



1523  
Eure T. John

# Statlig program for forurensningsovervåking

## Rapport nr 91|83

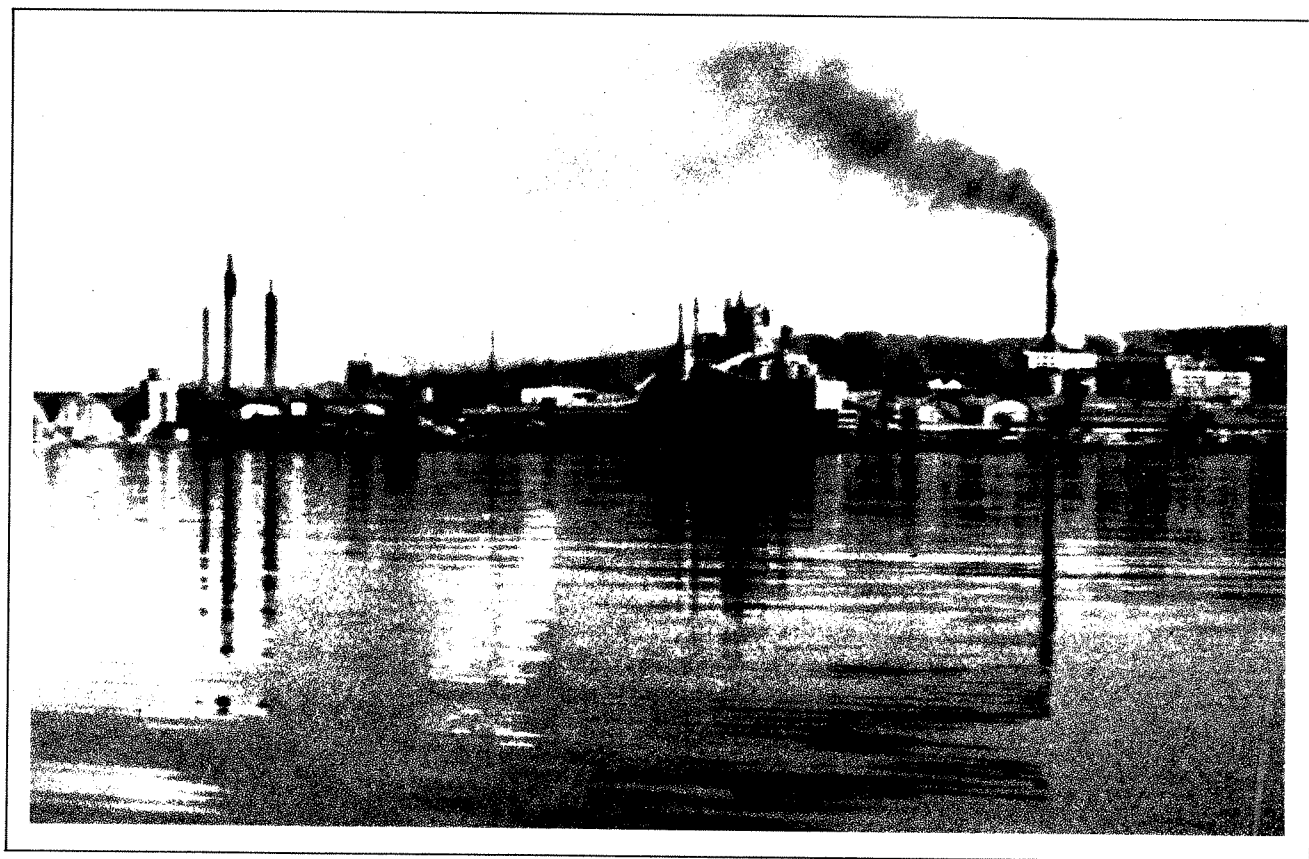
Oppdragsgivere

Statens forurensningstilsyn  
Fylkesmannen i Telemark

Deltakende institusjoner

NIVA  
Telemark fylkeskommunale  
analyselaboratorium  
Veterinærinstituttet

# Grenlandsfjordene og Skienselva 1982



# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse: Brekke 23 52 80  
Postboks 333, Blindern Gaustadalleen 46 69 60  
Oslo 3 Kjeller 71 47 59

Rapportnummer: 0-8000312
Undernummer: V
Løpenummer: 1523
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Grenlandsfjordene og Skienselva 1982 (Overvåkingsrapport nr. 91/83)	Dato: 29. august 1983
Forfatter(e): Jon Knutzen Jarle Molvær Gunnar Norheim Brage Rygg Jens Skei	Prosjektnummer: 0-8000312
	Faggruppe: Hydroøkologi
	Geografisk område: Telemark
	Antall sider (inkl. bilag): - 49 -

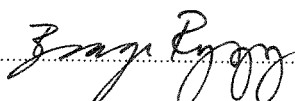
Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn Fylkesmannen i Telemark	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
--	----------------------------------

Ekstrakt: I Frierfjorden var det, i motsetning til 1980 og 1981, ingen dypvannsfor-nyelse i 1982. Hele året var det hydrogensulfid (råttent vann) under 55-60 m. Som i 1980 og 1981 var det høye konsentrasjoner av PAH i blå-skjell. De siste fem årene synes kvikksølvnivået i torsk å ha vært nokså konstant (0,4-0,5 ppm). Medianverdien for heksaklorbenzen (HCB), okta-klorstyren (OCS) og dekalorobifenyl (DCB) i lever av torsk fra Frierfjorden var henholdsvis 8,2, 20 og 7,0 ppm. Det har ikke vært noen nedgang i konsentrasjonen i noen av disse forbindelsene fra 1981 til 1982. Tvert imot synes det å ha vært en tendens til økning.
---

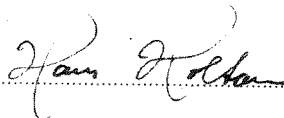
4 emneord, norske:
1. Statlig program 1982
2. Forurensninger
3. Grenlandsfjordene
4. Skienselva
Overvåkingsrapport 91/83

4 emneord, engelske:
1. Governmental monitoring program
2. Pollutants
3. Grenland Fjords, Norway
4. River Skienselva

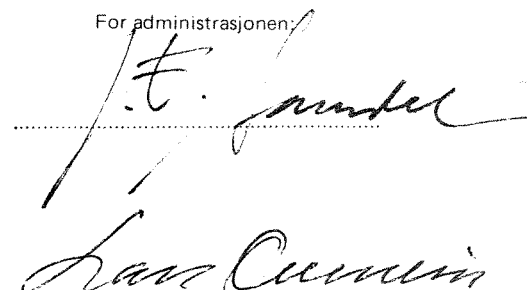
Prosjektleder:



Divisjonssjef:



For administrasjonen:



ISBN 82-577-0666-3

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
OSLO

0-8000312

Statlig program for forurensningsovervåking

GRENLANDSFJORDENE OG SKIENSELVA 1982

29. aug. 1983

Prosjektleder: Brage Rygg, NIVA

Medarbeidere: Jon Knutzen, NIVA  
Jarle Molvær, NIVA  
*Gunnar Norheim,*  
*Veterinærinstituttet*  
Jens Skei, NIVA

F O R O R D

Overvåkingen av forurensninger i Grenlandsfjordene og Skienselva er en del av Statlig program for forurensningsovervåking, og finansieres av 1) Statens forurensningstilsyn, 2) den lokale industrien (Norsk Hydro, Saga Petrokjemi, Union, Elkem PEA) og 3) Telemark fylkeskommune.

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

Kontaktutvalget for fjordundersøkelser i Grenland samordner 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. Resultatene er sammenfattet i en sluttrapport (NIVA, 1979). Også tidligere har Grenlandsfjordene vært gjenstand for ulike undersøkelser. En sammenstilling av disse er gjort av NIVA (1973). Hittil utgitte NIVA-rapporter fra overvåkingen er listet på omslagets 3. side.

Denne rapporten legger fram resultatene fra undersøkelsene i 1982, og sammenligner dem med tidligere års resultater.

INNHOLD

	Side
FORORD	1
INNHOLD	2
SAMMENDRAG	3
1. INNLEDNING	5
2. VANNUTSKIFTNING OG VANNKVALITET	10
3. KVIKKSØLV I VANN	23
4. POLYSYKLISKE AROMATISKE HYDROKARBONER (PAH) OG KLOR- ORGANISKE FORBINDELSER I BLÅSKJELL	26
5. KVIKKSØLV OG KLORETE HYDROKARBONER I TORSK	31
6. REFERANSER	38
VEDLEGG	40-49

## SAMMENDRAG

1. Oksygenforholdene nær bunnen i Brevikfjorden (105 m) var i 1982 bedre enn i 1979-81, noe som skyldes at en stor vannutskiftning inntraff så tidlig som september-oktober. Det har ikke vært mulig å påvise forandringer i oksygenforbruket i dypvannet over de siste 10 år.
2. I Frierfjorden var det, i motsetning til 1980 og 1981, ingen dypvannsfornyelse i 1982, og hele året ble det målt hydrogensulfid (råttent vann) under 55-60 m. En sammenligning med oksygenmålinger fra 1972-77 tyder på at grenseflaten mellom hydrogensulfid og oksygen under lange stagnasjonsperioder nå ligger ca 10 m dypere enn før.
3. Konsentrasjonene av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell analysert i 1980-1982 varierte fra et "bakgrunnsnivå" til et nivå som lå flere hundre ganger høyere. De høyeste konsentrasjonene ble funnet om våren. I betraktning av at enkelte PAH-komponenter er potensielt kreftfremkallende, har denne forurensningen betydning for bruken av blåskjellene som mat, og for eventuelle planer om kommersiell skjell dyrking.
4. I torsk fra Frierfjorden har det ikke vært noen nedgang i kvikksølvnivået i muskel fra 1981 til 1982 og for de siste 5 årene synes forurensningen med kvikksølv å ha vært nokså konstant (0,4-0,5 ppm). Både i Eidanger- og Langesundsfjorden er de kvikksølvnivåene som er funnet så lave at de antas å nærme seg et bakgrunnsnivå (0,1-0,2 ppm).
5. Medianverdien for heksaklorbenzen (HCB), oktaklorstyren (OCS) og dekalorklorbifeny1 (DCB) i lever av torsk fra Frierfjorden var henholdsvis 8.2, 20 og 7.0 ppm. Det har ikke vært noen nedgang i konsentrasjonen i noen av disse forbindelsene fra 1981 til 1982. Tvert imot synes det å ha vært en tendens til økning.
6. På basis av fiskens innhold av klorerte hydrokarboner i 1980 anbefalte Helsedirektoratet en begrensning til to måltider pr. uke av filet av fisk fra Frierfjorden. Fiskelever måtte ikke konsumeres i det hele tatt. Filet av fisk fanget andre steder i Grenlandsområdet skulle derimot kunne konsumeres fritt.

7. På bakgrunn av det høye konsentrasjonsnivået av klorerte hydrokarboner i ål fra indre Frierfjord fattet Porsgrunn helseråd og Skien helseråd i 1982 vedtak om å forby omsetning innen Skien og Porsgrunn kommune av ål fanget i Gunnekleivfjorden og i utløpet av Skienselva.
8. Kvikksølvinnholdet i Frierfjordens vannmasser og i Skienselva var i det meste av året nede på et normalt nivå ( $< 0,05 \mu\text{g/l}$ ). Kvikksølvinnholdet i utgående vann i kanalen fra Gunnekleivfjorden lå gjennomgående på  $0,07 \mu\text{g/l}$ . Transporten av kvikksølv derfra og ut i Frierfjorden utgjorde mindre enn 20 kg i 1982, ca. 20 kg i 1981 og ca. 70 kg i 1980.

## 1. INNLEDNING

### Området

Overvåkingsområdet omfatter Skienselva sør for Skien, Gunnekleivfjorden og fjordene ut til og med Langesundbukta (figur 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.

### 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 er viktige resipienter for store og mangeartede utslipp.

Det fiskes mye i området utenfor Brevik, men i Frierfjorden har det høye innholdet av miljøgifter (tungmetaller 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.

### Forurensninger

De betydeligste forurensningene stammer fra industrielt avløpsvann, men også kommunalt avløpsvann spiller en betydelig rolle (figur 2).



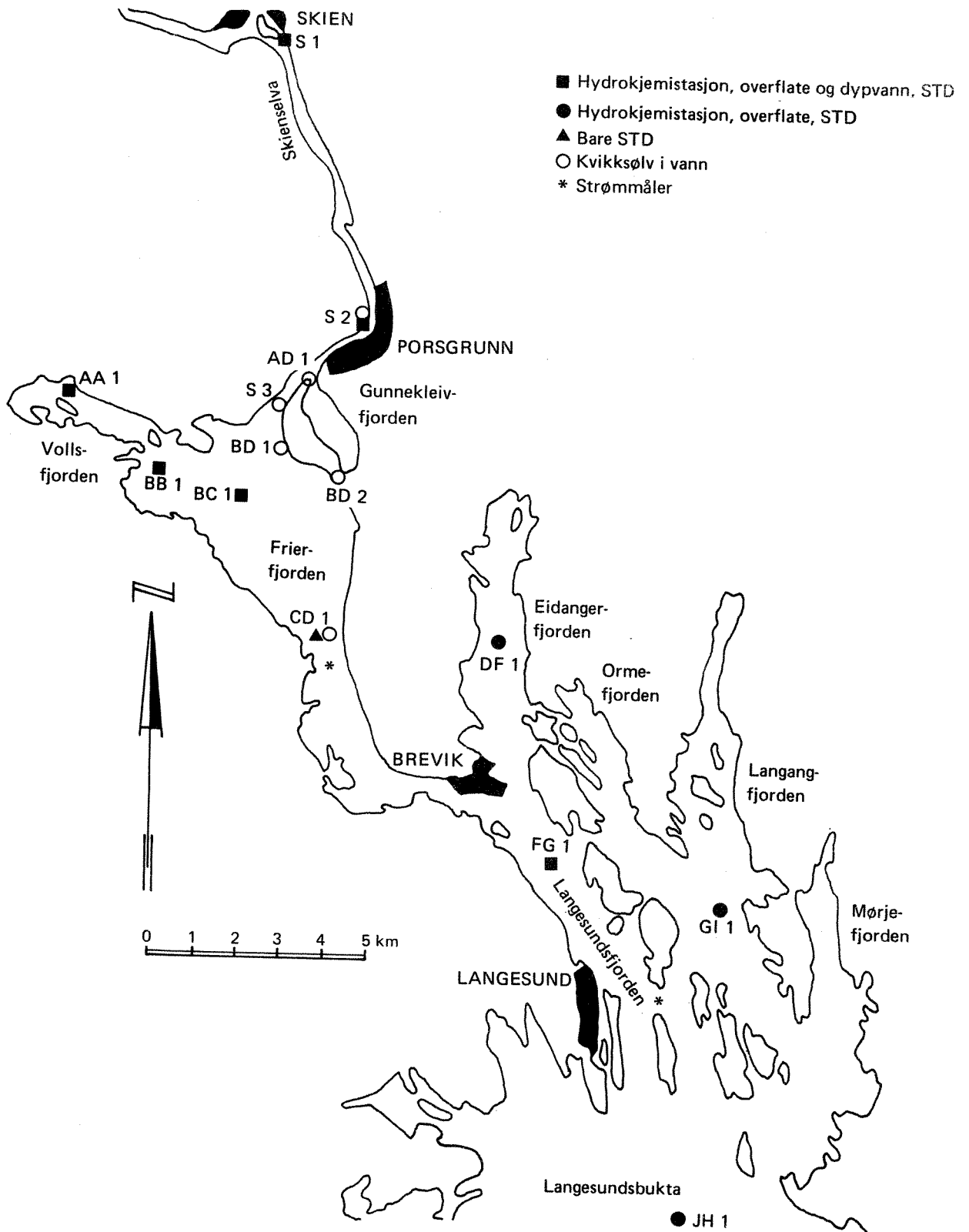
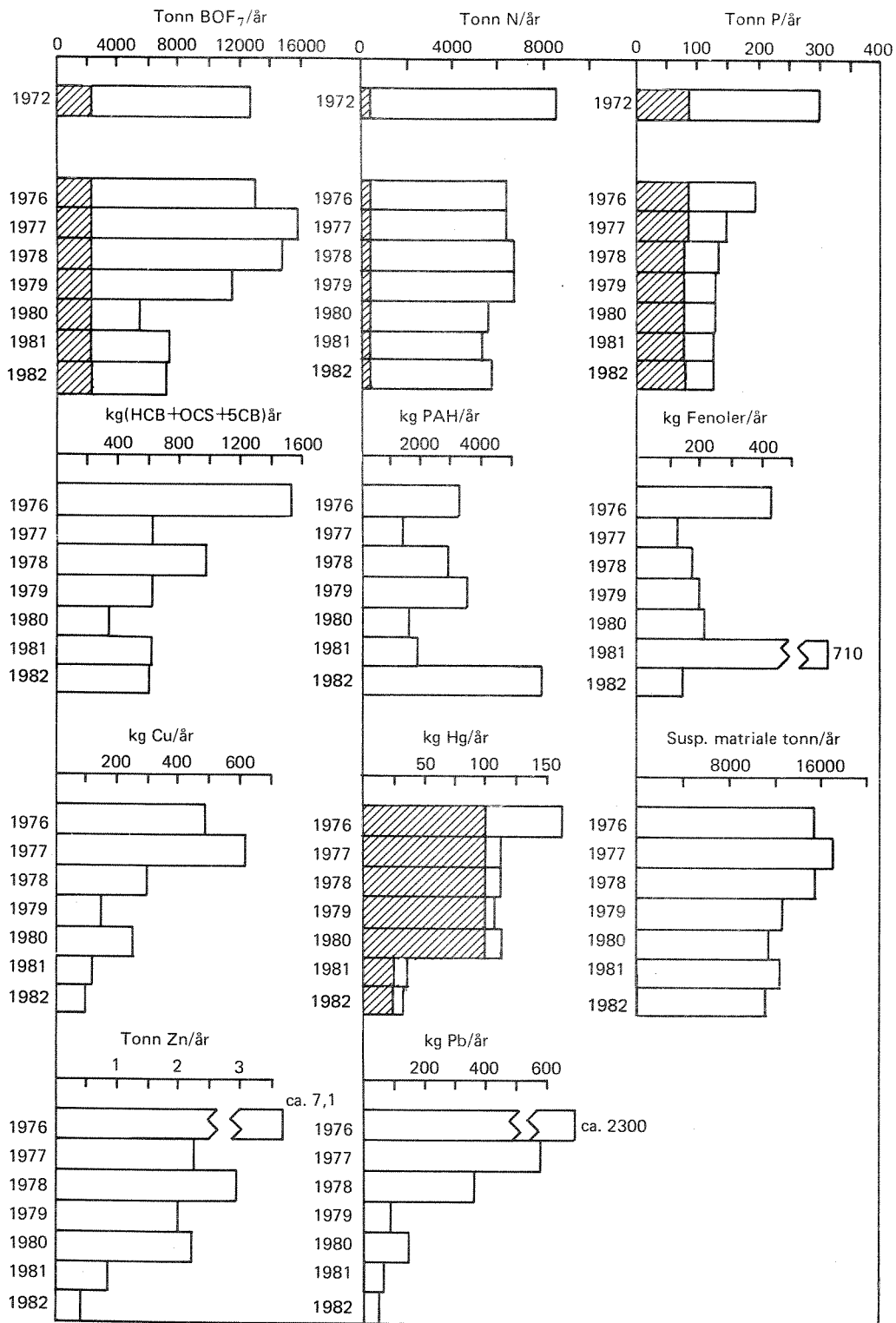


Fig. 1. Stasjoner for undersøkelser av vannskiftning og vannkvalitet 1982.



Figur 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.

Treforedlingsindustrien er av spesielt stor betydning for belastningen med organisk materiale (150 000 p.e.). Utslippene bidrar til høyt oksygenforbruk og grumset vann. Også det kommunale avløpsvann bidrar med mye organisk stoff og næringssalter (80 000 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 kunstgjødsel-fabrikken på Herøya (fosfor: 33 000 p.e.) og fra befolkning (80 000 p.e.). Nitrogenutslippene fra industrien er svært store (900 000 p.e.). Den hurtige uttransporten med brakkvannsstrømmen bidrar til eutrofierings-symptomer 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 1982 var de på 0,6 tonn. Den betydelige kvikksølvforurensningen i området må nå hovedsakelig skyldes tidligere utslipp fra treforedlingsindustri og fra kloralkali-fabrikken på Herøya og som er avleiret i sedimentene (Skienselva, Frierfjorden, Gunnekleivfjorden). I dag skal det etter forutsetningene bare slippes ut små mengder. Utslippsreduksjonene har ført til at de svært høye konsentrasjonene av 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 (6 tonn i 1982). PAH slippes også ut fra Tinfos Jernverk høyere opp i vassdraget.

De petrokjemiske anleggene i Bamble er pålagt å gjennomføre svært strenge tiltak for å hindre vannforurensning, og hvis alt fungerer etter forutsetningene, er det liten grunn til å vente større miljøgift-forurensning fra disse.

Miljøgiftproblemene kan avta i tiden framover, men det avhenger ikke

bare av ytterligere utslippsreduksjoner. Tidligere utslipp har ført til en opphoping, særlig i sedimentene. Diffus belastning kan derfor vedvare i lang tid ennå. Gjennom mudring av sterkt forurensende bunnmasser rundt havneanleggene og dumping av disse lenger ute i fjorden, vil f.eks. endel av disse forurensningene frigjøres.

### Langtidsprogram

I langsiktige overvåkingsprogrammer 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 (NIVA 1983) en sju-års syklus, deri to-tre sammenhengende år med konsentrert innsats. En periode med lav innsats på de fleste elementene i programmet innledes fra og med 1983. Neste intensive periode bør komme omkring 1987, 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 viser overvåkingens innhold og omfang i en sju-års syklus.

Tabell 1. Overvåkingens innhold og omfang 1983-1991.

	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
Hardbunnsamfunn, stereofoto	2	1987-89
Bløtbunnsfauna	1	1988

\* Derav 6 dypvannstøkt

\*\* I årene i mellomperioden (1983-86) gjennomføres to hydrografitøkt pr. år til stasjoner i Frierfjorden og Langesundsfjorden

## 2. VANNUTSKIFTING OG VANNKVALITET

### Arbeidsprogram i 1982

I 1982 var innsatsen på dette felt rettet mot oksygenproblemene i Frierfjorden, Brevikfjorden og Skienselva. Spesielt var målet å få et bedre grunnlag for å bestemme:

- Lengden av perioder med dårlig oksygenforhold i dypvannet.
- Minimumkonsentrasjoner for oksygen ved slutten av slike perioder.
- Oksygenforbruket i forhold til belastningen med organisk materiale.

Stasjonsplasseringen er vist på figur 1. Det ble utført 5 rutinetokt. Tidspunkt, prøveinnsamling og måleprogram for toktene er beskrevet i tabellene 2 og 3.

For bedre å kunne bestemme tidspunkt og varighet for dypvannsfornyelser i Frierfjorden og Brevikfjorden, ble det plassert en selvregistrerende strømmåler i 58 m dyp på terskelen mellom Brevikfjorden og Langesundbukta, og en måler i 58 m dyp ved Saltbua i Frierfjorden. Målerne sto ute i tidsrommet 25.3. - 8.12.1982.

Overvåking av kvikksølvkonsentrasjonene i overflatelaget ved Herøya, i kanalene ut fra Gunnekleivfjorden og i Frierfjorden fortsatte i 1982. Stasjonsplasseringen er vist på figur 1. For en nærmere beskrivelse av rutineprogrammet henviser vi til programforslaget for 1982 (NIVA 1981).

I forbindelse med driftsstans hos Union A/S i tidsrommet 19.9. - 31.10.82 ble det gjennomført et mer intensivt måleprogram i Skienselva. Programmet er beskrevet i NIVA (1982 a). Vannlaboratoriet i Telemark hadde ansvaret for feltarbeid og analyser i dette programmet.

Tabell 2. Toktoversikt, Grenlandsfjordene 1982

Dato	Type tokt	Stasjoner
19.3.	Ekstra tokt	S2, BC1
24.-25.3.	Hovedtokt	Alle stasjoner
11.-12.5.	Hovedtokt	Alle stasjoner
26.-27.8	Hovedtokt	Alle stasjoner
16.9.	Ekstra tokt, Skienselva	S0, S1, S2
25.9.	" " "	S1
30.9.	" " "	S0, S1, S2
7.10.	" " "	S1, S2
21.10	" " "	S0, S1, S2
2.-3.11	Hovedtokt	Alle stasjoner
7.-8.12.	Hovedtokt	Alle stasjoner

Tabell 3. Arbeids og analyseprogram for de enkelte hydrokjemi-stasjoner i 1982.

		Parametre og observasjoner								
		Antall prøvedyp	Antall serier i 1982	Temp. salth.	Oksygen	Total fosfor, ortofosfat, total nitrogen, nitrat, ammonium, klorofyll a	Total organisk karbon	Susp. tørrstoff	Kvikksølv	Siktedyp mv.
S 1	Overflate	1	6	x		x: ikke kl. a	x	x		x
	Dypvann	6		x	x					
S 2	Overflate	1	6 (12) *	x		x: ikke kl. a	x	x	x	x
	Dypvann	6		x	x					
S 3	Overflate	1	6						x	
AA 1	Overflate	1	6	x		x				x
	Dypvann	6		x	x					
AD 1	Overflate	1	12							
BB 1	Overflate	1	6	x		x				x
	Dypvann	9		x	x					
BC 1	Overflate	1	6	x		x: bare total fosfor	x			x
	Dypvann	12		x	x					
BD 1	Overflate	1	6						x	
BD 2	Overflate	1	12						x	
CD 1	Overflate	1	6	x					x	x
	Dypvann	12		x						
DF 1	Overflate	1	6	x		x				x
FG 1	Overflate	1	6	x		x				x
	Dypvann	12		x	x					
GI 1	Overflate	1	6	x		x				x
JH 1	Overflate	1	6	x		x				x

\* 12 prøveserier av kvikksølv i overflaten.

Meteorologiske og hydrologiske forhold i 1982

Opplysninger om vannføringen i Skienselva er stilt til rådighet av Skotfoss Bruk og fremstilt som døgnmidler på figur 3. Variasjonene fulgte et normalt mønster med en vårflom i forbindelse med snøsmelting og nedbør og en høstflom i forbindelse med nedbør. Arsmiddel var  $233 \text{ m}^3/\text{s}$ , maksimum  $498 \text{ m}^3/\text{s}$  og minimum  $56 \text{ m}^3/\text{s}$ . Tidspunkt for prøveinn-samling er angitt med piler på nedre akse.

Hovedtrekkene ved temperatur- og nedbørforhold i nedre Telemark i 1981 er beskrevet ved figurene 4 og 5.

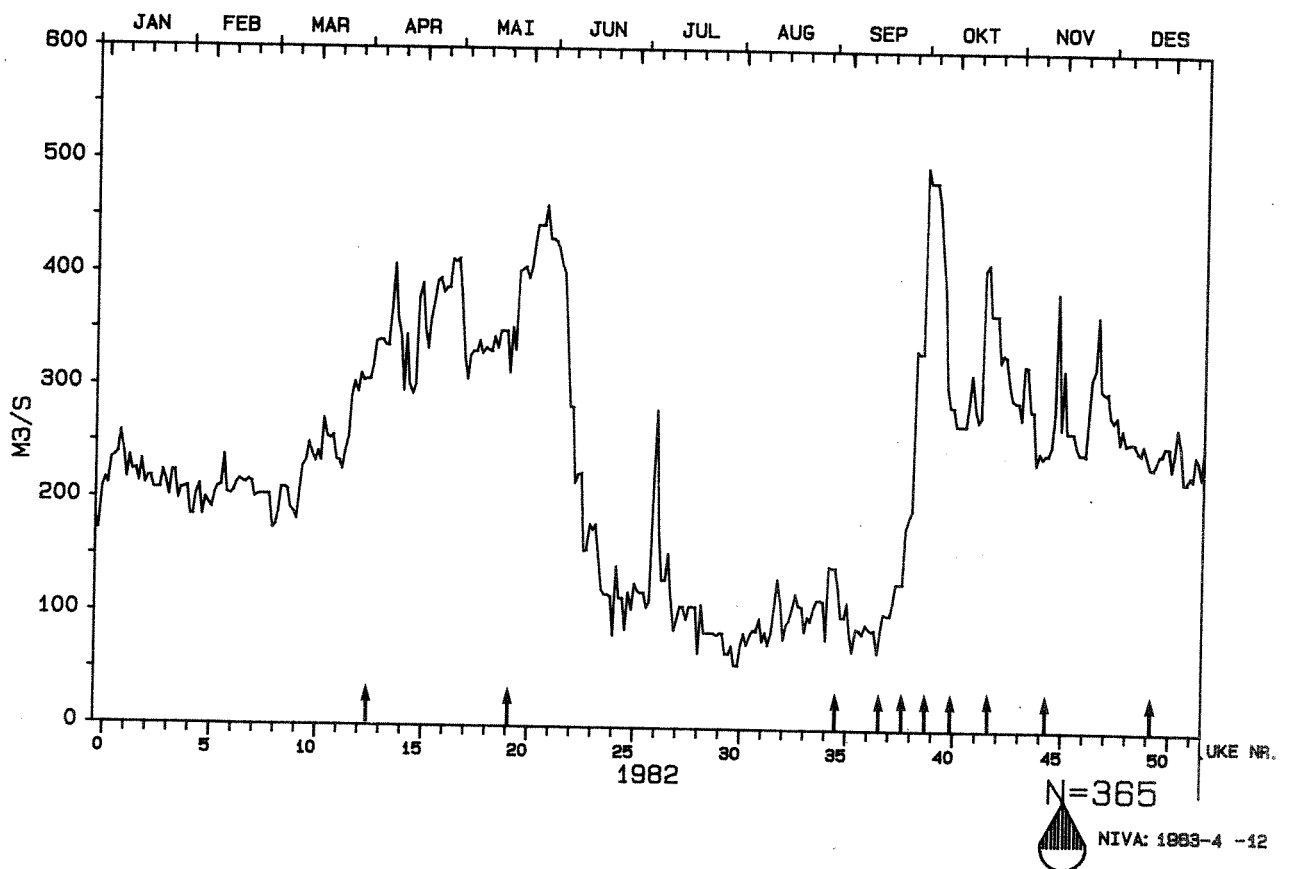
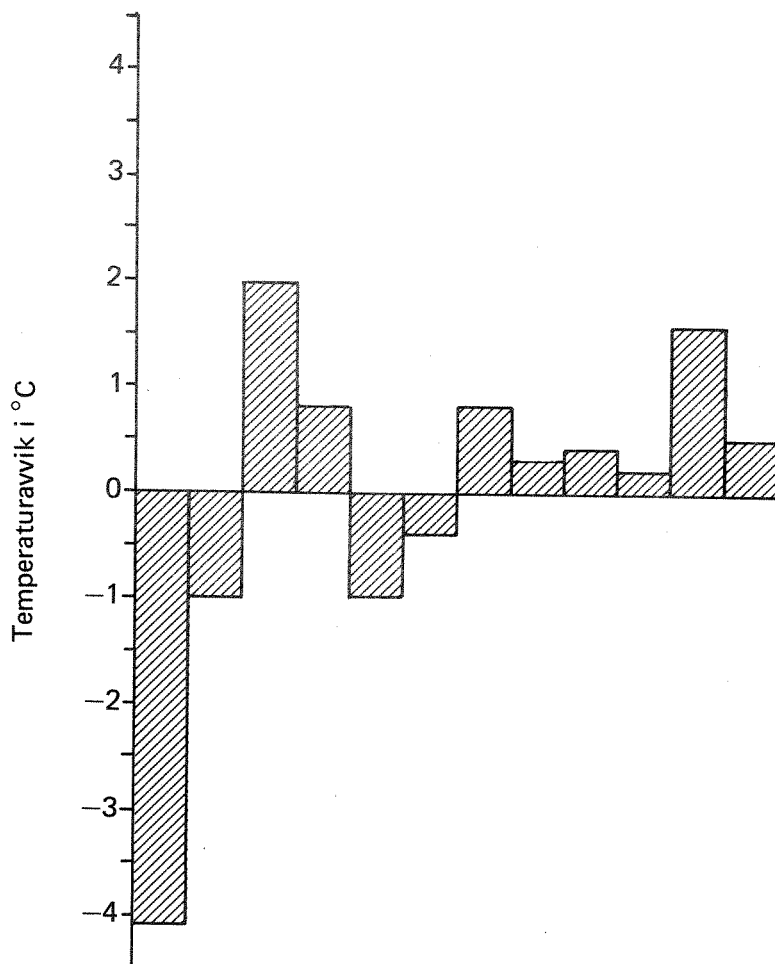
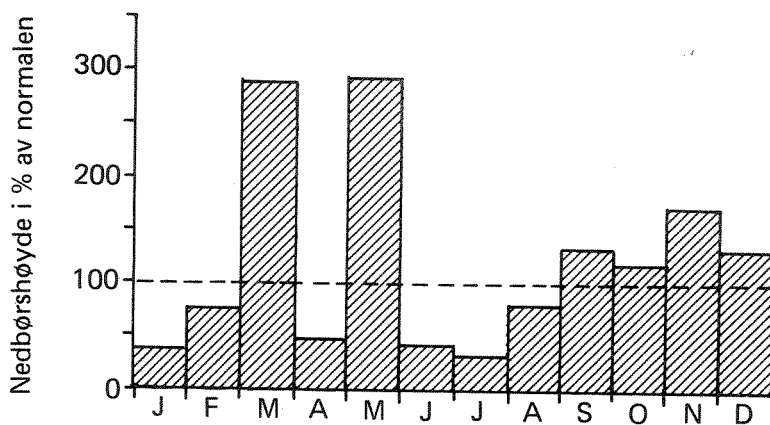


Fig. 3. Vannføring ved Skotfoss i 1982.



Figur 4. Månedlig middeltemperatur ved Jomfruland fyr i 1982 fremstilt som avvik fra normalen.



Figur 5. Månedlig nedbør ved Jomfruland fyr i 1982 fremstilt som prosent av normalen.



Tilstand i fjordområdene og i Skienselva.

*Fjordområdets overflatelag*

I overflatelaget ble det tatt 4-6 prøveserier i 1982. Som en illustrasjon av fosfor- og nitrogenverdiene i fjordområdets overflatelag er totalkonsentrasjonene gjengitt i tabell 4.

Tabell 4. Aritmetisk middel av total fosfor og total nitrogen i 0-2 m dyp i 1982

Stasjon	Antall målinger	TOT-P µgP/l	TOT-N µgN/l
AA1	5	11	1300
BB1	5	9	930
BC1	6	19	1450
DF1	5	12	720
FG1	5	16	740
GI1	4	15	630
JH1	5	17	450

Samtlige målte verdier lå innenfor variasjonsbredden for tidligere år, og materialet inneholder således ikke noen uventede opplysninger. Materialet er for lite til at det kan påvises signifikante forskjeller i forhold til tidligere år.

*Fjordområdenes dypvann*

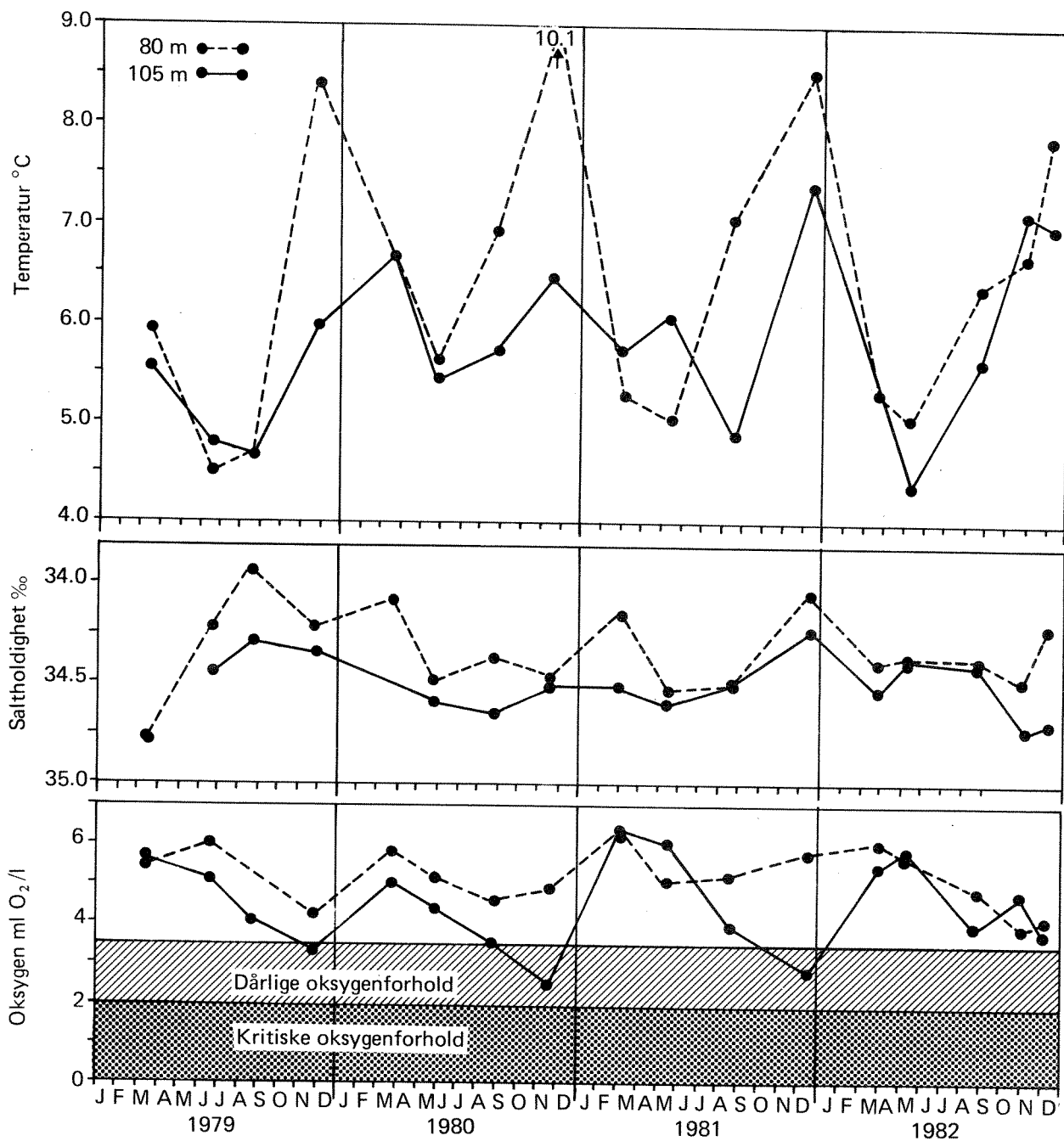
Figur 6 gjengir måleresultater for temperatur, saltholdighet og oksygen i 80 m og 105 m dyp på stasjon FG 1 for 1982 og de tre foregående år. Oksygenforholdene nær bunnen var høsten 1982 bedre enn de tre foregående år. Dette skyldes imidlertid ikke at oksygenforbruket i dypvannet har avtatt, men en omfattende dypvannsutskiftning. Strømmåleren på terskelen mot Langesundsbukta viser at dette foregikk i form av en rekke terskeloverskyllinger av 2-4 dagers varighet i tidsrommet 13.10. - 28.11.82.

Vi har beregnet midlere oksygenforbruk i 100 - 105 m dyp for perioder der dypvannet har vært noenlunde stagnant. Resultatene er gjengitt i tabell 5.

Tabell 5. Midlere oksygenforbruk pr. liter i 100-105 m dyp i stagnasjonsperioder på stasjon FG 1, Brevikfjorden

Tidsrom	Oksygenkonsentrasjon ml O <sub>2</sub> /l		Midlere oksygenforbruk ml O <sub>2</sub> /uke
	Begynnelse	Slutt	
23.4.-23.10.74	6.1	2.7	0.13
14.5.-29.10.75	5.0	3.1	0.08
10.5.-29.11.77	6.3	3.7	0.09
31.5.-21.11.78	5.6	3.3	0.09
19.6.-27.11.79	5.2	3.3	0.08
28.5.-19.11.80	4.4	2.5	0.08
13.5.-15.12.81	6.1	2.8	0.11
12.5.-26.8.82	5.8	3.8	0.13

Midlere oksygenforbruk: 0.10 ml O<sub>2</sub>/uke  
=====



Figur 6. Målinger av temperatur, saltholdighet og oksygen i 80 m og 105 m dyp på st. FG1 i Brevikfjorden 1979-82.

Beregningene tyder på at oksygenforbruket har vært noenlunde konstant i de siste 9 år, noe som også er i samsvar med at de observerte minimumskonsentrasjonene i gjennomsnitt ikke viser noen endring. Under nåværende belastningsforhold er det således stadig tidspunkt og omfang av vannutskiftningene utover høsten som avgjør graden av oksygenproblem i Brevikfjorden.

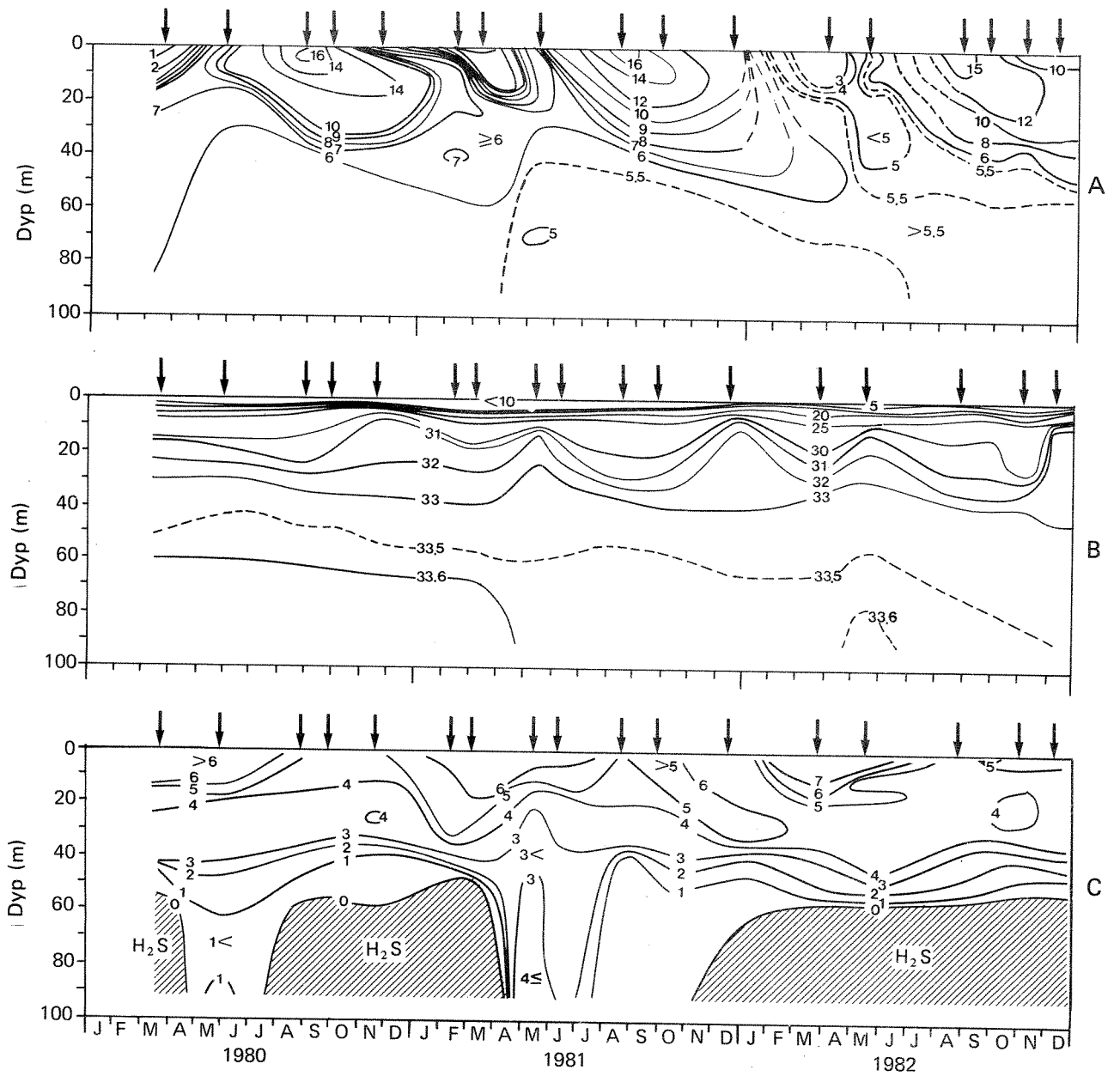
Fig. 7 viser måleresultater for temperatur, saltholdighet og oksygen på st. BC 1 i Frierfjorden for 1982 og de to foregående år. I motsetning til 1980-81 var det ingen dypvannsfornyelse i 1982. Her skal tilføyes at en prøveserie i mai 1983 viste at dypvannet fortsatt var stagnant. Sannsynligheten er dermed stor for at den nåværende stagnasjonsperioden vil vare til vinter/vår 1984, dvs. i ca. 3 år. Dette blir i så fall den lengste stagnasjonsperioden som hittil er observert i fjorden.

En sammenligning med oksygenmålinger fra 1974-77 kan tyde på at grenseflaten mellom oksygen og hydrogensulfid under lange stagnasjonsperioder nå ligger inntil 10 m dypere enn før. Forsøk på å vise at dette er en følge av redusert oksygenforbruk har ikke ført fram. Kompliserende faktorer her har vært uoversiktlig vannutskiftning i 40-60 m dyp, og korte tidsserier med oksygen under 60 m. Hvis imidlertid denne antydde forbedringen er reell, så har et bunnareal på 1.5 - 2 km<sup>2</sup> og et vannvolum av størrelsesorden  $70 \cdot 10^6$  m<sup>3</sup> blitt tilgjengelig for biologisk produksjon.

Den selvregistrerende strømmåleren på 58 m dyp litt sør for Saltbua registrerte altså ikke noen større terskeloverskyllinger i 1982.

Fig. 8 gir en statistisk oppsummering av resultatene fra tidsrommet 24.3. - 27.8.82. Dominerende strømretninger var noenlunde langs nord-sør akse, og strømhastighetene oftest under 6 cm/s. Begge resultater var ventet og de lave strømhastighetene må sees i lys av at måleren sto ca 35 m dypere enn terskelen ved Brevik.

I fravær av større terskeloverskyllinger har strømmålingene likevel gitt ny og verdifull kunnskap om vannutskiftingsforholdene under



Figur 7. St. BC1, Frierfjorden. Målinger av temperatur (A), saltholdighet (B) og oksygen (C) i 1980-82. Tidspunkt for prøvetaking er angitt med piler.

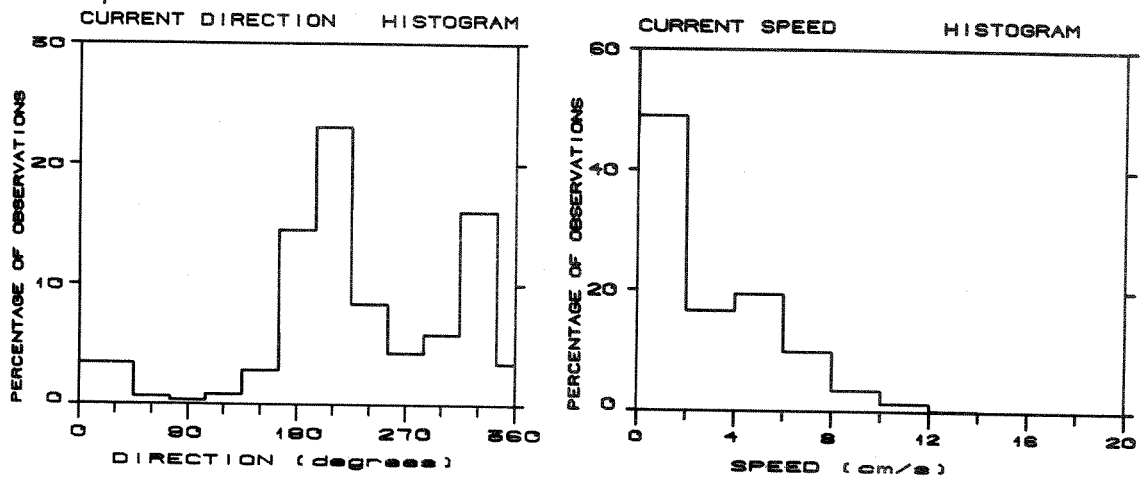


Fig. 8. Strømmålinger ved Saltbua 24.3. - 27.8.82. Statistisk oppsummering av resultater.

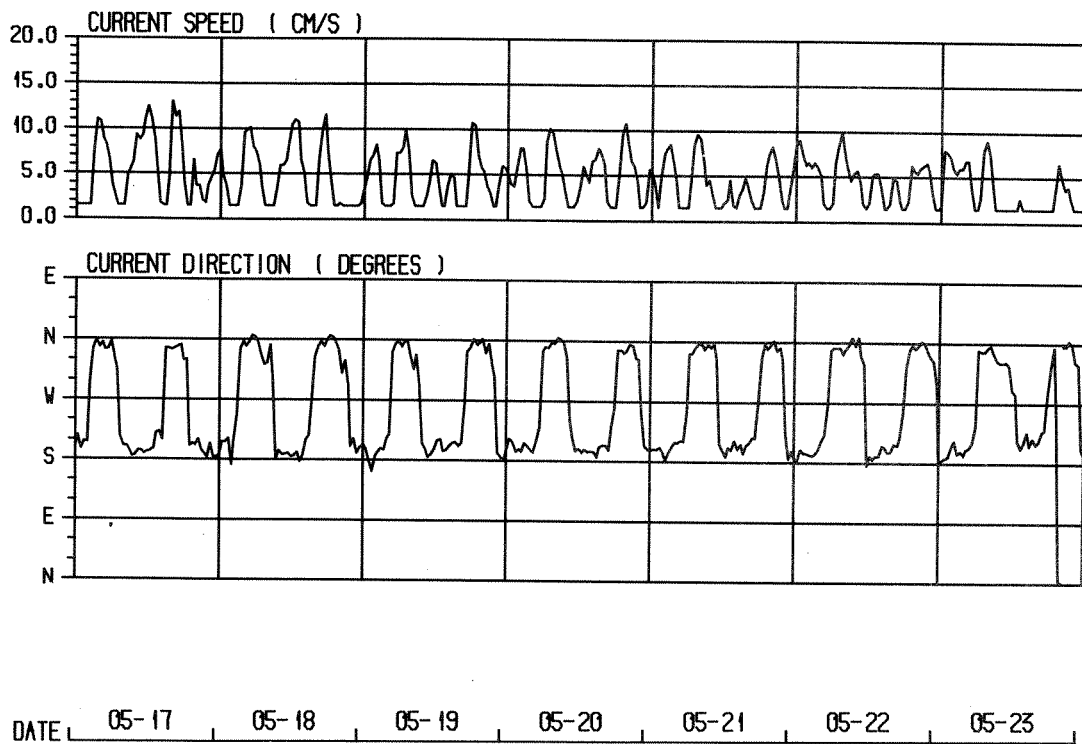


Fig. 9. Målinger av strømstyrke og retning i 58 m dyp ved Saltbua 17.5. - 23.5.82.

Frierfjordens terskeldyp. Resultatene viser at innstrømmende halvdaglig tidevann regelmessig tilfører Frierfjorden nytt vann helt ned til 60 m dyp. Dette er illustrert i figur 9 for tidsrommet 17.5. - 23.5.82. Tidevannsvolumet er imidlertid ikke så stort, og man må anta at effekten avtar raskt innover i fjorden, noe som samsvarer med at oksygenforholdene i 30-60 m dyp i søndre del gjennomgående er bedre enn lenger nord. Mellom terskeloverskyllingene er sannsynligvis disse tidevannsstrømmene den viktigste vannutskiftningsmekanismen mellom ca. 30 m og 60 m dyp.

I Volls fjorden (st. AA1, se fig. 1) ble laveste oksygenkonsentrasjon målt til 2.4 ml  $O_2/l$  i 20 m dyp 2.11.82. Dette er bedre enn i 1981 da laveste konsentrasjon var 1.7 ml  $O_2/l$ , og jevnførbart med tilstanden i 1980.

#### *Skienselva*

Resultatene fra oksygenmålingene i Skienselva er gjengitt i tabell 6. I tabellen er de dyp hvor oksygenforholdene var kritiske ( $< 2 \text{ ml } O_2/l$ ) angitt med mørk farge eller skravur.

Dataene samsvarer med tidligere års resultater med periodevis kritiske oksygenforhold i bassengene, mens det oftest er bra oksygenforhold grunnere enn ca. 8 m dyp.

Tilstanden varierer mye pga. skiftende hydrografi, utslippsforhold og temperatur i vannmassene.

Sammenholdes målingene med vannføringen i Skienselva (fig. 5) fremgår klart at det kritiske tidsrommet er sommermånedene med lavvannføring og høy temperatur i vannmassen.

Målet for undersøkelsen i forbindelse med driftsstansen ved Union A/S var å se om dette hadde betydning for vannkvaliteten i Skienselva. Fra 19.9. var det full driftsstans, fra 10.10 var papirfabrikken og sliperiet igjen i drift og fra 31.10 var også cellulosefabrikken i drift. Uheldigvis falt dette tidsrommet sammen med høstflom i Skiens-

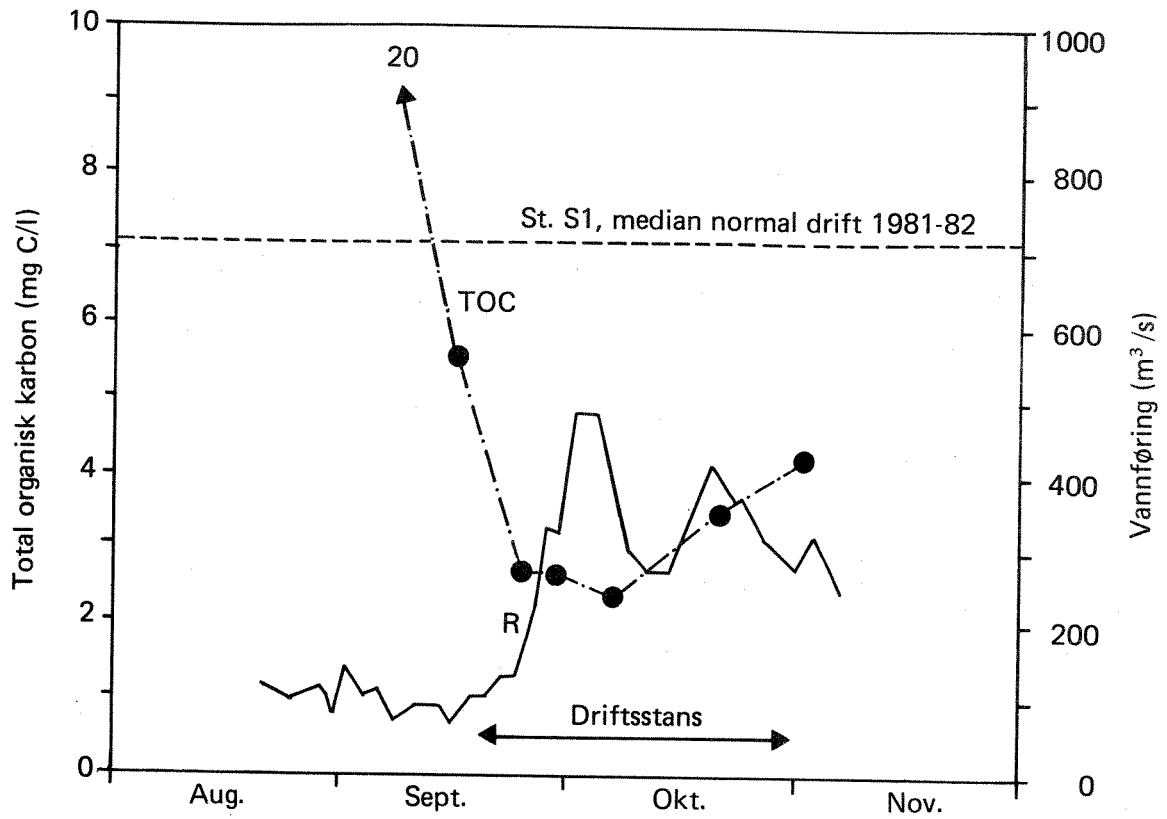
Tabell 6. Oksygenkonsentrasjoner (ml O<sub>2</sub>/l) på st. S1 og S2 under toktene i 1982. Skravur = <2 ml O<sub>2</sub>/l; svart = H<sub>2</sub>S.

Dyp (m)	24.3.82		11.5.82		26.8.82		16.9.82		30.9.82		2.11.82		7.12.82	
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
0	-	-	-	-	-	-	4.61	-	6.66	-	-	-	-	-
4	8.19	8.59	6.31	5.91	3.90	4.08	1.69	-	6.69	-	7.23	6.67	7.72	6.96
8	8.57	7.12	8.18	6.29	0.87	3.76	1.23	-	6.66	-	6.94	3.89	7.51	3.80
12	8.50	6.91	5.93	4.19		2.27	0.81	-	6.76	-	6.89	4.32	2.46	3.01
16	5.57	1.28	5.73	3.52			0.53	-	6.67	-	6.93	3.23	1.33	2.90
22			6.19				0.47	-	6.38	-	6.94	3.20	0.94	2.87

elva, med vannføring økende fra ca. 100 m<sup>3</sup>/s til ca. 500 m<sup>3</sup>/s (fig. 3). Generelt sett er vannkvaliteten i elva bedre ved høy vannføring enn ved lav vannføring, og dette vanskeliggjør tolkningen av de hydrokjemiske dataene. Dette problemet er forsøkt løst ved å gruppere data fra tidsrommet 1977-82 mot lav og høy vannføring, og sammenligne data fra gruppen 250-500 m<sup>3</sup>/s (n = 7) med data fra tidsrommet 25.9. - 21.10. (n = 4). En ikke-parametrisk test (Mann-Whitney) ble brukt og for total organisk karbon kunne en påvise signifikant forskjell (p = 0.02) mellom konsentrasjonen i 0-2 m dyp under driftsstansen (median 2.7 mg C/l) og "normalkonsentrasjon" ved høy vannføring (median 4.2 mg C/l).

Dette er illustrert i fig. 10 der også medianen for konsentrasjoner ved normal drift i 1981-82 er tegnet inn.





Figur 10. St. S1, Skienselva. Konsentrasjon av total organisk karbon (TOC) i 0-2 m dyp og vannføring (R) høsten 1982.

### 3. KVIKKSØLV I VANN

Analyser av kvikksølv (totalt) i vannprøver fra Frierfjordområdet ble i 1982 utført under hovedtoktene (tabell 2). Resultatene er gjengitt i tabell 7 og i tabell I, vedlegg.

Konklusjonen på resultatene fra 1981 (NIVA, 1982) var at kvikksølvinnholdet i hovedvannmassene i Frierfjorden (BC-1) var gjennomgående lave ved alle tokt og alle dyp, med unntak av noe høyere nivåer ved 16-40 m dyp i mai og august. Målinger gjort i kanalene ut fra Gunnekleivfjorden viste betydelig lavere verdier enn i 1980, og dette ble satt i forbindelse med omleggingen av Norsk Hydros hypoklorittutslipp fra Gunnekleivfjorden til Frierfjorden (Haver, 1982). Dette førte tilsynelatende til redusert frigivelse av kvikksølv fra de sterkt forurensede sedimentene i Gunnekleivfjorden (Skei, 1978). Det gjennomsnittlige (aritmetisk) kvikksølvinnholdet i vann fra henholdsvis Kulltangen (AD 1) og Herøyakanalen (BD 2) etter omleggingen av hypoklorittutslippet i mars 1981 var 0,16 og 0,27 µg/l.

Målinger av kvikksølv i selve Frierfjorden (CD-1 i 1982 i motsetning til BC-1 i 1981, Fig. 1) ble utført i mars, mai, august, november og desember 1982. Resultatene (tab. I, Vedlegg) viser at nivåene i mars og november var normale (<0,05 µg/l). I august ble det påvist forhøyede konsentrasjoner i midlere dyp. Dette er i samsvar med tidligere iakttagelser. Årsaken til dette fenomenet er ikke klarlagt, men det kan bemerkes at metyllering av kvikksølv i sedimenter er temperaturavhengig. De høyeste vann-temperaturene i Frierfjorden i de øvre 30 m opptrer vanligvis på sensommeren. Forsøk gjort i Sverige på innsjøsedimenter forurenset av kvikksølv fra klor-alkaliindustri har vist at en temperaturøkning på 10<sup>0</sup>C tilsvarer en dobling i produksjonen av metyllkvikksølv i sedimentene (Lindestrøm, 1981).

Skienselvas innhold av kvikksølv (S 2 og S 3, Fig. 1) viste i 1982 normale konsentrasjoner i samsvar med målinger i selve fjorden. Det er således ikke påvist noen "ekstra" tilførsel av kvikksølv til Frierfjorden fra oppstrøms Porsgrunn.

Resultatet av målingene av kvikksølv i kanalene fra Gunnekleivfjorden i 1982 er vist i tabell 7. Konsentrasjonene ser ut til å ha stabilisert seg på ca 0.07 µg/l. I 1980 og 1981 ble kvikksølvtransporten ut av Gunnekleivfjorden beregnet til henholdsvis 70 kg ± 50% og ca 20 kg (Haver 1982). På grunnlag av målingene i kanalene i 1982 kan vi fastslå at transporten av kvikksølv ut i Frierfjorden utgjorde mindre enn 20 kg.

Tabell 7. Kvikksølv i vann fra Kulltangen (AD-1) og Herøyakanalen (BD-2) (1 m dyp). Prøvene fra uke 43 er innsamlet og analysert av Norsk Hydro (Haver 1983).

Hg ( $\mu\text{g/l}$ )		
Dato	Kulltangen	Herøyakanalen
Uke 12	0.09	0.09
" 19	0.08	0.08
" 43	0.04	0.04
" "	0.04	0.07
" "	0.06	0.11
" "	0.09	0.09
" 49	0.06	0.06
Middel	0.07	0.08

#### 4. POLYSYKLISKE AROMATISKE HYDROKARBONER (PAH) OG KLORORGANISKE FORBINDELSER I BLÅSKJELL

Da det ikke har vært anledning til å gjennomføre den særskilte problemundersøkelsen som anbefalt i overvåkingsrapporten for 1981 (NIVA, 1982b), er undersøkelsene begrenset til å registrere PAH-innholdet i skjell en gang i året på følgende stasjoner (fig. 11):

- A 15 Saltbua, Frierfjorden
- A 9 Øya, Brevik
- A 6 Risøyodden, Langesundsfjorden
- A 3 Båteberget, Helgerofjorden

Hensikten med registreringen har dermed fortsatt vært av sonderende karakter, og har ikke kastet noe mer lys over de bemerkelsesverdige og uforklarte store variasjonene som har forekommet i blåskjells PAH-innhold.

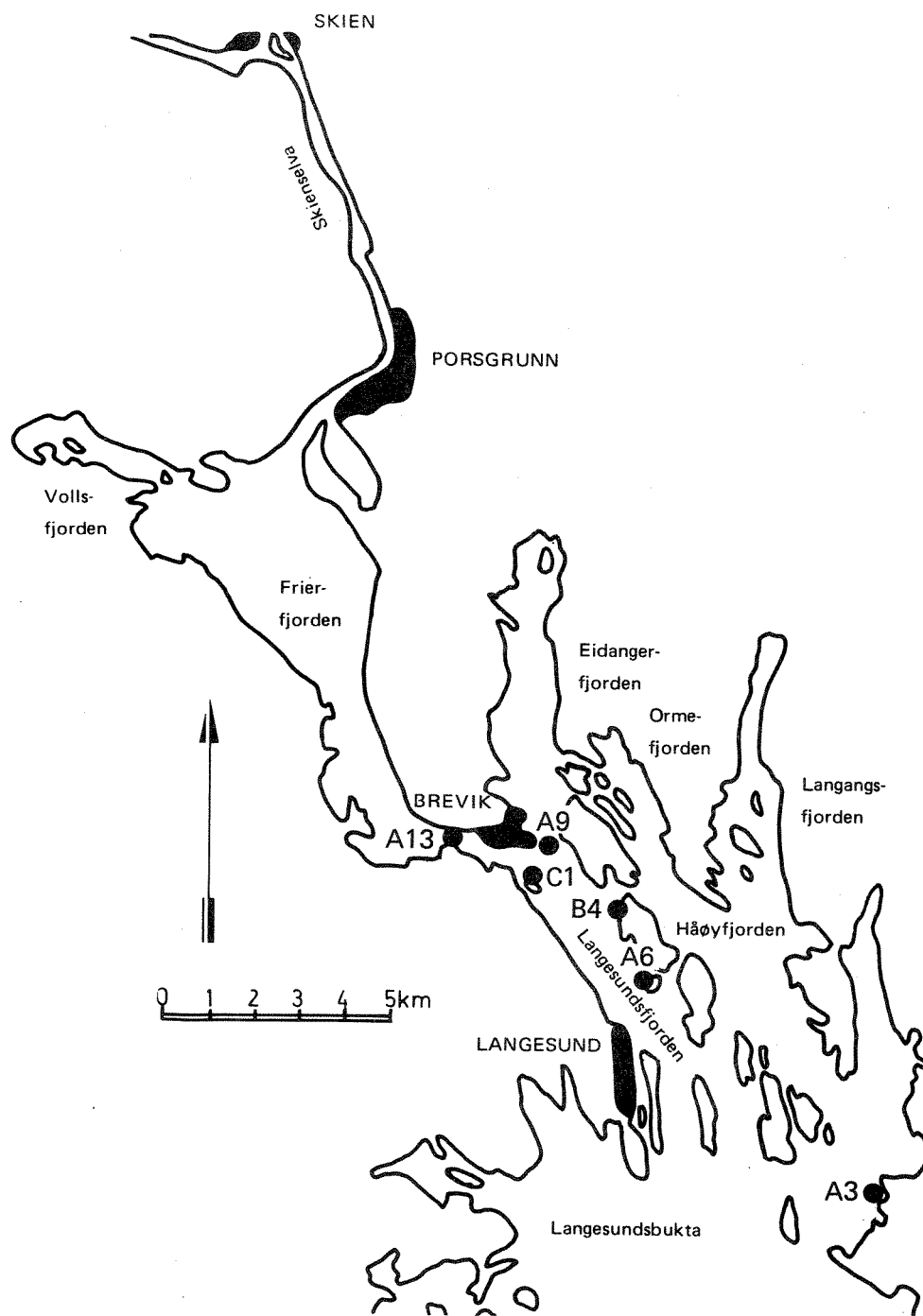
Analysene er foretatt ved NIVA med samme metode som tidligere: gaskromatografi med glasskapillarkolonne og flammeionisasjonsdetektor.

Rådata fra 1982-registreringene finnes i tabell II, Vedlegg, og summen av PAH og kreftfremkallende PAH-forbindelser innen gruppen KPAH<sup>1)</sup> er stilt sammen med data fra 1980-81 i fig. 12 (For bedømmelse av figuren kan det bemerkes at stasjonene B 4 og A 6 ligger nært hverandre og omtrent like langt fra den antatte hovedkilde for PAH (PEA i Porsgrunn) og derfor må antas sammenlignbare mht. belastning.)

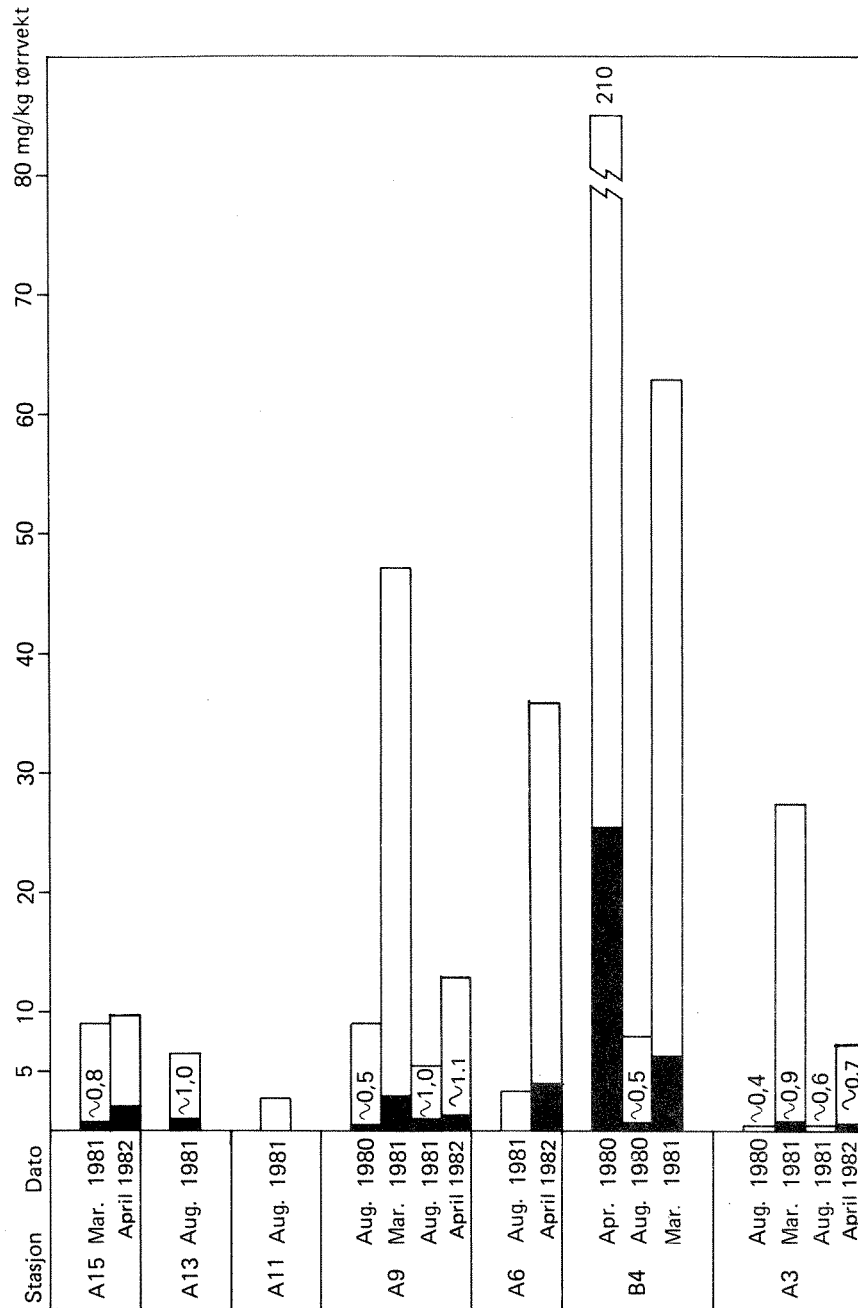
Det er konstatert høye PAH-konsentrasjoner i blåskjell fra alle lokalitetene, høyest i skjell samlet ved Brevik. Jevnført med "normal-konsentrasjoner" i blåskjell fra bare diffust belastede områder, er det funnet overkonsentrasjoner på ca. 10-50 x. "Bakgrunnskonsentrasjonen" av PAH er da antatt å være omkring 0.5 - 1.0 mg/kg, slik som

---

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 \*.



Figur 11. NIVAs prøvetakingsstasjoner for blåskjell. C1 er Norsk Hydros blåskjellstasjon på Croftholmen.



Figur 12. Konsentrasjoner av total-PAH og sum kreftfremkallende forbindelser (KPAH, se tekst) i blåskjell fra Grenlandsfjordene 1980-82, mg/kg tørrvekt.

det fremgår av observasjoner hos Knutzen og Sortland (1982). (Enkelte senere observasjoner (NIVA, upubl.) kan tyde på at bakgrunnskonsentrasjonen av PAH i blåskjell kan være 0.1 - 0.2 mg/kg tørrvekt, og den relative konsentrasjonsøkning i Grenlandsområdet tilsvarende større).

De store variasjonene fra tidligere (1980-81) og den lave observasjonshyppighet umuliggjør noen vurdering av eventuelle utviklingstendenser og en nærmere karakteristikk av de "midlere" forhold i de undersøkte områder. 1982-resultatene bekrefter imidlertid at betydelige PAH-mengder tilføres denne kyststrekningen og spres over lange strekninger. Dette er en gjengs erfaring fra andre områder som belastes med PAH i tilsvarende størrelsesorden som den PEA gir opphav til (f.eks. i Vefsnfjorden og Ranafjorden).

På denne bakgrunn gjentas anbefalingen om en egen problemundersøkelse av PAH. Samtidig bør PAH-utslippene fra PEA måles hyppigere, slik at det blir bedre grunnlag for å kvantifisere belastningen. På grunnlag av siste års analyser (2 stk.) av avløpsvannet ble PAH-utslippet beregnet til 5-6 tonn pr. år, mot 1-2 tonn pr. år ifølge 1980-81 målingene. Siden PAH-dannelsen kan variere med produksjonsmessige forhold på smelteverket, bør denne kartleggingen ha et omfang som muliggjør å fange opp eventuelle store variasjoner i utslippene.

PAH-innholdet i blåskjell reiser hygieniske spørsmål som helsemyndighetene bør vurdere, særlig fordi området utenfor Frierfjorden fremdeles må antas å tilføres andre, potensielt helseskadelige stoffer (klorerte hydrokarboner, kvikksølv).

Selv om utslippene av HCB etc. er blitt sterkt redusert er det fremdeles betydelige overkonsentrasjoner av HCB i blåskjell fra Brevikfjorden. I henhold til de siste tilgjengelige opplysninger var konsentrasjonene i blåskjell fra Brevik i april 1982 fremdeles 10 ganger høyere enn et høyt "normalnivå" i bare diffust belastede områder. Konsentrasjonen på 0,1 mg HCB/kg tørrvekt var den samme i blåskjell fra St. A 6 (Langesundsfjorden) som i skjell fra St. A 3 (Helgerofjorden). Imidlertid var konsentrasjonen av ekstraherbart organisk bundet persistent klor (EOCl) vesentlig høyere i blåskjellene fra St. A 6. Bare 5 % av EOCl-konsentrasjonen lot seg forklare ved de identifiserte klororganiske forbindelser (PCB, HCB,



5CB, OCS, DCB), mot vel 80 % i blåskjellene fra Helgerofjorden). Siden de forbindelser som skjuler seg i 95 % av EOC1 i prinsippet kan ha samme farlige egenskaper som PCB, HCB etc., bør de identifiseres.

Blåskjell fra Croftholmen (C1, figur 11), samlet og analysert av Norsk Hydro i 1982, inneholdt i gjennomsnitt 0.43 µg HCB pr. g tørrvekt (Haver 1983).

De helsemessige sidene har ikke bare tilknytning til samling av blåskjell (og eventuelt andre muslinger), men også til mulige planer om skjellfarming i området. Det er derfor gode grunner til å inkludere analyse av klorerte hydrokarboner i en eventuell problemstudie som primært retter seg mot PAH-forurensningen.

## 5. KVIKKSØLV OG KLOERTE HYDROKARBONER I TORSK

I september 1982 ble det samlet i alt 110 torsk fra Grenlandsfjordene; 90 fra Frierfjorden, hvorav 10 fra Volls-fjorden, 10 fra Eidangerfjorden og 10 fra Langesundsfjorden. Muskel fra alle fiskene ble undersøkt for kvikksølv, mens lever fra 50 fisk fra Frierfjorden og alle fra Eidanger- og Langesundsfjorden ble undersøkt for persistente klorerte hydrokarboner. Alle analyseresultatene er angitt som ppm ( $\mu\text{g/g}$ ) på våtvektsbasis. For de 90 torskene fra Frierfjorden er det også beregnet vektkorrigerede kvikksølvkonsentrasjoner (Underdal et al. 1981). For fiskene fra de to andre områdene er det bare beregnet en middelvei da den vektkorrigeringen som er benyttet ikke er velegnet for så lave kvikksølvnivåer. For de klorerte hydrokarbonene er medianverdien for de enkelte fjordene beregnet (figur 15-16). Resultatene fra analysene er vist i tabellene III-V, vedlegg.

Gjennomsnittet for de vektkorrigerede kvikksølvkonsentrasjonene i torsk fra Frierfjorden var  $0,49 \pm 0,26$  ppm med en spredning fra 0,07 til 1,35 ppm Hg. Gjennomsnittskonsentrasjonene i Eidanger- og Langesundsfjorden var begge 0,07 ppm Hg. I torsk fra Frierfjorden har det ikke vært noen nedgang i kvikksølvnivået i muskel fra 1981 til 1982 og for de siste 5 årene synes forurensningen med kvikksølv å ha vært nokså konstant (figur 13). Både i Eidanger- og Langesundsfjorden er de kvikksølvnivåene som er funnet så lave at de antas å nærme seg et bakgrunnsnivå.

Det ble foretatt en statistisk bearbeiding av kvikksølvresultatene fra Frierfjorden (Gramme et al. upubl.). Kumulativ frekvens, beregnet i prosent, ble fremstilt grafisk som funksjon av forholdet mellom kvikksølvkonsentrasjonen i muskel og fiskens vekt (figur 14). Kurven indikerer at resultatene er delt i 2 grupper, men ca. 70-80 % av prøvene synes å ligge i "høy-kvikksølv-gruppen". To av torskene skilte seg ut med et spesielt høyt kvikksølvnivå.

Medianverdien for heksaklorbenzen (HCB), oktaklorstyren (OCS) og dekalor-bifenyl (DCB) i torsk fra Frierfjorden var henholdsvis 8,2, 20 og 7,0 ppm. Spredningen for HCB var fra 1,8 til 22, for OCS fra 9,4 til 64 og for DCB fra 2,5 til 23 ppm. Det har ikke vært noen nedgang i konsen-

trasjonen i noen av disse forbindelsene fra 1981 til 1982 (figur 15). Tvert imot synes det å ha vært en tendens til økning. Nivåene av HCB og OCS synes å ha vært forholdsvis stabile de siste 5 årene, selv om spredningen i analysetallene har vært betydelige. For DCB er nivået fortsatt høyt og her synes det ikke å ha vært noen nedgang i konsentrasjonen i torsk fra Frierfjorden i den tiden Veterinærinstituttet har foretatt sine målinger. Nivåene av klorerte hydrokarboner i torsk fra Eidanger- og Langesundsfjorden er lavere enn i torsk fra Frierfjorden. Den tendens til nedgang i nivåene som har vært observert spesielt i Eidangerfjorden de siste par årene, blir ikke bekreftet av målingene fra 1982 (figur 16). For DCB synes nivåene å være høyere enn på lenge.

I 1982 er det analysert et forholdsvis stort antall torsk fra Frierfjorden. Resultatene skulle derfor gi en god indikasjon på nivået av kvikksølv og klorerte hydrokarboner i fisken. Spredningen i resultatene er heller ikke større enn ved tidligere undersøkelser. 1982-resultatene skulle derfor være et godt sammenligningsgrunnlag for senere undersøkelser.

De høye miljøgiftkonsentrasjonene i fisk, særlig i Frierfjorden, har ført til at en fra flere hold har anbefalt begrenset konsum.

På basis av kvikksølvkonsentrasjonen i fisk fanget høsten 1980 trakk Dybing & Underdal (1981) følgende slutninger:

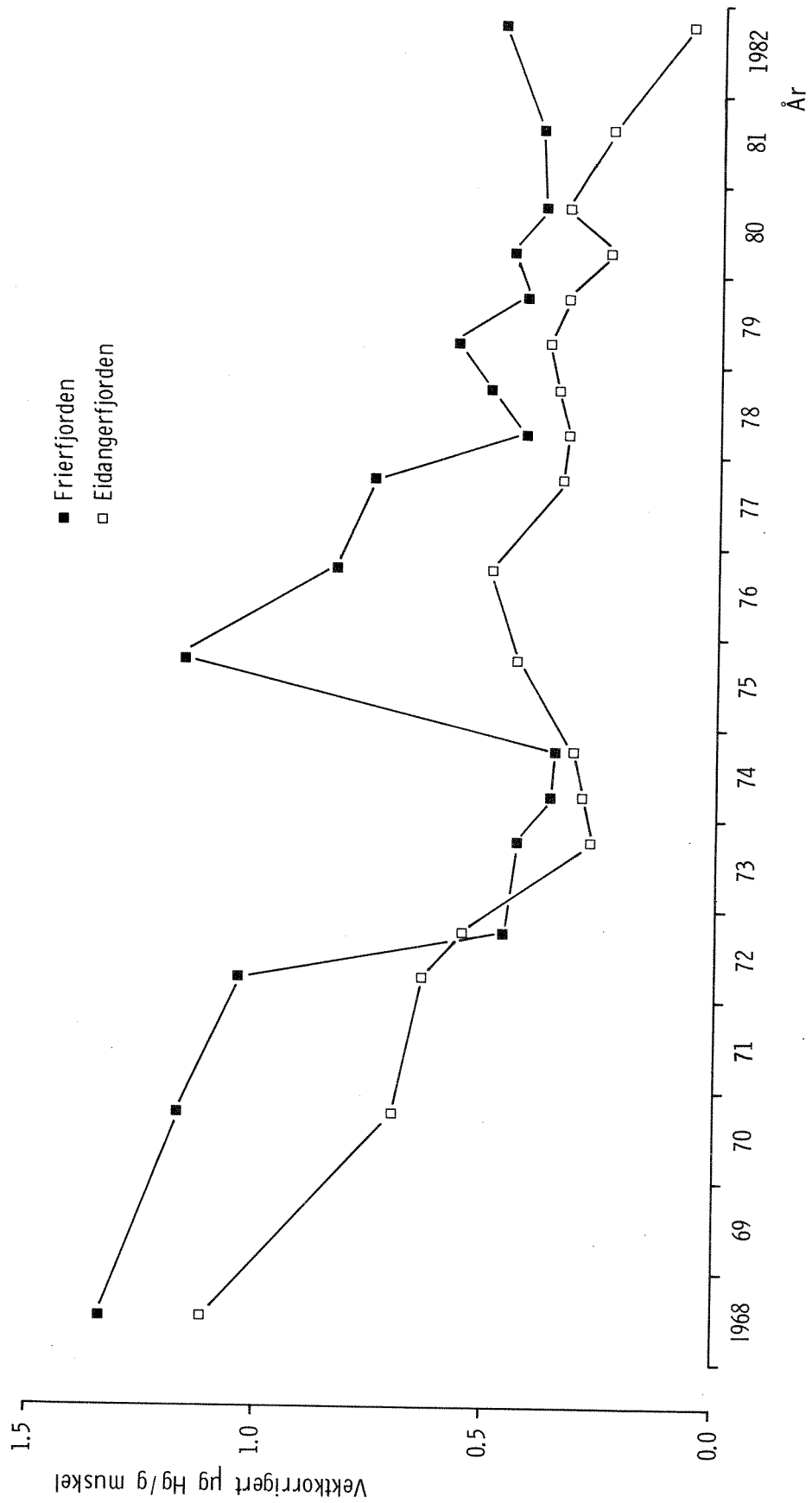
1. Fisk (torsk, sei, lyr) fra Frierfjorden må i den utstrekning det inngår i det faste kostholdet begrenses til 3 måltider pr. uke.
2. Ut fra samme forutsetninger bør fisk fra Eidangerfjorden kunne inngå i kostholdet med 4-5 måltider pr. uke.
3. Fisk tatt i de ytre fjordområdene (Langesundfjorden-Langesundbukta) kan om ønskelig benyttes daglig i kostholdet.

På basis av fiskens innhold av klorerte hydrokarboner anbefalte Dybing & Underdal (1981) en begrensning til to måltider pr. uke av fileten av fisk fra Frierfjorden. Fiskelever måtte ikke konsumeres i det hele tatt.

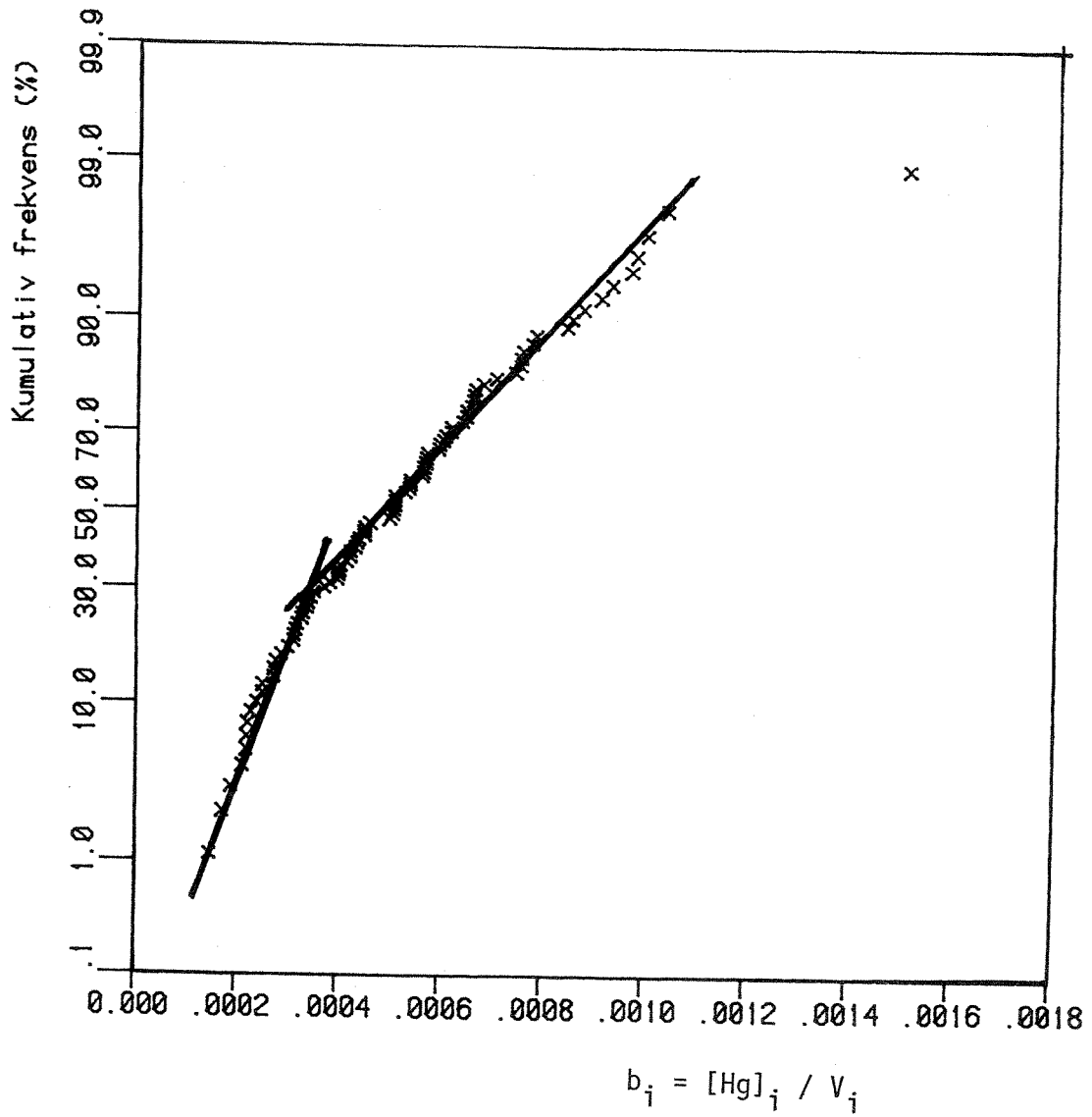
Filet av fisk fanget andre steder i Grenlandsområdet skulle derimot kunne konsumeres fritt.

På bakgrunn av det høye konsentrasjonsnivået av klorerte hydrokarboner i ål fra indre Frierfjord fattet Porsgrunn helseråd og Skien helseråd i 1982 følgende vedtak:

"Med hjemmel i §§ 4 og 5 i Alminnelige forskrifter om tilvirkning og omsetning av næringsmidler m.v. av 1935 forbyr helserådet omsetning innen Skien/Porsgrunn kommune, av ål fanget i Gunneklevfjorden og i utløpet av Porsgrunnelva. Området strekker seg fra Porsgrunnelva til Balsøya på Vestsiden og til Herøyakanalen med Gunnekleivfjorden på Østsiden. Vedtaket begrunnes med ålekjøttets innhold av klorerte hydrokarboner, som ansees å være helseskadelig."



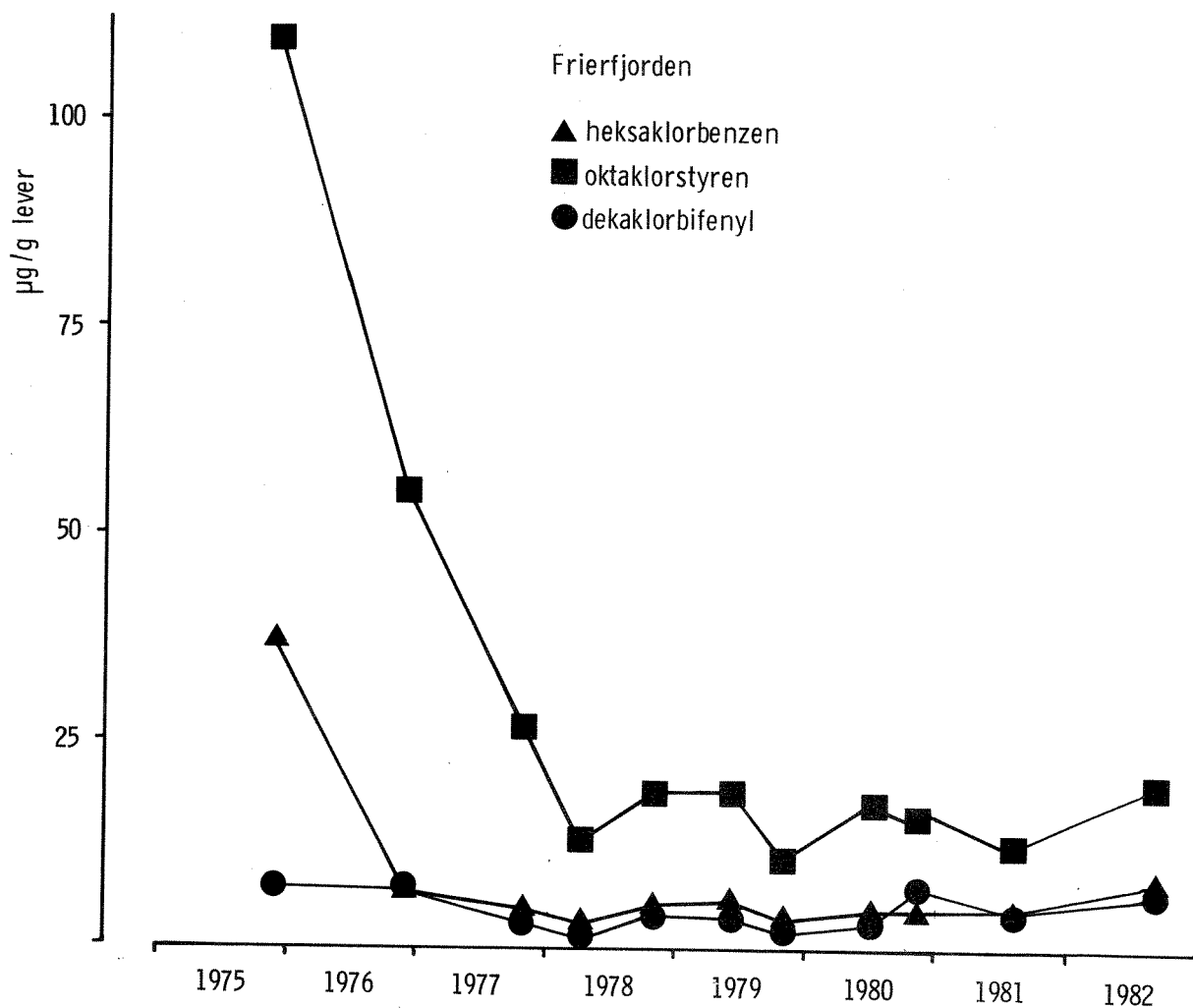
Figur 13. Vektkorrigerede gjennomsnittsverdier for kvikksølv i muskel (µg Hg/g våtvekt) fra torsk fra Frierfjorden og Eidangerfjorden 1968-82.



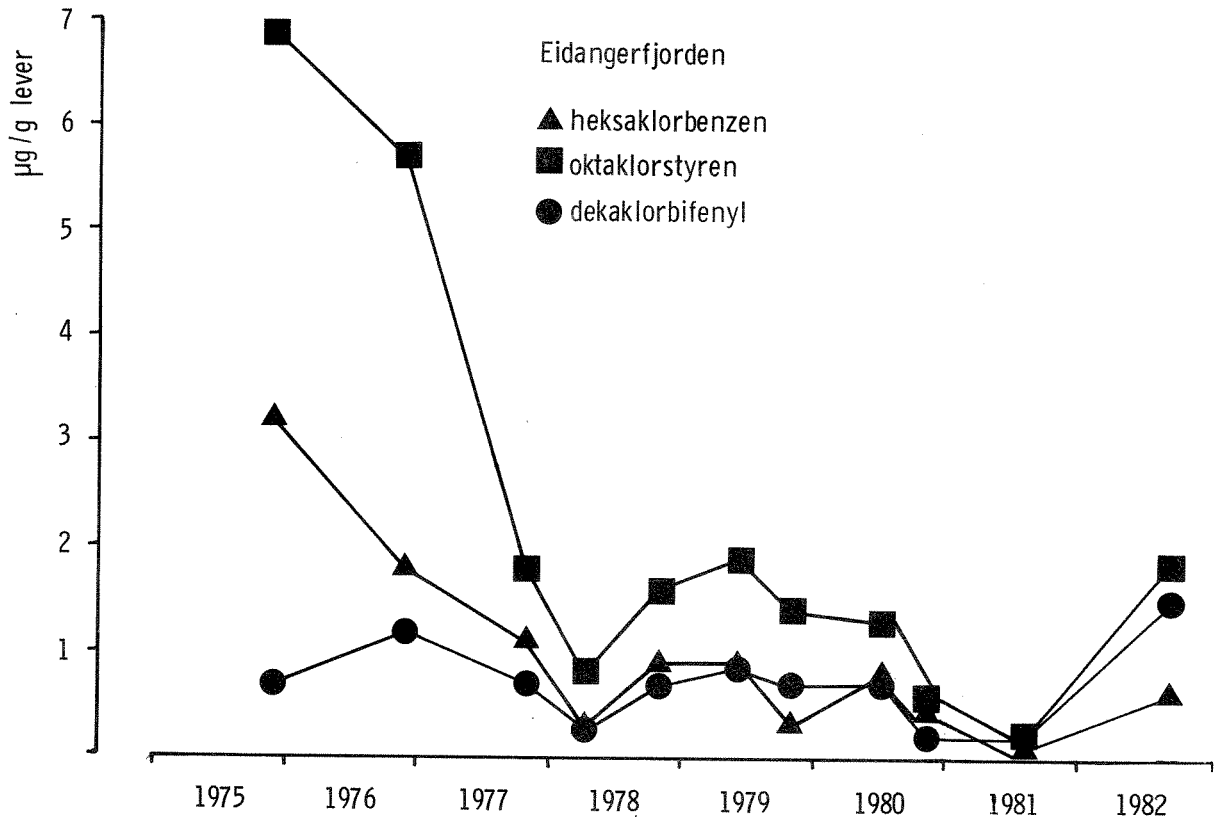
Figur 14. Forholdet mellom kvikksølvkonsentrasjonen i muskel og fiskens vekt som funksjon av kumulativ frekvens (%) i torsk fra Frierfjorden 1982.

$[Hg]_i$  = kvikksølvkonsentrasjonen (ppm) i fisk i.

$V_i$  = vekten (g) av fisk i.



Figur 15. Medianverdiene for innholdet av heksaklorbenzen, oktaklorstyren og dekaklorbifenyl i lever ( $\mu\text{g/g}$  våtvekt) i torsk fra Frierfjorden 1975-82.



Figur 16. Medianverdiene for innholdet av heksaklorbenzen, oktaklorstyren og dekaloribifenyyl i lever ( $\mu\text{g/g}$  våtvekt) i torsk fra Eidangerfjorden 1975-82.



## 6. REFERANSER

- Dybing, E. & Underdal, B., 1981: Humantoksikologiske aspekter vedrørende klorerte hydrokarboner og tungmetaller i fisk, med spesiell referanse til Grenlandsfjordområdet. Oslo, 39 s.
- Haver, E., 1982. Kvikksølvforurensning i Grenlandsfjordene. Norsk Hydro/Forskningscenteret, 16.2. 1982, 32 s + 4 bilag.
- Haver, E., 1983. Resipientundersøkelser i Grenlandsfjordene 1982. Norsk Hydro/Forskningscenteret, 29.3. 1983, 8 s. + 4 bilag.
- Knutzen, J. og Sortland, B., 1982. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in some algae and invertebrates from moderately polluted parts of the coast of Norway. Water Res. 16(4):421-428.
- Lindestrøm, L., 1982. Omfordeling av kvikksilver i Vänernsediment - en lägesrapport. IVL-rapport, 49 sider + vedlegg og figurer.
- National Academy of Science (NAS), 1972. Particulate polycyclic organic matter. 361 s., NAS, Washington, D.C.
- NIVA 1973, 0-70111. Resipientvurderinger av nedre Skienselva, Frierfjorden og tilliggende fjordområder. Rapport 1. Tidligere undersøkelser - generelle forhold - forurensningstilførsler. 93 s.
- NIVA 1979, 0-70111. Resipientundersøkelse av nedre Skienselva, Frierfjorden og tilliggende fjordområder. Rapport 8. Sluttrapport. 252 s.
- NIVA 1981. 0-8000312. Forslag til arbeidsprogram og budsjett 1982 for overvåking av Grenlandsfjordene og Skienselva. 17.12. 1981, 15 s.
- NIVA 1982a. 0-8000312. Program for undersøkelser i Skienselva i anledning driftsstans ved Union A/S. 13.9. 1982, 2 s.
- NIVA 1982 b. 0-8000312. Grenlandsfjordene og Skienselva 1981. Overvåkingsrapport nr. 52/82. 4.10. 1982. 66 s.

NIVA 1983. 0-8000312. Forslag til langtidsprogram. Grenlandsfjordene og Skienselva. 25.4. 1983. 17 s.

Skei, J.M., 1978. Serious mercury contamination of sediments in a Norwegian semi-enclosed bay. Mar. Poll. Bull., 9, 191-193.

Underdal, B., Norheim, G., Hoff, H. & Håstein, T., 1981. Kvikksølv og klorerte hydrokarboner i fisk fra Skiensvassdraget og fjordene i Grenlandsområdet. Oslo/Skien. 29 s. + bilag.

V E D L E G G

(Tabell I - V)

Vedlegg.

Tabell I. Kvikksølv i vann fra Skienselva (S 2 og S 3), Hydrokaia (BD-1) og Frierfjorden (CD-1)

<u>Dato</u>	<u>Stasjon</u>	<u>Dyp (m)</u>	<u>Hg (<math>\mu</math> g/l)</u>
24.3	CD-1	1 m	< 0,04
		4 "	0,04
		8 "	< 0,04
		12 "	0,04
		16 "	< 0,04
		20 "	< 0,04
		25 "	< 0,04
		30 "	< 0,04
		40 "	0,04
		50 "	0,06
		60 "	< 0,04
		70 "	0,04
		80 "	< 0,04
		90 "	< 0,04
			S 2
	S 3	1 "	< 0,04
	BD-1	1 "	< 0,04

Vedlegg.

Tabell I. forts.

Dato	Stasjon	Dyp (m)	Hg ( $\mu$ g/l)
11.5	CD-1	4 m	< 0,04
		8 "	< 0,04
		12 "	< 0,04
		16 "	< 0,04
		20 "	< 0,04
		25 "	< 0,04
		30 "	< 0,04
		40 "	< 0,04
		50 "	< 0,04
		60 "	< 0,04
		70 "	< 0,04
		80 "	< 0,04
		90 "	< 0,04
	BD-1	1 m	< 0,04
	S2	1 "	< 0,04
	S3	1 "	< 0,04
	27.8.	CD-1	1 "
4 "			< 0,04
8 "			0,08
12 "			< 0,04
16 "			< 0,04
20 "			0,13
25 "			< 0,04
30 "			0,18
40 "			0,12
50 "			0,11
60 "			< 0,04
70 "	0,17		
80 "	0,14		
90 "	< 0,04		

Vedlegg.

Tabell I. forts.

Dato	Stasjon	Dyp (m)	Hg ( $\mu$ g/l)
27.8.	BD-1	1 m	0,08
	S 2	1 "	< 0,04
	S 3	1 "	0,07
2.11.	CD-1	1 m	< 0,05
		4 "	"
		8 "	"
		12 "	"
		20 "	"
		25 "	"
		30 "	"
		40 "	"
		50 "	"
		60 "	"
		70 "	"
		80 "	"
		90 "	"
			S 2
S 3	1 "		"
BD-1	1 "		"
7.12.	CD-1	1 m	0,05
		4 "	< 0,05
		8 "	< 0,05
		12 "	< 0,05
		16 "	< 0,05
		20 "	< 0,05
		25 "	< 0,05
		30 "	< 0,05
		40 "	< 0,05
		50 "	< 0,05
		60 "	0,05
		70 "	< 0,05
		80 "	< 0,05
		90 "	0,05
	S 2	1 m	< 0,05
	S 3	1 "	< 0,05
	BD-1	1 "	< 0,05

Vedlegg.

Tabell II. Polysykliske aromatiske hydrokarboner i blåskjell fra Grenlandsområdet 1. april 1982, mg/kg tørrvekt

PAH	Stasjon:	A 15 Saltbua	A 9 Øya, Brevik	A 6 Risøyodden, Langesundsfj.	A 3 Helgero- fjorden
Dibenzothiophen			165	106	78
Fenantren		125	946	696	409
Antracen		36	110		35
2-Metylantracen		45	165		96
1-Metylphenantren		80	297		165
Fluoranten		1807	9152	3434	2706
Pyren		1433	10153	2466	1053
Benzo(a)fluoren			803	460	87
Benzo(b)fluoren			353		
1-Metylpyren				342	
Benzo(c)fenantren		285	297		
Benzo(a)antracen *		765	2640	944	261
Trifenylen/Chrysen *		1495	4345	1923	1053
Benzo(b)fluoranten * *	} 1)	1833	3828	1428	748
Benzo(j,k)fluoranten * *					
Benzo(e)pyren *		1246	2024	708	496
Benzo(a)pyren * * *		498	418	189	235
Perylen		134			
0-Phenylenepyren		125	275	118	122
Dibenz(a,h)antracen * * *		62	77		
Benzo(ghi)perylene		312	605	283	87
Sum PAH		10281	36652	13097	7631
Ca KPAH 1)		2067	3344	1141	733
% KPAH		20.1	9.2	8.7	9.6
% tørrstoff		11.2	9.1	8.5	11.5

1) KPAH er summen av moderat (\* \*) og sterkt kreftfremkallende PAH (\* \* \*) i hht National Academy of Science (NAS, 1972). I summen av \* \* + \* \* \* er det bare regnet med 50 % av benzo(j,k)fluoranten idet bare B(1)F er kreftfremkallende. Når alle benzofluorantene er slått sammen, er det regnet med 2/3 av mengden i KPAH.

Vedlegg.

Tabell III. Miljøgifter i torsk ( $\mu\text{g/g}$  våtvekt), september 1982. Fisk nr. 1-10 er fanget i Vollsfjorden, resten i Frierfjorden.  
 HCB = heksaklorbenzen, OCS = oktaklorstyren og DCB = dekaklorbifenyl.

Fisk nr.	Vekt (g)	Lever			Muskel
		HCB	OCS	DCB	Hg
1	844	3,9	11	7,7	0,16
2	836	7,5	18	8,2	0,45
3	336	6,3	16	4,7	0,11
4	729	2,9	12	4,2	0,16
5	1137	11	25	4,6	0,73
6	1127	16	26	6,4	0,52
7	1047	8,6	19	9,0	0,46
8	448	11	15	5,0	0,18
9	899	7,4	13	9,1	0,20
10	831	8,7	16	7,7	0,25
11	1247	4,2	38	13	0,83
12	1193	12	27	5,2	0,68
13	1238	13	29	6,8	0,74
14	988	14	41	9,6	0,90
15	1083	9,1	34	7,2	0,72
16	1390	15	48	16	0,84
17	807	5,6	22	11	0,30
18	1208	15	24	6,3	0,48
19	674	1,8	10	9,7	0,28
20	690	11	31	7,0	0,52
21	945	5,4	18	9,5	0,32
22	1300	5,1	13	8,5	0,65
23	790	3,0	21	20	0,26
24	1000	9,4	21	4,9	0,98
25	1210	3,0	15	18	0,29



Vedlegg.

- 46 -

Tabell III. forts.

Fisk nr.	Vekt (g)	HCB	OCS	DCB	Hg
26	1190	6,9	31	12	0,33
27	999	9,2	54	15	1,00
28	1080	6,7	17	4,7	0,43
29	1200	7,5	12	5,2	0,18
30	1000	10	17	6,6	0,22
31	710	4,1	28	23	0,47
32	700	7,9	14	4,7	0,16
33	1400	10	24	5,5	0,63
34	1480	9,1	23	13	0,37
35	1010	8,2	19	2,5	0,51
36	1100	8,3	9,4	3,3	0,30
37	750	11	14	3,7	0,43
38	620	16	19	3,3	0,27
39	300	2,8	12	4,2	0,17
40	1170	4,1	38	10	0,77
41	1605	10	20	4,8	0,85
42	1215	7,0	13	6,9	0,62
43	1460	3,6	24	15	0,42
44	2265	6,7	15	3,8	0,78
45	1245	8,2	28	14	0,94
46	1000	7,7	22	5,7	0,62
47	1000	12	15	4,8	0,40
48	2175	22	64	14	0,98
49	1130	1,8	13	20	0,61
50	1512	14	36	6,0	1,03

Tabell III. forts.

Muskel

Muskel

Fisk nr.	Vekt (g)	Hg	Fisk nr.	Vekt (g)	Hg
51	1250	0,39	71	1670	1,18
52	1710	1,04	72	1100	0,94
53	1070	0,36	73	1722	0,73
54	770	0,24	74	1762	0,95
55	1500	0,26	75	1635	0,92
56	990	0,75	76	1260	0,75
57	1400	0,63	77	1000	0,51
58	1310	0,85	78	1220	0,69
59	1250	0,98	79	1040	0,97
60	800	1,37	80	600	0,23
61	1100	0,30	81	770	0,80
62	650	0,33	82	1000	0,97
63	1450	0,94	83	1155	0,86
64	1460	0,63	84	1058	0,54
65	740	1,12	85	1560	0,33
66	490	0,28	86	1100	0,93
67	1250	0,40	87	718	0,63
68	790	0,25	88	878	0,22
69	810	0,63	89	2450	0,86
70	1180	0,50	90	1130	0,70

Vedlegg.

Tabell IV. Miljøgifter i torsk ( $\mu\text{g/g}$  våtvekt) fra Eidangerfjorden, september 1982. HCB = heksaklorbenzen, OCS = oktaklorstyren og DCB = dekaklorbifenyl.

Fisk nr.	Vekt (g)	Lever			Muskel
		HCB	OCS	DCB	Hg
1	1880	8,8	23	3,2	0,16
2	1320	0,53	2,7	2,4	0,05
3	1360	0,077	0,21	0,32	0,07
4	1000	0,059	0,27	0,41	0,03
5	1332	1,0	4,0	4,4	0,07
6	2250	0,72	2,2	2,0	0,07
7	1031	0,075	0,16	0,14	0,06
8	590	1,0	2,0	0,53	0,05
9	918	0,081	0,79	1,0	0,06
10	672	0,68	4,8	4,5	0,09

Vedlegg.

Tabell V. Miljøgifter i torsk ( $\mu\text{g/g}$  våtvekt) fra Langesundsfjorden, september 1982. HCB = heksaklorbenzen, OCS = oktaklorstyren og DCB = dekaklorbifenyl

Fisk nr.	Vekt (g)	Lever			Muskel
		HCB	OCS	DCB	Hg
1	1370	0,20	0,50	0,51	0,10
2	1065	0,17	0,61	0,23	0,05
3	1450	0,36	0,48	0,45	0,08
4	1810	0,16	0,56	1,2	0,04
5	1645	0,18	0,52	0,56	0,04
6	1140	0,016	0,17	0,44	0,06
7	785	0,47	1,8	1,2	0,05
8	1889	0,46	1,0	0,96	0,10
9	1225	0,57	1,2	1,1	0,07
10	1068	0,077	0,31	0,60	0,07



## 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 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.

**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.