

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

0-111/70

RESIPIENTUNDERSØKELSE AV NEDRE SKIENSELVA,  
FRIERFJORDEN OG TILLEGGENDE FJORDOMRÅDER

Toktrapport fra hydrokjemisk hovedtokt 9.-11.6.1976

Blindern, den 12. august 1976

Saksbehandler: cand.real. Jarle Molvær

Medarbeidere : Tekn.ass. Frank A. Kjellberg  
Jens Skei, Ph.D.

## INNHALDSFORTEGNELSE

	Side:
1. INNLEDNING	3
2. RESULTATER OG FORELØPIGE VURDERINGER	7
2.1 Vertikal inndeling av vannmassene	7
2.2 Vannutskiftning	7
2.3 Vannkvalitet	7
3. REFERANSER	11
FIGURER	16

## TABELLFORTEGNELSE

Tabell 1. Observasjoner og analyser under hydrokjemisk tokt til Frierfjorden og tilliggende fjordområder, 9.-11.6.1976	5
Tabell 2. Observasjoner og analyser av prøver fra Skienselva, 10.6.1976	6
Tabell 3. Analyseresultater for metaller i vannprøver 9.-11.6.1976	12-13
Tabell 4. Gjennomsnittlig konsentrasjon ( $\mu\text{g}/\text{l}$ ) for elementer i oseanisk vann (oppløst + partikulært) og deteksjonsgrensen ved den anvendte analysemetodikk	14
Tabell 5. Analyseresultater for klorerte hydrokarboner i vannprøver 16.-17.3.1976	15

## 1. INNLEDNING

Siden det hydrokjemiske hovedtoktet i mars er det blitt utført et hydrografisk tokt, 27.-28.4.1976, og et hovedtokt.

Det hydrokjemiske hovedtoktet til Skienvassdragets fjordområder ble utført med NIVAs F/F "H.H. Gran" i tidsrommet 9.-11.6.1976. Alle faste stasjoner ble tatt.

I Skienselva ble vannprøver tatt på de to faste stasjonene nedenfor Klosterfoss og ved Porsgrunn bybro den 10.6.1976.

Den 11.6 ble det innsamlet vannprøver på to stasjoner i Gunnekleivfjorden.

En oversikt over prøvetakingsstasjonene er gitt i figur 1.

Vannprøver fra 12 måledyp på stasjonene BC-1 og FG-1, samt overflateprøver fra stasjonene S1, S2, DD-1, EE-1, GH-1 og JH-1 ble filtrert gjennom membranfiltre (porediameter = 0,4  $\mu$ ). Det vil bli foretatt kjemiske analyser av partikkelene på disse filtrene.

Vannprøver fra overflaten og sprangsjiktet på stasjonene BC-1 og FG-1 ble filtrert gjennom glassfiberfiltre. Disse filtrene vil bli analysert for klorerte hydrokarboner.

På de to stasjonene i Gunnekleivfjorden ble det tatt grabbprøver av bunnsedimentene for analyse av kvikksølvinnhold. Den 11.6 ble det også tatt sedimentkjerner i Voldsfjorden, Herrebukta og Flakvarpbukta. Det ble i alt tatt ut 20 prøver for metallanalyser, 9 prøver for analyser av klorerte hydrokarboner og 8 prøver for analyser av polysykliske aromatiske hydrokarboner.

Under toktet var det pent, varmt vær med lite eller ingen vind. Vannføringen i Skienselva målt ved Skotfoss varierte under toktet mellom 140 m<sup>3</sup>/s og 150 m<sup>3</sup>/s.

En oversikt over observasjoner samt utførte og planlagte vannanalyser er gitt i tabellene 1 og 2.

Tabell 1. Observasjoner og analyser under hydrokjemisk tokt til Frierfjorden og tilliggende fjordområder  
9.-11.6.1976

Stasjon	Dato	Siktedyp m	Temp + salt + oksygen	Tot-N, NO <sub>3</sub> + NO <sub>2</sub> NH <sub>4</sub> , Tot-P, PO <sub>4</sub> Tot.org. C, Fe	Hg, Pb, Cu, Zn, Mn og F	Organiske miljøgifter	Vekstpot+ klorofyll	Kvant. plantepl.	Håv- trekk
BB-1	9.6	3,5	x	y	z	A	-	C	E
BC-1	"	3,2	x	x	z	A	B	C	E
DD-1	"	3,5	x	-	z	A	B	C	E
EE-1	"	3,7	x	x	z	A	B	C	E
FG-1	"	4,0	x	-	z	A	-	D	E
DF-1	10.6	3,0	x	y	z	A	-	D	E
GH-1	"	3,8	x	y	-	-	-	D	E
JH-1	"	3,6	x	-	z	A	B	D	E
GI	11.6	-	x	x	x	A	-	-	-
G3	"	-	x	x	x	A	-	-	-

x = alle standarddyp      A = fra 0,5 m og sprangsjiktet vanligvis      D = fra 0 - 2, 4, 8 og 12 m  
y = "      minus 16, 40 og 60 m      B = fra 0 - 2 m      E = fra overflaten  
z = fra 3 - 7 måledyp      C = fra 0 - 2 og 4 m

Tabell 2. Observasjoner og analyser av prøver fra Skienselva 10.6.1976

Stasjon	Saltholdighet og oksygen	Total nitrogen, nitrit-nitrat, ammonium, total fosfor, ortofosfat, jern og total organisk karbon	Hg, Pb, Cu, Mn, Zn, Cd og Cr	Organiske miljøgifter
Klosterfoss S1	x	x	x	y
Porsgrunn bybro, S2	x	x	x	y

x = 0 m, 5 m og 10 m

y = 0,5 m og 10 m

## 2. RESULTATER OG FORELØPIGE VURDERINGER

### 2.1 Vertikal inndeling av vannmassene

Den vertikale inndeling av Frierfjordens vannmasser er vist på figur 2 (st. BC-1). Øverst lå et nesten ferskt (saltholdighet ca. 5 ‰), hurtig strømmende overflatelag ca. 3 m tykt.

Overflatelaget var skilt fra det underliggende intermediære sjøvannslag av et skarpt sprangsjikt. Det intermediære lag nådde ned til ca. 30 m. Under dette lå dypvannet med saltholdighet 33,5 ‰-33,8 ‰.

### 2.2 Vannutskiftning

Figurene 3 - 5 viser fordelingen av temperatur, saltholdighet og oksygen på et langsgående dybdesnitt fra st. BB-1 til st. JH-1. Figurene 6 - 8 viser tilsvarende temperatur-, saltholdighet- og oksygenfordeling mellom st. DF-1 og st. JH-1.

Etter hovedtoktet i mars 1976 har det foregått en innstrømming av kaldt vann (ca. 5.5°C) til fjordområdene utenfor Brevik. Innstrømmingen omfattet vannmassene under ca. 20-30 m dyp, men resulterte ikke i vesentlige endringer i saltholdighet. Senere har det foregått en mindre innstrømming av varmere vann i ca. 12-45 m dyp.

En del av den kalde vannmassen trengte også inn i Frierfjorden og resulterte i en viss reduksjon (inntil ca. 1.5°C) i det intermediære vannlag. En må regne med at vinteravkjølingen også kan ha bidratt til at temperaturen har avtatt i det intermediære vannlag.

I ca. 10-20 m dyp har en deretter fått inn varmere vann fra Brevikfjorden.

### 2.3 Vannkvalitet

Figurene 10-15 viser fordelingen av nitrat+nitritt, ammonium og ortofosfat (løst fosfor) på lengdesnittene Frierfjorden-Langesundsbukta

og Eidangerfjorden-Langesundsbukta. Vi gjør oppmerksom på at siden vannprøver for analyse på næringsalter nå ikke taes på st. DD-1 og FG-1, er isolinjene over disse stasjonene trukket etter skjønn.

Som ved de tidligere tokt ble det i juni 1976 funnet høye konsentrasjoner av nitrat+nitritt (390-470  $\mu\text{g}/\text{l}$ ) og ammonium (370-630  $\mu\text{g}/\text{l}$ ) i overflatelaget i fjordområdene. De høyeste verdier ble funnet i Frierfjorden, se figurene 10 og 12. Av figurene fremgår videre at den estuarine kompensasjonsstrømmen (se også figurene 9 og 11) er karakterisert ved lavt innhold av ortofosfat, nitrat+nitritt og ammonium.

I det intermediære vannlag har konsentrasjonene av ortofosfat og nitrat+nitritt jevnt over avtatt som følge av innstrømmingene i mars-april.

I Frierfjordens og Herrebuktas dypvann har konsentrasjonene av ammonium og ortofosfat økt betydelig siden maitoktet, noe som er en følge av at dypvannet er stagnant.

Som følge av innstrømmingen i februar-mars i år ble oksygenforholdene i ca. 30-60 m dyp i Frierfjordens søndre del vesentlig forbedret. Virkningen av denne innstrømmingen er nå i hovedsaken opphørt.

Også i fjordområdene utenfor Brevik tyder en viss økning i konsentrasjonene av nitrat+nitritt, ammonium og ortofosfat på at dypvannet er inne i en stagnasjonsperiode. Dette støttes av at oksygenkonsentrasjonene har avtatt noe siden mars- og april-toktene.

I Skienselva ble det tatt vannprøver fra 0 m, 5 m og 10 m dyp. Nederfor Klosterfoss lå sjøvannet under ca. 6 m dyp mot ca. 3 m ved Porsgrunn Bybro. I overflaten og i 5 m dyp lå oksygenkonsentrasjonene i området 5.8-7.6 ml  $\text{O}_2/\text{l}$ , mens det i 10 m dyp var 1.5-2.0 ml  $\text{O}_2/\text{l}$ , lavest ved Klosterfoss.

Som under marstoktet var det en markert gradient i innholdet av



total organisk karbon fra Klosterfoss mot Frierfjorden. Ved Klosterfoss ble det funnet 9.5 mg/l, 3.3 mg/l og 2.3 mg/l i henholdsvis 0 m, 5 m og 10 m dyp. På tilsvarende dyp ved Porsgrunn bybro var konsentrasjonene henholdsvis 5.5, 2.4 og 1.5 mg/l. I Frierfjordens overflatelag var konsentrasjonene 4.5-5.5 mg/l.

Vannprøvene fra Gunnekleivfjorden viste i hovedtrekkene samme bildet som under marstoktet. Oksygenforholdene var tilfredsstillende, 6.0-6.8 ml O<sub>2</sub>/l. Konsentrasjonene av fosfor- og nitrogenforbindelser var også noenlunde de samme, 15-27 µg P/l målt som total fosfor og 1600-4800 µg N/l målt som total nitrogen.

Resultatene fra analysene av klorerte hydrokarboner fra juni-toktet foreligger ennå ikke. I tabell 5 er imidlertid presentert tilsvarende analyseresultater fra marstoktet 1976 ettersom de ikke forelå tidsnok til å komme med i rapporten fra det toktet (NIVA 1976).

Som det fremgår av tabellen ble omlag halvparten av vannprøvene kontaminert under analyse. De foreliggende resultater gir derfor ikke grunnlag for en generell vurdering. Man vil allikevel påpeke at konsentrasjonene av PCB stort sett ligger innenfor det variasjonsområde en tidligere har funnet, samt at det i sprangsjiktet (4-5 m dyp) i fjordområdene synes å være en oppkonsentrering av HCB. Med unntak av målinger like utenfor Herøya i juni 1974, er 160 ng HCB/l i 4-5 m dyp på st. BC-1 den høyeste verdien som hittil er målt i fjordområdene. Likeledes er 27 ng HCB/l i 4-5 m dyp på st. DD-1 relativt høyt. Datamaterialet er imidlertid utilstrekkelig for å avgjøre om HCB-konsentrasjonene i Frierfjorden som helhet var høye under marstoktet.

Resultatene fra analysene av metaller for juni-toktet er gjengitt i tabell 3. Prøvene er av ufiltrert vann. Under prøvetakingen blir vannprøvenes pH redusert til pH = 2.5-3.5 ved tilsetning av salpetersyre for å hindre adsorpsjon av metaller til veggene i plastflaskene. Av tabellen fremgår at for 8 prøver ble pH utilstrekkelig redusert, og en må derfor vente at analyseresultatene gir noe for lave verdier.

Om resultatene kan ellers sies at kvikksølvkonsentrasjonene (Hg) både i Frierfjorden (maksimalt 0.4 µg/l) og i fjordområdene utenfor Brevik (maksimalt 0.16 µg/l) lå jevnt over lavere enn i desember 1975 og i

mars 1976. Også i Skienselva var kvikksølvkonsentrasjonene jevnt over lave. De høyeste konsentrasjonene (0.55 - 0.6 µg Hg/l) ble funnet i Gunnekleivfjorden uten at dette kan sies å være overraskende høyt, sett i relasjon til tidligere målinger.

Konsentrasjonene av bly (Pb), kopper (Cu) og sink (Zn) lå i hele området jevnt over lavt.

Som ved tidligere tokt fant en høye konsentrasjoner av mangan (Mn), særlig i Frierfjordens dypvann.

Resultatene for kadmium (Cd) og krom (Cr) i Skienselva lå under deteksjonsgrensen for analysemetoden.

Analyseresultatene for sedimentprøvene foreligger ennå ikke, men en vil gi en kort beskrivelse av prøvene som ble tatt.

Sedimentkjernen fra Voldsfjorden (vanndybde = 21 m) hadde en 2 cm brun oksyderende overflate. Ellers var sedimentet meget rikt på organisk materiale, men luktet ikke av H<sub>2</sub>S. Det ble observert en gradvis overgang til lys leire 10 - 15 cm nede i sedimentet.

Sedimentkjerne fra Herrebukta (vanndybde = 58 m) var sterkt anok-sisk og besto vesentlig av fiber. Overgangen til brunaktig leire ca. 40 cm nede i sedimentet var tydelig.

I Flakvarpbukta var det meget vanskelig å få tatt en sedimentkjerne, ettersom materialet var sandig. Øverst besto sedimentet av et 2 - 4 cm sort fiberlag og under var det grov sand og tildels grus.

Det ble også tatt sedimentkjerne midt i Frierfjordbassenget (vanndybde = 92 m) for visuell bedømmelse. Hensikten var å observere om det var skjedd en overleiring av sort organisk materiale over det lyse siltlaget som ble avsatt ved dumping i 1974-75. Det ble observert et ca. 0.5 cm sort lag over den lyse silten.

3. REFERANSER

NIVA 1976:

0-111/70 Resipientundersøkelse av nedre Skienselva, Frierfjorden og tilliggende fjordområder. Toktrapport fra hydrokjemisk hovedtokt 16.-18.3.1976. (Saksbehandler: Jarle Molvær). 28.5.1976.

Tabell 3 Analyseresultater for metaller i vannprøver 9.-11.6.1976

RESULTATER:

Prøve	Stasjon	Dybde m	dato	pH	mg/l F	µg/l Hg	mg/l Mn	µg/l Pb	µg/l Cu	µg/l Zn	µg/l Cd	µg/l Cr
1	BB 1	0-2	9.6.76	2,7	0,20	0,08	0,08	<1,0	0,8	11,1		
2	"	4	"	2,9	0,52	0,22	0,07	<1,0	0,7	6,5		
3	"	40	"	5,5	1,20	0,07	0,47	<1,0	<0,5	4,5		
4	"	50	"	3,1	1,20	0,31	0,63	<1,0	<0,5	3,3		
5	BC 1	4	"	2,9	0,60	0,10	0,09	<1,0	0,7	8,5		
6	"	16	"	-	1,02	0,40	0,08	<1,0	<0,2	3,8		
7	"	30	"	2,8	1,17	0,40	0,08	<1,0	<0,2	1,5		
8	"	40	"	6,8	1,20	0,04	0,09	<1,0	"	0,7		
9	"	60	"	6,0	1,23	0,13	0,65	<1,0	"	<0,5		
10	"	90	"	5,7	1,21	0,12	0,70	<1,0	"	<0,5		
11	DD 1	0-2	"	2,8	0,32	0,06	0,08	2,8	"	7,8		
12	"	4	"	5,5	0,88	0,03	0,07	1,5	"	3,3		
13	"	30	"	5,7	1,21	0,06	0,08	1,1	"	1,3		
14	"	55	"	6,3	1,21	0,15	0,80	<1,0	"	<0,5		
15	DF 1	0-2	10.6	2,8	0,60	0,13	0,07	1,4	2,0	9,5		
16	"	4	"	2,9	0,91	0,07	0,06	4,5	0,5	2,2		
17	"	90	"	3,6	1,20	0,09	0,10	<1,0	<0,2	<0,5		
18	EE 1	0-2	9.6	2,8	0,47	0,10	0,07	1,1	1,1	6,3		
19	"	4	"	3,1	0,91	0,10	0,06	<1,0	0,7	1,5		
20	"	50	"	2,9	1,17	0,22	0,10	"	0,6	1,9		
21	FG 1	0-2	"	2,6	0,64	0,15	0,07	"	0,7	7,3		
22	"	"	"	3,2	0,93	0,05	0,05	"	0,7	2,4		
23	"	"	"	3,4	1,08	0,15	0,06	"	0,5	1,5		
25	G 1	0	11.6	2,9	0,16	0,55	0,05	1,1	5,3	16,9		
24	"	3	"	2,8	0,19	0,32	<0,05	1,4	1,8	8,1		
26	G 3	0	"	2,8	0,16	0,60	0,06	1,5	3,0	10,5		
27	"	3	"	3,0	0,19	0,27	0,06	1,4	2,3	9,8		

Tabell 3 forts.

Prøve	Stasjon	Dybde m	dato	pH	mg/l F	µg/l Hg	mg/l Mn	µg/l Pb	µg/l Cu	µg/l Zn	µg/l Cd	µg/l Cr
28	G 3	8	11.6	2,9	0,24	0,24	0,1	1,4	1,4	15,4		
29	JH 1	0-2	10.6	5,2	0,92	0,16	0,05	<1,0	0,5	4,6		
30	"	4	"	5,3	0,93	0,13	0,05	<1,0	0,7	2,2		
31	"	30	"	3,9	1,17	0,03	0,08	<1,0	0,5	2,5		
32	"	50	"	3,5	1,20	0,07	0,07	1,0	0,7	1,3		
33	"	100	"	3,8	1,23	0,08	0,07	<1,0	1,4	1,9		
34	S 1	0-2	"	2,9	-	0,11	<0,05	<1,0	2,2	6,5	<0,1	<1
35	"	5	"	2,5	-	0,02	0,09	<1,0	0,8	8,3	"	"
36	"	10	"	2,8	-	0,02	0,25	<1,0	0,3	5,9	"	"
37	S 2	0-2	"	2,5	-	0,05	0,05	<1,0	0,7	6,1	"	"
38	"	5	"	3,0	-	0,22	0,12	1,3	0,9	6,1	"	"
39	"	10	"	3,1	-	0,17	0,47	1,4	1,0	5,9	"	"

Tabell 4. Gjennomsnittlig konsentrasjon ( $\mu\text{g}/\text{l}$ ) for elementer i oseanisk vann (oppløst + partikulært) og deteksjonsgrensen ved den anvendte analysemetodikk.

Element	Bakgrunnsnivå	Deteksjonsgrense
Kvikksølv	0,03 - 0,1	0,05
Bly	0,02 - 0,03	1,0
Kopper	1 - 3	0,1
Kadmium	0,02 - 0,11	<1
Sink	2 - 10	<1
Krom	0,04 - 0,6	<1
Mangan	2	40
Fluor	1300 - 1400	1

Man vil påpeke at bakgrunnsverdiene kan ligge noe høyere.

i mer forurenset kystvann

Tabell 5 Analyseresultater for klorerte hydrokarboner i vannprøver 16.-17.3.1976

Prøve	Dyp	Dato	5CB ng/l	HCB ng/l	OCS ng/l	PCB ng/l
0-111/70 St. BB-1 Frierfjorden	0.5m	16.3.76	0.3	3	0.5	5
" " "	4-5m	"	K	K	-	8
" St. BC-1 "	0.5m	"	K	K	-	11
" " "	4-5m	"	46	160	8	44
" St. DD-1 "	0.5m	"	K	K	-	6
" " "	4-5m	"	6	27	2	9
" St. EE-1 "	0.5m	"	K	K	-	5
" " "	4-5m	"	<8	ID	ID	ID
" St. FG-1 Brevik-	0.5m	"	7	12	1	5
" " fjorden	4-5m	"	2	4	0.5	6
" St. DF-1 Eidanger-	0.5m	"	K	K	-	29
" " fjorden	4-5m	"	K	K	-	5
" St. JH-1 Langesunds-	0.5m	17.3.76	K	K	-	9
" " bukta	20m	"	K	K	-	14
" St. S-1 Klosterfoss	0.5m	"	0.5	1	-	9
" " "	10m	"	<2	K	-	54
" St. S-2 P. Bybro	0.5m	"	K	K	-	4
" " "	3-5m	"	2	5	1	6
" " "	10m	"	K	K	1	6

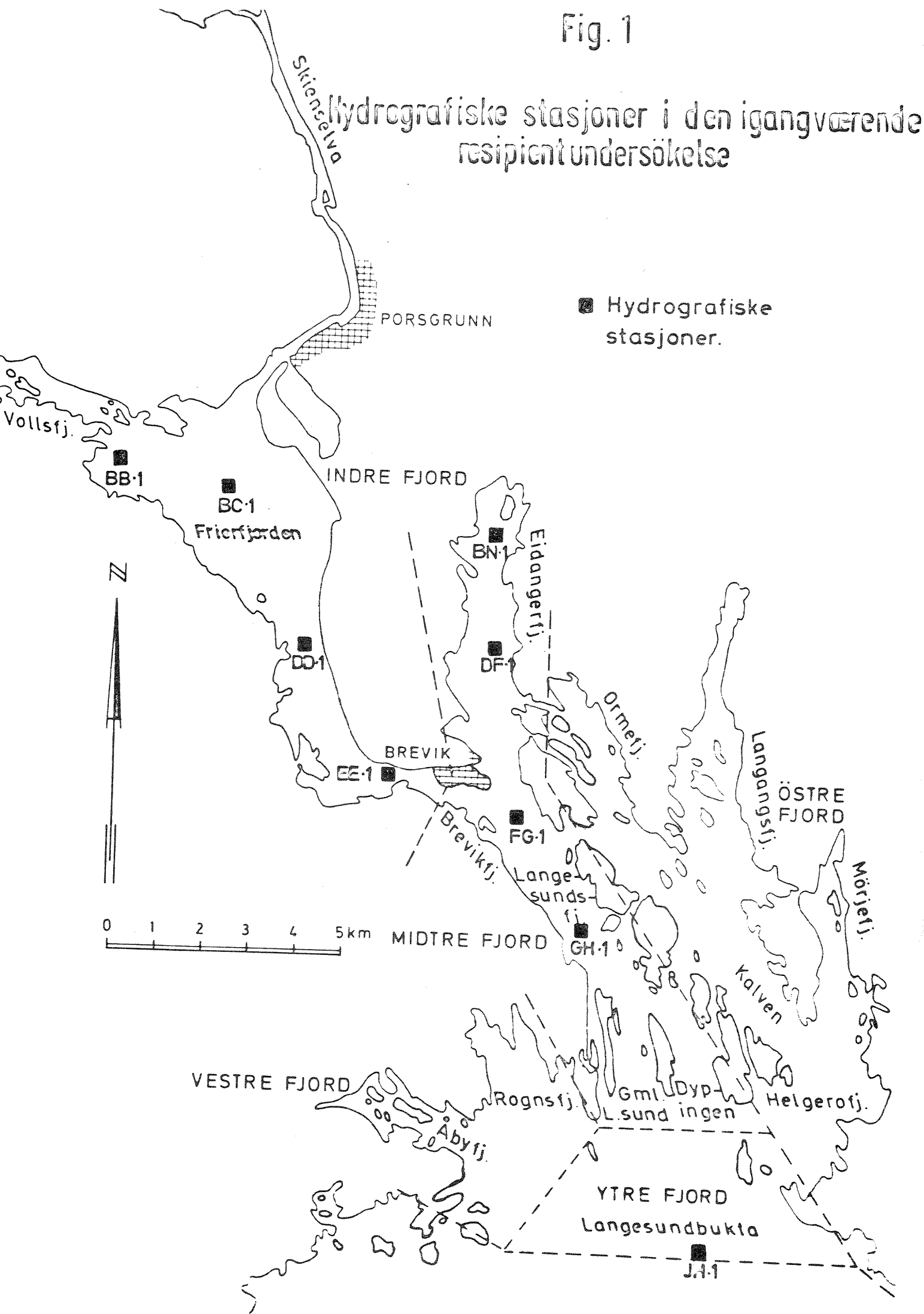
K = kontaminert under inndamping

ID = ikke detekterbart

- = ikke påvist, OCS toppen dekkes av en av PCB-toppene

Fig. 1

# Hydrografiske stasjoner i den igangværende resipientundersøkelse





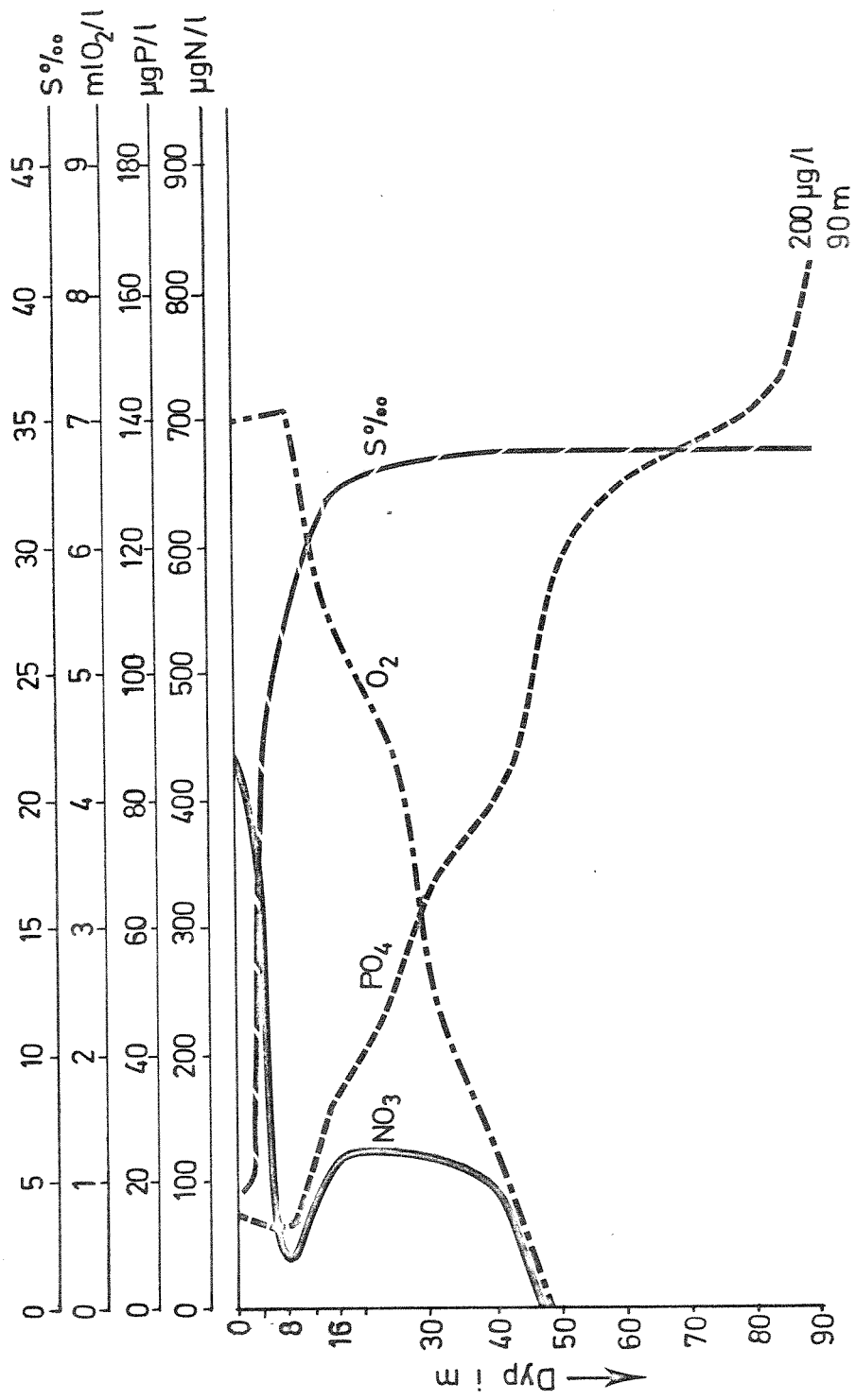


Fig.2 Vertikalprofil på stasjon BC-1, 9.6.1976.

Langsgående dybdesnitt Frierfjorden - Langesundsbukta

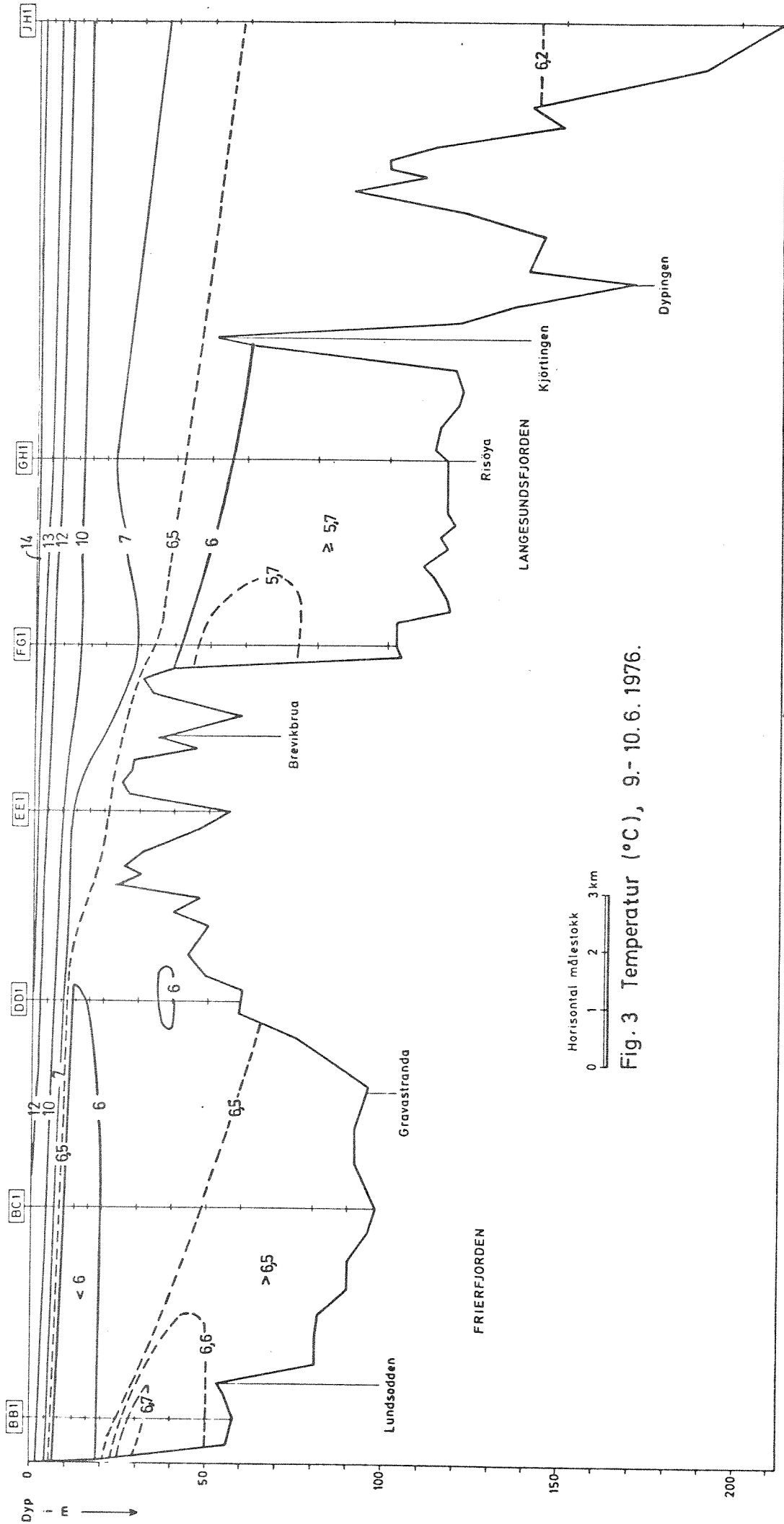


Fig. 3 Temperatur (°C), 9.-10.6.1976.

Langsgående dybdesnitt Frierfjorden - Langesundsbukta

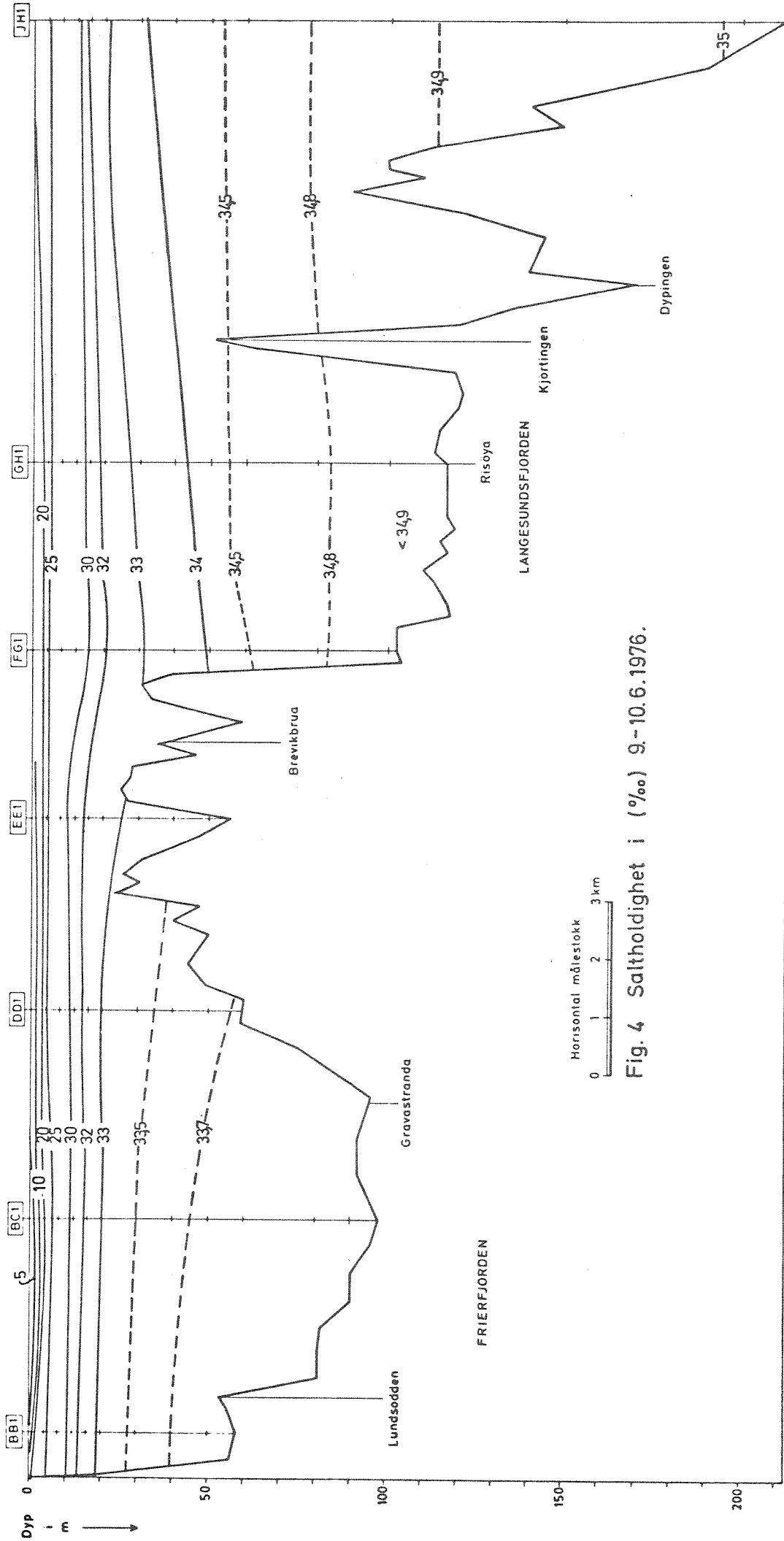


Fig. 4 Saltholdighet i (‰) 9.-10.6.1976.

Langsgående dybdesnitt Frierfjorden - Langesundsbukta

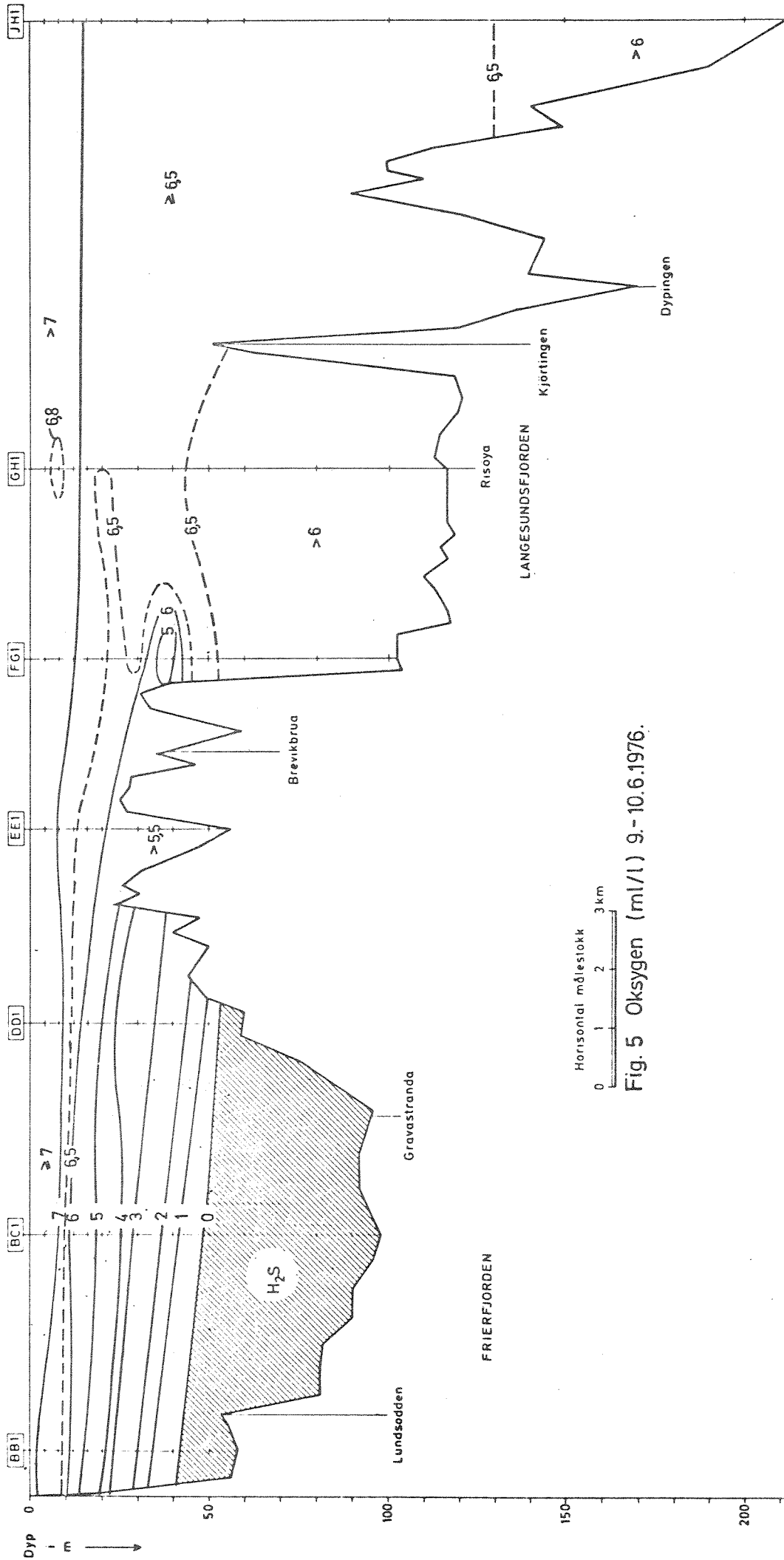


Fig. 5 Oksygen (ml/l) 9.-10.6.1976.

# Langsgående dybdesnitt Eidangerfjorden - Langesundbukta

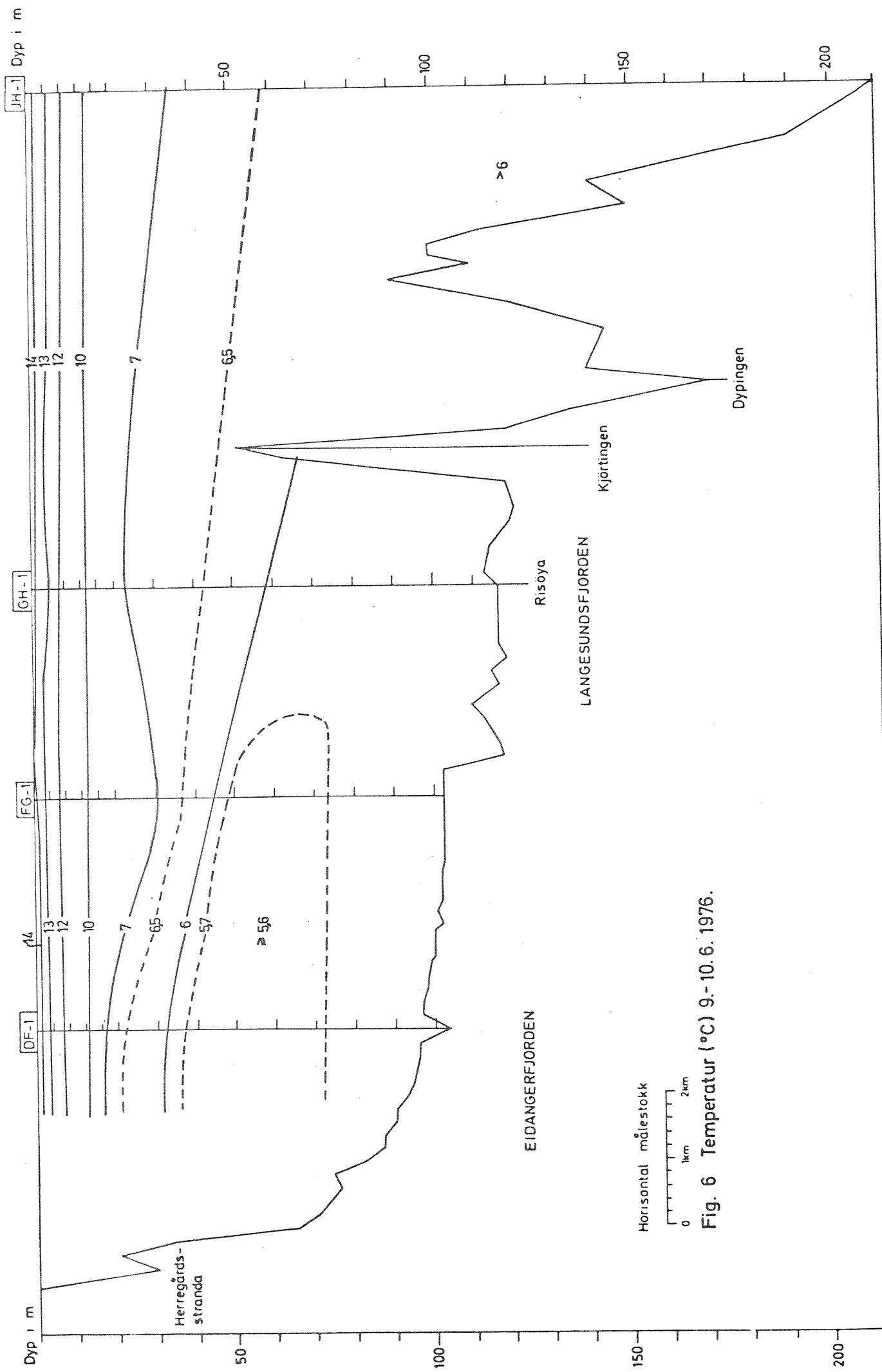


Fig. 6 Temperatur (°C) 9.-10. 6. 1976.

# Langsgående dybdesnitt Eidangerfjorden - Langesundsbukta

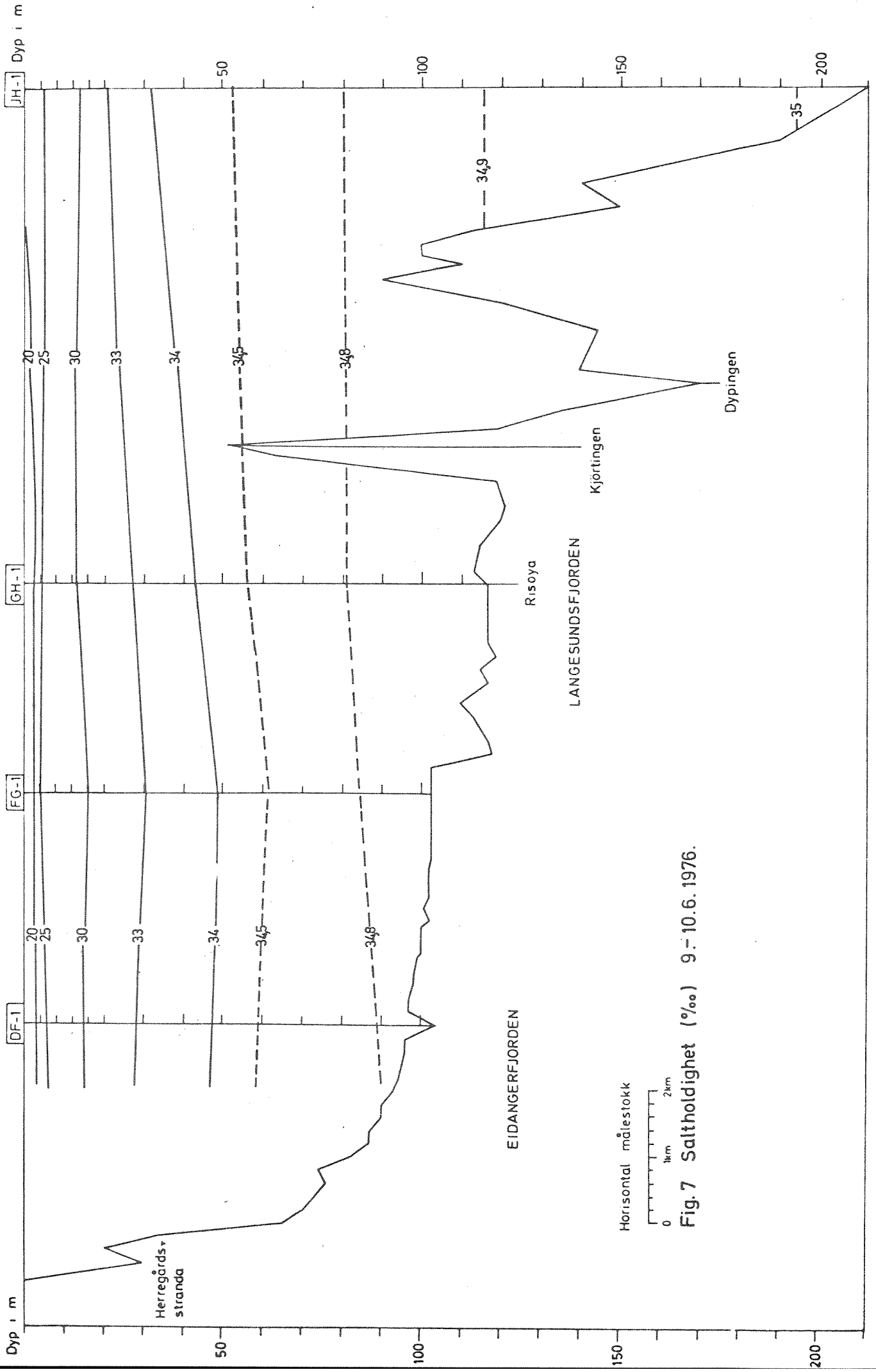
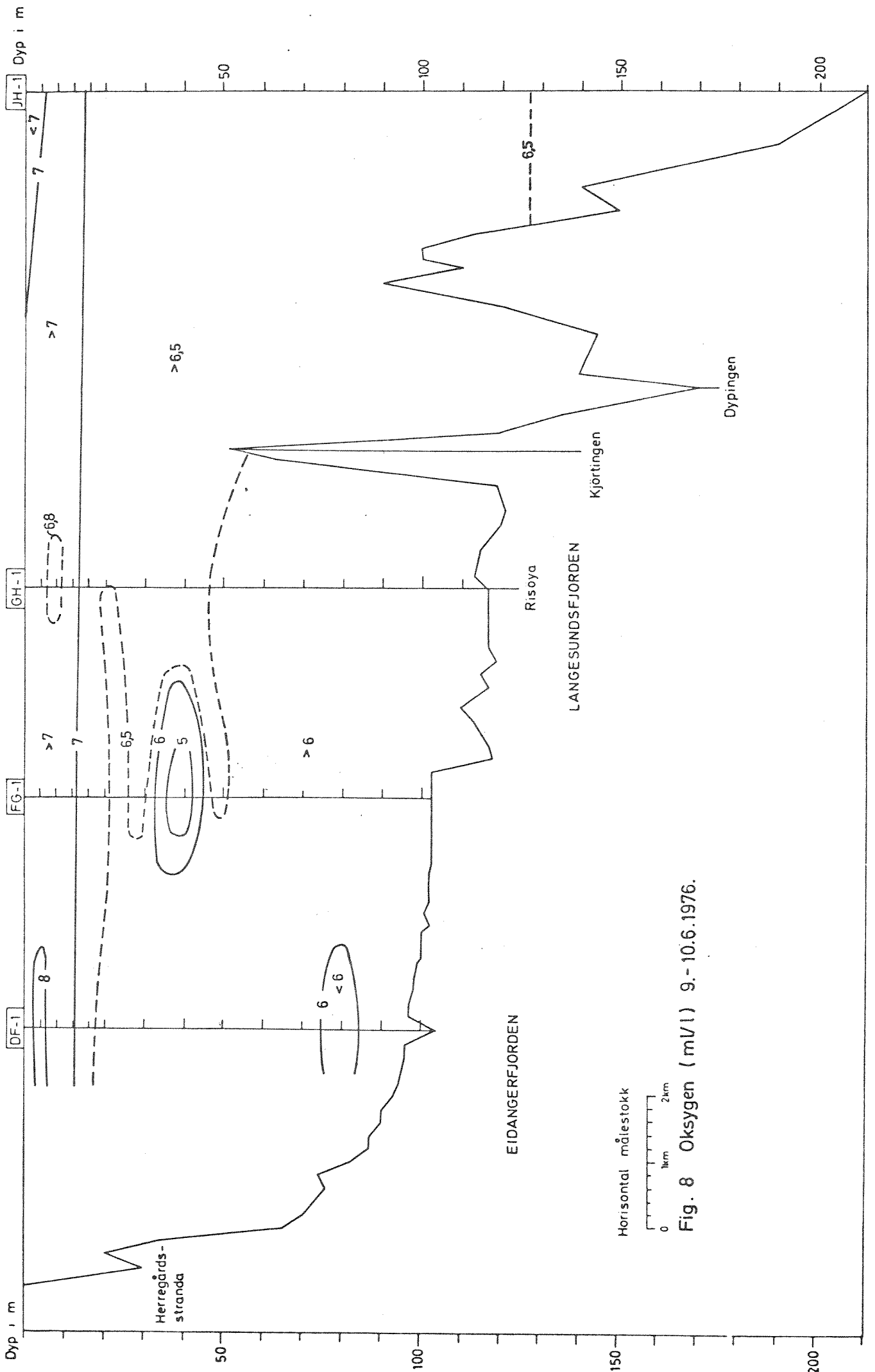


Fig. 7 Saltholdighet (‰) 9.-10.6.1976.

# Langsgående dybdesnitt Eidangerfjorden - Langesundsbukta



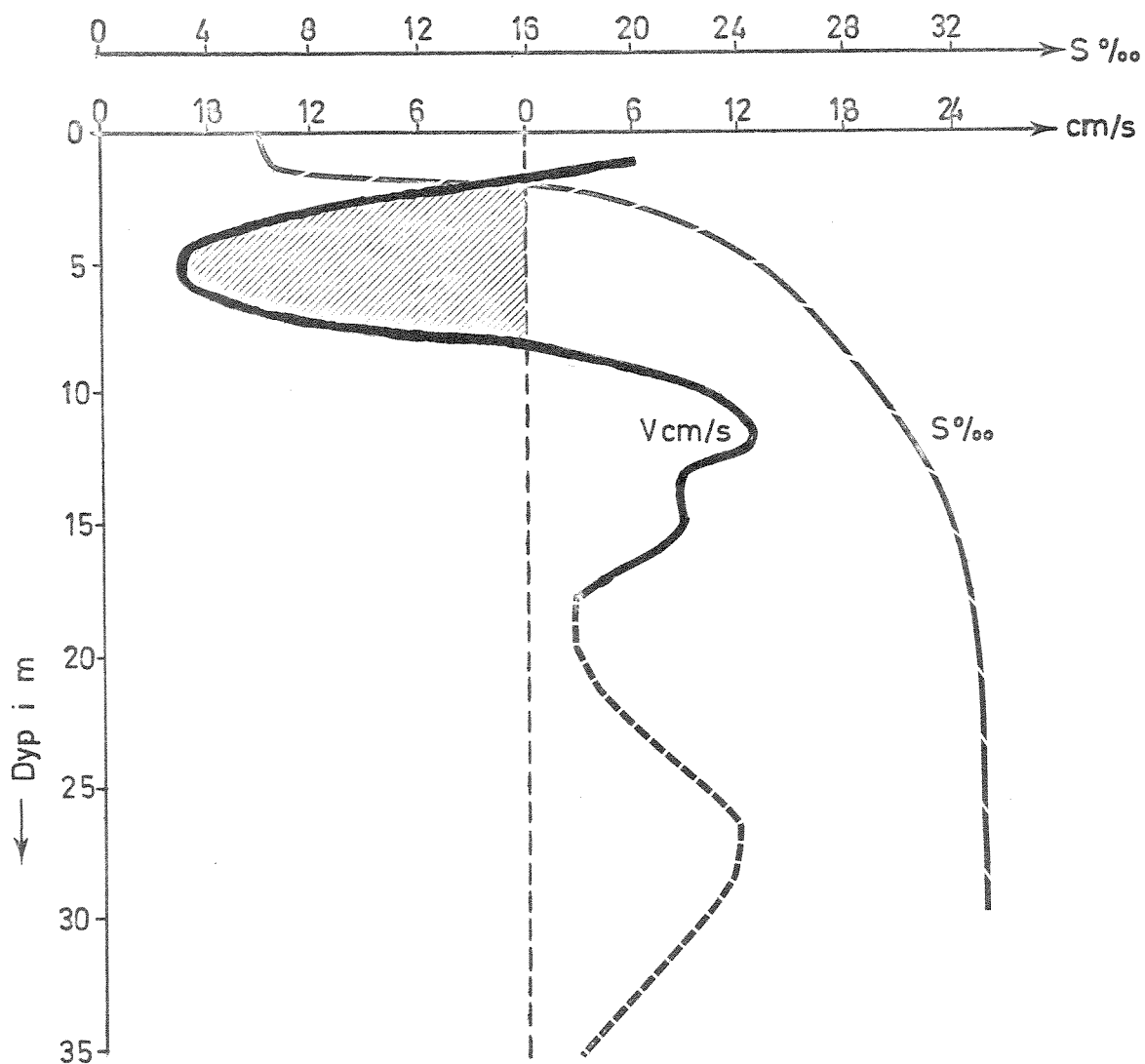


Fig. 9 St. EE-1 9.6.1976 kl. 15.45. Målinger av ström og saltholdighet. Ström dekomponert langs 90° (+) - 270° (-). Höyvann kl. 14.50 lavvann 19.50.



Langsgående dybdesnitt Frierfjorden - Langesundsbukta

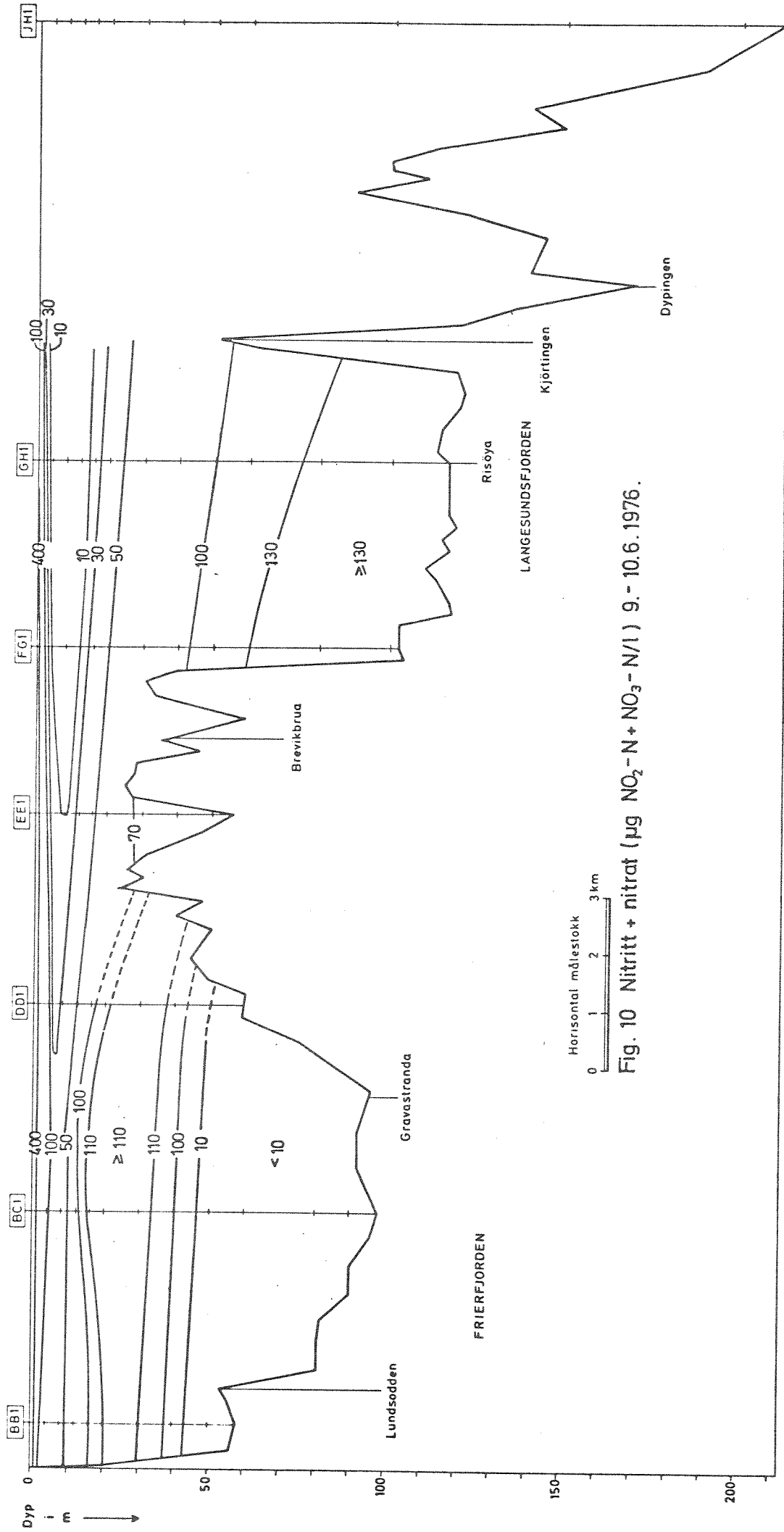


Fig. 10 Nitritt + nitrat ( $\mu\text{g NO}_2\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N/l}$ ) 9. - 10.6.1976.

Langsgående dybdesnitt Frierfjorden - Langesundsbukta

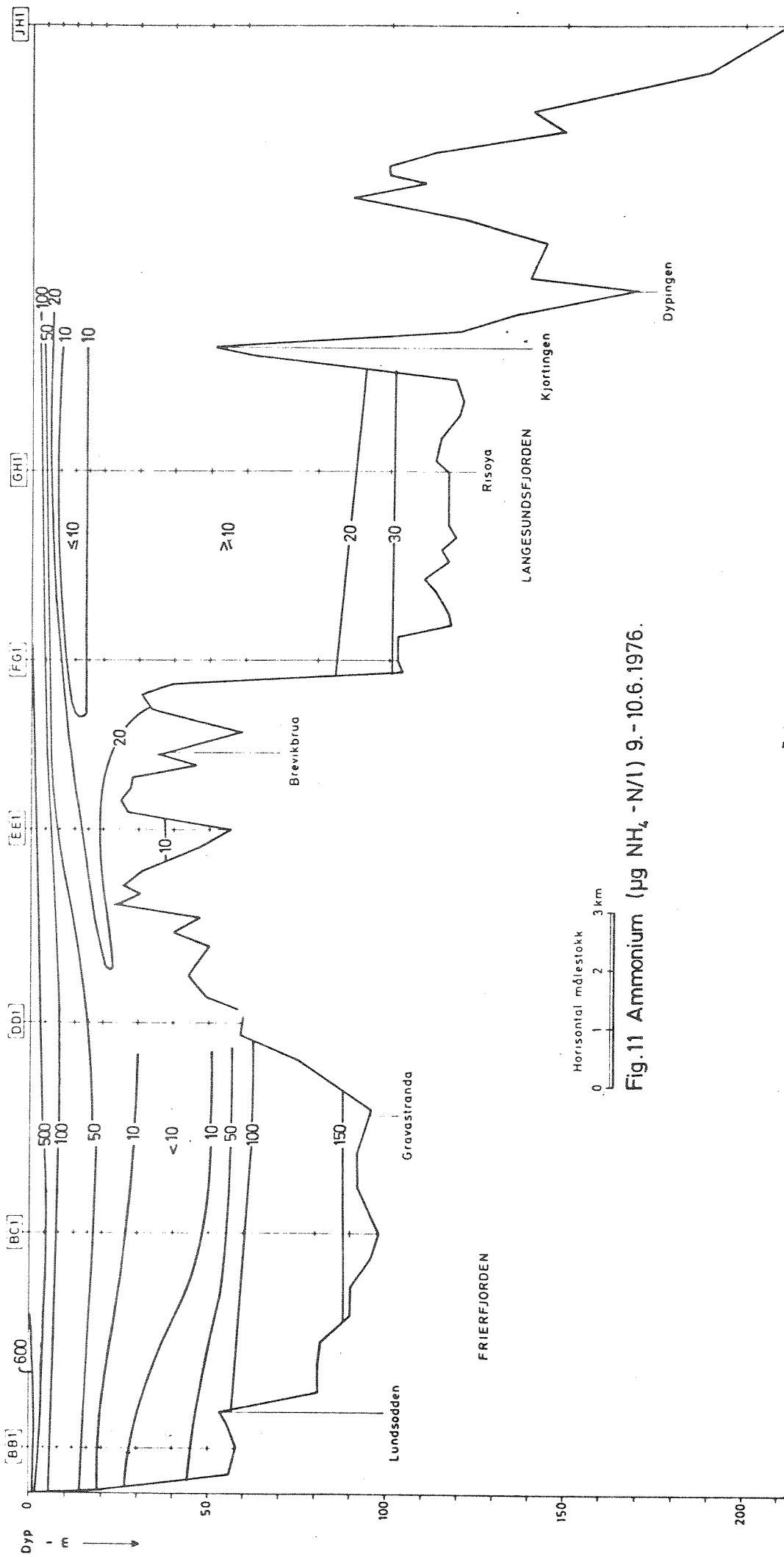


Fig.11 Ammonium ( $\mu\text{g NH}_4\text{-N/l}$ ) 9.-10.6.1976.

Langsgående dybdesnitt Frierfjorden - Langesundsbukta

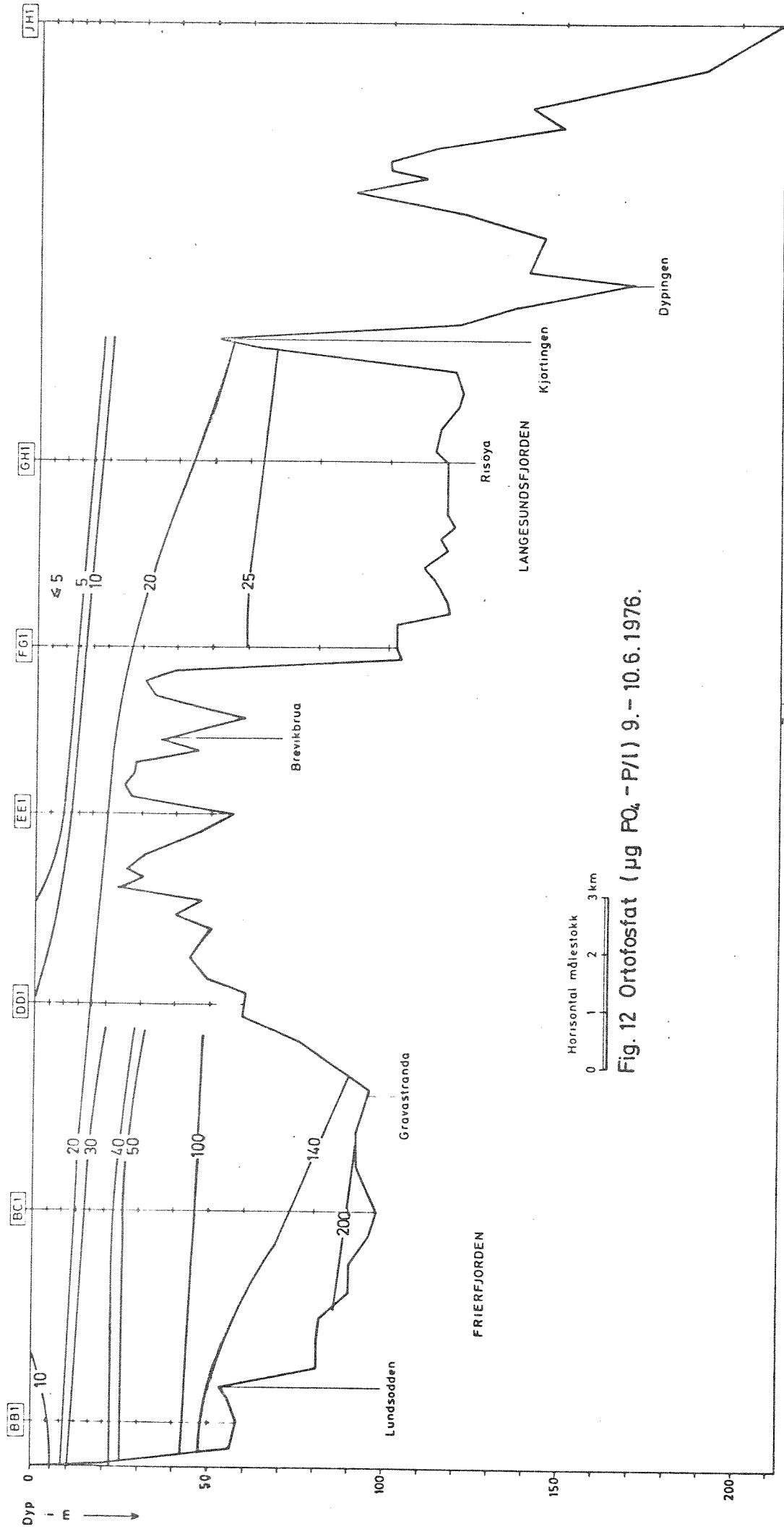


Fig. 12 Ortofosfat ( $\mu\text{g PO}_4 - \text{P/l}$ ) 9. - 10. 6. 1976.

# Langsgående dybdesnitt Eidangerfjorden - Langesundsbukta

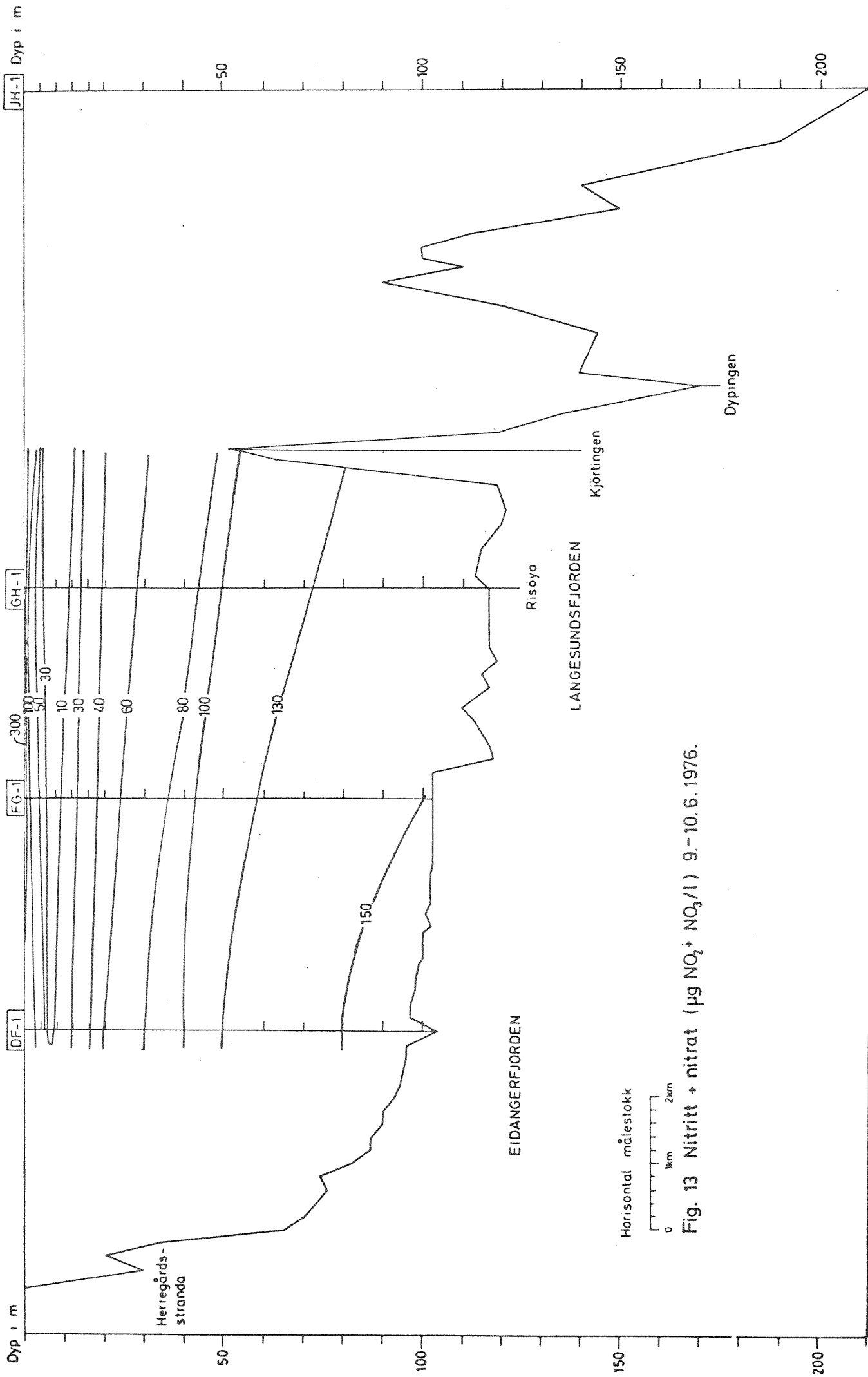


Fig. 13 Nitritt + nitrat ( $\mu\text{g NO}_2 + \text{NO}_3/\text{l}$ ) 9.-10.6.1976.

# Langsgående dybdesnitt Eidangerfjorden - Langesundsbukta

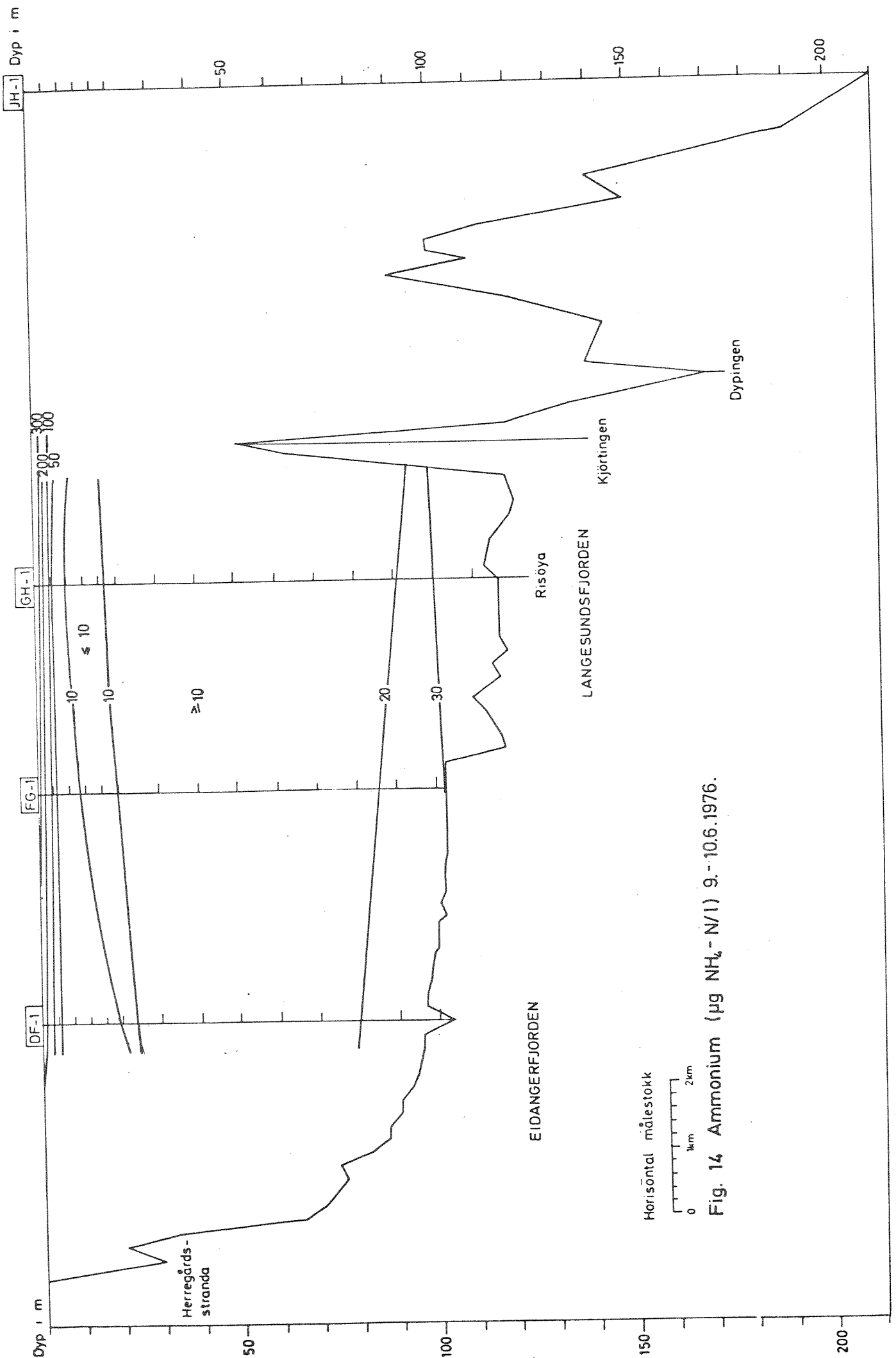


Fig. 14 Ammonium ( $\mu\text{g NH}_4\text{-N/l}$ ) 9.-10.6.1976.

Langsgående dybdesnitt Eidangerfjorden - Langesundsbukta

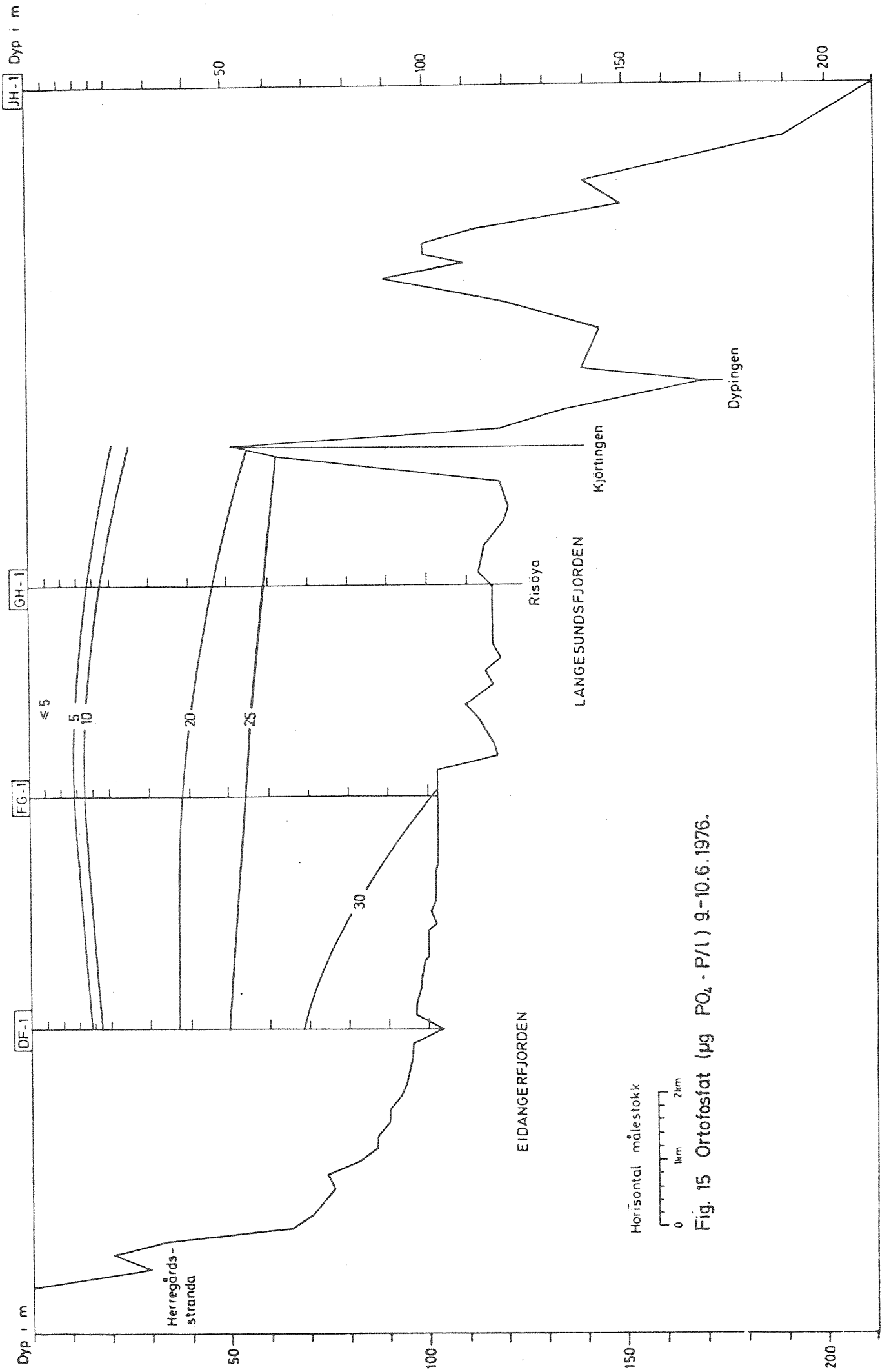


Fig. 15 Ortofosfat ( $\mu\text{g PO}_4 - \text{P}/\text{l}$ ) 9.-10.6.1976.