

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
Blindern

0-111/70

RESIPIENTUNDERSØKELSE AV NEDRE SKIENSELVA,  
FRIERFJORDEN OG TILLIGGENDE FJORDOMRÅDER

Toktrapport fra hydrokjemisk hovedtokt 7.-8.12.1976

Blindern, 1. mars 1977

Saksbehandler: cand.real. Jarle Molvær

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

## INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side:
1. INNLEDNING	4
2. RESULTATER OG FORELØPIGE VURDERINGER	7
2.1 Vertikal inndeling i vannmassene	7
2.2 Vannutskiftning	7
2.3 Vannkvalitet	8
2.4 Sedimentundersøkelser i Gunnekleivfjorden	12
3. RESULTATER FRA JUNI OG SEPTEMBER 1976	12
3.1 Klorerte hydrokarboner i vannprøver fra september 1976	12
3.2 Klorerte hydrokarboner i partikulært materiale juni 1976	14
3.3 Sedimentundersøkelser juni 1976	14
4. REFERANSER	20
FIGURER	

## TABELLFORTEGNELSE

Tabell 1. Observasjoner og analyser under hydrokjemisk tokt til Frierfjorden og tilliggende fjordområder, 7.-8.12.1976	5
Tabell 2. Observasjoner og analyser av prøver fra Skienselva, 7.12.1976	6
Tabell 3. Analyseresultater for metaller i vannprøver, 7.-8.12.1976	9
Tabell 4. Gjennomsnittlig konsentrasjon ( $\mu\text{g}/\text{l}$ ) for elementer i oseanisk vann (oppløst+partikulært) og deteksjonsgrensen ved den anvendte analysemetodikk	11

	Side:
Tabell 5. Kvikksølv i sedimentprøver fra Gunnekleivfjorden desember 1976	12
Tabell 6. Analyseresultater for klorerte hydrokarboner i vann- prøver, 7.-9.9.1976	13
Tabell 7. Klorerte hydrokarboner i partikulært materiale juni 1976	14
Tabell 8. Metaller i sedimenter juni 1976	16
Tabell 9. Klorerte hydrokarboner i sedimenter juni 1976	16
Tabell 10. Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i sedimenter juni 1976	17

## 1. INNLEDNING

Siden det hydrokjemiske hovedtokt i juni 1976 er det blitt utført et hydrografisk tokt (19.-20.10) og et hovedtokt.

Det hydrokjemiske hovedtoktet til Skiensvassdragets fjordområder ble utført med NIVAs F/F "H.H. Gran" i tidsrommet 7.-8.12.1976. Med unntak av st. JH-1, som ble sløffet pga. høy sjø, ble alle faste fjordstasjoner tatt.

I Skienselva ble vannprøver tatt på de to faste stasjonene nedenfor Klosterfoss og ved Porsgrunn bybro den 7.12.1976.

Den 8.12 ble det innsamlet vannprøver på to stasjoner i Gunnekleivfjorden. Det ble også tatt grabbprøver av bunnsedimentene på i alt 11 stasjoner.

En oversikt over prøvetakingsstasjonene er gitt i figur 1 og figur 16.

Under toktet var det overveiende sørlig vind med opptil frisk bris styrke og regnbyger. Vannføringen i Skienselva målt ved Skotfoss varierte under toktet mellom ca. 250 m<sup>3</sup>/s og ca. 270 m<sup>3</sup>/s.

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

Tabell 1. Observasjoner og analyser under hydrokjemisk tokt til Frierfjorden og tiliggende fjordområder, 7.-8.12.1976

Stasjon	Dato	Siktedyp	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	7.12	-	x	x	z	A	-	C	E
BC-1	"	3.1	x	x	z	A	B	C	E
DD-1	"	-	x	B	z	A	B	C	E
EE-1	"	3	x	x	z	A	B	C	E
FG-1	"	-	x	-	z	A	-	D	E
DF-1	8.12	6	x	y	z	A	-	D	E
BN-1	"	6.4	B	B	-	-	-	-	-
GH-1	"	5	x	y	z	A	B	D	E
G-1	"	-	x	x	x	A	-	-	-
G-3	"	-	x	x	x	A	-	-	-

x = alle standarddyp  
 y = " " minus 16, 40 og 60 m  
 z = fra 3-7 måledyp

A = fra 0.5 m og sprangsjiktet vanligvis  
 B = fra 0-2 m  
 C = fra 0-2 og 4 m

D = fra 0-2, 4, 8 og 12 m  
 E = fra overflaten

Tabell 2. Observasjoner og analyser av prøver fra Skienselva 7.12.1976

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	Turbiditet, susp. tørrstoff, susp. gløderest
Klosterfoss, S1	x	x	x	y	y
Porsgrunn bybro, S2	x	x	x	y	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<sup>0</sup>/oo), hurtig strømmende overflatelag ca. 4 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 ca. 33.4<sup>0</sup>/oo - 33.7<sup>0</sup>/oo.

### 2.2 Vannutskiftning

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

I fjordområdene utenfor Brevik ble registrert en omfattende innstrømmning av relativt varmt og salt vann fram til septembertoktet (NIVA 1976). Denne innstrømmningen synes i oktober å ha blitt etterfulgt av en betydelig utstrømmning av vann over terskelen ved Kjørtingen til Langesundsbukta. I returstrømmen ble relativt lett vann brakt inn i fjordområdene.

Fram til desember 1976 tyder resultatene på at det igjen er brakt noe nytt vann inn fra Langesundsbukta, merkbart ned til ca. 50 m dyp.

Dette mønsteret for vannutskiftningen finnes også igjen i Frierfjorden, med en utstrømmning av tungt vann og deretter en ny innstrømmning i november/desember. Denne innstrømmningen, synlig som et NO<sub>3</sub>-minimum, framgår klart på figur 10. Utskiftningene synes å ha gjort seg mest gjeldende ned til 25-30 m dyp, men en mindre reduksjon i H<sub>2</sub>S-konsentrasjonen i 50-90 m dyp tyder på en viss tilførsel av nytt vann også her siden oktobertoktet.

### 2.3 Vannkvalitet

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

Som ved de tidligere tokt ble det i desember 1976 funnet høye konsentrasjoner av nitritt+nitrat (340-730  $\mu\text{g N/l}$ ) og ammonium (260-440  $\mu\text{g N/l}$ ) i fjordområdenes overflatelag. De høyeste verdiene ble som før funnet i Frierfjorden.

Til tross for tilførsel av noe nytt vann i november/desember, må dypvannet i Frierfjorden fremdeles betraktes som stagnant, med hydrogensulfid og høyt innhold av ortofosfat og ammonium under ca. 40 m dyp.

For områdene utenfor Brevik viser målingene at vannmassene har falt til ro etter den omfattende utskiftningen i september. Dette kommer til uttrykk ved økende innhold av ortofosfat, nitrat+nitritt samt synkende oksygeninnhold i dypvannet.

I Skienselva var oksygenforholdene i sjøvannslaget fortsatt dårlige. Ved Klosterfoss ble registrert 1.1 ml  $\text{O}_2/\text{l}$  i 10 m dyp, mens en i 5 m og 10 m dyp ved Porsgrunn bybro målte henholdsvis 3.3 ml  $\text{O}_2/\text{l}$  og 2.2 ml  $\text{O}_2/\text{l}$ .

I Gunnekleivfjorden var forholdene i hovedtrekkene som under tidligere tokt. Oksygenforholdene i dypvannet var imidlertid bedre enn under septembertoktet, med 3.4 ml  $\text{O}_2/\text{l}$  som laveste verdi. Innholdet av ortofosfat i samme dyp var redusert fra 120  $\mu\text{g P/l}$  til 37  $\mu\text{g P/l}$ . Det har altså foregått en hel eller delvis utskiftning av vannmassene i Gunnekleivfjorden over tidsrommet september - desember 1976.

Konsentrasjonene av nitrogenforbindelser i vannmassene var meget høyt, med fire av fem verdier over 5000  $\mu\text{g N/l}$  målt som total nitrogen.

Resultatene fra analysene av metaller er presentert i tabell 3. Analysene er av ufiltrert vann, med ett unntak.



Tabell 3. Analyseresultater for metaller i vannprøver, 7.-8.12.1976

Stasjon	Dybde m	Dato	mg/l F	µg/l Hg	mg/l Mn	µg/l Pb	µg/l Cu	µg/l Zn	µg/l Cd	µg/l Cr
BB-1	0-2	7.12.76	0.24	0.22	≤0.05	3.2	3.1	16.2		
"	4	"	0.69	0.36	"	1.0	1.7	10.9		
x "	40	"	1.20	0.22	0.20	4.2	0.5	3.5		
"	50	"	1.20	0.21	0.48	41.6	0.5	8.8		
BC-1	0-2	"	0.31	0.11	0.12	34.7	7.3	16.7		
"	4	"	0.61	0.09	0.08	117	6.4	17.4		
"	16	"	1.20	0.21	≤0.05	14.5	3.7	10.3		
"	30	"	1.20	0.49	"	52	2.9	9.2		
"	40	"	1.20	0.63	0.23	1.0	1.0	4.8		
x "	60	"	1.17	0.10	0.54	11.9	0.3	2.7		
"	90	"	1.20	0.14	0.57	≤1	0.5	4.9		
DD-1	0-2	"	0.36	0.22	0.09	2.1	2.6	9.9		
"	4	"	0.44	0.14	0.06	1.0	2.4	9.5		
"	30	"	1.17	0.14	≤0.05	≤1	1.0	2.2		
x "	55	"	1.20	0.24	0.57	8.7	0.5	4.2		
EE-1	0-2	"	0.40	0.31	0.08	15.0	5.1	14.2		
"	4	"	0.57	0.71	≤0.05	14.9	3.1	7.6		
x "	50	"	1.15	0.21	0.06	14.0	1.7	60.4		
FG-1	0-2	"	0.51	0.35	≤0.05	1.0	1.4	7.1		
"	4	"	0.97	0.11	"	1.0	1.7	3.6		
"	16	"	1.10	0.25	"	4.1	3.8	3.6		
DF-1	0-2	8.12.76	0.60	0.19	≤0.05	1.6	2.0	6.3		
"	4	"	1.05	0.24	"	≤1	1.5	3.0		
"	16	"	1.10	0.19	"	"	1.0	1.9		
"	90	"	1.17	0.21	"	"	0.7	1.2		
GH-1	0-2	"	0.61	0.16	0.06	13.6	2.8	8.7		
"	4	"	1.0	0.33	≤0.05	1.0	2.3	2.8		
"	16	"	1.07	0.54	"	≤1	1.5	4.0		
"	100	"	1.18	0.24	"	"	0.6	1.1		
G-1	0.5	"	0.19	0.46	≤0.05	1.4	3.8	9.0		
"	3	"	0.19	0.58	"	2.1	8.6	16.1		
G-3	0.5	"	0.17	0.50	"	4.9	4.4	12.7		
"	3	"	0.24	0.48	"	2.6	5.1	10.4		
"	8	"	0.51	0.20	0.09	2.7	8.6	22.8		
S-1	0-2	7.12.76		0.11	≤0.05	8.1	3.9	23.2	≤0.2	≤1
"	5	"		0.12	"	7.9	4.2	10.2	"	"
"	10	"		0.30	0.09	8.9	4.6	14.8	"	"
S-2	0-2	"		0.07	≤0.05	6.7	2.5	7.4	"	"
"	5	"		0.36	0.08	3.9	4.4	17.6	"	"
"	10	"		0.24	0.14	6.1	4.0	15.7	"	"
**BC-1	4	"	1.20	0.1	≤0.05	13.9	2.0	6.8		

\*\* = filtrert

x = synlige grønne malingflak i flasken

Prøvetakingsflaskene var merket med grønn maling og under åpning/lukking av flaskene på laboratoriet eller under feltarbeidet har det kommet malingflak inn i enkelte av flaskene. De fem flasker hvor det ble observert malingflak av forskjellig størrelse, utmerker seg ved høye bly- og sinkkonsentrasjoner. Man kan ikke se bort fra at det også har vært maling i enkelte av de andre flaskene der analysene har gitt høyt innhold av de to nevnte metallene. Analyseresultatene for bly og sink vil derfor ikke bli videre kommentert. Oppdraget vil heller ikke bli belastet med analyseomkostninger for disse to metallene.

I desember lå kvikksølvkonsentrasjonene i Frierfjorden jevnt over litt lavere enn i september 1976. Som ofte tidligere ble de høyeste verdiene funnet i overgangssonen mellom det intermediære vannlag og dypvannet.

Også fra Eidanger-, Brevik- og Langesundsfjorden var vannmassenes kvikksølvinnhold i hovedtrekkene som høsten 1976.

I Gunnekleivfjorden viste resultatene noe lavere kvikksølvkonsentrasjoner enn under foregående tokt.

I Skienselva var også konsentrasjonene forholdsvis uendret siden foregående tokt, med unntak av st.S2, 5 m dyp. Der var konsentrasjonen i desember 1976 vesentlig lavere enn i september 1976.

Normalt blir vannprøvene analysert på metallinnhold etter 2-3 ukers henstand. For de fem prøvene fra Gunnekleivfjorden ble ett sett paralleller analysert på kvikksølv umiddelbart etter innkomst på laboratoriet.

Resultatene ble som følger:

st.G-1	0.5 m:	0.51	µg Hg/l		
"	3	":	0.44	"	"
st.G-3	0.5	":	0.53	"	"
"	3	":	0.40	"	"
"	8	":	0.16	"	"

Sammenlikning med resultatene i tabell 3 viser ingen signifikant konsentrasjonsendring ved lagring.

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	<1
Krom	0,04 - 0,6	<1
Mangan	2	40
Fluor	1300 - 1400	1

Man vil påpeke at bakgrunnsverdiene i mer forurenset kystvann kan ligge noe høyere. (Kvikksølv  $\leq 0.2 \mu\text{g}/\text{l}$ , bly  $\leq 0.8 \mu\text{g}/\text{l}$ , sink  $\leq 15 \mu\text{g}/\text{l}$ .)

Analyser av total mangan viste en reduksjon i forhold til september 1976 i dypvannet i Frierfjorden og Gunnekleivfjorden. Dette skyldes en minking i mengden av hydrogensulfid i bunnvannet i Frierfjorden og en overgang fra anoksisk til oksisk bunnvann i Gunnekleivfjorden i løpet av perioden september - desember 1976.

#### 2.4 Sedimentundersøkelser i Gunnekleivfjorden

I desember 1976 ble det tatt 11 grabbprøver for analyse av kvikksølv. Resultatene er gjengitt i tabell 5. Konsentrasjonene varierte mellom 90 og 350 ppm, som er det samme som ble målt i to sedimentprøver tatt i september 1975.

Medianverdien av samtlige prøver gir 250 ppm kvikksølv. Fordelingen av kvikksølvet i Gunnekleivfjorden viser høyeste verdier i fjordens søndre deler.

Tabell 5. Kvikksølv i sedimentprøver fra Gunnekleivfjorden desember 1976

Stasjon	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11
Konsentrasjon, ppm Hg tørrvekt	100	240	150	90	150	290	260	290	350	310	110

### 3. RESULTATER FRA JUNI OG SEPTEMBER 1976

#### 3.1 Klorerte hydrokarboner i vannprøver september 1976

I tabell 6 er presentert analyseresultater fra septembertoktet 1976, etter-  
som disse ikke forelå tidsnok til å komme med i rapporten fra det toktet  
(NIVA 1976).

Konsentrasjonene av PCB er forholdsvis lave og ligger innenfor det varia-  
sjonsområde en tidligere har funnet.

I vannprøvene fra de samme dyp ble det funnet langt høyere konsentrasjoner  
av HCB, 5CB, OCS og PCB (NIVA 1976). Dette kan tyde på at stoffene i mindre  
grad enn tidligere antatt adsorberes til partikulært materiale.

Tabell 6. Analyseresultater for klorerte hydrokarboner i vannprøver,  
7.-9.9.1976

Prøve 0-111/70				5CB (ng/l)	HCB (ng/l)	OCS (ng/l)	PCB (ng/l)
Skienselva	St. S1	0.2 m	8.9.76	-	-	-	3
"	St. S1	10 m	"	2	6	-	9
"	St. S2	0.2 m	"	-	-	-	8
"	St. S2	10 m	"	2	96	2	3 <sup>x</sup>
Frierfjorden	St. BB1	0.2 m	"	2	39	4	<2
"	St. BB1	4-5 m	"	2	52	7	9
"	St. BC1	0.2 m	"	3	28	3	6
"	St. BC1	4-5 m	"	1	45	1	9
"	St. DD1	0.2 m	"	4	84	9	9 <sup>x</sup>
"	St. DD1	4-5 m	"	0.5	7	0.5	4 <sup>x</sup>
"	St. EE1	0.2 m	7.9.76	4	8	0.6	<2
"	St. EE1	4-5 m	"	0.6	2	0.5	<1
Breviksfjorden	St. FG1	0.2 m	"	0.3	0.5	-	<1
"	St. FG1	4-5 m	"	-	-	-	<2
Langesundsbukta	St. JH1	0.2 m	"	0.3	0.7	2	9 <sup>x</sup>
"	St. JH1	4-5 m	"	-	0.2	2	12
Eidangerfjorden	St. DF1	0.2 m	"	2	3	-	6
"	St. DF1	4-5 m	"	0.4	1	-	<2
Gunnekleiv- fjorden	St. G1	0.2 m	9.9.76	18	82	29	<2 <sup>x</sup>
"	St. G1	3 m	"	7	31	9	3
"	St. G3	0.2 m	"	7	42	19	4 <sup>x</sup>
"	St. G3	8 m	"	6	19	3	3

<sup>x</sup> dekkes til dels av andre komponenter

- ikke påvist

Før heksaklorbenzen (HCB) var de funne konsentrasjoner i Frierfjorden de høyeste siden utslippsreduksjonen sommeren 1975. Også i Gunnekleivfjorden og Skienselva - i sjøvannslaget ved Porsgrunn bybro - ble det funnet høye konsentrasjoner. SFTs kontrollavdeling, Porsgrunn, har opplyst at det uken før toktet var langt større utslipp av HCB enn normalt pga. rengjøring av klorlinjene på magnesiumfabrikken, noe som trolig er årsaken til høye HCB-konsentrasjoner.

På de øvrige stasjonene i Skienselva og utenfor Brevik var HCB-konsentrasjonene lave.

Konsentrasjonene av pentaklorbenzen (5CB) og oktaklorstyren (OCS) følger i noen grad HCB-konsentrasjonen. I Gunnekleivfjorden var imidlertid konsentrasjonene av 5CB og OCS spesielt høye relativt til HCB-konsentrasjonene.

### 3.2 Klorerte hydrokarboner i partikulært materiale juni 1976

I alt fire vannprøver fra st. BC-1 og st. FG-1 ble filtrert gjennom Whatman glassfiberfiltre. Filtrene har blitt analysert for PCB, 5CB, HCB og OCS. Resultatene er vist i tabell 7. På grunn av små prøvemengder var det store problemer med deteksjonsgrenser. 5CB ble ikke detektert i noen av prøvene. HCB ble detektert, men blindprøven viste såpass mye HCB at det ikke med sikkerhet kan fastslås noe nivå av HCB i partikulært materiale. OCS og PCB derimot lot seg påvise. Selv om nivåene var lave var det en klar forskjell mellom konsentrasjoner i Frierfjorden (BC-1) og Breviksfjorden (FG-1) for begge komponentene.

Tabell 7. Klorerte hydrokarboner i partikulært materiale juni 1976

Prøve	OCS	PCB ng/l
BC-1, 0.5 m	0.3	1.1
BC-1, 3.5 m	0.3	0.9
FG-1, 0.5 m	0.07	< 0.4
FG-1, 3.5 m	< 0.02	< 0.5

### 3.3 Sedimentundersøkelser juni 1976

Sedimentkjerner ble innsamlet fra Flakvarpbukta, Voldsfjorden og Herrebukta (se fig.1) i juni 1976 for analyser av metaller, klorerte hydrokarboner og PAH. En sedimentkjerne ble tatt i dypbassenget i Frierfjorden (98 m dyp) for visuell bedømmelse.

Resultatene fra de kjemiske analysene er vist i tabellene 8-10.

Metallanalysene på sedimentene viste høye kvikksølvkonsentrasjoner i de øvre 11 cm i Voldsfjorden og Herrebukta og i overflatesedimentene (0-2 cm) i Flakvarpbukta. Mengdene av kvikksølv i de underliggende "normale" sedimentene i Voldsfjorden var små (0.01-0.05 ppm). En tydelig overflateanrikning av bly, sink og kadmium ble påvist både i Herrebukta og Voldsfjorden.

De samme sedimentprøvene ble analysert for 5CB, HCB og OCS (tabell 9). Samtlige komponenter ble påvist i de øvre 8 cm av sedimentene, sammenfallende med de høye metallverdiene. Underliggende sedimenter viste kun spor av klorerte hydrokarboner. Dette indikerer at de øvre 8 cm av sedimentene i Herrebukta og Voldsfjorden er avsatt etter at klorerte hydrokarboner ble introdusert i miljøet i Frierfjordområdet.

8 av sedimentprøvene ble analysert for PAH og resultatene viser at overflatesedimentene i Flakvarpbukta inneholdt mest PAH (46.59 ppm). I Herrebukta ble det påvist en gradvis reduksjon i PAH-konsentrasjoner fra overflaten og nedover. PAH ble også påvist ved 20-24 cm dyp i sedimentet. Sedimentkjernen fra Voldsfjorden viste meget lave konsentrasjoner, selv i overflaten. Ved 4-8 cm dyp ble det bare påvist spor og ved 20-24 cm dyp viste prøven ingen karakteristisk PAH-profil.

En sedimentkjerne ble på samme tokt (juni 1976) tatt midt i Frierfjordbassenget, for visuelt å kunne bedømme hvor raskt sedimenter avsettes på toppen av det lyse siltlaget som ble observert i juni 1975. Det var tydelig avsatt et sort lag over det lyse laget (dumpemasse) og tykkelsen på dette var 0.5 cm ( $\pm$  2 mm).

Tabell 8. Metaller i sedimenter juni 1976 (ppm tørrvekt)

Sted	Dyp cm	Hg ppm	Zn ppm	Pb ppm	Ni ppm	Cd ppm	Mn ppm	Cu ppm	Fe %
Flakvarpbukta	0-2	0,64	95	41	12	2,0	375	0,7	12
"	2-4	0,07	16	4,4	6,7	<0,5	85	0,4	<1
Voldsfjorden	0-2	4,72	390	180	33	4,0	805	3,1	48
"	2-4	2,55	195	115	30	0,7	350	2,8	36
"	4-6	1,38	157	70	31	1,7	312	2,5	30
"	6-8	0,29	145	50	27	1,0	300	2,8	22
"	8-11	0,33	140	52	27	1,0	300	3,0	22
"	11-14	0,05	105	32	24	0,5	300	2,8	16
"	14-17	0,01	95	20	23	1,0	285	2,6	14
"	17-20	0,04	97	21	23	0,8	298	2,5	15
Herrebukta	0-2	1,41	275	125	27	5,0	650	1,6	46
"	2-4	7,64	460	295	44	7,0	720	2,2	79
"	4-6	7,18	245	460	51	3,0	500	2,8	79
"	6-8	3,61	170	130	50	3,0	520	2,2	62
"	8-11	0,63	175	75	43	3,0	690	2,1	48
"	11-14	0,10	110	48	25	1,5	460	1,8	30
"	14-17	0,21	140	59	25	1,5	370	1,8	36
"	17-20	0,05	105	32	24	0,5	300	2,8	16

Tabell 9. Klorerte hydrokarboner i sedimenter juni 1976 (ppm tørrvekt)

Sted	Dyp cm	Dato	5CB (ppm)	HCB (ppm)	OCS (ppm)	PCB (ppm)
Herrebukta	0-2	11.6.76	0.32	0.64	0.49	-
"	2-4	"	0.19	0.61	0.70	-
"	4-6	"	0.10	0.19	0.47	-
"	6-8	"	0.04	0.28	0.43	-
"	8-11	"	<0.01	-	<0.01	-
"	11-14	"	<0.01	-	<0.01	-
"	14-17	"	<0.01	<0.01	<0.01	-
Voldsfjorden	0-4	"	0.08	0.27	0.14	-

- ikke påvist



Tabell 10. Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i sedimenter juni 1976. Resultater oppgitt i ppm tørrvekt

Prøve merket PAH-forbindelse	Flakvarpbukta	
	Dyp: 0-4 cm	Dyp: 4-8 cm
Phenanthrene	3,82	0,37
Anthracene	1,62	0,13
Methyl $\left\{ \begin{array}{l} \text{phenanthrene} \\ \text{anthracene} \end{array} \right.$	4,00	0,18
Fluoranthene	6,02	0,90
Dihydrobenzo(a/b)fluorene	0,70	0,15
Pyrene	5,08	0,90
Benzo(c)phenanthrene	1,12	0,15
Benz(a)anthracene	3,10	0,48
Chrysene/Triphenylene	5,86	0,88
Benzo(b&k)fluoranthene	6,74	1,88
Benzo(e)pyrene	3,04	0,70
Benzo(a)pyrene	2,15	0,60
Perylene	0,60	0,18
o-phenylenepyrene	0,58	0,40
Benzo(ghi)perylene	1,80	0,40
Anthracene	0,36	-
S u m PAH	46,59	8,30

Tabell 10. forts.

Prøve merket PAH-forbindelse	Voldsfjorden			
	Dyp: 0-4 cm	Dyp: 4-8 cm	Dyp: 20-24 cm	
Phenanthrene		}	}	
Anthracene				
Methyl phenanthrene anthracene				
Fluoranthene	0,15			<0,05
Dihydrobenzo(a/b)fluorene				
Pyrene	0,15			
Benzo(c)phenanthrene				
Benz(a)anthracene	0,05			
Chrysene/Triphenylene	0,12			
Benzo(b&k)fluoranthene	0,60			0,15
Benzo(e)pyrene	0,21	}		
Benzo(a)pyrene	0,13			
Perylene	-		<0,05	
o-phenylenepyrene	0,18			
Benzo(ghi)perylene	0,13			
Anthanthrene				
S u m PAH	1,72			

Prøven viste ingen karakteristisk PAH-profil.  
Konsentrasjonen av de enkelte PAH-forbindelser vil være < 0.05 ppm.

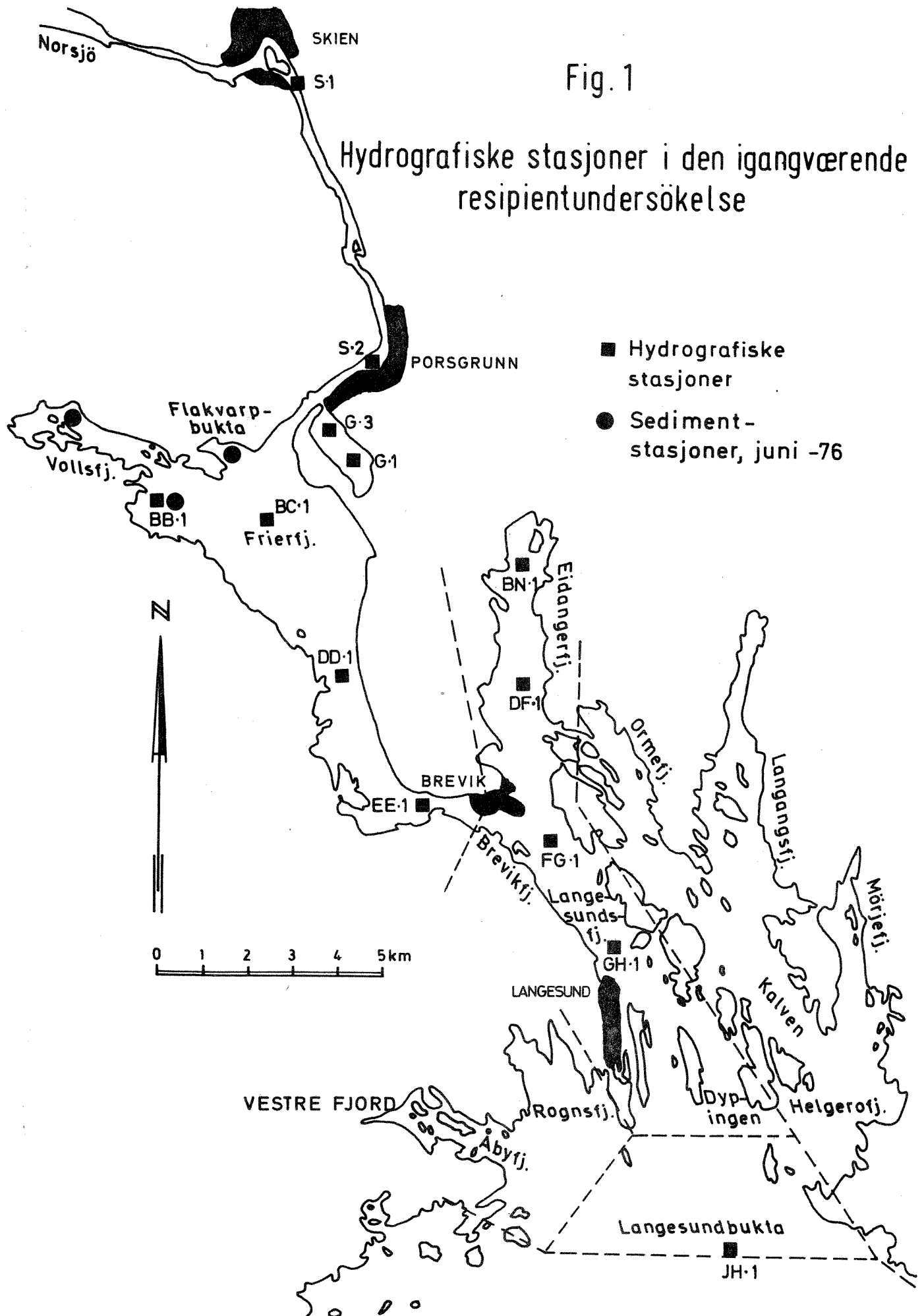
Tabell 10. forts.

Prøve merket PAH-forbindelse	Herrebukta		
	Dyp: 0-4	Dyp: 4-8	Dyp: 20-24
Phenanthrene	0,83	0,97	0,14
Anthracene	0,44	0,30	0,13
Methyl $\left\{ \begin{array}{l} \text{phenanthrene} \\ \text{anthracene} \end{array} \right.$	-	-	-
Fluoranthene	1,83	2,00	0,36
Dihydrobenzo(a/b)fluorene	0,16	0,24	0,01
Pyrene	1,70	1,87	0,35
Benzo(c)phenanthrene	0,44	0,50	<0,01
Benz(a)anthracene	1,20	0,90	0,10
Chrysene/Triphenylene	2,14	1,50	0,14
Benzo(b&k)fluoranthene	5,66	3,50	0,48
Benzo(e)pyrene	2,22	1,40	0,19
Benzo(a)pyrene	1,90	1,06	0,16
Perylene	0,43	0,22	0,07
o-phenylenepyrene	1,76	0,98	0,12
Benzo(ghi)perylene	2,26	1,32	0,10
Anthanthrene	0,24	0,18	0,02
<b>S u m PAH</b>	<b>23,21</b>	<b>16,94</b>	<b>2,21</b>

4. REFERANSER

NIVA 1976: 0-111/70. Resipientundersøkelse av Nedre Skienselva, Frierfjorden og tilliggende fjordområder. Toktrapport fra hydrokjemisk hovedtokt 7.-9.9.1976. (Saksbehandler: Jarle Molvær). 2.11.1976.

MOL/KAR  
24.2.1977



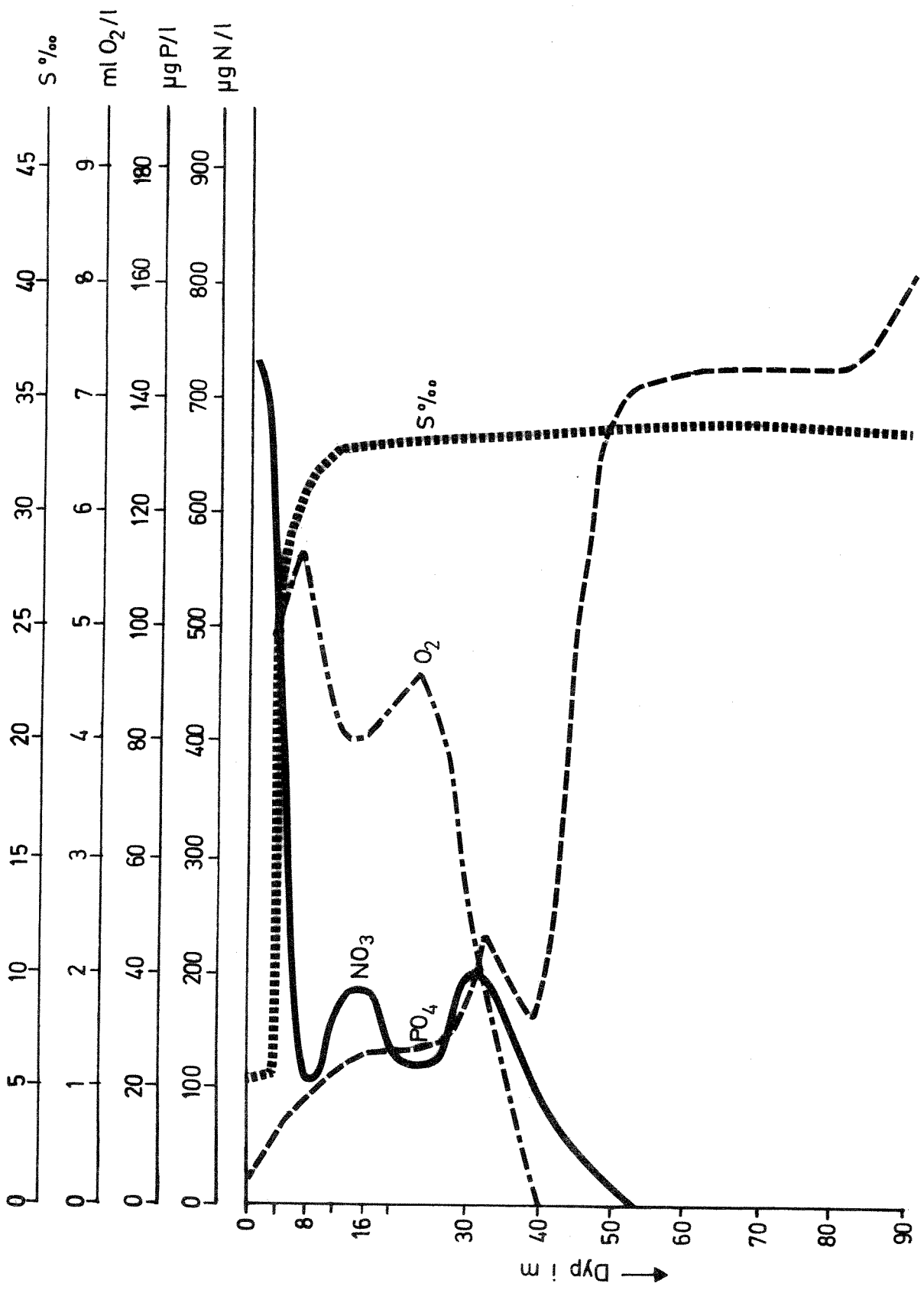


Fig. 2 Vertikalprofil på stasjon BC-1, 7.12. 1976

Langsgående dybdesnitt Frierfjorden - Langesundsbukta

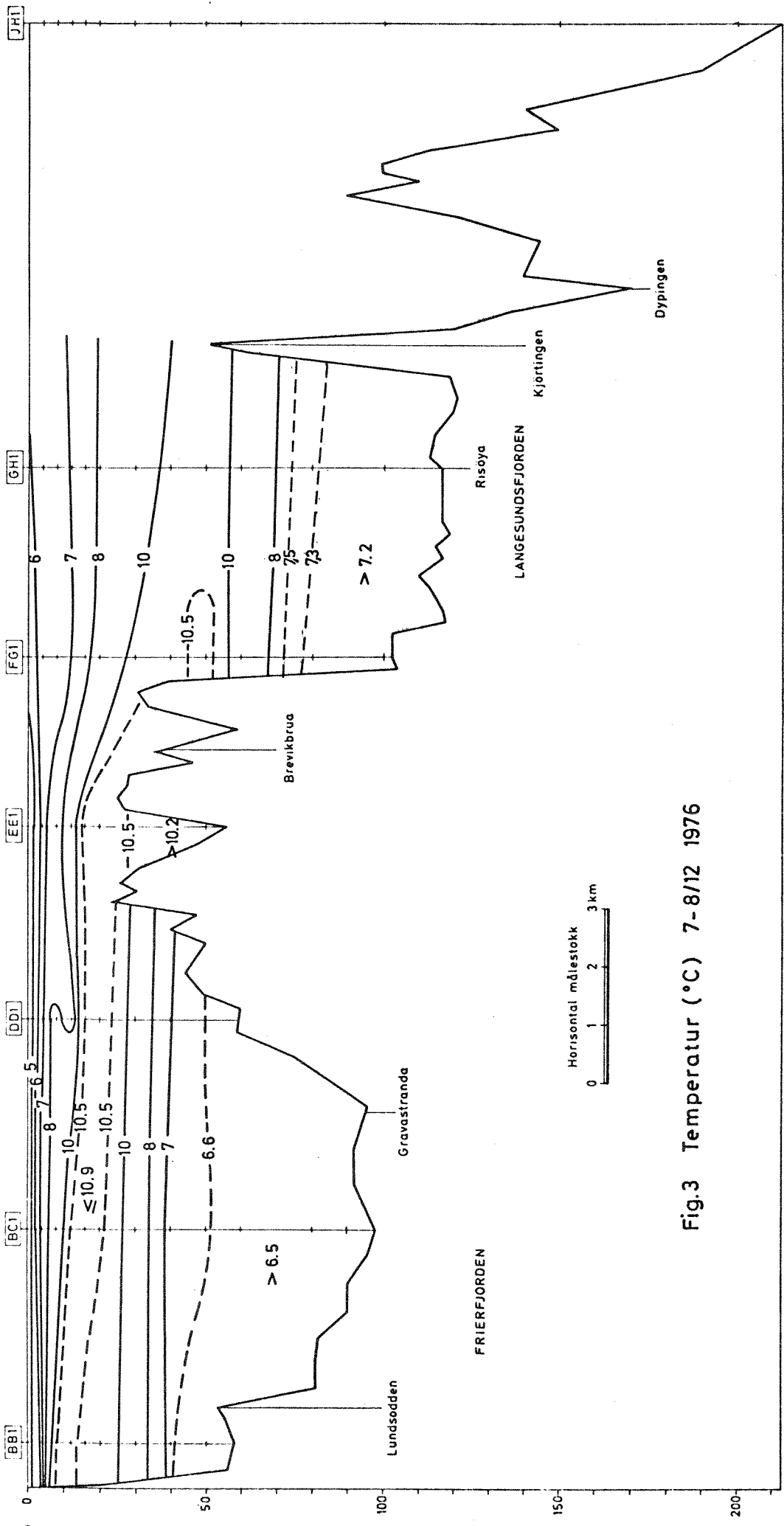


Fig.3 Temperatur (°C) 7-8/12 1976

Langsgående dybdesnitt Frierfjorden - Langesundsbukta

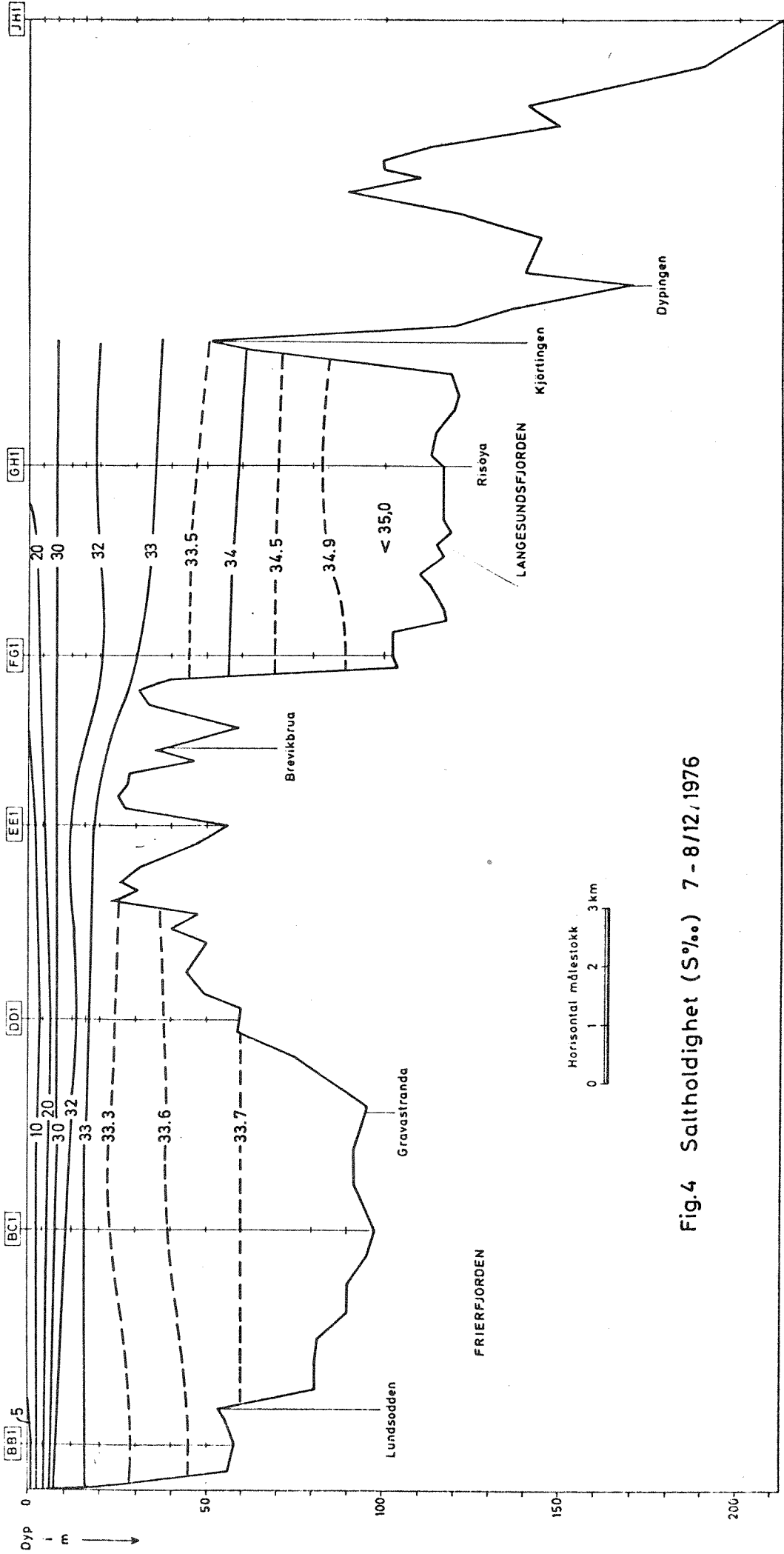


Fig.4 Saltholdighet (S‰) 7 - 8/12, 1976



Langsgående dybdesnitt Frierfjorden - Langesundsbukta

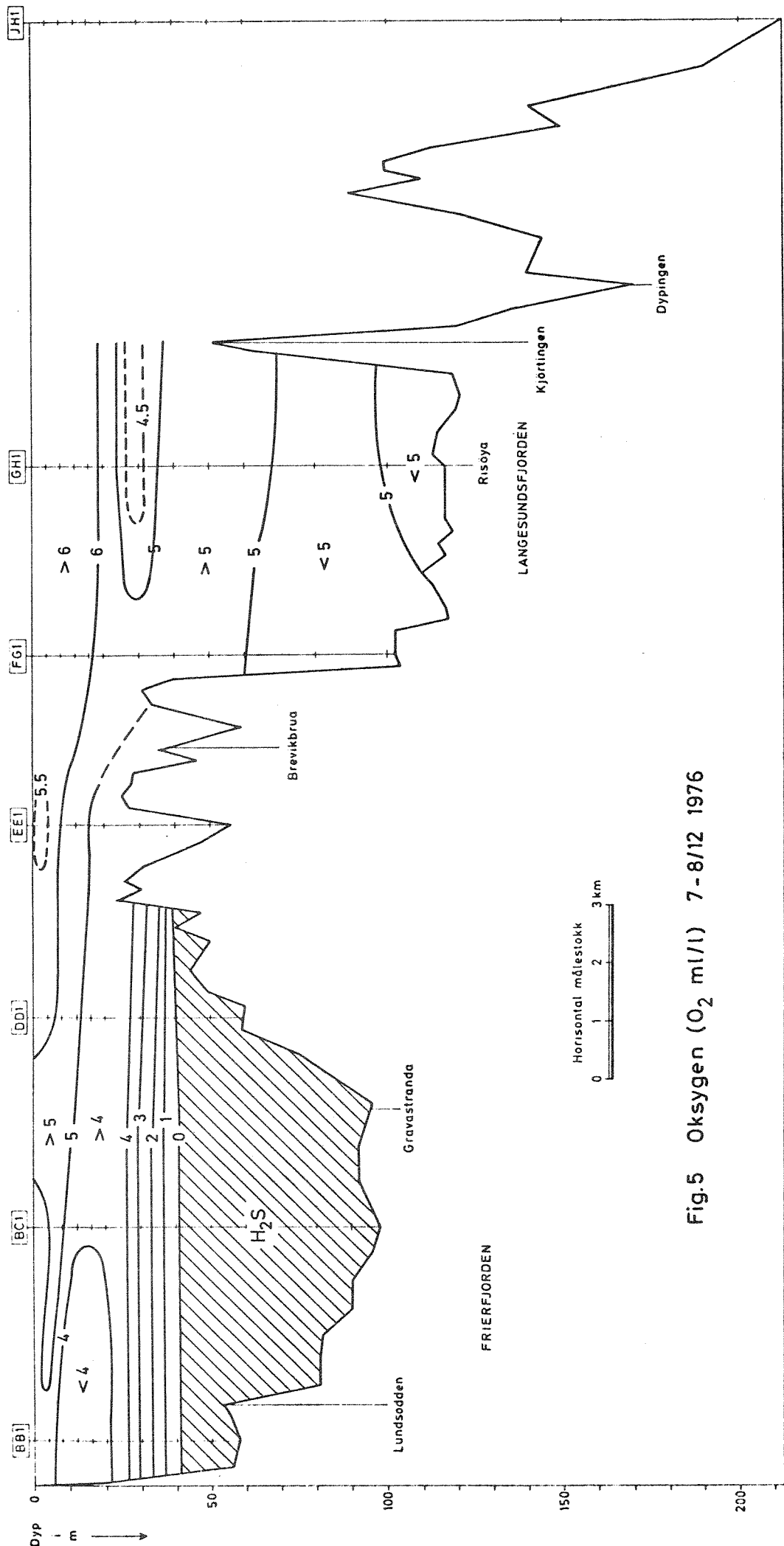


Fig.5 Oksygen ( $O_2$  ml/l) 7-8/12 1976

Langsgående dybdesnitt Eidangerfjorden - Langesundsbukta

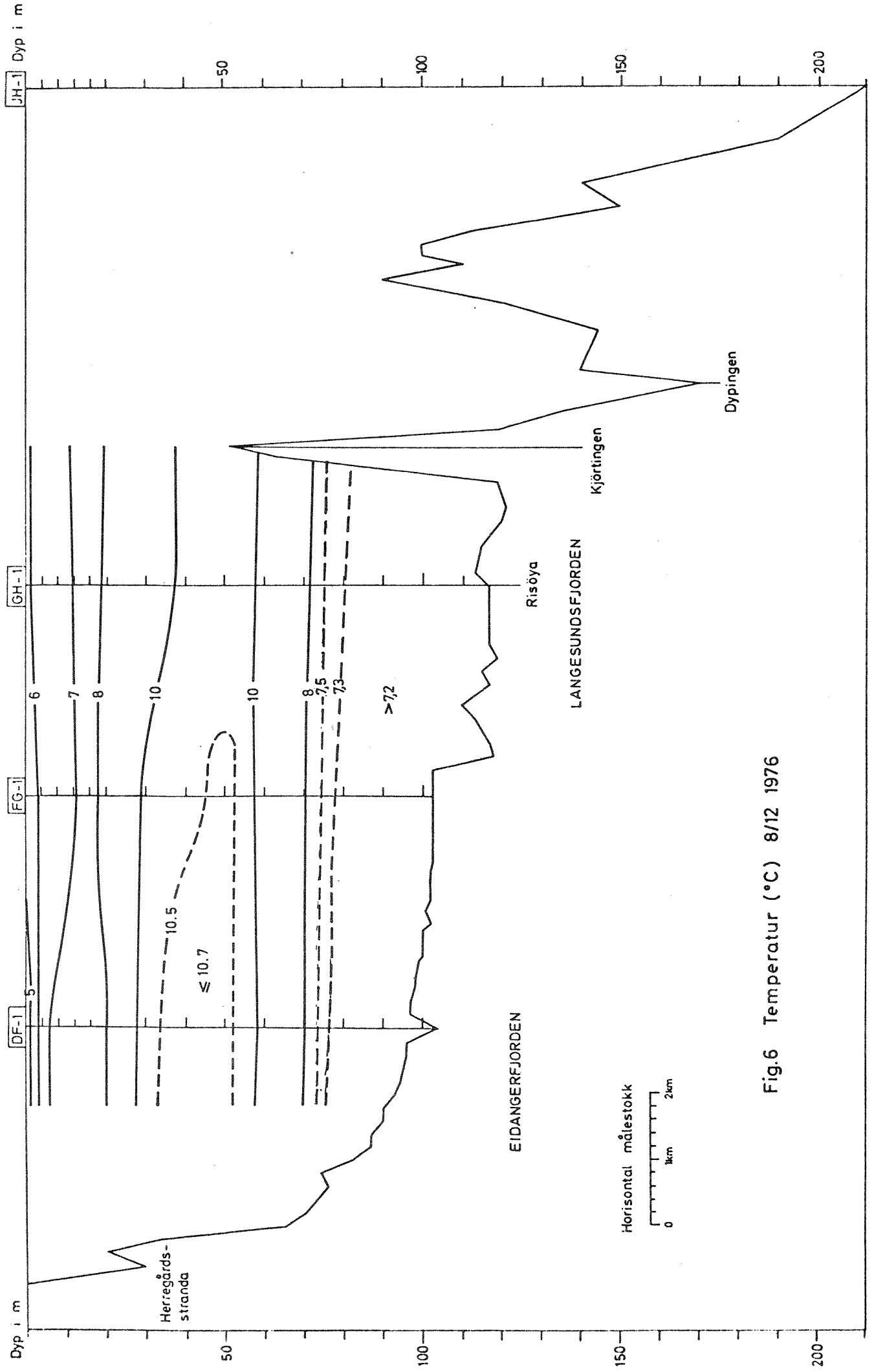


Fig.6 Temperatur (°C) 8/12 1976

# Langsgående dybdesnitt Eidangerfjorden - Langesundsbukta

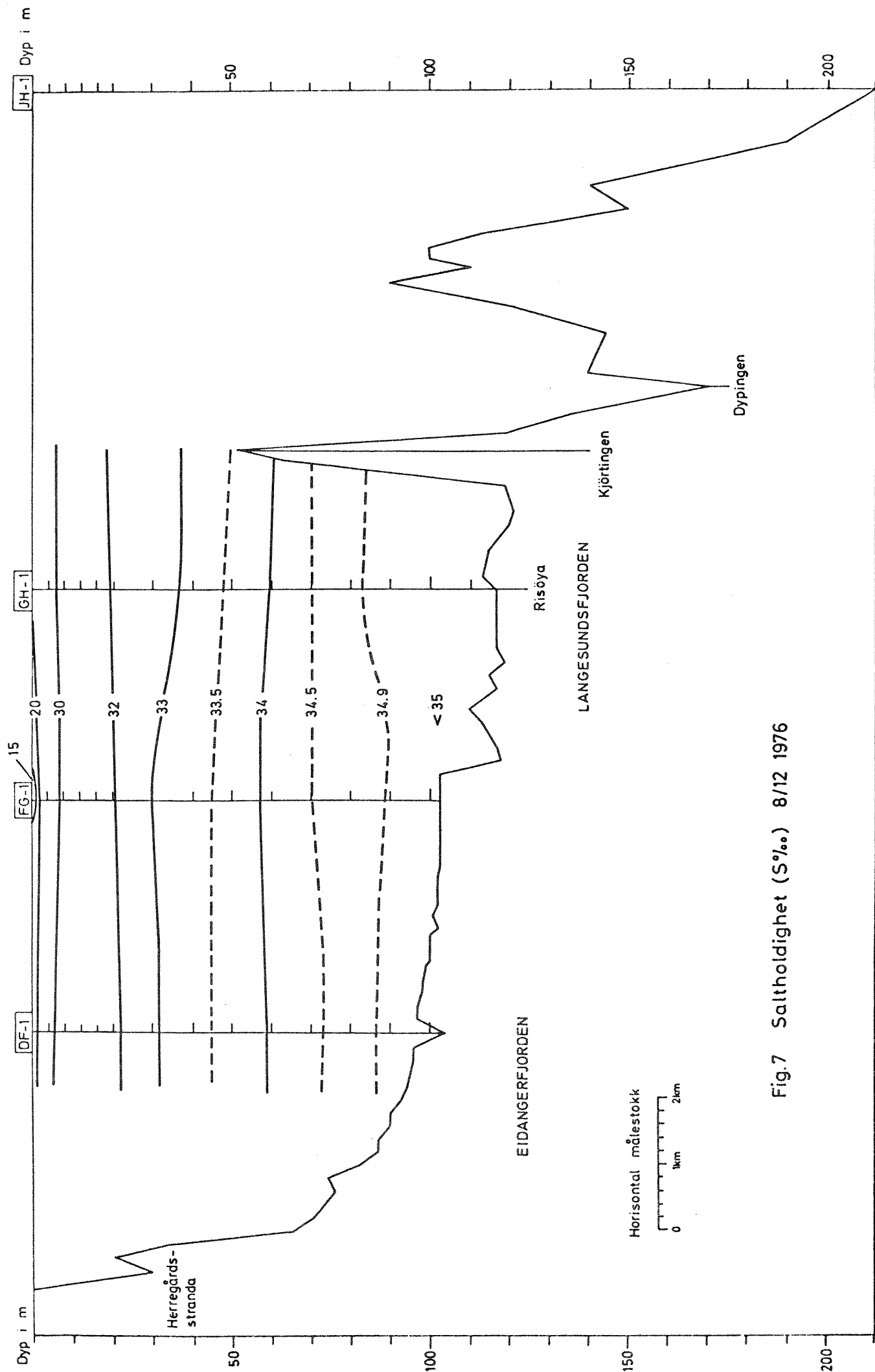


Fig.7 Saltholdighet (S‰) 8/12 1976

Langsgående dybdesnitt Eidangerfjorden - Langesundbukta

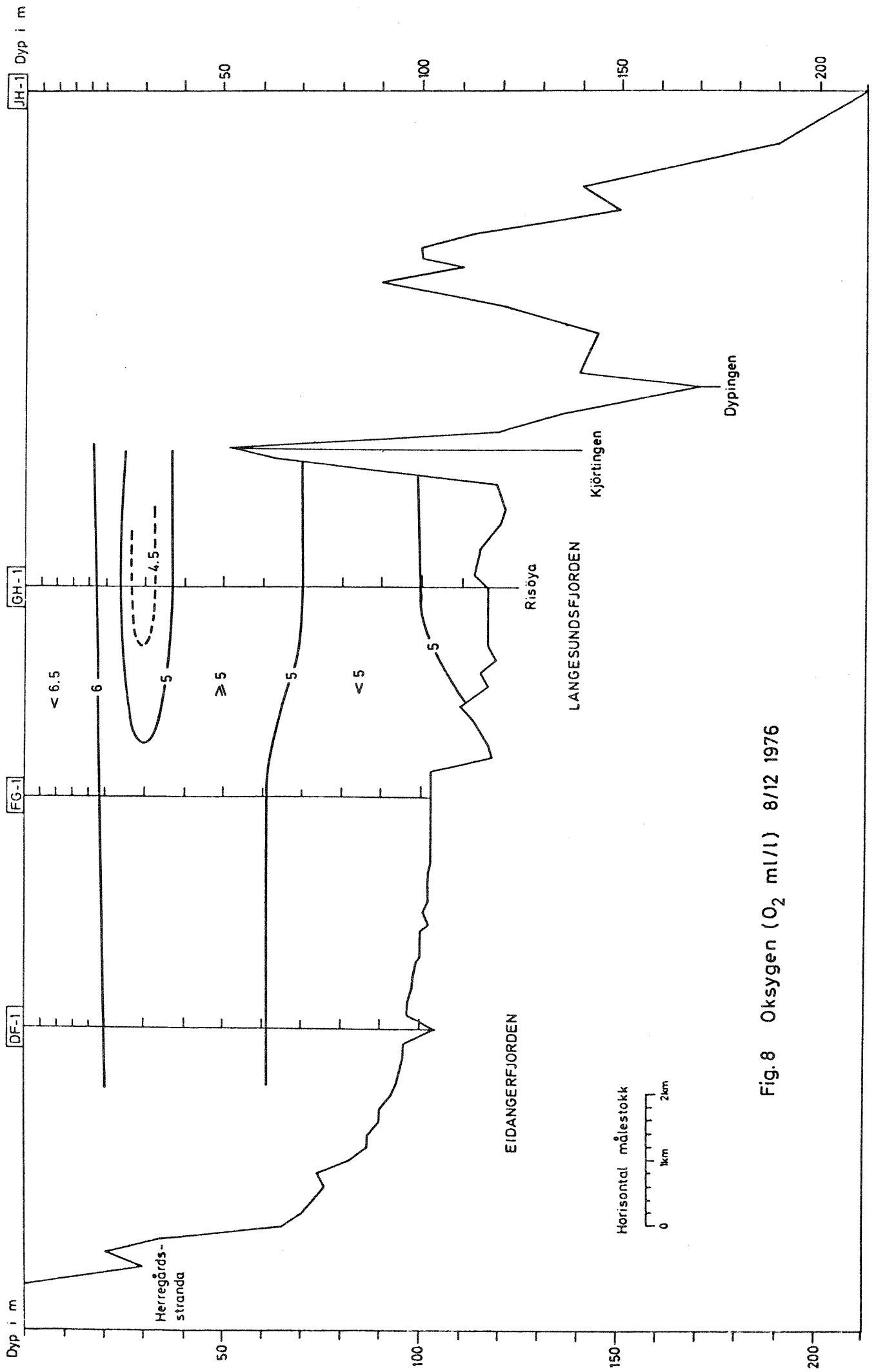


Fig. 8 Oksygen (O<sub>2</sub> ml/l) 8/12 1976

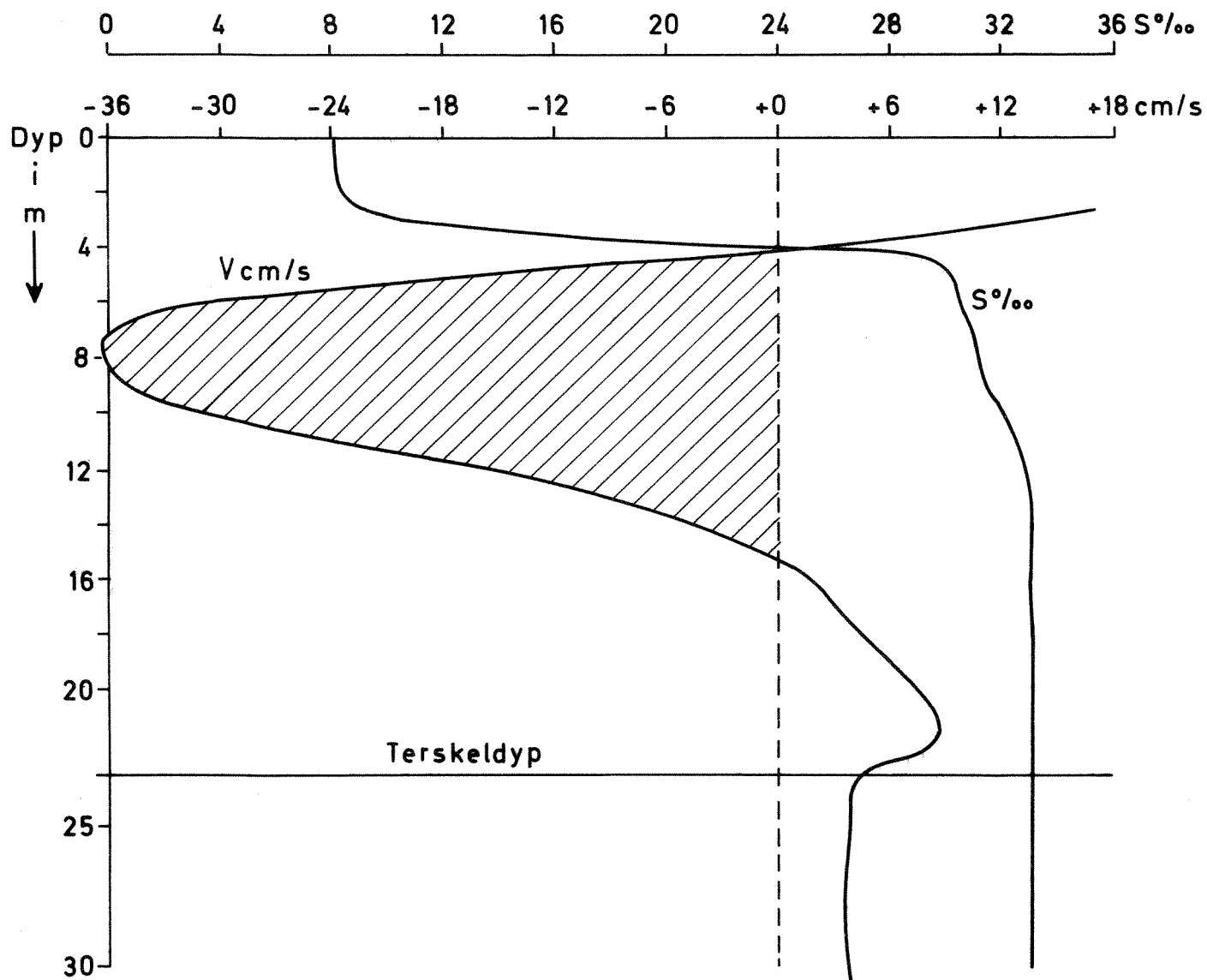


Fig.9 Stasjon EE-1 7/12 1976 kl. 1515  
 Måling av ström och saltholdighet  
 Ström decomp. langs 90° (+) - 270° (-). Höyvann kl. 1745

Langsgående dybdesnitt Frierfjorden - Langesundsbukta

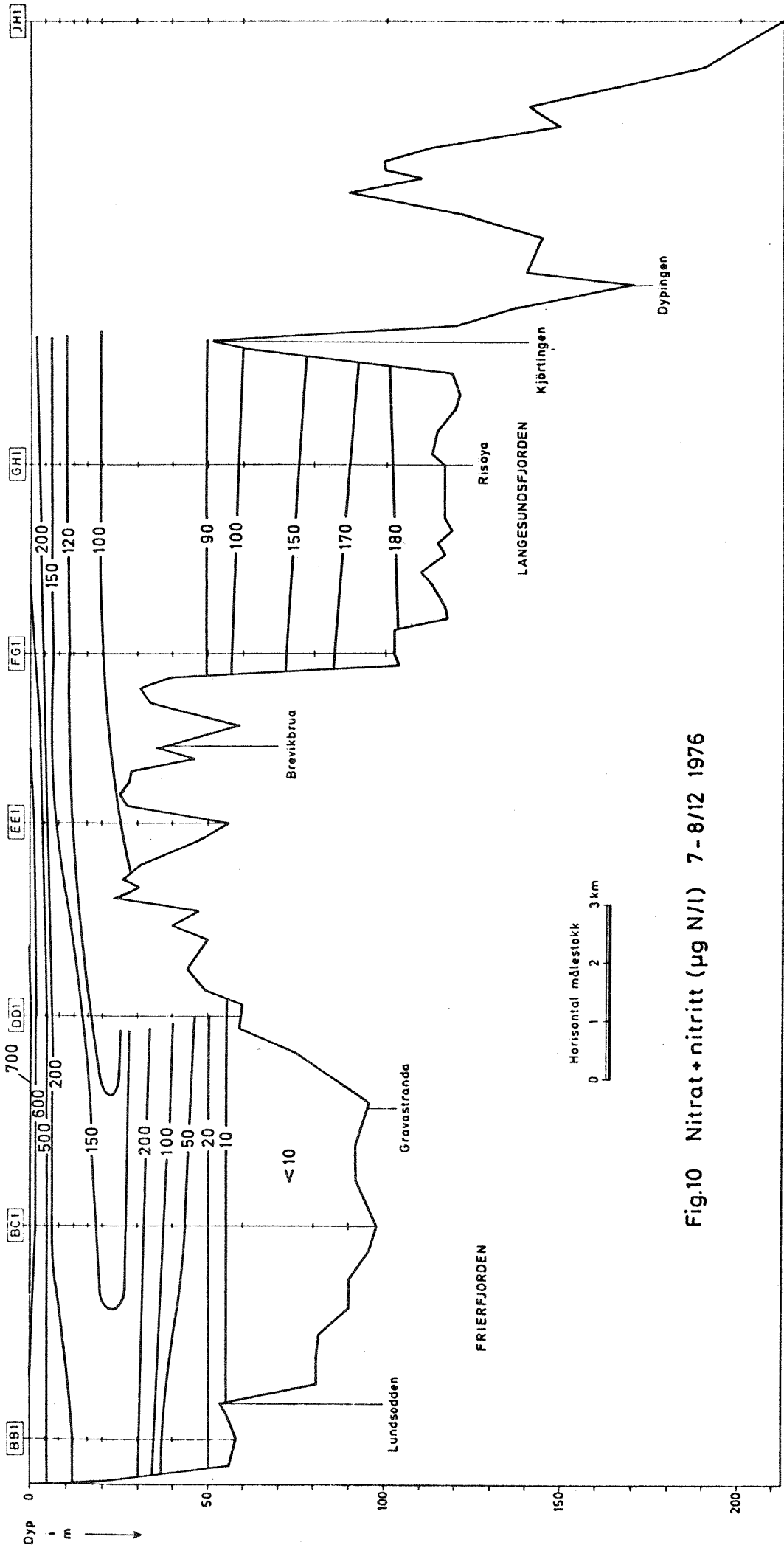


Fig.10 Nitrat + nitritt ( $\mu\text{g N/l}$ ) 7 - 8/12 1976

Langsgående dybdesnitt Frierfjorden - Langesundsbukta

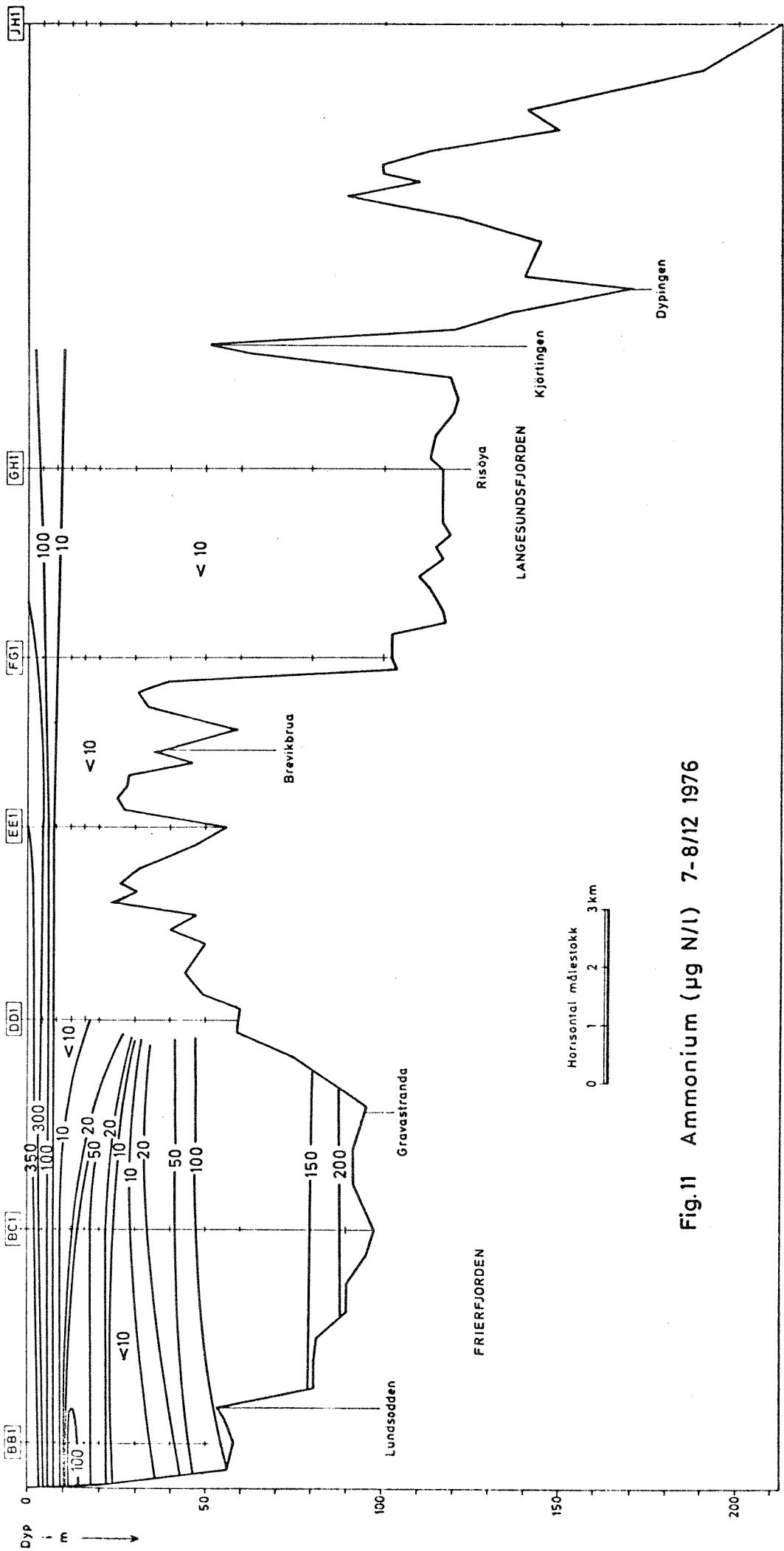


Fig.11 Ammonium ( $\mu\text{g N/l}$ ) 7-8/12 1976

Langsgående dybdesnitt Frierfjorden - Langesundsbukta

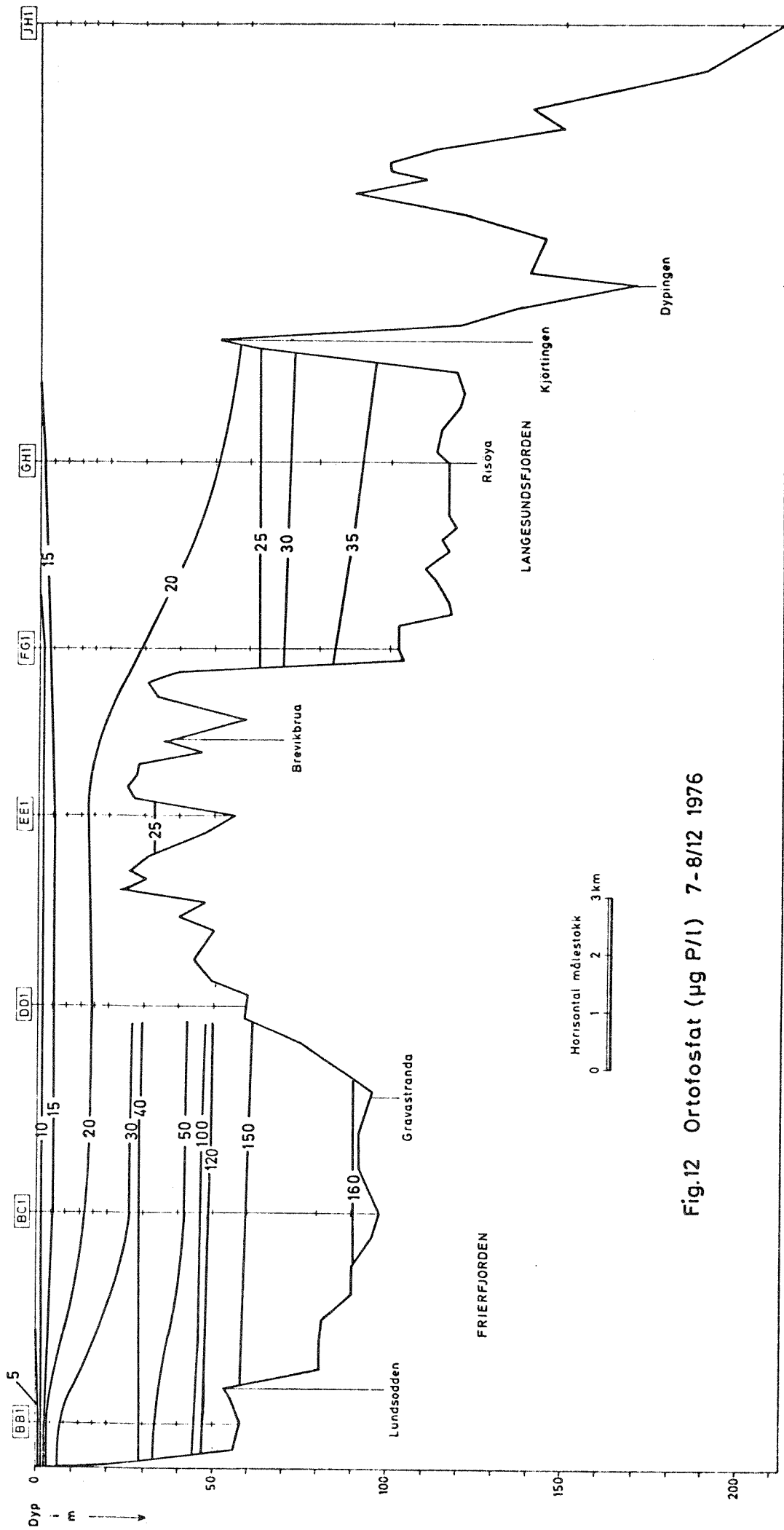


Fig.12 Ortofosfat ( $\mu\text{g P/l}$ ) 7-8/12 1976



# Langsgående dybdesnitt Eidangerfjorden - Langesundsbukta

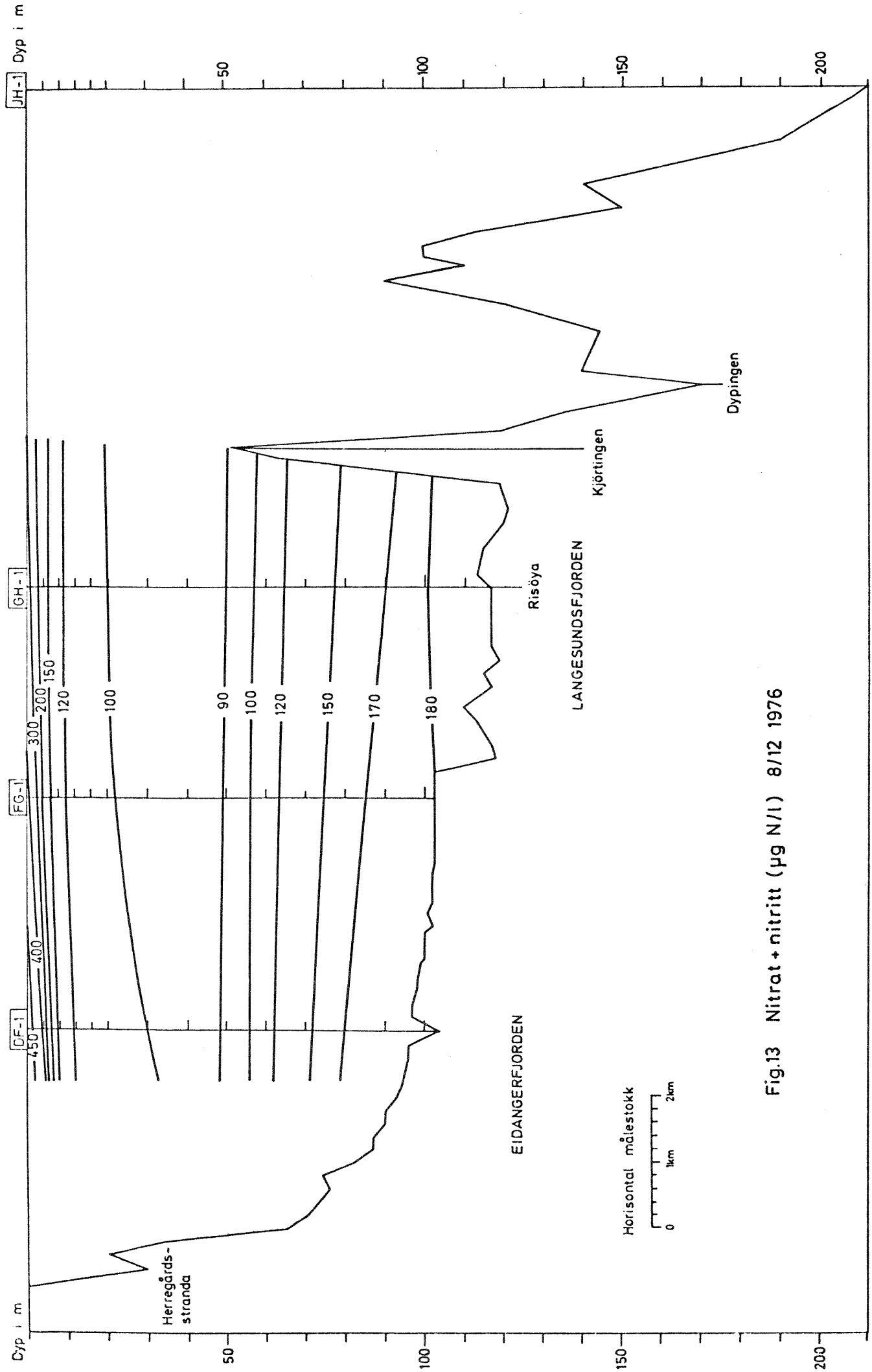


Fig.13 Nitrat + nitritt ( $\mu\text{g N/l}$ ) 8/12 1976

# Langgående dybdesnitt Eidangerfjorden - Langesundsbukta

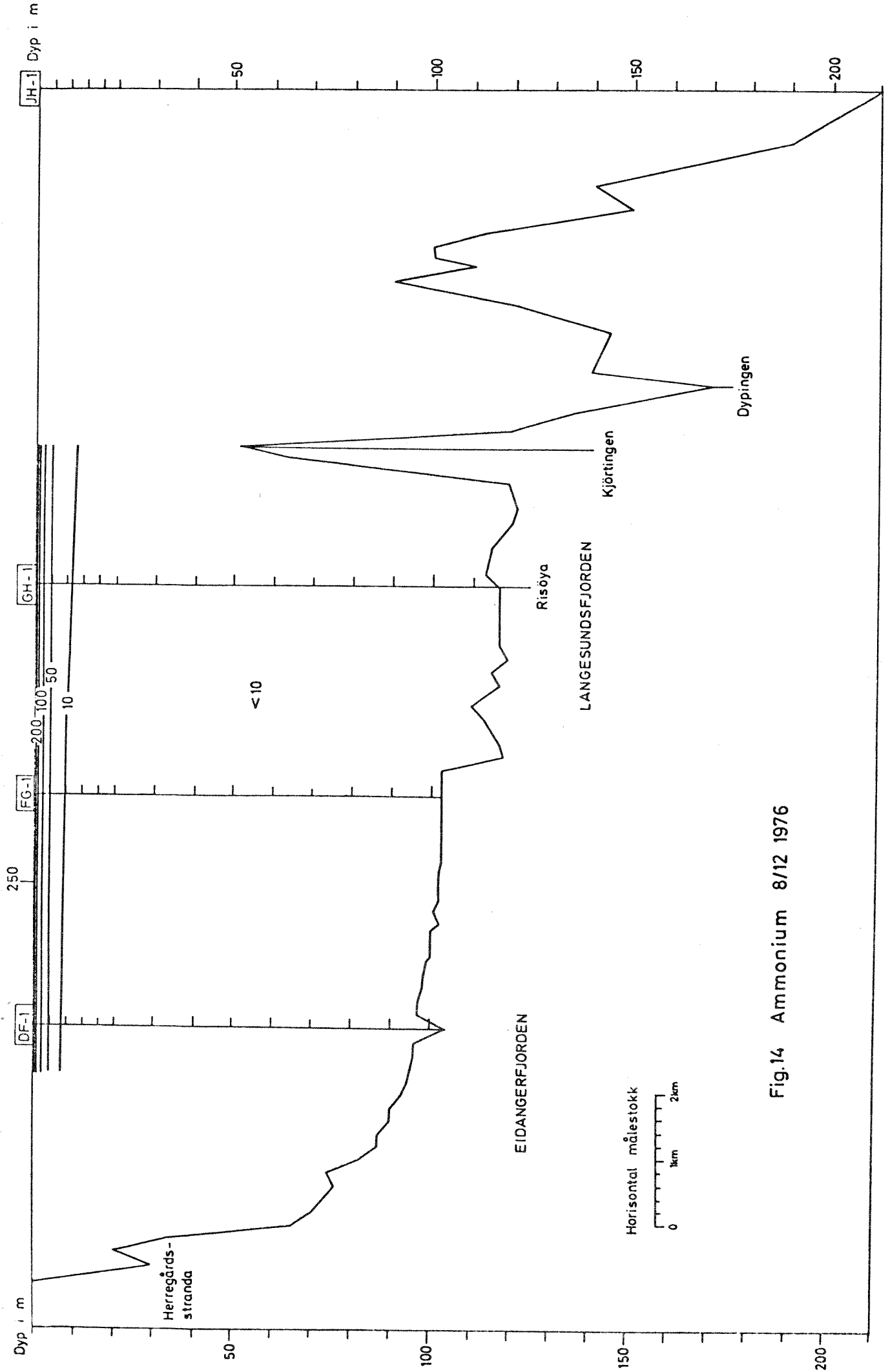


Fig.14 Ammonium 8/12 1976

# Langsgående dybdesnitt Eidangerfjorden - Langesundsbukta

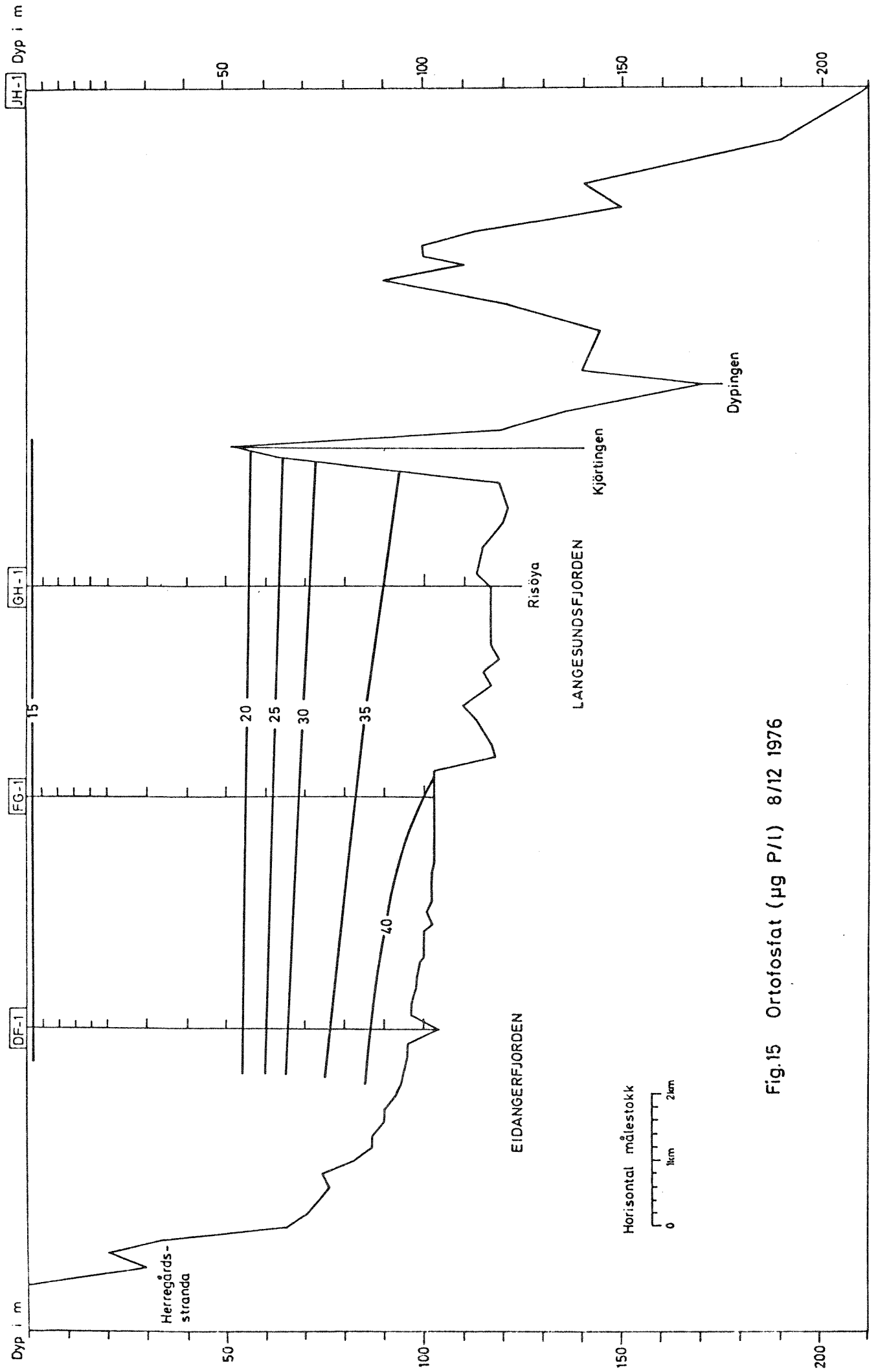


Fig.15 Ortofosfat ( $\mu\text{g P/l}$ ) 8/12 1976

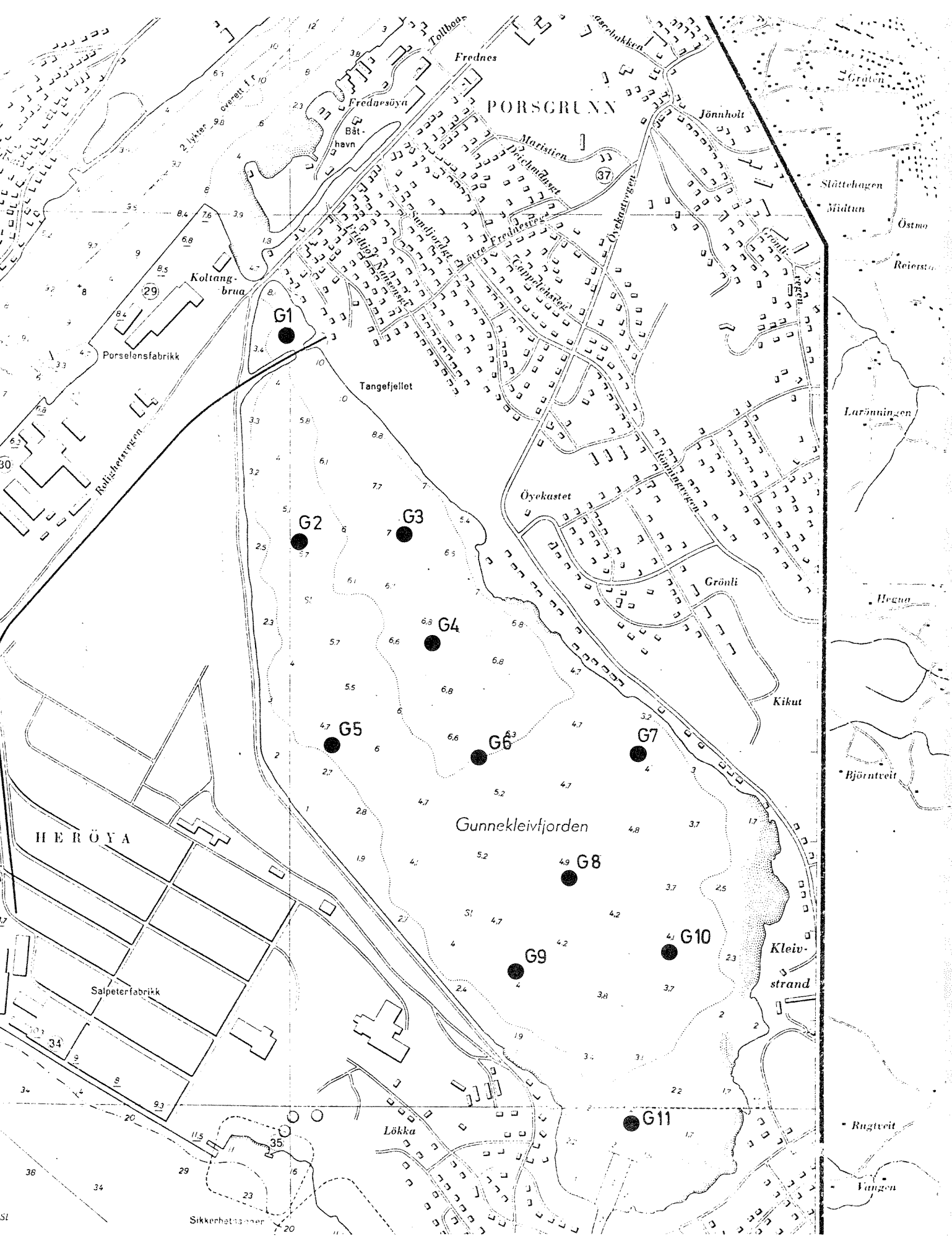


Fig.16. Sedimentstasjoner i Gunnekleivfjorden desember 1976