

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 A/S

9015 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Undersøkelser av miljøgifter i sediment ved Kattahamrane i Gloppenfjorden	Løpenr. (for bestilling) 4119-99	Dato 15.11.1999
	Prosjektnr. Undernr. O-99169	Sider Pris 14
Forfatter(e) Torbjørn M. Johnsen	Fagområde Miljøgifter i sjøvann	Distribusjon
	Geografisk område Sogn og Fjordane	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Gloppen kommune	Oppdragsreferanse Jostein Moldestad
-------------------------------------	--

Sammendrag
 Undersøkelser i sjøsediment ved Kattahamrane på Sandane i Sogn og Fjordane viste at sedimentet var noe PAH-forurensset (tilstandsklasse I-III), mens innholdet av kvikksølv, bly, kadmium og PCB var lavt (tilstandsklasse I). I sedimentets øvre 2 cm ble det også funnet nedbrytningsprodukter av DDT.

Fire norske emneord 1. Sedimenter 2. Miljøgifter 3. Tungmetaller 4. Gloppenfjorden	Fire engelske emneord 1. Sediments 2. Chemical pollutants 3. Heavy metals 4. Gloppenfjorden
--	---



Torbjørn M. Johnsen
Prosjektleder



Kari Nygaard
Forskningsleder



Bjørn Braaten
Forsknings sjef

**Undersøkelser av miljøgifter i sediment ved
Kattahamrane i Gloppenfjorden**

Forord

Rapporten er utarbeidet av Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA) på oppdrag fra Gloppen kommune, Sogn og Fjordane. Rapporten inneholder analyseresultater av miljøgifter i sediment ved Kattahamrane i Gloppenfjordne.

Ved Gloppen kommune har *Jostein Moldestad* vært kontaktperson.

Hos NIVA har følgende personer vært involvert:

Arild Sundford – feltarbeid.

Torbjørn M. Johnsen – feltarbeid, rapportering, prosjektansvarlig.

Bergen, 15. november 1999

Torbjørn M. Johnsen

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
2. Stasjoner og prøvetaking	8
3. Parametre og analyser	9
4. Resultater	10
4.1 Kornfordeling, tørrstoff, organisk innhold og tungmetaller	10
4.2 PAH	11
4.3 PCB	12
5. Konklusjoner	13
6. Referanser	14

Sammendrag

I forbindelse med bygging av ny kai ved Kattahamrane på Sandane er det nødvendig å mudre og føre massene 3-400 meter lenger ut fra land i Gloppenfjorden. Målsettingen med denne undersøkelsen har vært å finne ut om sedimentene som skal mudres, er forurenset av miljøgifter og/eller tungmetaller. Prøver har vært tatt på tre stasjoner i mudringsområdet.

Sedimentene er noe forurenset av PAH og spesielt gjelder dette sedimentenes øvre 2 cm hvor alle prøver kom inn under tilstandsklasse II ("Moderat forurenset") hvis en benytter sum PAH som kriterium. Det samme gjelder hvis en benytter benzo(a)pyren som vurderingskriterium, med unntak av en stasjon som kommer inn under tilstandsklasse III ("Markert forurenset"). Analyse av kjerner med lengder mellom 11 og 26 cm ga lavere konsentrasjoner av PAH (tilstandsklasse I-II ("Ubetydelig-Lite forurenset" – "Moderat forurenset")) enn det som ble funnet i overflatesedimentene.

Sedimentene viste seg også å inneholde nedbrytningsprodukter av DDT. Også her ble de høyeste konsentrasjonene funnet i sedimentenes overflatelag (0-2 cm).

Analysene av PCB viste ikke konsentrasjoner over deteksjonsgrensene for noen av prøvene.

For tungmetallene kvikksølv (Hg), bly (Pb) og kadmium (Cd) var konsentrasjonene lave og kom alle inn under tilstandsklasse I ("Ubetydelig-Lite forurenset").

Summary

Title: Investigation of chemical pollutants in sediments at Kattahamrane in Gloppenfjorden.

Year: 1999.

Author: Johnsen, T.M.

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-3728-3.

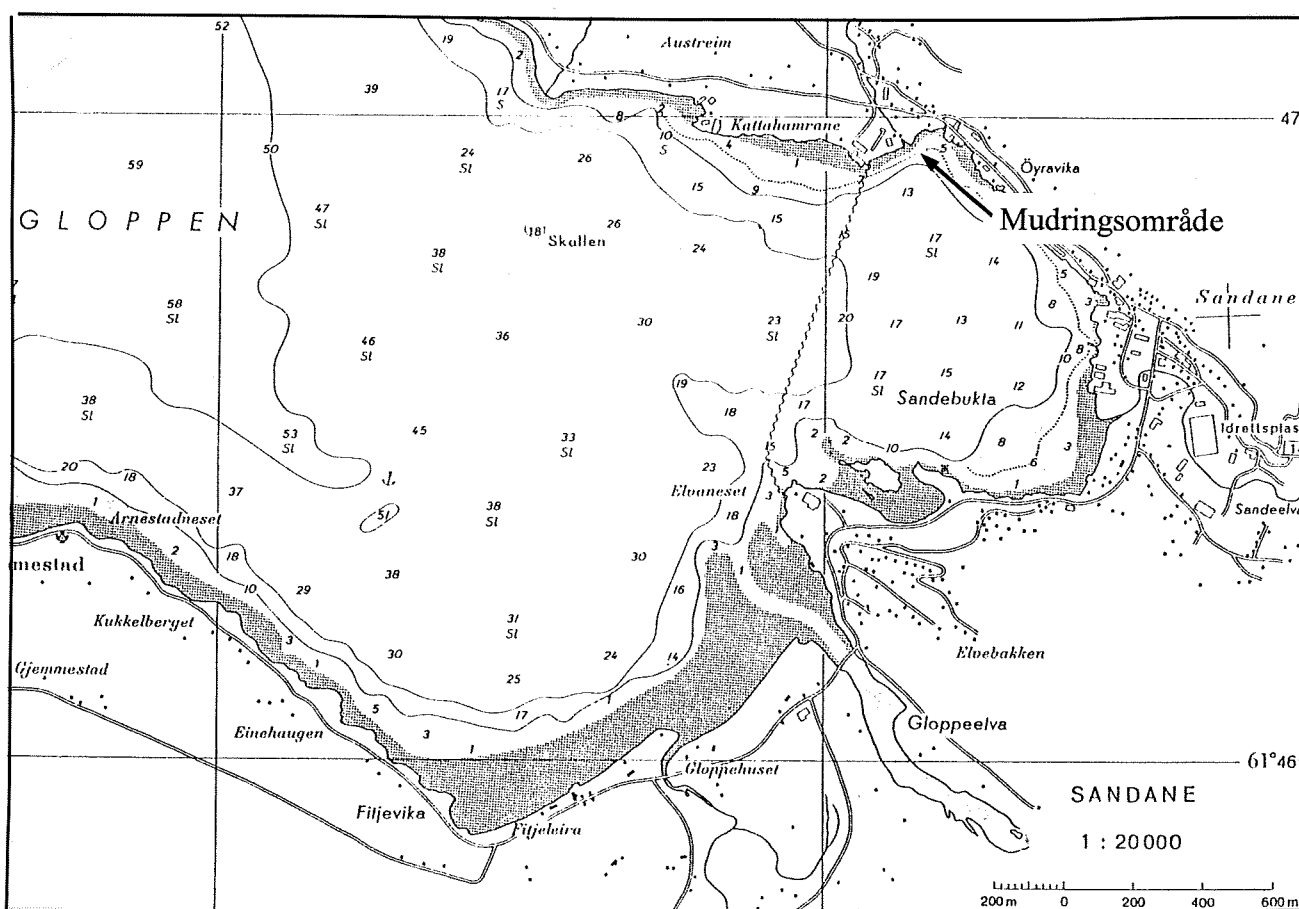
Marine sediments from Kattahamrane at Sandane are to some degree contaminated with PAH. The highest concentrations were found in the upper 2 cm of the sediment. PCB was not found above the detection level. Metabolites of DDT were detected. The heavy metals mercury (Hg), lead (Pb) and cadmium (Cd) were present at low concentrations.

1. Innledning

Gloppen kommune skal bygge ny kai ved Kattahamrane industriområde ved Sandane (**Figur 1**) og har som et ledd i denne utbyggingen, søkt fylkesmannen i Sogn og Fjordane om tillatelse til å mudre 5000 m³ løsmasser. Massene skal dumpes i Gloppenfjorden ca. 3-400 meter fra land. Mudring og dumping i sjø er ikke tillatt uten at det er gjort undersøkelser av sedimentenes innhold av forurensende stoffer, og fylkesmannens miljøvernnavdeling i Sogn og Fjordane har derfor gitt pålegg om at slike undersøkelser gjennomføres før mudringsarbeidet igangsettes. I den forbindelse ble Norsk institutt for vannforskning (NIVA) engasjert for å ta prøver av de planlagte mudringsmassene og utføre analyser nødvendige analyser av sedimentet i henhold til SFTs Retningslinjer vedrørende mudring og dumping marine områder (SFT 1997).

Formålet med denne gjennomførte undersøkelsen har vært:

- Gjennomføre innsamling av sediment fra mudringsområdet og analyser sedimentet med hensyn på metaller og miljøgifter.



Figur 1. Kart over Gloppenfjorden med markering av mudringsområdet.

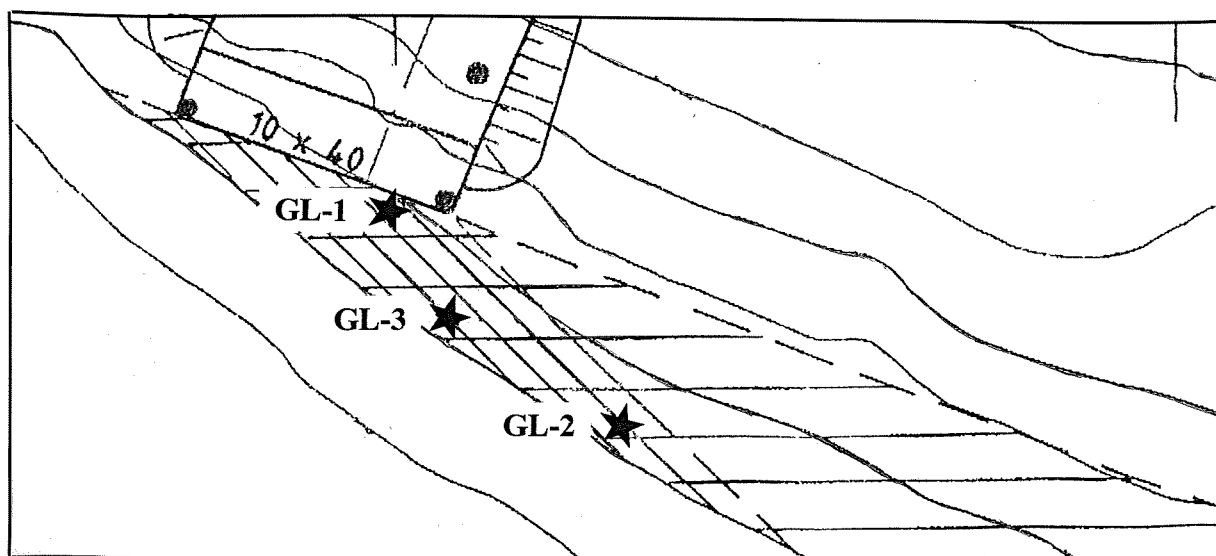
2. Stasjoner og prøvetaking

Innsamling av sediment for analyse ble gjennomført 30. september 1999. Sedimentprøver ble tatt ved bruk av tradisjonell kjerneprøvetaker (Niemistö) på 3 stasjoner (GL-1, GL-2 og GL-3) i det planlagte mudringsområdet (**Figur 2**). I prøvetakingsområdet var sedimentet relativt tettpakket med innslag av stein, og dette vanskeliggjorde prøvetakingen. Derfor måtte antall kjerner reduseres fra 3 til 2 på 2 av stasjonene. **Tabell 1** angir antall kjerner tatt på hver stasjon, prøvedybde og sedimentbeskrivelse.

På hver stasjon ble det tatt prøver av sedimentets øvre 2 cm. Dessuten ble det tatt blandprøver av hele kjerner. Det ble ikke oppnådd kjerner av 50 cm lengde på noen av stasjonene. Den lengste kjernen som ble benyttet til blandprøve, var 26 cm, mens den korteste var 11 cm.

Tabell 1. Tabell over stasjoner, prøvedyp og sedimentbeskrivelse.

Stasjon	Vann dyp	Kjerne-nr. og lengde	Prøvenivå	Sedimentbeskrivelse
GL-1	6 m	I - 16 cm	0-2 cm	0-2 cm -grønnbrunt bløtt sediment m/org. materiale. 2-16 cm: Grålig sediment med litt skjell.
		II - 26 cm	0-26 cm	0-2 cm -grønnbrunt bløtt sediment m/org. materiale. 2-26 cm: Grålig sediment med litt skjell.
GL-2	8 m	I - 4 cm	0-2 cm	Grågrønt sediment.
		II - 20,5 cm	2-20,5 cm	0-20,5 cm. Grågrønt sediment. 0-2 cm tapt under prøvetaking.
GL-3	8 m	I - 5 cm	0-2 cm	Fast sediment. Sand m/skjell.
		II - 11 cm	0-11 cm	Relativt fast sediment m/skjell.
		III - 11 cm	0-11 cm	Relativt fast sediment m/skjell.



Figur 2. Kart over det planlagte kaiområdet. Området hvor mudring skal foregå er dobbeltskravert.

3. Parametre og analyser

Alle sedimentprøvene er analysert for følgende parametre:

- Kornfordeling (%-vis andel <63 µm)
- Tørrstoff
- Totalt organisk karbon
- Kvikksølv (Hg)
- Bly (Pb)
- Kadmium (Cd)
- Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)
- Polyklorerte bifenyler (PCB)

Samtlige parametre er obligatoriske i henhold til SFTs Retningslinjer for mudring og dumping i marine områder (SFT 1997).

Sedimentets kornstørrelse er bestemt etter våtsikting gjennom 63 µm sikt som gir informasjon om sedimentets innhold av silt og leire. Dermed framkommer informasjon om sedimentet er avsatt i et område med mye eller lite strøm.

Tørrstoffinnholdet er bestemt ved at en kjent mengde prøve er tørket til tørrhet ved 105°C, veid, videre glødet ved 550°C og til slutt veid igjen.

Innholdet av totalt organisk karbon i sedimentet er bestemt ved at sedimentet først er tørket, deretter syrebehandlet og katalytisk oppvarmet til 1800°C. Karbondioksyd er deretter kvantifisert ved bruk av gasskromatografi.

For bestemmelse av kvikksølv, bly og kadmium er sedimentet frysetørret og oppsluttet i salpetersyre. Bly og kadmium er bestemt ved atomabsorpsjon, mens kvikksølv er bestemt ved kalddampeteknikk. Bruk av salpetersyre gir ikke totaloppslutning slik at kadmium- og spesielt blykonsentrasjonene kan forventes å bli noe lavere enn totalkonsentrasjoner. SFTs klassifiseringssystem (Molvær et al. 1997) baseres på totalkonsentrasjoner, men forskjellen mellom den benyttede metode og totaloppslutning er så liten at det i denne sammenheng ikke har noen betydning for klassifiseringen.

For PAH-analyser frysetørres sedimentet og tilsettes deretter indre standarder. PAH ekstraheres i Soxhlet med syklohexan. Deretter gjennomgår ekstraktet ulike renseprosesser før analysen skjer med GC/FID eller GC/MSD. Strengt tatt omfatter PAH bare molekyler som har tre eller flere aromatiske ringer av karbon og hydrogen. Ofte medregnes også naftalener og andre disykliske og heterosykliske forbindelser. Av de kvantifiserbare forbindelsene regnes 6 komponenter (+ dibenzopyrener) i samleggruppen "potensielle kreftframkallende forbindelser" og disse betegnes "sum KPAH" (IARC 1987).

PCB er bestemt i frysetørret sediment som er tilsatt indre standarder og ekstrahert med organiske løsemidler. Deretter er ekstraktene rensed for å fjerne interfererende stoffer. Analysene av ekstraktene er utført ved bruk av gasskromatograf utstyrt med elektroinnfangningsdetektor (GC/ECD). I analysen inngår bestemmelse av 10 PCB-kongenerer inkl. "Seven Dutch" (PCB₇), hexaklorbenzen (HCB), pentaklorbenzen (QCB), α-HCH, γ-HCH (Lindan) og DDT-metabolittene DDE og DDD.

Samtlige prøver er blitt analysert ved NIVAs akkrediterte laboratorium i Oslo.

4. Resultater

4.1 Kornfordeling, tørrstoff, organisk innhold og tungmetaller

Resultatene av analyser av kornfordeling (%-vis <63 μm), tørrstoff, organisk innhold og tungmetallene kvikksølv (Hg), bly (Pb) og kadmium (Cd) er presentert i **Tabell 2**. Analysene viser at sedimentet på de ulike stasjonene hadde et innhold av silt og leire på mellom ca.60 og 70%.

I SFTs klassifiseringssystem (Molvær et al. 1997) blir TOC-verdien normalisert ved å regne om til teoretisk 100% silt og leire (Norm TOC). Innholdet av totalt organisk karbon korrigert for sedimentets innhold av finstoff (Norm TOC) var lavt og falt innenfor tilstandsklasse I ("Meget godt") (Molvær et al. 1997) for alle prøver tatt i 0-2 cm sjiktet. For blandprøvene av hele corere kom prøvene fra GL-1 og GL-2 i tilstandsklasse II ("God"), mens GL-3 tilfredstilte tilstandsklasse I ("Meget godt").

For tungmetallene Hg, Pb og Cd viste analysene at nesten alle sedimentprøvene kom inn under tilstandsklasse I ("Meget godt"). Unntaket var prøven fra 2-20,5 cm fra stasjon GL-2 som for kadmium kom over grensen på 0,25 mg Cd/kg til tilstandsklasse II ("God").

Tabell 2. Kornfordeling (% <63 μm), tørrstoff, totalt organisk karbon (TOC) og tungmetallene kvikksølv (Hg), bly (Pb) og kadmium (Cd) på de undersøkte stasjonene ved Kattahamrane. Tilstandsklasse i forhold til SFTs system for klassifisering er også angitt

Stasjon	Prøvenivå	Silt-leire (%)	Tørrstoff (mg/g)	TOC (mg/g)	Norm. TOC	Hg (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cd (mg/kg)
GL-1	0-2 cm	60,93	670	8,8	15,8 (I)	0,024 (I)	5,97 (I)	0,092 (I)
	0-26 cm	66,48	583	20,8	26,8 (II)	0,018 (I)	5,86 (I)	0,180 (I)
GL-2	0-2 cm	64,40	610	10,7	17,1 (I)	0,022 (I)	5,79 (I)	0,110 (I)
	2-20,5 cm	69,70	660	16,5	22,0 (II)	0,015 (I)	4,54 (I)	0,260 (II)
GL-3	0-2 cm	62,97	685	6,7	13,4 (I)	0,030 (I)	5,63 (I)	0,061 (I)
	0-11 cm	64,59	711	8,3	14,7 (I)	0,027 (I)	4,93 (I)	0,130 (I)

4.2 PAH

Analyseresultatene for polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) er vist i **Tabell 3**. Disse resultatene viser at sedimentet ved Kattahamrane er noe forurenset av PAH. For Σ PAH kommer overflatesedimentene (0-2 cm) fra samtlige prøver inn under tilstandsklasse II ("Moderat forurenset"), etter SFTs klassifiseringssystem. Det samme er tilfellet hvis innholdet av benzo(a)pyren legges til grunn, med unntak av GL-2 som da kommer i tilstandsklasse III ("Markert forurenset"). Hvis en ser på resultatene fra analysene av blandprøver fra hele corere, viser disse generelt noe lavere innhold av PAH (tilstandsklasse I-II ("Ubetydelig-Lite forurenset" – "Moderat forurenset")).

Tabell 3. Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i sediment angitt i $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørt sediment. Tallene i parentes angir SFTs tilstandsklasse. * markerer karakteristiske komponenter i olje. ** markerer potensielt kreftframkallende stoffer. I følge SFTs kriterier omfatter Σ PAH summen av forbindelse med 3-6 ringer.

Stasjon	GL-1		GL-2		GL-3	
	0-2 cm	0-26 cm	0-2 cm	2-20,5 cm	0-2 cm	0-11 cm
Naftalen *	3,3	<1	<1	<1	<1	<1
2-M-naftalen *	1,7	1,1	1,8	1,1	1,8	1,6
1-M-naftalen *	1,1	<1	1,2	<1	1,0	<1
Bifenyl	<1	<1	<1	<1	<1	<1
2,6-Dimetylnaftalen *	11,0	<1	13,0	<1	2,9	<1
Acenaftalen	<1	<1	<1	1,3	1,5	1,7
Acenaften	4,8	1,9	11,0	<1	5,7	5,0
2,3,5-Trimetylnaftalen *	<1	2,6	9,4	<1	<1	1,2
Fluoren	8,1	9,6	12,0	3,7	5,1	11,0
Fenantren *	80,0	22,0	91,0	6,2	46,0	46,0
Antracen	49,0	5,9	28,0	<1	11,0	17,0
1-Metylfenantren	5,4	4,8	11,0	3,2	6,5	6,3
Fluoranten	50,0	40,0	180,0	17,0	94,0	68,0
Pyren	43,0	34,0	133,0	16,0	68,0	50,0
Benz(a)antracen **	25,0	15,0	81,0	7,6	41,0	35,0
Chrysen/trifenylen	12,0	16,0	61,0	8,5	37,0	29,0
Benzo(b,j,k)fluoranten **	22,0	20,0	100,0	7,1	67,0	42,0
Benzo(e)pyren	16,0	11,0	38,0	5,0	29,0	18,0
Benzo(a)pyren **	22,0 (II)	14,0 (II)	59,0 (III)	7,2 (I)	43,0 (II)	28,0 (II)
Perylen	9,2	10,0	19,0	5,5	12,0	8,7
Indeno(1,2,3cd)pyren **	16,0	13,0	44,0	6,9	35,0	20,0
Dibenz.(a,c/a,h)antracener **	4,1	3,2	8,4	2,5	7,3	5,4
Benzo(ghi)perylene	16,0	12,0	40,0	6,8	33,0	21,0
Σ PAH	399,7 (II)	236,1 (I)	941,8 (II)	105,6 (I)	547,8 (II)	416,3 (II)
KPAH	89,1	65,2	292,4	31,3	193,3	130,4
%KPAH	22,3	27,6	31,0	29,6	35,3	31,3
Σ Oljerelaterte komponenter	102,5	30,5	127,4	10,5	58,2	56,5

4.3 PCB

Tabell 4 viser sedimentenes innhold av klororganiske komponenter inkludert polyklorerte bifenyly (PCB). Analyseresultatene viser at sedimentene ikke er forurenset av PCB, og Σ PCB₇ kommer inn under tilstandsklasse I ("Ubetydelig-Lite forurenset"). I overflatesedimentene (0-2 cm) finnes det imidlertid spor av nedbrytningsprodukter av DDT på alle tre stasjonene. Prøvetakingsområdet ligger i et fruktdyrkingsområde og disse funnene er derfor forklarlige ut fra dette faktum. At de høyeste verdiene ble funnet i overflatesediment kan tyde på at DDT fremdeles tilføres sjøområdene.

Tabell 4. Klororganiske komponenter inkludert polyklorerte bifenyly (PCB) angitt i $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørt sediment. * markerer PCB-kongenerer som ikke inngår i PCB₇. SFTs tilstandsklasser står i parantes.

Stasjon	GL-1		GL-2		GL-3	
	0-2 cm	0-26 cm	0-2 cm	2-20,5 cm	0-2 cm	0-11 cm
QCB – Penta-klorbenzen	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
HCB – Hexa-klorbenzen	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
HCHA – Alfa-hexakl.cyclohex.	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
HCHG –Gamma-hexakl.cyclo.hex.	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
OCS - Oktaklorstyren	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
DDEEP - 4,4-DDE	0,72	<0,3	0,81	<0,3	0,70	0,58
TDEPP - 4,4-DDD	0,57	<0,4	0,64	<0,4	0,69	0,65
CB-28 - Polyklorert bifenyly 28	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
CB-52 - Polyklorert bifenyly 52	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
CB-101 - Polyklorert bifenyly 101	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
CB-105* - Polyklorert bifenyly 105	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
CB-118 - Polyklorert bifenyly 118	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
CB-138 - Polyklorert bifenyly 138	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
CB-153 - Polyklorert bifenyly 153	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
CB-156* - Polyklorert bifenyly 156	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
CB-180 - Polyklorert bifenyly 180	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
CB-209* - Polyklorert bifenyly 209	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Sum PCB ₇	<0,2 (I)	<0,2 (I)	<0,2 (I)	<0,2 (I)	<0,2 (I)	<0,2 (I)
Sum PCB	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2

5. Konklusjoner

Analysen av marine sedimentprøver fra Kattahamrane på Sandane har vist at sedimentene er noe forurenset av PAH. Spesielt gjelder dette for sedimentenes øvre 2 cm. Benyttes sum PAH som vurderingskriterium kom alle prøver inn under tilstandsklasse II ("Moderat forurenset"). Benyttes benzo(a)pyren som vurderingskriterium, kommer prøvene fra to av stasjonene inn under tilstandsklasse II ("Moderat forurenset"), mens prøven fra den tredje stasjonen kommer i tilstandsklasse III ("Markert forurenset"). Analyse av sedimentkjerner med lengder mellom 11 og 26 cm ga lavere konsentrasjoner av PAH enn det som ble funnet i overflatesedimentene. For disse prøvene kom prøvene i tilstandsklasse I-II ("Ubetydelig-Lite forurenset" – "Moderat forurenset").

Analysene av PCB viste ikke konsentrasjoner over deteksjonsgrensene for noen av prøvene. Imidlertid viste analysene at spesielt sedimentenes overflatelag (0-2 cm) inneholdt nedbrytningsprodukter av DDT.

Tungmetallene kvikksølv (Hg), bly (Pb) og kadmium (Cd) ble funnet kun i lave konsentrasjoner i alle prøvene slik at alle kom i tilstandsklasse I ("Ubetydelig-Lite forurenset").

6. Referanser

- IARC. 1987. IARC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. Overall evaluation of carcinogenicity: An updating of IARC Monographs volume 1-42. Suppl. 7, Lion, France.
- Molvær, J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei & J. Sørensen. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. SFT-rapport TA-1467/1997, 36 s.
- SFT. 1997. Retningslinjer vedrørende mudring og dumping i marine områder. (Utkast 21.10.97). Vedlegg 3. 13 s.