

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
BLINDERN

O - 41/70

UNDERSØKELSE AV NORD-ROGALANDSFJORDENES
FORURENSNINGSTILSTAND

Delrapport nr. 2

Karmsundet

Saksbehandler: Ingeniør Erik Ravdal

Rapporten avsluttet 12. november 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 utbyggingsavdeling.

Oppdraget omfatter Viksefjorden, 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. Cand.real. Jarle Molvær har deltatt ved vurderingen av det hydrografiske materiale.

Blindern, 12. november 1973

Jon Knutzen

INNHold

	Side:
FORORD	2
TABELLFORTEGNELSE	4
FIGURFOTENGELSE	4
1. UNDERSØKELSESOMRÅDET	5
2. MATERIALE	6
3. FYSISKE FORHOLD	6
4. VURDERING AV VANNUTSKIFTNING	8
5. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	10
6. REFERANSER	11

TABELLFORTEGNELSE

	Side:
1. Karakteriserende data for Karmsundet.	5
2. Siktedyp. Karmsundet	8

FIGURFORTEGNELSE

1. Målestasjoner
2. Dybde, areal og volum i Karmsundet

Vertikalt dybdesnitt - Karmsundet - Langsgående hovedsnitt:

3. Salinitet 5/7-1971
4. Tetthet 5/7-1971
5. Salinitet 21/11-1971
6. Tetthet 21/11-1971
7. Salinitet 28/2-1972
8. Tetthet 28/2-1972
9. Salinitet 22/3-1972
10. Tetthet 22/3-1972
11. Salinitet 4/5-1972
12. Tetthet 4/5-1972
13. Salinitet 29/5-1972
14. Tetthet 29/5-1972
15. Salinitet 17/7-1972
16. Tetthet 17/7-1972

17. Tetthetsprofiler, Karmsundet, stasjon HF-1
18. Tetthetsprofiler, Karmsundet, stasjon KF-1

1. UNDERSØKELSESSOMRÅDET

Karmsundet ligger mellom fastlandet og Karmøy og mellom Vestre Bokn og Karmøy. Sundet har en vid åpning ut mot Skudnesfjorden/Boknafjorden i syd, og en smalere åpning ut mot Sletta nord for Haugesund. Dybdene syd i sundet er store, størrelsesorden over 200 m, mens det nordover blir betydelig grunnere. Det grunneste området er like nord for Karmsundbrua med dyp på ca. 15 m.

Denne undersøkelsen omfatter Karmsundet fra nordenden og sydovertil Ternholmen, ca. 4,5 km syd for Kopervik, i alt ca. 21 km. Det er relativt tett bebyggede områder på begge sider av sundet, med en rekke industrier. Skipstrafikken gjennom Karmsundet er stor.

Karakteristiske data for Karmsundet går frem av tabell 1.

Det understrekes at alle data refererer seg til den delen av Karmsundet som er tatt med i undersøkelsen, ca. 21 km. Grunnlag, sjøkart nr. 17. (1:50 000). Informasjoner fra dette kartet er også grunnlaget for de foretatte beregninger, sammen med antatte avrenningstall hentet fra "Hydrologiske undersøkelser i Norge" (NVE 1958).

Tabell 1. Karakteriserende data for Karmsundet.

Lengde (av betraktet del)	ca.	21	km
Vannoverflate	"	27	km ²
Vannvolum	"	1 230	mill. m ³
Største dyp (st. MG-1)	"	220	m
Minste dyp (terskel)	"	15	m
Overflatebredde ved terskel	"	330	m
Tverrsnitt ved terskel	"	4 600	m ²
Vannvolum over terskeldyp	"	330	mill. m ³
Vannvolum under terskeldyp	"	900	mill. m ³
Nedbørfelt (inkl. sundets overl.)	"	115	km ²
Midlere ferskvannstilførsel	"	5,2	m ³ /s
Midlere tidevannsvariasjon	"	50	cm
Tidevannsvolum	"	13,5	mill. m ³

Målestasjonskart er vist i figur 1.

Dybde, areal og volum er fremstilt grafisk i figur 2.

2. MATERIALE

Det ble valgt et stasjonsnett med fire stasjoner HF-1, IF-1, KF-1 og MG-1, og plasseringen fremgår av figur 1.

Beskrivelsen av de fysiske forhold baserer seg på observasjoner fra fire hovedtokt i juli og november 1971, februar og mai 1972. Følgende parametre er benyttet: temperatur, salinitet (saltinnhold) og siktedyp. Supplerende hydrografiske undersøkelser er utført av lokale medarbeidere i mars, mai og juli 1972.

3. FYSISKE FORHOLD

I det følgende er det gitt en fremstilling av situasjonen på de enkelte tokt. Salinitets- og tetthetsfordelingene fremgår av figur 3 - 18..

Figur 3 og figur 4 viser resultatene fra stasjon MG-1, 5/7-1971. Atlanterhavsvann med salinitet $35 \text{ }^{\circ}/\text{oo}$ finnes under 70 m. Saliniteten avtar langsomt mot overflaten med $S = 3,2 \text{ }^{\circ}/\text{oo}$ i de øverste 2 m.

Siktedypet denne dagen var 11,5 m.

Den 21/11-1971 var det meget vinterlige forhold med kulde og kraftig vind fra nord. Figur 5 og figur 6 viser en økning i salinitet og tetthet nordover i Karmsundet samt en god vertikal blanding. Helningene på isolinjene for tetthet indikerer en sørgående strøm over terskelnivå. Den drivende kraft bak dette er nordavinden.

Siktedypet denne dagen er det høyeste i undersøkelsesperioden, maksimum 12 m.

Den 28/2-1972 er vannmassene lagdelte med overflatesaliniteter på ca. $30 \text{ }^{\circ}/\text{oo}$, se figur 7 - 8. Stasjon IF-1 markerer seg med en topp i isolinjene for salinitet og tetthet. Stasjonen ligger ved Bukøy der Karmsundet snevres kraftig inn. Tidevannsstrømmen og vindinduserte strømmer kan her skape kraftig turbulens og dermed god blanding av

vannmassene. Vinden denne dagen er sydlig, og ved denne vindretningen vil overflatevann fra hele sørlige del av Karmsundet bli presset gjennom innsnevringen, og blandes vertikalt og horisontalt.

Siktedypet er relativt stort, 9,5 - 12 m.

Ved toktet 22/3-1972 er det relativt lave saliniteter i vannmassene sør for terskelen ved Karmsundbrua, figur 9 og figur 10.

På stasjon HF-1 nord for terskelen er saliniteten i overflaten $31,8 \text{ }^{\circ}/\text{oo}$ og i 65 m dyp $32,5 \text{ }^{\circ}/\text{oo}$, som viser at vannmassen er meget godt blandet. Ved stasjon IF-1 finner en allerede i 18 m dyp en salinitet på $32,5 \text{ }^{\circ}/\text{oo}$, økende til $33,6 \text{ }^{\circ}/\text{oo}$ i 40 m dyp. Dette illustrerer hvordan terskelen hindrer vannutskiftningen i sundet.

Siktedypet på stasjon HF-1 er 13 m, det største som ble målt i undersøkelsesperioden.

Figur 11 og figur 12 viser salinitets- og tetthetsforholdene 4/5-1972, ved nordlig vind. Situasjonen denne dagen likner på den en hadde 21/11-1971 da en hadde samme vindforhold.

På stasjon HF-1 har salinitet og temperatur øket betraktelig i alle dyp siden forrige tokt. Det har altså skjedd en fornyelse av vannmassene ved denne stasjonen.

Stasjon IF-1 og stasjon KF-1 har begge siktedyp på 5,5 m. Stasjon HF-1 har 9,5 m, noe som trolig skyldes at nytt vann fra Sletta er brakt inn i nordre del av sundet.

Den 17/7-1972 var det igjen vind fra nord, i likhet med 21/11-1971 og 4/5-1972.

Figur 15 og figur 16 viser en topp i salinitet og tetthet i overflatesjiktet ved stasjon HF-1 nord i sundet. Situasjonen ser som tidligere ut til å være oppstått ved inntrengning av vann med høyere salinitet nordfra samtidig med en forflytning av vannmasser ved lavere salinitet sydover, vinddreven strøm.

Tabell 2. Siktedyp. Karmsundet.

Dato \ Stasjon	HF-1	IF-1	KF-1	MG-1
21.11.1971	12,0	12,0	12,0	11,0
28.2.1972	9,5	11,5	12,0	11,0
22.3.1972	13,0	9,5	11,0	9,5
4.5.1972	9,5	7,5	7,5	9,0
29.5.1972	10,0	9,0	7,5	8,0
17.7.1972	8,0	6,0	8,0	8,5

Av ovenstående tabell over målte siktedyp ser man at disse varierer fra stasjon til stasjon og over året. Dette kan skyldes flere forhold, som tilførselen av partikkelholdig og næringsrikt avløpsvann og varierende vindforhold.

Siktedypene vinterstid er jevnt over større enn for vår- og sommerhalvåret, noe som skyldes varierende planktonbestander.

4. VURDERING AV VANNTSKIFTNING

For vurderingen av materialet hadde det vært ønskelig med en ekstra stasjon utenfor Karmsundets nordlige munning. En ville da bedre kunne se variasjonene i salinitet og tetthet på stasjon HF-1 i sammenheng med forholdene ute på Sletta, havområdet nord for Karmsundet.

Ut fra det forliggende materialet ser det ut til at vannmassene i Karmsundet står i god forbindelse med de åpne områdene utenfor, både nord og sør for sundet. Det er ikke funnet tegn til stagnerende vannmasser mellom høydepunktene på det langsgående hovedsnitt. Det ser ut til at det grunne området (terskelen) nord for bassenget ved stasjon HF-1, altså ved den nordligste munning, er dyp nok til at fornyende vannmasser kan fylle dette.

Det grunneste området i Karmsundet er ifølge sjøkartet ca. 250 m nord for Karmsundbrua, Salhus. Her er dypet 15 m. Sundet er ifølge kartet også smalt her, ca. 330 m. Gjennom dette smale og grunne løpet strømmer vannet kraftig, og med den sterke turbulens som skapes her blir det god blanding av vannmassene.

Tidevannsstrømmer og vinddrevne strømmer er de mekanismer som har størst betydning for vanntransporten gjennom Karmsundet. Med sin periodiske gjennomstrømming begge veier, skaper tidevannet bevegelse i vannmassen og gir en betydelig fornyelse av vannet, analagsvis 20 - 30% av tidevannsvolumet. De vinddrevne strømmer kommer i tillegg til tidevannsstrømmene og kompliserer forholdene, men bidrar i vesentlig grad til vannbevegelsene.

Sett over året som helhet er det ingen sesong som peker seg ut med spesielt god eller spesielt dårlig vannutskiftning. Det er ingen typiske sesongvariasjoner lik de som opptrer i fjorder med f.eks. stor periodisk ferskvannstilførsel.

Det er en svak lagdeling i alle perioder, se figur 17 og figur 18 som viser tetthetsprofiler for stasjon HF-1 og stasjon KF-1 fra hele undersøkelsesperioden. Det er en tydeligere lagdeling på stasjon KF-1 enn på HF-1. Dette skyldes antakelig at vannmassene er i roligere bevegelse i det vide, dype området fra stasjon KF-1 og sydover, mens det i bassenget ved stasjon HF-1 er kraftige vannbevegelser med god gjennomblanding av vannmassene.

Ut fra det materialet en har for å vurdere situasjonen i Karmsundet, tyder salinitetsobservasjonene og tetthetsberegningene på at vannmassene i hovedløpet i sundet som oftest er i god bevegelse. Det ser ut til å være god utskiftning med de utenforliggende kystområder både gjennom den sørlige og nordlige munning. Denne utskiftningen omfatter antakelig vannmassene i alle dyp i den betraktede del av Karmsundet.

5. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Noe særlig grunnlag for vurdering av Karmsundets forurensningstilstand har en ikke med bare fysiske observasjoner som materiale. Med det store antall personer i nedbørfeltet til den betraktede del av Karmsundet, ca. 35 000 personer, samt all den forskjelligartede industri i nedbørfeltet, er det grunn til å anta at vannmassene i Karmsundet er relativt hardt belastet. Det samlede avløpsvanns sammensetning er ikke kjent, men representerer antakelig de fleste typer forurensninger.

De eneste opplysninger vi har som kan si noe om vannkvaliteten er siktedypobservasjonene. Betraktet over perioden som helhet er siktedypene noe mindre enn det en venter å finne i relativt lukkede farvann på denne delen av Vestlandet. Av siktedypobservasjonene er det ingenting som tyder på at det foregår en sterk overproduksjon av planteplankton som følge av unormale tilførsler med næringsalter til det produktive overflateelaget. Det er å vente at rent lokalt vil slike effekter kunne oppstå, men det har ligget utenfor rammen av denne undersøkelsen å fastslå dette. Sammenliknet med siktedypresultatene fra Førdesfjorden for de samme perioder, har Karmsundet gjennomgående mindre siktedyp. De sterkere vannbevegelsene i Karmsundet som særlig lager omrøring i overflatelaget, kan føre til at partikler i vannmassene, både organiske og uorganiske, holdes svevende og dermed nedsetter siktedypet. Det er også mulig at Karmsundets naturlige variasjon i planteplanktonoppblomstringen er slik at de foreliggende resultater er normale.

Med de store og mangeartede tilførsler av forurensninger til Karmsundet, må det en grundigere undersøkelse til for å beskrive kvaliteten av vannmassene og trekke konklusjoner om innflytelsen de tilførte forurensninger har på vannmassene.

Betrakter en Karmsundet som resipient for kommunalt avløpsvann synes det riktig å fjerne partikulært materiale, fettstoffer og oljer fra avløpsvannet før utslipp. For å oppnå størst mulig primærfortynning bør de nåværende og fremtidig utslipp utformes som dyputslipp. Lagdelingen er ifølge våre observasjoner ikke så markert at gjennomtrengning til overflaten unngås. Ved å benytte diffusorer på dyputslipp av noen størrelse vil avløpsvannet muligens vår og sommer kunne lagres inn dypere nede. Dermed unngår en å få næringssaltene opp i det produktive overflatelaget. For øvrig vil bruk av diffusorer fordele avløpsvannet

over et større område i resipienten, og vil redusere de lokale forureningsvirkninger ved eventuell opptrengning til overflaten. Ved plasseringen av utslippene er det vesentlig at en unngår områder med dårlig vannbevegelse, men søker å føre utslippene ut til steder der vannet er i direkte kontakt med de strømmende hovedvannmassene.

Avløpsvannet fra områdets forskjelligartede industri må vurderes i hvert enkelt tilfelle hva angår eventuell rensing og utslipp.

6. REFERANSER

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

LJA

12/11-1973

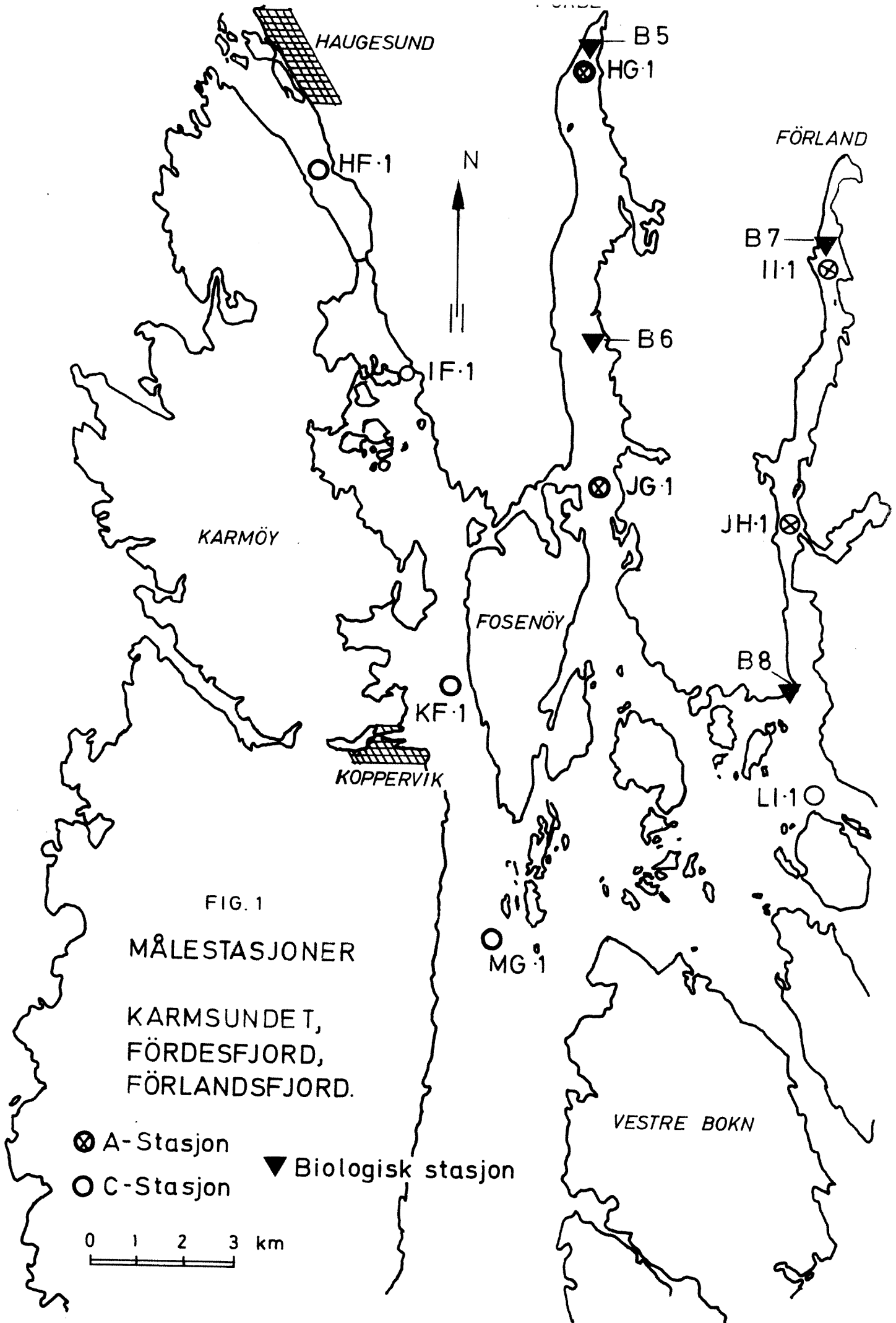


FIG. 1

MÅLESTASJONER

KARMSUNDET,
FÖRDESFJORD,
FÖRLANDSFJORD.

- ⊗ A-Station
- C-Station
- ▼ Biologisk stasjon

0 1 2 3 km

Fig. 2

Dybde, areal og volum i Karmsundet

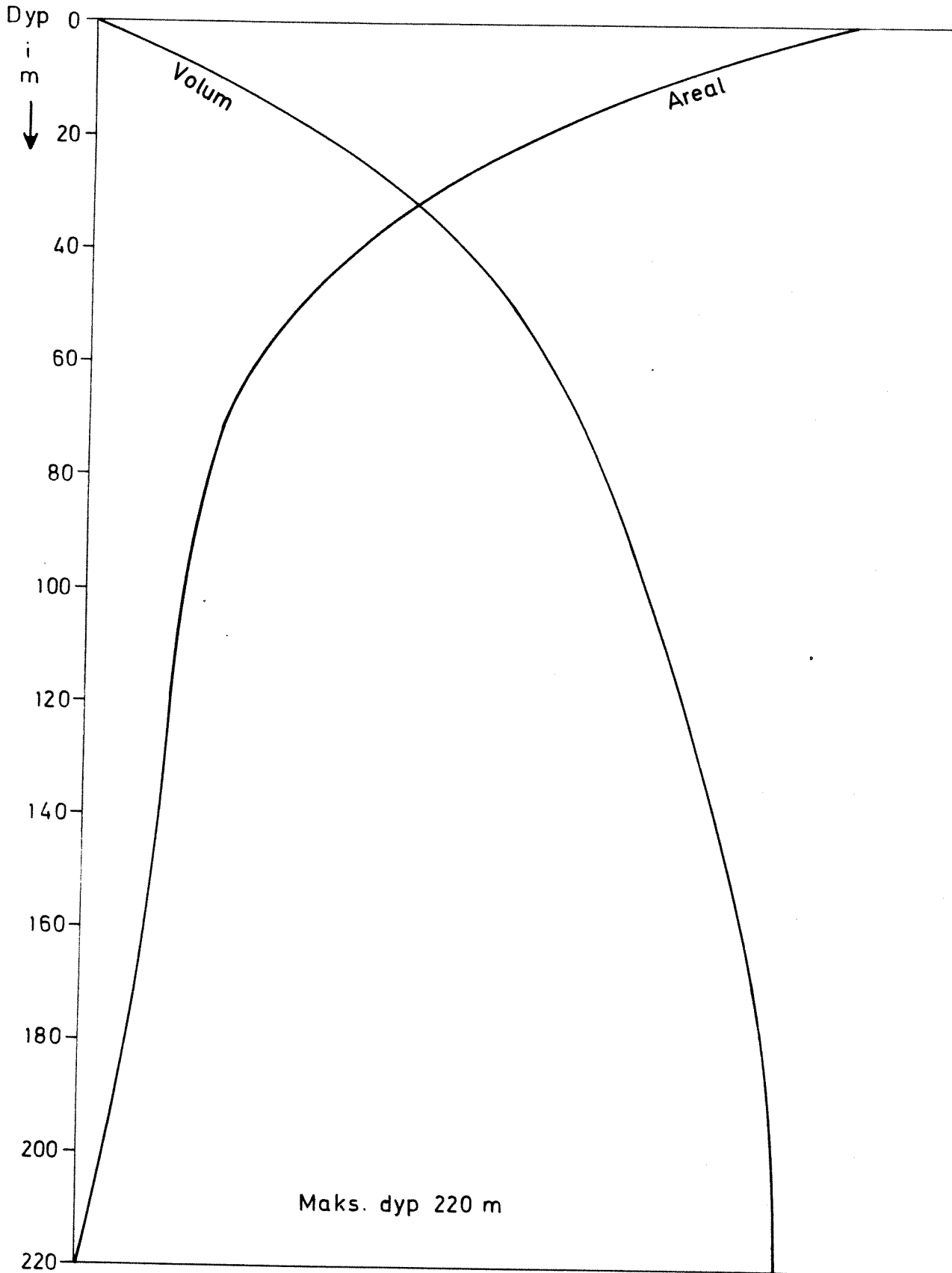
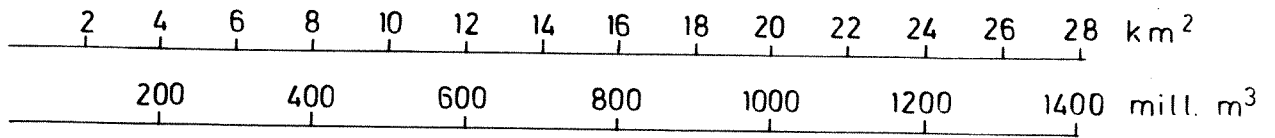


Fig. 3 Vertikalt dybdesnitt - Karlsundet - Langsgående hovedsnitt. Salinitet 5.7.1971

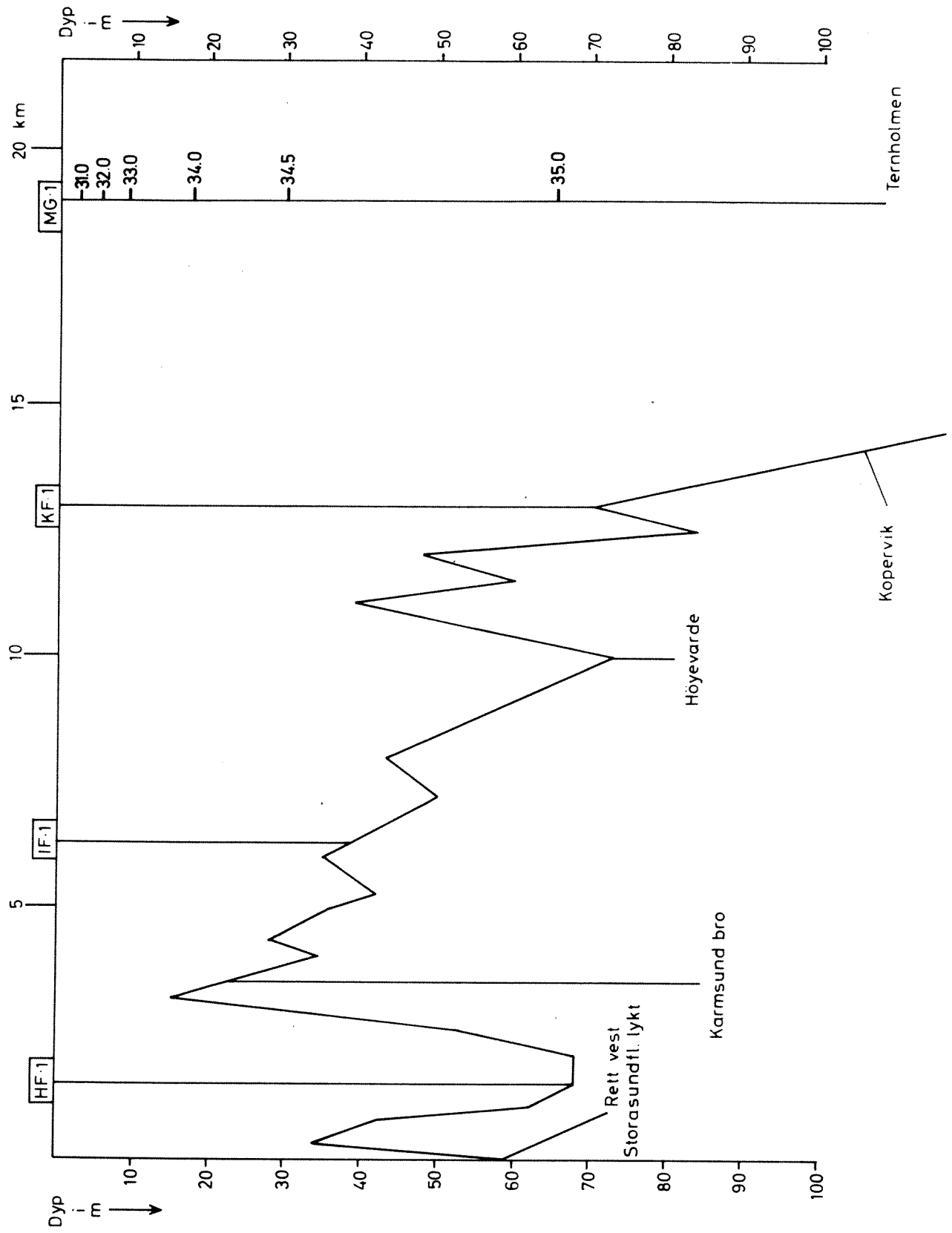


Fig. 4 Vertikalt dybdesnitt - Karmsundet - Langsgående hovedsnitt. Tetthet 5.7.1971

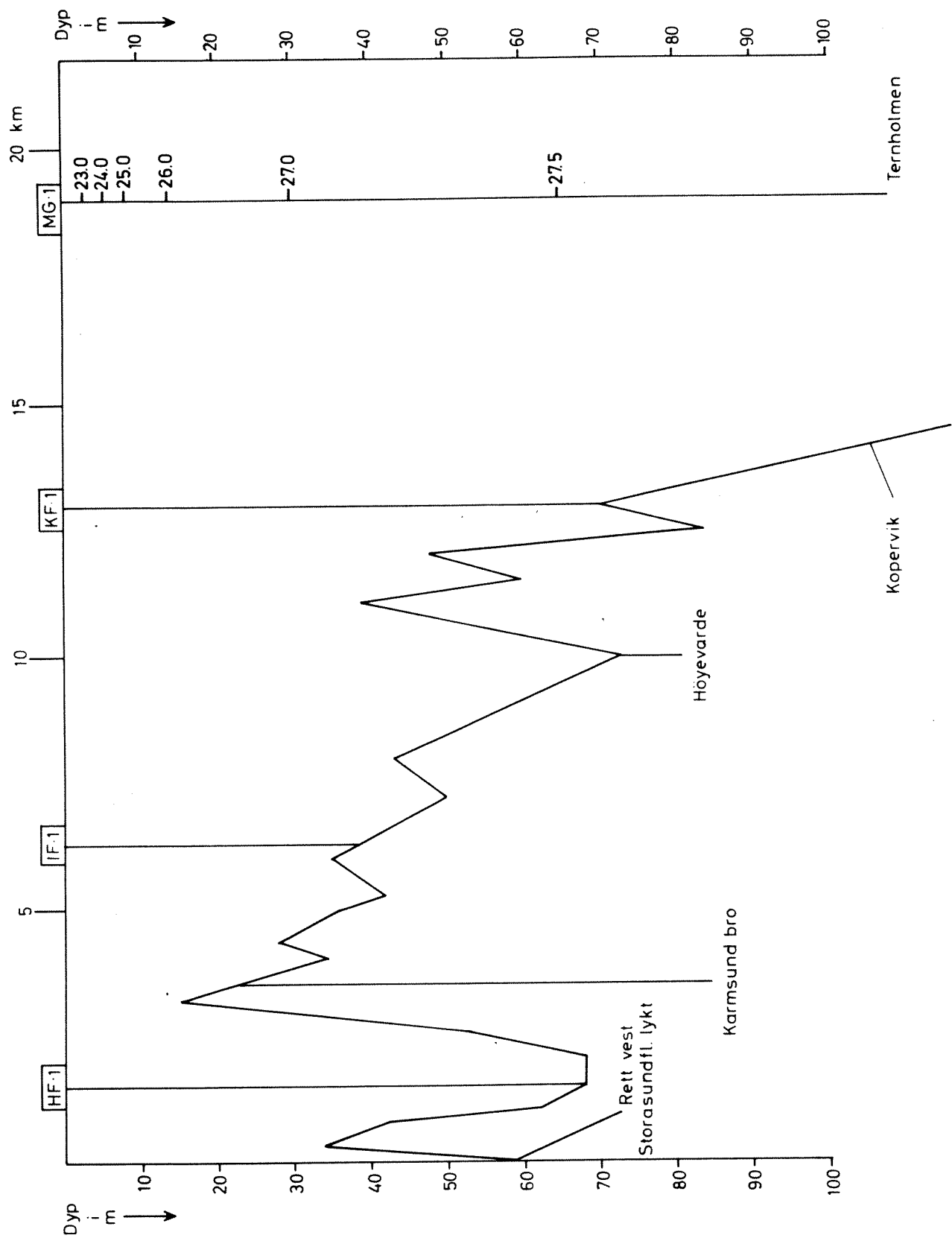


Fig. 5 Vertikalt dybdesnitt - Karmsundet - Langsgående hovedsnitt. Salinitet 21.11.1971

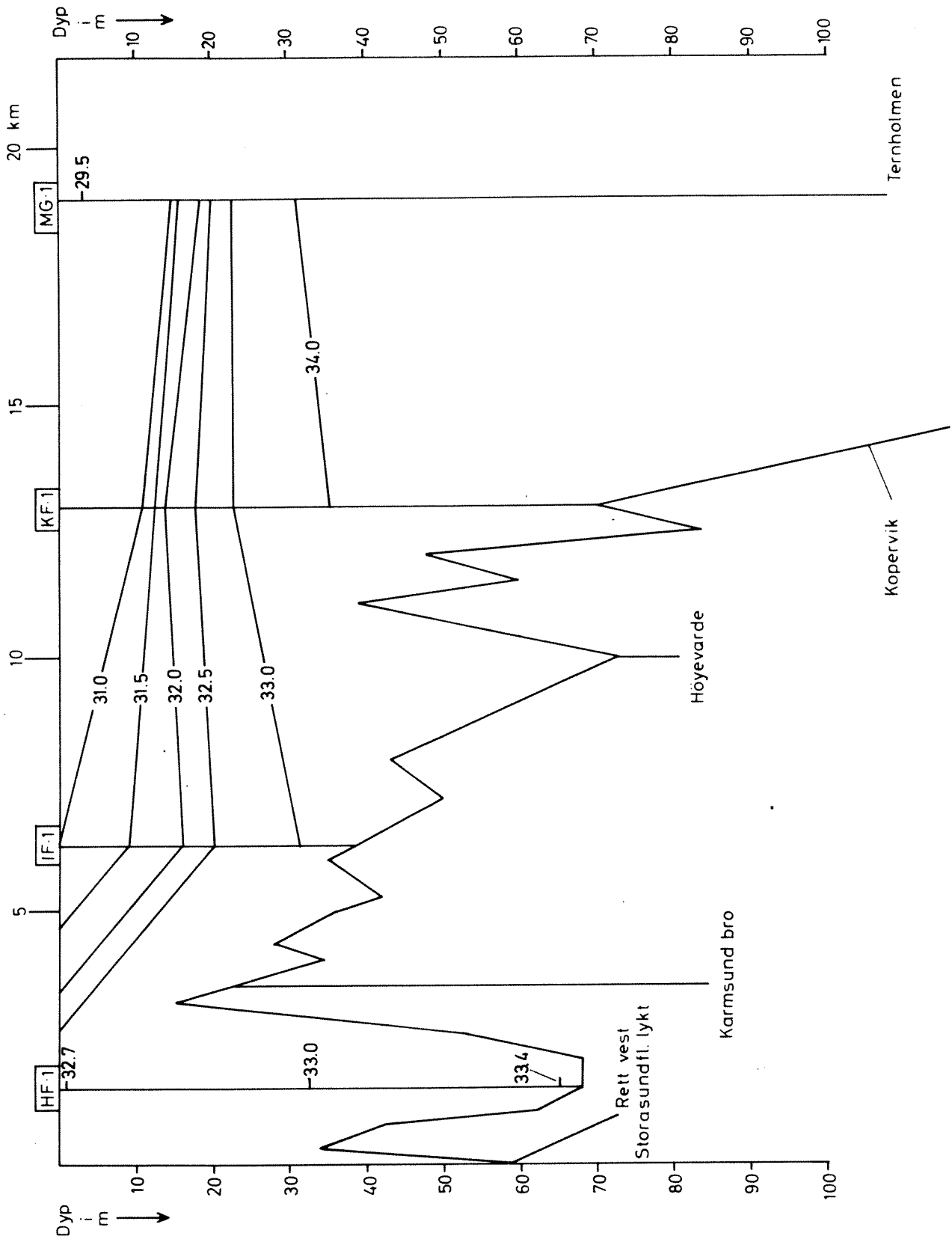


Fig. 6 Vertikalt dybdesnitt - Karlsundet - Langsgående hovedsnitt. Tethet 21.11. 1971

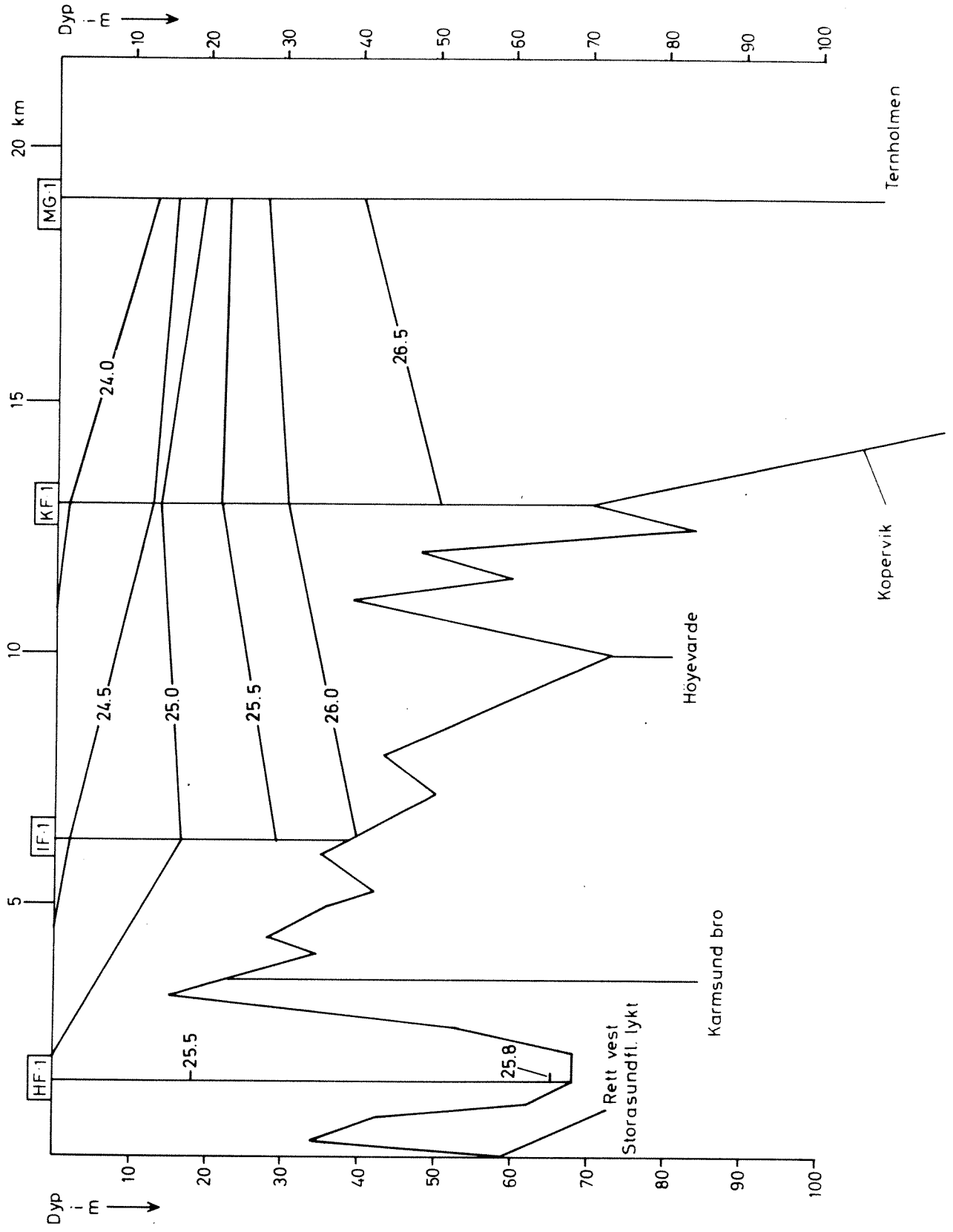


Fig. 7 Vertikalt dybdesnitt - Karlsundet - Langsgående hovedsnitt. Salinitet 28.2.1972

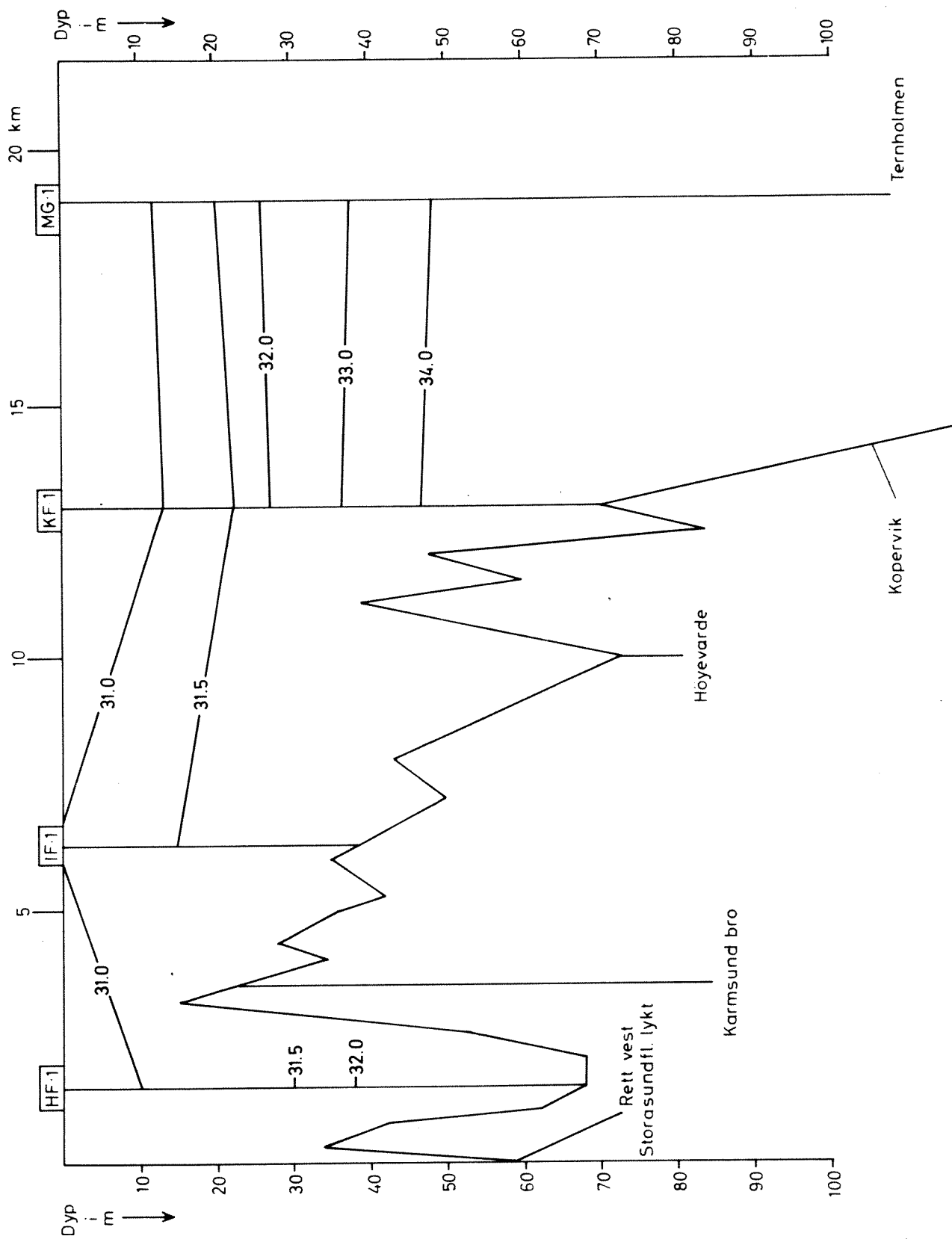


Fig. 8 Vertikalt dybdesnitt - Karlsundet - Langsgående hovedsnitt. Tetteth 28.2.1972

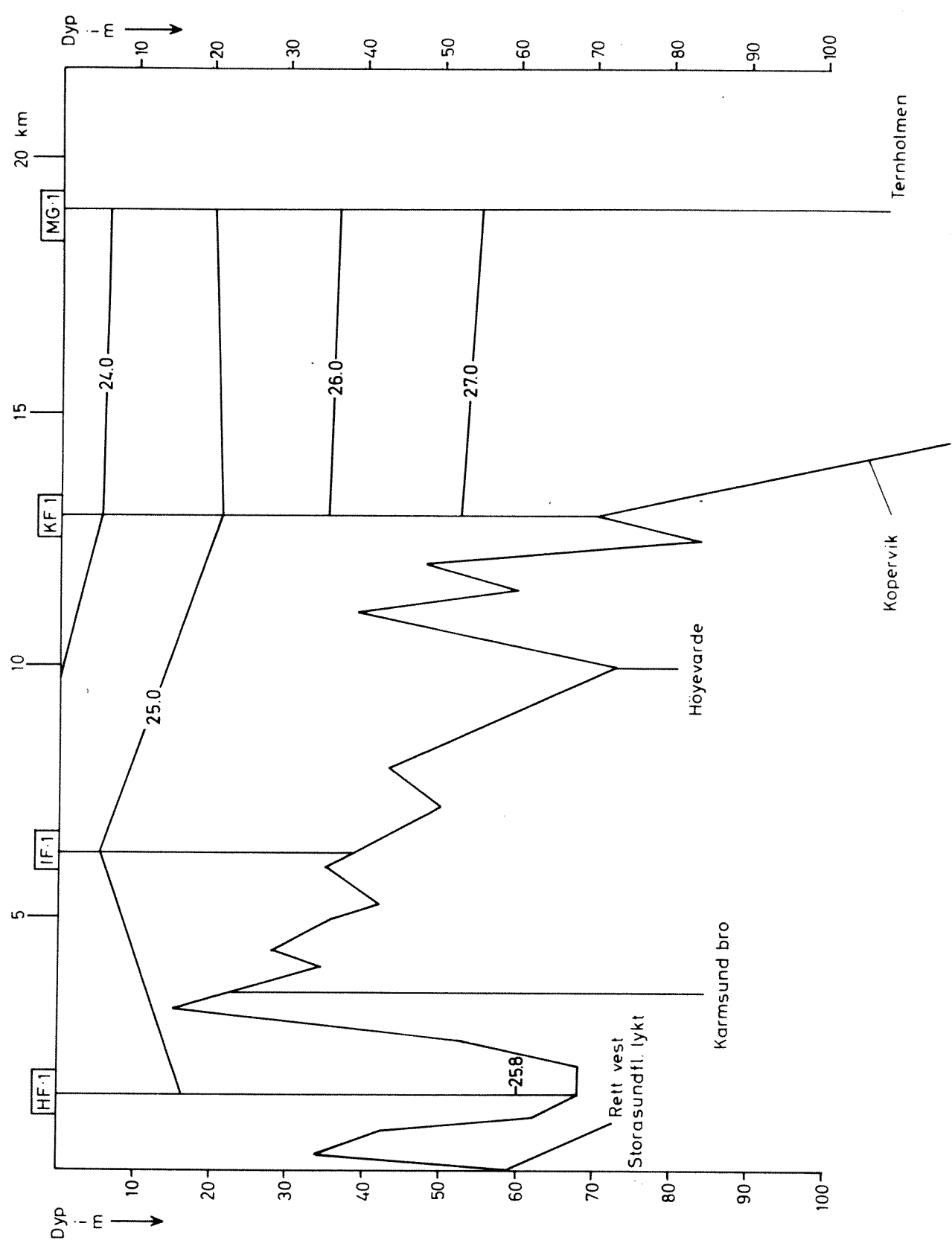


Fig. 9 Vertikalt dybdesnitt - Karlsundet - Langsgående hovedsnitt. Salinitet 22.3.1972

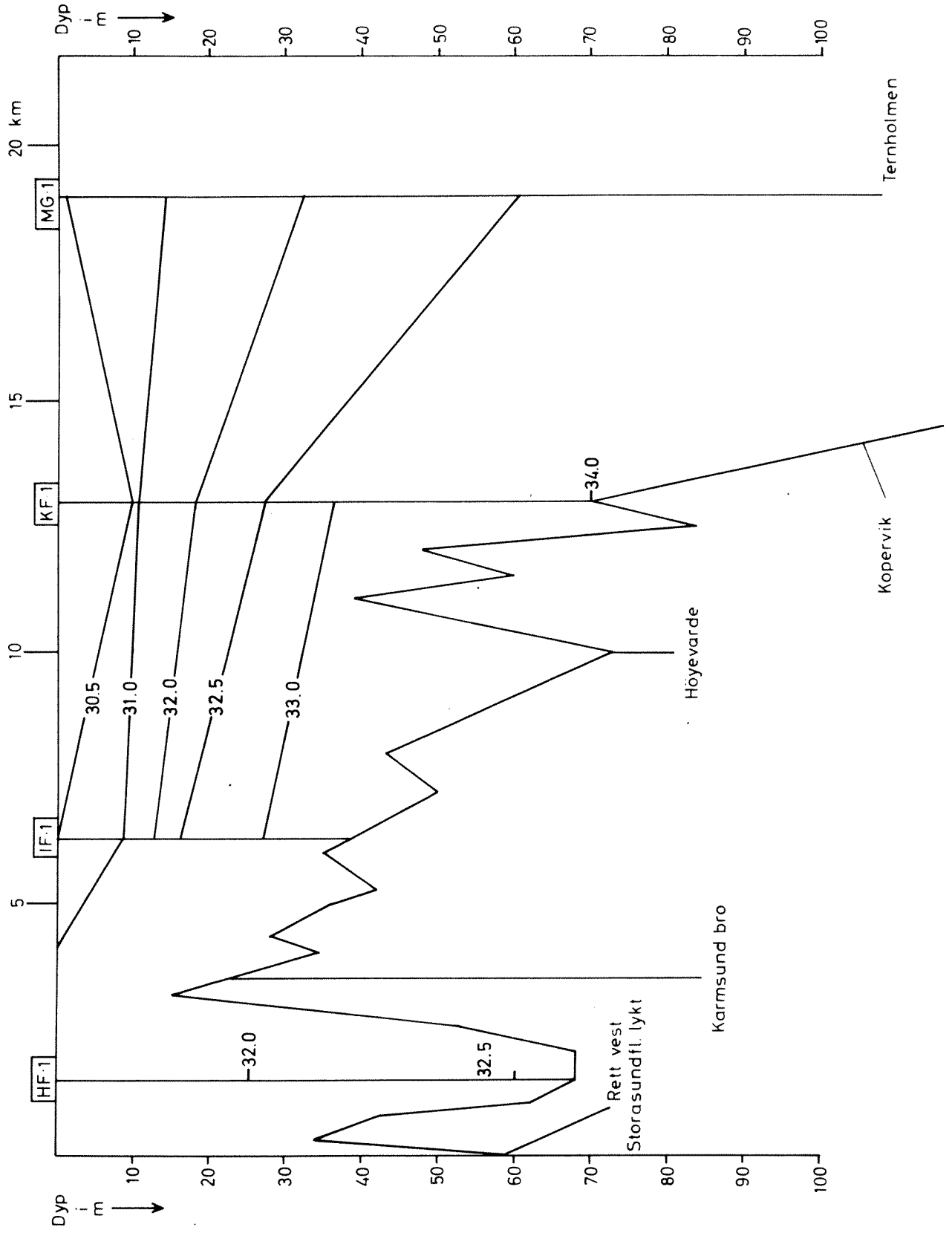


Fig. 10 Vertikalt dybdesnitt - Karlsundet - Langsgående hovedsnitt. Tetthet 22.3.1972

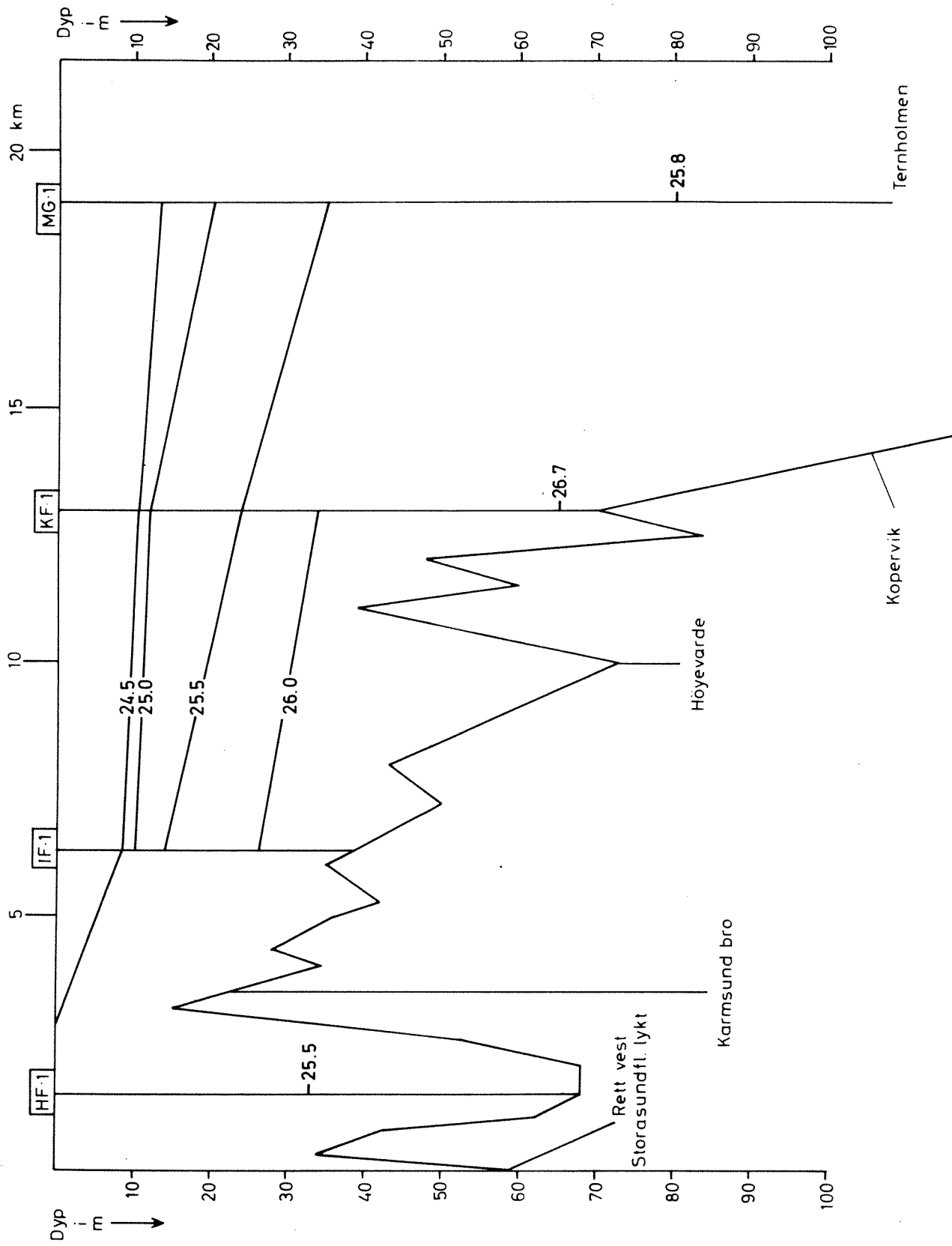


Fig. 11 Vertikalt dybdesnitt - Karlsundet - Langsgående hovedsnitt. Salinitet 4.5.1972

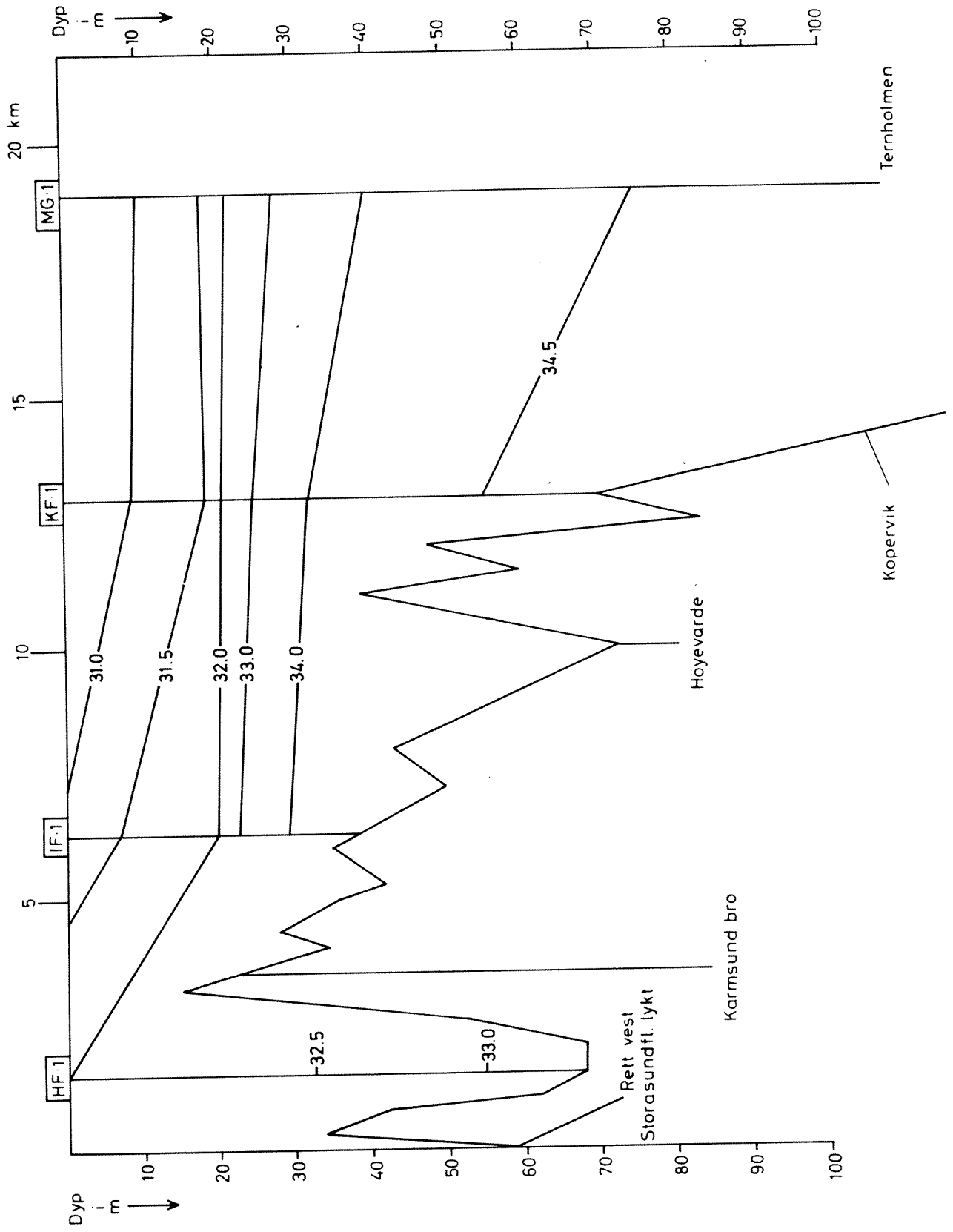


Fig. 12 Vertikalt dybdesnitt - Karmsundet - Langsgående hovedsnitt. Tettethet 4.5.1972

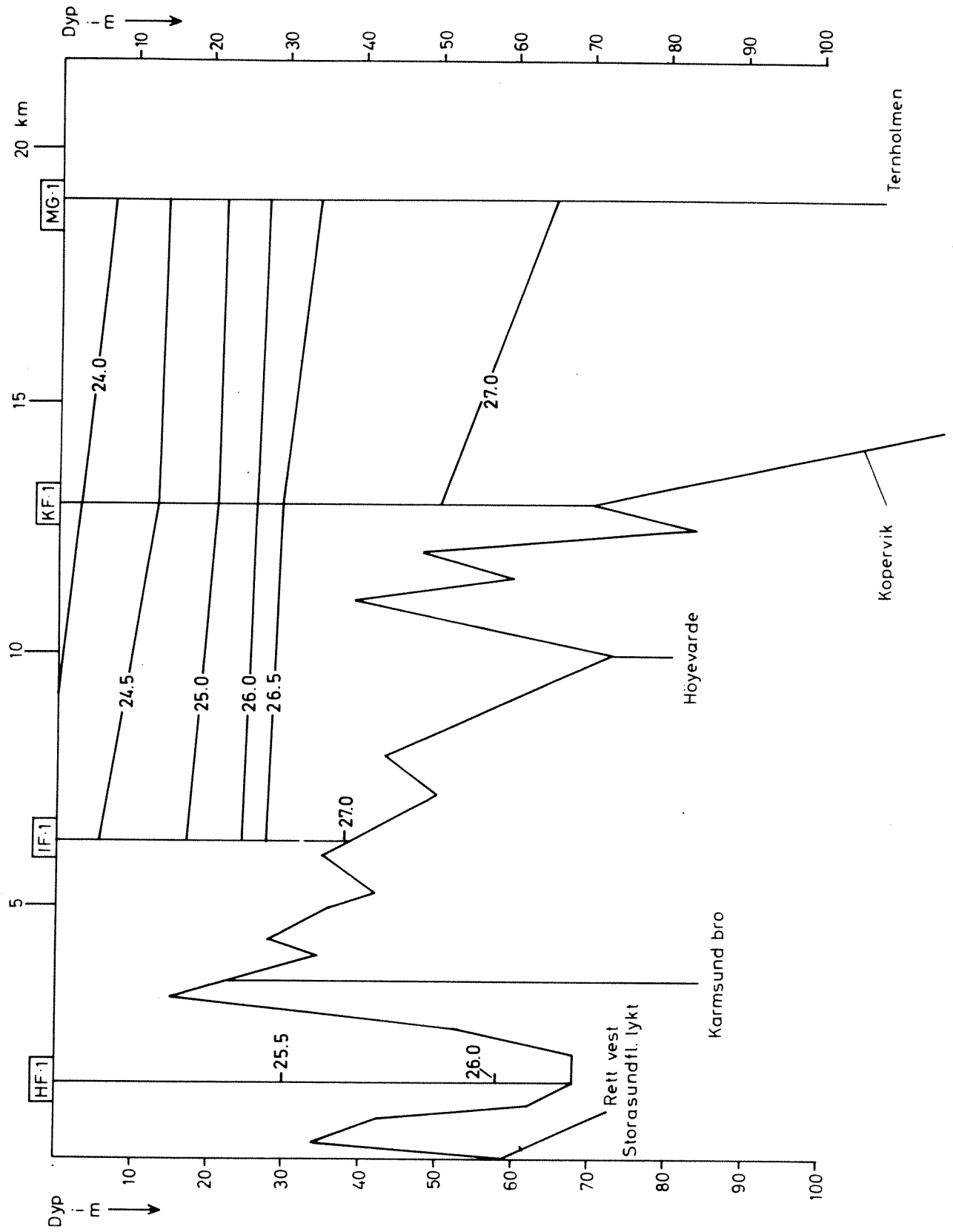


Fig. 13 Vertikalt dybdesnitt - Karmsundet - Langsgående hovedsnitt Salinitet 29.5.1972

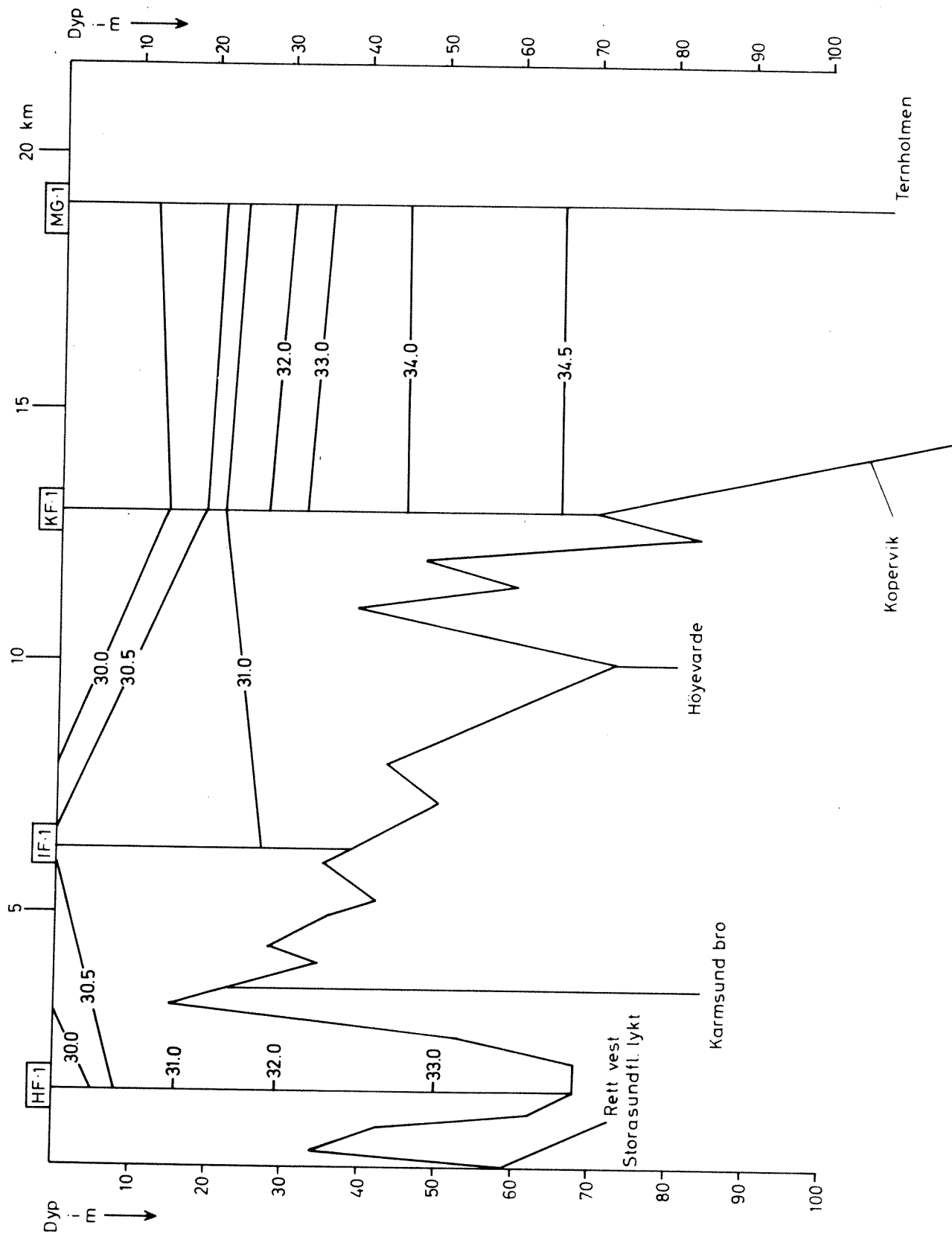


Fig. 14 Vertikalt dybdesnitt - Karmsundet - Langsgående hovedsnitt. Tettthet 29.5. 1972

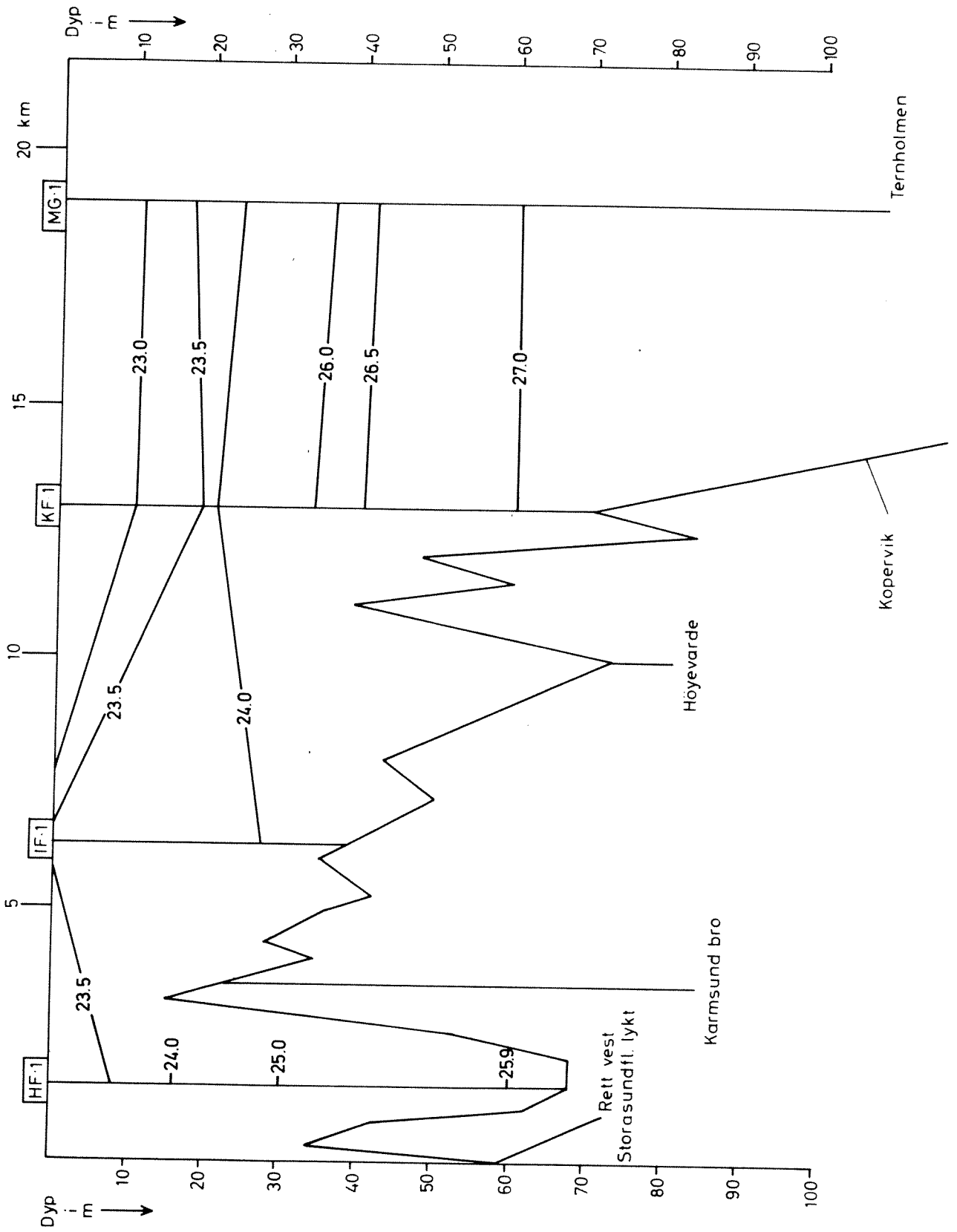


Fig. 15 Vertikalt dybdesnitt - Karlsundet - Langsgående hovedsnitt. Salinitet 17.7.1972

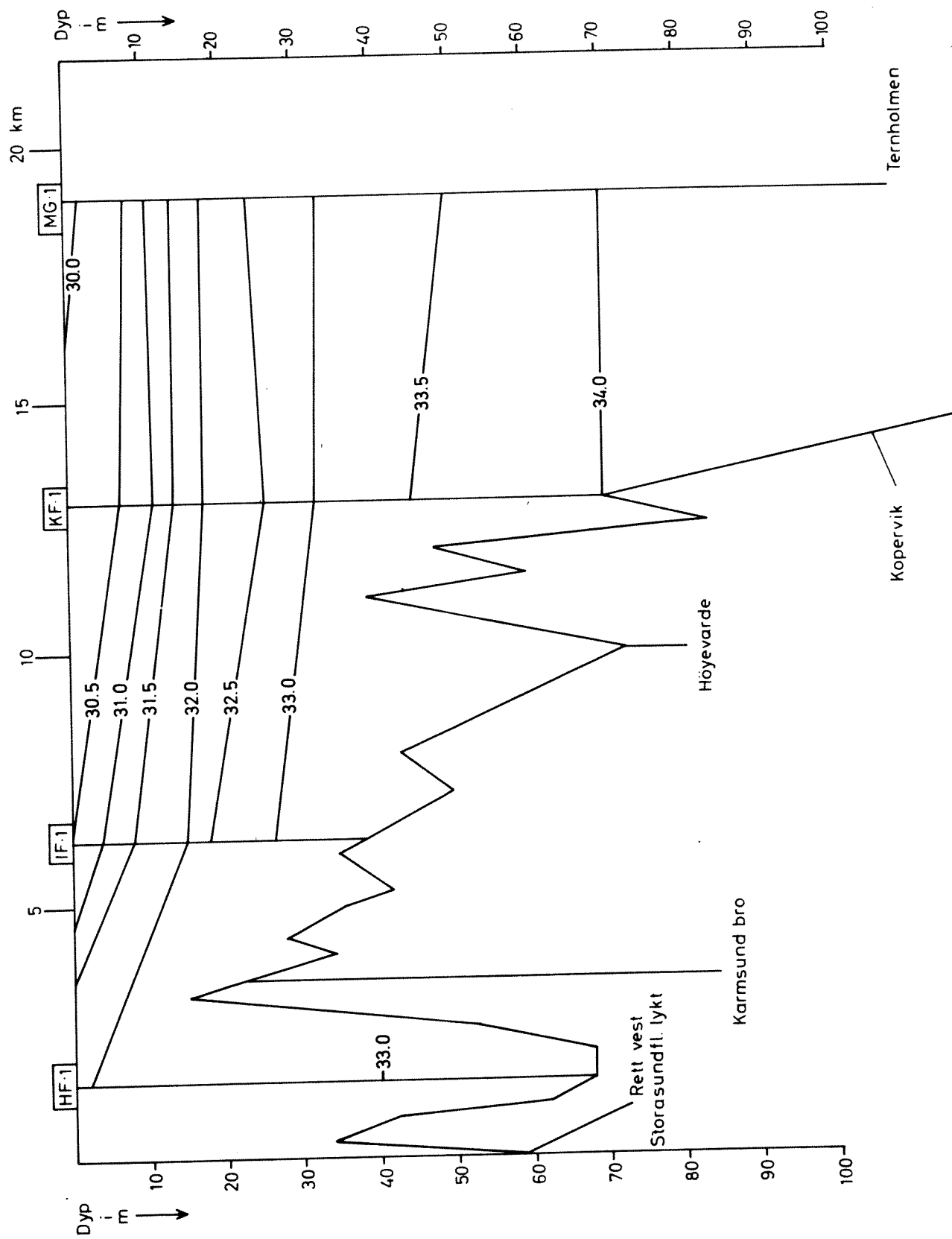
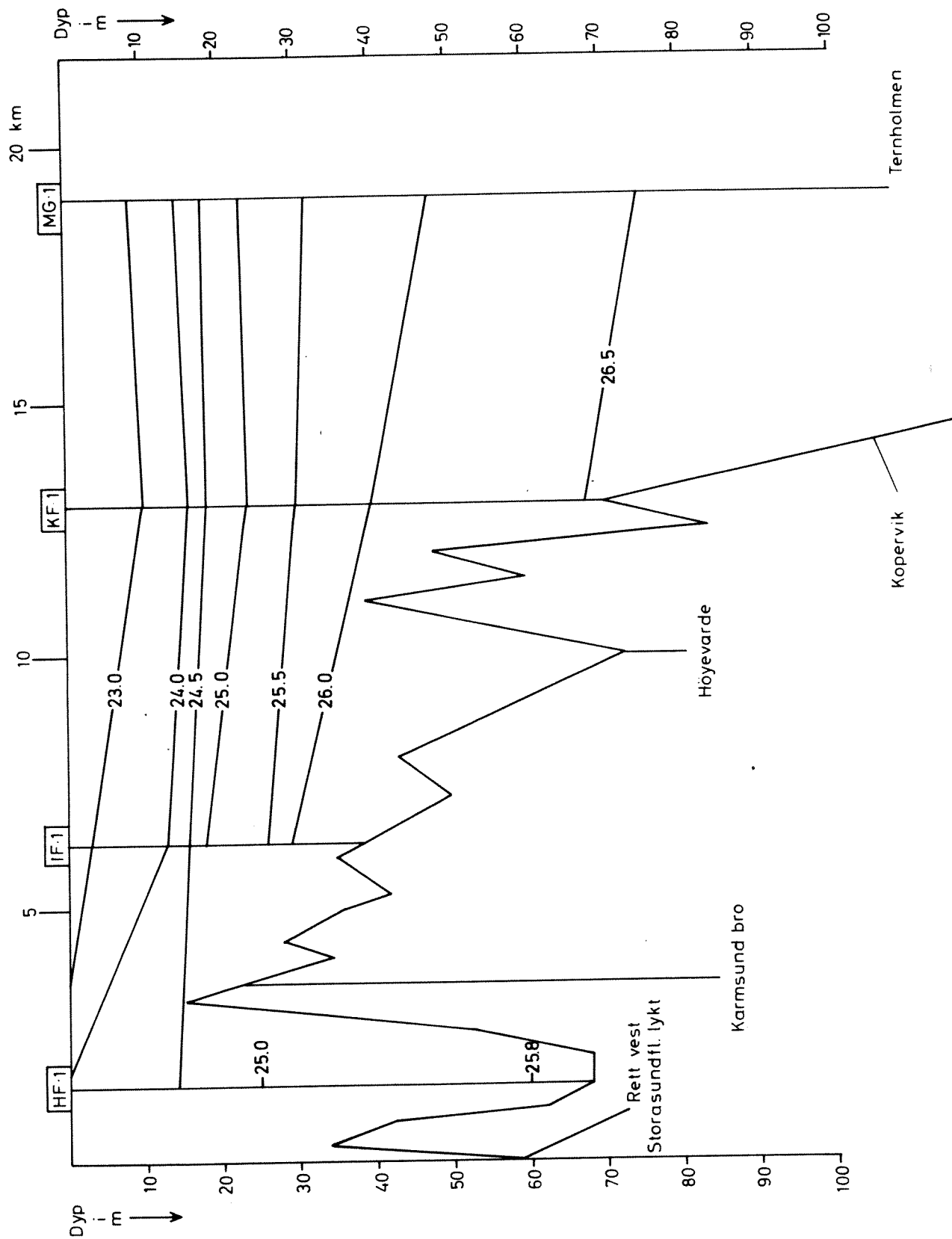


Fig. 16 Vertikalt dybdesnitt - Karlsundet - Langsgående hovedsnitt. Tetthet 17.7. 1972



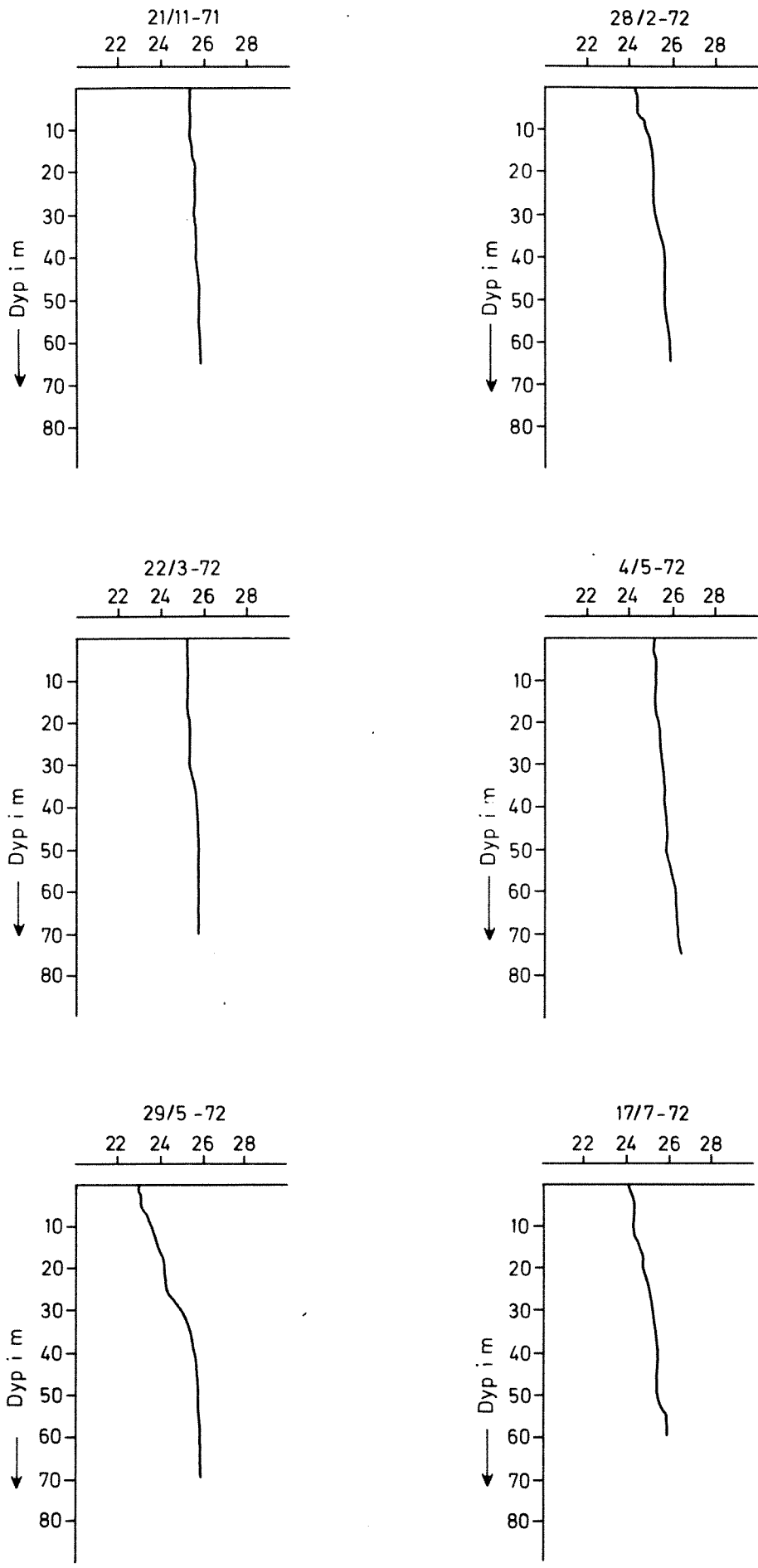


Fig. 17 Tetthetsprofiler (σ_t), Karmsundet, stasjon HF-1

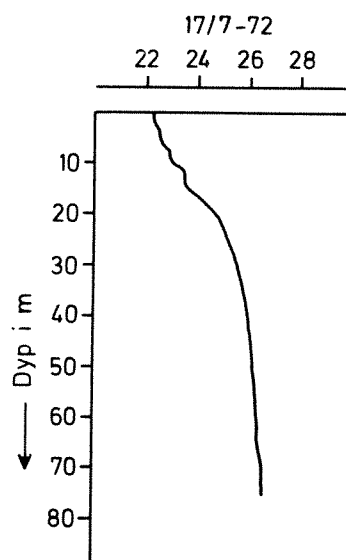
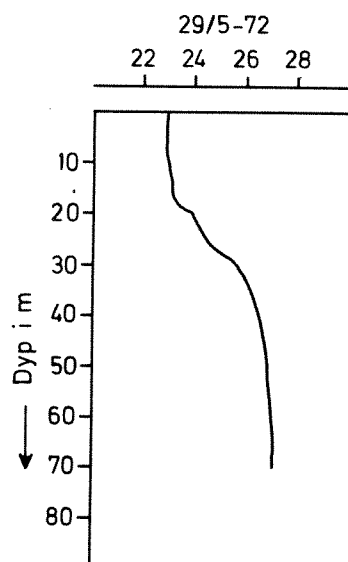
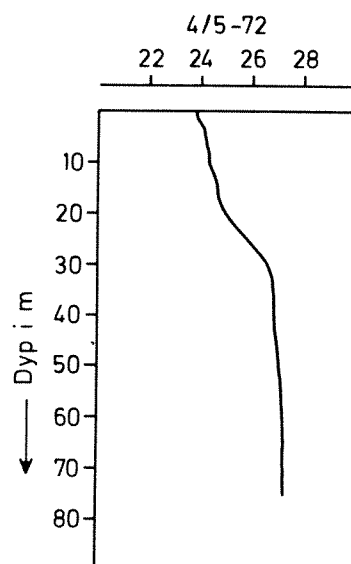
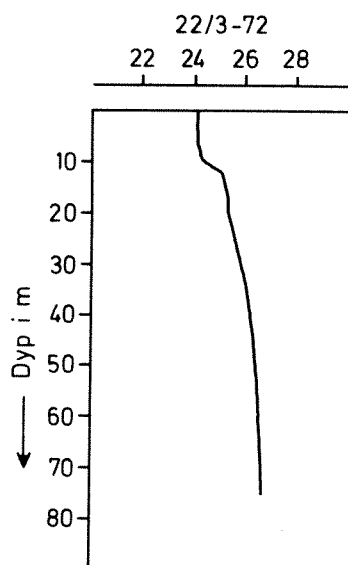
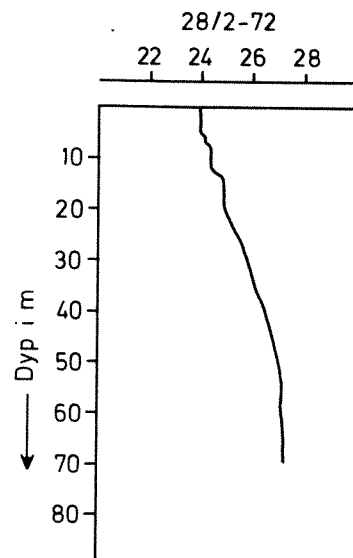
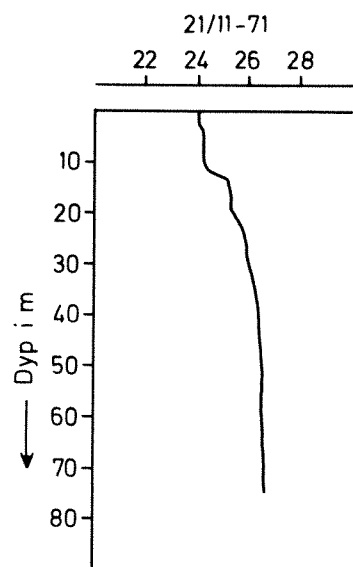


Fig. 18 Tetthetsprofiler (σ_t), Karmsundet, stasjon KF-1