Pipervika (kun mudret)	3470	28	66	341 <sup>1)</sup>	0,64 <sup>1)</sup>	193
Pipervika (sandtildekket)	41	0,33	0,33	16	0,05	20
Bjørvika vest (mudret og delvis leirtildekket)	75	1,3	0,8	211 <sup>1)</sup>	0,51 <sup>1)</sup>	153
Bjørvika øst (kun mudret)	31	0,62	0,57	583 <sup>1)</sup>	0,86 <sup>1)</sup>	42
Lohavn (delvis mudret)	67	1,1	0,62	986	0,93	70
Ytre Lohavn (sandtildekket)	1	0,01	0,01	7	0,004	2

Merk: Grå farge angir hvor beregnet spredning overskrider tillatt spredning, dvs. spredning fra det samme området dersom dette hadde sedimentkvalitet tilsvarende tilstandsklasse II.

1) Data for enkeltforbindelser er ikke tilgjengelig for alle prøver

Resultatene fra risikovurderingen viser at den viktigste kilden til spredning er oppvirvling fra båttrafikk. Dette observeres spesielt for metaller når spredningstallene fra Indre Pipervika sammenliknes med spredningstallene for Bjørvika. Som det framkommer av tabell 1 er antall skipsanløp i Pipervika høyt blant annet på grunn av den daglige trafikken av Nesoddenfergene.

Beregningen av spredning viser at de sandtildekkede områdene i Ytre Lohavn og Pipervika har den laveste spredningen av delområdene. Dette skyldes at konsentrasjonen av forurensning i disse områdene er svært lav (tilstandsklasse I-II) samt at sjøbunnen her består av grovere masser med lavere andel finstoff.

Det har tidligere blitt definert to 50 x 50 m delruter som "hot spots" i det arealet på Bjørvika vest som er tildekket med leire samt en delrute i sandtildekkingsområdene i Pipervika (NGI, 2009d). I risikovurderingen av spredning er disse arealene tatt med innenfor hele delområdet ved henholdsvis Bjørvika og Pipervika. Det er gjennomført en risikovurdering der disse "hot spots" er tatt ut av datagrunnlaget (vedlegg B). Resultatene viser at dette ikke gir noen signifikant endring i potensiell spredning fra områdene.

For å kunne vurdere betydningen av spredningen er det benyttet Klifs verktøy for å beregne tillat spredning. Tabell 4 presenterer beregnet tillat spredning dersom konsentrasjon i sediment hadde vært lik grenseverdien i trinn 1 i risikovurderingen (Klif, 2007). Beregningene tar også hensyn til størrelse på hvert areal og antall skipsanløp.

*Tabell 4 Beregnet tillat spredning for utvalgte tungmetaller og organiske forbindelser fra de ulike havneområdene (enheter i mg/m<sup>2</sup>/år).*

Området	Pb	Cd	Hg	PAH <sub>16</sub>	PCB <sub>7</sub> <sup>1)</sup>	TBT
Indre Pipervika	3150	99	24	575	-	37
Pipervika	940	29	7	311	-	19
Bjørvika vest	53	1,6	0,41	204	-	12
Bjørvika øst	22	0,7	0,18	201	-	12
Lohavn	41	1,3	0,32	203	-	12
Ytre Lohavn	27	0,8	0,22	201	-	12

1) Kan ikke beregnes da det mangler grenseverdi trinn 1 for enkeltkongener i Klifs veileder (2007).

Beregnet potensielle spredning for de delområdene som er sandtildekket (Pipervika, og Ytre Lohavn) er mindre enn beregnet tillatt spredning for Pb, Cd, Hg, PAH. Potensielle spredning for TBT er også mindre enn tillatt spredning i Ytre Lohavn og kun litt høyere (3%) i Pipervika. Derfor er det vurdert at disse områdene utgjør ingen risiko og er derfor ikke tatt med videre i vurderingen.

Den beregnede potensielle spredningen av Pb, Hg, PAH og TBT for Indre Pipervika, Bjørvika vest, Bjørvika øst og Lohavn overstiger den tillatte spredningen. Dette betyr at disse områdene ikke kan ferdigstilles før det er vurdert ytterligere tiltak.

Det er gjort en samlet vurdering av resultatene fra risikovurderingen til å gjøre en rangering av disse delområdene som vist i tabell 5.

*Tabell 5 Rangering av delområdene i havneområdet basert på beregnet potensielle spredning for de arealer som overskrider beregnet tillat spredning for Pb, Cd, Hg, PAH og TBT.*

Rangering	Området	Kommentarer
1	Indre Pipervika	Beregnete verdier er en størrelsesorden over beregnede spredning fra tilgrensende sandtildekket området i Pipervika.
2	Lohavn	Beregnete verdier er av den samme størrelsesorden som for Bjørvika vest og Bjørvika øst, men området prioriteres siden verdiene for PAH og PCB er høyere og at kun delvis mudring er gjennomført i området.
3	Bjørvika vest	Høyere beregnet spredning for TBT og litt høyere beregnet spredning for Pb, Cd og Hg enn i Lohavn og Bjørvika øst.
4	Bjørvika øst	-

## 4.2 Småbåthavnene

Tabell 6 presenterer resultatene fra risikovurderingen av småbåthavnene Bestumkilen, Frognerkilen og Hovedøya. Resultater fra gjennomført risikovurdering er presentert i vedlegg C.

*Tabell 6 Beregnet spredning (gjennomsnittsverdi) for utvalgte tungmetaller og organiske forbindelser fra de ulike småbåthavnene (enheter i mg/m<sup>2</sup>/år).*

Området	Pb	Cd	Hg	PAH <sub>16</sub>	PCB <sub>7</sub>	TBT
Bestumkilen	15	0,3	0,2	113	2,4	86
Frognerkilen	374	8,6	8,6	196	2,8	119
Hovedøya	124	1,7	1,3	114	0,75	35

Merk: Grå farge angir hvor beregnet spredning overskrider tillatt spredning, dvs. spredning etter oppnåelse av sedimentkvalitet tilsvarende tilstandsklasse II.

Resultatene fra risikovurderingen viser at spredning av de utvalgte metallene og organiske forbindelser er av den samme størrelsesorden for Frognerkilen og Hovedøya, mens spredning av de utvalgte metallene er en størrelsesorden mindre for Bestumkilen. Beregnet spredning fra Frognerkilen er litt høyere pga mer båttrafikk per kvadratmeter.

For å illustrere hva som kan aksepteres av spredning er det beregnet tillatt spredning dersom konsentrasjon i sediment er satt lik grenseverdien i trinn 1 i risikovurderingen (Klif, 2007). Verdiene er presentert i tabell 7.

*Tabell 7 Beregnet tillat spredning for utvalgte tungmetaller og organiske forbindelser fra de ulike småbåthavnene (enheter i mg/m<sup>2</sup>/år).*

Området	Pb	Cd	Hg	PAH <sub>16</sub>	PCB <sub>7</sub> <sup>1)</sup>	TBT
Bestumkilen	27	0,8	0,22	201	-	12
Frognerkilen	262	8	2	229	-	14
Hovedøya	194	6	1,5	221	-	13

1) Kan ikke beregne for PCB, da det ikke er oppgitt grenseverdi trinn 1 for enkeltkongener.

Resultatene viser at potensielle spredning av TBT overskrider tillatt spredning for alle tre småbåthavnene, men at det er størst for Frognerkilen og minst for Hovedøya. I tillegg overskrider Frognerkilen verdiene for beregnet tillat spredning for Pb, Cd, og Hg. Spredning av PAH er lavere enn tillatt spredning fra alle de tre småbåthavnene.

Basert på en samlet vurdering av beregnet potensielle spredning og overskridelser over tillat spredning kan tiltak mot restforurensning for småbåthavnene prioriteres som følgende:

- 1) Frognerkilen
- 2) Bestumkilen
- 3) Hovedøya

Men, en utsettelse av ytterligere tiltak vurderes som mindre problematisk da nærliggende områder til småbåthavn trolig er mer forurenset enn småbåthavnene før tiltak var gjennomført. Derfor vil ikke delområdene på Bestumkilen, Frognerkilen og Hovedøya representerer en kilde til kontaminering til yterliggende områder. Ved en prioritering av rekkefølge må det samtidig tas i betraktning om det er en tilfredsstillende kildekontroll i område, se kapittel 6.

## **5 Vurdering faktisk spredning av partikulær materiale**

Bruk av beregningsverktøyet for risikovurdering av spredning gir konservative estimater. Det er bl.a. antatt at hvert skipsanløp av større båter i indre havn sprer 2000 kg materiale. Risikoverktøyet antar at alt sediment som oppvirvles på grunn av skipstrafikk spres utenfor et areal og tar ikke hensyn til hvor mye materiale som resedimenteres innenfor arealet. Det er derfor gjennomført feltundersøkelser for å gjøre en mer reell risikovurdering ved å dokumentere faktiske spredning til naboområdene forårsaket bl.a. av oppvirvling fra skip.

Mudrings- og tildekkingsarbeidene i Bjørvika og Pipervika var avsluttet i 2008. Ny sjøbunn i områdene hadde derfor vært utsatt for oppvirvling og eventuell spredning av partikler i et halvt til to år (6 måneder på delområdene tildekket med sand, over et år på områdene som er mudret og to år på delområdene tildekket med leire) da prøvetakingen ble gjennomført. For å vurdere denne spredningen er det tatt sedimentprøver i en rett linje fra land ut mot sjøen som vist i figur A1 og figur A2 for henholdsvis Lohavn i Bjørvika og Pipervika. Det er tatt minst tre sedimentprøver i hvert behandlingsområde: mudret, tildekket med leire og tildekket med sand. I tillegg er det tatt prøver utenfor tiltaksområdet dypere enn 20 m vanndyp.

Sedimentprøvetaking ble gjennomført med Van Veen grabbprøvetakere fra F/F Braarud den 11. november 2009. Prøver av de øverste 10 cm ble tatt ut til kjemisk analyse som ble gjennomført av ALS. Prøvene ble analysert for tungmetaller og TBT som fungerer som en "tracer" til eventuell spredning av partikulær materiale fra de ulike delområdene. Analyseresultatene for Pb, Cd, Hg og TBT presenteres nedenfor i tabell 8. Analyserapport med beskrivelse av analysemetoder er presentert i vedlegg D.

Tabell 8 Analyseresultatene fra sedimentprøver (0-10 cm) tatt fra Lohavn i Bjørvika og Pipervika den 11. november 2009.

Området	Prøve	Pb (mg/kg ts)	Cd (mg/kg ts)	Hg (mg/kg ts)	TBT (µg/kg ts)
Lohavn (delvis mudret)	L1	71,6	0,686	0,626	420
	L2	79,2	0,815	0,838	170
	L3	83,3	0,522	0,464	7,8
Ytre Lohavn (sandtildekket)	L4	4,56	< 0,01	< 0,04	3,4
	L5	4,62	0,69	< 0,04	1,4
	L6	5,13	< 0,01	< 0,04	1,1
Ytre Bjørvika (leirtildekket)	L7	32,7	0,265	0,272	15
	L8	26,1	0,132	0,141	2,7
	L9	49,3	0,566	0,421	28
Oslofjord utenfor Lohavn – ingen tiltak	L12*	48,8	0,367	0,381	34
	L10	152	2,58	1,98	260
	L11	143	2,37	1,99	420
Indre Pipervika (kun mudret)	P1	134	0,722	2,55	120
	P2	126	0,589	1,47	210
	P3	113	0,414	0,823	23
	P4	36,1	0,0381	0,243	< 1,0
Pipervika (sandtildekket)	P5	6,45	< 0,01	< 0,04	< 1,0
	P6	4,94	0,0347	< 0,04	2,9
	P7	5,50	< 0,01	< 0,04	4,7
Ytre Pipervika (leirtildekket)	P8	33,3	0,192	0,445	31
	P9	29,8	0,0597	0,339	44
	P10	35,6	0,186	0,367	68
Oslofjord utenfor Pipervika – ingen tiltak	P11	165	1,9	2,77	3200
	P12	197	2,16	3,02	1800
	P13	162	2,03	2,80	1500

\* L12 ble tatt etter L11, men plassering er mellom L9 og L10, se figur A1.

Resultatene presentert i tabell 8 viser en signifikant forskjell mellom konsentrasjoner av tungmetaller og TBT mellom de ulike delområdene. Sedimentprøver tatt i områdene tildekket med sand har konsentrasjoner som er ca. en størrelsesorden lavere enn konsentrasjoner i sedimentprøver tatt i områdene som er tildekket med leire og mudret. Sedimentprøver tatt utenfor tiltaksområdene er en til to størrelsesorden høyere konsentrasjoner enn de øvrige prøvene og er av samme størrelsesorden som sedimentkvaliteten i indre havn før tiltak ble gjennomført (NGI, 2009a).

Tabell 9 sammenligner analyseresultatene fra prøvene tatt i november 2009 med tidligere dokumenterte analyseresultatene. Alle konsentrasjoner av Pb, Cd, Hg og TBT i sedimentprøver tatt i november 2009 er innenfor variasjon av analyseresultatene i prøver som er tatt tidligere. Disse resultatene indikerer at det er liten spredning av partikulært materiale mellom de ulike delområdene. Men

som det fremgår i tabell 9 finnes det to prøver (L1 og P1) som er to ganger høyere enn median verdi fra de tidligere analyseresultatene og kan derfor representere ”hot spots.” Lohavn er kun delvis mudret og prøve L1 er mest sannsynlig tatt fra et område som ikke er mudret. Indre Pipervika er kun mudret og som tidligere dokumentert er det i områdene som bare har blitt mudret betydelig variasjon i konsentrasjoner (NGI, 2009a). Disse ”hot spots” vil bli håndtert under arbeid med oppfyllelse av Klifs krav å oppnå tilstandsklasse II.

*Tabell 9 Sammenligning av analyseresultatene fra sedimentprøver tatt den 11. november 2009 med tidligere dokumenterte analyseresultatene. Variasjon i resultatene er presentert.*

Området	År	Pb (mg/kg ts)	Cd (mg/kg ts)	Hg (mg/kg ts)	TBT (µg/kg ts)
Lohavn (delvis mudret)	2009*	72-83	0,52-0,82	0,46-0,84	7,8-420
	2008 <sup>1)</sup>	20-310 (136)	0,04-9 (2,3)	0,11-3,5 (1,2)	17-450 (207)
Ytre Lohavn (sandtildekket)	2009*	4,6-5,1	<0,01-0,7	<0,04-<0,04	1,1-3,4
	2009 <sup>2)</sup>	2-4	<0,01-0,04	<0,04-<0,04	0,5-22
Ytre Bjørvika (leirtildekket)	2009*	16-49	0,31-0,57	0,14-0,42	3-28
	2008 <sup>3)</sup>	12-310	0,03-12	0,03-8,5	0,1-678
Indre Pipervika (kun mudret)	2009*	36-134	0,4-0,6	0,8-2,6	23-210
	2008 <sup>1)</sup>	46-210 (82)	0,2-1,8 (0,51)	0,2-6,7 (1,2)	17-724 (125)
Pipervika (sandtildekket)	2009*	5-6	<0,01-0,04	<0,04-0,24	< 1-5
	2009 <sup>2)</sup>	2-9	<0,01-0,06	<0,04-0,09	<1,0-280
Ytre Pipervika (leirtildekket)	2009*	30-36	0,06-0,19	0,34-0,45	31-68
	2008 <sup>3)</sup>	12-660	<0,05-2,1	0,04-22	<0,2-1530

\* Denne undersøkelsen

1) Rambøll 2009, prøvetaking gjennomførte sommer 2008, median konsentrasjon i parentes

2) NGI 2009e, prøvetaking gjennomførte vår 2009

3) NGI 2008, prøvetaking gjennomførte sommer 2007

## 6 Helhetlig tiltak i småbåthavnene

Før det iverksettes tiltak mot restforurensning i småbåthavnene bør det gjøres en helhetlig vurdering med en prioritering om hvilke havner som først skal ferdigstilles. Det bør gjøres en vurdering av om kildene til forurensning ved småbåthavnene er på et akseptabelt nivå. Friluftsetaten har igangsatt arbeider med å kartlegge forurenset grunn ved småbåthavnen på Hovedøya. Dersom det med bakgrunn i disse arbeidene konkluderes med behov for tiltak bør disse gjøres før avsluttende tiltak i sjø ferdigstilles. Friluftsetaten skal også vurdere om det er behov for tiltak for bedre kildekontroll i Bestumkilen og Frognerkilen, samt i de øvrige småbåthavnene som Friluftsetaten har ansvaret for. Det anbefales at tiltaksrekkefølgen også i disse områdene blir slik at sjøarbeidene avsluttes etter at eventuelle tiltak mot kilder på land er ferdigstilt.

## 7 Miljøeffekten ved å utsette tiltak mot restforurensning

Risikovurderingen basert på Klifs beregningsverktøy viser at potensiell spredning overskrider tillat spredning i følgende delområder: Indre Pipervika, Bjørvika vest, Bjørvika øst og Lohavn samt småbåthavnene. Men, analyseresultatene fra sedimentprøver tatt i Lohavn og Pipervika dokumenterer at det har vært liten reell spredning av partikulær materiale til ferdigstilte naboer.

Det er avdekket "hot spots" i Bjørvika der det har vært mudret samt en "hot spot" i Pipervika der en lekter med uterestaurant hindret fullstendig sandtildekking. Disse "hot spots" er inkludert i risikovurderingen uten å gi signifikant bidrag til beregnet spredning siden de representere et svært begrenset areal. I tillegg viser resultatene fra sediment prøvetaking at spredning som har blitt observert er på et akseptabelt nivå der sediment kvaliteten på behandlet områdene ikke er påvirket negativt.

En utsettelse av planlagte tiltak mot restforurensning til perioden 2012-2015 vurderes derfor som akseptabelt da disse områder har blitt betydelig renere enn før tiltak slik at miljørisikoen ved disse områdene er betydelig redusert sammenliknet med før tiltak. Videre er det dokumentert at restforurensningen representerer heller ikke en risiko for kontaminering av ferdigstilte områder.

I tillegg anbefales det at det gjennomføres en årlig prøvetaking på de samme punktene for å dokumentere eventuelle spredning av partikulær materiale til tildekkingsområdene i tiden før tiltak mot restforurensning er gjennomført.



## 8 Referanser

Klif (1997)

Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veileder. TA 1467/1997.

Klif (2007)

Veileder. Risikovurdering av forurenset sediment. TA-2230/2007.

NGI (2008)

Tildekking av forurenset sjøbunn med leire i Oslo havn. Kvalitet på ny sjøbunn etter tildekking. NGI rapport 20071396-2 datert 14. februar 2008.

NGI (2009a)

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

NGI (2009b)

Overvåking av forurensning ved mudring og deponering. Ny sjøbunn etter mudring i Småbåthavner – Status. NGI rapport 20051785-63 rev. 01 datert 26. juni 2009.

NGI (2009c)

Overvåking av forurensning ved mudring og deponering. Ny sjøbunn etter tiltak i Pipervika – Status. NGI rapport 20051785-62 rev. 01 datert 26. juni 2009.

NGI (2009d)

Overvåking av forurensning ved mudring og deponering. Ny sjøbunn etter mudring i Bjørvika. NGI rapport 20051785-48 rev. 01 datert 29. juni 2009.

NGI (2009e)

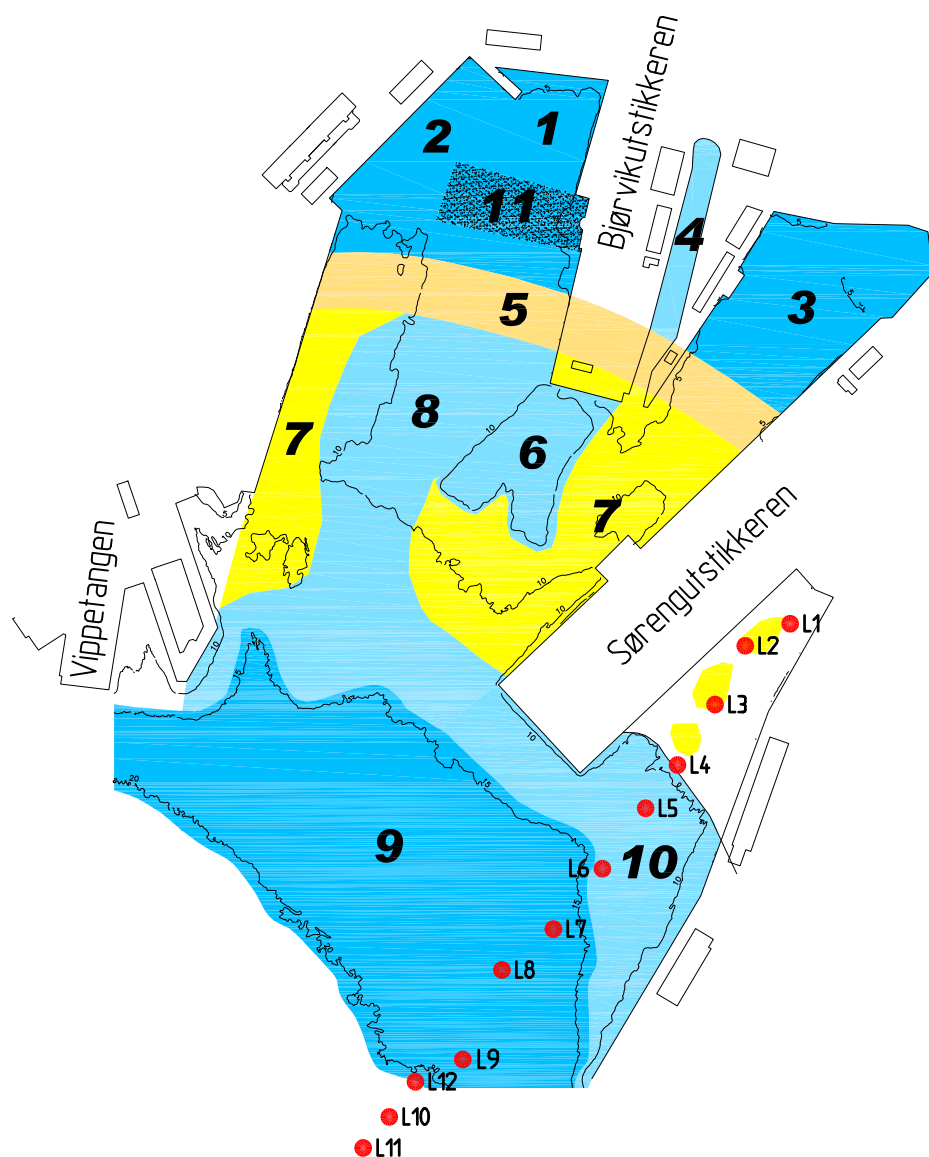
Overvåking av forurensning ved mudring og deponering. Tildekking med sand i Pipervika og Lohavn, Oslo havn. NGI rapport 20051785-66 datert 30. juni 2009.

NGI (2009f)

Tildekking av mudrede områder som tiltak mot restforurensning. NGI Teknisk notat 20051785-00-496-TN datert 30. juni 2009.

Rambøll (2009)

Secora AS – Bistand ved opprydding av sedimenter. Sluttrapport miljøkontroll etter mudring. Rambøll oppdrag 1060036, rapport rev 01 datert 6. mai 2009.



**FORKLARINGER :**

- 1** Tildekking med 0,6m sand på mudret område
- 2-3** Tildekking med tykt leirlag
- 4** Mudring med tildekking av sand/grus
- 5** Senketunneltrase
- 6** Tildekking med stein og leire
- 7** Mudret område
- 8** Tildekking med tynt leirlag på mudret område
- 9** Tildekking med tykt leirlag
- 10** Tildekking med sand
- 11** Skipsstøvoll
- Sedimentprøvepunkter, november 2009

**REN OSLO HAVN**

Posisjonene av sedimentprøver i Lohavn.  
Figuren er basert på tiltaksoversikt presentert i NGIs sluttrapport (2009)

Rapport nr.  
20051785-00-514-R

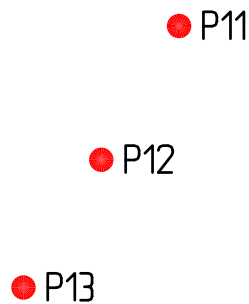
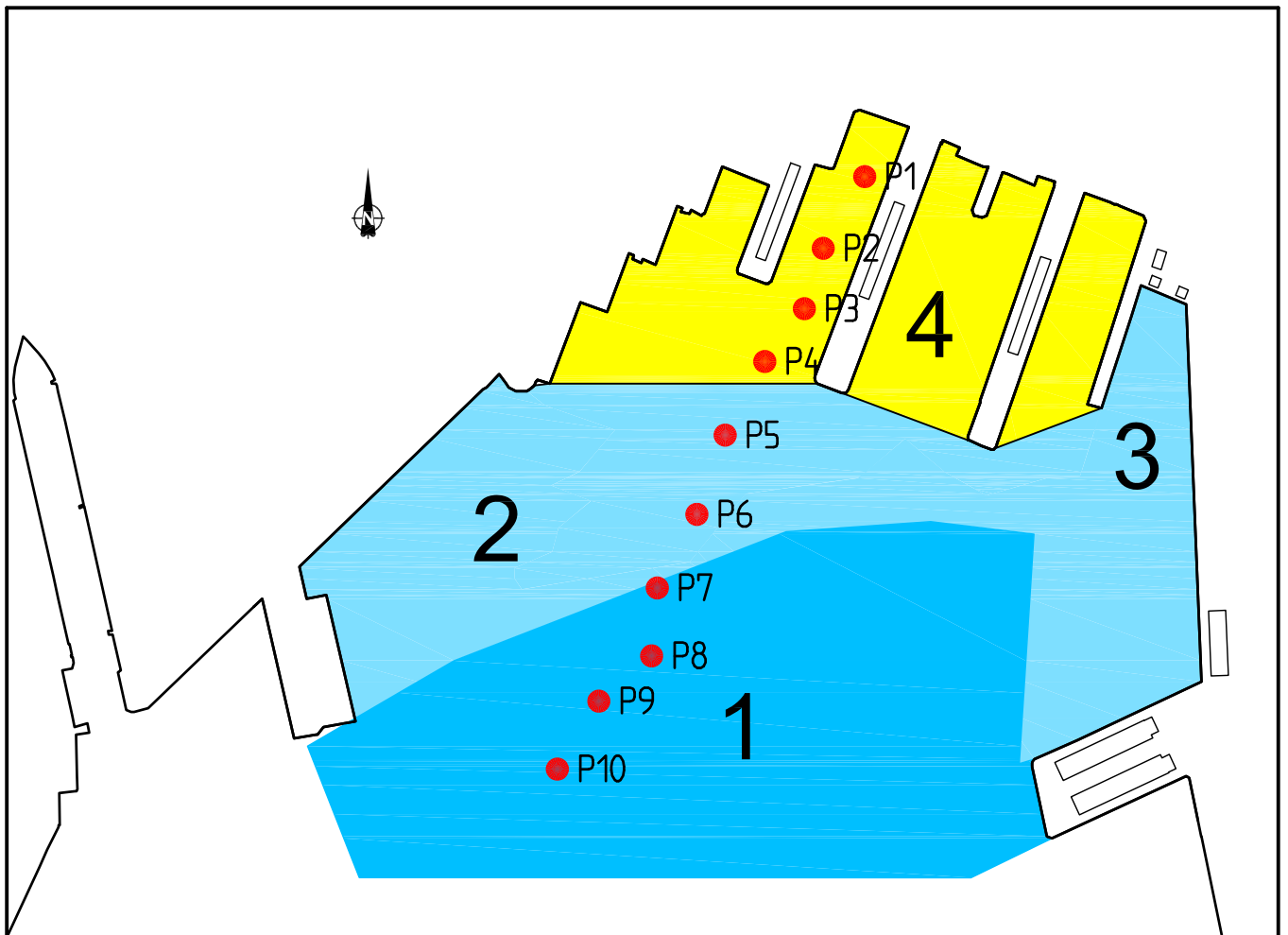
Dato:  
19.03.10

Figur nr.  
A1

Tegner  
TS


Kontrollert  
AO





**FORKLARINGER :**

- 1** Tildekking med tykt leirlag
- 2** Tildekking med sand på mudret og opprinnelig sjøbunn
- 3** Tildekking med tykt sandlag på mudret sjøbunn
- 4** Mudret område
- Sedimentprøvepunkter, november 2009

REN OSLO HAVN		Rapport nr. 20051785-00-514-R	
Posisjonene av sedimentprøver i Pipervika. Figuren er basert på tiltaksoversikt presentert i NGIs sluttrapport (2009)		Dato: 19.03.10	Figur nr. A2
		Tegner TS	
		Kontrollert AO	



Dokumentnr.: 20051785-00-514-R  
Dato: 2010-03-19  
Side: 1  
Vedlegg A

## **Vedlegg A - Resultater fra risikovurdering i Pipervika og Bjørvika**

Tab.2: Beregnet spredning sammenlignet med "tillatt spredning"

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom $C_{sed}$ er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m <sup>2</sup> /år)	$F_{tot}$ overskrider tillatt spredning med:	
	$F_{tot, maks}$ (mg/m <sup>2</sup> /år)	$F_{tot, middel}$ (mg/m <sup>2</sup> /år)		Maks	Middel
Bly	7,97E+03	3,47E+03	3,15E+03	153 %	10 %
Kadmium	6,83E+01	2,76E+01	9,87E+01		
Kvikksølv	2,55E+02	6,56E+01	2,39E+01	963 %	174 %
Naftalen	1,67E+02	7,77E+01	3,22E+02		
Acenaftilen	4,42E+01	2,21E+01	1,82E+01	142 %	21 %
Acenaften	1,52E+01	8,44E+00	4,05E+01		
Fluoren	1,33E+01	6,66E+00	4,33E+01		
Fenantren	5,40E+01	4,01E+01	4,74E+01	14 %	
Antracen	1,93E+01	9,24E+00	2,60E+00	642 %	255 %
Fluoranten	7,64E+01	3,55E+01	8,12E+00	841 %	337 %
Pyren	9,73E+01	4,66E+01	1,70E+01	471 %	174 %
Benzo(a)antracen	3,38E+01	1,54E+01	2,47E+00	1267 %	522 %
Krysen	3,33E+01	1,57E+01	1,21E+01	175 %	30 %
Benzo(b)fluoranten	3,25E+01	1,55E+01	9,87E+00	229 %	57 %
Benzo(k)fluoranten	2,76E+01	1,33E+01	8,65E+00	219 %	54 %
Benzo(a)pyren	3,16E+01	1,53E+01	1,72E+01	83 %	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1,87E+01	9,22E+00	1,83E+00	921 %	404 %
Dibenzo(a,h)antracen	4,31E+00	2,09E+00	2,31E+01		
Benzo(ghi)perylene	1,62E+01	7,95E+00	8,49E-01	1805 %	837 %
PCB 28	2,03E-02	2,03E-02			
PCB 52	3,69E-01	2,01E-01			
PCB 101	1,55E-01	9,55E-02			
PCB 118	1,54E-01	8,88E-02			
PCB 138	1,80E-01	1,16E-01			
PCB 153	1,50E-01	8,57E-02			
PCB 180	8,09E-02	3,71E-02			
Sum PCB7	1,11E+00	6,44E-01			
Tributyltinn (TBT-ion)	7,64E+02	1,93E+02	3,69E+01	1969 %	422 %

Tab.2: Beregnet spredning sammenlignet med "tillatt spredning"

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom $C_{sed}$ er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m <sup>2</sup> /år)	F <sub>tot</sub> overskrider tillatt spredning med:	
	F <sub>tot, maks</sub> (mg/m <sup>2</sup> /år)	F <sub>tot, middel</sub> (mg/m <sup>2</sup> /år)		Maks	Middel
Bly	1,06E+02	4,06E+01	9,40E+02		
Kadmium	6,23E-01	3,26E-01	2,94E+01		
Kvikksølv	1,07E+00	3,33E-01	7,15E+00		
Naftalen	3,58E+01	9,74E+00	1,96E+02		
Acenaftalen	1,61E+00	1,61E+00	1,06E+01		
Acenaften	1,55E+00	8,10E-01	2,25E+01		
Fluoren	1,14E+00	5,27E-01	2,28E+01		
Fenantren	3,28E+00	6,35E-01	2,25E+01		
Antracen	1,16E+00	3,13E-01	1,19E+00		
Fluoranten	2,27E+00	3,83E-01	2,97E+00		
Pyren	4,03E+00	6,43E-01	7,06E+00		
Benzo(a)antracen	8,84E-01	1,70E-01	8,16E-01	8 %	
Krysen	8,12E-01	1,69E-01	4,29E+00		
Benzo(b)fluoranten	1,36E+00	2,31E-01	3,33E+00		
Benzo(k)fluoranten	6,27E-01	1,39E-01	2,93E+00		
Benzo(a)pyren	1,17E+00	2,07E-01	5,80E+00		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1,22E+00	2,05E-01	5,71E-01	113 %	
Dibenzo(a,h)antracen	3,21E-01	9,41E-02	7,28E+00		
Benzo(ghi)perylene	1,32E+00	2,25E-01	2,80E-01	371 %	
PCB 28	4,58E-02	7,55E-03			
PCB 52	1,06E-01	1,55E-02			
PCB 101	2,43E-02	3,90E-03			
PCB 118	2,73E-02	4,07E-03			
PCB 138	4,11E-02	6,17E-03			
PCB 153	3,62E-02	5,42E-03			
PCB 180	2,40E-02	3,73E-03			
Sum PCB7	3,04E-01	4,63E-02			
Tributyltinn (TBT-ion)	1,53E+02	1,96E+01	1,91E+01	700 %	3 %



\\vedokfilsv1\users\work\ngi\_nt\_domain1\ao\20051785-00-510-TN Bjørnvika etter mudring og leire tildekking risiko.xls 626229\_9\_0.XLS 4.  
Samlede resultater

**Tab.2: Beregnet spredning sammenlignet med "tillatt spredning"**

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom $C_{sed}$ er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m <sup>2</sup> /år)	F <sub>tot</sub> overskrider tillatt spredning med:	
	F <sub>tot, maks</sub> (mg/m <sup>2</sup> /år)	F <sub>tot, middel</sub> (mg/m <sup>2</sup> /år)		Maks	Middel
Bly	2,22E+02	7,52E+01	5,26E+01	322 %	43 %
Kadmium	5,41E+00	1,25E+00	1,63E+00	231 %	
Kvikksølv	3,14E+00	8,07E-01	4,12E-01	662 %	96 %
Naftalen	3,35E+02	7,16E+01	1,45E+02	131 %	
Acenaftilen	1,07E+02	2,33E+01	7,55E+00	1324 %	209 %
Acenaften	3,35E+01	6,72E+00	1,53E+01	119 %	
Fluoren	4,94E+02	5,61E+01	1,46E+01	3285 %	284 %
Fenantren	8,98E+01	9,56E+00	1,25E+01	620 %	
Antracen	5,48E+01	7,46E+00	6,29E-01	8610 %	1086 %
Fluoranten	2,94E+01	6,19E+00	9,08E-01	3135 %	582 %
Pyren	8,28E+01	1,84E+01	3,05E+00	2614 %	504 %
Benzo(a)antracen	9,95E+00	1,81E+00	1,49E-01	6567 %	1110 %
Krysen	1,11E+01	2,24E+00	1,15E+00	864 %	94 %
Benzo(b)fluoranten	1,05E+01	2,16E+00	7,03E-01	1400 %	208 %
Benzo(k)fluoranten	8,35E+00	1,52E+00	6,27E-01	1233 %	142 %
Benzo(a)pyren	1,04E+01	2,12E+00	1,21E+00	757 %	75 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1,94E+00	3,67E-01	6,53E-02	2879 %	463 %
Dibenzo(a,h)antracen	3,72E+00	6,99E-01	9,14E-01	307 %	
Benzo(ghi)perylene	4,12E+00	1,15E+00	5,09E-02	7995 %	2162 %
PCB 28	5,66E-01	6,12E-02			
PCB 52	2,76E+00	3,18E-01			
PCB 101	4,75E-01	5,30E-02			
PCB 118	7,46E-02	8,77E-03			
PCB 138	4,17E-01	4,66E-02			
PCB 153	7,25E-02	8,59E-03			
PCB 180	1,38E-01	1,52E-02			
Sum PCB7	4,50E+00	5,11E-01			
Tributyltinn (TBT-ion)	5,78E+03	1,53E+02	1,19E+01	48471 %	1182 %

Tab.2: Beregnet spredning sammenlignet med "tillatt spredning"

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom $C_{sed}$ er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m <sup>2</sup> /år)	F <sub>tot</sub> overskrider tillatt spredning med:	
	F <sub>tot, maks</sub> (mg/m <sup>2</sup> /år)	F <sub>tot, middel</sub> (mg/m <sup>2</sup> /år)		Maks	Middel
Bly	8,38E+01	3,08E+01	2,24E+01	273 %	38 %
Kadmium	1,83E+00	6,17E-01	6,89E-01	165 %	
Kvikksølv	1,77E+00	5,65E-01	1,82E-01	868 %	210 %
Naftalen	4,94E+03	3,41E+02	1,43E+02	3348 %	138 %
Acenaftilen	1,08E+02	4,46E+01	7,44E+00	1355 %	500 %
Acenaften	4,43E+02	4,75E+01	1,51E+01	2838 %	215 %
Fluoren	2,37E+02	2,83E+01	1,43E+01	1554 %	97 %
Fenantren	2,91E+02	3,65E+01	1,21E+01	2300 %	201 %
Antracen	1,32E+02	1,93E+01	6,10E-01	21513 %	3073 %
Fluoranten	4,93E+01	1,72E+01	8,37E-01	5782 %	1956 %
Pyren	7,70E+01	3,04E+01	2,91E+00	2543 %	942 %
Benzo(a)antracen	6,54E+00	2,63E+00	1,27E-01	5067 %	1977 %
Krysen	1,04E+01	4,36E+00	1,04E+00	900 %	318 %
Benzo(b)fluoranten	6,39E+00	2,85E+00	6,14E-01	942 %	364 %
Benzo(k)fluoranten	5,48E+00	2,48E+00	5,48E-01	900 %	352 %
Benzo(a)pyren	6,76E+00	3,00E+00	1,05E+00	543 %	186 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1,94E+00	8,47E-01	4,81E-02	3943 %	1661 %
Dibenzo(a,h)antracen	5,09E-01	2,13E-01	6,98E-01		
Benzo(ghi)perylene	3,49E+00	1,49E+00	4,31E-02	7995 %	3364 %
PCB 28	1,06E+00	9,04E-02			
PCB 52	2,80E+00	5,38E-01			
PCB 101	4,05E-01	1,02E-01			
PCB 118	4,97E-02	1,28E-02			
PCB 138	2,63E-01	8,32E-02			
PCB 153	3,32E-02	1,03E-02			
PCB 180	8,92E-02	2,50E-02			
Sum PCB7	4,70E+00	8,62E-01			
Tributyltinn (TBT-ion)	1,80E+02	4,24E+01	1,17E+01	1443 %	264 %



\\edokfilsv1\users\work\ngi\_nt\_domain1\ao\20051785-00-510-TN 20051785-00-510-TN Lohavn etter mudring risiko.xls 626201\_2\_0.XLS  
629371\_2\_0.XLS 4. Samlede resultater

**Tab.2: Beregnet spredning sammenlignet med "tillatt spredning"**

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom $C_{sed}$ er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m <sup>2</sup> /år)	F <sub>tot</sub> overskrider tillatt spredning med:	
	F <sub>tot, maks</sub> (mg/m <sup>2</sup> /år)	F <sub>tot, middel</sub> (mg/m <sup>2</sup> /år)		Maks	Middel
Bly	1,52E+02	6,66E+01	4,06E+01	273 %	64 %
Kadmium	4,36E+00	1,12E+00	1,26E+00	246 %	
Kvikksølv	1,78E+00	6,17E-01	3,20E-01	456 %	93 %
Naftalen	3,68E+03	5,06E+02	1,44E+02	2452 %	251 %
Acenaftalen	1,71E+02	5,14E+01	7,50E+00	2173 %	585 %
Acenaften	3,61E+02	8,51E+01	1,52E+01	2275 %	459 %
Fluoren	1,84E+02	5,16E+01	1,45E+01	1169 %	256 %
Fenantren	2,71E+02	6,10E+01	1,23E+01	2100 %	395 %
Antracen	2,20E+02	5,46E+01	6,21E-01	35384 %	8690 %
Fluoranten	3,83E+02	5,90E+01	8,80E-01	43429 %	6605 %
Pyren	4,60E+02	9,09E+01	3,00E+00	15257 %	2933 %
Benzo(a)antracen	2,34E+01	5,12E+00	1,40E-01	16567 %	3550 %
Krysen	3,44E+01	8,58E+00	1,11E+00	3007 %	675 %
Benzo(b)fluoranten	1,03E+01	3,75E+00	6,67E-01	1442 %	463 %
Benzo(k)fluoranten	8,79E+00	3,07E+00	5,95E-01	1376 %	416 %
Benzo(a)pyren	1,01E+01	3,28E+00	1,15E+00	781 %	186 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	2,73E+00	8,08E-01	5,84E-02	4581 %	1283 %
Dibenzo(a,h)antracen	7,72E-01	2,32E-01	8,28E-01		
Benzo(ghi)perylene	4,55E+00	1,37E+00	4,78E-02	9424 %	2757 %
PCB 28	3,44E-01	8,17E-02			
PCB 52	2,27E+00	5,57E-01			
PCB 101	5,65E-01	1,24E-01			
PCB 118	9,10E-02	1,98E-02			
PCB 138	4,19E-01	9,74E-02			
PCB 153	6,60E-02	1,53E-02			
PCB 180	1,19E-01	3,03E-02			
Sum PCB7	3,87E+00	9,26E-01			
Tributyltinn (TBT-ion)	1,52E+02	6,99E+01	1,18E+01	1186 %	492 %

\\vedokfilsv1\users\work\ngi\_nt\_domain1\ao\20051785-00-510-TN 20051785-00-510-TN Ytre Lohavn etter sandtildrekking risiko.xls  
626201\_2\_0.XLS 629339\_3\_0.XLS 4. Samlede resultater

Tab.2: Beregnet spredning sammenlignet med "tillatt spredning"

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom $C_{sed}$ er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m <sup>2</sup> /år)	F <sub>tot</sub> overskrider tillatt spredning med:	
	F <sub>tot, maks</sub> (mg/m <sup>2</sup> /år)	F <sub>tot, middel</sub> (mg/m <sup>2</sup> /år)		Maks	Middel
Bly	1,37E+00	1,02E+00	2,72E+01		
Kadmium	1,36E-02	5,94E-03	8,39E-01		
Kvikksølv	6,94E-03	6,94E-03	2,19E-01		
Naftalen	4,95E+00	4,95E+00	1,43E+02		
Acenaftylene	1,13E+00	1,13E+00	7,46E+00		
Acenaften	4,72E-01	4,72E-01	1,51E+01		
Fluoren	2,76E-01	2,76E-01	1,44E+01		
Fenantren	1,22E-01	1,22E-01	1,22E+01		
Antracen	9,88E-02	9,88E-02	6,13E-01		
Fluoranten	2,50E-02	2,50E-02	8,48E-01		
Pyren	5,24E-02	5,24E-02	2,94E+00		
Benzo(a)antracen	1,08E-02	1,08E-02	1,30E-01		
Krysen	1,89E-02	1,89E-02	1,06E+00		
Benzo(b)fluoranten	1,31E-02	1,31E-02	6,28E-01		
Benzo(k)fluoranten	1,34E-02	1,34E-02	5,61E-01		
Benzo(a)pyren	1,28E-02	1,28E-02	1,08E+00		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	5,40E-03	5,40E-03	5,08E-02		
Dibenzo(a,h)antracen	6,20E-03	6,20E-03	7,32E-01		
Benzo(ghi)perylene	1,06E-02	1,06E-02	4,43E-02		
PCB 28	3,03E-03	1,77E-03			
PCB 52	1,87E-03	1,87E-03			
PCB 101	2,84E-04	2,84E-04			
PCB 118	8,22E-05	4,79E-05			
PCB 138	1,90E-04	1,90E-04			
PCB 153	3,17E-05	3,17E-05			
PCB 180	1,06E-04	1,06E-04			
Sum PCB7	5,60E-03	4,30E-03			
Tributyltinn (TBT-ion)	7,35E+00	1,64E+00	1,17E+01		



Dokumentnr.: 20051785-00-514-R  
Dato: 2010-03-19  
Side: 1  
Vedlegg B

## **Vedlegg B - Resultater fra risikovurdering i Pipervika og Bjørvika uten ”hot spots”**

Tab.2: Beregnet spredning sammenlignet med "tillatt spredning"

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom $C_{sed}$ er lik grenseverdi for trinn 1 ( $mg/m^2/år$ )	$F_{tot}$ overskrider tillatt spredning med:	
	$F_{tot, maks}$ ( $mg/m^2/år$ )	$F_{tot, middel}$ ( $mg/m^2/år$ )		Maks	Middel
Bly	4,73E+01	3,12E+01	9,40E+02		
Kadmium	6,23E-01	2,84E-01	2,94E+01		
Kvikksølv	2,27E-01	2,27E-01	7,15E+00		
Naftalen	8,43E+00	6,02E+00	1,96E+02		
Acenaftylen	1,61E+00	1,61E+00	1,06E+01		
Acenaften	7,04E-01	7,04E-01	2,25E+01		
Fluoren	4,39E-01	4,39E-01	2,28E+01		
Fenantren	4,49E-01	2,57E-01	2,25E+01		
Antracen	1,93E-01	1,93E-01	1,19E+00		
Fluoranten	2,62E-01	1,12E-01	2,97E+00		
Pyren	3,53E-01	1,58E-01	7,06E+00		
Benzo(a)antracen	6,80E-02	6,80E-02	8,16E-01		
Krysen	7,66E-02	7,66E-02	4,29E+00		
Benzo(b)fluoranten	6,94E-02	6,94E-02	3,33E+00		
Benzo(k)fluoranten	6,97E-02	6,97E-02	2,93E+00		
Benzo(a)pyren	6,91E-02	6,91E-02	5,80E+00		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	6,08E-02	6,08E-02	5,71E-01		
Dibenzo(a,h)antracen	6,17E-02	6,17E-02	7,28E+00		
Benzo(ghi)perylene	1,46E-01	6,86E-02	2,80E-01		
PCB 28	2,08E-03	2,08E-03			
PCB 52	2,64E-03	2,64E-03			
PCB 101	1,73E-03	9,90E-04			
PCB 118	1,66E-03	7,46E-04			
PCB 138	2,74E-03	1,17E-03			
PCB 153	2,80E-03	1,03E-03			
PCB 180	1,87E-03	8,38E-04			
Sum PCB7	1,55E-02	9,50E-03			
Tributyltinn (TBT-ion)	2,40E+00	5,76E-01	1,91E+01		



Tab.2: Beregnet spredning sammenlignet med "tillatt spredning"

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom $C_{sed}$ er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m <sup>2</sup> /år)	F <sub>tot</sub> overskrider tillatt spredning med:	
	F <sub>tot, maks</sub> (mg/m <sup>2</sup> /år)	F <sub>tot, middel</sub> (mg/m <sup>2</sup> /år)		Maks	Middel
Bly	4,73E+01	3,12E+01	9,40E+02		
Kadmium	6,23E-01	2,84E-01	2,94E+01		
Kvikksølv	2,27E-01	2,27E-01	7,15E+00		
Naftalen	8,43E+00	6,02E+00	1,96E+02		
Acenaftalen	1,61E+00	1,61E+00	1,06E+01		
Acenaften	7,04E-01	7,04E-01	2,25E+01		
Fluoren	4,39E-01	4,39E-01	2,28E+01		
Fenantren	4,49E-01	2,57E-01	2,25E+01		
Antracen	1,93E-01	1,93E-01	1,19E+00		
Fluoranten	2,62E-01	1,12E-01	2,97E+00		
Pyren	3,53E-01	1,58E-01	7,06E+00		
Benzo(a)antracen	6,80E-02	6,80E-02	8,16E-01		
Krysen	7,66E-02	7,66E-02	4,29E+00		
Benzo(b)fluoranten	6,94E-02	6,94E-02	3,33E+00		
Benzo(k)fluoranten	6,97E-02	6,97E-02	2,93E+00		
Benzo(a)pyren	6,91E-02	6,91E-02	5,80E+00		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	6,08E-02	6,08E-02	5,71E-01		
Dibenzo(a,h)antracen	6,17E-02	6,17E-02	7,28E+00		
Benzo(ghi)perylene	1,46E-01	6,86E-02	2,80E-01		
PCB 28	2,08E-03	2,08E-03			
PCB 52	2,64E-03	2,64E-03			
PCB 101	1,73E-03	9,90E-04			
PCB 118	1,66E-03	7,46E-04			
PCB 138	2,74E-03	1,17E-03			
PCB 153	2,80E-03	1,03E-03			
PCB 180	1,87E-03	8,38E-04			
Sum PCB7	1,55E-02	9,50E-03			
Tributyltinn (TBT-ion)	2,40E+00	5,76E-01	1,91E+01		



Dokumentnr.: 20051785-00-514-R  
Dato: 2010-03-19  
Side: 1  
Vedlegg C

## **Vedlegg C - Resultater fra risikovurdering i småbåthavnene**

\\edokfilsv1\users\work\ngi\_nt\_domain1\ao\20051785-00-510-TN Bestumkilen etter mudring risiko.xls 626290\_7\_0.XLS 4. Samlede resultater

**Tab.2: Beregnet spredning sammenlignet med "tillatt spredning"**

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom $C_{sed}$ er lik grenseverdi for trinn 1 ( $mg/m^2/år$ )	$F_{tot}$ overskrider tillatt spredning med:	
	$F_{tot, maks}$ ( $mg/m^2/år$ )	$F_{tot, middel}$ ( $mg/m^2/år$ )		Maks	Middel
Bly	4,26E+01	1,47E+01	2,72E+01	57 %	
Kadmium	6,77E-01	2,89E-01	8,39E-01		
Kvikksølv	6,25E-01	2,01E-01	2,19E-01	186 %	
Naftalen	7,91E+01	2,91E+01	1,43E+02		
Acenaftylene	2,94E+01	9,46E+00	7,46E+00	294 %	27 %
Acenaften	3,49E+01	7,44E+00	1,51E+01	131 %	
Fluoren	2,60E+01	5,36E+00	1,44E+01	81 %	
Fenantren	5,12E+01	1,09E+01	1,22E+01	320 %	
Antracene	2,57E+02	3,33E+01	6,13E-01	41835 %	5333 %
Fluoranten	1,90E+01	4,58E+00	8,48E-01	2135 %	440 %
Pyren	2,94E+01	8,30E+00	2,94E+00	900 %	183 %
Benzo(a)antracene	2,82E+00	6,62E-01	1,30E-01	2067 %	408 %
Krysen	6,06E+00	1,36E+00	1,06E+00	471 %	28 %
Benzo(b)fluoranten	2,38E+00	7,45E-01	6,28E-01	279 %	19 %
Benzo(k)fluoranten	2,08E+00	6,07E-01	5,61E-01	271 %	8 %
Benzo(a)pyren	1,95E+00	6,37E-01	1,08E+00	81 %	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	5,29E-01	1,76E-01	5,08E-02	943 %	246 %
Dibenzo(a,h)antracene	1,24E-01	4,27E-02	7,32E-01		
Benzo(ghi)perylene	9,93E-01	3,33E-01	4,43E-02	2138 %	650 %
PCB 28	2,17E+00	3,57E-01			
PCB 52	8,23E+00	1,36E+00			
PCB 101	8,45E-01	1,51E-01			
PCB 118	9,51E-02	1,85E-02			
PCB 138	2,95E-01	6,35E-02			
PCB 153	4,26E-02	8,68E-03			
PCB 180	7,86E-02	1,62E-02			
Sum PCB7	1,17E+01	1,98E+00			
Tributyltinn (TBT-ion)	2,07E+02	8,59E+01	1,17E+01	1671 %	635 %

\\edokfilsv1\users\work\ngi\_nt\_domain1\ao\20051785-00-510-TN Frognerkilen etter mudring risiko.xls 626291\_6\_0.XLS 4. Samlede resultater

Tab.2: Beregnet spredning sammenlignet med "tillatt spredning"

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom $C_{sed}$ er lik grenseverdi for trinn 1 ( $mg/m^2/år$ )	$F_{tot}$ overskrider tillatt spredning med:	
	$F_{tot, maks}$ ( $mg/m^2/år$ )	$F_{tot, middel}$ ( $mg/m^2/år$ )		Maks	Middel
Bly	5,36E+02	3,74E+02	2,62E+02	105 %	43 %
Kadmium	1,29E+01	8,59E+00	8,19E+00	58 %	5 %
Kvikksølv	1,14E+01	8,57E+00	2,00E+00	471 %	329 %
Naftalen	1,19E+02	7,57E+01	1,57E+02		
Acenaftalen	3,76E+01	2,92E+01	8,27E+00	355 %	254 %
Acenaften	2,02E+01	1,31E+01	1,70E+01	19 %	
Fluoren	1,65E+01	8,70E+00	1,65E+01	0 %	
Fenantren	2,31E+01	1,29E+01	1,48E+01	56 %	
Antracen	6,39E+00	4,84E+00	7,62E-01	739 %	534 %
Fluoranten	1,72E+01	1,32E+01	1,39E+00	1135 %	845 %
Pyren	2,57E+01	2,12E+01	3,99E+00	543 %	430 %
Benzo(a)antracen	2,65E+00	2,38E+00	3,06E-01	767 %	678 %
Krysen	4,25E+00	3,51E+00	1,89E+00	125 %	86 %
Benzo(b)fluoranten	3,80E+00	3,16E+00	1,32E+00	188 %	139 %
Benzo(k)fluoranten	2,61E+00	2,37E+00	1,17E+00	124 %	103 %
Benzo(a)pyren	2,78E+00	2,40E+00	2,29E+00	21 %	5 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1,61E+00	1,36E+00	1,85E-01	772 %	638 %
Dibenzo(a,h)antracen	3,68E-01	2,86E-01	2,41E+00		
Benzo(ghi)perylene	1,90E+00	1,65E+00	1,05E-01	1710 %	1471 %
PCB 28	3,95E-01	1,85E-01			
PCB 52	2,83E+00	1,72E+00			
PCB 101	5,03E-01	2,92E-01			
PCB 118	1,66E-01	9,94E-02			
PCB 138	5,52E-01	2,98E-01			
PCB 153	2,13E-01	1,16E-01			
PCB 180	1,91E-01	1,05E-01			
Sum PCB7	4,85E+00	2,82E+00			
Tributyltinn (TBT-ion)	2,02E+02	1,19E+02	1,36E+01	1386 %	776 %



Tab.2: Beregnet spredning sammenlignet med "tillatt spredning"

Stoff	Beregnet spredning		Spredning dersom $C_{sed}$ er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m <sup>2</sup> /år)	F <sub>tot</sub> overskrider tillatt spredning med:	
	F <sub>tot, maks</sub> (mg/m <sup>2</sup> /år)	F <sub>tot, middel</sub> (mg/m <sup>2</sup> /år)		Maks	Middel
Bly	4,56E+02	1,24E+02	1,94E+02	135 %	
Kadmium	4,20E+00	1,69E+00	6,07E+00		
Kvikksølv	2,36E+00	1,32E+00	1,49E+00	59 %	
Naftalen	9,50E+01	3,32E+01	1,53E+02		
Acenaftalen	2,92E+01	1,37E+01	8,03E+00	264 %	71 %
Acenaften	2,16E+01	4,34E+00	1,65E+01	31 %	
Fluoren	7,35E+01	1,79E+01	1,59E+01	362 %	13 %
Fenantren	3,66E+01	1,21E+01	1,41E+01	160 %	
Antracen	2,11E+01	2,95E+00	7,19E-01	2835 %	310 %
Fluoranten	2,26E+01	4,68E+00	1,24E+00	1724 %	278 %
Pyren	4,08E+01	8,57E+00	3,69E+00	1007 %	132 %
Benzo(a)antracen	2,85E+00	8,55E-01	2,56E-01	1017 %	235 %
Krysen	8,84E+00	2,69E+00	1,65E+00	436 %	63 %
Benzo(b)fluoranten	2,80E+00	1,27E+00	1,12E+00	150 %	13 %
Benzo(k)fluoranten	2,70E+01	4,53E+00	9,93E-01	2614 %	356 %
Benzo(a)pyren	5,08E+00	1,70E+00	1,94E+00	162 %	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1,93E+00	8,57E-01	1,46E-01	1219 %	487 %
Dibenzo(a,h)antracen	4,58E+00	1,06E+00	1,93E+00	137 %	
Benzo(ghi)perylene	2,70E+01	3,66E+00	8,74E-02	30852 %	4094 %
PCB 28	2,06E-01	7,15E-02			
PCB 52	1,38E+00	4,91E-01			
PCB 101	2,10E-01	7,92E-02			
PCB 118	6,60E-02	2,98E-02			
PCB 138	9,61E-02	4,10E-02			
PCB 153	5,89E-02	2,16E-02			
PCB 180	3,37E-02	1,35E-02			
Sum PCB7	2,05E+00	7,48E-01			
Tributyltinn (TBT-ion)	1,12E+02	3,47E+01	1,30E+01	757 %	166 %



Dokumentnr.: 20051785-00-514-R  
Dato: 2010-03-19  
Side: 1  
Vedlegg D

## **Vedlegg D - Originale analyserapporter**

# Rapport

Page 1 (14)



N0907868

100R0HTMT8G

Vedlegg D / Side 2



Prosjekt Oslo havn  
Bestnr 20051785  
Registrert 2009-11-12  
Utstedt 2009-12-16

NGI  
Arne Pettersen  
Miljøgeologi  
Box 3930 Ullevål Stadion  
0806 Oslo  
Norge

+4722230448

Revidert rapport som erstatter tidligere rapport med samme nummer.

## Analyse av faststoff

Deres prøvenavn	L1-A 11.11.09 Sediment				
Labnummer	N00085532				
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført
Tørrstoff (L)	38.4		%	1	V
As	8.48	2.18	mg/kg TS	1	H
Cd	0.686	0.175	mg/kg TS	1	H
Co	10.1	2.6	mg/kg TS	1	H
Cr	45.7	12.1	mg/kg TS	1	H
Cu	104	25	mg/kg TS	1	H
Hg	0.626	0.199	mg/kg TS	1	H
Ni	30.0	7.7	mg/kg TS	1	H
Pb	71.6	17.2	mg/kg TS	1	H
V	52.9	13.1	mg/kg TS	1	H
Zn	262	66	mg/kg TS	1	H
Tørrstoff (G)	47.6		%	2	1
Monobutyltinnkation	15		$\mu\text{g}/\text{kg TS}$	2	1
Dibutyltinnkation	130		$\mu\text{g}/\text{kg TS}$	2	1
Tributyltinnkation	420		$\mu\text{g}/\text{kg TS}$	2	1
Tetrabutyltinnkation	7.9		$\mu\text{g}/\text{kg TS}$	2	1
Monooktyltinnkation	<1.0		$\mu\text{g}/\text{kg TS}$	2	1
Dioktyltinnkation	<1.0		$\mu\text{g}/\text{kg TS}$	2	1
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		$\mu\text{g}/\text{kg TS}$	2	1
Monofenyltinnkation	<10		$\mu\text{g}/\text{kg TS}$	2	1
Difenyltinnkation	<1.0		$\mu\text{g}/\text{kg TS}$	2	1
Trifenyltinnkation	<1.0		$\mu\text{g}/\text{kg TS}$	2	1



# Rapport

## N0907868

Page 2 (14)

100R0HTMT8G



Deres prøvenavn	L2-A 11.11.09 Sediment				
Labnummer	N00085533				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørrstoff (L)	48.8		%	1	V
As	9.01	2.36	mg/kg TS	1	H
Cd	0.815	0.211	mg/kg TS	1	H
Co	9.35	2.44	mg/kg TS	1	H
Cr	40.3	10.7	mg/kg TS	1	H
Cu	127	30	mg/kg TS	1	H
Hg	0.838	0.264	mg/kg TS	1	H
Ni	27.4	7.0	mg/kg TS	1	H
Pb	79.2	19.0	mg/kg TS	1	H
V	42.2	10.5	mg/kg TS	1	H
Zn	265	67	mg/kg TS	1	H
Tørrstoff (G)	56.2		%	2	1
Monobutyltinnkation	5.4		µg/kg TS	2	1
Dibutyltinnkation	35		µg/kg TS	2	1
Tributyltinnkation	170		µg/kg TS	2	1
Tetrabutyltinnkation	1.8		µg/kg TS	2	1
Monooktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Dioktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Monofenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Difenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Trifenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1

Deres prøvenavn	L3-A 11.11.09 Sediment				
Labnummer	N00085534				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørrstoff (L)	62.6		%	1	V
As	6.94	1.79	mg/kg TS	1	H
Cd	0.522	0.133	mg/kg TS	1	H
Co	11.2	2.9	mg/kg TS	1	H
Cr	38.3	10.1	mg/kg TS	1	H
Cu	48.4	11.6	mg/kg TS	1	H
Hg	0.464	0.152	mg/kg TS	1	H
Ni	31.5	8.1	mg/kg TS	1	H
Pb	83.3	19.9	mg/kg TS	1	H
V	49.6	12.3	mg/kg TS	1	H
Zn	156	39	mg/kg TS	1	H
Tørrstoff (G)	62.1		%	2	1
Monobutyltinnkation	1.3		µg/kg TS	2	1
Dibutyltinnkation	3.5		µg/kg TS	2	1
Tributyltinnkation	7.8		µg/kg TS	2	1
Tetrabutyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Monooktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Dioktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Monofenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Difenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Trifenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1

# Rapport

## N0907868

Page 3 (14)

100R0HTMT8G



Deres prøvenavn		L4-A 11.11.09 Sediment			
Labnummer		N00085535			
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørrstoff (L)	82.0		%	1	V
As	0.543	0.171	mg/kg TS	1	H
Cd	<0.01		mg/kg TS	1	H
Co	8.56	2.24	mg/kg TS	1	H
Cr	30.1	8.0	mg/kg TS	1	H
Cu	23.5	5.6	mg/kg TS	1	H
Hg	<0.04		mg/kg TS	1	H
Ni	17.1	4.4	mg/kg TS	1	H
Pb	4.56	1.11	mg/kg TS	1	H
V	40.8	10.1	mg/kg TS	1	H
Zn	53.7	13.5	mg/kg TS	1	H
Tørrstoff (G)	82.6		%	2	1
Monobutyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Dibutyltinnkation	1.3		µg/kg TS	2	1
Tributyltinnkation	3.4		µg/kg TS	2	1
Tetrabutyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Monooktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Dioktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Monofenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Difenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Trifenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1

Deres prøvenavn		L5-A 11.11.09 Sediment			
Labnummer		N00085536			
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørrstoff (L)	84.0		%	1	V
As	0.654	0.196	mg/kg TS	1	H
Cd	0.690	0.179	mg/kg TS	1	H
Co	9.40	2.45	mg/kg TS	1	H
Cr	23.9	6.3	mg/kg TS	1	H
Cu	16.1	3.8	mg/kg TS	1	H
Hg	<0.04		mg/kg TS	1	H
Ni	15.2	3.9	mg/kg TS	1	H
Pb	4.62	1.11	mg/kg TS	1	H
V	45.3	11.4	mg/kg TS	1	H
Zn	67.2	16.9	mg/kg TS	1	H
Tørrstoff (G)	81.8		%	2	1
Monobutyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Dibutyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Tributyltinnkation	1.4		µg/kg TS	2	1
Tetrabutyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Monooktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Dioktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Monofenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Difenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Trifenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1



# Rapport

## N0907868

Page 4 (14)

100R0HTMT8G



Deres prøvenavn		L6-A 11.11.09 Sediment			
Labnummer		N00085537			
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørrstoff (L)	87.3		%	1	V
As	0.756	0.217	mg/kg TS	1	H
Cd	<0.01		mg/kg TS	1	H
Co	9.13	2.38	mg/kg TS	1	H
Cr	35.3	9.4	mg/kg TS	1	H
Cu	27.9	6.6	mg/kg TS	1	H
Hg	<0.04		mg/kg TS	1	H
Ni	20.6	5.3	mg/kg TS	1	H
Pb	5.13	1.24	mg/kg TS	1	H
V	43.3	10.8	mg/kg TS	1	H
Zn	53.9	13.5	mg/kg TS	1	H
Tørrstoff (G)	84.6		%	2	1
Monobutyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Dibutyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Tributyltinnkation	1.1		µg/kg TS	2	1
Tetrabutyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Monooktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Dioktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Monofenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Difenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Trifenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1

Deres prøvenavn		L7-A 11.11.09 Sediment			
Labnummer		N00085538			
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørrstoff (L)	61.3		%	1	V
As	7.19	1.83	mg/kg TS	1	H
Cd	0.265	0.068	mg/kg TS	1	H
Co	10.8	2.8	mg/kg TS	1	H
Cr	38.6	10.3	mg/kg TS	1	H
Cu	43.7	10.3	mg/kg TS	1	H
Hg	0.272	0.095	mg/kg TS	1	H
Ni	30.9	8.0	mg/kg TS	1	H
Pb	32.7	7.8	mg/kg TS	1	H
V	50.6	12.6	mg/kg TS	1	H
Zn	117	29	mg/kg TS	1	H
Tørrstoff (G)	62.9		%	2	1
Monobutyltinnkation	4.6		µg/kg TS	2	1
Dibutyltinnkation	8.0		µg/kg TS	2	1
Tributyltinnkation	15		µg/kg TS	2	1
Tetrabutyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Monooktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Dioktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Monofenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Difenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Trifenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1



Deres prøvenavn		L8-A 11.11.09 Sediment			
Labnummer		N00085539			
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørrstoff (L)	64.4		%	1	V
As	6.48	1.64	mg/kg TS	1	H
Cd	0.132	0.034	mg/kg TS	1	H
Co	11.8	3.1	mg/kg TS	1	H
Cr	40.6	10.7	mg/kg TS	1	H
Cu	31.0	7.4	mg/kg TS	1	H
Hg	0.141	0.062	mg/kg TS	1	H
Ni	35.8	9.3	mg/kg TS	1	H
Pb	26.1	6.3	mg/kg TS	1	H
V	53.9	13.4	mg/kg TS	1	H
Zn	99.3	24.9	mg/kg TS	1	H
Tørrstoff (G)	63.9		%	2	1
Monobutyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Dibutyltinnkation	1.9		µg/kg TS	2	1
Tributyltinnkation	2.7		µg/kg TS	2	1
Tetrabutyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Monooktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Dioktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Monofenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Difenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Trifenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1

Deres prøvenavn		L9-A 11.11.09 Sediment			
Labnummer		N00085540			
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørrstoff (L)	54.6		%	1	V
As	10.1	2.6	mg/kg TS	1	H
Cd	0.566	0.147	mg/kg TS	1	H
Co	14.4	3.7	mg/kg TS	1	H
Cr	54.1	14.3	mg/kg TS	1	H
Cu	63.3	15.0	mg/kg TS	1	H
Hg	0.421	0.138	mg/kg TS	1	H
Ni	42.8	11.0	mg/kg TS	1	H
Pb	49.3	11.8	mg/kg TS	1	H
V	67.9	17.0	mg/kg TS	1	H
Zn	177	44	mg/kg TS	1	H
Tørrstoff (G)	59.2		%	2	1
Monobutyltinnkation	6.1		µg/kg TS	2	1
Dibutyltinnkation	12		µg/kg TS	2	1
Tributyltinnkation	28		µg/kg TS	2	1
Tetrabutyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Monooktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Dioktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Trisykloheksyltinnkation	<2.0		µg/kg TS	2	1
Monofenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Difenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Trifenyltinnkation	<2.0		µg/kg TS	2	1



# Rapport

## N0907868

Page 6 (14)

100R0HTMT8G



Deres prøvenavn	L10-A 11.11.09 Sediment				
Labnummer	N00085541				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørrstoff (L)	41.0		%	1	V
As	17.6	4.6	mg/kg TS	1	H
Cd	2.58	0.66	mg/kg TS	1	H
Co	12.8	3.5	mg/kg TS	1	H
Cr	77.9	20.6	mg/kg TS	1	H
Cu	189	45	mg/kg TS	1	H
Hg	1.98	0.62	mg/kg TS	1	H
Ni	41.1	10.6	mg/kg TS	1	H
Pb	152	37	mg/kg TS	1	H
V	76.0	18.9	mg/kg TS	1	H
Zn	459	115	mg/kg TS	1	H
Tørrstoff (G)	44.0		%	2	1
Monobutyltinnkation	23		µg/kg TS	2	1
Dibutyltinnkation	110		µg/kg TS	2	1
Tributyltinnkation	260		µg/kg TS	2	1
Tetrabutyltinnkation	5.3		µg/kg TS	2	1
Monooktyltinnkation	2.2		µg/kg TS	2	1
Dioktyltinnkation	<2.0		µg/kg TS	2	1
Trisykloheksyltinnkation	<2.0		µg/kg TS	2	1
Monofenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Difenyltinnkation	4.0		µg/kg TS	2	1
Trifenyltinnkation	<2.0		µg/kg TS	2	1

Deres prøvenavn	L11-A 11.11.09 Sediment				
Labnummer	N00085542				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørrstoff (L)	38.9		%	1	V
As	22.4	5.7	mg/kg TS	1	H
Cd	2.37	0.61	mg/kg TS	1	H
Co	14.8	3.9	mg/kg TS	1	H
Cr	88.4	23.3	mg/kg TS	1	H
Cu	194	46	mg/kg TS	1	H
Hg	1.99	0.62	mg/kg TS	1	H
Ni	47.5	12.4	mg/kg TS	1	H
Pb	143	35	mg/kg TS	1	H
V	93.9	23.5	mg/kg TS	1	H
Zn	430	108	mg/kg TS	1	H
Tørrstoff (G)	43.1		%	2	1
Monobutyltinnkation	38		µg/kg TS	2	1
Dibutyltinnkation	120		µg/kg TS	2	1
Tributyltinnkation	420		µg/kg TS	2	1
Tetrabutyltinnkation	3.9		µg/kg TS	2	1
Monooktyltinnkation	2.3		µg/kg TS	2	1
Dioktyltinnkation	3.8		µg/kg TS	2	1
Trisykloheksyltinnkation	<2.0		µg/kg TS	2	1
Monofenyltinnkation	3.0		µg/kg TS	2	1
Difenyltinnkation	3.8		µg/kg TS	2	1
Trifenyltinnkation	3.0		µg/kg TS	2	1



# Rapport

## N0907868

Page 7 (14)

100R0HTMT8G



Deres prøvenavn	L12-A 11.11.09 Sediment				
Labnummer	N00085543				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørrstoff (L)	62.4		%	1	V
As	8.39	2.15	mg/kg TS	1	H
Cd	0.367	0.095	mg/kg TS	1	H
Co	9.74	2.54	mg/kg TS	1	H
Cr	39.0	10.3	mg/kg TS	1	H
Cu	49.0	11.7	mg/kg TS	1	H
Hg	0.381	0.125	mg/kg TS	1	H
Ni	28.0	7.2	mg/kg TS	1	H
Pb	48.8	11.8	mg/kg TS	1	H
V	49.9	12.4	mg/kg TS	1	H
Zn	125	31	mg/kg TS	1	H
Tørrstoff (G)	60.0		%	2	1
Monobutyltinnkation	7.6		µg/kg TS	2	1
Dibutyltinnkation	17		µg/kg TS	2	1
Tributyltinnkation	34		µg/kg TS	2	1
Tetrabutyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Monooktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Dioktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Monofenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Difenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Trifenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1

Deres prøvenavn	P1-A 11.11.09 Sediment				
Labnummer	N00085544				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørrstoff (L)	63.1		%	1	V
As	7.97	2.11	mg/kg TS	1	H
Cd	0.722	0.186	mg/kg TS	1	H
Co	6.27	1.67	mg/kg TS	1	H
Cr	29.9	7.9	mg/kg TS	1	H
Cu	93.3	22.1	mg/kg TS	1	H
Hg	2.55	0.79	mg/kg TS	1	H
Ni	20.0	5.1	mg/kg TS	1	H
Pb	134	32	mg/kg TS	1	H
V	33.3	8.3	mg/kg TS	1	H
Zn	301	75	mg/kg TS	1	H
Tørrstoff (G)	68.8		%	2	1
Monobutyltinnkation	24		µg/kg TS	2	1
Dibutyltinnkation	66		µg/kg TS	2	1
Tributyltinnkation	120		µg/kg TS	2	1
Tetrabutyltinnkation	5.4		µg/kg TS	2	1
Monooktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Dioktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Monofenyltinnkation	<2.0		µg/kg TS	2	1
Difenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Trifenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1



Deres prøvenavn	P2-A 11.11.09 Sediment				
Labnummer	N00085545				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørstoff (L)	62.2		%	1	V
As	6.91	1.76	mg/kg TS	1	H
Cd	0.589	0.152	mg/kg TS	1	H
Co	5.72	1.54	mg/kg TS	1	H
Cr	26.1	6.9	mg/kg TS	1	H
Cu	62.5	14.8	mg/kg TS	1	H
Hg	1.47	0.46	mg/kg TS	1	H
Ni	18.4	4.8	mg/kg TS	1	H
Pb	126	30	mg/kg TS	1	H
V	28.0	7.0	mg/kg TS	1	H
Zn	254	64	mg/kg TS	1	H
Tørstoff (G)	66.7		%	2	1
Monobutyltinnkation	14		µg/kg TS	2	1
Dibutyltinnkation	56		µg/kg TS	2	1
Tributyltinnkation	210		µg/kg TS	2	1
Tetrabutyltinnkation	3.7		µg/kg TS	2	1
Monooktyltinnkation	<2.0		µg/kg TS	2	1
Dioktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Trisykloheksyltinnkation	<2.0		µg/kg TS	2	1
Monofenyltinnkation	<2.0		µg/kg TS	2	1
Difenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Trifenyltinnkation	<2.0		µg/kg TS	2	1
Reanalyse av Pb: 134 mg/kg TS og 118 mg/kg TS. Snitt benyttet. Utgangsanalyse viste 500 mg/kg TS av ukjente årsaker					

Deres prøvenavn	P3-A 11.11.09 Sediment				
Labnummer	N00085546				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørstoff (L)	75.2		%	1	V
As	4.76	1.22	mg/kg TS	1	H
Cd	0.414	0.106	mg/kg TS	1	H
Co	6.50	1.70	mg/kg TS	1	H
Cr	29.8	7.9	mg/kg TS	1	H
Cu	51.3	12.2	mg/kg TS	1	H
Hg	0.823	0.258	mg/kg TS	1	H
Ni	23.8	6.1	mg/kg TS	1	H
Pb	113	27	mg/kg TS	1	H
V	44.8	11.2	mg/kg TS	1	H
Zn	280	71	mg/kg TS	1	H
Tørstoff (G)	78.0		%	2	1
Monobutyltinnkation	2.7		µg/kg TS	2	1
Dibutyltinnkation	9.3		µg/kg TS	2	1
Tributyltinnkation	23		µg/kg TS	2	1
Tetrabutyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Monooktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Dioktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Monofenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Difenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Trifenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1



# Rapport

## N0907868

Page 9 (14)

100R0HTMT8G



Deres prøvenavn	P4-A 11.11.09 Sediment				
Labnummer	N00085547				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørrstoff (L)	88.6		%	1	V
As	2.20	0.58	mg/kg TS	1	H
Cd	0.0381	0.0108	mg/kg TS	1	H
Co	9.98	2.61	mg/kg TS	1	H
Cr	38.3	10.1	mg/kg TS	1	H
Cu	36.9	8.8	mg/kg TS	1	H
Hg	0.243	0.087	mg/kg TS	1	H
Ni	21.2	5.5	mg/kg TS	1	H
Pb	36.1	8.7	mg/kg TS	1	H
V	46.5	11.6	mg/kg TS	1	H
Zn	90.3	22.9	mg/kg TS	1	H
Tørrstoff (G)	89.4		%	2	1
Monobutyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Dibutyltinnkation	1.0		µg/kg TS	2	1
Tributyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Tetrabutyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Monooktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Dioktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Monofenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Difenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Trifenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1

Deres prøvenavn	P5-A 11.11.09 Sediment				
Labnummer	N00085548				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørrstoff (L)	84.8		%	1	V
As	0.666	0.192	mg/kg TS	1	H
Cd	<0.01		mg/kg TS	1	H
Co	11.4	3.0	mg/kg TS	1	H
Cr	23.7	6.3	mg/kg TS	1	H
Cu	19.2	4.6	mg/kg TS	1	H
Hg	<0.04		mg/kg TS	1	H
Ni	15.9	4.1	mg/kg TS	1	H
Pb	6.45	1.57	mg/kg TS	1	H
V	52.3	13.0	mg/kg TS	1	H
Zn	62.2	15.7	mg/kg TS	1	H
Tørrstoff (G)	83.2		%	2	1
Monobutyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Dibutyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Tributyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Tetrabutyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Monooktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Dioktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Monofenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Difenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Trifenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1

# Rapport

## N0907868

Page 10 (14)

100R0HTMT8G



Deres prøvenavn		P6-A 11.11.09 Sediment			
Labnummer		N00085549			
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørrstoff (L)	79.8		%	1	V
As	0.392	0.134	mg/kg TS	1	H
Cd	0.0347	0.0137	mg/kg TS	1	H
Co	8.40	2.19	mg/kg TS	1	H
Cr	20.3	5.4	mg/kg TS	1	H
Cu	12.4	3.0	mg/kg TS	1	H
Hg	<0.04		mg/kg TS	1	H
Ni	13.7	3.5	mg/kg TS	1	H
Pb	4.94	1.20	mg/kg TS	1	H
V	39.1	9.7	mg/kg TS	1	H
Zn	56.7	14.3	mg/kg TS	1	H
Tørrstoff (G)	83.4		%	2	1
Monobutyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Dibutyltinnkation	1.6		µg/kg TS	2	1
Tributyltinnkation	2.9		µg/kg TS	2	1
Tetrabutyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Monooktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Dioktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Monofenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Difenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Trifenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1

Deres prøvenavn		P7-A 11.11.09 Sediment			
Labnummer		N00085550			
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørrstoff (L)	75.2		%	1	V
As	0.740	0.208	mg/kg TS	1	H
Cd	<0.01		mg/kg TS	1	H
Co	9.30	2.43	mg/kg TS	1	H
Cr	34.5	9.1	mg/kg TS	1	H
Cu	27.9	6.6	mg/kg TS	1	H
Hg	<0.04		mg/kg TS	1	H
Ni	15.5	4.1	mg/kg TS	1	H
Pb	5.50	1.32	mg/kg TS	1	H
V	49.7	12.6	mg/kg TS	1	H
Zn	63.7	16.0	mg/kg TS	1	H
Tørrstoff (G)	80.6		%	2	1
Monobutyltinnkation	1.8		µg/kg TS	2	1
Dibutyltinnkation	2.4		µg/kg TS	2	1
Tributyltinnkation	4.7		µg/kg TS	2	1
Tetrabutyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Monooktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Dioktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Monofenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Difenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Trifenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1



# Rapport

## N0907868

Page 11 (14)

100R0HTMT8G



Deres prøvenavn	P8-A 11.11.09 Sediment				
Labnummer	N00085551				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørrstoff (L)	60.0		%	1	V
As	6.84	1.74	mg/kg TS	1	H
Cd	0.192	0.050	mg/kg TS	1	H
Co	13.1	3.4	mg/kg TS	1	H
Cr	44.8	11.8	mg/kg TS	1	H
Cu	39.8	9.4	mg/kg TS	1	H
Hg	0.445	0.144	mg/kg TS	1	H
Ni	35.2	9.3	mg/kg TS	1	H
Pb	33.3	8.0	mg/kg TS	1	H
V	62.8	15.6	mg/kg TS	1	H
Zn	120	30	mg/kg TS	1	H
Tørrstoff (G)	63.4		%	2	1
Monobutyltinnkation	4.9		µg/kg TS	2	1
Dibutyltinnkation	11		µg/kg TS	2	1
Tributyltinnkation	31		µg/kg TS	2	1
Tetrabutyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Monooktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Dioktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Monofenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Difenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Trifenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1

Deres prøvenavn	P9-A 11.11.09 Sediment				
Labnummer	N00085552				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørrstoff (L)	57.0		%	1	V
As	7.01	1.82	mg/kg TS	1	H
Cd	0.0597	0.0158	mg/kg TS	1	H
Co	14.3	3.7	mg/kg TS	1	H
Cr	47.8	12.7	mg/kg TS	1	H
Cu	36.6	8.7	mg/kg TS	1	H
Hg	0.339	0.114	mg/kg TS	1	H
Ni	37.1	9.5	mg/kg TS	1	H
Pb	29.8	7.2	mg/kg TS	1	H
V	72.1	17.9	mg/kg TS	1	H
Zn	118	30	mg/kg TS	1	H
Tørrstoff (G)	61.1		%	2	1
Monobutyltinnkation	9.8		µg/kg TS	2	1
Dibutyltinnkation	17		µg/kg TS	2	1
Tributyltinnkation	44		µg/kg TS	2	1
Tetrabutyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Monooktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Dioktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Monofenyltinnkation	<2.0		µg/kg TS	2	1
Difenyltinnkation	<2.0		µg/kg TS	2	1
Trifenyltinnkation	28		µg/kg TS	2	1

# Rapport

## N0907868

Page 12 (14)

100R0HTMT8G



Deres prøvenavn	P10-A 11.11.09 Sediment				
Labnummer	N00085553				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørrstoff (L)	63.0		%	1	V
As	9.31	2.37	mg/kg TS	1	H
Cd	0.186	0.048	mg/kg TS	1	H
Co	15.3	4.0	mg/kg TS	1	H
Cr	57.0	15.1	mg/kg TS	1	H
Cu	53.8	12.8	mg/kg TS	1	H
Hg	0.367	0.122	mg/kg TS	1	H
Ni	42.4	11.0	mg/kg TS	1	H
Pb	35.6	8.6	mg/kg TS	1	H
V	81.7	20.4	mg/kg TS	1	H
Zn	137	35	mg/kg TS	1	H
Tørrstoff (G)	61.1		%	2	1
Monobutyltinnkation	8.3		µg/kg TS	2	1
Dibutyltinnkation	20		µg/kg TS	2	1
Tributyltinnkation	68		µg/kg TS	2	1
Tetrabutyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Monooktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Dioktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Monofenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Difenyltinnkation	<2.0		µg/kg TS	2	1
Trifenyltinnkation	3.1		µg/kg TS	2	1

Deres prøvenavn	P11-A 11.11.09 Sediment				
Labnummer	N00085554				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørrstoff (L)	21.8		%	1	V
As	17.7	4.5	mg/kg TS	1	H
Cd	1.90	0.49	mg/kg TS	1	H
Co	12.6	3.3	mg/kg TS	1	H
Cr	66.8	17.7	mg/kg TS	1	H
Cu	281	67	mg/kg TS	1	H
Hg	2.77	0.86	mg/kg TS	1	H
Ni	39.7	10.2	mg/kg TS	1	H
Pb	165	39	mg/kg TS	1	H
V	93.1	23.2	mg/kg TS	1	H
Zn	540	135	mg/kg TS	1	H
Tørrstoff (G)	24.6		%	2	1
Monobutyltinnkation	48		µg/kg TS	2	1
Dibutyltinnkation	270		µg/kg TS	2	1
Tributyltinnkation	3200		µg/kg TS	2	1
Tetrabutyltinnkation	36		µg/kg TS	2	1
Monooktyltinnkation	<5.0		µg/kg TS	2	1
Dioktyltinnkation	2.9		µg/kg TS	2	1
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	1
Monofenyltinnkation	<10		µg/kg TS	2	1
Difenyltinnkation	15		µg/kg TS	2	1
Trifenyltinnkation	32		µg/kg TS	2	1



# Rapport

## N0907868

Page 13 (14)

100R0HTMT8G



Deres prøvenavn	P12-A 11.11.09 Sediment				
Labnummer	N00085555				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørrstoff (L)	17.4		%	1	V
As	17.1	4.5	mg/kg TS	1	H
Cd	2.16	0.56	mg/kg TS	1	H
Co	12.8	3.3	mg/kg TS	1	H
Cr	73.3	19.4	mg/kg TS	1	H
Cu	283	67	mg/kg TS	1	H
Hg	3.02	0.93	mg/kg TS	1	H
Ni	39.1	10.1	mg/kg TS	1	H
Pb	197	47	mg/kg TS	1	H
V	80.9	20.1	mg/kg TS	1	H
Zn	580	145	mg/kg TS	1	H
Tørrstoff (G)	23.8		%	2	1
Monobutyltinnkation	48		µg/kg TS	2	1
Dibutyltinnkation	340		µg/kg TS	2	1
Tributyltinnkation	1800		µg/kg TS	2	1
Tetrabutyltinnkation	30		µg/kg TS	2	1
Monooktyltinnkation	<5.0		µg/kg TS	2	1
Dioktyltinnkation	<5.0		µg/kg TS	2	1
Trisykloheksyltinnkation	<5.0		µg/kg TS	2	1
Monofenyltinnkation	<50		µg/kg TS	2	1
Difenyltinnkation	<50		µg/kg TS	2	1
Trifenyltinnkation	<50		µg/kg TS	2	1

Deres prøvenavn	P13-A 11.11.09 Sediment				
Labnummer	N00085556				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørrstoff (L)	22.0		%	1	V
As	21.0	5.4	mg/kg TS	1	H
Cd	2.03	0.53	mg/kg TS	1	H
Co	13.5	3.5	mg/kg TS	1	H
Cr	74.9	20.5	mg/kg TS	1	H
Cu	253	61	mg/kg TS	1	H
Hg	2.80	0.87	mg/kg TS	1	H
Ni	44.4	11.4	mg/kg TS	1	H
Pb	162	39	mg/kg TS	1	H
V	102	25	mg/kg TS	1	H
Zn	568	142	mg/kg TS	1	H
Tørrstoff (G)	24.9		%	2	1
Monobutyltinnkation	63		µg/kg TS	2	1
Dibutyltinnkation	300		µg/kg TS	2	1
Tributyltinnkation	1500		µg/kg TS	2	1
Tetrabutyltinnkation	20		µg/kg TS	2	1
Monooktyltinnkation	<5.0		µg/kg TS	2	1
Dioktyltinnkation	<5.0		µg/kg TS	2	1
Trisykloheksyltinnkation	<5.0		µg/kg TS	2	1
Monofenyltinnkation	<10		µg/kg TS	2	1
Difenyltinnkation	<10		µg/kg TS	2	1
Trifenyltinnkation	<30		µg/kg TS	2	1

# Rapport

## N0907868

Page 14 (14)

100R0HTMT8G



\* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Metodespesifikasjon	
1	<p>Analyse av tungmetaller (M-2)</p> <p>Metode: EPA metoder (modifisert) 200.7 og 200.8 (ICP-SFMS)            Forbehandling: Sikting 2 mm for jordprøver. Tørrstoffbestemmelsen er utført ved 105°C i henhold til svensk standard SS 028113.            Oppslutning: Prøven er tørket ved 50°C og metallinnholdet er TS-korrigert.            Jord: 5 ml kons. HNO<sub>3</sub> og 0,5 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> i mikrobølgeovn.            Sediment/slam: HNO<sub>3</sub>/vann (1:1) i mikrobølgeovn.</p>
2	<p>Bestemmelse av tinnorganiske forbindelser.</p> <p>Metode: DIN 19744            Ekstraksjon: Metanol/heksan            Rensing: Alumina            Derivatisering: Na tetraetyl borat (NaBEt<sub>4</sub>)            Deteksjon og kvantifisering: GC-AED            Kvantifikasjonsgrenser: 1 µg/kg TS</p>

Underleverandør <sup>1</sup>	
H	<p>ICP-SFMS</p> <p>Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige            Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 1087</p>
V	Våtkemi
1	<p>Ansvarlig laboratorium: GBA, Flensburger Strasse 15, 25421 Pinneberg, Tyskland            Akkreditering: DAR, registreringsnr. DAC-PL-0040-97</p>

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

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

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

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)

<sup>1</sup> Utførende teknisk enhet (innen ALS Scandinavia) eller laboratorium (underleverandør).



# Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



<b>Dokumentinformasjon/Document information</b>					
<b>Dokumenttittel/Document title</b> Risikovurdering av mudrede og tildekkede områder			<b>Dokument nr./Document No.</b> 20051785-00-514-R		
<b>Dokumenttype/Type of document</b>		<b>Distribusjon/Distribution</b>		<b>Dato/Date</b> 19. mars 2010	
<input checked="" type="checkbox"/> Rapport/Report		<input type="checkbox"/> Fri/Unlimited		<b>Rev.nr./Rev.No.</b> 0	
<input type="checkbox"/> Teknisk notat/Technical Note		<input checked="" type="checkbox"/> Begrenset/Limited			
		<input type="checkbox"/> Ingen/None			
<b>Oppdragsgiver/Client</b> Oslo Havn KF					
<b>Emneord/Keywords</b> Harbor, risk assessment, sediment, field measurements					
<b>Stedfesting/Geographical information</b>					
<b>Land, fylke/Country, County</b> Norge			<b>Havområde/Offshore area</b>		
<b>Kommune/Municipality</b> Oslo			<b>Felt navn/Field name</b>		
<b>Sted/Location</b> Bjørvika			<b>Sted/Location</b>		
<b>Kartblad/Map</b> 1914IV			<b>Felt, blokknr./Field, Block No.</b>		
<b>UTM-koordinater/UTM-coordinates</b> Sone 32 N6642603, E596951					
<b>Dokumentkontroll/Document control</b>					
<b>Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001</b>					
<b>Rev./Rev.</b>	<b>Revisjonsgrunnlag/Reason for revision</b>	<b>Egenkontroll/ Self review av/by:</b>	<b>Sidemanns- kontroll/ Colleague review av/by:</b>	<b>Uavhengig kontroll/ Independent review av/by:</b>	<b>Tverrfaglig kontroll/ Inter- disciplinary review av/by:</b>
0	Originaldokument	AO	EE		
<b>Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release</b>		<b>Dato/Date</b> 19. mars 2010		<b>Sign. Prosjektleder/Project Manager</b>  Audun Hauge	

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

Vi arbeider i følgende markeder: olje, gass og energi, bygg, anlegg og samferdsel, naturskade og miljøteknologi. NGI er en privat stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskap i Houston, Texas, USA.

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

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting in the geosciences. NGI develops optimum solutions for society, and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the oil, gas and energy, building and construction, transportation, natural hazards and environment sectors. NGI is a private foundation with office and laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter company in Houston, Texas, USA.

NGI was awarded Centre of Excellence status in 2002 and leads the International Centre for Geohazards (ICG).

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)



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

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

Avd Trondheim/Trondheim office:  
PO Box 1230 Pirseneteret  
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](mailto:ngi@ngi.no)  
[www.ngi.no](http://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