

0-

1900

80003-12  
8.



Statlig program for  
forurensningsovervåking

Rapport 245/86

Oppdragsgivere

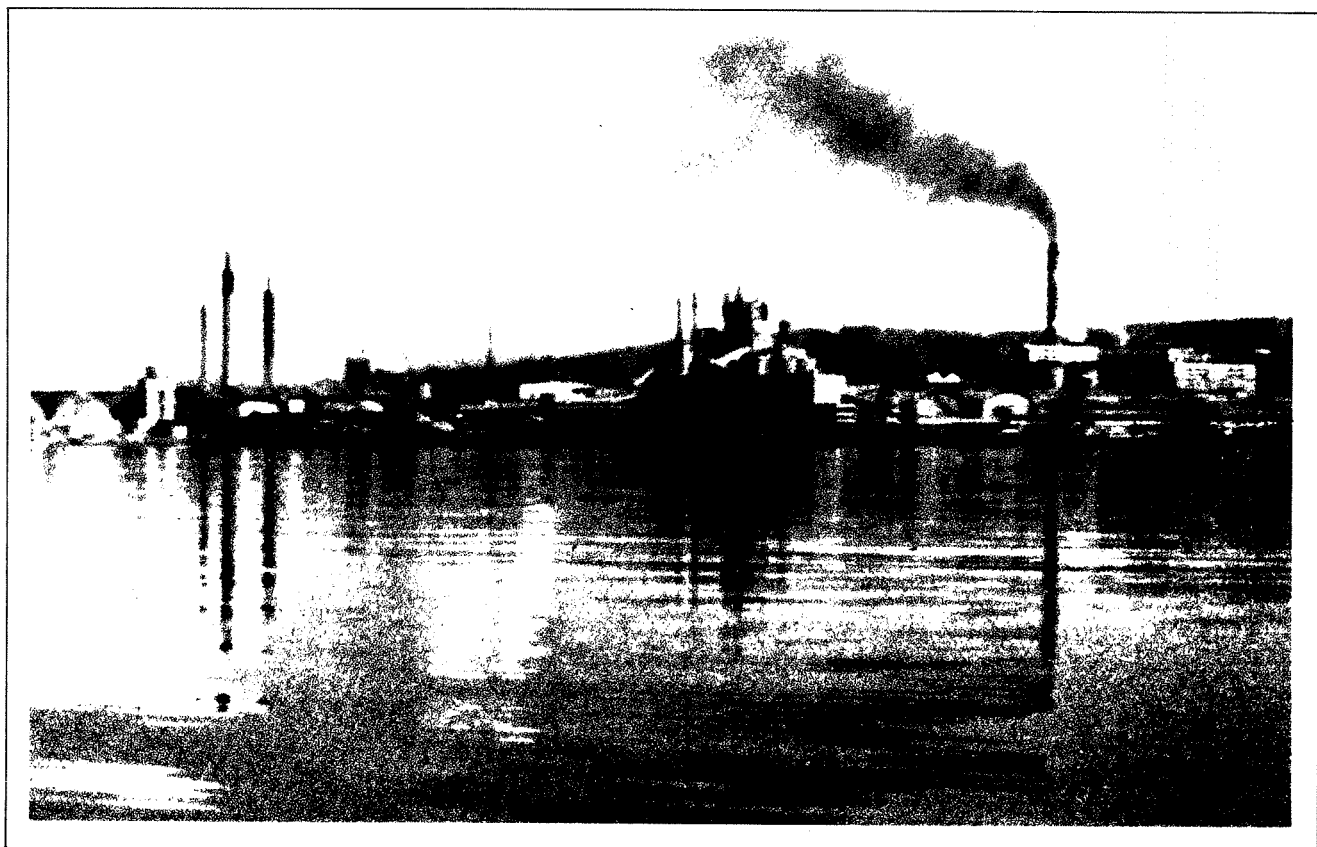
Statens forurensningstilsyn  
Fylkesmannen i Telemark

Deltakende institusjoner

NIVA  
Telemark fylkeskommunale  
analyselaboratorium  
Veterinærinstituttet

ARKIV  
EKSEMPLAR

# Grenlandsfjordene og Skienselva 1985





## Statlig program for forurensningsovervåking

Det statlige programmet omfatter overvåking av forurensningsforholdene i

**luft og nedbør  
grunnvann  
vassdrag og fjorder  
havområder**

Overvåkingen består i langsiktige undersøkelser av de fysiske, kjemiske og biologiske forhold.

Hovedmålsettingen med overvåkingsprogrammet er å dekke myndighetenes behov for informasjon om forurensningsforholdene med sikte på best mulig forvaltning av naturressursene.

Hovedmålet spenner over en rekke delmål der overvåkingen bl.a. skal:

**gi informasjon om tilstand og utvikling av forurensningssituasjonen på kort og lang sikt.**

**registrere virkningen av iverksatte tiltak og danne grunnlag for vurdering av nye forurensningsbegrensende tiltak.**

**påvise eventuell uheldig utvikling i resipienten på et tidlig tidspunkt.**

**over tid gi bedre kunnskaper om de enkelte vannforekomsters naturlige forhold.**

Sammen med overvåkingen vil det føres kontroll med forurensende utslipp og andre aktiviteter.

For å sikre den praktiske koordineringen av overvåkingen av luft, nedbør, grunnvann, vassdrag, fjorder og havområder og for å få en helhetlig tolkning av måleresultatene er det opprettet et arbeidsutvalg.

Følgende institusjoner deltar i arbeidsutvalget:

**Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk (DVF)  
Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt (FHI)  
Norges Geologiske Undersøkelser (NGU)  
Norsk institutt for luftforskning (NILU)  
Norsk institutt for vannforskning (NIVA)  
Statens forurensningstilsyn (SFT)**

Overvåkingsprogrammet finansieres i hovedsak over statsbudsjettet. Statens forurensningstilsyn er ansvarlig for gjennomføring av programmet.

Resultater fra de enkelte overvåkingsprosjekter blir publisert i årlige rapporter.

Henvendelser vedrørende programmet kan i tillegg til de aktuelle institutter rettes til Statens forurensningstilsyn, Postboks 8100, Dep. Oslo 1, tlf. 02 - 22 98 10.

# NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Hovedkontor  
Postboks 333  
0314 Oslo 3  
Telefon (02) 23 52 80

Sørlandsavdelingen  
Grooseveien 36  
4890 Grimstad  
Telefon (041) 43 033

Østlandsavdelingen  
Rute 866  
2312 Ottestad  
Telefon (065) 76 752

Vestlandsavdelingen  
Breiviken 2  
5035 Bergen - Sandviken  
Telefon (05) 25 97 00

Prosjektnr.:  
0-8000312

Undernummer:  
VIII

Løpenummer:  
1900

Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel:  Grenlandsfjordene og Skienselva 1985  (Overvåkingsrapport nr. 245/86 )	Dato:  7.10.1986
Forfatter (e):  Brage Rygg Birger Bjerkeng Jarle Molvær	Rapportnr.
	Faggruppe: Marinøkologisk
	Geografisk område: Telemark
	Antall sider (inkl. bilag): 79

Oppdragsgiver: <b>Statens forurensningstilsyn (SFT)</b> (Statlig program for forurensningsovervåking)	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
--	----------------------------------

Ekstrakt:

I likhet med tidligere år er det konstatert høye konsentrasjoner av PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner) i blåskjell, opptil 250 ganger en antatt normalkonsentrasjon. De høyeste nivåene opptrer årlig i mars måned, sannsynligvis avhengig av gonadeutvikling og gyting. Miljøgifter i torsk fra Frierfjorden har stort sett ligget på et jevnt nivå siden 1979, men for heksaklorbenzen (HCB) var nivået noe høyere i 1985 enn ellers i perioden etter 1975. Det var høye konsentrasjoner av klorerte hydrokarboner i ål fra Frierfjorden. Begrensninger på konsum og omsetning av slik ål bør vurderes av helsemyndighetene.

4 emneord, norske:

1. Grenlandsfjordene
2. Miljøgifter
3. Fisk
4. Blåskjell  
Skienselva

4 emneord, engelske:

1. Grenlandsfjordene (Norway)
2. Toxic pollutants
3. Fish
4. Mussels  
Skien river

Prosjektleder:

For administrasjonen:

  
Brage Rygg

ISBN 82-577-1119-5



# Statlig program for forurensningsovervåking

0-8000312

GRENLANDSFJORDENE OG SKIENSELVA 1985

Oslo, 7. oktober, 1986

Prosjektleder: Brage Rygg  
Medarbeidere: Birger Bjerke  
Jarle Molvær

## INNHOLDSFORTEGNELSE

	side
FORORD	3
FIGURFORTEGNELSE	4
TABELLFORTEGNELSE	6
SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	7
1. INNLEDNING	9
1.1. Området	9
1.2. Brukerinteresser	9
1.3. Forurensninger	
1.4. Langtidsprogrammet	13
2. VANNKVALITETEN I SKIENSELVA	14
2.1. Måleprogram	14
2.2. Resultater	16
2.3. Lakseoppgang i 1985	18
3. SIKTEDYPMÅLINGER I FRIERFJORDEN	19
4. MILJØGIFTER I BLÅSKJELL	21
5. MILJØGIFTER I TORSK	30
5.1. Datamaterialet	30
5.2. Gruppering i tid	30
5.3. Vektkorrigerings	31
5.4. Analyse av vektkorrigererte data	31
5.4.1. Variasjon mellom årsperioder	31
5.4.2. Kumulative frekvensdiagrammer	39
5.5. Eidangerfjorden	44
6. MILJØGIFTER I ÅL	47
7. HENVISNINGER	49
VEDLEGG 1: DATAANALYSE FOR MILJØGIFTER I ÅL.	53
VEDLEGG 2: DATA FOR MILJØGIFTER I BLÅSKJELL OG TORSK.	66

## FORORD

Overvåkingen av forurensninger i Grenlandsfjordene og Skienselva er en del av Statlig program for forurensningsovervåking som administreres av Statens forurensningstilsyn. Overvåkingsundersøkelsen finansieres av 1) Statens forurensningstilsyn og 2) den lokale industrien (Norsk Hydro, Statoil, Union, Elkem PEA).

Oppdraget utføres av NIVA i samarbeid med Vannlaboratoriet i Telemark, Norsk Hydro og Veterinærinstituttet. Utenom det statlige programmet utfører Fiskeridirektoratet, de lokale helse- og veterinærmyndigheter og Norsk Hydro undersøkelser av overvåkingskarakterer.

Kontaktutvalget for fjordundersøkelser i Grenland er et rådgivende organ for gjennomføring av overvåkingen. Utvalget er nedsatt av Fylkesmannen i Telemark, og består av representanter for fylkesmann og fylkeskommune, Statens forurensningstilsyn, helse- og veterinærmyndigheter, Fiskeridirektoratet, industrien og NIVA.

Overvåkingen startet i 1977 etter en tre-års basisundersøkelse. Basisundersøkelsen tok for seg et bredt spektrum av forurensningsproblemer. Også tidligere har Grenlandsfjordene vært gjenstand for ulike undersøkelser. En sammenstilling av disse er gjort av Johansen (1973). Hittil utgitte NIVA-rapporter fra overvåkingen er listet på omslagets 3. side.

Denne rapporten legger fram resultatene fra undersøkelsene i 1985, og sammenligner dem med tidligere års resultater.

## FIGURFORTEGNELSE

- Fig. 1.1. Overvåkingsområdet.
- Fig. 1.2. Årsmidler av utslipp til Skienselva og Frierfjorden.
- Fig. 2.1. Stasjonene i Skienselva.
- Fig. 2.2. Målinger av suspendert tørrstoff på st. SB-SG i 1985. Prøver fra 0.5 m dyp.
- Fig. 2.3. pH-målinger på stasjonene SB-SG i 1985. Verdier fra 0.5 m dyp.
- Fig. 3.1. Årsmidler av siktedyp på st. BC1, Frierfjorden.
- Fig. 3.2. Siktedyp på st. BC1, Frierfjorden. Midlere siktedyp for hver måned i 1985 (n=3-5) er plottet sammen med midlere månedlig siktedyp for tidsrommet 1978-1984 (heltrukken linje). Ett standardavvik på begge sider av verdiene for 1978-1984 er angitt med stiplet linje.
- Fig. 4.1. Stasjoner for innsamling av blåskjell.
- Fig. 4.2. Konsentrasjoner av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell fra Brevik (C1 og A9), Langesundfjorden (A6 og B4) og Helgerofjorden (A3), basert på tørrvekt.
- Fig. 4.3. Sammenheng mellom PAH-konsentrasjon i blåskjell (ppm tørrvekt) og årstid i perioden 1980-86 på stasjon A3 (Helgerofjorden).
- Fig. 4.4. Sammenheng mellom PAH-konsentrasjon i blåskjell (ppm tørrvekt) og årstid i perioden 1980-86 på stasjon A6/B4 (Langesundfjorden).
- Fig. 4.5. Sammenheng mellom PAH-konsentrasjon i blåskjell (ppm tørrvekt) og årstid i perioden 1980-86 på stasjon A9/C1 (Brevik).
- Fig. 5.1. Kvikksølvkonsentrasjon i muskel i torsk fra Frierfjorden (mg/kg våtvekt). Årsgjennomsnitt og 95% konfidensintervall omregnet til "normalfisk" på 1 kg.
- Fig. 5.2. Heksaklorbenzenkonsentrasjon i lever i torsk fra Frierfjorden (mg/kg våtvekt). Årsgjennomsnitt og 95% konfidensintervall omregnet til "normalfisk" på 1 kg.
- Fig. 5.3. Oktaklorsytrekonsentrasjon i lever i torsk fra Frierfjorden (mg/kg våtvekt). Årsgjennomsnitt og 95% konfidensintervall omregnet til "normalfisk" på 1 kg.
- Fig. 5.4. Dekaklorbifenylnkonsentrasjon i lever i torsk fra Frierfjorden (mg/kg våtvekt). Årsgjennomsnitt og 95% konfidensintervall omregnet til "normalfisk" på 1 kg.
- Fig. 5.5. Kumulativ frekvensfordelingsdiagram av kvikksølvkonsentrasjoner i muskel i torsk fra Frierfjorden 1985.
- Fig. 5.6. Kumulativ frekvensfordelingsdiagram av heksaklorbenzenkonsentrasjoner i lever i torsk fra Frierfjorden 1985.
- Fig. 5.7. Kumulativ frekvensfordelingsdiagram av oktaklorstyren-

konsentrasjoner i lever i torsk fra Frierfjorden 1985.

- Fig. 5.8. Kumulativ frekvensfordelingsdiagram av dekalorbifenyln-konsentrasjoner i lever i torsk fra Frierfjorden 1985.
- Fig. 5.9. Medianverdier for kvikksølvkonsentrasjon i muskel og heksaklorbenzen i lever i torsk fra Eidangerfjorden 1976-1985 (mg/kg våtvekt). Verdiene er ikke korrigert for fiskens vekt.
- Fig. 5.10. Medianverdier for konsentrasjoner av oktaklorstyren og dekalorbifenyln i lever i torsk fra Eidangerfjorden 1976-1985 (mg/kg våtvekt). Verdiene er ikke korrigert for fiskens vekt.



## TABELLFORTEGNELSE

- Tab. 1.1. Overvåkingens innhold og omfang 1983-1989.
- Tab. 2.1. Målinger og prøvedyp i Skienselva.
- Tab. 4.1. Total PAH (ppm tørrvekt) i blåskjell i Grenlandsfjordene.
- Tab. 5.1. Dataoversikt for torsk fra Frierfjorden.
- Tab. 5.2. Utslipp (kg/år) av heksaklorbenzen (HCB) og oktaklorstyren (OCS) fra Porsgrunn Fabrikker i de 7 siste årene.
- Tab. 6.1. Statistikk for lengde, vekt og miljøgiftkonsentrasjoner (ppm våtvekt) i ål fra Frierfjorden 1985.

## SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

De indre delene av fjordsystemet i Grenland er viktige resipienter for store og mangeartede utslipp fra smelteverk, kjemisk industri, treforedlingsindustri og kommunale avløp.

I 1985 er det lagt vekt på å undersøke PAH i blåskjell. Det er tatt månedlige prøver på stasjoner på strekningen Breviksundet-Åbyfjorden. Analyser av miljøgifter i torsk har fortsatt i samme omfang som tidligere. I tillegg er et antall ål fra Frierfjorden analysert.

Det er konstatert høye PAH-konsentrasjoner i blåskjell, særlig i Brevik-Langesund-området. Siden undersøkelsene startet i 1980 har konsentrasjonene vist store svingninger opptil 150-250 ganger en antatt "normalkonsentrasjon". De høyeste konsentrasjonene opptrer årlig i mars måned, fulgt av en markert nedgang mot sommeren. Dette har antagelig sammenheng med gonadeutvikling og gyting. I forhold til andre fjorder kan forurensningsgraden av PAH i blåskjell karakteriseres som høy, men ikke så ekstrem som i f.eks. Ranafjorden og Saudafjorden.

PAH-innholdet i blåskjell i Brevik-Langesundområdet er så høyt at Helsedirektoratet fraråder bruk av skjellene til konsum. Området er heller ikke egnet for akvakultur.

Miljøgiftene i torsk, med unntak for dekaloribifeny1 (DCB) viser signifikant lavere verdier i 1976-1985 enn i 1975. En må anta at dette skyldes de reduserte tilførsler til fjordsystemet etter 1975. Heksklorbenzen (HCB) viste nedgang i 1983, men en svingning tilbake mot 1982-nivået i 1984. Økningen har fortsatt i 1985, men er ikke statistisk signifikant. Målt nivå av HCB er det høyeste siden 1975. For oktaklorstyren (OCS) og DCB var det nedgang fra 1983 til 1984 i tillegg til nedgangen fra 1982 til 1983, men det var en liten økning igjen fra 1984 til 1985. Den var ikke statistisk signifikant.

Kvikksølvinnholdet i torsk viser en jevnt over avtagende tendens siden analysene startet i 1968 og til 1980, da det ble en utflating.

Miljøgiftkonsentrasjonene er fremdeles så høye at tilrådingene om begrenset konsum av torsk fra Frierfjorden fortsatt bør stå ved lag.

Sum av HCB, OCS og DCB i ål fra Versvika i Frierfjorden var omkring 6 ppm. Dette er høyt. Begrensninger på konsum og omsetning av slik ål bør vurderes av helsemyndighetene. Torsk med et innhold av 0,28 ppm klorerte hydrokarboner i fileten er det tidligere anbefalt ikke å spise mer enn to måltider av pr. uke.

I Skienselva bidrar utslippene fra Union A/S til lokale forurensningsvirkninger i form av lave pH-verdier og høye konsentrasjoner av suspendert stoff. Situasjonen kan variere mye. Utover mulige kortvarige episoder, er forholdene neppe til hinder for laksens vandring opp elva. Lakseoppgangen i 1985 så ut til å være den største siden laksetellingene begynte i 1983.

Siktedypet i Frierfjorden var i gjennomsnitt mindre enn 3 m i 1985. Med unntak for 1982 og 1984 var siktedypet signifikant lavere enn i alle øvrige år siden 1977. Den dårlige sikten i vannet er ikke alene et resultat av økt algeproduksjon, men også av annet partikulært materiale og muligens av oppløst stoff som gir farge.

# 1. INNLEDNING

## 1.1. Området

Overvåkingsområdet omfatter Skienselva sør for Skien og fjordene ut til og med Langesundbukta (Fig. 1.1.). Skienselva har vanligvis et sjøvannslag under 3-4m dyp. Gunnekleivfjorden har forbindelse med Skienselva og Frierfjorden via kanaler i henholdsvis nordvestre og sørøstre ende. De store ferskvannsmengdene som Skienselva tilfører fjordområdene (i middel 270 m<sup>3</sup> pr. sekund) gir en markert lagdeling av vannmassene, særlig i Frierfjorden. Brakkvannslagets tykkelse varierer her mellom 2 og 8 meter. Indre Frierfjord består av et basseng med største dyp på ca. 100 meter. Fjorden smalner av i sør og har forbindelse med de ytre fjordområdene gjennom Breviksundet. Terskelen ved Brevik har et største dyp på 23 meter. Den er et vesentlig hinder for utskiftning av dypvannet i Frierfjordbassenget. Utskiftning skjer med ett til tre års mellomrom, som regel tidlig på våren.

## 1.2. Brukerinteresser

Det meste av befolkningen i området er bosatt i Skien og Porsgrunn, hvor også det meste av industrien er konsentrert. I Bamble ligger store petrokjemiske industrianlegg. De indre delene av fjordsystemet brukes som resipienter for store og mangeartede utslipp.

Det fiskes mye i området utenfor Brevik, men i Frierfjorden har det høye innholdet av miljøgifter (kvikksølv og organiske forbindelser) begrenset bruken av fisken. Forurensningene har også innskrenket bruken av Frierfjorden som rekreasjonsområde. De ytre fjordområdene er fremdeles verdifulle rekreasjons- og fiskeområder og må søkes beskyttet mot forurensningspåvirkninger.

## 1.3. Forurensninger

De betydeligste forurensningene stammer fra industrielt avløpsvann, men også kommunalt avløpsvann spiller en betydelig rolle (biologisk oksygenforbruk: 30%, nitrogen: 8%, fosfor: 50%) (Fig. 1.2.).

Treforedlingsindustrien er av spesielt stor betydning for belastningen med organisk materiale (137.000 p.e., tilsvarende 3.750 tonn/år). Utslippene bidrar til høyt oksygenforbruk og grumset vann. Også det kommunale avløpsvann bidrar med mye organisk stoff og næringssalter (65.000 p.e., tilsvarende 1.780 tonn/år). Lange perioder med råttent dypvann er vanlig i Frierfjorden. Undersøkelser av sedimenter har

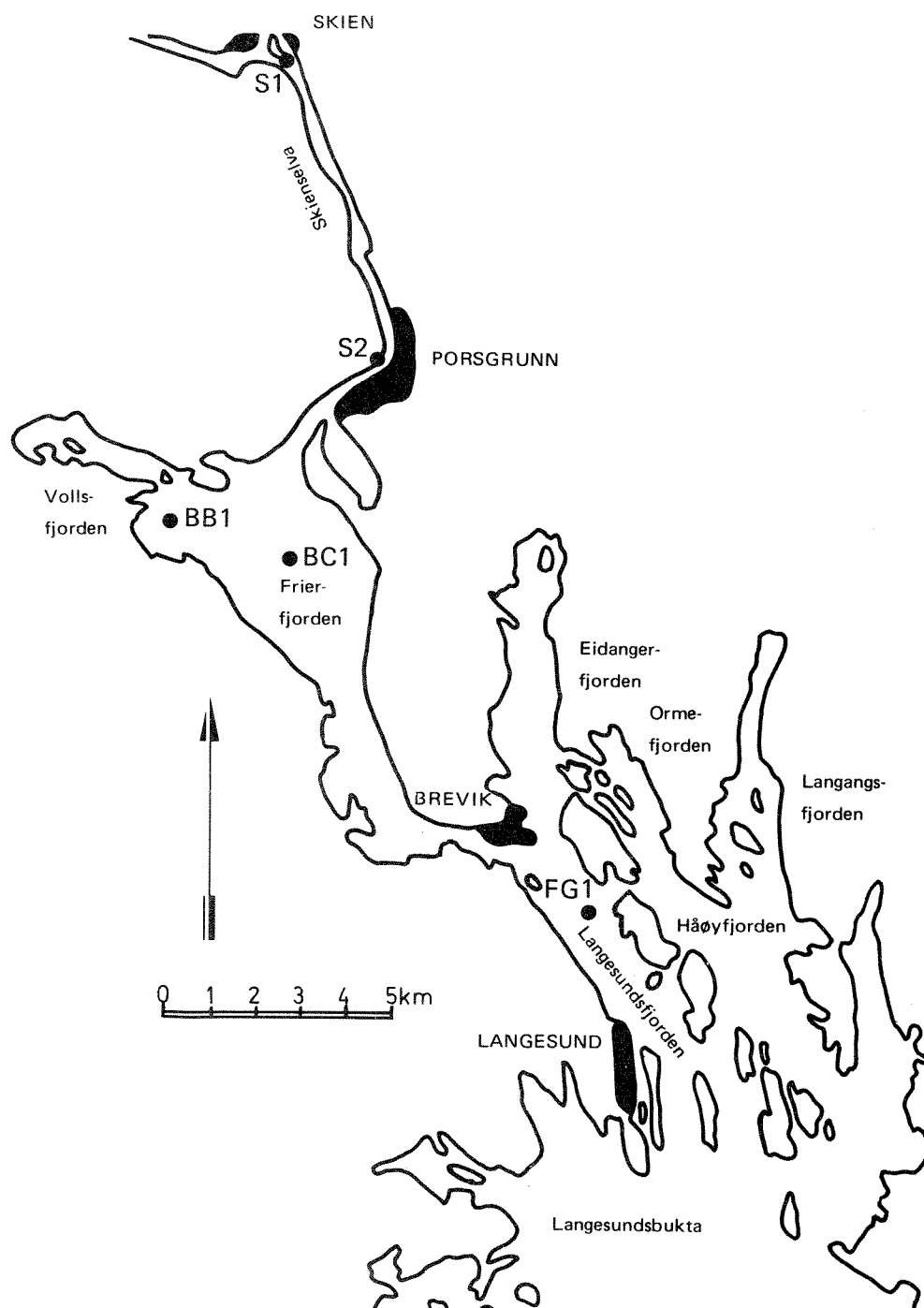


Fig. 1.1. Overvåkingsområdet.

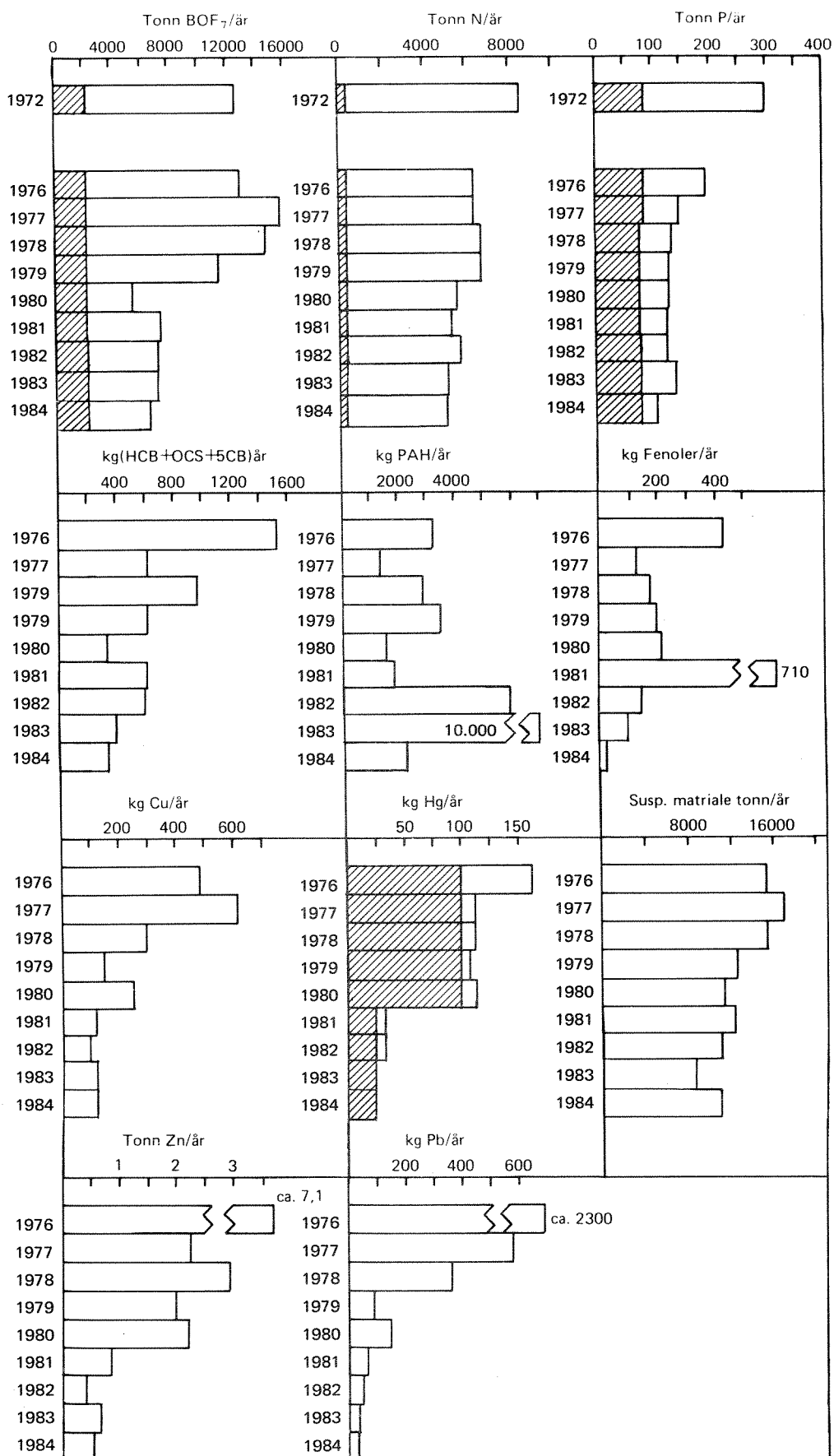


Fig. 1.2. Årsmidler av utslipp til Skjenselva og Frierfjorden. For organisk stoff, nitrogen og fosfor er befolkningens bidrag skravert. For kvikksølv er tilførselen fra Gunnekleivfjorden skravert. Konkrete tall for andre kvikksølvtilførsler foreligger ikke. Figuren er ikke oppdatert til å gjelde 1985, men det er ingen betydelige endringer fra 1984 til 1985.

vist at vedvarende tilstander med råttent vann begynte å gjøre seg gjeldende for 100 år siden, dvs. samtidig med de store etableringer av industri og befolkning i området.

Fosfor- og nitrogenforbindelser tilføres hovedsakelig fra kunstgjødselfabrikken på Herøya (fosfor: 36.000 p.e.tilsvarende 33 tonn/år) og fra befolkning (65.000 p.e., tilsvarende 59 tonn/år) Nitrogenutslippene fra industrien er svært store (990.000 p.e., tilsvarende 4336 tonn/år). Den hurtige uttransporten med brakkvannsstrømmen bidrar til overgjødslingssymptomer også utenfor Brevik.

Forurensningene med miljøgifter stammer hovedsakelig fra industri. Norsk Hydros magnesiumfabrikk på Herøya er den største kilden for klorerte organiske forbindelser. I de senere år er det foretatt effektive tiltak for å begrense utslippene. I 1985 var de på 567 kg (sum av heksaklorbenzen, pentaklorbenzen og oktaklorstyren). Årsaken til kvikksølvforurensningen av fisk i området må nå hovedsakelig være at tidligere utslipp fra treforedlingsindustri og kloralkalifabrikken på Herøya, fremdeles påvirker omgivelsene. Utslppsreduksjonene har ført til at de svært høye konsentrasjonene av enkelte miljøgifter som tidligere ble funnet i fisk, nå har sunket betydelig. Likevel er de ennå så høye at de begrenser anvendbarheten av fisk fra Frierfjorden. Elkem (PEA) har betydelige utslipp av polisykliske aromatiske hydrokarboner (1,2 tonn i 1985). Et visst bidrag kan også komme fra forurensete sedimenter i Heddalsvatnet etter tidligere utslipp fra smelteverk (Knutzen, 1984a). Dertil vil det generelt være avrenning av PAH fra industrialiserte og/eller sterkt trafikkerte områder.

De petrokjemiske anleggene i Bamble er pålagt å gjennomføre strenge tiltak for å hindre vannforurensning. De ordinære utslippene har siden 1979 stort sett ligget betydelig under konsesjonsgrensene. Et unntak er etylendiklorid. Tilførslene av dette stoffet til fjorden har vært noe større enn forutsatt, mest på grunn av utsig fra forurenset grunn under fabrikkbyggene.

Ved ytterligere utslppsreduksjoner kan miljøgiftproblemene avta i tiden framover. Dette avhenger imidlertid ikke bare av ytterligere utslppsreduksjoner, i og med at tidligere utslipp har ført til en opphoping av miljøgifter, særlig i sedimentene. Diffus belastning kan derfor vedvare i lang tid. Gjennom mudring av sterkt forurensete bunnmasser rundt havneanleggene og dumping av disse lenger ute i fjorden, kan f.eks. endel av forurensningene frigjøres. Undersøkelser i forbindelse med oppmudring omkring Herøya har imidlertid ikke påvist effekter av betydning (Gramme og Haver 1980).

#### 1.4. Langtidsprogrammet

Det er utarbeidet et langtidsprogram for overvåkingen av Grenlandsfjordene. I langsiktige overvåkingsprogram i områder der det ikke skjer store og brå forandringer i forurensningspåvirkningene, kan overvåkingssyklusen utvides fra ett år til fem år eller mer. Innenfor hver flerårssyklus bør det meste av innsatsen konsentreres innenfor et begrenset tidsrom. Den konsentrerte innsatsen muliggjøres ved at lav aktivitet i mellomårene frigir midler og kapasitet.

For Grenlandsområdet følger programmet (Rygg 1983) en sju-års syklus, deri to-tre sammenhengende år med konsentrert innsats. En periode med lav innsats på de fleste elementene i programmet ble innledet fra og med 1983.

I 1986 er en internasjonal Workshop om biologiske metoder for beskrivelse av forurensninger lagt til Norge. En vesentlig del av feltstudiene foregår i Grenlandsfjordene. I det statlige overvåkingsprogrammet for 1986 er det lagt opp til et samarbeid og utveksling av data med Workshopen, spesielt på bløtbunnsfauna og sedimenter (Rygg 1985).

Tabell 1.1. viser overvåkingens innhold og omfang i en sju-års syklus.

Tabell 1.1. Overvåkingens innhold og omfang 1983-1989.

	Hyppighet pr. inten- sivt år	Neste intensive periode (foreløpig) forslag)
Skienselva	12	1983-inntil videre
Hydrografi/hydrokjemi i fjordene	15*	1987-89
Miljøgifter i fisk	1-2	1983-inntil videre
PAH i blåskjell	12	1983-inntil videre
Sedimenter	1	1986
Fastsittende algesamfunn	1	1987-89
Hardbunnsamfunn, stereofoto	2	1987-89
Bløtbunnsfauna	1	1986

\*Derav 6 dypvannstokt

I 1985 er det lagt vekt på å undersøke PAH i blåskjell. Det er tatt månedlige prøver på stasjoner på strekningen Breviksundet-Åbyfjorden. Analyser av miljøgifter i fisk har fortsatt i samme omfang som tidligere.



## 2. VANNKVALITETEN I SKIENSELVA

### 2.1. Måleprogram

På grunn av nedprioritering av hydrokjemisk til fordel for PAH-undersøkelser, ble det liten innsats i Skienselva i 1985.

Ved undersøkelsene i 1983-84 ble det påvist enkelte betenkelig lave pH-verdier (pH<5) og høye konsentrasjoner av suspendert tørrstoff. Et problem for vurderingen av evt. konsekvenser for lakseoppgangen i elva, var at vannkvaliteten varierte mye både horisontalt og vertikalt.

I 1985 besluttet derfor Vannlaboratoriet i Telemark og NIVA å bruke de tilgjengelige ressursene til undersøkelser av

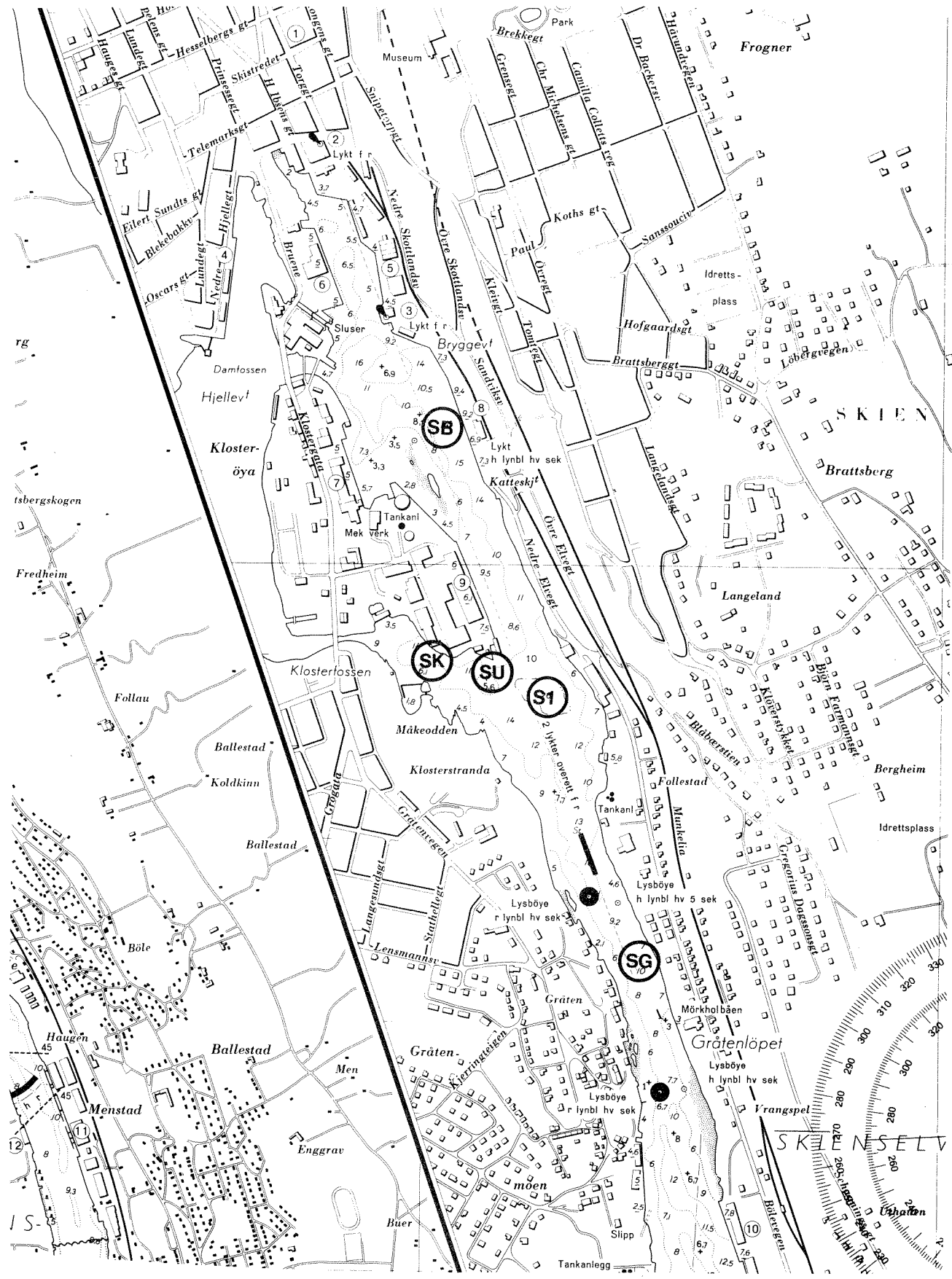
- a. Lokale variasjoner omkring st. S1
- b. forholdene under ekstremisituasjoner (uvanlig høy/lav vannføring, større utslipp o.l.).

Vi mottok ingen opplysninger om at ekstremisituasjoner forekom, og innsatsen i 1985 ble derfor begrenset til pkt. a.

Målinger ble utført på stasjonene SB, SU, SK, S1 og SG 11. juni, 17.juni og 25.juni, fig. 2.1. Mht. de nye stasjonene SU, SK og SG nevnes at:

- st. SU gir opplysninger om nærsonen ved Union
- st. SK gir opplysninger om vannkvaliteten umiddelbart nedenfor Klosterfoss
- st. SG gir opplysninger om vannkvaliteten i det vannet som strømmer gjennom Gråtenløpet

Målinger og prøvetaking for de enkelte stasjoner framgår av tabell 2.1.



Figur 2.1. Stasjonene i Skienselva.

Tabell 2.1. Målinger og prøvedyp i Skienselva.

Stasjon	Temp.	Salt.	Oksygen	pH	Susp. tørrstoff
SB	0-10m	0-10m	2-10m	0.5+2m	0.5+2m
SU	0- 2m	0- 2m	-	"	"
SK	"	"	-	"	"
S1	0-20m	0-20m	2-20m	"	"
SG	0- 2m	0- 2m	-	"	"

Videre ble siktedypet målt i de fleste tilfeller.

## 2.2. Resultater

Oksygenforholdene i overflatelaget var gode ved de tre prøveseriene. I 2m og 4m dyp ble ikke funnet under 6.6 ml O<sub>2</sub>/l (86% metning). Under ca. 8m dyp var forholdene varierende, med 1.3 ml O<sub>2</sub>/l (19%) på st. SB og 2.2 ml O<sub>2</sub>/l på st. S1 den 25.6 som laveste verdier.

Resultatene mht. suspendert tørrstoff i 0.5m dyp er vist på fig. 2.2. Med unntak for st. SU, var konsentrasjonene relativt lave. I overflatelaget gir utslippet fra Union altså i hovedsak en lokal effekt, foruten å bidra til en mindre økning av det generelle konsentrasjonsnivået i elva.

## SKIENSELVA 1985

## Susp. tørrstoff

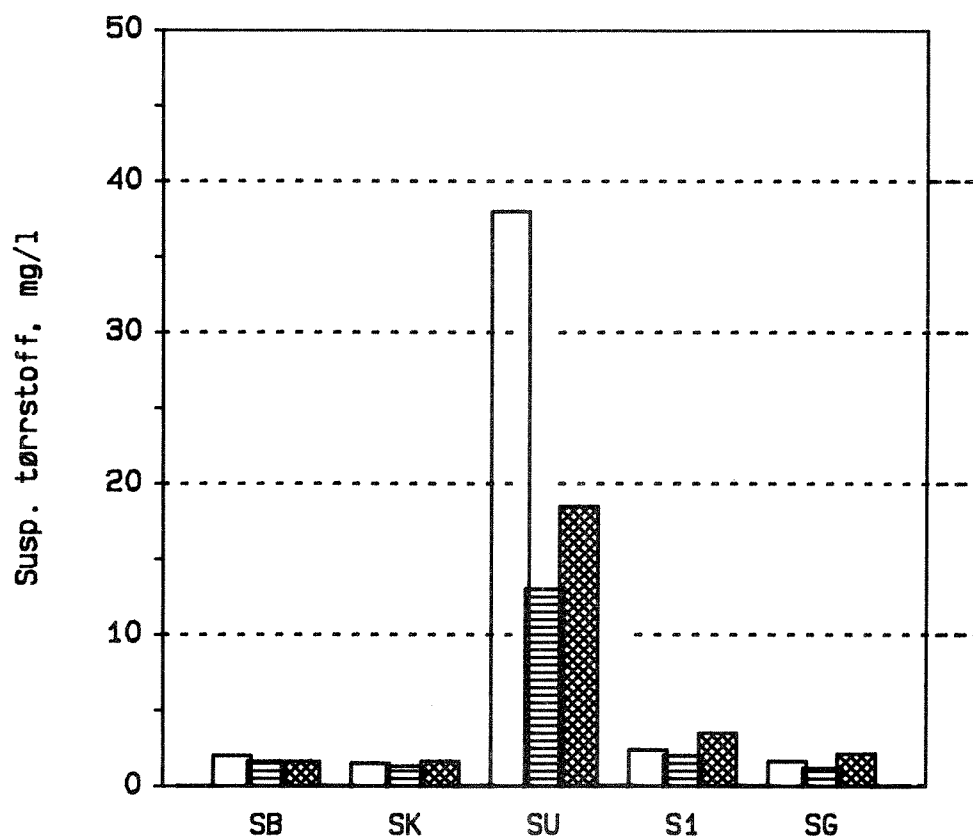


Fig. 2.2. Målinger av suspendert tørrstoff på st. SB-SG i 1985.  
Prøver fra 0.5m dyp.

□ : 11. juni    ▨ : 17. juni    ▩ : 25. juni

Iblant omfatter påvirkningen også st. S1, men utover mulige kortvarige episoder, er suspendert stoff neppe noe problem for laksens vandring opp elva. Vi nevner at i følge EIFAC (1964) er det usannsynlig at konsentrasjoner under 25 mg/l av suspendert materiale kan ha skadelige effekter på ferskvannsfisk, selv over lang tid.

Resultatene fra pH-målingene er vist på fig. 2.3. Nedsatt pH opptrådte både på st. SU og st. S1, men ikke så lavt som i 1984. De målte verdiene (alle > pH 5) representerte sannsynligvis kortvarige episoder var neppe noe problem for laksen.

## SKIENSELVA 1985

## pH-målinger

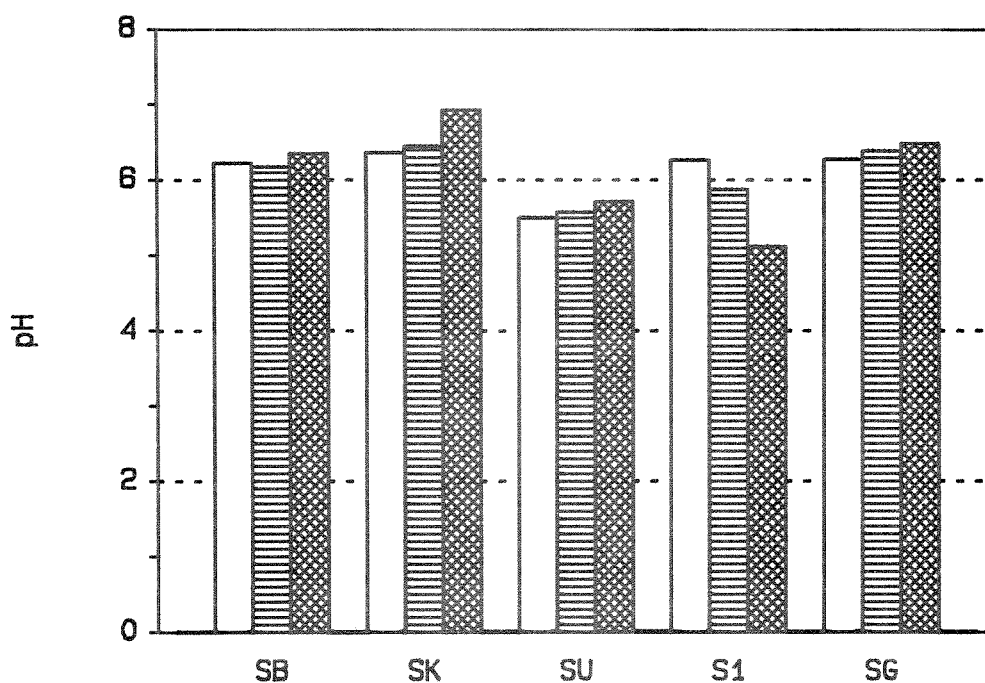


Fig. 2.3. pH-målinger på stasjonene SB-SG i 1985.

Verdier fra 0.5m dyp.

□: 11. juni, ▨: 17. juni, ▩: 25. juni

### 2.3 Lakseoppgang i 1985

Av fiskerikonsulent T. Kildal ved Fylkesmannens miljøvernavdeling har vi fått opplyst at beregnet lakseoppgang ved Klosterfossen i tidsrommet 2.7-20.85 var 664 stk. Det er en økning på 46% fra 1984. For Skotfoss (12.7-15.10.85) var tallene henholdsvis 198 stk. og 52% økning fra 1984.

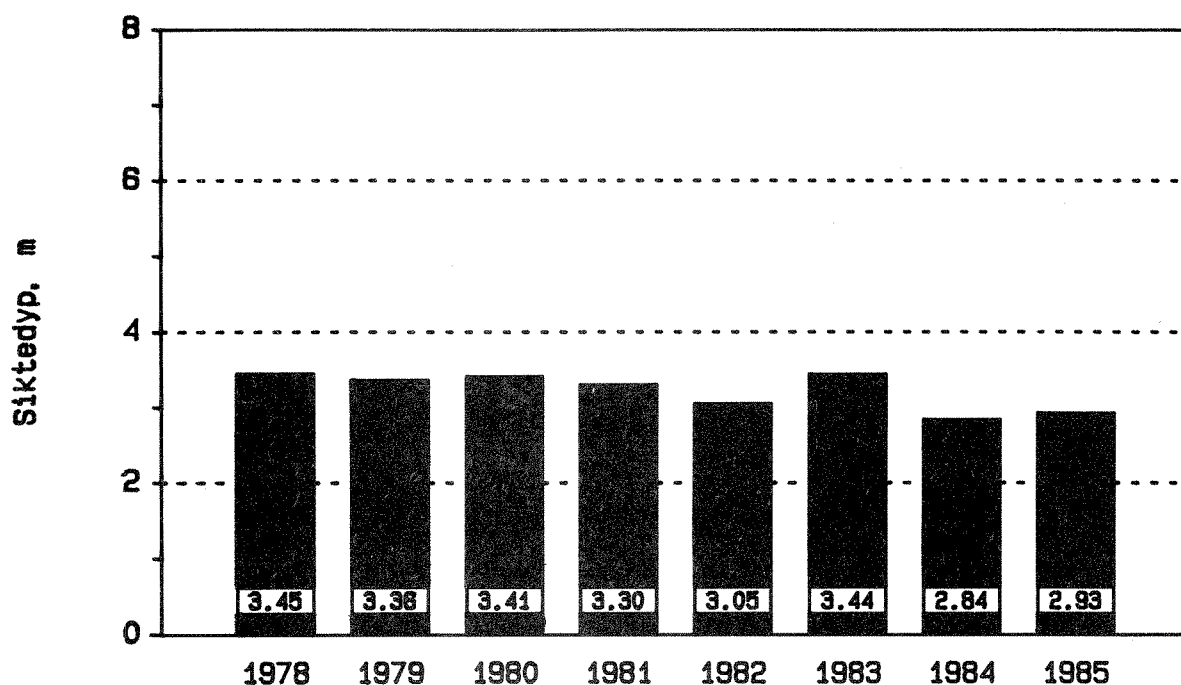
Total fangst i 1985 var 1567 kg (520 stk.), mot 1175 kg i 1985 og 625 kg i 1983.

I lys av denne positive utvikling anbefaler vi at overvåkingen av vannkvaliteten heretter begrenses til en beredskap for prøvetaking under situasjoner som kan være kritiske for laksens overleving/vandring i elva.

### 3. SIKTEDYPMÅLINGER I FRIERFJORDEN

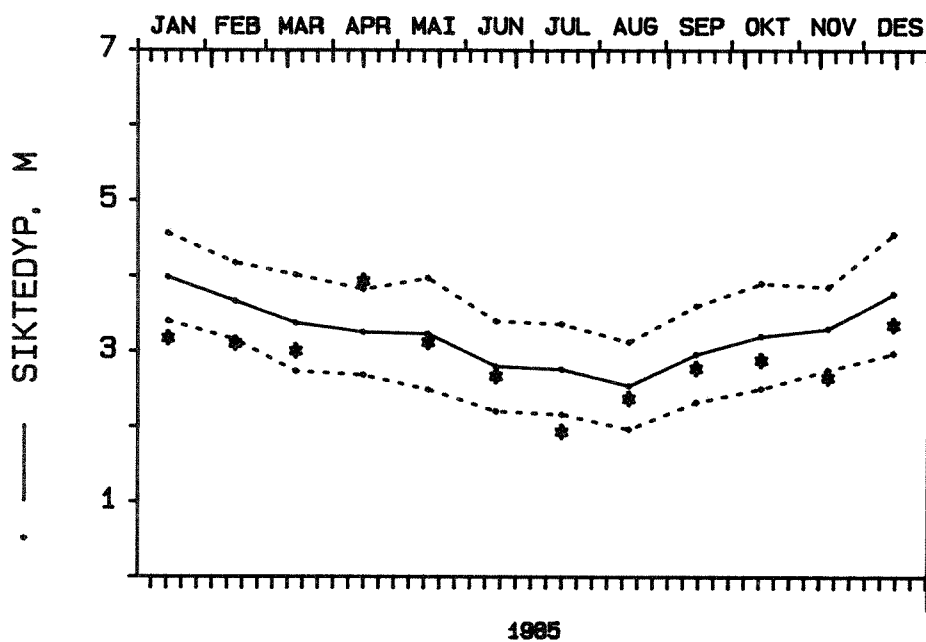
På st. BC1 i Frierfjorden har Porsgrunn Havnevesen målt siktedypet 3-5 ganger pr. måned siden august 1976. Vi har valgt å sammenligne 1985-målingene med tidsrommet 1978-84 (7 år).

Figur 3.1 viser aritmetiske årsmidler for 1978-85. Med unntak for 1982 og 1984 var siktedypet i 1985 signifikant dårligere enn de foregående syv år ( $p < 0.05$ , t-test og Mann-Whitney test).



Figur 3.1. Årsmidler av siktedyp på st. BC1, Frierfjorden.

Figur 3.2 viser månedsmidler for 7-års serien (1978-84) sammen med månedsmidler for 1985. Spredningen i 7-årsserien er antydnet med et standardavvik på begge sider av middelverdiene. I januar, februar, mars og oktober 1985 var siktedypet uvanlig dårlig. Den høye gjennomsnittsverdien i april skyldes at det en gang ble målt 5.5m, mot 2.8m og 3.5m ved de to andre tidspunktene. De lave verdiene i vinterhalvåret viser at lavt siktedyp ikke alene er et resultat av økt primærproduksjon, men påvirkes også av annet partikulært materiale og av oppløst stoff som gir farge.



Figur 3.2. Siktedyp på st. BC1, Frierfjorden. Midlere siktedyp for hver måned i 1985 (n=3-5) er plottet sammen med midlere månedlig siktedyp for tidsrommet 1978-1984 (heltrukken linje). Ett standardavvik på begge sider av verdiene for 1978-1984 er angitt med stiplet linje.

#### 4. MILJØGIFTER I BLÅSKJELL

Blåskjell for analyse av innhold av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) ble samlet inn månedlig i hele 1985, bortsett fra januar og februar, da det var is på fjorden. Prøvene ble tatt på følgende stasjoner (Fig. 4.1).

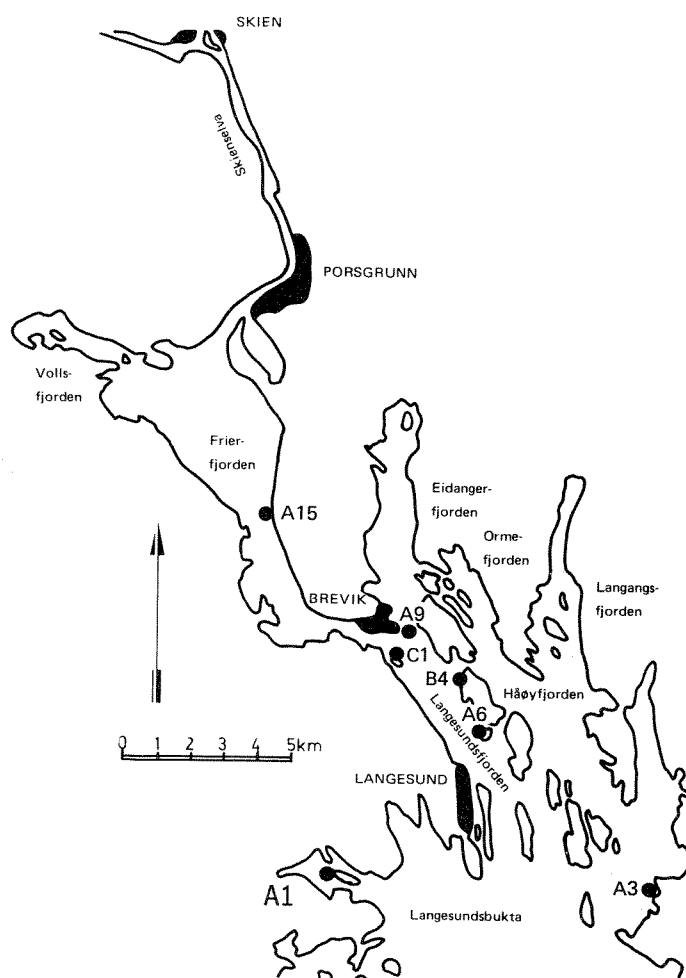
- C1 Croftholmen
- A6 Risøyodden, Langesundsfjorden
- A3 Båteberget, Helgerofjorden
- A1 Åbyfjorden

I Åbyfjorden ble det bare tatt prøver i august-november. Noen få prøver er også tatt fra blåskjellfarmer i Åbyfjorden. For C1, A6 og A3 foreligger det også analyseresultater fra januar-april 1986. Analysene er foretatt ved NIVA med samme metode som tidligere: Gasskromatografi med glasskapillarkolonne og flammeionisasjonsdetektor. Der det var mulig, ble størrelsesgruppen 4-5 cm valgt, men størrelsen varierte alt i alt mellom 3 og 8 cm.

Rådata fra 1985-86 - registreringene finnes i Vedlegg, hvor også summen av PAH og kreftfremkallende PAH-forbindelser innen gruppen KPAH<sup>1</sup> er vist. Figur 4.2 viser PAH i blåskjell i tiden 1980-86. Tabell 4.1 viser de eksakte verdier og datoer, samt resultater fra Åbyfjorden og to blåskjellfarmer. Stasjonene B4 og A6 ligger nær hverandre og omtrent like langt fra den antatte hovedkilde for PAH (PEA i Porsgrunn) og må derfor antas sammenlignbare mht. belastning. Det samme gjelder stasjonsparet A9/C1.

<sup>1</sup>)KPAH er summen av moderat til sterkt kreftfremkallende PAH i henhold til U.S. National Academy of Science (NAS, 1972). De aktuelle stoffene er merket \*\* og \*\*\* i vedleggstabellene.





Figur 4.1. Stasjoner for innsamling av blåskjell.

I Fig. 4.3-4.5 er PAH-konsentrasjonene plottet mot årstid. For alle tre stasjonene var PAH-nivået gjennomgående høyest i mars måned. I Helgerofjorden (A3) var det et jevnt og lavt nivå i sommerhalvåret, mens det på stasjonene lenger inn var store fluktuasjoner både i sommer- og vinterhalvåret. De samtidige maksimumskonsentrasjonene på alle tre stasjoner i mars måned tyder på en felles faktor.

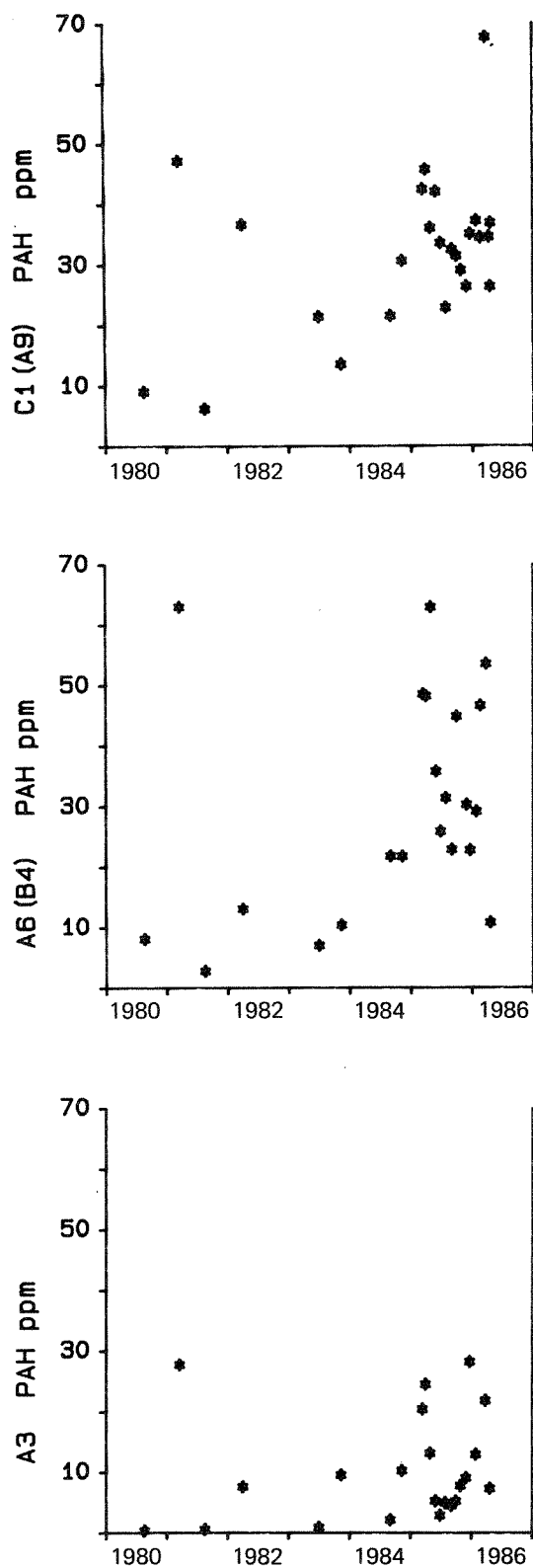


Fig. 4.2. Konsentrasjoner av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell fra Brevik (C1 og A9), Langesundfjorden (A6 og B4) og Helgerofjorden (A3), basert på tørrvekt.

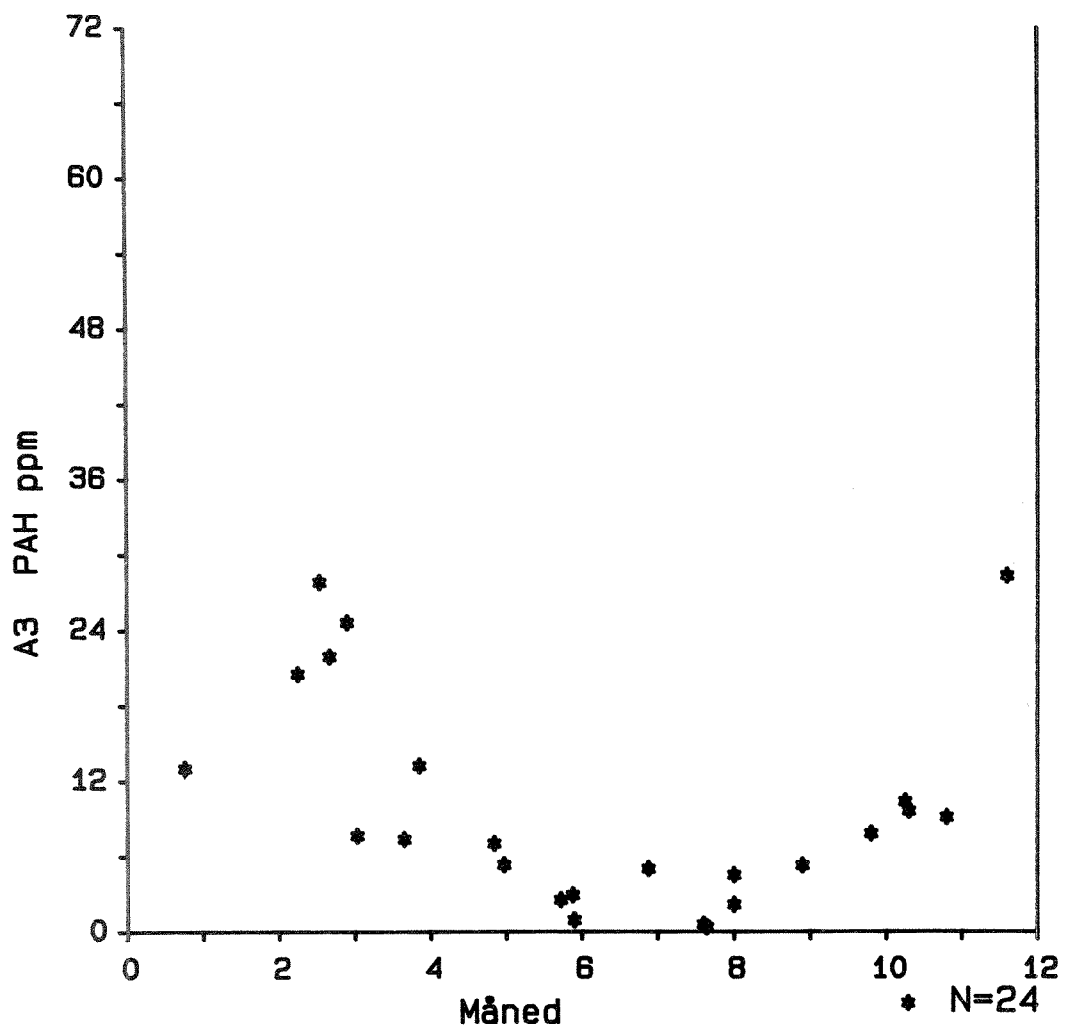


Fig. 4.3. Sammenheng mellom PAH-konsentrasjon i blåskjell (ppm tørrvekt) og årstid i perioden 1980-86 på stasjon A3 (Helgerofjorden).

Nedgangen i PAH-konsentrasjon fra mars til april og sommermånedene faller sammen med det sannsynlige tidspunktet for gytingen. Hvis blåskjellenes gonader inneholder overkonsentrasjoner av PAH, vil skjellene bli kvitt mye av sitt PAH ved gytingen.

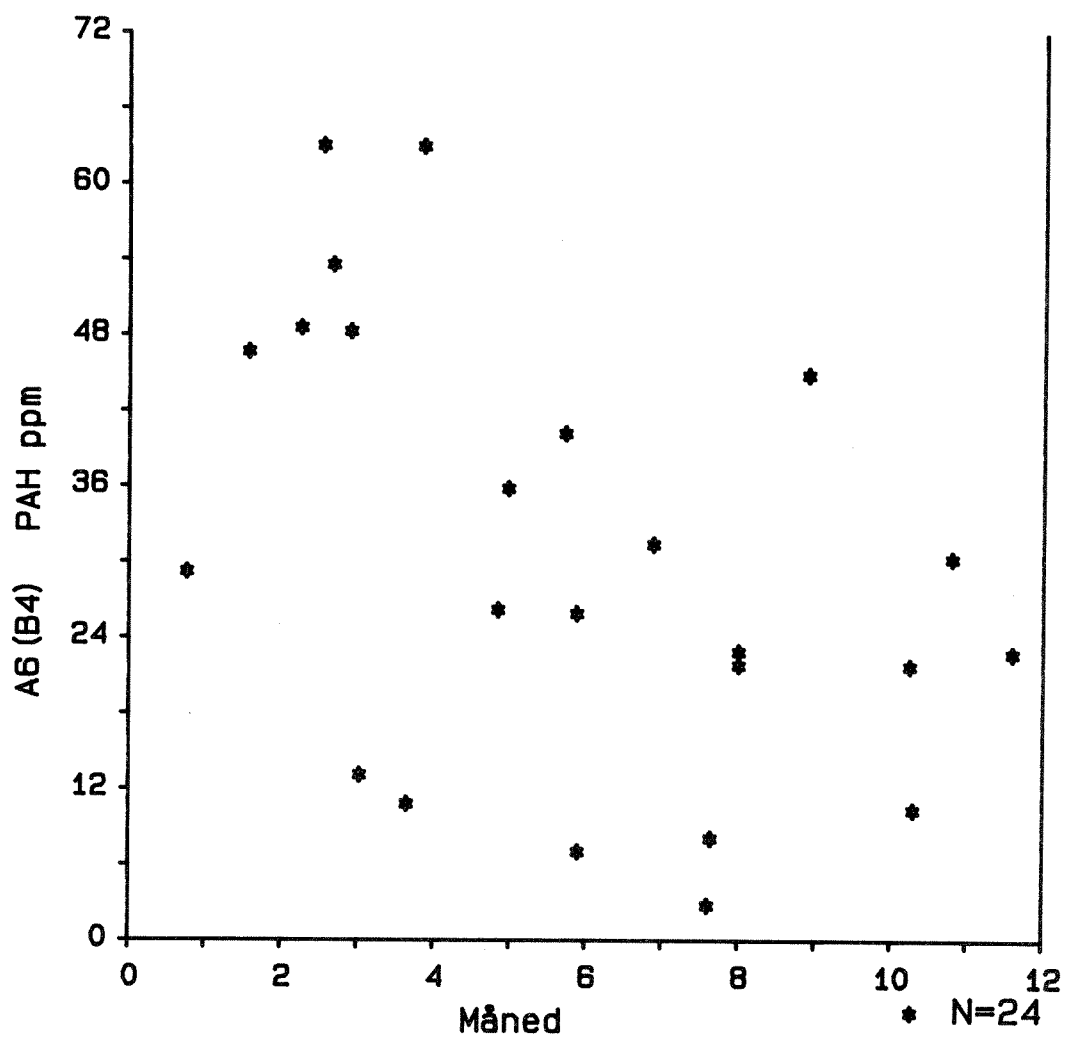


Fig. 4.4. Sammenheng mellom PAH-konsentrasjon i blåskjell (ppm tørrvekt) og årstid i perioden 1980-86 på stasjon A6/B4 (Langesundfjorden).

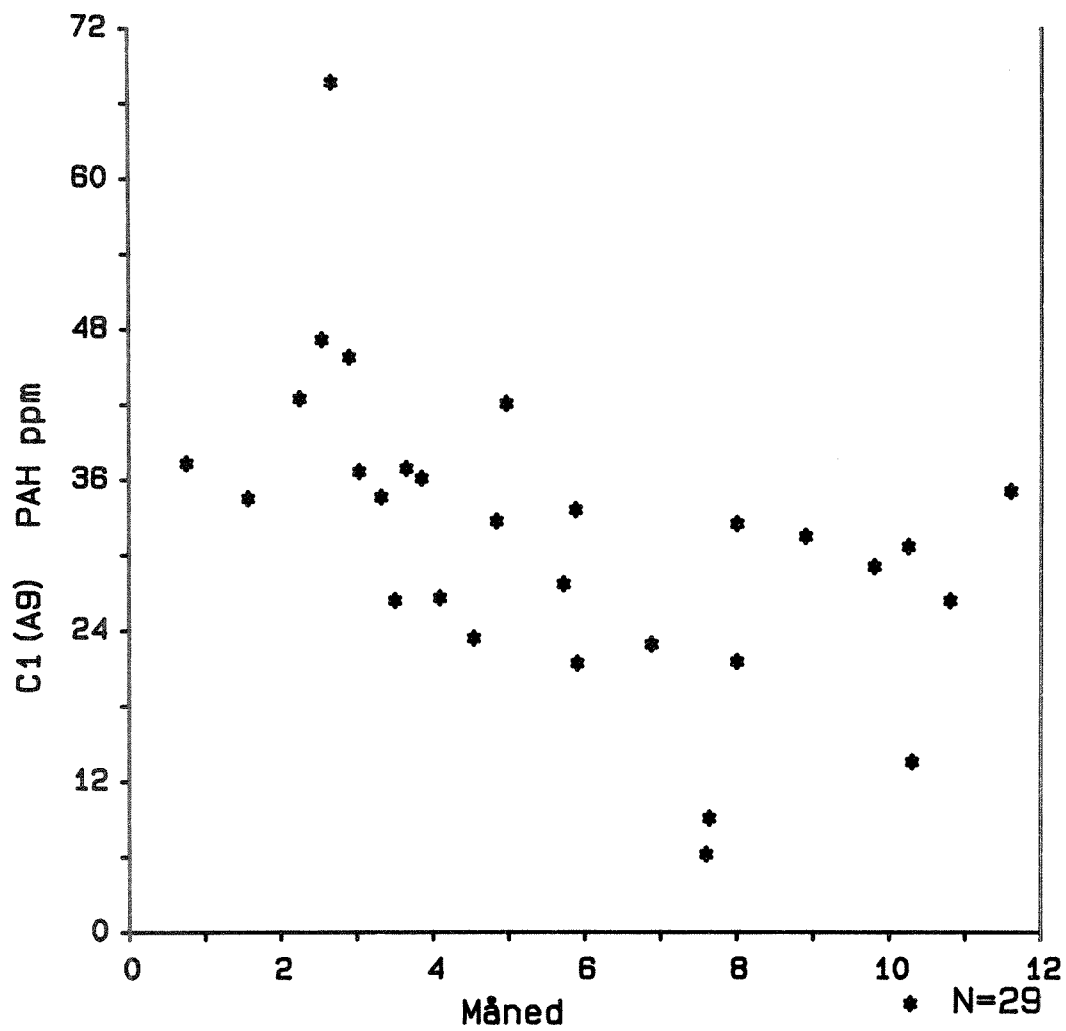


Fig. 4.5. Sammenheng mellom PAH-konsentrasjon i blåskjell (ppm tørrvekt) og årstid i perioden 1980-86 på stasjon A9/C1 (Brevik).

Tabell 4.1. Total PAH (ppm tørrvekt) i blåskjell i Grenlandsfjordene.

Dato	A3	A6/B4	A9/C1	Åbyfjord A1	Farm 1	Farm 2
800820	0.36	8.1	9.1			
810317	27.8	63.0	47.2			
810819	0.56	2.8	6.2			
820401	7.6	13.1	36.7			
830628	0.90	7.0	21.4			
831109	9.6	10.4	13.6			
840830	2.14	21.8	21.5			
841108	10.3	21.8	30.7			
850308	20.5	48.6	42.5			
850328	24.6	48.3	45.8			
850426	13.2	63.0	36.1			
850529	5.3	35.8	42.1			
850626	2.9	25.9	33.6			
850726	5.0	31.4	22.9			
850830	4.5	22.9	32.5	4.9	18.7	3.4
850927	5.2	44.9	31.5	3.1		
851025	7.8	-	29.1	2.5		23.5
851126	9.1	30.3	26.4	6.0		
851219	28.3	22.8	35.1			
860124	13.0	29.2	37.3			
860218	-	46.7	34.5			
860320	21.9	53.6	67.7			
860410	-	-	34.6			
860415	-	-	26.4			
860419	7.3	10.8	36.9			
860503	-	-	26.6			
860518	-	-	23.4			
860528	7.0	26.2	32.7	5.9		
860624	2.5	40.2	27.7	6.4		

Det er konstatert høye PAH-konsentrasjoner i blåskjell fra alle lokalitetene, men høyest i Brevik-Langesund området (A9, C1, A6 og B4). Siden undersøkelsene startet i 1980 har konsentrasjonene vist store svingninger opptil 150-250 ganger en antatt "normalkonsentrasjon" på 0,2-0,5 mg/kg (Knutzen og Sortland 1982; Knutzen og Kvalvågnæs 1982; Knutzen 1984b; Rygg et al. 1984). Medianverdiene (mg/kg) er:

	A3	A6/B4	A9/C1	Åbyfj.
1980-84	4.9	11.8	21.5	-
1985-86	7.6	33.6	33.6	5.4

Resultatene bekrefter at betydelige PAHmengder tilføres fjordområdet og spres over lange strekninger. Dette er en vanlig erfaring fra andre områder som belastes med PAH i tilsvarende mengde som den PEA gir opphav til (f.eks. Vefsnfjorden og Ranafjorden) (Knutzen 1981, 1984b).

På denne bakgrunn ble det startet en utvidet undersøkelse av PAH i blåskjell i 1985, med månedlige innsamlinger. Samtidig måles PAH-utslippene fra PEA hyppigere, slik at det blir bedre grunnlag for å kvantifisere belastningen. På grunnlag av siste års månedlige analyser av avløpsvannet ble PAH-utslippet beregnet til 1,2 tonn, mot 1-2 tonn pr. år ifølge 1980-81 målingene, 6 tonn 1982, 10 tonn i 1983 og 2,6 tonn i 1984. De reduserte utslipp i 1985 skyldes forbedret rensing. Det er også behov for å kartlegge eller få anslått andre mulige kilder (avrenning fra veier og industrialiserte områder, og eventuelle punktkilder utenom PEA). Det bør overveies om man kan få et bedre skjønn på totaltilførslene ved å analysere på blandprøver av elvevann ved utløpet av Skienselva eller i brakkvannsstrømmen ved Brevikbrua over en årssyklus.

PAH-innholdet i blåskjell reiste hygieniske spørsmål som helsemyndighetene har hatt til vurdering. Helsedirektoratet uttalte i et brev til SFT at forurensningsnivået av PAH i blåskjell fra hele fjordområdet var høyt sett i forhold til Verdens Helseorganisasjons (WHO) anbefaling om akseptabelt daglig inntak (ADI) av 6 utvalgte PAH via drikkevann. Konsum av blåskjell fra hele Brevik-Langesundområdet ble derfor frarådet. Disse områdene var heller ikke egnet for akvakultur.

Stikkprøvene fra blåskjellfarmene i Åbyfjorden viser at det også der kan opptre høye PAH-konsentrasjoner. Disse farmene er nå nedlagt pga. langvarige problemer med giftige alger.

I forhold til andre fjorder kan forurensningsgraden av PAH i blåskjell karakteriseres som høy, men ikke så ekstrem som i f.eks. Ranafjorden og Saudafjorden (Knutzen et al. 1982; Knutzen 1984b).



## 5. MILJØGIFTER I TORSK

### 5.1. Datamaterialet

Høsten 1985 ble det samlet 49 torsk fra Frierfjorden og 7 fra Eidangerfjorden. Muskel og lever ble undersøkt for henholdsvis kvikksølv og persistente klorerte hydrokarboner av Veterinærinstituttet. For bare 1 av de 7 fiskene fra Eidangerfjorden foreligger det data for klorerte hydrokarboner i lever.

Vi har gjort en statistisk analyse av både 1985-dataene og resultater fra tidligere år i Frierfjorden. Data fra Veterinærinstituttet, Veterinærhøgskolen og Fiskeridirektoratet er slått sammen og behandlet under ett.

Det foreligger data for over 600 torsk fra Frierfjorden, fanget inn i årene 1968 til 1985.

Tabell 5.1 viser hvilke data som er brukt. For endel fisk mangler noen av opplysningene.

Tabell 5.1. Dataoversikt for torsk fra Frierfjorden.

Variabel	Antall fisk med verdi på denne variabelen
Vekt	638
HCB i lever	513 (fra 1975)
OCS i lever	513 (fra 1975)
DCB i lever	393 (fra 1975)
Hg i filet	639 (fra 1968)

### 5.2. Gruppering i tid

Data er  $\log_{10}$ -transformert og gruppert i årsperiode fra 1.7. til 30.6. Hver periode er identifisert med et årstall for 1. halvår i perioden, slik at f.eks. 1.7.84 - 30.6.85 er benevnt som periode 84.

Innsamlingen av fisk har ikke skjedd i de samme måneder i hver periode.

### 5.3. Vektkorrigerings

Under stasjonære forhold vil det være en positiv sammenheng mellom konsentrasjon og vekt, vanligvis lineært i log-skala. Det kan være bedre sammenheng med alder enn med vekt, men det er for få fisk hvor alder er oppgitt i det materialet som finnes. For hver årsperiode er det beregnet regresjon av  $\log_{10}$  (kons) mot  $\log_{10}$  (vekt). Midlere regresjonskoeffisient over alle år for denne sammenhengen er deretter beregnet som veiet middel over årsverdiene. Hver årsverdi er gitt en vekt  $1/SD^2$ , hvor SD = standard avvik for årsverdien på regresjonskoeffisienten. Det gir det mest nøyaktige estimatet.

Det er undersøkt om det er bedre å bruke ulike regresjonskoeffisienter fra år til år. Estimaten for regresjonskoeffisientene fra år til år varierer sterkt, men usikkerheten i estimatene er så store at det ikke er mulig å si om dette skyldes tilfeldige variasjoner i utvalget av fisk, eller om det er reelle variasjoner i vektavhengighet fra år til år.

Vektkorrigeringsen er derfor foretatt som før, med en felles regresjonskoeffisient for hele tidsperioden, bestemt som et veiet gjennomsnitt av regresjonskoeffisientene fra de enkelte år.

Analysene på det utvidete data-settet ga forholdsvis små endringer i vektkorrigeringsen:

$$\begin{aligned} \log(\text{HCB}) &= \log(\text{HCB}_1) + 0.77 \cdot \log(\text{vekt}) && \text{endret fra } 0.71 \\ \log(\text{OCS}) &= \log(\text{OCS}_1) + 0.77 \cdot \log(\text{vekt}) && \text{som før } 0.77 \\ \log(\text{DCB}) &= \log(\text{DCB}_1) + 0.57 \cdot \log(\text{vekt}) && \text{endret fra } 0.52 \\ \log(\text{HG}) &= \log(\text{HG}_1) + 0.55 \cdot \log(\text{vekt}) && \text{endret fra } 0.56 \end{aligned}$$

Vekt skal settes inn målt i kg. Verdiene  $\log(\text{HCB}_1)$ , etc. angir log-konsentrasjoner korrigert til fisk med vekt 1 kg.

### 5.4. Analyse av vekt-korrigerede data

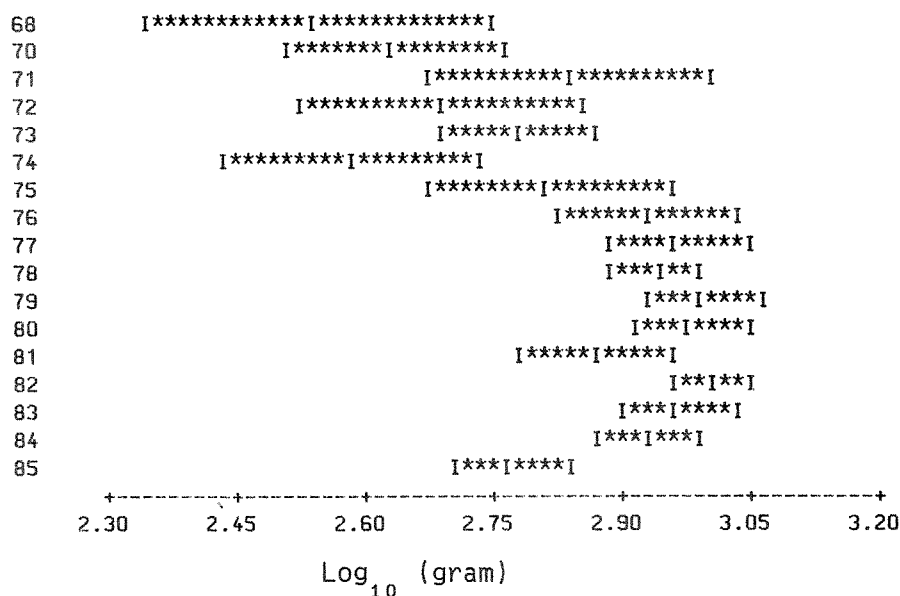
#### 5.4.1. Variasjon mellom årsperioder

For hver variabel er det utført variasjonsanalyse på vektkorrigerede  $\log_{10}$ -verdier, klassifisert etter årsperiode.

Denne analysen gir for alle fire variable en klar forskjell mellom årsperiodene, med signifikansnivå  $\ll 0.01$ .

Det er også nå gjort variansanalyse på  $\log(\text{vekt})$ , for å se om det er systematiske forskjeller i fiskestørrelse mellom ulike år, og om det i tilfelle kan ha sammenheng med de observerte konsentrasjonsvariasjoner.

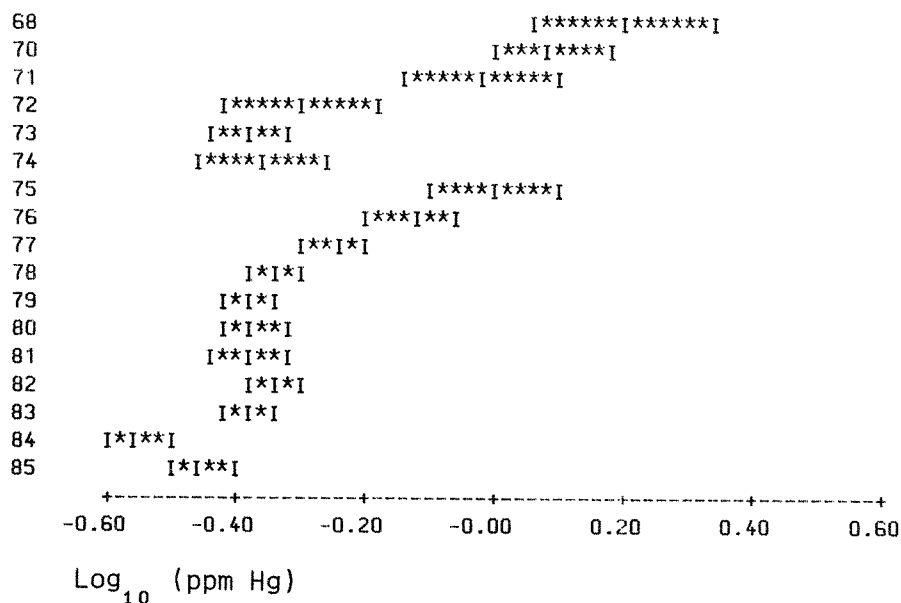
Diagrammet nedenfor viser gjennomsnitt med 95% konfidensintervall for  $\log_{10}$  (vekt) i årene 1968 til og med 1985 for fisk hvor Hg er bestemt: (tilsvarende geometrisk gjennomsnitt for vekt).



Gjennomsnittsvekten er klart lavere før 1975 sammenlignet med årene etter 1975. (Signifikansnivå  $\ll 0.01$ ). Spesielt for årene 68, 70, 72 og 74 er Hg-verdiene basert på fisk med gjennomsnittlig lav vekt.

Når det gjelder tiden etter 1975 ser det ut til at fisken fra 1985 i gjennomsnitt har signifikant lavere vekt enn i de fleste andre år etter 1975. Også i 1981 var det lavere gjennomsnittsvekt enn de andre årene i tidsrommet 1976-1984.

Variasjonen i gjennomsnittsvekt viser imidlertid ingen markert sammenheng med variasjonene i Hg-verdi etter vektkorrigerings. For Hg er det også klart signifikante variasjoner over tid (se diagrammet nedenfor).



Fisken fra 1985 har omtrent samme konsentrasjonsnivå som ellers i årene siden 1978-79. Nedgangen i 1984 kan ha vært bare en tilfeldig svingning.

Plott av geometrisk snitt med konfidensintervall som funksjon av tid er gjort som før, med tilleggsdata for 1985.

Gjennomsnitt for 1985 ligger noe høyere enn for 1984 for alle variable, men for OCS, DCB og Hg er det forholdsvis ubetydelig (Fig. 5.1-5.4).

Tidligere analyser av HCB-data viste en nedgang i 1983. Nedgangen fulgtes av en svingning tilbake mot 1982-nivå i 1984. Økningen fra 1983 til 1984 har fortsatt fra 1984 til 1985, og målt nivå er det høyeste siden 1975 (Fig. 5.2). Det synes ikke å være noen klar sammenheng mellom utslippene av HCB de 7 siste årene (Tab. 5.2) og konsentrasjonene i torsk.

Tabell 5.2. Utslipp (kg/år) av heksaklorbenzen (HCB) og oktaklorstyren (OCS) fra Porsgrunn Fabrikker i de 7 siste årene.

	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
HCB	479	229	442	442	224	167	354
OCS	68	36	99	52	62	47	83

Det må bemerkes at konsentrasjonene gjelder omregnede verdier til "normalfisk" på 1 kg. Mye av fisken som spises kan være større, og vil da inneholde høyere konsentrasjoner.

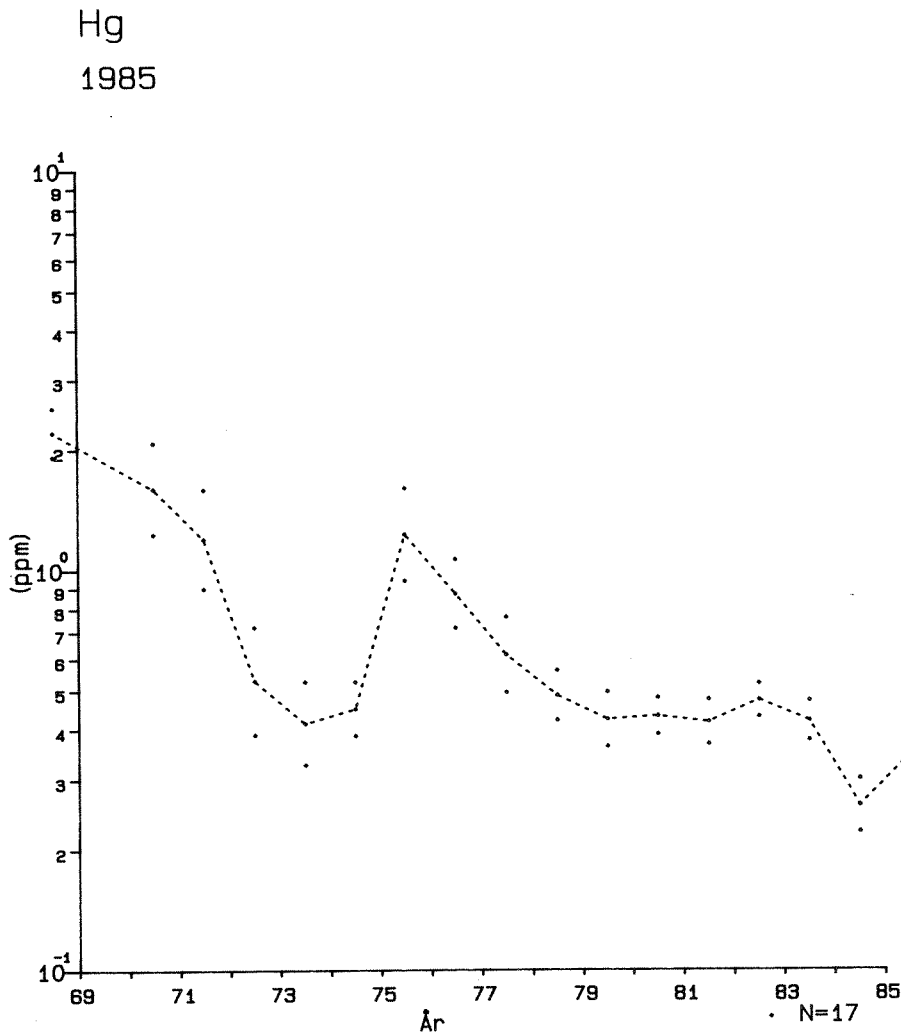


Fig. 5.1. Kvikksølvkonsentrasjon i muskel i torsk fra Frierfjorden (mg/kg våtvekt). Årsgjennomsnitt og 95% konfidensintervall omregnet til "normalfisk" på 1 kg.

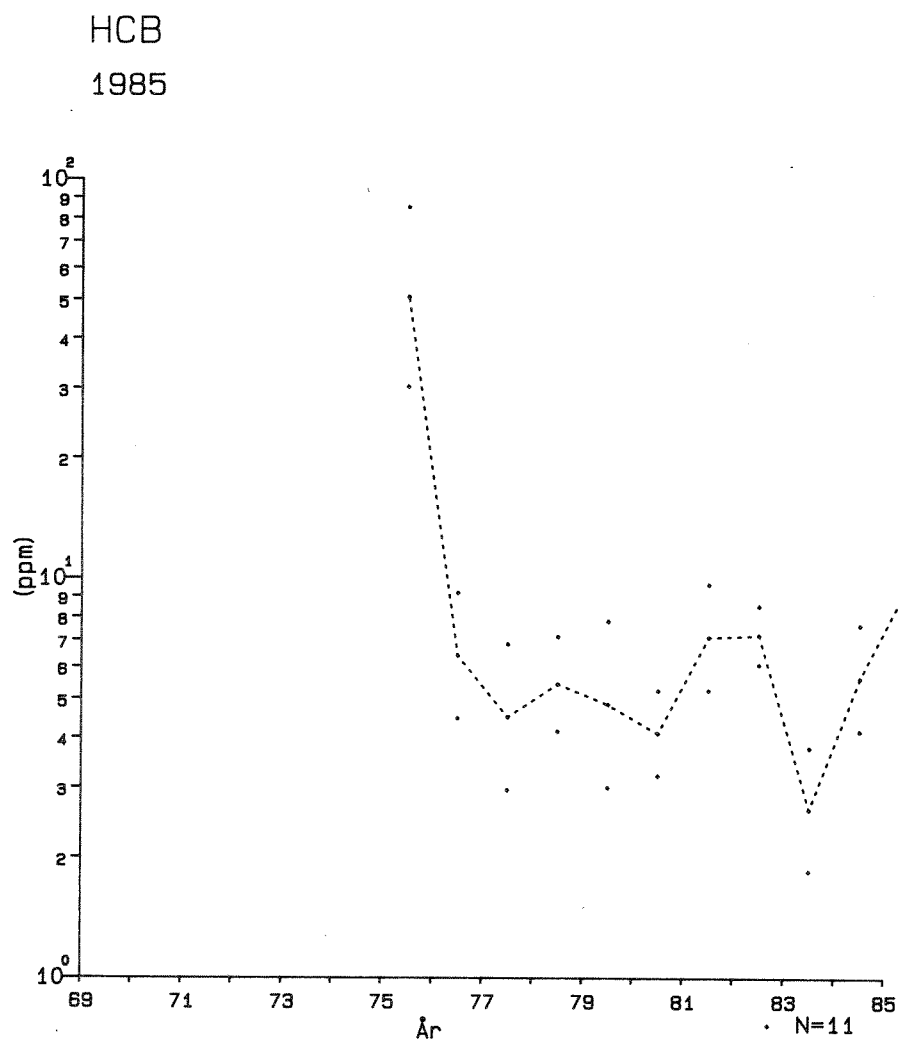


Fig. 5.2. Heksaklorbenzenkonsentrasjon i lever i torsk fra Frierfjorden (mg/kg våtvekt). Årsgjennomsnitt og 95% konfidensintervall omregnet til "normalfisk" på 1 kg.

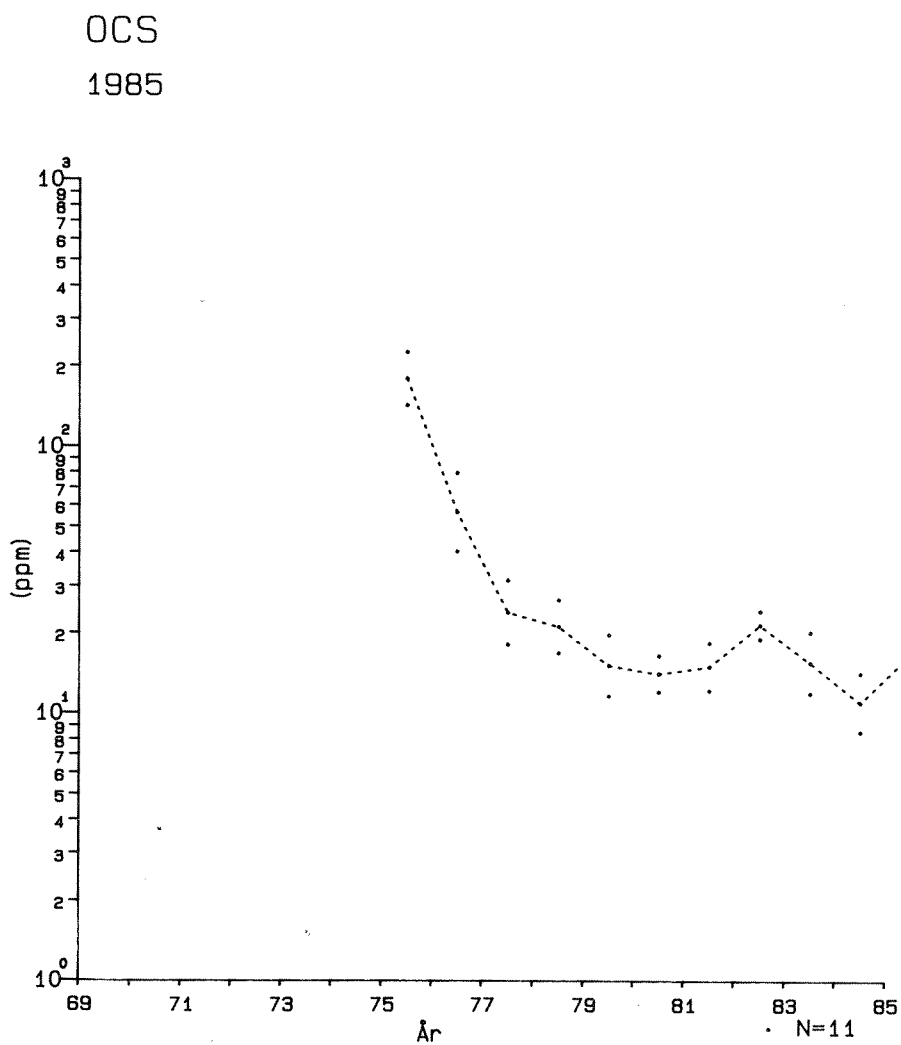


Fig. 5.3. Oktaklorstyrenkonsentrasjon i lever i torsk fra Frierfjorden (mg/kg våtvekt). Årsgjennomsnitt og 95% konfidensintervall omregnet til "normalfisk" på 1 kg.



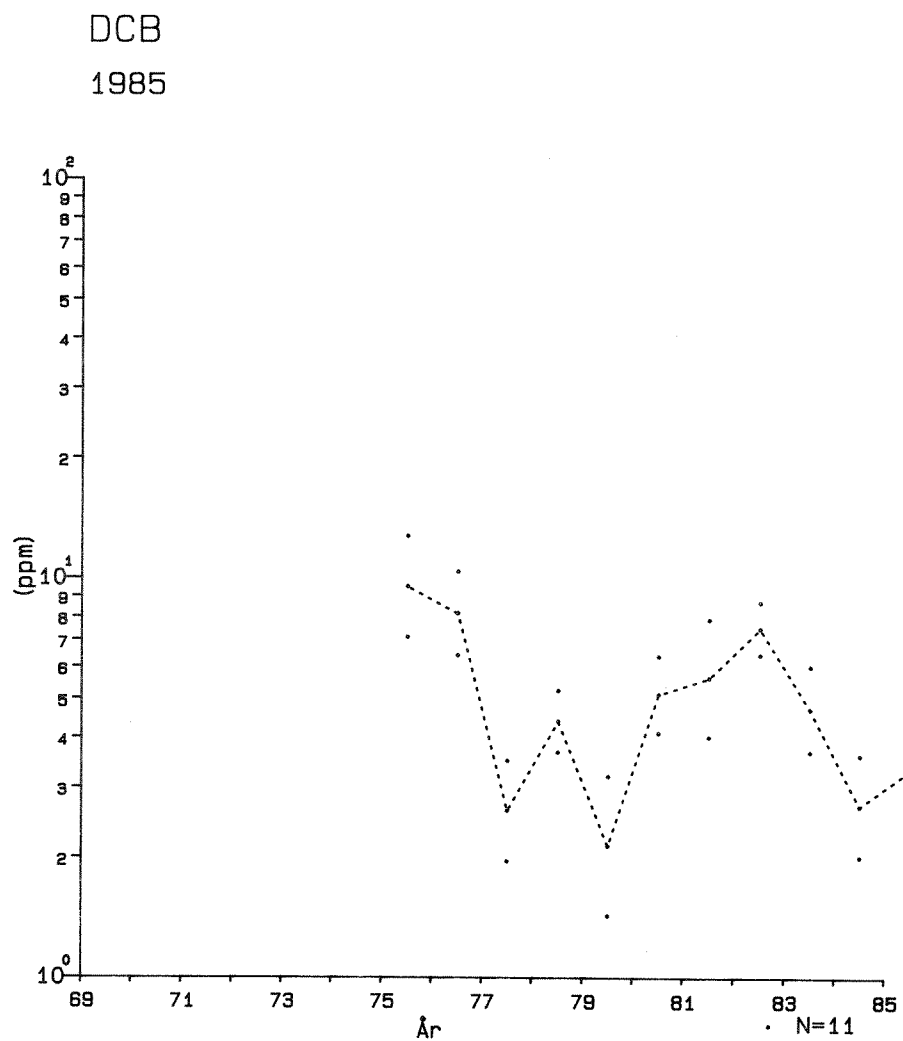


Fig. 5.4. Dekaklorbifenylkonsentrasjon i lever i torsk fra Frierfjorden (mg/kg våtvekt). Årsgjennomsnitt og 95% konfidensintervall omregnet til "normalfisk" på 1 kg.

#### 5.4.2. Kumulative frekvensdiagrammer

---

Nytt datasett for siste periode:

1985 = 1.7.1985 til 30.6.1986

er tegnet i kumulative frekvens-fordelingsdiagrammer (Fig. 5.5-5.8).

X-aksen viser vektkorrigert konsentrasjon (tilsvarende fisk på 1 kg) på log-skala. Y-aksen viser kumulativ sannsynlighet på normalfordelingsakse. Dette tilsvarer plotting på log-normalt papir, hvor observasjonene skal ligge rundt en rett linje hvis det er log-normal fordeling.

Denne dataanalysen er gjort for å teste om det opptrer flere subpopulasjoner i materialet, eller om det representerer en populasjon med en log-normalfordeling av verdiene.

Resultatene viser forholdsvis tydelige knekk i kurvene for HCB og OCS, men ikke for kvikksølv og DCB. Dette kan tyde på to populasjoner i materialet. Mangelen på utslag i kurvene for Hg og DCB kan skyldes at det er slakkere gradienter i forurensningen med Hg og DCB enn i forurensningen med HCB og OCS. Det kan også bero på forskjeller i fiskens opptaks- og utskillingsrater for de ulike stoffene. Lignende resultater fant en i 1984.

Hg  
1985

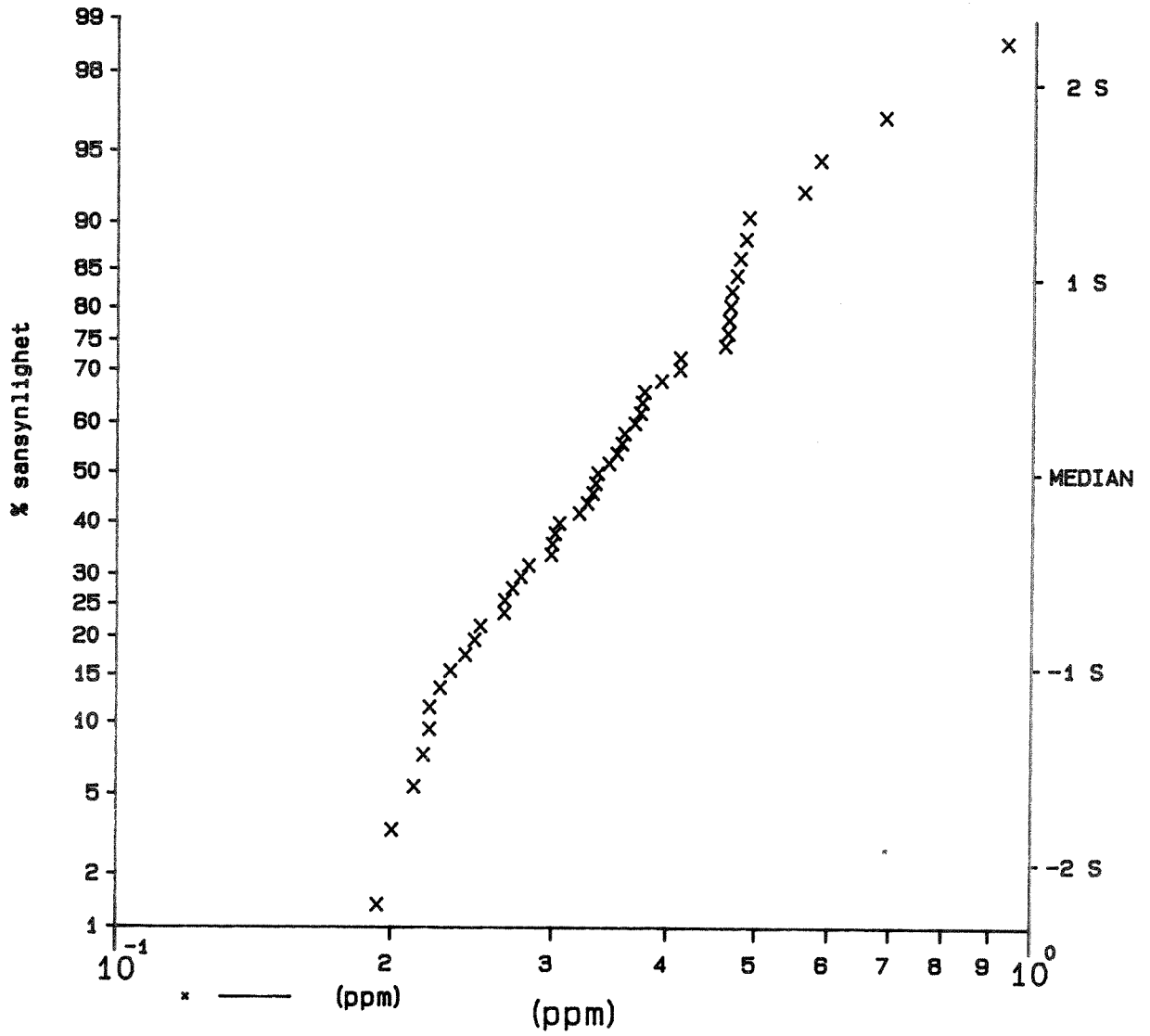


Fig. 5.5. Kumulativ frekvensfordelingsdiagram av kvikksølvkonsentrasjoner i muskel i torsk fra Frierfjorden 1985.

# HCB 1985

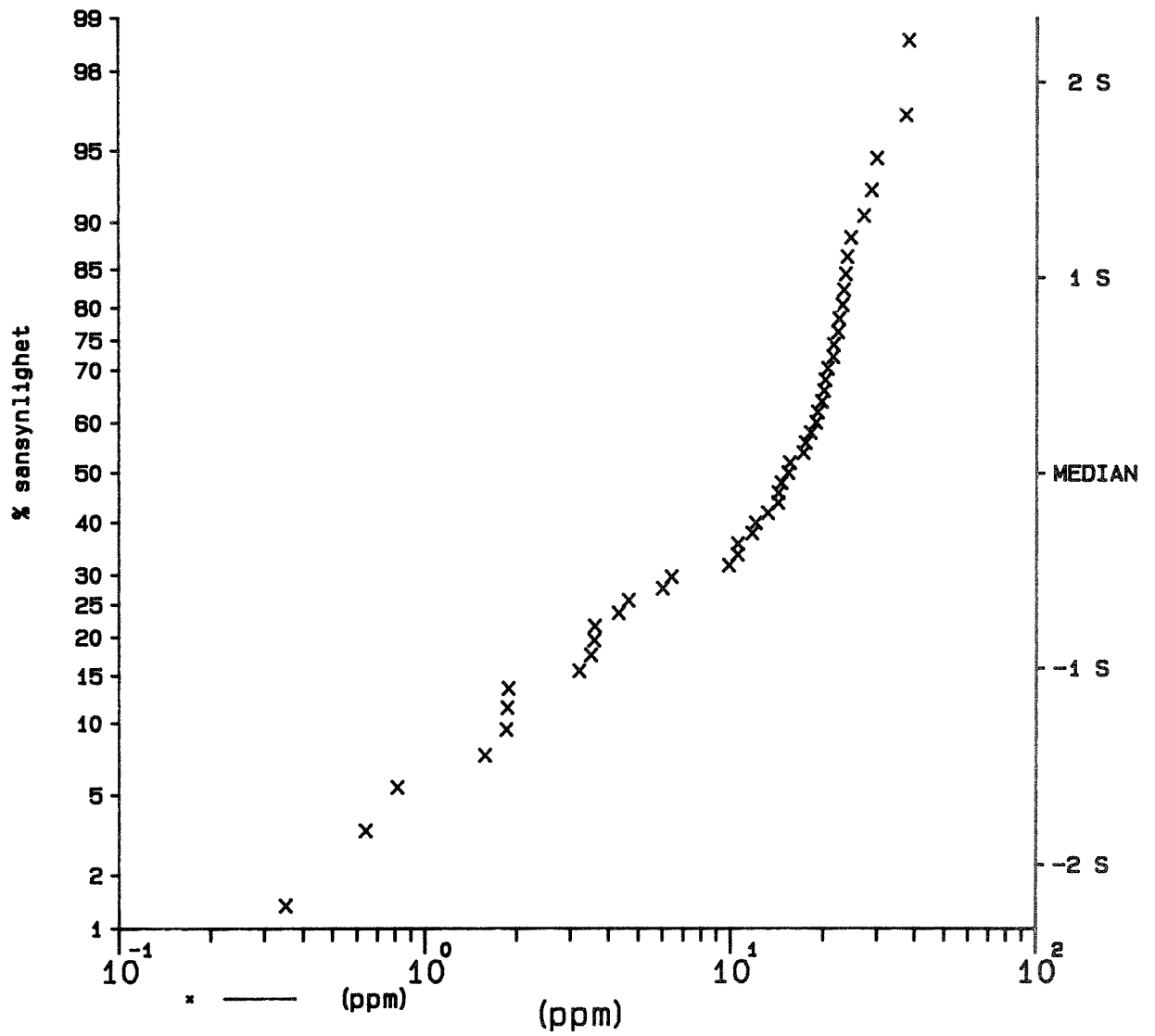


Fig. 5.6. Kumulativ frekvensfordelingsdiagram av heksaklorbenzen-konsentrasjoner i lever i torsk fra Frierfjorden 1985.

OCS  
1985

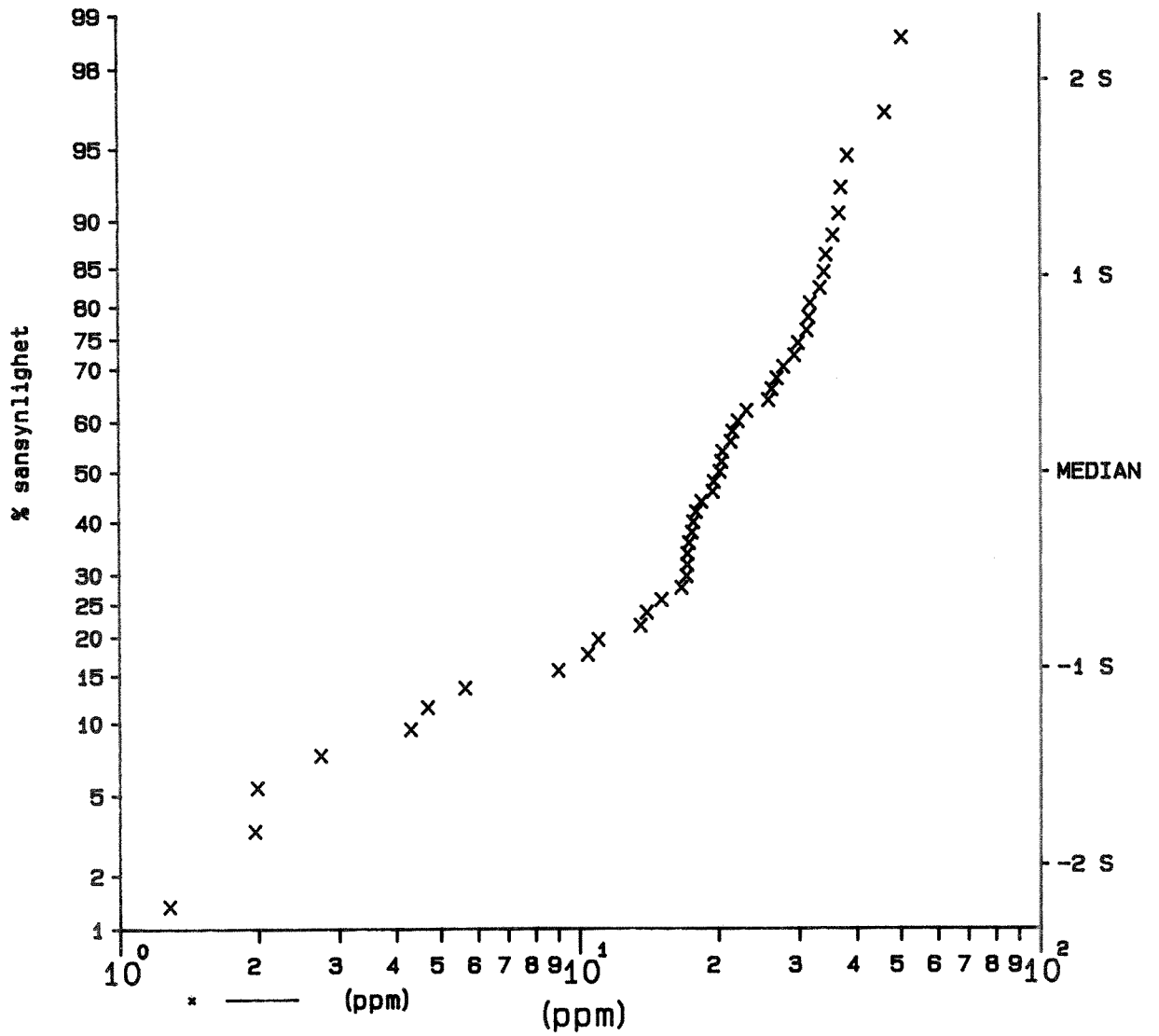


Fig. 5.7. Kumulativ frekvensfordelingsdiagram av oktaklorstyrenkonsentrasjoner i lever i torsk fra Frierfjorden 1985.

DCB 1985  
1985

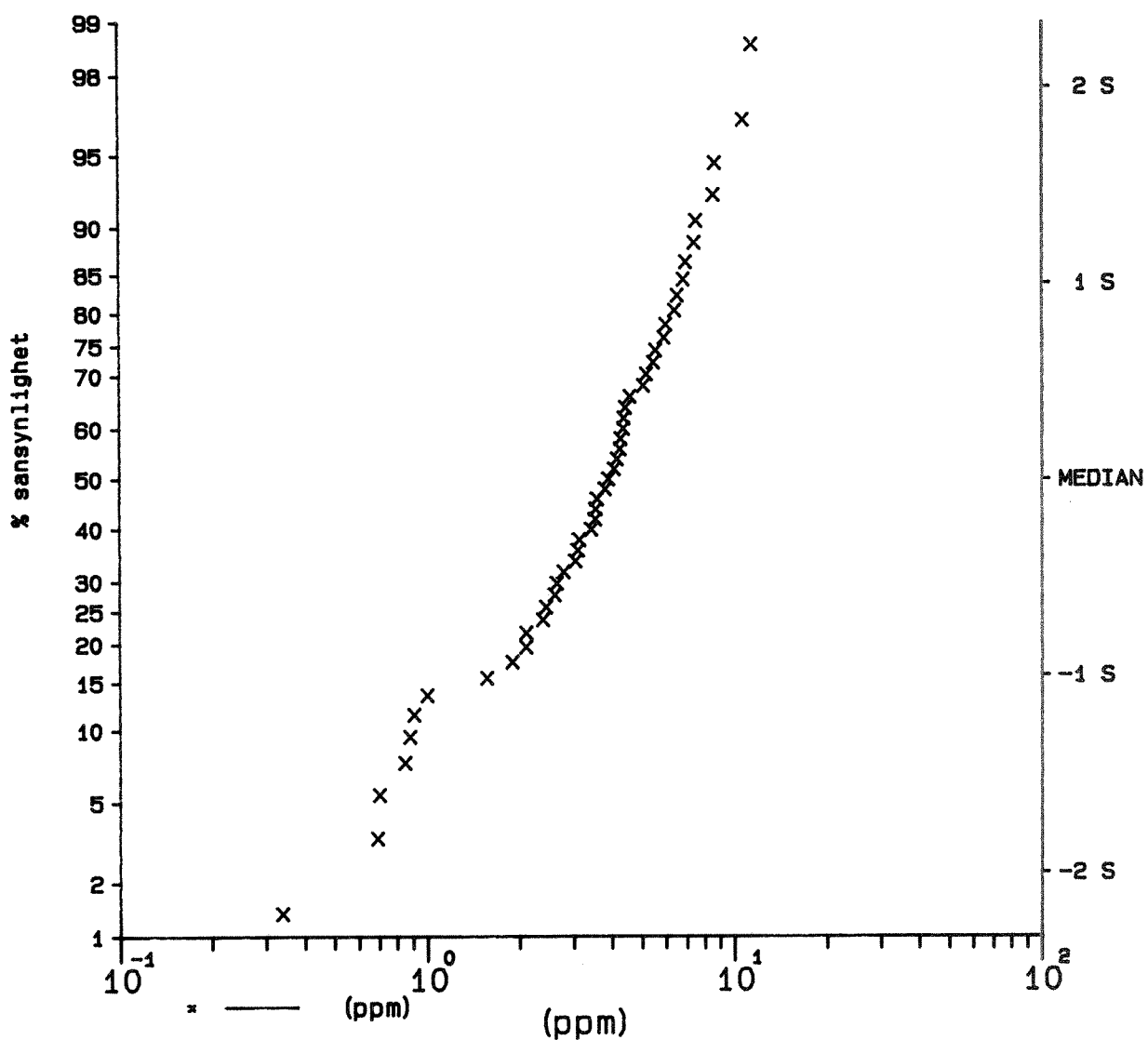


Fig. 5.8. Kumulativ frekvensfordelingsdiagram av dekalorbifenyl-konsentrasjoner i lever i torsk fra Frierfjorden 1985.

### 5.5. Eidangerfjorden

Konsentrasjonene av kvikksølv i torsk fra Eidangerfjorden var forholdsvis høye i 1976-77, men har senere avtatt og ligger på noe under halvparten av nivået i Frierfjordfisk.

Konsentrasjonene av HCB og OCS i fisk i Eidangerfjorden var høye i 1976, men avtok i 1977 og har siden ligget noenlunde stabilt på 10-20% av nivået i Frierfjorden. Konsentrasjonen av DCB har, som i Frierfjorden, variert betydelig uten å vise noen langtidstrend.

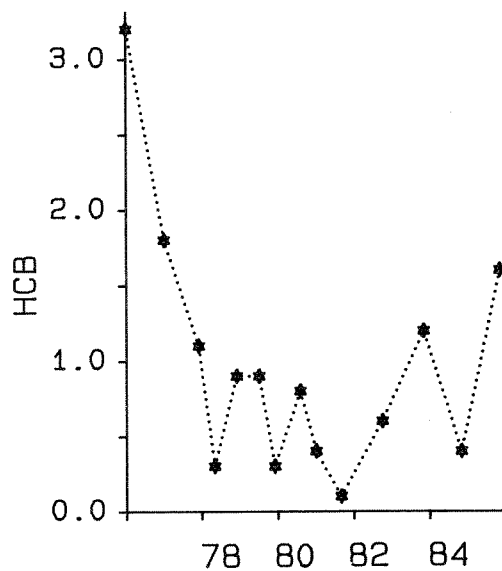
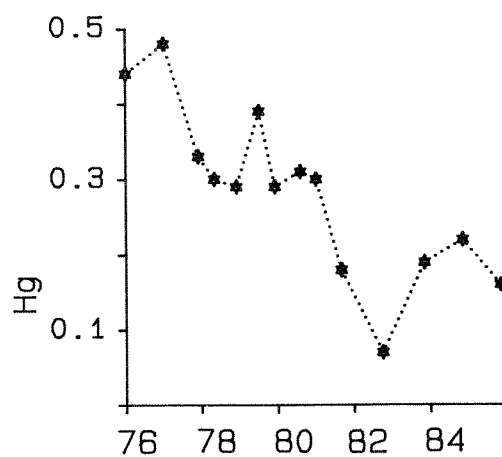


Fig. 5.9. Medianverdier for kvikksølvkonsentrasjon i muskel og heksaklorbenzen i lever i torsk fra Eidangerfjorden 1976-1985 (mg/kg våtvekt). Verdiene er ikke korrigert for fiskens vekt.



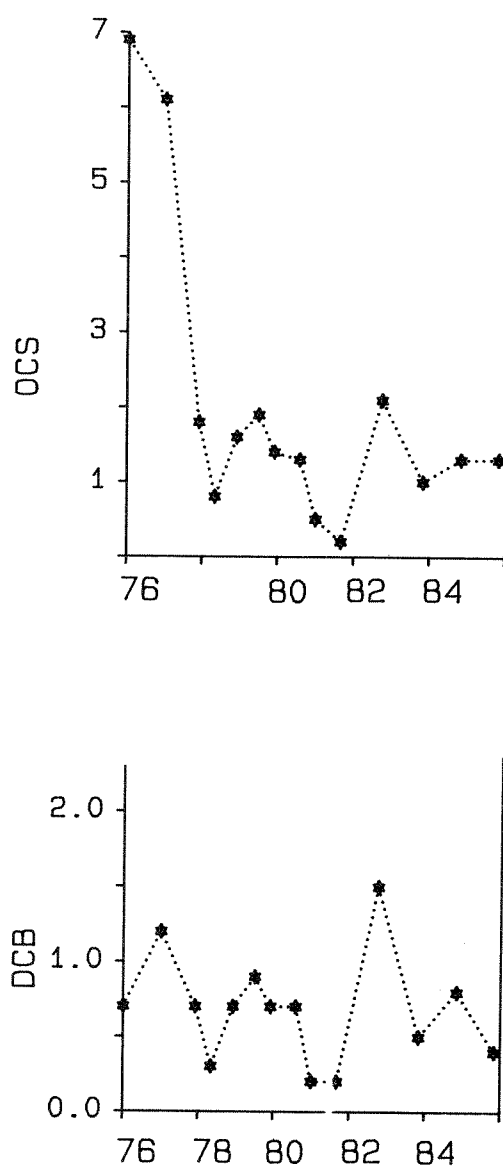


Fig. 5.10. Medianverdier for konsentrasjoner av oktaklorstyren og dekalorobifenyl i lever i torsk fra Eidangerfjorden 1976-1985 (mg/kg våtvekt). Verdiene er ikke korrigert for fiskens vekt.

## 6. MILJØGIFTER I ÅL

Det forelå 22 ål til analyse. Fiskene var fanget i Versvika på østsiden av indre Frierfjord i juni 1985.

Det ble gjort analyser av klorerte hydrokarboner og kvikksølv i lever og muskel. Formålet var å undersøke om miljøgiftinnholdet i ål fra Frierfjorden var like høyt som i torsk, og om ålen var egnet for konsum.

Enkel resultatstatistikk er vist i Tab. 6.1.

Tabell 6.1. Statistikk for lengde, vekt og miljøgiftkonsentrasjoner (ppm våtvekt) i ål fra Frierfjorden 1985.

	Median	Middel-verdier		95%-konf-intervall		Min	Max
		Aritm.	Geom.	Geom.- middel	Enkelt- verdi		
Lengde	51	51	50	(48-52)	(33-75)	34	71
Vekt	280	297	243	(210-280)	(56-1040)	58	820
I lever:							
HCB	1.01	1.15	1.0	(0.85-1.1)	(0.3-3.5)	0.21	3.04
OCS	0.31	0.61	0.4	(0.3-0.5)	(0.05-3.0)	0.09	2.23
DCB	0.04	0.048	.037	(.031-.044)	(.007-.2)	0.01	0.14
I muskel:							
Hg	0.55	0.61	0.54	(0.48-0.6)	(0.18-1.6)	0.17	1.45
HCB	4.65	4.52	3.6	(3.0-4.2)	(0.7-18)	0.63	11.0
OCS	1.15	1.74	1.2	(1.0-1.5)	(0.2-7.4)	0.24	6.4
DCB	0.21	0.23	0.19	(0.16-0.22)	(0.05-0.8)	0.05	0.52

Det var liten sammenheng mellom fiskens størrelse og miljøgiftkonsentrasjon.

Kvikksølv (Hg) i muskel hos ål lå i gjennomsnitt på 0.5-0.6 ppm mot 0.3-0.4 hos torsk i 1985.

Heksaklorbenzen (HCB) i lever og muskel hos ål lå på henholdsvis omkring 1 og 3-4 ppm, altså høyere i muskel enn i lever. I torsk er konsentrasjonene av klorerte hydrokarboner i lever betydelig høyere

enn i muskel. I torsk fra 1985 var HCB-konsentrasjonen i lever 7-11 ppm.

Oktaklorstyren (OCS) i lever og muskel hos ål lå på henholdsvis 0.3-0.5 og 1.0-1.5 ppm, som var betydelig lavere enn de omkring 15-20 ppm i lever hos torsk.

Dekaklorbifenyli (DCB) i lever og muskel hos ål lå på henholdsvis 0.03-0.04 og omkring 0.2, som var betydelig lavere enn de omkring 3-4 ppm i lever hos torsk.

Konsentrasjonene av klorerte hydrokarboner i ål var imidlertid betydelig høyere enn i muskel av torsk. Tidligere analyser, bl.a. av Fiskeridirektoratet, har vist at konsentrasjonen av klorerte hydrokarboner i muskel av torsk fra Frierfjorden er omkring 1% av konsentrasjonen i lever.

Med utgangspunkt i en konsentrasjon av sum klorerte hydrokarboner på 0.28 ppm i muskel av torsk fra Frierfjorden anbefalte Dybing og Underdal (1981) en begrensning i konsum til maksimalt to måltider med torskefilet pr. uke. Sum av HCB, OCS og DCB i muskel av ål fra Versvika var omkring 6 ppm, altså 20 ganger høyere. Begrensninger på konsum og omsetning av slik ål bør vurderes av helsemyndighetene.

## 7. HENVISNINGER

- Dybing, E., Underdal, B. 1981. Humantoksikologiske aspekter vedrørende klorerte hydrokarboner og tungmetaller i fisk, med spesiell referanse til Grenlandsfjordområdet. Oslo, 39 s.
- Eifac (European Inland Fisheries Advisory Commission) 1964. Report on extreme pH values and inland fisheries. Techn. Pap. No. 4.
- Gramme, P.E., Haver, E. 1980. Resipientovervåking ved mudring ved Elkem-Spigerverket, PEA, og Porsgrunn Fabrikker i mars-april 1979. Rapport, Norsk Hydro - Forskningscenteret, 29 s. Porsgrunn.
- Knutzen, J. 1981. Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i vann, sedimenter og organismer. S. 104-135 i Haugen et al.: Vefsnfjorden som resipient for avfall fra Mosjøen Aluminiumverk. Rapport 1. Undersøkelser 1978-1980, Norsk institutt for vannforskning 0-76149. 175 s. Oslo.
- Knutzen, J. 1984a. Undersøkelse av forurensning med PAH og metaller i Heddalsvannet 1982-83. Norsk institutt for vannforskning. 0-82063, 39 s. Oslo.
- Knutzen, J. 1984b. Basisundersøkelse i Ranafjorden, en marin industriresipient. Delrapport IV. Undersøkelse av organisme-samfunn på grunt vann og av PAH og metaller i hvirvelløse dyr og tang 1980-81. Statlig program for forurensningsovervåking. SFT/NIVA, Oslo. Rapport 120/84, 108 s.
- Knutzen, J., Kvalvågnes, K. 1982. Innledende basisundersøkelse i Stavfjorden 1981. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT/NIVA, Oslo. Rapport 33/82, 18 s.
- Knutzen, J., Rygg, B., Skei, J. 1982. Overvåking i Saudafjorden 1981. Statlig program for forurensningsovervåking. SFT/NIVA, Oslo. Rapport 50/82, 87 s.
- Knutzen, J., Sortland, B. 1982. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in some algae and invertebrates from moderately polluted parts of the coast of Norway. Water Res. 16: 421-428.
- Rygg, B. 1983. Forslag til langtidsprogram Grenlandsfjordene og Skienselva. Norsk institutt for vannforskning, 0-8000312, Notat 25.4.1983, 17 s. Oslo.

Rygg, B. 1985. Forslag til overvåking av Grenlandsfjordene og Skiens-  
elva i 1986. Norsk institutt for vannforskning, O-8000312. Notat  
29.10.1985, 10 s.

Rygg, B., Knutzen, J., Skei, J., Heie, A., Ramdahl, T., Osvik, A.,  
Melhuus, A. 1984. Kreosotforurensninger i Trøndelag. Miljøvirk-  
ninger i Hommelvika, Stjørdalsfjorden, Gudå, Mostadmarka. Norsk  
institutt for vannforskning/ A/S Miljøplan/Senter for industri-  
forskning, Oslo. O-83115, 132 s.

Tidligere NIVA-rapporter i serien: Overvåking av Grenlandsfjordene og Skienselva.

Overvåkingsår	Rapporttittel og utgivelsesdato
1977	Årsrapport for 1977. 25.5.1979
1978	Miljøgifter i taskekrabbe, blåskjell og alger. 14.5.1979
	Metaller og partikulært materiale i vannmassene. 20.8.1979
	Undersøkelse av vannutskiftingsforholdene. 10.8.1979
	Hardbunnsfauna undersøkt ved stereofotografering. 15.11.1979
	Vannkvalitet i overflatelag og dypvann. 3.1.1980
	Sammenfattende årsrapport for 1978. 17.7.1980
1979	Miljøgifter i taskekrabbe, blåskjell og alger. 14.8.1980
	Vannutskifting og vannkvalitet. 18.9.1980
	Metaller og partikulært materiale i vannmassene. 29.10.1980
	Bløtbunnsfauna. 7.11.1980
1977-79	Hydrokjemiske data. 18.9.1980
1980	Delrapport I. Miljøgifter i taskekrabbe, blåskjell og alger.

4.9.1981

Delrapport II.

Vannutskiftning og vannkvalitet.

1.10.1981

Delrapport III.

Sedimenter.

21.10.1981

Sammenfatning.

20.11.1981

- 1981 Grenlandsfjordene og Skienselva 1981.  
Overvåkingsrapport nr. 52/82.  
4.10.1982
- 1982 Grenlandsfjordene og Skienselva 1982.  
Overvåkingsrapport nr. 91/83.  
29.8.1983
- 1983 Grenlandsfjordene og Skienselva 1983.  
Overvåkingsrapport nr. 161/84.  
20.6.1984
- 1984 Grenlandsfjordene og Skienselva 1984.  
Overvåkingsrapport nr. 202/85.  
13.11.1985

**VEDLEGG 1. DATAANALYSE FOR MILJØGIFTER I ÅL.**



## 1. DATAMATERIALE

I alt 22 ål fanget i Frierfjorden i juni 1985 er analysert.

### Datatabell:

Tox. nr.	Fisk nr.	Kjønn 1= o+ 2= o→	Lengde (cm)	Vekt (g)	LEVER (ug/g)			MUSKEL (ug/g)			
					HCB	OCS	DCB	Hg	HCB	OCS	DCB
/5116	1(A)	2	56	453	0.58	0.11	0.02	0.31	4.7	1.0	0.23
/5117	2(B)	2	58	412	0.99	0.32	0.04	0.77	4.4	1.1	0.18
/5118	3(C)	2	50	196	0.85	0.25	0.05	0.45	1.3	0.48	0.12
/5119	4(D)	2	57	398	0.53	0.09	0.02	0.49	4.0	0.78	0.18
/5120	5(E)	2	60	440	1.28	0.29	0.08	0.57	6.1	1.2	0.38
/5121	6(F)	2	52	255	0.90	0.13	0.01	0.60	5.2	1.2	0.23
/5122	7(G)	2	50	200	0.99	0.28	0.09	0.50	2.4	0.81	0.34
/5123	8(H)	2	51	255	1.93	0.48	0.05	0.48	5.1	0.98	0.26
/5124	9(I)		71	820	0.21	0.16	0.01	0.17	0.85	0.46	0.05
/5125	10(J)		51	306	1.02	0.28	0.04	0.53	5.7	1.3	0.35
/5126	11(K)		62	484	0.57	0.14	0.03	0.65	4.8	1.0	0.28
/5127	12(L)		67	555	1.46	0.96	0.06	0.69	9.4	5.4	0.42
/5128	13(M)		52	306	1.85	0.57	0.08	0.75	7.6	1.9	0.38
/5129	14(N)		42	355	1.11	0.89	0.04	0.64	6.3	3.5	0.22
/5130	15(O)		56	310	1.38	0.57	0.14	0.80	6.3	1.5	0.52
/5131	16(P)		43	125	0.64	0.25	0.03	0.29	0.63	0.26	0.06
/5132	17(Q)		41	140	2.10	1.76	0.09	1.45	4.6	2.7	0.19
/5133	18(R)		41	122	3.04	2.27	0.04	1.43	11.	6.4	0.16
/5134	19(S)		47	164	0.91	0.85	<0.01	0.51	1.4	1.1	0.07
/5135	20(T)		43	128	0.38	0.13	<0.01	0.18	4.2	3.5	0.20
/5136	21(U)		35	60	1.40	1.53	0.05	0.49	2.0	1.4	0.15
/5137	22(V)		34	58	1.12	1.12	0.06	0.63	1.5	0.24	0.06

## 2. ENKEL STATISTIKK

Først er enkeltvariable undersøkt statistisk. Log-transformering av data gir stort sett mer symmetriske fordelinger enn måleverdier brukt direkte.

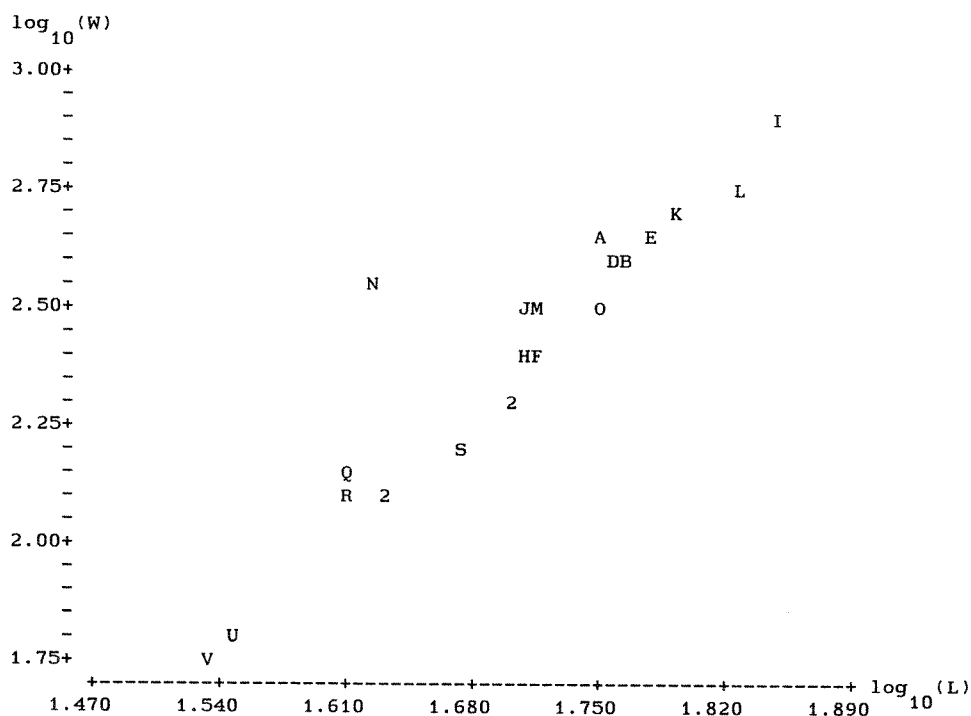
Nedenfor gis endel nøkkeltall for fordelingene når alle data er med:

	Median	Middelverdier		95%-konf.intervall		Min.	Max.
		Aritm.	Geom.	Geom. middel	Enkelt- verdi		
Lengde	51	51	50	(48-52)	(33-75)	34	71
Vekt	280	297	243	(210-280)	(56-1040)	58	820
I lever:							
HCB	1.01	1.15	1.0	(0.85-1.1)	(0.3-3.5)	0.21	3.04
OCS	0.31	0.61	0.4	(0.3-0.5)	(0.05-3.0)	0.09	2.23
DCB	0.04	0.048	.037	(.031-.044)	(.007-.2)	0.01	0.14
I muskel:							
Hg	0.55	0.61	0.54	(0.48-0.6)	(0.18-1.6)	0.17	1.45
HCB	4.65	4.52	3.6	(3.0-4.2)	(0.7-18)	0.63	11.0
OCS	1.15	1.74	1.2	(1.0-1.5)	(0.2-7.4)	0.24	6.4
DCB	0.21	0.23	0.19	(0.16-0.22)	(0.05-0.8)	0.05	0.52

### 3. SAMMENHENG MELLOM KONSENTRASJON OG STØRRELSE

For å analysere data nærmere for eventuelle sammenhenger er de først plottet på log-skala mot et mål på størrelsen. Dette størrelsesmålet kombinerer lengde og vekt.

Det er stort sett ganske god sammenheng mellom lengde L og vekt W:



Det sees at ett individ, 14(N), har et unormalt stort forhold vekt/lengde i forhold til resten av materialet.

En regresjonslinje gir sammenhengen

$$\log_{10}(W) = -3.27 + 3.33 \log_{10}(L) \quad t(20)=11.54 \quad r=0.93$$

Som et kombinert mål på individstørrelse S brukes:

$$S = \frac{\log_{10}(L)}{\text{St-avvik}(\log_{10}(L))} + \frac{\log_{10}(W)}{\text{St-avvik}(\log_{10}(W))}$$

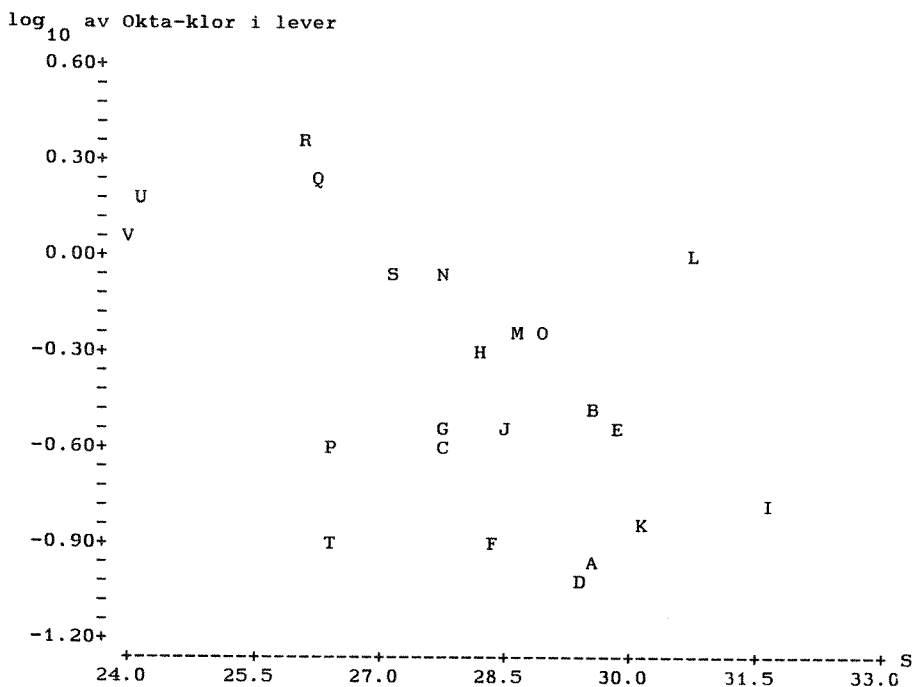
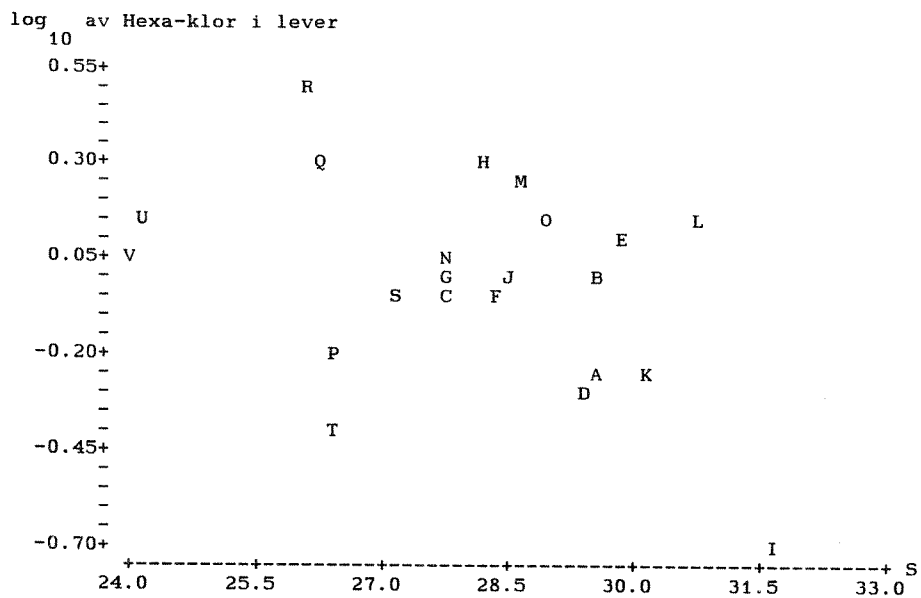
beregnet ut fra følgende verdier:

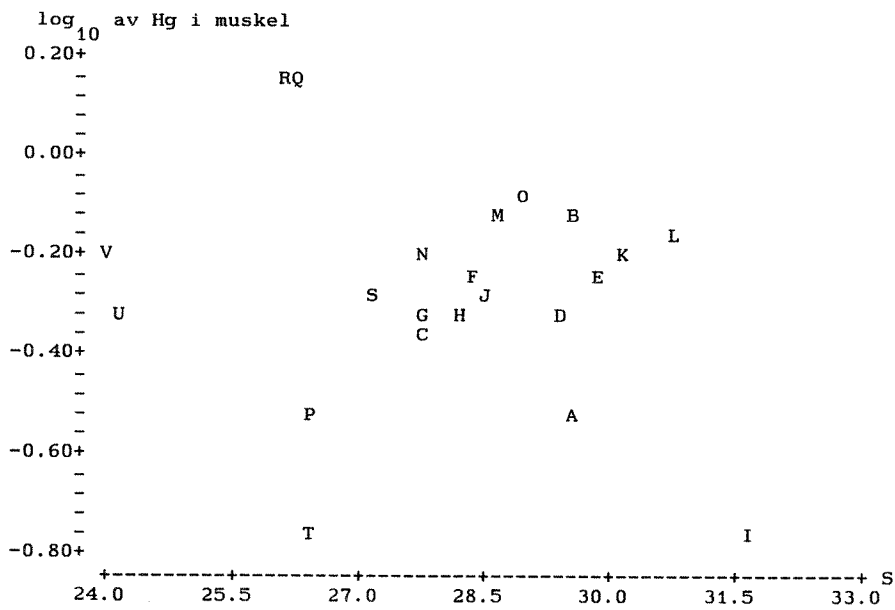
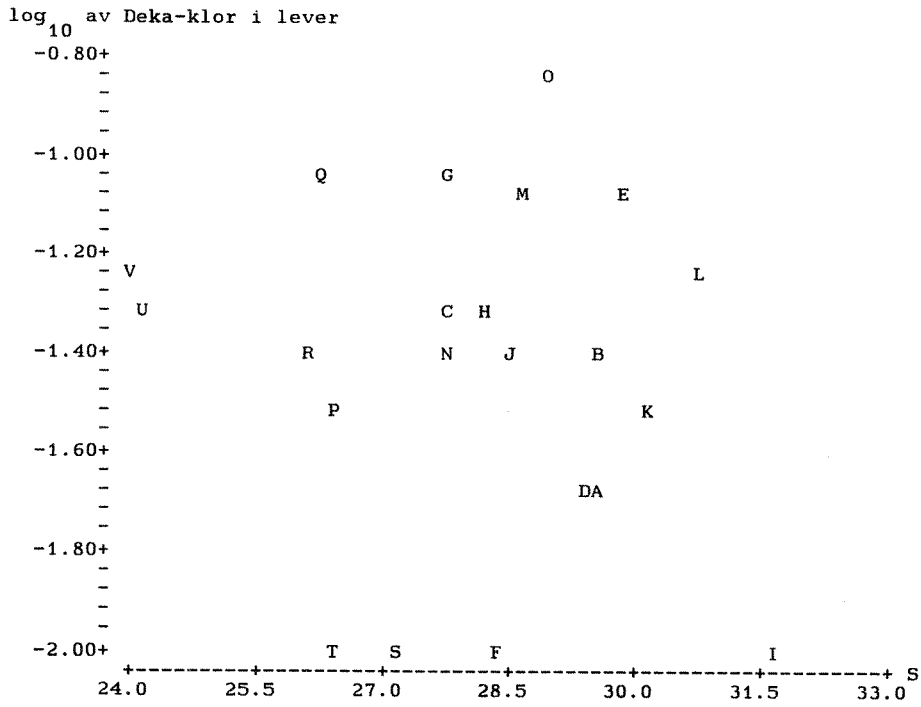
	St.avvik:
$\log_{10}(L)$	0.084
$\log_{10}(W)$	0.30

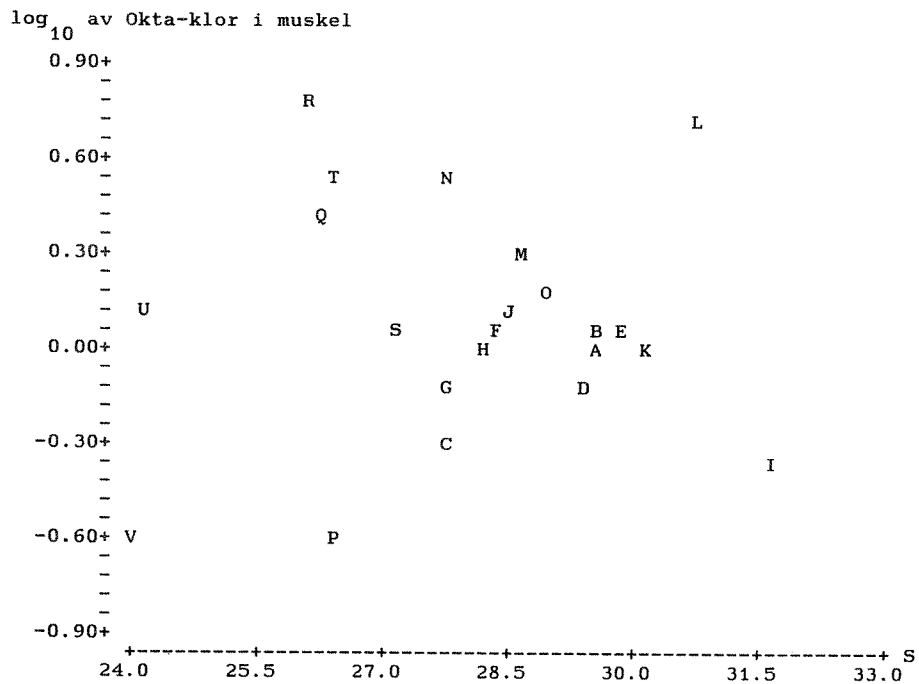
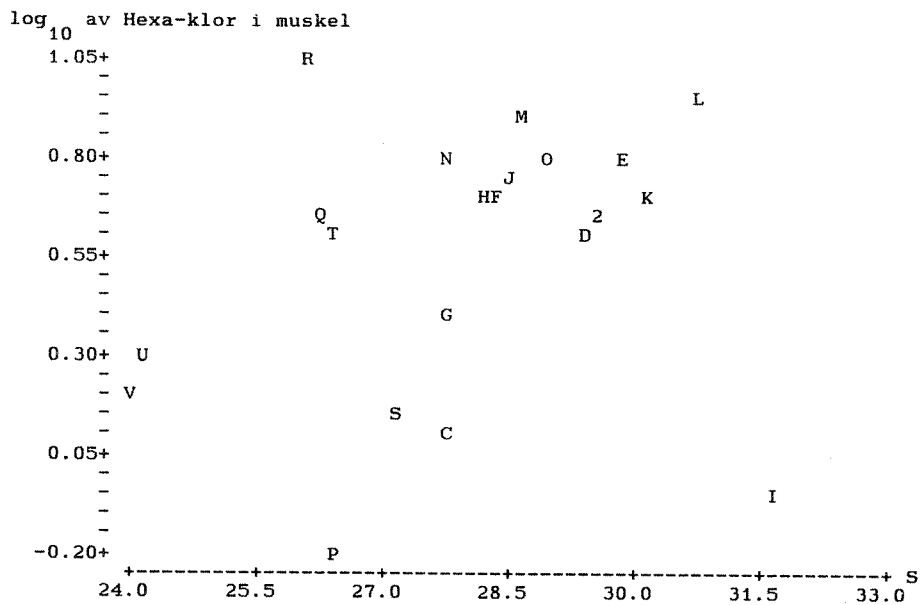
Størrelsen S tilsvarer 1.koordinat i en prinsipl koordinatanalyse.

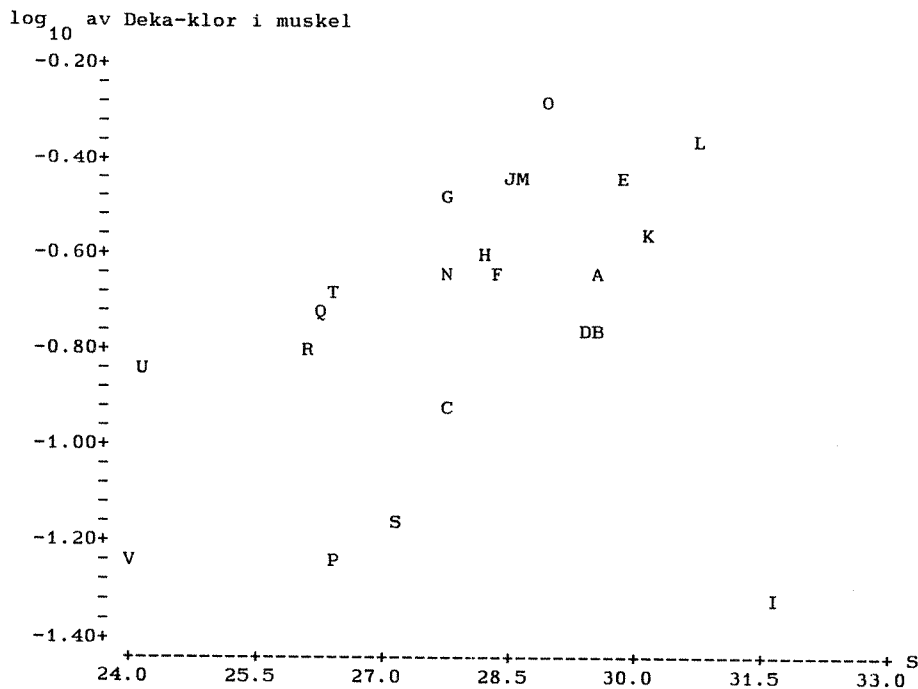
Plott av konsentrasjon mot individstørrelse er vist på de neste

sidene:









For dataene som helhet er det liten sammenheng mellom størrelse og konsentrasjon.

Bare ett stoff, okta-klor-styren i lever, viser signifikant sammenheng med størrelse, og her avtar verdiene tilsynelatende systematisk med økende lengde.

For de andre stoffene er det ingen signifikant korrelasjon mellom individstørrelse og konsentrasjon, selv når en aksepterer en feilprosent (et signifikansnivå) på 5% for hvert enkelt stoff.

Dersom vi imidlertid antar at det under ellers like forhold vil være økende konsentrasjon med økende størrelse, så ser det ut til at individ R, Q, U og V er utypiske for noen variable, med høy konsentrasjon i forhold til størrelse, mens individ I avviker nokså systematisk den andre veien.

#### 4. PRINSIPAL KOMPONENTANALYSE

Dette er undersøkt nærmere ved prinsipal komponentanalyse. En slik analyse ser samtidig på variasjonen i alle variable, og prøver å finne uavhengige lineære kombinasjoner av variablene, slik at så mye som mulig av variasjonen i materialet fanges opp i så få kombinasjoner som mulig. På den måten kan en pfte få frem grupperinger i materialet.

Individ nr.14(N)= er nå kuttet ut, fordi det har utypisk vekt/lengde-forhold. Dessuten har dette individet konsentrasjoner nokså nær gjennomsnittet for de fleste variable, slik at det ikke bidrar til å kartlegge variasjoner i konsentrasjonene.

Analysen gjøres på data som er normalisert til st.avvik = 1.  
(Prinsipal koordinat analyse).

##### 4.1 Prinsipal komponent analyse av alle variable sammen

Dette gir følgende resultat:

Variabel	Koeffisienter for	
	1.koordinat	2.koordinat
Lengde	0.134256	-0.523174
Vekt	0.121146	-0.533825
Hexa-klor i lever	-0.465060	0.106090
Okta-klor i lever	-0.361839	0.305030
Deca-klor i lever	-0.350729	0.022329
Hg i muskel	-0.430855	0.019716
Hexa-klor i muskel	-0.350641	-0.355342
Okta-klor i muskel	-0.325151	-0.215350
Deca-klor i muskel	-0.287699	-0.404339

Koordinatverdiene fremkommer ved å summere alle variable multiplisert med sin koeffisient.

Variasjonen langs første koordinatakse forklarer 45% av den totale variansen i materialet, mens den andre aksene forklarer 31%, tilsammen beskriver de to ligningene altså 76% av variansen i materialet.

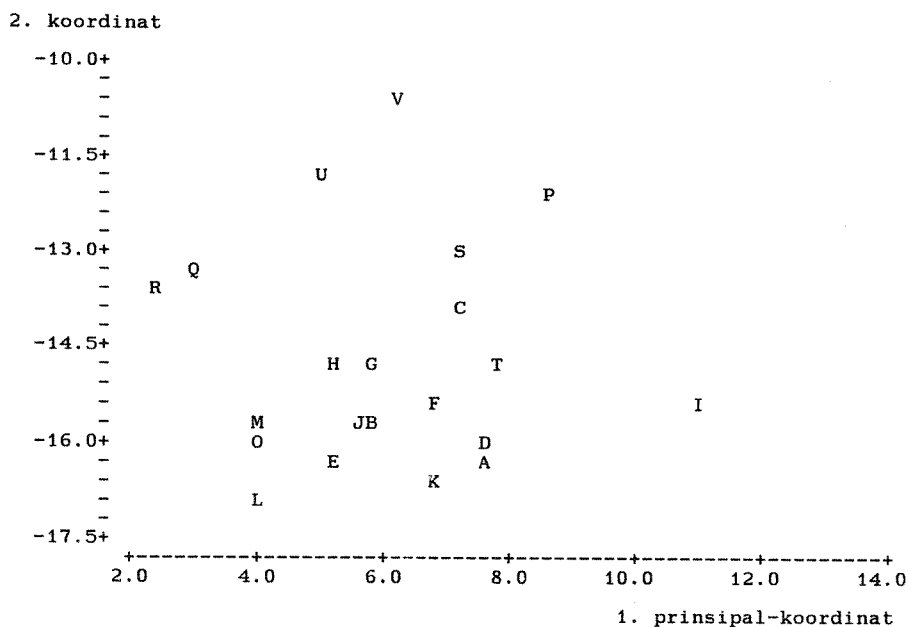
1.koordinat består i hovedsak av en veiet sum av alle miljøgift-



variablene, og viser at alle variable varierer noenlunde parallelt. Konsentrasjonene øker med avtagende 1. koordinat.

2. koordinat antyder at variasjonen i størrelse kan være koblet med en variasjon i forholdet lever/muskel for de klorerte forbindelsene.

Når koordinatverdiene beregnes og plottes mot hverandre for de gitte observasjoner fås følgende resultat:



Det ser ut til at individ R, Q, U og V utgjør en egen gruppe, mens individ I skiller seg ut på den andre siden. Dersom alder, fangststed eller andre enkeltheter hadde vært kjent kunne det vært håp om å klarlegge om den tilsynelatende gruppeinndelingen er reell.

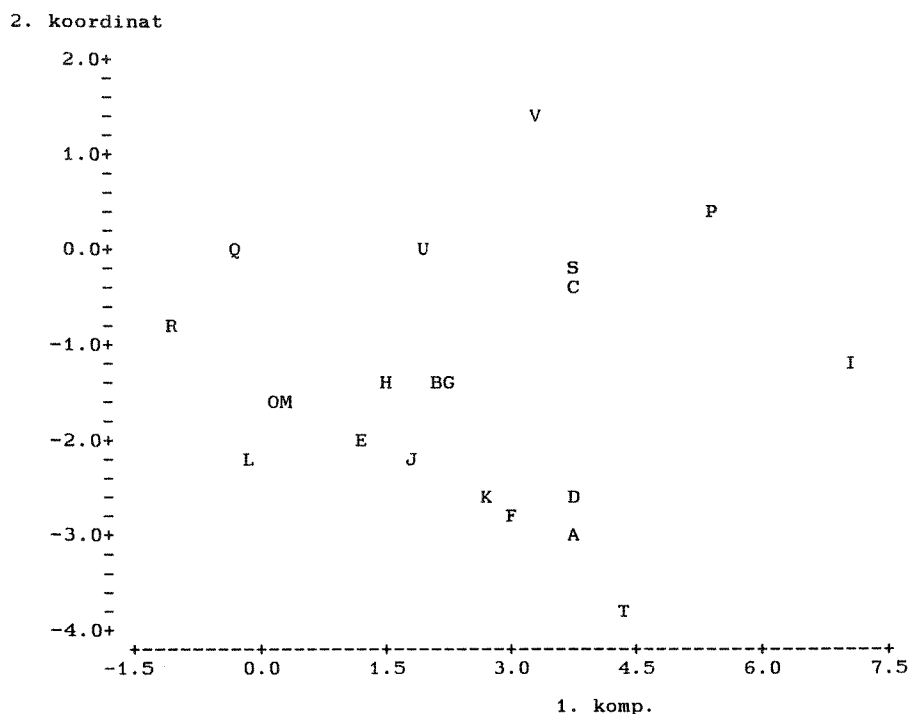
#### 4.2 Prinsippal komponent analyse på bare miljøgiftkonsentrasjoner

Det er også mulig å gjøre PCA-analysen bare på konsentrasjons-data, og så se på de resulterende hoved-komponenter i sammenheng med individstørrelsen. En slik analyse gir følgende resultat:

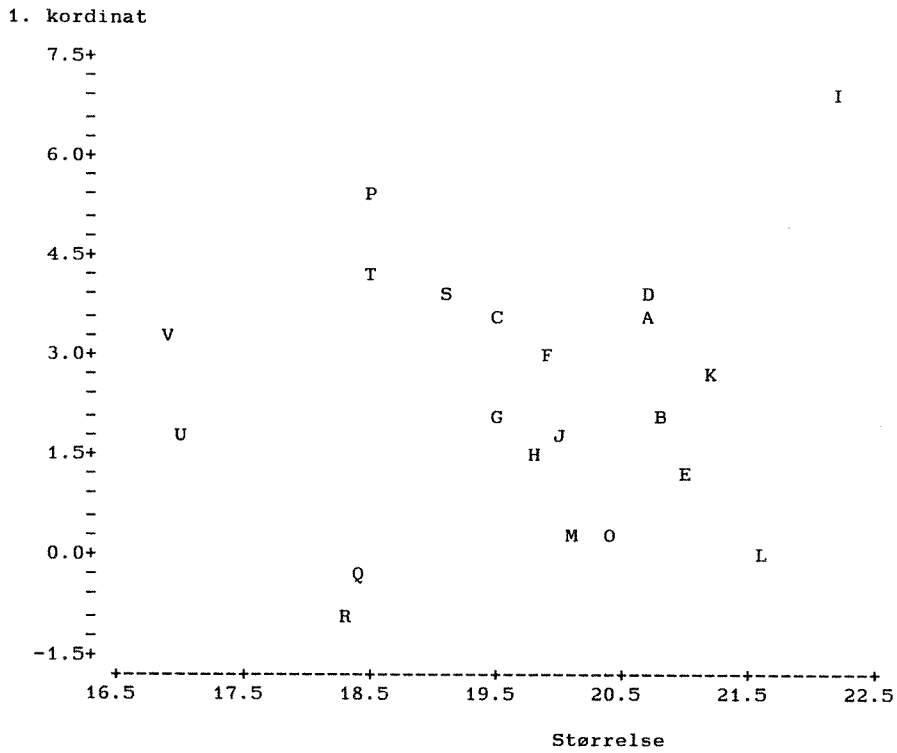
Variabel	Koeffisienter for	
	1.koordinat	2.koordinat
Hexa-klor i lever	-0.449219	0.261044
Okta-klor i lever	-0.322018	0.516917
Deca-klor i lever	-0.348748	0.254800
Hg i muskel	-0.428077	0.205513
Hexa-klor i muskel	-0.392990	-0.450523
Okta-klor i muskel	-0.348645	-0.341719
Deca-klor i muskel	-0.337101	-0.487597

Variasjonen langs første koordinatakse forklarer nå 57% av den totale variansen i materialet, mens den andre aksene forklarer 23%, tilsammen 80%.

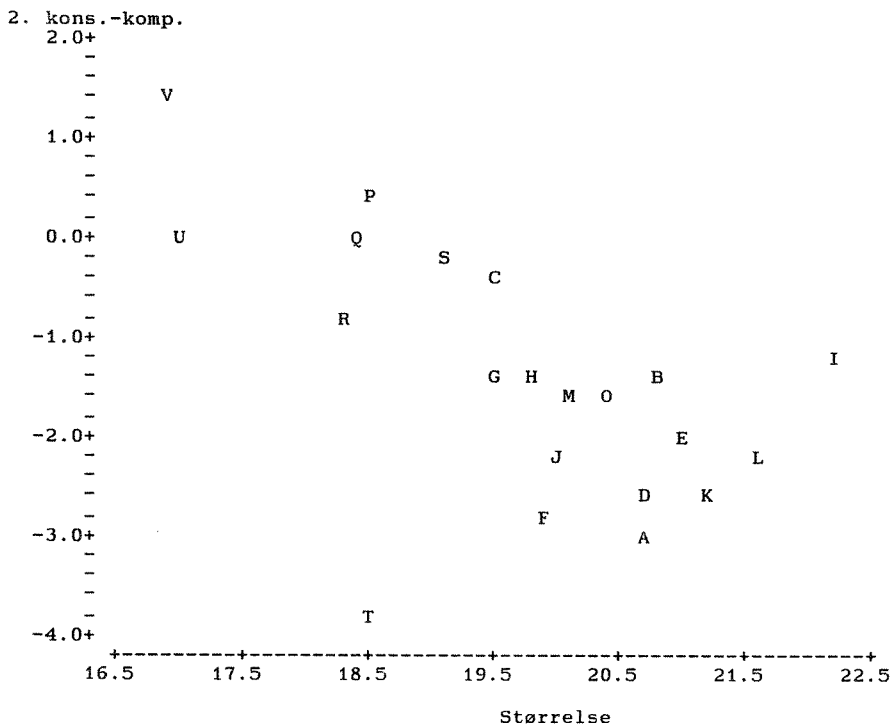
Når koordinatverdiene beregnes og plottes mot hverandre for de gitte observasjoner fås et resultat som vist nedenfor. Oppdelingen er her ikke så klar som i den første analysen.



Imidlertid kan vi se nå se på de to hovedkomponentene i sammenheng med størrelsesmålet, og får da disse figurene:



Det ser ut til at en kan skille ut tre grupper, hvor det i hver gruppe er positiv sammenheng mellom størrelse og miljøgiftkonsentrasjoner, mens det er en omvendt sammenheng mellom gruppene.



2. komponent uttrykker i hovedsak forholdet mellom lever og muskelkonsentrasjoner, og det ser her ut til å være en sammenheng med størrelsen, ved at avtagende konsentrasjonsforhold lever/muskel er koblet til økende individstørrelse. Denne sammenhengen er omtrent den samme for alle gruppene i det forrige plottet, men det ser ut til at individ 14(I) og 20(T) avviker.

Det er for lite opplysninger om hvert individ til å gå videre enn dette, og det ville også vært en fordel med noe flere data. Med større materiale, og med mer opplysninger om hvert individ kunne en kanskje ha identifisert sikrere de gruppene som antydes i plottene, og kunnet beregne mer nøyaktige gruppegjennomsnitt som bedre vil avsløre endringer i miljøet ved sammenligninger av resultater fra år til år.

**VEDLEGG 2. DATA FOR MILJØGIFTER I BLÅSKJELL OG TORSK.**

PAH	Prøve mrk.	mg/kg våtvekt							
		C1 10.4.86	C1 3.5.86	C1 18.5.86	A1 28.5.86	A6 28.5.86	A3 28.5.86	C1 28.5.86	A3 24.6.86
Naftalen									
2-Metylnaftalen									
1-Metylnaftalen									
Bifenyl									
Acenaftalen									
Acenaften									
4-Metylbifenyl									
Dibenzofuran									
Fluoren									
9-Metylfluoren									
9,10-Dihydroantracen									
2-Metylfluoren									
1-Metylfluoren									
Dibenzothiophen									
Fenantren		240	183	172	70	160	87	maskert	24
Antracen		41	34	12			11		
Carbazole									
3-Metylfenantren									
2-Metylfenantren									
2-Metylantracen		28	33	44	7		12		
4,5-Metylfenantren									
4- og/eller 9-Metylfenantren									
1-Metylfenantren		51		32	7		17	29	
Fluoranten		1377	938	791	283	830	277	1557	100
Pyren		868	678	468	135	730	114	1075	38
Benzo(a)fluoren				28	15	46	10	67	
Benzo(b)fluoren		106		38	16	35	16	61	
4-Metylpyren									
2-Metylpyren og/eller Metylfluoranten									
1-Metylpyren		82	166						
Benzo(ghi)fluoranten									
Benzo(c)fenantren ***									
Benzo(a)antracen *		574	340	289	30	313	39	389	14
Trifenylen/Chrysen *		934	512	653	128	750	140	948	56
Benzo(b)fluoranten **		795	365	483	148	544	123	611	60
Benzo(j,k)fluoranten ** 1)					61	ca. 270	34		25
Benzo(e)pyren *			309	318	56				
Benzo(a)pyren ***		135	117	ca. 270	ca. 50	180	76	251	
Perylen									
Indeno(1,2,3-cd)pyren *		40	42		9		21	ca. 20	10
Dibenz(a,h og/eller a,c)antracen *** 1)									
Picen									
Benzo(g,h,i)perylene			27		12		14	ca. 30	14
Anthanthrene									
Coronen									
Sum		5591	3883	3598	1027	3858	1052	5038	341
Derav KPAH		930	482	594	228	859	216	660	73
% KPAH		16.6	12.4	16.5	22.2	22.3	20.5	13.1	21.4
% Torrstoff		13.9	14.6	15.4	17.3	14.7	15.0	15.4	13.6

		µg/kg våtvækt						
PAH	Prøve mrk.	C1	A1	A6				
		24.6.86	24.6.86	26.6.86				
Naftalen								
2-Metylnaftalen								
1-Metylnaftalen								
Bifenyli								
Acenaftylen								
Acenaften								
4-Metylbifenyli								
Dibenzofuran								
Fluoren								
9-Metylfluoren								
9,10-Dihydroantracen								
2-Metylfluoren								
1-Metylfluoren								
Dibenzothiophen								
Fenantren		365	92	353				
Antracen				16				
Carbazole								
3-Metylfenantren								
2-Metylfenantren								
2-Metylantracen			9	15				
4,5-Metylfenantren								
4- og/eller 9-Metylfenantren								
1-Metylfenantren			14	19				
Fluoranten		956	144	1332				
Pyren		479	90	698				
Benzo(a)fluoren		88	27	26				
Benzo(b)fluoren		50	20	48				
4-Metylpyren								
2-Metylpyren og/eller Metylfluoranten								
1-Metylpyren								
Benzo(ghi)fluoranten								
Benzo(c)fenantren ***								
Benzo(a)antracen *		218	28	283				
Trifenylen/Chrysen *		618	84	671				
Benzo(b)fluoranten **		265	345	639				
Benzo(j,k)fluoranten ** 1)		185	116	116				
Benzo(e)pyren *		256	} maskert	258				
Benzo(a)pyren ***		ca. 270		ca. 250				
Perylen								
Indeno(1,2,3-cd)pyren *		36	21	22				
Dibenz(a,h og/eller a,c)antracen *** 1)								
Picen								
Benzo(g,h,i)perylen		40		33				
Anthanthrene								
Coronen								
Sum		3826	990	4779				
Derav KPAH		628	403	947				
% KPAH		16.4	40.7	19.8				
% Torrstoff		13.8	15.5	11.9				

1) Se tekst

Dato

Sign.

PAH	Prøve mrk.	µg/kg våtvekt							
		A3 20.3.86	C1 20.3.86	A6 20.3.86	C1 10.4.86	A3 19.4.86	C1 19.4.86	A6 19.4.86	C1 15.4.86
Naftalen									
2-Metylnaftalen									
1-Metylnaftalen									
Bifenyl									
Acenaftalen									
Acenaften									
4-Metylifenyl									
Dibenzofuran									
Fluoren		8		22					
9-Metylfluoren									
9,10-Dihydroantracen									
2-Metylfluoren									
1-Metylfluoren									
Dibenzothiophen		17		43					
Fenantren		193	272	510	225	54	95	33	186
Antracen			23	57					
Carbazole									
3-Metylphenantren									
2-Metylphenantren									
2-Metylantracen		16		22	78		46		
4,5-Metylfenantren									
4- og/eller 9-Metylfenantren									
1-Metylfenantren		29		25	29		24		
Fluoranten		1343	2524	1994	1193	554	1297	542	1057
Pyren		648	1706	1472	704	227	735	280	670
Benzo(a)fluoren		24			81		49		
Benzo(b)fluoren		76	120	88	37		65		70
4-Metylpyren									
2-Metylpyren og/eller Metylfluoranten									
1-Metylpyren		52	48	57	38		46		
Benzo(ghi)fluoranten									
Benzo(c)fenantren ***									
Benzo(a)antracen *		232	1096	800	443	58	553	130	383
Trifenyl/Chrysen *		626	1968	1286	910	291	1239	326	924
Benzo(b)fluoranten **		} 189 }	} 1664 }	830	517	} 107 }	} 889 }	} 177 }	} 526 }
Benzo(j,k)fluoranten ** 1)					307				
Benzo(e)pyren *			? 761	522	286		383	99	
Benzo(a)pyren ***		56	108	266	? 175	ca. 60		71	36
Perylen				14					
Indeno(1,2,3-cd)pyren *				15					
Dibenz(a,h og/eller a,c)antracen *** 1)									
Picen									
Benzo(g,h,i)perylene				35					
Anthanthrene									
Coronen									
Sum		3509	10290	8365	5049	1351	5421	1658	3859
Derav KPAH		183	1223	1250	859	132	596	190	388
% KPAH		5.2	11.9	14.9	17.0	9.7	11.0	11.4	10.1
% Torrstoff		16.0	15.2	15.6	14.6	18.4	14.7	15.4	14.6

1) Se tekst

Dato

Sign.



PAH	Prøve mrk.	µg/kg våtvekt							
		A6 19.12.85	A3 19.12.85	C1 19.12.85	C1 24.1.86	A6 24.1.86	A3 24.1.86	C1 18.2.86	A6 18.2.86
Naftalen									
2-Metylnaftalen									
1-Metylnaftalen									
Bifenyl									
Acenaflylen									
Acenaften									
4-Metylbifenyl									
Dibenzofuran									
Fluoren									
9-Metylfluoren									
9,10-Dihydroantracen									
2-Metylfluoren									
1-Metylfluoren									
Dibenzothiophen									
Fenantren		86	208	249	266	55	123	254	228
Antracen		14	23	34	29		8	25	15
Carbazole									
3-Metylfenantren									
2-Metylfenantren									
2-Metylantracen							11	24	
4,5-Metylfenantren									
4- og/eller 9-Metylfenantren									
1-Metylfenantren				21		43	18	23	
Fluoranten		1577	1253	1196	1283	1303	695	1165	2183
Pyren		1217	933	1028	1035	972	480	907	1557
Benzo(a)fluoren					153	166	45	61	
Benzo(b)fluoren			92	122	69	142	28	65	144
4-Metylpyren									
2-Metylpyren og/eller Metylfluoranten									
1-Metylpyren				26	33	54	17	36	40
Benzo(ghi)fluoranten									
Benzo(c)fenantren ***									
Benzo(a)antracen *		139	395	680	673	419	174	525	728
Trifenylen/Chrysen *		317	843	1093	1072	832	376	1033	1341
Benzo(b)fluoranten **		233	666	894	1086	727	258	727	974
Benzo(j,k)fluoranten ** 1)									
Benzo(e)pyren *		260	379	451			113	353	486
Benzo(a)pyren ***		41	42	? 200	? 121	51		148	58
Perylen									
Indeno(1,2,3-cd)pyren *				40					
Dibenz(a,h og/eller a,c)antracen *** 1)									
Picen									
Benzo(g,h,i)perylene				78					
Anthanthrene									
Coronen									
Sum		3884	4834	6112	5820	4764	2346	5346	7754
Derav KPAH		197	486	799	849	538	173	635	711
% KPAH		5.1	10.1	13.1	14.6	11.3	7.4	11.9	9.2
% Tørrstoff		17.0	17.1	17.4	15.6	16.3	18.1	15.5	16.6

1) Se tekst

Dato

Sign.

		µg /kg våtvekt							
PAH	Prøve mrk.	A6	C1	A3	A1				
		26.11.85	26.11.85	26.11.85	26.11.85				
Naftalen									
2-Metylnaftalen									
1-Metylnaftalen									
Bifenyl									
Acenaftalen									
Acenaften									
4-Metylbifenyl									
Dibenzofuran									
Fluoren									
9-Metylfluoren									
9,10-Dihydroantracen									
2-Metylfluoren									
1-Metylfluoren									
Dibenzothiophen			13						
Fenantren		148	201	73	10				
Antracen		11	21	26					
Carbazole									
3-Metylfenantren									
2-Metylfenantren									
2-Metylantracen		10							
4,5-Metylfenantren									
4- og/eller 9-Metylfenantren									
1-Metylfenantren		16							
Fluoranten		1495	1329	715	176				
Pyren		1064	981	457	125				
Benzo(a)fluoren		22	85						
Benzo(b)fluoren		36	67						
4-Metylpyren									
2-Metylpyren og/eller Metylfluoranten									
1-Metylpyren			35						
Benzo(ghi)fluoranten									
Benzo(c)fenantren ***									
Benzo(a)antracen *		412	434	128	117				
Trifenylen/Chrysen *		858	900	287	404				
Benzo(b)fluoranten **		581	548	111	54				
Benzo(j,k)fluoranten ** 1)					15				
Benzo(e)pyren *		100	59						
Benzo(a)pyren ***		? 12	39	19	15				
Perylen									
Indeno(1,2,3-cd)pyren *		17	13	20	? 17				
Dibenz(a,h og/eller a,c)antracen *** 1)									
Picen									
Benzo(g,h,i)perylene		36	54	25	? 15				
Anthanthrene									
Coronen									
Sum		4818	4779	1861	933				
Derav KPAH		401	406	93	77				
% KPAH		8.3	8.5	5.0	8.3				
% Tørrstoff		15.9	18.1	20.5	15.6				

PAH	Prøve mrk.	µg/kg våt vekt							
		Ferrada 25.10.85	A3 27.9.85	C1 27.9.85	A1 27.9.85	A6 27.9.85	A3 25.10.85	C1 25.10.85	A1 25.10.85
Naftalen									
2-Metylnaftalen									
1-Metylnaftalen									
Bifenyl									
Acenaftylen									
Acenaften									
4-Metylbifenyl									
Dibenzofuran									
Fluoren				15	9		12		
9-Metylfluoren									
9,10-Dihydroantracen									
2-Metylfluoren									
1-Metylfluoren									
Dibenzothiophen				17			15		2
Fenantren		232	21	174	17	158	170	190	37
Antracen		25		27		14	22	15	4
Carbazole									
3-Metylfenantren									
2-Metylfenantren									
2-Metylantracen				16		33		ca. 7	
4,5-Metylenfenantren									
4- og/eller 9-Metylfenantren									
1-Metylfenantren		18		29	11	34	17		6
Fluoranten		1529	464	1753	336	2090	718	1414	256
Pyren		1089	138	919	79	1087	214	767	83
Benzo(a)fluoren		96		86		117		20	6
Benzo(b)fluoren		60		68		48	34	74	4
4-Metylpyren									
2-Metylpyren og/eller Metylfluoranten									
1-Metylpyren		29		23		23	17		2
Benzo(ghi)fluoranten									
Benzo(c)fenantren ***									
Benzo(a)antracen *		506	26	357	16	496	72	358	20
Trifenylen/Chrysen *		997	133	910	78	1080	243	958	76
Benzo(b)fluoranten **		604	} 51	} 467	} 15	374	52	} 613	} 27
Benzo(j,k)fluoranten ** 1)		301				340	45		
Benzo(e)pyren *		327	27	263	5	? 292	49	? 281	21
Benzo(a)pyren ***		114	18	26	15	34	8	66	5
Perylen									
Indeno(1,2,3-cd)pyren *		ca. 25	maskert	12		66	9	ca. 30	
Dibenz(a,h og/eller a,c)antracen *** 1)									
Picen									
Benzo(g,h,i)perylene		45							
Anthanthrene									
Coronen									
Sum		5597	878	5198	581	6335	1707	4823	549
Derav KPAH		869	52	339	25	578	83	477	23
% KPAH		15.5	5.9	6.5	4.3	9.1	4.9	9.9	4.2
% Torrstoff		23.8	16.7	16.5	18.7	14.1	21.9	16.6	22.1

		µg/kg våtvekt							
PAH	Prøve mrk.	A6	C1	C1	A1	Ferrada	Hvalvik	A3	A6
		26.7.85	30.8.85	26.7.85	30.8.85	30.8.85	30.8.85	26.7.85	30.8.85
Naftalen									
2-Metylnaftalen									
1-Metylnaftalen									
Bifenyli									
Acenaftylen									
Acenaften									
4-Metylbifenyli									
Dibenzofuran									
Fluoren									
9-Metylfluoren									
9,10-Dihydroantracen									
2-Metylfluoren									
1-Metylfluoren									
Dibenzothiophen									
Fenantren		177	124	45	16	13	14	45	151
Antracen		14	21				2	1	17
Carbazole									
3-Metylfenantren									
2-Metylfenantren									
2-Metylantracen									
4,5-Metylenfenantren									
4- og/eller 9-Metylfenantren									
1-Metylfenantren			20			7		9	10
Fluoranten		1380	1381	970	452	? 450	2377	393	1127
Pyren		560	675	604	191	87	817	61	586
Benzo(a)fluoren		57	63	32					15
Benzo(b)fluoren		65	81	28		8	64	4	
4-Metylpyren									
2-Metylpyren og/eller Metylfluoranten									
1-Metylpyren		10	23						11
Benzo(ghi)fluoranten									
Benzo(c)fenantren ***									
Benzo(a)antracen *		247	239	206	35	11	101	29	231
Trifenylen/Chrysen *		598	558	427	127	27	477	107	525
Benzo(b)fluoranten **		350	326	320	ca. 50	25	101	23	145
Benzo(j,k)fluoranten ** 1)		170	163					18	35
Benzo(e)pyren *		193	229	212	22	11			153
Benzo(a)pyren ***		? 13	45	52	22		13	6	17
Perylen									
Indeno(1,2,3-cd)pyren *		15	15	15					
Dibenz(a,h og/eller a,c)antracen *** 1)									
Picen									
Benzo(g,h,i)perylene		42	33	47					
Anthanthrene									
Coronen									
Sum		3891	3996	2958	915	639	3966	717	3041
Derav KPAH		448	453	266	56	16	80	38	180
% KPAH		11.5	11.3	9.0	6.1	2.5	2.0	5.3	5.9
% Torrstoff		12.4	12.3	12.9	18.8	18.8	21.2	14.3	13.3

PAH	Prøve mrk.	µg/kg vægtsv.						
		A3 29.5.85	A6 29.5.85	C1 29.5.85	A3 26.6.85	A6 26.6.85	C1 26.6.85	A3 30.8.85
Naftalen								
2-Metylnaftalen								
1-Metylnaftalen								
Bifenyl								
Acenaftylen								
Acenaften			4					
4-Metylbifenyl								
Dibenzofuran						9		
Fluoren								
9-Metylfluoren								
9,10-Dihydroantracen								
2-Metylfluoren								
1-Metylfluoren			4			7		
Dibenzothiophen	3	11	9		5	5		
Fenantren	53	173	188	11	171	129	9	
Antracen	2	12	9		10	12	1	
Carbazole								
3-Metylfenantren								
2-Metylfenantren								
2-Metylantracen		4		8	3	4		
4,5-Metylfenantren	7	13	14	20	21	14		
4- og/eller 9-Metylfenantren			72					
1-Metylfenantren							1	
Fluoranten	354	960	1329	176	1322	852	312	
Pyren	97	559	735	84	449	427	104	
Benzo(a)fluoren	4	60	76		70	48		
Benzo(b)fluoren	11	46	54		30	29	6	
4-Metylpyren								
2-Metylpyren og/eller Metylfluoranten								
1-Metylpyren		20	25		11	11		
Benzo(ghi)fluoranten								
Benzo(c)fenantren ***								
Benzo(a)antracen *	36	370	422	19	147	196	32	
Trifenylen/Chrysen *	188	854	1076	81	628	526	81	
Benzo(b)fluoranten **	28	546	539	22	195	485	34	
Benzo(j,k)fluoranten ** 1)	12	273	308		88	243		
Benzo(e)pyren *		486	578		134	337	18	
Benzo(a)pyren ***	2	159	128	3	31	80	9	
Perylen		48	47		14	28		
Indeno(1,2,3-cd)pyren *	2	49	29		24	50	2	
Dibenz(a,h og/eller a,c)antracen *** 1)		14						
Picen								
Benzo(g,h,i)perylen	3	75	52		25	72		
Anthanthrene								
Coronen								
4,5-metylenpyren	8	24	26	16	40	33		
Sum	810	4756	5724	440	3418	3597	609	
Derav KPAH	36	849	821	17	270	687	31	
% KPAH	4.4	17.9	14.3	3.9	7.9	19.1	5.1	
% Torrstoff	15.4	13.3	13.6	15.0	13.2	10.7	13.4	

PAH	Prøve mrk.	µg/kg væt vekt					
		A3 26.4.85	C1 28.3.85	C1 26.4.85	A3 28.3.85	A6 26.4.85	A6 28.3.85
Naftalen							
2-Metylnaftalen							
1-Metylnaftalen							
Bifenyl			45		6		
Acenaftalen					5		
Acenaften			28		10		
4-Metylbifenyl							
Dibenzofuran							
Fluoren					13		
9-Metylfluoren							
9,10-Dihydroantracen							
2-Metylfluoren					3		
1-Metylfluoren					7		
Dibenzothiophen			14		16	13	16
Fenantren		81	316	112	222	309	326
Antracen		ca. 8	34	ca. 10	14	25	27
Carbazole							
3-Metylfenantren							
2-Metylfenantren							
2-Metylantracen			13				
4,5-Metylenfenantren							
4- og/eller 9-Metylfenantren							
1-Metylfenantren			32		30	28	20
Fluoranten		809	1442	1073	881	2044	1303
Pyren		264	1023	714	495	1197	940
Benzo(a)fluoren			85	35	55	141	81
Benzo(b)fluoren			61	37	39	90	52
4-Metylpyren							
2-Metylpyren og/eller Metylfluoranten							
1-Metylpyren						49	31
Benzo(ghi)fluoranten							
Benzo(c)fenantren ***						106	
Benzo(a)antracen *		139	589	368	300	827	585
Trifenylen/Chrysen *		442	930	779	591	1438	914
Benzo(b)fluoranten **		314	828	817	575	1424	1094
Benzo(j,k)fluoranten ** 1)			199				
Benzo(e)pyren *		53	578	447	267	813	568
Benzo(a)pyren ***		151	234	159	100	283	262
Perylen			53		29	49	53
Indeno(1,2,3-cd)pyren *		maskert	25	maskert	26	31	31
Dibenz(a,h og/eller a,c)antracen *** 1)		maskert					
Picen							
Benzo(g,h,i)perylene		maskert	45	maskert	35	64	ca. 30
Anthanthrene							
Coronen 4,5-metylenpyren			25			79	
Sum		2261	6599	4551	3719	9013	6333
Derav KPAH		361	1162	706	485	1237	995
% KPAH		16.0	17.6	15.5	13.0	13.7	15.7
% Torrstoff		17.1	14.4	12.6	15.1	14.3	13.1

		mg/kg våtvekt							
PAH	Prøve mrk.	C1	A6	A9	A3				
		8.3.85	8.3.85	8.3.85	8.3.85				
Naftalen									
2-Metylnaftalen									
1-Metylnaftalen									
Bifenyl									
Acenaftalen		2	6						
Acenaften		4		5					
4-Metylbifenyl									
Dibenzofuran		6		9					
Fluoren		11	10	8					
9-Metylfuoren									
9,10-Dihydroantracen									
2-Metylfuoren		3							
1-Metylfuoren		4	5						
Dibenzothiophen		17	17	14	6				
Fenantren		268	252	216	116				
Antracen		32	35	25	8				
Carbazole									
3-Metylfenantren									
2-Metylfenantren									
2-Metylantracen		9	13	8					
4,5-Metylenfenantren									
4- og/eller 9-Metylfenantren									
1-Metylfenantren		22	ca. 25	18					
Fluoranten		965	1344	906	677				
Pyren		834	1053	790	466				
Benzo(a)fluoren		73	213	64					
Benzo(b)fluoren		76	141	67	87				
4-Metylpyren									
2-Metylpyren og/eller Metylfuoranten									
1-Metylpyren		47	40	45	32				
Benzo(ghi)fluoranten									
Benzo(c)fenantren ***									
Benzo(a)antracen *		685	728	601	355				
Trifenylen/Chrysen *		743	980	856	592				
Benzo(b)fluoranten **		986	973	863	544				
Benzo(j,k)fluoranten ** 1)			420						
Benzo(e)pyren *		565	554	444	293				
Benzo(a)pyren ***		215	274	206	103				
Perylen		83	89	89	36				
Indeno(1,2,3-cd)pyren *		57	67	40	ca. 25				
Dibenz(a,h og/eller a,c)antracen *** 1)		20	17	10					
Picen									
Benzo(g,h,i)perylene		67	88	56	29				
Anthanthrene									
<del>Benzen</del> 4-metylenpyren		39		29					
Sum		5833	7344	5369	3369				
Derav KPAH		886	1466	789	467				
% KPAH		15.2	20.0	14.7	13.9				
% Torrstoff		14.1	15.1	12.3	16.4				

Fisk nr.	Kjønn ♀=1 ♂=2	Lengde (cm)	Vekt (g)	LEVER (µg/g)			MUSK.
				HCB	OCS	DCB	Hg (µg/g)
1	1	29	253	1,5	3,6	1,2	0,23
2	2	32	304	15.	20.	1,2	0,17
3	1	27	172	0,48	1,1	0,32	0,14
4	2	46	893	19.	35.	5,6	0,45
5	1	62	2107	0,62	3,5	1,3	0,70
6	1	32	318	9,3	19.	2,1	0,19
7	2	44	804	13.	30.	9,4	0,61
8	1	36	475	0,46	0,72	0,45	0,16
9	1	27	233	2,1	11.	3,7	0,21
10	1	44	714	21.	23.	3,2	0,39
11	1	44	793	17.	17.	3,8	0,33
12	2	31	319	2,5	13.	3,6	0,21
13	1	47	920	18.	26.	6,5	0,36
14	2	47	865	18.	24.	6,9	0,31
15	2	29	230	0,51	1,5	0,43	0,16
16	1	32	282	5,4	11.	2,0	0,10
17	2	45	799	19.	28.	10.	0,42
18	1	47	1185	15.	20.	6,1	0,31
19	1	40	820	17.	12.	1,4	0,19
20	1	43	827	20.	13.	1,7	0,27
21	1	45	878	0,58	1,8	0,65	0,43
22	1	40	709	23.	15.	2,0	0,22
23	2	46	996	12.	23.	4,4	0,56
24	2	31	340	1,4	3,9	1,4	0,12
25	2	40	713	11.	17.	3,5	0,31
26	1	49	1150	24.	19.	3,7	0,27
27	1	47	1092	25.	23.	4,8	0,32
28	1	35	405	12.	13.	2,1	0,15
29	2	33	312	1,9	8,3	1,6	0,14
30	1	32	365	10.	8,2	1,7	0,13
31	2	32	285	11.	14.	3,6	0,15
32	1	45	863	22.	18.	5,0	0,38
33	2	27	168	0,89	9,2	3,1	0,35
34	2	44	791	13.	26.	3,7	0,17
35	1	47	1261	14.	22.	5,9	0,40



Fisk nr.	Kjønn ♀=1 ♂=2	Lengde (cm)	Vekt (g)	LEVER (µg/g)			MUSK.
				HCB	OCS	DCB	Hg (µg/g)
36	1	37	468	2,0	9,8	2,0	0,22
37	1	27	120	0,37	0,53	0,10	0,10
38	1	46	817	15.	22.	5,8	0,27
39	2	44	801	16.	14.	3,1	0,24
40	2	45	839	9,2	9,6	1,9	0,20
41	2	43	699	18.	26.	5,2	0,48
42	2	42	763	14.	11.	1,8	0,20
43	2	44	916	17.	16.	3,6	0,21
44	2	51	1454	14.	26.	5,4	0,34
45	1	43	625	1,3	12.	4,5	0,36
46	1	28	181	0,97	1,5	0,34	0,19
47	1	65	2040	17.	37.	7,7	0,61
48	2	39	516	23.	19.	1,9	0,24
49	1	49	1221	17.	20.	4,0	0,37

## Miljøgifter i torsk fra Eidangerfjorden, oktober 1985

Fisk nr.	Kjønn ♀=1♂=2	Lengde (cm)	Vekt (g)	LEVER (µg/g)			MUSK. Hg (µg/g)
				HCB	OCS	DCB	
1		37	377	1,6	1,3	0,40	0,16
2		38	521	Lever mangler			0,16
3		35	410		"		0,18
4		31	251		"		0,11
5		38	460		"		0,24
6		38	484		"		0,16
7		36	406		"		0,13