

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

O-111/70

RESIPIENTUNDERSØKELSE AV NEDRE SKIENSELVA,
FRIERFJORDEN OG TILLIGGENDE FJORDOMRÅDER

Toktrapport fra hydrokjemisk hovedtokt 7.-9.9.1976

Blindern, 2. november 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	6
2.1 Vertikal inndeling av vannmassene	6
2.2 Vannutskiftning	6
2.3 Vannkvalitet	7
3. REFERANSER	13

TABELLFORTEGNELSE

Tabell 1. Observasjoner og analyser under hydrokjemisk tokt til Frierfjorden og tiliggende fjordområder, 7.-9.9.1976	4
Tabell 2. Observasjoner og analyser av prøver fra Skienselva, 8.9.1976	5
Tabell 3. Analyseresultater for metaller i vannprøver, 7.-9.9.1976	10
Tabell 4. Gjennomsnittlig konsentrasjon ($\mu\text{g}/\text{l}$) for elementer i oseanisk vann (oppløst + partikulært) og deteksjonsgrensen ved den anvendte analysemetodikk	11
Tabell 5. Analyseresultater for klorerte hydrokarboner i vannprøver, 9.-11.6.1976	12

1. INNLEDNING

Siden det hydrokjemiske hovedtokt i juni 1976 er det blitt utført et hydrografisk tokt (28.-29.7.1976) og et hovedtokt.

Det hydrokjemiske hovedtoktet til Skiensvassdragets fjordområder ble utført med NIVAs F/F "H.H. Gran" i tidsrommet 7.-9.9.1976. Alle faste stasjoner ble tatt.

I Skienselva ble vannprøver tatt på de to faste stasjonene nedenfor Klosterfoss og ved Porsgrunn bybro den 8.9.1976.

Den 9.9. ble det innsamlet vannprøver på to stasjoner i Gunnekleivfjorden.

En oversikt over prøvetakingsstasjonene er gitt i figur 1.

Under toktet var det pent, varmt vær med lite eller ingen vind. Vannføringen i Skienselva målt ved Skotfoss varierte under toktet mellom $130 \text{ m}^3/\text{s}$ og $160 \text{ m}^3/\text{s}$.

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 tiliggende fjordområder
7.-9.9.1976

Stasjon	Dato	Siktedyp	Temp. + salt. + oksygen	Tot-N, NO ₃ + NO ₂ , NH ₄ , Tot-P, PO ₄ , Tot.org. C, Fe	Hg, Pb, Cu, Zn, Mn og F	Organiske miljøgifter	Vekstpot. + klorofyll	Kvant. plantepl.	Håv- trekk
BB-1	8.9.	2.2	x	x	z	A	-	C	E
BC-1	"	2.5	x	x	z	A	B	C	E
DD-1	"	2.5	x	-	z	A	B	C	E
EE-1	7.9	2.5	x	x	z	A	B	C	E
FG-1	"	5	x	-	z	A	-	D	E
DF-1	"	5.5	x	y	z	A	-	D	E
BN-1	"	5	E	E	-	-	-	-	-
GH-1	"	6	x	y	-	-	-	D	E
JH-1	"	8	x	-	z	A	B	D	E
G-1	9.9	-	x	x	x	A	-	-	-
G-3	"	-	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 8.9.1976

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. $9^{\circ}/\text{oo}$), 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. 25 m. Under dette lå dypvannet med saltholdighet $33,5^{\circ}/\text{oo}$ - $33,8^{\circ}/\text{oo}$.

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 juni 1976 har det foregått en innstrømming av relativt varmt ($8-10^{\circ}\text{C}$) og salt ($34,5-35^{\circ}/\text{oo}$) til fjordområdene utenfor Brevik. Innstrømmingen begynte trolig i juli og omfattet hele vannmassen under ca. 10 m.

Under ca. 40 m dyp har vannutskiftningen foregått helt fram til septembertoktet, da den var nådd inn i Eidangerfjorden (på fig. 6 og 8 sees rester av det gamle kalde, oksygenfattige dypvannet ved st. DF-1).

Høyere oppe, i 8-35 m dyp, hvor det i juli ble målt $10-16^{\circ}\text{C}$, medførte denne innstrømmingen lavere temperaturer, men høyere saltholdighet.

Denne relativt varme og salte vannmassen var i september i ferd med å strømme inn i Frierfjorden. Figur 4 viser hvordan denne vannmassen "trykker på" over Brevikerskelen og av figur 9 sees at innstrømmingen foregår under ca. 10 m dyp. Det må imidlertid bemerkes at strømmålingen ble utført under innstrømmende tidevann, som øket innstrømningshastigheten.

Innstrømmingen har i Frierfjorden gjort seg gjeldende ned til ca. 35 m. Som for områdene utenfor Brevik har innstrømmingen medført lavere temperaturer i ca. 10-16 m dyp.

2.3 Vannkvalitet

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

Som ved de tidligere tokt ble det i september 1976 funnet høye konsentrasjoner av nitrat og nitritt (250-500 $\mu\text{g N/l}$) og ammonium (450-1500 $\mu\text{g N/l}$) i fjordområdenes overflatelag. De høyeste verdier ble funnet innenfor Brevik (se figur 10 og 11).

Ned til ca. 40 m dyp i søndre del av Frierfjorden kan en spore virkningen av de nevnte innstrømminger, spesielt ved reduserte nitrogenkonsentrasjoner.

I områdene utenfor Brevik, med unntak av st. DF-1, har innstrømmingen resultert i lavere konsentrasjoner av nitrat+nitritt, ammonium og ortofosfat i dypvannet. Oksygenforholdene er også jevnt over forbedret siden juli-toktet da en registrerte 4.7-5.0 ml O_2/l nær bunnen.

I Skienselva ble det som vanlig tatt vannprøver fra 0 m, 5 m og 10 m dyp. I sjøvannslaget (5 m og 10 m dyp) var oksygenforholdene nedenfor Klosterfoss meget dårlige idet en fant konsentrasjoner på 0.7-0.9 ml O_2/l . I samme dyp ved Porsgrunn bybro ble det målt 3.5-4.4 ml O_2/l , lavest i 10 m dyp.

I Gunnekleivfjorden ble det som vanlig tatt vannprøver fra 0 m, 3 m og 8 m (st. G-3). Allerede i 3 m dyp ble det på begge stasjoner registrert lave oksygenkonsentrasjoner (3.4-3.6 ml O₂/l). I 8 m dyp på st. G-3 ble det funnet hydrogensulfid (0.44 ml H₂S/l). Dette er noe dårligere oksygenforhold enn i september 1975 da en også fant hydrogensulfid ved bunnen. Konsentrasjonene av fosfor og nitrogenforbindelser var også noenlunde de samme som ved tidligere tokt, 19-46 µg P/l målt som total fosfor (120 µg P/l i H₂S vannet), og 2200-4600 µg N/l målt som total nitrogen.

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

Konsentrasjonene av PCB ligger innenfor det variasjonsområdet en tidligere har funnet, og som før ble de høyeste konsentrasjoner jevnt over funnet i overflatelaget.

Av heksaklorbenzen (HCB) ble ganske høye konsentrasjoner funnet i Gunnekleivfjordens overflatelag. I de øvrige fjordområder ble som før de høyeste konsentrasjoner funnet i Frierfjorden, uten å være bemerkelsesverdig høye. Konsentrasjonene i Skienselva var lave.

Det er ellers interessant å se at konsentrasjonene av oktaklorstyren (OCS) i Gunnekleivfjorden var så høye relativt til HCB-konsentrasjonene.

Resultatene fra analysene av metaller fra september-toktet er presentert i tabell 3. Prøvene er av ufiltret vann. Metallene bly, kobber og sink i prøver merket BC-1 30 m, DD-1 55 m, DF-1 90 m, S-1 0-2 m, S-2 0-2 m og S-2 5 m lot seg ikke ekstrahere. I kommentarer fra analyseavdelingen på SI, som har utført analysene, heter det at mye tyder på at prøvene inneholder forbindelser som raskt bryter ned kompleksbinderen APDC. Det konkrete årsaksforholdet er ikke kjent, men det kan bli nødvendig å studere dette nærmere. Hvis det er riktig at vannmassene i dette området inneholder stoffer som nedbryter APDC, er det en viss mulighet for at metallanalysene (bortsett fra kvikksølv) generelt gir for lave verdier.

Om resultatene er det ellers å si at konsentrasjonen av fluor er stort sett normale bortsett fra noe høyere verdier i overflatevannet i Eidangerfjorden og i Langesundsfjorden. Dette er også observert tidligere.

Kvikksølvkonsentrasjonene var betydelig høyere enn ved forrige tokt (juni 1976). I Skienselva, Frierfjorden og i fjordområdene utenfor Brevik lå maksimumskonsentrasjonene på henholdsvis 1.39 $\mu\text{g/l}$, 1.36 $\mu\text{g/l}$ og 1.30 $\mu\text{g/l}$. Det aritmetriske gjennomsnitt for samtlige prøver var 0.4 $\mu\text{g/l}$ i motsetning til 0.16 $\mu\text{g/l}$ i juni 1976. På stasjon BB-1 ble det målt en høy kvikksølvkonsentrasjon (1.36 $\mu\text{g/l}$) like ved overgangen mellom oksisk og anoksisk vann. Ellers er det å bemerke at det var en meget klar forskjell mellom de to stasjonene i Skienselva m.h.t. kvikksølv. Mens stasjonene nedenfor Klosterfoss viste lave og tildels normale verdier, var konsentrasjonene høye i elva ved Porsgrunn. Det er ikke usannsynlig at dette skyldes påvirkning fra Gunnekleivfjorden, hvor det også denne gang ble målt høye kvikksølvverdier.

De høye kvikksølvkonsentrasjonene på stasjonene FG-1 og JH-1 i ytre fjordområdet er bemerkelsesverdige. På stasjon FG-1 var det spesielt ved 16 m dyp at konsentrasjonen var høy. Dette er også blitt registrert tidligere (mars 1976). På stasjon JH-1 ble det målt høye kvikksølvkonsentrasjoner ved sprangsjiktet og på 50 m dyp. Dette er igjen ikke noe enkeltstående tilfelle, da det er blitt påvist tidligere (f.eks. september og desember 1975 og mars 1976). Det vil ikke her bli gjort noe forsøk på å tolke disse resultatene.

Resultatene av mangananalysene viser høye konsentrasjoner i overflatevannet og i de anoksiske vannmassene i Frierfjorden. Mengdene er noe redusert i dypvannet i forhold til forrige tokt (juni 1976). I Gunnekleivfjorden ble det registrert en vesentlig økning i mangan i bunnvannet i forhold til tidligere. Dette skyldes en overgang til anoksiske forhold i bunnvannet i Gunnekleivfjorden.

Mengdene av bly i vannmassene varierer fra 1 til 26.3 $\mu\text{g/l}$. Det kan ikke sees bort fra at maksimumskonsentrasjonen målt i overflatevannet på stasjon JH-1 skyldes en kontaminering i forbindelse med prøvetaking eller analyse. I denne prøven ble det også målt unormalt høye verdier

av kopper og sink. Stort sett kan blyresultatene betraktes som normale. Det samme gjelder i stor grad kopper og sink. Det ble observert en tendens til en oppkonsentrering av sink i overflatevannet på de fleste stasjonene.

Tabell 3. Analyseresultater for metaller i vannprøver, 7.-9.9.1976 RESULTATER:

Prøve	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 ⁶⁺	
1	BB - 1	0 - 2	8/9-76	0,39	0,20	0,15	1,0	2,2	4,4			
2	"	4	"	1,01	0,12	<0,05	1,0	1,8	3,2			
3	"	40	"	1,17	1,36	0,35	<1	1,5	1,8			
4	"	50	"	1,18	0,13	0,63	"	0,7	1,2			
5	BC - 1	0 - 2	"	0,32	0,23	0,17	1,0	1,4	6,9			
6	"	4	"	1,00	0,40	<0,05	"	1,1	2,4			
7	"	16	"	1,11	0,12	0,07	<1	1,0	3,9			
8	"	30	"	1,17	0,53	0,17	-	-	-	☆		
9	"	40	"	1,18	0,24	0,09	<1	0,9	2,4			
10	"	60	"	1,18	0,08	0,69	"	0,4	2,2			
11	"	90	"	1,19	0,19	0,63	"	"	1,8			
12	DD - 1	0 - 2	"	0,35	0,23	0,20	"	0,2	10,0			
13	"	4	"	0,96	0,23	<0,05	"	0,6	2,6			
14	"	30	"	1,19	0,39	0,25	"	0,7	1,4			
15	"	55	"	1,19	0,23	0,64	-	-	-	☆		
16	DF - 1	0 - 2	7/9-76	0,90	0,36	0,05	<1	1,3	16,1			
17	"	4	"	1,03	0,11	<0,05	"	0,8	2,4			
18	"	90	7/6-76	1,21	0,23	0,07	-	-	-	☆		
19	EE - 1	0 - 2	7/9-76	0,32	0,20	0,17	<1	0,9	5,5			
20	"	4	"	0,95	0,44	<0,05	"	1,1	4,4			
21	"	50	"	1,20	0,13	"	2,1	1,2	4,0			
22	FG - 1	0 - 2	"	0,79	0,38	0,05	1,6	1,5	20,9			
23	"	4	"	1,05	0,33	<0,05	<1	0,7	4,3			
24	"	16	"	1,17	0,62	0,05	"	<0,2	<0,5			
25	G - 1	0 - 2	9/9-76	0,12	0,92	<0,05	"	1,9	10,0			
26	"	3	"	0,35	0,47	0,17	"	1,7	5,1			
27	G - 3	0 - 2	"	0,11	0,62	0,05	"	2,0	4,7			
28	"	3	"	0,39	0,38	0,24	2,7	1,5	5,7			
29	"	8	"	0,65	0,23	0,57	<1	0,4	6,2			
30	JH - 1	0 - 2	7/9-76	0,74	0,59	0,08	26,3	15,6	65,0			
31	"	4	"	1,15	1,20	0,05	<1	0,4	1,8			
32	"	30	"	1,20	0,25	"	"	0,2	6,5			
33	"	50	"	1,23	1,30	"	"	0,4	3,8			
34	"	100	"	1,23	0,21	"	"	0,2	3,8			
35	S - 1	0 - 2	8/9-76		0,09	<0,05	-	0,8	-	☆	<0,2	<1
36	"	5	"		0,15	0,13	1,0	0,2	2,6	"	"	"
37	"	10	"		0,15	0,11	<1	1,3	3,9	"	"	"
38	S - 2	0 - 2	"		0,36	<0,05	-	-	-	☆	"	"
39	"	5	"		1,39	"	-	-	-	☆	"	"
40	"	10	"		0,37	0,13	1,4	0,6	4,9	0,2	"	"

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	0,05
Bly	0,02	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 $\leq 15 \mu\text{g}/\text{l}$.)

Tabell 5. Analyseresultater for klorerte hydrokarboner i vannprøver, 9.-11.6.1976

Område	P r ø v e 0-1111/70				5CB ng/l	HCB ng/l	OCS ng/l	PCB ng/l
	Stasjon	Dyp	Dato					
1 Frierfjorden	" BB-1	0.5 m	9.6.1976		3	15	3	18
2 Frierfjorden	" BB-1	3.5 m	"		-	-	-	2 ^x
3 Frierfjorden	" BC-1	0.5 m	"		6	8	1	4 ^x
4 Frierfjorden	" BC-1	3.5 m	"		10	22	2	5
5 Frierfjorden	" DD-1	0.5 m	"		7	12	1	15
6 Frierfjorden	" DD-1	3.5 m	"		5	9	1	3 ^x
7 Brevikfjorden	" EE-1	0.5 m	"		6	9	-	6
8 Brevikstrømmen	" EE-1	3.5	"		4	7	1	10
9 Brevikfjorden	" FG-1	0.5 m	"		6	9	1	11
10 Brevikfjorden	" FG-1	3.5 m	"		1	1	1	3
11 Eidangerfjorden	" DF-1	0.5 m	10.6.1976		4	7	1	4
12 Eidangerfjorden	" DF-1	3.5 m	"		2	2	-	2
13 Langesundsfjorden	" JH-1	0.5 m	"		-	-	-	8
14 Langesundsbukta	" JH-1	3.5 m	"		-	-	-	4 ^x
15 Gunnekleivfjorden	" G-1	0.5 m	11.6.1976		6	53	24	10
16 Gunnekleivfjorden	" G-3	0.5 m	"		2	2	-	2
17 Gunnekleivfjorden	" G-1	8.0 m	"		2	4	1	8 ^x
18 Skienselva	" S-1	0.5 m	10.6.1976		-	-	-	2
19 Skienselva	" S-1	10.0 m	"		1	1	1	11
20 Skienselva	" S-2	0.5 m	"		1	1	-	13
21 Skienselva	" S-2	10.0 m	"		3	9	2	7

- ikke påvist

x dekkes tildels av andre komponenter

3. REFERANSER

NIVA 1976: O-111/70 Resipientundersøkelse av Nedre Skienselva, Frierfjorden og tilliggende fjordområder. Toktrapport fra hydrokjemisk hovedtokt 9.-11.6.1976. (Saksbehandler: Jarle Molvær) 12.8.1976.

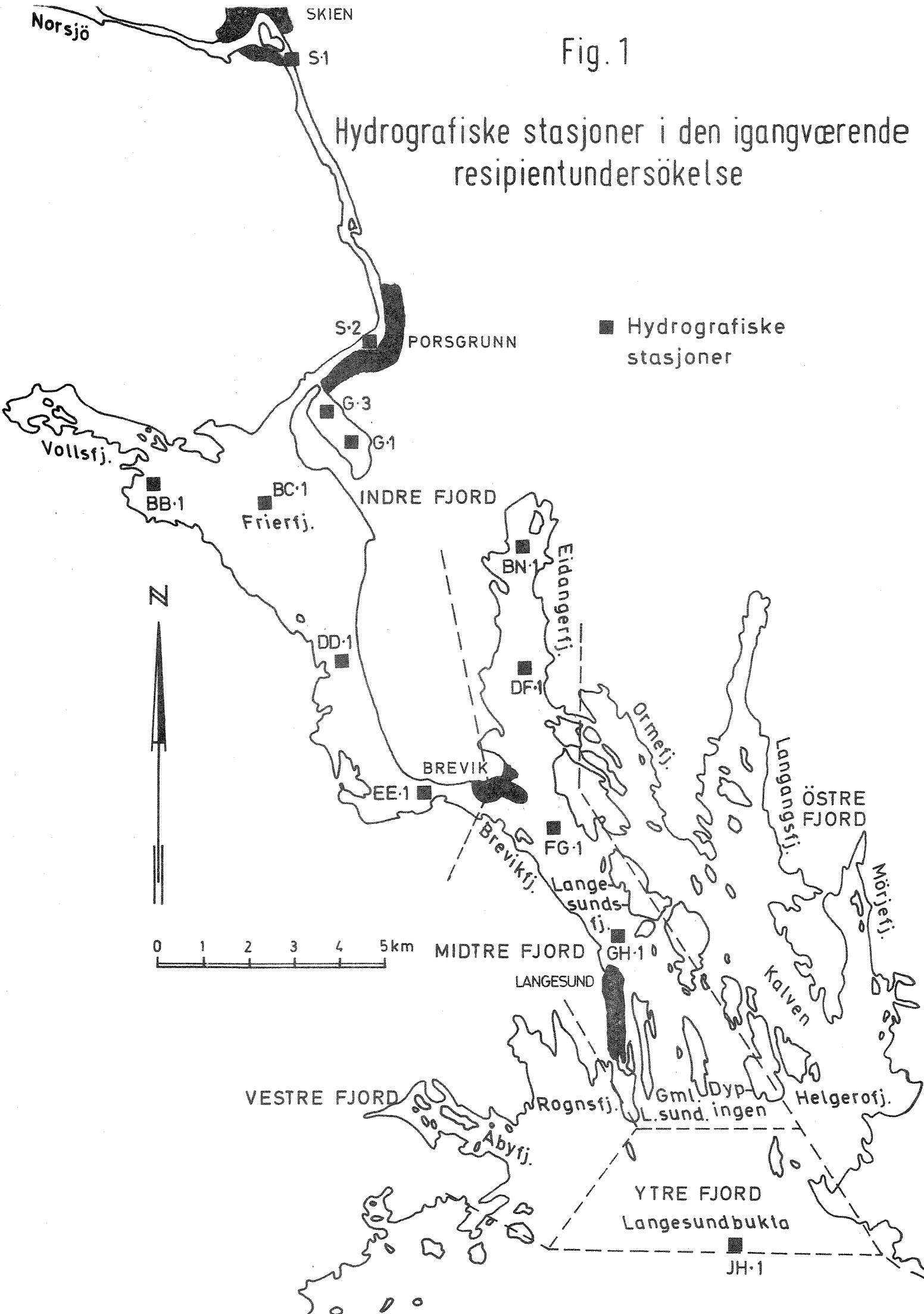
MOL/UHI

2.11.1976

Norsjø
SKIEN
S1

Fig. 1

Hydrografiske stasjoner i den igangværende resipientundersøkelse



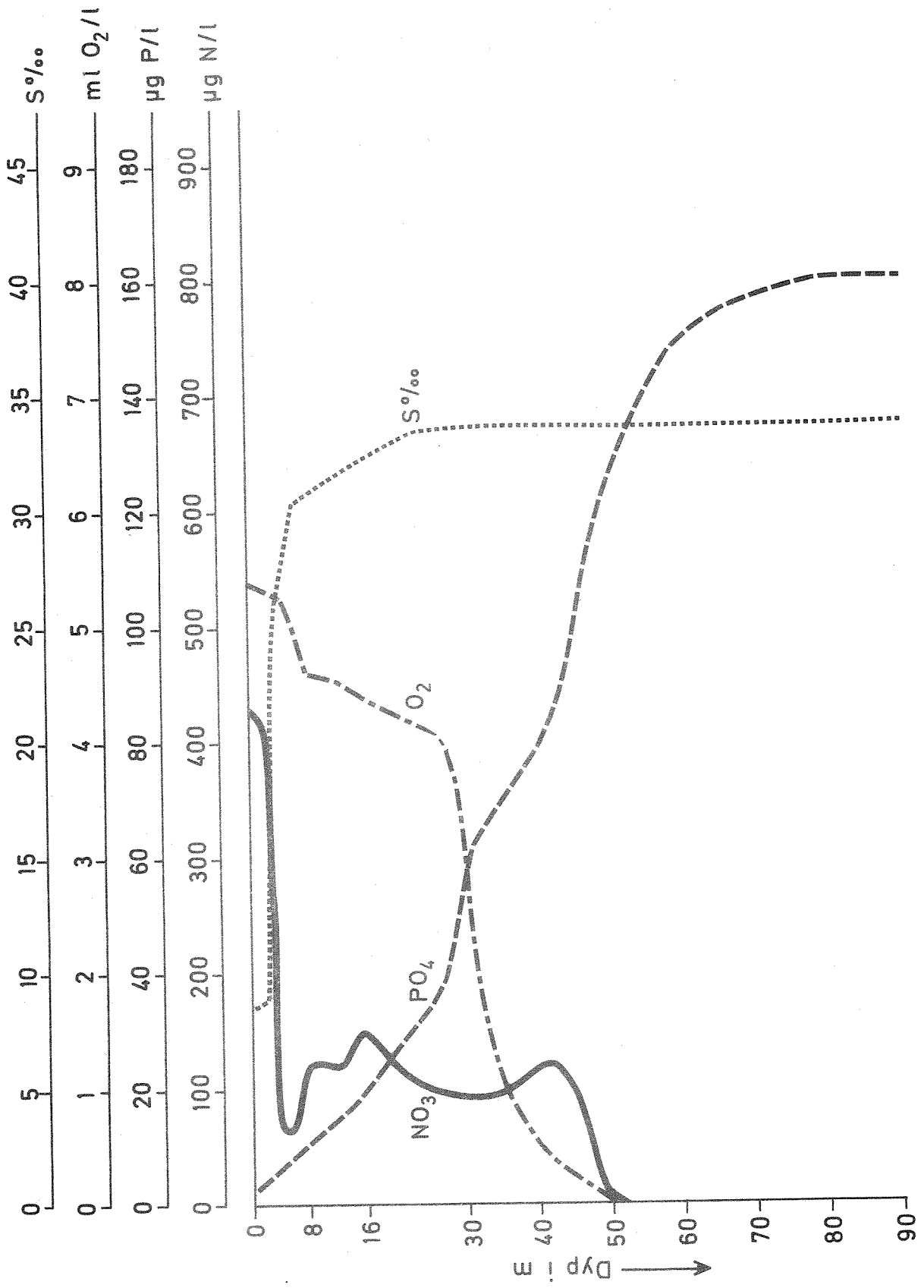


Fig.2 Vertikalprofil på stasjon BC-1, 8.9.1976

Langsgående dybdesnitt Frierfjorden - Langesundsbukta

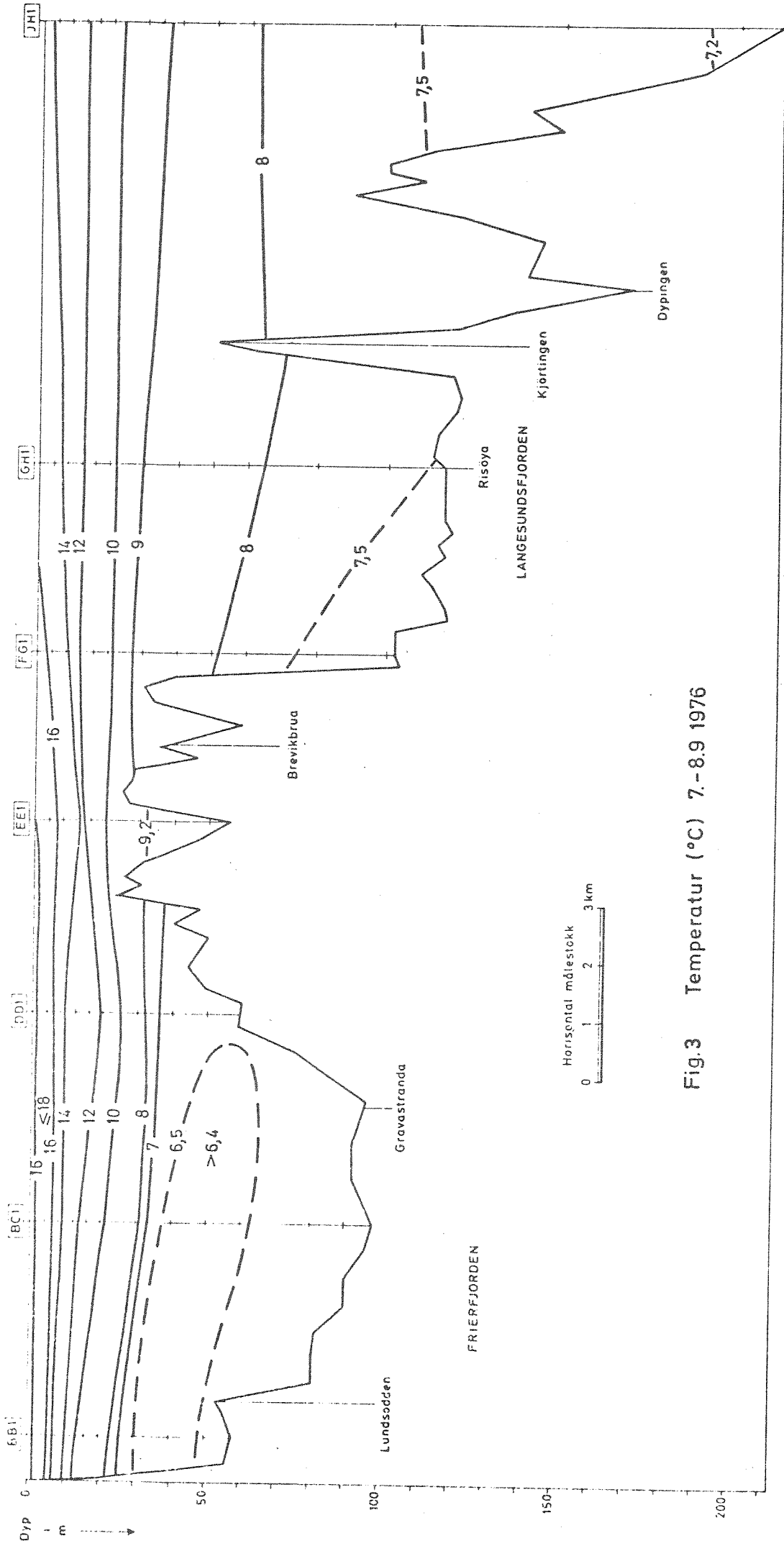


Fig.3 Temperatur (°C) 7.-8.9 1976

Langsgående dybdesnitt Frierfjorden - Langesundsbukta

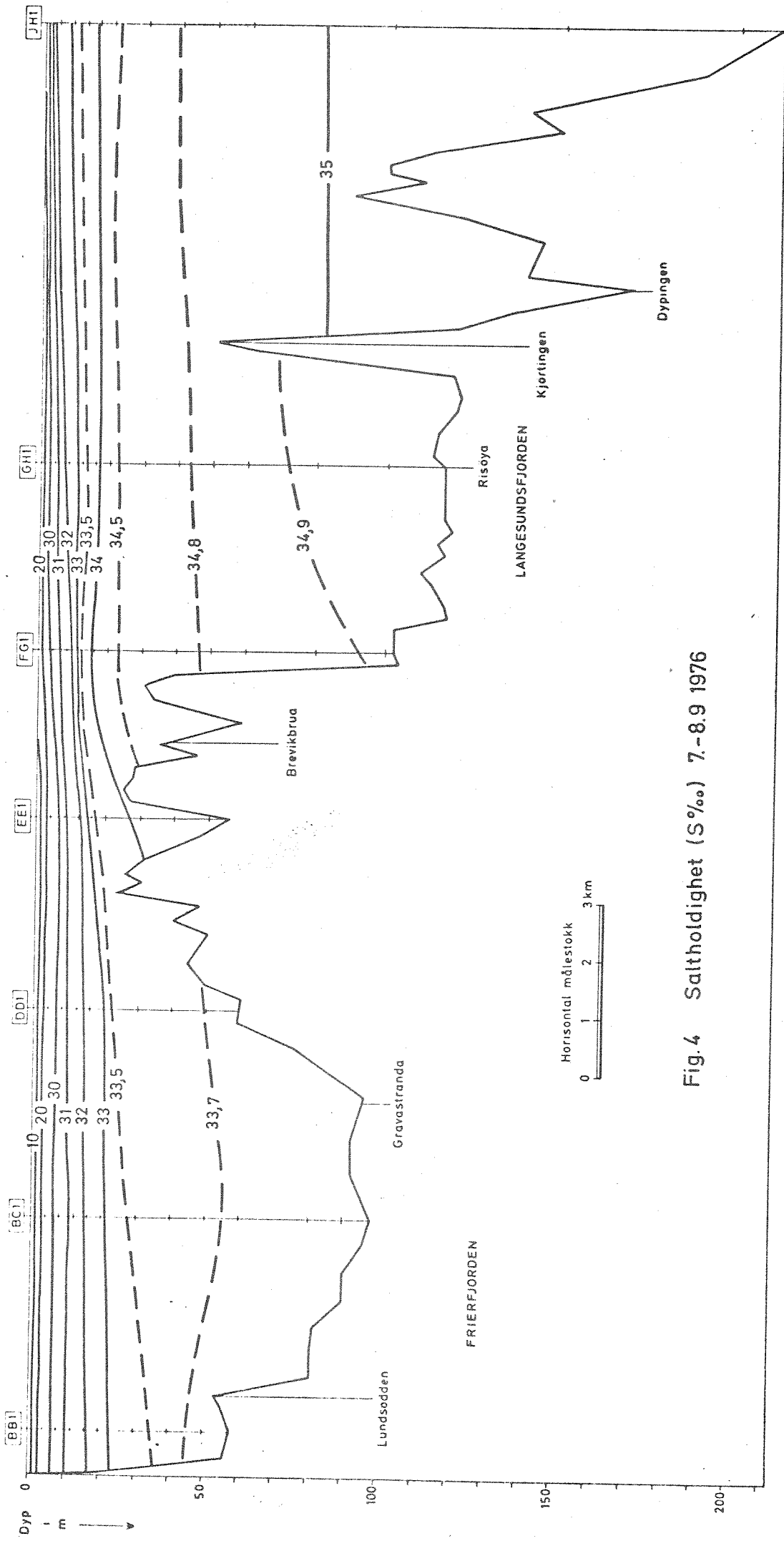


Fig.4 Saltholdighet (‰) 7.-8.9 1976

Langsgående dybdesnitt Frierfjorden - Langesundsbukta

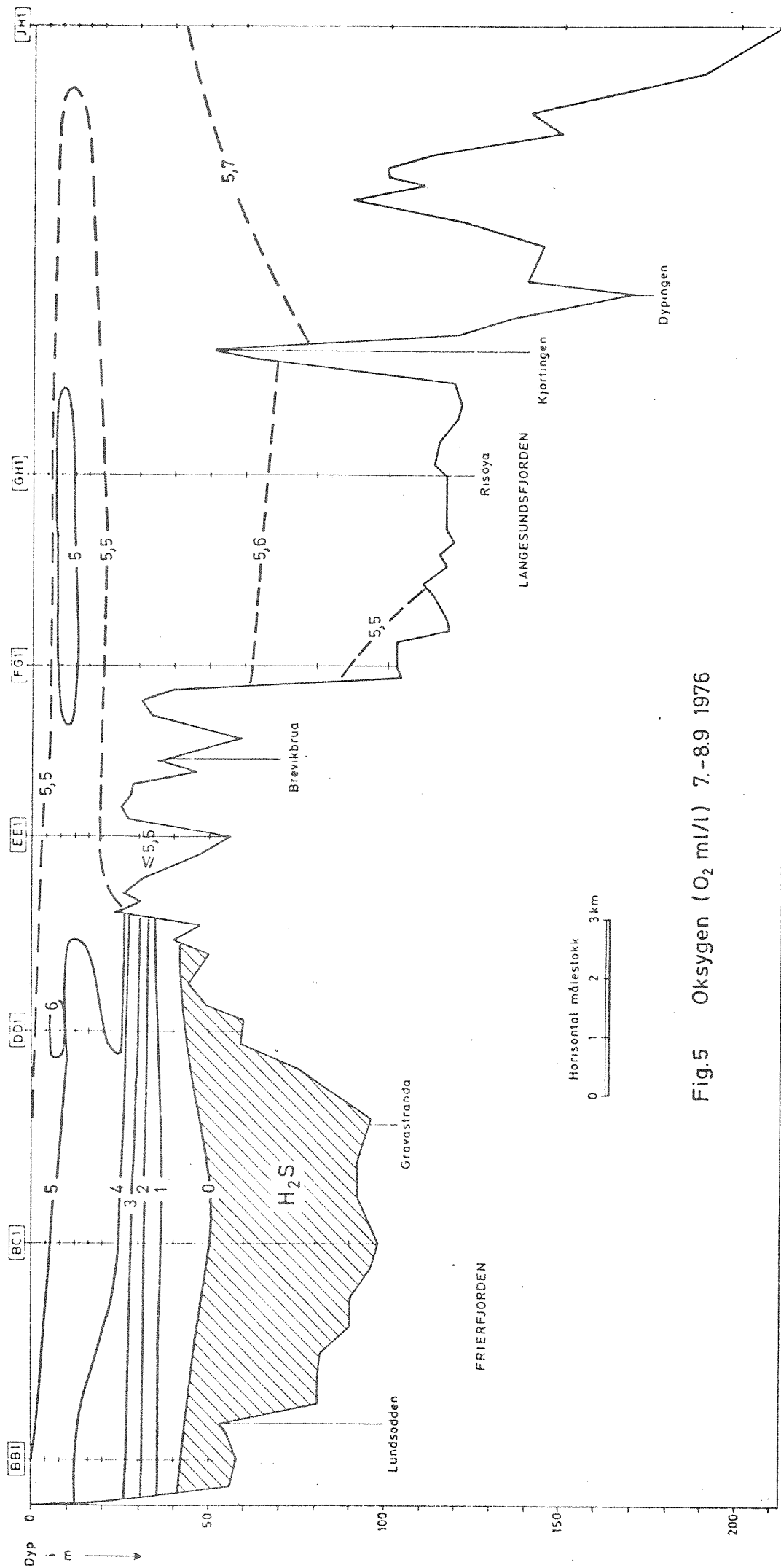


Fig.5 Oksygen (O_2 ml/l) 7.-8.9 1976

Langsgående dybdesnitt Eidangerfjorden - Langesundsbukta

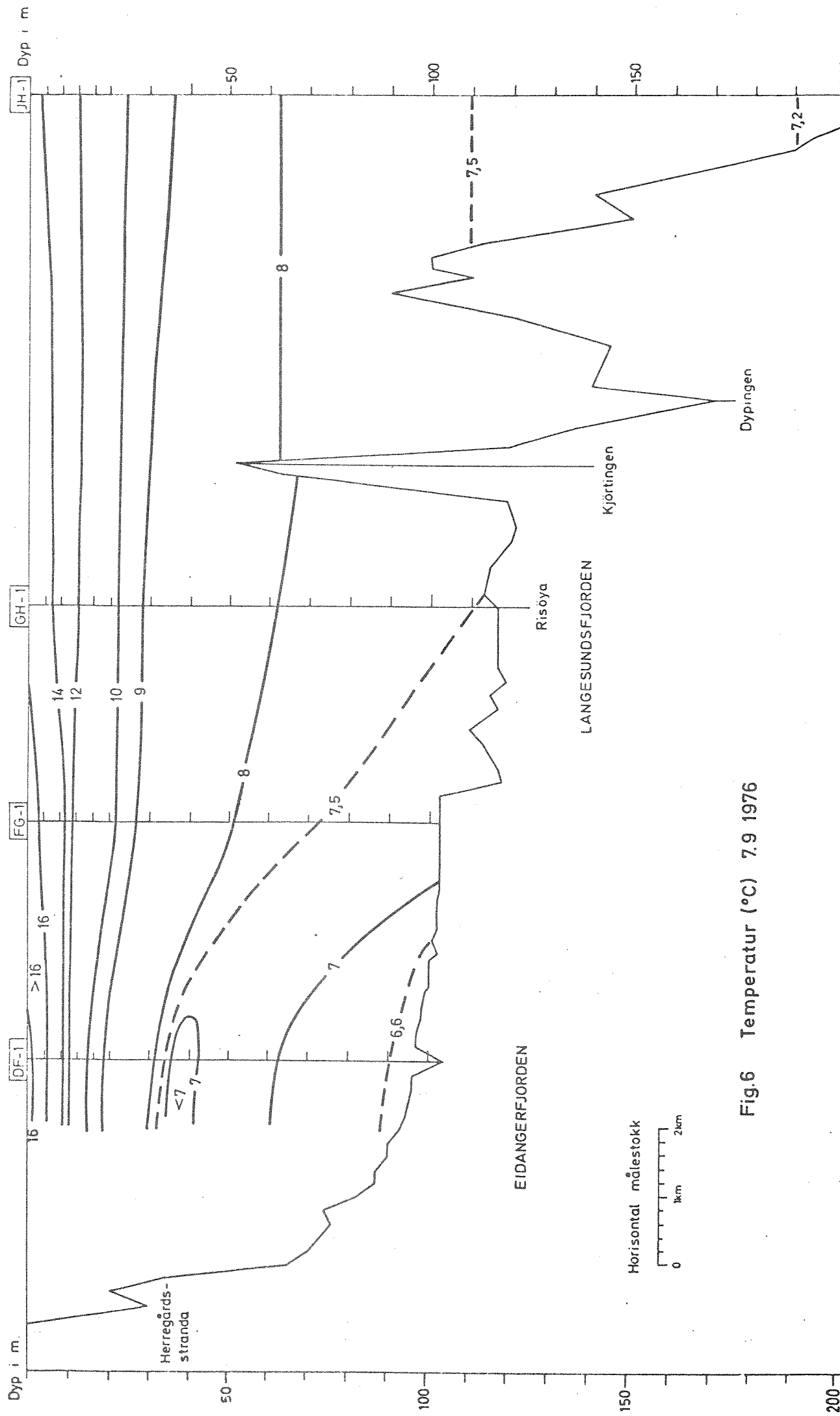


Fig.6 Temperatur (°C) 7.9 1976

Langsgående dybdesnitt Eidangerfjorden - Langesundsbukta

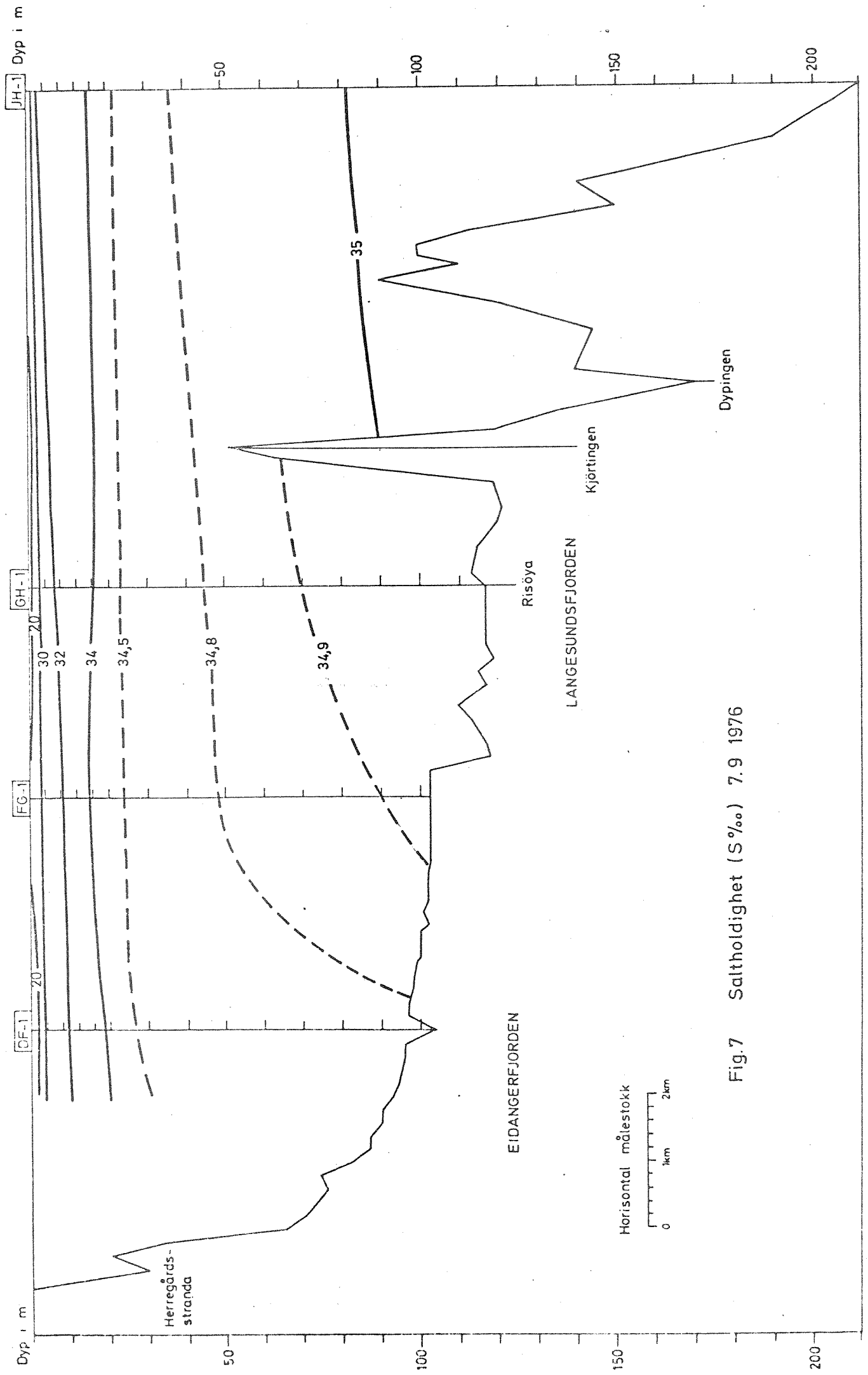


Fig.7 Saltholdighet (S‰) 7.9 1976

Langsgående dybdesnitt Eidangerfjorden - Langesundsbukta

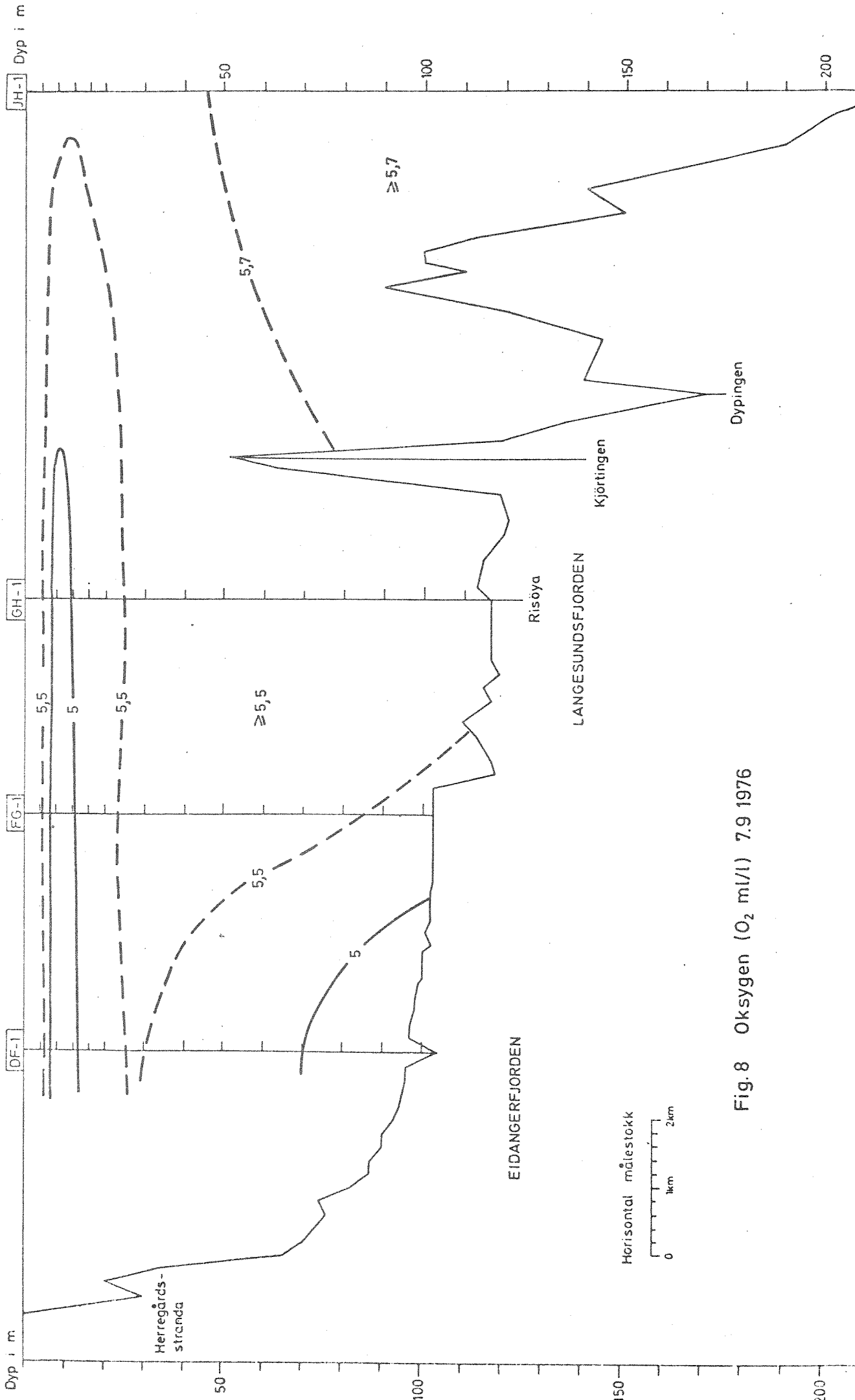


Fig. 8 Oksygen (O₂ ml/l) 7.9 1976

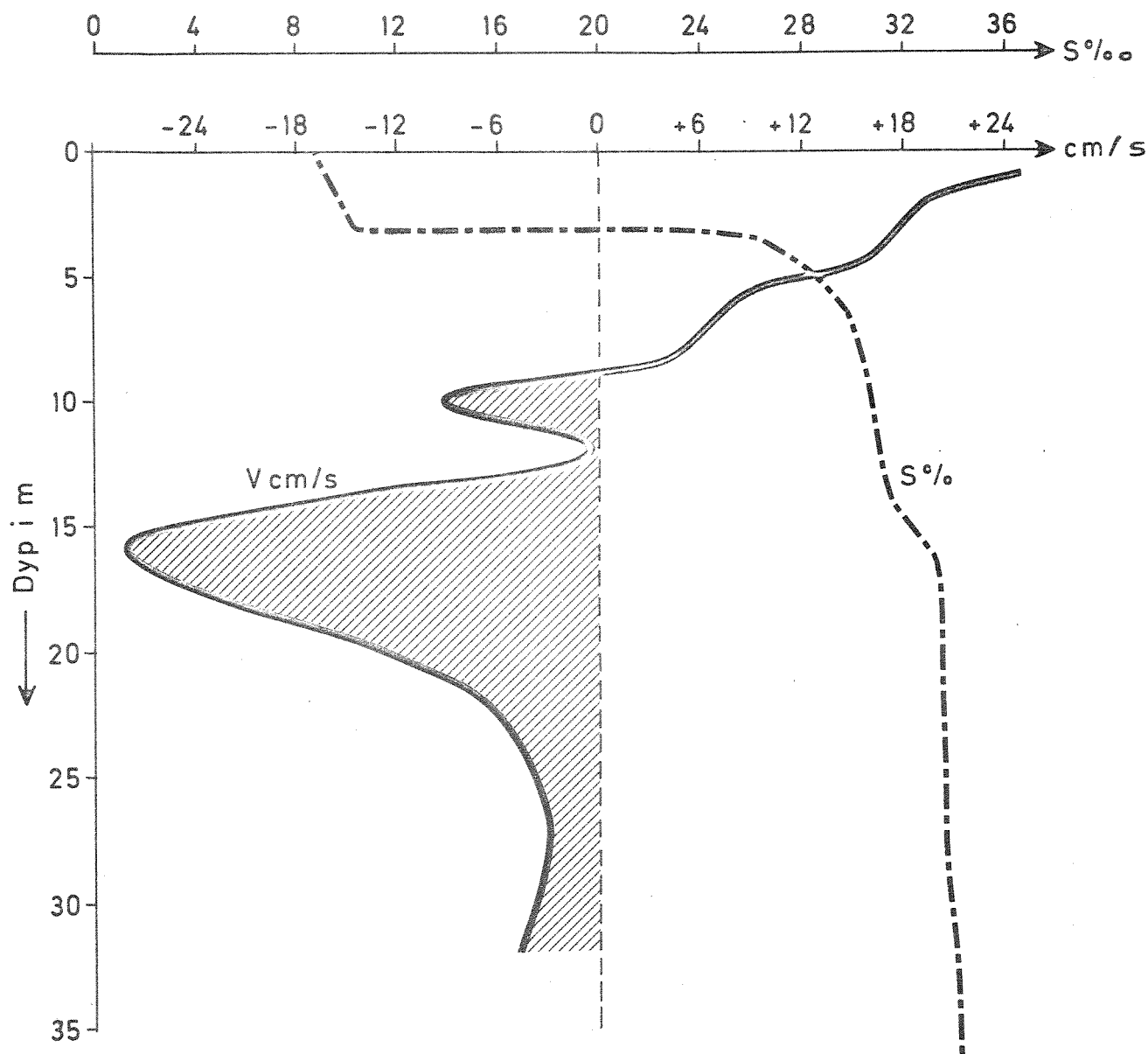


Fig.9 Stasjon EE-1 7.9.1976 kl. 15.10. Målinger av ström
 og saltholdighet
 Ström dekomponert langs 90° (+) - 270° (-)
 Höyvann kl. 16.20

Langsgående dybdesnitt Frierfjorden - Langesundsbukta

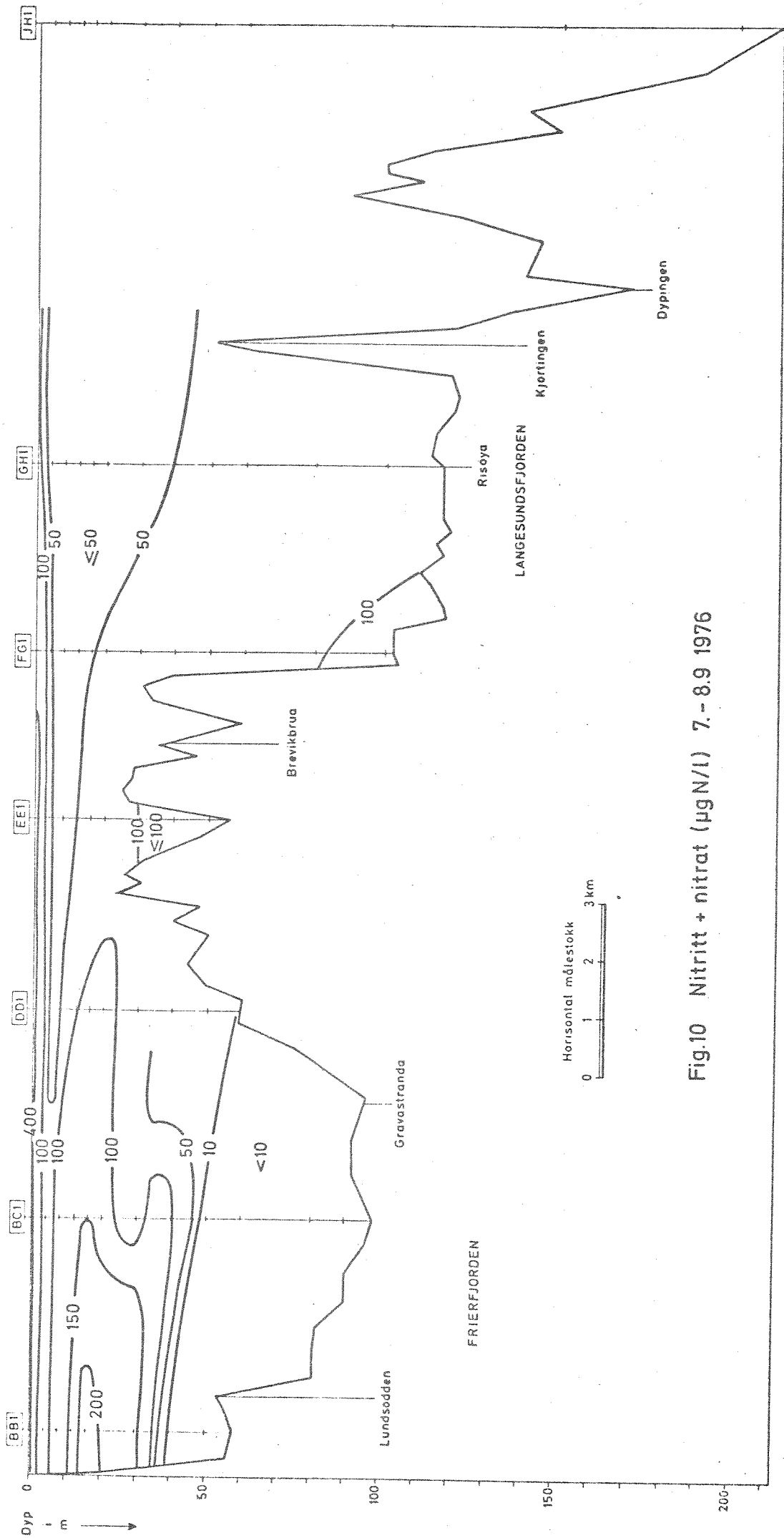


Fig.10 Nitritt + nitrat ($\mu\text{gN/l}$) 7.-8.9 1976

Langsgående dybdesnitt Frierfjorden - Langesundsbukta

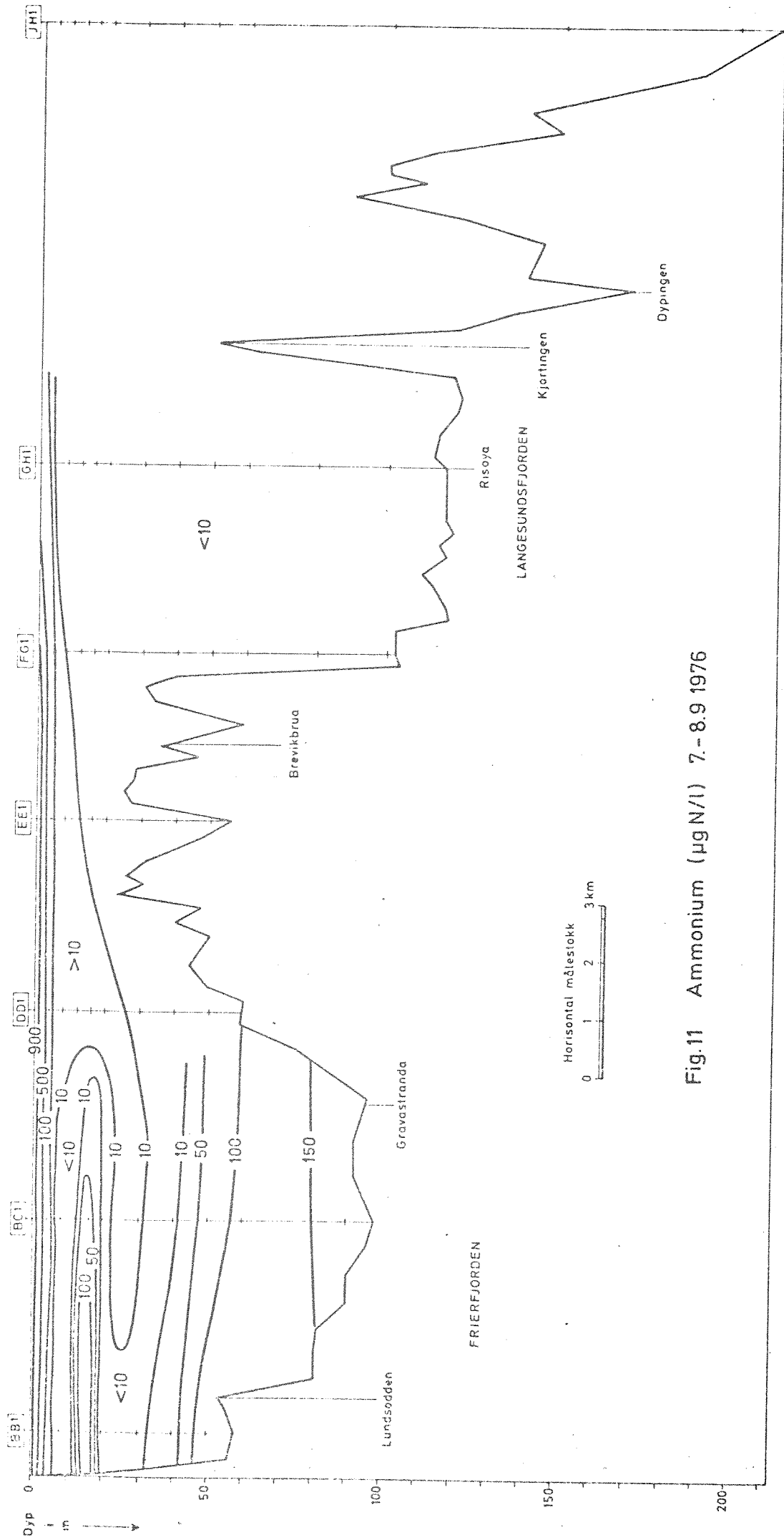


Fig.11 Ammonium ($\mu\text{g N/l}$) 7.-8.9 1976

Langsgående dybdesnitt Frierfjorden - Langesundsbukta

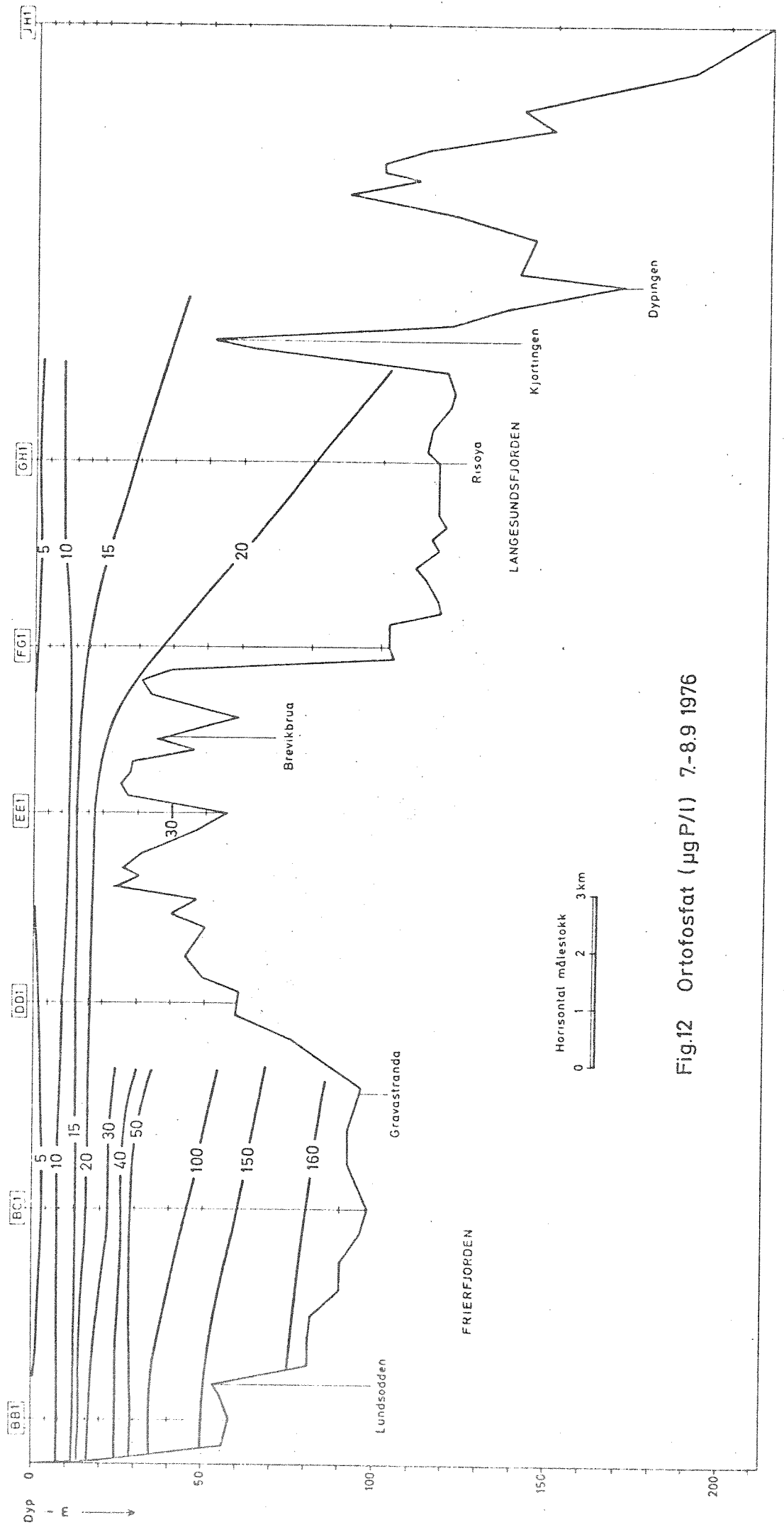


Fig.12 Ortofosfat ($\mu\text{gP/l}$) 7-8-9 1976

Langsgående dybdesnitt Eidangerfjorden - Langesundsbukta

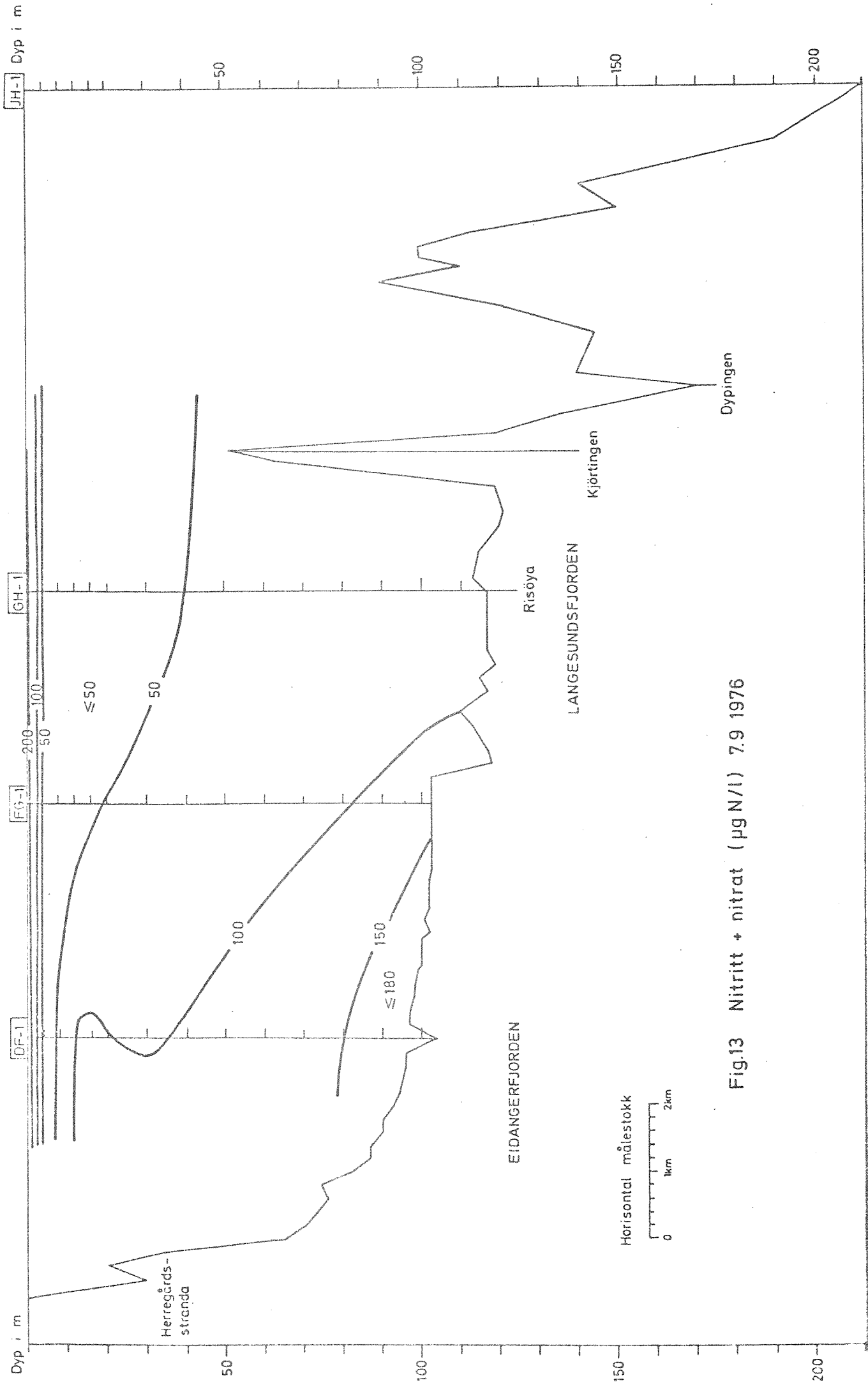


Fig.13 Nitritt + nitrat ($\mu\text{g N/l}$) 7.9 1976

Langsgående dybdesnitt Eidangerfjorden - Langesundsbukta

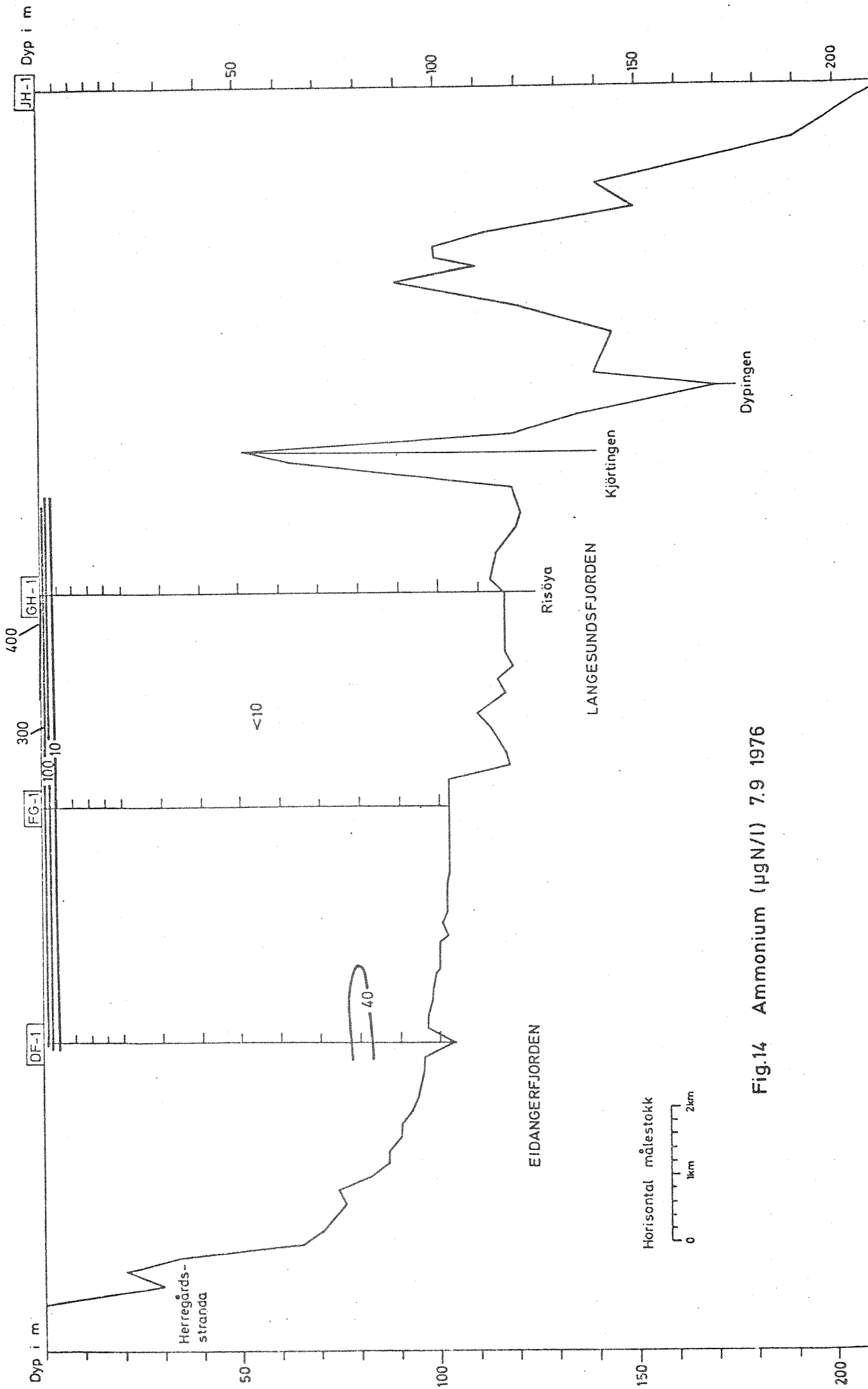


Fig.14 Ammonium ($\mu\text{gN/l}$) 7.9 1976

Langsgående dybdesnitt Eidangerfjorden - Langesundsbukta

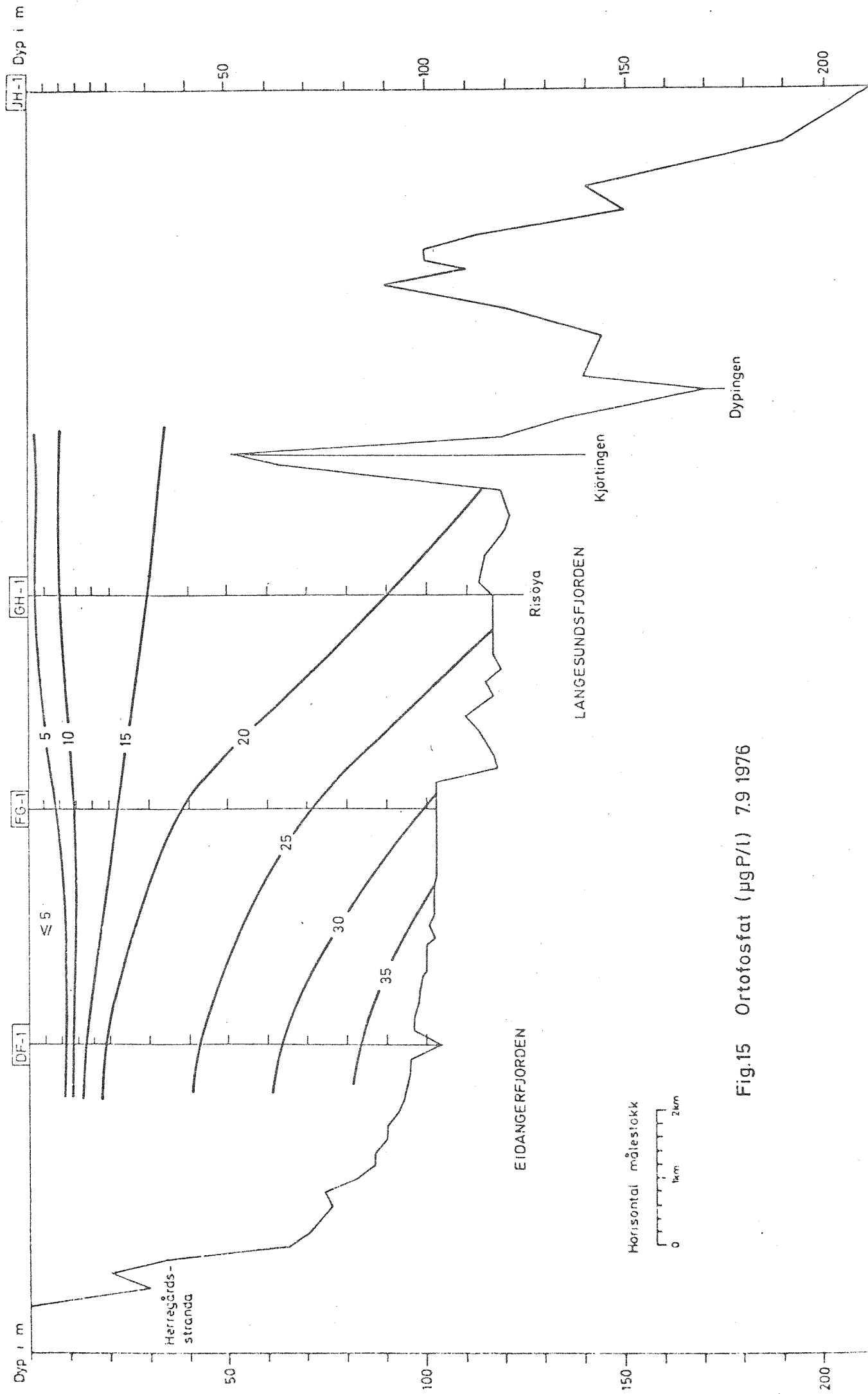


Fig.15 Ortofosfat ($\mu\text{gP/l}$) 7.9 1976