

BOK

02-2282

O- 89130

Mudring ved  
**Tinfos-kaia, Porsgrunn**  
Målinger i vannmassen

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Hovedkontor  
Postboks 33, Blindern  
0313 Oslo 3  
Telefon (02) 23 52 80  
Telefax (02) 39 41 29

Sørlandsavdelingen  
Grooseveien 36  
4890 Grimstad  
Telefon (041) 43 033  
Telefax (041) 42 709

Østlandsavdelingen  
Rute 866  
2312 Ottestad  
Telefon (065) 76 752

Vestlandsavdelingen  
Breiviken 5  
5035 Bergen - Sandviken  
Telefon (05) 95 17 00  
Telefax (05) 25 78 90

Prosjektnr.:

O-89130

Undernummer:

Løpenummer:

2282

Begrenset distribusjon:

Nei.

|   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| Rapportens tittel:<br>Mudring ved Tinfos-kaia, Porsgrunn.<br>Målinger i vannmassen. | Dato:<br>27.09.89.                |
|   | Prosjektnummer:<br>O-89130.       |
| Forfatter (e):<br>Jens Skei.  | Faggruppe:<br>Marinøkologi.       |
|   | Geografisk område:<br>Telemark.   |
|   | Antall sider (inkl. bilag):<br>13 |

|   |                                  |
|---|----------------------------------|
| Oppdragsgiver:<br>Elkem PEA, Porsgrunn. | Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.): |
|---|----------------------------------|

|  |
|--|
| Ekstrakt:<br>Mudring av 4.400 m <sup>3</sup> masse utenfor Tinfos-kaia i Porsgrunn og dumping fra lekter i Frierfjorden medførte små endringer i vannkvaliteten (1 m dyp). Påvirkningen var størst på mudrestedet. Her ble det påvist betydelige mengder av partikulært kadmium. |
|--|

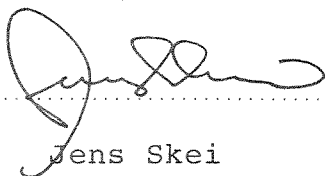
4 emneord, norske:

1. PEA, Elkem, Porsgrunn
2. Mudring
3. Miljøgifter
4. Vannkvalitet

4 emneord, engelske:

1. PEA, Elkem, Porsgrunn
2. Dredging
3. Pollutants
4. Water Quality

Prosjektleder:

  
Jens Skei

For administrasjonen:

  
Tor Bokn

ISBN 82-577-1583-2

**0-89130**

**MUDRING VED TINFOS-KAIA, PORSGRUNN.**

**MÅLINGER I VANNMASSEN.**

NIVA, 10. september 1989.

Prosjektleder: Jens Skei

Medarbeidere : Unni Efraimsen  
Arne Kjellsen,  
Vannlaboratoriet i  
Telemark.

| <b>INNHOLDSFORTEGNELSE</b>            | <b>SIDE</b> |
|---------------------------------------|-------------|
| Forord                                | 3           |
| Sammendrag og konklusjoner            | 4           |
| 1. Innledning                         | 5           |
| 2. Målsetting                         | 5           |
| 3. Muddermassens sammensetning        | 6           |
| 4. Feltarbeid og metoder              | 7           |
| 5. Resultatvurdering                  | 10          |
| 5.1 Suspendert tørrstoff og gløderest | 10          |
| 5.2 Kadmium                           | 11          |
| 6. Litteratur                         | 13          |

**FORORD**

NIVA utarbeidet et programforslag på oppdrag av Elkem PEA i Porsgrunn som skulle omfatte overvåking av vannkvaliteten i Skienselva og Frierfjorden under mudring ved Tinfos-kaia (datert 23.05.89). Forslaget ble akseptert 26.05.89 og feltarbeidet ble utført 30.05.89 av Vannlaboratoriet i Telemark (A. Kjellsen) som også gjorde analysene av suspendert tørrstoff og gløderest. Øvrig arbeid er utført ved NIVA.

Oslo, 10. september 1989.

Jens Skei,  
Prosjektleder.

## SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

1. Totalt 4.400 m<sup>3</sup> masse ble mudret utenfor Tinfos-kaia (Elkem PEA, Porsgrunn) og dumpet fra lekter i Frierfjorden i månedsskiftet mai-juni 1989.
2. Vannprøver fra 1 m dyp ble tatt både i mudringsområdet, på strekningen mudringsområde - dumpeområde og på selve dumpestedet. Prøvene ble analysert på mengde partikler (suspendert tørrstoff), partiklenes innhold av uorganisk materiale (suspendert gløderest) og på kadmium (totalt og løst).
3. Undersøkelsen hadde som mål å fastslå hvilken innvirkning mudringen og dumping hadde på vannkvaliteten, samtidig med at mudring foregikk (30.05.89).

Resultatene fra undersøkelsen gir grunnlag for følgende konklusjon:

- Mudring av såvidt små mengder masse ga beskjeden økning i vannmassenes turbiditet (partikkelinnhold). Innvirkningen var størst på mudringsstedet.
- Overflatevannet inneholdt betydelige mengder partikulært kadmium (trolig som sulfid) i mudringsområdet. Mengdene av løst kadmium var imidlertid normale i hele undersøkelsesområdet.

## 1. INNLEDNING

Mudring i havneområder og nær utslipp fra industriell aktivitet medfører ofte forflytning av forurensede masser. Forflytningen omfatter grabbing og oppvirvling av massene på mudringsstedet og dumping fra lekter på dypere vann hvor muddermassene ikke er til fysisk hinder for skipstrafikken. Det er altså to steder hvor vannkvaliteten kan påvirkes av forurensede muddermasser: på mudringsstedet og på dumpestedet.

Det eksisterer forholdsvis liten kunnskap om hva som skjer med muddermasser som er forurenset av miljøgifter når de forflyttes. Det er således ingen klare retningslinjer om når det er akseptabelt å mudre og dumpe forurensede masser i sjøen. Enkelte land derimot, har grenseverdier for hva som kan aksepteres av forurensningsgrad for å kunne dumpe muddermassene i sjøen. En bibliografi om miljøeffekter fra mudring og dumping ble laget av Oosterbaan og Pyle i 1982. Det kan nevnes at EPA i USA har satt en øvre grense på 1 ppm kvikksølv i muddermasser som kan dumpes i sjøen. Også Canada og Holland har etablert grenseverdier.

## 2. MÅLSETTING

Undersøkelsene av vannkvaliteten på mudringssted, på strekningen mudringssted og dumpested, samt på selve dumpestedet ble gjort for

- å konstatere grad av partikkelpåvirkning og forurensning av kadmium i overflatevannet (1 m dyp).

Vilkårene for tillatelsen til mudring gitt av Fylkesmannen i Telemark var at det skulle foretas en vurdering av forurensningsspredningen fra arbeidene. Denne vurderingen skulle inkludere utlekking og spredning av kvikksølv, kadmium, PAH, HCB og suspendert stoff. I samråd med saksbehandler hos Fylkesmannen, ble vi enige om å begrense omfanget av undersøkelsen til kadmium og suspendert stoff. Begrunnelsen er at undersøkelser av utlekking av kvikksølv og HCB fra sedimenter allerede er gjort i andre sammenhenger i Grenlandsområdet. Når det gjelder PAH, har NIVA fått i oppdrag av smelteverksbransjen å studere utlekking av PAH fra sedimenter i et eget prosjekt.

### 3. MUDDERMASSENS SAMMENSETNING

Ifølge opplysninger fra Fylkesmannen i Telemark omfattet mudringen 4.400 m<sup>3</sup> muddermasser ved Tinfoskaia. Tre sedimentkjerner fra mudringsområdet ble tatt av Vannlaboratoriet i Telemark i desember 1988 og analysert for tørrstoff, gløderest, kvikksølv, kadmium, heksaklorbenzen (HCB) og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH).

Resultatene av analysene er gjengitt i Tabell 1 og representerer de øvre 40 cm av kjernene.

Tabell 1. Analyser av muddermasser (tørrvekt).

| Parameter        | Prøve 1 | Prøve 2 | Prøve 3 | Gjennomsnitt |
|------------------|---------|---------|---------|--------------|
| Tørrstoff, %     | 30.9    | 29.0    | 41.5    | 33.8         |
| Gløderest, %     | 13.6    | 26.2    | 28.8    | 22.9         |
| Kvikksølv, mg/kg | 0.27    | 0.17    | 0.22    | 0.22         |
| Kadmium, mg/kg   | 3.33    | 1.70    | 7.97    | 4.33         |
| HCB, mg/kg       | 0.51    | 0.51    | 0.47    | 0.50         |
| PAH, mg/kg       | 21.23   | 20.14   | 92.49   | 44.62        |

Med unntak av innholdet av kvikksølv og HCB viste resultatene store konsentrasjonsforskjeller mellom prøvene. At det spesielt er kvikksølv og HCB som viser små variasjoner tyder på at dette er stoffer som i hovedsak kommer fra en kilde som ligger noe lengre unna (Norsk Hydro på Herøya), mens de øvrige målte stoffer har lokal opprinnelse (Elkem PEA). Det er vanlig at konsentrasjonene av miljøgifter i sedimenter nær kilden viser store lokale variasjoner. Det er derfor vanskelig å fastslå representative konsentrasjoner i muddermassen. Med utgangspunkt i et aritmetisk gjennomsnitt for de tre stikkprøvene, inneholdt muddermassene følgende anslått mengde miljøgifter:

|            |       |    |
|------------|-------|----|
| Kvikksølv: | 1 - 2 | kg |
| Kadmium :  | 25    | "  |
| HCB :      | 3     | "  |
| PAH :      | 250   | "  |

Det er her tatt utgangspunkt i 5.700 tonn tørt muddermateriale (66% vann). Mengdene av PAH og kadmium var betydelige. Sedimentene var også meget organiske (ca. 77% glødetap eller organisk materiale). Prøvene var også anoksiske og luktet av hydrogensulfid. Det må derfor antas at prøvene inneholdt metallsulfider.



#### 4. FELTARBEID OG METODER

Samme dag som mudring foregikk ved Tinfoskaia (30.05.89) ble vannprøver fra 1 m dyp tatt på stasjoner vist på Fig. 1. Stasjonsbeskrivelse, klokkeslett for prøvetaking og siktedyp er vist i Tabell 2. Prøver ble tatt både oppstrøms og nedstrøms mudringsstedet og i en avstand av 50-200 m fra dumpestedet i Frierfjorden (Fig. 1).

Vannprøvene ble filtrert og mengde suspendert stoff og gløderest ble bestemt. Separate vannprøver ble tatt for kadmianalyser. Disse prøvene ble filtrert gjennom 0.4 µm Nuclepore membranfiltre, og både ufiltrerte og filtrerte prøver ble analysert for kadmium ved atomabsorpsjon etter Freon-ekstraksjon (Danielsson et al., 1987).

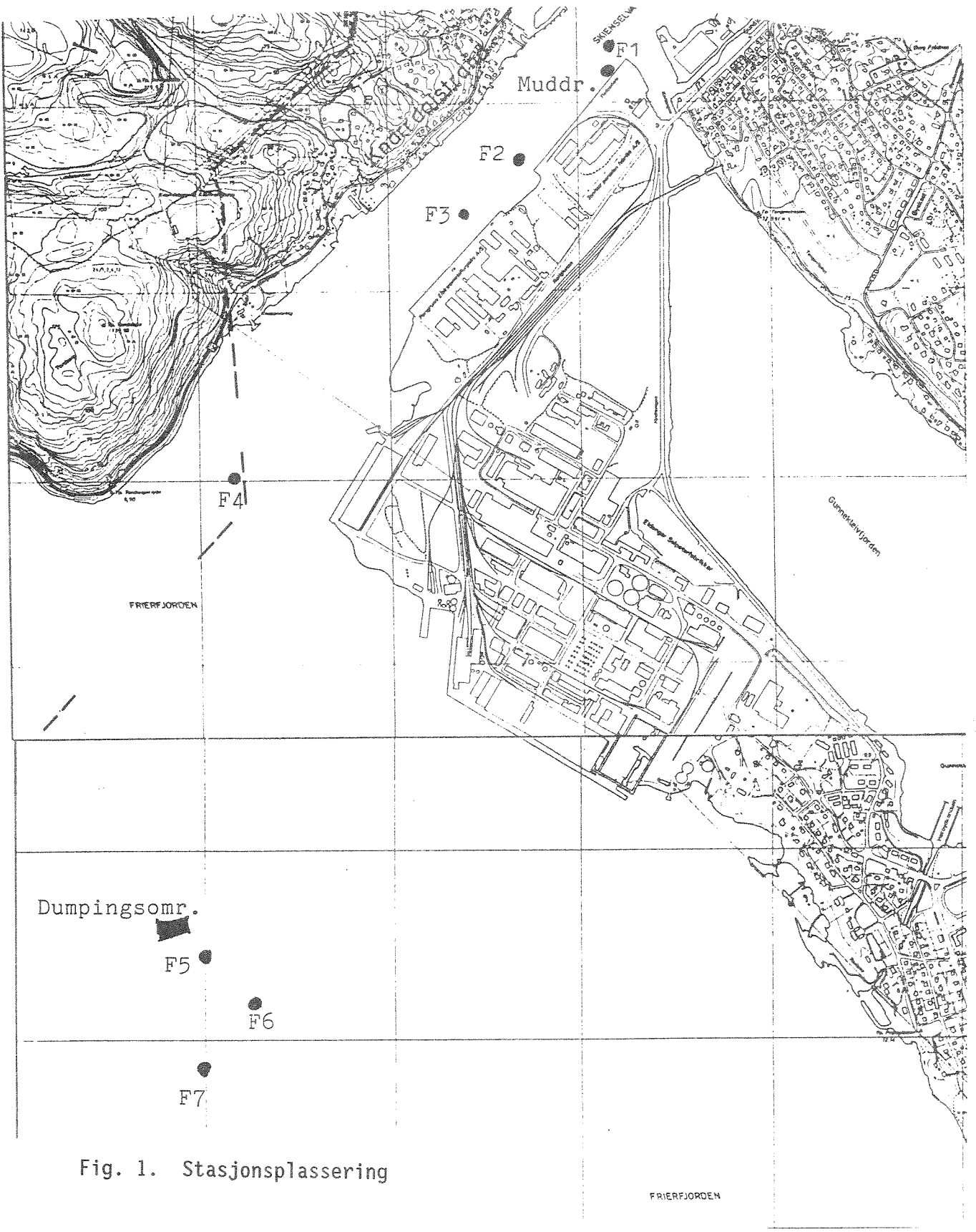


Fig. 1. Stasjonsplassering

Tabell 2. Stasjonsbeskrivelse, klokkeslett og siktedyp.

Mudring Skienselva - Dumping Frierfjorden.

Dato: 30.05.89.

| Stasjon | Plassering                      | Klokkeslett | Siktedyp |
|---------|---------------------------------|-------------|----------|
| F1      | Skienselva oppstr.mudringssted. | 09.50       | 3.3      |
| F2      | Nedstr. mudringssted            | 11.15       | 1.0 grå  |
| F3      | Skienselva v/Elkem              | 11.10       | 2.5      |
| F4      | Utløp Skienselva                | 10.55       | 3.7      |
|         | Dumping                         | 10.09       |          |
| F5      | Ca. 50 m SØ for dumpingsplass   | 10.20       | 2.5      |
| F6      | Ca. 100 m S for F5 (Frierfj.)   | 10.30       | 2.5      |
| F7      | Ca. 200 m SV for F6 (Frierfj.)  | 10.43       | 2.6      |

## 5. RESULTATVURDERING

Resultatene av analysene er vist i Tabell 3.

### 5.1 Suspendert tørrstoff og gløderest

Oppstrøms mudringsstedet ble det målt 1.2 mg/l suspendert stoff. Dette er lavt og tyder på at partikkeltransporten i Skienselva var liten på det tidspunkt mudringen foregikk. Hele 75% av partikkelmengden var organisk materiale. Nedenfor mudringsstedet ble det målt 2.2 mg/l suspendert stoff med et organisk innhold på 55% (stasjon F2, Fig. 1). Ved munningen av Skienselva ble det registrert 1.9 mg/l suspendert stoff.

På dumpestedet ble det målt mellom 1.7 og 2.0 mg/l suspendert stoff i de øvre 1 m, med et organisk innhold på vel 70%.

Det kan konkluderes med at mengdene av partikler i overflatevannet var små, selv like nedenfor mudringsstedet og innenfor en radius på 200m fra dumpestedet. Høyere verdier enn oppstrøms mudringsstedet tyder imidlertid på en viss innvirkning av muddermasser. Hvis vi sammenligner med målinger gjort i mai 1986 i forbindelse med mudring utenfor Norsk Hydro's kaianlegg (80-100.000 m<sup>3</sup>) ble det den gang registrert mellom 5 og 35 mg/l suspendert materiale på mudringsstedet og 2.5 til 23 mg/l på dumpestedet (Molvær og Skei, 1986). Forskjellen skyldes de ulike mudringsmengdene.

Tabell 3. Suspendert stoff (S.T.S.), gløderest (S.G.R.) og kadmium (Cd, løst og totalt) i vannprøver i Skienselva og Frierfjorden, 30.05.89. Prøvene er tatt på 1 m dyp.

| Stasjon | mg/l   |        | ng/l*     |           |
|---------|--------|--------|-----------|-----------|
|         | S.T.S. | S.G.R. | Cd (tot.) | Cd (løst) |
| F1      | 1.2    | 0.3    | 150       | 24        |
| F2      | 2.2    | 1.0    | 150       | 14        |
| F3      | 2.8    | 1.4    | 54        | 18        |
| F4      | 2.0    | 0.9    | 41        | 15        |
| F5      | 1.9    | 0.5    | 23        | 21        |
| F6      | 2.0    | 0.6    | 23        | 24        |
| F7      | 1.7    | 0.4    | 21        | 23        |

\* 1 ng = 0.000001 mg

## 5.2 Kadmium

Mengden av kadmium i uforurenset sjøvann varierer vanligvis mellom 20 og 30 ng/l (filtrerte prøver) (Skei et al., 1987). Målinger gjort i Gunnekleivfjorden i 1988 viste verdier i intervallet 25-50 ng/l (ufiltrerte prøver), m.a.o. noe forhøyet (Molvær, 1989).

I forbindelse med mudringen utenfor Tinfoskaia ble det registrert mellom 10 og 24 ng/l løst kadmium (filtrerte prøver). Det kan dermed slås fast at det ikke ble målt forhøyede nivåer av kadmium hverken på mudrestedet eller dumpestedet.

Konsentrasjonene av kadmium i ufiltrerte prøver viste derimot høye verdier i elva, mens på dumpestedet ble det registrert liten forskjell mellom filtrerte og ufiltrerte prøver. Oppstrøms mudringsstedet ble det målt 150 ng/l total kadmium. Det samme ble målt like nedenfor kaiområdet (F2). Det er derfor grunn til å tro at også stasjonen ovenfor kaiområdet var influert av den pågående mudringen. Dette kan

forklares med at muddermasser ble transportert oppover elva i den underliggende sjøvannsstrømmen og at dette materialet senere ble blandet inn i overflatelaget. Lenger nede i elva sank mengden av total kadmium til 54 ng/l (F3) og ved munningen av Skienselva ble det målt 41 ng/l (F4). Det kan derfor slås fast at i forbindelse med mudringen ble det virvlet opp partikler med høyt kadmium-innhold som ble transportert nedover elva. På dumpestedet derimot kunne det ikke registreres noen forhøyning i kadmium-verdiene. Her var omtrent 100% av kadmiummengden tilstede i løst form (trolig klorkompleks).

En ekstra prøve som ble tatt like bak mudderprammen viste 210 ng/l kadmium (ufiltrert), mens den løste fraksjonen utgjorde bare 10 ng/l.

Mengden partikulært kadmium nedenfor mudringsstedet (F2) ble beregnet til 136 ng/l. Denne vannprøven inneholdt 2.2 mg/l suspendert tørrstoff. Dette gir en kadmiumkonsentrasjon i det partikulære materiale på 62 ppm kadmium eller ca. 8 ganger mer kadmium enn i den prøven som hadde mest kadmium i muddermassen. Ved munningen av Skienselva (F4) inneholdt overflatevannet 26 ng/l partikulært kadmium og 2 mg/l suspendert stoff. Dette gir en kadmiumkonsentrasjon i det partikulære materiale på 13 ppm. På dumpestedet var mengden av partikulært kadmium liten (2 ng/l). Dette gir en kadmiumkonsentrasjon i partiklene på 1.1 ppm. Det er således svært klare gradienter i kadmiumkonsentrasjonen i partikler fra mudringsstedet til dumpestedet. Årsaken til reduksjonen i mengde partikulært kadmium kan være at kadmium går i løsning. Det er sannsynlig at kadmium var tilstede i sulfidform i muddermassene (lukt av  $H_2S$ ) og at kadmiumsulfid oksyderes relativt lett. Når denne utløsningen av kadmium ikke forårsaker større økning i mengden av løst kadmium, kan dette skyldes små mengder partikulært materiale og relativt god fortytning. Det bør imidlertid bemerkes at det ble målt 14 ng/l løst kadmium ved mudringsstedet, mens ved dumpestedet ble det målt 23 ng/l.

## 6. LITTERATUR

- Danielsson, L.-G., Magnusson, B. og Westerlund, S., 1987. An improved metal extraction procedure for the determination of trace metals in seawater by atomic absorption spectrometry with electrothermal atomization. *Anal.Chim.Acta.*, 18, 47-59.
- Molvær, J., 1989. Miljøgifter i Gunnekleivfjorden. Delrapport 2. Miljøgifter i vannmassene. Transport av miljøgifter i Skienselva og Frierfjorden. NIVA-rapport, 0-88068, 68 s.
- Molvær, J. og Skei, J., 1986. Undersøkelser av spredning av kvikksølv i vannmassene etter mudring i Porsgrunn Fabrikkers havneområde. NIVA-rapport, 0-86106, 30 s.
- Oosterbaan, N. og Pyle, T.E. 1982. Bibliography on environmental aspects of dredging and filling operations. *Tema et Aqua* 23/24, 31-40.
- Skei, J., Pedersen, A., Berge, J.A., Bakke, T. og Næs, K., 1987. Indre Sørfjord. Sedimentenes betydning for metallforurensning i miljøet. Muligheter og behov for tiltak. Fase 2. Kvantifisering av utlekking av tungmetaller fra forurensede sedimenter. NIVA-rapport, 0-87005, 101 s.