

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

0-111/70

RESIPIENTUNDERSØKELSE AV NEDRE SKIENSELVA,  
FRIERFJORDEN OG TILLIGGENDE FJORDOMRÅDER

Toktrappert fra hydrokjemisk hovedtokt 16.-18.3.1976

Blindern, 28. mai 1976

Saksbehandler: cand.real. Jarle Molvær

Medarbeider : Tekn.ass. Frank A. Kjellberg

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side:
1. INNLEDNING	3
2. RESULTATER OG FORELØPIGE VURDERINGER	6
2.1 Vertikal inndeling av vannmassene	6
2.2 Vannutskiftning	6
2.3 Vannkvalitet	7
3. REFERANSER	12
FIGURER	

TABELLFORTEGNELSE

Tabell 1. Observasjoner og analyser under hydrokjemisk tokt til Frierfjorden og tilliggende fjordområder, 16.-17.3.1976	4
Tabell 2. Observasjoner og analyser fra Skienselva, 18.3.1976	5
Tabell 3. Analyseresultater for metaller i vannprøven, 16.-18.3.1976	10
Tabell 4. Gjennomsnittlig konsentrasjon ( $\mu\text{g}/\text{l}$ ) for elementer i oseanisk vann (oppløst + partikulært) og deteksjonsgrensen ved den anvendte analysemetodikk	11

## 1. INNLEDNING

Siden det hydrokjemiske hovedtoktet i desember er det blitt utført et hydrografisk tokt, 3.-4.2.1976, og et hovedtokt.

Det hydrokjemiske hovedtoktet til Skiensvassdragets fjordområder ble utført med NIVAs F/F "H.H. Gran" i tidsrommet 16.-17.3.1976. Alle faste stasjoner ble tatt, men p.g.a. is måtte st. DF-1 i Eidangerfjorden tas ca. 200 m lenger sør enn vanlig.

I Skienselva ble vannprøver tatt på de to faste stasjonene nedenfor Klosterfoss og ved Porsgrunn bybro den 17.3.1976.

Den 18.3 ble det innsamlet vannprøver på to stasjoner i Gunnekleivfjorden. Prøvetakingsstasjonene er vist på figur 1.

I samarbeid med Sentralinstitutt for industriell forskning (SI) ble det tatt prøver av overflatehinnen samt partikulært materiale i sprangsjiktet på samtlige fjordstasjoner unntatt G1, G3 og GH-1. Prøvenen analyseres på innhold av klorerte hydrokarboner ved SI, og resultatene oversendes NIVA. Omkostningene dekkes av SI.

Under toktet var det pent kaldt vær med lite eller ingen vind. Vannføringen i Skienselva målt ved Skotfoss varierte under toktet mellom 218 m<sup>3</sup>/s og 238 m<sup>3</sup>/s.

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

Tabell 1. Observasjoner og analyser under hydrokjemisk tokt til Frierfjorden og tilliggende fjordområder 16.-18.3.1976

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	16.3	3	x	y	A	C	-	C	E
BC-1	"	4	x	y <sup>1</sup>	A	C	B	C	E
DD-1	"	4	x	-	-	C	B	C	E
EE-1	"	3,5	x	y	A	C	B	C	E
FG-1	"	4,5	x	-	-	C	-	D	E
DF-1	"	7	x	z	A	C	-	D	E
GH-1	17.3	5,5	x	z	-	-	-	D	E
JH-1	"	9	x	-	A	C	B	D	E
GI	18.3	-	x	x	A	-	-	-	-
G3	"	-	x	x	A	-	-	-	-

x = alle standarddyp  
y = " " minus 16 og 40 m  
y<sup>1</sup> = " " 16, 40 og 80 m  
z = " " 16, 40 og 60 m  
A = fra 3-7 måledyp  
B = fra 0-2 m  
C = fra 0.5 og 4 m  
D = fra 0-2, 4, 8 og 12 m  
E = fra overflaten

Tabell 2. Observasjoner og analyser fra Skienselva 17.3.1976

Stasjon	Saltholdighet og oksygen	Total nitrogen, nitrit-nitrat, ammonium, total fosfør; ortofosfat, jern og total organisk karbon	Turbiditet, ledn.-evne, susp. tørrstoff, gløderest	Hg, Pb, Cu, Mn Cd og Cr
Klosterfoss, S1	x	x	x	x
Porsgrunn bybro, S2	x	x	x	x

x = 0 m, 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. 4,5 ‰), 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. 20 m. Under dette lå dypvannet med saltholdighet 33,5 ‰ - 33,8 ‰.

### 2.2 Vannutskifting.

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.

Siden forrige hovedtokt i desember 1975 har vannmassene i fjordområdene utenfor Brevik langt på vei blitt fornyet fra overflaten til bunn. Dette har øket oksygenkonsentrasjonene i dypvannet fra 3,7 - 4 ml O<sub>2</sub>/l (desember 1975) til ca. 6,5 ml O<sub>2</sub>/l i mars 1976, se figur 5. Denne utskiftingen har i hovedsaken foregått i tidsrommet februar - mars 1976.

Under desembertoktet i 1975 registrerte man at det foregikk en innstrømming til Frierfjorden (NIVA 1976). Denne innstrømmingen fortsatte i januar, og har tilført fjordens dypvann noe nytt vann idet øvre grense for hydrogensulfid (H<sub>2</sub>S) i februar på st. BC-1 og st. DD-1 lå i ca. 55 m dyp mot ca. 40 m i desember. På st. BB-1 lå grensen for H<sub>2</sub>S på ca. 45 m i februar.

I 80 m og 90 m dyp (st. BC-1) hadde konsentrasjonen av H<sub>2</sub>S avtatt fra henholdsvis 1,48 ml/l og 2,07 ml/l i desember 1975 til henholdsvis 0,22 ml/l og 0,40 ml/l i februar 1976. Dette tyder på at noe nytt vann nådde helt ned til bunnen av fjorden. Volumet av denne vannmassen har imidlertid vært for liten til å forbedre kvaliteten av dypvannet i nevneverdig grad.

Også mellom februar- og marstoktene har det skjedd en mindre innstrømming til Frierfjorden (se fig. 5). Den er merkbar på st. DD-1 og st. BC-1, men forøvrig har fjordens dypvann stagnert og øvre grense for  $H_2S$  er for st. BB-1 og st. BC-1 hevet ca. 10 m siden februar og var i mars på ca. 40 m i Herrebukta. I 90 m dyp på st. BC-1 var det 2,1 ml  $H_2S/l$ .

### 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, FG-1 og JH-1, er isolinjene over disse stasjonene trukket etter skjønn. For dypvannet i Frierfjorden er ikke isolinjene trukket fram til st. DD-1 da forholdene på denne stasjonen trolig avviker klart fra st. BC-1 p.g.a. innstrømmingen.

Som ved de tidligere tokt ble det i desember 1975 funnet høye konsentrasjoner av nitrat+nitritt (300-650  $\mu/l$ ) og ammonium (175 - 700  $\mu g/l$ ) i overflatelaget i fjordområdene. De høyeste verdier ble funnet i Frierfjorden, se figuren 11 og 12. Av figurene fremgår videre at den estuarine kompensasjonsstrømmen (se også figurene 9 og 10) er karakterisert ved lavt innhold av ortofosfat, nitrat+nitritt og ammonium.

I Frierfjordens dypvann har konsentrasjonene av ortofosfat avtatt 30-40  $\mu g/l$  siden desembertoktet p.g.a. det nye vannet som ble tilført i januar-februar. Siden dypvannet fremdeles er anoksisk er verdiene for nitrat+nitritt stadig under deteksjonsgrensen. Ammoniumkonsentrasjonene har økt noe, fra 80  $\mu g N/l$  til ca. 100  $\mu g N/l$ .

Som nevnt har det intermediære vannlag og dypvannet i de ytre fjordområder blitt fornyet siden forrige hovedtokt. Ortofosfatkonsentrasjonene under ca. 70 m dyp er dermed redusert med 10-20  $\mu g P/l$ . Likeledes har verdiene for nitritt+nitrat i samme dyp avtatt med 10 - 30  $\mu g N/l$ . Høyere oppe i vannmassen har konsentrasjonene øket, noe som kan skyldes at gammelt dypvann fra Frierfjorden etter utskiftningen der er blitt transportert ut i Brevik-Langesundsfjorden.

Utenfor Brevik var ammoniumkonsentrasjonene under overflatelaget lavere enn 10 µg/l i alle dyp.

I Skienselva ble det tatt vannprøver i 0 m, 5 m og 10 m dyp. Ved Klosterfoss var det sjøvann under ca. 8 m dyp og ved Porsgrunn bybro var det sjøvann under ca. 4 m dyp. Dette illustrerer hvordan sjøvannet trenger seg som en kile opp gjennom Skienselva. Det var tilfredsstillende oksygenforhold i både elvevannet og i sjøvannet. Laveste målte verdi var 5,1 ml O<sub>2</sub>/l på 10 m dyp ved Klosterfoss. For øvrig var det en markert gradient i innholdet av total organisk karbon fra Klosterfoss mot Frierfjorden. Ved Klosterfoss ble det funnet 7 mg/l, 6 mg/l og 2,4 mg/l i henholdsvis 0 m, 5 m og 10 m dyp. På tilsvarende dyp ved Porsgrunn bybro var konsentrasjonene henholdsvis 3,6, 2,4 og 1,5 mg/l. I Frierfjordens overflatelag var konsentrasjonene 2,4 - 2,8 mg/l.

Vannprøvene fra st. G1 og G3 i Gunnekleivfjorden viste tilfredsstillende oksygeninnhold. Laveste verdi var ca. 5 ml O<sub>2</sub>/l i 8 m dyp på st. G3. Konsentrasjonene av fosforforbindelser var relativt lave, 11-24 µg P/l målt som total fosfor, og 4-10 µg P/l målt som ortofosfat. Innholdet av nitrogenforbindelser var meget høyt, 2800-3200 µg N/l målt som total nitrogen, og 1280-1860 µg N/l målt som ammonium.

Resultatene for analyse av metaller i sjøvann fra marstoktet 1976 er gjengitt i tabell 3. Prøvene er ufiltret. Bakgrunnsverdier for oseanisk vann er vist i tabell 4.

Kvikksølvkonsentrasjonene (Hg) i Frierfjorden ligger jevnt over på noenlunde samme nivå som i desember 1975. Høye konsentrasjoner (0,4-0,6 ng/ml) ble funnet mellom 4 m og bunn på st. DD-1 i søndre del av fjorden. I fjordområdene utenfor Brevik var kvikksølvkonsentrasjonene jevnt over noe høyere enn i Frierfjorden, med 0,69 ng/ml i 16 m dyp på st. FG-1 som maksimum. I Gunnekleivfjorden og i Skienselva lå kvikksølvkonsentrasjonene på (noenlunde) samme nivå som i Frierfjorden.

Konsentrasjonene av kopper (Cu) i fjordområdene og i Skienselva lå overalt lavt. Noe høyere verdier ble funnet i 3 m dyp i Gunnekleivfjorden. Konsentrasjonene av mangan (Mn) var jevnt over lavere enn ved desembertoktet 1975. I Frierfjordens dytbunn var konsentrasjonene fremdeles meget høye.



Konsentrasjonene av bly (Pb), sink (Zn) og fluor (F) var jevnt over lave. I fjordområdene ble høyeste blykonsentrasjoner funnet i brakkvannslaget i nærheten av Brevik.

Konsentrasjonene av kadmium (Cd) og seksverdig krom ( $\text{Cr}^{6+}$ ) i Skienselva var lave.

Resultatene for analysene på klorerte hydrokarboner foreligger ennå ikke. De vil derfor bli presentert sammen med resultatene fra hovedtoktet i juni 1976.

Tabell 3. Analyseresultater for metaller i vannprøven, 16.-18.3.19756

Resultater:

Prøve merket	Hg ng/ml	Cd ng/ml	Cu ng/ml	Cr <sup>6+</sup> ng/ml	F µg/ml	Mn µg/ml	Pb ng/ml	Zn ng/ml
BB-1 0-2m	0.06		2,5		0.08	0.05	1.3	9.1
BB-1 4 "	0.20		1.0		0.88	<0.04	<1.0	3.4
BB-1 40 "	0.06		0.7		1.24	0.38	"	4.8
BB-1 50 m	0.11		1.8		1.24	0.39	1.7	10.3
BC-1 0-2m	0.06		1.4		0.18	0.08	1.3	8.5
BC-1 4 m	0.21		0.9		0.62	0.05	<1.0	5.4
BC-1 16 m	0.14		1.0		1.18	0.04	"	2.2
BC-1 30 m	0.32		0.5		1.21	0.08	"	1.5
BC-1 50 m	0.30		0.4		1.24	0.44	"	1.6
BC-1 60 m	0.19		1.5		1.21	0.43	1.0	4.3
BC-1 90 m	0.22		0.3		1.24	0.37	<1.0	0.7
DD-1 0-2m	0.15		1.5		0.14	0.07	2.5	11.0
DD-1 4 m	0.53		1.3		0.88	0.06	<1.0	4.0
DD-1 30 m	0.60		0.4		1.20	0.05	"	0.9
DD-1 55 m	0.44		0.7		1.24	0.19	1.0	2.3
DF-1 0-2m	0.32		0.9		0.67	0.05	<1.0	3.4
DF-1 4 m	0.48		1.3		1.07	<0.04	"	1.5
DF-1 90 m	0.23		1.0		1.29	0.04	"	1.4
EE-1 0-2m	0.10		1.5		0.19	0.07	1.3	8.9
EE-1 4 m	0.21		1.2		0.83	<0.04	3.2	6.4
EE-1 50 m	0.37		1.3		1.25	0.07	1.9	3.0
FG-1 0-2m	0.26		1.3		1.81	<0.04	1.9	7.9
FG-1 4 m	0.12		0.9		1.04	"	<1.0	2.1
FG-1 16 m	0.69		0.6		1.14	"	"	1.3
JH-1 0-2m	0.17		1.2		1.00	"	1.2	3.2
JH-1 4 m	0.10		0.5		1.10	"	<1.0	0.9
JH-1 30 m	0.36		0.8		1.24	"	"	5.5
JH-1 50 m	0.62		0.9		1.25	"	"	0.5
JH-1 100m	0.26		2.1		1.26	0.04	"	2.6
G-1 0.5m	0.32		1.6		0.08	0.05	"	5.4
G-1 3 m	0.34		6.3		0.06	<0.04	3.2	15.1
G-3 0.5m	0.34		1.9		0.10	"	1.3	8.6
G-3 3 m	0.27		6.0		0.06	"	1.7	8.3
G-3 8 m	0.69		1.2		0.04	"	1.3	2.7
S1 0-2m	0.06	<0.1	0.9	<1.0		"	<1.0	6.3
S1 5 m	0.15	0.2	1.3	"		"	1.8	35
S1 10 m	0.11	<0.1	0.8	"		0.12	<1.0	4.2
S2 0-2m	0.06	"	1.1	"		<0.04	"	6.5
S2 5 m	0.55	"	0.8	"		0.07	"	4.7
S2 10 m	0.15	"	0.8	"		0.22	"	3.8

Tabell 4. Gjennomsnittlig konsentrasjon ( $\mu\text{g/l}$ ) 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	0,05
Sink	2 - 10	<1
Krom	0,04 - 0,6	<1
Mangan	2	40
Fluor	1300 - 1400	1

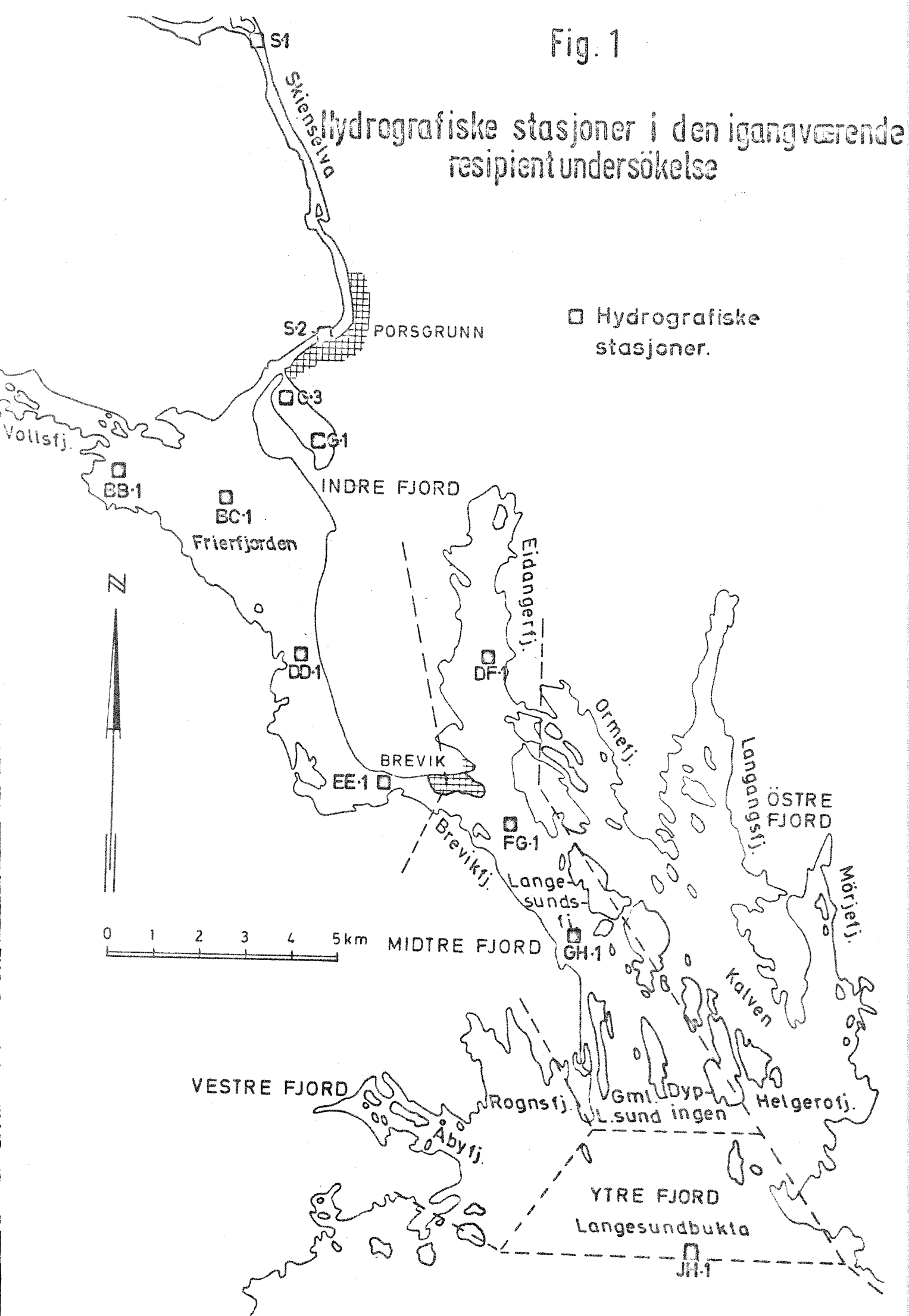
3. REFERANSER

NIVA 1976:

0-111/70 Resipientundersøkelse av nedre Skienselva, Frierfjorden og tilliggende fjordområder. Toktrapport fra hydrokjemisk hovedtokt 16.-18.12.1975. (Saksbehandler: Jarle Molvær)

Fig. 1

# Hydrografiske stasjoner i den igangværende resipientundersøkelse



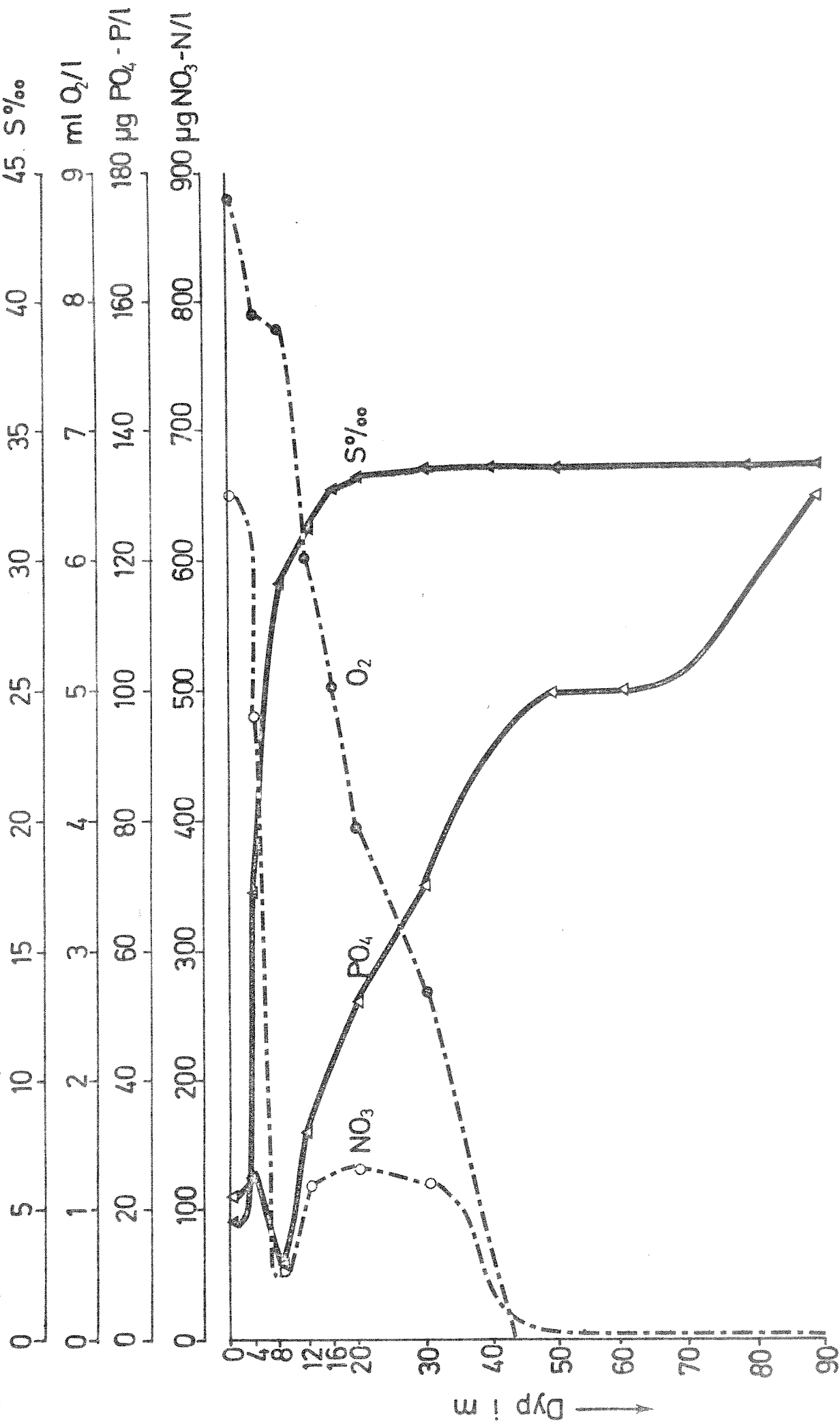


Fig. 2 Vertikalprofil på st. BC-1, 16.3.1976.

Langsgående dybdesnitt Frierfjorden - Langesundsbukta

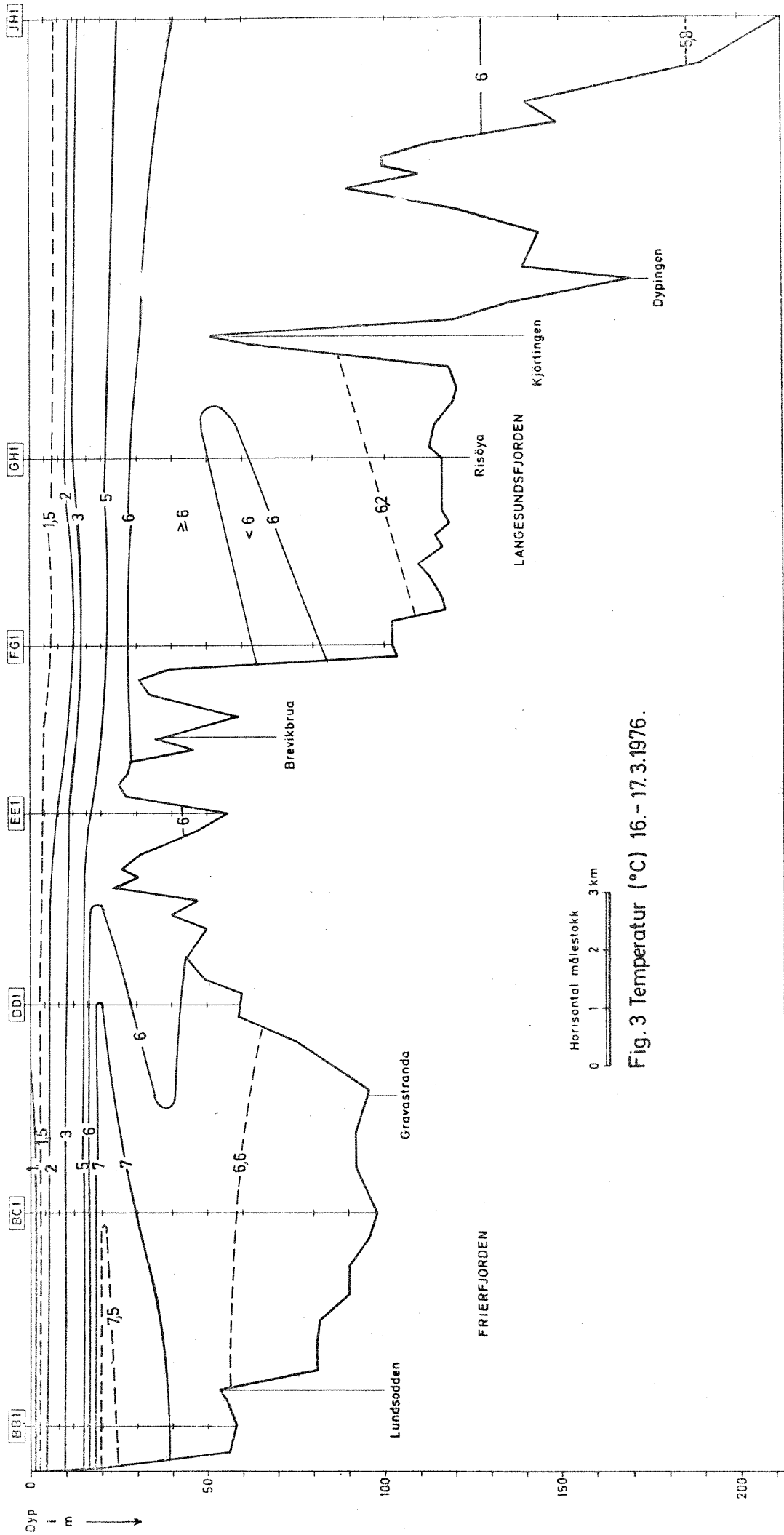


Fig. 3 Temperatur (°C) 16.-17.3.1976.

# Langsgående dybdesnitt Frierfjorden - Langesundsbukta

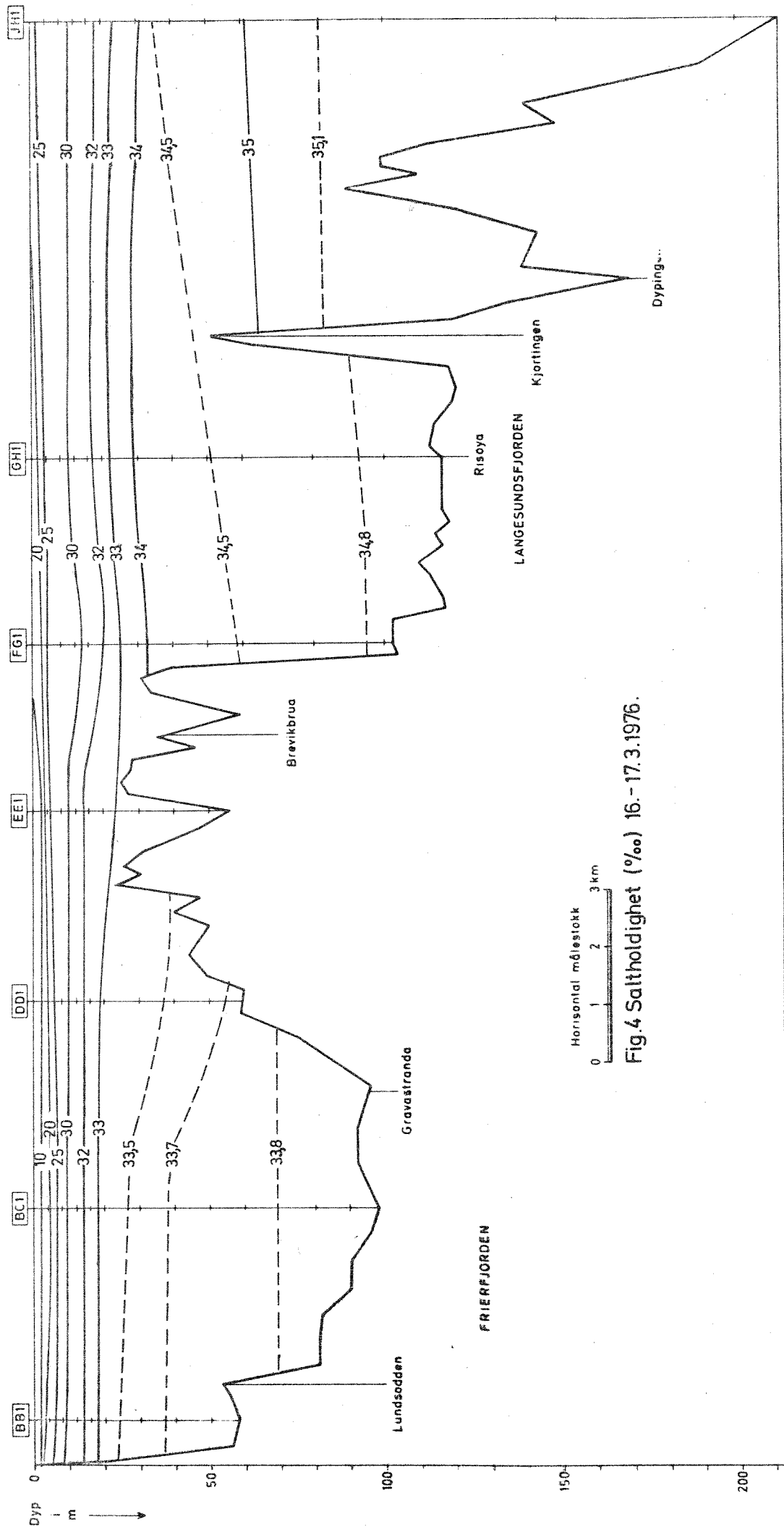


Fig.4 Saltholdighet (‰) 16.-17.3.1976.



Langsgående dybdesnitt Frierfjorden - Langesundsbukta

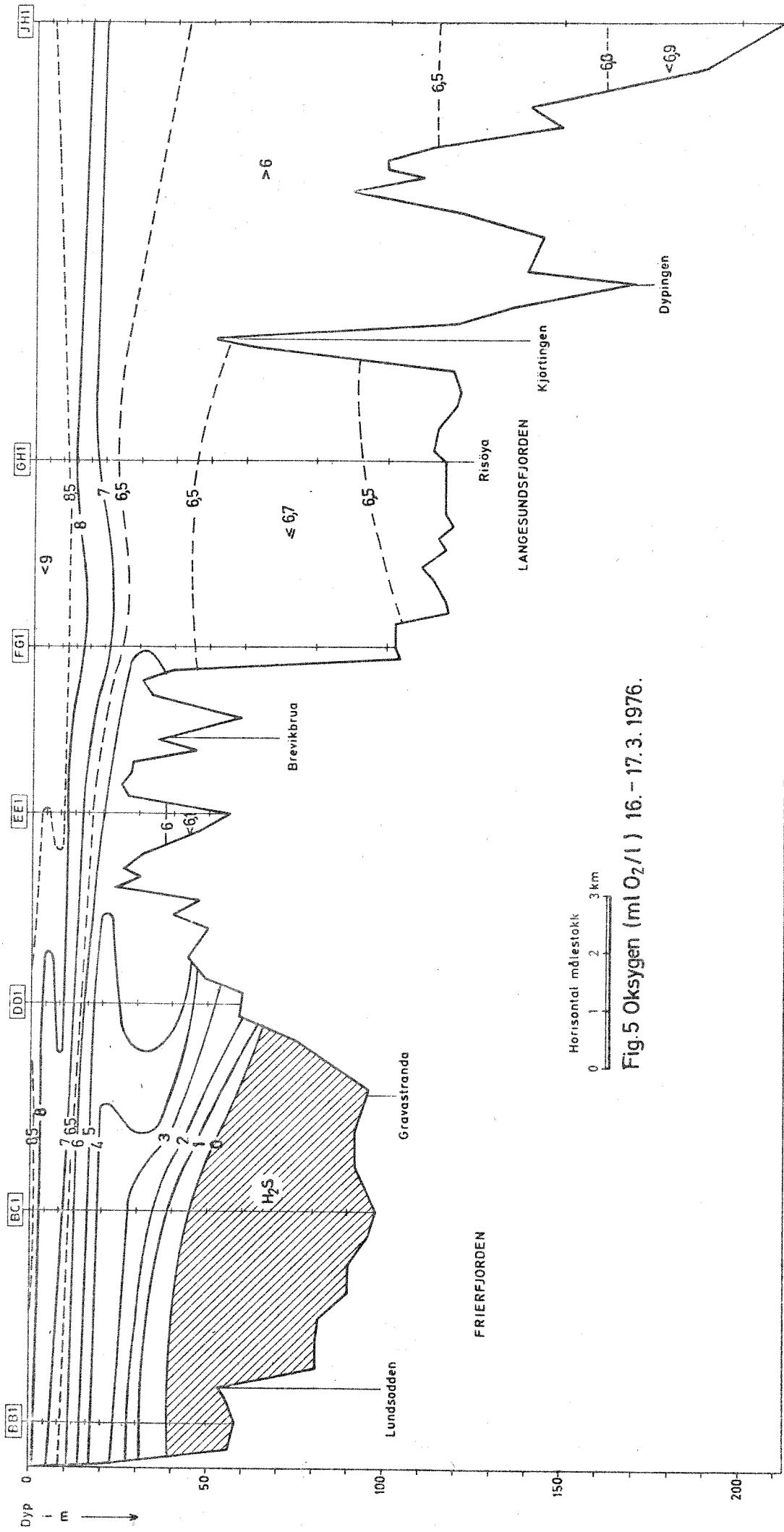


Fig.5 Oksygen (ml O<sub>2</sub>/l) 16. - 17.3.1976.

Langsgående dybdesnitt Eidangerfjorden - Langesundsbukta

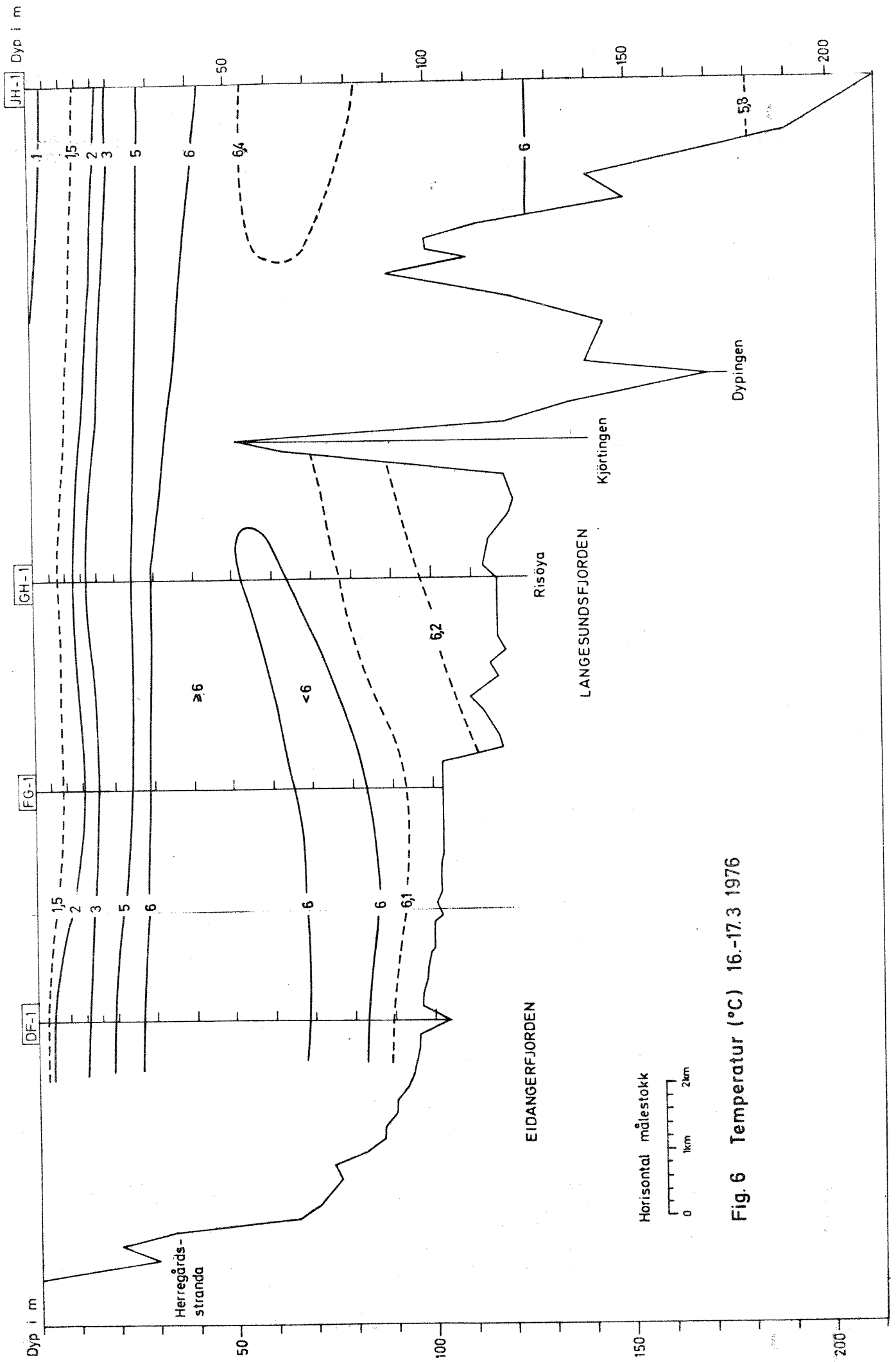


Fig. 6 Temperatur (°C) 16.-17.3 1976

Langsgående dybdesnitt Eidangerfjorden - Langesundsbukta

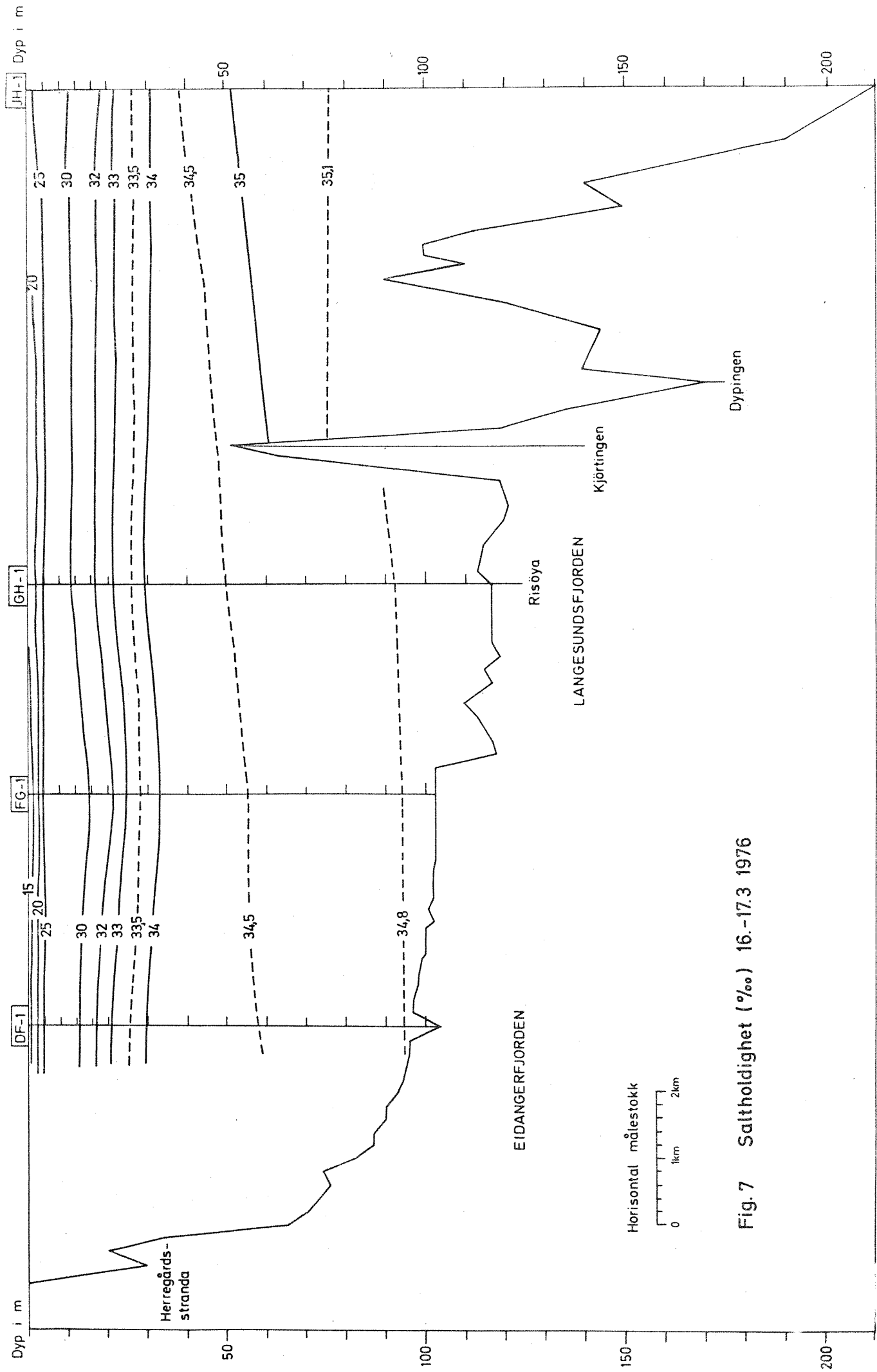


Fig. 7 Saltholdighet (‰) 16.-17.3 1976

Langsgående dybdesnitt Eidangerfjorden - Langesundsbukta

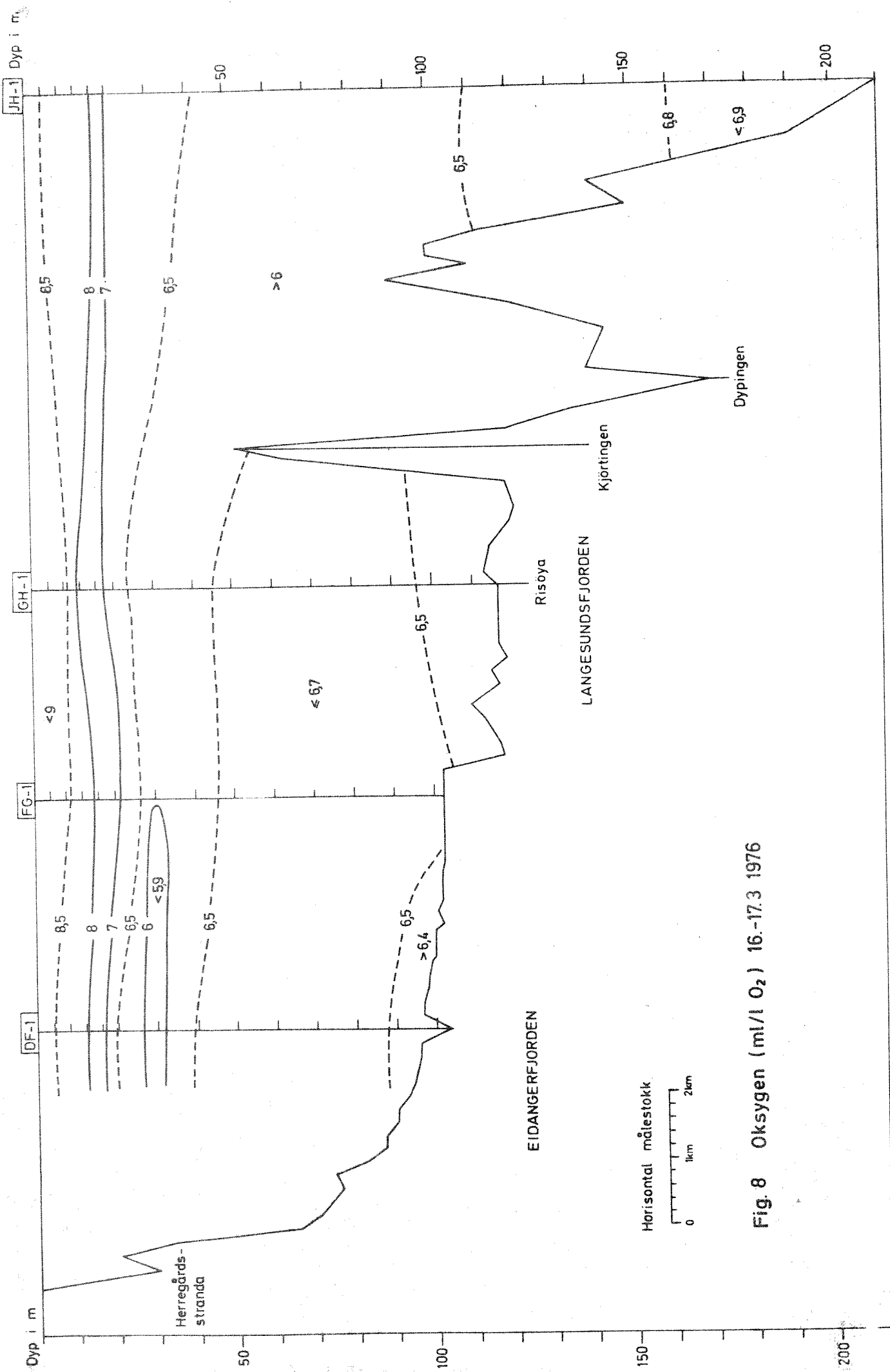


Fig. 8 Oksygen (ml/l O<sub>2</sub>) 16.-17.3 1976

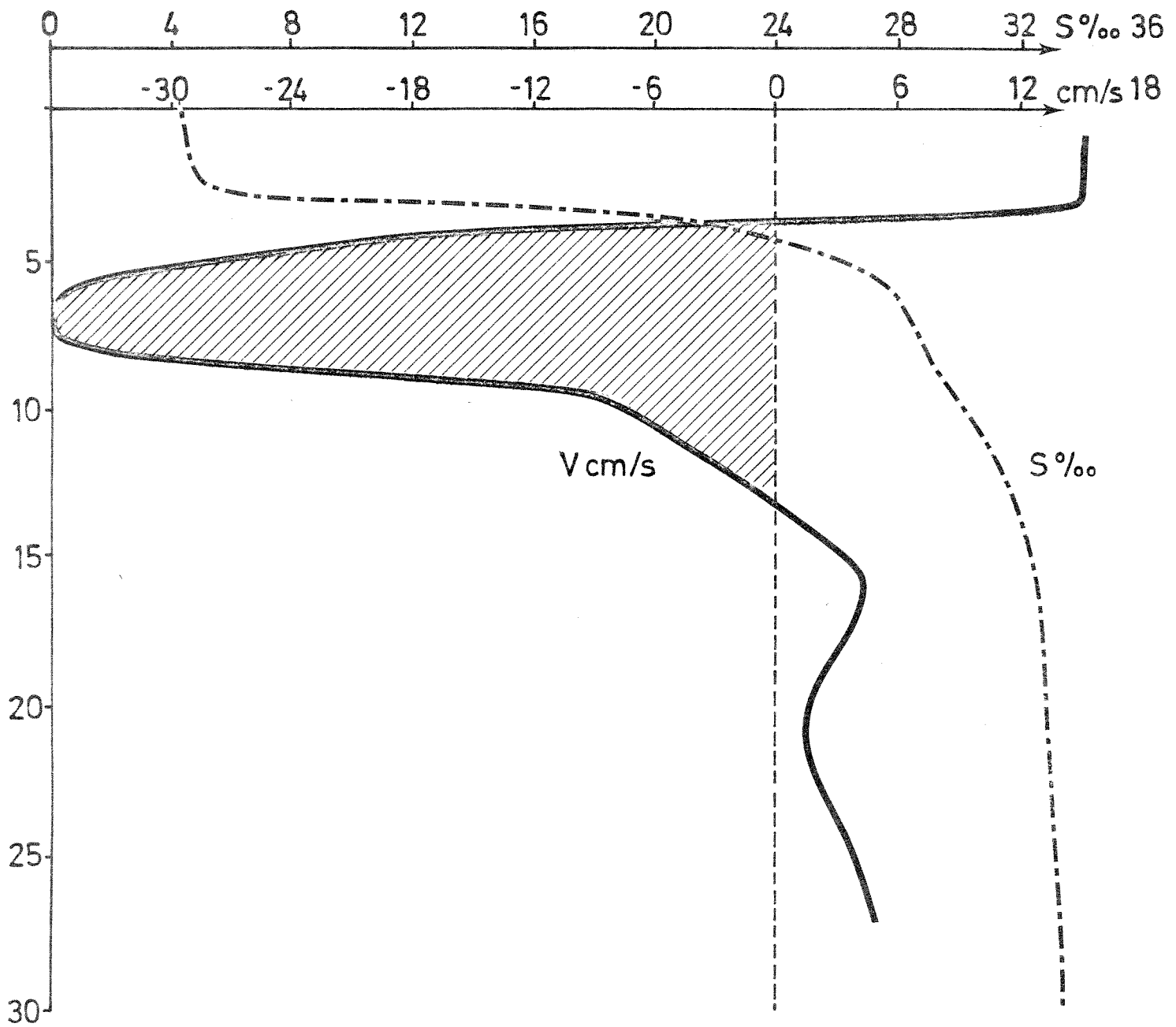
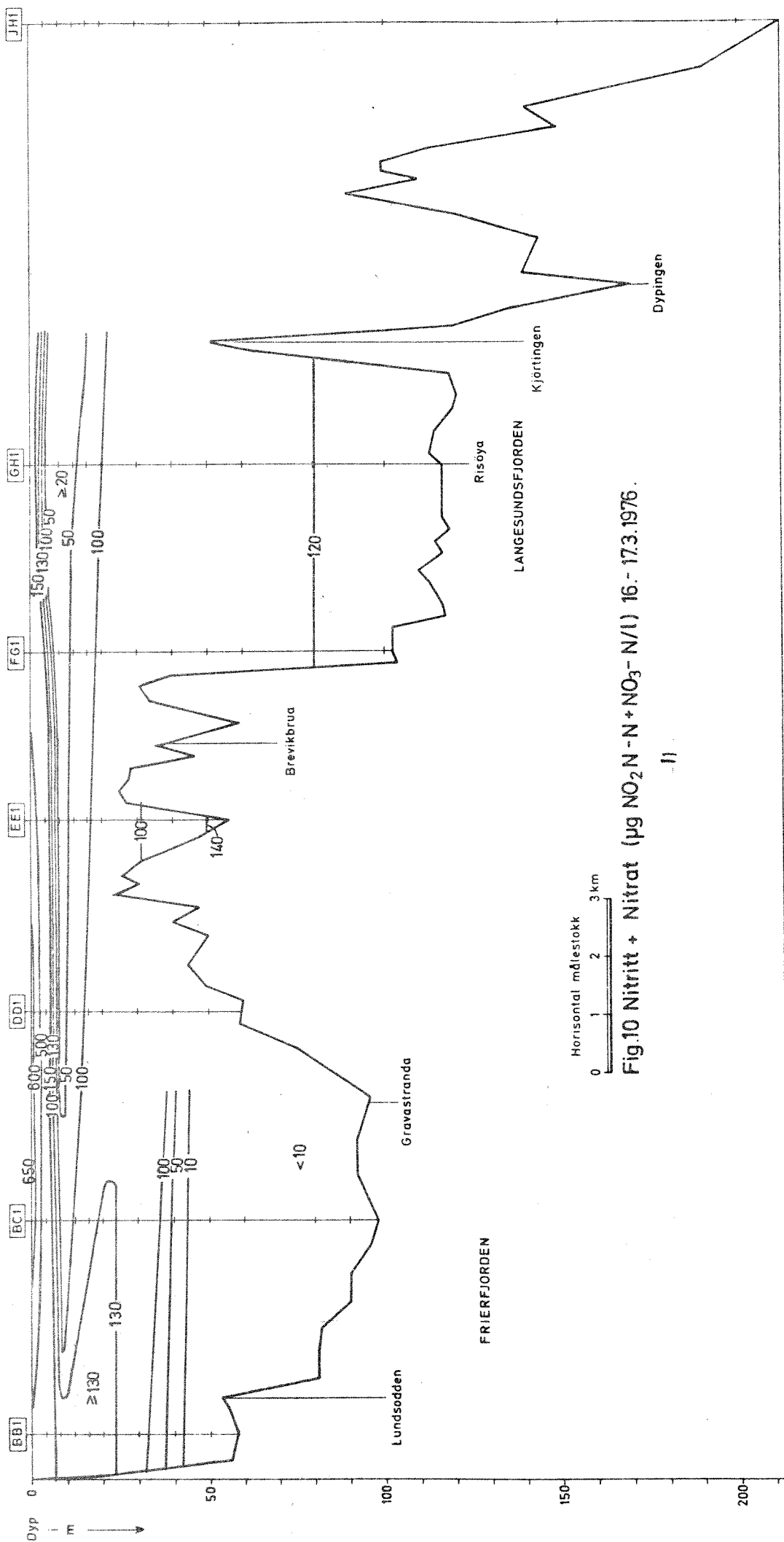


Fig. 9 St.EE-1 16.3.1976 kl.1500. Målinger av strøm og saltholdighet. Strøm dekomponert langs  $90^{\circ}(+)$  -  $270^{\circ}(-)$ .

Langsgående dybdesnitt Frierfjorden - Langesundsbukta



Langsgående dybdesnitt Frierfjorden - Langesundsbukta

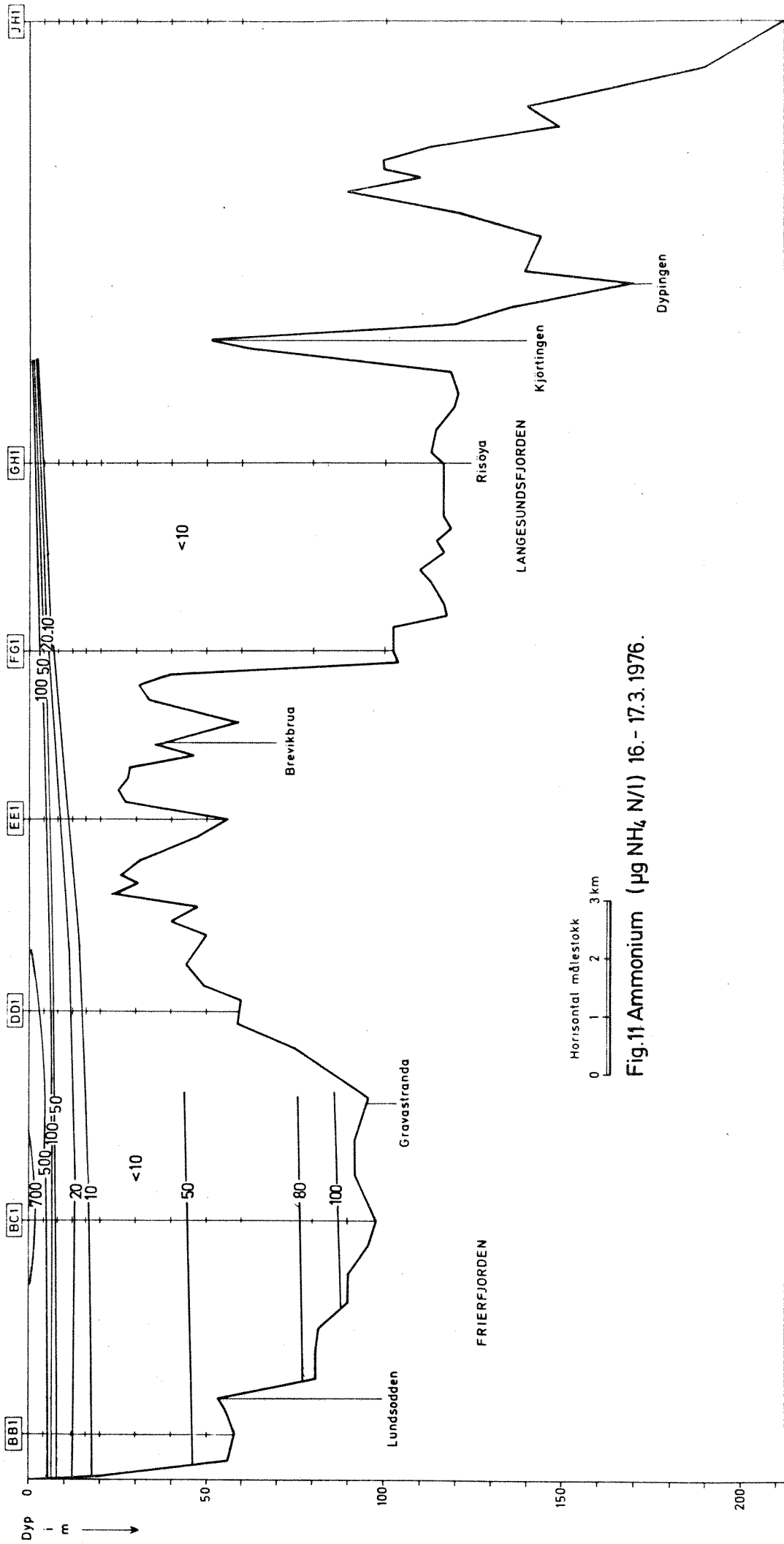


Fig.11 Ammonium ( $\mu\text{g NH}_4\text{ N/l}$ ) 16.- 17.3. 1976.

Langsgående dybdesnitt Frierfjorden - Langesundsbukta

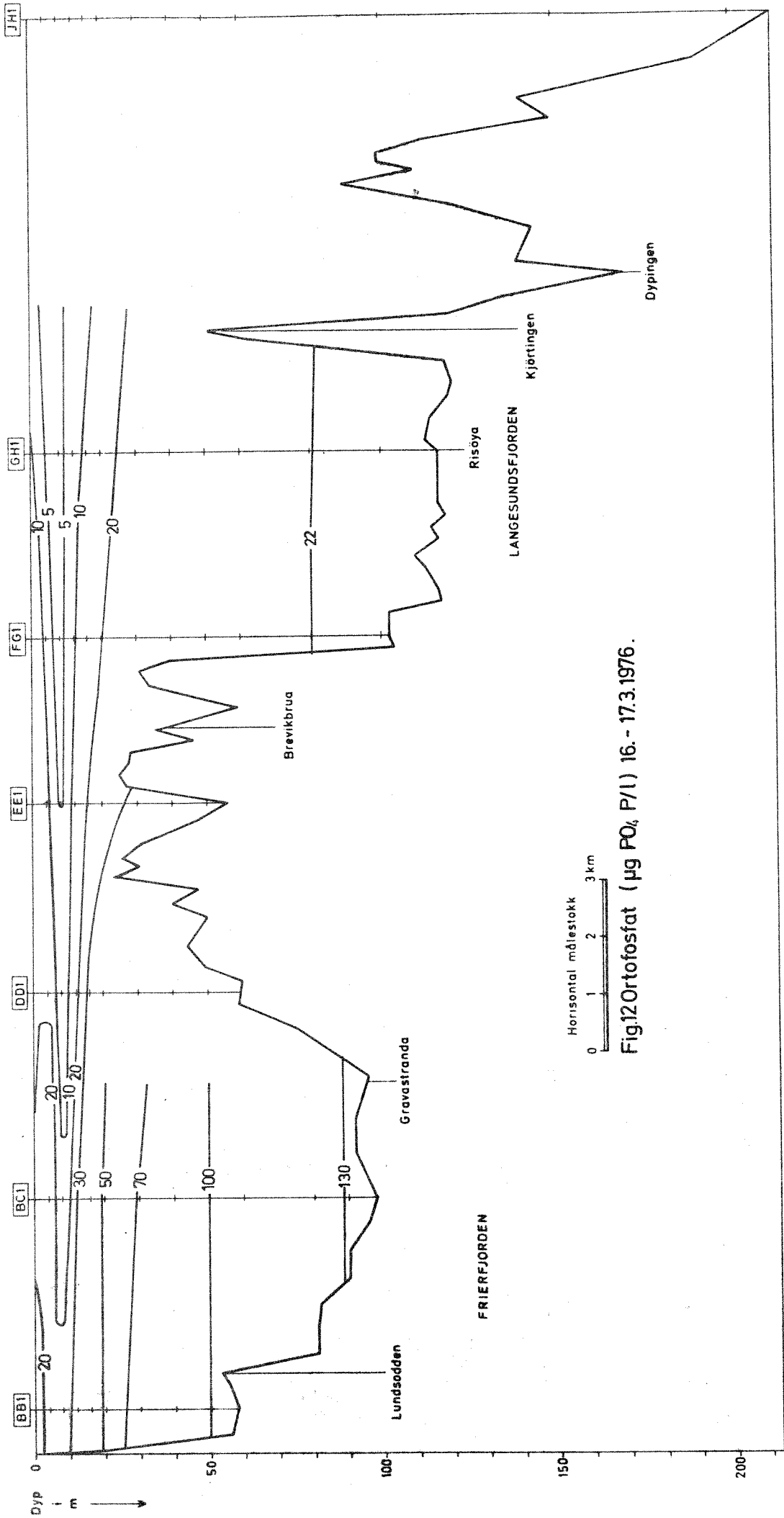


Fig.12 Ortofosfat ( $\mu\text{g PO}_4\text{ P/I}$ ) 16. - 17.3.1976.



# Langsgående dybdesnitt Eidangerfjorden - Langesundsbukta

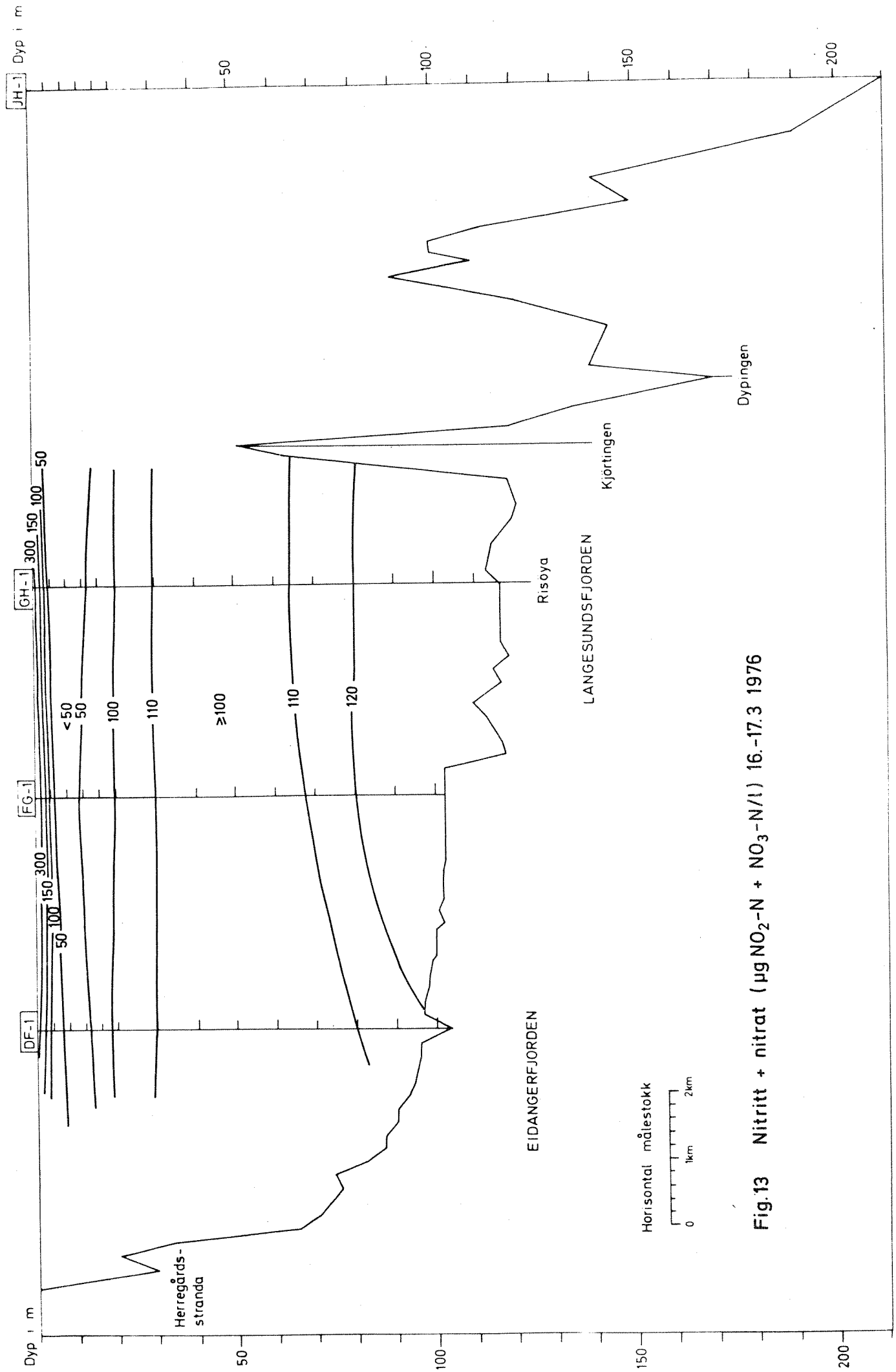


Fig.13 Nitritt + nitrat ( $\mu\text{g NO}_2\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N/l}$ ) 16.-17.3 1976

Langsgående dybdesnitt Eidangerfjorden - Langesundsbukta

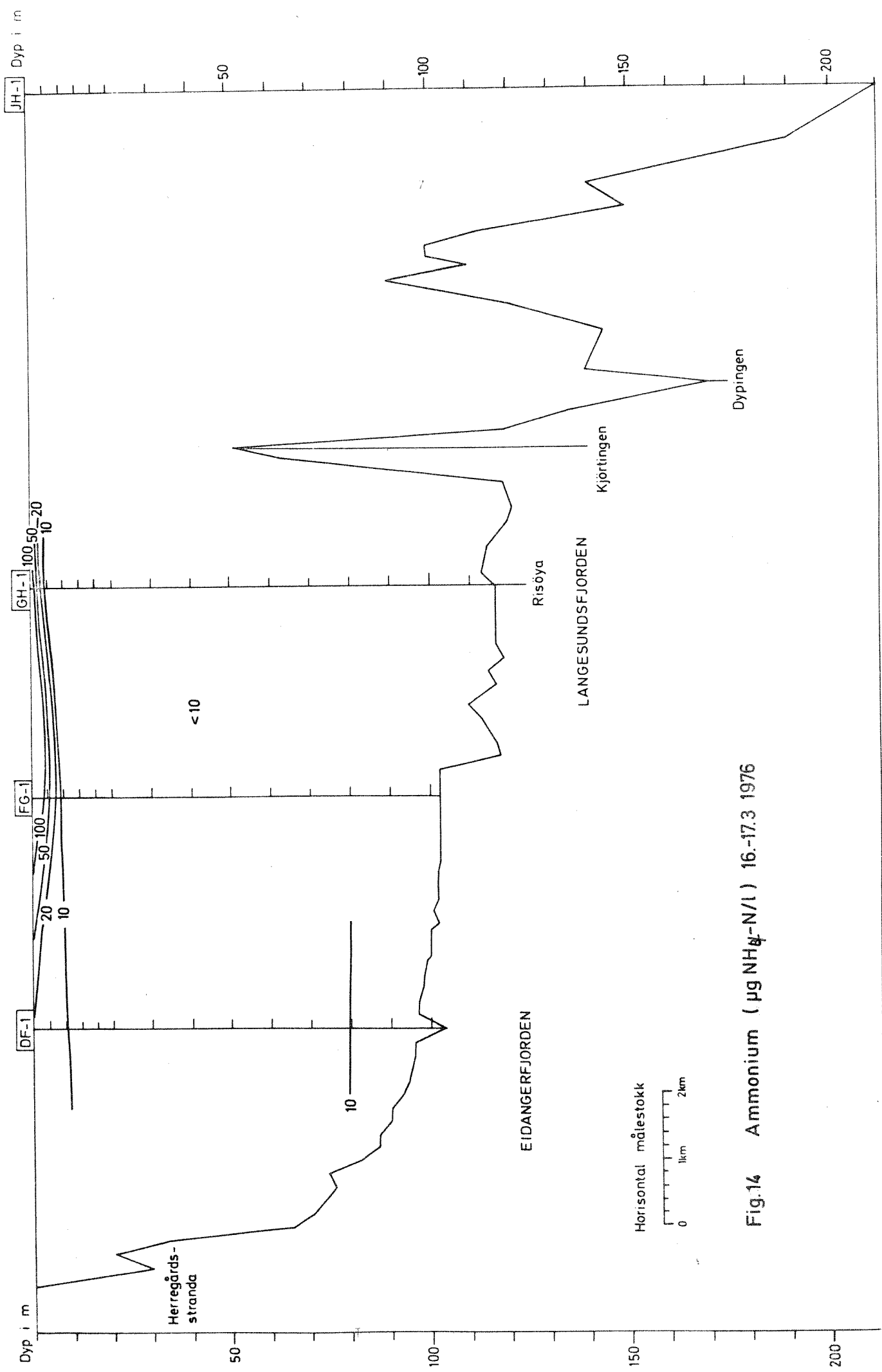


Fig.14 Ammonium ( µg NH<sub>4</sub>-N/l ) 16.-17.3 1976

# Langsgående dybdesnitt Eidangerfjorden - Langesundsbukta

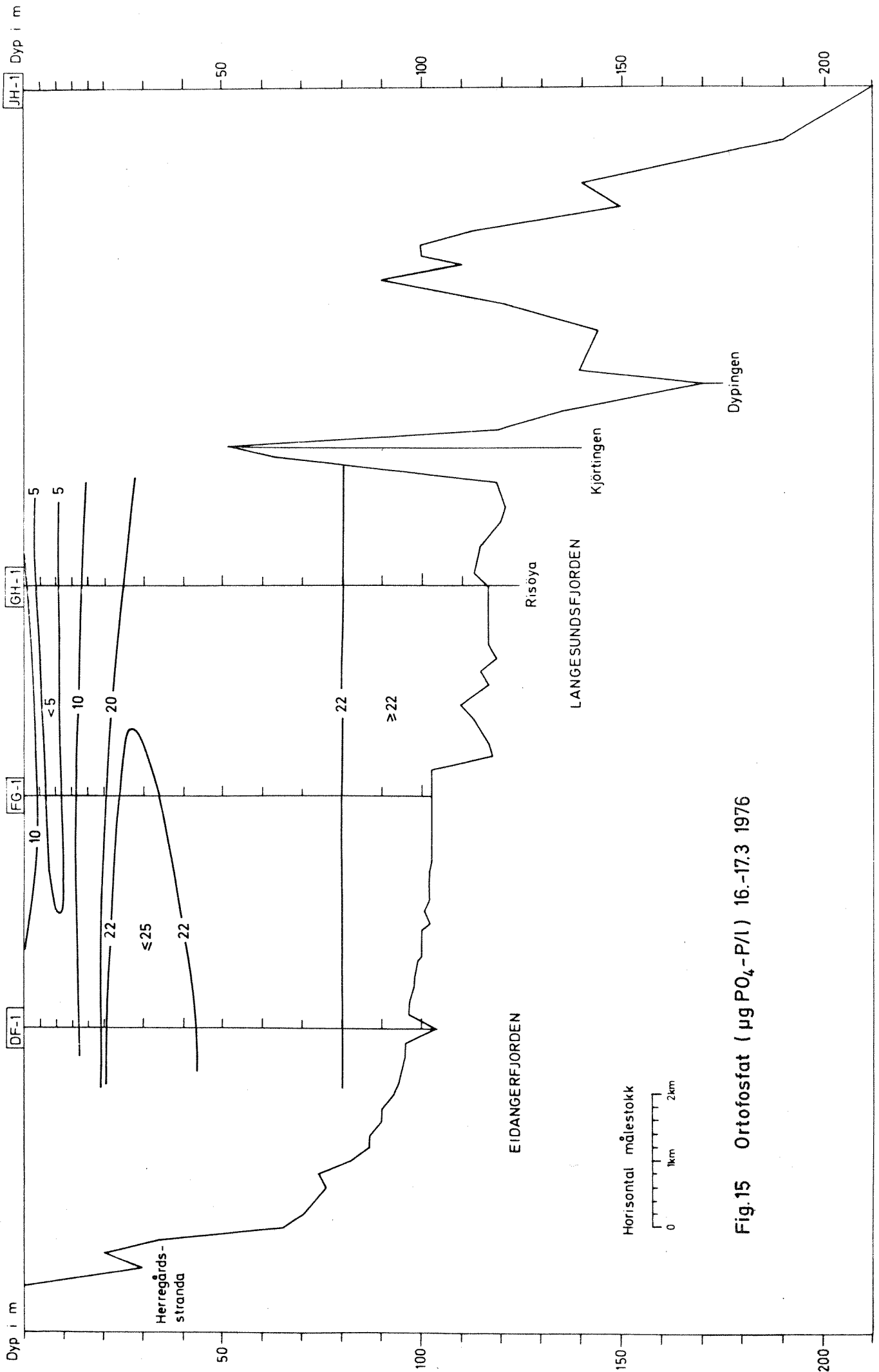


Fig.15 Ortofosfat (  $\mu\text{g PO}_4\text{-P/l}$  ) 16.-17.3 1976