

RAPPORT LNR 4283-2000

Polyklorerte bifenyler
(PCB) i sediment,
strandmateriale og torsk
fra området utenfor
Hurum Papirfabrikk

Hovedkontor Postboks 173, Kjelsås 0411 Oslo Telefon (47) 22 18 51 00 Telefax (47) 22 18 52 00 Internet: www.niva.no	Sørlandsavdelingen Televeien 3 4879 Grimstad Telefon (47) 37 29 50 55 Telefax (47) 37 04 45 13	Østlandsavdelingen Sandvikaveien 41 2312 Ottestad Telefon (47) 62 57 64 00 Telefax (47) 62 57 66 53	Vestlandsavdelingen Nordnesboder 5 5008 Bergen Telefon (47) 55 30 22 50 Telefax (47) 55 30 22 51	Akvaplan-niva 9296 Tromsø Telefon (47) 77 75 03 00 Telefax (47) 77 75 03 01
---	---	--	---	---

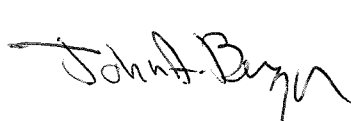
Tittel Polyklorete bifenyler (PCB) i sediment, strandmateriale og torsk fra området utenfor Hurum Papirfabrikk	Løpenr. (for bestilling) 4283-2000	Dato 9/10-2000
	Prosjektnr. Undernr. O-20137	Sider Pris 31
Forfatter(e) John Arthur Berge	Fagområde Miljøgifter sjøvann	Distribusjon Fri
	Geografisk område Buskerud	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Norske Skogindustrier ASA	Oppdragsreferanse
---	-------------------

Sammendrag

Miljøundersøkelser ble høsten 2000 gjennomført i sjøen utenfor Hurum Papirfabrikk. Bakgrunnen var funn av polyklorete bifenyler (PCB) i grunnen på fabrikkområdet som etter all sannsynlighet over flere tiår har lekket ut til sjøen. Tiltak for å fjerne kilden på land ble igangsatt i august 2000. Undersøkelsene omfattet en kartlegging av PCB i sediment (12 stasjoner), strandmateriale (2 stasjoner) og torskelever (2 stasjoner). Undersøkelsene avdekket et område nær land som i henhold til SFT's klassifisering av miljøkvalitet var sterkt til meget sterkt forurenset med PCB og HCB. Antydningvis strekker det mest forurensete området (klasse IV-V i henhold til SFTs klassifisering) seg ut til ca 100 m fra land i en bredde på ca. 200 m (muligens lenger i østlig retning). Hovedmengden av den observerte PCB ligger sannsynligvis i de øvre 10 cm av sedimentet. Konsentrasjonene av PCB i sanden på badestrender nær bedriften var lave. Leveren fra torsk fanget i området utenfor bedriften var moderat forurenset med PCB og ubetydelig til lite forurenset med industrikjemikaliet HCB og de landbruksrelaterte kjemikalier HCH og DDT. I hvilken grad PCB (og andre miljøgifter) som ligger i sedimentet i sjøen i nærområdet til bedriften utgjør et alvorlig miljøproblem er avhengig av sannsynligheten for en videre spredning og i hvilken grad dette i fremtiden vil gi opphav til overkonsentrasjoner og effekter i miljøet ut over selve nærområdet. Umiddelbart synes fremtidig utvikling mht innholdet av PCB i spiselige organismer (båskjell, torsk) å være av største betydning for vurdering av eventuelle videre tiltak. Dersom konsentrasjonen øker innenfor en periode på 2-3 år bør ytterligere tiltak for å fjerne/reducere PCB belastningen vurderes. I motsatt tilfelle er det mindre behov for tiltak.


Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. PCB	1. PCB
2. Papirfabrikk	2. Papermill
3. Sediment	3. Sediment
4. Fisk	4. Fish



John Arthur Berge
Prosjektleder



Ketil Hylland
Forskningsleder



Bjørn Braaten
Forskningssjef

**Polyklorerte bifenyler (PCB) i sediment,
strandmateriale og torsk fra området utenfor
Hurum Papirfabrikk**

Forord

På bakgrunn av funn av forurensninger i sjøen utenfor Hurum Papirfabrikk ønsket Norske Skogindustrier ASA en nøyere kartlegging av innholdet av PCB utenfor bedriften. NIVA utarbeidet et utkast til program (datert 22/6-00) for slike undersøkelser. I elektronisk post av 23/6- 2000 bekreftet Rune Andersen ved Norske Skogindustrier ASA at de ønsket at NIVA skulle gjennomføre de foreslåtte undersøkelser med tilføyelse av 3 nye stasjoner. Undersøkelsene skulle omfatte en kartlegging av innholdet av PCB i sediment, strandmateriale og torsk fra grunnområdet utenfor bedriften. Endelig programforslag ble via elektronisk post oversendt Norske Skogindustrier 27/6.

Feltarbeidet for innsamling av sediment og strandmateriale ble gjennomført av Torgeir Bakke, John Arthur Berge og Aud Helland fra NIVA. Fangst av torsk ble foretatt av fisker Runar Larsen (Holmsbu).

Uttak av vevsprøver fra fisk ble foretatt av Wenche Knudsen og Tone Jøran Oredalen. Bestemmelse av partikkelstørrelsesfordeling ble foretatt av Gro Prestbakmo.

Analyser av PCB ble utført på NIVAs laboratorium av Alfhild Kringstad.

Prosjektleder på NIVA har vært John Arthur Berge.

Kontaktperson hos Norske Skogindustrier ASA har vært Rune Andersen og lokal kontakt på Hurum Papirfabrikk har vært Alexander Vedeler.

Oslo, 9/10-2000

John Arthur Berge

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
2. Metoder	8
2.1 Prøvetaking	8
2.1.1 Sediment	8
2.1.2 Strand	10
2.1.3 Torsk	10
2.2 Kjemiske analysemetoder	11
3. Resultater	12
3.1 Sediment og strandmateriale	12
3.1.1 PCB og andre klororganiske forbindelser i sediment	13
3.1.2 PCB og andre klororganiske forbindelser i sand fra badestrender	17
3.2 PCB i torsk	18
4. Konklusjoner	22
5. Referanser	24
Vedlegg A. Beskrivelse av innsamlede sedimentprøver.	25
Vedlegg B. Rådata for analyse av klororganiske forbindelser i sediment og strandmateriale	28
Vedlegg C. Rådata for analyse av klororganiske forbindelser i torskelever	31

Sammendrag

På bakgrunn av observasjon av PCB forurensning i sediment i sjøen på en stasjon rett utenfor Hurum Papirfabrikk ønsket Norske Skogindustrier ASA en nøyere kartlegging av forekomsten av PCB. Målsetningen var å kartlegge forekomsten av PCB i overflatesedimentet i nærområdet i sjøen utenfor bedriften, avgjøre om det i dypereliggende lag av sedimentet opptrer høye konsentrasjoner av PCB, avklare om torsk fra området inneholder høye konsentrasjoner av PCB og avklare om det opptrer høye konsentrasjoner av PCB i sedimentet på to badestrender i området.

Innsamling av alt materiale ble gjennomført i juli-august 2000. Undersøkelsene omfattet analyse av PCB og andre industri- og landbruks-relaterte klororganiske forbindelser i sediment (12 stasjoner, ytterligere 5 stasjoner måtte oppgis pga. forekomst av fjell, stein/grus) og strandmateriale (2 stasjoner) og torskelever (2 stasjoner).

Mye finpartikulært materiale (dvs materiale med partikkelstørrelse $< 63 \mu\text{m}$) og det høyeste vanninnholdet ble i hovedsak funnet på stasjonene nærmest land. På disse stasjonene ble det også observert trebiter og flis.

De høyeste konsentrasjoner av PCB ble funnet på fire stasjoner nærmest bedriftsområdet på relativt grunt vann (3-4,5 m) med unntak av en stasjon der dybden var 12 m. Overflatesedimentet på disse 4 stasjoner karakteriseres i følge SFTs klassifisering som sterkt til meget sterkt forurenset med PCB. Det mest forurensete området (klasse IV-V) strekker seg ut til ca 100 m fra land i en bredde på ca 200 m, muligens lenger idet den østlige grensen for det mest forurensete området er uklar.

De laveste konsentrasjoner av PCB (ubetydelig til moderat forurenset) ble funnet på to stasjoner øst for bedriften i retning av båthavnen (st. 2 og 3) og på 5 stasjoner (9, 12, 13, 14, 15) noe lenger fra land.

Bedømt fra konsentrasjonen av PCB i ulike dyp av sedimentet på den mest PCB forurensete stasjonen ligger hovedmengden av den observerte PCB i de øvre 10 cm av sedimentet.

Konsentrasjonen av HCB synes i store trekk å følge PCB mht forureningsgrad (dvs. høyeste konsentrasjoner på fire stasjoner nærmest bedriftsområdet).

Konsentrasjonen av PCB i sanden fra badestrender nær bedriften var lavt.

Lever av torsk fra fisk fanget i området utenfor bedriften og i referanseområdet (Sandbukta) var begge steder moderat forurenset med PCB og ubetydelig til lite forurenset med industrikjemikaliet HCB og de landbruksrelaterte kjemikaliene HCH og DDT (nedbrytningsprodukter). I forhold til klasse I i SFTs klassifiseringssystem tilsvarte konsentrasjonen av PCB i lever på torsken fanget utenfor bedriften en overkonsentrasjon på 1.7 ganger. Til sammenligning kan det nevnes at det i torsk fra indre Oslofjord er observert overkonsentrasjoner i området 6-10 ganger.

I hvilken grad PCB (og andre miljøgifter) i sedimentet i sjøen i nærområdet til bedriften utgjør et betydelig miljøproblem er avhengig av sannsynligheten for en videre spredning og i hvilken grad dette i fremtiden kan bidra til overkonsentrasjoner og effekter i miljøet ut over selve nærområdet.

Summary

Title: Polychlorinated biphenyls (PCB) in sediment, beach sand and Atlantic cod near a paper mill (Hurum Papirfabrikk).

Year: 2000, Author: John Arthur Berge

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No 82-577-3913-8

Norske Skogindustrier ASA have requested investigations on the occurrence of PCB outside a paper mill (Hurum Papirfabrikk) located in the Oslofjord, Norway. The background for the investigation was an observation of high concentration of PCB in the sediment at one site outside the paper mill. The objectives of the investigation were to map PCB concentrations in the surface sediment in the immediate vicinity of the paper mill, determine the distribution of PCB in the deeper layers of the sediment, clarify if Atlantic cod (*Gadus morhua*) from the area contain high concentration of PCB, and finally clarify if sand from two nearby beaches contain elevated concentrations of PCB.

All the material for the analysis was collected in July and August 2000. The investigations included analysis of PCB in sediment (12 stations, an additional 5 stations were abandoned because of incidence of rock, stones and pebbles), beach sand (2 stations) and cod liver (fish from 2 stations).

The sediments at stations near the paper mill were generally dominated by fine-grained particles (<63 µm) and had a relatively high water content. Fragments of wood of different sizes were also found in the sediment at these stations.

The highest concentrations of PCB were found at 4 stations near the paper mill. These stations were located at shallow depths (3-4.5 m) with the exception of one station where the depth was 12 m. The surface sediments at these 4 stations could be classified as severely to extremely polluted with PCB according to the classification system of the Norwegian State Pollution Control Authority.

The lowest concentrations of PCB (insignificantly to moderately polluted) were found at two stations (2, 3) west of the paper mill in the direction of a small harbour for pleasure boats and at 5 stations (9, 12, 13, 14, 15) more distant (>100 m) from the mill.

The main quantity of PCB was located within the top 10 cm of the sediment as judged from the distribution of PCB at the most contaminated site.

The distribution of HCB in the surface sediment (0-2 cm) followed the concentration of PCB.

The concentration of PCB in sand from beaches in the vicinity of the paper mill was low (insignificantly polluted). Liver from cod caught in the vicinity of the paper mill and in a local reference area contained moderate concentrations of PCB and low concentrations of HCB, HCH and degradation products of DDT.

The magnitude of the environmental threat caused by the observed PCB in the sediments depend primarily on the probability of a further spreading of PCB. Important also is the degree to which a further spreading may contribute to a rise in the PCB concentrations in other compartments (fish and shellfish) of the environment, especially outside the most contaminated area.

Detailed advise on the need for delimiting actions related to the contaminated sediments in order to prevent further spreading of PCB in the local environment was outside the frame of this project.

1. Innledning

Det er tidligere gjennomført miljøundersøkelser i grunnen på fabrikkområdet til Hurum Papirfabrikk (Havik og Ness, 2000) og i sjøen utenfor (Berge og Berglind, 2000). Undersøkelsene avdekket relativt høye konsentrasjoner av PCB i slam i en kulvert på bedriftsområdet og at overflatesedimentet på en stasjon i grunnområdet utenfor fabrikkområdet i henhold til SFT's klassifiseringssystem for miljøkvalitet var meget sterkt forurenset med PCB mens dypområder lenger unna (0.6-2 km) var mindre forurenset med PCB. Fordelingsmønstrer av enkeltforbindelser av PCB sannsynliggjorde at den PCB som ble observert i sedimentet i sjøen umiddelbart utenfor bedriften stammet fra samme kilde som observert på bedriftsområdet. Alvorligheten av disse funn ble vurdert å avhenge av hvor store områder som er forurenset med PCB. Utbredelsen av forurensningen i nærsone utenfor bedriften var imidlertid ukjent.

Bedriften startet i august 2000 tiltak for å stoppe/ redusere videre utlekking av PCB ved å suge opp slam i kulverten på land. Arbeidet vil bli avsluttet i løpet av inneværende år.

På bakgrunn av den PCB-forurensning som var observert i sjøen umiddelbart utenfor bedriften, og ønske om å kartlegge det berørte området, fikk NIVA i oppdrag å gjennomføre supplerende miljøundersøkelser utenfor Hurum fabrikk. Resultatet fra undersøkelsen er ment å gi grunnlag for å avgjøre om det er behov for tiltak i sjøen.

Målsetningen med de supplerende undersøkelsene var:

- Kartlegge forekomsten av PCB i overflatesedimentet i nærområdet utenfor bedriften
- Avgjøre om det under sedimentoverflaten i området umiddelbart utenfor bedriften (stasjon 1) opptrer høye konsentrasjoner av PCB.
- Avklare om torsk fra området inneholder høye konsentrasjoner av PCB som eventuelt kan ha betydning for spiselighet.
- Avklare om det opptrer høye konsentrasjoner av PCB i sedimentet på to badestrender i området.

2. Metoder

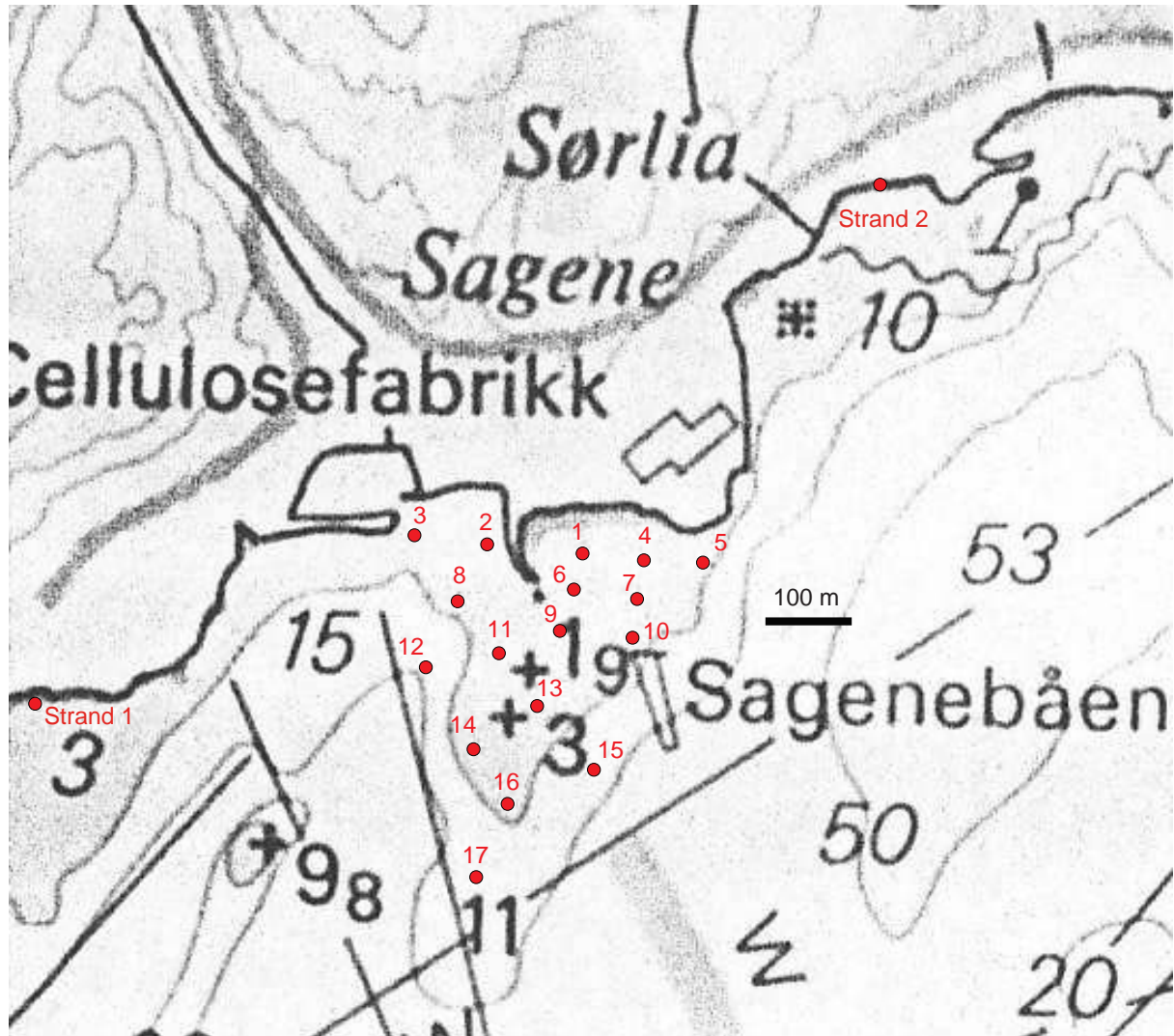
Feltarbeidet for innsamling av sediment ble gjennomført av NIVA personell 9-10/08-2000. Feltarbeidet ble foretatt fra en åpen båt (14 fot) med påhengsmotor. Innsamling av torsk ble foretatt i uke 28, 2000.

2.1 Prøvetaking

2.1.1 Sediment

Oversikt over sediment stasjoner er angitt i **Figur 1** og **Tabell 1**. Utgangspunktet for valg av stasjoner var at en ønsket å dekke grunnområdene utenfor bedriften. Før prøvetaking ble stasjonens posisjon merket med flytelegeme forbundet med et lodd på bunnen. Etter merking ble prøvetaking foretatt med en liten van Veen grabb på følgende stasjoner 2, 3, 4, 5, 8, 12, 13, 14, 15. På stasjon 7, 10, 11, 16 og 17, var det enten fjell eller stein/grus slik at det ikke var mulig å få opp materiale som det var formålstjenlig å analysere. På stasjon 1, 6, 9 ble sedimentprøvene tatt av dykkere.

På hver lokalitet ble det tatt 3 parallelle sedimentprøver. Topplaget (ca. 0-2 cm) fra de 3 parallelle prøver ble slått sammen til en blandprøve for kjemiske analyser. På stasjon 1 ble det også tatt prøver lenger ned i sedimentet (5-7 cm, 10-12 cm). På denne stasjonen ble det også gjort forsøk på å få opp prøver lenger ned i sedimentet (20-22 cm). Dette lot seg imidlertid ikke gjøre fordi sedimentet under ca 5 cm besto av betydelige mengder med et fiberaktig materiale som førte til at prøvetakeren ble tilstoppet når sedimentet i røret nådde en lengde av ca 14-16 cm. Dypeste prøve representerer derfor et sedimentdyp på 12-16 cm.



Figur 1. Stasjonene for innsamling av sediment for analyse av PCB (Kartkilde: Sjøkart nr. 3, Norges Sjøkartverk).

Tabell 1. Oversikt over dyp på de enkelte sedimentstasjoner.

Stasjon nr	Dyp (m)	Stasjon nr	Dyp (m)
1	3	11	5
2	8	12	11,5
3	10,5	13	7
4	3,5	14	9
5	12	15	14
6	4,5	16	9
7	6	17	16
8	11	Strand 1	0
9	6,5	Strand 2	0
10	9		

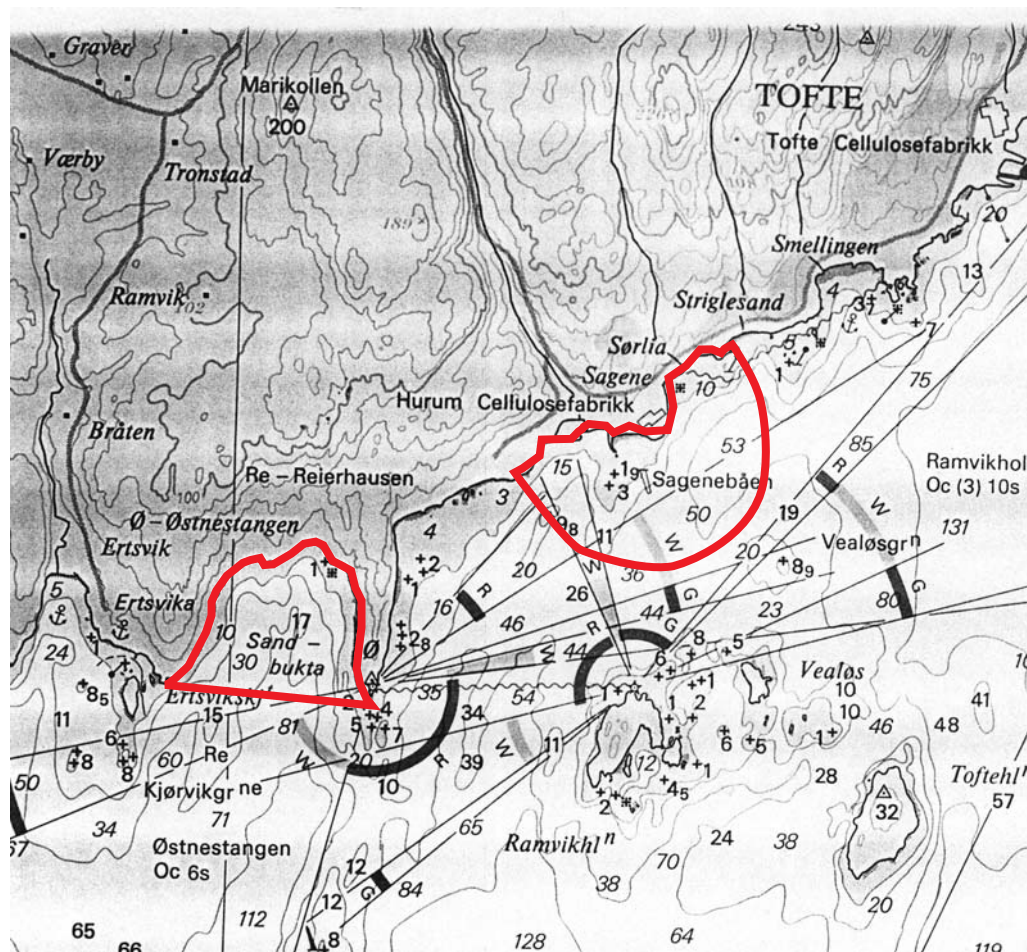
2.1.2 Strand

Strandmaterialet ble innsamlet på to strender (Prøyserstranda, Bakkestranda) henholdsvis sørvest og nord øst for bedriften (se **Figur 1**). Strandmaterialet ble innsamlet i strandkanten (våt fin sand) på 3 steder langs hver av strendene.

Sediment og strandmateriale ble analysert for PCB. Som støtteparametere ble det analysert for % tørrstoff og andel av sedimentet med partikkelstørrelse mindre enn 63 µm. PCB i strandmateriale inngår ikke i SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet (Molvær et al. 1997) og en har i denne rapport benyttet samme kriterier som for sediment.

2.1.3 Torsk

Innsamling av torsk ble foretatt ved hjelp av åleruser. Fra hver av de to områder (**Figur 2**) ble det analysert en blandprøve av lever fra 20-25 torsk (*Gadus morhua*). Gjennomsnittlig lengde og vekt av torsk som ble benyttet ses i **Tabell 2**. Hver prøve inneholdt både hanner og hunner. Torsken som ble fanget var relativt liten. Dermed vil observert miljøgiftkonsentrasjon i større grad representere eksponeringsgraden i det området den er fanget enn for større fisk som vandrer mer. For å få tilstrekkelig materiale i blandprøven benyttet en hele leveren fra hvert individ (med unntak av det største individet i prøven fra fabrikkområdet der halve leveren ble benyttet).



Figur 2. Kart som viser de to områdene der torsk ble fanget

Tabell 2. Data for torsk brukt til analyse.

Stasjon	Midlere lengde (min-max) (cm)	Midlere total vekt (min-max) (g)	Midlere levervekt i blandprøve (min-max) (g)
Fabrikkområdet	27,05 (17,5-36,5)	216,1 (51,9-571,9)	2,15 (0,25-8,3)
Sandbukta	26,1 (19-40)	204,2 (61,8-657,4)	2,52 (0,35-13,8)

2.2 Kjemiske analysemetoder

En oversikt over de anvendte analysemetoder er vist i Tabell 3.

Tabell 3. Oversikt over anvendte analysemetoder.

GC/ECD= gasskromatograf med elektroninnfangingsdetektor.

Prøvetype	Parameter	Analysemetode
Sediment	Partikkelstørrelse (fraksjon <63 µm)	våtsikting og gravimetri
Sediment	PCB og andre industri- og landbruks relaterte klororganiske forbindelser	Prøvene tilsettes indre standard og ekstraheres med organiske løsemidler. Ekstraktene gjennomgår ulike rensetrinn for å fjerne interfererende stoffer. Til slutt analyseres ekstraktet ved bruk av GC/ECD. De klororganiske forbindelsene identifiseres utfra de respektive retensjonstider på to kolonner med ulik polaritet. Kvantifisering utføres ved hjelp av indre standard.
Torskelever	PCB og andre utvalgte klororganiske forbindelser	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 klor-organiske forbindelsene identifiseres utfra de respektives retensjonstider på to kolonner med ulik polaritet. Kvantifisering utføres ved hjelp av indre standard.
Torskelever	% Fett	Ultrasonde ekstraksjon, gravimetri

3. Resultater

3.1 Sediment og strandmateriale

En beskrivelse av sedimentet på de ulike stasjoner er angitt i vedlegg A. Organiske miljøgifter (eksempelvis PCB) har en tendens til å være assosiert til finfraksjonen i sedimentet. Informasjon om partikkelstørrelse kan derfor være en viktig støtte parameter for tolking av miljøgiftanalyser i sediment.

En overvekt av finpartikulært materiale (dvs materiale med en partikkelstørrelse $< 63 \mu\text{m}$) og høyt vanninnholdet ble funnet på stasjonene nærmest land med unntak av stasjon 2 og overflatesedimentet på stasjon 1 (**Tabell 4**). På stasjonene nærmest land ble det observert trebiter og flis. På stasjon 1 ble det i tillegg observert et fiberaktig materiale under sedimentoverflaten. Dette fibermateriale ble holdt tilbake på sikten ($63 \mu\text{m}$) som ble brukt til bestemmelse av andelen finpartikulært materiale i sedimentet. I vekt utgjorde fiber materialet relativt lite idet analysen av partikkelstørrelse tyder på at andelen finpartikulært materiale var relativt høyt (81,9-94,4 % dypere enn 2 cm). Fiber materialet synes imidlertid å være relativt dominerende i volum.

Tabell 4. Oversikt over vanninnhold og partikkelstørrelsesfordeling i innsamlet sediment.

Stasjon nr	%vann	$<63 \mu\text{m}$ fraksjon (%)
St. 1 0-2 cm	44,7	46,5
St. 1 5-7 cm	66,3	81,9
St. 1 10-12	66,9	93,7
St. 1 12-16	69,7	94,4
St. 2	30,7	24,5
St. 3 (båthavn)	65,4	81,5
St. 4	55	85,3
St. 5 (lengst øst)	75,3	83,7
St. 6	63,2	80,9
St. 8	70,7	89,0
St. 9	22	8,3
St. 12	31,9	31,1
St. 13	24,6	16,0
St. 14	20,6	9,8
St. 15	25,4	15,6

3.1.1 PCB og andre klororganiske forbindelser i sediment

Konsentrasjonen av klororganiske forbindelser i sedimentet i sjøen utenfor bedriften er vist i **Tabell 5** (rådata for analysene ses i vedlegg C). De høyeste konsentrasjoner av PCB ble funnet i overflatesedimentet nærmest bedriftsområdet (st.1, 4, 5, 6) på relativt grunt vann (3-4,5 m) med unntak av stasjon 6 der dybden var 12 m. Overflatesedimentet på disse stasjoner karakteriseres som sterkt til meget sterkt forurenset med PCB i hht. SFT's klassifisering av miljøkvalitet.

De laveste konsentrasjoner av PCB (ubetydelig til moderat forurenset) ble funnet øst for bedriften i retning av båthavnen (st. 2, 3) og på stasjonene 9,12, 13, 14, 15 noe lenger fra land.

Konsentrasjonsmessig lå stasjon 8 i en mellomstilling og kunne karakteriseres som markert forurenset.

På grunn av substratets karakter (fjell eller stein/grus) ble det ikke foretatt analyser av sedimentet på stasjonene 7, 10 11, 16, 17. Det grove bunnmaterialet på disse stasjoner tilsier imidlertid at det er sannsynlig at det ligger lite miljøgifter i disse områdene.

Resultatene antyder at det mest forurensete området (klasse IV-V) strekker seg ut til ca. 100 m fra land i en bredde på ca 200 m. Den østlige grensen for det mest forurensete området er imidlertid mer uklar enn i andre retninger idet en også på den mest østlige stasjonen (stasjon 5) hadde relativ høye konsentrasjoner av PCB og at en i dypområdet (53 m) lenger øst for fabrikken tidligere har observert konsentrasjoner på 28.6 µg/kg t.v. (markert forurenset) (Berge og Berglind, 2000).

Bedømt fra konsentrasjonen i ulike dyp av sedimentet på stasjon 1 (**Figur 3**) ligger hovedmengden av den observerte PCB i de øvre 10 cm av sedimentet.







HCB konsentrasjonen synes i store trekk å følge PCB konsentrasjonen (**Tabell 5**). På stasjon 1 var det imidlertid en ulik dybdefordeling av PCB og HCB. For PCB ble det observert et maksimum nær overflaten (**Figur 3**) mens en for HCB hadde de høyeste verdier lengst ned i sedimentet (**Figur 4**). Forskjellen mellom profilen for PCB og HCB kan ligge i forbindelsenes ulike fysiske/kjemiske egenskaper (eksempelvis er HCB mer vannløslig enn PCB og vil da fortære kunne lekke ut fra overflatesedimentet) eller området utslippshistorie (muligens er den observerte PCB i sedimentet av nyere opprinnelse enn HCB).

Sedimentet var på de fleste stasjoner ubetydelig eller moderat forurenset med nedbrytningsprodukter av DDT (dvs DDE og DDD) (se **Tabell 5**). På stasjon 6 og 8 var imidlertid sedimentet markert forurenset med disse landbruksrelaterte forbindelsene.

I prøver med lave totalkonsentrasjoner av PCB lå konsentrasjonen av flere kongenerer under deteksjonsgrensen. Dette medførte komplikasjoner når en skulle vurdere komponentsammensetningen i sedimentprøven. I **Figur 5** vises den relative komponentsammensetning for prøver der alle kongenerer i hovedsak lå over deteksjonsgrensen. Hovedbildet er at PCB-sammensetningen er relativt lik på stasjoner med høye konsentrasjoner i overflatesedimentet (stasjon 1, 4, 5, 6).

Komponentsammensetningen i prøven fra kulverten avvek noe fra stasjonene med høye konsentrasjoner, mens PCB mønsteret på stasjon 3 nærmest båthavnen avvek klart fra de øvrige stasjoner (**Figur 5**), sannsynligvis som en konsekvens av tilførsel av PCB fra en annen kilde. Statistiske analyser (principal component analysis-PCA) antyder at PCB-mønsteret på stasjon 12 og 8 også avvek noe fra stasjonene med høye konsentrasjoner av PCB.

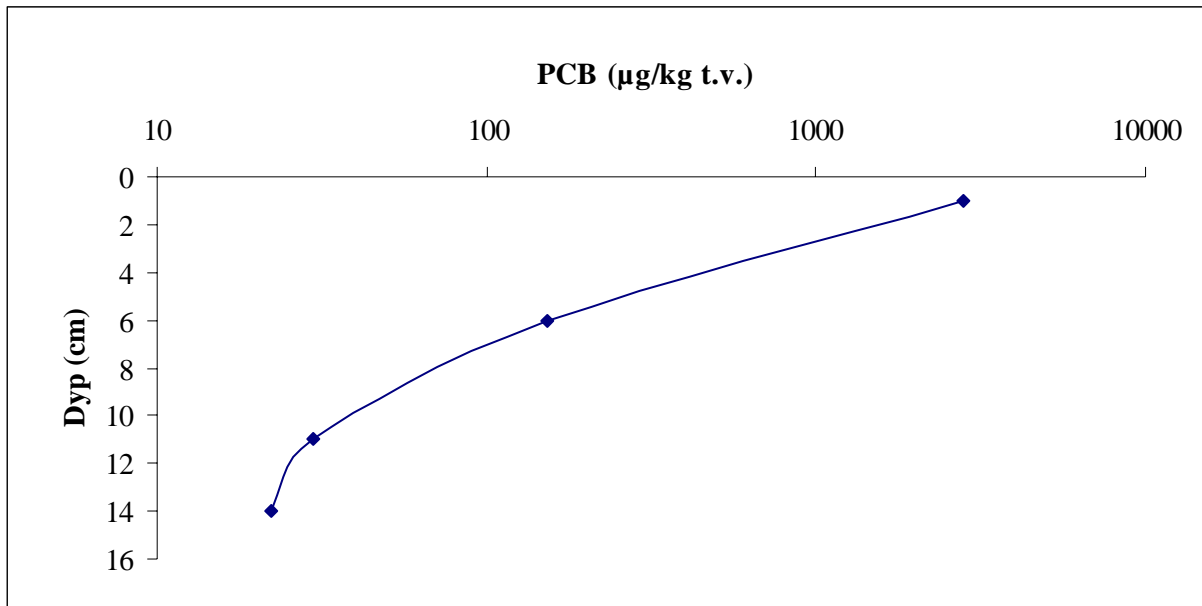
Tabell 5. Konsentrasjoner av polyklorerte bifenyler (ΣPCB_7), heksaklorbensen (HCB), diklordifenyldikloretan (DDE) og diklordifenyldikloretan (DDD) i sediment fra området utenfor Hurum papirfabrikk høsten 2000. DDE og DDD er nedbrytningsprodukter av diklordifenyltrikloretan (DDT). Enheter: $\mu\text{g}/\text{kg}$ t.v.. Data fra de enkelte stasjoner er klassifisert ifølge SFTs klassifiseringssystem (Molvær et al. 1997)

	I. Ubetydelig-lite forurenset		II. Moderat forurenset		III. Markert forurenset		IV. Sterkt forurenset
	V. Meget sterkt forurenset		Ikke i klassifiseringssystem/ kan ikke klassifiseres				

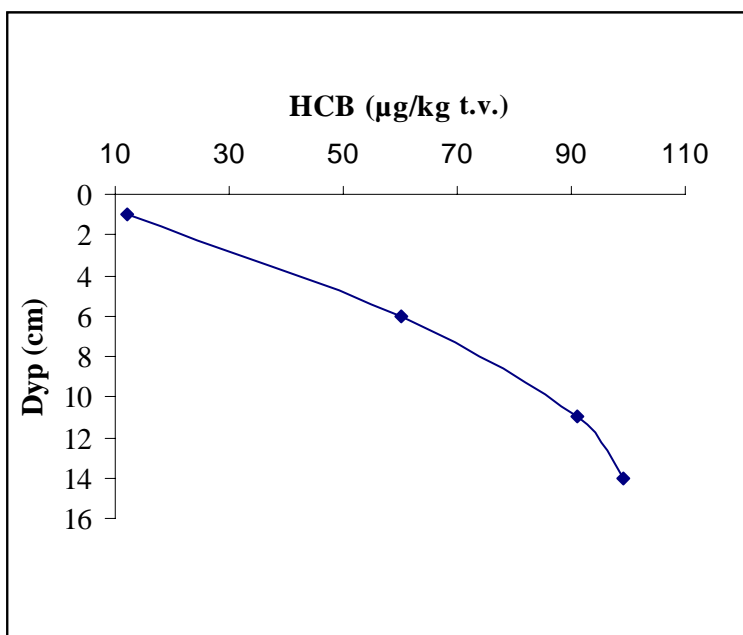
Stasjon	Sediment dyp (cm)	$\Sigma\text{PCB}_7^{1)}$	HCB	DDE ¹⁾ + DDD ¹⁾
St. 1	0-2	2782	12	2
St. 1	5-7	151,8	60	2
St. 1	10-12	29,9	91	2
St. 1	12-16	22,2	99	1
St. 2	0-2	2,8	0,35	0,75
St. 3	0-2	14,69	1,4	0,75
St. 4	0-2	154,9	24	0,75
St. 5	0-2	541,5	18	1,5
St. 6	0-2	132,25	36	8,1
St. 8	0-2	32,2	7,4	3,9
St. 9	0-2	1,05	<0,20	0,35
St. 12	0-2	8,69	1,6	1,76
St. 13	0-2	1,05	<0,20	0,35
St. 14	0-2	1,05	<0,20	0,35
St. 15	0-2	3,64	0,31	0,35
Øvre grense for klasse I ($\mu\text{g}/\text{kg}$ t.v.)		5	0,5	<0,5 ²⁾

¹⁾ For komponenter som ikke kunne kvantifiseres inngår halve deteksjonsgrensen i beregningen

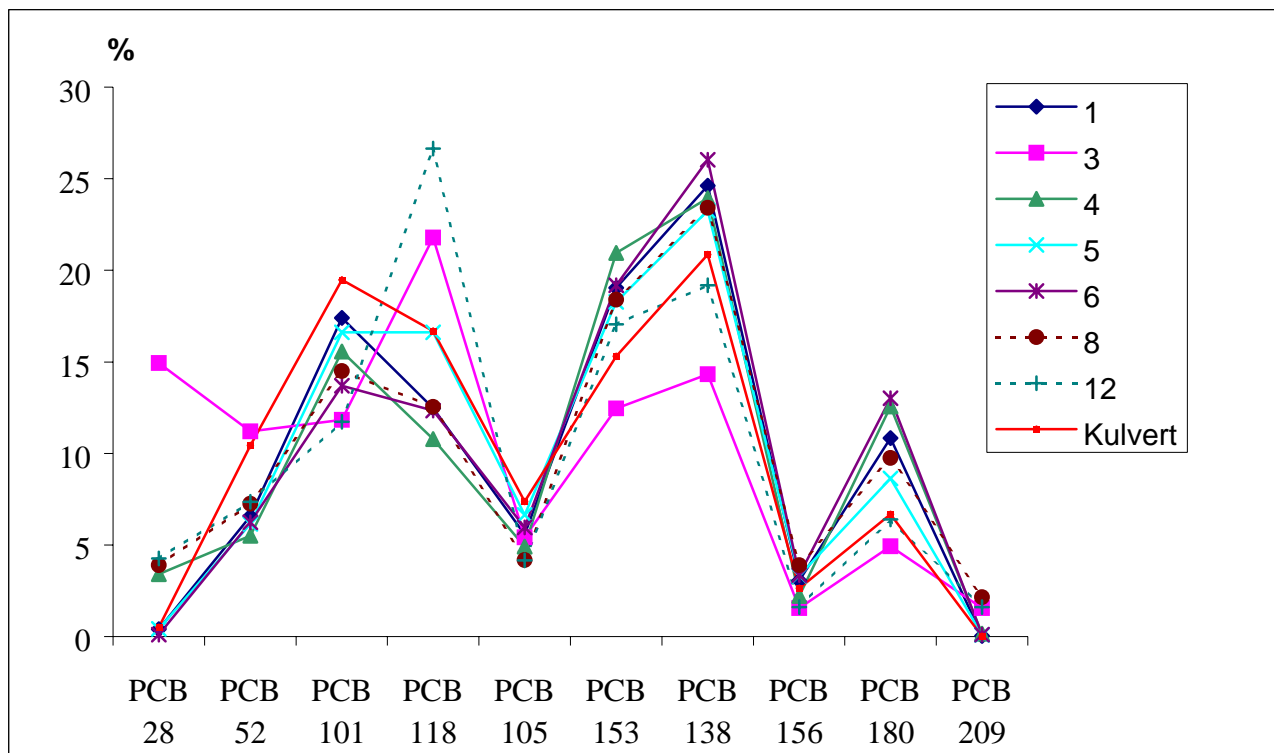
²⁾ Grenseverdi gjelder for ΣDDE , DDD, DDT. Klassifisering som er gjort i tabellen kan derfor ha underestimert forurensningsgraden. (har ikke med DDT).



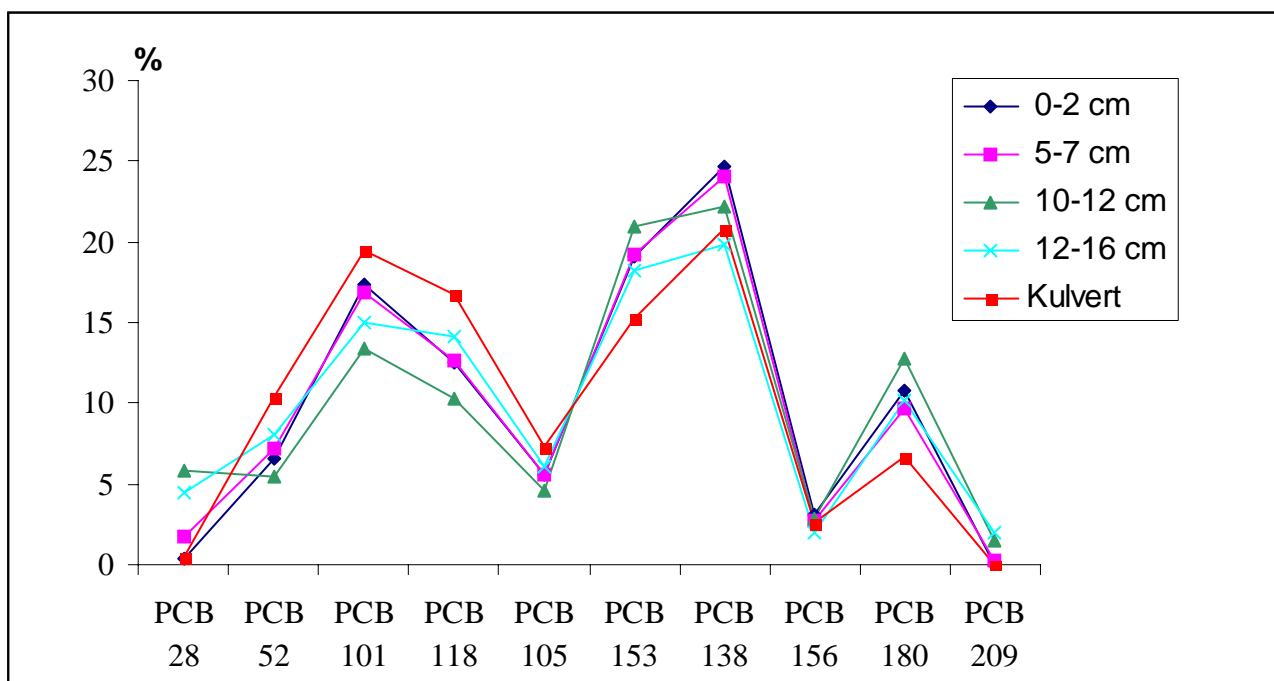
Figur 3. Konsentrasjonen av ΣPCB_7 i ulike dyp av sedimentet på stasjon 1 nærmest bedriftsområdet. Merk at konsentrasjonsaksen er fremstilt logaritmisk.



Figur 4. Konsentrasjonen av HCB i ulike dyp av sedimentet på stasjon 1 nærmest bedriftsområdet.



Figur 5. Prosentvise fordeling av PCB kongenerer i overflatesediment (0-2 cm) fra stasjoner prøvetatt høsten 2000. Merk at stasjoner der analyse av flere enkeltkongenerer lå under deteksjonsgrensen ikke er tatt med i plottet.



Figur 6. Prosentvise fordeling av PCB kongenerer i materialet fra kulvert og i ulike dyp i sedimentet på stasjon 1

3.1.2 PCB og andre klororganiske forbindelser i sand fra badestrender







Det analyserte strandmaterialet var relativt grovkornig (**Tabell 6**). Konsentrasjonen av PCB i sanden fra badestrender nær bedriften var lavt (**Tabell 7**). Dette tyder på at det er ingen eller liten transport av PCB fra forurenset sediment utenfor bedriften til badestrendene lokalt. Ut fra partikkelstørrelsesfordelingen i strandmaterialet var dette ikke uventet da hydrofobe forbindelser som PCB har en tendens til å være knyttet til finpartikulært materiale som det var lite av på de undersøkte strandlokalitetene.

Lave konsentrasjoner ble også observert for de øvrige klororganiske forbindelser (**Tabell 7**)

Tabell 6. Vanninnhold og partikkelstørrelsesfordeling i innsamlet strandmateriale.

Stasjon nr	%vann	<63 µm fraksjon (%)
Strand 1 Prøyserstranda	22,1	3,4
Strand 2 Bakkestranda	22,7	1,9

Tabell 7. Konsentrasjoner av polyklorerte bifenyler (ΣPCB_7), heksaklorbensen (HCB), diklordifenyldikloretan (DDE) og diklordifenyldikloretan (DDD) i sand fra to strender nær Hurum papirfabrikk høsten 2000. DDE og DDD er nedbrytningsprodukter av diklordifenyyltrikloretan (DDT). Enheter: $\mu\text{g}/\text{kg}$ t.v.. Data fra de enkelte stasjoner er klassifisert ifølge SFTs klassifiseringssystem for sediment (Molvær et al. 1997)

	I. Ubetydelig- lite forurenset		II. Moderat forurenset		III. Markert forurenset		IV. Sterkt forurenset
	V. Meget sterkt forurenset		Ikke i klassifiseringssystem/ kan ikke klassifiseres				

Stasjon	Sedimen t dyp (cm)	$\Sigma\text{PCB}_7^{1)}$	HCB	DDE+ DDD ¹⁾
Strand 1 Prøyserstranda	0-2	1	<0,20	0,35
Strand 2 Bakkestranda	0-2	1	<0,20	0,35
Øvre grense for klasse I ($\mu\text{g}/\text{kg}$ t.v.)		5	0,5	<0,5 ²⁾

¹⁾ For komponenter som ikke kunne kvantifiseres inngår halve deteksjonsgrensen i beregningen

²⁾ Grenseverdi gjelder for ΣDDE , DDD, DDT. Klassifisering som er gjort i tabellen kan derfor ha underestimert forurensningsgraden (har ikke med DDT).

3.2 PCB i torsk

Torskeleveren fra fisk fanget i området utenfor bedriften og i referanseområdet (Sandbukta) var begge ut fra SFTs miljøkvalitetskriterier, moderat forurenset med PCB (**Tabell 8**) og ubetydelig til lite forurenset med HCB, HCH og DDT (nedbrytningsprodukter). Den observerte konsentrasjonen av PCB var noe høyere utenfor bedriften enn i referanseområdet. Forskjellen var imidlertid relativt liten.







Det er en tendens til at en i områder med høye verdier av PCB i sediment også observerer høyt innhold av PCB i torskelever (Næs et al., 2000). Når en til tross for observasjoner av sterkt til meget sterkt PCB-forurenset sediment ikke registrerer tilsvarende forurensningsgrad i torskelever kan dette skyldes at det forurensete området (klasse IV-V) synes å være relativt begrenset.

I forhold til klasse I i SFTs klassifiseringssystem (Molvær et al. 1997) betyr konsentrasjonen av PCB i leveren på torsken fanget utenfor bedriften en overkonsentrasjon på 1.7 ganger. Til sammenligning kan det nevnes at det i torsk fra indre Oslofjord er observert overkonsentrasjoner i området 6-10 ganger (Knutzen et al. 2000).

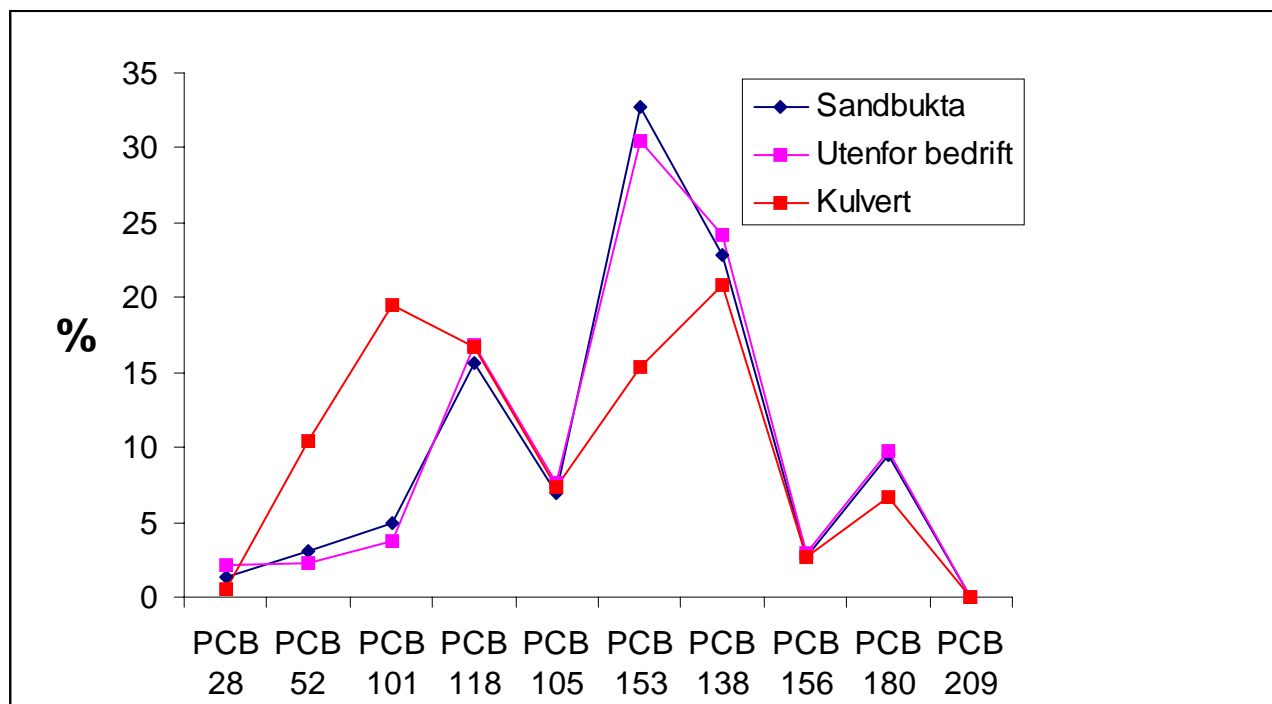
Kongenersammensetningen i fisken fra de to områdene var nær identisk og avviker ikke fra det som er normalt i norske kystområder. PCB mønsteret avviker fra det som ble observert i materialet i kulverten på land (**Figur 6**). Bruk av kongenersammensetning i torsk til kildesporing er imidlertid i utgangspunktet problematisk blant annet fordi fisk ved hjelp av selektive opptak- og utskillelses mekanismer (særlig ved lav til moderat eksponering) og metabolsk aktivitet kan ha mulighet til å modifisere komponentsammensetningen i forhold til kilden. Dessuten har de ulike kongenerer noe

ulike fysiske og kjemiske egenskaper som gjør at kongenersammensetningen, spesielt i vann og føde, nødvendigvis ikke er den samme som i kilden.

Tabell 8. Konsentrasjonen av polyklorerte bifenyler (ΣPCB_7), heksaklorbensenen (HCB), heksaklorsyklusheksan (HCH) og to nedbrytningsprodukter (diklordifenyldikloreten=DDE, diklordifenyldikloreten=DDD) av diklordifenyltrikloreten (DDT) i lever av torsk fra Hurum. Tørrstoffinnhold og fettprosent er også vist. Data er klassifisert ifølge SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet (Molvær et al. 1997)

	I. Ubetydelig- lite forurenset		II. Moderat forurenset		III. Markert forurenset		IV. Sterkt forurenset
	V. Meget sterkt forurenset		Ikke i klassifiseringssystem/ kan ikke klassifiseres				

Stasjon	%TTS	Fett %	ΣPCB_7	HCB	$\alpha\text{-HCH} + \gamma\text{-HCH}$	DDE+ DDE
Fabrikkområdet	28,2	13,6	851	2,9	2,3	73
Sandbukta	32,8	18,9	634	3,8	3,3	73
Øvre grense for klasse I ($\mu\text{g/kg}$ v.v.)			500	20	50	200



Figur 7. Prosentvis fordeling av PCB kongenerer torskelerver fra fisk innfanget utenfor Hurum papirfabrikk og i et lokalt referanseområde (Sandbukta). Fordelingsmønsteret i en slamprøve fra kulverten på land er også vist.

Teoretisk finnes det 209 PCB komponenter. Noen av disse kan gi dioksinlignende effekter og konsentrasjonen kan omregnes til toksisitetsekvivalenter (TE). PCB-komponenter med mono-orto struktur er en gruppe som er antatt å kunne ha en slik dioksinlignende effekt (i tillegg kommer også non-orto komponenter som ikke er analysert). Tre mono-orto komponenter er imidlertid analysert. I **Tabell 9** ses summen av konsentrasjonen av disse.

Kostholdsrad gis av Statens næringsmiddeltilsyn (SNT) basert på en helhetsvurdering der innholdet av de ulike miljøgifter og forventet inntak av fisk er de viktigste momenter. Ved slike vurderinger benyttes ofte grenseverdier (tolerabelt livslangt ukentlig inntak uten at det medfører helseskader=PTWI) gitt av FAO og WHO. For indre Oslofjord har SNT gitt kostholdsrad om ikke å spise lever av torsk fanget innenfor Drøbak.

Grenseverdien for ukentlig inntak av TE for en person på 60 kg er beregnet til 2,1 ng (Ahlborg et al., 1988). Analysene som er foretatt tilsier at en slik person kan spise ca. 60 g torskelerver før grenseverdien overskrides. Det må imidlertid sterkt presiseres at torskelerveren ut fra erfaring fra andre områder også inneholder noe non-orto PCB, muligens også "dioksin" slik at det reelle inntak av TE vil kunne være større. Tar en hensyn til dette (dvs. erfaringer fra indre Oslofjorde, Knutzen et al., 2000) gir et grovestimat at en person ukentlig kan spise ca 20 g torskelerver fra området utenfor Hurum papirfabrikk før anbefalt grenseverdi for inntak av TE overskrides. Til sammenligning kan nevnes at gjennomsnittlig konsum av fiskelever i Norge er 2 g/person/dag og for en storkonsument ca. 7 g/person/dag (Næs et al. 2000).

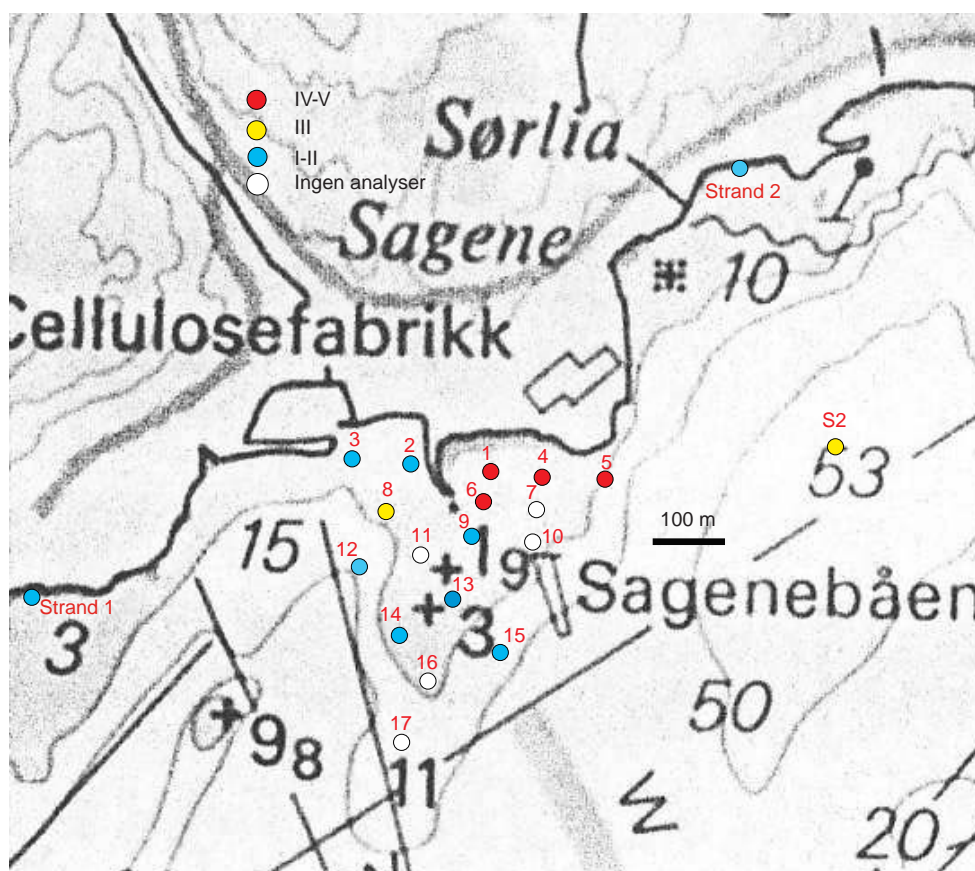
Tabell 9. Konsentrasjonen av utvalgte mono-orto PCB kongenerer og forventet giftighet av disse uttrykt som toksisitetsekvivalenter (TE) og beregnet etter toksisitetsekvivalentfaktorer fra Ahlborg et al. 1994.

Stasjon	m.-o. PCB¹ ($\mu\text{g}/\text{kg}$ v.v.)	TE_{m.-o. PCB} (ng/kg v.v.)
Fabrikkområdet	260	37,2
Sandbukta	178	26,2

¹)Summen av utvalgte mono-orto PCB forbindelser (nr. 105, 118, 156).

4. Konklusjoner

Undersøkelsene har avdekket at sedimentet nær land i området utenfor og syd for bedriften (stasjon 1, 4, 5 og 6, se **Figur 8**) i hht. SFT's klassifisering av miljøkvalitet er sterkt til meget sterkt forurenset med PCB og HCB. Antydningssvis strekker det mest forurensete området (klasse IV-V) seg ut til ca 100 m fra land i en bredde på ca. 200 m (muligens også lenger). Den østlige grensen for det mest forurensete området er imidlertid mer uklar enn i andre retninger idet en også på den mest østlige stasjonen (stasjon 5) hadde relativ høye konsentrasjoner av PCB.



Figur 8. Konsentrasjoner av polyklorerte bifenylar i sediment fra området utenfor Hurum papirfabrikk høsten 2000 uttrykt som tilstandsklasse (forenklet). Rødt =IV-V, Gul=III, Blå=I-II, hvit=prøve kunne ikke tas. Merk at den østlige stasjonen S2 er analysert ved en tidligere undersøkelse (Berge og Berglind 2000). Kartkilde:Sjøkart nr. 3, Norges Sjøkartverk.

Bedømt fra konsentrasjonen i ulike dyp av sedimentet på stasjon 1 ligger hovedmengden av den observerte PCB i de øvre 10 cm av sedimentet.

Kilden til de forurensete sedimenter antas å være forurenset slam fra en kulvert på bedriftsområdet (Havik og Ness, 2000). En antar at slam fra denne kulvert har lekket ut til sjøen over en periode på flere tiår. Tiltak for å fjerne dette slammene ble startet i august 2000 (opplysninger fra bedriften). Forhåpentligvis vil den aktive PCB kilde for tilførsel av PCB bli fjernet når dette arbeidet er ferdigstilt i løpet av år 2000.

Konsentrasjonen av PCB i sanden på badestrender nær bedriften var meget lave og tyder indirekte på liten transport av PCB fra forurenset grunn eller sediment til badestrendene lokalt.

Leveren fra torsk fanget i området utenfor bedriften var moderat forurenset med PCB og ubetydelig til lite forurenset med industrikjemikaliet HCB og de landbruksrelaterte kjemikaliene HCH og DDT (nedbrytningsprodukter). Kostholdsråd gis av Statens næringsmiddeltilsyn (SNT). For indre Oslofjord har SNT gitt kostholdsråd om ikke å spise lever av torsk fanget innefor Drøbak. Konsentrasjonen av PCB var betydelig lavere i torsk fra fabrikkområdet enn i torsk fra indre Oslofjord.

I hvilken grad PCB (og andre miljøgifter) som ligger i sedimentet i sjøen i nærområdet til bedriften utgjør et miljøproblem er avhengig av sannsynligheten for en videre spredning og i hvilken grad dette i fremtiden kan bidra til overkonsentrasjoner og effekter i miljøet ut over selve nærområdet.

Analysene av torskelever og strandmateriale antyder indirekte at spredningen av PCB til nå har vært liten eller begrenset. Også tidligere analyser av PCB i blåskjell tatt ca 0.5 km fra bedriften (Berge og Berglind, 2000) antyder indirekte liten til moderat transport av PCB fra det forurensete området til overflatelaget lenger unna. Tidligere analyser av sediment på dypere vann øst for bedriften (S2 se **Figur 8**) kan imidlertid tyde på en viss spredning til dypere vann (Berge og Berglind, 2000). Analyse av PCB i blåskjell fanget i selve det forurensete område antyder en nåtidig (januar 2000) tilførsel til overflatevannet nær bedriften. Tiltakene som gjennomføres på land ventes imidlertid å stopp/reducere nye tilførselene av PCB fra land til sjø. I en slik situasjon vil sedimentene i bedriftens nærområde kunne være den potensielt viktigste kilde til spredning av PCB.

En betydelig del av de forurensete sedimenter ligger på relativt lite vandyp (3-4.5 m) og nær sedimentoverflaten (0-10 cm). Området er også relativt eksponert i forhold til vind fra syd. Dette er begge forhold som begunstiger remobilisering og spredning av partikkelbundet forurensning som PCB, særlig ved episodiske hendelser med stor bølgebevegelse og strømhastighet.

Umiddelbart synes fremtidig utvikling mht innholdet av PCB i spiselige organismer (båskjell, torsk) å være av størst betydning for vurdering av eventuelle videre tiltak. Dersom konsentrasjonen øker innenfor en periode på 2-3 år bør tiltak for å fjerne/reducere PCB belastningen vurderes. I motsatt tilfelle er det mindre behov for tiltak.

5. Referanser

Ahlborg, U.G., Håkansson, H., Wärn, F., Hanberg, A., 1988. "Nordisk dioxinrisk bedømming", Nordisk Ministerråd. Rapport Nord:49.

Ahlborg, U.G., G.C. Becking, L.S. Birnbaum, A. Brouwer, H.J.G.M. Derks, M. Feely, D. Golor, A. Hanberg, J.C. Larsen, A.K.D. Liem, S.H. Safe, C. Schlatter, F. Wärn, M. Younes og E. Yrjänheikki, 1994. Toxic equivalency factors for dioxin-like PCBs. Report on a WHO-ECEH and IPCS consultation, December 1993. Chemosphere 28:1049-1067.

Berge, J.A. og Berglind, L., 2000. Miljøundersøkelse i sjøen utenfor HurumPapirfabrikk 1999. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). NIVA-rapport nr 4243, 37 s.

Knutzen, J., Brevik, E.M., Følsvik, N.A.H., Schlabach, M., 2000. Overvåking i indre Oslofjord. Miljøgifter i fisk og blåskjell 1997-1998. NIVA.-rapport nr. 4126-99, 89s.

Molvær, J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei & J. Sørensen 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. SFT Veiledning 97:03. SFT. 36 s.

Næs, K., Knutzen, J., Håvardstun, J., Kroglund, T., Lie, M.C., Knutsen, J.A., Wiborg, M.L., 2000. Miljøgiftundersøkelse i havner på Agder 10\997-1998. PAH, PCB, tungmetaller, TBT i sedimenter og organismer. NIVA-rapport nr. 4232-2000, 139s.

Havik, B. og Ness, M., 2000. Norske Skog Hurum Fase 2, Miljøundersøkelse av forurenset grunn. NGI rapport nr. 994066-2 , 26/5-2000, 16s+vedlegg.

Vedlegg A. Beskrivelse av innsamlede sedimentprøver.

Stasjon /corer nr	Dyp	Dato	Redskap	Posisjon	Beskrivelse
1 Corer 1	3m	10/8	Dykker+ corer	Se kart side 9	Sedimentet var gråsort hele veien (16 cm), Gassbobler kunne ses, store trebiter og mye fiberaktig materiale dypere enn ca 7 cm. Meget bløtt sediment. Dykker kunne stikke armen 50 cm ned i sedimentet. Umuligå få opp prøver dypere enn ca 15 cm pga store klumper med fiberaktig materiale
1 Corer 2	3m	10/8	Dykker+ corer		Som over (corer lengde 14 cm)
1 Corer 3	3m	10/8	Dykker+ corer		Som over men med my fiber dypere enn 4.5 cm og corerlengde på 15 cm
2	8	9/8	Grabb	Se kart side 9 N:59° 31,886' E:10° 31,901'	Grabb 1 og 2 var tom. Grabb 3 og 4 OK. Sediment: oliven farget på overflaten resten sort.
3	10,5	9/8	Grabb	Se kart side 9 N:59° 31,902' E:10° 31,808'	To grabber tatt, Sediment: Brun overflate (1 mm) ellers sort
4	3,5	10/8	Grabb	Se kart side 9	Grabbe 1: Sediment gråsort, silt/leire Grabbe 2: Småstein, blåskjell, noe silt/leire (prøve ikke tatt) Grabbe 3: Tom Grabbe 4: Utvasket prøve, silt leire (prøve ikke tatt) Grabbe 5: Mye trebiter (støre enn flis), Sediment: gråsort, silt/leire leire (prøve ikke tatt) Grabbe 6: Silt leire, sedimentoverflate grå (1 mm) ellers sort , noe skjellrestrer
5	12	10/8	Grabb	Se kart side 9	Grabbe 1: sediment gråsort, en del trebiter og flis resten silt/leire Grabbe 2: Store trebiter i kjeften Grabbe 3: Store trebiter i kjeften Grabbe 4: Noe flis, resten silt/leire, gråsort sediment.
6	4,5	9/8	Grabb	Se kart side 9	Sikten tillot at en kunne skimte bunnen som synes å være tildekket med skall av blåskjell.

					Grabbe 1 og 2 var tomme pga. skjell i kjeften. Det ble bestemt at prøver skulle forsøkes innsamlet ved dykking neste dag.
6	4,5	10/8	Dykker+ corer	Se kart side 9	Sedimentet viste seg å være meget bløtt med flis og trebiter i overflaten. Mye bobling av gass fra sedimentet under prøvetaking. Dybde på de 3 sedimentkjerner var ca 10 cm, sort silt/leire, H ₂ S lukt.
7	6	10/8	Grabb	Se kart side 9	Grabb 1-3: alle tomme med unntatt av enkelte trebiter + en sponplatelignende klump.
8	11	9/8	Grabb	Se kart side 9 N:59° 31,847 E:10° 31,893'	Noe trebiter, overflate gråsort (1 mm) resten sort.
9	6,5	10/8	Grabb	Se kart side 9	Grabbe 1: ikke utløst Grabbe 2: Stein i kjeft - tom Grabbe 3: Tom (lyden av grabben som traff bunnen tyder på hardbunn). Det ble bestemt at prøver skulle forsøkes innsamlet ved dykking neste dag.
9	6,5	10/8	Dykker+ corer	Se kart side 9	Sediment bestod av gråhvit skjellsand med noe grus, ingen lukt. 3 kjerner 5-10 cm lange ble tatt. På stasjonen observerte en en relativ stor flate med fast fjell.
10	9	10/8	Grabb	Se kart side 9	Grabbe 1: Stein i kjeft Grabb 2 og 3 tom. Flyttet båten litt nærmere land Grabb 4: Litt grus ellers tom. Grabb 5: Tom (hørte lyden av fjell) Flyttet båten ytterligere (ca til midt mellom stasjon 10 og 7) Grabb 6: Stein i kjeft Grabb 7: Stein i kjeft (spor av flis)
11	5	9/8	Grabb	Se kart side 9 N:59° 31,814' E:10° 31,939'	Grabb 1: En stein Grabb 2-4: Tom Grabb 5: Litt skjellsand Grabb 6: Tom
12	11,5	9/8	Grabb	Se kart side 9 N:59° 31,810' E:10° 31,880'	Grabb 1 og 2: Gråsort sand
13	7	9/8	Grabb	Se kart side 9 N:59° 31,808' E:10° 31,916'	Grabbe 1: Grus (prøve ikke tatt) Grabb 2: Skjellsand + grus Grabbe 3: Skjellsand + grus

14	9	9/8	Grabbe	Se kart side 9 N:59° 31,770' E:10° 31,903'	Grabbe 1 og 2: Brun overflate eller sort, grus/sand
15	14	9/8	Grabbe	Se kart side 9 N:59° 31,746' E:10° 31,041'	Grabb 1: Gråsvart sediment, grov sand (to prøver tatt) Grabbe 2 og 3: Tom Flyttet båten ca 4 m. Grabb 4 og 5 tom.
16	9	9/8	Grabbe	Se kart side 9 N:59° 31,716' E:10° 31,956'	Hardbunn: fikk opp rørbyggende børstemark (<i>Pomatoceros</i>), stein + kråkeboller i grabbene
17	16	9/8	Grabb	Se kart side 9 N:59° 31,679' E:10° 31,951'	Tre tilnærmet tomme grabber, hardbunn, grus, sannsynlig også noe sandblandet mudder, fikk ikke tilfredsstillende prøve.
Strand 1 Prøyser- stranda	0	9/8	Skje	N:59° 31,797' E:10° 31,278'	Tok prøver på 3 steder på stranda med skje (ca 0-2 cm), Sand
Strand 2 Bakke- stranda	0	9/8	Skje	N:59° 32,161' E:10° 32,468'	Tok prøver på 3 steder på stranda med skje (ca 0-2 cm), Sand

Vedlegg B. Rådata for analyse av klororganiske forbindelser i sediment og strandmateriale

Side nr.28/31

Norsk
Institutt
for
Vannforskning

Postboks 173 Kjelsås
0411 Oslo
Tel: 22 18 51 00
Fax: 22 18 52 00

ANALYSE RAPPORT



Deres referanse:

Vår referanse:

Dato

Rekv.nr. 2000-1679

O.nr. O 20137

Prøvenr	Analysevariabel	Enhet	St. 1 0-2 cm	St. 1 5-7 cm	St. 1 10-12 cm	St. 1 12-16- cm	St. 2 0-2 cm	St. 3 0-2 cm	St. 4 0-2 cm
	Tørrstoff	%	55,3	33,7	33,1	30,3	69,3	34,6	45,0
	Polyklorertbifenyl 28	µg/kg t.v.	12	2,8	u1,9	u1,1	<0,50	2,4	u5,7
	Polyklorertbifenyl 52	µg/kg t.v.	200	12	1,8	2,0	<0,50	1,8	9,2
	Polyklorertbifenyl101	µg/kg t.v.	530	28	4,4	3,7	<0,50	1,9	26
	Polyklorertbifenyl118	µg/kg t.v.	380	21	3,4	3,5	1,3	3,5	18
	Polyklorertbifenyl105	µg/kg t.v.	170	9,2	1,5	1,5	<0,50	0,87	8,2
	Polyklorertbifenyl153	µg/kg t.v.	580	32	6,9	4,5	<0,50	2,0	35
	Polyklorertbifenyl138	µg/kg t.v.	750	40	7,3	4,9	<0,50	2,3	40
	Polyklorertbifenyl156	µg/kg t.v.	93	4,6	0,95	<1,0	<0,50	<0,50	3,7
	Polyklorertbifenyl180	µg/kg t.v.	330	16	4,2	2,5	<0,50	0,79	21
	Polyklorertbifenyl209	µg/kg t.v.	<2,0	<1,0	<1,0	<1,0	<0,50	<0,50	<0,50
	Sum PCB	µg/kg t.v.	3045	165,6	30,45	22,6	1,3	15,56	161,1
	Beregnet*								
	Seven Dutch	µg/kg t.v.	2782	151,8	28	21,1	1,3	14,69	149,2
	Beregnet*								
	Penta-klorbenzen	µg/kg t.v.	1,0	2,8	2,9	3,0	<0,3	<0,30	2,7
	Alfa-hexakl.cyclohex.	µg/kg t.v.	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
	Hexa-klorbenzen	µg/kg t.v.	12	60	91	99	0,35	1,4	24
	Gamma-hexakl.cyclohex	µg/kg t.v.	<0,50	1,7	1,6	1,7	<0,50	0,58	1,4
	Oktaklorstyren	µg/kg t.v.	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,30	<0,30	<0,30
	4,4-DDE	µg/kg t.v.	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<0,50	<0,50	<0,50
	4,4-DDD	µg/kg t.v.	<3,0	<3,0	<3,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0

* : Analysemetoden er ikke akkreditert.

Sum PCB er summen av polyklorerte bifenyler som inngår i denne rapporten.

Seven dutch er summen av polyklorerte bifenyler 28,52,101,118,138,153 og 180.

Kommentarer.

Det er dårligere separasjon enn normalt mellom cb28 og cb31 i kromatogrammet av enkelte prøver. Dette medfører noe større usikkerhet ved kvantifiseringen.

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2000-1679

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr		St. 5	St. 6	St. 8	St. 9	St. 12	St. 13	St. 14
Analysevariabel	Enhet	0-2 cm	0-2 cm	0-2 cm	0-2 cm	0-2 cm	0-2 cm	0-2 cm
Metode								
Tørrstoff	%	24,7	36,8	29,3	78,0	68,1	75,4	79,4
Polyklorertbifenyl 28	µg/kg t.v.	2,5	<0,30	1,4	<0,30	0,40	<0,30	<0,30
Polyklorertbifenyl 52	µg/kg t.v.	37	9,1	2,6	<0,30	0,69	<0,30	<0,30
Polyklorertbifenyl101	µg/kg t.v.	100	20	5,2	<0,30	1,1	<0,30	<0,30
Polyklorertbifenyl118	µg/kg t.v.	100	18	4,5	<0,30	2,5	<0,30	<0,30
Polyklorertbifenyl105	µg/kg t.v.	40	8,7	1,5	<0,30	0,39	<0,30	<0,30
Polyklorertbifenyl153	µg/kg t.v.	110	28	6,6	<0,30	1,6	<0,30	<0,30
Polyklorertbifenyl138	µg/kg t.v.	140	38	8,4	<0,30	1,8	<0,30	<0,30
Polyklorertbifenyl156	µg/kg t.v.	20	4,9	1,4	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
Polyklorertbifenyl180	µg/kg t.v.	52	19	3,5	<0,3	0,60	<0,30	<0,30
Polyklorertbifenyl209	µg/kg t.v.	<1,0	<0,30	0,77	<0,3	<0,30	<0,30	<0,30
Sum PCB	µg/kg t.v.	601,5	145,7	35,87	0	9,08	0	0
Beregnet*								
Seven Dutch	µg/kg t.v.	541,5	132,1	32,2	0	8,69	0	0
Beregnet*								
Penta-klorbenzen	µg/kg t.v.	1,6	1,6	0,92	<0,20	0,35	<0,20	<0,20
Alfa-hexakl.cyclohex.	µg/kg t.v.	0,53	<0,20	0,32	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Hexa-klorbenzen	µg/kg t.v.	18	36	7,4	<0,20	1,6	<0,20	<0,20
Gamma-hexakl.cyclohex	µg/kg t.v.	1,2	2,7	0,80	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Oktaklorstyren	µg/kg t.v.	<0,50	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
4,4-DDE	µg/kg t.v.	<1,0	7,0	2,1	<0,20	0,56	<0,20	<0,20
4,4-DDD	µg/kg t.v.	<2,0	1,1	1,8	<0,50	1,2	<0,50	<0,50

* : Analysemetoden er ikke akkreditert.

Sum PCB er summen av polyklorerte bifenyler som inngår i denne rapporten.

Seven dutch er summen av polyklorerte bifenyler 28,52,101,118,138,153 og 180.

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2000-1679

(fortsettelse av tabellen):

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	St. 15 0-2 cm	Badestrand 1	Badestrand 2
Tørrstoff	%	B 3	74,6	77,9	77,3
Polyklorertbifenyl 28	µg/kg	t.v. H 3-3	<0,30	<0,30	<0,30
Polyklorertbifenyl 52	µg/kg	t.v. H 3-3	<0,30	<0,30	<0,30
Polyklorertbifenyl101	µg/kg	t.v. H 3-3	0,41	<0,30	<0,30
Polyklorertbifenyl118	µg/kg	t.v. H 3-3	0,55	<0,30	<0,30
Polyklorertbifenyl105	µg/kg	t.v. H 3-3	<0,30	<0,30	<0,30
Polyklorertbifenyl153	µg/kg	t.v. H 3-3	0,77	<0,30	<0,30
Polyklorertbifenyl138	µg/kg	t.v. H 3-3	0,82	<0,30	<0,30
Polyklorertbifenyl156	µg/kg	t.v. H 3-3	<0,30	<0,30	<0,30
Polyklorertbifenyl180	µg/kg	t.v. H 3-3	0,79	<0,30	<0,30
Polyklorertbifenyl209	µg/kg	t.v. H 3-3	<0,30	<0,30	<0,30
Sum PCB	µg/kg	t.v. Beregnet*	3,34	0	0
Seven Dutch	µg/kg	t.v. Beregnet*	3,34	0	0
Penta-klorbenzen	µg/kg	t.v. H 3-3	<0,20	<0,20	<0,20
Alfa-hexakl.cyclohex.	µg/kg	t.v. H 3-3	<0,20	<0,20	<0,20
Hexa-klorbenzen	µg/kg	t.v. H 3-3	0,31	<0,20	<0,20
Gamma-hexakl.cyclohex	µg/kg	t.v. H 3-3	<0,20	<0,20	<0,20
Oktaklorstyren	µg/kg	t.v. H 3-3	<0,20	<0,20	<0,20
4,4-DDE	µg/kg	t.v. H 3-3	<0,20	<0,20	<0,20
4,4-DDD	µg/kg	t.v. H 3-3	<0,50	<0,50	<0,50

* : Analysemetoden er ikke akkreditert.

Sum PCB er summen av polyklorerte bifenyler som inngår i denne rapporten.

Seven dutch er summen av polyklorerte bifenyler 28,52,101,118,138,153 og 180.

Norsk institutt for vannforskning

Vedlegg C. Rådata for analyse av klororganiske forbindelser i torskelerver

Analysevariabel	Prøvenr	Sandbukta	Utenfor bedrift
	Enhet		
Tørrstoff	%	32,8	28,2
Fett	% pr.v.v.	18,9	13,6
Polyklorertbifenyl 28	µg/kg v.v.	9,5	20
Polyklorertbifenyl 52	µg/kg v.v.	22	22
Polyklorertbifenyl101	µg/kg v.v.	35	36
Polyklorertbifenyl118	µg/kg v.v.	110	160
Polyklorertbifenyl105	µg/kg v.v.	49	72
Polyklorertbifenyl153	µg/kg v.v.	230	290
Polyklorertbifenyl138	µg/kg v.v.	160	230
Polyklorertbifenyl156	µg/kg v.v.	19	28
Polyklorertbifenyl180	µg/kg v.v.	67	93
Polyklorertbifenyl209	µg/kg v.v.	<0,60	<0,60
Sum PCB	µg/kg v.v.	701,5	951
Seven Dutch	µg/kg v.v.	633,5	851
Penta-klorbenzen	µg/kg v.v.	<0,30	<0,3
Alfa-hexakl.cyclohex.	µg/kg v.v.	0,86	0,66
Hexa-klorbenzen	µg/kg v.v.	3,8	2,9
Gamma-hexakl.cyclohex	µg/kg v.v.	2,4	1,6
Oktaklorstyren	µg/kg v.v.	1,8	1,7
4,4-DDE	µg/kg v.v.	54	56
4,4-DDD	µg/kg v.v.	19	17

Sum PCB er summen av polyklorerte bifenyler som inngår i denne rapporten.

Seven dutch er summen av polyklorerte bifenyler 28,52,101,118,138,153 og 180.