

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
BLINDERN

O - 41/70

UNDERSØKELSE AV NORD-ROGALANDSFJORDENES  
FORURENSNINGSTILSTAND

Delrapport 1

A. Generelle forhold. B. Viksefjorden

Saksbehandler: Ingeniør Erik Ravdal

Rapporten avsluttet: 25. oktober 1973.

## FORORD

Oppdragsgiver for denne undersøkelse er Regionplanrådet for Nord-Rogaland. Arbeidets omfang er avtalt i kontrakt av 22/12-1971 og definert i instituttets "Forslag til undersøkelse av Nord-Rogalandsfjordenes forurensningstilstand" av august 1971 og brev av 29/11 samme år fra fylkets utbygningsavdeling.

Foruten Viksefjorden omfatter oppdraget Karmsundet, Førdesfjorden, Førlandsfjorden, Skjoldafjorden/Grindefjorden og Sandeidsfjorden/Vatsfjorden. På grunn av omfanget har det vært hensiktsmessig å behandle resultatene i seks delrapporter (se omslag), mens tallmaterialet er stilt sammen i et appendiks.

Oppdraget inkluderer også Vigdarvatnet i Hordaland. Denne del av undersøkelsen er rapportert for seg (NIVA 1973, 0-145/70).

Ingeniør H. Måge ved den tekniske etat i Tysvær kommune takkes for verdifull hjelp med innsamling av supplerende hydrografisk materiale. I denne forbindelse er båt og mannskap stilt til rådighet av de enkelte kommuner.

Ved instituttet har ingeniør Erik Ravdal ledet feltarbeidet og hatt ansvaret for innsamling og bearbeidelse av data. Det biologiske feltarbeidet er utført av cand.real. Ivar Haugen. Cand.real. Jarle Molvær og cand.real. Tor Bokn har deltatt ved vurderingen av henholdsvis det hydrografiske og det biologiske materialet. Planteplanktonet er analysert av cand.mag. Bjørn Jan Langemyr, Institutt for marinbiologi og limnologi ved Oslo Universitet.

Blindern, 25. oktober 1973.

Jon Knutzen

## INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	2
1. GENERELLE FORHOLD	6
1.1 Formål	6
1.2 Undersøkellesområdet	6
1.3 Materiale og metoder	6
2. VIKSEFJORDEN	8
2.1 Fysiske forhold	9
2.2 Vurdering av vannutskifting	12
2.3 Kjemiske forhold	14
2.4 Biologiske forhold	15
2.4.1 Gruntvannssamfunnene	15
2.4.2 Planteplankton	16
2.5 Tilførsler og resipientvurdering	16
2.6 Sammendrag og konklusjoner	21
2.7 Referanser	22

## TABELLFORTEGNELSE

1. Karakteriserende data for Viksefjorden med tilhørende nedbørfelt	9
2. Siktedyp. Viksefjord	12
3. Planteplankton på stasjon EE-1, Viksefjord	17
4.       "       "       "       EF-1, Viksefjord	18
5. Årlig tilførsel av organisk stoff, nitrogen og fosfor i nedbørfeltet til Viksefjord	19

FIGURFORTEGNELSE

1. Nord-Rogalands fjordområder
2. Dybde, areal og volum i Viksefjorden innenfor terskel
3. Målestasjonene i Viksefjord  
Vertikalt dybdesnitt - Viksefjorden - Langsgående hovedsnitt:
  4. Salinitet 4.7.1971
  5. Tetthet 4.7.1971
  6. Salinitet 14.11.1971
  7. Tetthet 14.11.1971
  8. Salinitet 26.2.1972
  9. Tetthet 26.2.1972
  10. Salinitet 28.3.1972
  11. Tetthet 28.3.1972
  12. Salinitet 8.4.1972
  13. Tetthet 8.4.1972
  14. Salinitet 28.4.1972
  15. Tetthet 28.4.1972
  16. Salinitet 27.5., 31.5.1972
  17. Tetthet 27.5., 31.5.1972
  18. Salinitet 19.7.1972
  19. Tetthet 19.7.1972
20. Tetthetsprofiler ( $\sigma_t$ ), Viksefjorden stasjon EF-1  
Vertikalt dybdesnitt - Viksefjorden - Langsgående hovedsnitt:
  21. Oksygen 4.7.1971
  22. Oksygen 14.11.1971
  23. Oksygen 8.4.1972
  24. Oksygen 28.5.1972
25. Totalfosforverdier ( $\mu\text{g P/l}$ ), Viksefjorden. Stasjon EE-1 og EF-1.
26. Viksefjorden Stasjon EE-1 27.5.1972  
Tetthet ( $\sigma_t$ ), oksygen, siktedyp, nitrat, total nitrogen, ortofosfat, total fosfor
27. Viksefjorden Stasjon EF-1 28.5.1972. Tetthet ( $\sigma_t$ ), oksygen, siktedyp, nitrat, total nitrogen, ortofosfat, total fosfor

28. Stasjon B1. 28.5.1972. Viksefjord, innerst i bukta ved nordre Vaage
29. Stasjon B2. 28.5.1972. Viksefjord, utløpet til bukta ved nordre Vaage.
30. Stasjon B3. 31.5.1972. Viksefjord, Straumen
31. Stasjon B4. 28.5.1972. Viksefjord, Trætøy Ø.

## 1. GENERELLE FORHOLD

### 1.1 Formål

Hensikten har vært å gi en beskrivelse og karakteristikk av fjordområdenes vannutskiftingsforhold og tilstand. På basis av dette er det gitt en vurdering av fjordenes resipientegenskaper til bruk i det offentlige planleggingsarbeid.

### 1.2 Undersøkellesområdet

Beliggenheten av de undersøkte fjorder er vist på fig. 1. Av denne fremgår bl.a. at de fleste fjordene er orientert nord-syd. Med unntak for Vatsfjorden og Sandeidsfjorden er de tilhørende nedbørfelter små.

I hovedparten av området er grunnen dominert av gneiser og granitter, iblandet noe kambrosiluriske bergarter. Rundt Viksefjorden er det mye gabbro og i Haugesundsområdet en del grønnstein og grønnskifer.

Det forholdsvis milde klimaet medfører at islegging må antas å spille mindre rolle for vannsirkulasjon og -utskifting. Islegging kan finne sted tidlig, men ofte vil isen gå opp igjen, slik at forholdene skifter flere ganger i løpet av vinteren.

De i hovedsak små nedbørfeltene gjør at ferskvannstilrenningen stort sett er beskjedent og flompåvirkning sjelden.

I nedbørfeltene til de aktuelle fjorder bor tilsammen i underkant av 45 000 mennesker, derav 35 000 omkring Karmsundet.

### 1.3 Materiale og metoder

Undersøkelsene har pågått gjennom ett år, fra juli 1971 til juli 1972. (En del materiale ble også samlet inn ved en befaringsreise i juli 1970.) I denne perioden er det gjennomført fem hovedtokt (inkl. ekstratokt) med innsamling av hydrografisk og biologisk materiale. Disse fant sted i juli og november 1971 og februar, april (ekstra-

tokt) og mai 1972. Tokt med lokal bemanning for innsamling av supplerende data er utført i desember 1971 og i mars, april, mai og juli 1972.

På hovedtoktene ble det gjort observasjoner på stedet av temperatur og salinitet (med salinoterm) og siktedyp med Secchiskive. (Det dyp hvor en hvit skive forsvinner når den senkes fra overflaten, er et mål for vannets gjennomskinnelighet eller klarhet). Vannprøver ble innsamlet for bestemmelse av pH (surhetsgrad) og innhold av oksygen, suspendert materiale (partikler) som tørrstoff og gløderest, totalfosfor, ortofosfat, totalnitrogen og nitrat. Ved de supplerende tokt ble det gjort feltregistreringer av siktedyp, temperatur og salinitet (saltinnhold). Analysene er utført etter standard prosedyre ved instituttets rutinelaboratorium.

Da målsettingen i første rekke har vært å gi en generell karakteristikk av den enkelte fjord, er de hydrografiske stasjoner plassert langs bassengenes dyprenner, fra innerst til utenfor en eventuell ytre terskel. Følgende standarddyp er benyttet ved feltmålinger og innsamling av vannprøver: 1 - 4 - 8 - 12 - 20 - 30 - 40 - 50 - 60 - 80 - 100 - 120 - 200 m. Tilleggsdyp ble lagt inn etter behov.

Ved de biologiske undersøkelser er hovedvekten lagt på å kartlegge og karakterisere algevegetasjonen fra fjæra og ned til nedre grense for algevekst. Mer fremtredende komponenter i gruntvannsfaunaen er registrert samtidig. Organismer av denne typen - helt eller delvis stedbundne arter knyttet til et underlag - vil gi gode indiksjoner på de gjennomsnittlige levevilkår på lokalitetene. Registreringen har foregått ved dykking og direkte inntaling på bånd av observasjonene.

Ved de hydrografiske tokt er det også foretatt innsamling av kvantitative planteplanktonprøver fra 1 meters dyp på hovedstasjonene. Samfunnet i de fri vannmasser er underkastet større variasjoner både kvalitativt og kantitativt enn stedbundne samfunn. Prøvene er tatt i orienterende øyemed og bearbeidet i tellemikroskop i et begrenset antall. De oppbevares på instituttet.

Grunnlaget for opptegning av profiler og lengdesnitt og for beregning av distanser, fjordarealer og volumer er sjøkartene nr. 17 (1:50 000, 204 (1:100 000) og 205 (1:100 000).

Enkle belastningsberegninger for organisk stoff som BOF-tall, fosfor og nitrogen er gjennomført for et par av de fjordområdene som på grunn av sin bassengutforming må antas å være særlig ømfintlige (Viksefjorden, Grindefjorden/Skjoldafjorden).

## 2. VIKSEFJORDEN

Denne fjorden ligger ca. 9 km nord for Haugesund (fig. 1); delvis i Haugesund og delvis i Sveio kommune, Hordaland. Fjorden er en utpreget terskelfjord, med et langt, smalt og grunt innløp. Terskeldypet ved Straumen er ca. 1,5 m, mens det største dyp i fjordens hovedbasseng er 46 m. Utenfor terskelen er det direkte forbindelse med havområdet Sletta, med dyp ned til 370 m.

Karakteristiske data for Viksefjorden er stilt sammen i tabell 1. Grunnlaget for de beregnede verdier er sjøkart nr. 17 (1:50 000), NVEs "Hydrologiske undersøkelser i Norge" og opplysninger fra lokalt hold vedrørende tidevannsforskjeller. Sammenhengen mellom areal, volum og dybde er fremstilt i fig. 2. Fjordens omriss med stasjonsplasing er gitt i fig. 3. C-stasjoner angir der hvor det bare er registrert temperatur, salinitet og siktedyp.

De hydrografiske studier har foregått ved fire hovedtokt: 4/7 og 14/11-1971 og 26/2 og 27/5-1972. På grunn av islegging 26/2 ble det gjennomført et ekstratokt 8/4-1972 til stasjonene EF-1 og EF-2 (fig. 3). Høy sjøgang hindret prøvetaking på stasjon EE-1 i november 1971. Suppleringstokt med lokalt mannskap ble utført 28/3, 28/4 og 19/7-1972. Samfunnene av fastsittende alger er observert i mai 1972, og de undersøkte lokalitetene fremgår av fig. 3.



Tabell 1. Karakteriserende data for Viksefjorden med tilhørende nedbørfelt.

Lengde (langs de dypeste partier)	ca.	6	km
Overflate (innenfor terskelen)	"	2,3	km <sup>2</sup>
Volum (innenfor terkelen)	"	32,2	mill m <sup>3</sup>
Største dyp (innenfor terkelen)	"	46	m
Terskeldyp (ved Straumen)	"	1,5	m
Overflatebredde ved terskel	ca.	15	m
Tverrsnitt ved terskel	"	22,5	m <sup>2</sup>
Volum over terskeldyp	"	3,5	mill. m <sup>3</sup>
Volum under terskeldyp	"	28,7	" m <sup>3</sup>
Midlere tidevannsvariasjon	"	40	cm
Tidevannsvoum	"	0,8	mill. m <sup>3</sup>
Nedbørfelt (inkl. fjordens overflate)	"	43	km <sup>2</sup>
Dyrket mark	"	6,5	km <sup>2</sup>
Skog og myr	"	2,2	km <sup>2</sup>
Uproduktive områder	"	32,3	km <sup>2</sup>
Midlere ferskvanntilførsel	"	1,7	m <sup>3</sup> /s
Befolkning	"	650	
Hyttebebyggelse	"	180	
Husdyr (storfeenheter) <sup>1)</sup>	"	790	

1) 1 storfe = 1 hest, 10 sauer, 5 griser, 100 fjærkre.  
Pelsdyr er ikke medregnet.

## 2.1 Fysiske forhold

Resultatene av salinitetsmålinger og beregningene av vannets tetthet (angitt som (egenvekt - 1.000) x 1 000) er gjengitt for den enkelte tokt i fig. 4 - 20. Målte siktedyp finnes i tabell 2.

Observasjonene fra toktet 4/7-1971 bekreftet formodningen om at fjorden naturlig lar seg dele i to hovedavsnitt; henholdsvis innenfor og utenfor den 1,5 m dype terkelen ved Straumen. Av lengdesnittene for salinitet og tetthet (fig. 4 og 5) ser en at det er vanskelig å trekke noen forbindelse i form av isolinjer mellom ytre og indre områder.

Det indre området er utformet som ett basseng, mens det ytre har en terskel ut mot Sletta på ca. 5 m dyp. Saliniteten i overflaten på stasjon EE-1 og stasjon EE-2 er ca. 30 ‰ og øker raskt nedover i dypet til 34 ‰. Her er det kystvannet som dominerer. Dataene viser at Atlanterhavsvann (salinitet over 35 ‰), gjør seg gjeldende under 65 m. I indre basseng er overflatesaliniteten 28,7 ‰, og øker bare langsomt mot dypet. En må helt ned på ca. 25 m for å finne en salinitet på 32 ‰. Likevel er overflatesaliniteten høy sammenliknet med resultatene fra de senere toktene, og dette tyder på god blanding i overflatelaget.

4/11-1971 måtte stasjon EE-1 utelates på grunn av værforholdene. Av registreringene synes det som om øket ferskvannstilstrømming har senket saliniteten i hele vannmassen i indre basseng. Overflatesaliniteten lå på 12-13 ‰, og saliniteten økte bare til vel 31 ‰ nedover mot bunnen. Brakkvannet har sannsynligvis også påvirket forholdene i ytre deler av fjorden. Overflatesaliniteten på stasjon EE-2 var 23,6 ‰, men saliniteten økte betydelig ned mot bunnen på ca. 20 m. Se fig. 6 og 7.

På toktet 26/2-1972 måtte stasjon EF-1 og stasjon EF-2 utelates grunnet isforholdene i indre fjord. Det var tydelig kystvannet som dominerte forholdene på Sletta. Figurene 8 og 9 viser salinitets- og tetthetsforholdene. En ser av observasjonene at terskelen ved munningen til fjorden er utslagsgivende for utskiftingen av vannmassene under terskelnivået, her ca. 5 m. En vannmasse med høyere salinitet og tetthet enn i samme nivå utenfor var stengt inne i dette bassenget ved stasjon EE-2.

28/3-1972 var værforholdene ved stasjon EE-1 så vanskelige at denne stasjonen måtte utelates. Figurene 10 og 11 viser isolinjene for salinitet og tetthet. Saliniteten for overflatelaget viste et brakkere vann inne i vågen ved stasjon EF-2 enn midt ute i bassenget ved stasjon EF-1.

Ved ekstratoktet 8/4 ble bare de to stasjonene, EE-2 og EE-1 tatt med (disse to var islagt 26/2). Det går frem av observasjonene (fig. 12 og 13) at terskelen stengte for utskifting av vann i indre

basseng. Målingene viser imidlertid at tettheten i dypvannet har økt noe siden 1971. Dette tyder på at noe vann utenfra har trengt inn over terskelen i undersøkelsesperioden og blandet seg med dypvannet. I det ytre bassenget, ved EE-2, har også tettheten økt noe som følge av innstrømming.

Figur 14-15 viser forholdene for salinitets- og tetthetsforholdene 28/4-1972. I likhet med tidligere ble det funnet vesentlig lavere salinitet innenfor terskelen ved Straumen enn utenfor. Det var imidlertid også en forskjell i overflatesalinitet på stasjon EE-1 og stasjon EE-2, nesten 3 ‰. Dette betyr at tyngre, saltere vann er kommet inn over terskelen ved munningen av fjorden. Isolinjen for  $\sigma_t$  (tetthet) = 26,0 viser også en slik helning innover.

Av tekniske grunner ble mai-toktet delt på 27/5 og 31/5. Det antas å være et for langt tidsrom mellom observasjonene til at verdiene på stasjon EE-1 og EF-1 kan betraktes som samtidige. En ser imidlertid (fig. 16 og 17) at vannmassene på Sletta hadde relativt lav salinitet. Inne i indre basseng er det ganske høy salinitet i overflatelaget, 28,7 ‰.

I indre basseng var saliniteten 19/7 lavere i overflatelaget enn ved forrige tokt. Ferskvannstilførselen har antakelig vært stor i den mellomliggende perioden. Under 6-8 m var derimot forholdene slik som i mai. Dette tyder på liten bevegelse i vannmassene. Figurene for salinitet og tetthet (18 og 19) antyder at en innstrømming var i gang over terskelen til bassenget ved stasjon EE-2. Det innstrømmende vannet var imidlertid av lavere salinitet og tetthet enn vannet ned mot bunnen i dette bassenget, så det var troligvis vannmassene ned til ca. 10 m dyp som ble mest påvirket.

Tabell 2. Siktedyp. Viksefjord.

Stasjon Dato	EE-1	EE-2	EF-1	EF-2
4/7-1971	7,5	7,5	6,5	6,5
14/11-1971		14,5	4,0	3,5
26/2-1972	11,0	8,0		
28/3-1972		13,5	10,0	5,5
8/4-1972		7,0	6,5	
28/4-1972	22,0	13,0	8,5	9,0
27/5-1972	8,0		6,5	6,0
19/7-1972	7,0	8,0	5,5	6,0

Av ovenstående tabell over målte siktedypverdier ser man at det er funnet store variasjoner på hver av stasjonene. Dette kan skyldes flere forhold og samvirke mellom flere faktorer, men de sannsynligvis viktigste er tilførsel av partikkelholdig ferskvann og varierende planktonbestander. Man kan merke seg at det er et tydelig skille mellom de indre og ytre stasjonene, som til dels har vesentlig klarere vann. I enkelte tilfeller synes denne forskjellen å ha klar sammenheng med ulik grad av ferskvannspåvirkning, slik som f.eks. 14/11-1971 da vannet i indre basseng var gulbrunt og overflatelaget hadde særlig lav saltholdighet.

## 2.2 Vurdering av vannutskifting

Ved beskrivelsen av de fysiske forholdene i Viksefjorden, har det fremgått at terskelen ved Straumen er utslagsgivende for utskiftingen av vannmassene i indre fjord. Terskelen på 5 m ved munningen av fjorden er også en vesentlig hindring for vannets transport mellom Sletta og fjorden. Observasjonene av saliniteten og beregningen av tettheten viser at vannmassene under 5-10 m stort sett er i ro. Det har ikke vært mulig å påvise noen stor innstrømming med nye og tyngre vannmasser som kunne trenge ned i dypet og heve det gamle bunnvannet. Målingen fra 28/3-1972 tyder på at det sporadisk finner sted innstrømming av tyngre vann over terskelen ved Straumen.

Dette trenger ned i dypet og blandes med vannet der. Det ser imidlertid ut til å være relativt små mengder som kommer inn ved disse episodene - for små til å fornye dypvannet.

Ferskvannstilførselen til fjorden er ujevn, så effekten av den estuarine sirkulasjonen er ikke alltid like stor. Denne sirkulasjonen hindres også av den grunne terskelen. Her strømmes vannet kraftig frem og tilbake, og det er antakelig riktig å regne med at det er tidevannet som er den viktigste mekanismen bak vannbevegelsene. Det er ikke foretatt noen observasjoner av tidevannet i Viksefjorden, men opplysninger fra lokalt hold tyder på en tidevannsforskjell mellom høyvann og lavvann på ca. 40 cm. Dette gir et tidevannsvolum i indre fjord på 0,8 mill. m<sup>3</sup>. Av det vannet som blir brakt inn i indre fjord ved stigende tidevann er det grunn til å regne med at noe av det har vært inne i fjorden tidligere. Vannet vasker frem og tilbake over terskelen og blandes litt etter litt opp og føres bort. Dette er et vanlig fenomen, men vanskelig å kvantisere.

Betrakter en det ytre området, bassenget ved stasjon EE-2, viser resultatene at terskelen ved munningen til fjorden i stor grad er bestemmende for forholdene i vannmassene under 8-10 m. Det ser ut til å oppstå stagnasjon også i dette bassenget, men av relativ kort varighet.

Lagdelingsforholdene er fremstilt i figur 20, der tetthetsprofiler for stasjon EF-1 er tegnet opp fra alle toktene. En ser her at vannmassen hele tiden har vært tydelig lagdelt med det lette brakkvannet øverst og tyngre, saltere vann mot bunnen. Den vertikale utbredelsen av sprangsjiktet varierer noe, men beliggenheten er stort sett mellom 5-12 m. Dette lagdelingsforholdet gjelder for hele indre fjord. Ytre fjord er også lagdelt ved de fleste situasjoner.

En ytterligere indikasjon på dårlig utskifting i indre fjord er at vannet der som oftest var gulbrunt, mens fargen alltid var grønn på de ytre stasjonene.

### 2.3 Kjemiske forhold

I Viksefjorden ble det foretatt tokt med prøvetaking for hydrokjemiske analyser fem ganger. Tallmaterialet er gjengitt i appendiks. Etter toktet i november 1971 ble det klart at innholdet av partikulært materiale var så lite at det senere bare ble analysert på tørrstoff og gløderest i prøvene fra 1 m dyp.

Oksygenforholdene er fremstilt ved figurene 21-24. Ved toktet 4/7-1971 var det for indre bassengs vedkommende tilfredsstillende oksygeninnhold i de øvre vannmasser, men dette innholdet avtok sterkt nedover i dypet. Ved ca. 25 m var det oksygensvikt og de underliggende vannmassene råtne. Ved de senere toktene var oksygenforholdene i indre fjord stort sett de samme: vann med innhold av hydrogensulfid under 20-25 m. Sammenliknes fig. 24 med fig. 23, synes de høyere oksygenverdiene i 10-20 m nivået å bekrefte at det i denne perioden har vært en moderat innstrømming, slik som antydnet ved salinitetstallene. Inne i pollen ved stasjon EF-2 er det så grunt at vannmassene har et mer normalt innhold av oksygen. Dog var det ved et tokt 14/11-1971 så lav verdi som 4,6 mg O<sub>2</sub>/l på 8 m dyp.

Når det gjelder næringssaltene, viste disse vanlige verdier for norske kystfarvann. Om våren og sommeren lå overflatekonsentrasjonen av både nitrat og fosfat under påviselighetsnivået ved rutineanalysemetoder, hvilket formodentlig har sammenheng med planktonalgeproduksjonen. På dypere vann var det høyere verdier, spesielt av fosfat i det indre, anaerobe bassenget (fig. 25).

De kjemiske resultatene fra indre basseng indikerer tilnærmet stagnerende forhold i dypvannsmassene. Den sirkulasjon og utskifting som er tilstede i perioder er så liten at den ikke ser ut til å ha avgjørende innflytelse på bunnvannets kjemiske sammensetning og konsentrasjonen av de forskjellige komponenter.

Forskjellen mellom de to vannmasser går frem av fig. 26-27 som omfatter tetthet, oksygen, siktedyp, nitrat, total nitrogen, ortofosfat og total fosfat.

Vannets innhold av suspendert stoff har vært moderat eller lavt på prøvetakingstidspunktene.

## 2.4 Biologiske forhold

Undersøkelsene omfatter registrering av fastsittende algesamfunn på fire stasjoner (fig. 3) og bearbeidelse av et utvalg kvantitative planteplanktonprøver fra de hydrografiske stasjonene.

### 2.4.1 Gruntvannssamfunnene

De biologiske stasjonene B1 og B2 ligger henholdsvis innerst i og ved utløpet av bukten som fører inn til nordre Vaage. Registreringen av arter og dybdegrensener er gjengitt i fig. 28 og 29. Begge stasjonene er bløtbunnslokaliteter med dårlige vekstmuligheter for alger (som stort sett avhenger av fast grunn til feste). Slik bunn ligger imidlertid til rette for frøplanten *Zostera marina* (ålegress), som ble registret på stasjon B1. De eneste observerte alger var løsrevne representanter for brunalgeslekten *Ectocarpus* og rødalgeslekten *Ceramium*. Eksemplarer av benthosalger kan av og til vokse i slike løsrevne bestander, men de nevnte algene var i dårlig forfatning. Dyrelivet ned til ca. 9 m var temmelig sparsomt, men omtrent som man kan vente å finne på slike steder. På begge stasjonene var slange- stjernen *Ophiocomina nigra* mest fremtredende, sammen med spredte forekomster av blåskjell, O-skjell, tunikater (sekkedyr) og sjøpiggevinene *Strongylocentrotus droebachiensis* og *Echinus* sp.

Stasjon B3 ligger nær terskelen ved Straumen. Bunnen besto av fjell, og maksimaldypet var 4 m. De fysiske forholdene er karakterisert ved sterk strøm. Det artsrike samfunnet (fig. 30), tydet på gode forhold for både planter og dyr.

Stasjon B4 ligger i Trøtøy ytterst i fjorden og vender mot SØ. Bunnen på denne stasjonen består av skrånende fjell avsluttet med en loddrett vegg. I de øverste par metrene var det rik vegetasjon og et varierende algesamfunn, som indikerte god vannutskifting og gode vekstbetingelser. Fra 0,5 m under vannlinjen og nedover til ca. 1,5 m var det tett bestand av *Laminaria saccharina* (sukkertare) med mangeartet undervegetasjon. Nedover mot 4 m dyp var det et

fattigere samfunn med dominans av sukkertare, *Laminaria hyperborea* (stortare) og skorpeformede rødalger. Under 4 m var det sparsom eller ingen vegetasjon. En så grundliggende nedre grense for algevekst tyder på at det i hvert fall periodisk er dårlige vekst-vilkår. Det hydrografiske materiale gir ikke tilstrekkelige holde-punkter for å bedømme årsakene til dette.

#### 2.4.2 Plantep plankton

De analyserte prøvene er fra stasjon EE-1 på Sletta og fra stasjon EF-1 inne i fjorden (fig. 3). Resultatet av tellingene er stilt sammen i tabellene 3 og 4. Som nevnt vil plantep planktonsamfunnet variere hurtig både med hensyn til sammensetning og celletetthet. De observerte arter er vanlig forekommende på Vestlandet, og de funne konsentrasjoner av *Coccolithus huxleyi* og *Skeletonema costatum* er heller ikke usedvanlige. Blant de identifiserte arter er det ingen som er spesielt knyttet til næringsrike vannmasser, slik man f.eks. regelmessig finner i Oslofjorden.

Fytoplanktonsamfunnene kan følgende karakteriseres som normale, med tidlig våroppblomstring og vanlige sommer og høstbestander. De foreliggende data gir ikke grunnlag for å si noe ytterligere om tilstanden i det indre basseng i forhold til de ytre deler av fjorden.

#### 2.5 Tilførsler og resipientvurdering

I tabell 5 er det gitt anslag for mengden av organisk stoff, nitrogen og fosfor fra ulike kilder. Det må understrekes at beregningene ikke er eksakte, men hviler på flere forutsetninger og tilnærmelser. De skulle imidlertid gi et skjønn på størrelsesordenen av den totale belastning og den relative betydning av de ulike tilførsler.

Som fellesnevner for nedbrytbart organisk stoff er benyttet BOF (Biokjemisk oksygenforbruk), dvs. forbruket av oksygen ved nedbrytningen av organisk stoff under standard laboratoriebetingelser over en bestemt tid (her 7 dager). For husholdningskloakkvann regner man med at  $BOF_7$  i gjennomsnitt er 75 g oksygen pr. person i døgnet. Døgnbelastningen med plantenæringsstoffer er tilsvarende satt til



Tabell 3. Plantep plankton på stasjon EE-1, Viksefjord.

Antall celler pr. l. Dyp 1 m.

DATO:	4.7.1971	26.2.1972	27.5.1972
TOTALT ANTALL CELLER:	283 000	1 377 200	665 860
HAPTOPHYCEAE			
<i>Anthosphaera robusta</i>	28 000	940	
<i>Coccolithus huxleyi</i>	170 000		64 860
BACILLARIOPHYCEAE			
<i>Chaetoceros calcitrans</i>		940	
<i>lacinosus</i>		1 880	
<i>similis</i>		2 840	
<i>socialis</i>		25 460	
sp	16 000		
<i>subtilis</i>		4 720	
<i>Coscinodiscus</i> sp		400	
<i>Detonula confervacea</i>		64 160	
<i>Leptocylindrus danicus</i>	18 000		10 820
<i>Nitzschia actydrophila</i>		50 940	
<i>Porosira glacialis</i>		3 780	
<i>Rhizosolenia styliformis</i>		600	
<i>Skeletonema costatum</i>		1 200 000	
<i>Thalassiosira decipiens</i>		5 660	
<i>nordenskioldi</i>		8 040	
PRASINOPHYCEAE			
<i>Pyramimonas</i> sp		2 840	140 540
CRYPTOPHYCEAE			
<i>Leucocryptos marina</i>			345 940
DINOPHYCEAE			
<i>Minuscula bipes</i>			1 000
<i>Peridinium pallidum</i>		300	
spp	1 000		21 620
<i>Scrippsiella faeroense</i>	50 000		
CHRYSOPHYCEAE			
<i>Apedinella spinifera</i>			43 240
<i>Kephyrion</i> sp		3 640	
FLAGELLATER indet.		5 660	37 840

Tabell 4. Planteplanton på stasjon EF-1, Viksefjord.

Antall celler pr. l. Dyp 1 m.

DATO:	4.7.1971	14.11.1971	8.4.1972	28.5.1972
TOTALT ANTALL CELLER	91 880	908 130	61 200	2 167 560
HAPTOPHYCEAE				
<i>Anthosphaera robusta</i>				94 600
<i>Coccolithus huxleyi</i>		54 060		1 759 460
spp				164 860
BACILLARIOPHYCEAE				
<i>Chaetoceros affinis</i>			8 000	
<i>curvisetus</i>		43 240		
<i>lacinosus</i>		32 400	1 800	
<i>simplex</i>		16 220		
<i>socialis</i>	5 400			
<i>Nitzschia closterium</i>		5 400	3 600	2 700
<i>Rhizosolenia fragilissima</i>				81 080
<i>Skeletonema costatum</i>		670 270		
<i>Thalassionema nitzschioides</i>		54 060		
<i>Thalassiosira nordenskioldi</i>		21 620		
Div. pennate diatomeer	2 700			
EUGLENOPHYCEAE				
<i>Eutreptiella</i> spp			1 000	
PRASINOPHYCEAE				
<i>Pyraminmonas</i> sp			1 800	
CRYPTOPHYCEAE				
<i>Leucocryptos marina</i>	2 700		1 800	51 260
DINOPHYCEAE				
<i>Gonyaulax</i> sp			1 300	
<i>Gymnodinium elongatum</i>	13 520			
spp	8 100			
<i>Gyrodinium</i> spp				8 100
<i>Minuscula bipes</i>			1 800	5 400
<i>Peridinium pallidum</i>			1 800	
spp			2 700	
<i>Scrippsiella faeroense</i>		10 820	3 600	
CHRYSOPHYCEAE				
<i>Dinobryon</i> sp			9 000	
<i>Ebria tripartita</i>	32 400			
<i>Kephyrion</i> sp	27 020		4 500	
FLAGELLATER indet.			18 000	

12 g nitrogen og 3 g fosfor pr. person. Når det gjelder årlig tilførsel ved avrenning fra ulike typer arealer, er det benyttet følgende beregningsgrunnlag:

Uproduktive områder:		120 kg N og 3,2 kg P pr. km <sup>2</sup>
Skog og myr	:	200 " N og 6,4 " P " "
Dyrket mark	:	1200 " N og 20 " P " "

Ovennevnte tall angir middelveier fra forskjellige områder og hviler på et mindre antall undersøkelser (oppsummert i NIVA 1973, 0-58/70). Avhengig av fjellgrunnens beskaffenhet, jordsmonn, klima, plantedekke, topografi, dyrkingsmåter og gjødslingspraksis vil avrenningsvannets innhold av nitrogen og fosfor være noe forskjellig for ulike nedbørfelt.

Ifølge opplysninger fra Sveio kommune ble det i 1971 produsert 600 tonn silo for i området. For å få et inntrykk av størrelsesordenen av denne forurensningskilde er det antatt forholdsmessig like stor produksjon pr. arealenhet dyrket mark i den delen av nedbørfeltet som sogner til Haugesund kommune. Dette har gitt en årsproduksjon på ca. 2.600 tonn silo for i året. For å få et sammenlikningsgrunnlag er avløpet fra siloanlegg fordelt over året, og det er videre regnet med at 1 liter press-saft tilsvarer et oksygenforbruk på 50 g som BOF<sub>7</sub>.

Tabell 5. Årlig tilførsel av organisk stoff, nitrogen og fosfor i nedbørfeltet til Viksefjord.

Kilde	BOF <sub>7</sub> , kg/år	Nitrogen, kg/år	Fosfor, kg/år
Uproduktive områder		3.900	100
Skog og myr		450	15
Dyrket mark		7.800	130
Befolkning	18.000	2.800	700
Siloanlegg	30.000	1.200	300
Totalt	48.000	16.150	1.245

Når disse tallene vurderes, er det flere faktorer som må tas i betraktning. For organisk stoff er det viktig å erindre at det ikke dreier seg om direkte utslipp. Både silosaft og husholdningsavløp ledes delvis i grunnen først, slik at noe av nedbrytningen foregår her. Graden av beskyttelse som dette representerer, lar seg vanskelig beregne. Et annet moment er tilførselen av humusstoffer fra nedbørfeltet. Mengden av slike forbindelser vil være betydelig, men materialet er vesentlig tyngre nedbrytbart og lar seg derfor ikke umiddelbart sammenlikne med avløpet fra husholdninger og siloanlegg. Som en siste belastningsfaktor kan nevnes egenproduksjonen av organisk stoff i fjorden, vesentlig ved planktonalger. En skjønnmessig vurdering av alle disse forhold tilsier at den direkte påvirkning med organisk stoff fra menneskeidirigerte aktiviteter er moderat og ikke av utslagsgivende betydning for fjordens tilstand.

Med hensyn til plantenæringsstoffene nitrogen og fosfor, er forholdene noe forskjellige. Mens nitrat lett vaskes ut, bindes fosfat i stor grad til jordpartiklene. Erfaringer fra andre områder tyder imidlertid på at tilførsel av fosfor fra jordbruksarealer kan være større enn man tidligere har antatt. Gjødsling på frossen eller snødekt mark og transport med erosjonsmateriale er spesielt viktige faktorer i denne sammenheng. Selv om forholdet er komplisert, synes det for praktiske formål riktig å regne med at det vesentlige av næringssalter som tilføres nedslagsområdet på sikt vil havne i fjorden. For Viksefjorden resulterer en slik maksimalbetraktning likevel i tilførsler som må ansees som moderate sammenliknet med høyt belastede fjordområder som f.eks. Oslofjorden eller Frierfjorden.

Når det likevel bør utvises varsomhet med utledning av avløpsvann til Viksefjorden, har dette sammenheng med de naturgitte forhold. Gjennom undersøkelsesperioden er det ikke registrert innstrømming annet enn i mindre volumer. Disse har ikke hatt vesentlig innflytelse på forholdene i dypvannet (under 20-25 meter) i indre basseng. Det fremkommer som en rimelig antakelse at terskelen ved Straumen forårsaker permanent anaerobe forhold i indre fjords dypvann.

De biologiske undersøkelser har ikke avslørt tydelige forurensnings-effekter. Den fattige algevegetasjonen på enkelte av stasjonene forklares best ut fra bunnens beskaffenhet, ved siden av en viss brakkvannspåvirkning og redusert lystilgang i de indre deler av fjorden.

Selv om de råtne vannmasser overveiende er betinget av naturgitte omstendigheter, vil utbredelsen av dem kunne øke hvis fjorden tilføres organisk stoff og næringssalter utover dagens nivå. Om det derfor er ønskelig å bevare Viksefjorden i sin nåværende tilstand, vil dette best kunne sikres ved å unngå direkte utslipp av avløpsvann innenfor terskelen ved Straumen eller i tilløpene til denne del av fjorden. Ved eventuelt utslipp bør avløpsvannets innhold av organisk stoff og næringssalter reduseres gjennom rensetekniske tiltak. Utover fjerning av partikkelmateriale, er det et usikkert grunnlag for å anbefale bestemte rensemetoder frem for andre. Det er f.eks. uvisst om og i tilfelle hvilket av plantenæringsstoffene nitrogen og fosfor som er primært begrensende for algevekst. Begge er således funnet i lave konsentrasjoner i overflaten under vekstsesongen. Dette antyder likevel muligheten av at fjerning av næringssalter er viktigere enn å få redusert den primære belastning med organisk stoff.

## 2.6 Sammendrag og konklusjoner

- I De hydrografiske undersøkelser har vist at terskelen ved Straumen er av utslagsgivende betydning for dypvannskvaliteten i indre del av Viksefjorden. I løpet av undersøkelsesperioden på ett år har det her ikke funnet sted noen vesentlig fornyelse av vannet under 20-25 m. Det er sannsynlig at dette dypvannet har mer eller mindre permanent oksygenfri karakter.
- II Ingen bestemte forurensningsvirkninger er påvist ved studiene av vannkvalitet, planteplankton, fastsittende algevegetasjon og gruntvannsfauna. De forskjeller som er registrert mellom indre og ytre deler av fjorden synes best å kunne forklares ved en kombinasjon av flere naturlige faktorer: brakkvannspåvirkning, tilførsel av partikulært materiale fra land,

undersøkelsenes generelle karakter kan man ikke se bort fra eksistensen av mulige lokale forurensningseffekter.

- III Resultatene av anslagsvise tilførselsberegninger har vist at Viksefjorden er moderat eller lavt belastet med organisk stoff og plantenæringsstoffene fosfor og nitrogen.
- IV Den grunne terkelen og det smale innløpet gjør at fjorden må regnes som en ømfintlig resipient. Hvis man ønsker å bevare den nåværende tilstand, bør utslipp av avløpsvann direkte i fjorden eller dens tilløp unngås; eventuelt bør avløpsvannet renses.

## 2.7 Referanser

Norsk institutt for vannforskning 1973: O-58/70. Resipientundersøkelse av Trondheimsfjorden. Kartlegging og måling av avrenning og utslipp av forurensninger til fjorden. Stensilert konsept, 93 s. (saksbehandler Sten Ulrik Heines).

Norges vassdrag- og elektrisitetvesen 1958: Hydrologiske undersøkelser i Norge. 236 s. + 54 fig., Oslo.

Fig. 1 Nord - Rogalands fjordområder

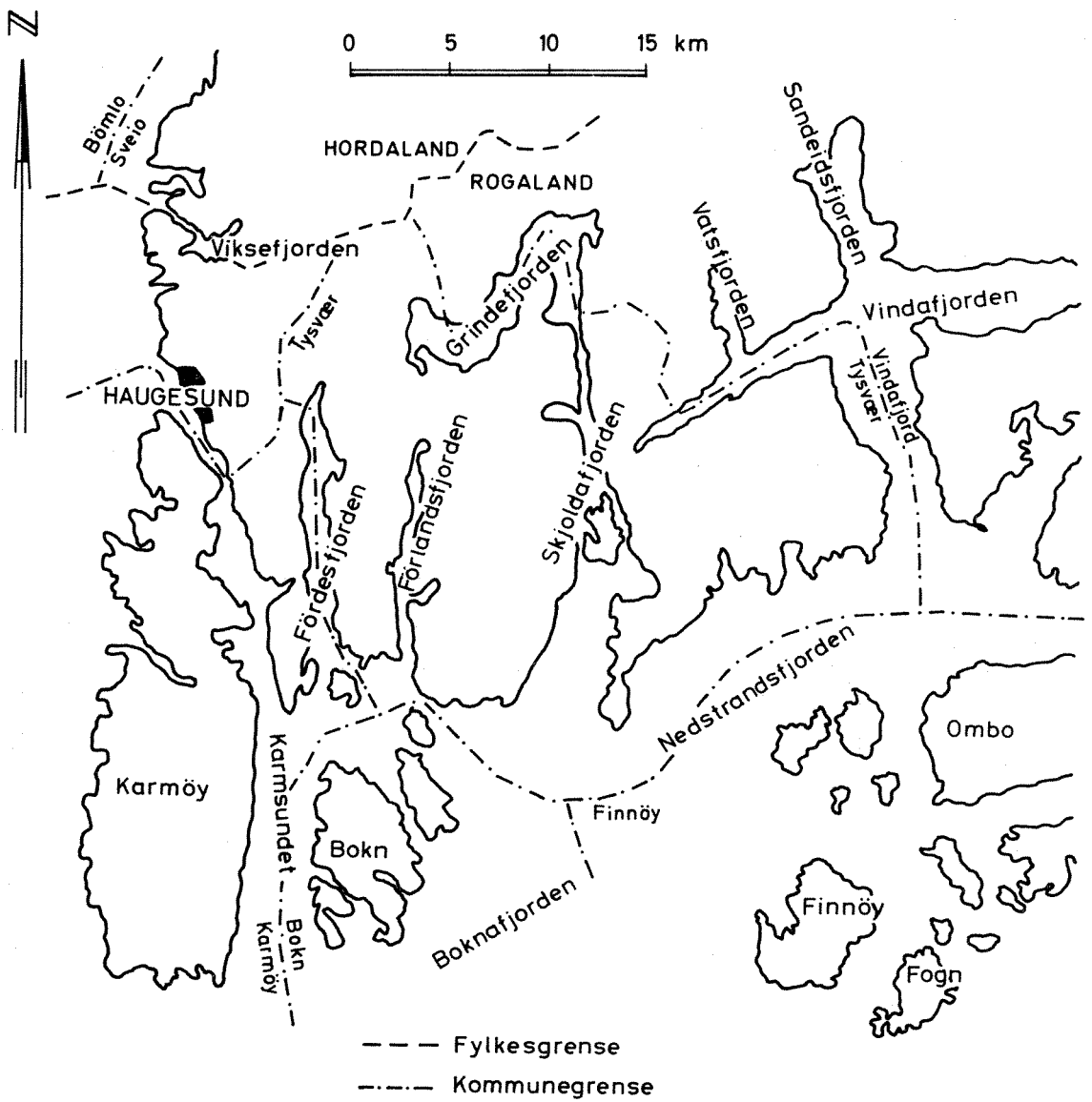


Fig. 2

Dybde, areal og volum i Viksefjorden innenfor terskel

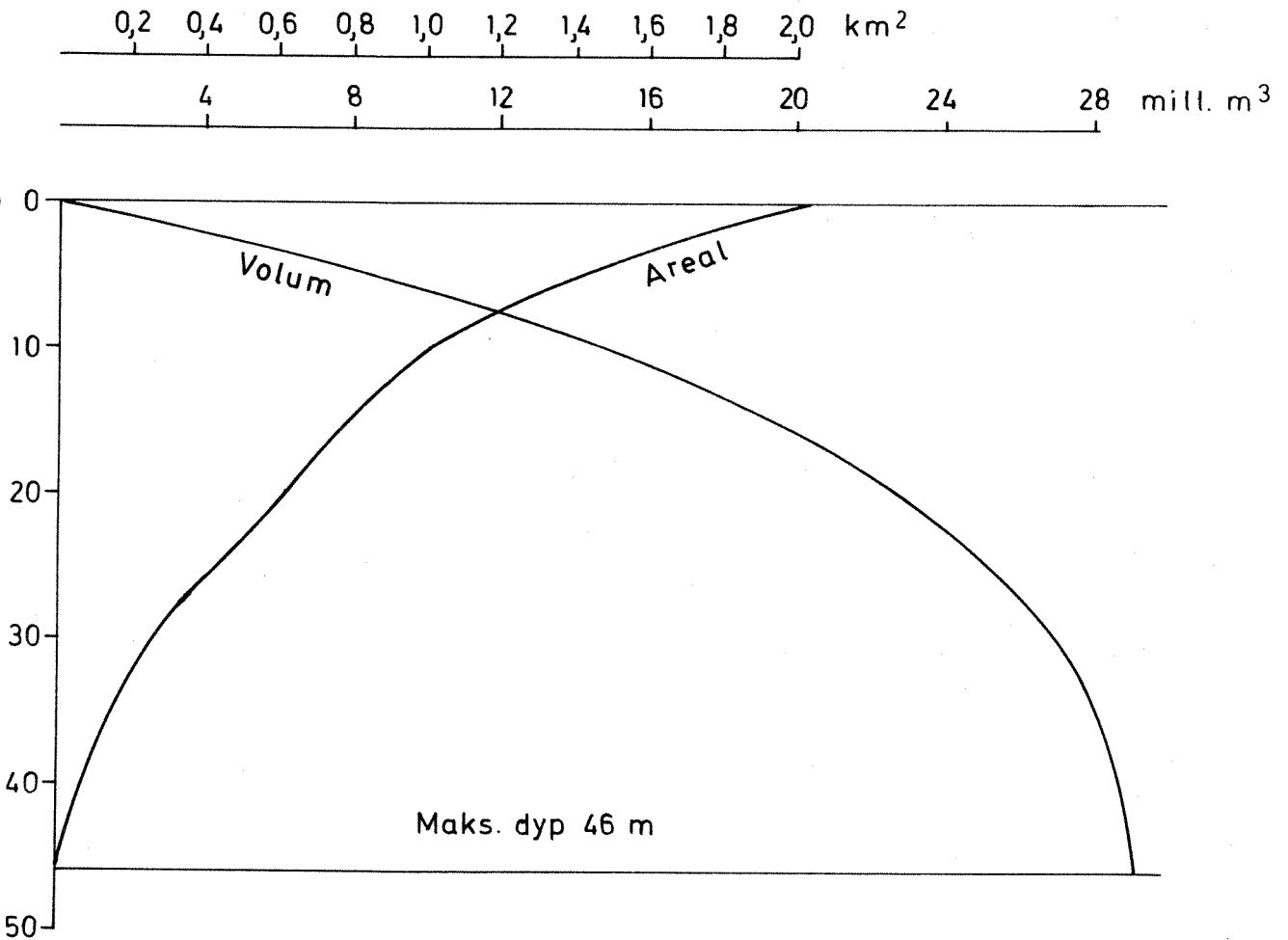




FIG. 3  
MÅLESTASJONER  
VIKSEFJORD

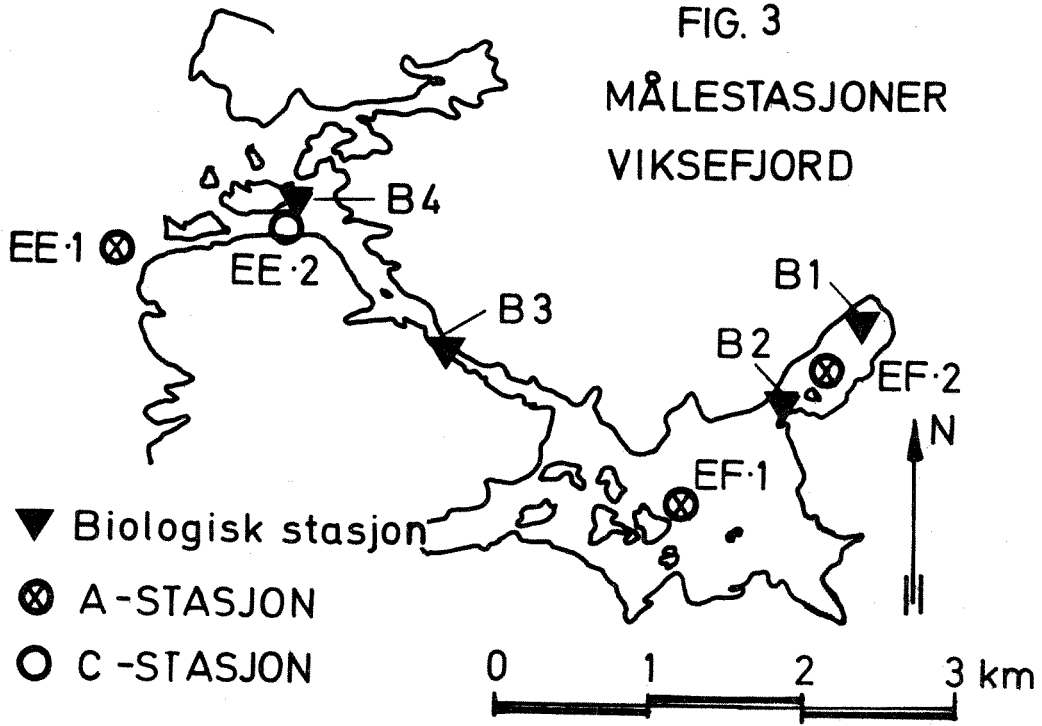


Fig. 4 Vertikalt dybdesnitt — Viksefjorden — Langsgående hovedsnitt. Salinitet 4.7.1971

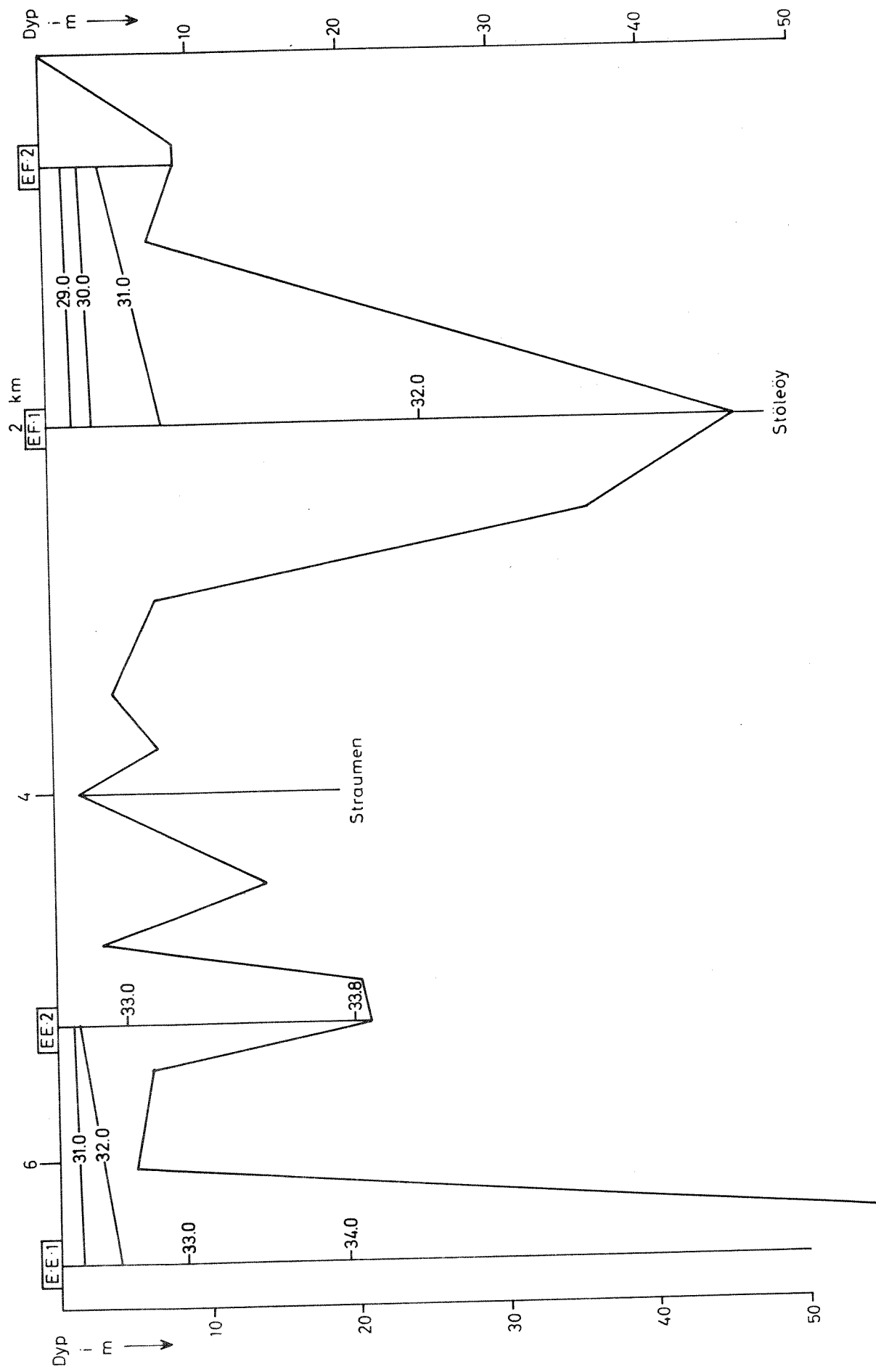


Fig. 5 Vertikalt dybdesnitt — Viksefjorden — Langsgående hovedsnitt. Tetthet 4.7. 1971

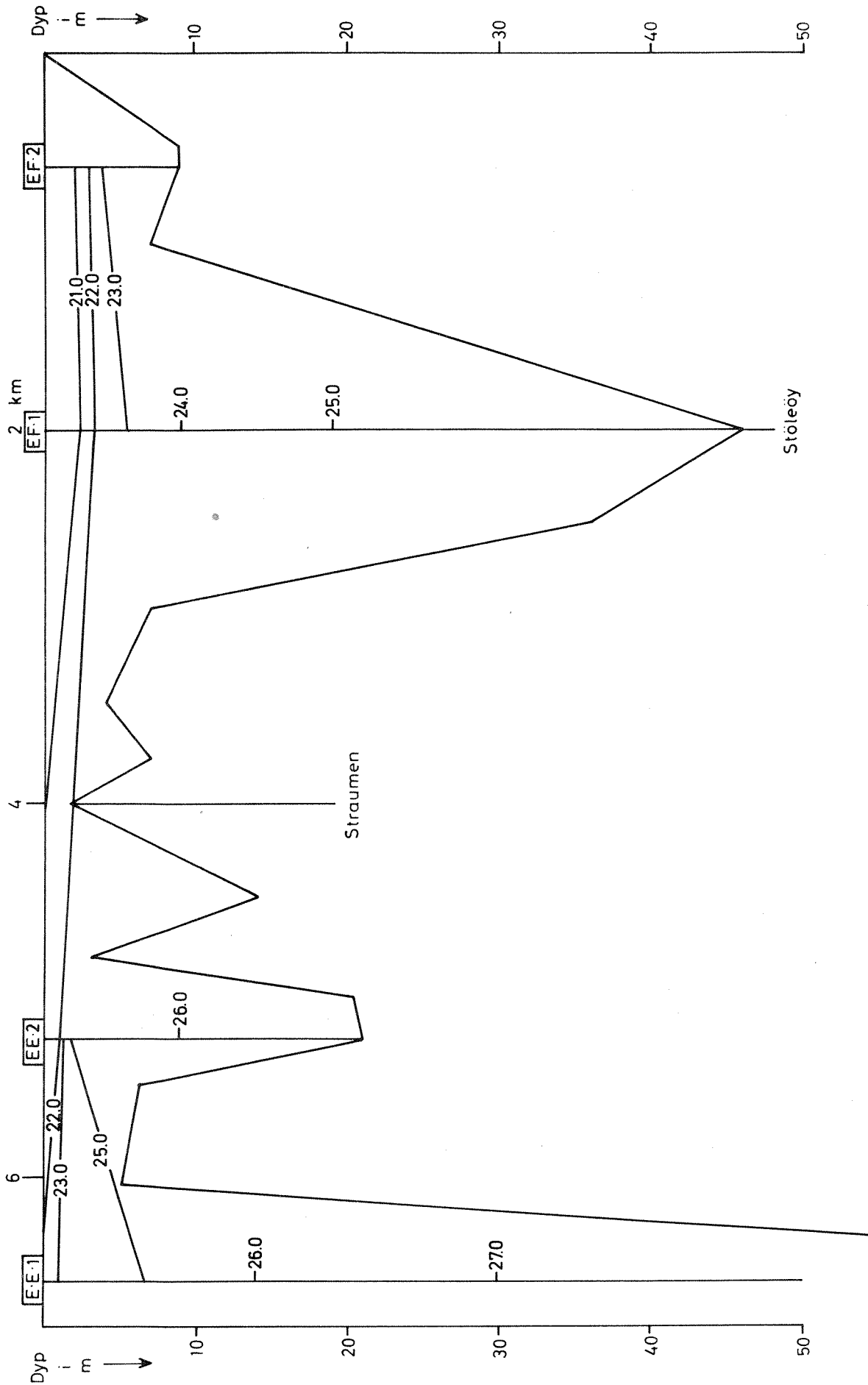


Fig. 6 Vertikalt dybdesnitt — Viksefjorden — Langsgående hovedsnitt. Salinitet 14.11.1971

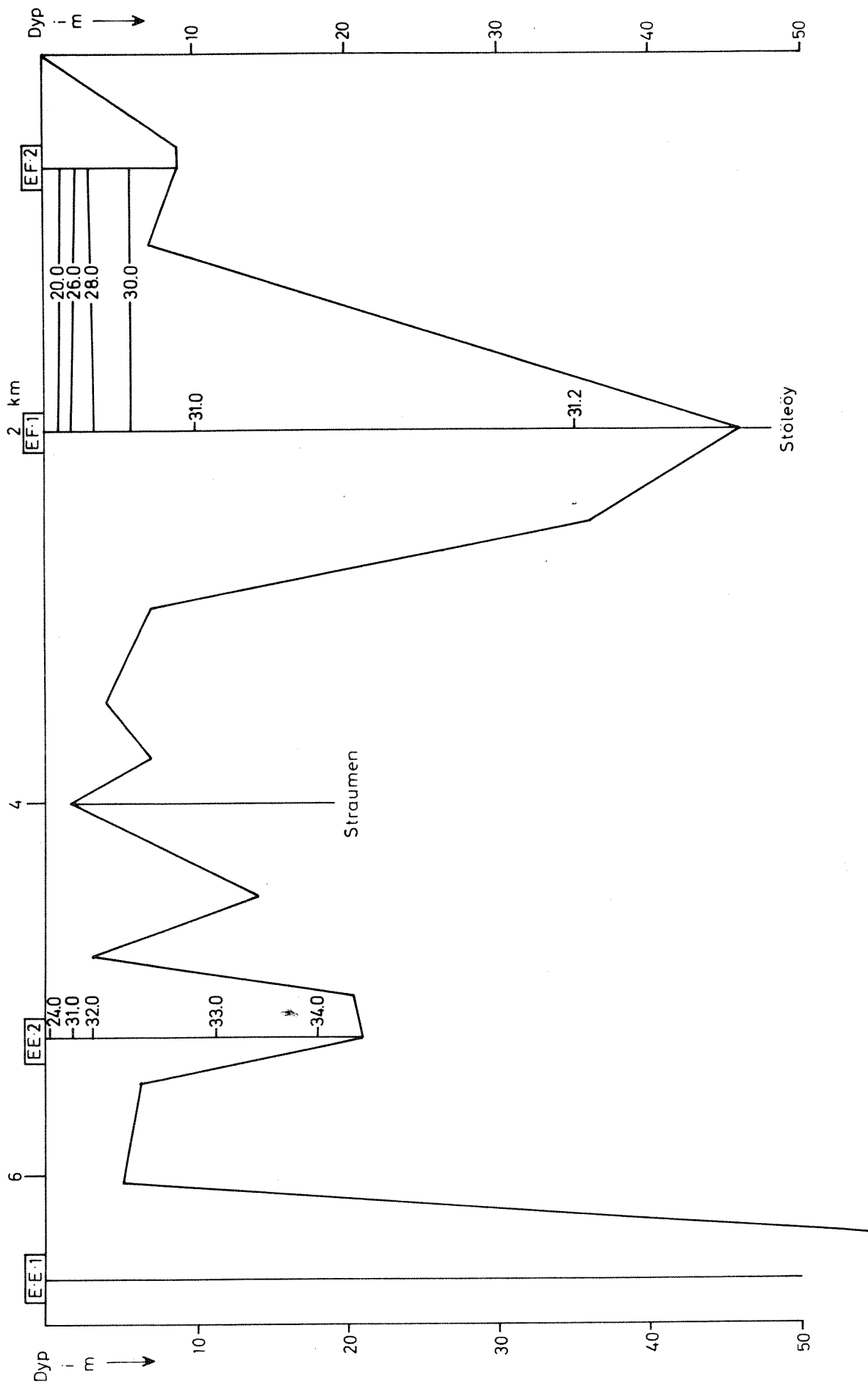


Fig. 7 Vertikalt dybdesnitt — Viksefjorden — Langsgående hovedsnitt. Tetthet 14.11. 1971

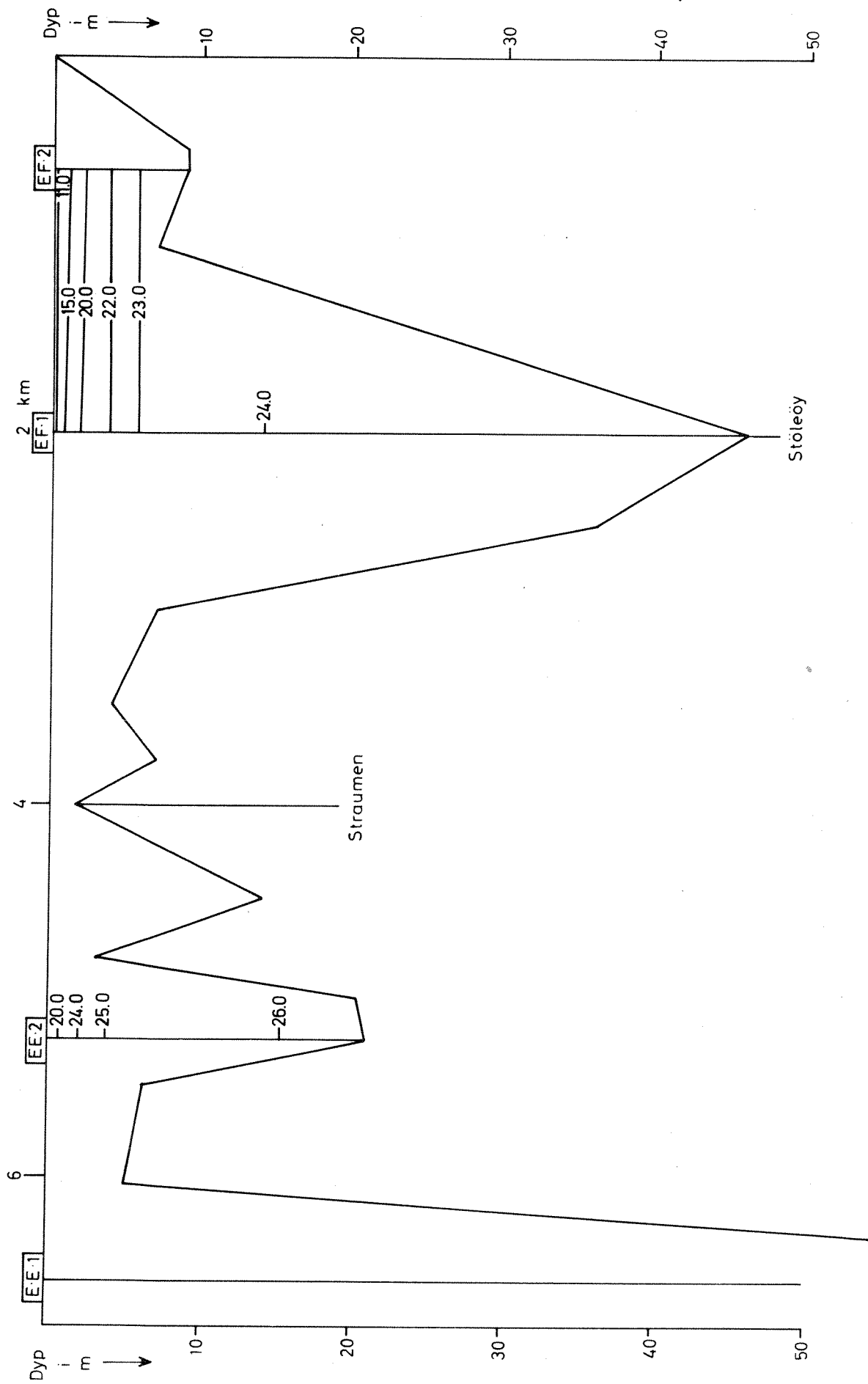


Fig. 8 Vertikalt dybdesnitt — Viksefjorden — Langsgående hovedsnitt Salinitet 26.2.1972

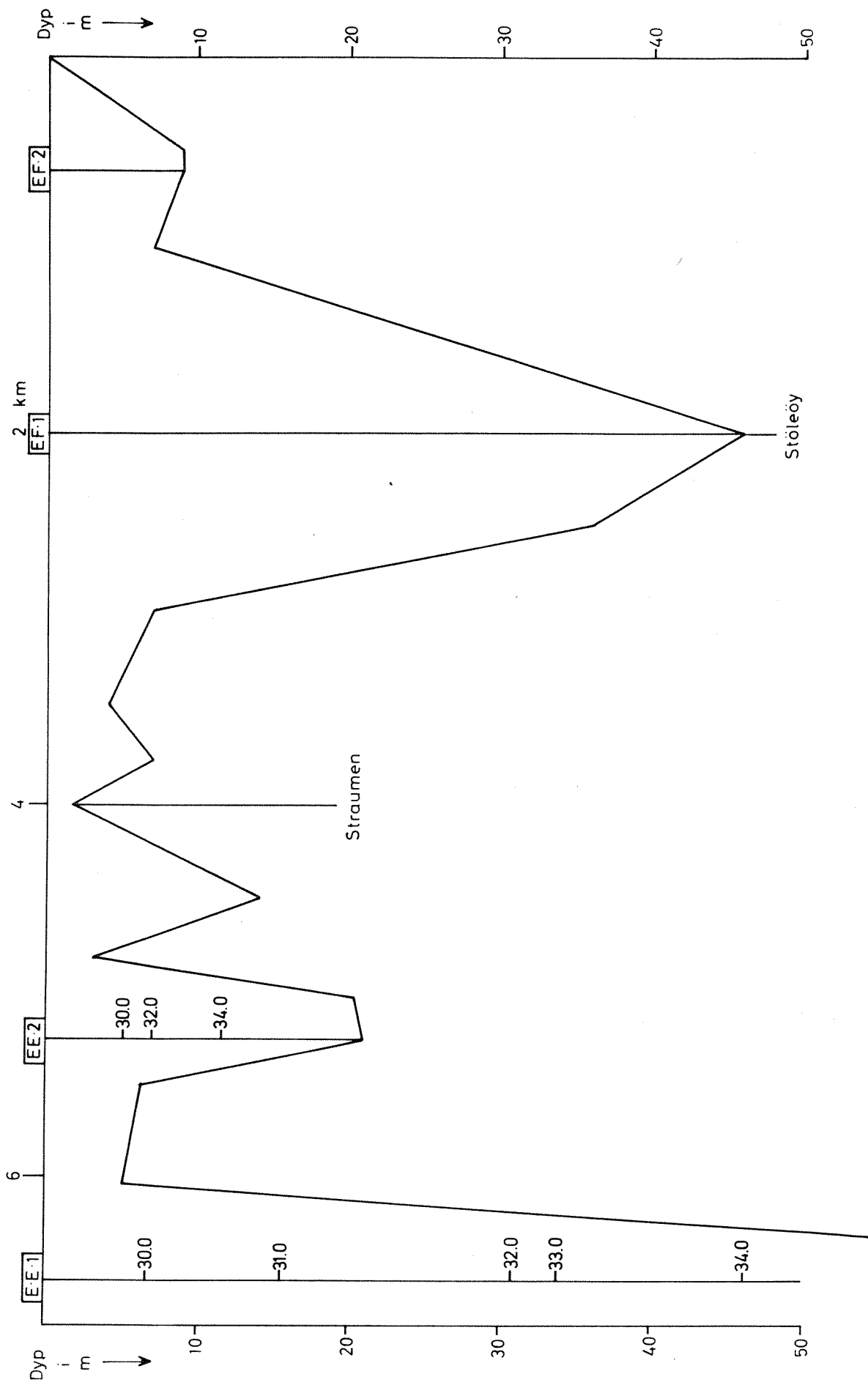


Fig. 9 Vertikalt dybdesnitt — Viksefjorden — Langsgående hovedsnitt. Tetthet 26.2.1972

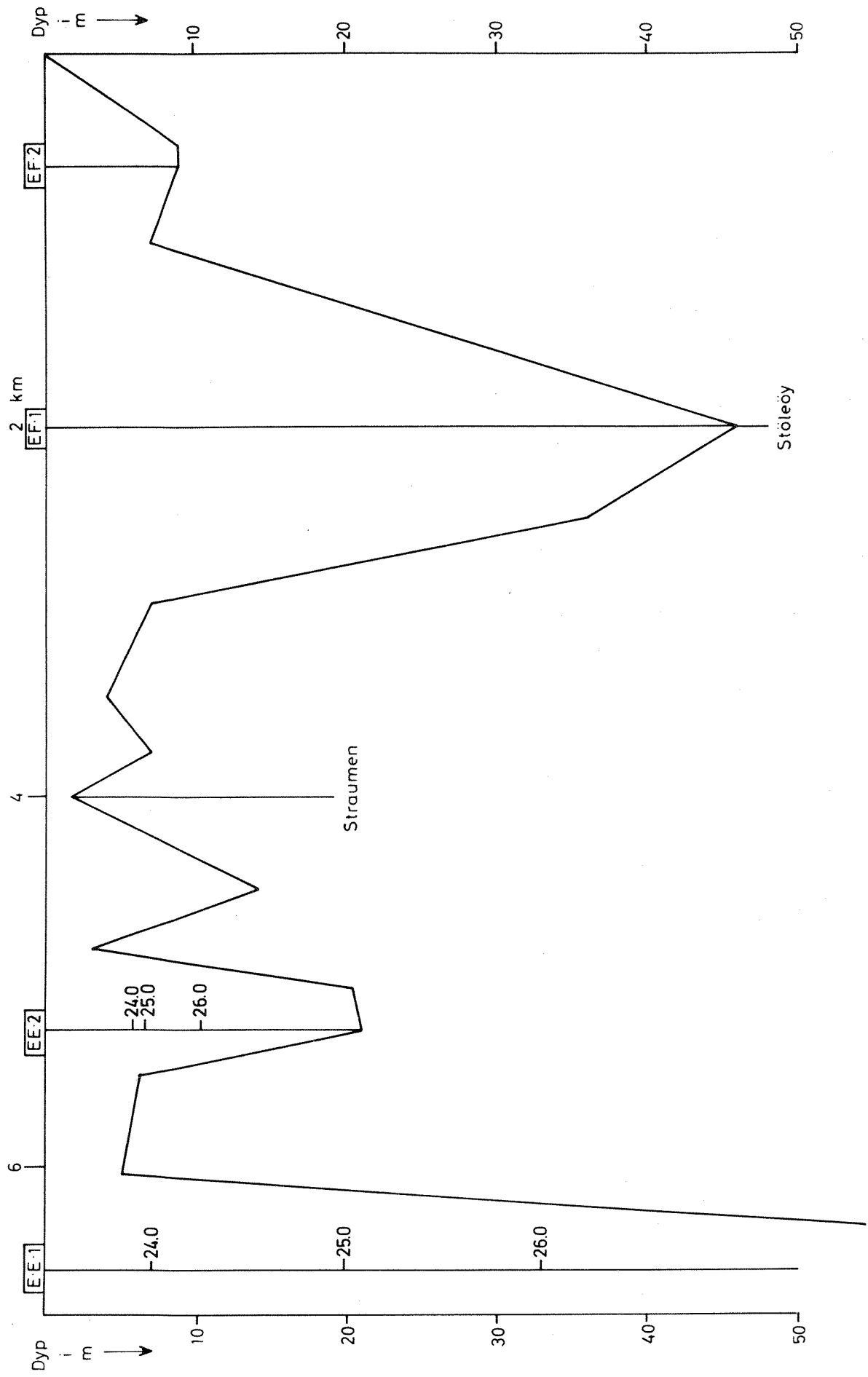


Fig. 10 Vertikalt dybdesnitt — Viksefjorden — Langsgående hovedsnitt. Salinitet 28.3.1972

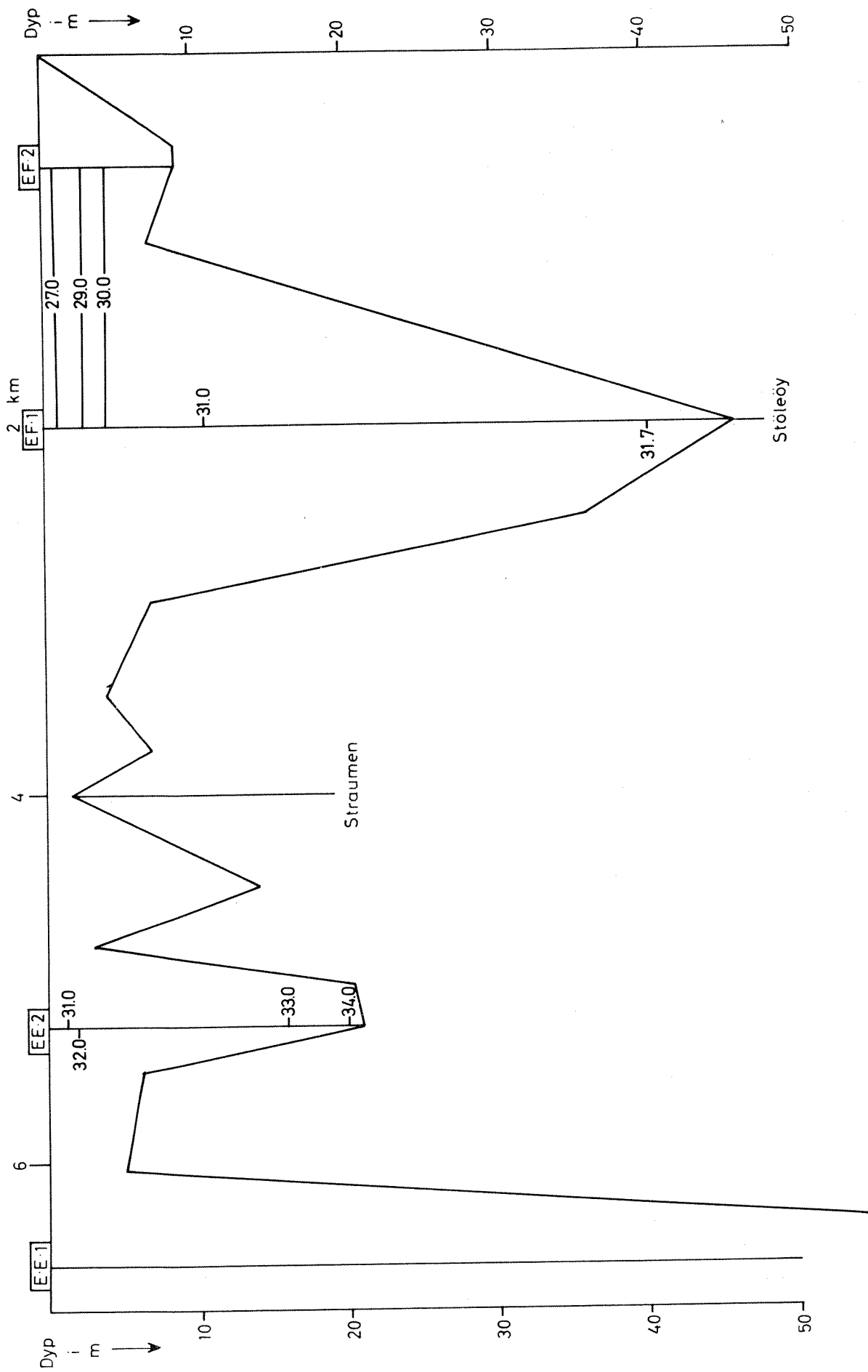




Fig. 11 Vertikalt dybdesnitt — Viksefjorden — Langsgående hovedsnitt. Tetthet 28.3.1972

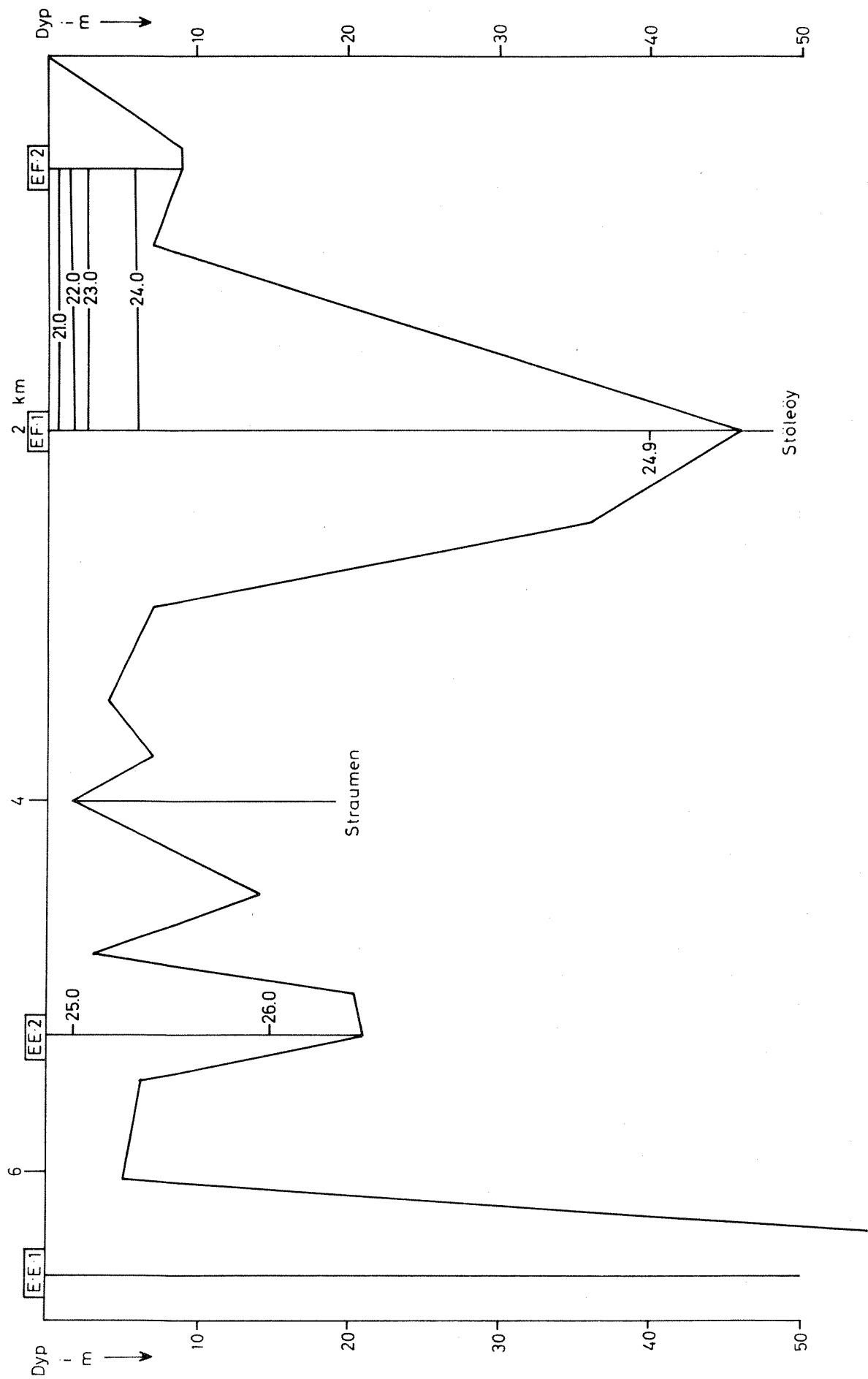


Fig. 12. Vertikalt dybdesnitt — Viksefjorden — Langsgående hovedsnitt. Salinitet 8.4.1972

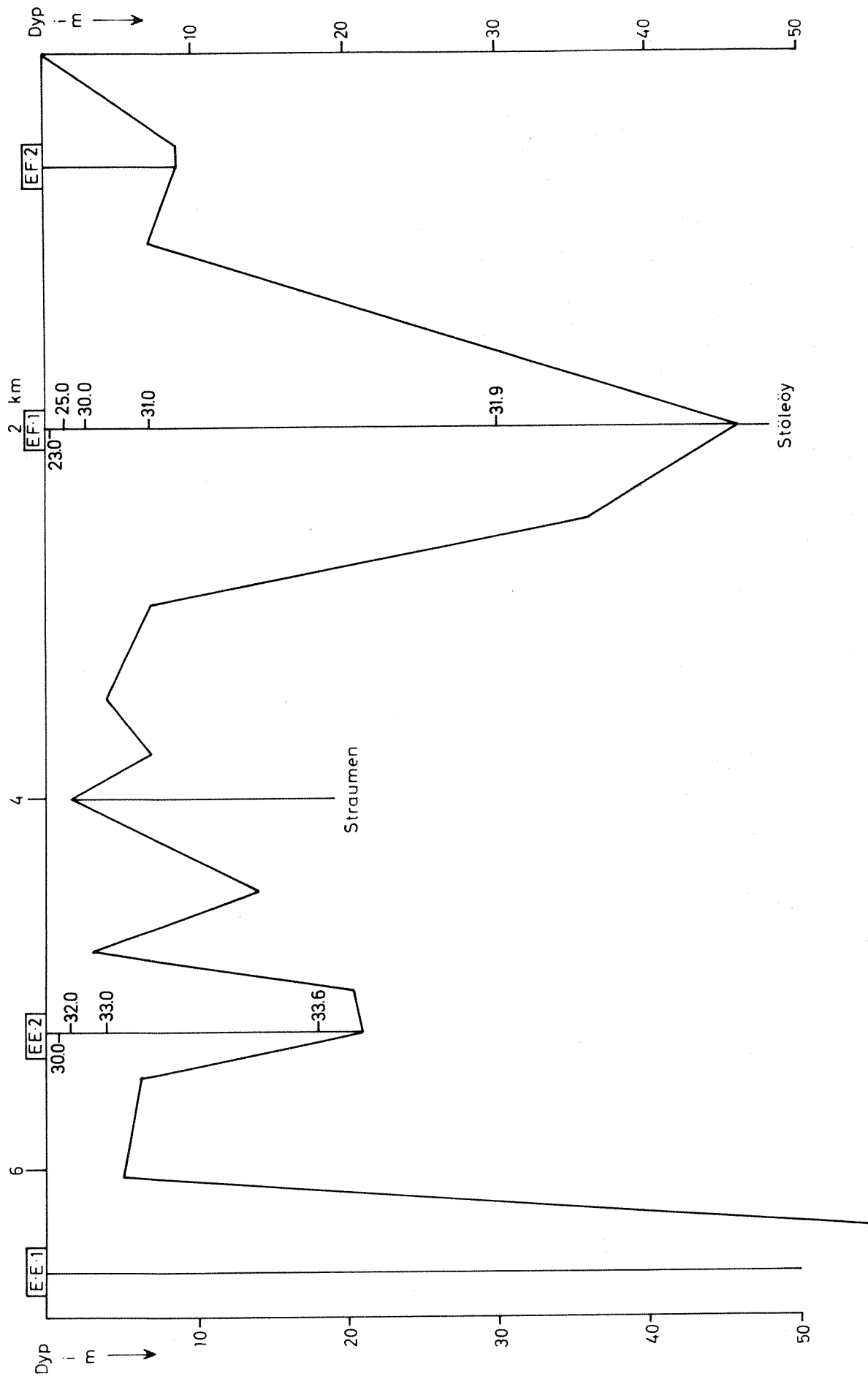


Fig. 13 Vertikalt dybdesnitt — Viksefjorden — Langsgående hovedsnitt. Tetthet 8.4. 1972

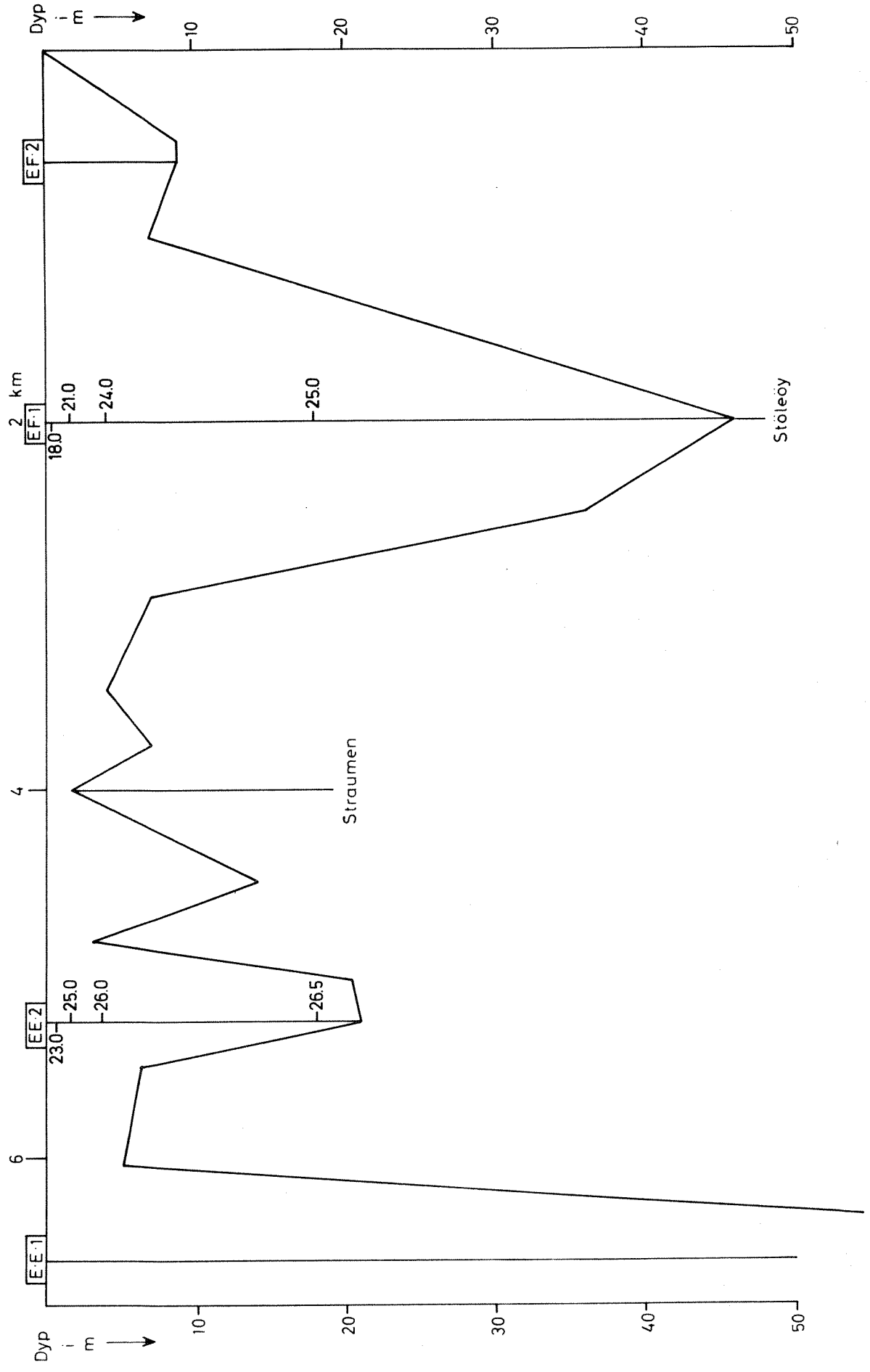


Fig. 14 Vertikalt dybdesnitt — Viksefjorden — Langsgående hovedsnitt. Salinitet 28.4. 1972

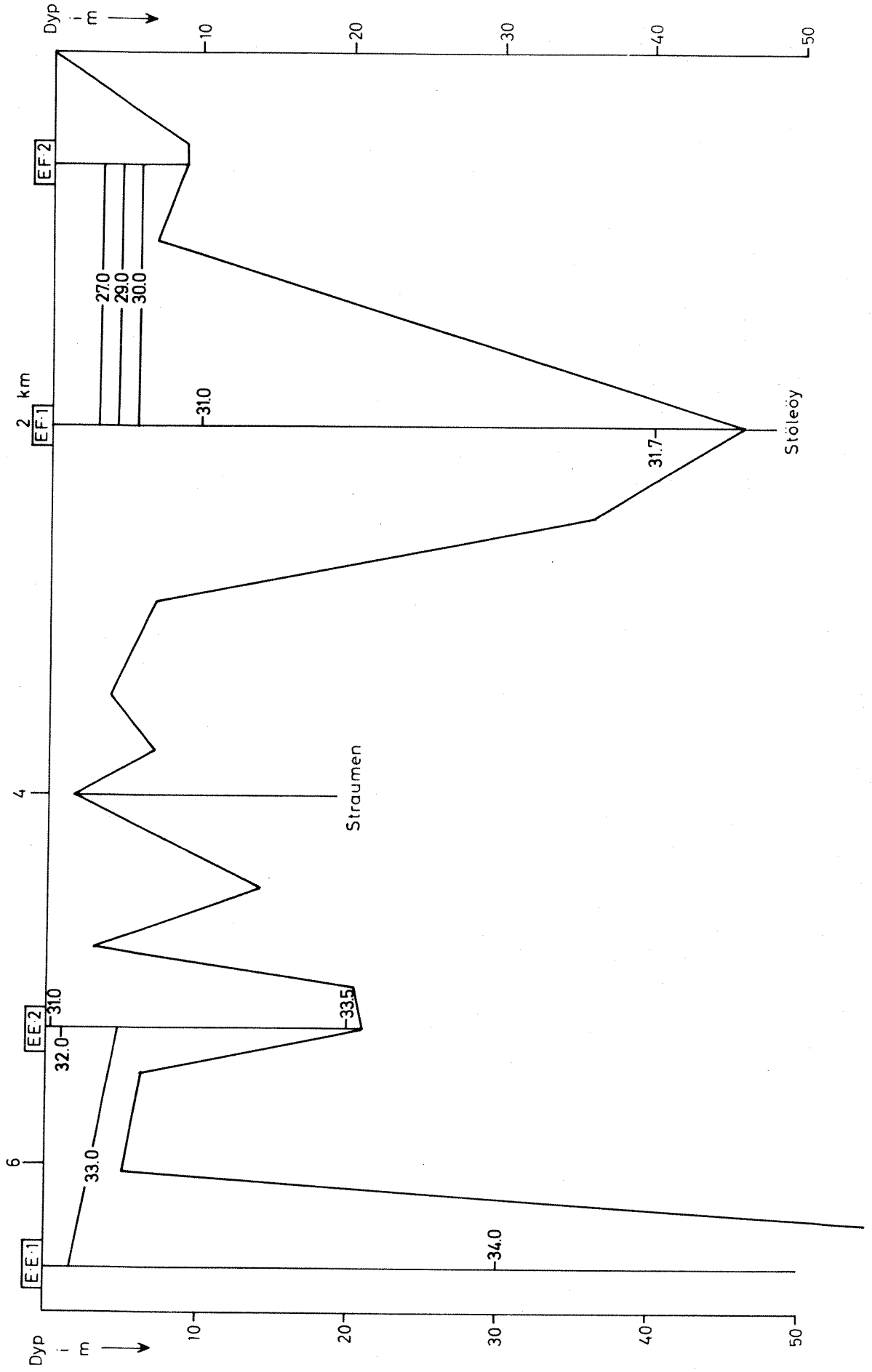


Fig. 15 Vertikalt dybdesnitt — Viksefjorden — Langsgående hovedsnitt. Tetthet 28.4.1972

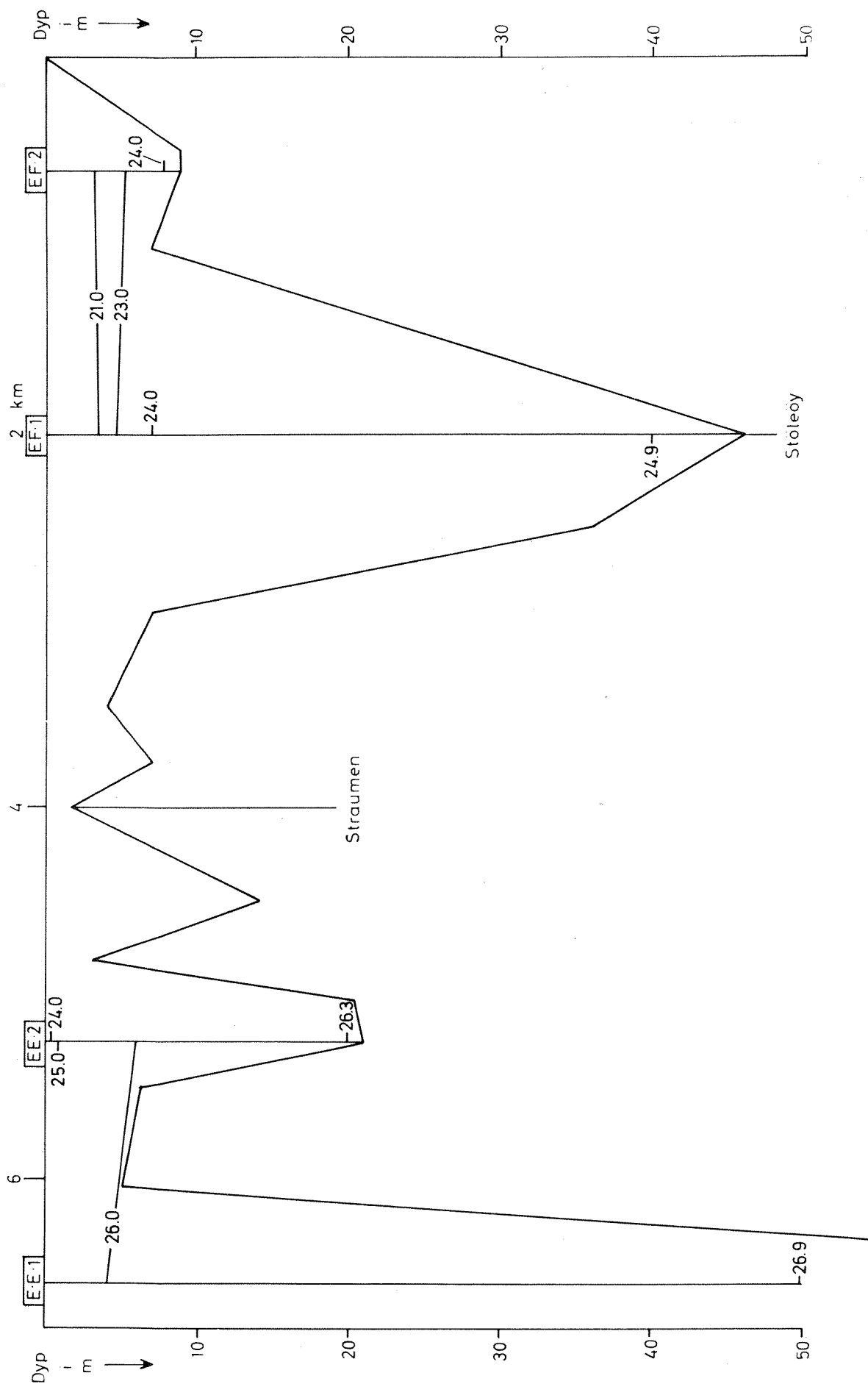


Fig. 16 Vertikalt dybdesnitt — Viksefjorden — Langsgående hovedsnitt. Salinitet 27.5., 31.5. 1972

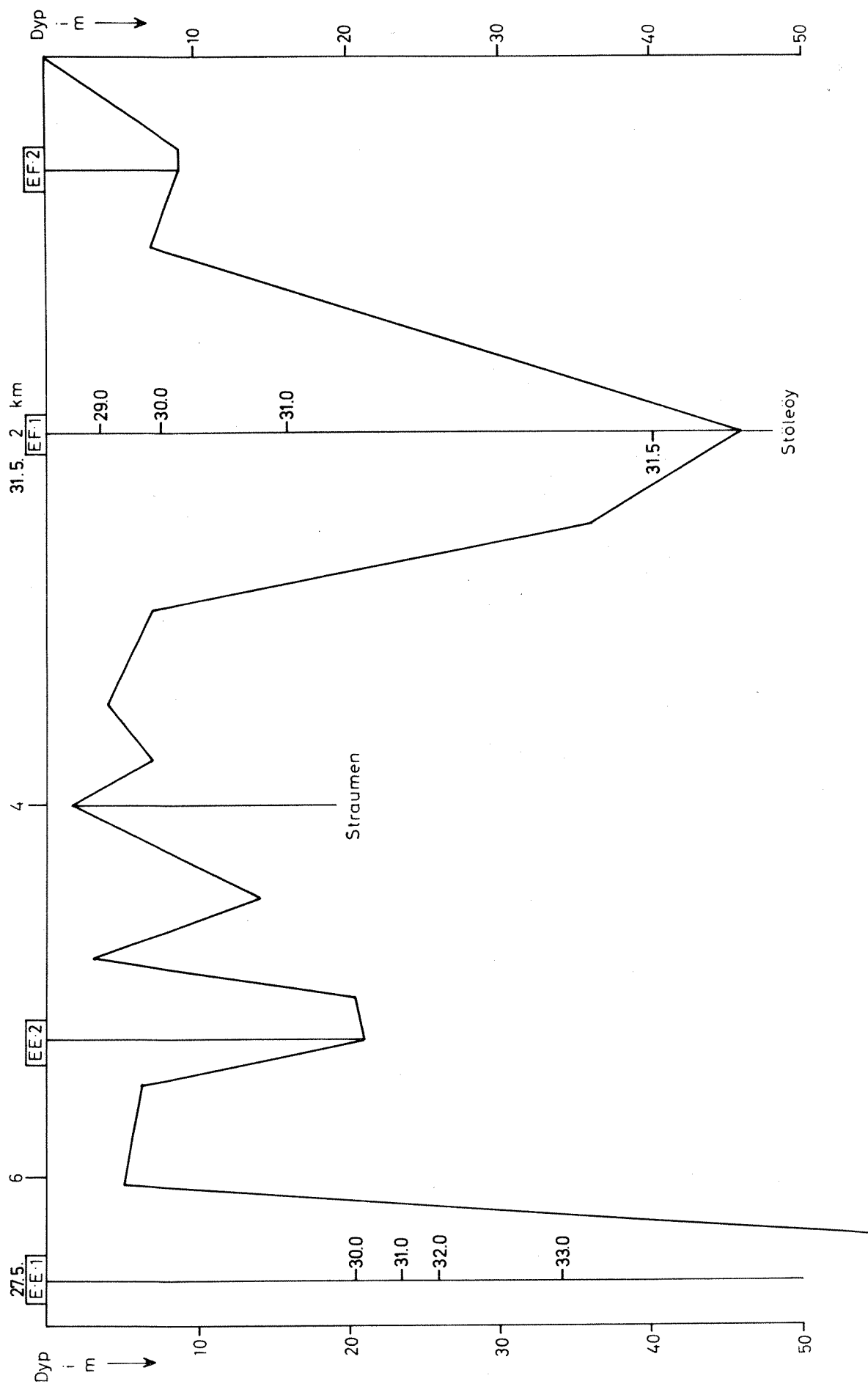


Fig. 17 Vertikalt dybdesnitt — Viksefjorden — Langsgående hovedsnitt. Tetthet 27.5., 31.5. 1972

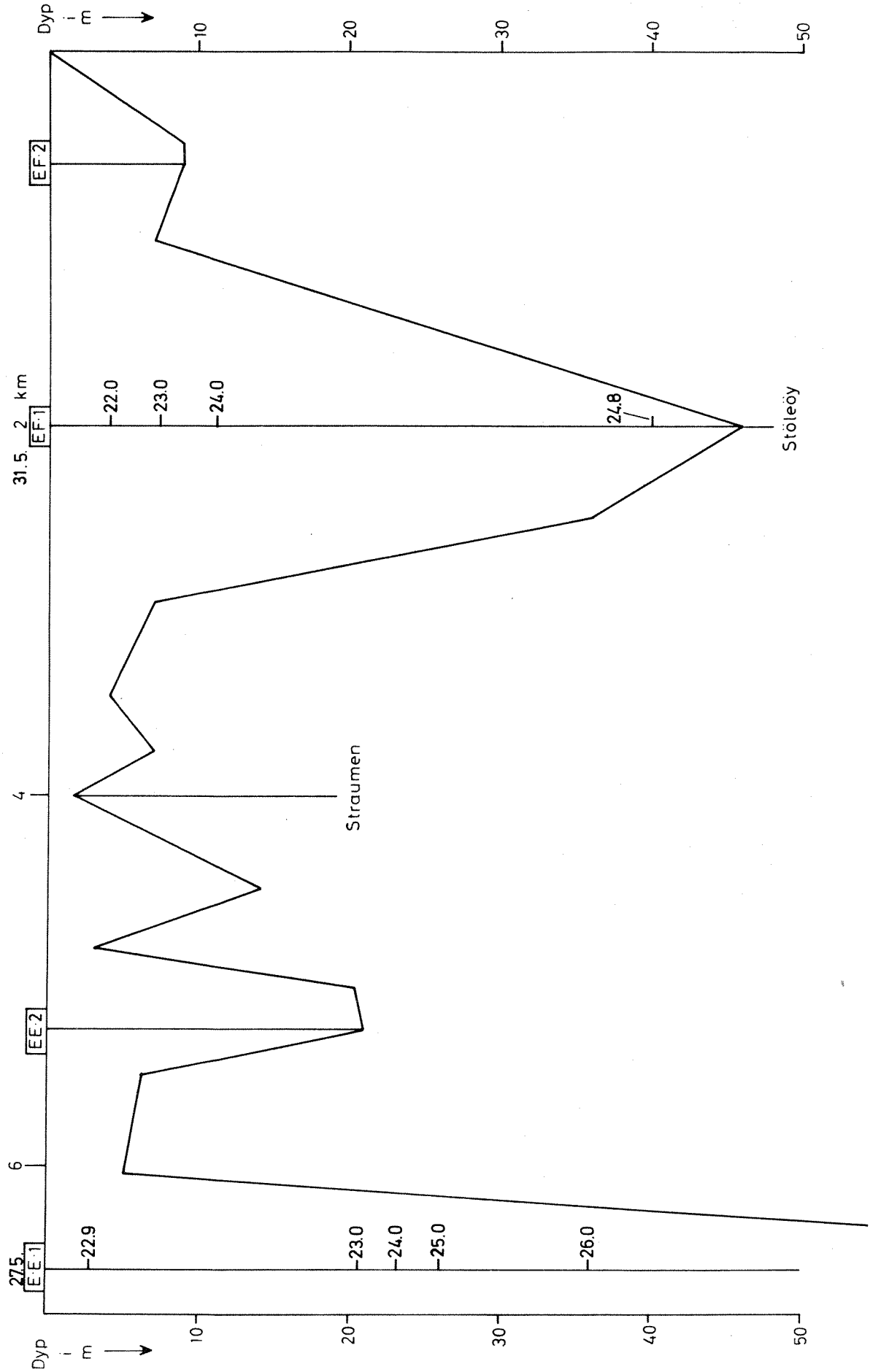


Fig. 18 Vertikalt dybdesnitt — Viksefjorden — Langsgående hovedsnitt. Salinitet 19.7. 1972

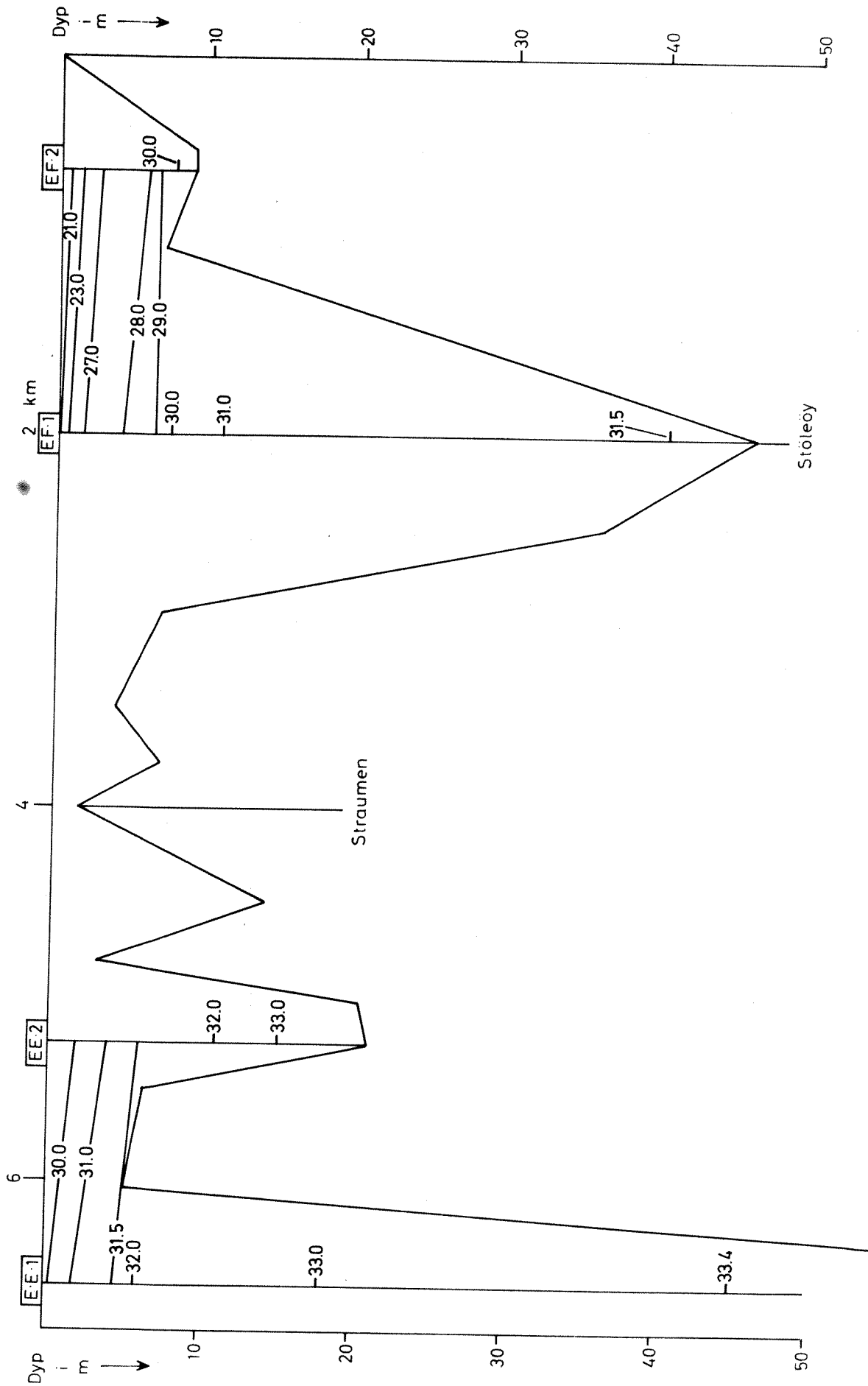
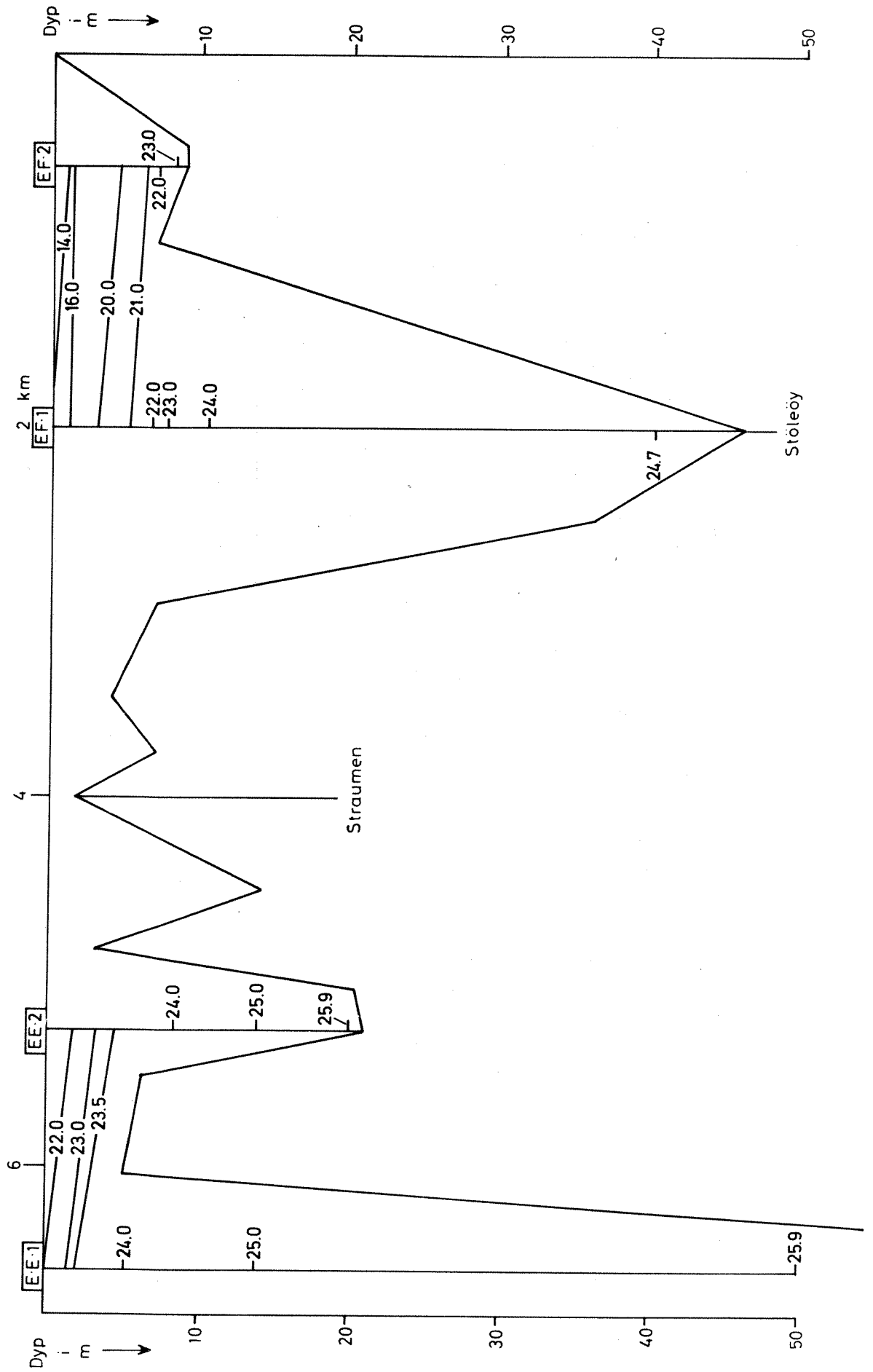
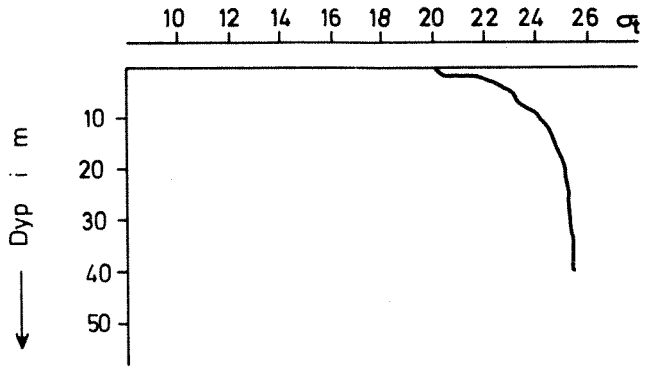




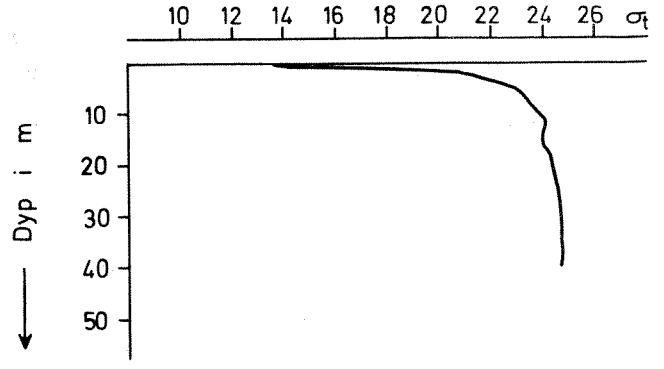
Fig. 19 Vertikalt dybdesnitt — Viksefjorden — Langsgående hovedsnitt. Tetthet 19.7.1972



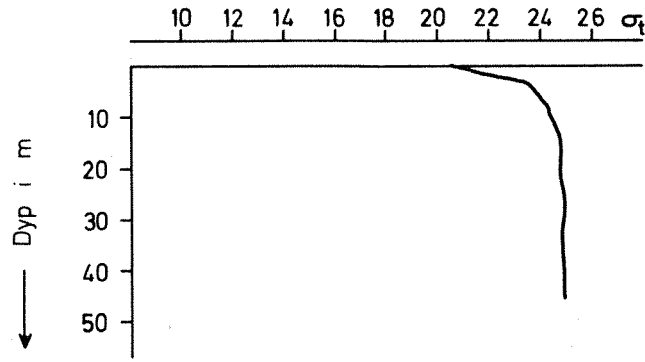
4/7-1971



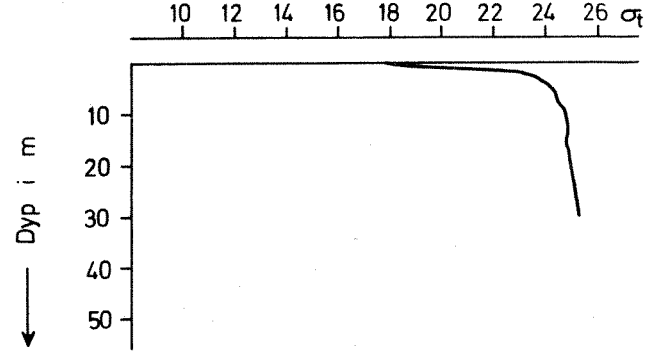
14/11 1971



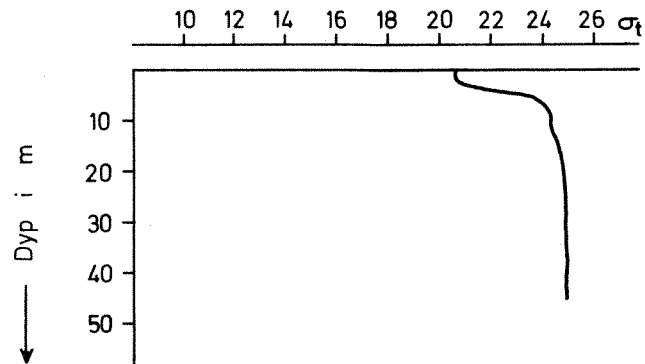
28/3 1972



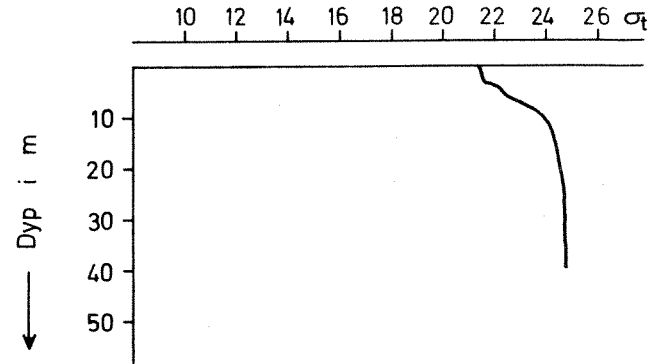
8/4 1972



28/4 1972



31/5 1972



19/7 1972

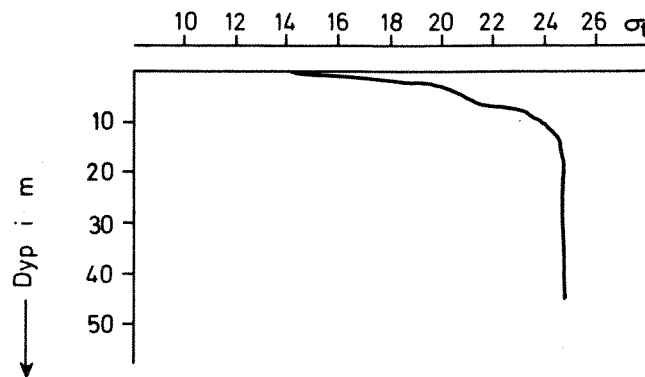
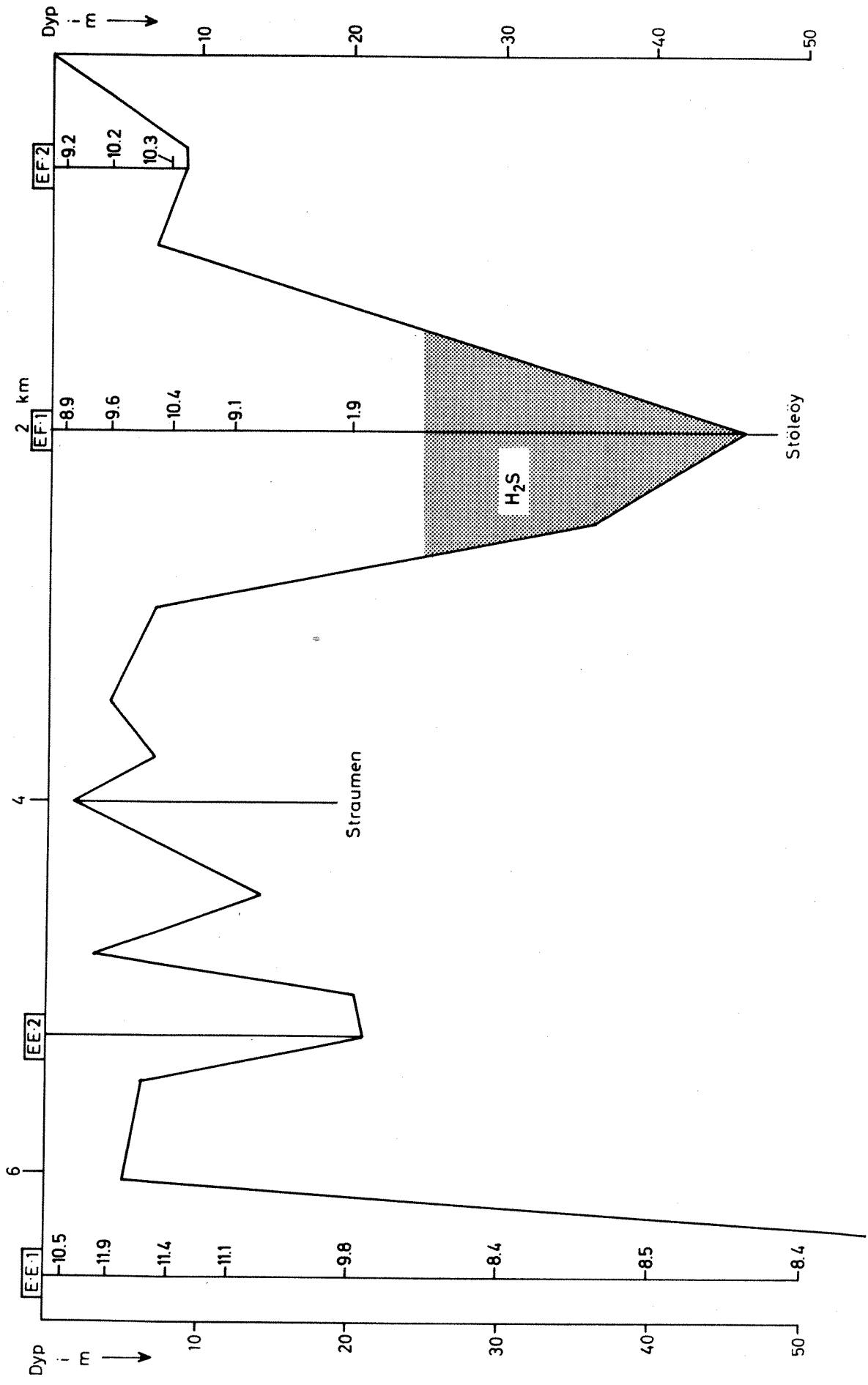


Fig. 20

Tetthetsprofiler ( $\sigma_t$ ), Viksefjorden stasjon EF-1

Fig. 21 Vertikalt dybdesnitt — Viksefjorden — Langsgående hovedsnitt. Oksygen 4.7.1971



Vertikalt dybdesnitt — Viksetjorden — Langsgaende hovedsnitt, Oksygen 14.11.1971

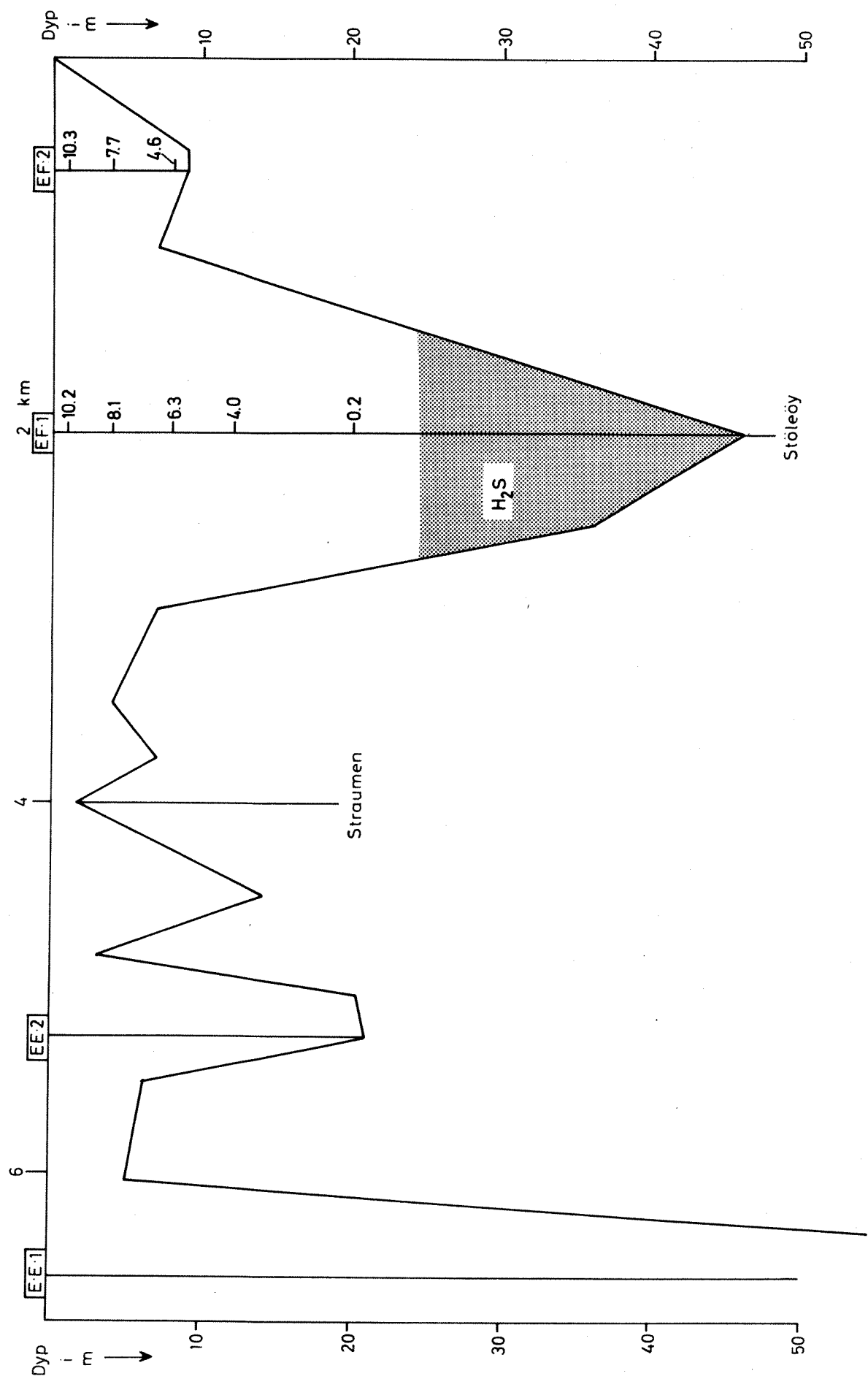


Fig. 23 Vertikalt dybdesnitt — Viksefjorden — Langsgående hovedsnitt. Oksygen 8.4. 1972

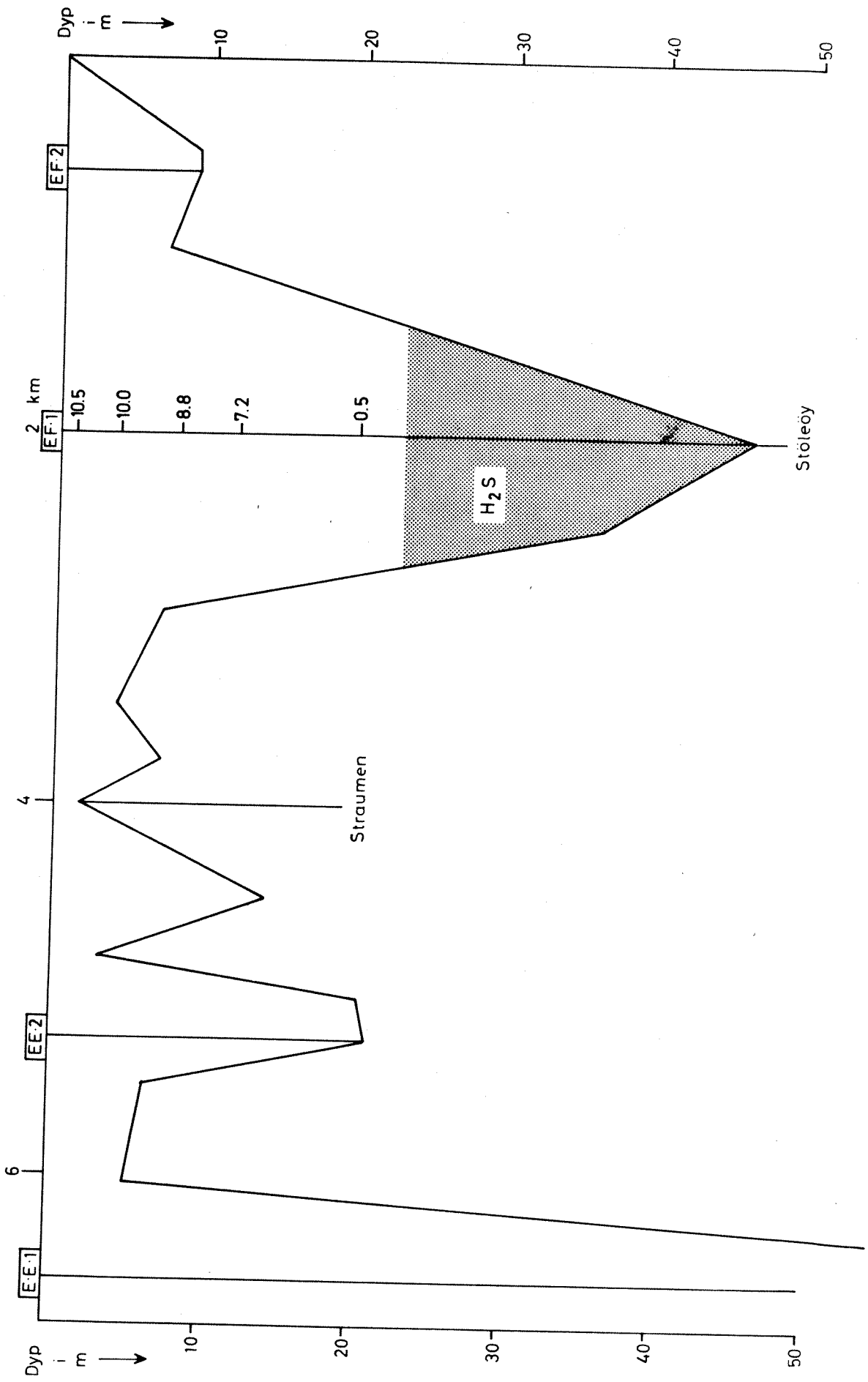


Fig. 24 Vertikalt dybdesnitt — Viksefjorden — Langsgående hovedsnitt. Oksygen 28.5. 1972

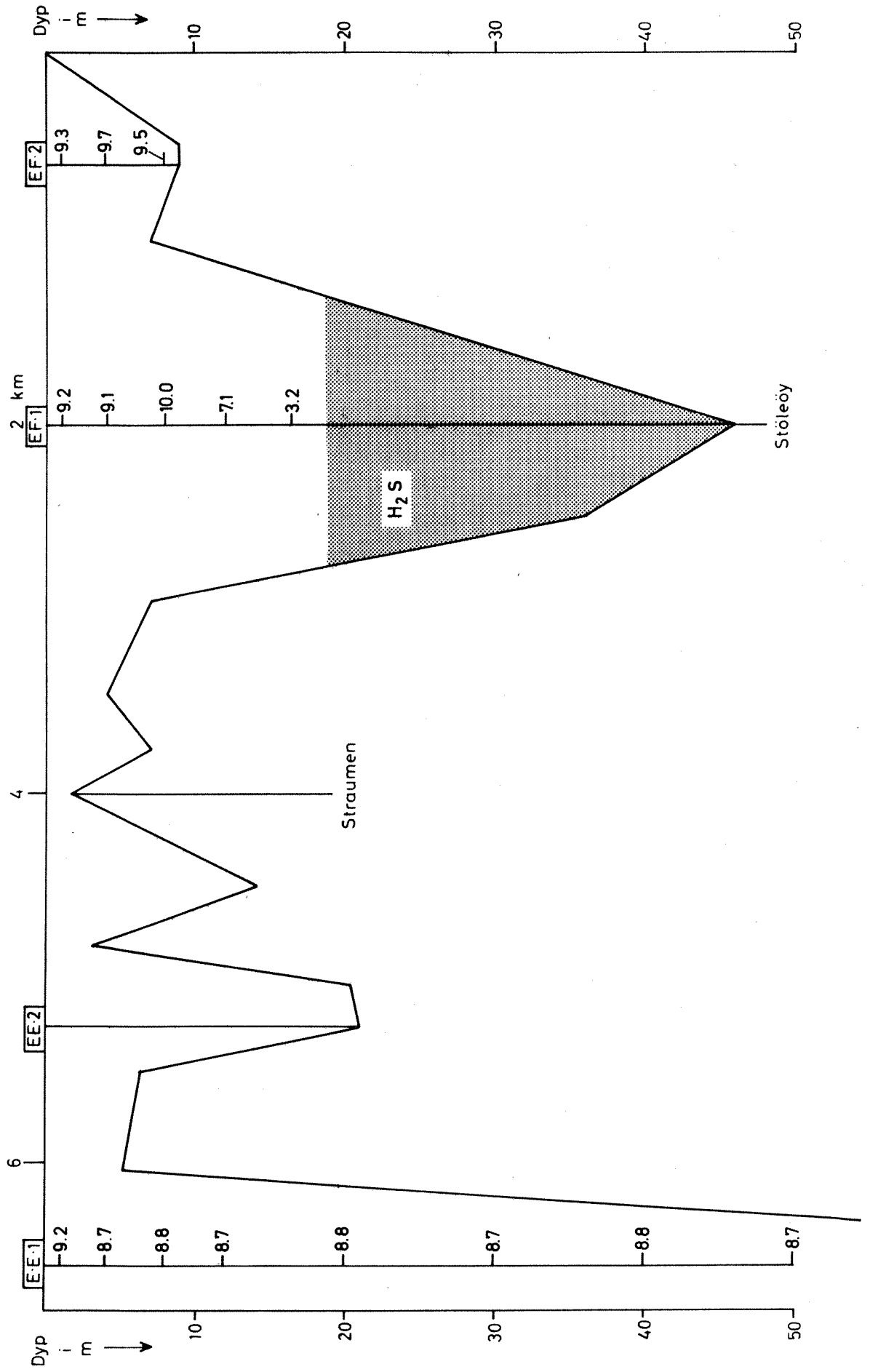


Fig. 25 Totalfosforverdier ( $\mu\text{g P/l}$ ), Viksefjorden Stasjon EE-1 og EF-1.

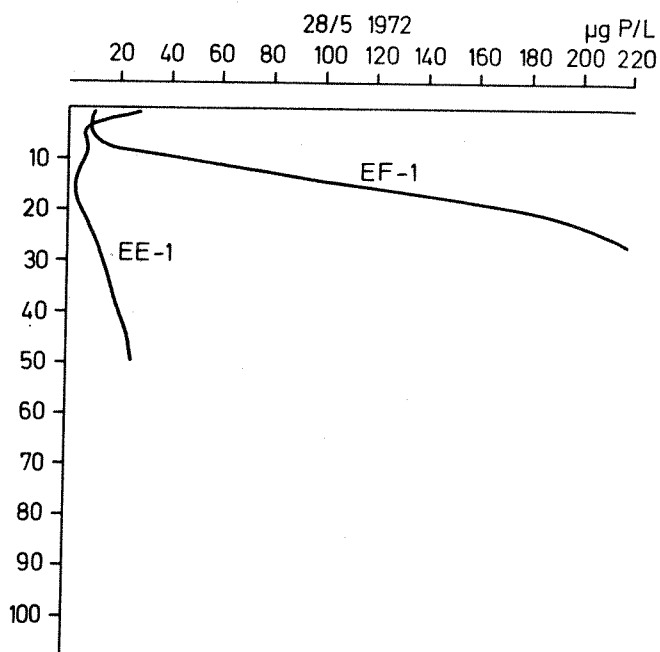
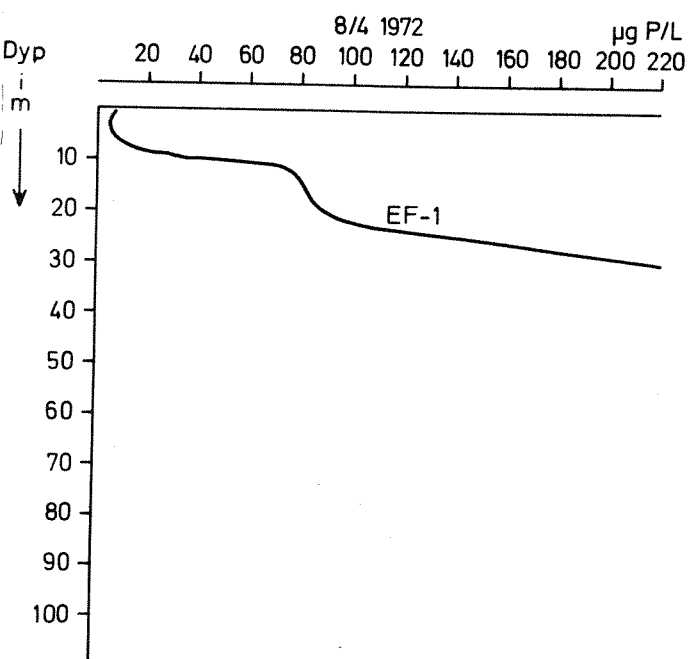
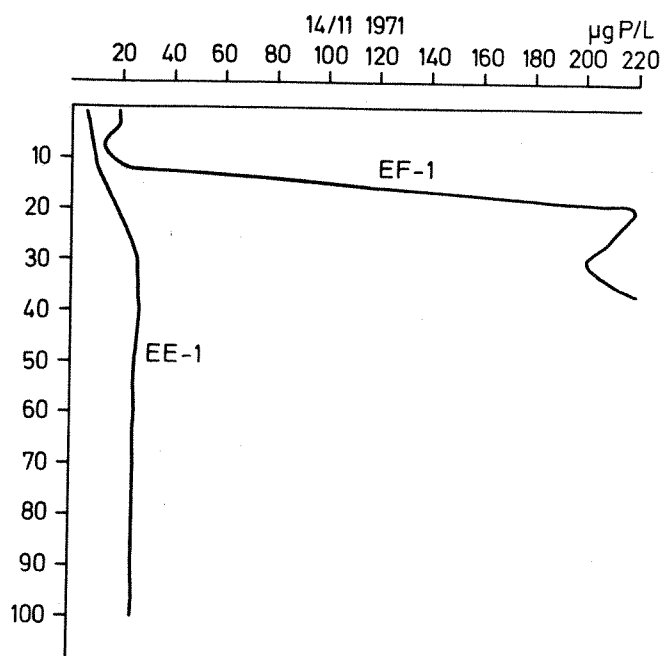
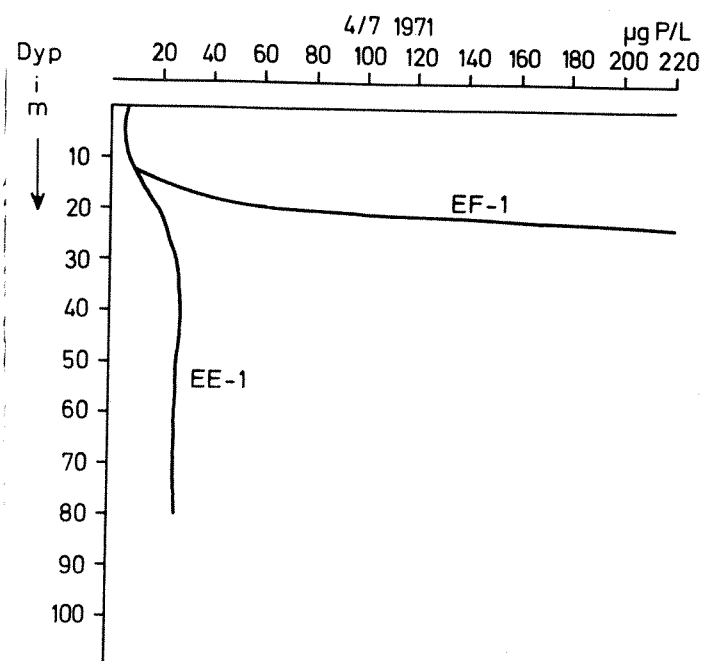


Fig. 26 Viksefjorden Stasjon EE-1 27/5-1972  
 Tetthet ( $\sigma_t$ ), oksygen, siktedyp, nitrat, total nitrogen, ortofosfat,  
 total fosfor

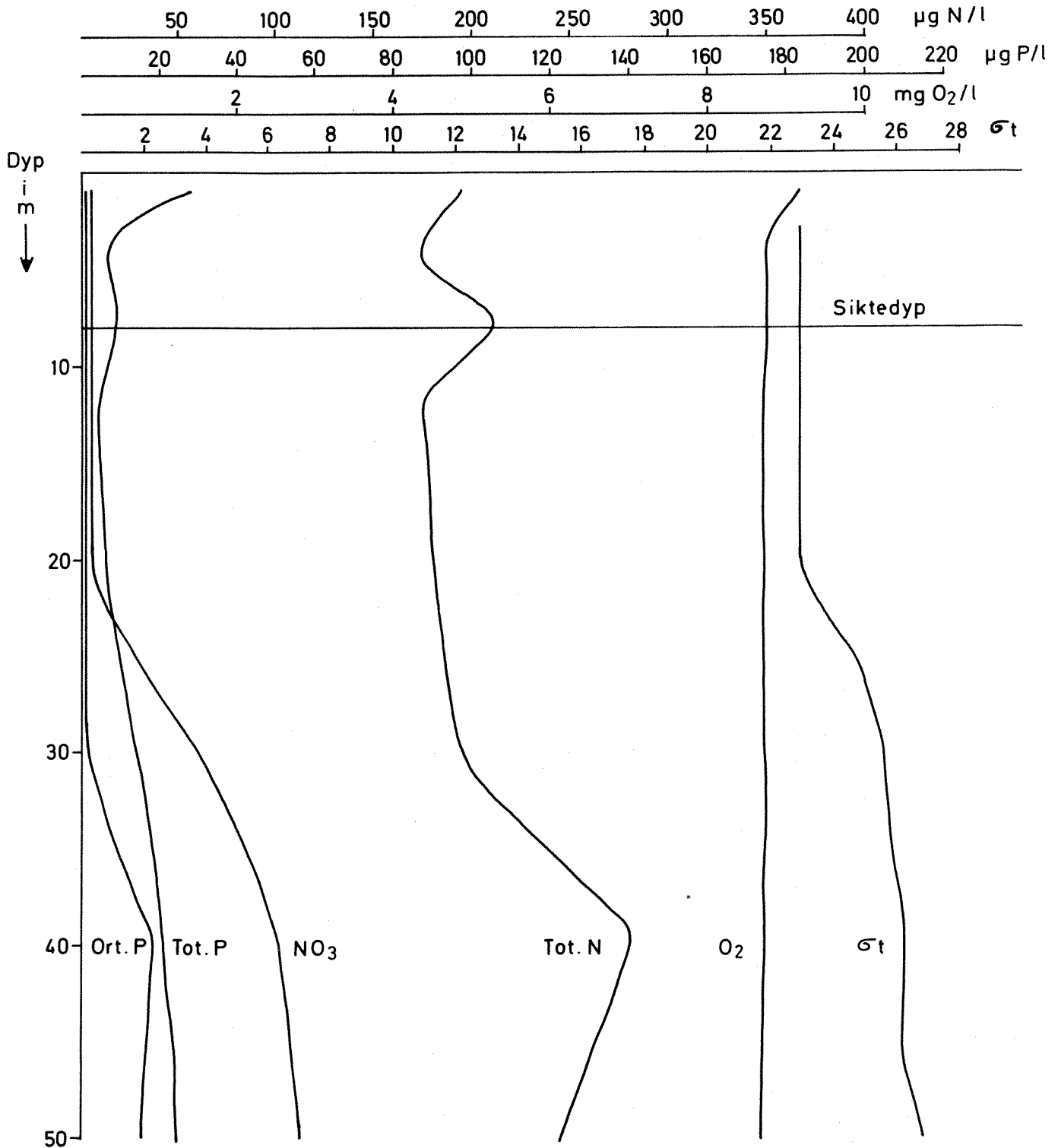




Fig. 27 Viksefjorden Stasjon EF-1 28/5-1972 Tetthet ( $\sigma_t$ ),  
 oksygen, siktedyp, nitrat, total nitrogen, ortofosfat, total fosfor

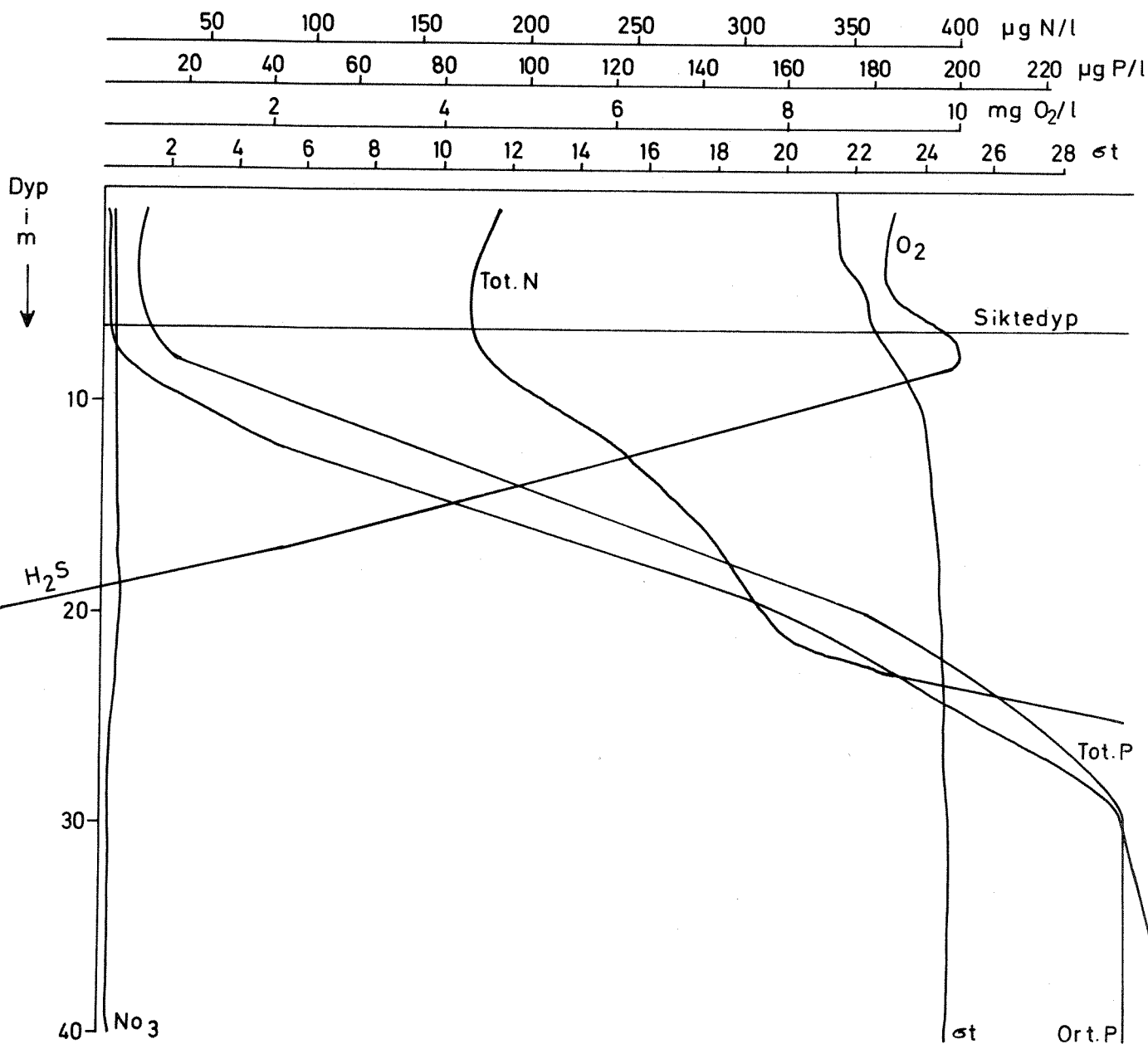


Fig. 28

Stasjon B 1

28.5.1972

Viksefjord, innerst i bukta ved nordre Vaage.

Bunntype		Gjørme										
Art	Dyp (m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<u>Profil 1</u>												
RØDALGER												
<i>Ceramium rubrum</i>											I	
BRUNALGER												
<i>Ectocarpus sp.</i>									I			
FRØPLANTER												
<i>Zostera marina</i>					I							
DYR												
<i>Modiola modiolus</i>							I					
<i>Mytilus edulis</i>					I							
<i>Ophiocomina nigra</i>					I							
<i>Strongylocentrotus droebachiensis</i>					I							
<u>Profil 2</u>												
RØDALGER												
<i>Ceramium rubrum</i>										I		
DYR												
<i>Aporrhais pes-pellicani</i>												I
<i>Echinus esculentus</i>									I			
<i>Modiola modiolus</i>									I			
<i>Ophiocomina nigra</i>									I			
<i>Strongylocentrotus droebachiensis</i>									I			
<i>Tunicater</i>									I			

Fig. 29

Stasjon B 2

28.5.1972

Viksefjord, utløpet til bukta ved nordre Vaage.

Bunntype		Gjørme		
Art	Dyp (m)	0	1	2
BRUNALGER				
<i>Scytosiphon lomentaria</i>			—	
DYR				
<i>Mytilus edulis</i>				

Fig. 30  
 Stasjon B 3  
 31.5.1972  
 Viksefjord, Straumen

Bunntype	Fjell	Stein	Skjell- sand	Store steiner			
Art	Dyp (m)	0	1	2	3	4	5
<b>RØDALGER</b>							
<i>Brongniartella byssoides</i>						3-4	
<i>Callithamnion corymbosum</i>		0-1					
<i>Ceramium areschougii</i>		0-1					
<i>C. fruticulosum</i>				2			
<i>Chondrus crispus</i>		0-1					
<i>Cystoclonium purpureum</i>		0-1	1-2				
<i>Delesseria sanguinea</i>					3-4		
<i>Phyllophora membranifolia</i>		0-1					
<i>Polysiphonia urceolata</i>		0-1	1-2				
<i>Porphyra purpurea</i>		0-1	1-2				
<i>Rhodomela confervoides</i>		1-2	2-3				
<i>Rhodymenia palmata</i>					3		
<b>BRUNALGER</b>							
<i>Ascophyllum nodosum</i>		0-1					
<i>Chorda filum</i>		0-1	1-2				
<i>C. tomentosa</i>		1-2	2-3				
<i>Desmarestia aculeata</i>		0-1	1-2				
<i>D. viridis</i>				2			
<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i>		0-1	1-2				
<i>Ectocarpus</i> sp.		0-1					
<i>Eudesme virescens</i>					3		
<i>Giffordia ovata</i>				2			
<i>Halidrys siliquosa</i>		0-1	1-2				
<i>Laminaria hyperborea</i>			1-2	2-3			
<i>L. saccharina</i>		0-1	1-2				
<i>Petalonia fascia</i>		0-1					
<i>Scytosiphon lomentaria</i>		0-1					
<i>Sphacelaria plumigera</i>				2			
<b>GRØNNALGER</b>							
<i>Bryopsis plumosa</i>					3		
<i>Codium fragile</i>		0-1	1-2				
<i>Derbesia marina</i>						4-5	
<i>Monostroma grevillei</i>		0-1					
<i>Ulva lactuca</i>					3-4		
<b>DYR</b>							
Mosedyr			1-2	2-3			
Pigghuder				2-3	3-4		

Fig. 31  
 Stasjon B 4  
 28.5.1972  
 Viksefjord, Trætøy Ø.

Bunntype		Fjell					
Art	Dyp (m)	0	1	2	3	4	5
<b>RØDALGER</b>							
<i>Bonnemaisonia hamifera</i> (tetrasporofytt)			— —				
<i>Chondrus crispus</i>			— —				
<i>Chylocladia verticillata</i>			— —				
<i>Corallina officinalis</i>			— —				
<i>Cruoria pellita</i>			— —	— —			
<i>Dilsea carnosa</i>			— —				
<i>Furcellaria fastigiata</i>			— —				
<i>Gigartina stellata</i>			— —				
<i>Laurencia pinnatifida</i>			— —				
<i>Polysiphonia urceolata</i>			— —				
<b>BRUNALGER</b>							
<i>Chordaria flagelliformis</i>			— —				
<i>Ectocarpus</i> sp.			— —				
<i>Fucus vesiculosus</i>		— —					
<i>Laminaria hyperborea</i>		— —	— —	— —	— —	— —	
<i>L. saccharina</i>			— —	— —	— —	— —	
<i>Leathesia difformis</i>			— —				
<i>Petalonia fascia</i>			— —				
<i>Scytosiphon lomentaria</i>			— —				
<b>GRØNNALGER</b>							
<i>Acrosiphonia arcta</i>			— —				
<i>Cladophora rupestris</i>			— —				
<i>Codium fragile</i>			— —				
<i>Ulva lactuca</i>			— —				
<b>DYR</b>							
<i>Balanus balanoides</i>		— —					
<i>Tunicater</i>			— —	— —	— —	— —	