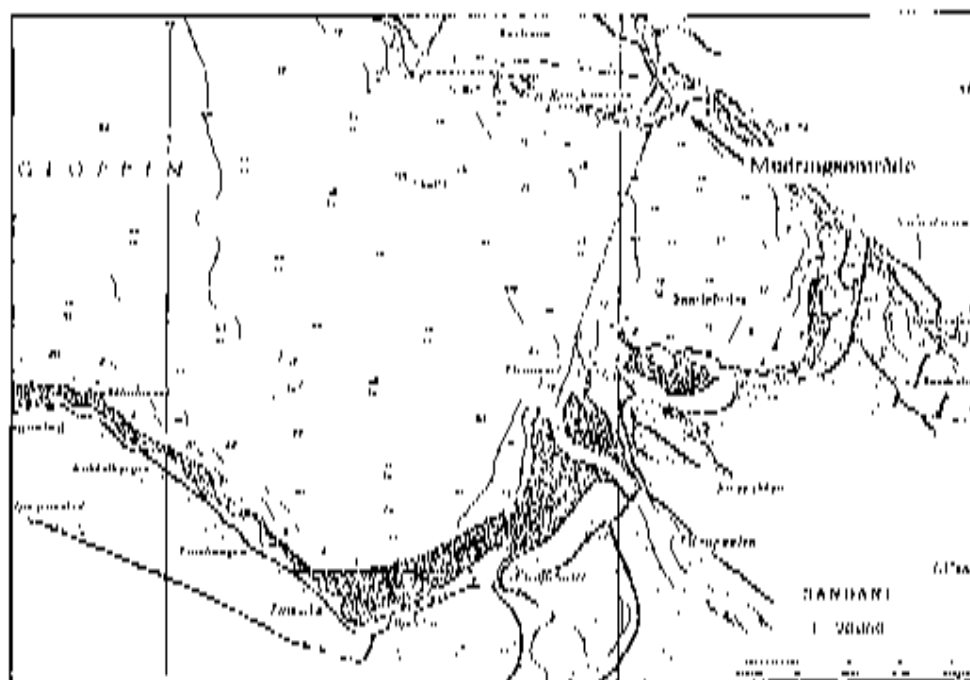


RAPPORT LNR 4119-99

# Undersøkelser av miljøgifter i sediment ved Kattahamrane i Gloppenfjorden



**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internet: www.niva.no

**Serlandsavdelingen**

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

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

<b>Oppdragsgiver(e)</b> Gloppen kommune	<b>Oppdragsreferanse</b> 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.

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



Torbjørn M. Johnsen  
Prosjektleder



Kari Nygaard  
Forskningsleder



Bjørn Braaten  
Forskningsjef

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

## Forord

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

Ved Giløppen kommune har *Jostein Moldestad* vært kontaktperson.

Hos NIVA har følgende personer vært involvert:

*Arild Sandffjord* - feltarbeid.

*Torbjørn M. Johnsen* - feltarbeid, rapportering, prosjektansvarlig.

Bergen, 15. november 1999

*Torbjørn M. Johnsen*

---

## **Innhold**

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

---

## Sammendrag

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

Sedimentene er noe forurensset av PAH og spesielt gjelder dette sedimentenes øvre 2 cm hvor alle prøver kom inn under tilstandsklasse II ("Moderat forurensset") hvis en benytter som 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 forurensset"). Analyse av kjerner med lengder mellom 11 og 26 cm ga lavere konsentrasjoner av PAH (tilstandsklasse I-II ("Ubetydelig-Lite forurensset" - "Moderat forurensset")) 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 forurensset").

## Summary

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

Year: 1999.

Author: Johnsen, T.M.

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

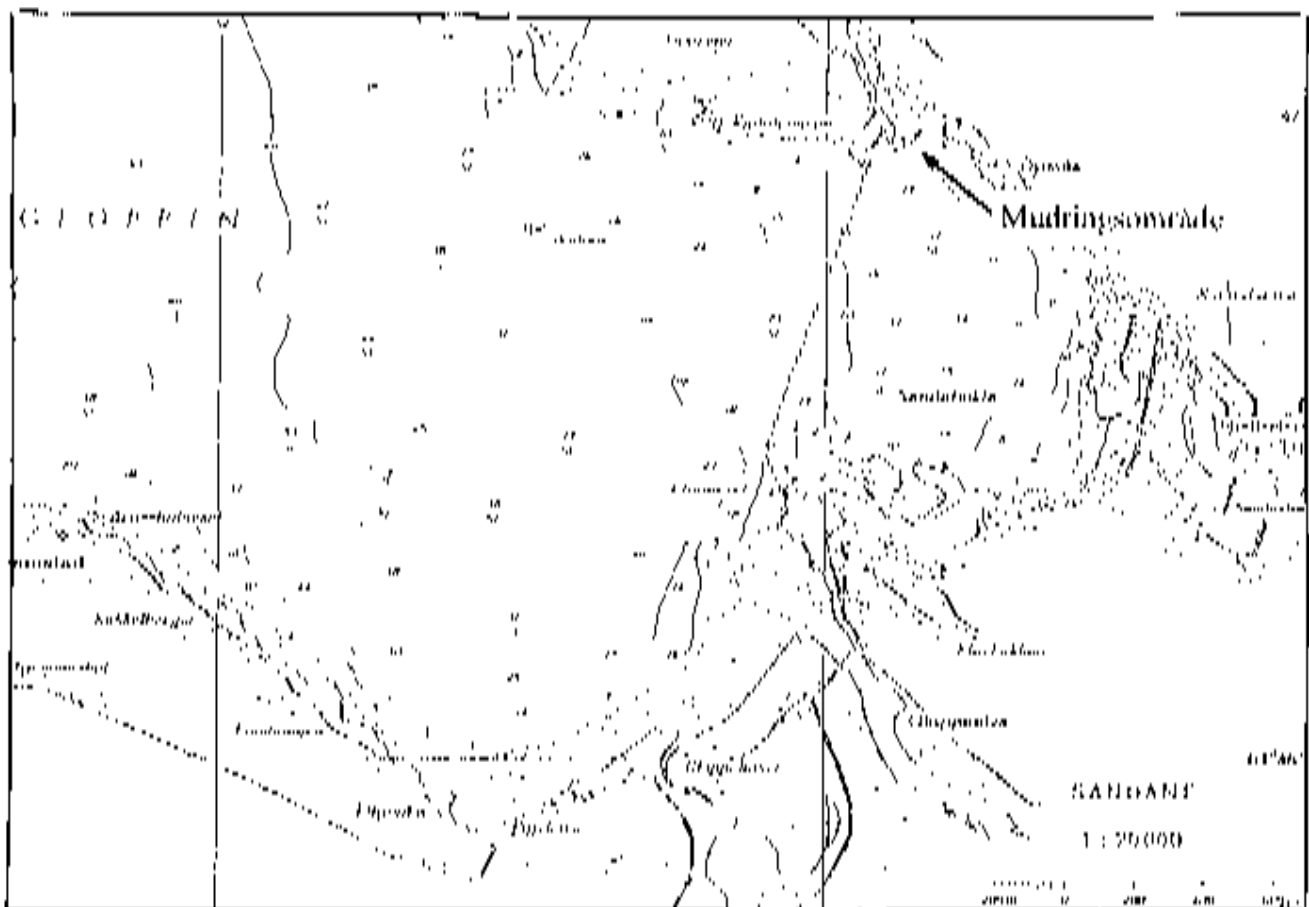
Marine sediments from Kattahamrane at Sandfne are to some degree contaminated with PAH. The highest concentrations were found in the upper 2 cm of the sediment. PCB was not found above the detection level. Metabolites of DDT were detected. The heavy metals mercury (Hg), lead (Pb) and cadmium (Cd) were 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 male 5000 m<sup>3</sup> 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 forurenkende stoffer, og fylkesmannens miljøvernavdeling 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 analysere sedimentet med hensyn på metaller og miljøgifter



Figur 1. Kart over Gloppenfjorden med markering av mudringsområdet.



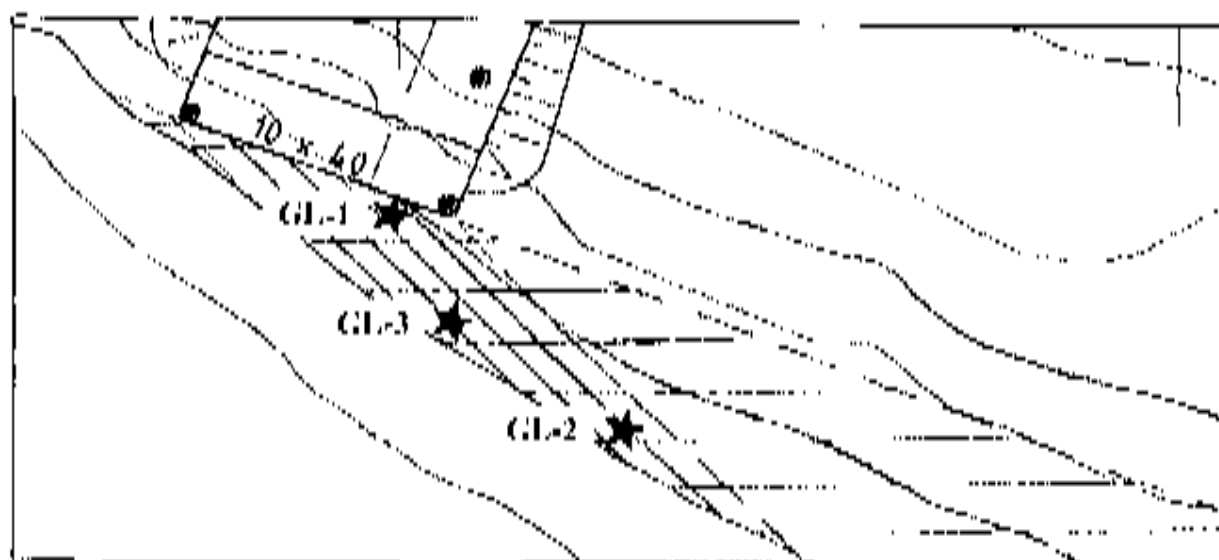
## 2. Stasjoner og prøvetaking

Innsamling av sediment for analyse ble gjennomført 30. september 1999. Sedimentprøver ble tatt ved bruk av tradisjonell kjerneprøvetaker (Nimistö) på 3 stasjoner (GI.-1, GI.-2 og GI.-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 kjernen. Det ble ikke oppdridd 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
GI.-1	6 m	I - 16 cm	0-2 cm	0-2 cm - grønbrunt bløtt sediment m/org. materiale. 2-16 cm: Grålig sediment med litt skjell.
		II - 26 cm	0-26 cm	0-2 cm - grønbrunt bløtt sediment m/org. materiale. 2-26 cm: Grålig sediment med litt skjell.
GI.-2	8 m	I - 4 cm	0-2 cm	Grøngrønt sediment.
		II - 20,5 cm	2-20,5 cm	0-20,5 cm: Grøngrønt sediment. 0-2 cm ngr under prøvetaking.
GI.-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 dobbeltskrivert.

### 3. Parametre og analyser

Alle sedimentprøvene er analysert for følgende parametre:

- Kornfordeling (%-vis andel >63 µm)
- Torrstoff
- 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 våtsiktning 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.

Torrstoffinnholdet 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 gaskromatografi.

Før 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 kalddampmetode. Bruk av salpetersyre gir ikke totaloppløsning 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 totaloppløsning er så liten at det i denne sammenheng ikke har noen betydning for klassifiseringen.

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

PCB er bestemt i frysetørret sediment som er tilsatt andre standarder og ekstrahert med organiske løsemidler. Deretter er ekstraktene rensed for å fjerne interfererende stoffer. Analysene av ekstraktene er utført ved bruk av gaskromatograf utstyrt med elektroinfangningsdetektor (GC/ECD). I analysen omgår bestemmelse av 10 PCB kongenerer inkl. "Seven Dutch" (PCB<sub>7</sub>), hexaklorbenzen (HCB), pentaklorbenzen (PCB),  $\alpha$ -HCH,  $\gamma$ -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 SF's klassifiseringssystem (Molvær et al. 1997) ble 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 blindprøvene av hele corene kom prøvene fra GI-1 og GI-2 i tilstandsklasse II ("God"), mens GI-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 GI-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 Kattahammene. Tilstandsklasse i forhold til SF's system for klassifisering er også angitt

Stasjon	Prøvedybde	Silt-leire (%)	Tørrstoff (mg/g)	TOC (mg/g)	Norm. TOC	Hg (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cd (mg/kg)
GI-1	0-3 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)
GI-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)
GI-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	16,7 (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 Kamthamrane er noe forurensset av PAH. For  $\Sigma$ PAH kommer overflatesedimentene (0-2 cm) fra samtlige prøver inn under tilstandsklasse II ("Moderat forurensset"), etter SFTs klassifiseringssystem. Der summe er tilfellet hvis innholdet av benzo(a)pyren legges til grunn, med unntak av GI. 2 som da kommer i tilstandsklasse III ("Markert forurensset"). Hvis en ser på resultatene fra analysene av blandinger fra hele corene, viser disse generelt noe lavere innhold av PAH (tilstandsklasse I-II ("Utbetydelig lite forurensset" - "Moderat forurensset")).

**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 potensiell kreftframkallende stoffer. I følge SFTs kriterier omfatter  $\Sigma$ PAH summen av løselighet med 3-6 ringe.

Stasjon	GI.-1		GI.-2		GI.-3	
	0-2 cm	0-20 cm	0-2 cm	2-20,5 cm	0-2 cm	0-11 cm
Naphalen *	1,1	-1	1	-1	1	-1
2-M-naphalen *	1,7	1,1	1,8	1,1	1,8	1,6
1-M-naphalen *	1,1	-1	1,3	-1	1,0	-1
Fluorenyl	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2,6-Dimetylnaphalen *	11,0	-1	13,0	-1	2,9	-1
Acenafilylen	1	-1	1	1,3	1,5	1,7
Acenaphen	4,8	1,9	11,0	-1	5,7	5,0
2,3,5-Trimetylnaphalen *	-1	2,6	9,4	-1	-1	1,2
Fluoren	8,1	9,6	12,0	3,7	5,1	11,0
Fluoranten *	80,0	22,0	91,0	6,2	46,0	46,0
Anthracen	39,0	5,9	28,0	-1	11,0	17,0
1-Metylanthracen	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
Benzo(a)anthracen **	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 **	23,0	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	14,0	59,0	7,2	43,0	28,0
	(II)	(II)	(III)	(I)	(II)	(II)
Perylen	9,2	10,0	19,0	5,5	12,0	8,7
Indeno(1,2,3-cd)pyren **	16,0	13,0	44,0	6,9	35,0	20,0
Dibenz.(h,g/a,b)fluoranten **	4,1	3,2	8,4	2,5	7,3	5,4
Benzo(ghi)perylen	16,0	12,0	40,0	6,8	33,0	21,0
$\Sigma$ PAH	399,7	236,1	941,8	105,6	547,8	416,3
	(II)	(I)	(II)	(I)	(II)	(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
$\Sigma$ 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 bifenylyl (PCB). Analyseresultatene viser at sedimentene ikke er forurensket av PCB, og NPCB, kommer inn under tilstandsklasse 1 ("Ubetydelig-lite forurensning"). I overflatesedimentene (0-2 cm) finnes det midlertid spor av nedbrytningsprodukter av DDT på alle tre stasjonene. Provenkingsområdet ligger i et fruktdykingsområde og disse funnene er derfor forklartige ut fra dette faktum. At de høyeste verdiene ble funnet i overflatesediment kan tyde på at DDT framdeles tilføres spområdene.

Tabell 4. Klororganiske komponenter inkludert polyklorerte bifenylyl (PCB) angitt i µg/kg tørrt sediment. \* markerer PCB-kongenerer som ikke inngår i PCB<sub>7</sub>. SFTs tilstandsklasser står i parentes.

Stasjon	Cl.-1		Cl.-2		Cl.-3	
	0-2 cm	0-26 cm	0-2 cm	3-20,5 cm	0-2 cm	0-11 cm
OCB - 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-hexakloryclohex.	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
HCHG - Gamma-hexakloryclohex.	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
OCS - Okta-klorstyren	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
DDDDP - 4,4-DDD	0,72	< 0,3	0,81	< 0,3	0,70	0,58
DDDPP - 4,4-DDD	0,57	< 0,4	0,64	< 0,4	0,69	0,65
CB-28 - Polyklorert bifenylyl 28	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
CB-52 - Polyklorert bifenylyl 52	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
CB-101 - Polyklorert bifenylyl 101	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
CB-105* - Polyklorert bifenylyl 105	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
CB-118 - Polyklorert bifenylyl 118	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
CB-138 - Polyklorert bifenylyl 138	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
CB-153 - Polyklorert bifenylyl 153	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
CB-156* - Polyklorert bifenylyl 156	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
CB-180 - Polyklorert bifenylyl 180	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
CB-209* - Polyklorert bifenylyl 209	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Sum PCB <sub>7</sub>	< 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 Kattalundene på Sandane har vist at sedimentene er noe forurensede av PAH. Spesielt gjelder dette for sedimentenes øvre 2 cm. Bruyttes som PAH som vurderingskriterium kom alle prøver inn under tilstandsklasse II ("Moderat forurensning"). Bruyttes benzo(a)pyren som vurderingskriterium, kommer prøvene fra to av stasjonene inn under tilstandsklasse II ("Moderat forurensning"), mens prøven fra den tredje stasjonen kommer i tilstandsklasse III ("Markert forurensning"). Analyse av sedimentkjerner med lengder mellom 11 og 26 cm ga lavere konsentrasjoner av PAH enn det som ble funnet i overflate sedimentene. For disse prøvene kom prøvene i tilstandsklasse I-II ("Ubetydelig-Lite forurensning" - "Moderat forurensning").

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 forurensning").

## 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, Lyon, France.
- Molvær, J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei & J. Sørensen. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfuruann. Veiledning. SFT rapport TA-1467/1997. 36 s.
- SFT. 1997. Retningslinjer vedrørende nedring og dumping i marine områder. (Dokument 21.10.97). Vedlegg A. 13 s.