

1780



# Statlig program for forurensningsovervåking

## Rapport 202/85

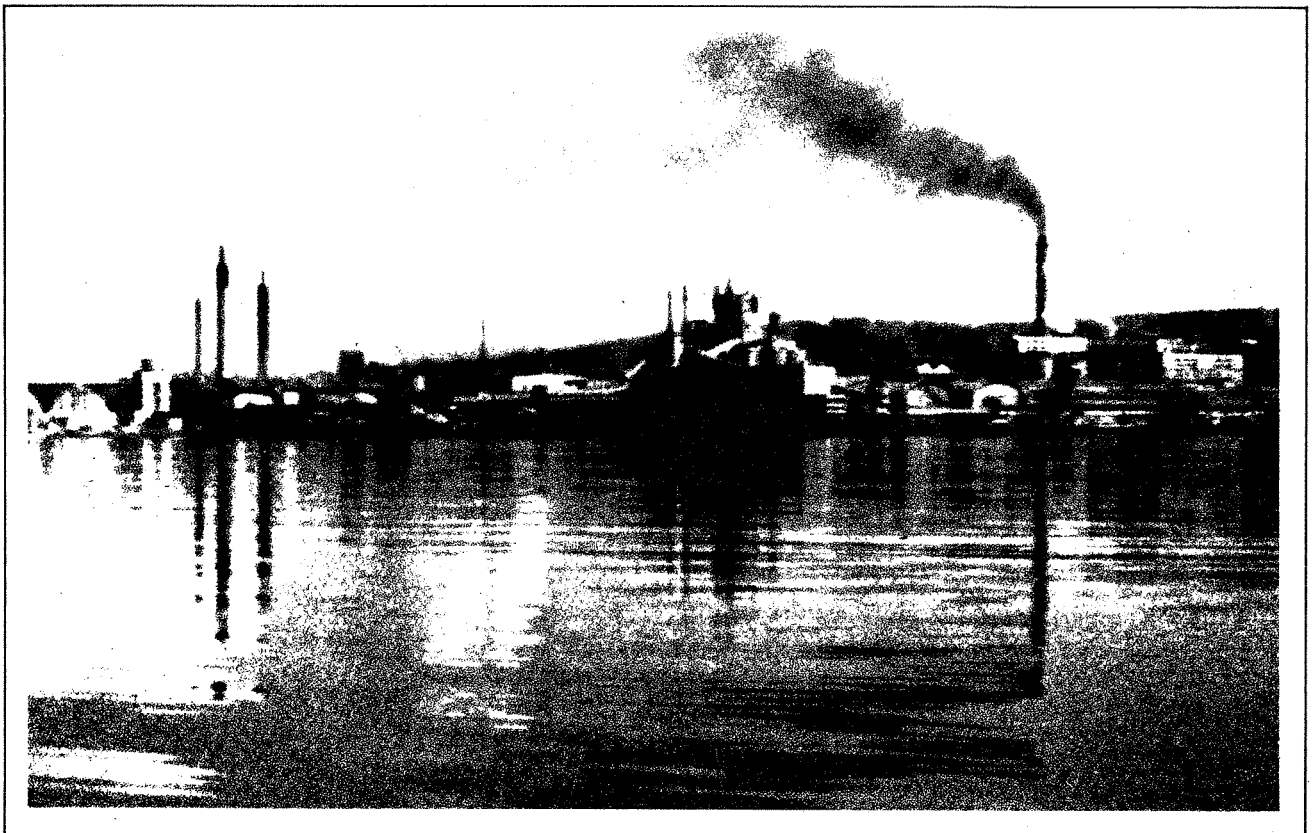
Oppdragsgivere

Statens forurensningstilsyn  
Fylkesmannen i Telemark

Deltakende institusjoner

NIVA  
Telemark fylkeskommunale  
analyselaboratorium  
Veterinærinstituttet

## Grenlandsfjordene og Skienselva 1984





## 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 utlipp 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 vil bli 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      Sørlandsavdelingen      Østlandsavdelingen      Vestlandsavdelingen  
Postboks 333      Grooseveien 36      Rute 866      Breiviken 2  
0314 Oslo 3      4890 Grimstad      2312 Ottestad      5035 Bergen - Sandviken  
Telefon (02)23 52 80      Telefon (041)43 033      Telefon (065)76 752      Telefon (05)25 53 20

Prosjektnr.:	0-8000312
Undernummer:	VII
Løpnummer:	1780
Begrenset distribusjon:	

Rapportens tittel: Grenlandsfjorden og Skienselva 1984 (Overvåkingsrapport 202/85)	Dato: 13. november 1985
Forfatter (e): Brage Rygg Birger Bjerkeng Jarle Molvær	Prosjektnummer: 0-8000312
	Faggruppe: Hydroøkologisk
	Geografisk område: Telemark
	Antall sider (inkl. bilag): 66

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
---	----------------------------------

Ekstrakt:

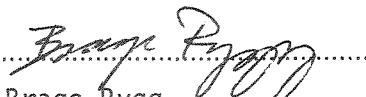
Området er betydelig og til dels sterkt påvirket av forskjellige forurensningstyper. Hvis forurensningsgraden skal komme ned på et moderat nivå, må visse tilførsler reduseres ytterligere. I Skienselva ved Klosterfoss var vannet tidvis grumset og surt. Dette kan muligens ha betydning for lakseoppgangen i elva. I indre Frierfjord var siktedypet mindre i 1984 enn tidligere. I løpet av våren var det en stor dypvannsfornyelse i Frierfjorden. Av miljøgifter analysert i torsk var det bare kvikksølv som viste signifikant lavere nivå i 1984 enn i foregående år. På grunn av høye konsentrasjoner av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell har Helsedirektoratet frarådet konsum av blåskjell fra Brevik-Langesund området. Utbredelsen av PAH-forurensningen vil bli kartlagt nærmere i 1985.

4 emneord, norske: Grenlandsfjorden
1. Skienselva
2. Forurensninger
3. Fisk
4. Overvåkingsrapport 202/85
Undersøkelse 1984

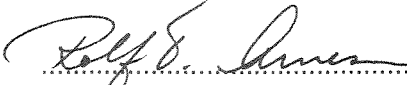
4 emneord, engelske: Grenland, Norway
1. Skien river
2. Pollutants
3. Fish
4. Monitoring report 202/85
Investigation 1984

Prosjektleder:

For administrasjonen:

  
Brage Rygg

  
Jon Knutzen

  
Rolf Tore Arnesen

ISBN 82-577-0975-1



# Statlig program for forurensningsovervåking

0-8000312

Statlig program for forurensningsovervåking

GRENLANDSFJORDENE OG SKIENSELVA 1984

13. november 1985

Prosjektleder: Brage Rygg

Medarbeidere: Birger Bjerkeng

Jarle Molvær

## F o r o r d

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 og Veterinærinstituttet. Utenom det statlige programmet utfører Fiskeridirektoratet, de lokale helse- og veterinærmyndigheter og Norsk Hydro A/S undersøkelser av overvåkingskarakter.

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 forurensningsproblemene. 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 1984, og sammenligner dem med tidligere års resultater.

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	2
FIGURFORTEGNELSE	4
TABELLFORTEGNELSE	6
SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	7
1. INNLEDNING	9
1.1. Området	9
1.2. Brukerinteresser	9
1.3. Forurensninger	9
1.4. Langtidsprogrammet	13
2. VANNKVALITET OG LAKSEOPPGANG I SKIENSELVA	15
2.1. Bakgrunn og formål med undersøkelsen	15
2.2. Undersøkelserprogrammet	15
2.3. Resultater	17
2.4. Konklusjon	23
3. SIKTEDYPMALINGER I FRIERFJORDEN	24
4. OKSYGENFORHOLDENE I FRIERFJORDEN OG LANGESUNDFJORDEN	27
5. MILJØGIFTER I BLASKJELL	29
6. MILJØGIFTER I FISK	36
6.1. Datamaterialet	36
6.2. Gruppering i tid	37
6.3. Vekt - korrigerings	37
6.4. Analyse av vektkorrigererte data	38
6.5. Kumulative frekvensdiagrammer	44
6.6. Eidangerfjorden	44
7. HENVISNINGER	57
VEDLEGG	60

FIGURFORTEGNELSE

	Side
1.1 Stasjoner for undersøkelser av vannutskiftning og vannkvalitet i 1984	10
1.2 Arsmidler av utslipp til Skienselva og Frierfjorden. For organisk stoff, nitrogen og fosfor er befolkningens bidrag angitt med skravur. For kvikksølv er tilførselen fra Gunnekleivfjorden angitt med skravur	11
2.1 Stasjon SB og S1 i Skienselva. Utslippene fra union Bruk går til elva mellom SB og S1	16
2.2 Vannføring ved Skotfoss 1984 på dager med laksetelling	18
2.3 Oksygenkonsentrasjoner (ml O <sub>2</sub> /l) på st. SB 1984. Piler angir tidspunkt for prøveinnsamling	20
2.4 Oksygenkonsentrasjoner (ml O <sub>2</sub> /l) på st. S1 1984. Piler angir tidspunkt for prøveinnsamling	20
2.5 Vannets surhetsgrad (pH) i 0,5 m dyp på st. SB og st. S1	21
2.6 Konsentrasjoner av suspendert tørrstoff på st. SB og st. S1 (gjennomsnitt for 0,5 og 2 m dyp)	21
2.7 Konsentrasjoner av totalfosfor i 0,5 m dyp på st. SB og st. S1	22
2.8 Konsentrasjoner av totalnitrogen i 0,5 m dyp på st. SB og st. S1	22
3.1 Arsmidler av siktedyp på st. BC1, Frierfjorden	24
3.2 Siktedyp på st. BC1, Frierfjorden. Midlere siktedyp for hver måned i 1984 (n = 3-5) er plottet sammen med midlere månedlig siktedyp for tidsrommet 1978-1983. Ett standardavvik på begge sider av verdiene for 1978-1983 er angitt med skravur	25
4.1 Oksygenkonsentrasjoner (ml O <sub>2</sub> /l) i Frierfjorden og Lange-sundfjorden 28. november 1983	28
4.2 Oksygenkonsentrasjoner (ml O <sub>2</sub> /l) i Frierfjorden og Lange-sundfjorden 4. mai 1984	28
4.3 Oksygenkonsentrasjoner (ml O <sub>2</sub> /l) i Frierfjorden og Lange-sundfjorden 19. november 1984	28
5.1 Stasjoner for innsamling av blåskjell	30
5.2 Konsentrasjoner av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell fra Helgeroa (A3) 1980-1984, mg/kg (ppm) tørrvekt	31
5.3 Konsentrasjoner av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell fra Risøyodden/Bjørkøya (A6/B4) 1980-1984, mg/kg (ppm) tørrvekt	32

5.4	Konsentrasjoner av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell fra Brevik (A9) 1980-1984, mg/kg (ppm) tørrvekt	33
6.1	Kvikksølvkonsentrasjon i muskel i torsk fra Frierfjorden (mg/kg våtvekt). Årsgjennomsnitt og 95 % konfidensintervall omregnet til "normalfisk" på 1 kg	40
6.2	Heksaklorbenzenkonsentrasjon i lever i torsk fra Frierfjorden (mg/kg våtvekt). Årsgjennomsnitt og 95 % konfidensintervall omregnet til "normalfisk" på 1 kg	41
6.3	Oktaklorstyrenkonsentrasjon i lever i torsk fra Frierfjorden (mg/kg våtvekt). Årsgjennomsnitt og 95 % konfidensintervall omregnet til "normalfisk" på 1 kg	42
6.4	Dekaklorbifenylnkonsentrasjon i lever i torsk fra Frierfjorden (mg/kg våtvekt). Årsgjennomsnitt og 95 % konfidensintervall omregnet til "normalfisk" på 1 kg	43
6.5	Middelverider for kvikksølvkonsentrasjon i muskel i torsk fra Eidangerfjorden (mg/kg våtvekt). Verdiene er ikke korrigert for fiskens vekt	45
6.6	Medianverdier for heksaklorbensenkonsentrasjon i lever i torsk fra Eidangerfjorden (mg/kg våtvekt). Verdiene er ikke korrigert for fiskens vekt	46
6.7	Medianverdier for oktaklorstyrenkonsentrasjon i lever i torsk fra Eidangerfjorden (mg/kg våtvekt). Verdiene er ikke korrigert for fiskens vekt	47
6.8	Medianverdier for dekaklorbifenylnkonsentrasjon i lever i torsk fra Eidangerfjorden (mg/kg våtvekt). Verdiene er ikke korrigert for fiskens vekt	48
6.9	Kumulativt frekvensfordelingsdiagram av kvikksølvkonsentrasjoner i muskel i torsk fra Frierfjorden 1983	49
6.10	Kumulativ frekvensfordelingsdiagram av kvikksølvkonsentrasjoner i muskel i torsk fra Frierfjorden 1984	50
6.11	Kumulativ frekvensfordelingsdiagram av heksaklorbenzenkonsentrasjoner i lever i torsk fra Frierfjorden 1983	51
6.12	Kumulativ frekvensfordelingsdiagram av heksaklorbenzenkonsentrasjoner i lever i torsk fra Frierfjorden 1984	52
6.13	Kumulativ frekvensfordelingsdiagram av oktaklorstyrenkonsentrasjoner i lever i torsk fra Frierfjorden 1983	53
6.14	Kumulativ frekvensfordelingsdiagram av oktaklorstyrenkonsentrasjoner i lever i torsk fra Frierfjorden 1984	54
6.15	Kumulativ frekvensfordelingsdiagram av dekaklorbifenylnkonsentrasjoner i lever i torsk fra Frierfjorden 1983	55
6.16	Kumulativ frekvensfordelingsdiagram av dekaklorbifenylnkonsentrasjoner i lever i torsk fra Frierfjorden 1984	56



TABELLFORTEGNELSE

	Side
1.1 Overvåkingens innhold og omfang 1983-1989	13
2.1 Hydrokjemisk måleprogram for Skienselva i 1984	17
5.1 Blåskjellprøver samlet i 1984 og analysert for PAH-innhold	29
5.2 Tungmetallinnhold (mg/kg) i blåskjell fra Risøyodden (A6) 8. desember 1984	35
6.1 Oversikt over analysedata for miljøgifter i fisk fra Frierfjorden (HCB = heksaklorbenzen, OCS = oktaklorstyren, DCB = dekaklorbifenyl, Hg = kvikksølv)	36
6.2 Utslipp (kg/år) av heksaklorbenzen (HCB) og oktaklorstyren (OCS) fra Porsgrunn Fabrikker i de 6 siste årene	39
I (Vedlegg) Polysykliske aromatiske hydrokarboner i blåskjell 30. august 1984, ng/g (ppb) tørrvekt	61
II (Vedlegg) Polysykliske aromatiske hydrokarboner i blåskjell 8. november 1984, ng/g (ppb) tørrvekt	62
III (Vedlegg) Miljøgifter i torsk (mg/kg våtvekt) fra Frierfjorden oktober 1984	63
IV (Vedlegg) Miljøgifter i torsk (mg/kg våtvekt) fra Eidangerfjorden oktober 1984	65

## SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

*Vi benytter en firedelt klassifisering av forurensningsgrad; liten, moderat, betydelig, sterk. Området er betydelig og til dels sterkt påvirket av forskjellige forurensningstyper. Hvis forurensningsgraden skal komme ned på et moderat nivå, må visse tilførsler reduseres ytterligere. Det gjelder særlig utslipp av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), klorerte hydrokarboner, oksygenforbrukende materiale og partikler.*

*Ved enkelte tidspunkter kan vannkvaliteten i nærheten av Union Bruk i Skien være så dårlig at oppgangen av laks i Klosterfossen kan hindres.*

*I 1984 var siktedypet i Frierfjorden og Eidangerfjorden enda dårligere enn i tidligere år.*

*Store deler av dypvannet og bunnområdene i Frierfjorden er råtne og uten liv. Dypvannet i fjorden utenfor Brevik har kritisk lave oksygenkonsentrasjoner sent på høsten.*

*Miljøgiftinnholdet i fisk er fremdeles så høyt at det begrenser anvendbarheten av fisken i Frierfjorden.*

*Konsentrasjonene av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell i Brevik - Langesundområdet er så høye at helsemyndighetene har frarådet konsum av blåskjell samlet der. Oppdrett av blåskjell ble også frarådet.*

Laksetellinger ved Klosterfoss tyder på at noe færre laks vandret opp vassdraget i 1984 enn i det foregående år. Lav pH (surt vann) og muligens sporadiske episoder med høye konsentrasjoner av suspendert materiale (grumset vann) synes å være de mest kritiske faktorene. De ukentlige målingene viste ved ett tidspunkt så lave pH-verdier ned til 2 m dyp at skadevirkninger på fisken var sannsynlig. Også ved to andre tidspunkt ble det funnet betenkelig lave pH-verdier, men da bare i 0,5 m dyp. Ved flere tidspunkt ble det målt høye konsentrasjoner av suspendert materiale. Konsentrasjonene var ikke høy nok til å kunne gi akutte effekter på fisk. Det er imidlertid ikke usannsynlig at høyere konsentrasjoner kunne opptre på andre tidspunkt og nærmere Union A/S enn målingene ble foretatt. Årsaken til de lave pH-verdiene bør finnes.

I indre Frierfjord var siktedypet i 1984 signifikant mindre enn i de foregående år. De lave verdiene i vinterhalvåret viser at dette ikke alene skyldes økt primærproduksjon. Økte partikkelutslipp fra Elkem PEA kan ha bidratt til nedgangen i siktedypet. Også i Eidangerfjorden var siktedypet noe mindre i 1984 enn i de foregående år.

I løpet av våren 1984 fant det sted en stor dypvannsfornyelse i Frierfjorden, sannsynligvis av samme omfang som i 1974 og 1977. Noe langsommere nedgang i oksygenkonsentrasjonene i det nye dypvannet i 1984 enn i 1974 og 1977 indikerer at oksygenforbruket var mindre. Dette samsvarer med at tilførselene av oksygenforbrukende stoffer i mellomtiden er blitt redusert.

Av miljøgifter analysert i torsk var det bare kvikksølv som viste signifikant lavere nivå i 1984 enn i tidligere år. I 1984 var middelveiden mellom halvparten og tre firedeler av middelveidene i de 6-7 foregående år. For konsentrasjonene av heksaklorbenzen, oktaklorstyren og dekalor-bifenyl i lever er det ingen åpenbar trend i 1977-1984.

Det er konstatert høye konsentrasjoner av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell. Helsemyndighetene har hatt resultatene til vurdering. Helsedirektoratet har i brev til SFT frarådet konsum av blåskjell fra Brevik-Langesund området. Området ble av helsedirektoratet heller ikke ansett som egnet for akvakultur.

I 1985-overvåkingen er det satt et spesielt søkelys på PAH-problemet med sikte på å kartlegge omfanget av PAH-forurensningene.

Også heksaklorbenzen (HCB) har fremdeles betydelige overkonsentrasjoner i blåskjell.

## 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 3-4 m 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  $270 \text{ m}^3$  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.

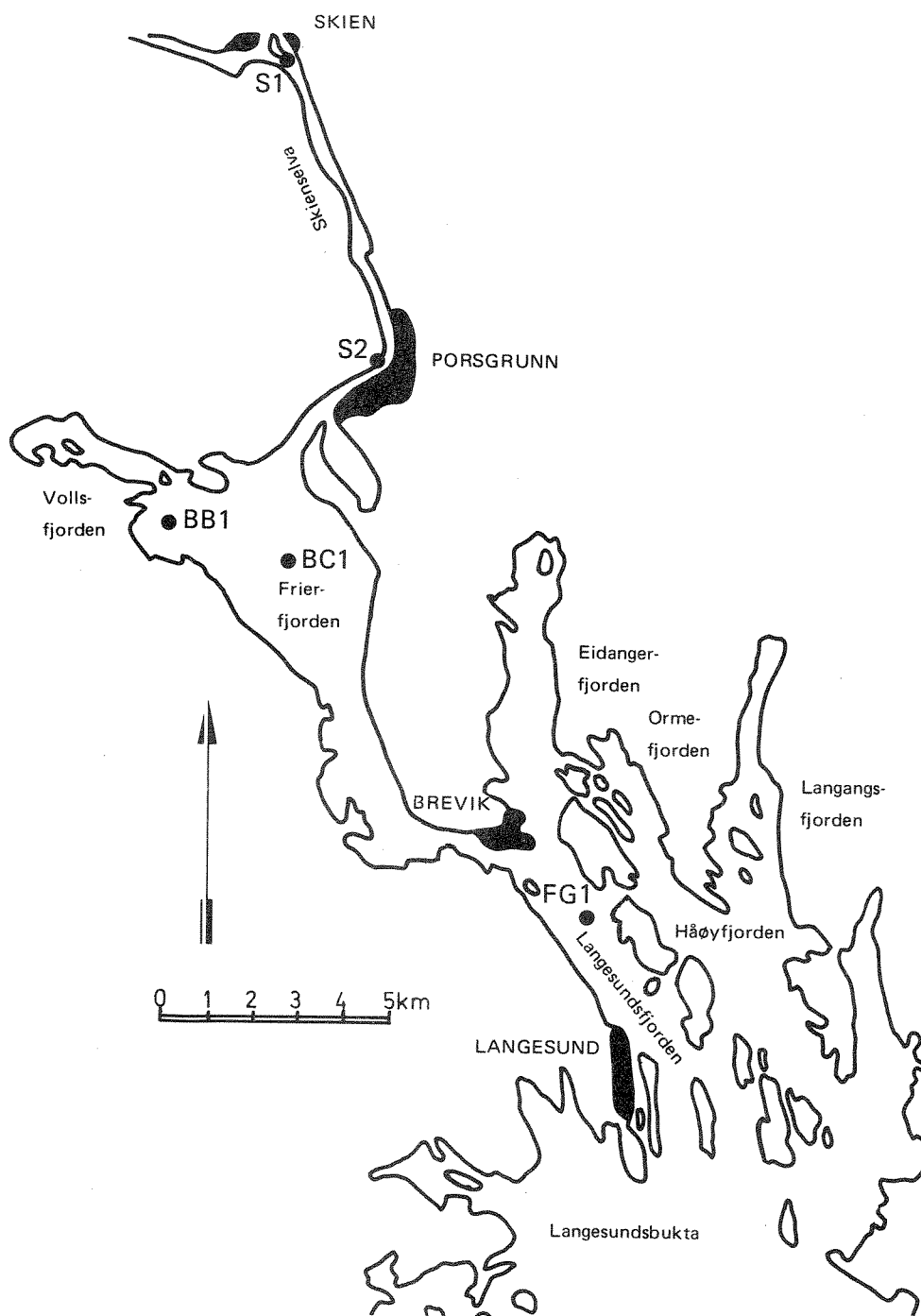
### 1.2. Brukerinteresser

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.

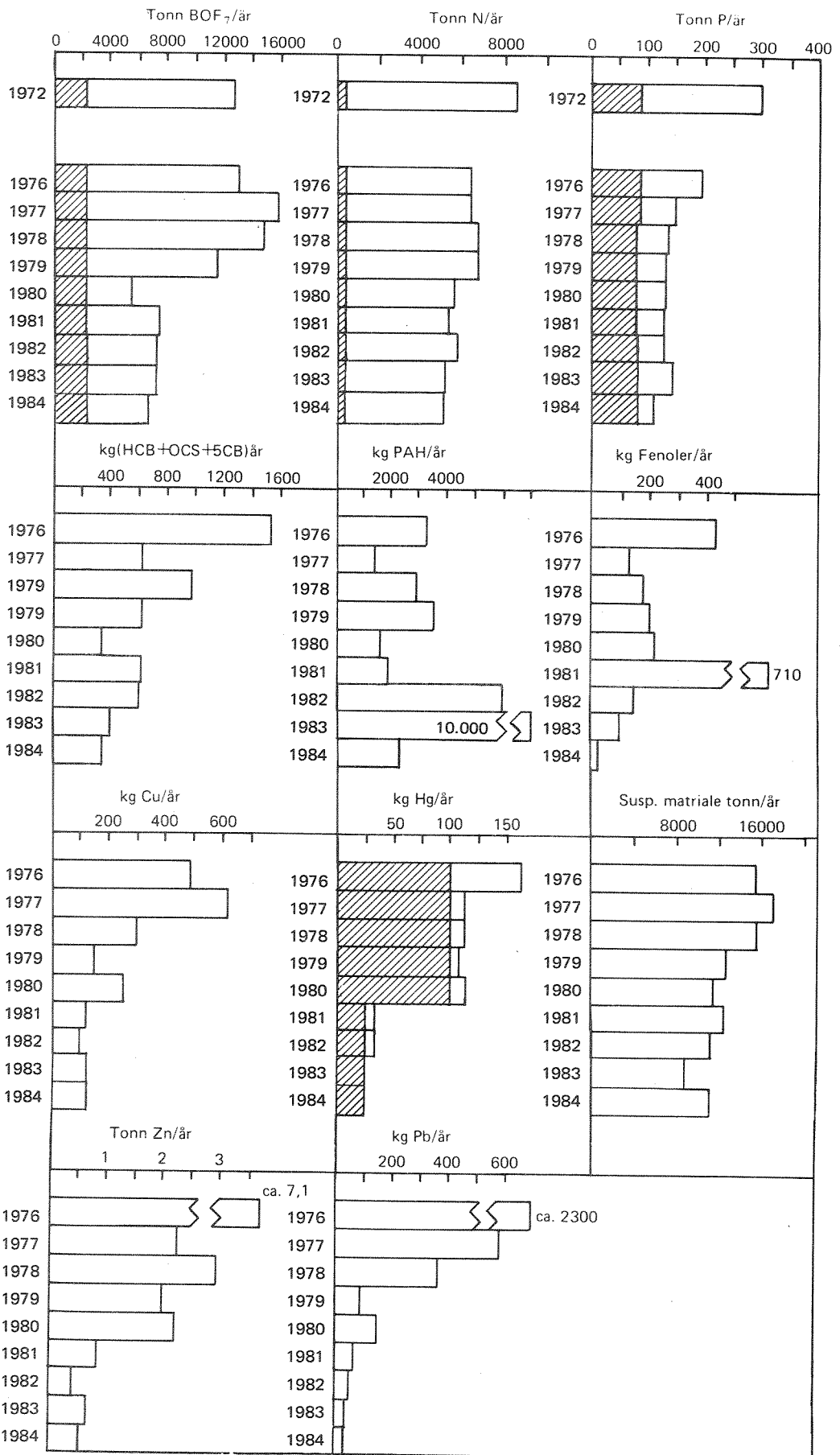
Det fiskes mye i området utenfor Brevik, men i Frierfjorden har det høye innholdet av miljøgifter (kvikksølv og organiske forbindelser) begrenset bruken av fisken. Forurensningene har også innskrenket bruken av Frierfjorden som rekreasjonsområde. De ytre fjordområdene er fremdeles verdifulle rekreasjons-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



Figur 1.1 Stasjoner for undersøkelser av vannutskiftning og vannkvalitet i 1984.



Figur 1.2 Årsmidler av utslipp til Skienselva og Frierfjorden. For organisk stoff, nitrogen og fosfor er befolkningens bidrag skravert. For kvikksølv er tilførslen fra Gunnekleivfjorden skravert.

Treforedlingsindustrien er av spesielt stor betydning for belastningen med organisk materiale (136 000 p.e.). Utslippene bidrar til høyt oksygenforbruk og grumset vann. Også det kommunale avløpsvann bidrar med mye organisk stoff og næringssalter (65 000 p.e.). Lange perioder med råttent dypvann er vanlig i Frierfjorden. Undersøkelser av sedimenter har 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 kunstgjødsselfabrikken på Herøya (fosfor: 33 000 p.e.) og fra befolkning (78 000 p.e.). Nitrogenutslippene fra industrien er svært store (980 000 p.e.). 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 1984 var de på 334 kg. Kildene for kvikksølvforurensningen av fisk i området må nå hovedsakelig skyldes tidligere utslipp fra treforedlingsindustri og kloralkalifabrikken på Herøya, og som fremdeles finnes i omgivelsene. Utslippsreduksjonene 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 polysykliske aromatiske hydrokarboner (2,6 tonn i 1984). Et visst bidrag kan også komme fra forurensete sedimenter i Heddalsvatnet etter tidligere smeltevannsutslipp (Knutzen, 1984). Dertil vil det generelt være betydelig 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.

Ved ytterligere utslippsreduksjoner kan miljøgiftproblemene avta i tiden framover. Dette avhenger imidlertid ikke bare av ytterligere utslippsreduksjoner, i og med tidligere utslipp har ført til en

oppopping av miljøgifter, særlig i sedimentene. Diffus belastning kan derfor vedvare i lang tid. Gjennom mudring av sterkt forurensede 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 & 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 innledt fra og med 1983. Neste intensive periode er planlagt til 1987-89, men må avpasses etter når forandringer i forurensningsbelastningen eventuelt skjer. Enkelte elementer beholder inntil videre omtrent samme innsats som tidligere, men eventuell nedtrapping vurderes årlig.

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

Tabell 1.1. Overvåkingens innhold og omfang 1983-1989

	Hyppighet pr. intensivt år	Neste intensive periode (foreløpig forslag)
Skienselva	12*	1983-inntil videre
Hydrografi/hydrokjemi i fjordene	15	1987-89
Miljøgifter i fisk	1	1983-inntil videre
PAH i blåskjell	2	1983-inntil videre
Sedimenter	1	1988
Fastsittende algesamfunn	1	1987-89
Hardbunnssamfunn, stereofoto	2	1987-89
Bløtbunnsfauna	1	1988

\* Derav 6 dypvannstokt



Som i 1983 har det i 1984 vært lagt vekt på vannkvaliteten i Skiens-elva med tanke på konsekvenser for lakseoppgangen i elva. Det er undersøkt oksygenforhold i dypvannet i Frierfjorden og Langesundfjorden i mai og november. Siktedyp er målt i Frierfjorden og Eidangerfjorden. Analyser av miljøgifter i blåskjell og fisk har fortsatt i samme omfang som tidligere. Det er foretatt en utvidet dataanalyse av miljøgifter i torsk fra 1975 til 1984.

## 2. VANNKVALITET OG LAKSEOPPGANG I SKIENSELVA

### 2.1. Bakgrunn og formål med undersøkelsene

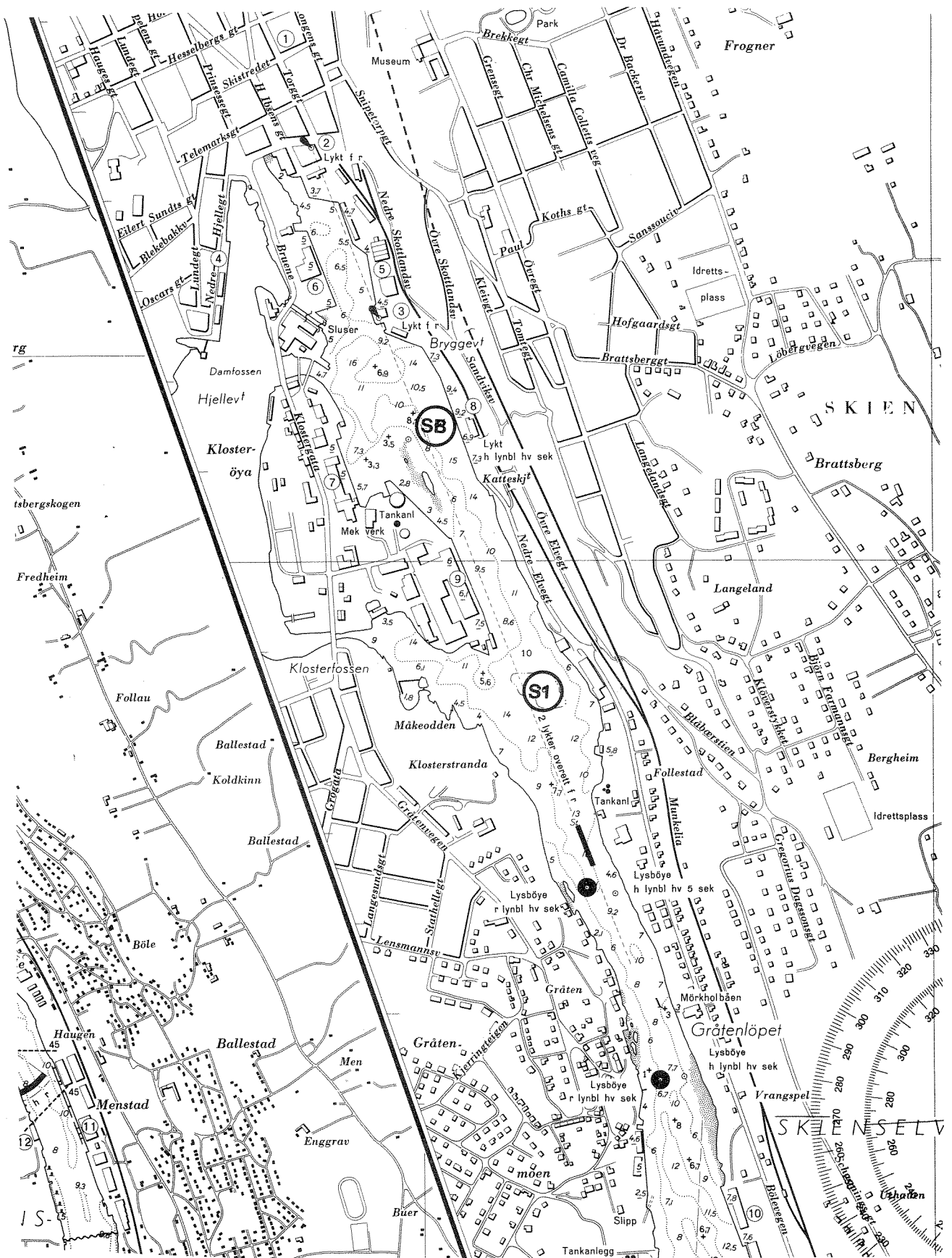
For å øke lakseoppgangen i Skienselva er det bygget laksetrapper ved Klosterfoss og Damfoss ved Skien. På møtet den 8.2.83 i Kontaktutvalget for overvåking av Grenlandsfjordene og Skienselva ble det uttrykt bekymring for at vannkvaliteten i Skienselva periodevis kan være så dårlig at den er til hinder for laksens vandring opp elva. Man ble enig om at overvåkingsprogrammet i Skienselva skulle ta sikte på å klarlegge om så var tilfelle.

### 2.2. Undersøkellesprogrammet

Etter drøftinger med SFT, fiskerikonsulent T. Kildal i Telemark fylke og laboratorieleder A. Kjellsen ved Vannlaboratoriet i Telemark, utarbeidet NIVA et prøveinnsamlingsprogram (Molvær 1983). I programmet inngår hydrokjemiske målinger på tre stasjoner (tabell 2-1), samt systematiske fisketellinger i laksetrappen ved Klosterfoss. De to øverste stasjonene er vist på fig. 2.1. Resultatene for 1983 ble rapportert i overvåkingsrapporten for 1983. I 1984 ble prøver på følgende tidspunkt:

03. mai	29. juni	02. august
08. juni	06. juli	10. august
14. juni	13. juli	15. august
22. juni	20. juli	23. august
		19. november

Det alt vesentlige av feltarbeidet og storparten av vannanalysene ble utført av Vannlaboratoriet i Telemark. Analysene av TOC skulle utføres av NIVA, men på grunn av en misforståelse ble prøvene sendt Statoil's laboratorium på Rafnes. På grunn av manglende interkalibrering mellom dette laboratoriet og NIVA blir TOC ikke tatt med i rapporten.



Figur 2.1 Stasjon SB og S1 i Skienselva. Utslippene fra union Bruk går til elva mellom SB og S1.

Tabell 2.1. Hydrokjemiske måleprogram for Skienselva i 1984.

Stasjon	Prøver fra	Antall inn-samlinger	Parametre og antall prøver pr. observasjonsdato								
			Temp.	Salt.	Oksygen/ H <sub>2</sub> S	pH	Tot-P	Tot-N	TOC	STS	Siktedyp
S B	Overflatelag Dypvann	15	2	2	2	2	1	1	1	2	
		10	4	4	4						
S 1	Overflatelag Dypvann	15	2	2	2	2	1	1	1	2	
		10	4	4	4						
S 2	Overflatelag	10	1	1		1	1	1			

### 2.3 Resultater

Drøftelsen av resultatene blir knyttet til spørsmålet om negative effekter på lakseoppgangen. Bare i liten grad vil vi gå inn på årsakene til variasjoner i konsentrasjonene.

De to faktorene som betyr mest for vannkvaliteten i Skienselva er størrelsen av utslippene og vannføringen (fortynningen).

#### Vannføring

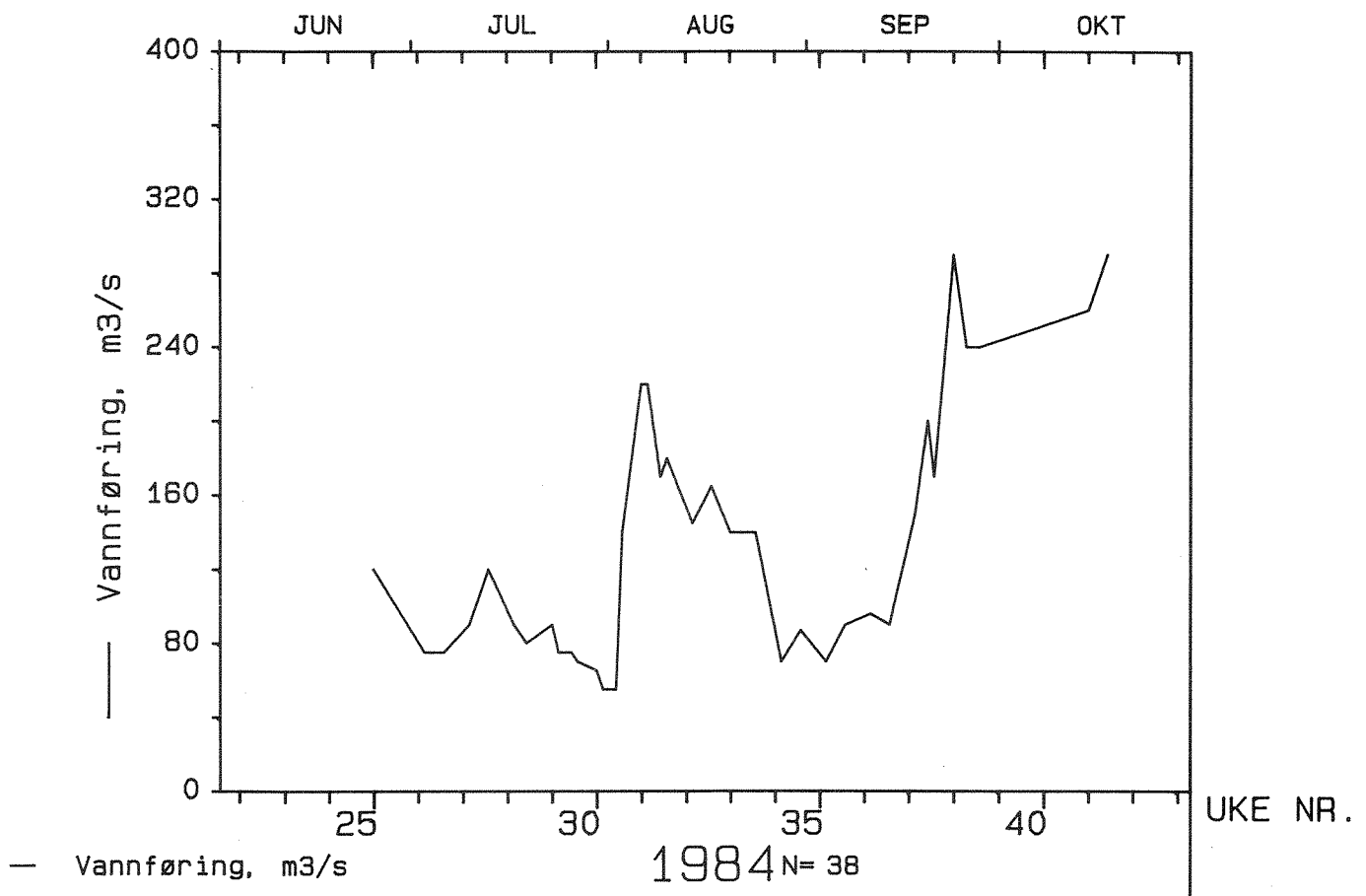
Innen utgangen av mai 1985 var det ikke mulig å fremskaffe døgnverdier for vannføringen i Skienselva 1984. Gjentatte henvendelser til Skotfoss Bruk har ikke ført frem og NVEs data for 1984 er ennå ikke ferdig bearbeidet. Figur 2.2 viser imidlertid vannføringen ved Skotfoss for de tidspunkt man kontrollerte lakseoppganger sommeren 1984 (fremskaffet av T. Kildal).

#### Utslipp

Noen detaljert beregning av belastningen med fosfor, nitrogen, organisk stoff og suspendert materiale er ikke utført. Hovedkildene antas å være kommunalt avløpsvann og utslipp fra Union Bruk. Utslippene av kommunalt avløpsvann til havnebassenget er av størrelsesorden 9000 p.e. (opplys. fra Miljøvern avdelingen, Telemark fylke), og vil variere forholdsvis lite med tiden. Etter opplysninger fra SFT, Skien, tilsvarte midlere utslipp fra Union Bruk i 1984 ca. 9800 p.e. som fos-

for, 7900 p.e. som nitrogen, samt ca. 20 tonn/døgn av suspendert materiale. I tillegg kommer oksygenforbruk på ca. 9400 kg O/døgn som BOF<sub>7</sub>. Utslippene varierer med tiden. Spesielt nevnes at utslippene var stoppet under fellesferien i tidsrommet 9. - 30. juli 1984.

## VANNFØRING SKOTFOSS SOMMEREN 1984



Figur 2.2 Vannføring ved Skotfoss 1984 på dager med laksetelling.

### Oksygenforhold

Generelt bør oksygenkonsentrasjonene i vannmassen ikke være lavere enn ca. 3,5 ml O<sub>2</sub>/l (5 mg O<sub>2</sub>/l) under oppvandring av laks (se f.eks. Grande 1980).

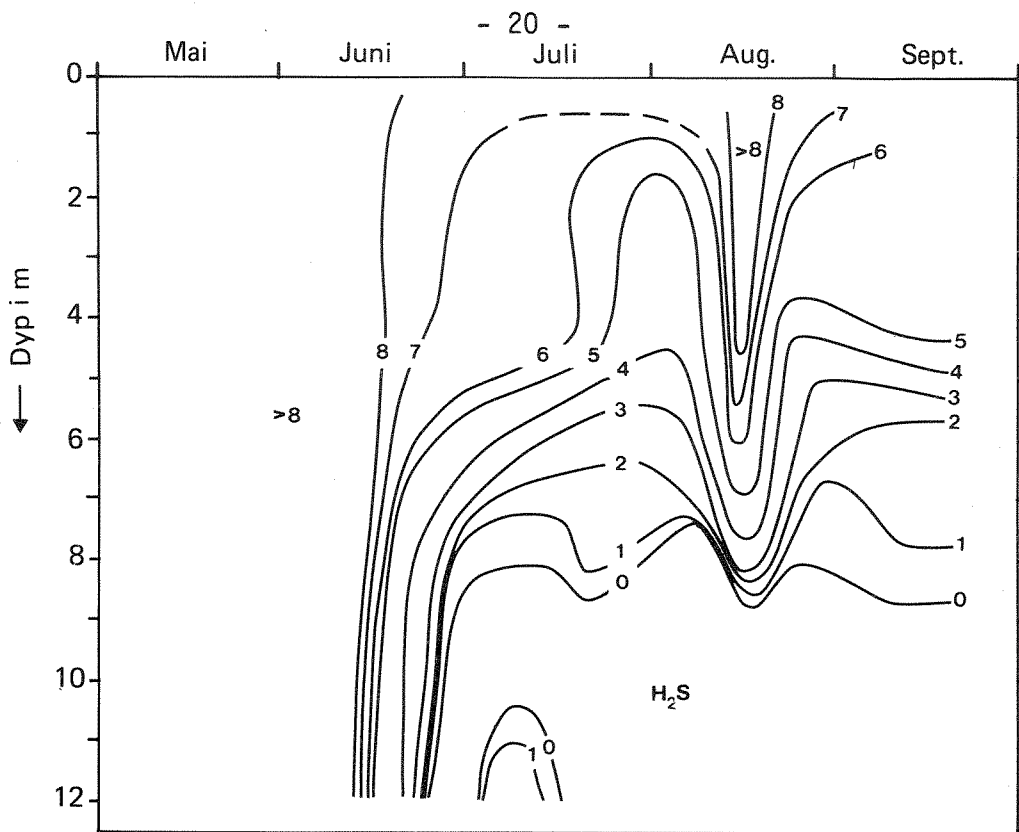
Oksygenforholdene på st. SB og st. S1 er vist på fig. 2.3-2.4. Det er ikke tatt prøver mellom overflaten og 2 m dyp, men det er ingen grunn til å tro at oksygenforholdene der er dårligere enn dypere nede i vannmassen. Konklusjonen må derfor bli at målingene sommeren 1984 viste tilfredsstillende oksygenforhold ned til ca. 5 m dyp både nedenfor Damfoss (st. SB) og nedenfor Klosterfoss (st. S1).

### pH

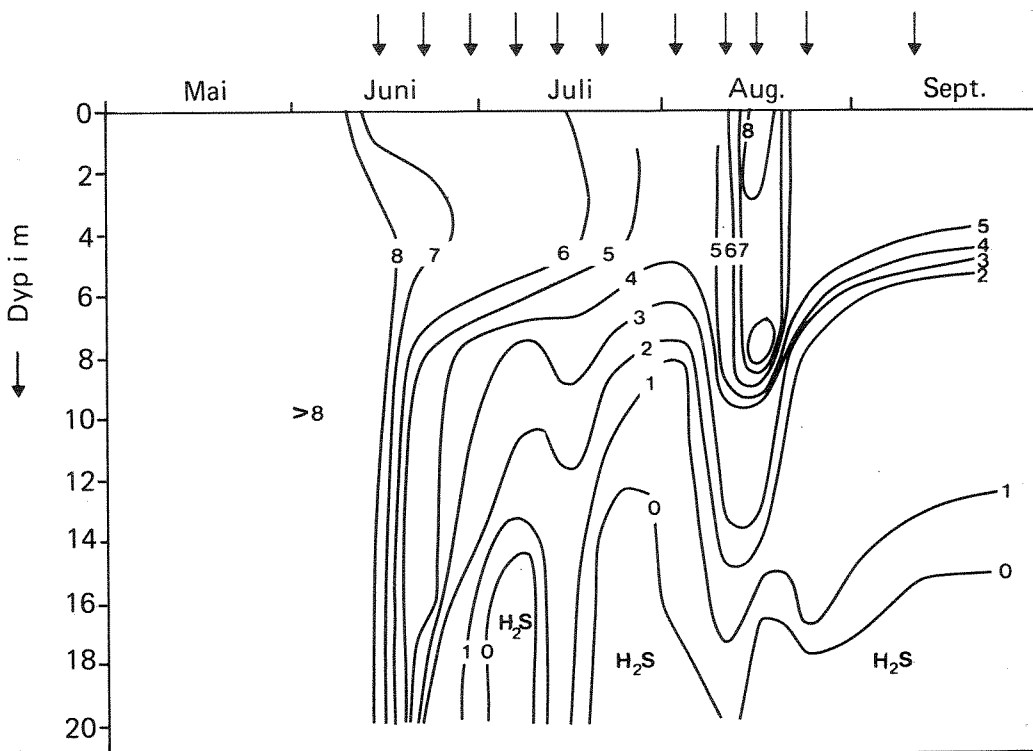
Med hensyn til effekter på laksefisk støtter vi oss til Grande (1980) som angir at pH i området 5,0-6,0 "Sannsynligvis ikke (er) skadelig for noen art med mindre konsentrasjonene av karbondioksyd overstiger 20 mg/l eller vannet inneholder jernsalter som felles ut som jernhydroksyd". Konsentrasjonen av CO<sub>2</sub> og jernsalter er ikke kjent, men det synes lite sannsynlig at de kan bidra til å skape problemer.

Målinger ble utført i 0,5 m og 2 m dyp på st. SB og st. S1. Resultatene for 0,5 m dyp er vist i figur 2.5. Ved tre anledninger ble det målt betenkelig lave pH-verdier. For disse tidspunkter er verdien i 2 m oppført i parentes. Den 10. august var altså pH  $\leq$  4,5 ned til minst 2 m dyp. SFTs kontrollseksjon i nedre Telemark har vurdert om tilfellene med lav pH skyldes unormale utslipp fra Union A/S, uten å finne noen sammenheng.

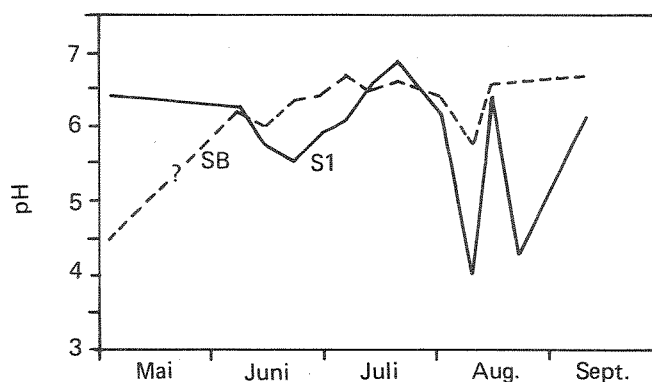
Hvor ofte situasjoner med lav pH inntreffer og hvor langvarige de er, vet vi lite om. Det er imidlertid ikke tvil om at pH-verdier i området 4-4,5 kan gi skadelige effekter på fisken og virke negativt på lakseoppgangen. Til sammenligning nevnes at forsøk i Otra har gitt laksedød ved pH 5-5,5 (Grande & Wright 1984), som tyder på at laksen kan være mer ømfintlig enn antatt av Grande (1980).



Figur 2.3 Oksygenkonsentrasjoner (ml O<sub>2</sub>/l) på st. SB 1984. Piler angir tidspunkt for prøveinnsamling.



Figur 2.4 Oksygenkonsentrasjoner (ml O<sub>2</sub>/l) på st. S1 1984. Piler angir tidspunkt for prøveinnsamling.

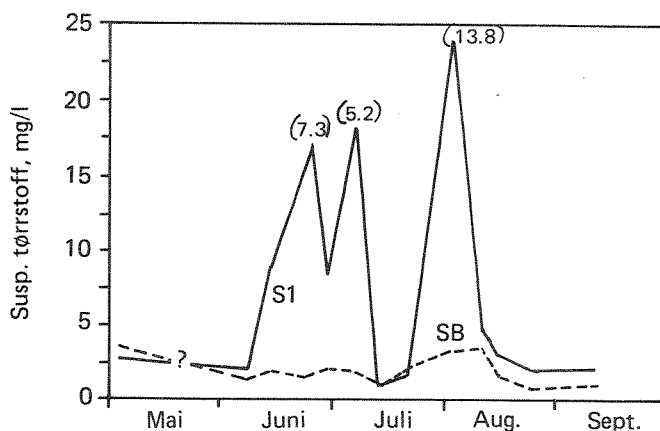


Figur 2.5 Vannets surhetsgrad (pH) i 0,5 m dyp på st. SB og st. S1.

### Suspendert materiale (SPM)

I følge EIFAC (1964) er det ikke sannsynlig at konsentrasjoner av suspendert materiale under 25 mg/l kan ha skadelige effekter overfor ferskvannsfisk, selv over lang tid.

Aritmetrisk middelværdi for målinger i 0,5 og 2 m dyp på st. SB og st. S1 er vist på figur 2.6. Ved tidspunktene for ekstremverdiene på st. S1 er verdiene i 2 m dyp satt i parentes. Vi ser at når ekstremverdier oppstår, vil laksen likevel kunne finne akseptabel vannkvalitet (inkl. SPM) ved å svømme i 2-3 m dyp.



Figur 2.6 Konsentrasjoner av suspendert tørrstoff på st. SB og st. S1 (gjennomsnitt for 0,5 og 2 m dyp).

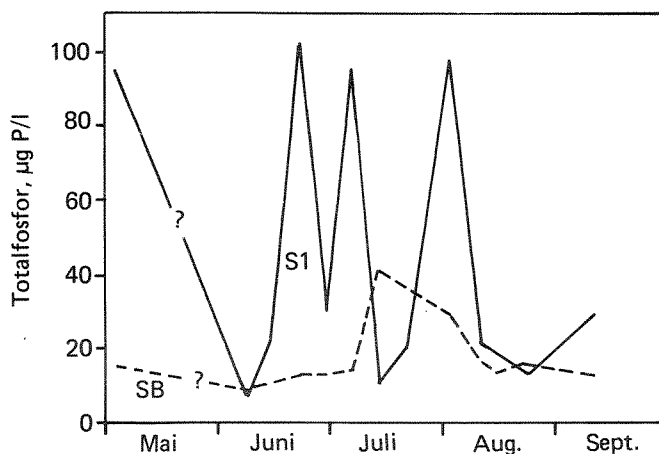
SFTs kontrollseksjon i nedre Telemark har undersøkt om tilfellene med høye konsentrasjoner av SPM skyldes unormalt store utslipp fra Union A/S, uten å finne noen sammenheng. Den mest sannsynlige årsaken til disse ekstremverdiene må dermed være uvanlig dårlige fortynnings- og



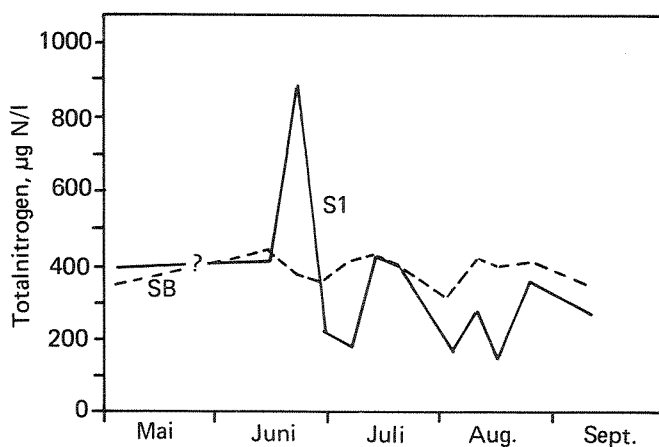
spredningsforhold ved de aktuelle tidspunktene. Det er imidlertid interessant å se de lave konsentrasjonene som ble målt 13.7 og 20.7 under fellesferien på Union A/S. Vannføringen var da liten, henholdsvis ca.  $80 \text{ m}^3/\text{s}$  og ca.  $120 \text{ m}^3/\text{s}$ .

### Fosfor og nitrogen

Resultatene for 0,5 m dyp på st. SB og S1 er vist på figur 2.7-2.8. Variasjonene på st. S1 er store, som man må vente på en stasjon som i vekslende grad påvirkes av avløpsvann fra Union A/S og kommunalt kloakkvann fra Skien. Resultatene tyder på at det først og fremst er fosforkonsentrasjonene som øker på grunn av disse utslippene.



Figur 2.7 Konsentrasjoner av totalfosfor i 0,5 m dyp på st. SB og st. S1.



Figur 2.8 Konsentrasjoner av totalnitrogen i 0,5 m dyp på st. SB og st. S1.

### Lakseoppgang i 1984

Liksom i 1983 ble tellingen av laks på vei opp vassdraget gjennomført av Fiskerikonsulent T. Kildal ved Fylkesmannens miljøvernavdeling og Grenland Sportsfiskerforening. Telling 1-4 ganger ukentlig foregikk ved laksetrappa ved Klosterfoss i tidsrommet 25.6. - 18.10.1984.

I dette tidsrommet ble det telt 139 laks, mot 186 laks i 1983. Tar vi i betraktning at det totale antall laks i 1983 er anslått til 500-600 (Kildal 1984), må vi anta at antallet i 1984 sannsynligvis lå i intervallet 400-500. Kildal vurderte forøvrig 1983 som et år med god lakseoppgang.

Et tilfelle av fiskedød ble rapportert 1. august da et lynnedslag stoppet kraftstasjonen ved Klosterfoss og vannføringen gikk ned til 55 m<sup>3</sup>/s. Fisken ble funnet helt inntil Klosterfossen. Vannprøver ble først tatt 2. august, og resultatene fremgår av figur 2.5-2.8. Tallene gir ingen sikre holdepunkter, men en mulig årsak er at suspendert materiale har tettet til gjellene til fisken.

#### 2.4. Konklusjon

Laksetellingen ved Klosterfoss i 1984 tyder på at noe færre laks vandret opp vassdraget enn i foregående år. De ukentlige målingene viste ved ett tidspunkt så lave pH-verdier i ned til 2 m dyp at negative effekter på fiskebestanden synes sannsynlig. Ved to andre tidspunkt ble det også funnet betenkelig lave pH-verdier, men da bare i 0,5 m dyp.

Ved flere tidspunkt ble det målt høye konsentrasjoner av suspendert materiale. Konsentrasjonene var ikke høye nok til å kunne gi akutte effekter på fisk. Det er imidlertid ikke usannsynlig at høyere konsentrasjoner kunne opptre på andre tidspunkt og evt. nærmere Union A/S.

I denne sammenheng synes derfor sporadisk lav pH og evt. episoder med høye konsentrasjoner av suspendert materiale å være de mest kritiske vannkvalitetsparametrene. Disse parametrene bør fortsatt overvåkes, og man må forsøke å finne årsaken til de lave pH-verdiene.

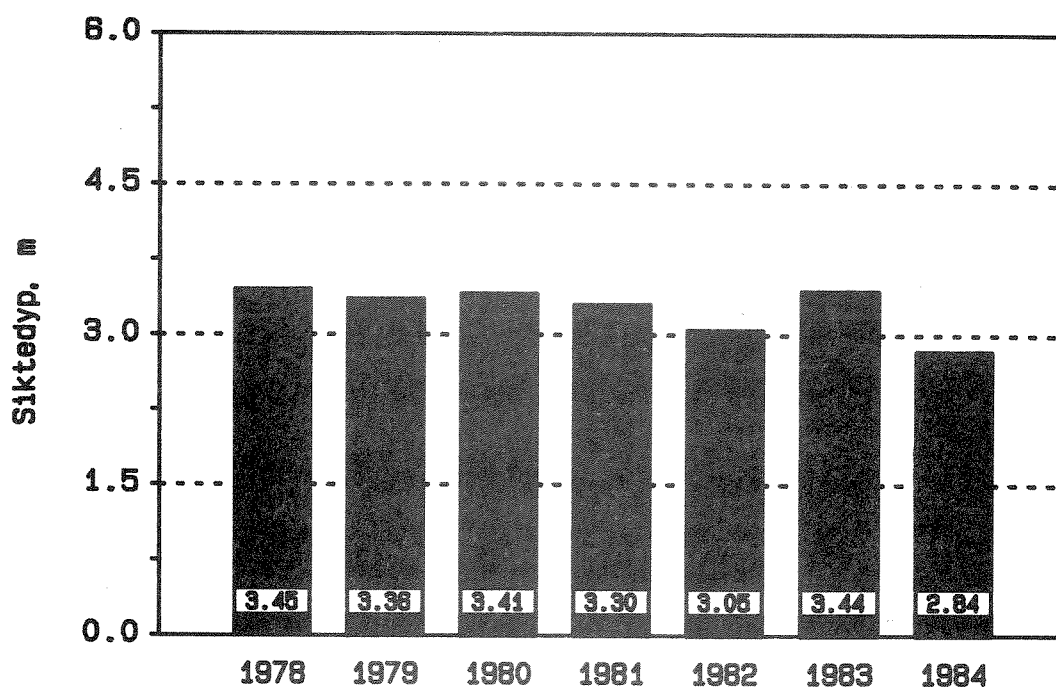
### 3. SIKTEDYPMÅLINGER I FRIERFJORDEN

På st. BC1 i Frierfjorden har Porsgrunn Havnevesen målt siktedypet 3-5 ganger pr. måned siden august 1976. Vi har valgt å sammenligne 1984-målingene med tidsrommet 1978-83 (6 år) fordi siktedypet endret seg litt de foregående år.

Figur 3.1 viser aritmetiske årsmidler for 1978-84. Med unntak for 1982 var siktedypet i 1984 signifikant dårligere enn de foregående seks år ( $p < 0,05$ , t-test og Mann-Whitney test).

NIVA: 1985 - 4-29

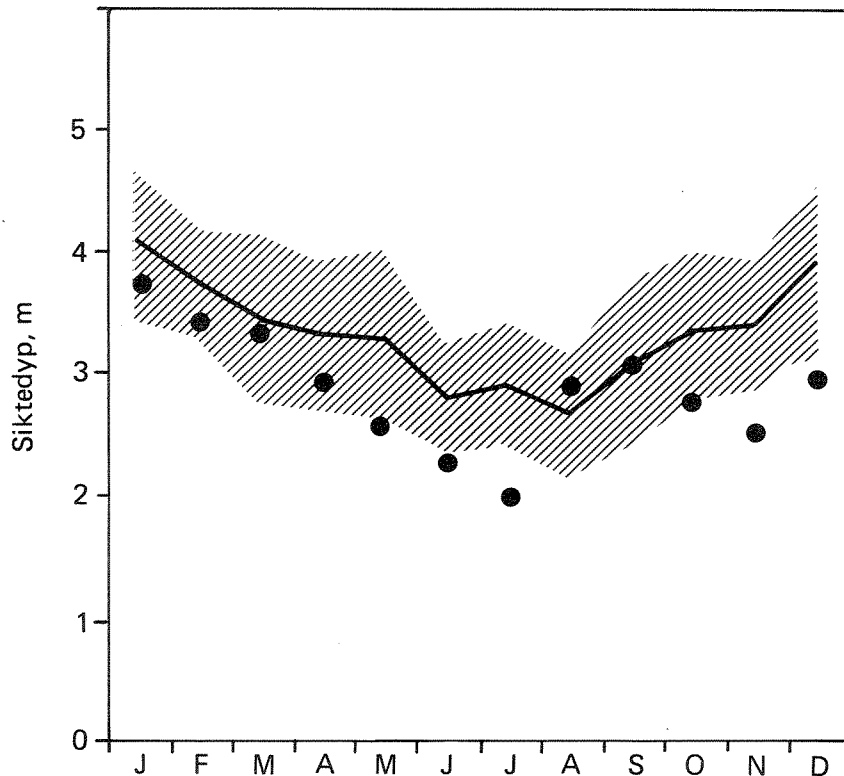
#### SIKTEDYP FRIERFJORDEN Årsmidler



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

Figur 3.2 viser månedsmidler for 6-års serien (1978-83) sammen med månedsmidler for 1984. Spredningen i 6-årsserien er antydnet med et standardavvik på begge sider av middelverdiene. Med unntak for mars,

august og september var siktedypet uvanlig dårlig i alle måneder i 1984. De lave verdiene i vinterhalvåret viser at dette ikke alene er et resultat av økt primærproduksjon, men eventuelt også annet partikulært materiale og oppløst stoff som gir farge.



Figur 3.2 Siktedyp på st. BC1, Frierfjorden. Midlere siktedyp for hver måned i 1984 ( $n = 3-5$ ) er plottet sammen med midlere månedlig siktedyp for tidsrommet 1978-1983. Ett standardavvik på begge sider av verdiene for 1978-1983 er angitt med skravur.

Næringsmiddelkontrollen i Porsgrunn utfører siktedypsmålinger i Eidangerfjorden under badesesongen. Deres målinger for 1984 viste et midlere siktedyp på 2,40 m ( $n = 10$ ) mot 2,85 m og 2,75 m for henholdsvis 1982 og 1983.

Vi har vært i kontakt med SFTs kontrollseksjon i nedre Telemark, men de har ikke kjennskap til utslippsøkninger i 1984 av en slik størrelse at de alene forklarer nedgangen i siktedypet. Men det bør nevnes at PEA i 1984 hadde et midlere utslipp på ca. 1600 kg partikulært materiale pr. døgn, mot ca. 480 kg/d i 1983. Utslippet er overflateutslipp til Skienselva; materialet er mørkt og finfordelt.

#### 4. OKSYGENFORHOLDENE I FRIERFJORDEN OG LANGESUNDFJORDEN

Den 4. mai og 19. november 1984 ble temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold målt fra overflate til bunn på st. BB1 og st. BC1 i Frierfjorden og st. FG1 i Langesundsfjorden. Hensikten med målingene i mai var å undersøke om det hadde skjedd en dypvannsutsiftning i Frierfjorden i løpet vinter-vår. I november var hensikten primært å observere oksygenforholdene i Langesundsfjorden mot slutten av en stagnasjonsperiode.

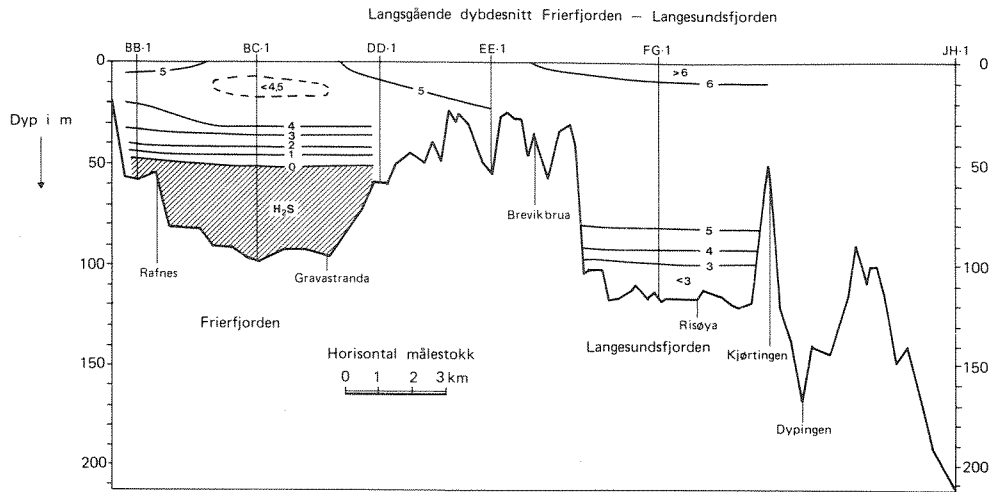
Resultatene av målingene er vist på figur 4.2.-4.3. For helhetens skyld er tilstanden i november 1983 vist i figur 4.1. I løpet av våren 1984 har det foregått en stor dypvannsfornyelse i Frierfjorden, sannsynligvis av samme omfang som i 1974 og 1977 (ca. 80 % nytt vann). Rester av gammelt dypvann kan ses som et oksygenminimum i ca. 10-30 m dyp.

Som et resultat av samme innstrømming av kystvann var det gode oksygenforhold på st. FG1 i Langesundsfjorden. I 105 m dyp var saltholdigheten 35,02 ‰, og tettheten  $\sigma_t = 27,50$ . Dette er de høyeste verdiene som har blitt målt siden undersøkelsene begynte i mars 1974.

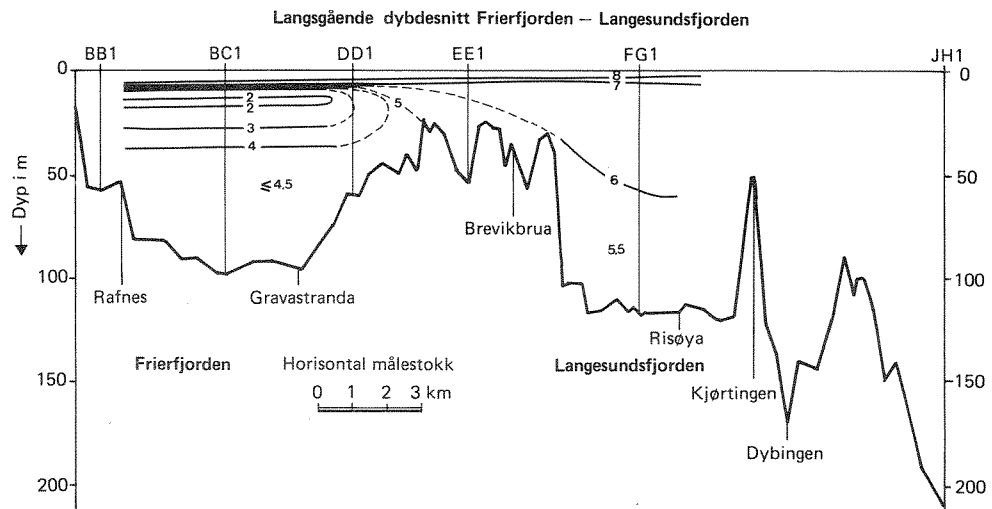
Målingene i november viser en karakteristisk høst-situasjon. I 50-80 m dyp i Frierfjorden lå konsentrasjonene i området 2,1-1,5 ml O<sub>2</sub>/l, som er noe høyere enn det som ble registrert etter noenlunde tilsvarende dypvannsutsiftninger i 1974 (0,5-1,3 ml O<sub>2</sub>/l) og i 1977 (1,5-1,8 ml O<sub>2</sub>/l).

Dette indikerer at oksygenforbruket i 1984 var mindre enn i 1974 og 1977. Utslippstallene for organisk stoff (BOF<sub>7</sub>) og plantenæringsalter peker i samme retning, figur 1.2.

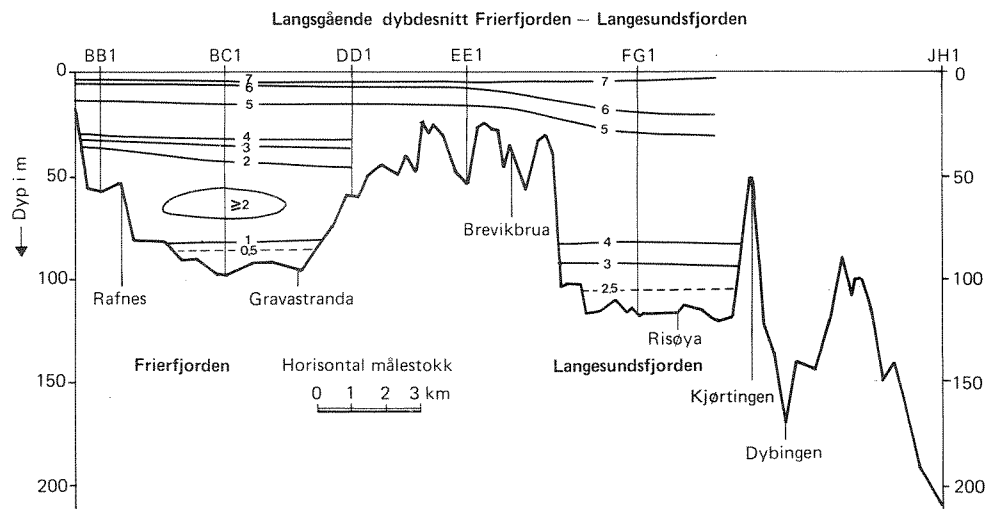
I Langesundsfjorden ble det påvist 2,5 ml O<sub>2</sub>/l (30 % metning) i 105 m dyp. Dette tilsvarer nivåene i november 1980 og november 1983, og stemmer således med beregninger som tyder på at oksygenforbruket nær bunnen på denne stasjonen ikke har endret seg vesentlig de seneste 10 år (Rygg et al. 1983).



Figur 4.1 Oksygenkonsentrasjoner (ml O<sub>2</sub>/l) i Friierfjorden og Langesundfjorden 28. november 1983.



Figur 4.2 Oksygenkonsentrasjoner (ml O<sub>2</sub>/l) i Friierfjorden og Langesundfjorden 4. mai 1984.



Figur 4.3 Oksygenkonsentrasjoner (ml O<sub>2</sub>/l) i Friierfjorden og Langesundfjorden 19. november 1984.

## 5. MILJØGIFTER I BLÅSKJELL

Blåskjell for analyse av innhold av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) ble samlet inn 30. august og 8. november 1984. Prøvene ble tatt på følgende stasjoner (figur 5.1).

- A 9 Øya, Brevik
- A 6 Risøyodden, Langesundsfjorden
- A 3 Båteberget, Helgerofjorden

Fra og med 1985 blir blåskjell samlet på Croftholmen (C1) i stedet for på A9, og det blir tatt månedlige prøver.

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 (tabell 5.1).

Tabell 5.1. Blåskjellprøver samlet i 1984 og analysert for PAH-innhold.

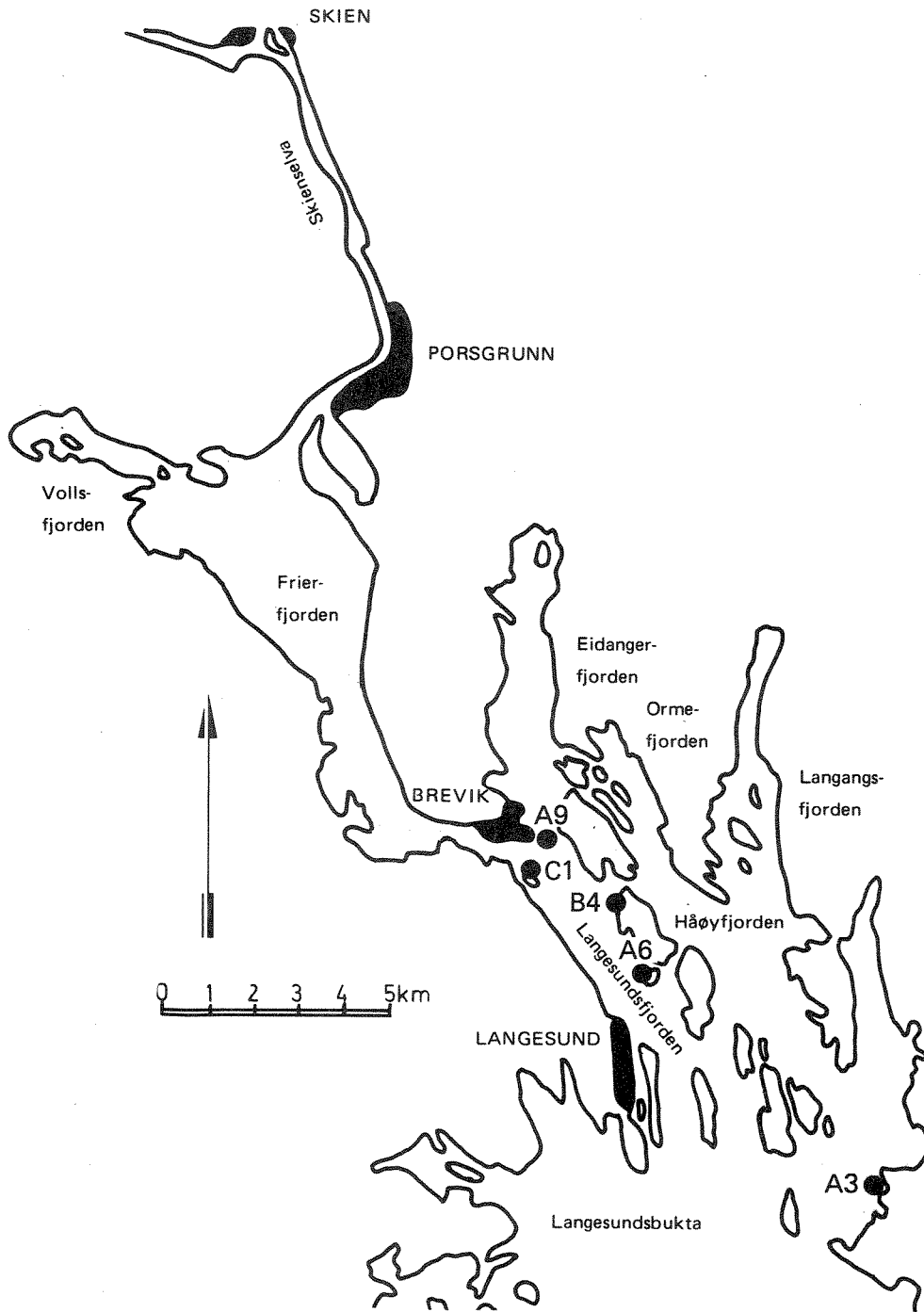
Stasjon	Dato	Ant. skjell (cm)	Skjellenes lengde
A3	30.08.84	50	5-8
A3	08.11.84	30	4-5
A6	30.08.84	50	4-6
A6	08.11.84	58	4-5
A9	30.08.84	50	4-7
A9	08.11.84	56	4-5

Rådata fra 1984-registreringene finnes i tabell I-II, Vedlegg, hvor også summen av PAH og kreftfremkallende PAH-forbindelser innen gruppen KPAH <sup>1)</sup> er vist. Figur 5.2-5.4 viser PAH i blåskjell i tiden 1980-84. 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).

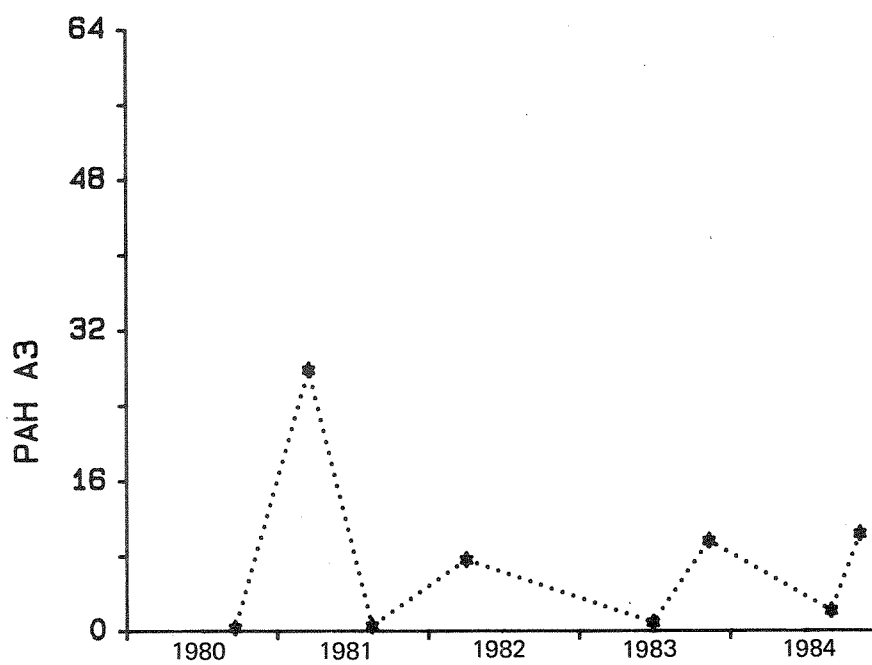
---

1) 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 \*\*\* og summeringen forklart i vedleggstabellene I/II.

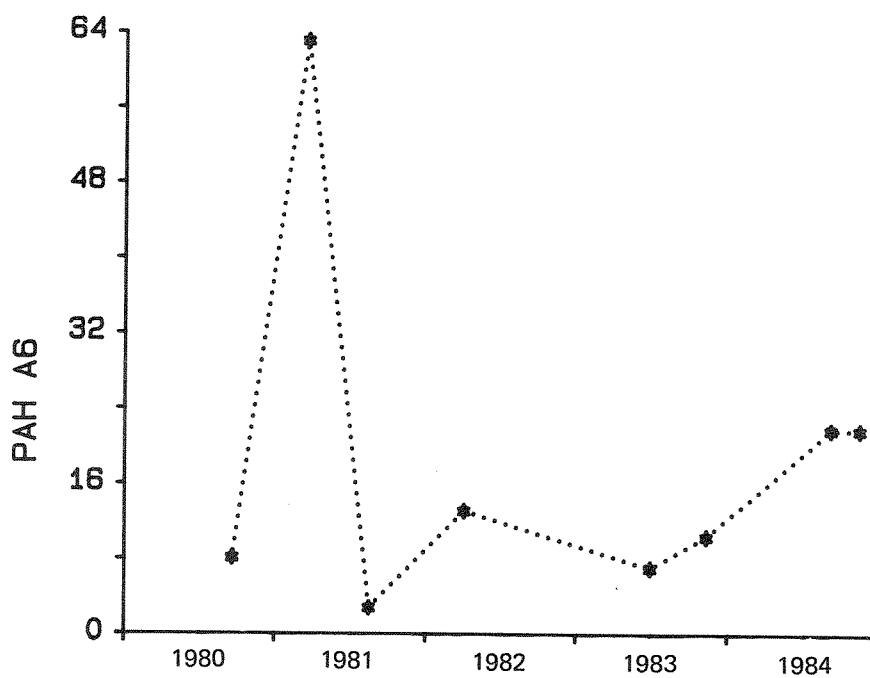




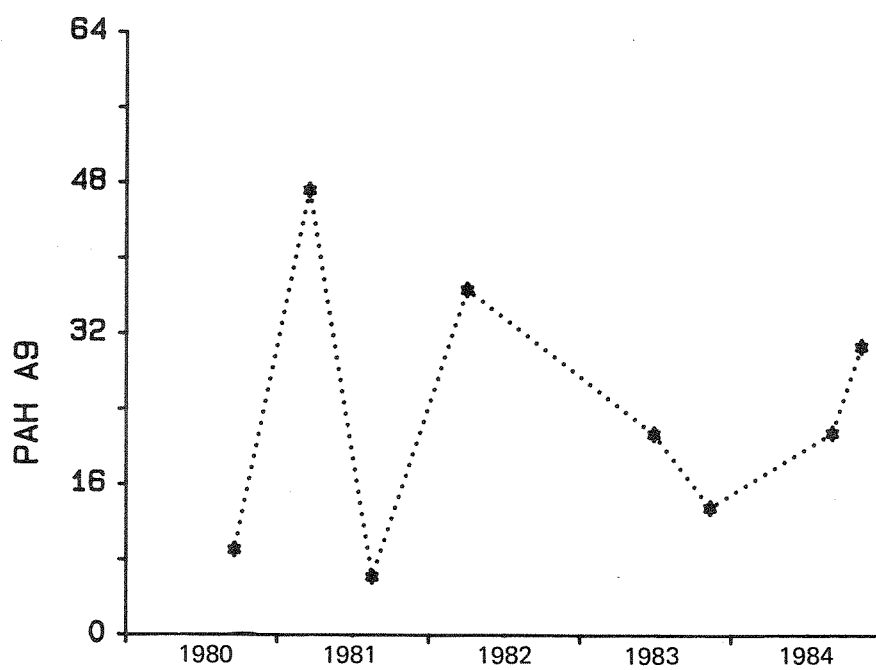
Figur 5.1 Stasjoner for innsamling av blåskjell.



Figur 5.2 Konsentrasjoner av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell fra Helgeroa (A3) 1980-1984, mg/kg (ppm) tørrvekt.



Figur 5.3 Konsentrasjoner av polisykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell fra Risøyodden/Bjørkøya (A6/B4) 1980-1984, mg/kg (ppm) tørrvekt.



Figur 5.4 Konsentrasjoner av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell fra Brevik (A9) 1980-1984, mg/kg (ppm) tørrvekt.

Det er konstatert høye PAH-konsentrasjoner i blåskjell fra alle lokalitetene, men høyest i Brevik-Langesund-området (A9, A6 og B4). Siden undersøkelsene startet i 1980 har konsentrasjonene variert mellom 1 og 400 ganger en antatt "normalkonsentrasjon" på 0,5 - 1,0 mg/kg (Knutzen & Sortland 1982).

De store variasjonene fra tidligere (1980-83) og den lave observasjonshyppighet umuliggjør noen vurdering av eventuelle utviklingstendenser og en nærmere karakteristikk av de "midlere" forhold i de undersøkte områder. 1984-resultatene bekrefter imidlertid at betydelige PAH-mengder 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 er 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 2,6 tonn, mot 1-2 tonn pr. år ifølge 1980-81 målingene, 6 tonn ifølge 1982-målingene og 10 tonn i følge 1983-målingene. Siden PAH-dannelsen kan variere med produksjonsmessige forhold på smelteverket, bør denne kartleggingen ha en hyppighet som muliggjør å fange opp eventuelle variasjoner i utslippene. 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 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 innhold (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.

Selv om utslippene av heksaklorbenzen (HCB) etc. er blitt sterkt redusert, er det fremdeles betydelige overkonsentrasjoner av HCB i blåskjell fra Brevikfjorden. Blåskjell fra Croftholmen (C1, fig. 5.1), samlet og analysert av Norsk Hydro i 1984, inneholdt 0,10-0,64 mg HCB/kg tørrvekt (Haver 1985). Dette var noe lavere enn i 1983. Tilnærmet "bakgrunnskonsentrasjon" av HCB i brakkvannspregete områder uten nærliggende punktkilder er fra mindre enn 0,005 til 0,025 mg/kg tørrvekt (Knutzen & Kirkerud 1984).

Innenfor overvåkingsprosjektet for ytre Oslofjord (Joint Monitoring Group) er det analysert tungmetallinnhold i blåskjell fra Risøyodden (A6), samlet 8. desember 1984 (tabell 5.2). Konsentrasjonene av de sju metallene som ble analysert lå alle innenfor normale intervaller i lite til moderat belastete områder (Knutzen 1983).

Tabell 5.2. Tungmetallinnhold (mg/kg tørrvekt) i blåskjell fra Risøyodden (A6) 8. desember 1984 (Kirkerud, upubl.)

Skjellenes lengde	Kvikksølv	Kadmium	Kopper	Mangan	Bly	Sink
2-3 cm	0,22	2,00	5,22	17,0	0,2	135
3-4 cm	0,28	2,05	5,22	24,1	0,2	125
4-5 cm	0,24	1,85	4,11	13,7	0,2	116

## 6. MILJØGIFTER I FISK

I oktober 1984 ble det samlet 56 torsk fra Frierfjorden og 11 torsk fra Eidangerfjorden. Muskel og lever ble undersøkt for henholdsvis kvikksølv og persistente klorerte hydrokarboner av Veterinærinstituttet.

Vi har gjort en statistisk analyse av både 1984-dataene og resultater fra tidligere år fra Frierfjorden. Data fra Veterinærinstituttet, Veterinærhøgskolen, Fiskeridirektoratet og Norsk Hydro er slått sammen og behandlet under ett.

### 6.1. Data-materialet

Det foreligger data for ialt 594 torsk fra Frierfjorden, fanget i årene 1968 til 1984.

Tabell 6.1 viser hvilke data som er brukt. For endel fisk mangler noen av opplysningene.

Tabell 6.1. Oversikt over analysedata for miljøgifter i torsk fra Frierfjorden (HCB = heksaklorbenzen, OCS = oktaklorstyren, DCB = dekaloribifeny1, Hg = kvikksølv)

Variabel	Antall fisk med verdi på denne variabelen:
Dato	594
Vekt	594
HCB i lever	462 (fra 1975)
OCS i lever	162 (fra 1975)
DCB i lever	344 (fra 1975)
Hg i filet	588 (fra 1968)

## 6.2. Gruppering i tid

Data er  $\log_{10}$ -transformert og gruppert i årsperioden fra 1.7. til 30.6. Hver periode er identifisert med årstall for 1. halvår i perioden, slik at f.eks. 1.7.68-30.6.69 er benevnt som periode 68.

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

## 6.3. Vekt-korrigering

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 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 års-verdiene. Hver års-verdi er gitt en vekt  $1/SD^2$ , hvor SD = standard avvik for års-verdien på regresjonskoeffisienten. Det gir det mest nøyaktige estimatet.

Analysen ga følgende resultat:

$$\begin{aligned}\log(\text{HCB}) &= \log(\text{HCB}_1) + (0,71 \pm 0,18) \cdot \log(\text{vekt}) \\ \log(\text{OCS}) &= \log(\text{OCS}_1) + (0,77 \pm 0,15) \cdot \log(\text{vekt}) \\ \log(\text{DCB}) &= \log(\text{DCB}_1) + (0,52 \pm 0,14) \cdot \log(\text{vekt}) \\ \log(\text{Hg}) &= \log(\text{Hg}_1) + (0,56 \pm 0,07) \cdot \log(\text{vekt})\end{aligned}$$

hvor koeffisientene er gitt med ca. 95 % konfidens-grenser (Estimatet er antatt tilnærmet normalfordelt, med standardavvik =  $1/\sum_i (SD_i^{-2})$ )

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



Resultatet avviker litt fra vanlig kovarians-analyse, idet den fremgangsmåten som er brukt legger større vekt på de regresjonslinjene hvor data har liten spredning. Det kan gi et riktigere resultat dersom det for enkelte år er stor spredning fordi materialet er satt sammen fra flere populasjoner på grunn av vandring av fisk, med ulikheter i vekt-fordeling eller regresjonskoeffisienter for del-populasjonene.

Koeffisientene er imidlertid også beregnet som for vanlig kovariansanalyse, og forskjellen er innenfor usikkerheten.

$\log_{10}$ -verdiene er så korrigert for vekt etter formlene ovenfor, og omregnet til fisk på 1 kg.

#### 6.4. Analyse av vekt-korrigerte data

##### Variasjon mellom årsperioder -----

For hver variabel er det utført variansanalyse på vekt-korrigerte  $\log_{10}$ -verdier, klassifisert etter årsperiode. Denne analysen gir for alle tre variabler en klar forskjell mellom enkelte årsperioder, med signifikans-nivå  $\ll 0,01$ .

På grunnlag av varians-analysen er det i figur 6.1-6.4 tegnet årsmiddel med 95% konfidensintervall som funksjon av årstall. Årsmiddel er beregnet som aritmetisk middel av  $\log_{10}$ -verdier, med konfidensgrenser ut fra antatt log-normal fordeling av konsentrasjonene.

For konsentrasjon tilsvarende dette geometrisk middel, som er definert slik:

n verdier  $x_1, x_2, \dots, x_n$  har geometrisk middel

$$x_g = \sqrt[n]{x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n}$$

og hvis  $\log(x)$  er normalfordelt er nedre og øvre konfidensgrense gitt som  $x_g/f, x_g \cdot f$ , hvor  $f$  er en faktor.

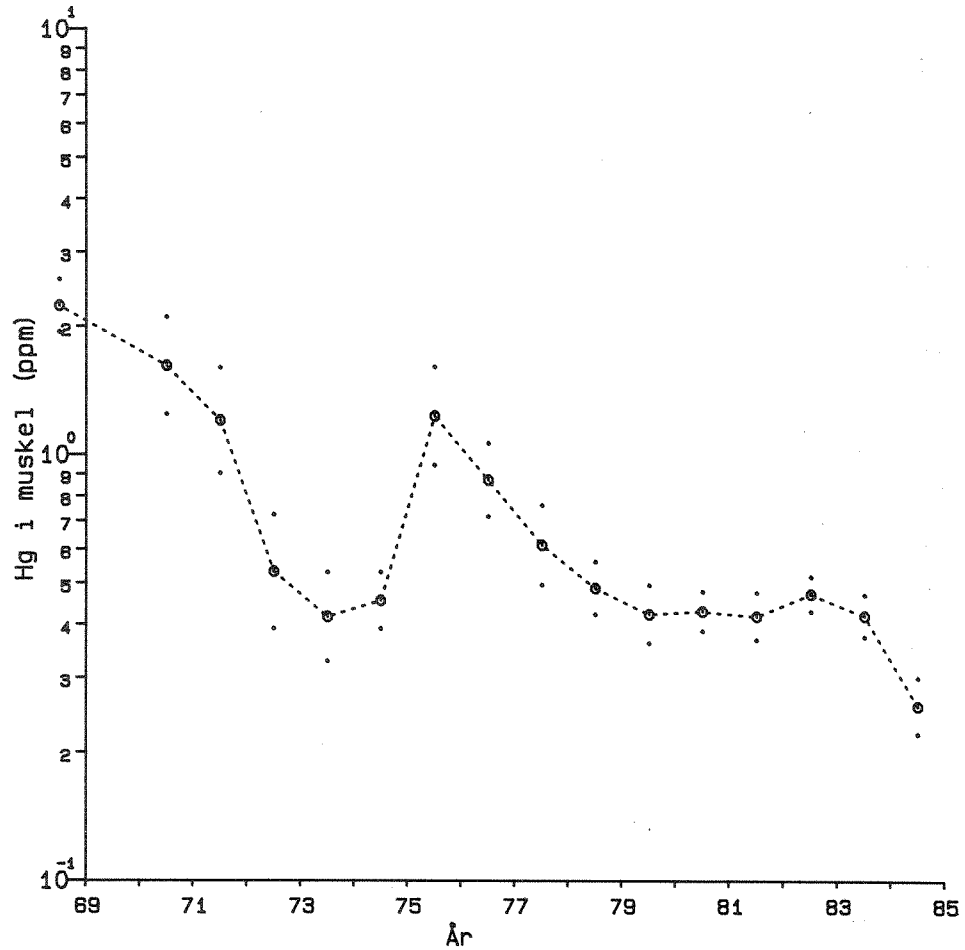
Konfidens-intervallet i figurene er basert på spredningen av resultatene beregnet separat for hvert år, ikke på et felles estimat for spredning innen en årsperiode.

For alle de analyserte miljøgiftene, med unntak for DCB, vises signifikant høyere verdier i 1975 enn i årene etter. En må anta at dette skyldes de reduserte tilførsler til fjordsystemet etter 1975. Verdiene ellers viser jevne endringer fra år til år, og forholdsvis små svingninger fram og tilbake. Gramme (1978, 1980) mener at de lave kvikksølvverdiene i 1972-1974 skyldes at prøvematerialet for en stor del var fisk som nylig hadde vandret inn i Frierfjorden og således ikke var representativt for stasjonær Frierfjordfiske.

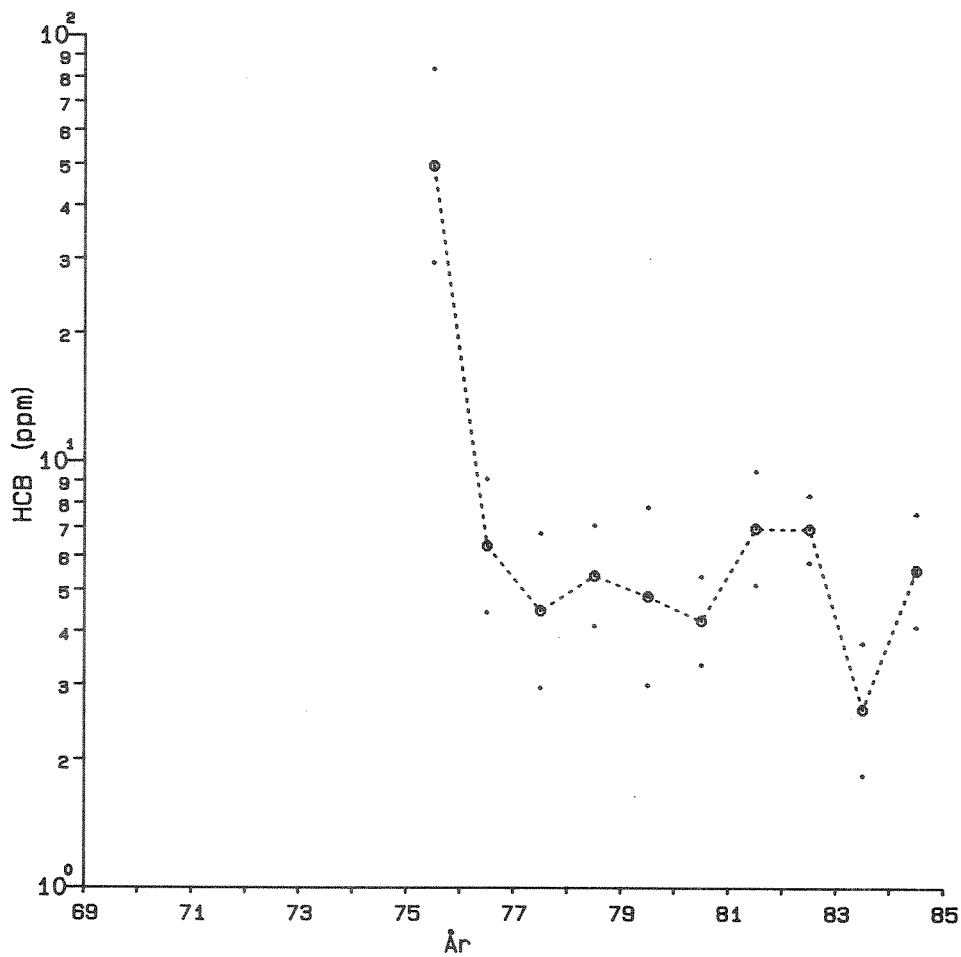
Forrige analyse av HCB-data (Rygg et al. 1984) viste en markert nedgang for 1983. Med flere 1983-data inkludert ble denne nedgangen redusert, og følges av en svingning tilbake mot 1982-nivå i 1984 (figur 6.2). For OCS, DCB og Hg viser plottene en forsterkning fra 1983 til 1984 av den nedgang en kunne spore fra 1982 til 1983. Det er ikke undersøkt spesielt om denne reduksjonen er signifikant (figur 6.1, 6.3, 6.4). For DCB er bildet preget av forholdsvis sterkere svingninger frem og tilbake i årene 1977-1984, og det er ingen åpenbar trend. Det kunne ikke påvises noen nær sammenheng mellom utslippene av HCB og DCB de 6 siste årene og konsentrasjonene i torsk (tabell 6.2). For oktaklorstyren synes det å være en sammenheng dersom det forutsettes en 1-2 års forsinket effekt (langsom akkumulering og utskilling).

Tabell 6.2. Utslipp (kg/år) av heksaklorbenzen (HCB) og oktaklorstyren (OCS) fra Porsgrunn Fabrikker i de 6 siste årene

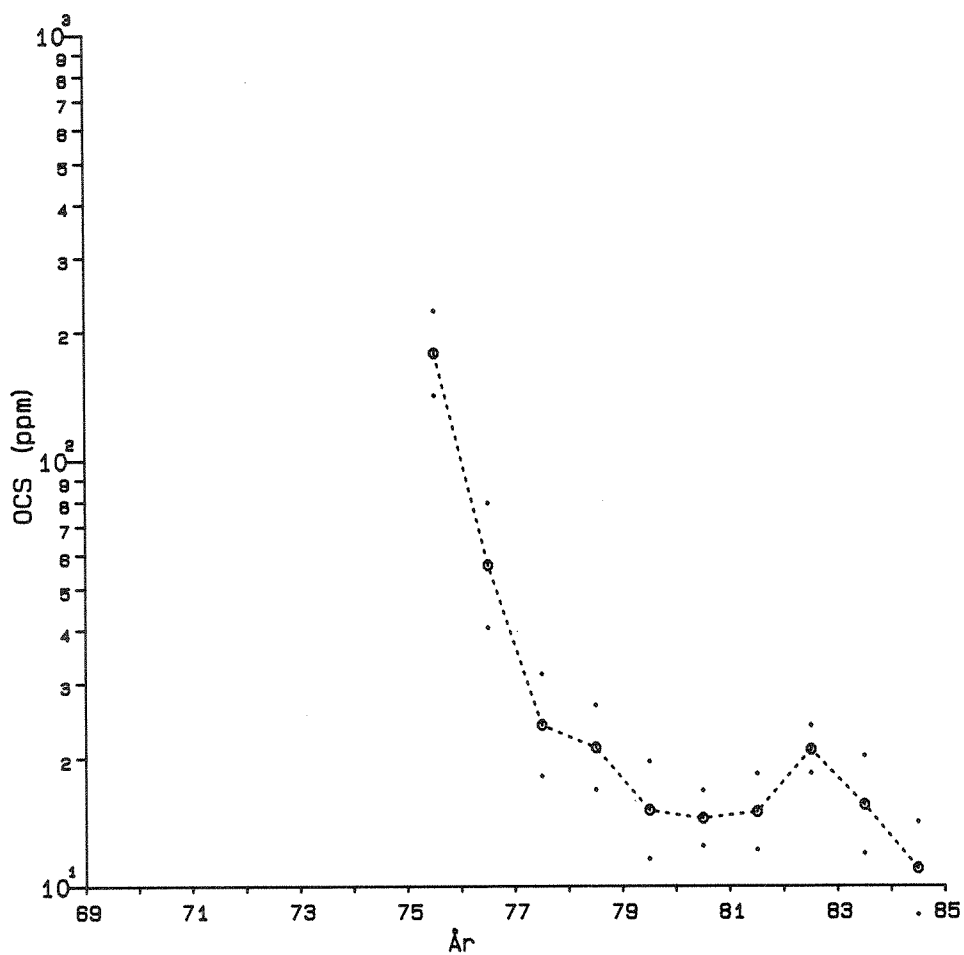
	1979	1980	1981	1982	1983	1984
HCB	479	229	442	442	244	167
OCS	68	36	99	52	62	47



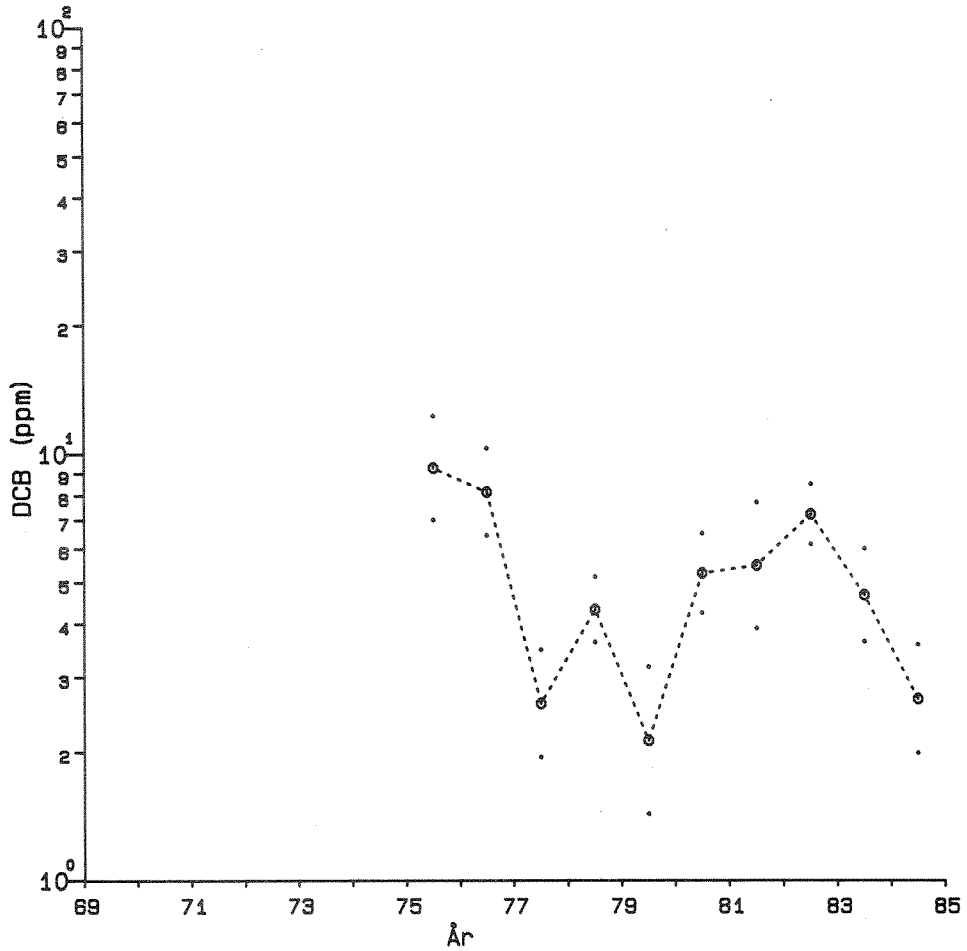
Figur 6.1 Kvikksølvkonsentrasjon i muskel i torsk fra Frierfjorden (mg/kg) våtvekt. Årsgjennomsnitt og 95 % konfidensintervall omregnet til "normalfisk" på 1 kg.



Figur 6.2 Heksaklorbenzenkonsentrasjon i lever i torsk fra Frierfjorden (mg/kg) våtvekt. Årsgjennomsnitt og 95 % konfidensintervall omregnet til "normalfisk" på 1 kg.



Figur 6.3 Oktaklorstyrenkonsentrasjon i lever i torsk fra Frierfjorden (mg/kg) våtvekt. Årsgjennomsnitt og 95 % konfidensintervall omregnet til "normalfisk" på 1 kg.



Figur 6.4 Dekaklorbifenylkonsentrasjon i lever i torsk fra Frierfjorden (mg/kg) våtvekt. Årsgjennomsnitt og 95 % konfidensintervall omregnet til "normalfisk" på 1 kg.

### 6.5. Kumulative frekvensdiagrammer

Data for de to siste perioder er tegnet i kumulativt frekvensfordelingsdiagram (figur 6.9 - 6.16).

1983 = 1.7.83 til 30.6.84

1984 = 1.7.83 til 30.6.85

X-aksen viser vekt-korrigert 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-normalfordeling.

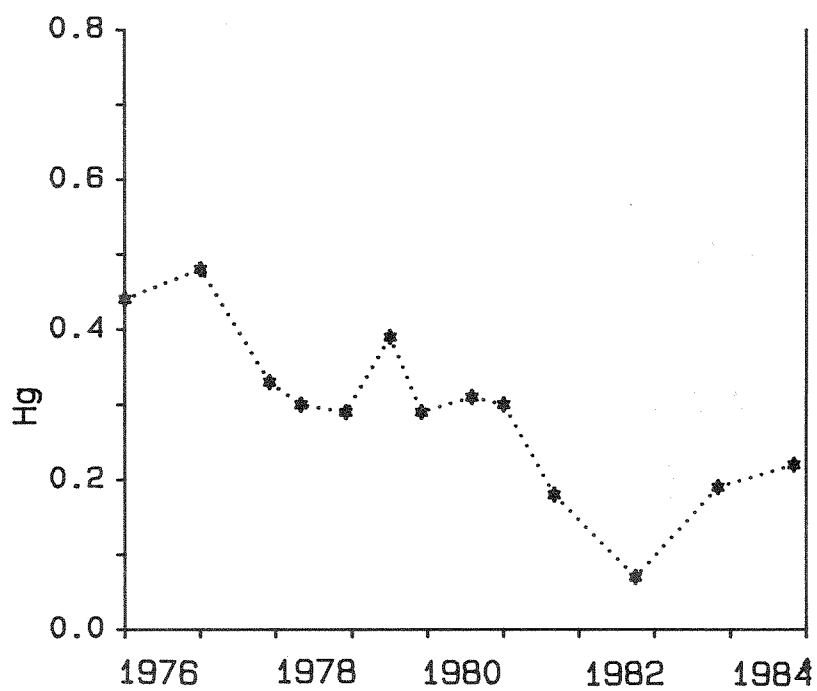
Gramm et al. (1984) tolket avvik fra rettlinjethet i kumulative frekvensfordelingsdiagram for dataene fra Frierfjorden som at to eller flere subpopulasjoner av fisk var representert. Kvikksølv i 1983 og 1984, og DCB i 1984 viser tilnærmet én-populasjonsstruktur, mens HCB og OCS, og mulighens DCB i 1984, viser sammensatt populasjonsstruktur. Dette kan tyde på at fisk med forskjellig forhistorie med hensyn til eksponering for miljøgiftene, var blandet i Frierfjorden.

Gramm et al. (1984) anbefalte at antall fisk for analyse må være så høyt at en testing av forekomsten av subpopulasjoner blir mulig. Et begrenset utvalg (tilhørende én subpopulasjon) vil reflektere det reelle forurensningsnivå på lokaliteten bedre enn hele datasettet vil gjøre.

### 6.6. Eidangerfjorden

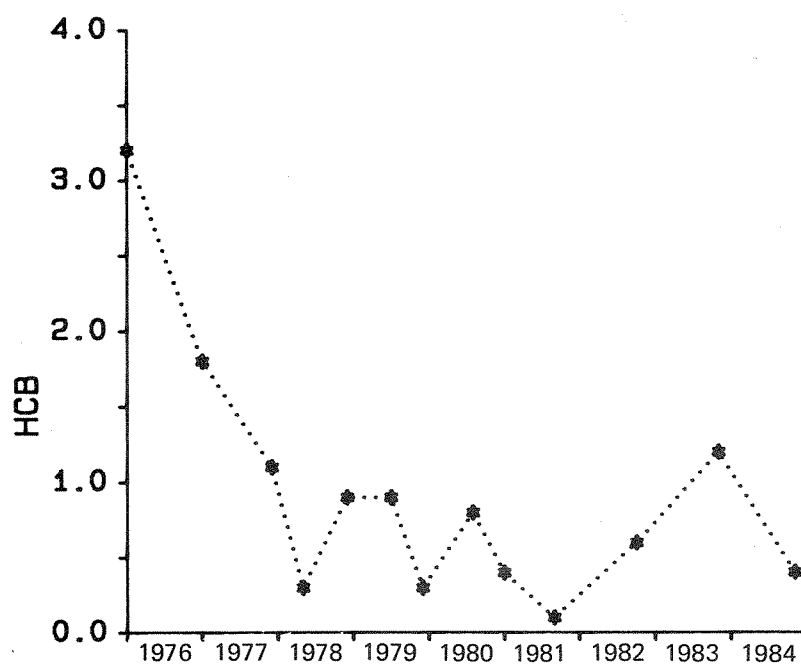
Konsentrasjonen av kvikksølv i muskel av torsk fra Eidangerfjorden har ligget på et moderat og stort sett avtagende nivå siden 1976 (figur 6.5).

Konsentrasjonene av HCB og OCS 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. Figur 6.6 - 6.8 viser medianverdiene, ikke korrigert for fiskens vekt i tidsrommet 1976-1984, for HCB, OCS og DCB.

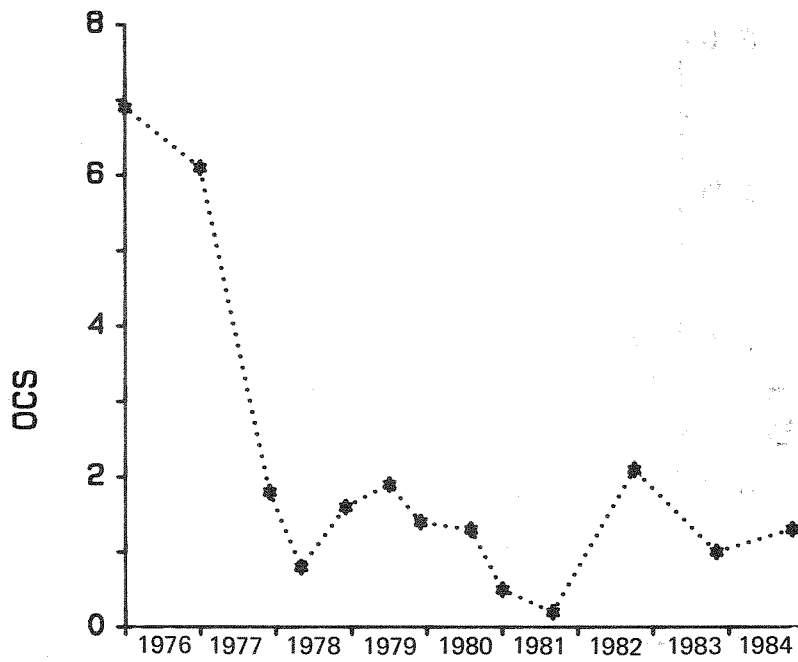


Figur 6.5 Middelerdier for kvikksølvkonsentrasjon i muskel i torsk fra Eidangerfjorden (mg/kg våtvekt). Verdiene er ikke korrigert for fiskens vekt.

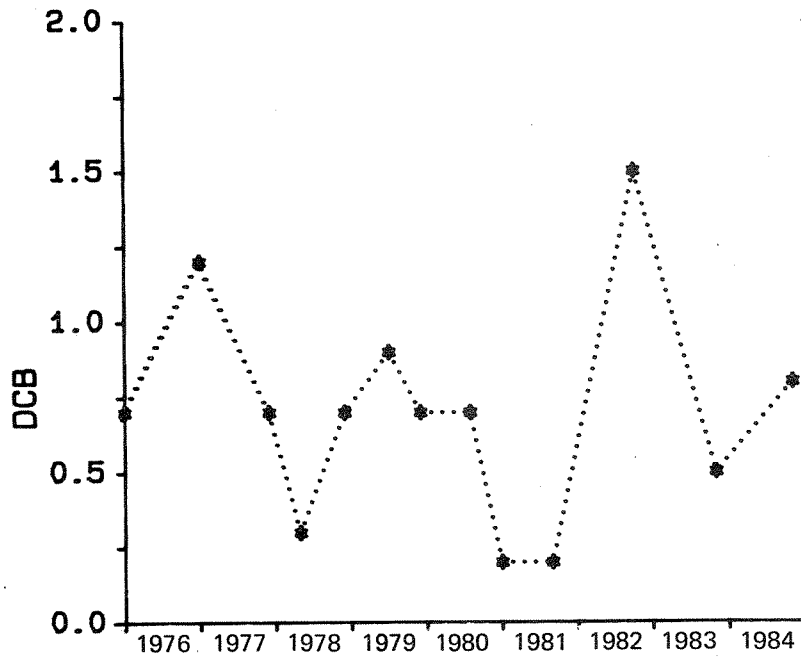




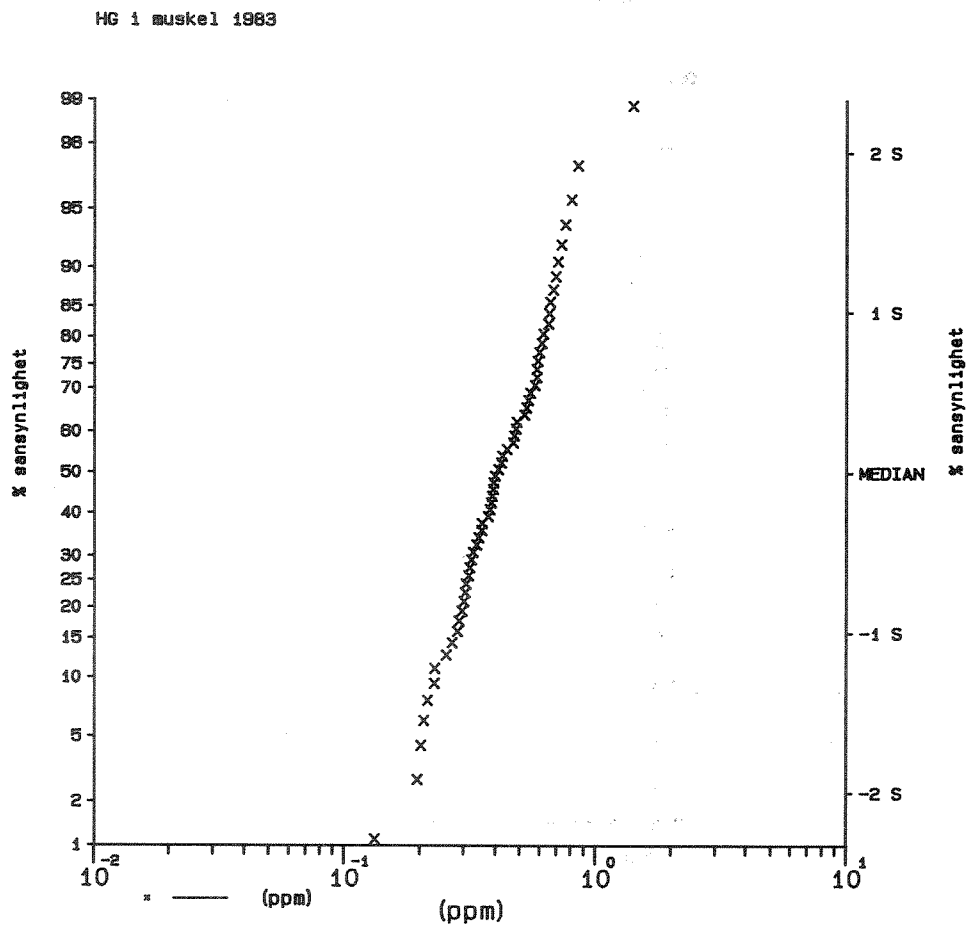
Figur 6.6 Medianverdier for heksaklorbenzenkonsentrasjon i lever i torsk fra Eidangerfjorden (mg/kg våtvekt). Verdiene er ikke korrigert for fiskens vekt.



Figur 6.7 Medianverdier for oktaklorstyrenkonsentrasjon i lever i torsk fra Eidangerfjorden (mg/kg våtvekt). Verdiene er ikke korrigert for fiskens vekt.

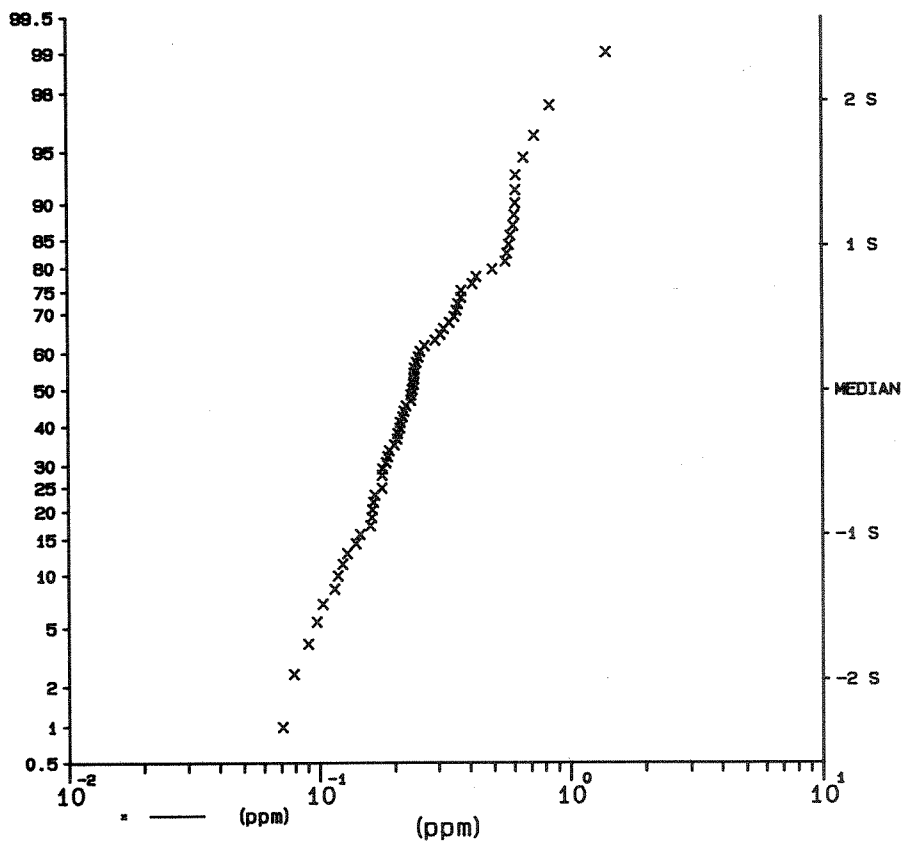


Figur 6.8 Medianverdier for dekaloribifenyolkonsentrasjon i lever i torsk fra Eidangerfjorden (mg/kg våtvekt). Verdiene er ikke korrigert for fiskens vekt.

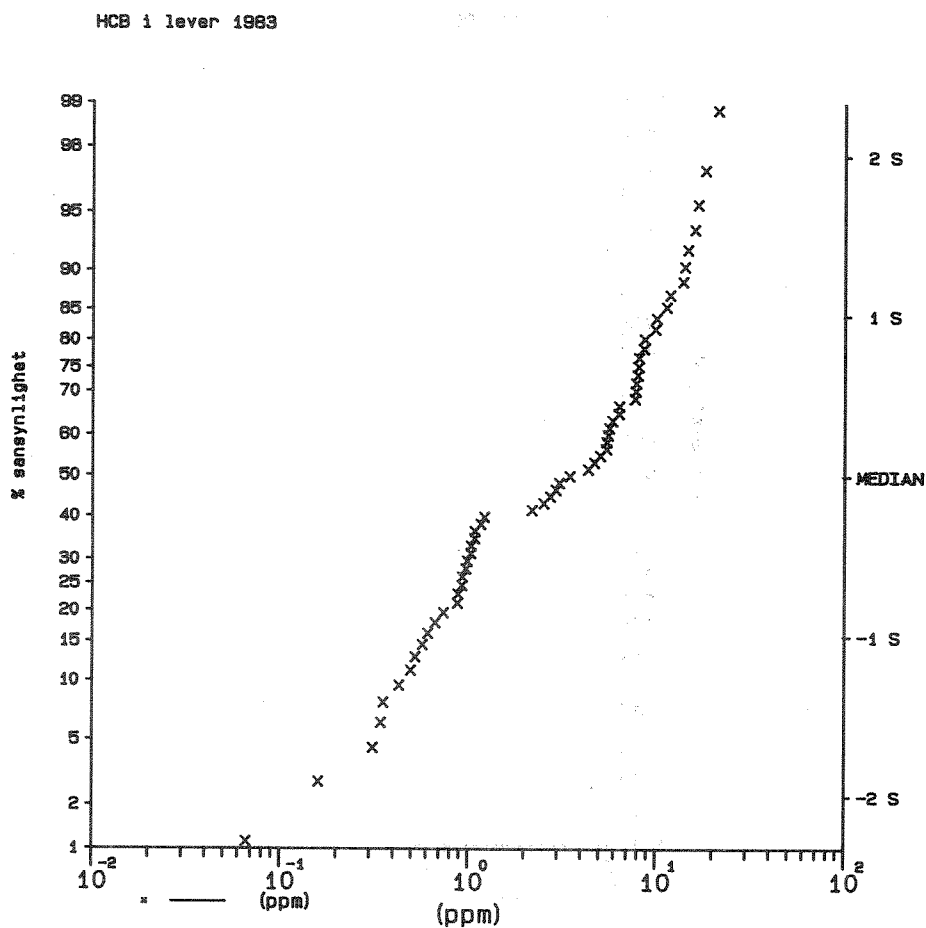


Figur 6.9 Kumulativt frekvensfordelingsdiagram av kvikksølvkonsentrasjoner i muskel i torsk fra Frierfjorden 1983.

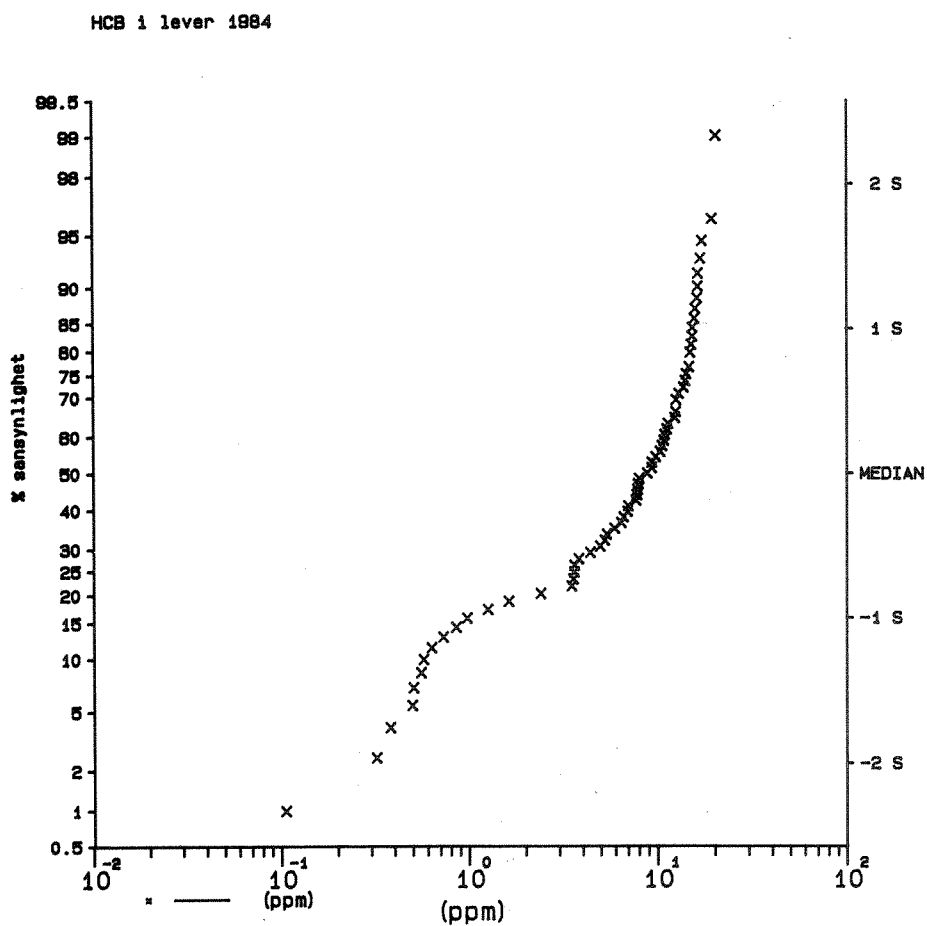
Hg i muskel 1984



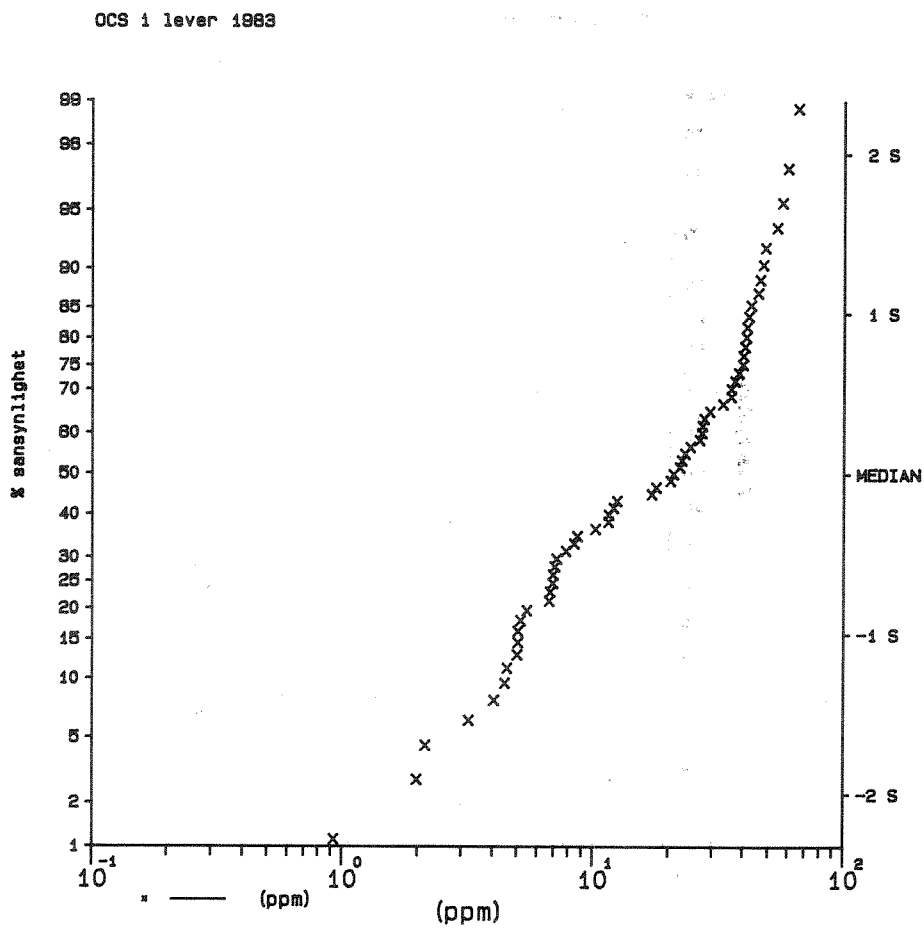
Figur 6.10 Kumulativ frekvensfordelingsdiagram av kvikksølvkonsentrasjoner i muskel i torsk fra Frierfjorden 1984.



Figur 6.11 Kumulativ frekvensfordelingsdiagram av heksaklorbenzen-konsentrasjoner i lever i torsk fra Frierfjorden 1983.

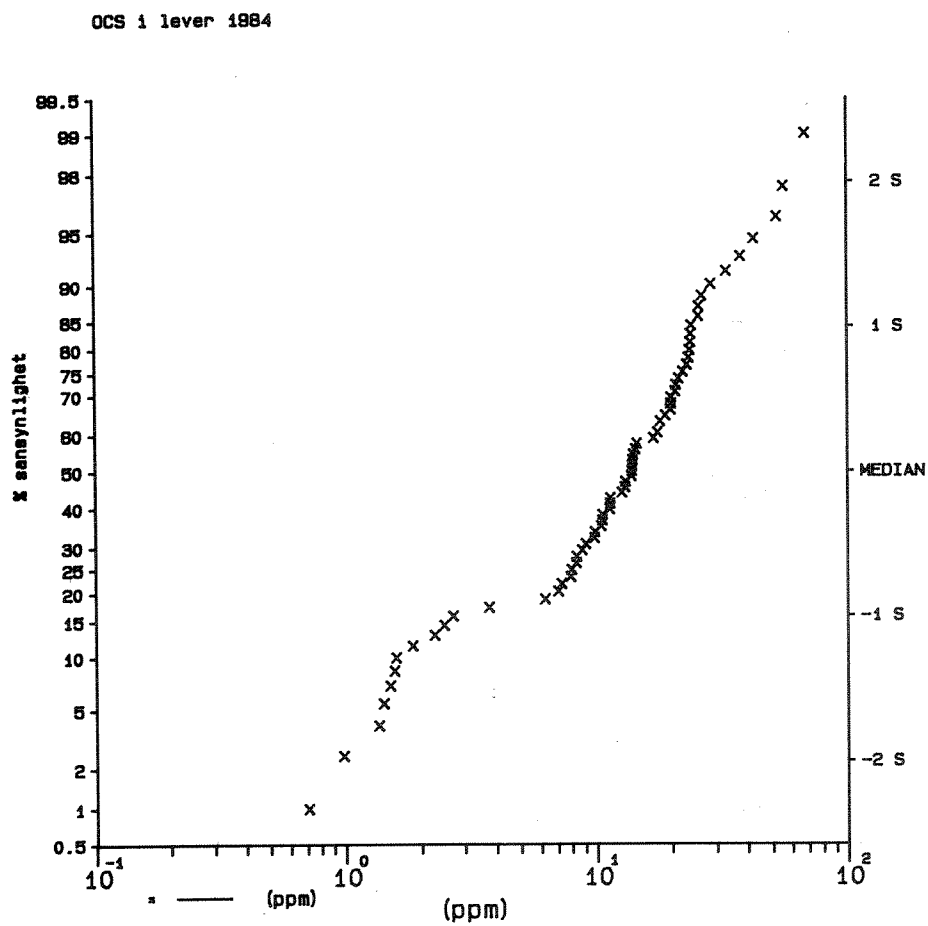


Figur 6.12 Kumulativ frekvensfordelingsdiagram av heksaklorbenzen-konsentrasjoner i lever i torsk fra Frierfjorden 1984.

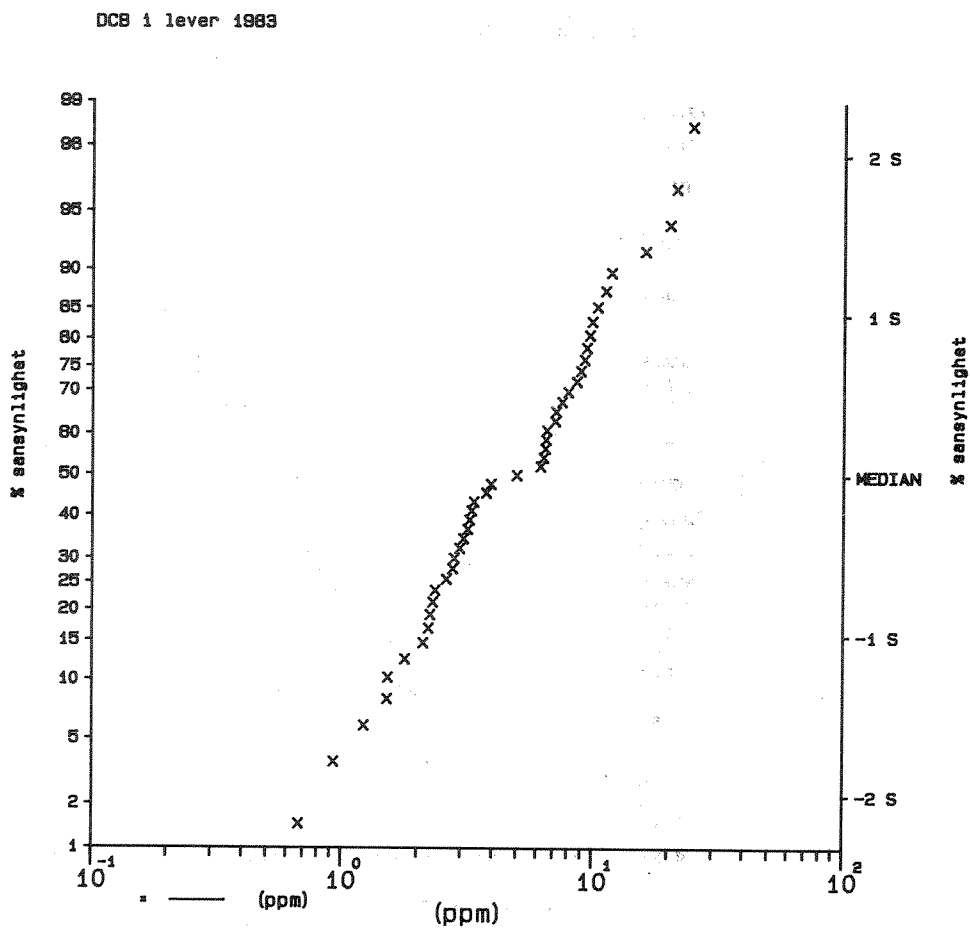


Figur 6.13 Kumulativ frekvensfordelingsdiagram av oktaklorstyren-konsentrasjoner i lever i torsk fra Frierfjorden 1983.



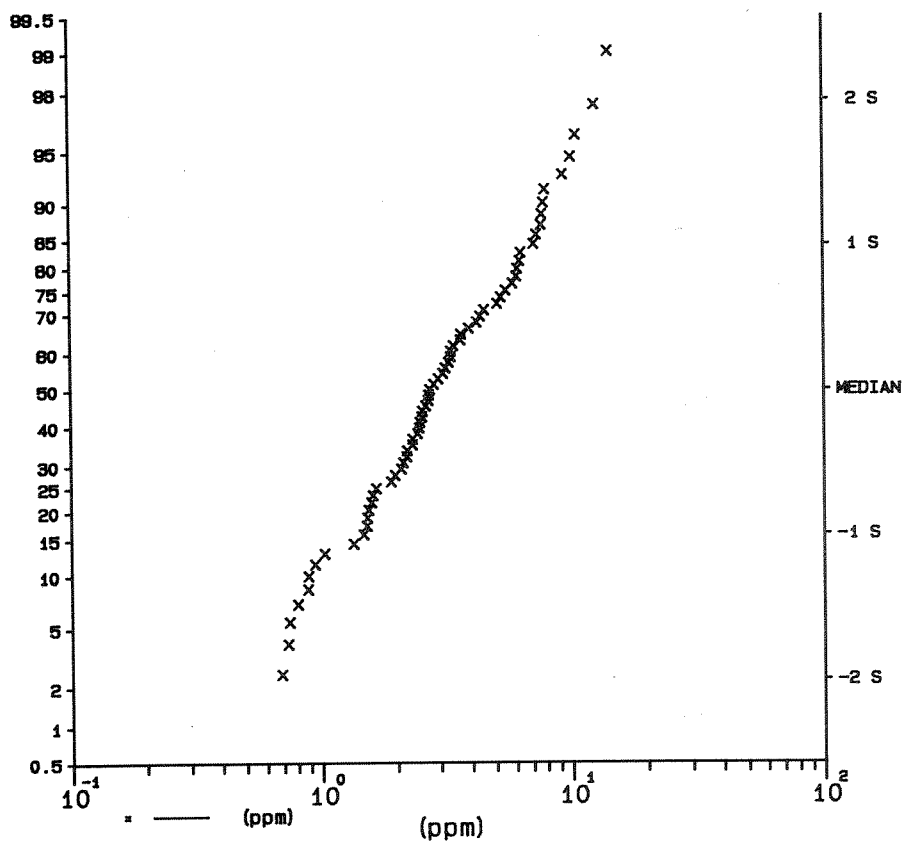


Figur 6.14 Kumulativ frekvensfordelingsdiagram av oktaklorstyren-konsentrasjoner i lever i torsk fra Frierfjorden 1984.



Figur 6.15 Kumulativ frekvensfordelingsdiagram av dekalorbifenyl-konsentrasjoner i lever i torsk fra Frierfjorden 1983.

DCB i lever 1984



Figur 6.16 Kumulativ frekvensfordelingsdiagram av dekalorbifenyl-konsentrasjoner i lever i torsk fra Frierfjorden 1984.

## 7. HENVISNINGER

- EIFAC (European Inland Fisheries Advisory Commission) 1964. Report on extreme pH values and inland fisheries. Techn. Pap. No. 4.
- Gramme, P.E. 1978. Kvikksølv i torsk fra Grenlandsfjordene 1968-1978. Statistisk analyse av veterinærmyndighetenes datamateriale. Rapport 40/78. Norsk Hydro - Forskningscenteret, Porsgrunn.
- Gramme, P.E. 1980. Torsk som indikatororganisme for kvikksølvbelastningen i Frierfjorden. Rapport 14/80, Norsk Hydro - Forskningscenteret, Porsgrunn.
- 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.
- Gramme, P.E., Nordheim, G., Bøe, G., Underdal, B. & Bøckman, O.C. 1984. Detection of cod (Gadus morhua) subpopulations by chemical and statistical analysis of pollutants. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 13, 433-440.
- Grande, M. 1980. Fisk - vannkvalitetskriterier. S. 133-150 i Thaulow et al.: Vurderingssystem for vannkvalitet og bruksformer for vann. Fremdriftsrapport. Norsk institutt for vannforskning., 0-80007, 156 s. Oslo.
- Grande, M. & Wright, D. 1984. Otra 1983. Rutineovervåking. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapp. 145/84, 45 s. SFT/NIVA, Oslo.
- Haver, E. 1985. Resipientundersøkelser i Grenlandsfjordene, 1984. Norsk Hydro - Forskningscenteret, 6 s. + 2 bilag. Porsgrunn.
- Johansen, Ø. 1973. Resipientvurderinger av nedre Skienselva, Frierfjorden og tilliggende fjordområder. Rapport 1. Tidligere undersøkelser - Generelle forhold - Forurensningstilførsler. Norsk institutt for vannforskning, 0-70111, 73 s. Oslo.

- Kildal, T. 1984. Laks i Telemarksvassdraget. Notat, 4 s.
- Knutzen, J. 1981. Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i vann, sedimenter og organismer. S. 104 - 136 i Haugen & 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. 1983. Blåskjell som metallindikator. Vann 1983 (1): 1-10.
- 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 organismesamfunn på grunt vann og av PAH og metaller i hvirvelløse dyr og tang 1980-81. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapp. 120/84, 108 s. SFT/NIVA, Oslo.
- Knutzen, J. & Kirkerud, L. 1984. Blåskjell og nær beslektede arter (*Mytilus* spp) som indikator på klorerte hydrokarboner - bakgrunnsnivåer i diffust belastede områder. Norsk institutt for vannforskning, 0-83091, 32 s. Oslo.
- Knutzen, J., Molvær, J., Norheim, G. & Skei, J. 1982. Grenlandsfjordene og Skienselva 1981. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapp. 52/82, 66 s. SFT/NIVA, Oslo.
- Knutzen, J., Molvær, J., Norheim, G., Rygg, B. & Skei, J., 1983. Grenlandsfjordene og Skienselva 1982. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapp. 91/83, 49 s. SFT/NIVA, Oslo.
- 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.
- Molvær, J. 1983. Forslag til undersøkelser i Skienselva i 1983. Norsk institutt for vannforskning, 0-8000312, Notat 7.4.1983, 5 s. Oslo.

National Academy of Science (NAS) 1972. Particulate polycyclic organic matter. 361 s., NAS, Washington, D.C.

Rygg, B. 1983. Forslag til langtidsprogram Grenlandsfjordene og Skienselva. Norsk institutt for vannforskning, 0-8000312, Notat 25.4.1983, 17 s. Oslo.

Rygg, B., Bjerkeng, B., Knutzen, J., Molvær, J. & Norheim, G. 1984. Grenlandsfjorden og Skienselva 1983. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapp. 161/84, 61 s. SFT/NIVA, Oslo.

RYG/LIS

DISK:DIV1

Jn:ryg-8000312

VEDLEGG

Tabell I. Polysykliske aromatiske hydrokarboner i blåskjell 30. august 1984, ng/g (ppb) tørrvekt.

PAH \ Stasjon	A3	A6	A9				
Naftalen							
2-Metylnaftalen							
1-Metylnaftalen							
Bifenyl							
Acenaftalen							
Acenaften							
4-Metylbifenyl							
Dibenzofuran							
Fluoren							
9-Metylfluoren							
9,10-Dihydroantracen							
2-Metylfluoren							
1-Metylfluoren							
Dibenzothiophen							
Fenantren	56	114	136				
Antracen	37	49	72				
Carbazole							
3-Metylfenantren							
2-Metylfenantren							
2-Metylantracen							
4,5-Metylenfenantren							
4- og/eller 9-Metylfenantren							
1-Metylfenantren	37	122	176				
Fluoranten	?1012	7902	5392				
Pyren	210	2911	2544				
Benzo(a)fluoren	56	585	1168				
Benzo(b)fluoren	19	415	536				
4-Metylpyren							
2-Metylpyren og/eller Metylfluoranten							
1-Metylpyren		114	272				
Benzo(ghi)fluoranten							
Benzo(c)fenantren ***		561					
Benzo(a)antracen *	80	1114	1800				
Trifenylen/Chrysen *	370	3618	4312				
Benzo(b)fluoranten **	111	1756	2840				
Benzo(j,k)fluoranten ** 1)	~60	846					
Benzo(e)pyren *	maskert	626	1320				
Benzo(a)pyren ***	25	211	376				
Perylen		57	144				
Indeno(1,2,3-cd)pyren *	37	236	224				
Dibenz(a,h og/eller a,c)antracen *** 1)		41	40				
Picen							
Benzo(g,h,i)perylene	31	203	192				
Anthanthrene							
Coronen							
Sum	~2142	21821	21544				
Derav KPAH	~170	~3000	~2300				
% KPAH	~8	~14	~11				
% Tørrstoff	16.2	12.3	12.5				

1)  
KPAH er summen av moderat (\*\*) og sterkt kreftfremkallende (\*\*\*) PAH i henhold til U.S. National Academy of Science (NAS, 1972). I summen \*\* + \*\*\* er det medregnet 50 % av benzo(j,k)fluoranten og dibenz(a,h/a,c)antracen, idet bare B<sub>(j)</sub><sup>F</sup> og DB(a,h)A er kreftfremkallende. Når PAH-innholdet i alle benzofluoranthener er gitt som en sum, er 2/3 regnet som KPAH



Tabell II. Polysykliske aromatiske hydrokarboner i blåskjell 8. november 1984, ng/g (ppb) tørrvekt.

PAH \ Stasjon	A3	A6	A9				
Naftalen							
2-Metylnaftalen							
1-Metylnaftalen							
Bifenyl							
Acenaftalen							
Acenaften			34				
4-Metylbifenyl							
Dibenzofuran	18		53				
Fluoren			54				
9-Metylfluoren							
9,10-Dihydroantracen							
2-Metylfluoren							
1-Metylfluoren	50	32	69				
Dibenzothiophen	16	44	127				
Fenantren	336	370	1612				
Antracen	50	117	227				
Carbazole							
3-Metylfenantren							
2-Metylfenantren							
2-Metylantracen			82				
4,5-Metylfenantren		120					
4- og/eller 9-Metylfenantren							
1-Metylfenantren	49	? 255	162				
Fluoranten	3145	3432	5912				
Pyren	1674	2927	5014				
Benzo(a)fluoren		228					
Benzo(b)fluoren		263					
4-Metylpyren							
2-Metylpyren og/eller Metylfluoranten							
1-Metylpyren	54	218	298				
Benzo(ghi)fluoranten							
Benzo(c)fenantren ***							
Benzo(a)antracen *	686	1910	3083				
Trifenylen/Chrysen *	1773	3215	4226				
Benzo(b)fluoranten **	902	3528	2797				
Benzo(j,k)fluoranten ** 1)	247	1764	1622				
Benzo(e)pyren *	993	1590	2746				
Benzo(a)pyren ***	150	650	836				
Perylen	59	211	377				
Indeno(1,2,3-cd)pyren *	47	373	379				
Dibenz(a,h og/eller a,c)antracen *** 1)		71	188				
Picen							
Benzo(g,h,i)perylene	88	456	784				
Anthanthrene							
Coronen							
Sum	10337	21774	30676				
Derav KPAH	~ 5100	~ 6000	~ 4500				
2 KPAH	~ 12	~ 23	~ 15				
2 Tørrstoff	18,6		13,8				

1)

KPAH er summen av moderat (\*\*) og sterkt kreftfremkallende (\*\*\*) PAH i henhold til U.S. National Academy of Science (NAS, 1972). I summen \*\* + \*\*\* er det medregnet 50 % av benzo(j,k)fluoranten og dibenz(a,h/a,c)antracen, idet bare B<sub>(j)</sub>F og DB(a,h)A er kreftfremkallende. Når PAH-innholdet i alle benzofluoranthener er gitt som en sun., er 2/3 regnet som KPAH

Tabell III. Miljøgifter i torsk (mg/kg våtvekt) fra Frierfjorden oktober 1984.

Miljøgifter i torsk ( $\mu\text{g/g}$  våtvekt) fra Frierfjorden, oktober 1984. HCB = heksaklorbenzen, OCS = oktaklorstyren, DCB = dekaklorbifenyl og Hg = kvikksølv.

Fisk nr.	Vekt (g)	Lever			Muskel
		HCB	OCS	DCB	Hg
1	5030	11.	91.	7,7	1,52
2	900	18.	22.	6,0	0,35
3	730	11.	11.	2,1	0,21
4	1500	9,4	35.	13.	0,83
5	570	11.	6,4	1,3	0,16
6	980	14.	8,2	1,5	0,16
7	880	14.	8,2	1,5	0,11
8	490	0,23	0,41	0,51	0,12
9	1170	9,0	26.	8,6	0,61
10	650	11.	49.	10.	0,46
11	630	7,9	15.	4,0	0,19
12	1350	8,0	66.	9,0	0,67
13	790	11.	12.	2,2	0,21
14	460	2,1	4,0	1,7	0,08
15	1010	16.	20.	5,3	0,35
16	690	13.	15.	2,8	0,19
17	290	2,2	9,3	4,9	0,71
18	750	3,6	5,0	1,9	0,14
19	1090	11.	25.	8,0	0,35
20	740	3,1	14.	6,1	0,20
21	810	14.	9,0	1,7	0,08
22	770	4,5	9,3	4,8	0,16
23	830	11.	6,1	1,5	0,15
24	1530	9,0	11.	2,9	0,10
25	830	9,3	11.	2,8	0,52
26	830	11.	12.	2,3	0,18
27	1310	15.	14.	3,1	0,34
28	1020	11.	8,0	1,6	0,18
29	850	14.	15	3,6	0,28
30	1310	17.	13.	3,4	0,24

Tabell III forts.

Fisk nr.	Vekt (g)	Lever			Muskel
		HCB	OCS	DCB	Hg
31	550	8,2	12.	2,0	0,10
32	670	5,9	9,6	2,3	0,13
33	650	4,4	13.	4,9	0,20
34	650	15.	17.	2,9	0,14
35	1160	17.	11.	2,3	0,14
36	650	15.	13.	2,1	0,15
37	750	8,0	16.	5,4	0,16
38	650	11.	15.	2,6	0,14
39	420	2,7	4,5	1,4	0,06
40	490	9,9	12.	1,6	0,15
41	740	9,2	8,3	1,3	0,06
42	400	7,7	11.	2,8	0,14
43	600	12.	9,4	1,6	0,12
44	2120	6,1	51.	5,4	0,65
45	2950	3,5	19.	1,8	0,68
46	1100	10.	15.	6,4	0,28
47	640	5,8	10	2,5	0,16
48	1420	12.	73.	8,8	0,74
49	1020	7,1	26.	7,9	0,62
50	990	15.	13.	3,3	0,24
51	1640	11.	55.	3,5	0,81
52	1130	8,6	16.	4,5	0,53
53	850	10.	21.	4,0	0,22
54	420	4,8	17.	6,4	0,45
55	1570	3,3	16.	18.	0,53
56	3340	8,5	107.	11.	1,18

Tabell IV. Miljøgifter i torsk (mg/kg våtvekt) fra Eidangerfjorden oktober 1984.

Miljøgifter i torsk ( $\mu\text{g/g}$  våtvekt) fra Eidangerfjorden, oktober 1984.

Fisk nr.	Vekt (g)	Lever			Muskel
		HBC	OCS	DCB	Hg
57	930	1,2	1,5	0,77	0,11
58	950	0,61	1,3	0,71	0,10
59	820	0,44	0,84	0,62	0,13
60	950	0,48	1,5	1,5	0,21
61	830	0,86	1,3	0,85	0,19
62	910	0,30	2,5	1,4	0,30
63	390	0,44	1,1	0,82	0,21
64	380	0,28	0,88	0,53	0,14
65	520	0,46	1,5	1,4	0,25
66	560	0,07	2,4	1,8	0,61
67	540	0,37	0,88	0,64	0,15

Tidligere NIVA-rapporter i serien :  
Overvåkning av Grenlandsfjordene og Skienselva

Overvåkingsår	Rapporttittel
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.  Vannutskiftning 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