

RAPPORT LNR 4426-2001

Undersøkelser av
miljøgifter i løsmasser på
Drøbaksterskelen

Hovedkontor Postboks 173, Kjelsås 0411 Oslo Telefon (47) 22 18 51 00 Telefax (47) 22 18 52 00 Internet: www.niva.no	Sørlandsavdelingen Televeien 3 4879 Grimstad Telefon (47) 37 29 50 55 Telefax (47) 37 04 45 13	Østlandsavdelingen Sandvikaveien 41 2312 Ottestad Telefon (47) 62 57 64 00 Telefax (47) 62 57 66 53	Vestlandsavdelingen Nordnesboder 5 5008 Bergen Telefon (47) 55 30 22 50 Telefax (47) 55 30 22 51	Akvaplan-niva 9296 Tromsø Telefon (47) 77 75 03 00 Telefax (47) 77 75 03 01
---	---	--	---	---

Tittel Undersøkelser av miljøgifter i løsmasser på Drøbaksterskelen	Løpenr. (for bestilling) 4426-2001	Dato 27/09.01
	Prosjektnr. Undernr. O-21132	Sider Pris 21
Forfatter(e) John Arthur Berge	Fagområde Miljøgifter sjøvann	Distribusjon Fri
	Geografisk område Akershus	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Kystverket 1. distrikt	Oppdragsreferanse
--	-------------------

Sammendrag

I forbindelse med en mulig utdyping av farleden inn til Oslo er det gjennomført undersøkelser for å kartlegge miljøgiftinnholdet på bunnen ved Drøbaksterskelen. Pga. mye stein og lite finpartikulært materiale ble innsamling av sediment foretatt med grabb. Bunnen både på Drøbakgrunnen og i området lenger vest mot Småskjær bestod i hovedsak av hardbunn (grov grus, stein og muligens noe fjell eller store steiner) med innslag av skjell/korall-sand og det var vanskelig å få opp materiale som egnet seg for miljøgiftanalyse. I sediment fra to stasjoner ble følgende miljøgifter analysert: kvikksølv (Hg), kadmium (Cd), bly (Pb), polyklorerte bifenylar (PCB) og enkelte andre klororganiske forbindelser, polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og tinnorganiske forbindelser (TBT, DBT, MBT, TFT, DFT). Sedimentet var ubetydelig til moderat forurenset med metaller. Ubetydelige til moderate konsentrasjoner av TBT og PCB ble observert ved Drøbakgrunnen mens sedimentet nærmere Småskjær var sterkt forurenset av disse forbindelser. PAH og oljerelaterte forbindelser forekom også i de høyeste konsentrasjoner nær Småskjær (moderat til markert forurenset) mens sedimentet var ubetydelig til lite forurenset nær Drøbakgrunnen.

Utdypingsarbeid på selve Drøbakgrunnen antas ikke å føre til spredning av miljøgifter i resipienten i nevneverdig grad selv om strømforholdene i området begunstiger spredning av partikulært materiale. Under utgraving i området nærmere Småskjær vil imidlertid miljøgifter kunne spres ved oppvirvling av finpartikulært materiale. De lagre av miljøgifter som ligger i tiltaksområdet ved Småskjær anses imidlertid ut fra en totalvurdering å være små og skulle tilsi at de tross relativt høye konsentrasjoner ikke utgjør noen betydelig miljørisiko ut over det de allerede gjør i dag. Massene fra Småskjær er mindre egnet for redeponering i sjø enn massene fra Drøbakgrunnen.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Mudring	1. Dredging
2. Marine sedimenter	2. Marin sediments
3. Organiske mikroforurensninger	3. Organic micropollutants
4. Metaller	4. Metals


John Arthur Berge
Prosjektleder


Torgeir Bakke
Forskningsleder


Jers Skei
Forskningsjef

Undersøkelser av miljøgifter i løsmasser på Drøbaksterskelen

Forord

I forbindelse med en mulig utdyping av farleden inn til Oslo ble NIVA bedt om å gi et pristilbud på undersøkelser for å kartlegge miljøgiftinnholdet i sedimentet på Drøbaksterskelen.

NIVA oversendte kystverket i mai 2001 (E-post dat. 0705.01) et undersøkelsesprogram for slike undersøkelser og mottok i brev av 09/05-01 en bestilling på disse undersøkelsene.

I prosjektperioden har Odd Tobiassen vært kontaktperson hos Kystverket.

Leder for prosjektet har vært John Arthur Berge.

Feltarbeidet for innsamling av sediment ble gjennomført av Aud Helland og Leif Lien.

Alle analyser er foretatt ved NIVA.

Oslo, 27/09 2001

John Arthur Berge

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
2. Materiale og metode	8
2.1 Feltarbeid	8
2.2 Kjemiske analyser	9
3. Resultater og diskusjon	10
3.1 Støtteparametere og metaller	10
3.2 Tinnorganiske forbindelser	11
3.3 Klororganiske forbindelser	11
3.4 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)	12
4. Sammenfattende kommentarer	14
5. Referanser	15
6. Vedlegg	16
Vedlegg A. Posisjon for de enkelte stasjoner.	16
Vedlegg B. Analysemetoder benyttet.	17
Vedlegg C. Beskrivelse av bunnen ut fra innhold i grabbprøver.	19
Vedlegg D. Resultater fra analyse av klororganiske forbindelser i sediment.	20
Vedlegg E. Resultater fra analyse av polysykliske aromatiske hydrokarboner i sediment	21

Sammendrag

I forbindelse med en mulig utdyping av farleden inn til Oslo har NIVA gjennomført undersøkelser for å kartlegge miljøgiftinnholdet i sediment ved Drøbaksterskelen for Kystverket (1. Distrikt).

Planlagte inngrep består i:

- Mudring av hele eller deler av Drøbakgrunnen ned til 14 m dyp
- Mudring av en grunne (10 m dyp i dag) rett nord øst av Småskjær.
- Sprengning av noe fjell ved Langebåt og ved Askholmene
- Åpning av jetèen nær Hurumlandet (5 m dyp i en bredde på 50 m)

Pga. inngrepenes karakter og naturgitte forhold ble sediment kun innsamlet nær Drøbakgrunnen (28 m dyp) og i et område nord øst for Småskjær (12.5 m dyp) .

Målsetningen har vært å beskrive forekomst av miljøgifter i finpartikulært materiale som måtte finnes seg på og nær de berørte områder med tanke på å vurdere hvorvidt eventuell forekomst av miljøgifter ville kun spres i miljøet ved de tiltak som er planlagt.

Pga. bunnforholdene på stedet (mye stein og lite finpartikulært materiale) ble innsamling av sediment foretatt med grabb. Innholdet i grabbprøvene tydet på at bunnen både på Drøbakgrunnen og i området lenger vest mot Småskjær i hovedsak består av hardbunn (grov grus, stein og muligens noe fjell eller store steiner) med innslag av skjell/korall-sand. Det var i det hele tatt vanskelig å få opp materiale som egnet seg for miljøgiftanalyse.

Følgende miljøgifter ble analysert: kvikksølv (Hg), kadmium (Cd), bly (Pb), polyklorete bifenyler (PCB) og enkelte andre klororganiske forbindelser, polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), tinnorganiske forbindelser (TBT, DBT, MBT, TFT, DFT) på to stasjoner.

Sedimentet var ubetydelig til moderat forurenset med metaller. Konsentrasjonen av metaller var noe høyere ved Småskjær (12.5 m dyp) enn i et dypområdet ved Drøbakgrunnen (28 m). Ubetydelige til moderate konsentrasjoner av TBT og PCB ble observert i ved Drøbakgrunnen mens sedimentet nærmere Småskjær var sterkt forurenset av disse forbindelser. PAH og oljerelaterte forbindelser forekom i de høyeste konsentrasjoner nær Småskjær (moderat til markert forurenset) mens sedimentet var ubetydelig til lite forurenset nær Drøbakgrunnen.

En konkluderer med at utdypingsarbeid på selve Drøbakgrunnen ikke vil føre til spredning av miljøgifter i resipienten i nevneverdig grad selv om trømførholdene i området begunstiger spredning av partikulært materiale.

Under utgraving i området nærmere Småskjær vil det kunne spres miljøgifter. Spredningen vil først å fremst være knyttet til oppvirvling av finpartikulært materiale. Vi kjenner ikke størrelsen på området som er forurenset. Tatt i betraktning de vansker en har hatt med å innsamle tilstrekkelig materiale som egner seg for analyse, antas at de lagre av miljøgifter som ligger i tiltaksområdet ved Småskjær er relativt beskjedne. Dette gjør at det ut fra en totalvurdering, tross relativt høye konsentrasjoner, ikke utgjør noen betydelig miljørisiko ut over det de allerede gjør i dag.

Massene fra Småskjær synes ut fra et forurensningssynspunkt mindre egnet for redeponering i sjø enn massene fra Drøbakgrunnen.

Summary

Title: Contaminants in bottom material from the Drøbak sill (Norway).

Year: 2001

Author: John Arthur Berge

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-4069-1

Norwegian authorities have plans for reducing the navigational hazard through the Drøbak sound by deepening (down to 14 m) and widening (300 m) the most critical area (the sill between the outer and inner Oslofjord) near Drøbak.

The present report presents results from analysis of contaminants in bottom material collected in or near areas potentially affected by the enterprise. The objective is to describe the occurrence and concentrations of contaminants in the bottom material in order to evaluate the potential for spreading of contaminants during the operation.

Due to the frequent occurrence of hard substrate (stones, pebbles and rock) in the area the sampling was performed using a grab. It was generally difficult to retrieve particulate material that that would give meaningful analytical results in the present context.

Analysis was performed on particulate material from an area Southeast of Drøbaksgrunnen (28 m depth) and a more shallow area North East of Småskjær (12.5 m depth).

The following contaminants were analysed: polychlorinated biphenyls (PCB), hexachlorobenzene (HCB), polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH), tributyltin (TBT) and other organotins (DBT, MBT, TFT, DFT), mercury (Hg), cadmium (Cd), lead (Pb). The analytic results were classified according to the classification system established by The Norwegian State Pollution Control Authority (Molvær et al., 1997).

The sediment concentrations of metals were relatively low at both locations (insignificantly to moderately polluted). The concentrations of TBT and PCB were also relatively low in the bottom material at the station Southeast of Drøbaksgrunnen (insignificantly to moderately polluted) but the sediments were severely polluted by these substances at the station near Småskjær. Also the concentration of PAH was highest at the station near Småskjær (moderately to markedly polluted).

The bottom material from Southeast Drøbaksgrunnen was in general less polluted by organic compounds and TBT than material collected Southeast of Småskjær.

It is concluded that the planned excavation at Drøbaksgrunnen will not result in significant spreading of contaminants although the current regime in the area favour spreading of particulate material that might be resuspended.

The planned excavation Northeast of Småskjær is likely to result in some spreading of contaminants due to the higher concentration of contaminants. The total contaminant reservoir in the area is not known. The bottom in the area is dominated by relatively coarse substrate and the total amount of contaminants in the excavated material is therefore expected to be low. This indicates that spreading of contaminants through the planned excavation near Drøbaksgrunnen is not likely to represent a significant increased environmental threat.

1. Innledning

2. Problembeskrivelse

Med tanke på å forbedre sikkerheten i farleden inn til Oslo er det ønske om å redusere utstrekningen av enkelte grunnområder i Drøbaksundet.

De planlagte inngrep består i:

- Mudring av hele eller deler av Drøbakgrunnen ned til 14 m dyp
- Mudring av en grunne (10 m dyp i dag) rett nord øst av Småskjær.
- Sprengning av noe fjell ved Langebåt og ved Askholmene
- Åpning av jetèen nær Hurumlandet (5 m dyp i en bredde på 50 m)

Før et slike tiltak gjennomføres krever miljømyndighetene blant annet at forekomster av miljøgifter i berørte områder skal kartlegges slik at eventuelle negative konsekvenser av inngrepene for miljøet kan vurderes.

Partikler som tilføres et sjøområde/havneområde tenderer til å akkumulere i områder med lite strøm, og over tid danne bunnsedimenter. Slike sedimenter kan inneholder forurensningskomponenter som har festet seg til partiklene. Mange av de miljøgiftene som en er opptatt av i miljøsammenheng har evnen til å feste seg til partikler. Høye konsentrasjoner av miljøgifter på bunnen er vanligvis knyttet til områder med finpartikulære løsmasser.

Ved Langebåt og ved Askholmene er det planlagt å sprenges i fjell. I sprengningsmasser er lite trolig at det opptrer større mengder miljøgifter. Sjetèen er en stor steinfylling uten nevneverdig mengder finpartikulært materiale innenfor det dyp som berøres. Vi anså det derfor som lite formålstjenelig å innsamle og analysere materialet fra Langebåt, Askholmene og Sjetèen.

De hydrofysiske forholdene i Drøbaksundet begunstiger ikke akkumulering av sedimenter. Siden Drøbaksterskelen er strømrisk ble det antatt at forekomsten av finkornig materiale ville være beskjeden også der, men kunne forekomme i fordypninger og mellom større steiner o.l. på blant annet Drøbakgrunnen og på grunnen ved Småskjær der det er planlagt inngrep. Sedimentprøver ble derfor kun forsøkt innsamlet ved Drøbakgrunnen og område nord øst for Småskjær. Vi antok imidlertid i utgangspunktet at det selv på disse lokaliteter kunne by på problemer å få tatt tilfredsstillende sedimentprøver.

Målsetningen med undersøkelsen har vært å beskrive forekomst av miljøgifter i finpartikulært materiale som måtte befinne seg på og nær de berørte områder på Drøbaksterskelen med tanke på å vurdere hvorvidt eventuell forekomst av miljøgifter ville kun spres i miljøet ved de tiltak som er planlagt.

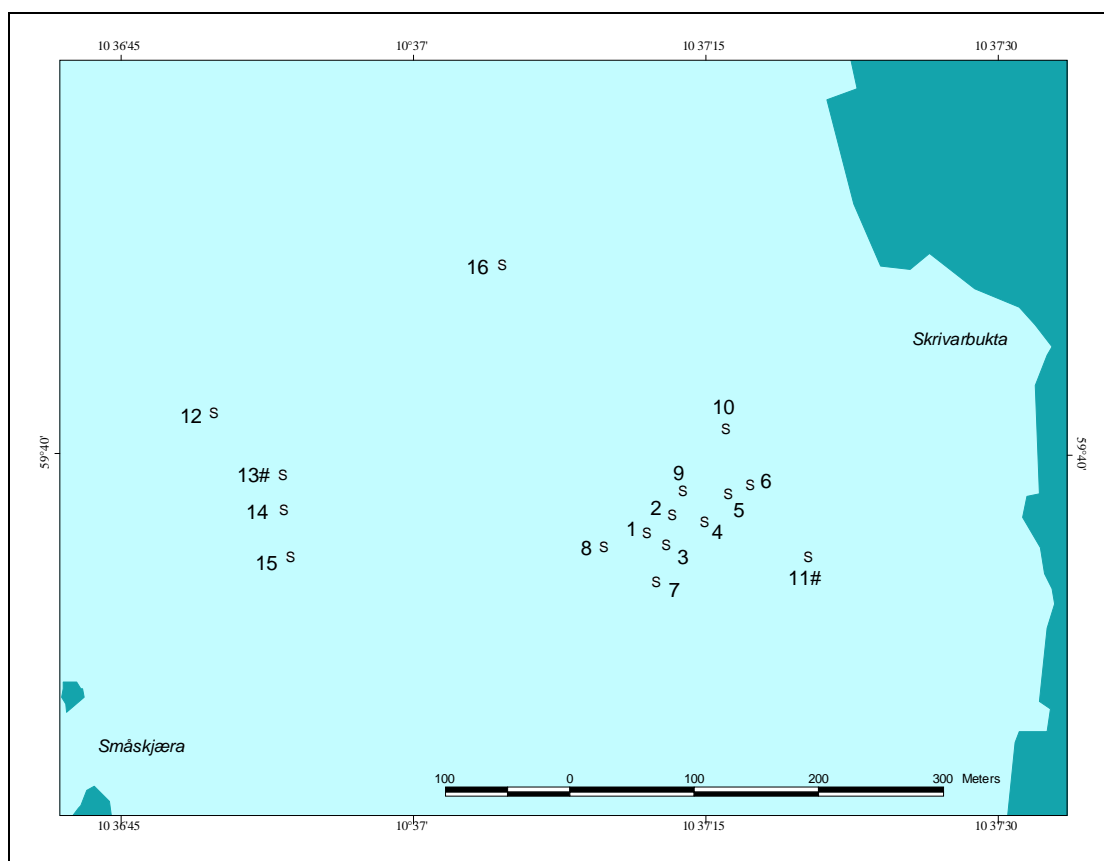
2. Materiale og metode

2.1 Feltarbeid

Feltarbeidet ble gjennomført 15/05-01 fra forskningfartøyet "Trygve Braarud" innleid fra Universitetet i Oslo. Siden det var antatt at det var mye grove løsmasser i de to områdene ble prøvetaking foretatt med grabb. Det ble foretatt en rekke grabbhugg på Drøbaksgrunnen (stasjon 1-10) i dyp på 7-15 meter uten at det lyktes få opp finpartikulært materiale som det var hensiktsmessig å analysere. En forflyttet seg derfor til noe dypere vann (stasjon 11, 28 m) utenfor selve området som er planlagt utdypet (stasjon 11). Sediment fra denne stasjonen ble analysert.

Også i det potensielle utdypingsområdet lenger vest ble det tatt flere grabbskudd (stasjon 12-15). Det var imidlertid kun på stasjon 13 (13.5 m dyp) at det lyktes å få tilfredsstillende materiale.

Fra både stasjon 11 og 13 ble det innsamlet 3 prøver som ble slått sammen til en blandprøve som senere ble analysert for utvalgte miljøgifter.



Figur 1. Kart over prøvetakingsområdet på Drøbaksgrunnen (stasjon 1-10) og på grunnen NØ av Småskjærene (stasjon 12-15). Prøvene som ble analysert ble tatt på stasjon 11 og 13 (merket med #).

2.2 Kjemiske analyser

Følgende forbindelser ble analysert i overflatesedimentet:

- Polyklorerte bifenyler (PCB) (og utvalgte andre industri- og landbruksrelaterte klororganiske forbindelser som rutinemessig inngår i PCB analysen)
- Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)
- Tinnorganiske forbindelser (TBT, DBT, MBT, TFT, DFT)
- Kvikksølv (Hg)
- Kadmium (Cd)
- Bly (Pb).
- Partikkelstørrelsesfordeling (fraksjon <63µm),
- % tørrstoff
- Total mengde organisk karbon (TOC)

Kornstørrelse og sedimentets innhold av organisk materiale (TOC) er støtteparametere som kan ha betydning for tolkning av miljøgiftanalysene og faren for spredning av sediment mens de øvrige parametere representerer forbindelser som en ikke ønsker å få spredt i det marine miljø.

Alle kjemiske analyser ble utført av NIVA (i hovedsak etter akkrediterte metoder). Analysemetode for metaller/elementer som er inkludert i undersøkelsen ses i Vedlegg C. Resultatene er vurdert i forhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997) og eventuelle tidligere undersøkelser i området.

3. Resultater og diskusjon

Ut fra innholdet observert i grabbprøvene under prøvetaking (Vedlegg C.) bestod bunnen både på Drøbakgrunnen og i området lenger vest i hovedsak av hardbunn (grov grus, stein og muligens noe fjell eller store steiner) med innslag av skjell/korall-sand. Det var i det hele tatt vanskelig å få opp materiale som i denne sammenheng egnet seg for miljøgiftanalyse. Resultatene fra prøven fra stasjon 11 representerer den generelle miljøgiftbelastningen på partikler som transporteres via vann i terskelområdet. En vil anta at konsentrasjonen av miljøgifter i de små mengder finpartikulært materiale som måtte befinne seg på Drøbakgrunnen er i samme område eller lavere enn det som observeres på stasjon 11.






3.1 Støtteparametere og metaller

Begge de analyserte sedimentprøver hadde et relativt lavt innhold av finstoff og tyder på at det også utenfor selve terskelen er relativt strømrøkt. Innholdet av organisk karbon (TOC) var lavt (stasjon 11) til normalt (stasjon 13) i forhold til det som vanligvis observeres i norske kystområder (**Tabell 1**).

Sedimentet var ubetydelig til moderat forurenset med metaller. Konsentrasjonen av metaller var imidlertid noe høyere ved Småskjær (stasjon 13) enn i dypområdet ved Drøbakgrunnen (stasjon 11) (**Tabell 1**).

Tabell 1. Kornfordeling (Finfraksjon <63µm), tørstoffinnhold (TTS), mengde organisk karbon (TOC) og metaller (Cd=kadmium, Pb=bly, Hg=kvikksølv) i sediment som potensielt kan bli berørt på Drøbaksterskelen. Data fra de enkelte prøver er klassifisert i tilstandsklasser ifølge SFTs klassifiseringssystem (Molvær et al. 1997).

Fargekoder brukt på ulike tilstandsklasser i tabellen:

	I. Ubetydelig-lite forurenset		II. Moderat forurenset		III. Markert forurenset		IV. Sterkt forurenset
	V. Meget sterkt forurenset		Ikke i klassifiseringssystem/kan ikke klassifiseres				

Område	Finfraksjon <63µm	TTS	TOC	Cd	Hg	Pb
	%	g/kg	µg/mg TS	µg/g t.v.	µg/g t.v.	µg/g t.v.
Stasjon 11, 28 m	18	742	9,8	0,073	0,01	10,9
Stasjon 13, 12,5 m	17	517	23,6	0,35	0,44	69,1
Bakgrunn ¹⁾				0,25	0,15	30

1) Øvre grense for klasse I i SFTs klassifiseringssystem.

3.2 Tinnorganiske forbindelser

Moderate konsentrasjoner av det begroingshindrende midlet TBT ble observert i dypområdet ved Drøbaksgrunnen (stasjon 11) mens sedimentet ved Småskjær (stasjon 13) var sterkt forurenset (**Tabell 2**).

TBT tillates i dag brukt på skip over 25 m men har vært forbudt å bruke på småbåter i mer enn 10 år. Relativt høye konsentrasjoner av TBT er observert i de fleste havneområder langs norskekysten. Den relativt store andelen av TBT i forhold til nedbrytningsproduktene DBT og MBT kan tyde på en betydelig del av nytilført TBT, sannsynligvis fra skipene som passerer i farleden.

Fenyltinnforbindelser ble observert på stasjon 13 men lå under deteksjonsgrensen på stasjon 11.

Tabell 2. Tinnorganiske forbindelser i sediment som potensielt kan bli berørt på Drøbaksterskelen. Data fra de enkelte prøver er klassifisert i tilstandsklasser ifølge SFTs klassifiseringssystem (Molvær et al. 1997). Merk at konsentrasjonen av tributyltinn (TBT) er oppgitt både på tinnbasis (vekten av tinnmolekylet alene) og som TBT (vekten av tinn+butylgrupper). TBT=tributyltinn, DBT=dibutyltinn, MBT=monobutyltinn, TPhT=trifenyltinn, DPhT=difenyltinn, MPhT=monofenyltinn.

Fargekoder brukt på ulike tilstandsklasser ses **Tabell 1**:

Område	TBT µg TBT/kg t.v.	TBT µgSn/kg tv	DBT µgSn/kg tv	MBT µgSn/kg tv	TPhT µgSn/kg tv	DPhT µgSn/kg tv	MPhT µgSn/kg tv
Stasjon 11, 28 m	<1,22*	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	0,63	<0,50
Stasjon 13, 12,5 m	56,12	23	11	8,5	3,1	5,9	4,3
Bakgrunn ¹⁾	1						

*Klassifisering er foretatt ut fra en antagelse av at konsentrasjonen >1

¹⁾ Øvre grense for klasse I i SFTs klassifiseringssystem.

3.3 Klororganiske forbindelser

Sedimentet på stasjon 13 i grunnområdet mot Småskjær var sterkt forurenset med PCB mens sedimentet på ca 28 m dyp syd øst av Drøbaksgrunnene (stasjon 11) var ubetydelig til lite forurenset med PCB (**Tabell 3**). Det var uventet å registrere såpass høye PCB konsentrasjoner som på stasjon 13. Dette skulle tyde på en nærliggende punktkilde uten at en kan si noe konkret om hvor denne måtte ligge. Fra tidligere undersøkelser vet vi at det forekommer høye PCB konsentrasjoner i sediment i et område ved Gråøya (Koniczny, 1994) muligens som konsekvens av tidligere utslipp fra nærliggende industri. Lenger ut i fjorden (ca 20 km) har det vært registrert høye konsentrasjoner av PCB lokalt som et resultat av utlekking fra forurenset grunn (Berge og Berglind, 2000, Berge 2000).

På stasjon 13 dominerte de de lavklorerte PCB forbindelser (PCB 28 og PCB52) og utgjorde ca 53 % av den totale mengde PCB i sedimentet..

Den industrirelatert forbindelsen HCB ble observert i lave konsentrasjoner på begge stasjoner.

Sedimentet fra stasjon 13 var markert forurenset med landbruksrelaterte forbindelser (DDE, DDD) mens konsentrasjonen på stasjon 11 var moderate.

Tabell 3. Klororganiskeforbindelser i sediment som potensielt kan bli berørt på Drøbaksterskelen Data fra de enkelte prøver er klassifisert i tilstandsklasser ifølge SFTs klassifiseringssystem (Molvær et al. 1997). Polyklorerte bifenyler =PCB, heksaklorbensen=HCB, diklordifenyldikloreten=DDE, diklordifenyldikloreten=DDD (de to siste komponenter er nedbrytningsprodukter av DDT (diklordifenyiltrikloreten).

Fargekoder brukt på ulike tilstandsklasser ses i **Tabell 1**.

Område	$\Sigma \text{PCB}_7^{1)}$ ($\mu\text{g}/\text{kg t.v}$)	HCB ($\mu\text{g}/\text{kg t.v}$)	DDE+DDD ²⁾ ($\mu\text{g}/\text{kg t.v}$)
Stasjon 11, 28 m	< 1,75	<0,10	<0,65*
Stasjon 13, 12,5 m	180,1	0,11	5,3
Bakgrunn ³⁾	5	0,5	0,5

*Klassifisering er foretatt ut fra en antagelse av at konsentrasjonen >0,5

1) ΣPCB_7 =summen av 7 enkeltforbindelser (nr. 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180)

2) DDE og DDD er nedbrytningsprodukter av DDT. Klassifiserings som er benyttet gjelder for Σ DDE, DDD, DDT og betyr at tilstanden kan være dårligere enn det tabellen viser.

3) Øvre grense for klasse I i SFTs klassifiseringssystem

3.4 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)

Også for olje- og forbrenningsprodukt-relaterte forbindelser fant en de høyeste konsentrasjoner på stasjon 13 (**Tabell 4**). Sedimentet der var moderat til markert forurenset mens sedimentet på den dypere stasjonen (stasjon 11) var ubetydelig til lite forurenset

Tabell 4. PAH og benzo(a)pyren (BaP) i sediment som potensielt kan bli berørt på Drøbaksterskelen. Data fra de enkelte prøver er klassifisert i tilstandsklasser ifølge SFTs klassifiseringssystem (Molvær et al. 1997). Σ PAH=summen av en rekke enkeltforbindelser, Σ KPAH=summen av komponenter med potensielt kreftfremkallende egenskaper.

Fargekoder brukt på ulike tilstandsklasser ses i **Tabell 1**.

Område	Σ PAH ¹⁾ ($\mu\text{g}/\text{kg t.v.}$)	Σ KPAH ²⁾ ($\mu\text{g}/\text{kg t.v.}$)	BaP ($\mu\text{g}/\text{kg t.v.}$)
Stasjon 11, 28 m	93,1	5,9	<1
Stasjon 13, 12,5 m	1984,9	827	117
Bakgrunn ³⁾	300		10

¹⁾ Innbefatter analyse av følgende komponenter: Acenaftylen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, 1-metylfenantren, fluoranten, pyren, benz(a)antracen, chrysen, trifenylen, benzo(b+j,k)fluoranten, benzo(e)pyren, benzo(a)pyren, perylen, indeno(1,2,3cd)pyren, dibenz(a,c/a,h)antracen, benzo(ghi)perylene.

²⁾ Sum KPAH er summen av Benz(a)antracen, Benzo(b+j,k)fluoranten, Benzo(a)pyren, Indeno(1,2,3-cd)pyren og Dibenz(a,c/a,h)antracen. Disse har potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A + 2B (sannsynlige + trolige carcinogene).

4. Sammenfattende kommentarer

Drøbaksterskelen er meget strømrikt, med begrensede muligheter for akkumulering av større volumer av finpartikulært materiale. Prøvetakingen som er gjennomført bekrefter at terskelområdet, særlig på Drøbaksgrunnene, inneholder lite finpartikulært materiale som gir grunnlag for forekomst av miljøgifter.

Hovedtendensen fra analysene som er gjennomført er at sedimentet på 28 m dyp nær Drøbaksgrunnen (stasjon 11) var ubetydelig til moderat forurenset mens det tilgjengelige sedimentet innsamlet fra området nærmere Småskjær var betydelig mer forurenset (særlig av TBT og PCB).

Under forutsetning av at konsentrasjonen av miljøgifter i de små mengder finpartikulært materiale som måtte befinne seg på Drøbaksgrunnen er i samme nivå som observeres på stasjon 11 skulle arbeid på selve Drøbaksgrunnen ikke føre til spredning av miljøgifter i resipienten i nevneverdig grad selv om strømforholdene begunstiger spredning av partikulært materiale.

De to prøvene som er analysert avviker imidlertid en del i miljøgiftinnhold (se tabell 1-4). Resultatene tyder på at det til dels sparsomt forekommende finpartikulære materialet nordøst av Småskjær (stasjon 13) inneholder en del miljøgifter (særlig TBT og PCB). Under arbeid med utdyping i dette området vil det pga. de sterke strømforholdene i området kunne spres miljøgifter. Spredningen vil først å fremst være knyttet til oppvirvling av finpartikulært materiale. Vi kjenner ikke størrelsen på området som er forurenset. Tatt i betraktning de vansker vi har hatt med å innsamle tilstrekkelig materiale som egner seg for analyse antas at de lagre av miljøgifter som ligger i området som er planlagt utdypet ved Småskjær er relativt beskjedne. Dette skulle, utfra en totalvurdering, i så fall tilsi at de ikke utgjør noen betydelig trussel for naturmiljøet i området utover det de allerede har i dag.

Vi vil også påpeke på at massene fra Småskjær ut fra et forurensningssynspunkt synes mindre egnet for redeponering i sjø enn massene fra Drøbaksgrunnen.

5. Referanser

Berge, J.A., 2000. Miljøundersøkelse i sjøen utenfor Hurum Papirfabrikk 1999, NIVA-rapport 4243, 37s.

Berge, J.A., 2000. Polyklorete bufenylar (PCB) i sediment, strandmateriale og torsk fra området utenfor Hurum Papirfabrikk. Niva-rapport 4283-2000, 31 s.

IARC, 1987. IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. Overall evaluation of carcinogenicity: An updation of IARC Monographs volume 1 to 42, suppl. 7 Lyon.

Konieczny, R.M. 1994. Miljøgiftundersøkelse i Indre Oslofjord. Delrapport 4. Miljøgifter i sedimenter. Overvåkingsrapport; 561/94, Niva-rapport 3094, 134s.

Molvær, J. & J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei, J.Sørensen. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning 97:03. Statens forurensningstilsyn. ISBN-nummer 82-7655-367-2. 36s.

6. Vedlegg

Vedlegg A. Posisjon for de enkelte stasjoner.

Stasjon	Posisjon (N, Ø)	Dyp (m),
1	59.667000, 10.620000	10,9
2	59.667133, 10.620367	12
3	59.666916, 10.620283	7,5
4	59.667084, 10.620833	8
5	59.667282, 10.621166	9
6	59.667351, 10.621483	10,6
7	59.666649, 10.620133	10,7
8	59.666901, 10.619400	13,2
9	59.667301, 10.620517	14,7
10	59.667751, 10.621133	14,5
11	59.666832, 10.622300	28,3
12	59.667866, 10.613833	15
13#	59.667416, 10.614817,	12,5
14	59.667168, 10.614833	11,5
15	59.666832, 10.614933	15
16	59.668934, 10.617950	45
17	59.670750, 10.616250	66
18	59.675667, 10.612483	103

Vedlegg B. Analysemetoder benyttet.

Forbindelse/ element	Oppslutningsmetode etc.	Analysemetode
Bly (Pb)	Tørket og knust prøve eventuelt tilsatt cesiumklorid (K, Na, Li) eller lantan-klorid (Ca, Mg), suges inn i en luft/acetylen - lystgass/acetylen flamme hvor elementene atomiseres. Som lyskilde benyttes en hulkatodelampe, der katoden inneholder det metallet som skal bestemmes. Lampene avgir et linjespektrum som er spesifikt for lampen og det metallet som skal bestemmes. Når lyset passerer gjennom den atomiserte prøven, absorberes det selektivt av dette elementets atomer. Konsentrasjonen bestemmes ved å jevnføre prøvens absorpsjons med kjente kalibreringsløsningers absorpsjons.	Atomabsorpsjon – atomisering i flamme ¹⁾
Kadmium (Cd)	Tørket og knust prøve oppsluttes med salpetersyre. 10 - 60 µl prøve overføres til et grafitrør som oppvarmes elektrotermisk. Ved trinnvis øking av temperaturen etter et program tilpasset kadmium, gjennomføres tørking, foraskning og atomisering. Som lyskilde benyttes en hulkatodelampe, der katoden inneholder det metallet som skal bestemmes, eller en elektrodsløse lampe (EDL). Lampene avgir et linjespektrum som er spesifikt for lampen og kadmium. Lyset absorberes selektivt kadmium atomer når det passerer gjennom den atomiserte prøven. Metallkonsentrasjonen bestemmes ved å jevnføre prøvens absorpsjons med kjente kalibreringsløsningers absorpsjons.	Atomabsorpsjon grafittovn ²⁾
Kvikksølv (Hg)	Oppslutning i salpetersyre. Kvikksølv må foreligge på ionisk form i prøveløsningen for at kalddampeteknikk skal kunne benyttes. Når reduksjonsmiddelet (SnCl ₂) blandes med prøven blir det ioniske kvikksølv omformet til metallisk kvikksølv (Hg). En inert bæregass (argon) transporterer kvikksølv til spektrofotometeret. En fordel med denne teknikken er den gode separasjonen av analytten fra matrisen, slik at ikke-spesifikk bakgrunnsabsorpsjon og matriseinterferenser er minimale. Kvikksølv oppkonsentreres i et amalgameringsystem.	Atomabsorpsjon ³⁾
Tinnorganiske forbindelser	Oppslutning i alkoholisk lut, prøvene tilsettes en indre standard, direkte derivatisering, ekstraksjon med organiske løsningsmidler og prøvene renses ved hjelp av gel-permeasjons kromatografi og oppkonsentreres.	GC-AED ⁴⁾
PCB	Prøvene tilsettes indre standard og ekstraheres med organiske løsemidler. Ekstraktene gjennomgår ulike rensetrinn for å fjerne interfererende stoffer. De klor-organiske forbindelsene identifiseres ut fra de respektives retensjonstider på to kolonner med ulik polaritet. Kvantifisering utføres ved hjelp av indre standard.	Gasskromatograf utstyrt med elektron-innfangnings-detektor, GC/ECD ⁵⁾
PAH	Prøvene tilsettes indre standard og ekstraheres med organisk løsemiddel. Ekstraktene gjennomgår ulike rensetrinn. De polyaromatiske hydrokarbonene identifiseres med GC/MSD ut fra retensjonstider og forbindelsenes molekylioner. Kvantifisering utføres ved hjelp av indre standarder.	Gasskromatograf med masseselektiv detektor (GC/MSD) ⁶⁾ .

Analysemetode benyttet (fortsettelse av vedlegg B).

Forbindelse/ element	Oppslutningsmetode etc.	Analysemetode
TOC	Tørr prøve veies inn i tinnkapsler som forbrennes katalytisk i oksygenmettet heliumgass ved ca. 1800 °C. Overskudd av oksygen fjernes ved hjelp av kobber ved ca. 650 °C. Her reduseres også nitrogenoksyder til N ₂ -gass. Forbrenningsgassene passerer deretter en kromatografisk kolonne, og N ₂ - og CO ₂ -gassene detekteres i en varmetrådsdetektor. Arealet under toppene integreres, og integralverdiene behandles av et PC-program. Resultatene regnes ut i prosent, skrives ut og lagres på diskett.	Gasskromatografi ⁷⁾
Partikkelstørrelsesfordeling (fraksjon < 63 μm)	En kjent mengde frysetørket sediment våtsiktes (63 μm sikt). Materialet som holdes tilbake på sikten veies etter tørking (ved 105 °C) og andelen av sedimentet med en partikkelstørrelsesfordeling mindre 63 μm beregnes.	Gravimetri
% tørrstoff	En kjent mengde prøve tørkes til tørrhet (konstant vekt) ved 105 °C, og den gjenværende rest veies.	Gravimetri

1) Følgende instrumentering er benyttet: Perkin-Elmer Model 560. Perkin-Elmer Model 560 (NIVA interne analysemetode E 1)

2) Følgende instrumentering er benyttet: Perkin-Elmer atomaabsorpsjonsspektrometer 4100 ZL, tilkoblet P-E autosamplere AS 40 og Epson LX-850 printer. ED-lampene brukes sammen med et P-E EDL power supply (NIVA interne analysemetode E 2-2).

3) Følgende instrumentering er benyttet: Perkin-Elmer FIMS-400 med P-E AS-90 autosamplere og P-E amalgamsystem (NIVA interne analysemetode E 4-3).

4) Følgende instrumentering er benyttet: Hewlett Packard 5890 Series II gass kromatograf med HP 7673 autoinjektor og HP 5921 A atomemisjons-detektor (NIVA interne analysemetode H 14-1).

5) Følgende instrumentering er benyttet: Hewlett Packard modell 5890 Series II, med column injector og HP autoinjektor 7673. Systemet er utstyrt med elektroninnfangingsdetektor (ECD) (NIVA interne analysemetode H 4-3)..

6) Følgende instrumentering er benyttet: Hewlett Packard modell 5890 Series II, med column injector og HP autosamplere 7673. Systemet er utstyrt med HD modell 5970 B masseselektiv detektor, og kolonne HD HP-5 MS 30 m x 0.25 mm i.d. x 0.25 μm (NIVA interne analysemetode H 2-3).

7) Følgende instrumentering er benyttet: Carlo Erba Elementanalysator 1106, med prøveveksler AS 400 LS (NIVA interne analysemetode G 6).

Vedlegg C. Beskrivelse av bunnen ut fra innhold i grabbprøver.

Stasjon	Dyp (m)	Kommenatar
1	10,9	Grov stein bevakst med alger
2	12	Grov grus
3	7,5	Grov stein bevakst med alger
4	8	Grus og små stein, tare
5	9	Bart fjell? Fikk opp tare
6	10,6	Stor stein, mange anemoner
7	10,7	Stor stein, mnge anemoner
8	13,2	Grus og små stein, skallrester, mye <i>Ophelia</i>
9	14,7	Stein i kjeften på grabben
10	14,5	Mange O-skjell og dødningehånd
11a	28,3	Sandig leire med grus og stor stein
11b		Sandig leire med grus, ikke god lukking på grabben mistet toppskiktet, tok en prøve 0-2 cm
11c		Grov stein, O-skjell, røde kalkalger, <i>Ophelia</i> grus
11d		Stein og O-skjell
12	15	Småstein med kalkalger og hydroider ?
13	12,5	Sand og steinblandet leire med mye O-skjell, svart under, få mm med brun oksisk overflate
14	11,5	Stein i grabben, tom
15	15	Grov stein
16	45	Ren skjell og korallsand (fin)
17	66	Ren skjell og korallsand noe leire, "lite" innblandet i bunnen av grabben)
18	103	Fortsatt grov skjellsand noe leire innblandet

Vedlegg D. Resultater fra analyse av klororganiske forbindelser i sediment.

Enhet: $\mu\text{g}/\text{kg t.v.}$

	Drøbak 11	Drøbak 13
Komponent		
PCB 28	<0,25	39
PCB 52	<0,25	64
PCB 101	<0,25	24
PCB 118	<0,25	29
PCB 105	<0,25	13
PCB 153	<0,25	9,3
PCB 138	<0,25	11
PCB 156	<0,25	1,5
PCB 180	<0,25	3,8
PCB 209	<0,25	<0,25
Sum PCB	0	194,6
Seven Dutch	0	180,1
QCB	<0,10	3,3
HCHA	<0,25	2,3
HCB	<0,10	0,11
HCHG	<0,25	<0,25
OCS	<0,25	8,8
DDEPP	<0,25	2,7
TDEPP	<0,40	2,6

Vedlegg E. Resultater fra analyse av polisykliske aromatiske hydrokarboner i sediment

Enhet: (µg/kg t.v.)

	Drøbak 11 B	Drøbak 13
Komponent		
Naftalen	2	24
2-Metylnaftalen	<1	13
1-Metylnaftalen	<1	11
Bifenyl	<1	6,7
2,6-Dimetylnaftalen	<1	11
Acenaftylen	<1	2,8
Acenaften	<1	5,1
2,3,5-Trimetylnaftalen	<1	4,9
FLuoren	<1	18
Fenantren	3	57
Antracen	<1	20
1-Metylfenantren	<1	12
Fluoranten	3,4	166
Pyren	3,3	184
Benz(a)antracen	<1	96
Chrysen+trifenylen	1,3	92
Benzo(b+j,k)fluoranten	5,9	350
Benzo(e)pyren	3	150
Benzo(a)pyren	<1	117
Perylen	70	41
Indeno(1,2,3cd)pyren	<1	216
Dibenz(a,c/a,h)antracen	<1	48
Benzo(ghi)perylen	3,2	210