

**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internet: [www.niva.no](http://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 Miljøgiftundersøkelse i havner i Telemark, Vestfold, Akershus og Østfold 1999. PAH, PCB, tungmetaller og TBT i sedimenter og organismer. Statlig program for forurensningsovervåking. Overvåkingsrapport 849/02 TA-nr. 1885/2002	Løpenr. (for bestilling) 4568-2002	Dato 2002.08.23
	Prosjektnr. Undernr. O-99076	Sider Pris 109
Forfatter(e) Kristoffer Næs, Jon Knutzen, Jarle Håvardstun, Eivind Oug, Frithjof Moy, Mette Cecilie Lie, Jan Atle Knutsen (HFF), Marie Louise Wiborg (SNT)	Fagområde Miljøgifter i sjøvann	Distribusjon
	Geografisk område Østlandet	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Statens forurensningstilsyn, Statens næringsmiddeltilsyn, Fylkesmannens miljøvernnavdeling i Vestfold, Larvik kommune, Nøtterøy kommune, Tjøme kommune, Tønsberg kommune, Horten kommune/Forsvarsbygg Østlandet, Holmestrand kommune og Fredrikstad kommune.	Oppdragsreferanse
---	-------------------

**Sammendrag:** Innhold av utvalgte miljøgifter i blåskjell (metaller, PCB, PAH), torsk (PCB i lever og kvikksølv i filet), ål (PCB og dioksin) og bunnsedimenter (metaller, PCB, PAH) fra havneområdene til Kragerø, Stavern, Vrengen, Tønsberg, Horten, Holmestrand, Hvitsten, Moss og Fredrikstad er blitt undersøkt. Blåskjell samlet i Vrengnområdet og indre havn i Horten var tydelig påvirket av PCB. Skjellene i alle områdene var ubetydelig til moderat forurenset av PAH, bortsett fra Kragerø hvor de var markert forurenset med PAH. De var ikke forurenset av kadmium eller bly. Leveren av torsk fanget i indre havn i Horten var sterkt forurenset av PCB, markert forurenset i Vrengen og moderat forurenset i torsk fra de andre områdene. Fileten av torsk var ikke forurenset av kvikksølv i noen av områdene. Sedimentene var lite påvirket av metallene kadmium, kobber, bly og kvikksølv. Konsentrasjonen av TBT var imidlertid gjennomgående høy, og i alle områdene er det blitt påvist lokaliteter hvor sedimentet var sterkt forurenset av TBT. Tilsvarende ble det påvist sterk forurensning med hensyn på PAH på enkelte lokaliteter i Kragerø, Stavern og Fredrikstad. I de andre områdene var sedimentet ubetydelig til markert forurenset av PAH. PCB-konsentrasjonen i sedimentet var særlig høy i Mossesundet og i Vrengen svarende til meget sterk forurensning. Sedimentet var markert forurenset av PCB i Kragerø og i hovedsak moderat forurenset i de andre områdene.

På grunnlag av resultatene har SNT gitt råd om ikke å spise ål eller skjell fra Kragerø, fiskelever fra Vrengen og Tønsberg samt ål og skjell fra Vrengen og fiskelever fra Horten, Holmestrand, Hvitsten og Moss. Fiskefilet fra alle områdene kan trykt spises.

Fire norske emneord 1. PCB 2. PAH 3. Metaller 4. Overvåking	Fire engelske emneord 1. PCBs 2. PAHs 3. Metals 4. Monitoring
---	---

*Kristoffer Næs*

Prosjektleder

*Kristoffer Næs*

Forskningsleder

ISBN 82-577-4226-0

*[Signature]*  
Forskningsdirektør

O-99076

**Miljøgiftundersøkelse i havner i Telemark, Vestfold,  
Akershus og Østfold 1999**

PAH, PCB, tungmetaller og TBT

i sedimenter og organismer

## Forord

Dette prosjektet er gjennomført på oppdrag av og finansiert av Statens forurensningstilsyn (SFT), Statens næringsmiddeltilsyn (SNT), Fylkesmannens miljøvernnavdeling i Vestfold, Larvik kommune, Nøtterøy kommune, Tjøme kommune, Tønsberg kommune, Horten kommune/Forsvarsbygg Østlandet, Holmestrand kommune og Fredrikstad kommune.

Prosjektet har vært organisert med Fylkesmannens miljøvernnavdeling i Vestfold som kontraktspartner. Dette har vært ledet av Berit Løkken. Videre har prosjektet hatt en styringskomité bestående av Berit Løkken (Fylkesmannens miljøvernnavdeling i Vestfold), Per Erik Iversen (Statens forurensningstilsyn), Marie Louise Wiborg (Statens næringsmiddeltilsyn), Morten Johannessen (Fylkesmannens miljøvernnavdeling i Telemark), Bjørn Ketil Gudevold (Fylkesmannens miljøvernnavdeling i Østfold), Turid Winther-Larsen (Fylkesmannens miljøvernnavdeling i Oslo/Akershus), Ola Vahl (Moss kommune) og Tore Rolf Lund (Borre kommune). De to sistnevnte har også deltatt som representanter for kommunene oppnevnt av Fagrådet for indre Oslofjord.

Undersøkelsene har vært utført i samarbeid med Havforskningsinstituttet Forskningsstasjonen Flødevigen med Jan Atle Knutsen som ansvarlig. Forskningsstasjonen Flødevigen har hatt ansvaret for innsamlingen av fisk og blåskjell. Her deltok også Svein Erik Enersen og Kate Enersen. Ved innsamlingen, samt prøvetakingen av sedimentene ble stasjonens fartøy "G.M. Dannevig" brukt.

Analyse av non-orto PCB i organismer er gjort av Livsmedelsverket, Uppsala ved Marie Aune.

Ved NIVA har Kristoffer Næs vært prosjektleder. Jarle Håvardstun har, sammen med Mette Cecilie Lie, opparbeidet de biologiske prøvene. Han har også vært ansvarlig for tilretteleggelsen av data og for produksjon av figurer. De kjemiske analysene av biologisk materiale, bortsett fra non-orto PCB, samt metallanalyser av sedimentet er utført av NIVAs laboratorium ved Einar Brevik, Norunn Følsvik og Bente Lauritzen. Kristoffer Næs, Jon Knutzen og Frithjof Moy har vært ansvarlig for utarbeidelsen av rapporten.

Alle takkes for innsatsen.

Grimstad, 23. august 2002

*Kristoffer Næs*

---

## Innhold

<b>1</b>	<b>Sammendrag.....</b>	<b>7</b>
	Summary .....	10
<b>2</b>	<b>Innledning.....</b>	<b>11</b>
	2.1 Undersøkelsens omfang.....	11
	2.2 Bakgrunn for undersøkelsen.....	11
	2.3 Mål.....	11
	2.4 Organisering av rapporten og formidling.....	12
	2.5 Generelt om miljøgifter og deres kilder .....	12
	2.6 Tidligere og igangværende miljøgiftundersøkelser på Østlandet.....	15
<b>3</b>	<b>Materiale og metoder.....</b>	<b>16</b>
	3.1 Undersøkellesprogram .....	16
	3.2 Innsamling og opparbeidelse av prøver.....	18
	3.2.1 Innsamling .....	18
	3.2.2 Bearbeiding for analyse .....	18
	3.3 Utvalg av prioriterte miljøgifter .....	19
	3.4 Analyaselaboratorier og -prinsipper .....	19
	3.5 Klassifisering av miljøtilstand.....	20
	3.6 Kostholdsrad og helserisiko .....	22
<b>4</b>	<b>Kragerø.....</b>	<b>23</b>
	4.1 Områdebeskrivelse .....	25
	4.2 Tidligere målinger og miljøtilstand .....	25
	4.3 Undersøkte stasjoner .....	25
	4.4 Resultater .....	26
	4.4.1 Blåskjell .....	26
	4.4.2 Torsk og ål .....	26
	4.4.3 Sedimenter .....	27
<b>5</b>	<b>Stavern .....</b>	<b>29</b>
	5.1 Områdebeskrivelse .....	31
	5.2 Tidligere målinger og miljøtilstand .....	31
	5.3 Undersøkte stasjoner .....	31
	5.4 Resultater .....	32
	5.4.1 Blåskjell .....	32
	5.4.2 Torsk .....	32
	5.4.3 Sedimenter .....	33
<b>6</b>	<b>Vrengen.....</b>	<b>35</b>
	6.1 Områdebeskrivelse .....	37
	6.2 Tidligere målinger og miljøtilstand .....	37
	6.3 Undersøkte stasjoner .....	37

---

6.4	Resultater .....	38
6.4.1	Blåskjell .....	38
6.4.2	Torsk og ål .....	39
6.4.3	Sedimenter .....	39
<b>7</b>	<b>Tønsberg/Valøy .....</b>	<b>41</b>
7.1	Områdebeskrivelse .....	43
7.2	Tidligere målinger og miljøtilstand .....	43
7.3	Undersøkte stasjoner .....	43
7.4	Resultater .....	44
7.4.1	Blåskjell .....	44
7.4.2	Torsk .....	45
7.4.3	Sedimenter .....	45
<b>8</b>	<b>Horten .....</b>	<b>47</b>
<b>9</b>	<b>Holmestrand .....</b>	<b>49</b>
9.1	Områdebeskrivelse .....	51
9.2	Tidligere målinger og miljøtilstand .....	51
9.3	Undersøkte stasjoner .....	51
9.4	Resultater .....	52
9.4.1	Blåskjell .....	52
9.4.2	Torsk og ål .....	52
9.4.3	Sedimenter .....	53
<b>10</b>	<b>Hvitsten .....</b>	<b>55</b>
10.1	Områdebeskrivelse .....	56
10.2	Tidligere målinger og miljøtilstand .....	56
10.3	Undersøkte stasjoner .....	56
10.4	Resultater .....	57
<b>11</b>	<b>Moss .....</b>	<b>59</b>
11.1	Områdebeskrivelse .....	61
11.2	Tidligere målinger og miljøtilstand .....	61
11.3	Undersøkte stasjoner .....	61
11.4	Resultater .....	62
11.4.1	Blåskjell .....	62
11.4.2	Torsk .....	62
11.4.3	Sedimenter .....	63
<b>12</b>	<b>Fredrikstad .....</b>	<b>65</b>
12.1	Områdebeskrivelse .....	67
12.2	Tidligere målinger og miljøtilstand .....	67
12.3	Undersøkte stasjoner .....	67
12.4	Resultater .....	68
12.4.1	Blåskjell .....	68
12.4.2	Torsk .....	68
12.4.3	Sedimenter .....	68

---

<b>13</b>	<b>Sammenligning mellom områdene .....</b>	<b>70</b>
13.1	Blåskjell .....	70
13.2	Torsk .....	72
13.3	Ål .....	74
13.4	Sedimenter .....	74
13.5	PCB <sub>7</sub> -profiler i sedimentet .....	77
<b>14</b>	<b>Mulige helsemessige effekter av konsum av fisk og skalldyr .....</b>	<b>79</b>
14.1	Grenseverdier .....	79
14.2	Kostholdsråd .....	79
14.3	Dioksiner og PCB .....	79
14.4	PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner - tjærestoffer) ..	80
14.5	Kostholdsråd som følge av undersøkelsen .....	80
14.5.1	Kragerø .....	80
14.5.2	Tønsberg/Vrengen .....	80
14.5.3	Horten, Holmestrand, Hvitsten og Moss .....	81
<b>15</b>	<b>Litteraturliste .....</b>	<b>82</b>
	<b>Vedlegg A. Oversikt over innsamlingssteder og analysevariable for hver havn.....</b>	<b>86</b>
	<b>Vedlegg B. Sedimentstasjoner .....</b>	<b>88</b>
	<b>Vedlegg C. Innsamling av biologiske prøver .....</b>	<b>90</b>
	<b>Vedlegg D. Analysemetoder.....</b>	<b>91</b>
	<b>Vedlegg E. Rådata .....</b>	<b>97</b>

---

## 1 Sammendrag

I samsvar med prioriteringer fra Statens forurensningstilsyn (SFT) og Statens næringsmiddeltilsyn (SNT), samt ønsker fra de involverte kommuner, er det gjennomført undersøkelser av miljøgifter i sedimenter og spiselige organismer (torsk, ål og blåskjell) fra havneområder i Kragerø, Stavern, Vrengen, Tønsberg, Horten, Holmestrand, Hvitsten, Moss og Fredrikstad. Sedimentene er analysert på innhold av klororganiske stoffer (PCB, etc.), PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner), metallene kadmium, kobber, bly og kvikksølv samt tinnorganiske forbindelser (TBT (tributyltinn) og TPhT (trifenyltinn)) med nedbrytningsprodukter. Torsk er analysert for innhold av klororganiske stoffer i lever med hovedvekt på PCB og kvikksølv i filet. I blåskjell ble innhold av kadmium og bly, kvikksølv tinnorganiske, klororganiske forbindelser og PAH bestemt. Innhold av klororganiske forbindelser inklusive dioksin ble analysert i filet av ål fra Kragerø, Vrengen og Holmestrand.

Nivåene av de utvalgte miljøgiftene er benyttet til å karakterisere forurensningstilstanden i de aktuelle havnenære omgivelsene i henhold til SFTs tilstandskriterier. Videre har SNT utarbeidet kostholdsråd for de aktuelle områdene.

I **blåskjell** var det tydelig påvirkning av *PCB* i Vrengenområdet og indre havn i Horten. I de øvrige områdene viste ikke undersøkelsene annet enn moderat tilleggsbelastning lokalt utover det som må påregnes i områder med generell menneskelig aktivitet. Imidlertid må det tas forbehold om at antallet prøver har vært få.

*PAH*-innholdet i blåskjellene medførte at alle områdene kunne karakteriseres som ubetydelig til moderat forurenset, bortsett fra en stasjon i Kragerø hvor miljøtilstanden tilsvarte markert forurenset. Resultatene ga ingen klare indikasjoner på kilder utover den belastning som følger med kombinasjonen båttrafikk, avrenning fra urbaniserte og industrialiserte lokale nedbørfelter og husholdningsavløp.

Skjellenes innhold av *kadmium* og *bly* overskred bare i få tilfeller (da bare i ubetydelig grad) det som karakteriseres som ubetydelig forurenset.

Imidlertid var det kun skjell fra Stavern og Vrengenområdet som kunne karakteriseres som moderat forurenset med hensyn på *TBT*. På alle de andre innsamlingsstedene var skjellene markert forurenset med denne forbindelsen.

**Lever av torsk** samlet fra ett område i Vrengen hadde markert forhøyet innhold av *PCB* svarende til markert forurenset i henhold til tilstandskriteriene. I havneområdene ved Stavern, Tønsberg, Holmestrand, Hvitsten, Moss og Fredrikstad var leveren av torsk moderat til markert forurenset av *PCB*. I Horten var lever fra torsk fanget i indre havn sterkt forurenset, men den var moderat forurenset i torsk fanget i ytre havneområde. I Kragerø var den bare ubetydelig forurenset.

På alle stedene var *kvikksølvinnholdet* i **filet av torsk** lavt svarende til ubetydelig forurenset eller bare svakt over.

De orienterende analysene av *dioksiner* i filet av **ål**, viste at konsentrasjonene var lave i Vrengen og Holmestrand. Konsentrasjonene var imidlertid betydelig høyere i Kragerø. Dette

kan skyldes tidligere store utslipp til Frierfjorden. Imidlertid, regnet som toksisitets-ekvivalenter (TE) hvor PCB også tas med, var nivået av TE i Kragerø og Vrengen likt, men noe lavere i Holmestrand.

På grunnlag av resultatene har SNT gitt følgende anbefalinger vedrørende konsum av fisk og skalldyr fra de aktuelle områdene:

**Kragerø:**

Konsum av ål i Kragerø havn fanget innenfor Nepa–Furuholmen–Bærøy–Malmhella frarådes.

Konsum av skjell i Kragerø havn fanget innenfor Nepa–Furuholmen–Øya–Midfjordskjær–Malmhella frarådes.

**Tønsberg/ Vrengen:**

Konsum av fiskelever fanget i indre del av Tønsbergfjorden innenfor sydspissen av Veierland via Tønsberg havn til sydspissen av Husøy frarådes. Dessuten frarådes konsum av fiskelever, ål og skjell fanget i Vrengen. Dette området avgrenses av rette linjer fra Tokneskilen på Nøtterøy til nordspissen av Veierland, fra sydspissen av Veierland til Svelvik på Tjøme og fra nordspissen av Mågerøy til Nøtterøy.

**Horten, Holmestrand, Hvitsten og Moss:**

Konsum av fiskelever fanget i Oslofjorden innenfor Horten og Jeløya frarådes. Dette er en utvidelse av eksisterende kostholdsråd for indre Oslofjord. Det er målt spesielt høye konsentrasjoner i indre Horten havn.

Fiskefilet fra de aktuelle områdene kan trygt spises, siden de aktuelle miljøgiftene i hovedsak samles opp i fiskens lever.

**Sedimentene** var lite påvirket av metallene *kadmium*, *kobber*, *bly* og *kvikksølv*.

Hovedmengden av stasjonene hadde konsentrasjoner tilsvarende ubetydelig til moderat forurenset. Enkeltstasjoner hadde konsentrasjoner svarende til markert forurenset sediment. Det gjaldt i Kragerø, Vrengen og Moss for kadmium, Fredrikstad for kobber, Kragerø, Vrengen og Fredrikstad for bly og Kragerø og Vrengen for kvikksølv. Det ble ikke observert konsentrasjoner av metaller høyene enn tilstandsklassen markert forurenset.

Konsentrasjonen av *TBT* var gjennomgående høy. Alle områdene hadde en eller flere stasjoner hvor sedimentet må karakteriseres som meget sterkt forurenset med hensyn på *TBT*. Unntak for dette var Holmestrand. Her har imidlertid meget sterk forurensning med hensyn på *TBT* blitt påvist tidligere i sedimenter fra havnebassenget. Enkeltvis skilte særlig sedimentet på en stasjon i Vrengen og en i Fredrikstad seg ut med meget høye verdier. Karakteristisk for *TBT*-fordelingen var også at det kan være store forskjeller i konsentrasjonene over små avstander innenfor et område.

Innhold av *PAH* i sedimentene var høyest i Kragerø hvor sedimentet på en av stasjonene hadde verdier langt over nedre grense for meget sterkt forurenset sediment. De andre stasjonene i Kragerø, samt to stasjoner i Stavern og en i Fredrikstad, hadde også høye *PAH*-konsentrasjoner svarende til sterkt forurenset sediment. De andre stasjonene hadde *PAH*-verdier svarende til ubetydelig til markert forurenset sediment.



*PCB*-konsentrasjonene var særlig høye i Mossesundet og Vrengen-området med verdier svarende til sterk til meget sterk forurensning. Det var også relativt høye konsentrasjoner av *PCB* i Kragerø. Sedimentet her må karakteriseres som markert forurenset. Konsentrasjonene av *PCB* i de andre områdene svarte i hovedsak til moderat forurenset sediment.

## Summary

Title: Investigations of micro-pollutants in harbours in Telemark, Vestfold, Akershus and Østfold 1999. PAHs, PCBs, heavy metals and TBT in sediments and organisms

Year: 2001

Authors: K. Næs, J. Knutzen, J. Håvardstun, E. Oug, F. Moy, M.C. Lie, J.A. Knutsen, M.L. Wiborg

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-4226-0

The levels of selected micro-pollutants in surface sediments (0-2cm) and in samples of blue mussels, cod and eel have been used to indicate the pollutional state in the harbour areas of Kragerø, Stavern, Vrengen, Tønsberg, Horten, Holmestrand, Hvitsten, Moss and Fredrikstad. The sediment analyses included cadmium, copper, lead, mercury, TBT, PCBs and PAHs. Mussels were analysed for the same variables except copper and mercury. Livers of cod were analysed for lead, cadmium and PCBs, while mercury was determined in samples of filet. The PCB analyses included the non-ortho and the most important mono-ortho congeners in order to calculate  $\Sigma TE_{PCB}$ . From three localities eel was sampled for analysis of dioxins and PCBs.

Mussels from Vrengen and inner harbour of Horten were clearly influenced by PCBs. In the other areas the mussels were categorised as unpolluted to moderately polluted according to the Norwegian quality criteria. In general, the mussels were unpolluted to moderately polluted by PAHs apart from Kragerø where they must be classified as markedly polluted. In all areas the concentrations of cadmium and lead were low.

Liver of cod was strongly polluted according to Norwegian quality criteria in samples from the inner harbour of Horten, markedly polluted in samples from Vrengen, and moderately polluted in fish caught in the other areas. The mercury concentrations in filet were low in all areas.

The sediment concentrations of cadmium, copper, lead and mercury were at background levels or only slightly elevated. However, the sediments were highly influenced by TBT. All areas experienced samples that were classified as strongly polluted according to the Norwegian sediment quality criteria. Accordingly, the sediments from one or more locations in Kragerø, Stavern and Fredrikstad were strongly polluted by PAHs. In the other areas the sediments were classified as unpolluted to markedly polluted by PAHs. The sediments from Moss and Vrengen were strongly polluted by PCBs. In the other areas the concentrations varied within the quality classes moderately to markedly polluted.

Based on the results, the Norwegian Food Control Authority have issued warnings against consumption of shellfish and liver of fish caught in the near harbour-areas of Kragerø, Tønsberg/Vrengen, Horten, Holmestrand, Hvitsten and Moss. Filet of fish except eel from Kragerø and Vrengen can safely be eaten.

## 2 Innledning

### 2.1 Undersøkelsens omfang

Denne undersøkelsen beskriver forurensningssituasjonen med hensyn på ulike miljøgifter i havneområder i Telemark, Vestfold, Akershus og Østfold. Undersøkelsen har hatt som hovedmål å gi informasjon til miljø- og næringsmiddelmyndighetene om tilstanden i havneområdene. Undersøkelsen er rettet mot miljøgifter i utvalgte organismer og i bunnsedimenter. Ved prøvetakingsopplegg og i behandlingen av data er det lagt mest vekt på miljøgifter og organismer som Statens forurensningstilsyn (SFT) har utarbeidet miljøkvalitetskriterier for og som Statens næringsmiddeltilsyn (SNT) trenger kunnskap om for å vurdere råd om konsum av sjømat.

Analysene av de utvalgte miljøgiftene gir også rutinemessig resultater for enkelte andre forbindelser som det ikke eksisterer kvalitetskriterier for, eller som ikke direkte inngår i næringsmiddelmyndighetenes vurderingsgrunnlag.

### 2.2 Bakgrunn for undersøkelsen

I en serie sonderende undersøkelser av miljøgifter i norske havner gjennomført midt på 1990-tallet, ble det påvist forhøyede konsentrasjoner av miljøgifter i mange havner (Knutzen 1995; Knutzen m.fl. 1995; Konieczny og Juliussen 1995a,b). Forurensningen var spesielt knyttet til polyklorerte bifenyler (PCB), polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og tributyltinn (TBT). Enkelte av havnene var også påvirket av tungmetaller som kvikksølv (Hg), kadmium (Cd), bly (Pb) og kobber (Cu). De sonderende undersøkelsene inkluderte kun et begrenset antall prøvetakingssteder for sedimenter og organismer. Senere har undersøkelsene blitt fulgt opp av en større undersøkelse i havner på Agder hvor viktige konsumorganismer ble inkludert. Denne undersøkelsen viste at det var behov for å fastsette kostholdsråd i enkelte områder med tung miljøgiftbelastning.

Også i Østlandsområdet har de sentrale forurensnings- og næringsmiddelmyndighetene ønsket oppfølgende undersøkelser i havneområdene for en nøyere kartlegging av miljøtilstanden. Spesielt har det vært et ønske om dokumentasjon for å avgjøre om konsum av spiselige organismer fra de aktuelle områdene kan ha helsemessige konsekvenser og om innføring av kostholdsråd eller omsetningsrestriksjoner er påkrevd. SNT og SFT utarbeidet et dokument med forslag til strategi for dette (Berg m.fl. 1997). Til dette formålet er lever av torsk valgt som indikator for påvirkning av PCB, filet av torsk for påvirkning av kvikksølv og blåskjell for påvirkning av PAH. I undersøkelsen er det også valgt å inkludere analyser av ål fra tre lokaliteter for å gi generell informasjon om PCB- og dioksinnivåer i denne organismen.

I tillegg har Fylkesmennenes miljøvernmyndigheter og aktuelle kommuner ønsket at de nye undersøkelsene også skulle ivareta lokale forvaltningsinteresser.

### 2.3 Mål

Målet med undersøkelsen har derfor vært å :

1. Dekke *sentrale* myndigheters behov for informasjon om miljøgiftinnhold i spiselige organismer som nedfelt i SNTs og SFTs strategi (Berg m. fl. 1997).
2. Dekke *lokale* forurensningsmyndigheters behov for informasjon om miljøgiftinnhold i spiselige organismer som ikke er dekket i SNTs prioriteringer (både arter og lokaliteter).
3. Supplere de sonderende analysene av miljøgiftinnhold i havnesedimenter.

## 2.4 Organisering av rapporten og formidling

Foreliggende rapport gir resultater fra undersøkelsene og vurdering av forurensningstilstand i hovedsak i henhold til SFTs miljøkvalitetskriterier. I slutten av rapporten har SNT ved Marie Louise Wiborg skrevet et kapittel som omhandler generell bakgrunn for fastsettelse av kostholdsråd. Her fremkommer det også konkrete råd basert på resultatene fra de enkelte undersøkelsesområdene.

Det er vår tro at en undersøkelse av denne art burde ha en betydelig interesse for allmennheten. For å lette tilgjengeligheten er det derfor utarbeidet en brosjyre som i korthet gjengir bakgrunn, formål og resultater fra undersøkelsene.

## 2.5 Generelt om miljøgifter og deres kilder

Med miljøgifter menes stoffer med en eller flere av følgende egenskaper: høy akutt giftighet, kronisk giftighet, markert tendens til bioakkumulering (oppkonsentrering i en organisme) eller biomagnifikasjon (oppkonsentrering gjennom næringskjeder), utpreget bestandighet mot nedbrytingsprosesser (Molvær m.fl. 1997). Betegnelsen miljøgifter omfatter både metaller og organiske mikroforurensninger. De mest aktuelle metallene omfatter kvikksølv, bly, kobber og kadmium samt metallorganiske forbindelser som tributyltinn. De organiske stoffene omfatter en rekke tildels komplekse forbindelser. Disse inndeles i hovedgrupper som tjærestoffer (PAH) og klororganiske forbindelser (PCB, dioksiner etc).

De største miljøgiftproblemer i norske kystfarvann er forårsaket av industriutslipp. Resipienter med utslipp fra industri er derfor de områder hvor man finner de høyeste konsentrasjonene. De fleste miljøgifter vil imidlertid også kunne påvises i områder uten punktkilder. Generelt lave konsentrasjoner som kan finnes i områder langt unna punktkilder, kan tilskrives langtransportert spredning eller også som naturlig forekomst. Ved karakterisering av tilstand, og særlig i systemer for klassifisering, er det derfor nødvendig å definere en øvre grense for konsentrasjoner av miljøgiftene i disse områdene. Dette betegnes som "antatt høyt bakgrunnsnivå" eller kun "bakgrunn". For mange komponenter er det imidlertid vanskelig å fastsette grenseverdier for bakgrunnsnivået, dels fordi datagrunnlaget kan være utilstrekkelig og dels fordi kunnskapen om spredning og omsetning i miljøet ikke er god nok.

### PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner)

PAH, populært kalt tjærestoffer, dannes ved ufullstendig forbrenning av organisk materiale. Kildene kan være oljerelatert virksomhet og smelteverksindustri (f.eks. aluminiumsindustri), men også bruk av produkter som tjære, drivstoff til kjøretøy og kull. Skogbrann er en

betydelig naturlig kilde. PAH består av en rekke enkeltforbindelser, hvorav enkelte kan være kreftfremkallende (betegnet KPAH). Forbindelsene er fettløslige og kan akkumulere til høye nivåer i enkelte grupper av organismer, men virveldyr, deriblant fisk, har god evne til å bryte ned og skille ut PAH. Det er derfor ikke noen sterk tendens til oppkonsentrasjon i næringskjeder.

### **PCB (polyklorerte bifenyler)**

PCB er syntetiske organiske forbindelser og har vært brukt siden 1930 til mange ulike industrielle formål, f.eks. i elektriske transformatorer og kondensatorer, i tilsetningsstoffer i maling, i fugemasse for isolerglass i vinduer, etc. Ny bruk av PCB ble forbudt i 1980. Som for PAH består PCB av en rekke enkeltforbindelser med ulik giftighet (teoretisk mulig med 209 enkeltforbindelser (kongenerer) avhengig av antall og plassering av kloratomene i molekylet). Ved analyse kvantifiseres kun et mindre antall av forbindelsene, f.eks. gruppen "Seven Dutch" som betegnes PCB<sub>7</sub> og består av 7 utvalgte forbindelser blant de mest vanlige i omgivelsene. PCB er sterkt fettløslig og oppkonsentreres i næringskjeden. Forbindelsene kan være akutt giftige, påvirke immunforsvaret og hormonbalansen og gi kreftutvikling og nerveskader.

PCB-forbindelsene kan ha klor plassert i tre posisjoner i molekylet: orto, meta og para. Forbindelser som ikke har klor i såkalt orto-posisjon kalles "non-orto PCB" (n.o. PCB). Selv om de mengdemessig utgjør et lite bidrag til det totale PCB-innholdet, kan forbindelsene være så giftige at de er avgjørende for PCB-påvirkningen på en organisme.

Ulike grupper av PCB-forbindelser har forskjellige virkningsmekanismer. Non-orto PCB sammen med enkelte mono-orto forbindelser har dioksinlignende virkning, men i ulik styrke. For å gjøre resultatene praktisk mulig å håndtere i en risikovurdering, er det laget modeller for å omregne konsentrasjonen av de ulike forbindelsene med slike effekter til såkalte toksiske ekvivalenter (TE). Antall toksiske ekvivalenter i en prøve er et mål for det totale skadelighetspotensialet mht. dioksinlignende virkning. I rapporten er et samlet toksisitetbidrag beregnet som summen av bidraget fra non-orto og mono-orto PCB (m.o. PCB) i henhold til modell av Van den Berg et al. (1998).

Nylig er det kommet en rapport fra en WHO-ekspertgruppe med enkelte revisjoner av toksisitetsekvivalentfaktorer (TEF) for beregning av TE-verdier (Van den Berg et al. 1998). Forskjellen fra toksisitetsekvivalentfaktorene i Ahlborg et al. (1992) er imidlertid få og gir i praktisk sammenheng ubetydelige utslag.

### **PCDD/PCDF (polyklorerte dibenzo-p-dioksiner og polyklorerte dibenzofuraner)**

PCDD/PCDF, populært kalt dioksiner, er en samlebetegnelse som omfatter 75 klorerte dibenzo-p-dioksiner og 135 klorerte dibenzofuraner. I motsetning til PCB har dioksiner ikke noe kommersielt anvendelsesområde. Dioksiner dannes i hovedsak som biprodukter i små mengder ved mange kjemiske og industrielle prosesser ved høy temperatur hvor klor og karbon er tilstede. Eksempler er syntese av klorfenoler, produksjon av magnesium og nikkel, klorbleking av cellulose, avfallsforbrenning, kabelavbrenning og i forbrenningsmotorer.

Effektene er som beskrevet for dioksinlignende PCB (non-orto PCB). Også for dioksiner beregnes det toksisitetsekvivalenter (TE) for å angi skadelighetspotensialet.

### **TBT (tributyltinn)**

Tributyltinn er, og har vært benyttet som antibegroingsmiddel i skips- og båtmaling. I 1989 - 90 ble bruk av TBT i bunnstoff/maling på båter mindre enn 25m forbudt i Norge, men er fremdeles tillatt i bruk på større skip. TBT er svært giftig for enkelte organismer, og har medført kjønnsforstyrrelser hos purpurnegl og beslektede arter i globalt omfang. Kjønnsforstyrrelser hos purpurnegl (utvikling av hannlige organer hos hunner) er registrert langs hele Norskekysten unntatt i Finnmark (Walday m.fl. 1997). Så langt er TBT ikke vurdert som et helseproblem i forbindelse med inntak av sjømat.

### **Kvikksølv (Hg)**

Kvikksølv er et tungmetall. Utslipp fra industrien kom tidligere primært fra kloralkalifabrikk og treforedlingsindustri/tresliperier, men også fra produksjon av kunstgjødsel, maling, plantevernmidler og annen kjemisk industri. Betydelige mengder ble inntil for 30 år siden spredd som følge av kvikksølvbeising av såkorn. Tilførslene er nå betydelig redusert, men bl.a. kullfyrte kraftverk bidrar til en fortsatt regional/global overbelastning. Kvikksølv kan danne meget giftige organiske forbindelser (metylkvikksølv). Forbindelsen er akutt giftig for mange organismer og pattedyr, og har også kroniske giftvirkninger, selv i svært små konsentrasjoner. Kvikksølv hopper seg opp i fisk og pattedyr, særlig i nyrene og i hjernen. Kvikksølv virker på sentralnervesystemet (motoriske og mentale forstyrrelser), og kan føre til nyreskader.

### **Bly (Pb)**

Som mange andre tungmetaller, har industriutslipp vært betydelige kilder, men viktigst for den globale forurensning med bly har vært tilsetningen i bensin. Skadeeffektene er bl.a. anemi (hemmer dannelsen av hemoglobin) og forstyrrelse av sentralnervesystemet.

### **Kadmium (Cd)**

Kadmium er et tungmetall hvor viktige kilder er forbrenning av kull og olje, og enkelte typer kunstgjødsel. Kadmiumforgiftning medfører bl.a. nyresvikt.

### **Kobber (Cu)**

Også kobber er et tungmetall. Det er et livsviktig element for mange organismer (som oksygenbærer og oksygenkatalysator), men er akutt giftig i større doser. Ømfintlige organismesamfunn er planteplankton og bløtbunnsfauna. Kobber brukes både i dyrefôr, gjødsel, som antibegroingsmiddel i båtmalinger og som soppdreper i landbruket.

En summarisk liste over ulike typer av kilder til miljøgiftforurensning i havneområdene på Østlandet er gitt i **Tabell 1**.

*Tabell 1. Mulige kilder til miljøgiftforurensning i havneområder på Østlandet.*

<b>Forbindelse</b>	<b>Mulig kilde</b>
PAH	Oljesøl, eksos (gateavrenning), smelteverk
PCB	Mekanisk industri, skipsverft, div. fyllinger
TBT	Skipsverft, skips- og båttrafikk
Tungmetaller	Mekanisk industri, div. fyllinger

---

## 2.6 Tidligere og igangværende miljøgiftundersøkelser på Østlandet

### *JAMP*

"Joint Assessment and Monitoring Programme" er et felles nordatlantisk overvåkingsprogram med fokus på marine forurensninger. Undersøkelsene langs Norskekysten startet i 1980 og omfatter undersøkelser av miljøgifter i sedimenter og organismer. Områder som er relevante for Østlandsområdet og foreliggende undersøkelse inkluderer utvalgte lokaliteter i Grenlandsfjordene, Færder, Breianger og Hvaler/Singlefjorden.

### *Sonderende miljøgiftundersøkelser i norske havner.*

Ved de sonderende undersøkelsene i havneområder langs norskekysten ble det i 1993 og 1994 tatt prøver av sedimenter, blåskjell (*Mytilus edulis*) og purpursnegl (*Nucella lapillus*) (Konieczny 1996, Konieczny og Juliussen 1995a,b, Knutzen m.fl. 1995). Prøvene ble analysert for PCB (polyklorete bifenyler), PAH (tjærestoffer), tungmetaller (kvikksølv, kadmium, bly, kobber, sink, nikkel, krom, arsen), THC (olje) og TBT (tributyltinn). Med unntak for Fredrikstad ble det tatt prøver i de samme havneområdene som i foreliggende undersøkelse.

### *Miljøgiftundersøkelse i havneområder på Agder*

Det er nylig publisert en rapport over miljøgiftinnholdet i organismer og sedimenter fra havnebyene i Agder-fylkene (Næs m.fl. 2000). Følgende områder inngikk: Flekkefjord, Farsund, Kristiansand, Lillesand, Grimstad, Arendal, Tvedestrand og Risør. Undersøkelsen var lagt opp tilsvarende som for foreliggende undersøkelse og er direkte sammenlignbar.

### *Kartlegging av forurensning i indre Horten havn*

I etableringen av undersøkelsene i havneområdene på Østlandet var det opprinnelig tiltenkt å inkludere situasjonen i Horten. Det ble imidlertid bestemt at undersøkelsene her skulle gjennomføres som en egen undersøkelse gjennomført av Forsvarets Forskningsinstitutt (FFI 2000). Det er gjort en kort oppsummering av hovedresultatene fra denne undersøkelsen i foreliggende rapport.

### 3 Materiale og metoder

#### 3.1 Undersøkellesprogram

Undersøkelsene omfatter havneområder på strekningen fra Kragerø til Fredrikstad (**Figur 1**). Valg av områder er gjort på grunnlag av tidligere undersøkelser (spesielt de sonderende havneundersøkelsene), SNTs påpekninger om områder hvor det mangler kunnskap om miljøgifter i organismer, SFTs oversikt over tilstand og prioriteringer vedrørende forurensede marine sedimenter samt resultater og opplysninger fra Naturvernforbundets såkalte ”giftjakt”. Videre ble det tatt hensyn til regionale/lokale ønsker og prioriteringer slik de fremkommer fra de forskjellige miljøvernavingene og kommunene.

I Larvik er det nylig utført en undersøkelse som omhandler miljøgifter i organismer fra den indre delen av Larviksfjorden (Berge 1999). Undersøkelsen dekker de behov myndighetene har hatt for informasjon om dette området. Ytterligere undersøkelser i indre deler av Larviksfjorden er derfor ikke inkludert.

I Hvaler og Singlefjordområdet har NIVA gjennomført undersøkelser i mange år. De siste rapportene er fra miljøovervåkingen i 1994 (Berge m.fl. 1996) og i forbindelse med storflommen i Glomma i 1995 (Berge 1997). Basert på disse undersøkelsene og med unntak av lokale områder som småbåthavner etc. hvor det ikke er informasjon fra, fremsto området generelt uten markerte forurensningsproblemer. Fra Hvaler/Singlefjordområdet ble det derfor valgt kun å inkludere havneområdet i Fredrikstad samt en skjellprøve fra Papperhavn hvor det tidligere var påvist forurensning.





**Figur 1.** Oversiktskart for undersøkelsesområdene med innsamlingssteder.

Prøvetakingsprogrammet omfattet blåskjell, torsk, ål og bunnsedimenter. Blåskjell representerer en konsumorganisme som er fastsittende i strandsonen og vil påvirkes av forurensninger i overflatevann. Torsk og ål representerer konsumfisk som er forholdsvis stedbundne, men som vil kunne oppta miljøgifter fra større områder og derved gi mål for generell forurensningsbelastning. Opptaket kan skje på ulike måter, f.eks. ved kontakt med forurensede sedimenter eller gjennom fødeorganismer. Bunnsedimenter representerer belastningen fra miljøgifter som avsettes lokalt i området. De fleste miljøgifter binder seg til fine partikler og avsettes i områder med svak strøm og finpartikulære sedimenter. En tabellarisk oversikt over undersøkelsesprogrammet er gitt i **Tabell 2**.

Detaljkart som viser plassering av prøvetakingsstasjoner er gitt sammen med presentasjon av resultatene for de enkelte havneområdene.

Alle biologiske prøver er blandprøver av flere individer. Fisk fanges fra flere steder innenfor et større geografisk område, og blandprøven vil dermed gi en gjennomsnittsverdi for området. Mulige variasjoner innenfor området er ikke belyst i denne undersøkelsen. I undersøkelsen av havneområder på Agder (Næs m.fl. 2000), ble konsentrasjonsforskjeller i torsk innenfor Arendal havneområde undersøkt. Resultatene viste at konsentrasjonen i tre underområder varierte med en faktor på ca. 5, men at gjennomsnittet for underområdene var svært nær verdien i en blandprøve fra hele området. Det antas at resultatene fra Arendal gir en pekepinn på mulige konsentrasjonsforskjeller i fisk innenfor andre havneområder.

**Tabell 2.** Oversikt over antall analyserte prøver i undersøkelsesprogrammet.

Område	Blåskjell	Torsk, lever og muskel	Ål	Sediment
Kragerø	3	2	1	3
Stavern	2	1	0	4
Vrengen	3	3	1	10
Tønsberg/Valøy	2	2	0	4
Horten*		2		
Holmestrand	2	1	1	1
Hvitsten	0	1	0	0
Moss	2	1	0	2
Fredrikstad	1	1	0	4
Sum prøver	15	12	3	28

\*Ytterligere prøver er samlet og analysert av Forsvarets forskningsinstitutt (FFI 2000)

## 3.2 Innsamling og opparbeidelse av prøver

### 3.2.1 Innsamling

Oversikt over prøveinnsamlingen er gitt i Vedlegg A, B og C.

Blåskjell (*Mytilus edulis*) ble innsamlet i perioden 5.-18. november 1999. Skjellene ble hentet fra bryggestolper og flytebøyer i selve havnene. På hver lokalitet ble det innsamlet 30 individer.

Torsk (*Gadus morhua*) ble innsamlet i perioden 5.-18. november 1999. De fleste steder ble det benyttet trollgarn (2 x 114 meter, 14 omfars garn), men i enkelte områder med mye skrot på bunnen ble det benyttet line (150 krok). Det ble hovedsakelig fisket etter torsk fra 10-40 meters dyp. I hvert område ble det innsamlet 5-30 individer.

Ål (*Anguilla anguilla*) ble innsamlet i mai 2000. Ål ble fanget på grunt vann med åluser. I hvert område ble det fanget 5-10 individer.

Sedimenter ble samlet i perioden 5.-18 november 1999. Prøvene ble samlet med en Van-Veen grabb og en delprøve av de øverste 2 cm av sedimentlaget ble tatt ut for analyse.

Prøvetakingen av organismer er gjennomført etter retningslinjer gitt av Oslo/Paris-kommisjonen. Det innebærer at organismene er innsamlet i en fysiologisk stabil fase, i praksis utenom gytesesongen. Prøvetakingen av sedimenter er gjennomført i henhold til Norsk Standard (NS 9422).

### 3.2.2 Bearbeiding for analyse

Blåskjell, primært av størrelse 2-5 cm, ble lengdemålt og deretter tint slik at vanninnholdet fikk renne av før bløtdelene ble fjernet og lagt på glødet glass.

Fisk ble veid og lengdemålt før prøveuttak. Ved uttak av lever og filetprøver fra torsk og ål ble det dissekert ut tilnærmet lik mengde vev fra hvert individ som inngikk i blandprøvene.

Uttak av vev til analyser ble foretatt på laboratoriet fra frossent materiale. Det ble benyttet utstyr av rustfritt stål og engangs kirurgiske hansker ved behandling av prøvematerialet. Alt vev ble deretter lagt på glass som etter vanlig rengjøring var glødet til 500°C.

### 3.3 Utvalg av prioriterte miljøgifter

Rådata er gitt i Vedlegg E.

Prøvene ble analysert for en eller flere av forbindelsene PAH, PCB, TBT, kvikksølv (Hg), bly (Pb), kadmium (Cd), kobber (Cu) og litium (Li, bare sediment). For utvalgte organismeprøver inkluderte analysene også non-orto PCB (**Tabell 3**). I tillegg foreligger det resultater for en rekke andre forbindelser, f.eks. pesticider (nedbrytningsprodukter av DDT) som fremkommer rutinemessig ved analyse av PCB.

Fisk har et enzymesystem som muliggjør nedbrytning av PAH. Det kan derfor ikke forventes å finne høye PAH-verdier i fisk fra PAH-belastede områder.

**Tabell 3.** Prioriterte miljøgifter. Variable som SFT har utviklet kvalitetskriterier for er understreket (Molvær m.fl. 1997).

Analysemateriale	Variabel
<b>Biota</b>	
Blåskjell	<u>PAH</u> , <u>PCB</u> <sup>1)</sup> , <u>Pb</u> , <u>Cd</u> <sup>2)</sup> , <u>Hg</u> <sup>3)</sup> , <u>TBT</u>
Lever av torsk	<u>PCB</u> <sup>1)</sup> , <u>Pb</u> , <u>Cd</u>
Filet av torsk	<u>Hg</u>
Filet av ål	<u>PCB</u> <sup>1)</sup> , "dioksin"
<b>Sediment</b>	<u>PAH</u> , <u>PCB</u> <sup>1)</sup> , <u>Pb</u> , <u>Cd</u> , <u>Hg</u> , <u>Cu</u> , <u>Li</u> , <u>TBT</u>

1) I rådataene finnes også konsentrasjoner av pentaklorbenzen, heksaklorbenzen, oktaklorstyren,  $\alpha$ -HCH,  $\gamma$ -HCH, DDT, DDE og DDD som fremkommer rutinemessig ved analyse av PCB.

2) Ikke analysert i Stavern og Tønsberg

3) Bare analysert i Stavern og Tønsberg

### 3.4 Analyselaboratorier og -prinsipper

Oversikt over analysemetoder ved NIVA er gitt i Vedlegg D.

Kort oppsummert er følgende analyseprinsipper anvendt: Organiske miljøgifter i sedimenter og organismer analyseres ved å tilsette indre standarder og ekstrahere med organiske løsningsmidler. Ekstraktene gjennomgår ulike rensetrinn for å fjerne interfererende stoffer. Til slutt analyseres ekstraktet ved bruk av gasskromatograf med masseselektiv detektor (for

PAH), elektron-innfangingsdetektor (for klorerte forbindelser) og atom-emisjonsdetektor (for TBT).

Metaller i sedimenter er analysert etter totaloppløsning i flussyre og bestemt ved atomabsorpsjon spektroskopi i grafittovn (salpetersyreoppløsning og gullfelle for Hg). Metaller i organismer er bestemt etter oppløsning i salpetersyre.

Organisk karbon i sedimentene er bestemt ved hjelp av en CHN-analysator etter at karbonater er fjernet i syredamp.

Metoden for analyse av non-orto PCB er beskrevet av Atuma et al. (1996; 1998), mens det for analyse av dioksiner henvises til Schlabach et al. (1993, 1995) og Oehme et al. (1994).

**Tabell 4** gir en oversikt over hvilke laboratorier analysene ble gjennomført ved.

*Tabell 4. Oversikt over hvilke laboratorier analysene ble gjennomført ved.*

Analysetype		Laboratorium
Organiske miljøgifter i organismer (unntatt non-orto PCB)	-	NIVA
Metaller i sedimenter og organismer	-	NIVA
Non-orto PCB i organismer	-	Livsmedelsverket, Uppsala, NILU (fiskeprøver fra Horten)
Dioksin i organismer	-	NILU
Organiske miljøgifter i sedimenter	-	NIVA

### 3.5 Klassifisering av miljøtilstand

SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær m.fl. 1997) er lagt til grunn for karakterisering av tilstand og vurdering av forurensningsgrad. Klassifiseringen omfatter metaller og organiske miljøgifter både i sedimenter og organismer. Systemet opererer med et sett av fem tilstandsklasser som går fra klasse I (*ubetydelig-lite forurenset*) til klasse V (*meget sterkt forurenset*). Grensen for kl. I er satt ved et antatt høyt bakgrunnsnivå fra bare diffus belastning, dvs. uten sporbar innflytelse fra punktkilder. Grensen er fortrinnsvis definert som 75-90 prosentilen av et observasjonsmateriale fra referansestasjoner (se bl.a. Knutzen og Green 1995). I **Tabell 5** er klassene vist for de miljøgiftene som inngår i denne undersøkelsen.

**Tabell 5.** SFTs klassifisering av tilstand ut fra innhold av metaller og organiske miljøgifter i sedimenter og organismer (Molvær m.fl. 1997).

Variable		Tilstandsklasser				
		I Ubetydelig – Lite forurenset	II Moderat forurenset	III Markert forurenset	IV Sterkt forurenset	V Meget sterkt forurenset
<b>Sedimenter</b> (tørrvekt)	Bly (mg Pb/kg)	< 30	30 – 120	120 – 600	600 – 1500	> 1500
	Kadmium (mg Cd/kg)	< 0,25	0,25 – 1	1 – 5	5 – 10	> 10
	Kobber (mg Cu/kg)	< 35	35 – 150	150 – 700	700 – 1500	> 1500
	Kvikksølv (mg Hg/kg)	< 0,15	0,15 – 0,6	0,6 – 3	3 – 5	> 5
	TBT (µg/kg)	< 1	1 – 5	5 – 20	20 – 100	> 100
	Σ PAH (µg/kg) <sup>1)</sup>	< 300	300 – 2000	2000 – 6000	6000 – 20000	> 20000
	Σ PCB <sub>7</sub> (µg/kg) <sup>3)</sup>	< 5	5 – 25	25 – 100	100 – 300	> 300
<b>Blåskjell</b> (tørrvekt)	Bly (mg Pb/kg)	< 3	3 – 15	15 – 40	40 – 100	> 100
	Kadmium (mg Cd/kg)	< 2	2 – 5	5 – 20	20 – 40	> 40
	Kobber (mg Cu/kg)	< 10	10 – 30	30 – 100	100 – 200	> 200
	Kvikksølv (mg Hg/kg)	< 0,2	0,2 – 0,5	0,5 – 1,5	1,5 – 4	> 4
	TBT (mg/kg)	< 0,1	0,1 – 0,5	0,5 – 2	2 – 5	> 5
<b>Blåskjell</b> (friskvekt)	Σ PAH (µg/kg) <sup>1)</sup>	< 50	50 – 200	200 – 2000	2000 – 5000	> 5000
	Σ KPAH (µg/kg) <sup>2)</sup>	< 10	10 – 30	30 – 100	100 – 300	> 300
	Σ PCB <sub>7</sub> (µg/kg) <sup>3)</sup>	< 4	4 – 15	15 – 40	40 – 100	> 100
<b>Torsk</b> lever (friskvekt)	Σ PCB <sub>7</sub> (µg/kg) <sup>3)</sup>	< 500	500 – 1500	1500 – 4000	4000 – 10000	> 10000
<b>Torsk</b> filet (friskvekt)	Hg (mg/kg)	< 0,1	0,1 – 0,3	0,3 – 0,5	0,5 – 1	> 1

1) Σ PAH: Sum av 19 tri- til hexasykliske forbindelser (se Vedleggstabeller for enkeltkomponenter)

2) Σ KPAH: Sum av potensielt kreftfremkallende PAH etter IARC (1987) (se Vedleggstabell for enkeltkomponenter)

3) Σ PCB<sub>7</sub> : Sum av enkeltforbindelse nr. 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180.

Det eksisterer ikke kvalitetskriterier for alle arter og variable som er analysert i denne undersøkelsen. Der hvor kriteriegrensene ikke er etablert, er miljøtilstanden bedømt ved hjelp av overkonsentrasjoner. Med 'overkonsentrasjoner' menes observert konsentrasjon dividert med antatt høy bakgrunnsverdi. En overkonsentrasjon på f.eks. 2 medfører derfor at den observerte konsentrasjonen er dobbelt så høy som antatt bakgrunnsnivå. Som bakgrunnsnivå er konsentrasjonene i **Tabell 6** anvendt. Det presiseres at for mange av forbindelsene er datagrunnlaget for fastsettelse av en bakgrunnsverdi spinkelt. De beregnede overkonsentrasjonene må derfor betraktes som indikasjoner på størrelsen.

**Tabell 6.** Antydningssvis høyt bakgrunnsnivå i torsk og ål for analyserte forbindelser hvor det ikke er gitt kvalitetskriterier. (v.v. = våtvekt).

Organisme	PCB <sub>7</sub> µg/kg v.v.	ΣTE <sub>PCB</sub> ng/kg v.v.	ΣTE <sub>PCDF/D</sub> ng/kg v.v.	Hg mg/kg v.v.	Pb mg/kg v.v.	Cd mg/kg v.v.
Torsk, lever		50-70 <sup>1)</sup>			≈0,1 <sup>2)</sup>	≈0,2 <sup>2)</sup>
Ål, filet	30(50?) <sup>3)</sup>	?	1-2 <sup>4)</sup>	0,1 <sup>5)</sup>	0,05 <sup>5)</sup>	0,01 <sup>5)</sup>

1) Kfr. Knutzen m.fl. (2000) med henvisninger.

2) Kfr. Knutzen og Green (2001).

3) Usikker verdi pga. manglende data fra egentlige referansestasjoner (kfr. henv. i Knutzen m.fl. 1999b), dessuten Knutzen m. fl. (1999a, 2001).

4) Knutzen m.fl (1999b, 2001)

5) Usikre verdier pga. få referansedata (kfr. henvisninger i Knutzen m.fl. 1999b).

### 3.6 Kostholdsråd og helserisiko

Det er viktig å merke seg at det ikke er noen direkte koplinger mellom SFTs tilstandsklasser og helserisiko ved konsum av sjømat fra de forskjellige områdene. For mere informasjon om dette samt de kostholdsråd som er utformet henvises det til kapittel 14.

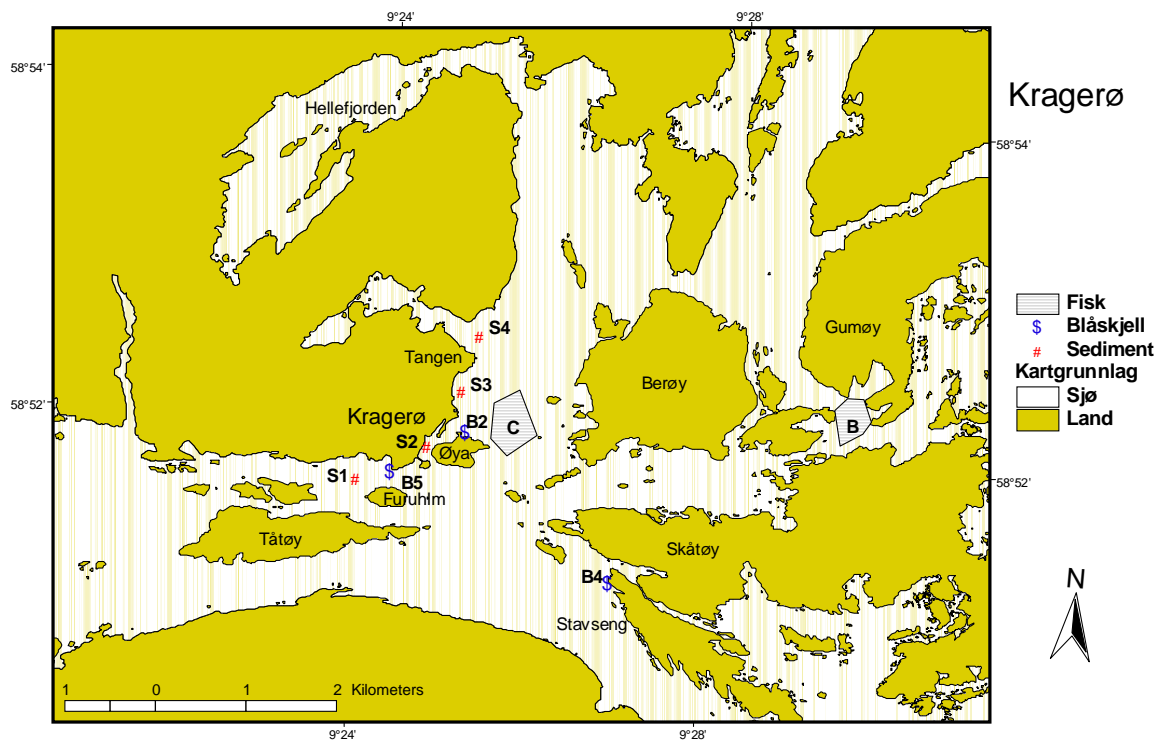
## 4 Kragerø

Blåskjell ble innsamlet ved Øya, Skåtøy og nær Kragerø sentrum. Skjellene var moderat til markert forurenset av PAH og TBT, mens det var liten til moderat påvirkning av PCB og metaller.

Torsk ble innsamlet ved Øya og mellom Gumøy og Skåtøy. Både lever og filét hadde generelt lavt innhold av miljøgifter.

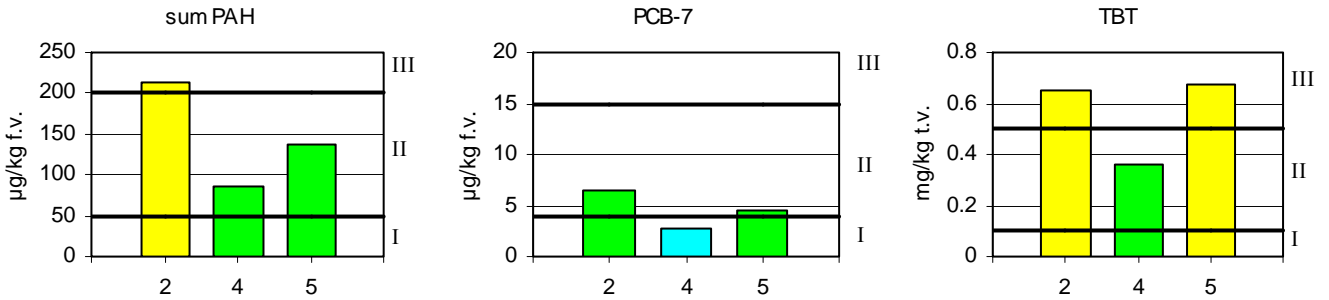
Bunnsedimenter ble innsamlet nær Kragerø sentrum. Sedimentene var sterkt til meget sterkt forurenset av PAH og TBT og markert forurenset av PCB og metaller. For PCB var det avtagende konsentrasjoner med økende avstand fra Tangen verft.

Undersøkelsen indikerer at Kragerøområdet påvirkes av lokale tilførsler av PAH. Forurensningen av TBT er trolig knyttet til skipstrafikk i området, men kan også ha tilknytning til småbåthold. Det er også noe langtidspåvirkning av forurensninger som tiltransporteres fra Grenlandsområdet. I torsk og ål var det forhøyde konsentrasjoner av enkelte komponenter som kan spores tilbake til industriutslipp til Frierfjorden.

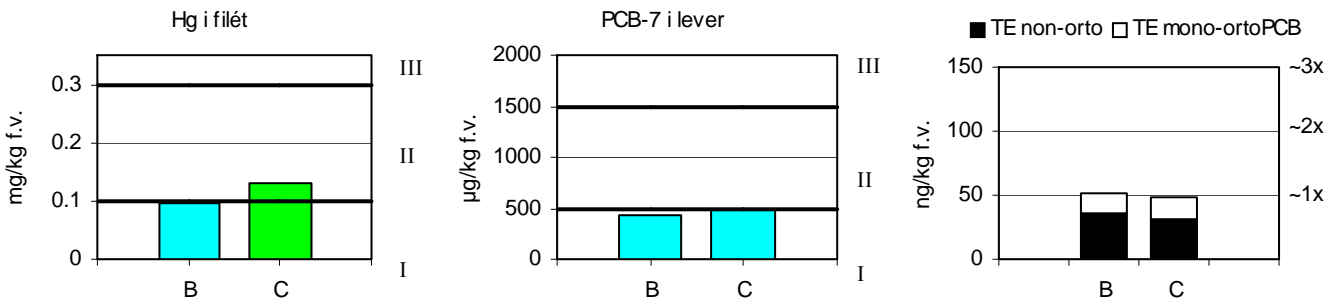


**Figur 2.** Kart over Kragerø-området med prøvetakingsstasjoner for blåskjell (B), fisk (skravert) og sedimenter (S).

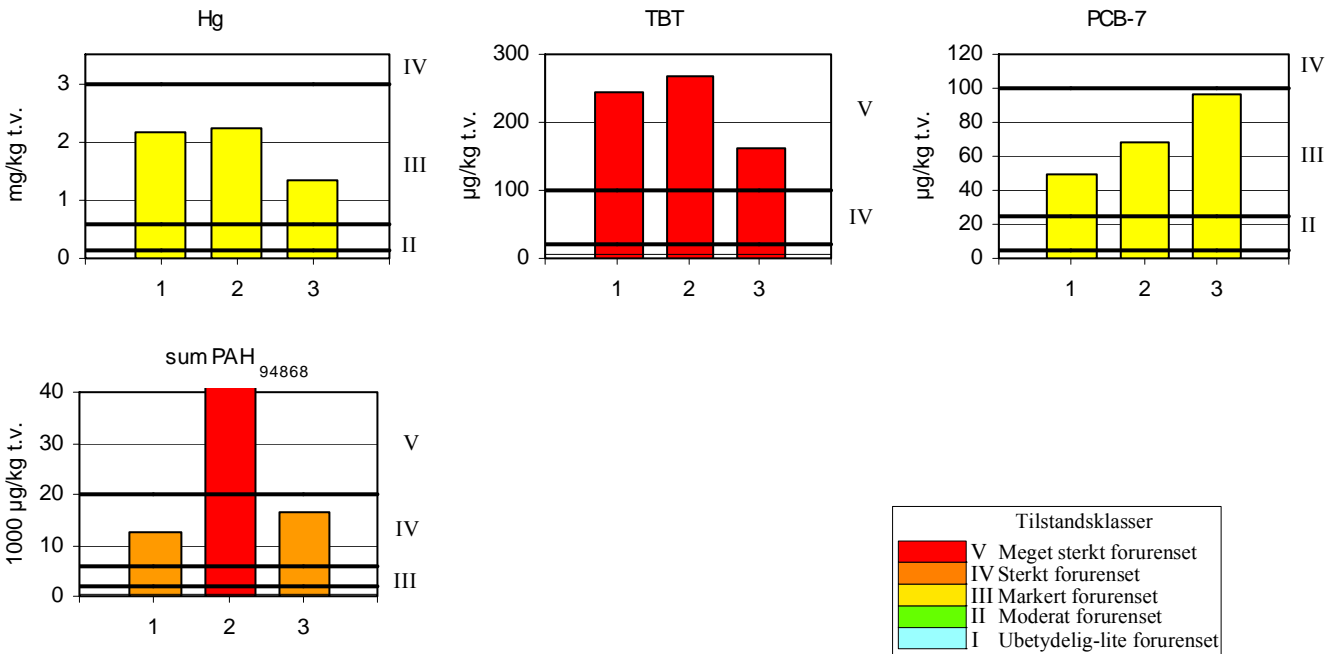
### Blåskjell



### Torsk



### Sediment



**Figur 3.** Hovedresultater for miljøgifter i blåskjell, torsk og bunnsedimenter i Kragerø november 1999. Romertall og fargekode angir tilstand for de enkelte komponentene i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet. Antatt overkonsentrasjon i forhold til høyt bakgrunnsnivå (jfr. Tabell 6) er angitt for TE<sub>PCB</sub> (f.eks. ~2x). Prøvetakingsstasjoner (horisontal akse) er vist på kart i Figur 2.



## 4.1 Områdebeskrivelse

Hovedvekten for undersøkelsene ble lagt på det bynære området til Kragerø havn (**Figur 2**). Området er skjermet og avgrenset fra kystvannet utenfor av fjorder, terskler og øyer. Det var imidlertid også et ønske om informasjon om eventuelle gradienter i forurensningen. Det ble derfor også analysert torsk og blåskjell ved Gumøy og Skåtøy.

## 4.2 Tidligere målinger og miljøtilstand

Tidligere undersøkelser har vist at sedimentene i Kragerø havn og ved Tangen verft er meget sterkt forurenset av PAH og TBT (kl. V) og sterkt forurenset av PCB og kvikksølv (Hg) (kl. IV) (**Tabell 7**).

*Tabell 7. Tidligere undersøkelser av miljøgifter i Kragerø havneområde. Resultatene er vist ved tilstandsklasser i henhold til SFTs miljøkvalitetskriterier.*

Område	Kilde	Sediment				Blåskjell	
		Metaller	PCB	PAH	TBT	PCB	TBT
Havn	Knutzen m.fl. 1995		V	V		II	II
KRA01	Konieczny og Juliussen 1995a	I-III (Hg, Pb)	III	IV			
KRA02	Konieczny og Juliussen 1995a	II-IV (Hg)	IV	V	V		
KRA03	Konieczny og Juliussen 1995a						
Tangen Verft	Norges Naturvern- forbund 1998		III				

## 4.3 Undersøkte stasjoner

Lokaliteter for innsamlingen av prøver er vist i **Figur 2**. Blåskjell ble innsamlet på nordsiden av Øya (st. B2), nord for Stavseng lykt på vestsiden av Skåtøy (st. B4) og på fastlandet rett nord av Furuholmen (st. B5).

Torsk ble samlet fra området ved Øya (område C) og mellom Gumøy og Skåtøy (område B). I tillegg ble ål samlet fra området ved Øya (område C).

Sedimentprøver ble samlet nordøst av Furuholmen (st. S1), vest av Øya (st. S2), mellom gjestebrygga og Tangen verft (st. S3) og nord for Tangen verft (st. S4). **Tabell 8** gir informasjon om sedimentstasjonene.

**Tabell 8.** Informasjon om sedimentstasjonene fra Kragerø havneområde, november 1999.

Område	Stasjon	Dyp, m	Kommentar	Posisjon
Furuholmen/ Tåtøy	S 1	45	Mørkt slam, men ikke lukt av H <sub>2</sub> S. Gulaktig overflate. Småbåthavn rett ved.	58° 51,75 9° 24,4
Havneområde	S 2	16	Utseende som st. 1. Mye skjellrester. Småbåthavn rett ved.	58° 51,90 9° 25,00
Tangen S	S 3	63	Sort, anoksisk mudder. Lukt av H <sub>2</sub> S.	58° 52,24 9° 25,50
Tangen N	S 4	62	Ekstra prøve. Sort, anoksisk øvre 10 cm (noe fastere enn st.3). Skjellsand/leire under det anoksiske topplaget. <b>Ikke analysert</b>	50° 52,60 9° 25,00

## 4.4 Resultater

### 4.4.1 Blåskjell

Blåskjell var moderat til markert forurenset av PAH og TBT, mens det var liten til moderat påvirkning av PCB, bly og kadmium (**Tabell 9**). For PAH var påvirkningen mest markert for gruppen av potensielt kreftfremkallende forbindelser (KPAH). Resultatene indikerer at alle blåskjellstasjonene preges av en viss tilførsel av PAH. Andelen av KPAH varierte fra 27% (st. B2) til 37% (st. B4), noe som kan tyde på at det finnes ulike kilder til PAH i området.

Resultatene for TBT indikerer også at det er lokale tilførsler i området. Registreringene lå 2-4 ganger høyere enn i skjell på åpen kyst ved Færder i ytre Oslofjord (Knutzen og Green 2001). Sammenlignet med de mest belastede områdene av indre Oslofjord og Sandefjordsfjorden var imidlertid verdiene på bare en tidel til en femdel (Knutzen m.fl. 2000, Knutzen og Hylland 1998). Sannsynligvis er det bruk av TBT på større båter som er den nåværende hovedkilden til forurensning, men det kan ikke utelukkes at TBT også fortsatt benyttes på småbåter, til tross for forbudet mot bruk.

**Tabell 9.** Innhold av miljøgifter i blåskjell fra Kragerø-området i 1999. Romertall i parentes markerer tilstandsklasse i henhold til SFTs klassifiseringssystem.

Variabel Enhet	Antall	TS %	Fett %	PAH µg/kg v.v.	KPAH µg/kg v.v.	PCB <sub>7</sub> µg/kg v.v.	TBT mg/kg t.v.	Pb mg/kg t.v.	Cd mg/kg t.v.
<b>Blåskjell:</b>									
St. B2	50	20,7	2,23	214 (III)	56 (III)	6,4 (II)	0,65 (III)	2,03 (I)	0,75 (I)
St. B4	50	14,2	1,26	86 (II)	32 (III)	2,8 (I)	0,36 (II)	3,31 (II)	2,08 (II)
St. B5	50	16,0	1,82	137(II)	44 (III)	4,5 (II)	0,67 (III)	2,50 (I)	1,28 (I)

### 4.4.2 Torsk og ål

Innholdet av miljøgifter i torsk og ål var generelt lavt, men en prøve av torskefilet var moderat forurenset av kvikksølv (**Tabell 10**). Innholdet av PCB i torskelever falt i tilstandsklasse I (ubetydelig – lite forurenset) etter SFTs miljøkvalitetskriterier, men var like under grensen til klasse II. Nivået for toksisitetsekvivalenter av dioksinlignende PCB i torskelever ( $\Sigma TE_{PCB}$ ) må

også vurderes som lavt. Det finnes lite grunnlag for å bedømme verdiene, men erfaringsmateriale fra lokaliteter på åpen kyst indikerer at nivået i torskelever ved bare diffus belastning ikke skal overstige 50-70 ng TE<sub>PCB</sub>/kg våtvekt (**Tabell 6**). Verdiene fra Kragerøområdet lå i nederkant av dette intervallet (**Tabell 10**).

Derimot var det forholdsvis høyt innhold av PCB-forbindelsen dekalorbifenyl (CB209) i torskelever, som ble målt til 50 og 33 µg/kg våtvekt henholdsvis i områdene B og C (Vedlegg E3). Vanligvis bør CB209 ikke forekomme i høyere konsentrasjoner enn 5 µg/kg (Knutzen og Green 2001). Overkonsentrasjonene i Kragerøområdet skyldes etter all sannsynlighet påvirkning fra tidligere utslipp fra Hydro Porsgrunns magnesiumfabrikk til Frierfjorden, mer enn 35 km fra Kragerø.

I ål var det også lave verdier for PCB. Konsentrasjonen på 25 µg/kg våtvekt i filet er innenfor nivået for antatt høyt bakgrunnsnivå (**Tabell 6**). Derimot kan det synes å være en viss overkonsentrasjon av dioksiner. Verdien for toksisitetsekvivalenter for dioksiner ( $\Sigma$ TE<sub>PCDF/PCDD</sub>) er minst 3 ganger nivået på lokaliteter som kan betraktes som referanseområder (**Tabell 6**). Trolig skyldes dette også påvirkning fra tidligere utslipp til Frierfjorden.

I Kragerøområdet er det tidligere konstatert lokale overkonsentrasjoner av PCB i lever av sandflyndre fanget ved Valberg nær Kragerø sentrum og Tangen verft (Kragerø videregående skole 2000, pers. medd. Håkon Ljosland). Sandflyndre er en forholdsvis stasjonær art som kan være påvirket av forurensning i sediment og tilhørende byttedyr i området hvor den har tilhold. I denne undersøkelsen kunne det ikke påvises lokale forskjeller i torsk. Det må antas at torsk i større grad vandrer omkring i området og mellom prøvestedene B og C.

**Tabell 10.** Innhold av miljøgifter i torsk og ål fra Kragerø-området i 1999 og 2000 (bare ål). Romertall i parentes markerer tilstandsklasse i henhold til SFTs klassifiseringsystem. Verdier markert med 'mindre enn' (<) er lavere enn analysemetodens deteksjonsgrense.

Variabel Enhet	Ant.	TS %	Fett %	PCB <sub>7</sub> µg/kg v.v.	TE <sub>noPCB</sub> ng/kg v.v.	TE <sub>moPCB</sub> ng/kg v.v.	$\Sigma$ TE <sub>PCB</sub> ng/kg v.v.	$\Sigma$ TE <sub>PCDF/D</sub> ng/kg v.v.	Hg mg/kg v.v.	Pb mg/kg v.v.	Cd mg/kg v.v.
<b>Torsk, lever:</b>											
St. B	19	62,4	52,8	423 (I)	36,4	15,8	52,2			<0,03	0,03
St. C	20	61,2	50,4	492 (I)	32,0	16,9	48,9			<0,03	0,07
<b>Torsk, filet:</b>											
St. B	19	20,6							0,095(I)		
St. C	20	20,5							0,13 (II)		
<b>Ål, filet:</b>											
St. Kragerø	6	37,1	17,9	25,4	2,7	1,0	3,7	6,8			

#### 4.4.3 Sedimenter

Tre av prøvetakingsstasjonene ble analysert. På alle stasjonene var sedimentet mørkt til sortfarget med høyt innhold av organisk materiale (**Tabell 11**). Sedimentet var finkornet, bortsett fra prøven vest av Øya hvor det var en del skjellrester.

Sett under ett varierte forurensningsgraden fra moderat til meget sterk. Sedimentet var meget sterkt forurenset av tributyltinn TBT (tilstandsklasse V) på alle stasjonene. Det var relativt små forskjeller mellom stasjon S1 og S2, mens konsentrasjonen var noe lavere på stasjon S3. Sedimentet var også betydelig påvirket av PAH. På stasjon S1 og S3 svarte konsentrasjonen til sterk forurensning (tilstandsklasse IV), mens det på stasjon S2 var meget sterk forurensning.

Sedimentet var markert forurenset av PCB (tilstandsklasse III). Nær Tangen verft (st. S3) var konsentrasjonen nær opp til grenseverdien for tilstandsklasse IV (sterkt forurenset), mens det var en gradient med avtagende konsentrasjoner av PCB med økende avstand fra verftet. Det er interessant å merke seg at konsentrasjonene av PCB-kongeneren 209 (CB209), som ikke inngår i PCB<sub>7</sub>-summen, var de høyeste som ble målt i alle sedimentprøvene fra de forskjellige havneområdene. CB209 økte med økende avstand fra Tangen verft. Som påpekt i avsnittet om torsk, er det sannsynlig at dette kan skyldes de tidligere høye utslippene fra Hydro Porsgrunns magnesiumfabrikk.

Sedimentene var markert til moderat forurenset av metaller. Laveste konsentrasjoner ble målt for kobber og kadmium, mens det var markert forurensning av kvikksølv og bly på alle stasjonene (**Figur 3**).

Resultatene fra analysene av sedimentprøvene var i god overensstemmelse med verdiene som ble påvist i 1994 (Konieczny og Juliussen 1995a).

**Tabell 11.** Karakterisering av miljøtilstand i sedimenter fra Kragerø havneområde. Tilstanden er bedømt ut fra SFTs klassifiseringssystem ved tilstandsklasse markert med romertall i parentes. Konsentrasjoner på tørrvektsbasis.

Variabel Enhet	Finstoff %<63µm	TOC mg/g	PAH µg/kg	PCB <sub>7</sub> µg/kg	TBT µg/kg	Hg mg/kg	Pb mg/kg	Cu mg/kg	Cd mg/kg
<b>Sedimenter:</b>									
St. S1	96	89 (V)	12475 (IV)	50 (III)	244 (V)	2,15 (III)	192 (III)	122 (II)	0,50 (II)
St. S2	39	105 (V)	94868 (V)	69 (III)	268 (V)	2,23 (III)	226 (III)	122 (II)	0,34 (II)
St. S3	92	63 (V)	16474 (IV)	96 (III)	161 (V)	1,34 (III)	145 (III)	119 (II)	3,25 (III)

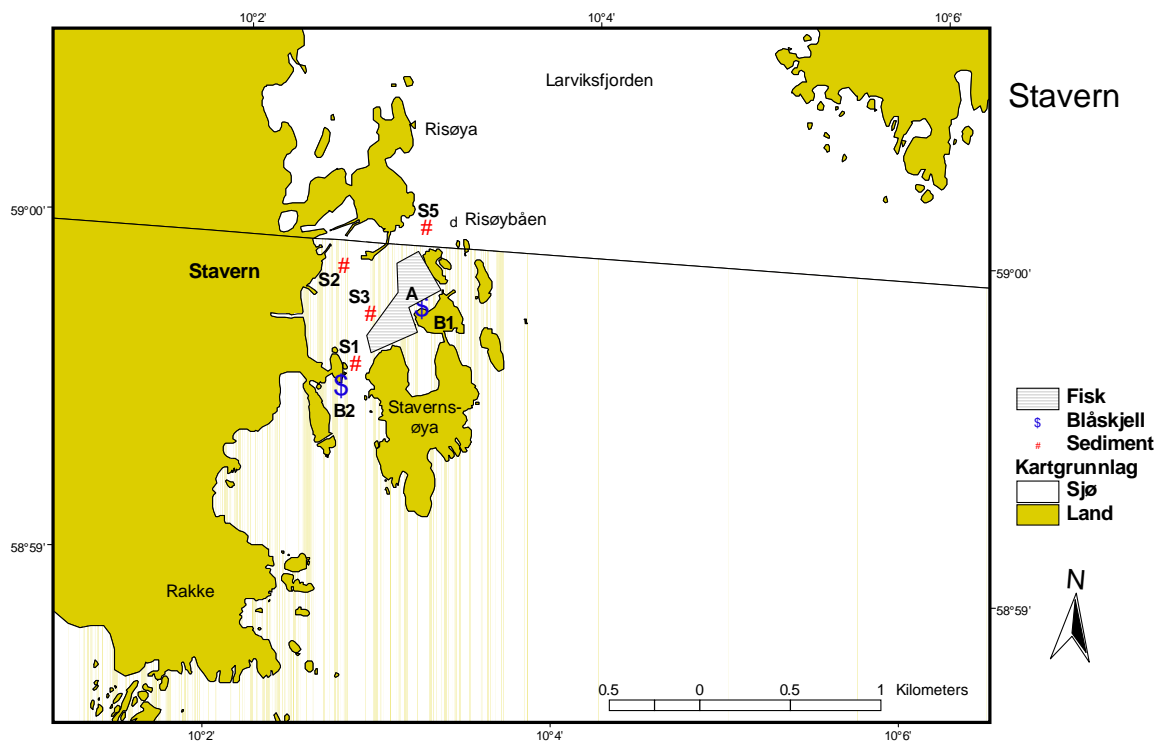
## 5 Stavern

Blåskjell ble innsamlet nord på Stavernsøya og ved fyrlykta syd i havneområdet. Skjellene var lite påvirket av metaller og PCB, mens de var moderat forurenset av TBT.

Torsk ble innsamlet nord for Stavernsøya. Både lever og filét hadde generelt lavt innhold av miljøgifter.

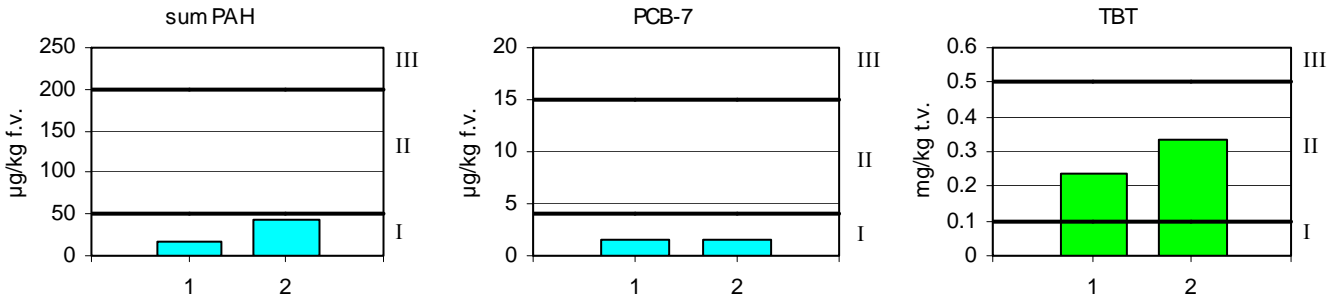
Bunnsedimenter ble innsamlet på fire lokaliteter ved Stavernsøya, gjestehavnen og Risøya. Sedimentene i gjestehavnen var meget sterkt forurenset av TBT. De andre stasjonene var markert forurenset av TBT og sterkt til lite forurenset av PAH. Sedimentene var lite forurenset av metaller og PCB.

Undersøkelsen viser at Stavern-området er påvirket av TBT og PAH. Forurensningen av TBT er trolig knyttet til skipstrafikk i området, men kan også ha tilknytning til småbåthold. Forurensningen av PAH kan muligens stamme fra en lokal kilde.

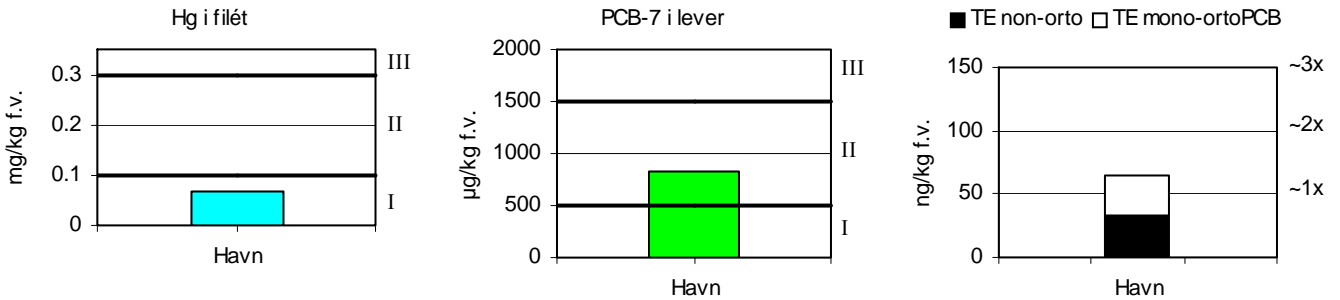


**Figur 4.** Kart over Stavern-området med prøvetakingsstasjoner for blåskjell (B), fisk (skravert) og sedimenter (S).

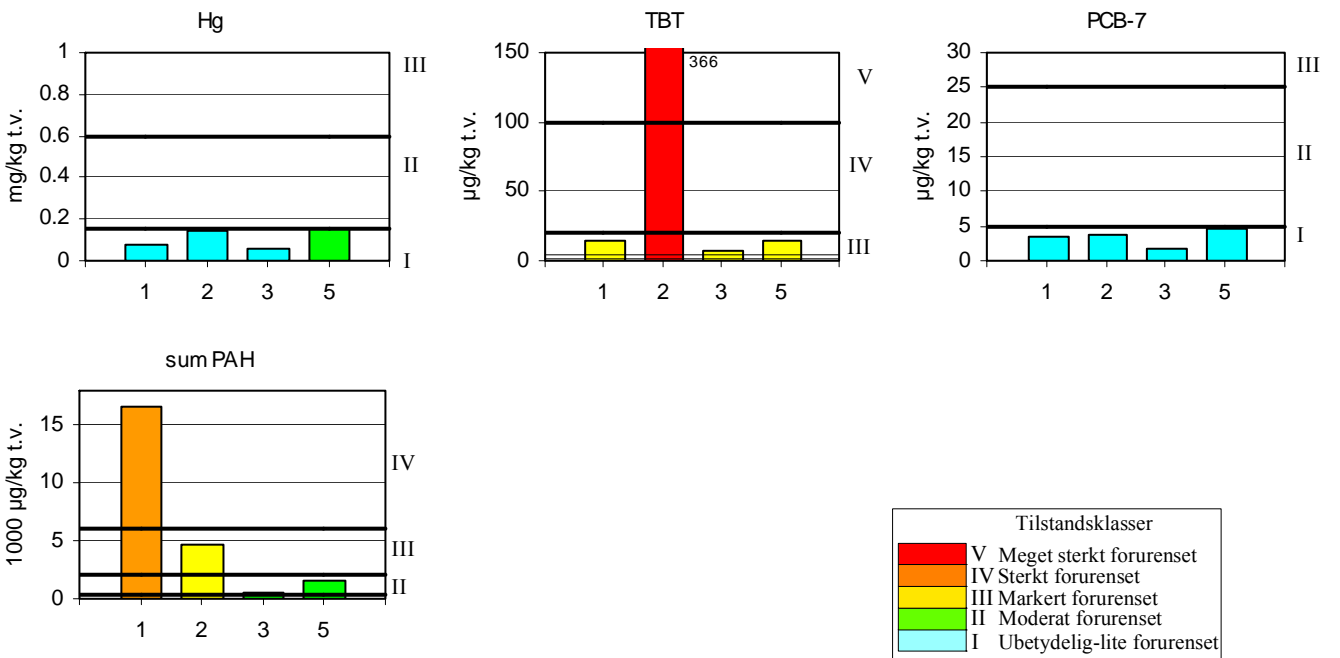
## Blåskjell



## Torsk



## Sediment



**Figur 5.** Hovedresultater for miljøgifter i blåskjell, torsk og bunnsedimenter i Stavern november 1999. Romertall og fargekode angir tilstand for de enkelte komponentene i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet. Antatt overkonsentrasjon i forhold til høyt bakgrunnsnivå (jfr. **Tabell 6**) er angitt for TE<sub>PCB</sub> (f.eks. ~2x). Prøvetakingsstasjoner (horisontal akse) er vist på kart i **Figur 4**.

## 5.1 Områdebeskrivelse

Stavern ligger i ytre del av Larviksfjorden. Havneområdet danner en nokså avgrenset lagune som er åpen for vannutskiftning i nord og syd (**Figur 4**). Undersøkelsesområdet strekker seg fra innseilingen i syd til Risøybåen nord for innseilingen i nord.

## 5.2 Tidligere målinger og miljøtilstand

Tidligere undersøkelser har vist at sedimentene i den sydlige delen av havna er meget sterkt forurenset av PAH (tilstandsklasse V) og markert forurenset av PCB og TBT (kl. III) (**Tabell 12**).

*Tabell 12. Tidligere undersøkelser av miljøgifter i Stavern. Resultatene er vist ved tilstandsklasser i henhold til SFTs miljøkvalitetskriterier.*

Område Stavern	Kilde	Sediment			
		Metaller	PCB	PAH	TBT
STV01 syd	Konieczny og Juliussen 1995b	I-II	II	V	III
STV03 Båthavn nord	Konieczny og Juliussen 1995b	I	I	II	I
Risøya, st.13	Miljøplan A/S 1990	I-II	II	II	

## 5.3 Undersøkte stasjoner

Lokaliteter for innsamlingen av prøver er vist i **Figur 4**.

Blåskjell ble innsamlet på en lokalitet nord på Stavernsøya i den østre delen av området (st. B1) og en lokalitet ved fyrlykta i den sydlige delen av havneområdet (st. B2).

Torsk ble fanget i den østre delen av området nord for Stavernsøya.

Sedimentprøver ble innsamlet på fire lokaliteter. Disse var plassert syd i havneområdet (st. S1), ved innløpet til gjestehavna (st. S2), nord av Stavernsøya (st. S3) og ved Risøybåen (st. S5). **Tabell 13** gir informasjon om sedimentstasjonene.

**Tabell 13.** Informasjon om sedimentstasjonene fra Stavern havneområde.

Område	Stasjon	Dyp, m	Kommentar	Posisjon
Stavernsøya S	S 1	20	Lyst grått sediment. Blåskjellrester.	58° 59,65 10° 02,85
Kaiområdet	S 2	13	Lyst grått topplag. Sort slam under 1,5 cm. Svak lukt av H <sub>2</sub> S.	58° 59,92 10° 02,70
Stavernsøya N	S 3	16	Lyst grått topplag. Noe mørkere farge dypere ned.	58° 59,85 10° 02,92
Risøybåen	S 5	16	Grå overflate, mørkere sediment under.	58° 59,92 10° 03,77

## 5.4 Resultater

### 5.4.1 Blåskjell

Blåskjell fra begge undersøkte lokaliteter var lite til moderat påvirket av PAH, PCB og metaller. De fleste registreringene falt i tilstandsklasse I, ubetydelig – lite forurenset (**Tabell 14, Figur 5**). Det var moderat påvirkning for potensielt kreftfremkallende PAH (KPAH) og TBT, men nivåene var ikke høyere enn hva som kan forventes i en havn for småbåter og fiskefartøyer.

**Tabell 14.** Innhold av miljøgifter i blåskjell fra Stavern-området i 1999 og 2000. Romertall i parentes markerer tilstandsklasse i henhold til SFTs klassifiseringssystem.

Variabel Enhet	Antall	TS %	Fett %	PAH µg/kg v.v.	KPAH µg/kg v.v.	PCB <sub>7</sub> µg/kg v.v.	TBT mg/kg t.v.	Pb mg/kg t.v.	Hg mg/kg t.v.
St. B1	50	19,3	1,4	16,1 (I)	2,0 (I)	1,6 (I)	0,21 (II)	1,50(I)	0,10 (I)
St. B2	50	16,2	1,1	44,1 (I)	14,7 (II)	1,6 (I)	0,36 (II)	1,98(I)	0,15 (I)

### 5.4.2 Torsk

Torsk var også generelt lite påvirket av miljøgifter, men innholdet av PCB i torskelever tilsvarte moderat forurensning etter SFTs miljøkvalitetskriterier (**Tabell 15, Figur 5**). Innholdet av dioksinlignende PCB (TE<sub>PCB</sub>) lå under grenseverdien for antatt høyt bakgrunnsnivå (**Tabell 6**).



**Tabell 15.** Innhold av miljøgifter i torsk fra Stavern i 1999 og 2000. Romertall i parentes markerer tilstandsklasse i henhold til SFTs klassifiseringssystem. Verdier markert med 'mindre enn' (<) er lavere enn analysemetodens deteksjonsgrense.

Variabel Enhet	Ant.	TS %	Fett %	PCB <sub>7</sub> µg/kg v.v.	TE <sub>noPCB</sub> ng/kg v.v.	TE <sub>moPCB</sub> ng/kg v.v.	ΣTE <sub>PCB</sub> ng/kg v.v.	Hg mg/kg v.v.	Pb mg/kg v.v.	Cd mg/kg v.v.
<b>Torsk, lever:</b>										
Stavern havn	20	47,4	35,3	820 (II)	33,6	31,5	65,1		<0,03	0,024
<b>Torsk, filet:</b>										
Stavern havn	20	20,3						0,07 (I)		

### 5.4.3 Sedimenter

På alle stasjonene var sedimentet relativt grovkornet med prosentandel finstoff (dvs. < 63 µm) som varierte fra 32 til 66 (**Tabell 16**). Innslag av grovere materiale medførte at innholdet av organisk materiale var relativt lavt. Sedimentet hadde et naturlig grått utseende.

På alle stasjonene var det lave konsentrasjoner av PCB og metaller (kvikksølv, bly, kobber og kadmium) (**Figur 5**). Derimot var sedimentet forurenset av TBT og PAH. Det var kraftig forurensning av TBT på stasjon S2 i gjestehavnområdet hvor konsentrasjonen var i størrelsesorden 30 ganger høyere enn nivået svarende til meget sterkt forurenset sediment. På stasjon S1, S3 og S5, henholdsvis syd, midt og øst i havneområdet må sedimentet karakteriseres som markert forurenset med hensyn på TBT.

Stasjon S1 syd i havneområdet var sterkt forurenset av PAH (klasse IV), mens stasjon S2, S3, og S5 hadde konsentrasjoner svarende til moderat til markert forurensning. Den høye PAH-verdien på st. S 1 kan tyde på en lokal kilde, men det er alltid begrenset hvilken utsagnskraft som kan knyttes til bare en enkelt prøve.

**Tabell 16.** Karakterisering av miljøtilstand i sedimenter fra Stavern havneområde. Tilstanden er bedømt ut fra SFTs klassifiseringssystem ved tilstandsklasse markert med romertall i parentes. Konsentrasjoner på tørrvektsbasis.

Variabel Enhet	Finstoff %<63µm	TOC mg/g	PAH µg/kg	PCB <sub>7</sub> µg/kg	TBT µg/kg	Hg mg/kg	Pb mg/kg	Cu mg/kg	Cd mg/kg
<b>Sedimenter:</b>									
St. S1	44	12 (I)	16609 (IV)	3,4 (I)	15 (III)	0,08 (I)	22 (I)	12 (I)	0,15 (I)
St. S2	58	19 (I)	4711 (III)	3,7 (I)	366 (V)	0,14 (I)	29 (I)	15 (I)	0,15 (I)
St. S3	32	10 (I)	449 (II)	1,6 (I)	8 (III)	0,06 (I)	22 (I)	14 (I)	0,11 (I)
St. S5	66	18 (I)	1548 (II)	4,5 (I)	15 (III)	0,15 (II)	26 (I)	15 (I)	0,19 (I)



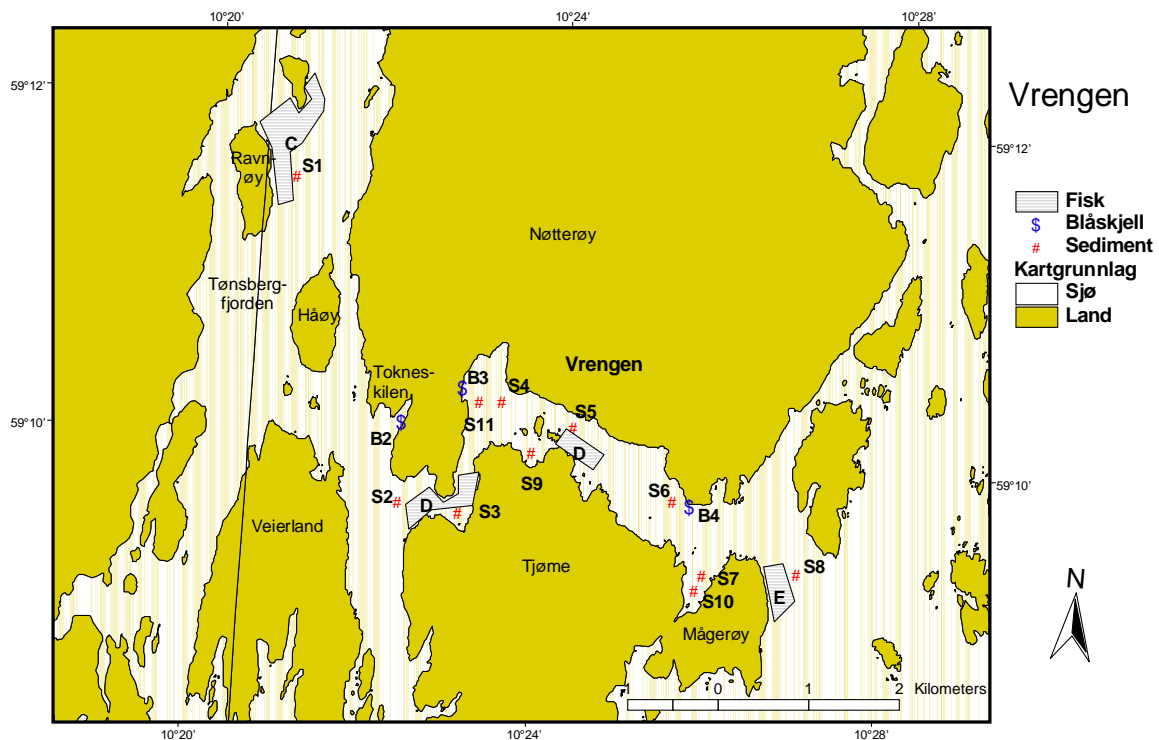
## 6 Vrengen

Blåskjell ble innsamlet i Tokneskilen og i Vrengensundet. Skjellene var moderat til sterkt forurenset av PCB, moderat forurenset av TBT og moderat til lite forurenset av PAH og metaller. Det var spesielt en lokalitet øst i sundet som skilte seg ut med høy konsentrasjon av PCB.

Torsk ble innsamlet ved Ravnøy, i Vrengensundet og ved Mågerøy. I lever var det moderat til markert forurensning av PCB med høyest nivå i Vrengensundet. Påvirkningen av metaller var liten. I ål ble det også påvist påvirkning av PCB.

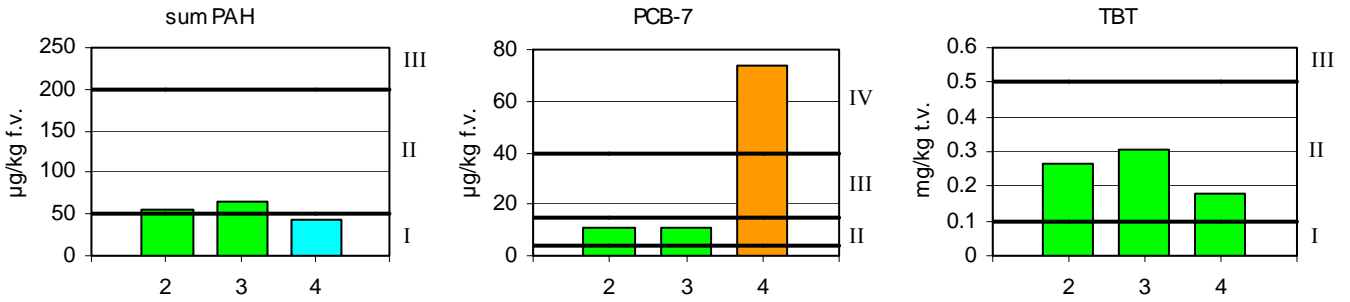
Bunnsedimenter ble innsamlet på 11 lokaliteter fra Ravnøy til øst av Mågerøy. Sedimentene var gjennomgående moderat til markert påvirket av PAH, kvikksølv og bly, moderat til sterkt påvirket av PCB, og moderat til meget sterkt påvirket av TBT. Det var høyest påvirkning i Vrengensundet og i båthavner ved Mågerøy.

Undersøkelsen indikerer at Vrengensundet påvirkes av lokale tilførsler av PCB. Forurensningen av TBT er særlig knyttet til småbåthavner.

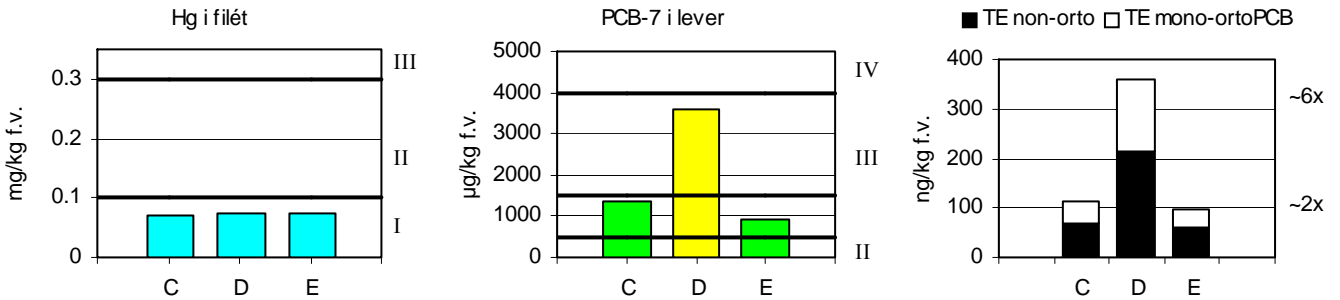


**Figur 6.** Kart over Vrengen-området med prøvetakingsstasjoner for blåskjell (B), fisk (skravert) og sedimenter (S).

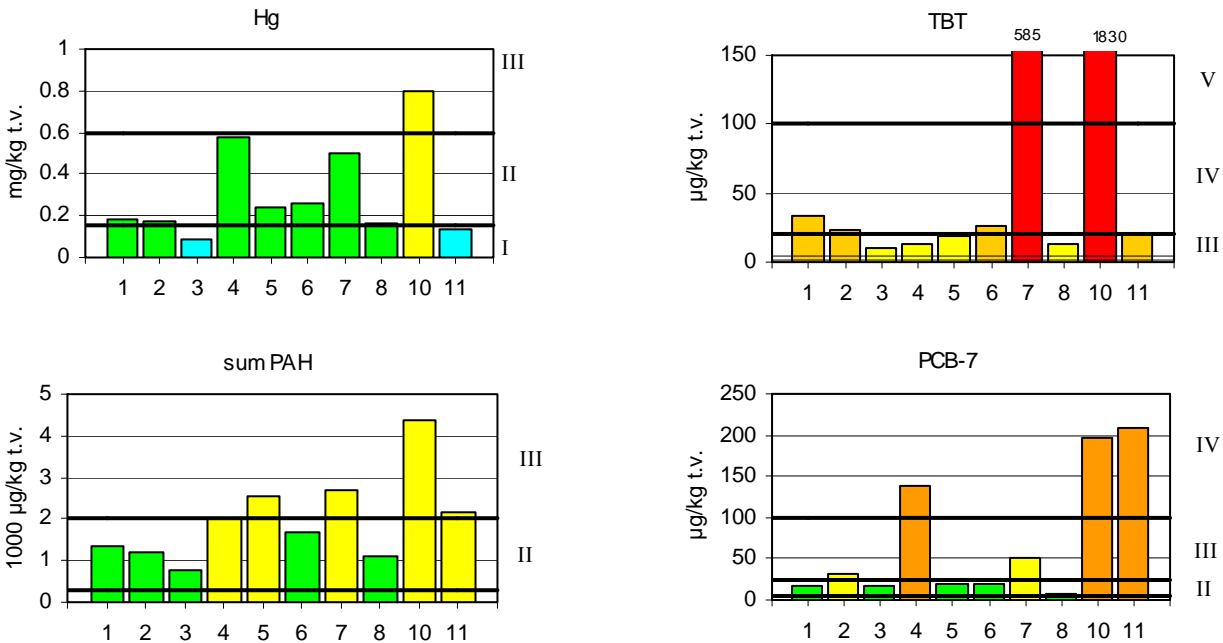
## Blåskjell



## Torsk



## Sediment



**Figur 7.** Hovedresultater for miljøgifter i blåskjell, torsk og bunn-sedimenter i Vrengen-området, november 1999. Romertall og fargekode angir tilstand for de enkelte komponentene i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet. Antatt overkonsentrasjon i forhold til høyt bakgrunnsnivå (jfr. Tabell 6) er angitt for TE<sub>PCB</sub> (f.eks. ~2x). Prøvetakingsstasjoner (horisontal akse) er vist på kart i Figur 6.



## 6.1 Områdebeskrivelse

Prøveinnsamlingen var konsentrert om Vrengensundet, men det ble også samlet prøver fra Tønsbergfjorden og området vest for Mågerøy for å undersøke for eventuelle gradienter i forurensning (**Figur 6**). De grunne områdene i Vrengensundet er relativt strømrrike. I sundet er det imidlertid beskyttede bukter og vikar med lavere strømhastigheter hvor finkornige sedimenter akkumuleres. Prøvetakingsområdet i Tønsbergfjorden vest for Vrengensundet er betydelig skjermet, mens området vest av Mågerøy er mere åpent.

## 6.2 Tidligere målinger og miljøtilstand

Det er tidligere påvist meget sterk forurensning av PCB i sedimenter i Vrengensundet (**Tabell 17**).

*Tabell 17. Tidligere undersøkelser av miljøgifter i Vrengen. Resultatene er vist ved tilstandsklasser i henhold til SFTs miljøkvalitetskriterier.*

Område Vrengen	Kilde	Sediment			
		Metaller	PCB	PAH	TBT
VRE01	Konieczny og Juliussen 1995b	I-II	IV	III	III
v/ Kjemiservice	Norges Naturvern- forbund 1999		V		

## 6.3 Undersøkte stasjoner

Lokaliteter for innsamlingen av prøver er vist i **Figur 6**.

Blåskjell ble innsamlet fra 3 stasjoner. En stasjon (st. B2) var plassert i Tokneskilen sydøst for Håøy i Tønsbergfjorden, en stasjon (st. B3) i nærområdet til bedriften Kjemiservice og en stasjon (B4) i østenden av Vrengensundet. Stasjon B2 i Tokneskilen representerer området utenfor selve Vrengensundet.

Torsk ble innsamlet vest av Ravnøy i Tønsbergfjorden (område C), i selve Vrengensundet (området D) og ved nordøstpynten av Mågerøy (område E). Område C ved Ravnøy representerer tilstanden utenfor Vrengensundet. I tillegg ble ål innsamlet i Vrengensundet.

Sedimentprøver ble innsamlet fra i alt 11 lokaliteter fordelt over området (**Figur 6**). Lokalitetene dekket området fra Tønsbergfjorden øst av Ravnøy gjennom Vrengensundet til øst av Mågerøy. Data for stasjonene er gitt i **Tabell 18**.

**Tabell 18.** Informasjon om sedimentstasjonene fra Vrengområdet.

Lokalitet	St.	Dyp, m	Kommentar	Posisjon
Ravnøy	S 1	51	Brungrått, finkornig slam iblandet noe sort sediment. Meget løst.	59° 11,52 10° 21,12
N-Veierland	S 2	29	Lyst grått, løst slam.	59° 09,40 10° 22,25
Vrengen S	S 3	22	Gråbrunt, siltig slam. Noe fastere enn stasjon S2.	59° 09,85 10° 23,25
Kjøpmannsskjær	S 4	12	Som stasjon S3.	59° 10,47 10° 23,30
Sentrale Vrengen	S 5	14	Som stasjon S3, men med noe grus.	59° 10,10 10° 24,85
Vrengen Ø	S 6	19	Lyst grått, løst slam.	59° 09,80 10° 25,80
Mågerøy marina	S 7	8	Løst, mørkebrunt "organisk" slam. Skviset. Lukt av H <sub>2</sub> S.	59° 09,50 10° 26,10
Mågerøy Ø	S 8	22	Lyst grått, løst slam	59° 08,80 10° 27,40
Tjøme båtsenter	S 9	10	Ekstraprøve ved molo. Fint, gråbrunt slam. Ingen lukt. <b>Ikke analysert</b>	59° 10,10 10° 24,00
Mågerøy marina	S 10	6	Ekstraprøve fra Mågerøy marina. Mørkt slam, svak lukt av H <sub>2</sub> S.	59° 09,35 10° 25,95
Kjemiservice N	S 11	20	Ekstraprøve nær kai v/Kjemiservice. Fin, brungrå silt.	59° 10,31 10° 23,25

## 6.4 Resultater

### 6.4.1 Blåskjell

Blåskjell var moderat til sterkt forurenset av PCB, moderat forurenset av TBT og moderat til lite forurenset av PAH (**Figur 7, Tabell 19**). Det var spesielt lokaliteten B4 helt øst i Vrengen-sundet som skilte seg ut med høy konsentrasjon av PCB. Dette indikerer at det er en eller flere aktive kilder til PCB i området som belaster vannmassene i overflatelaget.

Det var normale verdier for metaller (bly og kadmium) i skjellene på alle stasjonene.

**Tabell 19.** Innhold av miljøgifter i blåskjell fra Vrengen-området i 1999. Romertall i parentes markerer tilstandsklasse i henhold til SFTs klassifiseringsystem.

Variabel Enhet	Antall	TS %	Fett %	PAH µg/kg v.v.	KPAH µg/kg v.v.	PCB <sub>7</sub> µg/kg v.v.	TBT mg/kg t.v.	Pb mg/kg t.v.	Cd mg/kg t.v.
<b>Blåskjell:</b>									
St. B2	50	18,4	1,89	55 (II)	11 (II)	10,7 (II)	0,27 (II)	0,71 (I)	0,69 (I)
St. B3	50	20,1	2,13	64 (II)	11 (II)	10,8 (II)	0,30 (II)	1,00 (I)	0,81 (I)
St. B4	50	22,2	2,05	43 (I)	8 (I)	73,4 (IV)	0,18 (II)	0,77 (I)	0,90 (I)

### 6.4.2 Torsk og ål

Torsk var moderat til markert forurenset av PCB (**Figur 7, Tabell 20**). Høyest konsentrasjon ble funnet sentralt i Vrengensundet (område D), mens det var lavere påvirkning i Tønsbergfjorden (område C) og øst ved Mågerøy (område E). Påvirkningen fremkommer også for dioksin-liknende PCB, hvor verdiene for toksisitetsekvivalenter ( $TE_{PCB}$ ) i område D var vel 5 ganger høyere enn antatt grense for høyt bakgrunnsnivå (**Tabell 6**).

Det var lave verdier for metaller (kvikksølv, bly og kadmium) i torsk.

Påvirkningen av PCB fremkommer også i observasjonene av ål. Påvirkningen synes imidlertid ikke å være så tydelig som for torsk og blåskjell. Verdien for PCB i filet var i størrelsesorden 2-3 ganger over antatt høyt bakgrunnsnivå (**Tabell 6**).

Det var ikke påvirkning av dioksiner i ål. Verdien for toksisitetsekvivalenter for dioksin ( $TE_{PCDF/D}$ ) var lav.

**Tabell 20.** Innhold av miljøgifter i torsk og ål fra Vrengen-området i 1999 og 2000 (bare ål). Romertall i parentes markerer tilstandsklasse i henhold til SFTs klassifiseringssystem. Verdier markert med 'mindre enn' (<) er lavere enn analysemetodens deteksjonsgrense.

Variabel Enhet	Ant.	TS %	Fett %	PCB <sub>7</sub> µg/kg v.v.	TE <sub>noPCB</sub> ng/kg v.v.	TE <sub>moPCB</sub> ng/kg v.v.	ΣTE <sub>PCB</sub> ng/kg v.v.	ΣTE <sub>PCDF/D</sub> ng/kg v.v.	Hg mg/kg v.v.	Pb mg/kg v.v.	Cd mg/kg v.v.
<b>Torsk, lever:</b>											
St. C	18	43,0	30,3	1359 (II)	67,2	47,3	114,5				
St. D	18	40,4	24,3	3588 (III)	214,6	144,0	358,6			<0,03	0,06
St. E	6	35,0	19,6	906 (II)	60,4	36,6	97,0				
<b>Torsk, filet:</b>											
St. C	18	18,9							0,07 (I)		
St. D	18	19,1							0,07 (I)		
St. E	6	19,5							0,07 (I)		
<b>Ål, filet:</b>											
St. Vrengen	12	30,6	10,2	115	5,7	4,8	10,5	0,30			

### 6.4.3 Sedimenter

Prøver fra ti stasjoner ble analysert. Sedimentenes sammensetning varierte fra å være relativt grovkornige med 26 % finstoff til løst mudder med 97 % finstoff (**Tabell 21**). Det var også betydelig variasjoner i innhold av organisk materiale, fra 9 mg C/g i det mest grovkornige sedimentet til 70 mg C/g i prøven fra Mågerøy marina. Varierende innhold av organisk materiale har betydning for tolkningen av miljøgiftinnholdet fordi konsentrasjonene generelt er høyest i finkornige sedimenter med høyt organisk innhold.

For de fleste miljøgiftene var det relativt lave konsentrasjoner utenfor Vrengensundet, det vil si i prøvene fra Tønsbergfjorden øst av Ravnøy (st. S1), nordøst av Veierland (st. S2) og øst av Mågerøy (st. S8). Her klassifiseres sedimentet som ubetydelig til moderat forurenset

(**Tabell 21** og **Figur 7**). Det eneste unntaket var for TBT i Tønsbergfjorden hvor begge stasjonene karakteriseres som sterkt forurenset.

Sedimentet på de andre stasjonene i Vrengenområdet hadde også relativt lave verdier av metaller bortsett fra stasjon S10 innerst i Mågerøy marina. Sedimentene her var markert forurenset av kvikksølv, bly og kadmium.

Resultatene fra PCB-analysene viser at det er to områder i Vrengen som skiller seg ut. Den høyeste verdien (sterk forurenset sediment) ble funnet på stasjon S11 nær kaiene til Kjemiservice. Her var altså konsentrasjonen høyest selv om innholdet av organisk karbon var lavest. Påvirkningen fra Kjemiservice ses også utenfor kaiområdet ved høye konsentrasjoner på stasjon S4. PCB-funnene i sedimentene samsvarer med meget høye verdier påvist i grunnen på industriområdet etter at denne undersøkelsen var gjennomført (Skei m.fl. 2000) og opprydding er under gjennomføring. Det andre området er Mågerøy marina. Stasjon S10 innerst ved marinaen hadde nesten like høye PCB-konsentrasjoner som sedimentet nær kaia til Kjemiservice. Sedimentet her karakteriseres som sterkt forurenset. Også stasjon S7 lengre ut i bukta ved marinaen hadde forhøyede konsentrasjoner svarende til markert forurensning.

PAH-innholdet i sedimentene i Vrengen tilsvarte generelt markert forurensete sedimenter. Den høyeste verdien ble påvist innerst ved Mågerøy marina.

Ved Mågerøy marina (st. S7 og S10) var det også meget sterk forurensning (klasse V) av TBT.

**Tabell 21.** Karakterisering av miljøtilstand i sedimenter fra området ved Vrengen. Tilstanden er bedømt ut fra SFTs klassifiseringssystem ved tilstandsklasse markert med romertall i parentes. Konsentrasjoner på tørrvektbasis.

Variabel Enhhet	Finstoff %	TOC mg/g	PAH µg/kg	PCB <sub>7</sub> µg/kg	TBT µg/kg	Hg mg/kg	Pb mg/kg	Cu mg/kg	Cd mg/kg
<b>Sedimenter:</b>									
St. S1 Ravnøy	97	32 (III)	1350 (II)	17 (II)	34 (IV)	0,18 (II)	32 (II)	26 (I)	0,11 (I)
St. S2 N-Veierland	83	44 (V)	1222 (II)	32 (III)	23 (IV)	0,17 (II)	33 (II)	21 (I)	0,10 (I)
St. S3 Vrengen S		66 (V)	789 (II)	17 (II)	10 (III)	0,08 (I)	23 (I)	9 (I)	0,10 (I)
St. S4 Kjøpmannsskjær	46	57 (V)	2013 (III)	139 (IV)	14 (III)	0,58 (II)	35 (II)	16 (I)	0,10 (I)
St. S5 sentrale Vrengen	54	52 (V)	2551 (III)	19 (II)	19 (III)	0,24 (II)	32 (II)	19 (I)	0,10 (I)
St. S6 Vrengen Ø	76	45 (V)	1862 (II)	20 (II)	27 (IV)	0,26 (II)	39 (II)	22 (I)	0,11 (I)
St. S7 Mågerøy marina	95	71 (V)	2682 (III)	52 (III)	586 (V)	0,50 (II)	45 (II)	73 (II)	0,92 (II)
St. S8 Mågerøy Ø	80	21 (V)	1087 (II)	8 (II)	13 (III)	0,16 (II)	36 (II)	21 (I)	0,12 (I)
St. S10 Mågerøy marina	50	70 (V)	4356 (III)	197 (IV)	1830 (V)	0,80 (III)	126 (III)	144 (II)	1,54 (III)
St. S11 Kjemiservice N	26	9 (I)	2177 (III)	210 (IV)	21 (IV)	0,13 (I)	17 (I)	12 (I)	0,09 (I)



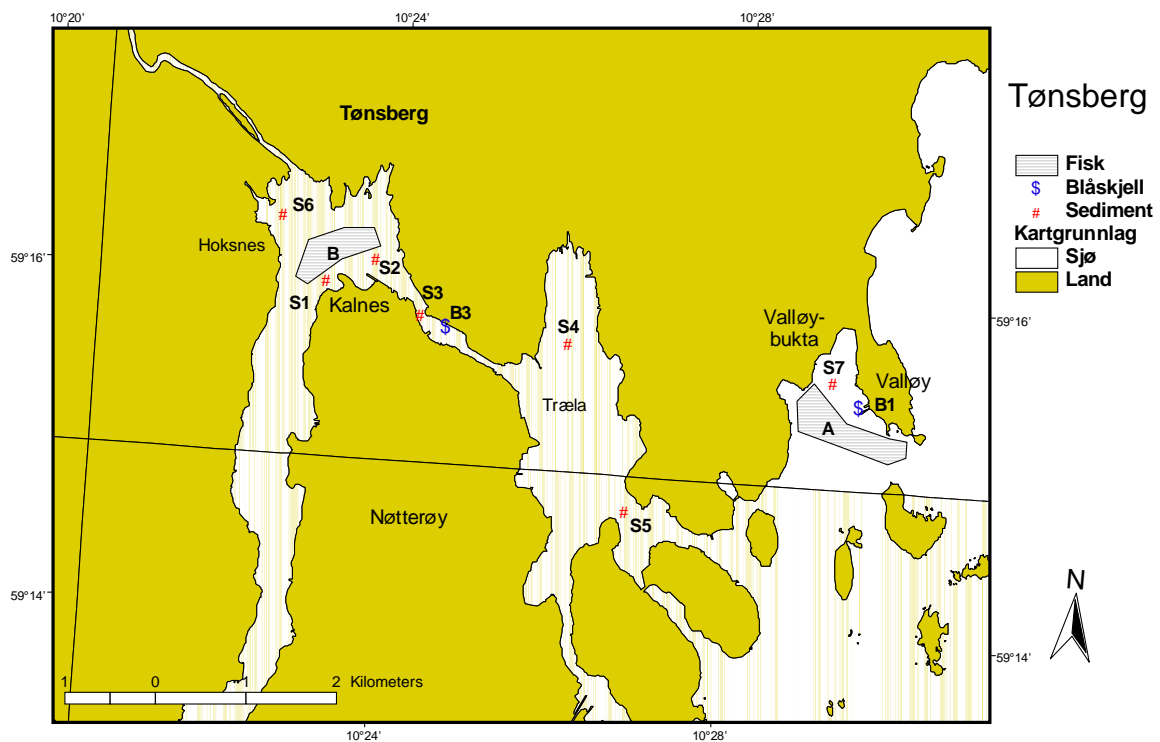
## 7 Tønsberg/Valøy

Blåskjell ble innsamlet ved Valløy og i kanalen mellom Nøtterøy og Tønsberg. Skjellene var markert forurenset av TBT, og lite til moderat forurenset av PAH, PCB og metaller.

Torsk ble innsamlet i Valløybukta og i havneområdet nordvest av Nøtterøy. Lever var moderat forurenset av PCB.

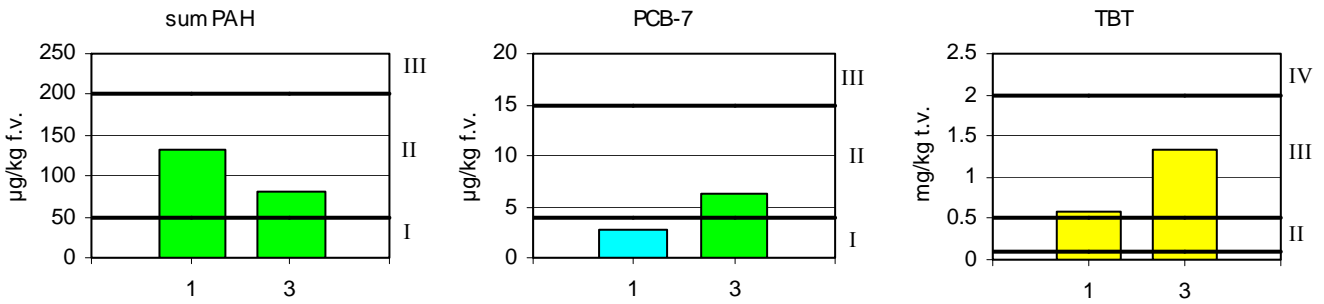
Bunnsedimenter ble analysert fra fire lokaliteter i Tønsberg havneområde og Valløybukta. Sedimentene i havneområdet var meget sterkt forurenset av TBT, men moderat til lite forurenset av PAH, PCB og metaller. I Valløybukta var det en særlig påvirkning av PAH.

Undersøkelsen indikerer at Tønsbergområdet er forurenset av TBT. Forurensningen er trolig knyttet til skipstrafikk i området, men kan også ha tilknytning til småbåthold. Det er også muligens en kilde til PCB i området. I Valløybukta er det forurensning av PAH. Ellers er forurensningen av PAH og metaller på nivå med det som kan forventes i bosetningsområder.

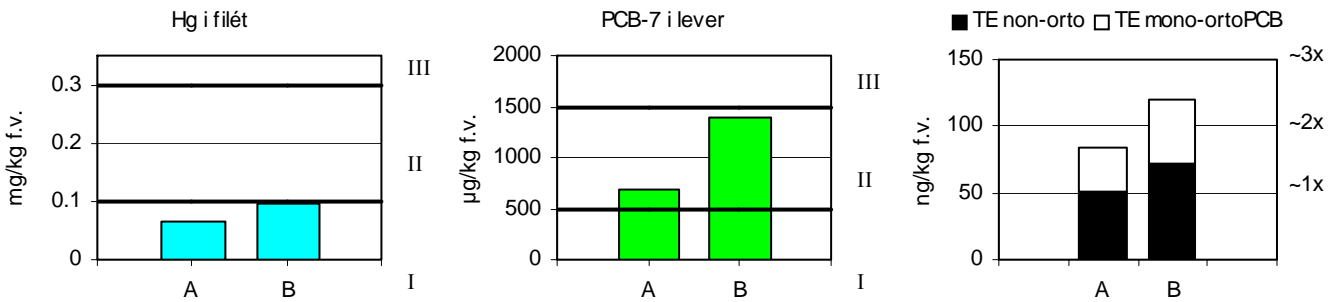


**Figur 8.** Kart over området ved Tønsberg og Valløy med prøvetakingsstasjoner for blåskjell (B), fisk (skravert) og sedimenter (S).

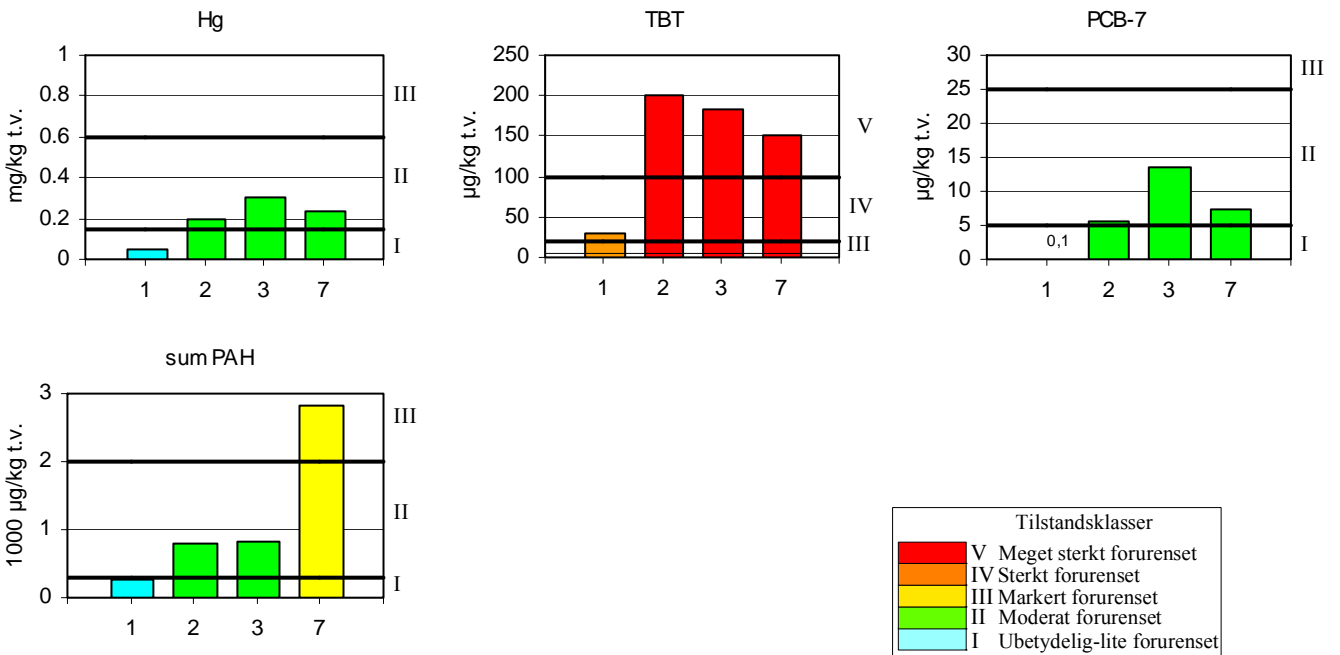
## Blåskjell



## Torsk



## Sediment



**Figur 9.** Hovedresultater for miljøgifter i blåskjell, torsk og bunnsedimenter i Tønsberg og Valløybukta, november 1999. Romertall og fargekode angir tilstand for de enkelte komponentene i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet. Antatt overkonsentrasjon i forhold til høyt bakgrunnsnivå (jfr. Tabell 6) er angitt for  $TE_{PCB}$  (f.eks. ~2x). Prøvetakingsstasjoner (horisontal akse) er vist på kart i Figur 8.

## 7.1 Områdebeskrivelse

Undersøkelsen omfattet havneområdet ved Tønsberg, kanalen mellom Tønsberg og Nøtterøy og Valløybukta øst av Tønsberg (**Figur 8**). Området er skjermet fra vannmassene i ytre Oslofjord av fjorder, terskler og øyer. Hele området er relativt grunt med betydelige våtmarksområder.

## 7.2 Tidligere målinger og miljøtilstand

Tidligere undersøkelser har vist at sedimentene i Valløybukta nær oljeraffineriet var meget sterkt forurenset av PAH (kl. V). Øst for Valløy var sedimentene kun moderat forurenset. I Tønsberg havn var sedimentene sterkt forurenset av TBT og lite til moderat forurenset av øvrige miljøgifter (**Tabell 22**).

**Tabell 22.** Tidligere undersøkelser av miljøgifter i Tønsberg og Valløyområdet. Resultatene er vist ved tilstandsklasser i henhold til SFTs miljøkvalitetskriterier.

Område	Kilde	Sediment			
		Metaller	PCB	PAH	TBT
Tønsberg/Valløy					
Valløy raff-område	Bakke m.fl. 1986			V	
VAL02 øst for Valløy	Konieczny og Juliussen 1995b	I-II	I	I	I/II
TØN01 Træla	Konieczny og Juliussen 1995b	I-II	II	II	IV
Tønsberg, Kaldnesmek. (Havnebass.)	Norges Naturvernforb. 1999		II		

## 7.3 Undersøkte stasjoner

Lokaliteter for innsamling av prøver er vist i **Figur 8**. Blåskjell ble innsamlet ved Valløy (st. B1) og i kanalen mellom Nøtterøy og havna (st. B3).

Torsk ble samlet fra ett område i Valløybukta og sørvest av Valløy (område A) og ett område nær Tønsberg havn ved nordvestpynten av Nøtterøy (område B).

Sedimentprøver ble samlet fra syv lokaliteter på strekningen fra Hoksnes gjennom havneområdet, kanalen og Træla til Valløybukta (**Figur 8, Tabell 23**).

**Tabell 23.** Informasjon om sedimentstasjonene fra Tønsberg og Valløyområdet.

Lokalitet	Stasjon	Dyp, m	Kommentar	Posisjon
Kaldnes NV	S 1	2,5	Grått 5 mm topplag. Sort sediment under.	59° 16,05 10° 23,32
Kaldnes N	S 2	11	Gråbrun leire over mørkere, finkornig sediment. Blandprøve av to grabber med ca 50 m mellomrom ved vestenden av kai Kaldnes ved hall merket H. De to grabbene svært like. Den første grabben som ikke ble akseptert var sortfarget. Sveisepinne i grabben. Dokk Kaldnes lengre øst.	59° 16,12 10° 23,85
Kaldnes Ø	S 3	8	Gråbrunt slam/leire med mye innslag av småstein. Blandprøve av to like grabber med ca. 20 m mellomrom. Rett utenfor kai til ScandiRope.	59° 15,81 10° 24,58
Træla	S 4	2	Lyst grått 3-5 mm topplag. Sort sediment under. <b>Ikke analysert</b>	59° 15,55 10° 26,50
Kalvetangen	S 5	9	Fin, gråbrun leire. <b>Ikke analysert</b>	59° 14,84 10° 26,92
Hoksnes	S 6	5	Som st. S1. <b>Ikke analysert</b>	59° 16, 35 10° 22,86
Valløybukta	S 7	15	Fin, gråbrun leire.	59° 15,60 10° 29,35

## 7.4 Resultater

### 7.4.1 Blåskjell

Blåskjell var generelt lite til moderat forurenset av PAH, PCB og metaller, men var markert forurenset av TBT (**Tabell 24, Figur 9**). For PCB var det høyere konsentrasjon i nærområdet av byen enn i Valløybukta. Dette kan indikere at det fremdeles skjer en viss tilførsel av PCB til overflatevannmasser fra en eller flere lokale kilder i nærområdet av byen og tidligere Kaldnes verft.

Også for TBT var det høyere konsentrasjoner nær Tønsberg enn i Valløyområdet. Årsaken til forurensningen må antas å være skips- og båttrafikk.

I havneområdet (st. B3) var det i tillegg en viss overkonsentrasjon av DDE og DDD som er nedbrytningsprodukter av insektmiddelet DDT (resultater vist som DDEPP og TDEPP i Vedlegg E2). DDT har vært totalforbudt i mer enn 10 år, men stoffene kan vaskes ut fra gamle søppelfyllinger og forurenset jordsmonn.

**Tabell 24.** Innhold av miljøgifter i blåskjell fra Tønsberg og Valløyområdet i 1999. Romertall i parentes markerer tilstandsklasse i henhold til SFTs klassifiseringssystem.

Variabel Enhet	Ant	TS %	Fett %	PAH µg/kg v.v.	KPAH µg/kg v.v.	PCB <sub>7</sub> µg/kg v.v.	TE <sub>noPCB</sub> ng/kg v.v.	TBT mg/kg t.v.	Pb mg/kg t.v.	Hg mg/kg t.v.
<b>Blåskjell:</b>										
St. B1	50	16,9	2,1	132 (II)	20 (II)	2,8 (I)	0,09	0,61 (III)	0,83 (I)	0,006 (I)
St. B3	50	15,9	1,8	81 (II)	16 (II)	6,3 (II)	0,25	1,46(III)	1,32 (I)	0,08 (I)

#### 7.4.2 Torsk

Torsk var moderat forurenset av PCB (tilstandsklasse II). Påvirkningen var sterkest i havneområdet, hvor konsentrasjonen av PCB i lever ( $\Sigma\text{PCB}_7$ ) var opp under grensen til tilstandsklasse III - markert forurenset (**Tabell 25, Figur 9**). I noen grad gjenspeiler påvirkningen seg også på toksisitetsekvivalenter for dioksinliknende PCB ( $\Sigma\text{TE}_{\text{PCB}}$ ), hvor verdien i havneområdet var omkring det dobbelte av hva som kan betraktes som høyt bakgrunnsnivå (**Tabell 6**).

I lever fra havneområdet ble det også funnet mer enn vanlig av DDE og DDD som er nedbrytningsprodukter fra DDT (resultater bare vist i Vedlegg E3).

Det ble ikke påvist forurensning av kvikksølv i torsk.

**Tabell 25.** Innhold av miljøgifter i torsk fra Tønsberg og Valløyområdet i 1999. Romertall i parentes markerer tilstandsklasse i henhold til SFTs klassifiseringssystem.

Variabel Enhet	Antall	TS %	Fett %	PCB <sub>7</sub> µg/kg v.v.	TE <sub>noPCB</sub> ng/kg v.v.	TE <sub>moPCB</sub> ng/kg v.v.	$\Sigma\text{TE}_{\text{PCB}}$ ng/kg v.v.	Hg mg/kg v.v.
<b>Torsk, lever:</b>								
St. A Valløybukta	12	51,4	39,0	689 (II)	51,7	32,8	84,5	
St. B Tønsberg havn	12	42,5	29,7	1399 (II)	71,3	48,8	120,1	
<b>Torsk, filet:</b>								
St. A Valløybukta	12	19,3						0,07 (I)
St. B Tønsberg havn	12	19,7						0,096 (I)

#### 7.4.3 Sedimenter

I kanalen øst for Kaldnes (st. S3) var sedimentene endel sandholdige, mens de i de andre områdene var svært finkornige. Det var ikke spesielt høyt organisk innhold i sedimentene (**Tabell 26**).

Sedimentene var sterkt påvirket av TBT i alle områdene. Med unntak for stasjon S1 like ved Kaldnes tilsvarer konsentrasjonene tilstandsklasse V – meget sterk forurensning – etter SFTs miljøkvalitetskriterier (**Tabell 26 og Figur 9**). For de andre miljøgiftene var konsentrasjonene betydelig lavere. Innholdet av PCB svarte til tilstandsklasse I-II, dvs. ubetydelig til moderat

forurenset, og tilsvarende for PAH på det tre stasjonene ved i Tønsberg havneområde. Sedimentet i Valløybukta var imidlertid markert forurenset med PAH.

Også metaller hadde relativt lave nivåer på alle stasjonene. Sedimentene karakteriseres som ubetydelig til moderat forurenset med hensyn på kvikksølv, bly, kobber og kadmium.

**Tabell 26.** Karakterisering av miljøtilstand i sedimenter fra Tønsberg havn og fra Valløy. Tilstanden er bedømt ut fra SFTs klassifiseringssystem ved tilstandsklasse markert med romertall i parentes. Konsentrasjoner på tørrvektsbasis.

Variabel Enhet	Finstoff %<63µm	TOC mg/g	PAH µg/kg	PCB <sub>7</sub> µg/kg	TBT µg/kg	Hg mg/kg	Pb mg/kg	Cu mg/kg	Cd mg/kg
<b>Sedimenter:</b>									
St.S1, KaldnesNV	92	21 (II)	269 (I)	<1,4 (I)	29 (IV)	0,05 (I)	17 (I)	21 (I)	0,20 (II)
St.S2, Kaldnes N	89	22 (II)	806 (II)	6 (II)	200 (V)	0,20 (II)	58 (II)	60 (II)	0,27 (II)
St.S3, Kaldnes Ø	39	13 (I)	829 (II)	14 (II)	183 (V)	0,30 (II)	24 (I)	24 (I)	0,21 (II)
St S7, Valøy	86	28 (III)	2818(III)	8 (II)	151 (V)	0,24 (II)	42 (II)	45 (I)	0,26 (II)

## 8 Horten

-----  
*Undersøkelser i Horten havneområde ble gjennomført som et eget prosjekt av Forsvarets Forskningsinstitutt og rapportert i en egen publikasjon (FFI 2000). Imidlertid, for sammenligningens skyld har det vært ønske om å inkludere hovedresultatene fra undersøkelsene i foreliggende rapport. Det er gjort nedenfor.*

*Blåskjell samlet i indre havneområde var markert til sterkt forurenset av PCB i henhold til SFTs tilstandsklasser.*

*Konsentrasjonen av tungmetaller i torskemuskel var lav både i ytre og indre havneområde. Torskelever fra indre havn var imidlertid sterkt forurenset av PCB, mens den var moderat forurenset i torsk fra ytre havneområde.*

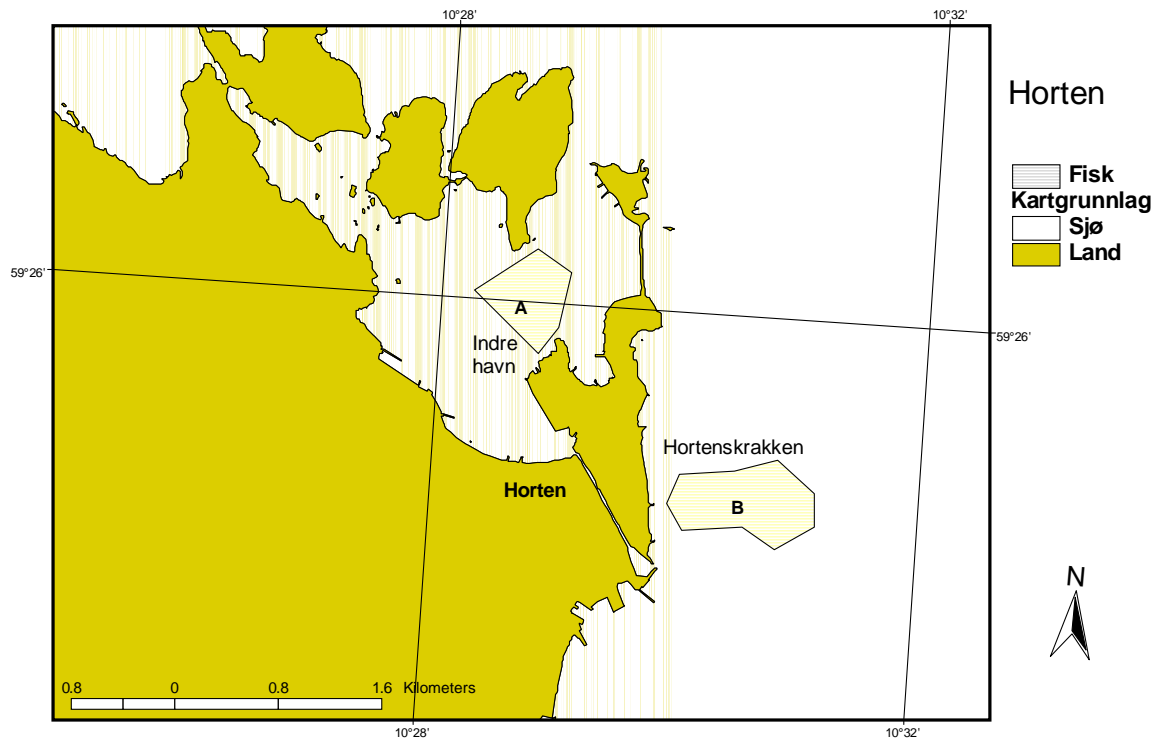
*Bedømt i henhold til SFTs tilstandsklasser karakteriseres mesteparten av sedimentprøvene som ubetydelig til moderat forurenset av tungmetaller, dog var enkelte prøver markert til sterkt forurenset av kobber, bly, sink og kvikksølv. Med hensyn på PAH og PCB var sedimentene moderat til markert forurenset. Et par prøver fra dypereliggende sedimentlag hadde konsentrasjoner tilsvarende sterkt forurenset sediment. Konsentrasjonen av TBT var gjennomgående høy og medførte at de fleste sedimentprøvene måtte karakteriseres som sterkt til meget sterkt forurenset.*

-----

Undersøkelser i Horten havneområde ble gjennomført som et eget prosjekt av Forsvarets Forskningsinstitutt. I disse undersøkelsene som ble gjennomført av FFI i 2000, ble torskeprøvene ikke analysert på innhold av non-orto PCB som er nødvendig for vurderingen av kostholdsrad. Ny innsamling av torsk ble derfor gjennomført i perioden 19.1-01 til 11.2-02 av miljøvernssjef Tore Rolf Lund, Borre kommune. Det ble samlet torsk fra indre og fra ytre havneområde i Horten (**Figur 10**). Fra hvert område ble det lagd en blandprøve av leverene som ble analysert for ordinære og non-orto PCB. Analysene ble gjort av NILU.

Resultatene viste høye PCB-konsentrasjoner i fisken samlet i indre havneområde, **Tabell 27**.

Det er noe vanskelig å sammenligne resultatene fra FFIs undersøkelse i Horten med resten av dataene. Imidlertid gir resultatene konsentrasjoner av PCB<sub>7</sub> i lever av torsk fra indre havneområde opp til tilstandsklasse IV, dvs. sterkt forurenset. Lever av torsk fanget i ytre havneområde hadde konsentrasjoner tilsvarende moderat forurenset (tilstandsklasse II) med hensyn på PCB. Blåskjell fra indre havneområdet ble karakterisert som markert til sterkt forurenset med hensyn på PCB. For en mere fullstendig beskrivelse inklusive datalister henvises det til rapporten fra Forsvarets forskningsinstitutt (FFI-rapport 2000/02206).



**Figur 10.** Kart over fangstområdet i Hortens indre havn og ved Hortenskrakken (skravert).

**Tabell 27.** Innhold av miljøgifter i torsk fra Horten i 2001/2002. Romertall i parentes markerer tilstandsklasse i henhold til SFTs klassifiseringssystem.

Variabel Enhet	Antall	TS %	Fett %	PCB <sub>7</sub> µg/kg v.v.	TE <sub>noPCB</sub> ng/kg v.v.	TE <sub>moPCB</sub> ng/kg v.v.	ΣTE <sub>PCB</sub> ng/kg v.v.
<b>Torsk, lever:</b>							
St. Indre havn	17	-	-	4672 (IV)	182	156	338
St. Ytre havn	20	-	-	1059 (II)	50	30	80



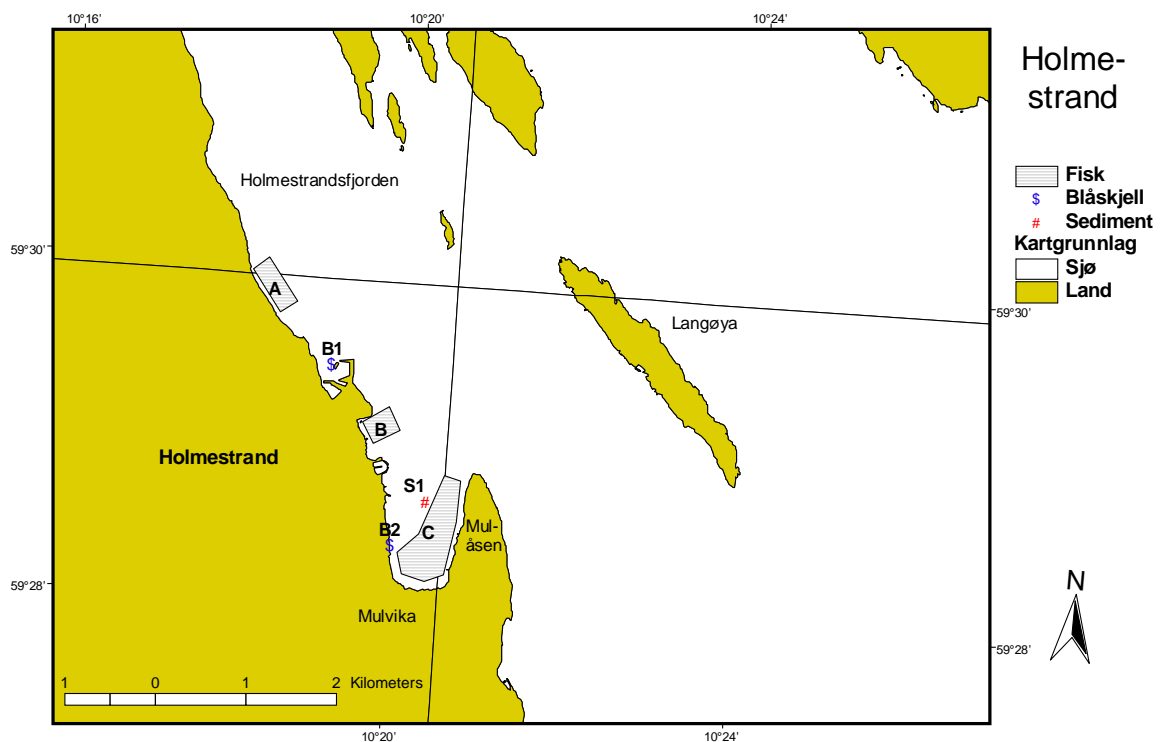
## 9 Holmestrand

Blåskjell ble innsamlet utenfor båthavnen og i Mulvika. Skjellene var markert forurenset av TBT og moderat forurenset av PAH, mens det var liten til moderat påvirkning av PCB og metaller. For TBT og PAH var påvirkningen sterkest ved båthavnen.

Torsk var markert forurenset av PCB og moderat forurenset av kvikksølv. I lever ble det også påvist overkonsentrasjoner av bly. I ål var det lavt innhold av miljøgifter.

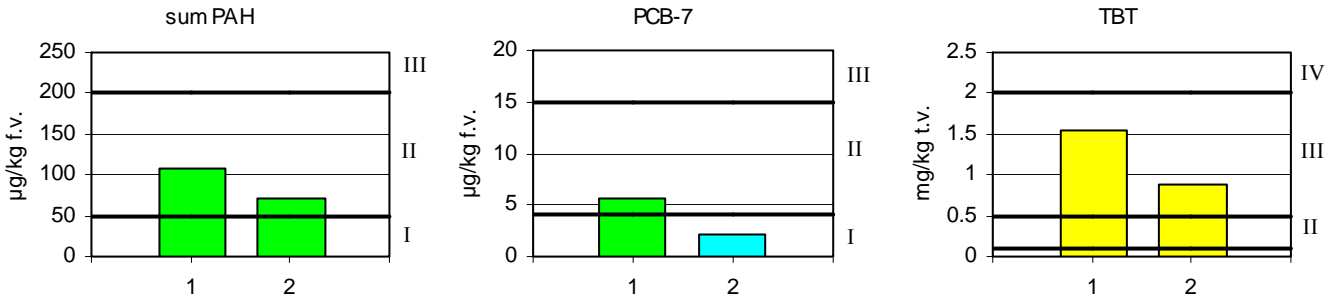
Bunnsedimenter ble innsamlet i Mulvika. Sedimentene var markert forurenset av TBT, men var lite til moderat forurenset av PAH, PCB og metaller.

Forurensningen av TBT er trolig knyttet til skipstrafikk i området, men kan også ha tilknytning til småbåthold. Det er uklart om forurensningen av PCB i torsk har lokale kilder eller representerer generelle tilførsler til Oslofjordområdet.

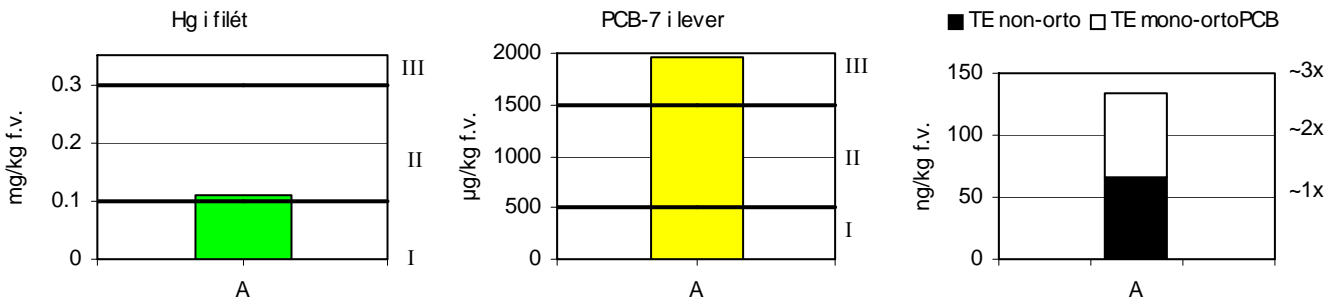


**Figur 11.** Kart over Holmestrandsområdet med prøvetakingsstasjoner for blåskjell (B), fisk (skravert) og sedimenter (S).

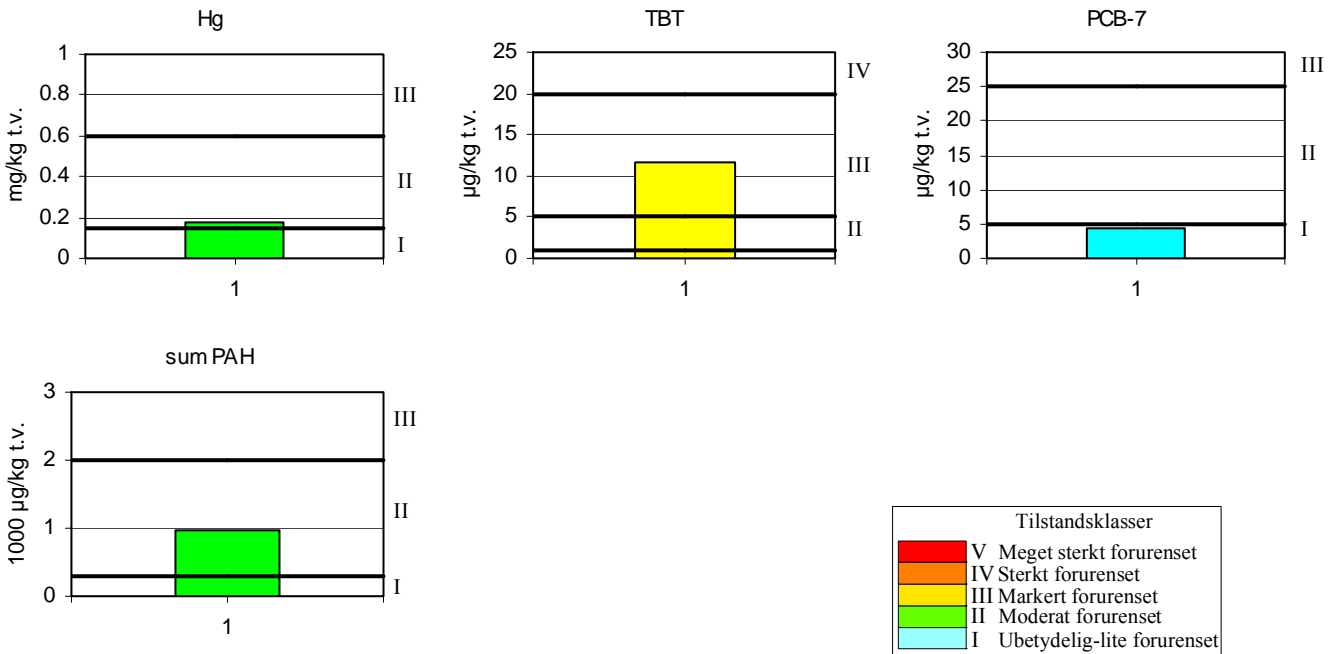
### Blåskjell



### Torsk



### Sediment



**Figur 12.** Hovedresultater for miljøgifter i blåskjell, torsk og bunnsedimenter i Holmestrand november 1999. Romertall og fargekode angir tilstand for de enkelte komponentene i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet. Antatt overkonsentrasjon i forhold til høyt bakgrunnsnivå (jfr. Tabell 6) er angitt for  $TE_{PCB}$  (f.eks. ~2x). Prøvetakingsstasjoner (horisontal akse) er vist på kart i Figur 11.

## 9.1 Områdebeskrivelse

Undersøkelsesområdet ved Holmestrand strakk seg fra Mulvika i syd til området rett nord av byen (**Figur 11**). Området er åpent og uten terskler. Vannmassene kan være påvirket av ferskvannstilførsler fra Drammensfjorden og i noen grad fra Sandebukta.

## 9.2 Tidligere målinger og miljøtilstand

Ved tidligere undersøkelser av sedimenter i området ved Holmestrand er det blitt påvist markert til meget sterk forurensning av PCB, PAH og TBT, og i mindre grad av metaller (**Tabell 28**).

**Tabell 28.** Tidligere undersøkelser av miljøgifter i Holmestrand. Resultatene er vist ved tilstandsklasser i henhold til SFTs miljøkvalitetskriterier.

Område Holmestrand	Kilde	Sediment			
		Metaller	PCB	PAH	TBT
HOL 01 (Mulvika)	Konieczny og Juliussen 1995b	I	I	II	II
HOL 02 (sentrum)	Konieczny og Juliussen 1995b	I-II	III	II	II
HOL 01 (N- sentrum)	Konieczny og Juliussen 1995b	I-III	III	III	V

## 9.3 Undersøkte stasjoner

Lokaliteter for innsamlingen av prøver er vist i **Figur 11**. Blåskjell ble innsamlet fra en stasjon i utløpet av havnebassenget (st. B1) og en stasjon i Mulvika (st. B2).

Torsk ble samlet fra tre områder, henholdsvis nord for sentrum, ved sentrum og i Mulvika. Fangstene ble slått sammen til en blandprøve, som derved representerer et relativt stort geografisk område. I tillegg ble ål samlet inn fra Mulvika.

Det ble tatt sedimentprøve på en stasjon i Mulvika (**Figur 11**). Opplysninger om prøvetakingsstasjonen er gitt i **Tabell 29**.

**Tabell 29.** Informasjon om sedimentstasjonen i Mulvika, Holmestrand.

Område og dato	Stasjon	Dyp, m	Kommentar	Posisjon
Mulvika	HOL 1	18	Lys leire	59° 28,53 10° 20,31

## 9.4 Resultater

### 9.4.1 Blåskjell

Blåskjell var moderat til markert forurenset av PAH og TBT, mens det var liten til moderat påvirkning av PCB, bly og kadmium (**Figur 12, Tabell 30**). Påvirkningen av PAH og TBT var størst ved munningen av småbåthavnen (St. B1). Dette kan settes i sammenheng med båttrafikk og småbåthold. Resultatene kan sammenlignes med en undersøkelse for Hydro Holmestrand hvor det bl.a. ble funnet omlag samme eller svakt høyere nivåer av PAH i blåskjell fra området utenfor bedriften. Det var ingen overkonsentrasjoner av kadmium eller bly i disse skjellene (Pers. medd. Egil Dragsund/Det norske Veritas)

For bly ble det registrert høyere påvirkning i Mulvika (St. B2) enn i havneområdet. Tidligere er det registrert lavt blyinnhold i skjell fra nordspissen av Mulåsen, ikke langt fra Mulvika (Walday og Kroglund 2001). Forurensningen av bly i Mulvika kan følgelig synes å ha begrenset utbredelse.

**Tabell 30.** Innhold av miljøgifter i blåskjell fra Holmestrand-området i 1999. Romertall i parentes markerer tilstandsklasse i henhold til SFTs klassifiseringssystem.

Variabel Enhet	Ant	TS %	Fett %	PAH µg/kg v.v.	KPAH µg/kg v.v.	PCB <sub>7</sub> µg/kg v.v.	TE <sub>moPCB</sub> ng/kg v.v.	TBT mg/kg t.v.	Pb mg/kg t.v.	Cd mg/kg t.v.
<b>Blåskjell:</b>										
St. B1	50	17,2	1,98	107 (II)	22 (III)	5,7 (II)	0,18	1,55 (III)	1,28 (I)	1,38 (I)
St. B2	50	10,3	1,14	72 (II)	25 (III)	2,2 (I)	0,10	0,88 (III)	3,98 (II)	1,78 (I)

### 9.4.2 Torsk og ål

Torsk var markert forurenset av PCB og moderat forurenset av kvikksølv (**Tabell 31, Figur 12**). Påvirkningen av PCB fremkommer også for dioksinliknende PCB hvor verdien for toksisitetsekvivalenter ( $\Sigma TE_{PCB}$ ) i lever var omkring det dobbelte av hva som kan betraktes som høyt bakgrunnsnivå (**Tabell 6**). Det var også forhøyde verdier for bly i lever. Denne verdien kan være omtrent fire ganger over bakgrunnsnivå.

I ål var det generelt lave konsentrasjoner av PCB og dioksiner (**Tabell 31**). Konsentrasjonen av PCB og verdiene for toksisitetsekvivalentene for dioksiner og dioksinliknende PCB er innenfor antatt normalnivå ved diffus belastning (**Tabell 6**).

Det har vært gjort undersøkelser av miljøgifter i skrubbe i Sandebukta som kan tyde på noe ekstra PCB-belastning fra det lokale nedbørfeltet (Knutzen og Green 2001). Registreringer i forbindelse med overvåkingen rundt Langøya tyder så langt ikke på noen vesentlig PCB-tilførsel derfra (Walday m.fl. 2000).

**Tabell 31.** Innhold av miljøgifter i torsk og ål fra Holmestrand-området i 1999 og 2000 (bare ål). Romertall i parentes markerer tilstandsklasse i henhold til SFTs klassifiseringssystem.

Variabel Enhet	Ant.	TS %	Fett %	PCB <sub>7</sub> µg/kg v.v.	TE <sub>noPCB</sub> ng/kg v.v.	TE <sub>moPCB</sub> ng/kg v.v.	ΣTE <sub>PCB</sub> ng/kg v.v.	ΣTE <sub>PCDF/D</sub> ng/kg v.v.	Hg mg/kg v.v.	Pb mg/kg v.v.	Cd mg/kg v.v.
<b>Torsk, lever:</b>											
Holmestrand	20	42,9	28,6	1956 (III)	65,6	69,0	134,6	0,29		0,38	0,05
<b>Torsk, filet:</b>											
Holmestrand	20	20,1							0,11 (II)		
<b>Ål, filet:</b>											
Mulvika	12	26,5	5,8	33,3	1,5	5,6	7,1	0,29			

### 9.4.3 Sedimenter

På prøvetakingsstasjonen i Mulvika var sedimentet finkornig og hadde relativt lavt innhold av organisk materiale. Sedimentet var markert forurenset av TBT, mens det var ubetydelig til moderat forurenset av PAH, PCB og metaller (**Tabell 32** og **Figur 12**). Tidligere undersøkelser av sedimenter i Holmestrandsområdet har vært rettet mot de bynære områdene (**Tabell 28**). I disse områdene var konsentrasjonene høyere enn det som ble observert i Mulvika.

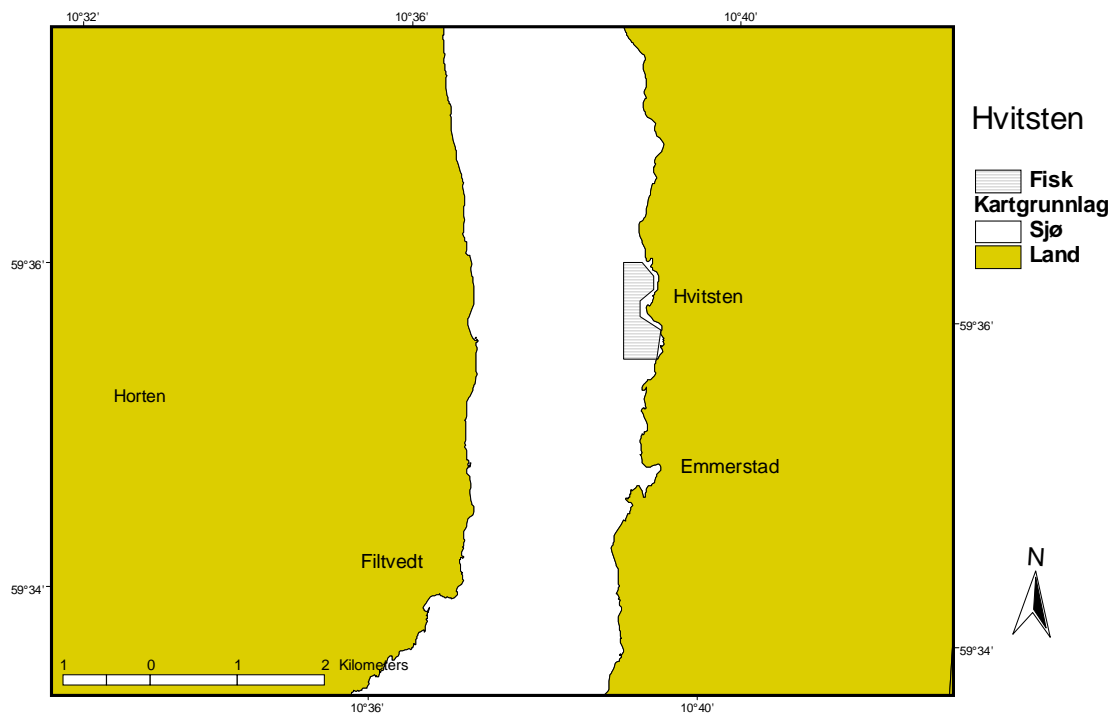
**Tabell 32.** Karakterisering av miljøtilstand i sedimenter fra Mulvika, Holmestrand. Tilstanden er bedømt ut fra SFTs klassifiseringssystem ved tilstandsklasse markert med romertall i parentes. Konsentrasjoner på tørrvektsbasis.

Variabel Enhet	Finstoff %<63µm	TOC mg/g	PAH µg/kg	PCB <sub>7</sub> µg/kg	TBT µg/kg	Hg mg/kg	Pb mg/kg	Cu mg/kg	Cd mg/kg
<b>Sedimenter:</b>									
St. S1, Mulvika	95	21 (II)	964 (II)	4 (I)	12 (III)	0,18 (II)	35 (II)	18 (I)	0,07 (I)

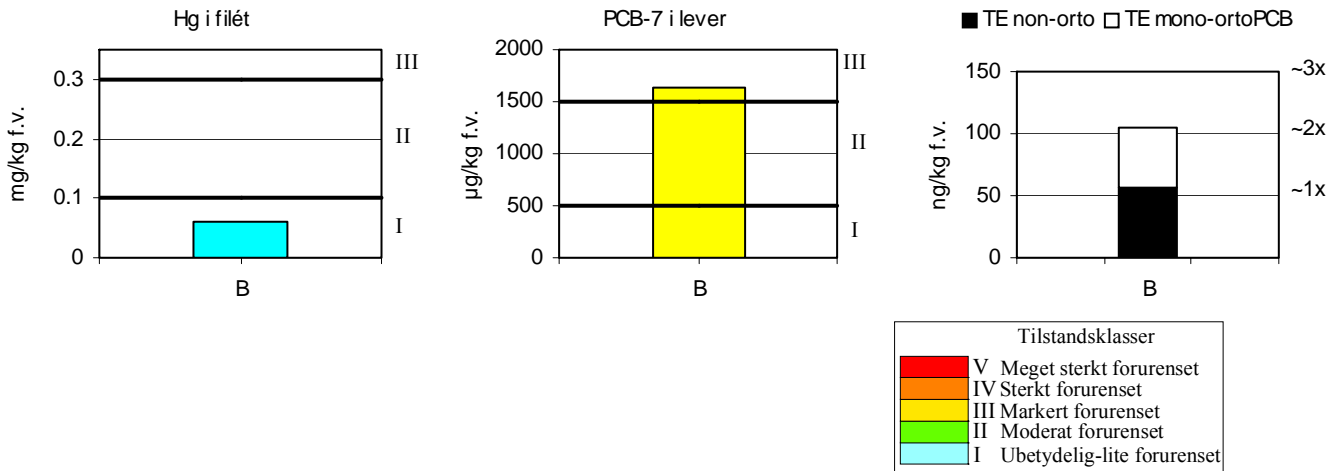


## 10 Hvitsten

*Torsk ble innsamlet fra ett område ved Hvitsten. Lever var markert forurenset av PCB. Sett i forhold til fettinnholdet var forurensningen på nivå med torsk fra indre Oslofjord. Det er sannsynlig at dette skyldes påvirkning fra malingsfabrikk. Innholdet av metaller var lavt.*



**Figur 13.** Kart over Hvitstenområdet med lokalitet for innsamling av torsk (skravert).



**Figur 14.** Hovedresultater for miljøgifter i torsk fra Hvitstenområdet, november 1999. Romertall og fargekode angir tilstand for de enkelte komponentene i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet. Antatt overkonsentrasjon i forhold til høyt bakgrunnsnivå (jfr. Tabell 6) er angitt for  $TE_{PCB}$  (f.eks.  $\sim 2x$ ). Undersøkelsesområdet er vist i Figur 13.

## 10.1 Områdebeskrivelse

Hvitsten ligger i passasjen mellom ytre og indre Oslofjord syd for Drøbak. Området er åpent mot vannmassene i ytre Oslofjord. Overflatevannet vil være vesentlig influert av utstrømmende vannmasser fra indre Oslofjord.

## 10.2 Tidligere målinger og miljøtilstand

Tidligere undersøkelser har påvist forurensning av særlig PCB og kvikksølv i sedimenter fra Hvitstenområdet (Tabell 33).

**Tabell 33.** Tidligere undersøkelser av miljøgifter i Hvitstenområdet. Resultatene er vist ved tilstandsklasser i henhold til SFTs miljøkvalitetskriterier.

Område	Kilde	Sediment			
		Metaller	PCB	PAH	TBT
Hvitsten					
Stabil Alna	Noteby 1995	II-V (Hg)	V		
Stabil Alna	Noteby 1992	II-V (Hg)	V		

## 10.3 Undersøkte stasjoner

Det ble kun samlet torsk fra Hvitsten. Fangstområdet er vist i Figur 13.



## 10.4 Resultater

Torsk var markert forurenset av PCB (tilstandsklasse III) (**Tabell 34, Figur 14**). Det var også påvirkning av dioksinliknende PCB, hvor nivået for toksisitetsekvivalentene ( $\Sigma TE_{PCB}$ ) var omkring det dobbelte av hva som kan betraktes som høyt bakgrunnsnivå (Knutzen og Green 2001). Fettinnholdet i lever var imidlertid på bare 16%, som er ganske lavt. Dette tatt i betraktning var PCB-konsentrasjonen relativt høy og reelt sett høyere enn hva tilstandsklassen tilsier. Omregnet til fettbasis var PCB-innholdet på nivå med torsk fra indre Oslofjord (ca. 10.000  $\mu\text{g } \Sigma\text{PCB}_7/\text{kg}$  fett).

Forurensningen av PCB i torsk samsvarer med at det tidligere er påvist PCB i sedimentene i forbindelse med en lokal malingsfabrikk. Det er også en mulighet at forurensningen av PCB i torsk står i sammenheng med den alminnelige PCB-forurensningen i Oslofjorden. Denne gjør seg særlig gjeldende innenfor Drøbak (Knutzen m.fl. 2000), men kan spores ut til Færder (Green m.fl. 2001).

Det var lavt innhold av metaller (kvikksølv, bly og kadmium) i torsk.

**Tabell 34.** Innhold av miljøgifter i torsk fra Hvitstenområdet 1999. Romertall i parentes markerer tilstandsklasse i henhold til SFTs klassifiseringssystem. Verdier markert med 'mindre enn' (<) er lavere enn analysemetodens deteksjonsgrense.

Variabel Enhet	Ant.	TS %	Fett %	PCB <sub>7</sub> $\mu\text{g}/\text{kg}$ v.v.	TE <sub>noPCB</sub> ng/kg v.v.	TE <sub>moPCB</sub> ng/kg v.v.	$\Sigma TE_{PCB}$ ng/kg v.v.	Hg mg/kg v.v.	Pb mg/kg v.v.	Cd mg/kg v.v.
<b>Torsk, lever:</b>										
St. B	20	32,7	16,2	1630 (III)	56,2	49,2	105,4		<0,03	0,08
<b>Torsk, filet:</b>										
St. B	20	20,2						0,06 (I)		



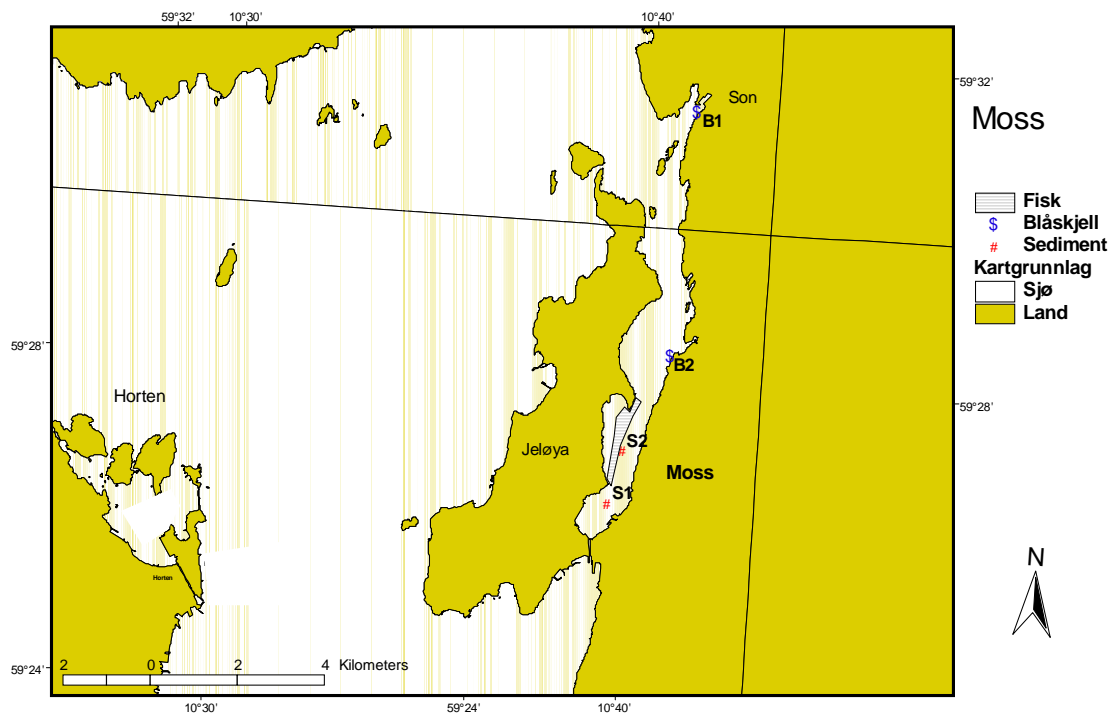
## 11 Moss

Blåskjell ble innsamlet i Mossesundet og ved Son. Skjellene var markert forurenset av TBT, mens det var moderat til liten påvirkning av PAH, PCB og metaller.

Torsk ble innsamlet i Mossesundet. Lever var moderat forurenset av PCB. Det var liten påvirkning av metaller.

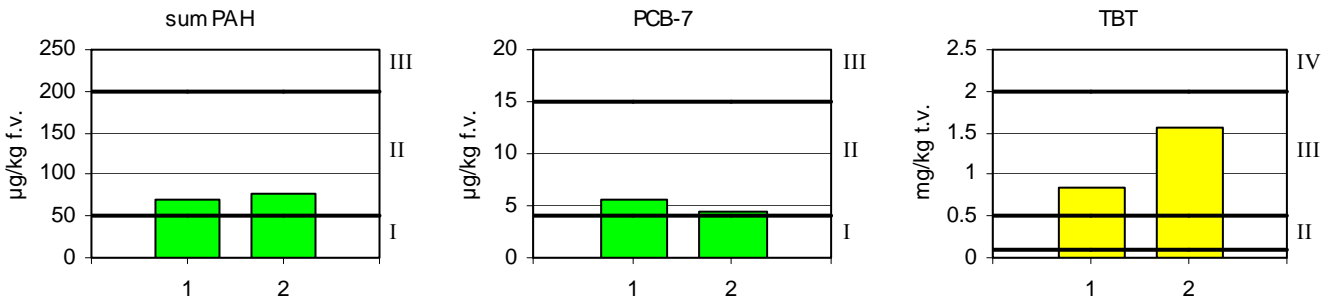
Bunnsedimenter ble innsamlet på to lokaliteter i Mossesundet. Sedimentene var meget sterkt forurenset av TBT og markert til meget sterkt forurenset av PAH og PCB. Forurensningen var sterkest i midtre del av Mossesundet. Sedimentene var generelt moderat forurenset av metaller.

Sedimentundersøkelsen indikerer at det kan være en lokal kilde til PCB sentralt i Mossesundet. Forurensningen av TBT er trolig knyttet til skips- og båttrafikk i området. Påvirkningen av miljøgifter i organismer var i hovedsak på nivå med det som kan forventes i bosetningsområder.

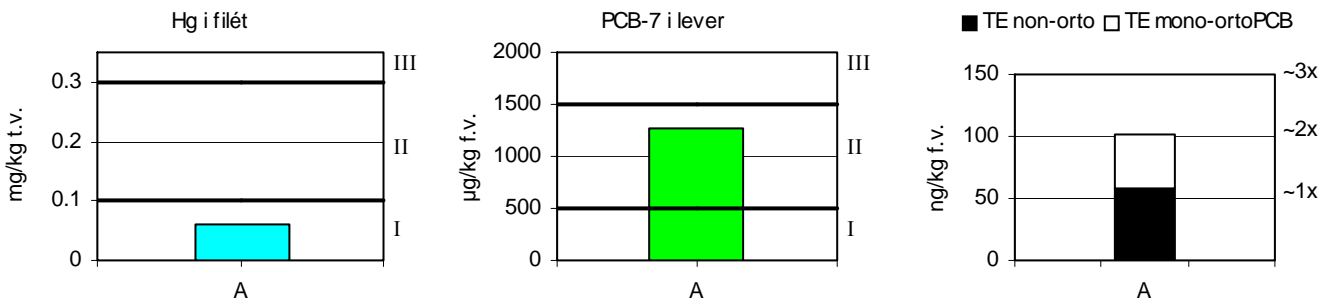


**Figur 15.** Kart over området ved Moss med lokaliteter for innsamling av blåskjell (B), torsk (skravert) og sedimenter (S).

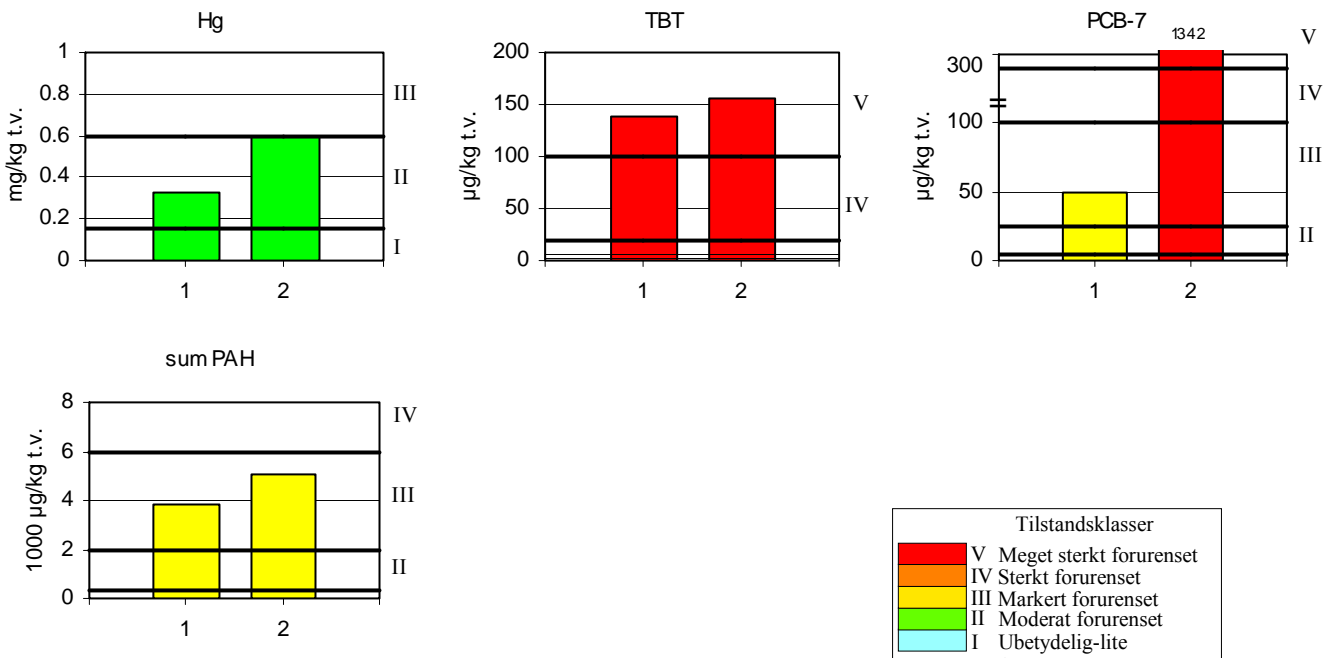
### Blåskjell



### Torsk



### Sediment



**Figur 16.** Hovedresultater for miljøgifter i blåskjell, torsk og bunnsedimenter i Mossesundet, november 1999. Romertall og fargekode angir tilstand for de enkelte komponentene i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet. Antatt overkonsentrasjon i forhold til høyt bakgrunnsnivå (jfr. Tabell 6) er angitt for TE<sub>PCB</sub> (f.eks. ~2x). Prøvetakingsstasjoner (horisontal akse) er vist på kart i Figur 15.

## 11.1 Områdebeskrivelse

Undersøkellesområdet var i hovedsak avgrenset til midtre og søndre del av Mossesundet. Dog ble en blåskjellprøve samlet fra Son (**Figur 15**). Mossesundet er et relativt lukket område avgrenset av en trang kanal til Verlebukta i syd og skjermet fra Oslofjorden i vest av Jeløya. Sundet har forbindelse til vannmassene i ytre Oslofjord i nord, men vannutvekslingen er begrenset av en terskel på 70m.

## 11.2 Tidligere målinger og miljøtilstand

Tidligere undersøkelser har vist at sedimentene syd og nord for Moss sentrum var forurenset av særlig TBT og PAH, men også PCB, kadmium og kvikksølv (**Tabell 35**).

**Tabell 35.** Tidligere undersøkelser av miljøgifter i området ved Moss. Resultatene er vist ved tilstandsklasser i henhold til SFTs miljøkvalitetskriterier.

Område Moss havn	Kilde	Sediment			
		Metaller	PCB	PAH	TBT
MOS01 (havn syd, Verlebukta)	Konieczny og Juliussen 1995b	I-II	II	III	V
MOS02 (Mossesund syd)	Konieczny og Juliussen 1995b	II-III (Cd)	III	IV	I
MOS03 (Mossesund nord)	Konieczny og Juliussen 1995b	I-III (Hg)	II	III	III
MOS04 (Son)	Konieczny og Juliussen 1995b	I-II	I	II	I

## 11.3 Undersøkte stasjoner

Lokaliteter for innsamlingen av prøver er vist i **Figur 15**. Blåskjell ble innsamlet på en lokalitet ved Son (st. B1) og en lokalitet i nordre del av Mossesundet (st. B2).

Torsk ble innsamlet fra et område i midtre del av Mossesundet.

Sedimentprøver ble innsamlet fra to stasjoner i henholdsvis søndre (st. S1) og midtre (st. S2) del av Mossesundet. **Tabell 36** gir informasjon om sedimentstasjonene.

**Tabell 36.** Informasjon om sedimentstasjonene i Mossesundet.

Område	Stasjon	Dyp, m	Kommentar	Posisjon
Søndre Mossesundet	S 1	41	Lys leire	59° 26,65
				10° 39,83
Midtre Mossesundet	S 2	60	Lys leire	59° 27,27
				10° 40,13

## 11.4 Resultater

### 11.4.1 Blåskjell

På begge de undersøkte lokalitetene var blåskjell markert forurenset av TBT, moderat forurenset av PAH og PCB og lite påvirket av metaller (**Tabell 37, Figur 16**). For de fleste miljøgiftene var det like nivåer på stasjonene, med unntak for TBT som var høyere i Mossesundet (st. B2) enn ved Son (st. B1). Forurensningen av TBT kan knyttes til skips- og båttrafikk, som er høy i området.

**Tabell 37.** Innhold av miljøgifter i blåskjell fra Moss i 1999. Romertall i parentes markerer tilstandsklasse i henhold til SFTs klassifiseringssystem.

Variabel Enhet	Antall	TS %	Fett %	PAH µg/kg v.v.	KPAH µg/kg v.v.	PCB <sub>7</sub> µg/kg v.v.	TBT mg/kg t.v.	Pb mg/kg t.v.	Cd mg/kg t.v.
<b>Blåskjell:</b>									
St. B1 (Son)	50	19,0	1,81	71 (II)	11 (II)	5,6 (II)	0,85 (III)	0,89 (I)	1,05 (I)
St. B2	50	15,6	1,33	77 (II)	13 (II)	4,4 (II)	1,56 (III)	0,77 (I)	1,56 (I)

### 11.4.2 Torsk

Torsk var moderat forurenset av PCB (tilstandsklasse II) (**Tabell 38, Figur 16**). Det var også en viss påvirkning av dioksinliknende PCB, hvor nivået for toksisitetsekvivalentene ( $\Sigma TE_{PCB}$ ) var omkring 50 % over det som kan betraktes som høyt bakgrunnsnivå (**Tabell 6**). Trolig representerer disse verdiene omtrent det normale for torsk fra området tatt i betraktning at det er en generell forurensning av PCB i Oslofjorden som kan spores ut til Færder (Green m.fl. 2001).

Det var lavt innhold av metaller (kvikksølv, bly og kadmium) i torsk.

**Tabell 38.** Innhold av miljøgifter i torsk fra Mossesundet i 1999. Romertall i parentes markerer tilstandsklasse i henhold til SFTs klassifiseringssystem. Verdier markert med 'mindre enn' (<) er lavere enn analysemetodens deteksjonsgrense.

Variabel Enhet	Ant.	TS %	Fett %	PCB <sub>7</sub> µg/kg v.v.	TE <sub>noPCB</sub> ng/kg v.v.	TE <sub>moPCB</sub> ng/kg v.v.	$\Sigma TE_{PCB}$ ng/kg v.v.	Hg mg/kg v.v.	Pb mg/kg v.v.	Cd mg/kg v.v.
<b>Torsk, lever:</b>										
Mossesundet (A)	20	41,7	28,0	1266 (II)	57,4	43,7	101		<0,03	0,07
<b>Torsk, filet:</b>										
Mossesundet (A)	20	19,4						0,06 (I)		

### 11.4.3 Sedimenter

Sedimentet på begge stasjonene hadde et naturlig utseende og var finkornige med relativt høyt innhold av organisk materiale (**Tabell 39**).

Sedimentene var meget sterkt forurenset av TBT og markert til meget sterkt forurenset av PAH og PCB (**Tabell 39** og **Figur 16**). På stasjon S2 midt i Mossesundet var konsentrasjonen av PCB svært høy, faktisk det høyeste som ble målt i alle prøvene i denne undersøkelsen. Generelt var stasjon S2 sterkest påvirket av de fleste miljøgiftene.

Resultatene fra analysene av bunnsedimentene var i godt samsvar med tidligere undersøkelser (jfr. **Tabell 35**). En tidligere undersøkt stasjon i søndre del av Mossesundet, som kan sammenlignes med foreliggende stasjon S1, hadde tilsvarende nivåer (tilstandsklasse) for PCB og PAH, men ikke fullt så høyt nivå for TBT. Sett i sammenheng indikerer disse resultatene at det finnes en lokal kilde i området for stasjon S2.

Generelt klassifiseres sedimentet som moderat forurenset med hensyn på metaller. På stasjon S1 syd i Mossesundet svarte dog konsentrasjonen av kadmium til markert forurenset sediment.

**Tabell 39.** Karakterisering av miljøtilstand i sedimenter fra Mossesundet. Tilstanden er bedømt ut fra SFTs klassifiseringssystem (tilstandsklasse markert med romertall). Konsentrasjoner på tørrvektsbasis.

Variabel Enhet	Finstoff %<63µm	TOC mg/g	PAH µg/kg	PCB <sub>7</sub> µg/kg	TBT µg/kg	Hg mg/kg	Pb mg/kg	Cu mg/kg	Cd mg/kg
<b>Sedimenter:</b>									
St. S1, søndre Mossesund	89	63 (V)	3832 (III)	50 (III)	139 (V)	0,33 (II)	45 (II)	76 (II)	1,18 (III)
St. S2, midtre Mossesund	94	79 (V)	5022 (III)	1342 (V)	156 (V)	0,60 (II)	77 (II)	84 (II)	0,53 (II)





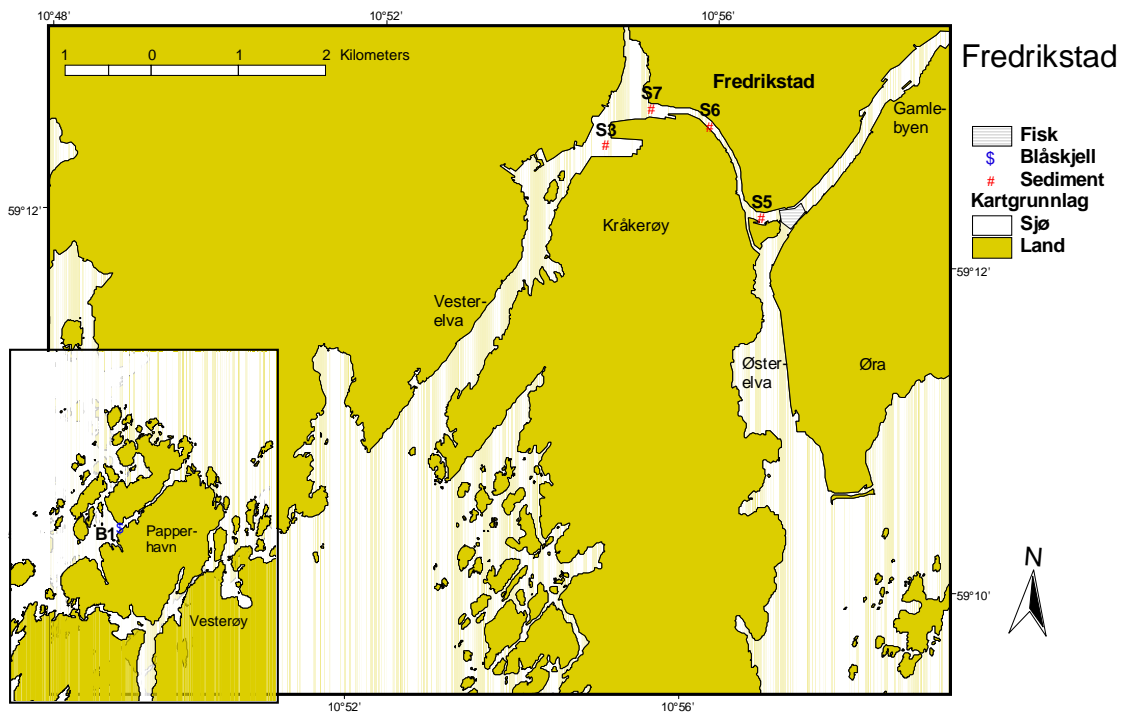
## 12 Fredrikstad

Blåskjell ble innsamlet ved Papperhavn på Hvaler. Skjellene var markert forurenset av TBT og moderat forurenset av PAH og PCB. Det var lav påvirkning av bly og kadmium.

Torsk ble innsamlet i Østerelva like ved inngangen til Vesterelva. Lever og filét var moderat forurenset av PCB og kvikksølv.

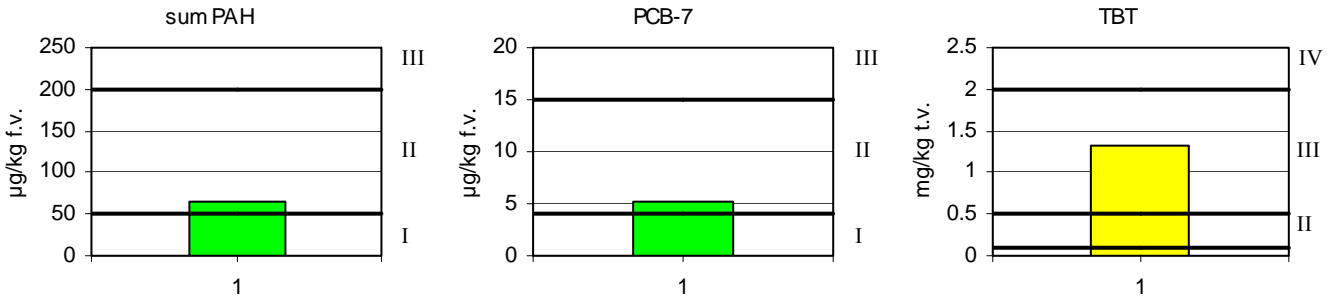
Bunnsedimenter ble innsamlet på fire lokaliteter i Vesterelva. Sedimentene var meget sterkt forurenset av TBT og moderat til sterkt forurenset av PAH og PCB. Forurensningen var sterkest vest i området. Påvirkningen av metaller var lav på de fleste lokalitetene, men det var markert forurensning av kobber og bly sentralt i Vesterelva.

Forurensningen av TBT er trolig knyttet til skipstrafikk og småbåthold. Undersøkelsen indikerer at det kan være lokale kilder til PAH, PCB og metaller ved Vesterelva. Påvirkningen av miljøgifter i organismer var i hovedsak på nivå med det som kan forventes i bosetningsområder.

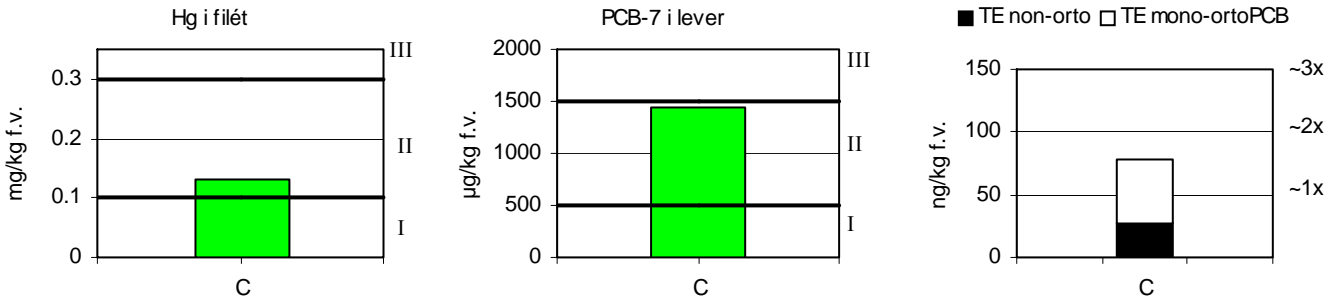


**Figur 17.** Kart over Fredrikstadorrådet med lokaliteter for prøvetaking av blåskjell (B), fisk (skravert) og sedimenter (S).

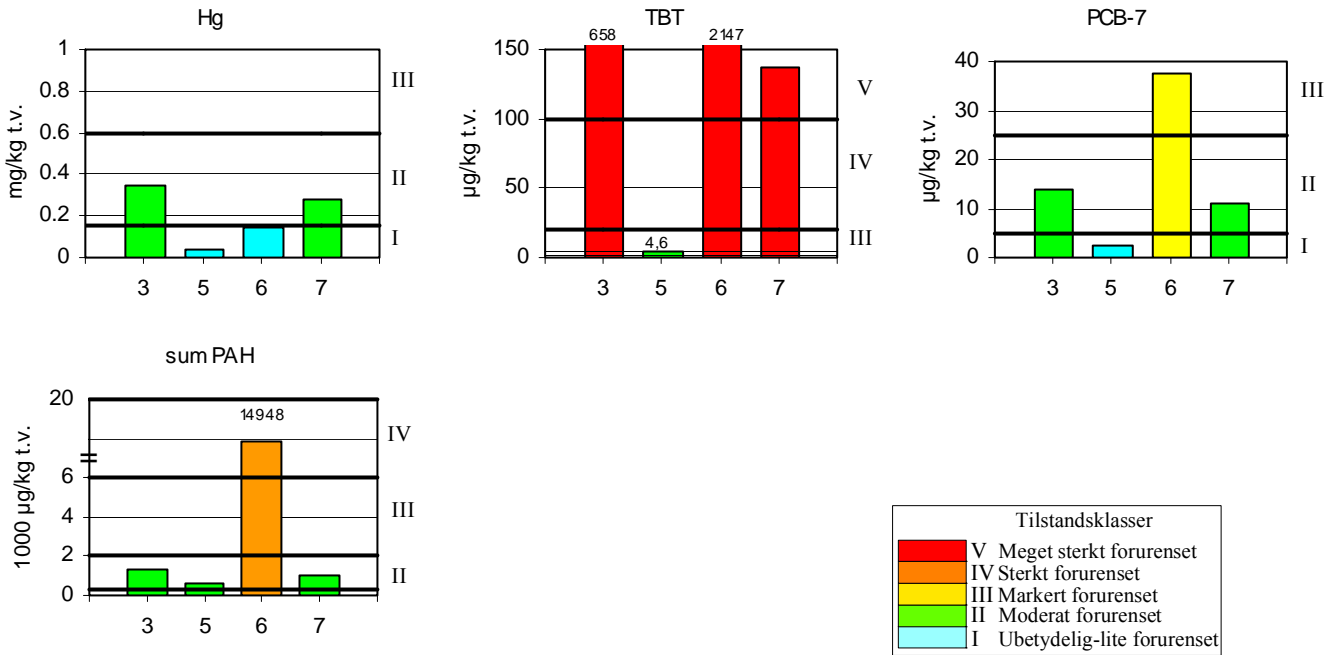
### Blåskjell



### Torsk



### Sediment



**Figur 18.** Hovedresultater for miljøgifter i blåskjell, torsk og bunnsedimenter i Fredrikstadområdet, november 1999. Romertall og fargekode angir tilstand for de enkelte komponentene i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet. Antatt overkonsentrasjon i forhold til høyt bakgrunnsnivå (jfr. Tabell 6) er angitt for  $TE_{PCB}$  (f.eks. ~2x). Prøvetakingsstasjoner (horisontal akse) er vist på kart i Figur 17.

## 12.1 Områdebeskrivelse

Undersøkelsene av fisk og sedimenter var konsentrert om de bynære områdene til Fredrikstad (**Figur 17**). Det var særlig Vesterelva gjennom Fredrikstad sentrum som ble vektlagt. Området er relativt strømrikt og sterkt påvirket av ferskvann fra Glomma. Blåskjell ble innsamlet ved Papperhavn på Hvaler.

## 12.2 Tidligere målinger og miljøtilstand

Det er sparsomt med tidligere målinger av miljøgiftkonsentrasjoner i området ved Fredrikstad sentrum. Norges Naturvernforbund (1999) rapporterte om PCB i en sedimentprøve tatt ved Fredrikstad Mek. Verksted (FMV) svarende til markert forurenset (tilstandsklasse III). De oppgir også at Fredrikstad Natur og Ungdom har påvist høye PCB-verdier i maling-forurenset grunn fra skipsbeddingen på land.

NIVA har gjennomført undersøker i Hvaler og Singlefjordområdet i mange år. De siste rapportene er fra miljøovervåkingen i 1994 (Berge m.fl. 1996) og i forbindelse med storflommen i Glomma i 1995 (Berge 1997). Basert på disse undersøkelsene og med unntak av lokale områder som småbåthavner etc. hvor det ikke er informasjon fra, fremsto området generelt uten markerte forurensningsproblemer. Eksempelvis var organismer undersøkt i 1994 lite til moderat forurenset av klororganiske forbindelser og metaller med unntak for jern og titan. Målinger av TBT i blåskjell tydet imidlertid på en klar påvirkning i hele området. Storflommen i Glomma i 1995 førte til en økt miljøbelastning på området, men ikke større enn at klassifiseringen av områdets miljøtilstand endret seg lite.

## 12.3 Undersøkte stasjoner

Lokaliteter for innsamlingen av prøver er vist i **Figur 17**.

Torsk ble forsøkt samlet på øst- og vestsiden av Kråkerøy henholdsvis ved utløpet av Øster- og Vesterelva. Fangstene var imidlertid svært små. Ved hjelp av en lokal medarbeider ble torsk istedet samlet fra havneområdet (område C) i Østerelva syd for Gamlebyen.

Sedimentprøver ble samlet fra fire lokaliteter i Vesterelva. Regnet vestfra var stasjon S3 lokalisert i bukt inn mot slipp til Fredrikstad Mek. Verksted (FMV), stasjon S6 og S7 sentralt, mens stasjon S5 var i østenden mot Østerelva. **Tabell 40** gir informasjon om sedimentstasjonene.

**Tabell 40.** Informasjon om sedimentstasjonene fra Fredrikstad.

Område og dato	Stasjon	Dyp, m	Kommentar	Posisjon
FMV	S 3	10	Ved dokk vestside av FMV, 50 m fra slipp. Sort mudder med gulaktig overflate.	59° 12,66 10° 54,87
Vesterelva Ø	S 5	11	Østlige del av kanalen. Brunsort siltig mudder	59° 12,28 10° 56,74
Vesterelva	S 6	6	Rett ved Bertelsen Mek. Verksted. Mørkegrå/sort, sandig silt.	59° 12,77 10° 56,11
Vesterelva V	S 7	7	Kaianlegg som danner en liten bukt inn til FMV fra kanalsiden. Sort, H <sub>2</sub> S –luktende slam.	59° 12,86 10° 55,60

## 12.4 Resultater

### 12.4.1 Blåskjell

Blåskjell var markert forurenset av TBT og moderat forurenset av PAH og PCB (**Tabell 41, Figur 18**). Forurensningen av TBT er trolig knyttet til høy trafikk av fritidsbåter og fiskebåter i Papperhavnområdet. Innholdet av PCB var betraktelig lavere enn ved undersøkelser i 1995 (Berge 1997). Tidligere målinger av PCB i skjell fra Papperhavn (1989-95) har vist varierende verdier uten at det er funnet noen forklaring til svingningene. Det var lave verdier for bly og kadmium i skjellene.

**Tabell 41.** Innhold av miljøgifter i blåskjell fra Fredrikstadorrådet (Hvaler) i november 1999. Romertall i parentes markerer tilstandsklasse i henhold til SFTs klassifiseringssystem.

Variabel Enhet	Antall	TS %	Fett %	PAH µg/kg v.v.	KPAH µg/kg v.v.	PCB <sub>7</sub> µg/kg v.v.	TBT mg/kg t.v.	Pb mg/kg t.v.	Cd mg/kg t.v.
<b>Blåskjell:</b>									
St. B1 Papperhavn	50	18,6	2,02	66 (II)	8 (I)	5,1 (II)	1,31 (III)	0,54 (I)	0,89 (I)

### 12.4.2 Torsk

Torsk var moderat forurenset av PCB og kvikksølv. Konsentrasjonen av PCB var litt høyere enn hva som tidligere har vært registrert i torsk fra munningen av Vesterelva og like nord for Kjøkøy (Berge 1997). Også i den vestre del av Hvalerområdet er det tidligere påvist overkonsentrasjon av PCB i torskelever (Berge 1997). Konsentrasjonen av kvikksølv var høyere enn observert i torsk fra flere steder i Hvalerområdet i 1994 (Berge m.fl. 1996).

**Tabell 42.** Innhold av miljøgifter i torsk fra Fredrikstadorrådet i januar 2000. Romertall i parentes markerer tilstandsklasse i henhold til SFTs klassifiseringssystem. Verdier markert med 'mindre enn' (<) er lavere enn analysemetodens deteksjonsgrense.

Variabel Enhet	Ant.	TS %	Fett %	PCB <sub>7</sub> µg/kg v.v.	TE <sub>noPCB</sub> ng/kg v.v.	TE <sub>moPCB</sub> ng/kg v.v.	∑TE <sub>PCB</sub> ng/kg v.v.	Hg mg/kg v.v.	Pb mg/kg v.v.	Cd mg/kg v.v.
<b>Torsk, lever:</b>										
Fredrikstad (C)	20	45,7	30,5	1435 (II)	26,6	51,7	78,3		<0,03	0,02
<b>Torsk, filet:</b>										
Fredrikstad (C)	20	20,4						0,13 (II)		

### 12.4.3 Sedimenter

Sedimentet på de to vestlige stasjonene (st. S3 og S7) var finkornig, mens sedimentet lenger øst i den smale delen av Vesterelva var grovere og mer sandholdig (**Tabell 43**).

Sedimentene var generelt meget sterkt forurenset av TBT (tilstandsklasse V) og moderat til sterkt forurenset av PAH og PCB (tilstandsklasse II-IV). Forurensningen var sterkest på stasjon S6 sentralt i Vesterelva. Tatt i betraktning at denne stasjonen hadde lavt innhold av finstoff, som forurensningene i stor grad er bundet til, var nivåene svært høye. Det var lavest konsentrasjoner på st. S5 helt øst i Vesterelva. På denne stasjonen var sedimentet moderat forurenset av TBT (tilstandsklasse II).

Konsentrasjonene av metaller var generelt sett lave og tilsvarte ubetydelig til moderat forurensning (tilstandsklasse I-II). For bly og kobber var det høyere konsentrasjoner på stasjon S6 tilsvarende markert forurensning (tilstandsklasse III).

**Tabell 43.** Karakterisering av miljøtilstand i sedimenter fra Fredrikstad. Tilstanden er bedømt ut fra SFTs klassifiseringssystem (tilstandsklasser markert med romertall i parentes). Konsentrasjoner på tørrvektsbasis.

Variabel Enhet	Finstoff %	TOC mg/g	PAH µg/kg	PCB <sub>7</sub> µg/kg	TBT µg/kg	Hg mg/kg	Pb mg/kg	Cu mg/kg	Cd mg/kg
<b>Sedimenter:</b>									
St. S3, FMV	97	23 (II)	1360 (II)	14 (II)	659 (V)	0,35 (II)	34 (II)	88 (II)	0,34 (II)
St. S5, Vesterelva Ø	41	8 (I)	622 (II)	2 (I)	5 (II)	0,04 (I)	15 (I)	17 (I)	0,09 (I)
St. S6, Vesterelva	17	15 (I)	14948 (IV)	38 (III)	2147 (V)	0,14 (I)	208 (III)	313 (III)	0,13 (I)
St. S7, Vesterelva V	97	26 (II)	1018 (II)	11 (II)	137 (V)	0,28 (II)	31 (II)	80 (II)	0,45 (II)

## 13 Sammenligning mellom områdene

En sammenligning av konsentrasjoner av miljøgifter i organismer og sedimenter i de forskjellige havneområdene er gjort i **Figurene 19-24**. I figurene er konsentrasjonsnivåene sett i relasjon til SFTs klassifiseringssystem (kfr **Tabell 5**).

### 13.1 Blåskjell

Undersøkelser av miljøgifter i blåskjell er viktig både av hensyn til spørsmål om spiselighet og for overvåking av miljøgifter i miljøet. I overvåking er det av særlig betydning at opptak i skjellene kan representere nåtidige tilførsler og kan derfor avsløre aktive kilder.

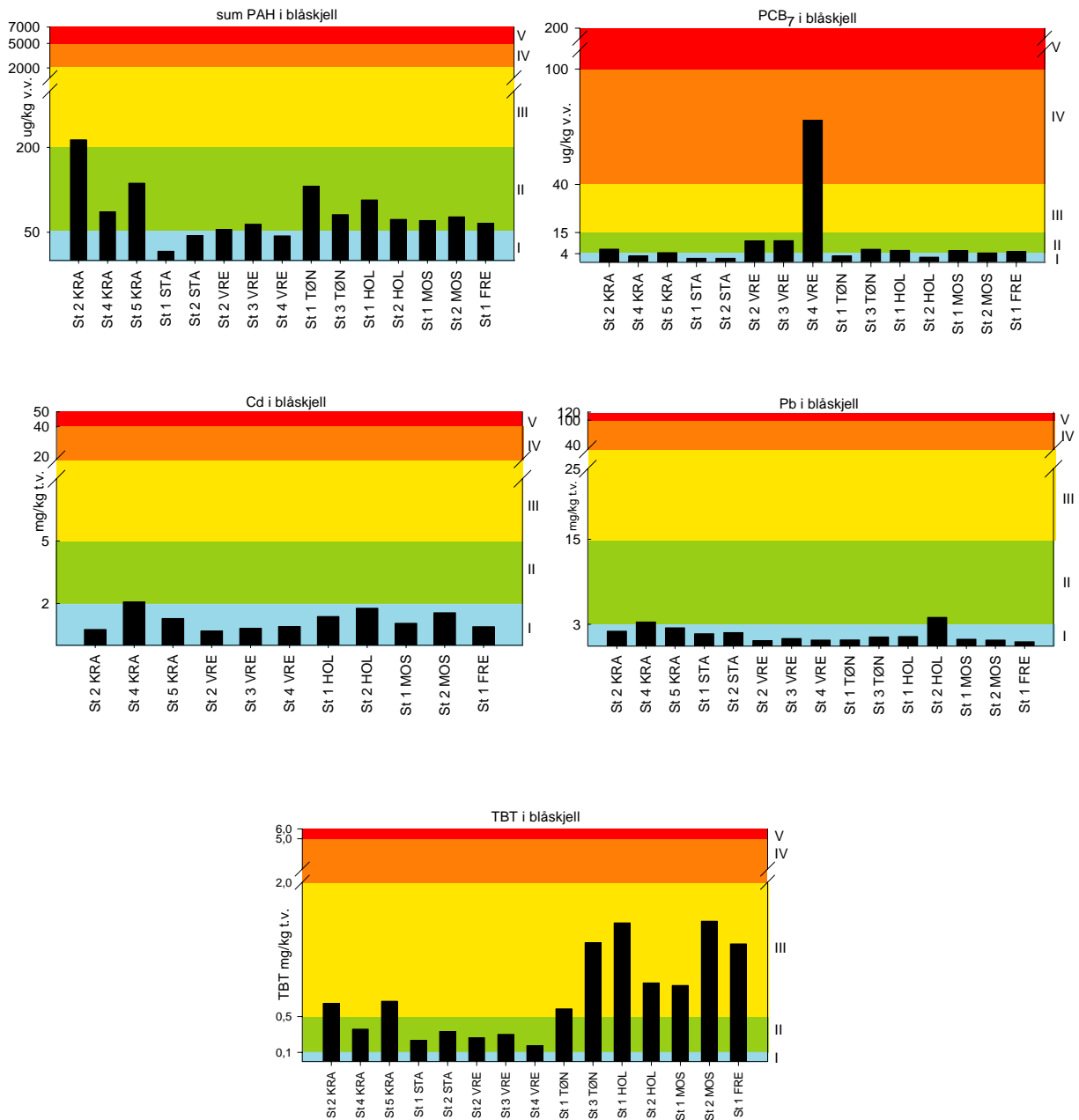
Forutsetningen for karakterisering av mulige kilder er at det finnes gode estimater for ”høyt bakgrunnsnivå”, dvs. det nivå som kan tilskrives diffuse tilførsler ved f.eks. atmosfærisk nedfall og havstrømmer. Høyt bakgrunnsnivå kan estimeres ut fra et tilstrekkelig antall observasjoner på referanselokaliteter og tilsvarer klasse I (ubetydelig- lite forurenset) i SFTs klassifiseringssystem.

For PCB er det tydelig overbelastning og tegn til en aktiv lokal kilde i Vrengnområdet (**Figur 19**). I de øvrige områdene har ikke undersøkelsene vist annet enn moderat tilleggsbelastning lokalt. Imidlertid må det tas forbehold om at antallet prøver har vært få og at mulige ”hot spots” derved ikke er blitt avdekket. På steder der man heller ikke har funnet spesielt høye konsentrasjoner i sedimentet skulle man likevel kunne være rimelig trygg på at eventuelle lokale kilder er små og har begrensede innflytelsesområder.

Det er også blitt funnet høye konsentrasjoner av PCB i blåskjell fra indre havn i Horten (FFI 2000).

PAH-analysene i skjell ga ingen indikasjoner på kilder utover den belastning som følger med kombinasjonen båttrafikk, avrenning fra urbaniserte og industrialiserte lokale nedbørfelter og husholdningsavløp (**Figur 19**). PAH-innholdet i skjell fra havneområder vil imidlertid variere betydelig både med intensiteten av båttrafikk (økt frekvens av små og episodiske tilførsler) og med den uregelmessige rytmen i utspyling av forurenset overvann. Med stor sannsynlighet vil det derfor fra tid til annen kunne registreres betydelig høyere PAH-innhold i skjell fra majoriteten av de undersøkte lokalitetene.

Skjellenes innhold av kadmium og bly har bare i få tilfeller overskredet Kl. I og da bare i ubetydelig grad (**Figur 19**).



**Figur 19.** Innhold av PAH, PCB<sub>7</sub>, Cd (kadmium), Pb (bly) og TBT i blåskjell fra havneområder på Østlandet vurdert etter SFTs klassifiseringssystem (Molvær m.fl. 1997).

Som nevnt kan ikke TBT-verdiene i skjell bedømmes i forhold til ”antatt høyt bakgrunnsnivå” da det mangler tilstrekkelig med data fra referanselokaliteter til at et slikt nivå har latt seg estimere. For TBT er klasse I i SFTs klassifiseringssystem (Molvær m.fl. 1997) istedet et estimat av den konsentrasjon i blåskjell som tilsvarer et lavt (ikke giftig) innhold i vann. Registreringen i dette prosjektet viser at skjellenes TBT-innhold overskrider denne grensen på samtlige prøvesteder (**Figur 19**). Noen steder, som i Tønsberg, Holmestrand, Papperhavn ved Fredrikstad og Mossesundet, må de funne konsentrasjonene (13-16 ganger klasse I) anses som

betenkelig høye i relasjon til de mest ømfintlige marine organismer. Slike nivåer i skjell reiser også spørsmålet om forurensning i fisk, som i dette henseende er lite studert. TBT er forbudt på småbåter (under 25m), mens utfasing i maling også for større båter har et perspektiv på minst 6-7 år (Berge og Knutzen 1999).

Innhold av det TBT-liknende stoffet trifenylytinn (TPhT) i blåskjell var generelt moderat til lavt og markert lavere enn TBT (resultater vist i Vedlegg E2). Også TPhT har vært brukt som begroingshemmende tilsetning i båt- og skipsmaling, men stoffet har også andre anvendelsesområder. Det er ingen opplysninger om bruk i Norge etter 1994 (Fjelldal 1994). Både utlekking fra skipsmaling og muligens tilførsel via atmosfærisk transport kan være eksisterende kilder (Knutzen m.fl. 2000).

## 13.2 Torsk

I torskelever ble det avdekket påvirkning av PCB i flere av undersøkelsesområdene. Det var høyest konsentrasjon i Vrengen og indre havn i Horten, etterfulgt av en gruppe lokaliteter med omlag lik grad forurensning (Tønsberg, ytre havn i Horten, Holmestrand, Hvitsten, Mossesundet, Fredrikstad) (**Figur 20**). Påvirkningen gjelder også for dioksinliknende PCB (non-orto PCB og mono-orto PCB). Omregnet til toksisitetsekvivalenter (TE) hadde disse et fordelingsmønster som var ganske likt PCB (**Figur 21**), med markert påvirkning i Vrengen og svak overkonsentrasjon i Tønsberg, Holmestrand og Hvitsten.

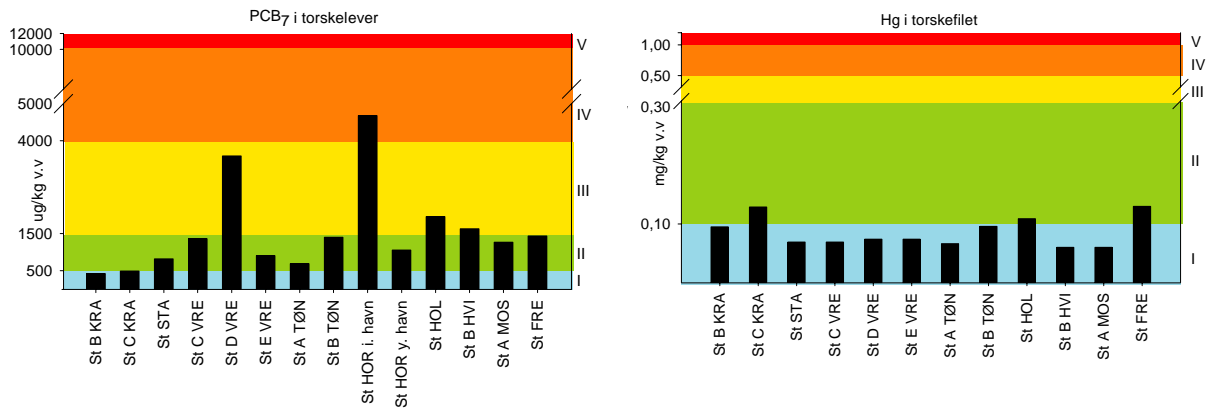
Generelt er det i Oslofjorden en regionalt betinget belastning av PCB. Denne gjør seg særlig gjeldende innenfor Drøbak (Knutzen m.fl. 2000), men kan spores ut til Færder (Green m.fl. 2001). I alle områdene må man regne med at dette gir utslag på innholdet av PCB i lever, men lokal påvirkning vil allikevel være synlig i form av økt konsentrasjon der dette forekommer.

I mange tilfeller har det vært vanlig å normalisere PCB-verdiene i lever for fettinnhold når det foretas sammenligninger mellom områder. Det er imidlertid ingen enkel proporsjonal sammenheng mellom innhold av PCB og leverens fettinnhold (Knutzen og Green 2001). Omregnet til fettbasis peker torsk fra Vrengen seg ut som mest belastet med PCB, men det blir større variasjon mellom områdene enn for PCB-verdier på våtvektsbasis.

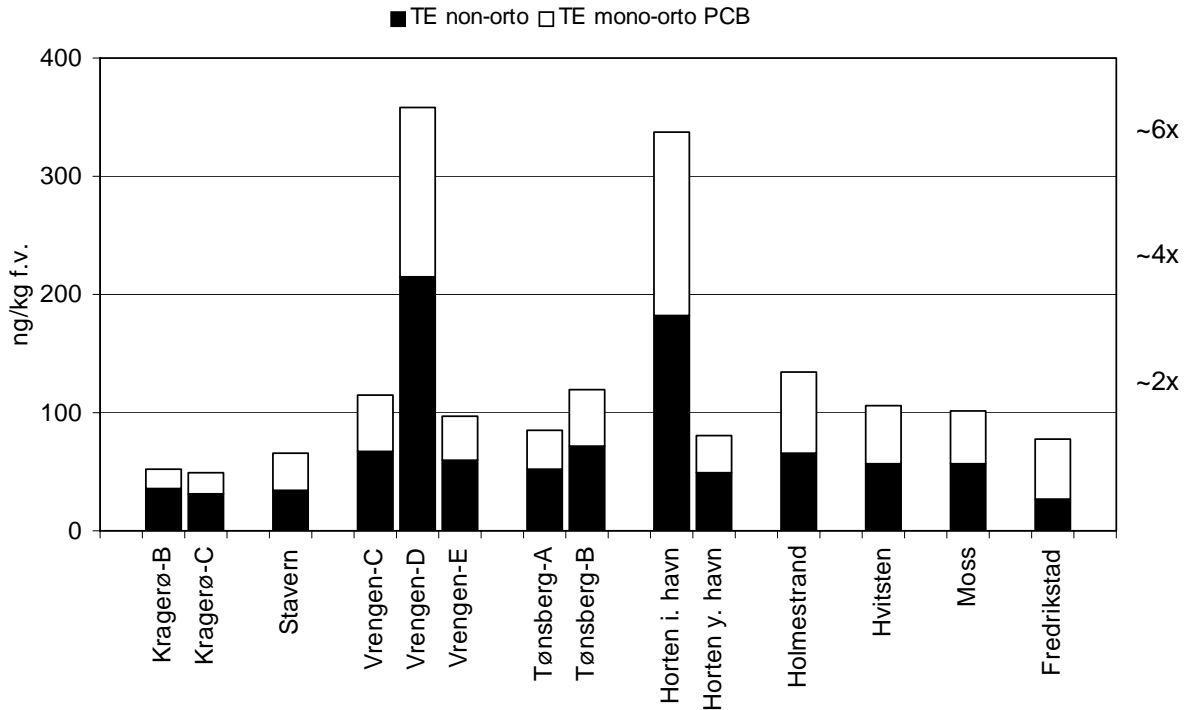
Ikke noe sted ble det registrert spesielt høyt innhold av kvikksølv i torsk (**Figur 20**).

Innholdet av bly og kadmium i torskelever var normalt, med unntak for bly i torsk fra Holmestrand. Det er ikke kjent noen lokale blykilder eller avdekket blyforurensning i området som kan forklare det tilsynelatende forhøyede innhold av bly i torsk.





**Figur 20.** Innhold av PCB<sub>7</sub> i torskelerver og kvikksølv (Hg) i torskfilet fra havneområder på Østlandet vurdert etter SFTs klassifiseringssystem (Molvær m.fl.1997)

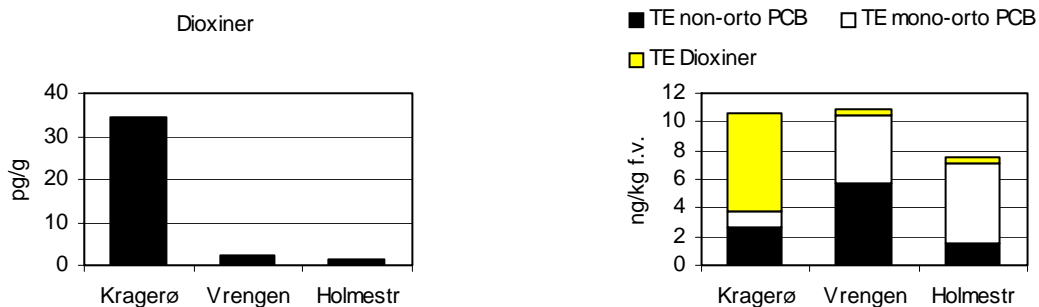


**Figur 21.** Innhold av toksisitetsekivalenter av non-orto PCB og mono-orto PCB i torskelerver fra havneområder på Østlandet. Overkonsentrasjoner i forhold til antatt bakgrunnsnivå er angitt.

### 13.3 Ål

Analysene av dioksiner i ål viste at Kragerøområdet var mest influert, mens det var svært lavt innhold av dioksiner i de andre områdene (**Figur 22**). Påvirkningen i Kragerøområdet bekrefter trolig den vedvarende innflytelsen fra tidligere store utslipp fra Hydro Porsgrunns magnesiumfabrikk til Frierfjorden (inntil 1990) og transport sydover langs Skagerrakkysten.

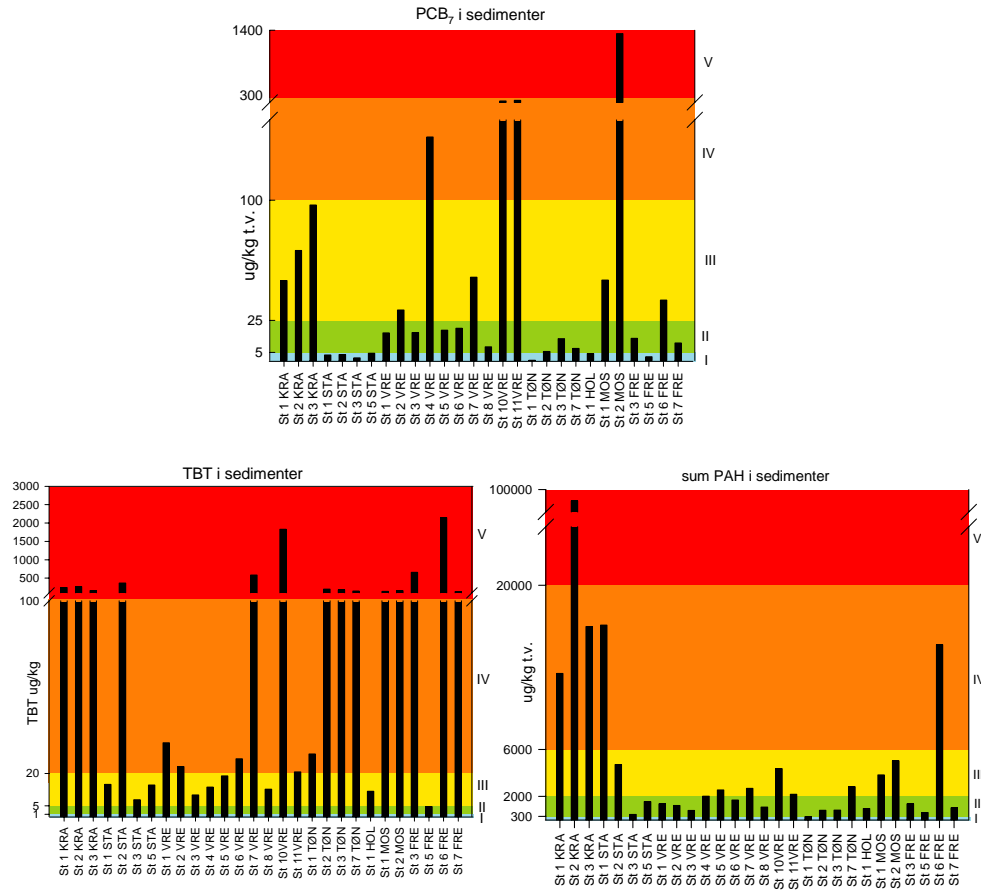
Analysene av dioksinliknende PCB viste at det var størst innflytelse i Vrengen og noe lavere i Holmestrand (**Figur 22**). Dette resultatet overensstemmer med resultatene for torsk.



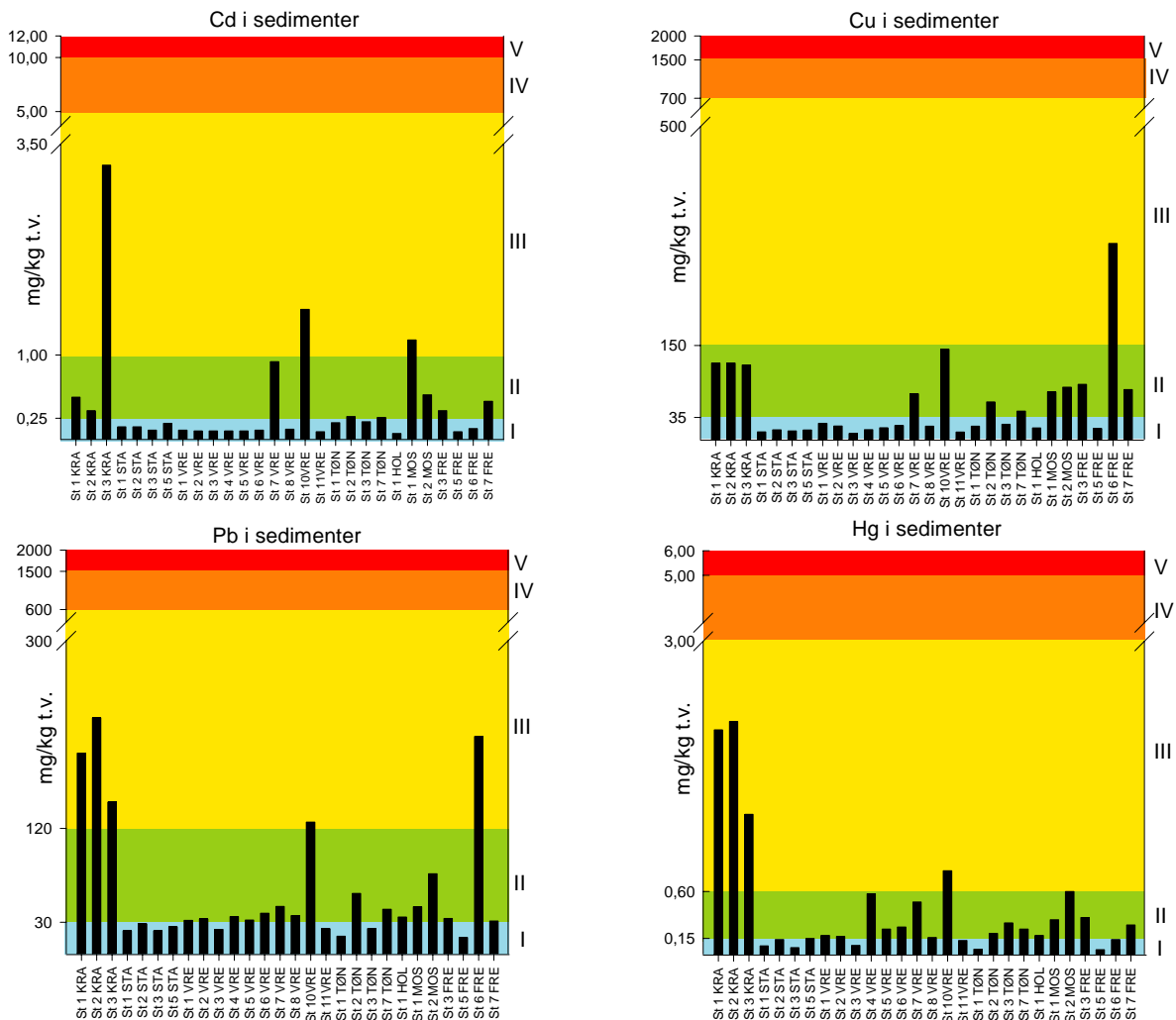
**Figur 22.** Innhold av dioksiner (PCDD/PCDF) og sum av toksisitetsekvivalenter for dioksiner og non-orto og mono-orto PCB i ålefilet fra havneområder i Kragerø, Vrengen og Holmestrand.

### 13.4 Sedimenter

En sammenligning av innholdet av utvalgte miljøgifter i de forskjellige havneområdene er vist i **Figur 23** og **Figur 24**. Det var betydelige forskjeller mellom områdene. For PCB er det Kragerø, Vrengen og Moss, særlig de to sistnevnte, som skiller seg ut. Den desidert høyeste PCB-konsentrasjonen ble påvist i Mossesundet. TBT -innholdet var gjennomgående høyt. Alle områdene hadde en eller flere stasjoner hvor sedimentet måtte karakteriseres som meget sterkt forurenset med hensyn på TBT, bortsett fra Holmestrand. Det er imidlertid påvist høye konsentrasjoner av TBT i Holmestrand i tidligere undersøkelser. Enkeltvis skilte særlig sedimentet fra en stasjon i Vrengen og en i Fredrikstad seg ut. Med hensyn på PAH var det særlig Kragerøområdet, en stasjon i Stavern samt sedimentet i Vesterelva i Fredrikstad som skilte seg ut med de høyeste verdiene.



**Figur 23.** Innhold av PCB<sub>7</sub>, TBT og PAH i overflatesedimenter (0-2 cm) fra havneområder på Østlandet vurdert etter SFTs klassifiseringssystem (Molvær m.fl.1997).



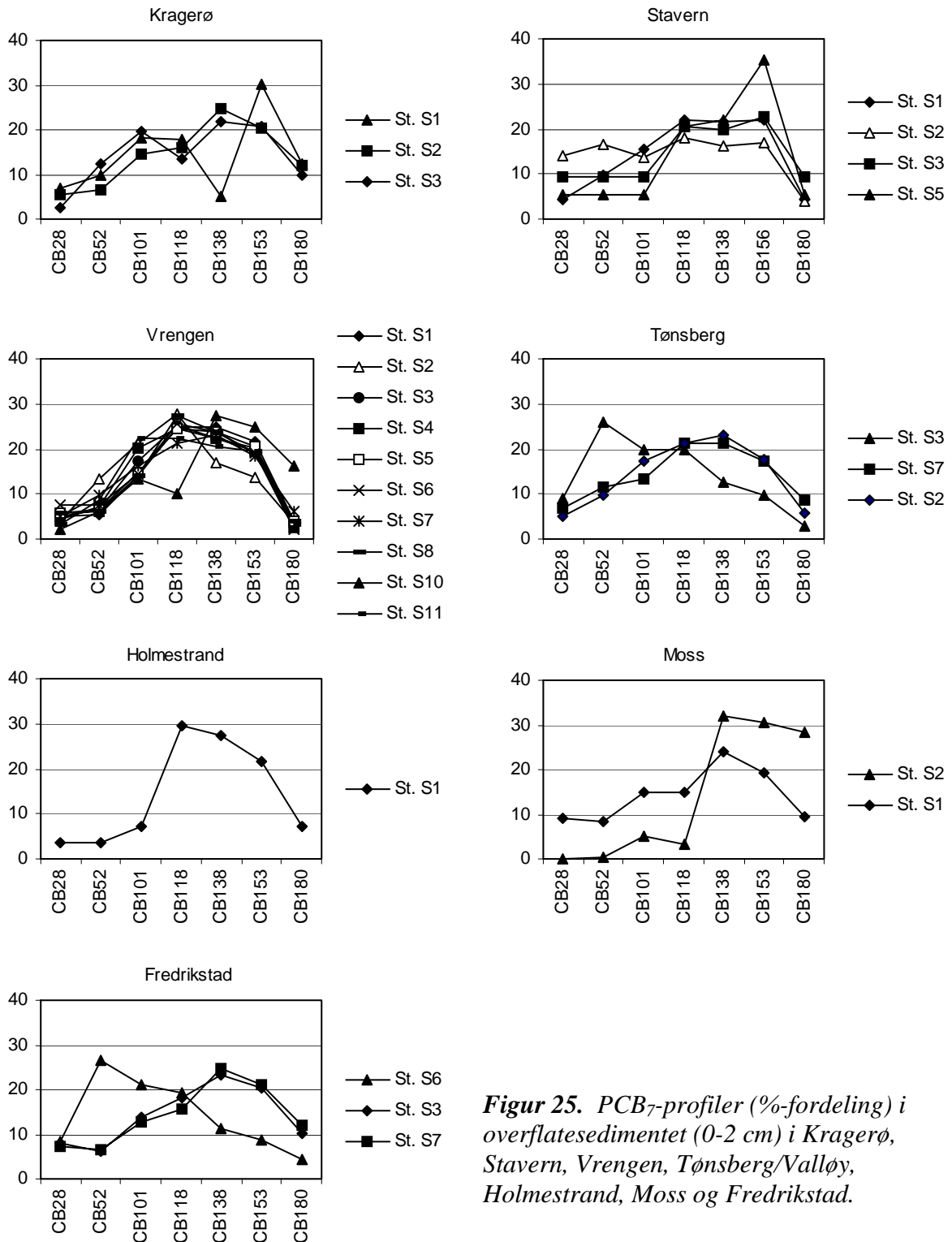
**Figur 24.** Innhold av kadmium (Cd), kobber (Cu), bly (Pb) og kvikksølv (Hg) i overflatesedimenter (0-2 cm) fra havneområder på Østlandet vurdert etter SFTs klassifiseringssystem (Molvær m.fl. 1997).

I en sammenligning av innholdet av metallene kadmium, kobber, bly og kvikksølv er det Kragerø, Vrengen og Mossesundet som skiller seg ut med høye enkeltverdier av kadmium og bly. For kvikksølvs vedkommende er det i hovedsak Kragerø som skiller seg ut mens det for kobber er stasjonen i Vesterelva i Fredrikstad.

I vurderingene av metallforurensningen skal man imidlertid være klar over at på ingen av lokalitetene ble det målt høyere konsentrasjoner for noen av metallene enn svarende til markert forurenset sediment, dog var kadmium nær nedre grense for sterkt forurenset i sedimentet fra en stasjon i Kragerø. Metallforurensningen sett under ett er derfor av betydelig mindre omfang enn forurensningen av de organiske, inklusive metallorganiske, miljøgiftene.

### 13.5 PCB<sub>7</sub>-profiler i sedimentet

Kongenerfordelingen av PCB<sub>7</sub> i sedimentet i de forskjellige havnene viste betydelige forskjeller mellom områdene, tildels også innenfor det enkelte området (**Figur 25**). Det siste viser at innenfor et havneområde kan det være flere aktuelle kilder. En direkte sammenligning mellom sedimentprofil og kildeprofil er vanskelig idet de forskjellige kongenerne har forskjellige fysiske/kjemiske egenskaper og dermed opptrer forskjellig i en sjøresipient. I tillegg vil en påvirkning på sedimentet fra flere kilder medføre en "gjennomsnittprofil" som ytterligere vanskeliggjør en enkel tilbakesporing til punktkildene. Enkelte kommentarer kan imidlertid gis. Stasjonene i Kragerø (særlig stasjon 3) og stasjon 10 i Vrengen (Mågerøy marina) hadde en profil som er oppgitt i SFT-rapport (Konieczny og Mouland 1997) til å være en "malingsprofil". Resten av stasjonene i Vrengenområdet har en profil med en mere "Gausskurve"-lignende fordeling av enkeltkongenerene. Profilen er rimelig samsvarende med den som framkommer fra analyser av grunnen rundt Kjemiservice (Skei m.fl. 2000). Profilen for stasjon 3 i Tønsberg og stasjon 6 i Fredrikstad samsvarer med det SFT (Konieczny og Mouland 1997) betegner som en "hydraulikk"-profil.



**Figur 25.** PCB<sub>7</sub>-profiler (%-fordeling) i overflatesedimentet (0-2 cm) i Kragerø, Stavern, Vrengen, Tønsberg/Valløy, Holmestrand, Moss og Fredrikstad.

## **14 Mulige helsemessige effekter av konsum av fisk og skalldyr**

Fisk og skalldyr tar opp miljøgifter fra byttedyr og omgivelsene, og mennesker får i seg miljøgifter gjennom maten som spises. Miljøgifter er uønsket i matvarer, men med dagens avanserte analysemetodikk vil vi finne ulike mengder av en eller flere slike stoffer i alle matvarer. Ekspertkomitéene, Joint Expert Committee on Food Additives and Contaminants (JECFA) nedsatt av FAO og WHO og EUs Scientific Committee for Food (SCF), fastsetter tolerabelt ukentlig inntak (TWI) for ulike miljøgifter basert på eksperimentelle resultater fra forsøksdyr, epidemiologi og andre vitenskapelige studier. Ved fastsettelse av TWI tas det utgangspunkt i at stoffenes kritiske effekter først opptrer ved overskridelse av en viss doseterskel. Dette ukeinntaket skal en person kunne få i seg hver uke gjennom hele livet uten at det medfører helseskader.

For miljøgifter hvor det ikke foreligger en doseterskel, for eksempel stoffer med gentoksiske effekter (som PAH), benyttes andre modeller for å vurdere helseskade. Slike vurderinger resulterer ofte i ekspertanbefalinger om at inntaket skal være så lavt som rimelig mulig.

### **14.1 Grenseverdier**

EU har vedtatt nye grenseverdier for bly, kadmium og dioksiner i næringsmidler. Norge skal innføre de samme grenseverdiene i løpet av 2002. EU har foreløpig ikke fastsatt grenseverdier for dioksinliknede PCB. Disse stoffene skal inkluderes i regelverket innen utgangen av 2004. Det er fastsatt grenseverdier for matvarer som har betydning for inntaket av bly, kadmium og dioksiner gjennom kostholdet, deriblant fisk og skjell.

Ingen av resultatene i undersøkelsen overskred de nye grenseverdiene for tungmetaller i sjømat, men ål fra Kragerø overskred EUs grenseverdi for dioksiner i fisk.

### **14.2 Kostholdsråd**

Underarbeidsgruppen for miljøgifter i SNTs vitenskapelige komité utfører risikovurdering av resultatene fra miljøgiftundersøkelser langs norskekysten kombinert med data om norske spisevaner. På bakgrunn av deres anbefalinger gir SNT kostholdsråd hvis en matvare kan gi helsemessig betydelige bidrag til tolerabelt ukeinntak og/eller når de overskrider fastsatte grenseverdier. Inntaket av miljøgifter kommer fra flere kilder, og det kan ikke aksepteres at hele det tolerable ukeinntaket fylles opp av en enkelt matvare som for eksempel et krabbe- eller skjellmåltid.

Avgrensningene for områdene er satt i samråd med lokale myndigheter. De er fastsatt ut fra analyseresultatene i undersøkelsene samtidig som det er forsøkt å ta hensyn til hva som er praktisk ut fra lokal geografi.

### **14.3 Dioksiner og PCB**

Dioksiner og PCB er fettløslige og finnes derfor hovedsakelig i fett fra fisk og pattedyr. Dioksiner kan ha flere forskjellige virkninger i kroppen. De viktigste etter lang tids eksponering for små mengder er endringer i immunforsvaret, endringer i forplantningsevnen, utvikling av kreft og endringer i hormonbalansen.

I år 2000 og 2001 har det vært høy aktivitet i ekspertgrupper i EU, WHO og JECFA som har vurdert helserisiko knyttet til inntaket av dioksiner og dioksinliknende PCB. Konklusjonen fra disse vurderingene er en reduksjon av tolerabelt ukentlig inntak (TWI). Situasjonen i dag er at et gjennomsnittlig norsk kosthold vil gi inntak av dioksiner/PCB i befolkningen på omtrent samme nivå som ny TWI.

Det er viktig å merke seg at TWI ikke gir uttrykk for en nedre grense for helseskadelig virkning, men at det er en beregning av helsemessig trygg eksponering. Det betyr at en overskridelse av TWI ikke nødvendigvis vil føre til økt helserisiko, men at slike eksponeringer reduserer sikkerhetsmarginen som er innbygget ved beregningen av TWI.

Fiskelever inneholder mye fett og har evnen til å akkumulere organiske miljøgifter. Det er vanlig å finne forholdsvis høye konsentrasjoner av PCB i fiskelever selv fra antatt uforurensede områder. Lever fra fisk fanget i havner og fjorder i nærheten av lokal industri vil ofte ha høye PCB-nivåer, og den bør ikke spises. I lys av at det er anbefalt en reduksjon av inntaket av PCB er det viktig at befolkningen ikke spiser fiskelever fra kjente forurensede områder.

#### **14.4 PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner - tjærestoffer)**

PAH består av en rekke enkeltforbindelser, hvorav noen er påvist å være kreftfremkallende. De kreftfremkallende PAH-forbindelsene (KPAH) regnes for å være gentoksiske karsinogener. All forekomst er da i utgangspunktet uønsket. PAH oppkonsentreres i blant annet blåskjell. Mange dyregrupper, inkludert fisk, har imidlertid evne til å bryte ned og skille ut PAH. Det er derfor ikke noen sterk tendens til oppkonsentrasjon i næringskjeden. Benzo(a)pyren (B(a)P) har vært mye brukt som indikatorsubstans for PAH. B(a)P er kjent som en av de mest karsinogene PAH-forbindelsene. Den forekommer alltid i komplekse prøver av PAH, og er relativt enkelt å analysere med høy følsomhet.

Underarbeidsgruppen for miljøgifter har utarbeidet en ny risikovurdering av PAH i skjell basert på nye publiserte forskningsresultater. Anbefalt maksimumsgrense for total PAH i skjell er satt til 175 mikrogram/kg og anbefalt maksimumsgrense for BaP er foreslått å være 3,5 mikrogram/kg. Dette er en reduksjon i forhold til tidligere anbefalinger.

#### **14.5 Kostholdsråd som følge av undersøkelsen**

##### **14.5.1 Kragerø**

Konsum av ål i Kragerø havn fanget innenfor Nepa–Furuholmen–Bærøy–Malmhella frarådes.

Konsum av skjell i Kragerø havn fanget innenfor Nepa–Furuholmen–Øya–Midfjordskjær–Malmhella frarådes.

##### **14.5.2 Tønsberg/Vrengen**

Konsum av fiskelever fanget i indre del av Tønsbergfjorden innenfor sydspissen av Veierland via Tønsberg havn til sydspissen av Husøy frarådes. Dessuten frarådes konsum av fiskelever, ål og skjell fanget i Vrengen. Dette området avgrenses av rette linjer fra Tokneskilen på



Nøtterøy til nordspissen av Veierland, fra sydspissen av Veierland til Svelvik på Tjøme og fra nordspissen av Mågerøy til Nøtterøy.

### **14.5.3 Horten, Holmestrand, Hvitsten og Moss**

Konsum av fiskelever fanget i Oslofjorden innenfor Horten og Jeløya frarådes. Dette er en utvidelse av eksisterende kostholdsråd for indre Oslofjord. Det er målt spesielt høye konsentrasjoner i indre Horten havn.

Fiskefilet fra de aktuelle områdene kan trygt spises, siden de aktuelle miljøgiftene i hovedsak samles opp i fiskens lever.

## 15 Litteraturliste

- Ahlborg, U.G., H. Håkansson, F. Wærn og A. Hanberg, 1988. «Nordisk dioxinrisk bedømming», Nordisk Ministerråd. *Rapport Nord 1988:49*.
- Ahlborg, U. G., A. Hanberg and K. Kenne, 1992. Risk assessment of polychlorinated biphenyls (PCBs). Nordisk Ministerråd, København. *Rapport Nord 1992:26*.
- Atuma, S., C.-E. Linder, A. Bergh, A. Wicklund-Glynn, Ö. Andersson and H. Johnsen, 1996. Levels of selected coplanar PCBs in fish from the Swedish water environment. Dioxin '96 - Proceedings of the 16<sup>th</sup> international symposium on chlorinated dioxins, PCBs and related compounds, Amsterdam, 28: 187-190.
- Atuma, S., A. Bergh, L. Hansson, A. Wicklund-Glynn and H. Johnsen, 1998. Non-ortho PCB levels in various fish species from East and West coast of Sweden. *Chemosphere*, 37: 2451-2457.
- Bakke, T., J. Knutzen og K. Kvalvågnes 1986. Syrebek-deponi ved raffineriet på Valløy. Effekter av deponiet på sjøområdet utenfor og vurdering av aktuelle tiltak. *NIVA rapport l.nr. 1840, 23s.*
- Berg, V., G. S. Eriksen og P. E. Iversen, 1997. Forslag til strategi for kartlegging av miljøgifter i marine organismer i norske havner og fjorder. *Statens Næringsmiddeltilsyn, Oslo. SNT-rapport 10, 1997, 25 s.*
- Berge, J.A., 1997. Undersøkelser av miljøgifter i blæretang, blåskjell og torsk fra Hvalerområdet i forbindelse med storflommen i Glomma i 1995. *SFT overvåkingsrapport nr 706/97. NIVA rapport l.nr. 3659, 45 s.*
- Berge, J.A., 1999. Miljøovervåking i Larviksfjorden 1998. Miljøgifter i fisk, krabbe og blåskjell. *NIVA rapport l.nr. 4033, 67 s.*
- Berge, J.A., E.M. Brevig, A. Godal og L. Berglind, 1996. Overvåking av Hvaler-Singlefjorden og munningen av Iddefjorden 1990-1994. Miljøgifter i organismer 1994. *SFT overvåkingsrapport nr. 651/96. NIVA rapport l.nr. 3443, 146 s.*
- Berge, J.A. og J. Knutzen, 1999. TBT (tributyltinn) og andre tinnorganiske stoffer – effekter og nivåer. *Vann 3/1999: 673-687.*
- FFI, 2000. Kartlegging av forurensning i indre havn, Horten. *Forsvarets forskningsinstitutt. FFI/rapport-2000/02206, 161 s.*
- Fjelldal, J.C., 1994. Materialstrømanalyse av tinnorganiske forbindelser. *SFT-rapport TA 1046/94, 43 s.*
- Green, N.W., K. Hylland og M. Walday, 2001. Joint Assessment and Monitoring Programme (JAMP). National Comments regarding the Norwegian Data for 1999. *SFT overvåkingsrapport nr. 812/01. NIVA rapport l.nr. 4335, 181 s.*

- IARC 1987. IARC monographs on evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. Overall evaluation of carcinogenicity: An updating of IARC Monographs Volumes 1-42. Supp. 7. International Agency for Research on Cancer, Lyon, France.
- Knutzen, J., 1995. Summary report on levels of polychlorinated dibenzofuranes/dibenzo-p-dioxins and non-ortho polychlorinated biphenyls in marine organisms and sediments in Norway. *SFT overvåkingsrapport nr. 618/95. NIVA rapport l.nr. 3317, 19 s.*
- Knutzen, J. og N.W. Green, 1995. "Bakgrunnsnivåer" av miljøgifter i fisk, blåskjell og reker. Data fra utvalgte norske prøvesteder innen den felles overvåking under Oslo-Paris-kommisjonene (Joint Monitoring Programme- JMP) 1990-1993. *SFT overvåkingsrapport nr. 594/95. NIVA rapport l.nr. 3302, 106s.*
- Knutzen, J. og N.W. Green, 2001. Joint Assessment and Monitoring Programme. "Bakgrunnsnivåer" av miljøgifter i fisk og blåskjell basert på datamateriale fra 1990-1998. *SFT overvåkingsrapport nr 820/01. NIVA rapport l.nr. 4339, 145 s.*
- Knutzen, J. og K. Hylland, 1998. Miljøovervåking i Sandefjordsfjorden og indre Mefjorden 1997-1998. Delrapport 3. Miljøgifter og effekter i fisk og skalldyr. *SFT overvåkingsrapport nr. 745/98. NIVA rapport l.nr. 3934, 76 s.*
- Knutzen, J., L. Berglind og E. Brevik, 1995. Sonderende undersøkelser i norske havner og utvalgte kystområder. Klororganiske stoffer og tributyltinn (TBT) i blåskjell 1993-1994. *SFT overvåkingsrapport nr.610/95. NIVA rapport l.nr. 3296, 79 s.*
- Knutzen, J., G. Becher, Aa. Biseth, B. Bjerkeng, E.M. Brevik, N.W. Green, M. Schlabach og J.U. Skåre, 1999a. Overvåking av miljøgifter i Grenlandsfjordene 1997. *SFT overvåkingsrapport nr. 772/99. NIVA rapport l.nr. 4065, 195 s.*
- Knutzen, J. (red.), E. Fjeld, K. Hylland, B. Killie, L. Kleivane, E. Lie, T. Nygård, T. Savianova, J.U. Skåre og K.J. Aanes, 1999b. Miljøgifter og radioaktivitet i norsk fauna – inkludert Arktis og Antarktis. *Utredning for DN 1999-5. Direktoratet for naturforvaltning, Trondheim, 235 s.*
- Knutzen, J., E.M. Brevik, N.A.H. Følsvik og M. Schlabach, 2000. Overvåking i indre Oslofjord. Miljøgifter i organismer 1997-1998. *Rapport nr. 76 fra Fagrådet for vann- og avløpsteknisk samarbeid i indre Oslofjord. SFT overvåkingsrapport nr. 784/99. NIVA rapport l.nr. 4126, 89 s.*
- Knutzen, J., B. Bjerkeng, N.W. Green, A. Kringstad, M. Schlabach og J.U. Skåre, 2001. Overvåking av miljøgifter i fisk og skalldyr fra Grenlandsfjordene 2000. *Rapport innen Statlig program for forurensningsovervåking. SFT overvåkingsrapport nr. 835/01. NIVA rapport l.nr. 4452, 230 s.*
- Konieczny, R.M. 1996. Sonderende undersøkelser i norske havner og utvalgte kystområder. Fase 3: Miljøgifter i sedimenter på strekningen Ramsund-Kirkenes. *SFT overvåkingsrapport nr. 608/95. NIVA rapport l.nr. 34231, 117 s.*
-

- Konieczny, R.M. og A. Juliussen, 1995a. Sonderende undersøkelse i norske havner og utvalgte kystområder. Fase I. Miljøgifter i sedimenter på strekningen Narvik-Kragerø. *SFT overvåkingsrapport nr. 587/94. NIVA rapport l.nr. 3275, 185 s.*
- Konieczny, R.M. og A. Juliussen, 1995b. Sonderende undersøkelse i norske havner og utvalgte kystområder. Fase 2. Miljøgifter i sedimenter på strekningen Stavern-Hvitsten. *SFT overvåkingsrapport nr. 588/94. NIVA rapport l.nr. 3365, 109 s.*
- Konieczny, R.M. og L. Mouland 1997. Tolkning av PCB-profiler og beregning av totalt PCB-innhold i marine sedimenter. *SFT rapport TA 1497/1997, 48s.*
- Ljosland, H., 1996. Miljøgifter i marine organismer. Gradient- og profilanalyse av PCB, OCS og HCB i sandflyndre og taskekrabbe langs Skagerrakkysten. *Diplomoppgave ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitetet (NTNU) høsten 1996. Manuskript, 78 s.*
- Miljøplan 1990. Resipientundersøkelse i Larviksfjorden 1989. *Prosj.nr. P89-045, 181s.*
- Molvær J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei og J. Sørensen, 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. *SFT's veiledning 97:03. TA nr.1467/1997. 36 s.*
- Natur og Miljø nr. 1. 1998. PCB i Norge.
- Norges Naturvernforbund, 1999. Den store giftjakta 1998. PCB forbudt, men fortsatt en del av livet kysten Kristiansund – Oslo – Fredrikstad. *Norges Naturvernforbund, Rapport, juni 1999. Oslo, 45 s.*
- Noteby 1992. Stabil Alna malingfabrikk, Hvitsten. Forurensninger i grunnen. Spredning til sjø, kartlegging og vurdering. *Noteby-rapport nr. 43168-1.*
- Noteby 1995. Stabil fabrikk, Hvitsten. Prøvetaking grunnvann og bunnsedimenter. Datarapport. *Noteby-rapport nr. 43168-2.*
- Næs, K., J. Knutzen, J. Håvardstun, T. Kroglund, M.C. Lie, J.A. Knutsen og M.L. Wiborg, 2000. Miljøgiftundersøkelse i havner på Agder 1997-1998. PAH, PCB, tungmetaller og TBT i sedimenter og organismer. *SFT overvåkingsrapport nr 799/00. TA-nr 1728/2000. NIVA rapport l.nr. 4232.*
- Oehme, M., J. Klungsøyr, Aa. Biseth and M. Schlabach, 1994. Quantitative determination of ppq-ppt levels og polychlorinated dibenzo-p-dioxin and dibenzofurans in sediments from the Arctic (Barents Sea) and the North Sea. *Anal. Meth. Instr. 1: 153-163.*
- Schlabach, M., Aa. Biseth, H. Gundersen and M. Oehme, 1993. On-line GPC/carbon clean up method for determination of PCDD/F in sediment abs sewage sludge samples. *Organohalogen Compounds 11:71-74.*

Schlabach, M., Aa. Biseth, H. Gundersen and J. Knutzen, 1995. Congener specific determination and levels of polychlorinated naphthalens in cod liver samples from Norway. *Organohalogen Compounds* 24:489-492.

Skei, J., B. Havik og K. Rudolph-Lund, 2000. Kartlegging av potensielle PCB-kilder på industriområdet til KjemiService a.s. ved Kjøpmannsskjær. Fase 1. Kartlegging av PCB i grunnen. *NIVA rapport l.nr. 4293*.

Van den Berg, M.L. Birnbaum, A.T.C. Bosveld, B. Brunström, P. Cook, M. Feeley, J.P. Giesy, A. Hanberg, R. Hasegawa, S.W. Kennedy, T. Kubiak, J.C. Larsen, F.X. Rolaf fan Leeuwen, A.K. Djen Liem, C. Nolt, R.E. Peterson, L. Poellinger, S. Safe, D. Schrenk, D. Tillitt, M. Tysklind, M. Younes, F. Wærn and T. Zacharewski, 1998. «Toxic Equivalency Factors (TEFs) for PCBs, PCDDs, PCDFs for Humans and Wildlife». *Environ. Hlth Perspect.*, Vol. 106, nr 12, December 1998.

Walday, M. og T. Kroglund, 2001. Overvåking av NOAH-Langøya 2000 – Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell. *NIVA rapport l.nr. 4404, 44 s.*

Walday, M., J.A. Berge og N. Følsvik, 1997. Imposex og nivåer av organotin hos populasjoner av purpursnegl (*Nucella lapillus*) i Norge. *SFT overvåkingsrapport nr 694/97. NIVA rapport l.nr. 3665, 28 s.*

Walday, M., E. Oug og T. Kroglund, 2000. Overvåking av NOAH-Langøya 1999 – Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell. *NIVA rapport l.nr. 4238, 34 s.*

## Vedlegg A. Oversikt over innsamlingssteder og analysevariable for hver havn

KF = kornfordeling, TTS = totalt tørrstoff

Område	Medium	Stasjon	Beskrivelse	Analysevariable
<b>Kragerø</b>	Sediment	KRA 1	Basseng mellom Kragerø, Furuholm, Tåtø	KF, TTS, TOC, Cd, Cu, Hg, Li, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
		KRA 2	Havneområdet	KF, TTS, TOC, Cd, Cu, Hg, Li, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
		KRA 3	Syd av Stilnestangen	KF, TTS, TOC, Cd, Cu, Hg, Li, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
	Blåskjell	st.2	Nordsiden av Øya	TTS, Fett-%, Cd, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
		st.4	Vestsiden av Skåtøy	TTS, Fett-%, Cd, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
		st.5	På fastlandet nord for Furuhl	TTS, Fett-%, Cd, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
	Torsk	område C	Øst av Øya	TTS, Hg
		-filét område B	Sauøy og Gumøy	TTS, Hg
	Torsk	område C	Øst av Øya	TTS, Fett-%, Cd, Pb, PCBer, HCBer
		-lever område B	Sauøy og Gumøy	TTS, Fett-%, Cd, Pb, PCBer, HCBer
	Ål-filét	område C	Ved holmer øst av Øya	TTS, Fett-%, PCBer, HCBer, Dioxiner
<b>Stavern</b>	Sediment	STA 1	Sund Stavern og Stavernsø	KF, TTS, TOC, Cd, Cu, Hg, Li, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
		STA 2	Kaiområdet	KF, TTS, TOC, Cd, Cu, Hg, Li, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
		STA 3	Havneområdet	KF, TTS, TOC, Cd, Cu, Hg, Li, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
		STA 5	Utløp i øst	KF, TTS, TOC, Cd, Cu, Hg, Li, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
	Blåskjell	st. 1	Østre del av havn	TTS, Pb, Hg, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
		st. 2	Sydlig del av havn	TTS, Pb, Hg, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
	Torsk	sentrum	Hele østlige del av havneområdet	TTS, Hg
		-filét		
	Torsk	sentrum	Hele østlige del av havneområdet	TTS, Fett-%, Cd, Pb, PCBer, HCBer,
		-lever		
<b>Vrengen</b>	Sediment	VRE 1	øst av Ravnø	KF, TTS, TOC, Cd, Cu, Hg, Li, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
		VRE 2	Vest av Vrengensundet	KF, TTS, TOC, Cd, Cu, Hg, Li, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
		VRE 3	Vestre ende av sundet	KF, TTS, TOC, Cd, Cu, Hg, Li, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
		VRE 4	I sundet	KF, TTS, TOC, Cd, Cu, Hg, Li, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
		VRE 5	I sundet	KF, TTS, TOC, Cd, Cu, Hg, Li, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
		VRE 6	Østre ende av sundet	KF, TTS, TOC, Cd, Cu, Hg, Li, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
		VRE 7	Østre ende av sundet, i bukt på Tjøme	KF, TTS, TOC, Cd, Cu, Hg, Li, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
		VRE 8	Øst for Vrengensundet, nordøstpynten av Mågerøy	KF, TTS, TOC, Cd, Cu, Hg, Li, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
		VRE 10	Østre ende av sundet, i bukt på Tjøme	KF, TTS, TOC, Cd, Cu, Hg, Li, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
		VRE 11	I sundet, bukt på Nøtterøssiden	KF, TTS, TOC, Cd, Cu, Hg, Li, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
		Blåskjell	st. 2	I bukt på Nøtterø, syd for Håø
	st. 3		I sundet nær Kjemiservice	TTS, Fett-%, Cd, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
		st. 4	Østenden av sundet	TTS, Fett-%, Cd, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer

Miljøgiftundersøkelse i havner i Telemark, Vestfold, Akershus og Østfold 1999  
(TA-1885/2002/NIVA 4568-2002)

Område	Medium	Stasjon	Beskrivelse	Analysevariable
Tønsberg	Torsk	område C	Tønsbergfj. vest av Ravnøy	TTS, Hg
	-filét	område D	Vrengensundet	TTS, Hg
		område E	Øst for Vrengensundet, nordøstpynten av Mågerøy,	TTS, Hg
	Torsk	område C	Tønsbergfj. vest av Ravnøy	TTS, Fett-%, PCBer, HCBer
	-lever	område D	Vrengensundet	TTS, Fett-%, Cd, Pb, PCBer, HCBer
		område E	Øst for Vrengensundet, nordøstpynten av Mågerøy,	TTS, Fett-%, PCBer, HCBer
	Ål- filét	Sundet	Ved holmer midt i sundet	TTS, Fett-%, PCBer, HCBer, Dioxiner
	Sediment	TØN 1	Tønsberg havn, Kaldnes	KF, TTS, TOC, Cd, Cu, Hg, Li, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
		TØN 2	Tønsberg havn	KF, TTS, TOC, Cd, Cu, Hg, Li, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
		TØN 3	I kanalen	KF, TTS, TOC, Cd, Cu, Hg, Li, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
	TØN 7	Valløybukta	KF, TTS, TOC, Cd, Cu, Hg, Li, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer	
Holme- strand	Blåskjell	st. 1	Valløy	TTS, Pb, Hg, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
		st. 3	I kanalen, Notterøy og havna	TTS, Pb, Hg, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
	Torsk	område A	Valløy	TTS, Hg
	-filét	område B	Havneområdet	TTS, Hg
	Torsk	område A	Valløy	TTS, Fett-%, PCBer, HCBer
	-lever	område B	Havneområdet	TTS, Fett-%, PCBer, HCBer
	Sediment	HOL 1	Mulvika	KF, TTS, TOC, Cd, Cu, Hg, Li, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
	Blåskjell	st. 1	Havnebassenget	TTS, Fett-%, Cd, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
		st. 2	Mulvika	TTS, Fett-%, Cd, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
	Torskfilét	område A, B, C	Blandprøve fra områdene	TTS, Hg
Torsklever	område A, B, C	Blandprøve fra områdene	TTS, Fett-%, Cd, Pb, PCBer, HCBer	
Ål- filét	Mulvika	I Mulvika	TTS, Fett-%, PCBer, HCBer, Dioxiner	
Hvitsten	Torskfilét	område B	Hvitsten	TTS, Hg
	Torsklever	område B	Hvitsten	TTS, Fett-%, Cd, Pb, PCBer, HCBer
Moss	Sediment	MOS 1	Havneområdet	KF, TTS, TOC, Cd, Cu, Hg, Li, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
		MOS 2	Mossesundet	KF, TTS, TOC, Cd, Cu, Hg, Li, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
	Blåskjell	st. 1	Son	TTS, Fett-%, Cd, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
		st. 2	Mossesundet	TTS, Fett-%, Cd, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
	Torskfilét	område A	Havneområdet	Hg
	Torsklever	område A	Havneområdet	TTS, Fett-%, Cd, Pb, PCBer, HCBer
Fredrik- stad	Sediment	FRE 3	Havneområdet, vestre utløp, ved dokk	KF, TTS, TOC, Cd, Cu, Hg, Li, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
		FRE 5	Østre ende av kanalen	KF, TTS, TOC, Cd, Cu, Hg, Li, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
		FRE 6	Midt i kanalen	KF, TTS, TOC, Cd, Cu, Hg, Li, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
		FRE 7	Vestre ende av kanalen	KF, TTS, TOC, Cd, Cu, Hg, Li, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
	Blåskjell	st. 1	Papperhavn, Hvaler	TTS, Fett-%, Cd, Pb, TBTer, PCBer, HCBer, PAHer
	Torskfilét	område C	Havneområdet, Gamlebyen	TTS, Hg
	Torsklever	område C	Havneområdet, Gamlebyen	TTS, Fett-%, Cd, Pb, PCBer, HCBer

## Vedlegg B. Sedimentstasjoner

Oversikt over sedimentprøver (A/B/C markerer antall prøveglass fra en og samme grabb hvis ikke noe annet er angitt. På stasjoner hvor det ikke er bokstavkode etter stasjonsnummeret er det kun ett prøveglass).

Område og dato	Stasjon	Dyp, m	Kommentar	Posisjon
<b>Kragero, 7/11.</b>	KRA 1A/1B	45	Mørkt slam, men ikke lukt av H <sub>2</sub> S. Gulaktig overflate. Sedimentet skviset. Småbåthavn rett ved.	58° 51,75 9° 24,4
	KRA 2A/2B	16	Utseende som st. 1. Mye skjellrester. Småbåthavn rett ved.	58° 51,90 9° 25,00
	KRA 3A/3B/3C	63	Sort, anoksisk mudder. Lukt av H <sub>2</sub> S. Skviset.	58° 52,24 9° 25,50
	KRA 4A/4B	62	Ekstra prøve. Sort, anoksisk øvre 10 cm (noe fastere enn st.3). Skjellsand/leire under det anoksiske topplaget.	58° 52,60 9° 25,00
<b>Stavern, 8/11</b>	STA 1A/1B	20	Lyst grått sediment. Blåskjellrester.	58° 59,65 10° 02,85
	STA 2A/2B	13	Lyst grått topplag. Sort slam under 1,5 cm. Svak lukt av H <sub>2</sub> S.	58° 59,92 10° 02,70
	STA 3A/3B	16	Lyst grått topplag. Noe markere farge dypere ned.	58° 59,85 10° 02,92
	STA 4A/4B	8	Brunt toppsjikt (3-4 mm). Gråsort sediment under. Svak lukt av H <sub>2</sub> S. Prøven tatt N-Risøy og skal ikke inngå i analysene	59° 00, 50 10° 02,62
	STA 5A/5B	16	Grå overflate, mørkere sediment under	58° 59,92 10° 03,77
<b>Tønsberg, 10/11</b>	TØN 1A/1B	2,5	Grått 5 mm topplag. Sort sediment under.	59° 16,05 10° 23,32
	TØN 2A/2B	11	Gråbrun leire over mørkere, finkornig sediment. Prøven blandprøve av to grabber med ca 50 m mellomrom ved vestenden av kai Kaldnes ved hall merket H. De to grabbene svært like. En første grabben som ikke ble akseptert var sortfarget. Sveisepinne i grabben. Dokk Kaldnes lengre øst.	59° 16,12 10° 23,85
	TØN 3A/3B	8	Gråbrunt slam/leire med mye innslag av småstein. Blandprøve av to like grabber med ca. 20 m mellomrom. Rett utenfor kai til ScandiRope.	59° 15,81 10° 24,58
	TØN 4A/4B	2	Lyst grått 3-5 mm topplag. Sort sediment under	59° 15,55 10° 26,50
	TØN 5A/5B	9	Fin, gråbrun leire	59° 14,84 10° 26,92
	TØN 6A/6B	5	Som st. 1.	59° 16, 35 10° 22,86
	TØN 7A/7B	15	Som st. 5.	59° 15,60 10° 29,35
			Forsøkte å ta en ekstra prøve ved Husøy Verft. Stein og grus: ingen prøve.	
<b>Vrengen, 11/11</b>	VRE 1A/1B	51	Brungrått, finkornig slam iblandet noe sort sediment. Meget løst.	59° 11,52 10° 21,12
	VRE 2A/2B	29	Lyst grått, løst slam.	59° 09, 40 10° 22,25
	VRE 3A/3B	22	Gråbrunt, siltig slam. Noe fastere enn stasjon 2.	59° 09,85 10° 23,25
	VRE 4A/4B	12	Som stasjon 3.	59° 10,47



Miljøgiftundersøkelse i havner i Telemark, Vestfold, Akershus og Østfold 1999  
(TA-1885/2002/NIVA 4568-2002)

Område og dato	Stasjon	Dyp, m	Kommentar	Posisjon
				10° 23,30
	VRE 5A/5B	14	Som stasjon 3, men med noe grus.	59° 10,10
				10° 24,85
	VRE 6A/6B	19	Lyst grått, løst slam.	59° 09,80
				10° 25,80
	VRE 7A/7B	8	Løst, mørkebrunt "organisk" slam. Skviset. Lukt av H <sub>2</sub> S.	59° 09,50
				10° 26,10
	VRE 8A/8B	22	Lyst grått, løst slam	59° 08,80
				10° 27,40
	VRE 9	10	Ekstraprøve ved molo Tjøme båtsenter. Fint, gråbrunt slam. Ingen lukt.	59° 10,10
				10° 24,00
	VRE 10	6	Ekstraprøve fra Mågerøy marina. Mørkt slam, svak lukt av H <sub>2</sub> S.	59° 09,35
				10° 25,95
	VRE 11	20	Ekstraprøve nær kai KjemiService. Fin, brungrå silt.	59° 10,31
				10° 23,25
<b>Fredrikstad, 12-13/11</b>	FRE 1A/1B	7	Fint slam. Gulbrun overflate (1-2 mm) deretter sort slam. Ingen lukt	59° 12,39
				10° 54,05
	FRE 2	5	Utenfor FMV i kanalen. Sandig, gråbrunt sediment. Normalt utseende. Mye strøm slik at finstoff er transportert bort.	59° 12,91
				10° 55,80
	FRE 3	10	Ved dokk vestsida av FMV, 50 m fra slipp. Sort mudder med gulaktig overflate.	59° 12,66
				10° 54,87
	FRE 4	3	Liten bukt til båtplass nær fergeleie til Gamlebyen. Brungrå silt.	59° 12,27
				10° 56,77
	FRE 5	11	Midt i kanalen ved FRE 4. Brunsort siltig mudder	59° 12,28
				10° 56,74
	FRE 6	6	I kanalen rett ved Bertelsen Mek. Verksted. Mårkegrå/sort, sandig silt.	59° 12,77
				10° 56,11
	FRE 7	7	Kaianlegg som danner en liten bukt inn til FMV fra kanalsiden. Sort, H <sub>2</sub> S -luktende slam.	59° 12,86
				10° 55,60
<b>Moss, 14/11</b>	MOS 1A/1B	41	Lys leire	59° 26,65
				10° 39,83
	MOS 2A/2B	60	Lys leire	59° 27,27
				10° 40,13
	MOS 3A/3B	67	Lys leire	59° 26,26
				10° 40,54
<b>Holmestrand, 18/11</b>	HOL 1A/1B	18	Lys leire	59° 28,53
				10° 20,31

## Vedlegg C. Innsamling av biologiske prøver

Oversikt over prøveområder, antall torsk, flyndrer, krabber og blåskjell innsamlet på hvert område.

Område og dato i 1999	Stasjon	Antall : Torsk , Flyndre Krabbe, Blåskj	Status fiskeprøver	Status blåskjell	Status krabber	Avvik fra revidert program	Kommentar
<b>Kragerø 6.-8. nov</b>	Langøy (A) Skåtøy-Berøy ( B) Tangen sentr. ( C) Kilsfj (D)	20 torsk 19 torsk 20 torsk, 1 krabbe 20 torsk <i>6 blåskj.stas</i>	Frosset, Flødevigen Opparbeidet Opparbeidet Opparbeidet	6 st. opparbeidet (alle)	Ingen krabber	1 flyndrestas., 1 krabbestas.	Lokale fiskere opplyser at det ikke finnes krabber i fjorden utenfor sentrum. Gjentatte forsøk gav 1 krabbe.
<b>Stavern 8.-9. nov</b>	Havnebasseng	20 torsk <i>3 blåskj. stas</i>	Opparbeidet	3 st. opparbeidet (alle)	Ingen karbber		Både krabbe og torsk i store mengder
<b>Tønsberg 9.-12. nov</b>	Valløybukta (A) Tønsberg havn (B) Tønsbergfj. (C) Vrengen (D) Vrengen (vest Ravnø) Vre-Mågerøy (E)	12 torsk 12 torsk 18 torsk 18 torsk, 12 flyn, og 6 krabber 6 torsk <i>8 blåskjell stas.</i>	Opparbeidet Opparbeidet Opparbeidet Opparbeidet Opparbeidet	8 st opparbeidet (alle)	6 krabber fra Vrengen frosset Flødevigen		God tilgang på torsk og flyndre, noe lavere individantall på krabbe.
<b>Fredrikstad 12.-13. nov</b>	Fredrikstad øst (A) Fredrikstad vest (B) Fredrikstad Jan. 2000	4 torsk, 20 flyndre 0 torsk 20 torsk <i>1 blåskjell</i>	Opparbeidet Opparbeidet	1 st. opparbeidet merket Paperhavn	Ingen krabber	1 flyndreprøve ! 1 torskrøve	Glommas ferskvann påvirker saltholdighet over store områder- lite torsk. Sel i området vanskeligjør fiske. Problematisk !
<b>Moss 13.-14.</b>	Moss nord (A) Moss sør ( B)	20 torsk 9 torsk <i>3 blåskjell</i>	Opparbeidet Frossen, Flødevigen	3 st. opparbeidet (alle)	Ingen krabber		Godt med fisk (24 stk) I Mossesundet , fin kvalitet. Lite fiskeplasser sør av byen , brukbart resultat også her (9 stk).
<b>Hvitsten 15.-17. nov</b>	Hvitsten nord (A) Hvitsten sentr (B) Hvitsten sør (C)	20 torsk 20 torsk, 17 flyndre, 0 krabbe 20 torsk <i>1 blåskjell</i>	Frossen Flødevigen Opparbeidet Frosset, Flødevigen	1 st. opparbeidet (alle)	Ingen krabber	Ingen krabber	Lokale fiskere opplyser at det ikke er krabber utenfor Hvidsten. Fikk heller ingen tross iherdig innsats.
<b>Holmestrnd 17.-19 nov</b>	Sentrum	20 torsk <i>2 blåskjell</i>	Opparbeidet	2 st opparbeidet (alle)	Ingen krabber		Godt med torsk.

## Vedlegg D. Analysemetoder

NIVA-metode nr.	Analysevariabel:	Måleenhet:	Labdatakode:
<b>H 2-1</b>	<b>Polyaromatiske hydrokarboner</b>	µg/l, µg/kg	<b>PAH</b>
<b>Tittel:</b> Gasskromatografisk bestemmelse av polyaromatiske hydrokarboner i sedimenter, vann og biologisk materiale, generell del.			
<b>Anvendelsesområde:</b> Metoden benyttes for bestemmelse av polyaromatiske hydrokarboner i sedimenter og slam, renvann og avløpsvann samt ulike typer av planter og biologisk materiale fra det vandige miljø.			
<b>Prinsipp:</b> Prøvene tilsettes indre standard og ekstraheres med organisk løsemiddel. Ekstraktene gjennomgår ulike rensetrinn for å fjerne interfererende stoffer. Til slutt analyseres ekstraktet ved bruk av gasskromatograf utstyrt med masseselektiv detektor (GC/MSD). De polyaromatiske hydrokarbonene identifiseres med GC/MSD ut fra retensjonstider og forbindelsenes molekylioner. Kvantifisering utføres ved hjelp av indre standarder.			
<b>Instrument(er):</b> 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.			
<b>Målesikkerhet:</b> Se NIVA-dokument nr. Y - 3.			
<b>Referanser:</b> Grimmer, G. og Bøhnke, H., 1975. Jour. of the AOAC, Vol. 58, No. 4.			

NIVA-metode nr.	Analysevariabel:	Måleenhet:	Labdatakode:
<b>H 3-1</b>	<b>Polyklorerte bifenyler</b>	µg/l, µg/kg	<b>PCB</b>
<b>Tittel:</b>  Gasskromatografisk bestemmelse av klororganiske forbindelser i sedimenter, vann og biologisk materiale, generell del.			
<b>Anvendelsesområde:</b>  Metoden benyttes for bestemmelse av klororganiske forbindelser i sedimenter og slam, renvann (ferskvann og sjøvann) og avløpsvann samt ulike typer av planter og biologisk materiale fra det vandige miljø. Med klororganiske forbindelser menes i denne sammenheng klorpesticider og polyklorerte bifenyler (PCB).			
<b>Prinsipp:</b>  Prøvene tilsettes indre standard og ekstraheres med organiske løsemidler. Ekstraktene gjennomgår ulike rensetrinn for å fjerne interfererende stoffer. Til slutt analyseres ekstraktet ved bruk av gasskromatograf utstyrt med elektroninnfangningsdetektor, GC/ECD. De klororganiske forbindelsene identifiseres utfra de respektives retensjonstider på to kolonner med ulik polaritet. Kvantifisering utføres ved hjelp av indre standard.			
<b>Instrument(er):</b>  Hewlett Packard modell 5890 Series II, med column injector og HP autoinjektor 7673. Systemet er utstyrt med elektroninnfangningsdetektor (ECD).			
<b>Måleusikkerhet:</b>  Se NIVA-dokument nr. Y – 3.			
<b>Referanser:</b>  Brilis, G.M. & J.Marsden: Chemosphere <b>21</b> , 91- 98, (1990). Brevik, E.M.: Bull. Environ. Cont. Toxicol. <b>19</b> , 281 - 286, (1978). Harvey, A & A.Loomis.: J. Gen. Physiol. <b>15</b> , 147, (1932). Lopez-Avila, V. et al. : J. Assoc. Off. Anal. Chem <b>72</b> , 593 - 602, (1989).			

NIVA-metode nr.	Analysevariabel:	Måleenhet:	Labdatakode:
<b>H 14-1 *</b>	<b>Tinnorganiske forbind.</b>	ng/g (tørrvekt)	<b>SnOrg-Sm</b>
<b>Tittel:</b> Opparbeidelse og analyse av tinnorganiske forbindelser i sedimenter.			
<b>Anvendelsesområde:</b> Metoden benyttes til bestemmelse av tinnorganiske forbindelser i sedimenter, de forbindelsene som bestemmes rutinemessig er butyl- og fenyl-tinnforbindelser.			
<b>Prinsipp:</b> Prøvene tilsettes en indre standard og oppsluttes med alkoholisk lut. Etter pH-justering og direkte derivatisering ekstraheres de tinnorganiske forbindelsene med organiske løsningsmidler og prøvene renses ved hjelp av gel-permeasjons kromatografi og oppkonsentreres. Prøvene analyseres ved bruk av gasskromatografi og atomemisjons-deteksjon, GC-AED. De ulike forbindelsene identifiseres ved hjelp av retensjonstidene som oppnås, og selve kvantifiseringen utføres med den indre standarden.			
<b>Instrument(er):</b> Hewlett Packard 5890 Series II gass kromatograf med HP 7673 autoinjektor og HP 5921 A atomemisjons-detektor.			
<b>Måleusikkerhet:</b> Se referanse.			
<b>Referanser:</b> Metoden er beskrevet i hovedoppgave av N. Følsvik, Determination and speciation of organotin compounds in environmental samples by gas-chromatography – microwave induced plasma atomic emission spectrometry. Levels and efforts of organotin compounds in environmental samples from Norway and the Faroe Islands. Dept. of Chemistry, University of Oslo, and Norwegian Institute for Water Research, July 1997.			

<b>NIVA-metode nr.</b>	<b>Analysevariabel:</b>	<b>Måleenhet:</b>	<b>Labdatakode:</b>
<b>E 10-2</b>	<b>Oppslutning med HF</b>	-	<b>OPP-FL</b>
<b>Tittel:</b> Bestemmelse av metaller – Totaloppslutning av sedimenter med flussyre i mikrobølgeovn.			
<b>Anvendelsesområde:</b> Denne metoden skal anvendes ved totaloppslutning av slam og sedimenter som skal analyseres med hensyn på metaller. Metoden brukes for følgende metaller: Al, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Ni, Pb og Zn. V og Mo bestemmes etter en ikke akkreditert metode.			
<b>Prinsipp:</b> Maksimum 200 mg frysetørket, homogenisert prøve veies inn i en teflonbombe og tilsettes konge vann og flussyre. Beholderen lukkes og prøven oppsluttes i mikrobølgeovn, lukket system. Etter avkjøling overføres innholdet til en 100 ml målekolbe som på forhånd er tilsatt et overskudd av borsyre. Prøven fortynnes med avionisert vann og rystes på rystemaskin til borsyren er løst. Bestemmelsen av metaller foretas på den klare væskefasen ved atom-absorpsjon i flamme eller med grafittovn.			
<b>Instrument(er):</b> Mikrobølgeovn Whirlpool AWM 215, 1000 W, med Nordic Ware trykkoker for mikrobølgeovn. Teflonbomber LORRAN 20 PTFE, volum 20 ml.			
<b>Måleusikkerhet:</b> Se NIVA-dokument Y-3.			
<b>Referanser:</b> D.H. Loring, R.T.T. Rantala: Anal. Chim. Acta 1989, <b>220</b> , 263-7.			

NIVA-metode nr.	Analysevariabel:	Måleenhet:	Labdatakode:
<b>E 4-3</b>	<b>Kvikksølv</b>	ng/l, µg/g	<b>Hg/L, Hg-Sm, Hg-B</b>
<b>Tittel:</b> Bestemmelse av kvikksølv i vann, slam og sedimenter og biologisk materiale med Perkin-Elmer FIMS-400.			
<b>Anvendelsesområde:</b> Metoden omfatter bestemmelse av kvikksølv i renvann, samt avløpsvann, biologisk materiale slam og sedimenter oppløst i salpetersyre. Biologiske prøver, slam og sediment frysetørres fortrinnsvis. Ved tørking av prøver i varmeskap må ikke temperaturen overstige 80°C. Nedre grense er for renvann 1.0 ng/l, oppløst renvann 10 ng/l, avløpsvann 0.1 µg/l, faste prøver 0.005 µg/g.			
<b>Prinsipp:</b> Kvikksølv må foreligge på ionisk form i prøveløsningen for at kalddampeteknikk skal kunne benyttes. Når reduksjonsmiddelet (SnCl <sub>2</sub> ) 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 er oppkonsentrert i et amalgameringsystem.			
<b>Instrument(er):</b> Perkin-Elmer FIMS-400 med P-E AS-90 autosamler og P-E amalgamsystem.			
<b>Måleusikkerhet:</b> 6 målinger av Drøbaksjøvann tilsatt 20 ng/l Hg ga middelvei 21.1 og standardavvik 0.52 ng/l. Tilsvarende for faste materialer: 10 målinger av DORM-1 (fiskemuskel) 0.798 ± 0.074 µg/g, ga 0.835 og 0.054 µg/g, 7 målinger av MESS-2 (sediment) 0.092 ± 0.009 µg/g, ga 0.086 og 0.003 µg/g.			
<b>Referanser:</b> B. Welz, M. Melcher, H.W. Sinemus, D. Maier: Pico-trace determination of mercury using the amalgamation technique. Norsk Standard, NS 4768. Vannundersøkelse. Bestemmelse av kvikksølv ved kalddamp atomabsorpsjonsspektrometri Oksidasjon med salpetersyre. 1. Utg. 1989.			

NIVA-metode nr.	Analysevariabel:	Måleenhet:	Labdatakode:
<b>E 10-4</b>	<b>Oppslutning med HNO<sub>3</sub></b>	-	<b>OPP-SA</b>
<b>Tittel:</b> Oppslutning av biologiske prøver med salpetersyre i mikrobølgeovn til analyse av tungmetaller.			
<b>Anvendelsesområde:</b> Denne metode skal anvendes ved oppslutning av biologisk materiale med salpetersyre i mikrobølgeovn. Metoden brukes til oppslutning av prøver til bestemmelse av alle aktuelle metaller unntatt titan. Oppslutning til bestemmelse av kalsium og magnesium utføres ikke akkreditert, og skal anmerkes i rapporten.			
<b>Prinsipp:</b> En innveid prøve tilsatt salpetersyre oppsluttes i lukket beholder (teflonbombe) i mikrobølgeovn. Bestemmelsen utføres på den klare væskefasen ved atom-absorpsjon i flamme, eller med grafittovn. Kvikksølv bestemmes med kalddampeteknikk.			
<b>Instrument(er):</b> Mikrobølgeovn Milestone MLS 1200. High purity TFM (tetrafluormethoxil) volum 100 ml. Bombene tåler et trykk på 100 bar.			
<b>Måleusikkerhet:</b> Se NIVA-dokument Y-3.			
<b>Referanser:</b> Norsk Standard, NS 4770. Vannundersøkelse. Metaller i vann, slam og sedimenter. Bestemmelse ved atomabsorpsjonsspektrometri i flamme. Generelle prinsipper og retningslinjer. 2. Utg. 1994. Norsk Standard, NS 4783. Vannundersøkelse. Metaller i biologisk materiale. Bestemmelse med AAS. Oppslutning. 1. Utg. 1988.			



## **Vedlegg E. Rådata**

Vedlegg E1 Analyseresultater sedimenter

Vedlegg E2 Analyseresultater blåskjell

Vedlegg E3 Analyseresultater fisk (torsk)

Vedlegg E4 Analyseresultater fisk (ålefilet)

Vedlegg E5 Analyseresultater fisk (dioksiner i ålefilet).

Miljøgiftundersøkelse i havner i Telemark, Vestfold, Akershus og Østfold 1999  
(TA-1885/2002/NIVA 4568-2002)

**Vedlegg E1. Analyseresultater sedimenter.** Variabler merket med \* inngår i sum PAH. Variabler merket <sup>1</sup> inngår i sum KPAH. (over 5 sider)

	St. 1 KRA	St. 2 KRA	St. 3 KRA	St. 1 STA	St. 2 STA	St. 3 STA	St. 5 STA	St. 1 VRE	St. 2 VRE	St. 3 VRE	St. 4 VRE	St. 5 VRE	St. 6 VRE	St. 7 VRE
<i>Sedimentparametre:</i>														
Kornfordeling % <63 µm	95,6	39,2	91,5	43,9	57,8	32,4	66,1	97,6	82,9	18,5	46,0	53,7	76,1	95,0
TTS/%	25,1	31,5	21,2	59,4	54,1	65,4	52,1	32,2	44,4	66,2	57,4	51,7	44,9	19,3
TOC/F µg/mg TS	88,9	105	63,0	12,3	18,6	10,4	18,0	30,8	20,7	7,8	16,0	17,7	26,5	71,3
<i>Metaller:</i>														
Cd (µg/g t.v.)	0,50	0,34	3,25	0,15	0,15	0,11	0,19	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,92
Cu (µg/g t.v.)	122	122	119	12,1	15,2	13,6	15,0	25,5	21,3	9,4	15,6	18,6	22,3	73,0
Hg (µg/g t.v.)	2,15	2,23	1,34	0,079	0,14	0,062	0,15	0,18	0,17	0,083	0,58	0,24	0,26	0,50
Li (µg/g t.v.)	39	21	31	19	18	15	20	55	31	16	20	22	30	36
Pb (µg/g t.v.)	192	226	145	21,7	28,5	21,8	25,5	31,7	33,2	23,2	35,4	32,1	38,7	45,3
<i>Tinnorganiske forbindelser:</i>														
MBT µgSn/kg tv	1,3	55,0	5,2	<0,5	38,0	3,6	11,0	17,0	<0,5	8,5	11,0	<0,5	7,7	91,0
DBT µgSn/kg tv	24,0	87,0	11,0	4,5	100,0	2,3	5,1	11,0	5,0	3,8	6,1	3,5	8,5	87,0
TBT µgSn/kg tv	100,0	110,0	66,0	6,1	150,0	3,2	6,0	14,0	9,5	4,1	5,6	7,7	11,0	240,0
MPhT µgSn/kg tv	13,0	54,0	7,0	<0,5	2,1	3,6	1,6	<0,5	1,0	<0,5	0,9	0,8	2,2	15,0
DPhT µgSn/kg tv	11,0	36,0	10,0	<0,5	1,2	1,3	1,1	1,4	1,3	<0,5	1,1	1,2	2,0	12,0
TPhT µgSn/kg tv	25,0	410,0	14,0	<0,5	2,7	22,0	6,3	2,2	2,6	1,0	1,3	1,8	3,0	38,0
TBT µg/kg tv (NB! Molekylet)	244,0	268,4	161,0	14,9	366,0	7,8	14,6	34,2	23,2	10,0	13,7	18,8	26,8	585,6
<i>Polyklorete bifenyler:</i>														
CB28 (µg/kg t.v.)	2,80	3,8	2,3	<0,3	0,52	<0,3	<0,5	0,88	1,2	0,91	5,9	1,1	1,5	2,6
CB52 (µg/kg t.v.)	3,90	4,6	12	0,33	0,61	<0,3	<0,5	0,96	4,2	1,1	10	1,2	1,5	5,1
CB101 (µg/kg t.v.)	7,20	10	19	0,53	0,50	<0,3	<0,5	2,4	6,7	3,0	28	2,8	2,9	8,4
CB105 (µg/kg t.v.)	3,70	4,4	5,7	0,35	<0,3	<0,3	<0,5	1,9	5,4	1,6	11	1,8	2,0	4,7
CB118 (µg/kg t.v.)	7,10	11	13	0,75	0,66	0,33	0,93	4,3	8,7	4,4	34	4,6	5,1	11
CB138 (µg/kg t.v.)	2,00	17	21	0,74	0,60	0,32	1,0	4,3	5,3	3,9	31	4,5	4,8	12
CB153 (µg/kg t.v.)	12,00	14	20	0,75	0,62	0,37	1,6	3,7	4,3	3,5	27	3,9	3,8	9,6
CB156 (µg/kg t.v.)	1,20	1,6	2,2	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	0,41	0,66	0,41	2,7	0,34	0,43	1,0
CB180 (µg/kg t.v.)	4,90	8,1	9,6	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	0,67	1,1	0,62	3,4	0,77	0,46	3,2
CB209 (µg/kg t.v.)	14,00	5,8	11	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
<b>SUM PCB<sub>7</sub></b>	<b>49,90</b>	<b>68,50</b>	<b>96,90</b>	<b>3,40</b>	<b>3,66</b>	<b>1,62</b>	<b>4,53</b>	<b>17,21</b>	<b>31,50</b>	<b>17,43</b>	<b>139,30</b>	<b>18,87</b>	<b>20,06</b>	<b>51,90</b>
<i>Pestisider:</i>														
Pentaklorbenzen (µg/kg t.v.)	0,56	0,34	m	<0,2	<0,2	<0,2	<0,3	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
alpha HCH (µg/kg t.v.)	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3

Miljøgiftundersøkelse i havner i Telemark, Vestfold, Akershus og Østfold 1999  
(TA-1885/2002/NIVA 4568-2002)

	St. 1 KRA	St. 2 KRA	St. 3 KRA	St. 1 STA	St. 2 STA	St. 3 STA	St. 5 STA	St. 1 VRE	St. 2 VRE	St. 3 VRE	St. 4 VRE	St. 5 VRE	St. 6 VRE	St. 7 VRE
heksaklorbenzen (µg/kg t.v.)	1,50	1,40	1,30	<0,2	<0,2	<0,2	<0,3	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
lindan (µg/kg t.v.)	<0,3	<0,3	1,30	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
oktاكلorstyren (µg/kg t.v.)	0,77	0,86	m	<0,2	<0,2	<0,2	<0,3	<0,2	<0,2	<0,2	0,25	<0,2	<0,2	<0,2
p,p'DDE (µg/kg t.v.)	1,80	0,48	2,30	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	0,72	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	1,4
p,p'DDD(µg/kg t.v.)	3,60	4,70	18	<0,6	<0,6	<0,6	<1	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	1,3
<i>Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH):</i>														
Naftalen (µg/kg t.v.)	151	1537	225	191	83	15	47	54	34	23	42	60	31	49
2-Metylnaftalen (µg/kg t.v.)	87	589	163	100	27	11	16	48	22	10	22	29	17	32
1-Metylnaftalen (µg/kg t.v.)	51	444	102	65	19	6	10	26	13	6	14	20	10	18
Bifenyl (µg/kg t.v.)	29	132	76	33	9	7	5	34	16	7	15	10	7	26
2,6-Dimetylnaftalen (µg/kg t.v.)	47	271	87	52	40	6	11	22	12	5	15	20	10	18
1,6-Dimetylnaftalen (µg/kg t.v.)	33	248	62	47	37	5	9	13	9	3	11	19	9	8
1,5-Dimetylnaftalen (µg/kg t.v.)	12	234	45	41	41	2	4	5	3	<2	5	14	4	3
Acenaftalen* (µg/kg t.v.)	34	207	25	35	16	<2	5	4	3	2	5	12	4	3
Acenaften* (µg/kg t.v.)	41	597	99	86	28	2	4	5	4	2	11	12	5	12
2,3,6-Trimetylnaf (µg/kg t.v.)	21	141	27	23	50	7	18	20	4	15	28	19	19	18
2,3,5-Trimetylnaf (µg/kg t.v.)	8	114	29	16	79	6	10	4	4	10	27	22	<2	9
1,2,4-Trimetylnaf (µg/kg t.v.)	19	236	26	33	119	4	8	4	8	2	12	23	4	4
Fluoren* (µg/kg t.v.)	63	915	115	136	57	4	8	10	7	6	18	28	9	13
1,2,3-Trimetylnaf (µg/kg t.v.)	20	246	20	34	124	4	9	14	10	2	5	26	10	9
Dibenzotiofen (µg/kg t.v.)	9	564	45	47	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Fenantren* (µg/kg t.v.)	567	7700	1030	1155	470	18	78	55	46	48	153	260	58	87
Antracen* (µg/kg t.v.)	128	1970	239	255	128	6	22	10	13	9	37	54	18	26
2-Metylfenantren* (µg/kg t.v.)	12	1480	178	222	129	11	22	18	15	12	45	51	18	27
1-Metylfenantren* (µg/kg t.v.)	73	929	99	129	118	7	18	12	11	6	34	37	12	16
3,6-Dimetylfenantren* (µg/kg t.v.)	22	255	26	34	29	2	4	3	4	2	8	10	4	8
Fluoranten* (µg/kg t.v.)	1629	13860	2260	2360	705	60	190	110	125	83	266	350	170	279
9,10-Dimetylfen (µg/kg t.v.)	17	196	13	27	30	2	5	3	3	2	2	8	3	3
Pyren* (µg/kg t.v.)	1451	12470	2240	2110	700	66	180	97	115	90	254	290	160	251
Benz(a)antracen* <sup>1</sup> (µg/kg t.v.)	895	7140	1131	1182	383	34	103	55	71	44	137	167	93	153
Chrysen+trifenylen* (µg/kg t.v.)	980	8220	1360	1405	415	27	132	87	91	64	175	200	130	225
Benzo(b+j,k)flu* <sup>1</sup> (µg/kg t.v.)	2177	13560	2730	2450	770	80	270	300	240	150	309	380	350	540
Benzo(e)pyren* (µg/kg t.v.)	876	5500	1065	1040	300	30	100	110	94	54	117	141	130	205
Benzo(a)pyren* <sup>1</sup> (µg/kg t.v.)	924	7600	1190	1210	390	30	110	76	86	58	136	160	120	207

Miljøgiftundersøkelse i havner i Telemark, Vestfold, Akershus og Østfold 1999  
(TA-1885/2002/NIVA 4568-2002)

	St. 1 KRA	St. 2 KRA	St. 3 KRA	St. 1 STA	St. 2 STA	St. 3 STA	St. 5 STA	St. 1 VRE	St. 2 VRE	St. 3 VRE	St. 4 VRE	St. 5 VRE	St. 6 VRE	St. 7 VRE
Perylen* (µg/kg t.v.)	324	2385	403	438	154	18	71	95	64	33	62	80	78	154
Indeno(1,2,3cd)pyren* <sup>1</sup> (µg/kg t.v.)	967	4620	1070	1060	280	25	106	144	110	59	115	150	153	222
Dibenz(a,c/a,h)ant* <sup>1</sup> (µg/kg t.v.)	269	460	79	92	24	2	8	7	7	3	8	9	10	14
Benzo(ghi)perylene* (µg/kg t.v.)	1043	5000	1135	1210	315	28	117	152	116	64	123	160	170	240
<b>SUM PAH</b>	<b>12475</b>	<b>94868</b>	<b>16474</b>	<b>16609</b>	<b>4711</b>	<b>449</b>	<b>1548</b>	<b>1350</b>	<b>1222</b>	<b>789</b>	<b>2013</b>	<b>2551</b>	<b>1682</b>	<b>2682</b>
<b>SUM KPAH</b>	<b>5232</b>	<b>33380</b>	<b>6200</b>	<b>5994</b>	<b>1847</b>	<b>171</b>	<b>597</b>	<b>582</b>	<b>514</b>	<b>314</b>	<b>705</b>	<b>866</b>	<b>716</b>	<b>1136</b>

	St. 8 VRE	St. 10 VRE	St. 11 VRE	St. 1 TØN	St. 2 TØN	St. 3 TØN	St. 7 TØN	St. 1 HOL	St. 1 MOS	St. 2 MOS	St. 3 FRE	St. 5 FRE	St. 6 FRE	St. 7 FRE
<i>Sedimentparametre:</i>														
Kornfordeling % <63 µm	79,9	50,0	25,6	92,0	89,0	39,0	86,0	95,3	89,3	94,0	96,9	40,5	15,6	97,4
TTS/%	42,7	22,00	64,0	46,40	38,70	61,30	37,40	51,3	29,5	29,7	38,4	68,0	65,5	33,9
TOC/F µg/mg TS	21,4	70,30	8,7	21,20	21,70	13,20	28,20	12,6	63,0	79,3	22,6	8,2	15,4	25,8
<i>Metaller:</i>														
Cd (µg/g t.v.)	0,12	1,54	0,09	0,20	0,27	0,21	0,26	0,07	1,18	0,53	0,34	0,09	0,13	0,45
Cu (µg/g t.v.)	21,1	144,00	11,8	21,00	59,80	24,00	45,40	18,4	76,0	83,5	88,0	17,3	313	79,5
Hg (µg/g t.v.)	0,16	0,80	0,13	0,05	0,20	0,30	0,24	0,18	0,33	0,60	0,35	0,042	0,14	0,28
Li (µg/g t.v.)	29	55,00	18	55,00	66,00	41,00	54,00	31	35	39	42	16	18	35
Pb (µg/g t.v.)	36,3	126,00	23,8	16,70	57,50	24,00	42,40	35,0	44,9	76,5	33,6	15,3	208	31,2
<i>Tinnorganiske forbindelser:</i>														
MBT µgSn/kg tv	<0,5	78,0	8,2	4,9	8,7	7,4	8,4	8,6	48,0	59,0	13,0	<0,5	150,0	13,0
DBT µgSn/kg tv	2,3	200,0	8,1	5,6	21,0	16,0	14,0	5,2	14,0	25,0	62,0	2,3	260,0	10,0
TBT µgSn/kg tv	5,2	750,0	8,5	12,0	82,0	75,0	62,0	4,8	57,0	64,0	270,0	1,9	880,0	56,0
MPhT µgSn/kg tv	1,2	8,5	1,2	<1,0	<1,0	<1,0	4,3	1,0	<0,5	3,6	11,0	<0,5	33,0	1,3
DPhT µgSn/kg tv	1,2	26,0	1,1	<1,0	<1,0	<1,0	8,5	0,8	1,5	1,8	13,0	<0,5	5,2	0,7
TPhT µgSn/kg tv	2,9	32,0	1,2	<1,0	<1,0	<1,0	2,8	0,6	3,0	3,6	23,0	<0,5	13,0	2,2
TBT µg/kg tv (NB! Molekylet)	12,7	1830,0	20,7	29,3	200,1	183,0	151,3	11,7	139,1	156,2	658,8	4,6	2147,2	136,6
<i>Polyklorerte bifenyler:</i>														
CB28 (µg/kg t.v.)	0,48	4,30	7,0	<0,20	0,29	1,20	0,52	<0,3	4,5	2,2	1,1	<0,5	3,2	0,78
CB52 (µg/kg t.v.)	0,52	12,00	18	<0,20	0,54	3,50	0,88	<0,3	4,2	3,6	0,86	<0,5	10	0,73
CB101 (µg/kg t.v.)	1,2	26,00	47	<0,20	0,97	2,70	1,00	0,31	7,5	70	1,9	<0,5	7,9	1,4
CB105 (µg/kg t.v.)	1,0	10,00	14	<0,20	0,54	1,50	0,76	<0,3	2,9	m	0,86	<0,5	4,0	0,56
CB118 (µg/kg t.v.)	2,3	20,00	47	<0,20	1,20	2,70	1,60	1,3	7,5	46	2,5	<0,5	7,3	1,7
CB138 (µg/kg t.v.)	2,0	54,00	43	<0,20	1,30	1,70	1,60	1,2	12	430	3,2	0,56	4,3	2,7
CB153 (µg/kg t.v.)	1,6	49,00	41	<0,20	1,00	1,30	1,30	0,95	9,7	410	2,8	0,50	3,3	2,3
CB156 (µg/kg t.v.)	<0,3	5,60	4,5	<0,20	<0,20	0,20	<0,20	<0,3	1,4	48	0,38	<0,5	0,61	0,31
CB180 (µg/kg t.v.)	0,34	32,00	6,6	<0,20	0,33	0,40	0,65	0,32	4,7	380	1,4	<0,5	1,6	1,3

Miljøgiftundersøkelse i havner i Telemark, Vestfold, Akershus og Østfold 1999  
(TA-1885/2002/NIVA 4568-2002)

	St. 8 VRE	St. 10 VRE	St. 11 VRE	St. 1 TØN	St. 2 TØN	St. 3 TØN	St. 7 TØN	St. 1 HOL	St. 1 MOS	St. 2 MOS	St. 3 FRE	St. 5 FRE	St. 6 FRE	St. 7 FRE
CB209 (µg/kg t.v.)	<0,3	<0,20	<0,3	<0,20	<0,20	<0,20	<0,2	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	<0,3	<0,3
<b>SUM PCB<sub>7</sub></b>	<b>8,44</b>	<b>197,30</b>	<b>209,60</b>	<b>&lt;0,20</b>	<b>5,63</b>	<b>13,60</b>	<b>7,50</b>	<b>4,38</b>	<b>50,10</b>	<b>1341,80</b>	<b>13,76</b>	<b>2,31</b>	<b>37,60</b>	<b>10,91</b>
<i>Pestisider:</i>														
Pentaklorbenzen (µg/kg t.v.)	<0,2	0,46	<0,2	0,55	0,58	0,12	3,30	<0,2	<0,2	<0,2	0,21	<0,3	<0,2	m
alpha HCH (µg/kg t.v.)	<0,3	0,26	<0,3	<0,20	<0,20	<0,20	1,10	<0,3	0,84	<0,3	0,50	<0,5	<0,3	<0,3
heksaklorbenzen (µg/kg t.v.)	<0,2	0,49	<0,2	0,59	0,67	0,15	5,50	<0,2	0,71	1,4	0,53	0,47	3,6	0,77
lindan (µg/kg t.v.)	<0,3	<0,20	<0,3	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,3	0,42	0,59	<0,3	<0,5	<0,3	<0,3
oktaklorstyren (µg/kg t.v.)	<0,2	0,29	0,29	<0,10	<0,10	0,12	<0,10	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,3	<0,2	<0,2
p,p'DDE (µg/kg t.v.)	<0,3	2,30	<0,3	0,39	0,56	0,32	0,36	<0,3	1,8	2,4	0,35	<0,5	<0,3	0,33
p,p'DDD(µg/kg t.v.)	<0,6	2,30	<0,6	<0,30	0,44	0,38	0,64	<0,6	2,1	m	<0,6	<0,1	<0,6	<0,6
<i>Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH):</i>														
Naftalen (µg/kg t.v.)	19	<1	27	34	<1	<1	<1	18	108	81	26	10	75	26
2-Metylnaftalen (µg/kg t.v.)	10	18	17	119	10	11	18	9	109	49	17	6	27	19
1-Metylnaftalen (µg/kg t.v.)	7	12	7	37	7	8	12	5	70	29	10	4	19	10
Bifenyl (µg/kg t.v.)	19	14	10	78	7	7	12	10	54	19	28	4	13	10
2,6-Dimetylnaftalen (µg/kg t.v.)	8	28	9	24	10	7	13	4	85	28	15	5	20	17
1,6-Dimetylnaftalen (µg/kg t.v.)	3	12	5	8	6	3	7	3	64	22	10	3	13	10
1,5-Dimetylnaftalen (µg/kg t.v.)	<2	6	5	8	2	<1	5	3	21	16	4	<2	5	5
Acenaften* (µg/kg t.v.)	2	9	6	8	5	4	9	2	8	8	3	<2	25	2
Acenaften* (µg/kg t.v.)	3	17	5	<1	5	3	9	3	22	20	6	4	35	8
2,3,6-Trimetylnaf (µg/kg t.v.)	10	8	16	6	3	3	7	7	49	10	15	9	17	15
2,3,5-Trimetylnaf (µg/kg t.v.)	2	8	10	3	1	2	5	5	71	7	6	4	28	19
1,2,4-Trimetylnaf (µg/kg t.v.)	2	7	3	<1	2	2	4	3	6	16	8	<2	13	8
Fluoren* (µg/kg t.v.)	7	34	10	33	6	9	34	5	45	36	15	7	106	19
1,2,3-Trimetylnaf (µg/kg t.v.)	6	4	5	1	<1	<1	4	2	18	13	3	<2	11	9
Dibenzotiofen (µg/kg t.v.)	<2	28	<2	14	14	9	21	<2	4	<2	<2	<2	35	<2
Fenantren* (µg/kg t.v.)	29	166	46	20	45	31	122	41	234	228	67	4	910	58
Antracen* (µg/kg t.v.)	10	40	14	2	7	10	21	9	662	374	20	6	273	17
2-Metylfenantren* (µg/kg t.v.)	12	43	16	5	7	6	31	14	89	59	24	7	167	27
1-Metylfenantren* (µg/kg t.v.)	6	22	12	3	6	4	14	9	60	36	15	6	112	13
3,6-Dimetylfenantren* (µg/kg t.v.)	3	4	5	<1	2	1	8	2	19	13	5	<2	40	8
Fluoranten* (µg/kg t.v.)	97	535	213	15	101	74	353	117	490	645	164	21	2520	140
9,10-Dimetylfen (µg/kg t.v.)	<2	<1	4	<1	<1	<1	<1	2	4	11	4	<2	14	6

Miljøgiftundersøkelse i havner i Telemark, Vestfold, Akershus og Østfold 1999  
(TA-1885/2002/NIVA 4568-2002)

	St. 8 VRE	St. 10 VRE	St. 11 VRE	St. 1 TØN	St. 2 TØN	St. 3 TØN	St. 7 TØN	St. 1 HOL	St. 1 MOS	St. 2 MOS	St. 3 FRE	St. 5 FRE	St. 6 FRE	St. 7 FRE
Pyren* (µg/kg t.v.)	87	468	247	21	104	89	329	112	475	766	148	28	2020	116
Benz(a)antracen* <sup>1</sup> (µg/kg t.v.)	55	385	176	5	47	52	183	71	182	330	72	6	1370	54
Chrysen+trifenylen* (µg/kg t.v.)	78	332	223	16	78	70	256	54	249	276	108	9	1915	78
Benzo(b+j,k)flu* <sup>1</sup> (µg/kg t.v.)	240	795	410	43	149	153	430	177	440	770	212	29	2140	145
Benzo(e)pyren* (µg/kg t.v.)	85	296	166	12	43	64	279	69	188	355	76	5	755	53
Benzo(a)pyren* <sup>1</sup> (µg/kg t.v.)	67	330	200	5	28	73	188	66	177	321	77	4	947	50
Perylen* (µg/kg t.v.)	74	146	82	31	51	47	83	44	126	122	194	486	382	135
Indeno(1,2,3cd)pyren* <sup>1</sup> (µg/kg t.v.)	108	330	160	27	48	55	188	76	157	276	69	4	590	43
Dibenz(a,c/a,h)ant* <sup>1</sup> (µg/kg t.v.)	6	82	6	m	8	9	73	4	12	19	5	<2	49	<2
Benzo(ghi)perylene* (µg/kg t.v.)	118	322	180	23	66	75	208	89	197	368	80	<2	592	53
<b>SUM PAH</b>	<b>1087</b>	<b>4356</b>	<b>2177</b>	<b>269</b>	<b>806</b>	<b>829</b>	<b>2818</b>	<b>964</b>	<b>3832</b>	<b>5022</b>	<b>1360</b>	<b>622</b>	<b>14948</b>	<b>1018</b>
<b>SUM KPAH</b>	<b>476</b>	<b>1922</b>	<b>952</b>	<b>80</b>	<b>280</b>	<b>342</b>	<b>1062</b>	<b>394</b>	<b>968</b>	<b>1716</b>	<b>435</b>	<b>42</b>	<b>5096</b>	<b>291</b>

Miljøgiftundersøkelse i havner i Telemark, Vestfold, Akershus og Østfold 1999  
(TA-1885/2002/NIVA 4568-2002)

**Vedlegg E2.** Analyseresultater **blåskjell**. Variabler merket med \* inngår i sum PAH. Variabler merket med <sup>1</sup> inngår i sum KPAH (over 3 sider).

	St. 2 Kragerø	St. 4 Kragerø	St. 5 Kragerø	St. 1 Stavern	St. 2 Stavern	St. 2 Vrengen	St. 3 Vrengen	St. 4 Vrengen	St. 1 Tønsberg	St. 3 Tønsberg	St. 1 Holmestr	St. 2 Holmestr	St. 1 Moss-Son	St. 2 Mossesund	St. 1 Fredrikstad
<i>Vevsparametre:</i>															
TTS/%	20,7	14,2	16	19,3	16,2	18,4	20,1	22,2	16,9	15,9	17,2	10,3	19	15,6	18,6
Fett-% (% pr. v.v.)	2,23	1,26	1,82	1,4	1,1	1,89	2,13	2,05	2,1	1,8	1,98	1,14	1,81	1,33	2,02
<i>Metaller:</i>															
Cd (µg/g v.v.)	0,156	0,296	0,204			0,127	0,163	0,2			0,238	0,183	0,2	0,243	0,166
Cd(µg/g t.v)	0,75	2,08	1,28			0,69	0,81	0,90			1,38	1,78	1,05	1,56	0,89
Pb (µg/g v.v)	0,42	0,47	0,4	0,29	0,32	0,13	0,2	0,17	0,14	0,21	0,22	0,41	0,17	0,12	0,1
Pb (µg/g t.v)	2,03	3,31	2,50	1,50	1,98	0,71	1,00	0,77	0,83	1,32	1,28	3,98	0,89	0,77	0,54
Hg (µg/g v.v.)				0,020	0,025				0,001	0,012					
Hg (µg/g t.v.)				0,104	0,154				0,006	0,075					
<i>Tinnorganiske forbindelser:</i>															
MBT µgSn/kg v.v.	7	5,1	0,72	6,3	6,2	0,88	3,6	2,4	4,3	14	12	9,9	4,4	9,7	7,8
DBT µgSn/kg	17	8,8	5	11	11	3,1	8,2	8,4	10	28	38	34	15	26	27
TBT µgSn/kg v.v.	55	21	44	17	24	20	25	16	42	95	109	37	66	100	100
MPhT µgSn/kg v.v.	0,5	<0,2	<0,2	<1,0	<1,0	<0,2	<0,2	<0,2	<1,0	<1,0	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
DPhT µgSn/kg v.v.	0,46	<0,2	<0,2	<1,0	<1,0	<0,2	<0,2	<0,2	<1,0	<1,0	<0,2	0,34	<0,2	<0,2	<0,2
TPhT µgSn/kg v.v.	8,3	6,8	9,8	3,6	4,6	4,8	7,8	3,8	4,7	8,9	16	4,4	7	6,4	4,5
TBT µg/kg v.v (NB! Molekylet)	134,2	51,24	107,36	41,48	58,56	48,8	61	39,04	102,48	231,8	265,96	90,28	161,04	244	244
TBT mg/kg t.v. (NB! Molekylet)	0,65	0,36	0,67	0,21	0,36	0,27	0,30	0,18	0,61	1,46	1,55	0,88	0,85	1,56	1,31
<i>Polyklorete bifenyler:</i>															
CB28 (µg/kg v.v.)	0,22	<0,2	<0,2	<0,08	<0,08	0,24	<0,2	0,55	0,16	0,3	0,28	<0,2	<0,2	<0,2	0,23
CB52 (µg/kg v.v.)	0,77	0,52	0,54	0,16	0,52	1,2	0,92	4,6	0,58	0,87	0,49	0,22	0,6	0,32	0,66
CB101 (µg/kg v.v.)	1,2	0,47	0,84	0,25	0,16	2,2	1,8	16	0,46	1,1	0,93	0,38	1,1	0,81	1
CB105 (µg/kg v.v.)	0,41	<0,2	0,3	0,09	<0,08	0,79	0,84	5,4	0,21	0,5	0,3	<0,2	0,35	0,21	0,4
CB118 (µg/kg v.v.)	1,1	0,44	0,79	0,29	0,19	2,2	2,1	16	0,49	1,4	0,96	0,35	1	0,67	1
CB138 (µg/kg v.v.)	1,3	0,61	0,92	0,41	0,33	2,2	2,8	18	0,5	1,3	1,3	0,51	1,3	1,1	0,98
CB153 (µg/kg v.v.)	1,5	0,75	1,1	0,49	0,39	2,4	2,8	17	0,49	1,2	1,5	0,52	1,4	1,3	1,1
CB156 (µg/kg v.v.)	<0,2	<0,2	<0,2	<0,08	<0,08	<0,2	0,28	1,4	<0,08	0,11	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
CB180 (µg/kg v.v.)	0,27	<0,2	0,21	<0,08	<0,08	0,21	0,26	1,2	0,11	0,17	0,25	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
CB209 (µg/kg v.v.)	<0,2	<0,2	<0,2	<0,08	<0,08	<0,2	<0,2	<0,2	<0,08	<0,08	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
<b>sum PCB</b>	<b>6,97</b>	<b>3,29</b>	<b>5</b>	<b>1,85</b>	<b>1,79</b>	<b>11,64</b>	<b>12</b>	<b>80,25</b>	<b>3,08</b>	<b>6,99</b>	<b>6,21</b>	<b>2,48</b>	<b>6,15</b>	<b>4,81</b>	<b>5,67</b>
PCB <sub>7</sub>	6,36	2,81	4,5	1,6	1,59	10,65	10,78	73,35	2,79	6,34	5,71	2,18	5,6	4,4	5,1
TE mono-orto PCB (ng/kg v.v.)	0,20	0,10	0,16	0,06	0,04	0,35	0,43	2,84	0,09	0,25	0,18	0,10	0,19	0,14	0,19

Miljøgiftundersøkelse i havner i Telemark, Vestfold, Akershus og Østfold 1999  
(TA-1885/2002/NIVA 4568-2002)

	St. 2 Kragero	St. 4 Kragero	St. 5 Kragero	St. 1 Stavern	St. 2 Stavern	St. 2 Vrengen	St. 3 Vrengen	St. 4 Vrengen	St. 1 Tønsberg	St. 3 Tønsberg	St. 1 Holmestr	St. 2 Holmestr	St. 1 Moss-Son	St. 2 Mossesund	St. 1 Fredrikstad
<i>Pestisider:</i>															
Pentaklorbenzen (µg/kg t.v.)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,04	<0,04	<0,1	<0,1	<0,1	<0,04	<0,04	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
alpha HCH (µg/kg t.v.)	<0,2	<0,2	<0,2	<0,10	<0,10	<0,2	<0,2	<0,2	<0,10	<0,10	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
heksaklorbenzen (µg/kg t.v.)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,04	0,04	<0,1	<0,1	<0,1	0,06	0,08	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
lindan (µg/kg t.v.)	0,26	<0,2	<0,2	0,11	0,1	<0,2	<0,2	<0,2	0,22	0,17	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
oktaklorstyren (µg/kg t.v.)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,04	<0,04	<0,1	<0,1	<0,1	<0,04	<0,04	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
p,p'DDE (µg/kg t.v.)	0,72	0,32	0,54	0,33	0,28	1,6	0,85	0,92	0,55	1,5	1,9	0,46	1,1	0,69	0,89
p,p'DDD(µg/kg t.v.)	<0,4	<0,4	<0,4	<0,12	<0,12	2,2	0,52	0,86	0,23	0,72	1,1	<0,4	0,6	<0,4	<0,4
<i>Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH):</i>															
Naftalen (µg/kg v.v.)	<0,5	<0,5	<0,5	m	1,3	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
2-Metylnaftalen (µg/kg v.v.)	8,8	0,8	2,4	m	5,3	1,7	1,3	0,6	4,2	3,7	1,9	<0,5	1,3	1,7	4
1-Metylnaftalen (µg/kg v.v.)	7,2	0,6	1,6	m	5	1	0,9	<0,5	2,5	2,1	<0,5	<0,5	0,9	1,3	2,3
Bifenylyl (µg/kg v.v.)	4,2	<0,5	<0,5	1,7	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,6	2,4	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,9
2,6-Dimetylnaftalen (µg/kg v.v.)	24	0,8	2,5	<0,5	0,7	1,1	1,3	0,8	4,1	3,1	3,6	<0,5	<0,5	2,4	7,8
1,6-Dimetylnaftalen (µg/kg v.v.)	30	0,8	2	0,5	0,7	1	1,1	0,7	3,4	2,3	3,4	<0,5	1,6	2,1	6,5
1,5-Dimetylnaftalen (µg/kg v.v.)	8,9	<0,5	0,7	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,4	0,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Acenaftalen* (µg/kg v.v.)	1,4	<0,5	0,5	0,7	1,1	<0,5	0,5	<0,5	2	0,9	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Acenaften* (µg/kg v.v.)	0,7	<0,5	<0,5	0,9	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,7	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
2,3,6-Trimetylnaf (µg/kg v.v.)	8,5	<0,5	1,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	0,5	1,9	1,2	1,3	<0,5	<0,5	0,8	4,7
2,3,5-Trimetylnaf (µg/kg v.v.)	10	<0,5	1,4	<0,5	<0,5	<0,5	0,7	0,5	1,9	1,2	1,1	<0,5	<0,5	<0,5	4,7
1,2,4-Trimetylnaf (µg/kg v.v.)	2,2	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,4	0,8	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Fluoren* (µg/kg v.v.)	3,9	0,5	1,6	1,1	1	0,9	1,3	0,8	2,9	2,2	1,6	<0,5	1,2	1,1	2,3
1,2,3-Trimetylnaf (µg/kg v.v.)	1,8	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,5	0,8	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Dibenzotiofen (µg/kg v.v.)	1	<0,5	<0,5	0,5	1,1	<0,5	<0,5	<0,5	1,2	1,1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,7
Fenantren* (µg/kg v.v.)	14	2,4	5,3	4	2,7	3,1	4,7	2,7	8,8	4,4	8,2	3,4	5,2	5,7	7,8
Antracen* (µg/kg v.v.)	1,7	0,5	0,8	1,3	0,9	<0,5	0,6	<0,5	3,4	1,4	0,9	<0,5	2,1	6,5	0,9
2-Metylfenantren* (µg/kg v.v.)	12	1,8	5,4	1,4	1,9	2,2	3,1	2,3	6,2	4,8	5	2	3,1	4,2	6,2
1-Metylfenantren* (µg/kg v.v.)	13	1,2	5,5	0,8	1,3	1,2	2,3	1,9	3,4	2,7	3,8	1,3	2	3	5,2
3,6-Dimetylfenantren* (µg/kg v.v.)	6,9	1,1	3,2	0,6	0,9	1,3	2,2	2,1	5,5	3,7	3,8	<0,5	2	2,3	4,2
Fluoranten* (µg/kg v.v.)	30	11	17	0,5	5,5	11	13	7,7	28	16	19	9,4	15	13	11
9,10-Dimetylfen (µg/kg v.v.)	0,7	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,7	1,2	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Pyren* (µg/kg v.v.)	23	9,3	15	0,5	4,5	9,3	9,1	5,5	21	13	16	9,3	13	11	8,2



Miljøgiftundersøkelse i havner i Telemark, Vestfold, Akershus og Østfold 1999  
(TA-1885/2002/NIVA 4568-2002)

	St. 2	St. 4	St. 5	St. 1	St. 2	St. 2	St. 3	St. 4	St. 1	St. 3	St. 1	St. 2	St. 1	St. 2	St. 1
	Kragerø	Kragerø	Kragerø	Stavern	Stavern	Vrengen	Vrengen	Vrengen	Tønsberg	Tønsberg	Holmestr	Holmestr	Moss-Son	Mossesund	Fredrikstad
Benz(a)antracen* <sup>1</sup> (µg/kg v.v.)	9,7	5,9	6,5	1	4,9	2,1	2,3	1,5	8	6	4,8	4,1	2,6	3,9	1,8
Chrysen+trifenylen* (µg/kg v.v.)	27	13	20	1,5	5,1	7,3	8,6	5,4	19	9,8	14	10	8,2	8,7	6
Benzo(b+j,k)flu* <sup>1</sup> (µg/kg v.v.)	35	20	28	<0,5	6,1	7,4	6,9	4,6	8,5	7,5	14	16	6,2	7,3	4,6
Benzo(e)pyren* (µg/kg v.v.)	17	8,5	13	<0,5	2,1	4,5	5,4	5,4	6,2	3,8	8,2	6,7	5,2	4,7	3,7
Benzo(a)pyren* <sup>1</sup> (µg/kg v.v.)	5	3	4,3	<0,5	0,7	0,6	0,7	0,7	1,3	0,8	1,5	2,1	0,7	0,8	0,6
Perylen* (µg/kg v.v.)	1,2	0,7	1	<0,5	<0,5	0,7	0,5	<0,5	1,9	1	0,8	1,1	1,1	1,9	0,6
Indeno(1,2,3cd)pyren* <sup>1</sup> (µg/kg v.v.)	5,1	2,8	3,9	<0,5	2,7	0,8	0,8	0,5	1,8	1	1,9	2,2	0,8	0,7	0,6
Dibenz(a,c/a,h)ant* <sup>1</sup> (µg/kg v.v.)	1,1	0,6	0,8	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Benzo(ghi)perylene* (µg/kg v.v.)	5,9	3,2	4,5	<0,5	1,9	1,2	1,6	0,9	2,3	1,5	2,5	3,2	1,5	1,2	1,3
<b>SUM PAH</b>	<b>213,6</b>	<b>86</b>	<b>136,55</b>	<b>16,05</b>	<b>44,05</b>	<b>54,6</b>	<b>64,1</b>	<b>43,25</b>	<b>131,5</b>	<b>81</b>	<b>106,75</b>	<b>72,3</b>	<b>70,65</b>	<b>76,75</b>	<b>65,75</b>
<b>SUM KPAH</b>	<b>55,9</b>	<b>32,3</b>	<b>43,5</b>	<b>2</b>	<b>14,65</b>	<b>11,15</b>	<b>10,95</b>	<b>7,55</b>	<b>20,2</b>	<b>15,55</b>	<b>22,45</b>	<b>24,65</b>	<b>10,55</b>	<b>12,95</b>	<b>7,85</b>

Miljøgiftundersøkelse i havner i Telemark, Vestfold, Akershus og Østfold 1999  
(TA-1885/2002/NIVA 4568-2002)

**Vedlegg E3 Analyseresultater fisk (torsk).**

	St. B Kragerø	St. C Kragerø	St. Stavern havn	St. C Vrengen	St. D Vrengen	St. E Vrengen	St. A Tønsb/Vallø	St. B Tønsb.havn	St. Holmestrand	St. B Hvidsten	St. A Mossesund	St.C Fredrikstad
	torsk filet	torsk filet	torsk filet	torsk filet	torsk filet	torsk filet	torsk filet	torsk filet	torsk filet	torsk filet	torsk filet	torsk filet
TTS - %	20,6	20,5	20,3	18,9	19,1	19,5	19,3	19,7	20,1	20,2	19,4	20,4
Hg (µg/g v.v.)	0,095	0,129	0,069	0,069	0,074	0,074	0,066	0,096	0,109	0,06	0,06	0,13

	St. B Kragerø	St. C Kragerø	St. Stavern havn	St. C Vrengen	St. D Vrengen	St. E Vrengen	St. A Tønsb/Vallø	St. B Tønsb.havn	Horten i. havn	Horten y. havn	St. Holmestrand	St. B Hvidsten	St. A Mossesund	St.C Fredrikstad
	torsk lever	torsk lever	torsk lever	torsk lever	torsk lever	torsk lever	torsk lever	torsk lever	torsk lever	torsk lever	torsk lever	torsk lever	torsk lever	torsk lever
<i>Vevsparametre:</i>														
TTS/%	62,4	61,2	47,4	43	40,4	35	51,4	42,5			42,9	32,7	41,7	45,7
Fett-% (% pr. v.v.)	52,8	50,4	35,3	30,3	24,3	19,6	39	29,7			28,6	16,2	28	30,5
<i>Metaller:</i>														
Cd (µg/g v.v.)	0,027	0,07	0,024		0,061						0,049	0,08	0,065	0,023
Pb (µg/g v.v.)	<0,03	<0,03	<0,03		<0,03						0,38	<0,03	<0,03	<0,03
<i>Polyklorete bifenyler:</i>														
CB28 (µg/kg v.v.)	5,9	5,1	13	13	19	7,5	8,4	15	45,6	13,0	17	7,9	13	28
CB52 (µg/kg v.v.)	14	12	18	41	59	21	31	57	128	26,7	39	22	23	47
CB101 (µg/kg v.v.)	36	26	62	120	250	50	48	170	430	77,1	190	100	90	150
CB105 (µg/kg v.v.)	33	30	60	93	230	76	83	98	262	50,4	110	62	77	72
CB118 (µg/kg v.v.)	77	74	150	250	720	180	160	260	763	129	310	170	200	250
CB138 (µg/kg v.v.)	110	130	220	360	1000	230	160	360	1126	259	580	450	360	380
CB153 (µg/kg v.v.)	141	183	280	500	1300	340	220	460	1711	406	640	610	430	450
CB156 (µg/kg v.v.)	9,5	13	21	26	98	22	17	26	106	23,5	54	52	32	39
CB180 (µg/kg v.v.)	39	62	77	75	240	77	62	77	468	148	180	270	150	130
CB209 (µg/kg v.v.)	50	33	<1	2,9	<1	2,6	<3,0	3,6	1,64	1,25	<1	<1	<1	<2
<b>sum PCB (µg/kg v.v.)</b>	<b>515,4</b>	<b>568,1</b>	<b>900,5</b>	<b>1480,9</b>	<b>3916,5</b>	<b>1006,1</b>	<b>790,9</b>	<b>1526,6</b>	<b>5041,2</b>	<b>1134,0</b>	<b>2120,5</b>	<b>1744,04</b>	<b>1375,5</b>	<b>1547</b>
PCB <sub>7</sub> (µg/kg v.v.)	422,9	492,1	820	1359	3588	905,5	689,4	1399	4671,6	1058,8	1956	1629,9	1266	1435
TE mono-orto PCB (ng/kg v.v.)	15,8	16,9	31,5	47,3	144	36,6	32,8	48,8	156	30	69,0	49,2	43,7	51,7

Miljøgiftundersøkelse i havner i Telemark, Vestfold, Akershus og Østfold 1999  
(TA-1885/2002/NIVA 4568-2002)

	St. B Kragerø	St. C Kragerø	St. Stavern havn	St. C Vrengen	St. D Vrengen	St. E Vrengen	St. A Tønsb/Vallø	St. B Tønsb.havn	Horten i. havn	Horten y. havn	St. Holmestrand	St. B Hvidsten	St. A Mossesund	St. C Fredrikstad
	torsk lever	torsk lever	torsk lever	torsk lever	torsk lever	torsk lever	torsk lever	torsk lever	torsk lever	torsk lever	torsk lever	torsk lever	torsk lever	torsk lever
<i>nonorto-PCB:</i>														
PCB 77 (µg/kg v.v.)	0,514	0,475	0,521	1,540	3,067	0,823	1,120	1,370	3,789	1,219	0,860	0,947	0,598	0,577
PCB 126 (µg/kg v.v.)	0,357	0,315	0,331	0,658	2,131	0,591	0,505	0,699	1,784	0,482	0,648	0,554	0,568	0,262
PCB 169 (µg/kg v.v.)	0,058	0,049	0,037	0,120	0,116	0,119	0,106	0,131	0,172	0,074	0,068	0,065	0,05	0,025
TE non-ortoPCB (ng/kg v.v.)	36,3	32,0	35,5	67,2	214,6	60,4	51,7	71,3	182	50	65,6	56,1	57,4	26,5
<b>Sum TE PCB (ng/kg v.v.)</b>	<b>52,1</b>	<b>48,9</b>	<b>65</b>	<b>114,5</b>	<b>358,6</b>	<b>97</b>	<b>84,5</b>	<b>120,1</b>	<b>338</b>	<b>80</b>	<b>134,6</b>	<b>105,3</b>	<b>101,2</b>	<b>78,2</b>
<i>Pestisider:</i>														
Pentaklorbenzen (µg/kg t.v.)	0,99	5,5	<0,5	<1,0	<0,5	<0,50	<1,5	<1,0			<0,5	<0,5	<0,5	<1
alpha HCH (µg/kg t.v.)	3,3	3,9	2,4	2,2	2,1	1,6	<3,0	2,2			2,4	1,3	2	4,3
heksaklorbenzen (µg/kg t.v.)	12	9,1	6,6	3,8	3,3	3,1	5,4	5,8			7	3,7	4,3	15
lindan (µg/kg t.v.)	9,2	10	5,6	5	3,8	3,6	6,6	4,7			3,9	2,6	4,1	4,2
oktaklorstyren (µg/kg t.v.)	7,8	5,7	2,6	2,5	6,4	2	2,5	3,9			4	2	2	4,3
p,p'DDE (µg/kg t.v.)	60	49	100	130	110	54	62	200			250	67	150	160
p,p'DDD(µg/kg t.v.)	17	14	25	45	30	16	22	69			66	39	39	30

**Vedlegg E4 Analyseresultater fisk (ålefilet)**

	St. Kragerø ål filet	St. Vrengen ål filet	St. Holmestrand ål filet
<i>Vevsparametre:</i>			
TTS/%	37,1	30,6	26,5
Fett-% (% pr. v.v.)	17,9	10,2	5,79
<i>Polyklorerte bifenyl:</i>			
CB28 (µg/kg v.v.)	<0,60	2,2	1,4
CB52 (µg/kg v.v.)	2,2	9,8	4,1
CB101 (µg/kg v.v.)	1,8	10	1,9
CB105 (µg/kg v.v.)	2,2	11	2
CB118 (µg/kg v.v.)	4,8	25	5,1
CB138 (µg/kg v.v.)	6,5	32	8,6
CB153 (µg/kg v.v.)	7,8	31	9,4
CB156 (µg/kg v.v.)	0,6	2,3	0,67
CB180 (µg/kg v.v.)	2,3	4,7	2,8
CB209 (µg/kg v.v.)	1,8	2	<0,50
<b>sum PCB (µg/kg v.v.)</b>	<b>30</b>	<b>130</b>	<b>35,97</b>
PCB <sub>7</sub> (µg/kg v.v.)	25,4	114,7	33,3
TE mono-orto PCB (ng/kg v.v.)	1,0	4,8	1,1
<i>Nonorto-PCB:</i>			
PCB 77 (µg/kg v.v.)	8	10	<6
PCB 126 (µg/kg v.v.)	27	57	15
PCB 169 (µg/kg v.v.)	<6	<6	<6
TE non-ortoPCB (ng/kg v.v.)	2,7	5,7	1,5
<b>Sum TE PCB (ng/kg v.v.)</b>	<b>3,7</b>	<b>10,5</b>	<b>2,6</b>
<i>Ppestisider:</i>			
Pentaklorbenzen (µg/kg t.v.)	<0,30	<0,20	<0,30
alpha HCH (µg/kg t.v.)	0,78	0,75	<0,50
heksaklorbenzen (µg/kg t.v.)	1,5	0,88	0,55
lindan (µg/kg t.v.)	1,5	1,3	<0,50
oktaklorstyren (µg/kg t.v.)	0,5	1,4	<0,30
p,p`DDE (µg/kg t.v.)	2,3	3,4	4,7
p,p`DDD(µg/kg t.v.)	1,1	1,8	2,3

**Vedlegg E5** Analyseresultater fisk (dioksiner i ålefilet).

		St. Kragerø	St. Vrengen	St. Holmestrand
2378-TCDD	pg/g	0,35	<0,05	<0,05
12378-PeCDD	pg/g	2,21	<0,05	<0,05
123478-HxCDD	pg/g	1,12	<0,10	<0,10
123678-HxCDD	pg/g	3,05	<0,10	<0,10
123789-HxCDD	pg/g	1,01	<0,10	<0,10
1234678-HpCDD	pg/g	0,74	<0,20	<0,20
OCDD	pg/g	2,53	0,83	<0,50
2378-TCDF	pg/g	<0,05	<0,05	0,14
12378/12348-PeCDF	pg/g	0,45	<0,05	<0,05
23478-PeCDF	pg/g	4,64	0,4	0,45
123478/123479-HxCDF	pg/g	8,21	0,12	<0,10
123678-HxCDF	pg/g	3,47	0,12	<0,10
123789-HxCDF	pg/g	<0,10	<0,10	<0,10
234678-HxCDF	pg/g	2,18	0,14	<0,10
1234678-HpCDF	pg/g	1,72	0,11	<0,20
1234789-HpCDF	pg/g	0,49	<0,40	<0,40
SUM TCDD	pg/g	0,35		
SUM PeCDD	pg/g	2,21		
SUM HxCDD	pg/g	5,18		
SUM HpCDD	pg/g	0,74		
SUM TCDF	pg/g			0,14
SUM PeCDF	pg/g	5,37	0,4	0,45
SUM HxCDF	pg/g	15,2	0,38	
SUM HpCDF	pg/g	2,21	0,11	
OCDF	pg/g	<0,50	<0,50	<0,50
<b>SUM PCDD</b>	<b>pg/g</b>	<b>11,0</b>	<b>0,83</b>	<b>0,50</b>
<b>SUM PCDF</b>	<b>pg/g</b>	<b>23,3</b>	<b>1,39</b>	<b>1,09</b>
<b>SUM PCDD/PCDF</b>	<b>pg/g</b>	<b>34,3</b>	<b>2,22</b>	<b>1,59</b>
TE(WHO) PCDD	pg/g	3,09	0,13	0,13
TE(WHO) PCDF	pg/g	3,77	0,26	0,29
Sum TE (WHO) PCDD/F	pg/g	6,86	0,39	0,42
!Sum TE (WHO) PCDD/F !	pg/g	6,84	0,32	0,28

! Verdi anvendt i tabeller. Framkommer ved å anvende halve deteksjonsgrenser i beregningene av TE