

RAPPORT LNR 4573-2002

**K**artlegging av et område  
med dumpede tønner ved  
Steilene i Oslofjorden-  
miljøgifter i sediment og  
restinnhold i tønner

**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  
5005 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 Kartlegging av et område med dumpede tønner ved Steilene i Oslofjorden- miljøgifter i sediment og i restinnhold i tønner.	Løpenr. (for bestilling) 4573-2002	Dato 3/10-02
	Prosjektnr. Undernr. O-21338	Sider Pris 29
Forfatter(e)  John Arthur Berge	Fagområde Marine miljøgifter	Distribusjon Fri
	Geografisk område Akershus	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Esso Norge AS	Oppdragsreferanse 219/4510071968
-----------------------------------	-------------------------------------

**Sammendrag** I forbindelse med planlegging av en rørtrase ble det på bunnen ved Steilene oppdaget deponerte tønner. Området med tønner hadde en utstrekning på 36630 m<sup>2</sup> (vanddyb fra 32-42 m). Antall tønner antas å være i størrelsesorden 1000. Tønnene var i hovedsak tomme men hadde i varierende grad et bekaktig materiale på innsiden. Tønnene har sannsynligvis ligget på bunnen i opptil 50 år. Noen tønner stammer sannsynligvis fra tidligere virksomhet på Steilene. Sedimentet i området var markert forurenset med kvikksølv, moderat til markert forurenset med bly og ubetydelig til markert forurenset med kadmium. Det ble observert lave konsentrasjoner av kvikksølv i tønne materialet mens det ble observert varierende konsentrasjoner av bly og kadmium. Materialet fra ett av fatene inneholdt særlig mye kadmium (60,3 µg/g t.v.). Sedimentet var moderat forurenset med polyklorerte bifenyler (PCB) med unntak av en prøve som kunne klassifiseres som markert forurenset. Tønne materialet inneholdt lite PCB med unntak av en prøve som var meget sterkt forurenset. Alle sedimentprøver var markert forurenset med polisykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og sterkt forurenset med benzo(a)pyren. Innholdet av oljehydrokarboner (THC) var såpass høyt at en må forvente effekter på bløtbunnsfauna. Beregninger tyder på at restmaterialet av kvikksølv, bly, benzo(a)pyren, PAH og THC og tildels også PCB og kadmium i flertallet av tønnene ikke representerer noen fare for ytterligere forurensning av sediment utenfor deponiområdet.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tønnedeponi</li> <li>2. Sediment</li> <li>3. Organiske miljøgifter</li> <li>4. Metaller</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Disposed drums</li> <li>2. Sediments</li> <li>3. Organic contaminants</li> <li>4. Metals</li> </ol>
---	--

  
John Arthur Berge  
Prosjektleder

  
Kristoffer Næs  
Forskningsleder

  
Jens Skei  
Forskningsdirektør

**Kartlegging av et område med dumpede tønner ved  
Steilene i Oslofjorden - miljøgifter i sediment og i  
restinnhold i tønner.**

## Forord

*I forbindelse med planlegging av en mulig rørtrasé på sjøbunnen i indre Oslofjord ble det på bunnen ved Steilene oppdaget et område med tønner og enkelte glassflasker.*

*I brev av 20/3-2002 fra Kystverket ble SFT orientert om tønnene. I brev av 20/4-2002 orienterte Esso SFT om at de har kjennskap til at det i området skal være dumpet tomme galvaniserte jernfat fra Essos virksomhet på Steilene i en periode på 50-60 tallet. I et senere brev (av 6/5-2002) varsler Esso SFT om at de ønsker å påta seg ansvaret for å gjennomføre nødvendige undersøkelser for å avklare miljømessige og ansvarsmessige forhold knyttet til funnene.*

*NIVA laget et forslag til miljøundersøkelser som ble oversendt SFT 24/4-2002. På basis av forslaget gjennomførte NIVA på oppdrag for Esso Norge AS (ordre nr.219/4510071968) en nøyere kartlegging av dumpeområdets utstrekning og forekomst av miljøgifter.*

*Aud Helland fra NIVA var toktleder under feltarbeidet. Thor Olav Sperre fra SPERRE AS var leid inn for kartlegging på bunnen med ROV. Prosjektleder hos NIVA har vært John Arthur Berge. NIVAs kontaktperson hos Esso Norge AS har vært Øyvind Sundberg.*

*Oslo, 03/10-2002*

*John Arthur Berge*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>6</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>8</b>
1.1 Målsetning	8
<b>2. Metoder</b>	<b>9</b>
<b>3. Resultater</b>	<b>13</b>
3.1 Metaller i sediment og tønner	17
3.2 PCB i sediment og tønner	18
3.3 Polysykliske aromatiske hydrokarboner og andre oljehydrokarboner i sediment og tønner	20
<b>4. Konklusjoner</b>	<b>22</b>
<b>5. Referanser</b>	<b>23</b>
<b>6. Vedlegg</b>	<b>24</b>
<b>Vedlegg A. Søkenett med ROV</b>	<b>24</b>
<b>Vedlegg B. Analysemetoder</b>	<b>25</b>
<b>Vedlegg C. Rådata for analyse av klororganiske forbindelser</b>	<b>27</b>
<b>Vedlegg D. Rådat for analyse av polysykliske aromatiske     hydrokarboner i sediment</b>	<b>28</b>
<b>Vedlegg E. Posisjoner som definerer linjene rundt dumpeområde</b>	<b>29</b>

---

## Sammendrag

I forbindelse med planlegging av en rørtrasé i indre Oslofjord ble det på bunnen ved Steilene oppdaget et område med deponerte tønner. For å avklare miljømessige og ansvarsmessige forhold knyttet til tønnene ble deponiområdet kartlagt og forekomst av miljøgifter i sediment og tønne materiale bestemt på oppdrag for Esso Norge AS. Kartleggingen ble foretatt ved bruk miniubåt (ROV) med påmontert videokamera og sonar. Assistert av ROV ble 5 fat tatt opp for analyse av eventuelle miljøgifter. Fem sedimentprøver fra deponiområdet ble også analysert.

Området med tønner hadde en utstrekning på 36630 m<sup>2</sup> og lå på vanddyp fra 32-42 m. Det eksakte antall ble ikke registrert, men antas å være i størrelsesorden 1000. Størst tetthet ble observert på 35-40 m dyp nær land. Tønnene var sterkt korrodert.

Tønnene var i hovedsak tomme men kunne i varierende grad ha et bekaktig materiale på innsiden og i bunnen. Tønnene har sannsynligvis ligget lenge på bunnen, noen muligens i opptil 50 år. Noen av dem kan være av nyere dato (70-80 tallet). Påskrift på en tønne kan tyde på at i alle fall noen stammer fra virksomheten til A/S Østlandske Petroleumscompagnis tidligere virksomhet på Steilene.

Det ble observert lave konsentrasjoner av kvikksølv i tønne materialet, mens det ble observert varierende konsentrasjoner av bly og kadmium. Materialet fra ett av fatene inneholdt særlig mye kadmium (60,3 µg/g t.v.). Tønne materialet inneholdt lite PCB med unntak av en prøve som til gjengjeld var meget sterkt forurenset (479,3 µg/kg t.v.)

Sedimentet i området var markert forurenset med kvikksølv, moderat til markert forurenset med bly og ubetydelig til markert forurenset med kadmium. Metallkonsentrasjonene som ble observert i sedimentet lå klart lavere enn det som er observert i Oslo havn og peker seg, med et mulig unntak for kadmium, ikke ut som spesielt høyere enn det som ellers er observert i nærliggende områder.

Sedimentet var moderat forurenset med polyklorerte bifenyler (PCB) med unntak av en prøve som kunne klassifiseres som markert forurenset. Konsentrasjonsnivået av PCB i sediment pekte seg ikke ut som spesielt høyere enn det som ellers er observert i nærliggende områder.

Alle sedimentprøver var markert forurenset med polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og sterkt forurenset med benzo(a)pyren. Innholdet av oljehydrokarboner (THC) var såpass høyt at en må forvente effekter på bløtbunnsfauna. Innholdet av PAH og andre oljehydrokarboner var generelt lavere og mer varierende i materiale fra tønnene enn i sedimentet. PAH-konsentrasjonene ved Steilene var klart lavere enn det som tidligere er observert i Oslo havn. THC konsentrasjonene var også lavere enn det som er målt ved oljeterminaler, marinaer, bunkersanlegg etc. i indre Oslofjord.

Beregninger tyder på at restmaterialet av kvikksølv, bly, benzo(a)pyren, PAH og THC og tildels også PCB og kadmium i tønnene ikke representerer noen fare for ytterligere forurensing av sediment i området. Analyse av PCB og kadmium fra en enkelt tønne tyder imidlertid på at det er tønner i området som ut fra en konsentrasjonsbetraktning kan representere en lokal forurensningskilde.

Konsistensen av materialet i tønnene tyder på at restmengden av miljøgifter er lite mobile. Mengden restmateriale med høyt innhold av miljøgifter antas også å være liten. Med utgangspunkt i våre observasjoner anser vi det for lite sannsynlig at tønnene i dag, der de ligger, representerer noen akutt fare for ytterligere miljøforverring i det omkringliggende området.

## Summary

**Title:** Mapping of an area containing disposed drums near Steilene in the Oslofjord (Norway) - contaminants in sediments and material from drums.

**Year:**2002

**Author:** John Arthur Berge

**Source:** Norwegian Institute for Water Research, ISBN No. 82-573-4231-7

---

A survey related to planning of a pipeline near Steilene in the Oslofjord revealed an area with disposed iron drums on the bottom. In order to clarify environmental aspects and liability, an investigation were performed in order to map the disposal site, and quantify the concentrations of environmental contaminants in the sediment and in material from the barrels. The mapping was performed with a video camera and sonar mounted on an ROV (Remote operated vehicle). Four drums were retrieved from the bottom. Five samples from the drums and from the sediments were analysed for metals (lead, cadmium, mercury) and organic contaminants like polychlorinated biphenyl's (PCB), polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) and total content of petroleum hydrocarbons (THC).

The area with drums covered an area of 36630 m<sup>2</sup> at a water depth from 32 to 42 m. The exact number of drums were not determined but is expected to be about 1000. The highest density of drums was observed at a depth of 35-40 m near the shore. The drums were strongly corroded.

The drums were mainly empty but could in a variable degree contain a pitchy material on the inside. The drums have probably rested on the bottom for a long time, some possibly up to 50 years. Others were probably disposed more recently (1970-1980). Inscription on one of the drums indicates that it may date from previous operations of A/S Østlandske Petroleumscompagni in the area.

The sediment in the disposal area was markedly polluted with mercury, moderately to markedly polluted with lead and insignificantly polluted with cadmium (environmental quality criteria from the Norwegian State Pollution Control Authority). The observed concentration of metals in the sediment were clearly lower than previously observed in the harbour of Oslo and, with a possible exception for cadmium, not especially higher than in nearby areas of the fjord. The material collected from the drums contained low concentrations of mercury, but highly variable levels of lead and cadmium. Especially high concentrations of cadmium (60,3 µg/g d.w.) were observed in material from one of the drums.

The sediment in the disposal area was moderately polluted with PCBs, with the exception of one sample, which was classified as markedly polluted. The observed PCB levels in sediments were however not especially higher than in nearby areas of the fjord. Four out of five samples of material collected from the drums contained relatively low concentrations of PCB, whereas one sample contained high concentrations of PCB (479,3 µg/kg d.w.).

Analysis of all sediment samples indicated that the disposal area was markedly polluted with PAH and severely polluted with benzo(a)pyren. The contents of petroleum hydrocarbons in the sediments were of a magnitude that indicates effects on soft bottom organisms.

The concentration of PAH and other petroleum hydrocarbons were generally lower and more variable in the material from the drums than in the sediment. The PAH concentrations observed in sediments at Steilene were clearly lower than previously observed in the harbour of Oslo. The concentration of petroleum hydrocarbons was also lower than previously observed in oil terminals, marinas, bunker terminals etc in the inner Oslofjord.

---

Calculations indicate that the remaining material of mercury, lead, benzo(a)pyren, PAH, THC and partly also PCB and cadmium, do not represent any risk of further dispersion of contaminants in the area. Calculations based on analysis of PCB and cadmium from one drum do however indicate that there also are drums that still represent a risk for further local contamination.

The consistence of the remaining material in the drums does not indicate any danger of a rapid mobilisation of contaminants from the drums in the future. The amount of remaining material in the drums is also considered to be small.

We conclude that the drums, as they are presently situated on the bottom, do not represent a significant threat, for further acute contamination, to the area near Steilene in the Oslofjord.

---



# 1. Innledning

I forbindelse med planlegging av en sjøledning gjennomførte Sperre AS en kartlegging av en mulig rørtrasé i et område ved Steilene på oppdrag for Veidekke ASA/Nesodden kommune. I forbindelse med kartleggingen ble det på bunnen oppdaget et område med et større antall sterkt korroderte tønner og enkelte glassflasker.

Deponerte tønner er tidligere kartlagt i et område ved Aspond i Indre Oslofjord (Koniczny og Brevik, 1996).

A/S Østlandske Petroleumscompagni har tidligere hatt virksomhet på Steilene knyttet til tapping av oljeprodukter (bensin, white spirit og andre løsemidler, parafiner og fyringsoljer/autodiesel) på fat. A/S Østlandske Petroleumscompagni er en forløper til Esso Norge AS. Tapping på fat på Steilene opphørte på begynnelsen av sekstitallet. Opplysninger fra Esso Norge AS tyder på at tomme, galvaniserte jernfat, som ikke lenger var brukelige, ble deponert i sjøen ved Steilene i en periode på femti-og sekstitallet.

For å få mer oppdatert informasjon og for å avklare miljømessige og ansvarsmessige forhold knyttet til funnene av de deponerte tønnene, ble det gjennomført nærmere undersøkelser i området ved Steilene.

## 1.1 Målsetning

Målsetningen for undersøkelsene var:

- Kartlegge utstrekningen på området med dumpede tønner
- Klargjøre om tønnene inneholder miljøgifter
- Klargjøre om sediment i området inneholder miljøgifter som kan knyttes til forekomst av tønner.

## 2. Metoder

Kartleggingen ble gjennomført 22-23 mai 2002 fra Universitetets forskningsfartøy "Trygve Braaarud". Arbeidet ble utført ved bruk miniubåt (ROV) av typen SUB-fighter 7500 med påmontert videokamera, UV-fotoutstyr og sonar. Ved hjelp av et spesialnett, og assistanse fra ROV'en ble 5 tønner tatt opp (se **Figur 1** og **Figur 6**) for analyse av eventuelle miljøgifter i materialet fra tønnene. Prøvetaking av sediment ble utført med en liten Van Veen grabb som var påmontrert ROV'en (**Figur 2**).

Følgende miljøgifter ble analysert i sediment og tønner:

- Polyklorete bifenyler (PCB)
- Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)
- Oljehydrokarboner
- Kvikksølv (Hg)
- Kadmium (Cd)
- Bly (Pb).

Analysen ble foretatt på 5 prøver av overflatesediment (ca 0-3 cm) fra området med tønner. 5 analyser ble også foretatt på materialet fra 4 tønner. Materialet ble tatt på de innsidige overflatene av tønnene. Alle kjemiske analyser er gjennomført av NIVA.

En oversikt over de kjemiske analysemetodene er gitt i Vedlegg B.

Data vedrørende sedimentprøver og tønne materialet som ble analysert ses i **Tabell 1** og **Tabell 2**.



**Figur 1.** Miniubåt påmontert spesialnett for opptak av tønner (Foto:Thor Olav Sperre).



**Figur 2.** Miniubåt påmontert en grabb for innsamling av sediment for miljøgiftanalyser (Foto:Thor Olav Sperre).



**Figur 3.** Innsamling av prøver (Aud Helland, NIVA) fra innsiden av en tønne for miljøgiftanalyse (Foto:Thor Olav Sperre).

**Tabell 1.** Posisjon (UTM), dyp (A), og beskrivelse (B) av sedimentprøver for miljøgiftanalyser.**A:**

Prøve nr.	Posisjon:Nord	Posisjon:Øst	Dyp (m)
Prøve 2	6631416.80	590541.01	36
Prøve 3	6631418.76	590546.34	30
Prøve 6	6631521.93	590571.53	36
Prøve 7	6631551.14	590536.62	39
Prøve 8	6631525.65	590478.52	38

**B:**

Prøve nr.	Beskrivelse
Prøve 2	Oksisk lag (2-3 cm) over grå leire, finkornet, rør fra børstemark
Prøve 3	Prøve tatt innimellom tønner av ulike slag, Synlig oksidert overflate med noe "rust", svart sediment under
Prøve 6	Sedimentprøve ble tatt rett ved en tønne. Svart sediment med spor av olje (?) under, oksidert 2-3 cm tykt topplag. Finkornig grå leire i bunnen av kjernen
Prøve 7	Prøve tatt like ved tønne. Frisk sjøbunn, oksisk overflate, grå fast leire i bunnen, ingen tegn til olje
Prøve 8	Bunnen ser frisk ut, oliven-brun overflate, grå leire i bunnen, mye børstemark

**Tabell 2.** Posisjon (UTM), dyp, og beskrivelse av materiale fra tønner analysert for miljøgifter.

Prøve	Posisjon: Nord	Posisjon: Øst	Dyp (m)	Beskrivelse
Tønner Fat 1 vegg	6631426.43	590548.87	40,4	Sotaktig materiale, porøst
Tønner Fat 1 bunn	6631426.43	590548.87	40,4	Hard "skorpe" med bløtt materiale (sediment + vann) under.
Tønner Fat 3 prøve 5	6631418.76	590546.34	37,5	Tønne uten bånd. Deler av tønna falt ut under opptak. Oljehinne på overflaten. Materialet som ble analysert ble tatt under overflaten av tykke avleiringer fra veggen på tønna's innside
Tønner Fat 4 prøve 9	6631510.91	590557.30	40,0	Fat med "mage", tykke avleiringer. Utenpå fatet var det et hvitt felt der en kunne skimte 3 bokstaver ?PC hvorav de to siste var leselige.
Tønner Fat 5 pr. 10	6631527.79	590540.17	39,9	Fat med bånd. Mye restmaterialet i bunnen av tønna. Yoghurt beger fra 70-80 tallet lå under tønna

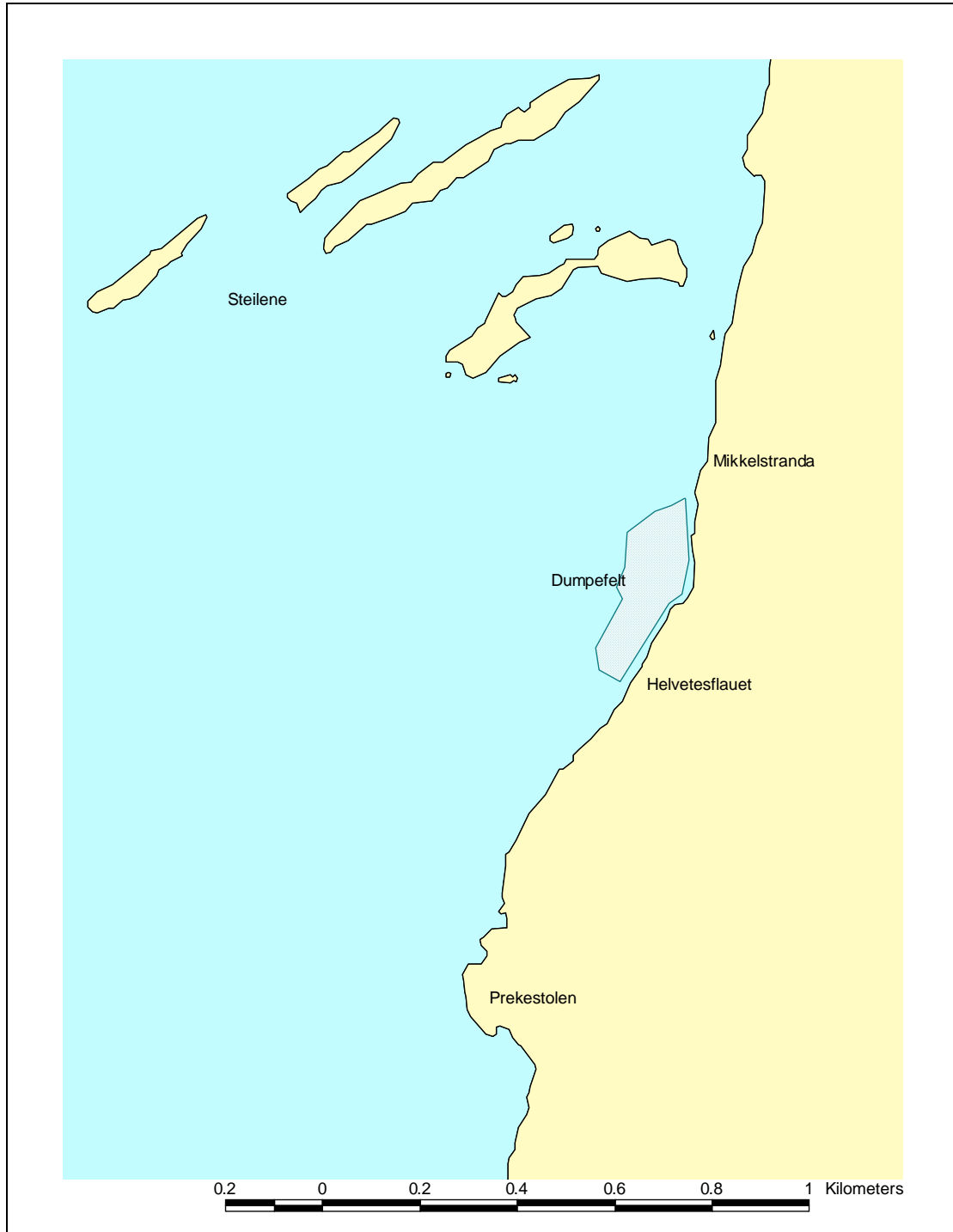
### 3. Resultater

Området med tønner hadde en utstrekning på 36630 m<sup>2</sup> (se **Figur 4** og **Figur 5**) og lå på vanddyb fra 32-42 m, i hovedsak med bløtbunn. Det eksakte antall tønner ble ikke identifisert men sonarobservasjoner fra ROV kan tyde på at det ligger så mye som 1000 tønner i området. Størst tetthet av tønner ble observert ved foten av en undervannsskråningen på 35-40 m dyp relativt nær land. Tønnene var sterkt korrodert og kunne ha store hull (**Figur 6**, **Figur 7**) eller var nærmest korrodert helt i stykker. Tønnene lå gjerne i klynger på bunnen og var av to hoved typer.

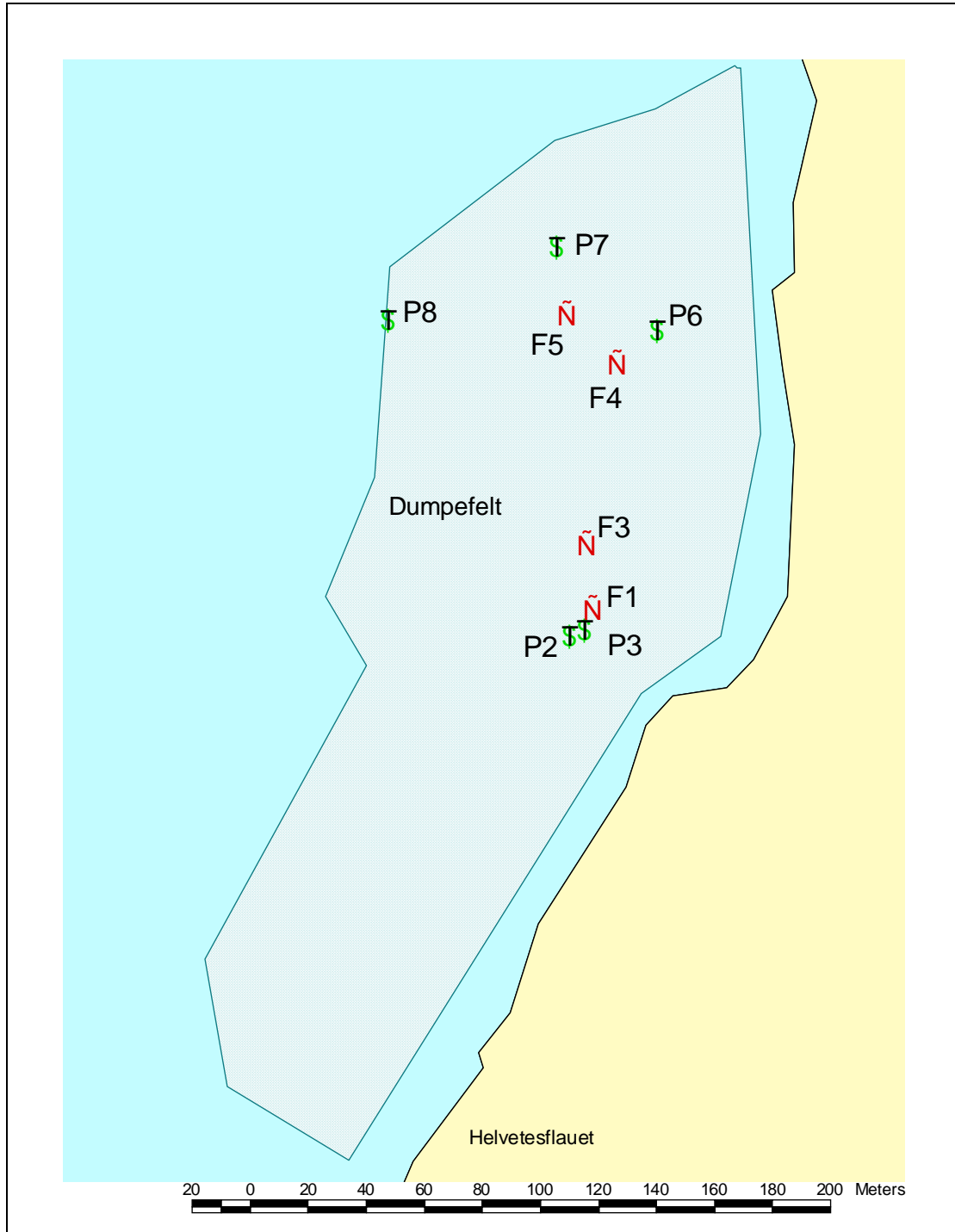
1. Avrundede fat uten stålbånd
2. Rette tønner med 2 stålbånd (se **Figur 3**)

Tønnene som ble tatt opp (5 stk.) gikk delvis i stykker ved opptak og ved transport til land. Tønnen som ble tatt opp var i hovedsak tomme men kunne i varierende grad ha et bekaktig materiale på innsiden og i bunnen. For å være på den sikre siden ble tønnene håndtert som spesialavfall etter prøvetaking og transport til land.

I forbindelse med kartlegging av en mulig rørtrase i området er det tidligere observert minst en flaske som det er blitt er hevdet kunne inneholde miljøgifter. Det ble ikke oppdaget flere slike flasker i løpet av denne undersøkelsen.



**Figur 4.** Oversiktskart som viser hele dumpefeltet ved Steilene.



**Figur 5.** Detaljkart over hele dumpefeltet med avmerking av steder der det ble tatt sedimentprøver (P2, P3, P6, P7, P8) og prøver av tønner (F1, F3, F4, F). Posisjoner for punkter som avgrensar dumpefeltet finnes i vedlegg E.





**Figur 6.** Tre tønner tatt opp fra bunnen ved Steilene. Tønnen nederst til venstre i bilde var meget sterk korrodert og nærmest tom. Også de to andre tønnene er korrodert men har i hovedsak beholdt formen under transport til overflaten. Tønnen nederst til høyre med stålband (Foto:Thor Olav Sperre).



**Figur 7.** Fat nr. 3 på dekk av "Trygve Braadud"(Foto:Aud Helland).

### 3.1 Metaller i sediment og tønner







Analyseresultatene viste at sedimentet i området var markert forurenset med kvikksølv, moderat til markert forurenset med bly og ubetydelig til markert forurenset med kadmium (**Tabell 3**).

Det ble observert lave konsentrasjoner av kvikksølv i tønnematerialet (**Tabell 4**) mens det ble observert varierende konsentrasjoner av bly og kadmium (**Tabell 4**). Materialet fra fat 3 (bilde av fat 3 ses i **Figur 7**) innehold særlig mye kadmium (**Tabell 4**).

**Tabell 3.** Metaller i sediment innsamlet i området med tønner ved Steilene i 2002. Data fra de enkelte stasjoner er klassifisert i tilstandsklasser ifølge SFTs klassifiseringssystem (Molvær et al. 1997).

TTS%=prosent tørrstoff i sediment, Bly=Pb, kadmium=Cd, kvikksølv=Hg.

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				

Metall	TTS %	Cd (µg/g t.v.)	Hg (µg/g t.v.)	Pb (µg/g t.v.)
Prøve 2	34,1	0,58	1,04	119
Prøve 3	36,3	1,02	1,12	114
Prøve 6	28,7	0,39	1,34	133
Prøve 7	31,6	0,22	1,04	99,4
Prøve 8	33,8	0,24	1,02	93,2
Øvre grense for klasse I		0,25	0,15	30

**Tabell 4.** Metaller i materiale innsamlet i tønner funnet på bunnen ved Steilene i 2002. For sammenligningens skyld er data fra de enkelte prøver klassifisert i "tilstandsklasser" ifølge SFTs klassifiseringssystem for sediment (Molvær et al. 1997). TTS%=prosent tørrstoff i materiale. Ply=Pb, kadmium=Cd, kvikksølv=Hg. Fargekoder forklares i tabell 3.

	<b>TTS</b> %	<b>Cd</b> (µg/g t.v.)	<b>Hg</b> (µg/g t.v.)	<b>Pb</b> (µg/g t.v.)
Fat 1, vegg	33,3	0,67	0,006	25
Fat 1, bunn	38,5	0,05	0,006	339
Fat 3	26,6	60,3	0,27	364
Fat 4	34,4	4,49	0,13	45,7
Fat 5	30,7	1,95	0,033	15
Øvre grense for klasse I i sediment		0,25	0,15	30

Innholdet av Hg, Pb og Cd i sedimenter fra Oslofjorden varierer mye med de høyeste konsentrasjoner i nærheten av Oslo havn og lavere konsentrasjoner utover fjorden (Konieczny 1994).

Metallkonsentrasjonene som er observert i sediment ved Steilene (**Tabell 3**) er klart lavere enn det som er observert i Oslo havn (Konieczny 1994, Berge og Skei 2001) og peker seg, med et mulig unntak for kadmium, ikke ut som spesielt høyere enn det som ellers er observert i nærliggende områder (se **Tabell 3** og **Tabell 5**).

Materiale fra fat nr. 3 inneholdt svært mye kadmium (**Tabell 4**). Nivået i denne prøve er i samme område som det maksimale (dvs 71 mg/kg t.v.) som ble observert i tønner fra Aspond (Konieczny og Brevik 1996).

**Tabell 5.** Konsentrasjoner av kvikksølv (Hg), kadmium (Cd) og bly observert i sediment i nærliggende områder til Steilene (områdene Dk, Dl, Ek, El i Konieczny 1994).







<b>Hg</b> (µg/g t.v.)	<b>Cd</b> (µg/g t.v.)	<b>Pb</b> (µg/g t.v.)
0,51-1,99	0,12-0,29	100-135

### 3.2 PCB i sediment og tønner

Sedimentet var moderat forurenset med PCB med unntak av en prøve som kunne klassifiseres som markert forurenset (**Tabell 6**, rådata for analysene kan ses i Vedlegg C). Tønne materialet inneholdt lite PCB med unntak av en prøve som til gjengjeld var meget sterkt forurenset med PCB (**Tabell 7**).

**Tabell 6.** Konsentrasjonen av polyklorerte bifenyler (PCB) i sediment innsamlet i området med tønner ved Steilene i 2002. Summen av syv enkeltkongenerer ( $\Sigma\text{PCB}_7$ ) er oppgitt.

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 klassifiser		

	$\Sigma\text{PCB}_7$ ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ t.v.)
Prøve 2	10,81
Prøve 3	25,7
Prøve 6	12,51
Prøve 7	8,45
Prøve 8	7,67
Øvre grense for klasse I	5

**Tabell 7.** Konsentrasjonen av polyklorerte bifenyler (PCB) i materiale fra tønner funnet i et område ved Steilene i 2002. Summen av syv enkeltkongenerer ( $\Sigma\text{PCB}_7$ ) er oppgitt. For sammenligningens skyld er data fra de enkelte prøver klassifisert i "tilstandsklasser" ifølge SFTs klassifiseringssystem for sediment (Molvær et al. 1997).

Fargekoder forklares i tabell 6.

	$\Sigma\text{PCB}_7$ ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ t.v.)
Fat 1, vegg	0 <sup>1)</sup>
Fat 1, bunn	0 <sup>1)</sup>
Fat 3	479,3
Fat 4	0 <sup>1)</sup>
Fat 5	0 <sup>1)</sup>
Øvre grense for klasse I i sediment	5

<sup>1)</sup> Konsentrasjonen av alle 7 kongenerer som inngår i  $\Sigma\text{PCB}_7$  lå under deteksjonsgrensen på 1  $\mu\text{g}/\text{g}$  t.v.

PCB-konsentrasjonene som er observert ved Steilene er klart lavere enn det som er observert i Oslo havn (Konieczny 1994, Berge og Skei 2001) og peker seg ikke ut som spesielt høyere enn det som ellers er observert i nærliggende områder (områdene Dk, Dl, Ek, El i Konieczny 1994) hvor det i sediment ble observert konsentrasjoner av  $\Sigma\text{PCB}_7$  i området 9-109  $\mu\text{g}/\text{g}$  t.v. (middel = 33  $\mu\text{g}/\text{g}$  t.v.). PCB konsentrasjonen i sediment ligger imidlertid noe høyere enn i sediment fra et tønneponi ved Aspond (Konieczny og Brevik 1996).







### 3.3 Polysykliske aromatiske hydrokarboner og andre oljehydrokarboner i sediment og tønner

Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) stammer særlig fra forbrenning av kull og olje men også fra oljeprodukter, oljesøl, veiforurensning og utslipp fra smelteverk. Benzo(a)pyren er en av mange PAH forbindelser og er blant annet tatt med i tabellen fordi den inngår i SFTs klassifiseringssystem. THC representerer et bredt spekter av ikke identifiserte komponenter (i hovedsak fra C12-C35, blant annet lettere aromater, rettkjedede, forgrenede og sykliske alkaner) som kan utgjøre en vesentlig del av ulike kommersielle oljeprodukter. THC inngår ikke i SFTs klassifisering.

Alle sedimentprøver var markert forurenset med PAH, sterkt forurenset med benzo(a)pyren (**Tabell 8**, rådata for PAH-analysene kan ses i Vedlegg D). Innholdet av THC var såpass høyt at en må forvente effekter på bløtbunnsfauna. Innholdet av PAH og andre oljehydrokarboner (THC) var generelt lavere og mer varierende i materiale fra tønnene (**Tabell 9**) enn i sedimentet (**Tabell 8**). I tre av prøvene fra tønner var det lave konsentrasjoner (to prøver fra fat 1 og en prøve fra fat 5) mens de to øvrige prøver (fat 3 og fat 4) hadde klart høyere nivåer (dvs moderat til markert forurenset dersom man sammenligner mot SFTs kriterier for sediment).

**Tabell 8.** Konsentrasjonen av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og andre oljehydrokarboner (THC) i sediment innsamlet i området med tønner ved Steilene i 2002.

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 klassifiser				

	$\Sigma$ PAH <sup>1)</sup> ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ t.v.)	Benzo(a)pyren ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ t.v.)	THC ( $\text{mg}/\text{kg}$ t.v.)
Prøve 2	3615,4	397	242
Prøve 3	2851,8	273	257
Prøve 6	3944	412	165
Prøve 7	2542,9	231	106
Prøve 8	2266,8	209	140
Øvre grense for klasse I	300	10	

1) Innbefatter 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.

**Tabell 9.** Konsentrasjonen av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og andre oljehydrokarboner (THC) i materiale innsamlet i tønner funnet på bunnen ved Steilene i 2002. For sammenligningens skyld er data fra de enkelte prøver klassifisert i "tilstandsklasser" ifølge SFTs klassifiseringssystem for sediment (Molvær et al. 1997).

Fargekoder er forklart i tabell 8.

Prøve nr.	$\Sigma$ PAH <sup>1)</sup> ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ t.v.)	Benzo(a)pyren ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ t.v.)	THC ( $\text{mg}/\text{kg}$ t.v.)
Fat 1, vegg	12,7	<1	93
Fat 1, bunn	4,8	<1	49
Fat 3	1929,1	57	830
Fat 4	728,1	40	37
Fat 5	29,1	<1	m
Øvre grense for klasse I	300	10	

<sup>1)</sup>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)perylen.

PAH-konsentrasjonene som er observert ved Steilene er klart lavere enn det som er observert i Oslo havn (Koniczny 1994, Berge og Skei 2001). THC konsentrasjonene er også lavere enn det som er målt på 11 utvalgte lokaliteter (oljeterminaler, marinaer, bunkersanlegg etc.) i indre Oslofjord (Koniczny 1994).

PAH konsentrasjonene i sedimentet ligger imidlertid noe høyere enn gjennomsnittet (ca 900  $\mu\text{g}/\text{kg}$  t.v.) for sediment i et tønneponi ved Aspond (Koniczny og Brevik 1996) mens THC konsentrasjonen ligger lavere enn gjennomsnittet (ca 350  $\mu\text{m}/\text{kg}$  t.v.) (Koniczny og Brevik 1996).

## 4. Konklusjoner

Området med tønner hadde en utstrekning på 36630 m<sup>2</sup>. Tønnene var sterkt korrodert, ofte med store hull. Tønnene som ble tatt opp var i hovedsak tomme, men kunne i varierende grad ha et bekaktig materiale på innsiden. På grunnlag av video observasjoner fra ROV og observasjoner gjort i tønnene som ble tatt opp, anses mengden restmateriale å være relativt lite i forhold til det totale tønnevolum. Enkelte tønner med store hull kunne imidlertid inneholde en del sediment slik at det var vanskelig å vurdere den opprinnelige restmengden. Eventuelt innhold i sterkt korroderte tønner var spredt til sedimentet.

Tønner har sannsynligvis ligget lenge på bunnen, noen i opptil 50 år. Noen av tønnene (fat 5) kan være av nyere data (70-80 tallet).

Bokstaver på en av tønnene som ble tatt opp (fat 4, **Tabell 2**) kan tyde på at i alle fall noen fat stammer fra virksomheten til A/S Østlandske Petroleumscompagnis tidligere virksomhet på Steilene.

Forholdet mellom konsentrasjon i tønne materiale og i sediment illustrerer i hvilken grad restinnholdet i tønnene representerer en fremtidig forurensningsfare. For kvikksølv, bly, benzo(a)pyren, PAH og THC er forholdet i nærheten av 1 eller lavere (tabell 10). Dette betyr at restmaterialet i tønnene, for disse parametrene, ikke representerer noen fare for ytterligere forurensning av sediment i området.

**Tabell 10.** Forholdet mellom midlere konsentrasjon av de analyserte forbindelser i tønner og sediment

Parameter	Forhold (tønner/sediment)
Cd	27,53
Hg	0,08
Pb	1,41
ΣPCB <sub>7</sub>	7,36
Benzo(a)pyren	0,16
ΣPAH	0,18
THC	1,39

Innholdet av kadmium og PCB var svært høyt i materialet fra en tønne (tønne 3) og bidro til at forholdet mellom konsentrasjon i tønner og sediment lå langt over 1 (**Tabell 10**). Dette tyder på at det er tønner i området som ut fra en konsentrasjonsbetraktning kan representere en lokal forurensningskilde for kadmium og PCB. Den bekaktige konsistensen på materialet i tønnene tyder imidlertid ikke på at restmengden av miljøgifter lett lar seg mobilisere. Pga. den dårlige forfatningen på tønnene vil det sannsynligvis være vanskelig å ta opp tønnene uten at en del av deres innhold spres i området.

Med utgangspunkt i de observasjonene som er gjort og med forbehold om at det er relativt få tønner som er analysert, anser vi det for lite sannsynlig at tønnene i dag, der de ligger, representerer noen stor akutt fare for ytterligere miljøforverring i området. På lenger sikt når alle tønner er korrodert i stykker, vil de som eventuelt inneholder høye konsentrasjoner av miljøgifter representere en viss fare for lokal miljøforverring i sedimentet, i hovedsak begrenset til stedet der den enkelte tønne har ligget.

## 5. Referanser

Berge, J.A. Skei, J., 2001. Miljøgifter i sedimenter fra Oslo havn mars 2001. Effekter av flomsituasjonen høsten 2000. NIVA-rapport nr 4407, 15s.

Konieczny, R.M., 1994. Miljøgiftundersøkelse i Indre Oslofjord. Delrapport 4. Miljøgifter i sedimenter. NIVA-rapport nr. 3094, 134s.

Konieczny, R.M. Brevik, E.M., 1996. Kartlegging av et tønnedeponi i sjøen utenfor Aspond, Indre Oslofjord 1996. Utbredelse, tilstand og miljøgifter. Niva-rapport nr.3586, 56 s.

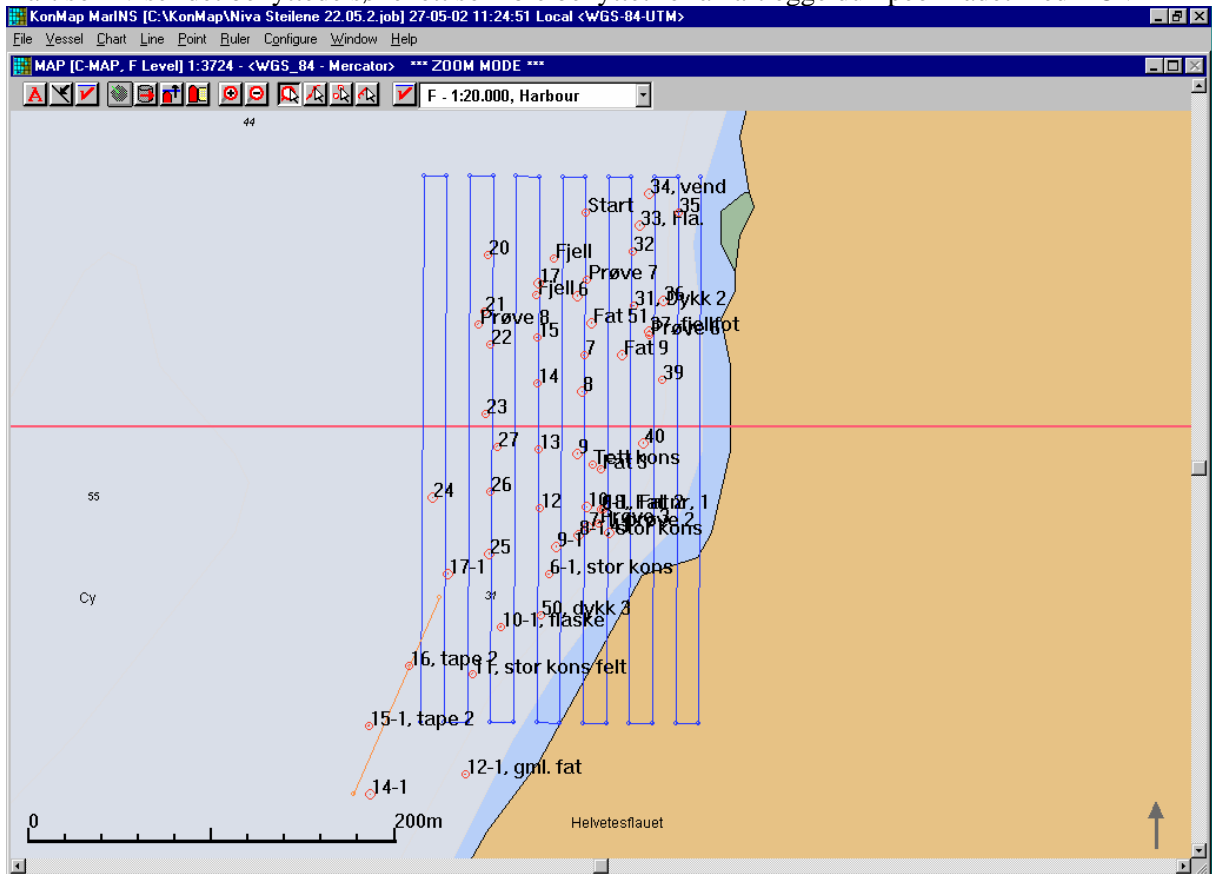
Molvær, J. & J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei, J.Sørensen. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning 97:03. Statens forurensningstilsyn. ISBN-nummer 82-7655-367-2. 36s.



## 6. Vedlegg

### Vedlegg A. Søkenett med ROV

Kart som viser det benyttede søkenett som ble benyttet for å kartlegge dumpeområdet med ROV



## Vedlegg B. Analysemetoder

Parameter	Oppslutningsmetode/ prinsipp etc.	Analysemetode og instrumentering
Pb	En salpeteroppsluttet prøve introduseres til instrumentet med en peristaltisk pumpe koblet til en nebulizer der prøveløsningen forstøves. Vanndråpene separeres etter størrelse i et spraykammer og den fine andelen av aerosolen transporteres til et argonplasma, der aerosolen atomiseres og ioniseres. Emisjonen fra plasmaet separeres i spektrometeret og måles med en CCD detektor. Detektoren har et lineært område på 5 - 6 dekader fra deteksjonsgrensen.	ICP-AES. Perkin-Elmer Optima 4300 DV, Perkin-Elmer Autosampler AS 93, Hewlett Packard LaserJet 100, Polyscience Chiller (kjøler). NIVA interne analysemetode E 9-5).
Cd	10 - 60 µl prøve konserverert med salpetersyre, overføres til et grafittrør som oppvarmes elektrotermisk. Ved trinnvis øking av temperaturen etter et program tilpasset for hvert enkelt metall, gjennomføres tørking, foraskning og atomisering. Som lyskilde benyttes en hulkatodelampe, der katoden inneholder det metallet som skal bestemmes, eller en elektrodeløs lampe (EDL). Lampene avgir et linjespektrum som er spesifikt for lampen og det metallet som skal bestemmes. Lyset absorberes selektivt av dette elementets atomer når det passerer gjennom den atomiserte prøven. Metallkonsentrasjonen bestemmes ved å jevnføre prøvens absorbans med kjente kalibreringsløsningers absorbans.	Atomabsorpsjon (grafittovn) Følgende instrumentering er benyttet: Perkin-Elmer Atomabsorpsjons-spektrometer 4100 ZL, tilkoblet P-E autosampler AS 40 og Epson LX-850 printer. ED-lampene brukes sammen med et P-E EDL power supply (NIVA interne analysemetode E 2-2).
Hg	Kvikksølv må foreligge på ionisk form i prøveløsningen for at kalddampeteknikk skal kunne benyttes. Når reduksjonsmiddelet ( $\text{SnCl}_2$ ) 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 (kalddamp): Følgende instrumentering er benyttet: Perkin-Elmer FIMS-400 med P-E AS-90 autosampler og P-E amalgamsystem (NIVA interne analysemetode E 4-3).

Parameter	Oppslutningsmetode etc.	Analysemetode
PCB andre industri- og landbruks relaterte klororganiske forbindelser	Prøvene tilsettes indre standard og ekstraheres med organiske løsemidler. Ekstraktene gjennomgår ulike rensetrinn for å fjerne interfererende stoffer.	Ekstraktet analyseres til slutt ved bruk av gasskromatograf utstyrt med elektroninnfangningsdetektor, GC/ECD <sup>2)</sup> . De klor-organiske forbindelsene identifiseres utfra de respektives retensjonstider på to kolonner med ulik polaritet. Kvantifisering utføres ved hjelp av indre standard. Følgende instrumentering er benyttet: Hewlett Packard modell 5890 Series II, med column injector og HP autoinjektor 7673. Systemet er utstyrt med elektroninnfangningsdetektor (ECD) (NIVA interne analysemetode H 3-3).
THC	Sedimentprøve, 2-10 g våtvekt, veies ut i et større sentrifugerør med glasspropp og tilsettes en bestemt mengde C <sub>40</sub> som i.s. Det tilsettes n-pentan:metanol (1:1) og prøven ristes i 30 min. på ristemaskin for ekstraksjon av mineraloljeforbindelser. Prøven sentrifugeres og klarfasen overføres til skilletrakt. Ekstraksjonen gjentas 3 ganger. Det samlede ekstraktet tilsettes likt volum MilliQ-vann og den vandige fasen tappes av og kastes. N-Pentanfasen tilsettes aktivert kobberpulver for S-fjerning og behandles med florisil for fjerning av polare forbindelser. Ekstraktet blir deretter inndampet til lite volum før analyse. Det opparbeides også en blindprøve på samme måte som for prøven.	Det benyttes gasskromatograf med FID til analyse. Kvantifisering foretas ved å sammenlikne det totale topparealet i området C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> med arealet og konsentrasjonen for i.s. For kalibrering benyttes Esso Marine Special bunkersolje. Gasskromatogrammet kan eventuelt ut fra alkanfordelingen gi informasjon om hvilket mineraloljeprodukt prøven inneholder og om oljen er fersk eller nedbrutt.
PAH	Prøvene tilsettes indre standarder og PAH ekstraheres i Soxhlet med diklormetan. Ekstraktet gjennomgår så ulike renseprosesser for å fjerne forstyrrende stoffer.	Tilslutt analyseres ekstraktet med GC/FID eller GC/MSD <sup>3)</sup> . PAH identifiseres med FID ut fra retensjonstider og med MSD ut fra retensjonstider og forbindelsenes molekyllioner. Kvantifisering utføres ved hjelp av de tilsatte indre standarder. hjelp av de tilsatte indre standarder. Følgende instrumentering er benyttet: Hewlett Packard modell 5890 Series II, med column injector og HP autosampler 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).

## Vedlegg C. Rådata for analyse av klororganiske forbindelser

Konsentrasjoner er oppgitt som µg/kg t.v. sediment

Komponent	Sediment					Tønner				
	Prøve 2	Prøve 3	Prøve 6	Prøve 7	Prøve 8	Fat 1 vegg	Fat 1 bunn	Fat 3 prøve 5	Fat 4 prøve 9	Fat 5 prøve 10
<b>PCB-28</b>	0,8	1,1	1,2	0,73	0,75	<1,0	<1,0	<1,2	<1,0	<1,0
<b>PCB-52</b>	0,74	1	1,2	0,81	0,79	<1,0	<1,0	2,3	<1,0	<1,0
<b>PCB-101</b>	1,1	2,2	1,3	0,79	0,86	<1,0	<1,0	44	<1,0	<1,0
<b>PCB-118</b>	1,7	2,5	2,2	1,5	1,5	<1,0	<1,0	18	<1,0	<1,0
<b>PCB-153</b>	3,4	11	3,8	2,3	1,7	<1,0	<1,0	150	<1,0	<1,0
<b>PCB-138</b>	2,3	5,3	2,3	1,7	1,6	<1,0	<1,0	160	<1,0	<1,0
<b>PCB-180-</b>	0,77	2,6	0,51	0,62	0,47	<1,0	<1,0	105	<1,0	<1,0
<b>Sum PCB <sup>1)</sup></b>	10,81	25,7	12,51	8,45	7,67	0	0	479,3	0	0
<b>Seven Dutch <sup>2)</sup></b>	10,81	25,7	12,51	8,45	7,67	0	0	479,3	0	0

<sup>1)</sup> Kun komponert med konsentrasjoner over deteksjonsgrensen er tatt med.

<sup>2)</sup> Sum PCB<sub>7</sub> = summen av 7 enkeltforbindelser (nr. 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180)

## Vedlegg D. Rådat for analyse av polysykliske aromatiske hydrokarboner i sediment

Konsentrasjoner oppgitt som µg/kg t.v.

Komponent	Sediment					Tønner				
	Prøve 2	Prøve 3	Prøve 6	Prøve 7	Prøve 8	Fat 1 vegg	Fat 1 bunn	Fat 3 prøve 5	Fat 4 prøve 9	Fat 5 prøve 10
Naftalen	44	50	53	46	39	4,7	4,8	26	12	12
2-etylnaftalen	21	28	27	23	22	<1	<1	5,6	59	<1
1-etylnaftalen	11	16	14	13	11	<1	<1	47	24	<1
Bifenyl	13	10	15	9,2	8	8	<1	35	22	<1
2,6-Dietylnaftalen	18	21	22	25	22	<1	<1	406	169	<1
Acenaftylen	13	12	15	11	7,8	<1	<1	11	3,1	<1
Acenaften	18	22	21	15	18	<1	<1	37	4,4	<1
2,3,5-Trietylnaftalen	9,4	7,8	15	7,7	13	<1	<1	468	50	<1
Fluoren	47	43	47	38	37	<1	<1	162	31	<1
Fenantren	144	131	149	100	89	<1	<1	217	56	7,3
Antracen	163	82	150	86	72	<1	<1	80	17	<1
1-etylfeantren	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i
Fluoranten	453	338	496	283	246	<1	<1	85	45	<1
Pyren	476	383	512	307	283	<1	<1	85	42	9,8
Benz(a)antracen	249	172	292	148	132	<1	<1	18	18	<1
Chrysen+trifenylene	216	178	241	145	132	<1	<1	38	24	<1
Benzo(b+j,k)fluoranten	499	400	536	350	325	<1	<1	55	42	<1
Benzo(e)pyren	230	190	251	186	163	<1	<1	30	20	<1
Benzo(a)pyren	397	273	412	231	209	<1	<1	57	40	<1
Perylen	98	74	94	83	88	<1	<1	13	9,2	<1
Indeno(1,2,3cd)pyren	176	148	200	138	121	<1	<1	17	12	<1
Dibenz(a,c/a,h)antracen	49	38	55	36	25	<1	<1	3,5	3,4	<1
Benzo(ghi)perylene	271	235	327	262	204	<1	<1	33	25	<1

## **Vedlegg E. Posisjoner som definerer linjene rundt dumpeområde**

<b>Nord</b>	<b>Øst</b>
6631612.74	590599.33
6631612.71	590598.06
6631598.63	590569.97
6631587.67	590535.34
6631544.28	590478.24
6631471.64	590473.01
6631430.43	590456.11
6631406.69	590470.14
6631305.47	590414.71
6631261.13	590422.15
6631236.07	590464.11
6631396.92	590565.15
6631416.67	590592.66
6631486.34	590606.23
6631613.33	590597.41