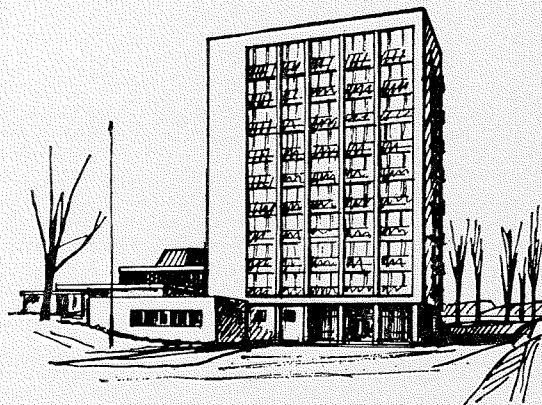


FISKERIDIREKTORATET
BIBLIOTEKET

Fisken og Havet

RAPPORTER OG MELDINGER FRA FISKERIDIREKTORATETS
HAVFORSKNINGSINSTITUTT BERGEN



SERIE B
1973 Nr. 6

Begrenset distribusjon
varierende etter innhold
(Restricted distribution)

FRIERFJORDEN - EN VURDERING AV
FJORDSYSTEMETS VANNUTSKIFTNING

Av

Didrik S. Danielssen

Statens Biologiske Stasjon, Flødevigen

Lars Føyn

Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt, Bergen

Redaktør

Erling Bratberg

SERIE B

1973 Nr. 6

Mars 1973

INNHOLDSFORTEGNELSE

INNLEDNING	Side	5
OMRÅDEBESKRIVELSE	"	6
RESULTATER	"	6
KONKLUSJON	"	10
LITTERATUR	"	11
FIGURER	"	12
TIDLIGERE UTKOMMET I SERIE B	"	19

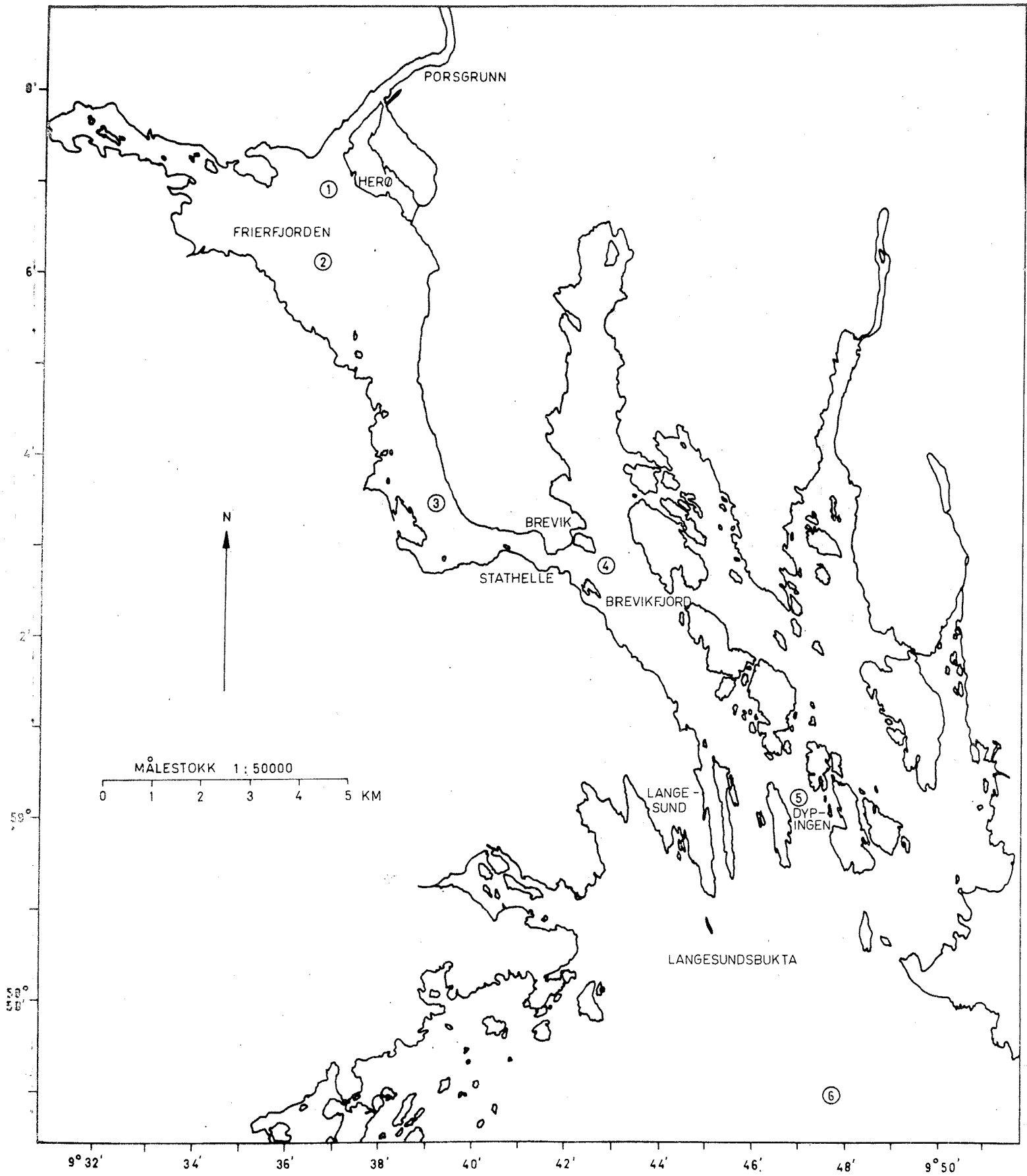


Fig. 1. Kart over fjordsystemet Frierfjorden-Langesundbukta med hydrografiske stasjoner.

INNLEDNING

Forurensningene i Frierfjorden er blitt viet stor oppmerksomhet, og et kjennskap til fjordens generelle hydrografi er således av stor viktighet. STRØM (1936) og BRÆKKEN (1962) har beskrevet dyplagene i Frierfjorden som stagnerte med tildels store mengder H_2S . DANNEVIG (1930) karakteriserer dyplagene i Frierfjorden som stagnerte med meget lite oksygeninnhold. BRÆKKEN (1962) observerte de hydrografiske variasjoner gjennom et år (1961-62) og han beskriver en intermediær utskiftning som fornyer vannet i Frierfjorden ned til ca. 35 m. Han påpeker også at det skulle en meget liten økning i det innstrømmede vanns tetthet for at den observerte intermediære innstrømning ville trengt helt til bunns. Han refererer videre upubliserte data fra 1947 som blant annet viser et oksygeninnhold i 85 m i Frierfjorden på 2,75 ml O_2/l .

Denne rapport presenterer hydrografiske data, temperatur, salt- holdighet og oppløst oksygen, som i tidsrommet 1952 - 1972 er samlet inn av Statens biologiske stasjon, Flødevigen, hovedsaklig i forbindelse med 0-gruppe undersøkelser av torsk i området Kristiansand-Svenskegrensen. Undersøkelsene er vesentlig blitt foretatt om høsten, og de hydrografiske data gir derfor ikke tilstrekkelig grunnlag for en fullstendig beskrivelse. Fra de to siste år foreligger imidlertid et noe mer fyldig materiale.

I tidsrommet 1970 - 1972 er det også innsamlet noen prøver til spesielle forurensningsanalyser ved Havforskiningsinstituttet. Prøvene er analysert med henblikk på klorerte alifatiske forbindelser, som først i 1970 ble kjent som problemstoffer i havet. (JENSEN et al 1970). Disse observasjoner er tatt med fordi de har vist seg nyttige i vurderingen av eventuelle utskiftninger av bunnvannet i fjorden.

OMRÅDEBESKRIVELSE

Langesundsbukta er helt åpen ut mot Skagerrak med jevnt økende dybder. Innenfor Langesund deler en del øyer området i flere fjorder (Fig. 1). De indre deler av fjordsystemet er avgrenset fra Langesundsbukta ved mer eller mindre grunne terskler på forskjellige steder. Fig. 2 viser bunnkonturen fremkommet på et ekkogram av den grunneste terskel med størst dyp på ca. 20 m.

Terskelen avgrenser Frierfjorden, som er 90 m på det dypeste, fra områdene utenfor.

Skiensvassdraget munner ut i Frierfjorden med en middelvannføring på ca. $280 \text{ m}^3/\text{sek}$. Transporten av ferskt overflatevann ut fjorden vil skape en kompensasjonsstrøm og følgelig en god sirkulasjon i de øverste vannlag over terskeldypet. Denne sirkulasjon er beskrevet av CARSTENS (1970).

RESULTATER

På grunn av den store ferskvannstilførsel, er saltholdigheten i overflatelagene liten, i 0 m sjelden over 5-6 o/oo om høsten. Saltholdigheten i 10 m derimot er i alle observerte år over 20 o/oo, som regel mellom 25 og 30 o/oo. Fig. 3 viser saltholdighetsfordelingen i Frierfjorden i en vintersituasjon med mindre ferskvannstilførsel og i en høstsituasjon med stor ferskvannstilførsel.

Tabell 1. Frekvensen av forskjellige oksygenmengder i det dypeste parti av Frierfjorden gjennom 15 års høstobservasjoner. Observasjonsdybden varierer mellom 75 og 90 m.

ml O ₂ /l	0	0.1-1.0	1.1-2.0	2.1-3.0	3.1-4.0
Antall obs.	3	5	1	2	4

Tabell 1 viser hvorledes de forskjellige oksygenobservasjonene i dyplaget i Frierfjorden varierer fra år til år. Over halvparten av de observerte verdier ligger under 2 ml O₂/l og dypvannet må således generelt kunne sies å være stagnerende. Imidlertid viser også Tabell 1 at dypvannet fornyes med visse mellomrom, men vårt materiale gir ikke grunnlag for å si noe om hyppigheten og graden av utskiftningen. Fig. 4 viser en typisk stagnert situasjon med hydrogensulfid (H₂S) i dypvannet.

På Fig. 5 er fremstilt en situasjon med en intermediær innstrømning. Denne innstrømning antydes så vidt på diagrammet med tetthets isopletene (σ_t) mens oksygenogrammet klarere indikerer en innstrømning av nytt vann over terskelen. Oksygenverdiene vil ofte gi en bedre indikasjon på en dypvannsfornyelse enn det som kommer frem av et tetthetsdiagram. BEYER (1971).

De to siste observasjoner (Fig. 6 og 7) fra toktene 4. februar og 26. april 1972 viser at det i det mellomliggende tidsrom har skjedd en kraftig innstrømning og dermed fornyelse av bunnvannet.

For å få et bilde av sedimenteringen i fjordsystemet ble det i november 1970 tatt sedimentkjerner i Frierfjorden. Prøvene ble tatt den 13. november 1970, og stasjonene er vist på Fig. 1.

Prøve 1 (Stasjon nr. 1)

Hele bunnproppen er 39 cm. De nederste ca. 5 cm er grå/leire). Fra ca 5 cm til ca. 10 cm er gråfargen ispedd flere og flere svarte partikler og over 10 cm er prøven helt svart med unntak av en grå flekk i 28 cm høyde på den ene siden. Ett par svakt lysere flekker sees også 1 cm under overflaten. De svarte partiklene på overflaten ligger meget løst.

Prøve 2 (Stasjon nr. 2)

Hele prøven 40 cm. De nederste 4-5 cm er i likhet med prøve 1 grå (leire), men ispedd noe mer svart. Fra ca. 10 cm til 20 cm er prøven svakt grå, men blir deretter helt svart. De svarte partiklene på overflaten ligger meget løst.

Prøve 3 (Stasjon nr. 3)

Hele prøven er 19 cm. De første 5 cm er grå (leire). Gråfargen blir deretter mørkere (mer ispedd svart etter hvert oppover). De øverste 1,5 cm er helt svart. "Fecal pellets" finnes ned til 4 cm, men vesentlig under de øverste 1,5 cm.

Prøve 4 (Stasjon nr. 4)

Hele prøven er 16 cm. De nederste 3 cm er grå, de neste 10 cm er ispedd svart (likner på prøve 1, 2 og 3 men ikke så sterkt svartet). De øverste 2-3 cm er brune sedimenter.

Gråfargen på sedimentet tyder på at Frierfjorden har hatt perioder med friskt dypvann. BEYER (1967) peker således på at sedimentfargen kan gi et bilde av oksygenforholdene i tidligere tider. Sort sediment tyder på perioder med anoksiske forhold i vannet over bunnen mens lyst grått ansees å stamme fra perioder med oksygen i dypvannet.

Bunnproppene ble frosset og delt opp i stykker merket fra a til d ovenfra og nedover. Disse ble analysert kjemisk på eventuell tilstedeværelse av klorerte alifatiske hydrokarboner. Resultatet er gitt i tabell 2 nedenunder.

Tabell 2

Vann- og bunnpropp-prøver fra Frierfjorden den 13. november 1970. Klorerte alifatiske hydrokarboner. Mengdeangivelse i relative forhold til en standard.

	Prøve nr. 1	Prøve nr. 2	Prøve nr. 3	Prøve nr. 4
Vannsøyle over bunnpropp	0	0	0	0
Delpropp a	335	185	65	13
Delpropp b	268	22	0	
Delpropp c	53	0		
Delpropp d	0	0		

Tabellen viser at det er avtagende mengder klorerte alifatiske hydrokarboner både nedover i sedimentet og utover fjorden. Det ble imidlertid også utenfor terskelen, (stasjon 4 Breviksfjorden), registrert spor av klorerte alifatiske hydrokarboner i øverste del av sedimentkjernen. Det ble samtidig innsamlet vannprøver for analyse på de samme stoffer. Kvantifiseringen er basert på et relativt forhold til en utvalgt topp X i kromatogrammene (Fig. 8). Mengdefordelingen er vist i Tabell 3.

Tabell 3

Vannprøver fra Frierfjorden den 13. november 1970.

Klorerte alifatiske hydrokarboner. Mengdeangivelse i relative tall.

Stasjon nr.	2	3	4	5
Dyp				
0 m	200	190	85	80
20 m	40	11	7	
40 m		2		
100 m			1	

Som det fremgår er det også her avtagende mengder nedover i dypet og utover i fjorden. Bemerkelsesverdig er det at overflateverdiene på de to ytterste stasjoner er tilnærmet like. Sammenlikner vi kromatogrammet fra analysene på vannprøvene og fra en sedimentkjerne (Fig. 9) synes det som om sedimentet inneholder kjemiske komponenter med høyere molekylvekt (lengre retensjonstid i gasskromatografen) enn i vannprøven.

KONKLUSJON

De hydrografiske forhold indikerer både at det finner sted utskiftninger av dypvannet i Frierfjorden og at det finner sted hyppige utskiftninger av vannet i mellomdypet. Den beskrevne sedimentkjerne fra Breviksfjorden hvor sort sediment er antydnet og hvor spor av klorerte alifatiske hydrokarboner er påvist bestyrker denne antagelse.

Det er grunn til å tro at eventuelle avfallsstoffer som tilføres dyplagene i Frierfjorden vil kunne transporteres ut av dette relativt lukkede område og derved innvirke på de utenforliggende vannmasser.

LITTERATUR

- BEYER, F. 1967. Bunnsedimenter og bunnfauna i indre og midtre Oslofjord i 1938 og 1962-1966. Oslofjorden og dens forurensningsproblemer. 1. Undersøkelsen 1962-1965. Norsk Institutt for Vannforskning, 1967 (6) : 1-119, 33 fig. (Stens.)
- BEYER, F. 1971. Om vannutvekslingen i Oslofjorden og dens betydning for faunaen. Rapport nr. 3. Institutt for marin biologi avd. A/C. (Stens.)
- BRÆKKEN, A. 1962. Hydrografiske undersøkelser i Frierfjord. Hovedfagsoppgave i Geografi (Limnologi). Universitetet i Oslo. (Maskinskr.)
- CARSTENS, T. 1970. "Turbulent Diffusion and Entrainment in Two-Layer Flow". Journal of the Waterways and Harbors Division. ASCE, Vol. 96, No. WW1, Proc. Paper 7081, February, 1970 : 97-104.
- DANNEVIG, A. 1930. The propagation of our common fishes during the cold winter 1924. FiskDir. Skr. Ser. HavUnders., 3 (10) : 1-133
- JENSEN, S., JERNELØV, A., LANGE, R. og PALMORK, K.H. 1970. Chlorinated byproducts from vinylchloride production - a new source of marine pollution FAO Technical Conference on Marine Pollution and its effects on living resources and fishing, Rome, Italy, 9-18 Dec. 1970 : 1-8
- STRØM, K.M. 1936. Land-locked waters. Hydrography and bottom deposits in badly-ventilated Norwegian fjords, with remarks upon sedimentation under anaërobic conditions. Skr. norske Vidensk. Akad. I. Mat.-Naturv. : Kl. 1936 (7) : 1-85, 9 pl.

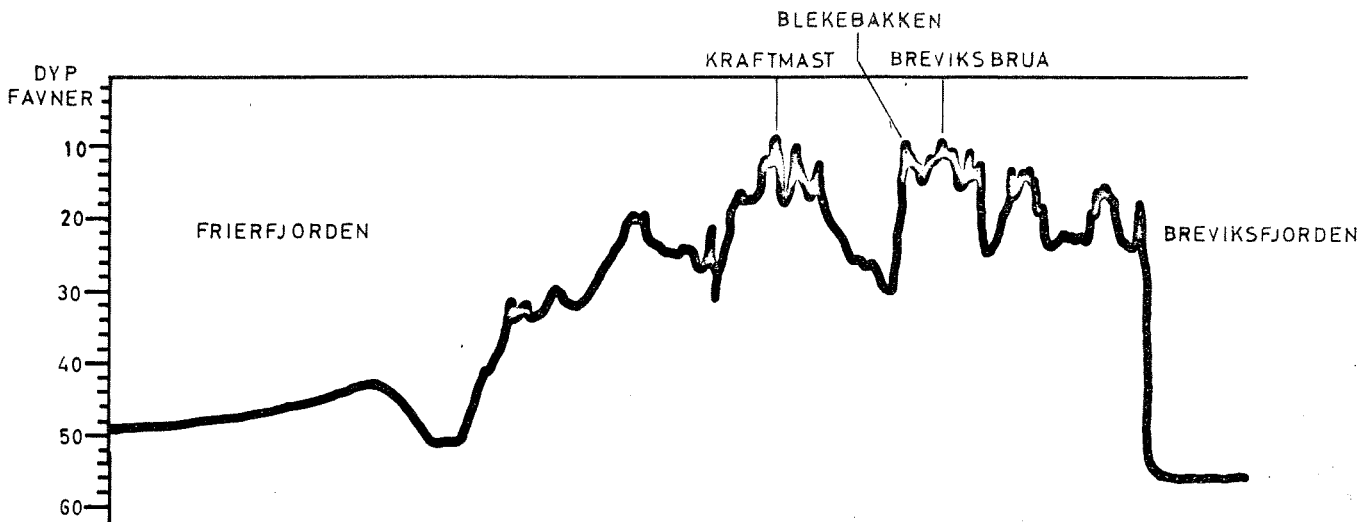


Fig. 2. Tegning av et ekkogram av terskelen mellom Frierfjorden og Breviksfjorden.

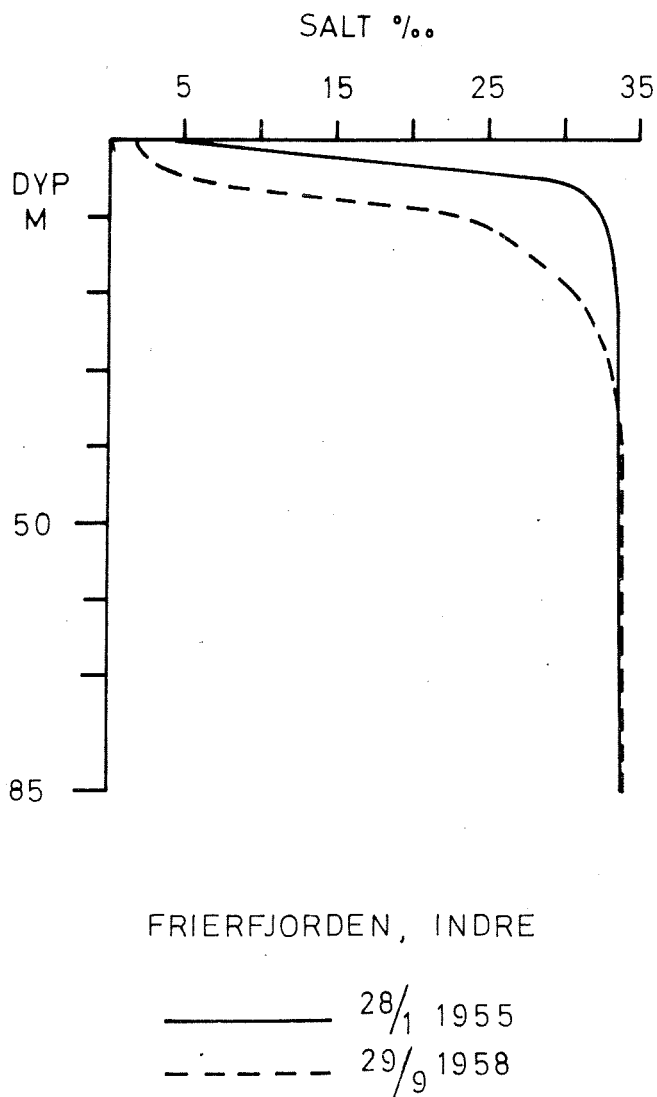


Fig. 3. Vertikal saltholdighetsfordeling på st. 2 i Frierfjorden i en høst- og vintersituasjon.

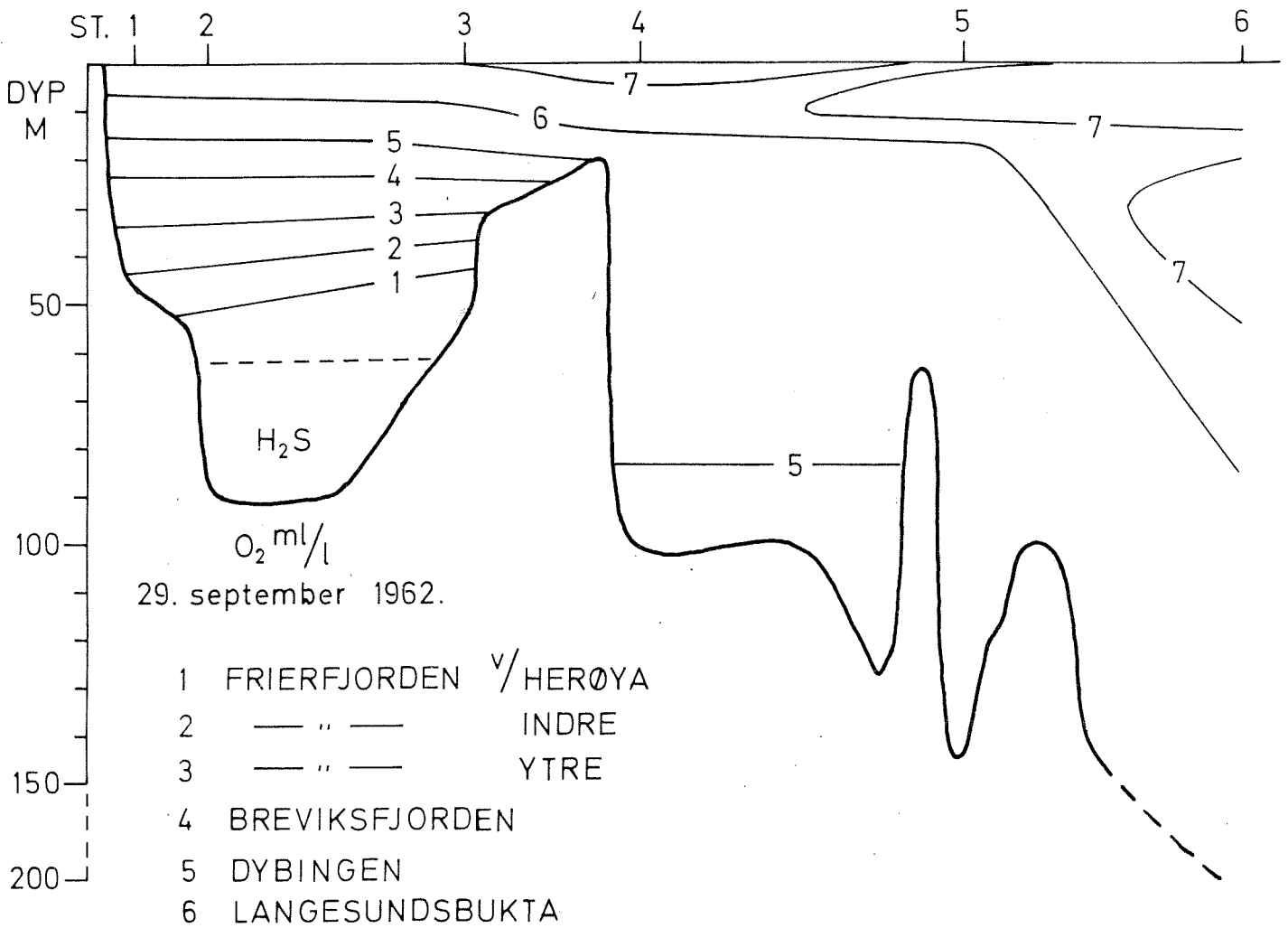


Fig. 4. Lengdesnitt som viser den vertikale oksygenfordelingen i fjordsystemet 29. september 1962.

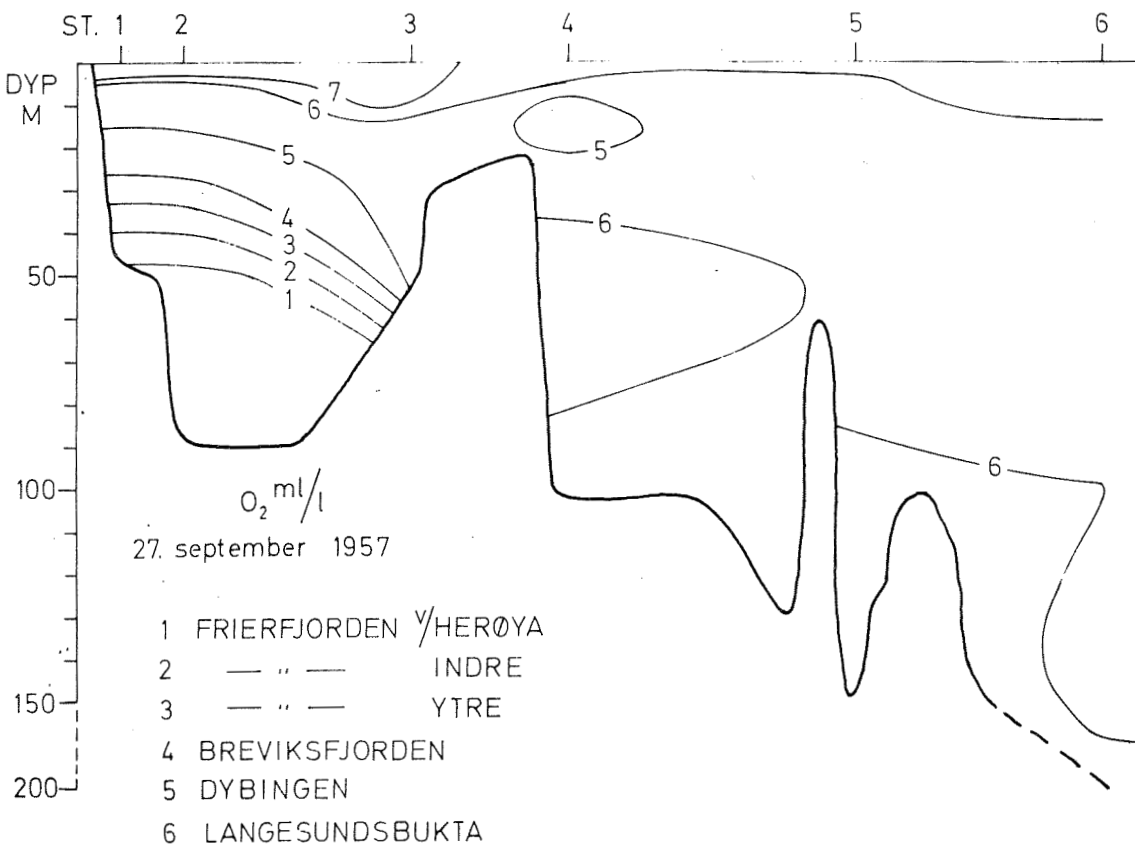
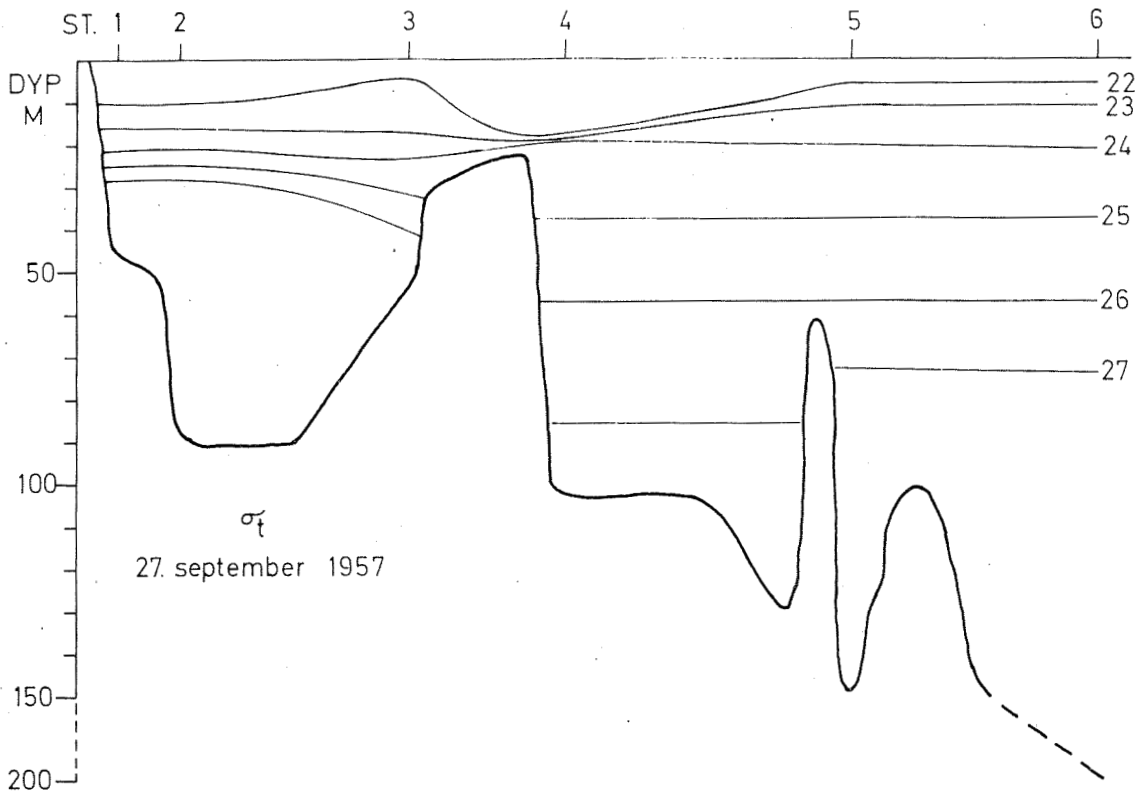


Fig 5. Lengdesnitt som viser den vertikale tetthets- og oksygenfordelingen i fjordsystemet 27. september 1957.

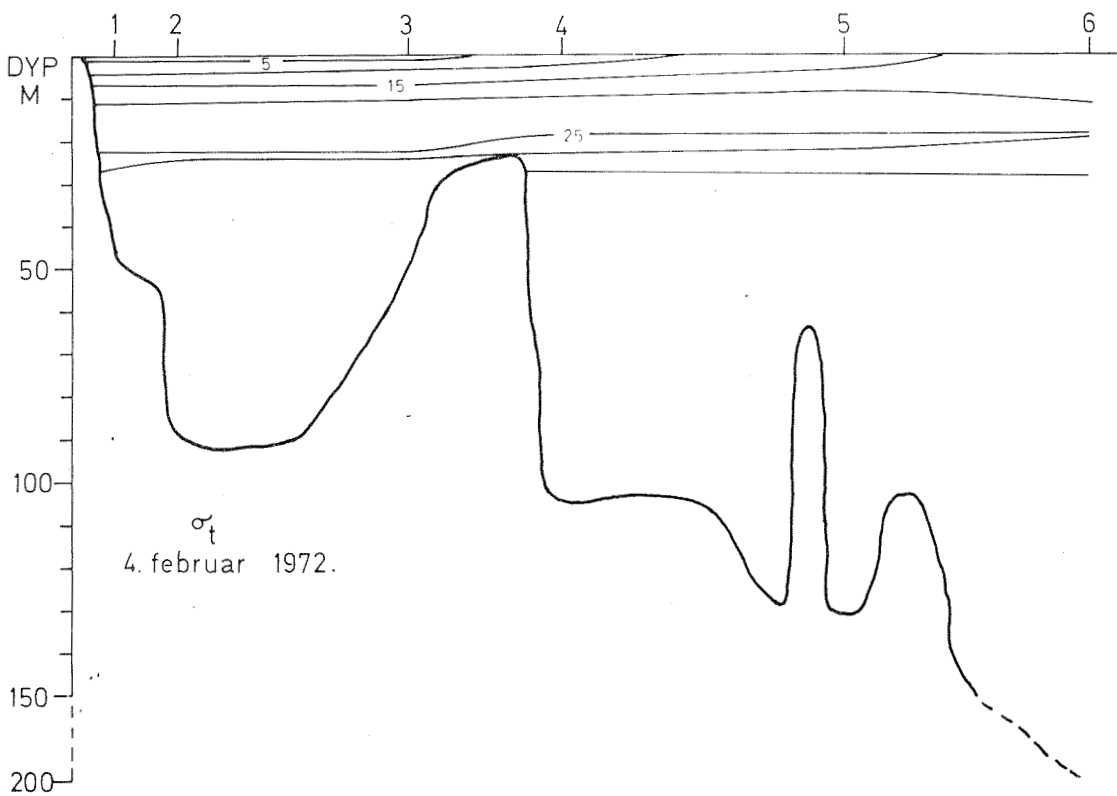
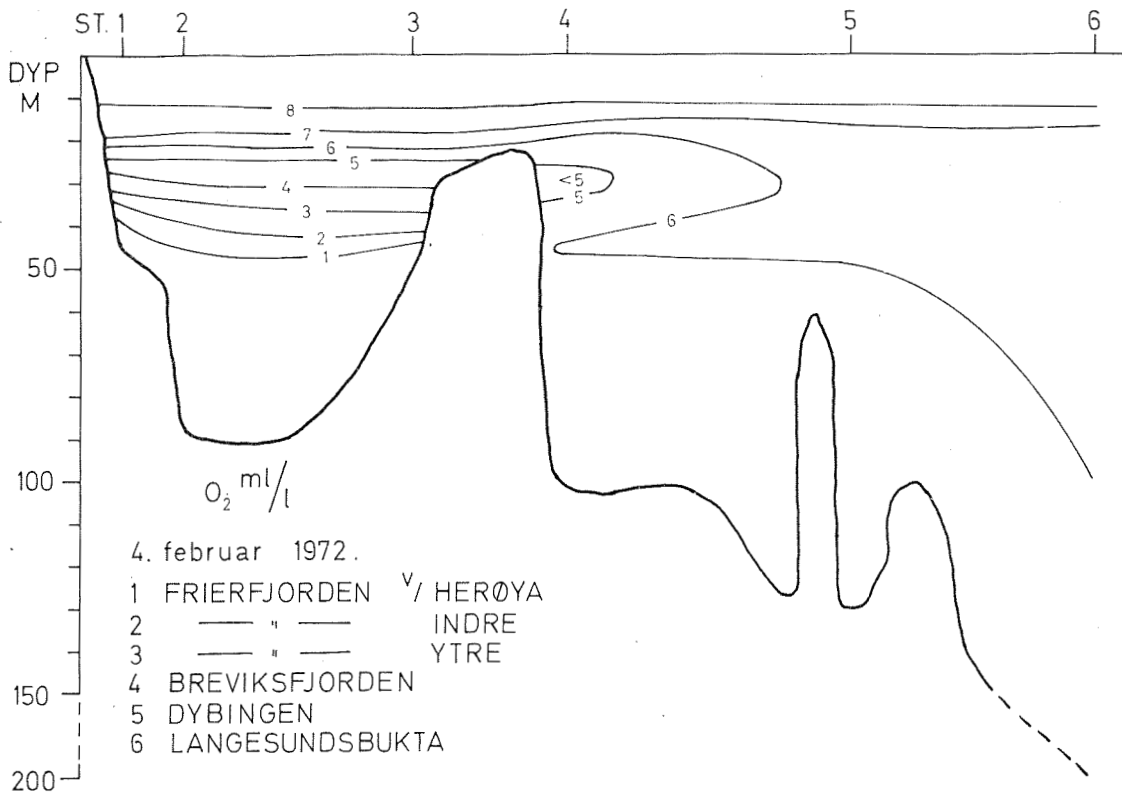


Fig. 6. Lengdesnitt som viser den vertikale oksygen- og tethetsfordelingen i fjordsystemet 4. februar 1972.

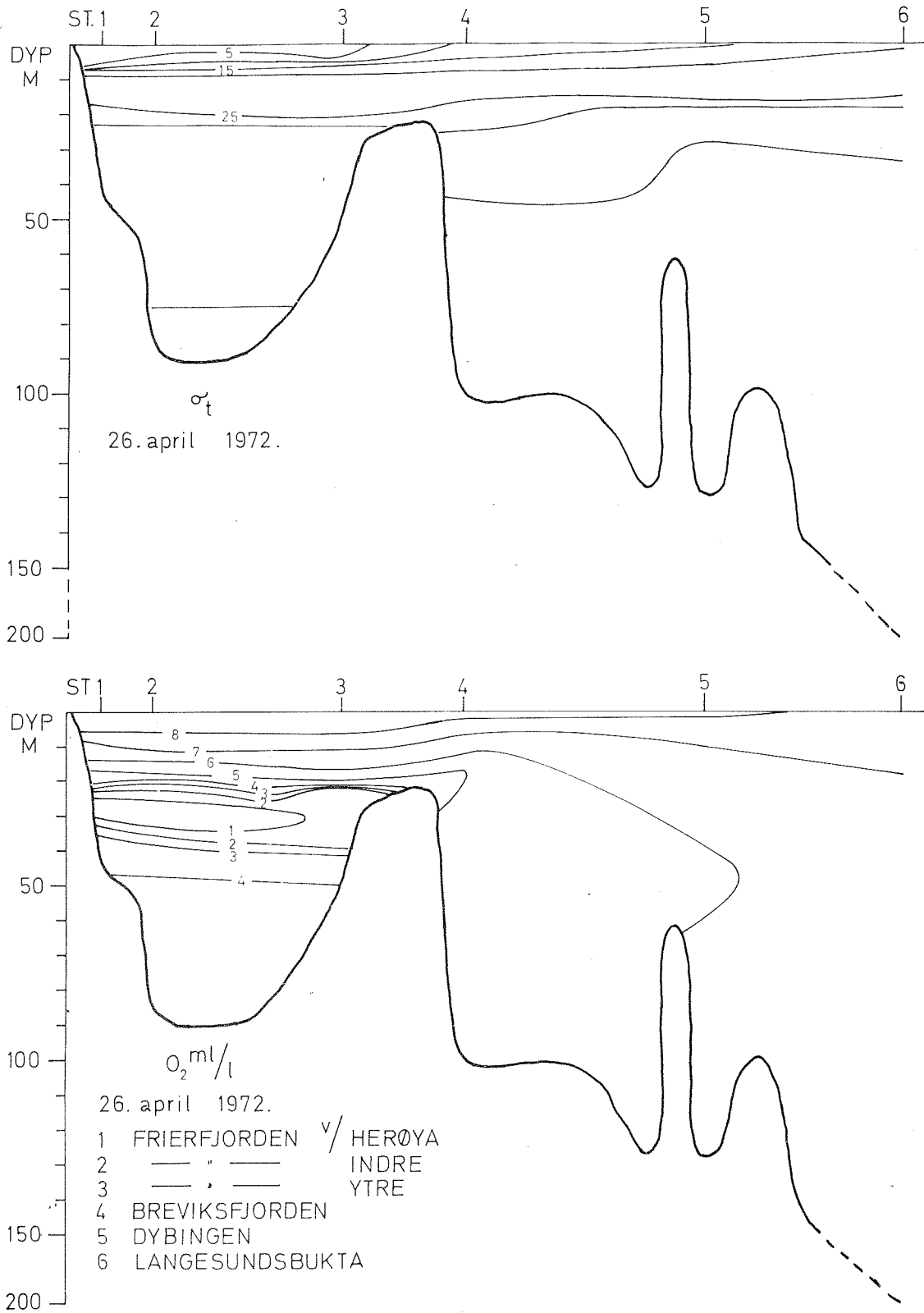


Fig. 7. Lengdesnitt som viser den vertikale oksygen- og tethetsfordelingen i fjordsystemet 26. april 1972.

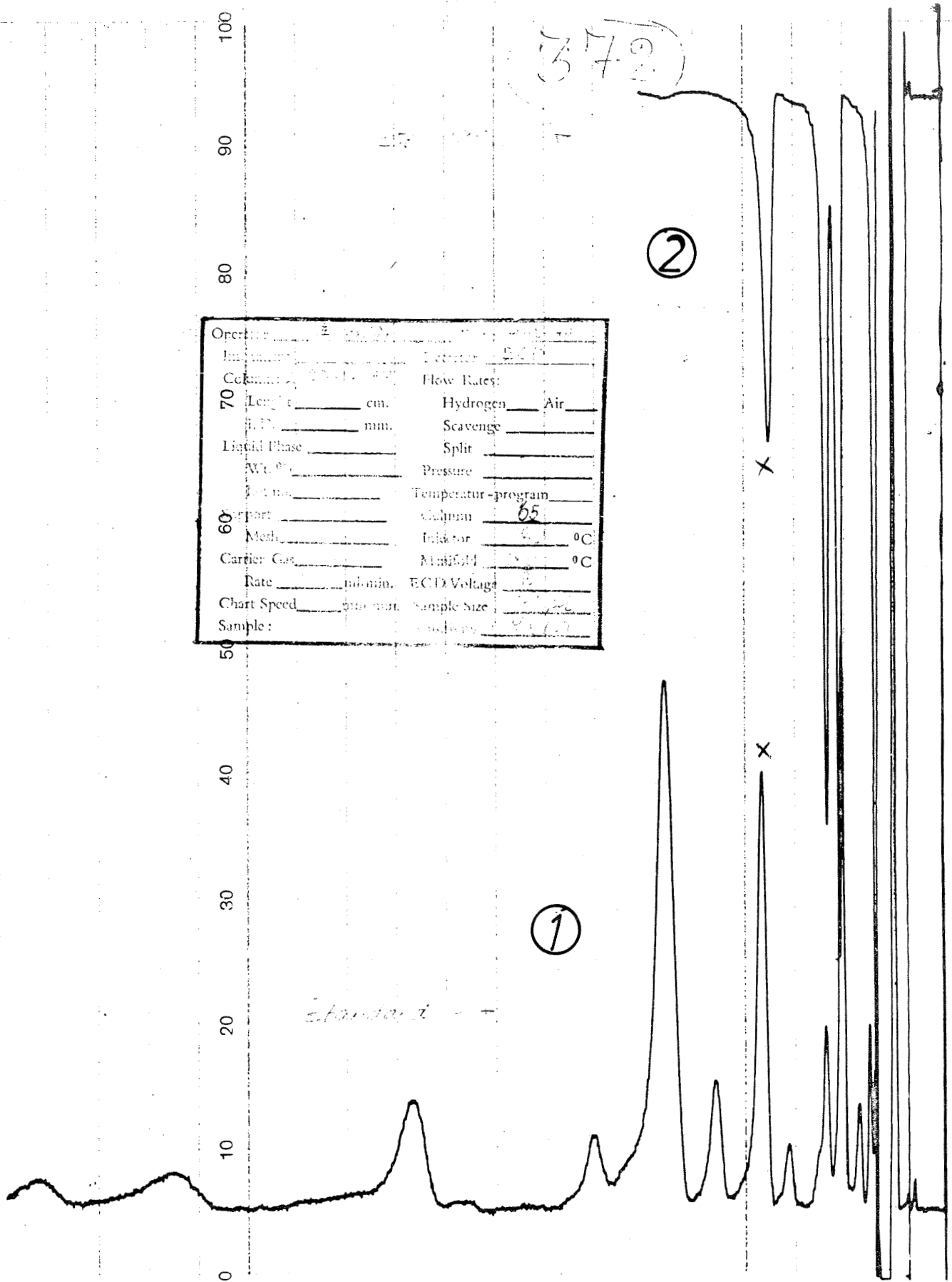


Fig. 8. Gasskromatogram av avfall fra vinylklorid-produksjonen ved Norsk Hydro A/S.

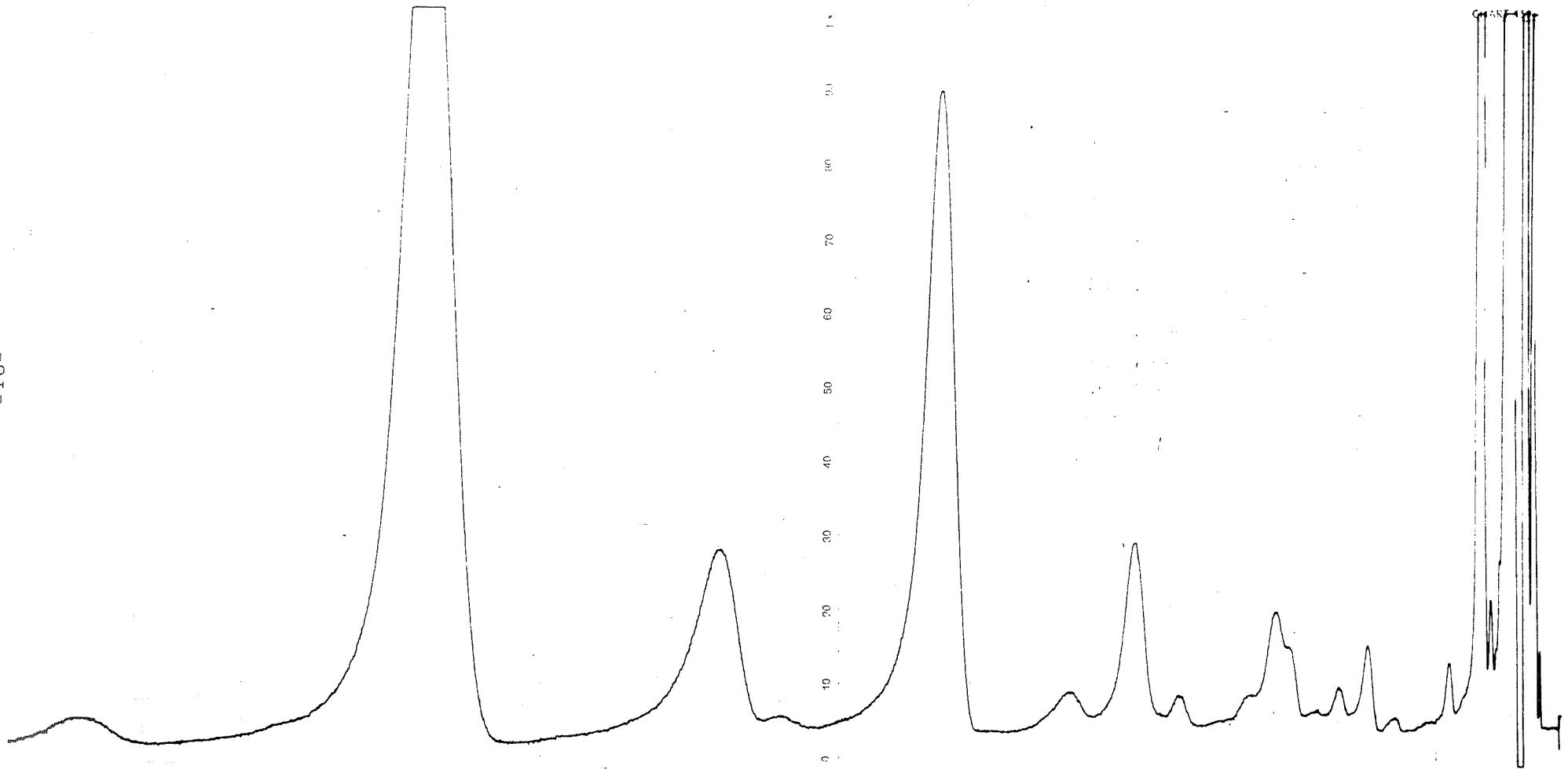


Fig. 9. Gasskromatogram av en sedimentkjerneprøve.

FISKEN OG HAVET, SERIE B

Oversikt over tidligere artikler finnes i tidligere nr.

1973. Nr. 1. S. Knutsson: Inspeksjon av anlegg for fiskeoppdrett høsten 1972.
1973. Nr. 2. B. Braaten og R. Sætre: Oppdrett av laksefisk i norske kystfarvann. Miljø og anleggstyper.
1973. Nr. 3. D. Møller og G. Nævdal: Variasjoner i yngelvekst hos laks og regnbueaure.
1973. Nr. 4. K.H. Palmork, S. Wilhelmsen og T. Neppelberg: Undersøkelse av polyklorerte bifenyler (PCB) i malingavfall.
1973. Nr. 5. G. Berge og R. Pettersen: Telleinstrument for marine partikler.