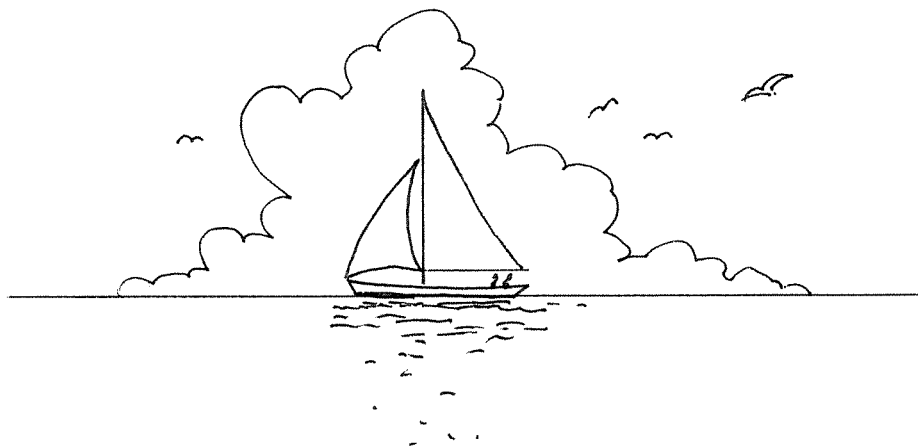


O-95060

Undersøkelse av
mudringsmasser i de
kommunale småbåthavner
i Bestumkilen, Ormsundet
og Paddehavet,
Indre Oslofjord 1995



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.: O-95060	Undernr.:
Løpenr.: 3276	Begr. distrib.:

Hovedkontor	Sørlandsavdelingen	Østlandsavdelingen	Vestlandsavdelingen	Akvaplan-NIVA A/S
Postboks 173, Kjelsås 0411 Oslo Telefon (47) 22 18 51 00 Telefax (47) 22 18 52 00	Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47) 37 04 30 33 Telefax (47) 37 04 45 13	Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47) 62 57 64 00 Telefax (47) 62 57 66 53	Thormøhlensgt 55 5008 Bergen Telefon (47) 55 32 56 40 Telefax (47) 55 32 88 33	Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47) 77 68 52 80 Telefax (47) 77 68 05 09

Rapportens tittel: Undersøkelse av mudringsmasser i kommunale småbåthavner i Bestumkilen, Ormsundet og Paddehavet, Indre Oslofjord, 1995	Dato: 13/06/95	Trykket: NIVA 1995
Forfatter(e): Roger M. Konieczny	Faggruppe: Marinøkologi	Geografisk område: Oslofjorden
	Antall sider: 23	Opplag:

Oppdragsgiver: Oslo kommune, park- og idrettsvesenet	Oppdragsg. ref.:
---	------------------

Ekstrakt: Sedimentprøver fra småbåthavner i Indre Oslofjord er undersøkt for innhold av utvalgte miljøgifter. De 16 prøvene viste overkonsentrasjoner av PCB i størrelse 15-350 ganger. Innholdet av tungmetaller var noe mer moderat, men lokalt i ble det påtruffet sterkt Hg- og Pb-forurensede sedimenter, maksimalt hhv. 215 og 80 ganger overkonsentrasjon i Paddehavet. På bakgrunn av resultatene kan det vurderes mudringstillatelse lokalt i indre deler av Bestumkilen, mens mudring i resterende undersøkte områder frarådes. Det bør ved eventuelle mudringsoperasjoner i de aktuelle områder stilles krav om spredningshindrende tiltak.

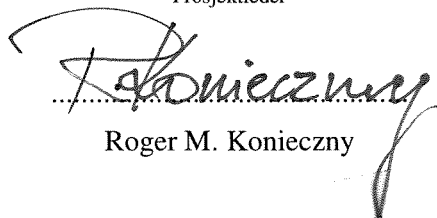
4 emneord, norske

1. Mudring
2. Marine sedimenter
3. Marinaer
4. Miljøgifter

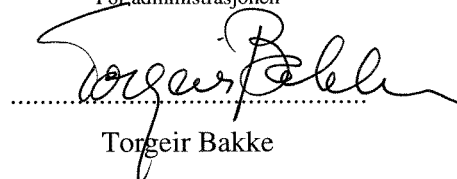
4 emneord, engelske

1. Dredging
2. Marine sediments
3. Marinas
4. Micro pollutants

Prosjektleder


Roger M. Konieczny

For administrasjonen


Torgeir Bakke

ISBN 82-577-2796-2

Norsk institutt for vannforskning

O-95060

**Undersøkelse av mudringsmasser i kommunale
småbåthavner i Bestumkilen, Ormsundet og
Paddehavet, Indre Oslofjord, 1995**

Prosjektleder:
Medarbeidere:

Roger M. Konieczny
Anette Juliussen
Tom Tellefsen

Forord

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) ble anmodet av Oslo kommune, park- og idrettsvesenet, om å foreta nødvendige undersøkelser i forbindelse med søknad om mudring i småbåthavner. NIVA's tilbud iht. pålegget gitt av Fylkesmannen i Oslo og Akershus ble oversendt oppdragsgiver 22.03.1995.

Kontaktperson hos oppdragsgiver har vært seksjonsleder Knut-Helge Strømsnes.

Prosjektet ble ledet av Roger M. Konieczny. Anette Juliussen og Tom Tellefsen utførte feltarbeidet med bistand fra oppdragsgiver.

Alle analyser ble utført ved NIVA's laboratorier av Unni Efraimsen, Helle Juul Rasmussen, Grete L. Sigernes, Liv Bryn og Marit Villø. Einar M. Brevik har stått for kvalitetssikring av organiske analyser.

Oslo, den 10. mai 1995


Roger M. Konieczny
Prosjektleder

Innhold

Forord	3
1. Sammendrag, konklusjoner og anbefalinger	5
2. Innledning	7
2.1. Generelt	7
2.2. Målsetting	7
3. Materiale og metoder	7
3.1. Feltarbeid	7
3.2. Prøvebehandling	7
3.3. Vedrørende PCB-analyser	8
4. Analyseresultater	8
4.1. PCB	8
4.2. Tungmetaller	9
4.3. TOC, tørrstoff og kornstørrelse	11
5. Forslag til tiltak	11
6. Litteraturhenvisninger	13
VEDLEGG	14

1. Sammendrag, konklusjoner og anbefalinger

Oslo kommune, park- og idrettsvesenet har fremmet ønske om å mudre oppgrunnet sjøbunn i en rekke av sine småbåthavner i Indre Oslofjord. Grunnet det generelle mudringsforbudet som gjelder krever myndighetene kjennskap til miljøgiftinnhold i de masser som ønskes mudret og eventuelt senere deponeres. Totalt ble det derfor undersøkt 16 sedimentprøver fra varierende sedimentdyp ned til 13.5 cm innenfor angitte mudringsområder i følgende småbåthavner:

- Område 1 - Karenslyst/Bestumkilen indre del, nær utløpet av Hofselva - 4 prøver
- Område 2 - Bestumkilen ved Oslo Motorbåtforening - 4 prøver
- Område 3 - Bestumkilen midtre del ved Ullern Båtforening - 2 prøver
- Område 4 - Bestumkilen ytre del ved Maritim Båtforening - 2 prøver
- Område 5 - Ormsundet ved Bispebrygga Båtforening - 2 prøver
- Område 6 - Paddehavet ved Bekkelaget Båtforening - 2 prøver

Antallet prøver innen de respektive mudringsområder ble ansett å være representative, selv om ikke alle angitte mudringslokaliteter ble prøvetatt. Dog var kjernene noe korte enkelte steder til å representere hele mudringsvolum. Årsaken lå i vanskelig plassering av prøvepunkter noe som ikke ga mulighet for anvendelse av tyngre prøvetakingsutstyr. Alle prøver ble analysert med hensyn på sitt innhold av følgende organiske miljøgifter, tungmetaller og støttparametere:

- Polyklorerte bifenyler - PCB (kongenerspesifikt)
- Tungmetaller - kvikksølv (Hg), kadmium (Cd) og bly (Pb)
- Totalt organisk karbon - %TOC
- Totalt tørrstoff - %TTS
- Kornstørrelse - % < 63 µm

Samtlige undersøkte sedimentprøver inneholdt overkonsentrasjoner av PCB i forhold til et "antatt høyt diffust bakgrunnsnivå", fra omlag 15 til nærmere 350 ganger. Tungmetaller forekom kun unntaksvis i høye konsentrasjoner. Mest markert var forekomsten av Hg med 2-90 ganger overkonsentrasjon. Utover dette må 80 ganger overkonsentrasjon for Pb lokalt i Paddehavet bemerkes.

Tabell 1 nedenfor gir en vurdering av resultatene på bakgrunn av tilstandsklasser for miljøgifter i marine sedimenter, og der de enkelte parametere er vektlagt (jfr. rekkefølge i tabellen) etter deres antatte betydning i miljøgiftsammenheng (giftighet, bioakkumulering, spredningspotensialet osv.). Det er i tabellen benyttet følgende klassifisering for de respektive miljøgiftparametere:

- ++ Meget tilfredsstillende dvs. konsentrasjon ned mot normal- eller bakgrunnsnivåer
- + Tilfredsstillende krav ved å tilhøre nedre del av tilstandsklasse III eller lavere
- (+) Tilfredsstillende konsentrasjon, men like under midtre del av tilstandsklasse III
- (÷) Grensetilfelle med konsentrasjon like over midtre del av tilstandsklasse III
- ÷ Ikke tilfredsstillende konsentrasjon eller over midtre del av tilstandsklasse III
- ÷ ÷ Svært høye eller ekstreme overkonsentrasjoner i tilstandsklasse IV og V

De ulike vurderinger i tabell 1 vedrørende sedimentenes egnethet ved mudring er skjønnsmessige og må kun oppfattes som anbefalinger. Mudringstillatelse og krav til mudringsoperasjoner avgjøres av de ansvarlige forurensningsmyndigheter.

Totalt sett kan det derfor konkluderes med at Område 1 innerst i Bestumkilen, rundt Hofselvas utløp, kan vurderes mudret. Likeledes Område 2 ved Oslo Motorbåtforenings kaianlegg. Derimot

frarådes i utgangspunktet mudring i de resterende områder, med unntak av de ytre deler av bunnen utenfor Bispebrygga Båtforening i Ormsundet. Ved eventuelle mudringstillatelser bør disse ledsages av krav om å hindre uønsket spredning av miljøgiftene. Omfanget av slik spredning kan i stor grad reduseres ved hjelp av siltgardiner eller lenser vertikalt fra overflate til sjøbunn.

Tabell 1. Vurdering av miljøgiftinnhold i sedimentprøver og deres egnethet mht. mudring.

Lokalitet- prøvestasjon	PCB	Hg	Cd	Pb	Total vurdering
Indre Bestumkilen - St. 1	÷ ÷	+	+	+	Kan vurderes mudret, men PCB i kl. 5, samt høy TOC og finfraksjon.
Indre Bestumkilen - St. 2	(÷)	+	+	++	Kan mudres, men noe forhøyet PCB og høy finfraksjon
Indre Bestumkilen - St. 3	(÷)	++	+	++	Kan mudres, men noe forhøyet PCB og høy finfraksjon
Indre Bestumkilen - St. 4	÷ ÷	+	÷	+	Kan vurderes mudret, men PCB i kl. 5, samt moderat TOC og høy finfraksjon.
Oslo Motorbåtforen. - St. 5	÷	+	+	++	Kan vurderes mudret, men PCB i kl. 4, samt moderat TOC og høy finfraksjon.
Oslo Motorbåtforen. - St. 6	÷ ÷	÷ ÷	÷ ÷	++	Mudring frarådes pga. høyt innhold av PCB , Hg og Cd.
Oslo Motorbåtforen. - St. 7	÷	÷	+	+	Kan vurderes mudret, men noe forhøyet PCB og Hg, samt høy finfraksjon.
Oslo Motorbåtforen. - St. 8	÷ ÷	+	+	++	Kan vurderes mudret, men PCB i kl. 5, samt høy finfraksjon.
Ullern Båtforening St. 9	÷ ÷	÷ ÷	(÷)	(+)	Mudring frarådes grunnet høyt innhold av PCB og Hg.
Ullern Båtforening St. 10	÷ ÷	÷ ÷	+	+	Mudring frarådes grunnet høyt innhold av PCB og Hg.
Maritim båtforening St. 11	÷ ÷	÷ ÷	÷ ÷	+	Mudring frarådes grunnet høyt innhold av PCB , Hg og Cd.
Maritim båtforening St. 12	÷ ÷	÷ ÷	÷ ÷	+	Mudring frarådes grunnet høyt innhold av PCB og Hg.
Ormsundet St. 13	÷ ÷	÷ ÷	(÷)	+	Mudring frarådes grunnet høyt innhold av PCB.
Ormsundet St. 14	÷	++	++	+	Kan vurderes mudret, men forhøyet PCB, samt moderat finfraksjon.
Paddehavet St. 15	÷ ÷	÷ ÷	÷	÷ ÷	Mudring frarådes pga. høyt innhold av PCB, Hg og Pb.
Paddehavet St. 16	÷ ÷	÷ ÷	÷	÷ ÷	Mudring frarådes pga. høyt innhold av PCB og Hg.

Det vil ved mudring i de aktuelle områder oppstå behov for forsvarlig deponering av de forurensede masser. Det foreslås et de forurensede massene forsegles permanent ved at det etableres et strandkantdeponi i utløpet av Hofselva. Mulighetene for en slik løsning må utredes særskilt, men vil kunne løse flere lokale forurensningsproblemer. Primært vil deponiet isolere forurenset bunn på selve deponistedet, motta forurensede masser fra tilstøtende områder (Bestumkilen og Frognerkilen) og fange opp deler av lokal tilrenning. Samtidig som forholdene bedres på bunnen ved en slik opprydding og igjen gjør de respektive båthavnene funksjonelle, skapes også tiltrengt nytt landareal på toppen av deponiet.

2. Innledning

2.1. Generelt

I forbindelse med mudring og deponering av mudringsmasser foreligger det et krav fra forurensningsmyndighetene om undersøkelse av de aktuelle massene. Kravet gjelder sedimentenes innhold av et utvalg miljøgifter (iht. SFT 1993) og deres kvalitet og sammensetning forøvrig. Dette for å hindre uønsket spredning av giftige stoffer til deler av miljøet som er mindre berørt av forurensning.

Oslo kommune, park- og idrettsvesenet har fremlagt et ønske om å foreta mudring i en rekke oppgrunnede småbåthavner i Indre Oslofjord. Situasjonen er i enkelte områder prekær fordi potensielt forurensede sedimenter kontinuerlig påvirkes og virvles opp som følge av båttrafikken. Spesielt anses påvirkningen og eventuell spredning å være stor i sommerhalvåret. NIVA ble anmodet om å forestå undersøkelsen og rapporten omfatter analyseresultatene, en skjønsmessig vurdering av disse, samt forslag til tiltak.

2.2. Målsetting

Formålet med den gjennomførte undersøkelsen har vært:

- Innsamling og beskrivelse av sedimenter fra angitte mudringsområder.
- Analyse med hensyn til et utvalg av miljøgifter og sedimentparametere.
- Vurdering av resultatene med hensyn til egnethet for mudring.
- Vurdering av eventuelle tiltaksløsninger

3. Materiale og metoder

3.1. Feltarbeid

Feltarbeidet ble gjennomført av NIVA-personell i perioden 30.- 31. mars 1995, med bistand fra Oslo kommune. Prøvestasjonene var valgt på forhånd i henhold til oppgitte mudringsområder. Det ble til innsamlingen fortrinnsvis benyttet en enkel kjerneprøvetaker, der dette lot seg gjøre. Alternativt, der bunnsedimentenes beskaffenhet gjorde denne type prøvetaking vanskelig, ble det benyttet en Ekman-grabb. Det bemerkes at de fleste angitte mudringsområder ikke ga grunnlag for anvendelse av tyngre og mer tradisjonelt prøvetakingsutstyr.

Totalt ble det prøvetatt 16 stasjoner og kjernelengdene var ned til 5-13.5 cm, for det meste 10-12 cm (kfr. vedlegg 1). Det ble laget blandprøvene av hele kjernens lengde i de enkelte prøvepunkter og prøvene anses å være representative både for mudringsarealene og de forurensede deler av mudringsvolumet (kfr. kart i vedlegg 1).

3.2. Prøvebehandling

Prøvematerialet ble gitt en generell visuell beskrivelse (jfr. vedlegg 1) og en representativ prøve for lokaliteten tatt ut. Alle prøver ble lagt på spesialrensede glass og umiddelbart transportert til

NIVA for nedfrysing begge dager. Senere ble materialet opparbeidet samlet etter NIVA's standardiserte metoder og analysert utført etter akkreditert metodikk ved laboratoriet.

3.3. Vedrørende PCB-analyser

I de utførte PCB-analyser oppgis det to summerte verdier hhv. sum av syv forbindelser (PCB-7) og summen av ti kongener (sum PCB). På bakgrunn av PCB-7 beregnes innholdet av total PCB ved å multiplisere med en faktor 2 (kfr. Knutzen og Green 1995). Det blir også i de nevnte analyser kvantifisert enkelte andre persistente klororganiske komponenter (se vedlegg 2). Forekomsten av disse blir ikke vektlagt i denne undersøkelsen, men nevnes kort under kap. 4.1.

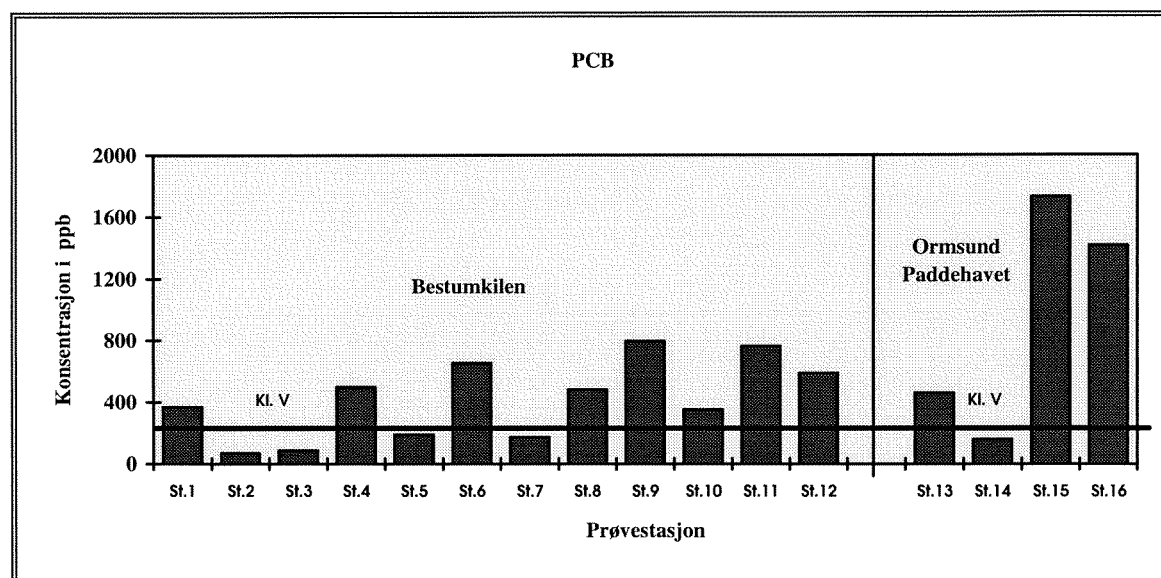
4. Analyseresultater

Rådata for de respektive analyseserier er gitt i vedlegg 2-4 og blir derfor i dette kapittelet kun kort kommentert i relasjon til gjeldende tilstandsklasser for marine sedimenter i Norge (SFT 1993).

4.1. PCB

Variasjonen i sedimentenes innhold av beregnet total PCB var i Bestumkilen 70-796 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt (jfr. vedlegg 2), med et gjennomsnitt for dette området (n=12) på 418 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt (figur 1). Gjennomsnittet tilsvarer tilstandsklasse V (meget dårlig tilstand) og nærmere 70% av prøvene falt inn under denne kategorien. Myndighetenes krav til nivå av PCB i marine sedimenter som skal mudres er angitt til omkring 60 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt dvs. midt i tilstandsklasse III (SFT 1993).

Tilsvarende variasjon for området Ormsund/Paddehavet var for total PCB på 160-1732 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt (jfr. vedlegg 2). Gjennomsnittet for Ormsund (n=2) var noe lavere enn for Bestumkilen med 310 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt, mens Paddehavet lå atskillelig høyere med gjennomsnitt (n=2) på 787 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt (figur 1).



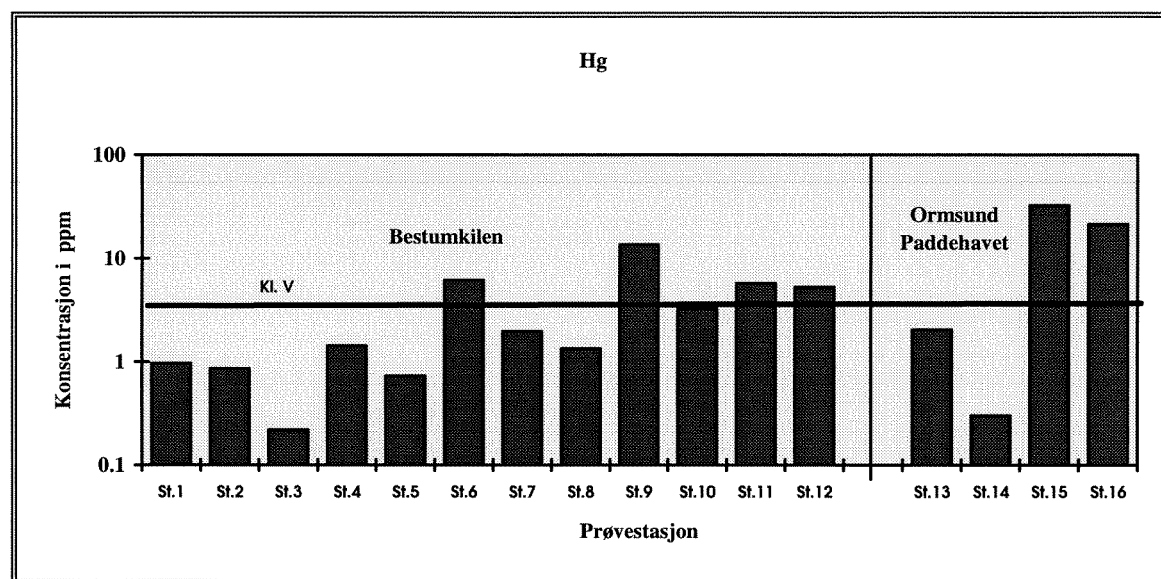
Figur 1. Total-PCB i sedimenter fra småbåthavner Indre Oslofjord, 1995. Linjen 300 ppb representerer nedre grense for tilstandsklasse V (meget dårlig tilstand).

Totalt sett representerer PCB-forekomstene overkonsentrasjoner i området 15-350 ganger det antatte bakgrunnsnivået og er i samsvar med tidligere observasjoner fra disse områdene, selv om nivåene i Paddehavet er blant de høyeste som noen gang er registrert i fjordens øvre sedimentlag (Koniczny 1992, 1994).

Det ble registrert så mye som 20-40 µg/kg tørrvekt for sum DDT i halvparten av prøvene, mens kun en prøve innerst i Bestumkilen hadde nevneverdig mengder heksaklorbensen dvs. 15 µg/kg tørrvekt (vedlegg 2). Forekomstene representerer overkonsentrasjoner på 30-80 ganger, noe som representerer tilstandsklasse IV (dårlig).

4.2. Tungmetaller

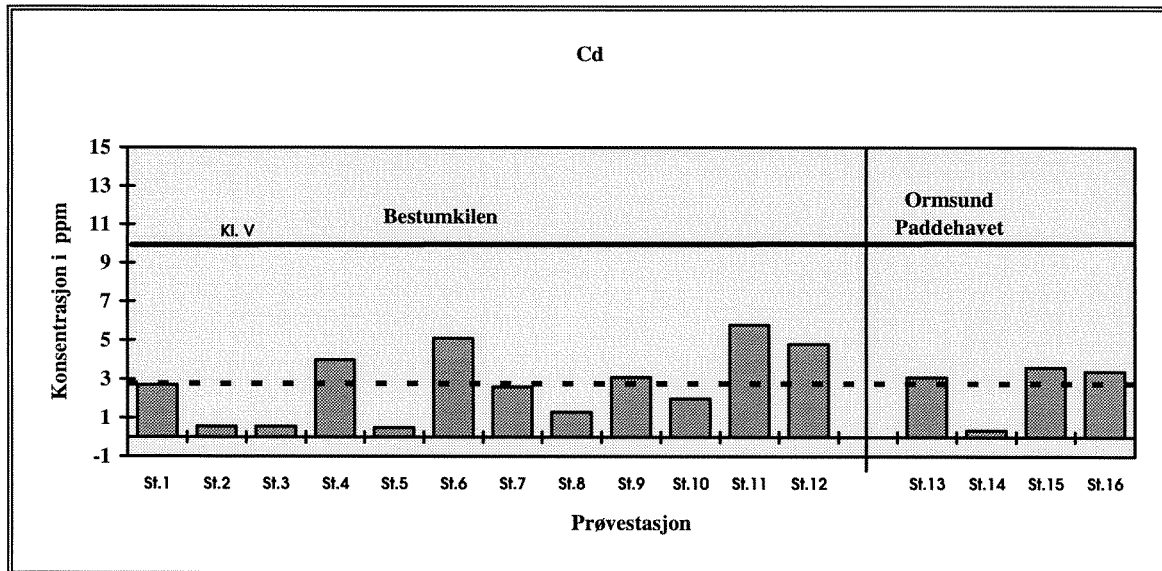
Sedimentenes innhold av tungmetaller var svært varierende. Gjennomgående var forekomsten av Hg mest markert. Nivåene for Hg lå i intervallet 0.30-32.3 mg/kg tørrvekt og representerer 2-215 ganger overkonsentrasjon (figur 2 og vedlegg 3).



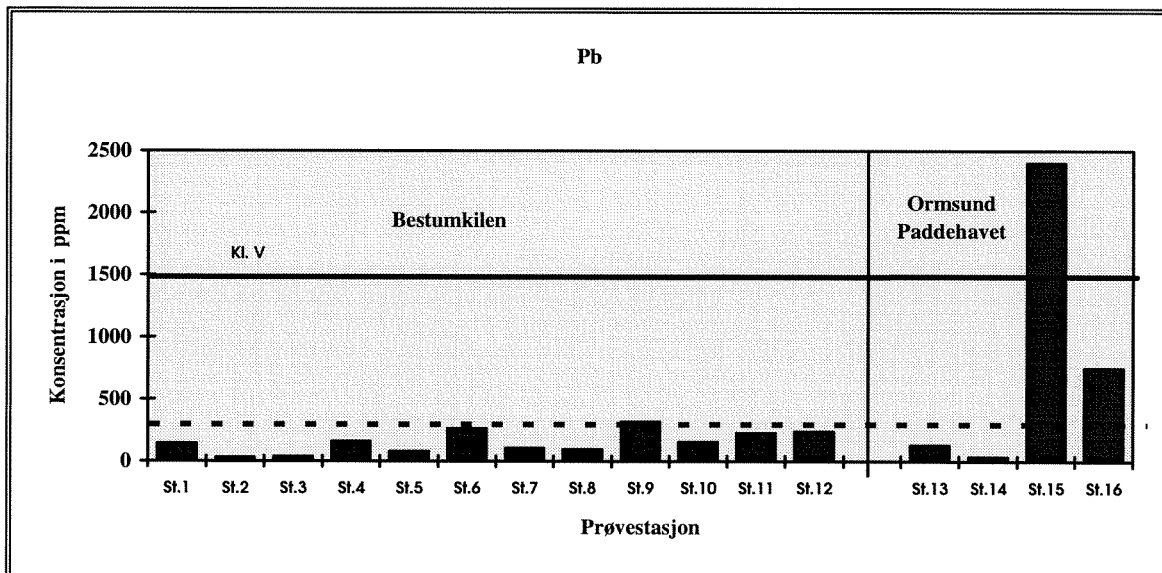
Figur 2. Hg i sedimenter fra småbåthavner Indre Oslofjord, 1995. Linjen 5 ppm representerer nedre grense for tilstandsklasse V (meget dårlig tilstand). Merk! Log-skala.

Den gjennomsnittlige Hg-konsentrasjonen i Bestumkilen var 3.44 mg/kg tørrvekt (n = 12) og noe høyt sammenliknet med akseptabel øvre grense ved mudring på ca. 1.8 mg/kg tørrvekt. Det må også poengteres at konsentrasjonen målt på St. 15 i Paddehavet er den høyeste verdien noen gang observert i Oslofjorden (jfr. f. eks. Skei 1977, Kirkerud et al. 1979, Koniczny 1992).

Konsentrasjonene av Cd var noe mer moderate og lå mellom 0.36-5.8 mg/kg tørrvekt eller ca. 1-23 ganger overkonsentrasjon (vedlegg 3). Den akseptable øvre grense for Cd-innhold ved mudring er ca. 3 mg/kg tørrvekt. Gjennomsnittskonsentrasjonene for både Bestumkilen og Ormsundet/Paddehavet lå generelt under eller omkring denne grensen (figur 3). Lokalt ble det dog målt klart forhøyede konsentrasjoner, men disse er ikke unormale i tilsvarende områder i Oslo havneområde (Koniczny 1994).



Figur 3. Cd i sedimenter fra småbåthavner Indre Oslofjord, 1995. Linjen 10 ppm representerer nedre grense for tilstandsklasse V (meget dårlig tilstand) og stiplet linje er middelnivået i tilstandsklasse III.

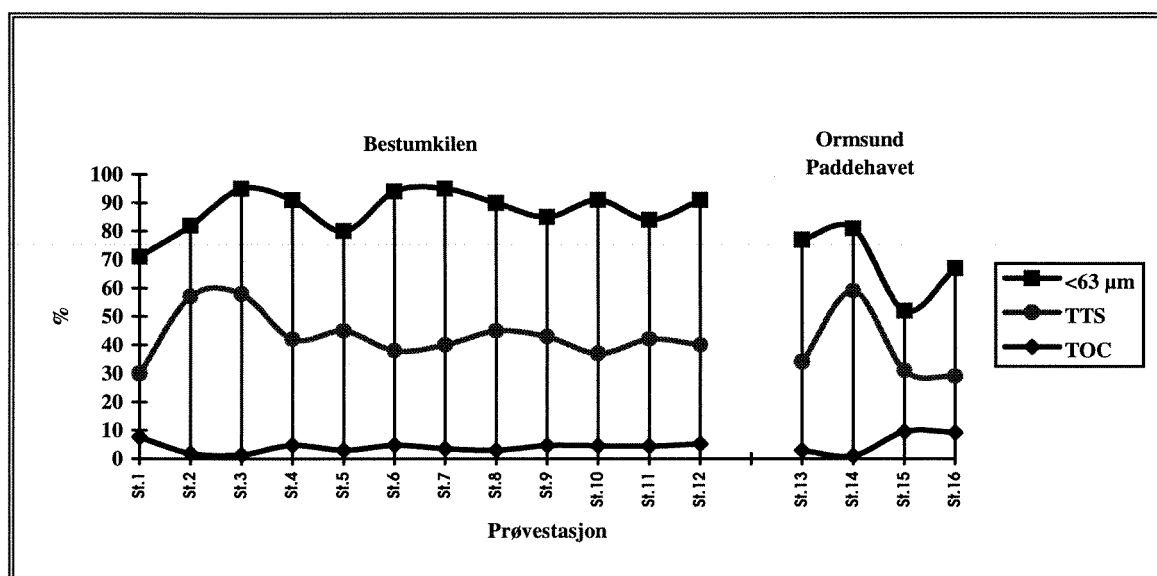


Figur 4. Pb i sedimenter fra småbåthavner Indre Oslofjord, 1995. Linjen 1500 ppm representerer nedre grense for tilstandsklasse V (meget dårlig tilstand) og stiplet linje er middelnivået i tilstandsklasse III.

Sedimentenes innhold av Pb varierte mellom 32-2400 mg/kg tørrvekt som tilsvarer ca. 1-80 ganger overkonsentrasjon (vedlegg 3). Gjennomsnittet for Bestumkilen var 155 mg/kg tørrvekt og samtlige prøver fra området hadde konsentrasjoner under den grenseverdien for mudring (360 mg/kg). Kun de to prøvene fra Paddehavet innholdt nivåer som overskred denne grensen (figur 4). Den ene av disse, igjen St. 15, viste den høyeste Pb-konsentrasjonen noen gang målt i sedimenter fra Oslofjorden (jfr. f. eks. Skei 1977, Kirkerud et al. 1979, Konieczny 1992).

4.3. TOC, tørrstoff og kornstørrelse

Alle sedimentprøvene (n = 16) var forholdsvis bløte og hadde derfor relativt lavt tørrstoffinnhold med 29-59% (gjennomsnitt 42%). Med få unntak var det også høyt innhold av organisk stoff, med TOC-verdier opp mot 10% (gjennomsnitt 4.5%). Høyest organisk innhold ble målt i prøvene fra Paddehavet (vedlegg 3 og figur 5).



Figur 5. Kornstørrelse (<63 µm), tørrstoff og total organisk karbon fra småbåthavner Indre Oslofjord, 1995.

Finfraksjonen (kornstørrelse <63µm) varierte mellom 52-95% og med et gjennomsnitt på 83% (vedlegg 4). Disse sedimentkarakterene stemmer bra overens med tidligere observasjoner i Indre Oslofjord (Konieczny 1994).

5. Forslag til tiltak

Ved eventuelle mudringsoperasjoner bør det tas forbehold mot spredning av tilstedeværende miljøgifter. En spredning vil primært foregå via partikler oppvirvlet i vannmassene. Omfanget av slik spredning kan i stor grad elimineres ved hjelp av siltgardiner eller lenser etablert vertikalt fra overflaten og helt ned til sjøbunnen. For å øke effekten kan det f. eks. benyttes flere slike gardiner i serie utover i Bestumskilen. Avstanden mellom siltgardinene vil være avgjørende for det vannvolum de oppvirvlede partikler kan spres til. Lite vannvolum vil redusere mengden partikler

som lar seg resuspendere og samtidig øke flokkulering og påfølgende resedimentering. Det forekommer normalt også en spontanutlekking av miljøgifter i løst form ved forstyrrelser av sedimentene. Stor partikkeltetthet vil derfor også øke adsorpsjonen av miljøgiftene til partikler.

I tillegg til det nevnte spredningstiltak bør all mudring foregå kontrollert innenfor kortest mulig tidsrom og på en egnet årstid. Man kan med fordel også dra nytte av mer naturgitte forhold som stigende tidevann og lagdeling i vannmassene (sprangsjikt).

Det vil ved mudring i de aktuelle områder oppstå behov for deponering av de forurensede masser. Totalt sett tilsier ikke graden av forurensning at massene uten videre kan deponeres i sjø. Dette skaper et behov for mellomlagring av massene inntil avgjørelser om behandling eller alternativ løsning er tatt. Dette kan imidlertid unngås dersom det tas stilling til et mer permanent tiltak, som er nærliggende å vurdere. De forurensede massene som her er undersøkt kan ved kjente metoder forflyttes inn i et etablert strandkantdeponi. Et slikt deponi kan sansynnlvis etableres i de indre deler av Betumkilen, der hvor Hofselva har sitt utløp i dag. Tilsvarende løsningsforslag er kjent internasjonalt og er tidligere skissert for andre lokaliteter i Oslo havn (NGI 1992, Hauge et al. 1995, Nesse et al. 1995).

Ved å avskjerme den ytre del av bekkeoset med en steinfylling (sjeté) med tettningslag på innsiden, kan forurensede masser fra tilstøtende områder legges inn. Vekselvis innfylling av steinmasser og forurensede sedimenter kan deretter foretas opptil samme nivå som omkringliggende landareal. Forurensede masser vil gradvis fylle hulrommene i steinfyllingen og på den måten isoleres over tid. Det kan også legges en geotekstil eller annen form for sikring over dagens bunn, før sjetéen og deponiet etableres.

Ved anlegg av deponiet i det nevnte område vil det bli nødvendig å lede Hofselvas nedre løp i kulvert eller rør utenom selve deponiet. Ved stranddeponier må også virkningene av grunnvannstilstrømmning, overflateavrenning og tidevannsutvekslingen vurderes. Disse forhold har en viss betydning for deponiets utforming og lar seg i de fleste tilfeller kontrollere ved drenering. Positive forhold som følger av et slikt deponi er:

- Isolering av eventuelle forurensede masser der deponiet etableres, dvs. miljøgiftenes tilgjengelighet elimineres.
- Mulighet for å tilføre forurensede masser fra andre steder i nærområdet.
- Sjøbunnen der massene fjernes blir tilnærmet "restaurert" og kan benyttes uten restriksjoner
- Det kan etableres nytt landareal over deponiet.

6. Litteraturhenvisninger

- Hauge, A., R. M. Konieczny og A. S. Eikum, 1995.** Landinnvinning og massedeponier i Oslo Havn. Sammendrag og anbefalinger. Felles rapport NGI/NIVA/Aquateam nr. 944053-9 (rev. 1), 40s.
- Kirkerud, L., J. Magnusson, G. Nilsen og J. Skei, 1979.** Undersøkelse av hydrografiske og biologiske forhold i Indre Oslofjord. Overvåkingsprogram - Årsrapport 1978. NIVA-rapport, O-71160, l. nr. 1140, 81s.
- Knutzen, J. og Green, N. W., 1995.** "Bakgrunnsnivåer" av miljøgifter i fisk, blåskjell og reker. Data fra utvalgte norske prøvesteder innen den felles overvåking under Oslo-Paris-kommisjonen. (Joint Monitoring Programme - JMP) 1990-1993. SFT-overvåkingsrapport nr. 594/95, TA-nr. 1173/1995, NIVA-rapport O-80106/E-91412, ISBN 82-577-2678-8. (under utarbeidelse)
- Konieczny, R.M., 1992.** Kartlegging og vurdering av forurensningssituasjonen i området Bjørvika - Bispevika, Oslo havn. NIVA-rapport nr. O-92024, l. nr. 2808, 87s. ISBN 82-577-2076-3.
- Konieczny, R.M., 1994.** Miljøgiftundersøkelser i Indre Oslofjord. Delrapport 4. Miljøgifter i sedimenter. SFT-overvåkingsrapport nr. 561/94, TA nr. 1074/1994. NIVA-rapport nr. O-921311, l. nr. 3094, 134s. ISBN 82-577-2564-1.
- Nesse, S., A. Hauge, A. Eikum og R. M. Konieczny, 1995.** Mudring og disponering av sedimenter - Statusrapport etter Dredging '94. Felles rapport DNVI/NGI/Aquateam/NIVA nr. 95-3216, 49s.
- NGI, 1992.** Oslo Havnebasseng - forurensning. Plan for utfylling av Bispevika. NGI-rapport nr. 924006-2 (rev. 1), 21s.
- SFT, 1993.** Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon. (Classification of environmental quality in fjords and coastal waters. Short version). SFT-veiledning Nr. 93:02, TA-922/1993, 20s. ISBN 82-7655-102-5.
- Skei, J., 1977.** Sedimentundersøkelser i Bekkelagsbassenget Januar 1977. NIVA-rapport, O-34/76, 45s.

VEDLEGG

MUDRING AV SMÅBÅTHAVNER I INDRE OSLOFJORD 1995
Prosjekt: O-95060 - Feltrapport: 30-31 mars 1995. Observatører: TOM/ANE.

Lokalitet Nr. 1 - Indre Bestumkilen (volum 4600 m³)

Stasjon 1 - NIVA lab. kode HOD 1

Område 4, ved utløpet av Hofselva (volum 1500 m³).

Kjernelengde 0-11.5 cm tatt med kjerneprøvetaker.

Beskrivelse: Brungult lyst topplag 0-2.5 cm over svart ensartet lag til bunnen. Sterk H₂S-lukt og visuell olje i prøven.

Stasjon 2 - NIVA lab. kode HOD 2

Område 2, ved pælerad (volum 2250 m³).

Kjernelengde: 0-11 cm tatt med kjerneprøvetaker.

Beskrivelse: Gråbrunt, bløtt topplag 0-3 cm med sort islett over mørk gråbrunt lag siltig leire ned til 8 cm. Videre grå siltig leire til bunnen. Svak H₂S-lukt.

Stasjon 3 - NIVA lab. kode HOD 3

Område 3, innerst i kaianlegg mellom utrigger B og D mot elva (volum 400 m³).

Kjernelengde: 0-10.5 cm tatt med kjerneprøvetaker.

Beskrivelse: Lyst brungult, bløtt topplag 0-1.5 cm over grå, siltig leire med lommer av slam og svart materiale til 7.5 cm. Derfra grå siltig leire mot bunnen.

Stasjon 4 - NIVA lab. kode HOD 4

Område 1, innseiling kaianlegg ved utrigger F (volum 450 m³).

Kjernelengde: 0-12 cm tatt med kjerneprøvetaker.

Beskrivelse: Lyst, bløtt, omrørt topplag 0-2 cm over bløtt, svart leirlag fra 2-10 cm. Derfra svart og noe fastere siltig leire ned. Kraftig H₂S-lukt og visuell olje i prøven.

Lokalitet Nr. 2 - Bestumkilen ved Oslo Motorbåtforening (volum 9545 m³)

Stasjon 5 - NIVA lab. kode HOD 5

Område 2, ytterst i kaianlegg, mot vest mellom utrigger K og M (volum 225 m³).

Kjernelengde: 0-5 cm tatt med Ekman-grabb.

Beskrivelse: Lysebrunt, bløtt topplag 0-1 cm over mørkgrå, siltig leire til 5 cm. Derfra tett leire videre nedover pga. steinsetting.

Stasjon 6 - NIVA lab. kode HOD 6

Område 4 sentralt i kaianlegg, mot nord mellom utrigger C og E (volum 1300 m³).

Kjernelengde: 0-11 cm tatt med kjerneprøvetaker.

Beskrivelse: Lyst, brungult, bløtt topplag 0-2.5 cm over mørkbrunt til svart, vekslende siltige leirlag nedover til bunnen.

Stasjon 7 - NIVA lab. kode HOD 7

Område 8 sentralt i kaianlegg, mot syd mellom utrigger D og F (volum 1400 m³).

Kjernelengde: 0-12 cm tatt med kjerneprøvetaker.

Beskrivelse: Lyst, brungult bløtt topplag 0-0.5 cm over brunt siltig lag 0.5-10 cm. Derfra mørkgrå til svart silt 10-12 cm. H₂S-lukt.

Stasjon 8 - NIVA lab. kode HOD 8

Område 6, innerst i kaianlegg, mot øst innenfor utrigger A og B (volum 900 m³).

Kjernelengde: 0-12 cm tatt med kjerneprøvetaker.

Beskrivelse: Lysebrunt, bløtt topplag 0-1.5 cm over mørkgrå til brunlig fast leirig silt 1.5-7 cm. Derfra lysere gråbrun bløtere leire nedover.

Lokalitet Nr. 3 - Bestumkilen ved Ullern Båtforening (volum 1525 m³)

Stasjon 9 - NIVA lab. kode HOD 9

Område 2, strandsonen mot øst (volum 400 m³).

Kjernelengde: 0-8.5 cm tatt med kjerneprøvetaker.

Beskrivelse: Lysebrunt, bløtt tynt topplag 0-0.5 cm over svart siltig leire med innslag av skjellsand. Observert levende nettsnegl.

Stasjon 10 - NIVA lab. kode HOD 10

Område 1, strandsonen mot vest (volum 1125 m³).

Kjernelengde: 0-15 cm tatt med kjerneprøvetaker.

Beskrivelse: Lysebrunt bløtt tynt topplag 0-3 cm over svart siltig leire ned til 12 cm med innslag av skjellsand. Derfra grå siltig leire og kraftig H₂S-lukt.

Lokalitet Nr. 4 - Bestumkilen ved Maritim Båtforening (volum 1750 m³)

Stasjon 11 - NIVA lab. kode HOD 11

Område 1, ytterst ved langs brygge E og pælerad (andel av volum 1750 m³).

Kjernelengde: 0-11.5 cm tatt med kjerneprøvetaker.

Beskrivelse: Lysebrunt bløtt topplag 0-2 cm over svart siltig leire med økende innslag av skjellsand mot bunnen. Svak H₂S-lukt.

Stasjon 12 - NIVA lab. kode HOD 12

Område 1, innerst ved servicebrygge mot roklubben (andel av volum 1750 m³).

Kjernelengde: 0-13 cm tatt med kjerneprøvetaker.

Beskrivelse: Lysebrunt, bløtt topplag 0-2.5 cm over mørkebrun til svart siltig leire nedover. Sterk H₂S-lukt.

Lokalitet Nr. 5 - Ormsund ved Bispebrygga Båtforening (volum 2500 m³)

Stasjon 13 - NIVA lab. kode HOD 13

Område 1, ytre del av angitt mudringsområde (andel av volum 2500 m³).

Kjernelengde: 0-12 cm tatt med kjerneprøvetaker.

Beskrivelse: Gulbrunt bløtt topplag 0-2.5 cm over vekslende gråsvart, siltig leire og skjellsand nedover. Sterk H₂S-lukt.

Stasjon 14 - NIVA lab. kode HOD 14

Område 1, indre del av angitt mudringsområde, innenfor steinrygg (andel av volum 2500 m³).

Kjernelengde: 0-13.5 cm tatt med kjerneprøvetaker.

Beskrivelse: Gulbrunt, bløtt topplag 0-2 cm over mørkegrått siltig leirlag til 4 cm. Derfra grå siltig leire med innslag av svart 12-13.5 cm. Sterk H₂S-lukt.

Lokalitet Nr. 6 - Paddehavet ved Bekkelaget Båtforening (volum 340 m³)

Stasjon 15 - NIVA lab. kode HOD 15

Område 1, nord for slipp (volum 100 m³).

Kjernelengde: 0-10 cm tatt med kjerneprøvetaker.

Beskrivelse: Gråsvart, bløtt topplag 0-2 cm over svart, siltig leire med innslag av brune lag og lommer med skjellsand nedover. Sterk H₂S-lukt og visuell olje i prøven.

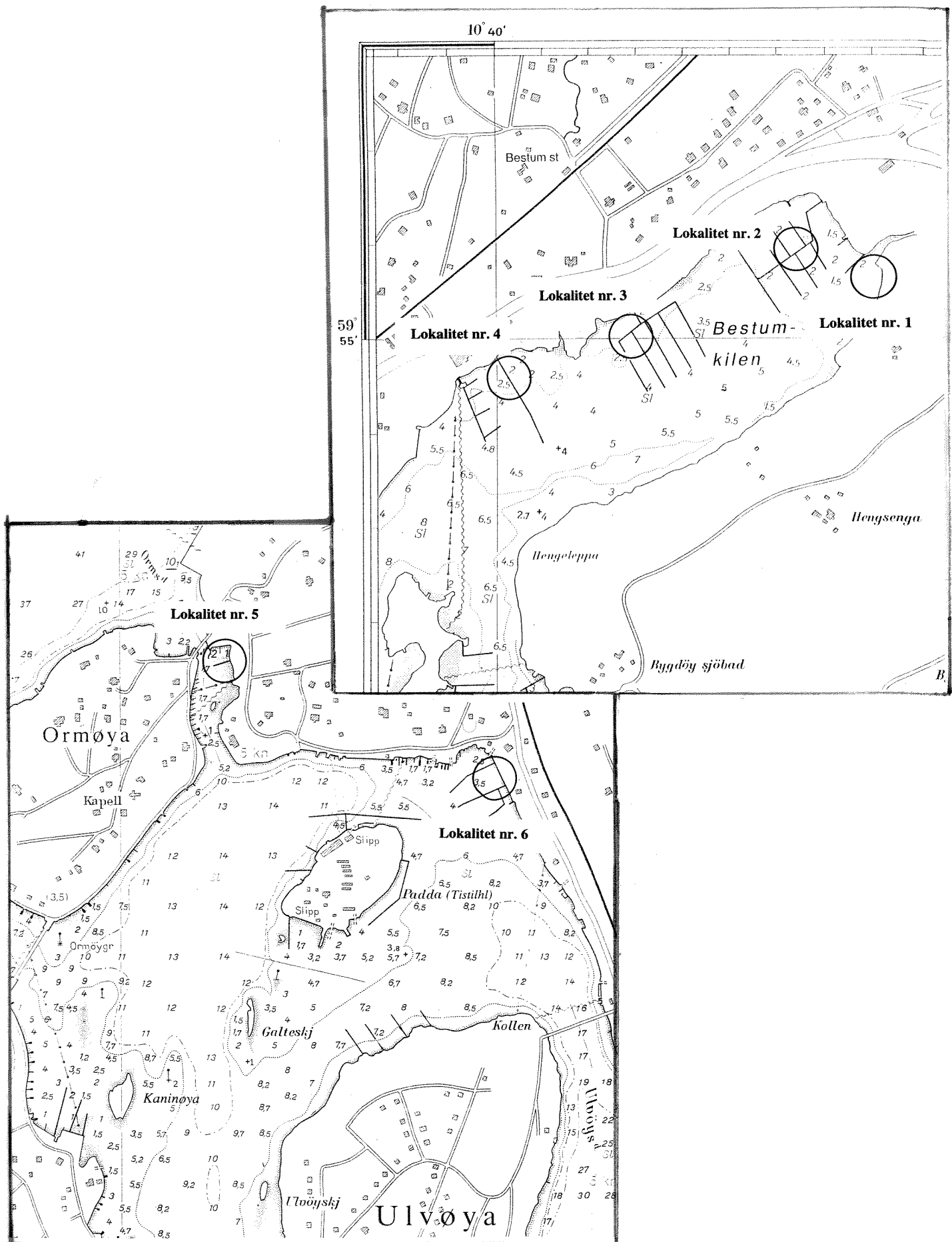
Stasjon 16 - NIVA lab. kode HOD 16

Område 3, syd for slipp (volum 160 m³).

Kjernelengde: 0-10 cm tatt med kjerneprøvetaker.

Beskrivelse: Brunt, tynt og bløtt topplag 0-1 cm over svart, siltig leire med innslag av brune lag og lommer med skjellsand nedover.

Merk ! De angitte stasjonsnummer 1-16 er benyttet i sammendragstabellen, samt i figurer og tekst andre steder i rapporten. NIVA lab. kode refererer til vedlagte rådatatabeller.



NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : OSLOMUD
 Oppdragsnr. : 95060
 Prøver mottatt : 31.03.95
 Lab.kode : HOD1-6
 Jobb.nr. : 95/82
 Prøvetype : Sediment
 Kons. i : Ug/kg tørrvekt
 Dato : 15.05.95
 Analytiker : SIG Godkjent : EMB

1:Bestumk.Utl.Hoffselv,0-11,5cm
 2:Bestumk.Kaianl.-Pæler,0-11cm
 3:Bestumk.Karenslyst,0-10.5cm
 4:Bestumk.Innseil.st.,0-12cm
 5:Bestumk.1 Oslombf.,0-5cm
 6:Bestumk.2 Oslombf.,0-11cm

Parameter/prøve	1	2	3	4	5	6
5-CB	1	<1	<1	1	<1	1
a-HCH	2	<1	<1	<1	<1	<1
HCB	4	1	1	15	2	3
g-HCH	3	<1	<1	<1	<1	<1
PCB 28	14	3	4	24	7	33
PCB 52	38	8	10	49	17	69
OCS	<1	<1	<1	1	<1	<1
PCB 101	33	6	7	41	14	54
p,p-DDE	9	2	3	17	5	17
PCB 118	37	6	6	42	23	62
p,p-DDD	7	2	4	21	1	19
PCB 153	22	4	6	33	12	40
PCB 105	21	3	6	22	14	32
PCB 138	26	5	6	37	15	42
PCB 156	4	1	1	6	2	6
PCB 180	14	3	4	23	7	26
PCB 209	<1	<1	<1	<1	1	1
SUM PCB	209	39	50	277	112	365
SUM SEVEN DUTCH PCB	184	35	43	249	95	326
%Fett						
%Tørrstoff	30.2	56.7	58.2	41.9	45.2	38.8

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : OSLOMUD
 Oppdragsnr. : 95060
 Prøver mottatt : 31.03.95
 Lab.kode : HOD7-12
 Jobb.nr. : 95/82
 Prøvetype : Sediment
 Kons. i : Ug/kg tørrvekt
 Dato : 15.05.95
 Analytiker : SIG Godkjent : EMB

1:Bestumk.3 Oslombf.,0-12cm
 2:Bestumk.4 Oslombf.,0-12cm
 3:Bestumk.1 Ullernmbf.,0-8,5cm
 4:Bestumk.2 Ullernmbf.,0-15cm
 5:Bestumk.1 Maritimbf.,0-11,5cm
 6:Bestumk.2 Maritimbf.,0-13cm

Parameter/prøve	1	2	3	4	5	6
5-CB	<1	<1	1	<1	1	<1
a-HCH	<1	<1	<1	1	<1	<1
HCB	1	1	1	<1	6	4
g-HCH	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PCB 28	8	24	53	18	44	27
PCB 52	18	57	99	49	101	69
OCS	<1	<1	<1	<1	1	1
PCB 101	15	39	69	29	63	47
p,p-DDE	9	10	16	9	16	12
PCB 118	14	46	77	38	77	63
p,p-DDD	16	5	4	6	11	8
PCB 153	12	28	38	16	32	32
PCB 105	8	24	29	23	34	28
PCB 138	12	29	33	17	43	33
PCB 156	2	5	5	3	6	6
PCB 180	8	18	29	9	22	23
PCB 209	1	<1	<1	<1	1	2
SUM PCB	98	270	432	202	423	330
SUM SEVEN DUTCH PCB	87	241	398	176	382	294
%Fett						
%Tørrstoff	39.5	45	43.2	36.6	41.9	39.8

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : OSLOMUD
 Oppdragsnr. : 95060
 Prøver mottatt : 31.03.95
 Lab.kode : HOD13-16
 Jobb.nr. : 95/82
 Prøvetype : Sediment
 Kons. i : Ug/kg tørrvekt
 Dato : 15.05.95
 Analytiker : SIG Godkjent : EMB

1:Ormsund,1 Bispebr.bf.,0-12cm 4:Paddeh.,2 Bekkel.bf.0-10cm
 2:Ormsund,2 Bispebr.bf.,0-13,5cm 5:
 3:Paddeh.,1 Bekkel.bf.,0-10cm 6:

Parameter/prøve	1	2	3	4	5	6
5-CB	<1	<1	<1	<1		
a-HCH	<1	<1	<1	<1		
HCB	1	<1	<1	<1		
g-HCH	<1	<1	<1	<1		
PCB 28	32	18	109	92		
PCB 52	71	37	275	193		
OCS	<1	<1	<1	<1		
PCB 101	37	10	173	139		
p,p-DDE	9	3	35	31		
PCB 118	42	10	173	164		
p,p-DDD	3	<1	5	6		
PCB 153	19	2	57	47		
PCB 105	25	4	80	89		
PCB 138	22	2	62	55		
PCB 156	3	<1	8	7		
PCB 180	7	1	17	18		
PCB 209	<1	<1	<1	<1		
SUM PCB	258	84	954	804		
SUM SEVEN DUTCH PCB	230	80	866	708		
%Fett						
%Tørrstoff	34.2	58.6	30.5	28.9		

ANALYSERESULTATER fra NIVAS LIMS.

Rapportert: 03/05-95

OBS!! Klagefrist 14 dager f.o.m. rapporterings-dato. Oppgi rekvisisjonsnr og PrNr.

Kontaktperson : **RMK** Prosjektnr : **O 95060** Stikkord : **OSLOMUD**
 Rekvisisjonsnr: **1995-00634** Godkjent av: **IMB** Godkjent dato: **950503**
 Rekvisisjon registrert : **950403**

Analysevariabel		TOC/F	Cd-Sm	Hg-Sm	Pb-Sm	TTS/%
PrNr	PrDato	µg/mg	µg/g	µg/g	µg/g	%
Enhet	Merking	TS	E2	E4-2*	E2	B3
Metode		G6				
001	950330	76.5	2.7	0.79	143	30.2
	Best.kil. 1 Utl Hofselva					
002	950330	18.7	0.55	0.86	31.8	56.7
	2 Kaianl.Pælerad 0-11cm					
003	950330	14.7	0.55	0.22	37.1	58.2
	3 Karenslyst. 0-10,5cm					
004	950330	49.4	4.0	1.43	161	41.9
	4 Innseil.ingssted 0-12c					
005	950330	29.8	0.49	0.73	77	45.2
	1 Oslo Motorb. Grabb 0-5					
006	950330	47.6	5.1	6.14	264	38.3
	2 0-11cm					
007	950330	36.1	2.6	1.97	107	39.5
	3 0-12cm					
008	950330	31.3	1.3	1.34	95	45.0
	4 0-12cm					
009	950331	47.0	3.1	13.6	321	43.2
	1 Bestumkil.Ullern 0-8,5					
010	950331	46.2	2.0	3.27	155	36.6
	2 0-15cm					
011	950331	44.5	5.8	5.71	228	41.9
	1 Bestumk Maritim 0-11,5					
012	950331	53.1	4.8	5.26	240	39.8
	2 0-13cm					
013	950331	29.2	3.1	2.05	128	34.2
	1 Ormsund Bispebr. 0-12					
014	950331	9.5	0.36	0.30	35.2	58.6
	2 0-13,5cm					
015	950331	95.8	3.6	32.3	2400	30.5
	1 PAddeh. Bekkel. 0-10cm					
016	950331	91.5	3.4	21.2	752	28.9
	2 0-10cm					

OBS !!! Metoder som er markert med "**", er foreløpig ikke akkreditert.

Kornstørrelse**O-95060 OSLOMUD****Dato: 30.3-31.3.95****Analyse utført av : UNN**

NIVA	Sediment	Boks	Filter	Filter +	gram	gram	gram	%
lab.kode	+ tara	tara	tara	>63µm	siktet	>63µm	<63µm	<63µm
HOD1	30.3658	9.9626	1.3635	7.2373	20.4032	5.8738	14.5294	71.21
HOD2	56.9096	10.0464	1.3629	9.6858	46.8632	8.3229	38.5403	82.24
HOD3	58.5151	10.0261	1.4593	3.7008	48.489	2.2415	46.2475	95.38
HOD4	38.7557	9.959	1.4428	4.1072	28.7967	2.6644	26.1323	90.75
HOD5	44.9344	10.0148	1.4232	8.5725	34.9196	7.1493	27.7703	79.53
HOD6	35.0668	10.0083	1.4004	2.7922	25.0585	1.3918	23.6667	94.45
HOD7	36.7514	9.9898	1.3401	2.8074	26.7616	1.4673	25.2943	94.52
HOD8	42.9523	10.0349	1.3851	4.5872	32.9174	3.2021	29.7153	90.27
HOD9	35.1949	9.9938	1.4204	5.1137	25.2011	3.6933	21.5078	85.34
HOD10	33.7584	10.0115	1.4527	3.5716	23.7469	2.1189	21.628	91.08
HOD11	34.952	10.0582	1.4023	5.2753	24.8938	3.873	21.0208	84.44
HOD12	36.318	10.0549	1.4439	3.7767	26.2631	2.3328	23.9303	91.12
HOD13	33.2873	10.0818	1.4002	6.7467	23.2055	5.3465	17.859	76.96
HOD14	55.7552	9.9959	1.4009	10.3079	45.7593	8.907	36.8523	80.54
HOD15	30.5213	10.0537	1.4725	11.2848	20.4676	9.8123	10.6553	52.06
HOD16	31.3072	9.9968	1.4030	8.4054	21.3104	7.0024	14.308	67.14

Variasjon i finfraksjon < 63 µm: 52 - 95 % (n = 16)

Gjennomsnitt i finfraksjon < 63 µm: 83% (n = 16)

NIVA



Norsk institutt for vannforskning

Postboks 173 Kjelsås, 0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2796-2