

## Intern toktrapport

Fartøy: G. M. Dannevig  
 Tidsrom: 16. april - 5. mai 1997  
 Område: Nordsjøen/Skagerrak/Kattegat og ytre Oslofjord.  
 Formål: Miljøundersøkelser  
 Personell: Didrik S. Danielssen, Svein Erik Enersen, Kate Enersen,  
 Terje Jåvold,

### Gjennomføring

Det ble brukt CTD-sonde og samlet inn vannprøver fra alle stasjoner. Følgende parametre inngikk i programmet: Temperatur, saltholdighet, oksygen, nitrat, nitritt, fosfat, silikat og klorofyll a. Det ble i likhet med de tre siste årene prioritert å ta oksygen bare på snittet Torungen-Hirtshals og i Kattegat. Gulstoff ble analysert på alle stasjoner, men disse resultatene er ikke behandlet i denne rapporten. Det ble tatt en blandingsprøve med like deler vann fra 0, 5, 10, 20 og 30 m dyp (dersom stasjonen var så dyp) for algetelling i tillegg til en prøve fra 10 m dyp. P.g.a. manglende arbeidskapasitet er ikke algeprøvene dette året blitt bearbeidet ombord. Alle kjemiske analyser og ferdige figurer av resultatene ble som ved tidligere tokt utført ombord under toktet. Det ble også foretatt parallellanalyser av klorofyll med Kristinebergs Marina Forskningsstation fra Måseskårsnittet.

I forbindelse med en undersøkelse for SFT over oksygenforbruk i bassengvannet i ytre Oslofjord ble også denne undersøkelsen foretatt på dette toktet, men er ikke presentert i denne rapporten. Tre stasjoner i Risørområdet ble tatt for å ha et referanseområde lenger nede på Skagerrakkysten. Stasjonsnettet er vist på Fig. 1, og Fig. 2-11 viser fordelingen av temperatur, saltholdighet, tetthet, oksygen, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll a på snitt og enkeltstasjoner i det undersøkte området. I tillegg er saltholdighet og nitrat i 10 m og største verdi i 0-30 m dyp av N:P-forholdet i hele området vist på Fig. 12-14. Fig. 15 viser utviklingen av oksygen i tre forskjellige dyp fra januar 1996 til april i år i dypet på en stasjon i Risørfjorden, og Fig. 16 viser langtidsvariasjoner av oksygen i dypet på på samme stasjon.

### Foreløpige resultater

Vestre Skagerrak og Danmarks vestkyst (Fig. 2, 3, 4, 12, 13 og 14)

Det var meget homogene temperaturforhold i hele det vestre Skagerrak hvor den lå på ca 6°C i hele vannmassen. Saltholdigheten var også høy i overflatelaget i hele området, bare litt lavere helt inne ved norskekysten i den norske kyststrømmen. Inn mot danskekysten besto vannmassene av nordsjøvannmasser som var oppblandet med norske kystvannmasser og som de 10-15 n.m. nærmest Hirtshals hadde en saltholdighet på ca. 33.5 psu. Dette skyldtes en vedvarende sterk nordlig vind i en lengre periode. De atlantiske vannmasser ( $\geq 35$  psu) lå under 100 m dyp inn mot norskekysten, mens de lå helt oppe i 20 - 35 m dyp langs bakkekanten inn mot danskesiden ute ved Hanstholm. Det var betydelig mer atlantiske vannmasser tilstede over 100 m dyp enn året før, men p.g.a. høyere temperaturer i disse vannmassene var tettheten lavere enn i foregående år hvor man dengang hadde en lengre innstrømming av disse tunge vannmassene over tersklene til fjordene på Skagerrakkysten som gav en fornyelse av dypvannmassene der. Sydover langs den danske vestkysten var temperaturforholdene meget homogene, og lå på ca. 6°C. Det var også mer nordsjøvann-

masser langs hele vestkysten, bare på det sydligste snittet, Knude dyb var det vesentlige mengder av jyllandske kystvannmasser tilstede med saltholdigheter på mellom 32 og 34 psu. På den østligste delen av det nordligste snittet, Hanstholm-Aberdeen ble det helt opp til 30 m dyp registrert atlantiske vannmasser ( $\geq 35$  psu), noe som ikke er blitt observert siden denne undersøkelsen startet i 1988.

I den dypeste delen av Skagerrak hadde det ennå ikke funnet sted noen fornyelse av vannmassene, og utskiftningen av dypvannet i Ærøydypet (innenfor Torungen) som begynte i januar var nå avsluttet, og oksygeninnholdet i 140 m dyp nær bunnen var nå  $6,79 \text{ ml}\cdot\text{l}^{-1}$  det vil si en nedgang på  $0,30 \text{ ml}\cdot\text{l}^{-1}$  m siden siste måling i midten av mars.

I de øvre vannlag på snittet Torungen-Hirtshals var nå oksygenmetningen over 100 %, p.g.a. primærproduksjon.

I Skagerrak var det ikke noe næringssalter igjen i overflatelaget, bortsett fra noe helt innerst ved norskekysten ved Torungen og i nordsjøvannmassene 20-25 n.m. av danskekysten ved Hanstholm. På det nordligste snittet på den danske vestkysten var det noe igjen av både fosfat, nitrat og silikat bortsett fra helt inne ved Hanstholm. Lengre syd var det ubetydelig silikat igjen, mens det fremdeles var litt fosfat igjen bortsett fra på det sydligste snittet hvor det var noe igjen i overflaten lengst vest. På grunn av vedvarende nordlig vind gjennom lengre tid som har hindret jyllandske kystvannmasser å strømme oppover langs den danske vestkysten ble større mengder nitrat registrert bare helt i syd nærmest land. Det var også bare her at det ble registrert tildels meget skjeve N:P-forhold.

Det ble registrert til dels store mengder klorofyll på den nordligste delen av vestkysten, og med avtagende mengder sydover.

#### Kattegat (Fig. 5, 6, 12, 13 og 14)

Det var betydelig kaldere i overflatelaget (ca  $5,5^{\circ}\text{C}$ ) enn i de siste årene. På de to nordligste stasjonene og stasjonen ut for Grenå lå både termoklinen og haloklinen på mellom 10 og 15 m dyp, mens den lå mellom 20 og 30 m på de øvrige stasjonene. Saltholdigheten i dypet var ikke så høy som siste år, bare i den dypeste delen nærmest bunnen (65 m dyp) på den nordligste stasjonen var den over 34.5 psu.

På Gøteborg-Fredrikshavnsnittet var det ganske homogene temperaturforhold (ca  $5,5^{\circ}\text{C}$ ). Saltholdigheten var betydelig lavere i de baltiske vannmassene på svensk side enn på dansk side hvor vannmassene i motsetning til de senere årene var ganske salte helt opp til overflaten. Inne på gruntvannsområdet ble nordsjøvannmasser med en saltholdighet på mer enn 34 psu registrert under 30 m dyp og i renna utfor Gøteborg under 60 m dyp.

Oksygenforholdene var meget gode i hele Kattegat hvor laveste målte oksygenkonsentrasjon var på  $6,2 \text{ ml}\cdot\text{l}^{-1}$  og med en metning på mellom 85 og 95 % i dypet, dette var bedre enn på tilsvarende tid i de siste årene. På grunn av primærproduksjon var det overmetning over haloklinen i Kattegat og på snittet Gøteborg-Fredrikshavn var det overmetning inn mot svenskekysten helt ned til 50 m dyp mens det på resten av snittet gikk ned til mellom 10 og 20 m dyp.

Det var ubetydelig fosfat og nitrat igjen i overflatelaget, mens det var litt silikat igjen spesielt på de to vestligste stasjonene i Kattegat. Under haloklinen var det derimot rikelig med næringssalter, men dette var ikke i samme grad gjeldende på snittet Gøteborg-Fredrikshavn hvor det først var noen økning nær bunnen i vann med saltholdighet på mer enn 34 psu. Men det var generelt mindre næringssalter på dette snittet enn hva som er blitt registrert de siste årene. I likhet med i 1996 ble det ikke registrert noen påvirkning av nitratrike jyllandske kystvannmasser i dette området, og det var også lave N:P - forhold i området.

Det ble registrert enn del klorofyll i Kattegat over haloklinen, spesielt på de to vestlige og den sydligste stasjonen. På snittet var det også noe klorofyll i overflatelaget, men det var enda mer i det saltere nordsjøvannet ( $> 34$  psu) nær bunnen.

#### Indre Skagerrak (Fig. 7, 8, 9, 10, 12, 13 og 14)

Temperaturforholdene var meget homogene i hele området (ca  $6^{\circ}\text{C}$ ) uten noen termoklin. Ute i det sentrale Skagerrak lå saltholdigheten i overflatelaget på mellom 32 og 33 psu ned til ca 20 m dyp hvor det ble registrert et sprangskikt. Inn mot svenskekysten var det p.g.a. de baltiske vannmasser noe ferskere vannmasser i overflatelaget. På norskekysten var det mindre påvirkning av ferskvann i overflatelaget p.g.a. det kalde været med nordlige og vestlige vinder og lite nedbør denne våren som har gitt mindre ferskvannsavrenning. Atlantiske vannmasser ( $\geq 35$  psu) lå 15-20 n.m. utfor kysten av både Skagen og Måseskär helt opp mot 30 m dyp, mens det lenger nord på svenskekysten gikk gradvis dypere ned mot 50 til 100 m i likhet med på norskekysten. Midt i Skagerrak lå de på ca 100 m dyp. Disse atlantiske vannmassene som også ble registrert høyt oppe i den sydlige delen av det vestlige Skagerrak har tydeligvis trengt inn i den østlige delen av området, men foreløpig ikke gjort seg gjeldende så høyt oppe i vannmassene på norskekysten og heller ikke innover i Kattegat.

Det var ubetydelig med næringssalter igjen i overflatelaget over sprangskiktet (haloklinen). I samme dyp som haloklinen var det også en nutriklin med en kraftig økning av næringssalter. I den dypeste delen av Skagerrak var det også en økning av næringssaltene, spesielt nitrat og silikat. Denne økningen av næringssalter skyldtes de stagnerende forholdene i dette området. Bortsett fra på snittene inn mot svenskekysten var det lite klorofyll igjen i overflatelaget. Imidlertid ble det utenfor både danske-, svenske- og norskekysten registrert et ganske kraftig klorofyllmaksimum i 20 til 30 m dyp i nutriklinen, mye mer enn hva som er blitt registrert i de siste årene på denne tiden. Slike maksima er imidlertid ganske vanlig å observere ute i Skagerrak i forbindelse med nutriklinen i sommermånedene.

#### Risørområdet (Fig. 11, 15 og 16)

Det ble i siste del av toktet også tatt to stasjoner i det ytre fjordbassenget (Østerfjorden) i Risørfjorden og en stasjon på utsiden i kystvannet. Her var det tydelige temperatur- og saltholdighetsforskjeller på utsiden og inne i fjorden under ca 20 m dyp p. g. a. at dette er en terskelfjord med en terskel på 28m og største dyp på 188 m i forhold til ute i kystvannet. Både oksygen- og næringssaltforholdene viser at det ikke hadde funnet sted noen total fornyelse av vannmassene i dypet i motsetning til i Ærøydypet (ved Torungen) hvor det hadde skjedd en fornyelse helt til bunnen (140 m) i løpet av vinteren og våren som nevnt under avsnittet Vestre Skagerrak og Danmarks vestkyst. Siden den totale fornyelse av vannmassene som ble avsluttet i april 1996 i Østerfjorden i Risør, fant det sted en fornyelse i januar 1997 i de intermediære vannmasser (se Fig 15, 75 m dyp). Utover våren fortsatte fornyelsen i disse vannmassene. I dypet ble det bare påvist en viss fornyelse av vannmassene etter begynnelsen av april hvor oksygenkonsentrasjonen i 175 m dyp hadde steget fra  $1.46 \text{ ml}\cdot\text{l}^{-1}$  til  $2.60 \text{ ml}\cdot\text{l}^{-1}$  i slutten av april med en metning på 37.5%. På grunn av at det ikke hadde funnet sted en total fornyelse av vannmassene inne i fjorden var det jevnt stigende og meget høye nærings-saltkonsentrasjoner med økende dyp. På grunn av de lave tetthetene som var i kystvannet omkring terskeldypet synes det ikke som om fornyelsen av dypvannet inne i fjorden som nå har funnet sted vil fortsette. En fornyelse av dypvannet i denne fjorden finner gjerne sted med

års mellomrom p.g.a. det lille terskeldypet (Fig.16 ), mens det i de intermediære vannmasser (50-100 m dyp) foregår atskillig hyppigere (se Fig. 15, 75 m dyp). De største klorofyllkonsentrasjonene ble registrert i overflatelaget i 5 m dyp inne i fjorden, størst på den innerste stasjonen, mens den på utsiden var i 10 m dyp.

Flødevigen 6/5-97

D.S. Danielssen

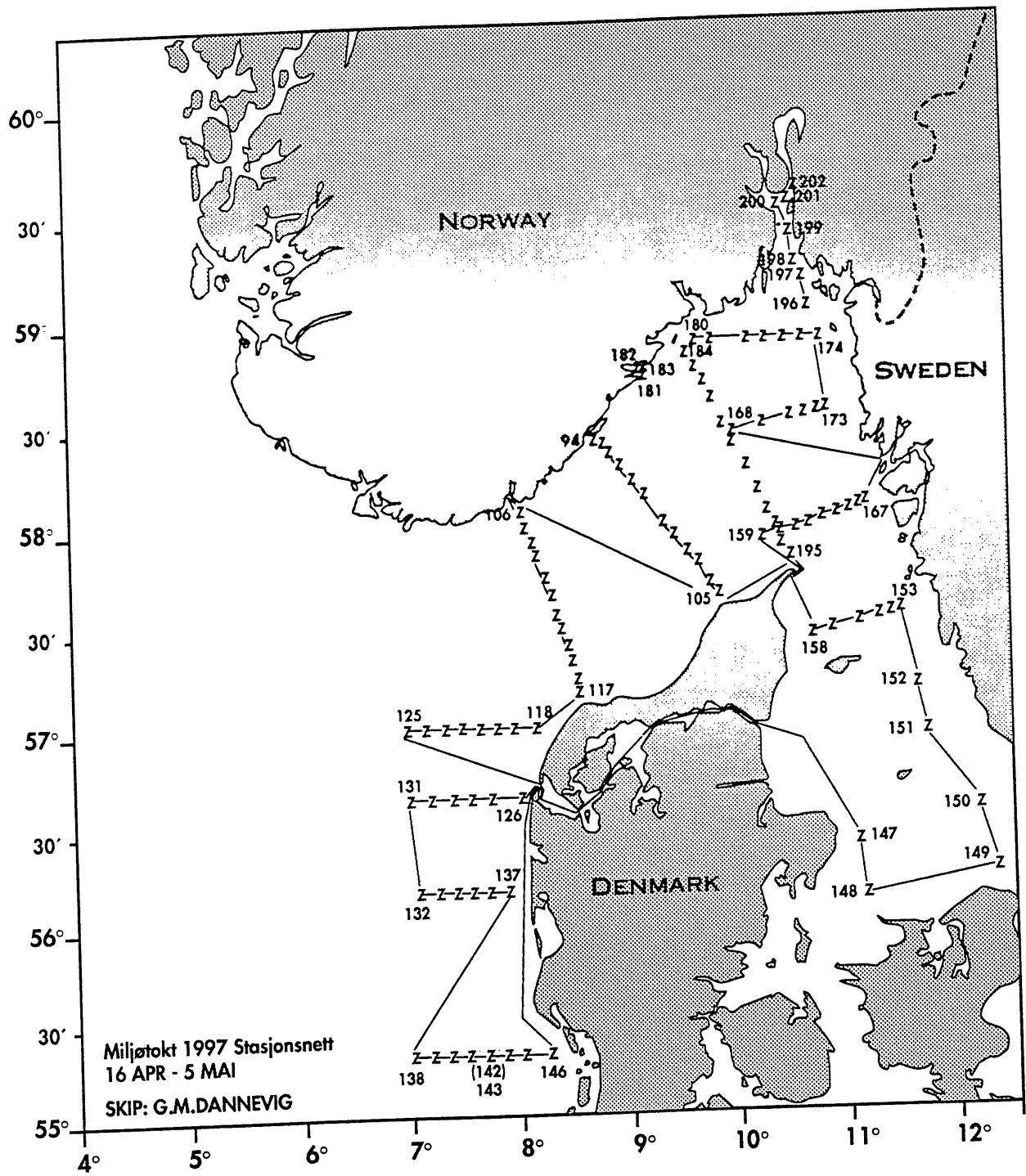


Fig. 1. Kart over stasjonsnettet 16. april - 5. mai 1997. Z: hydrografiske stasjoner.

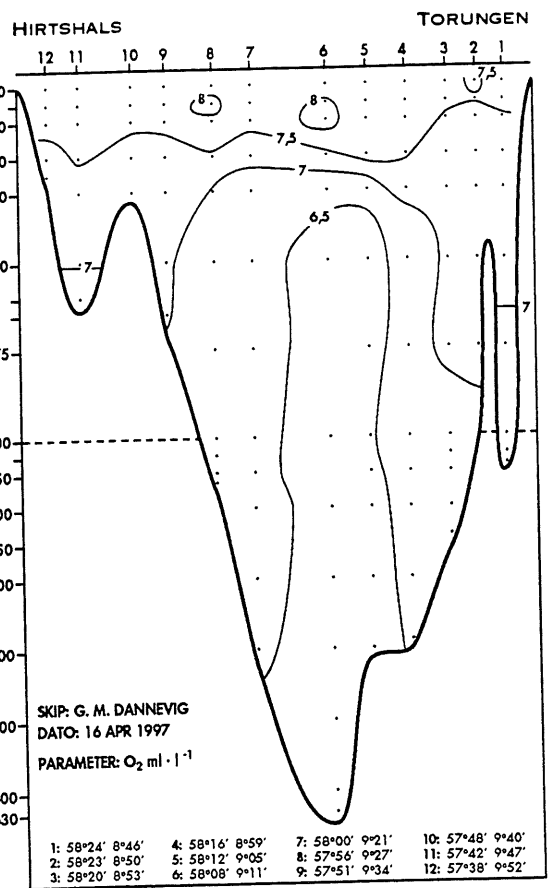
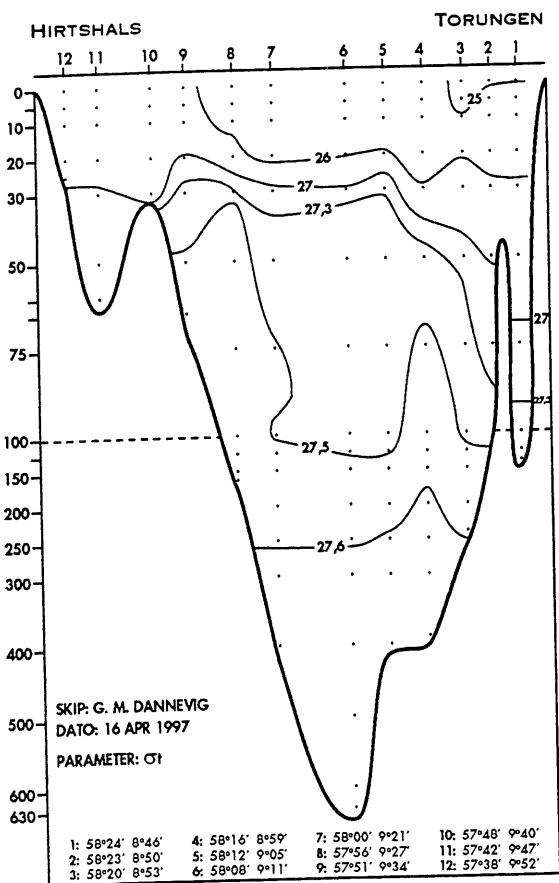
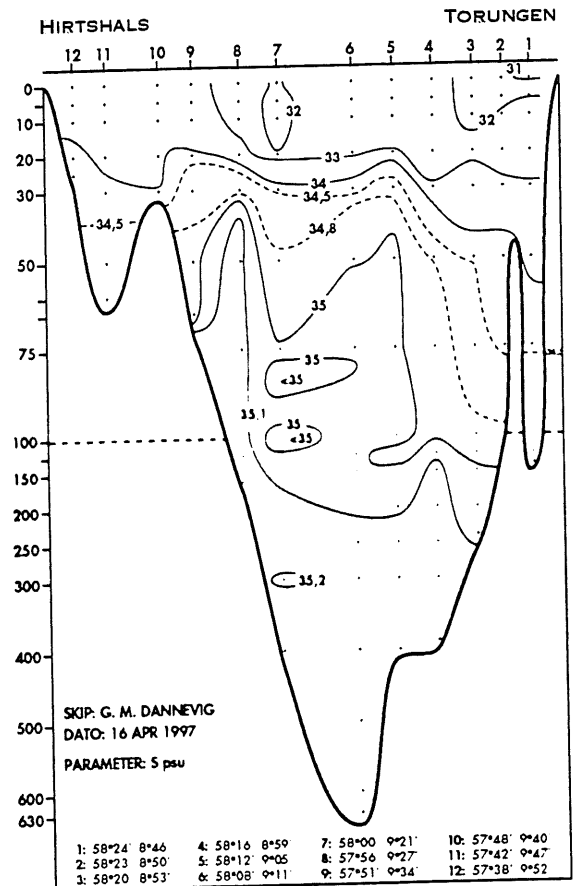
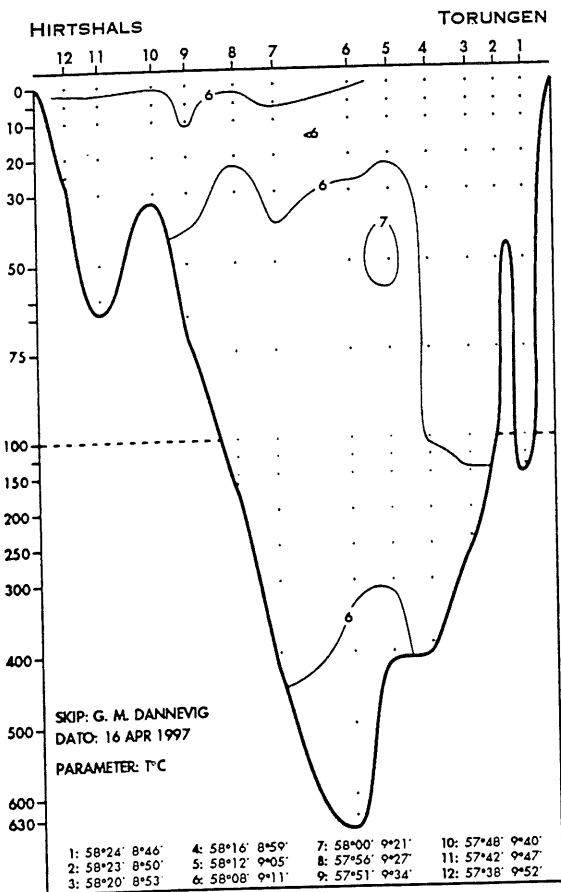


Fig. 2. Fordelingen av temperatur, saltholdighet, tetthet, oksygen, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll<sup>a</sup> på snittet Torungen - Hirtshals 16. april 1997.

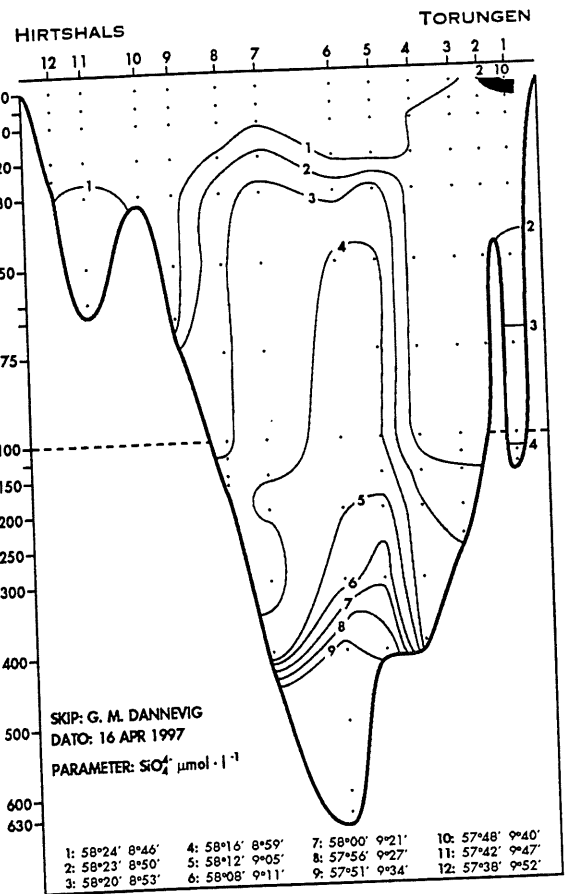
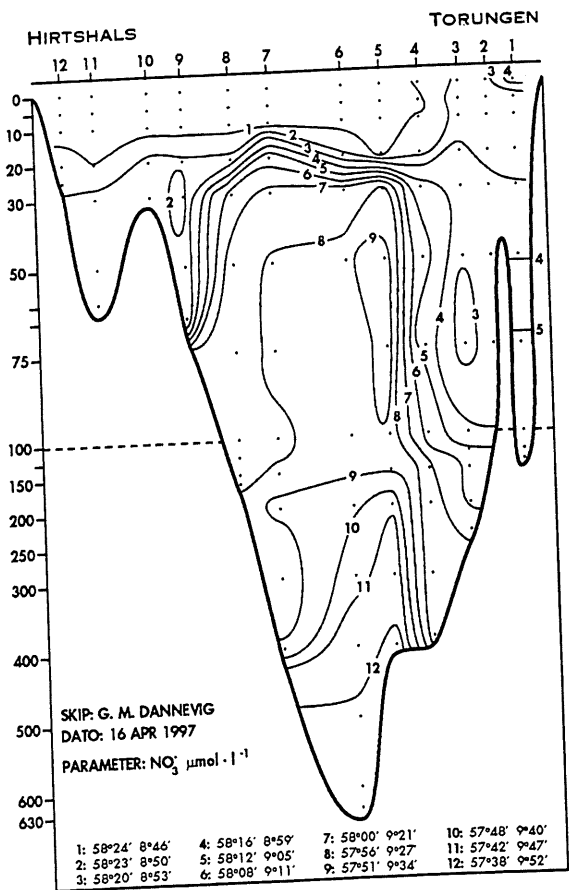
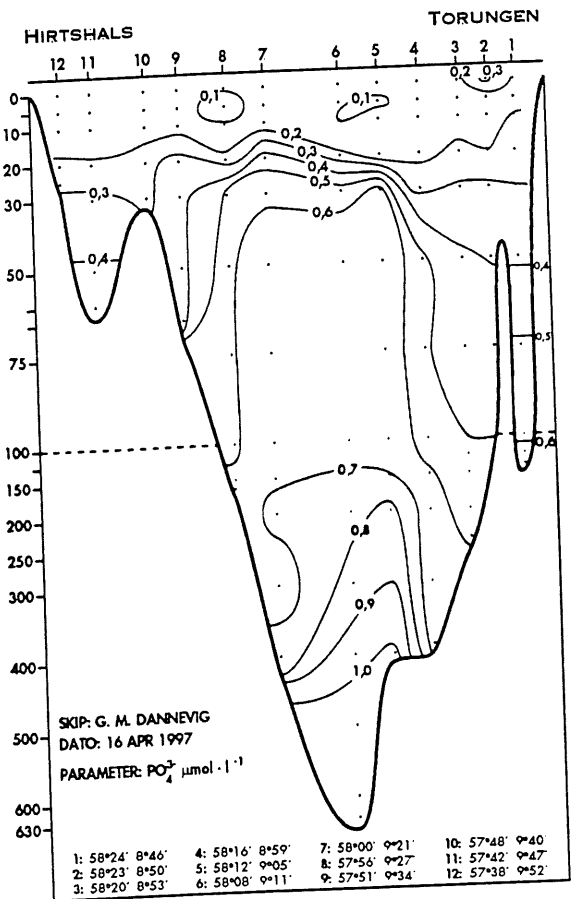
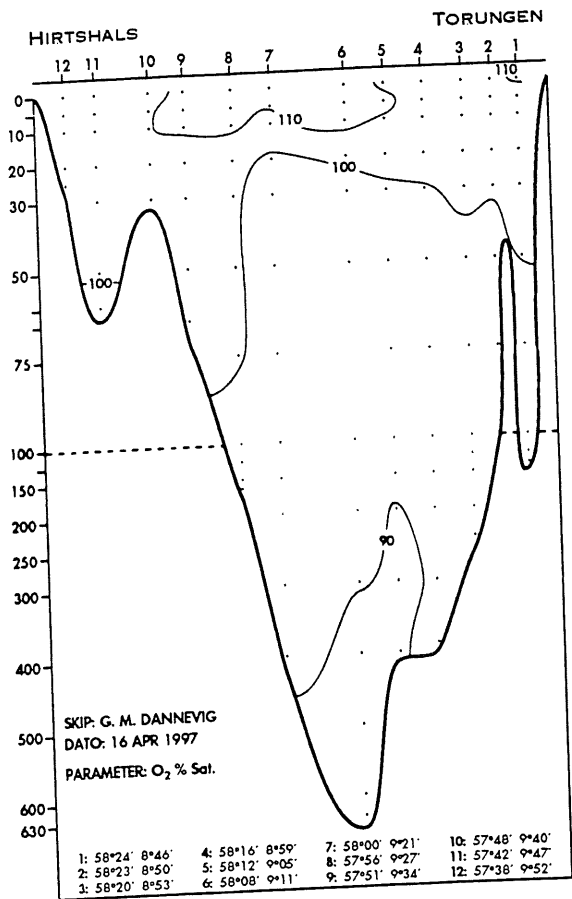


Fig. 2. Forts.

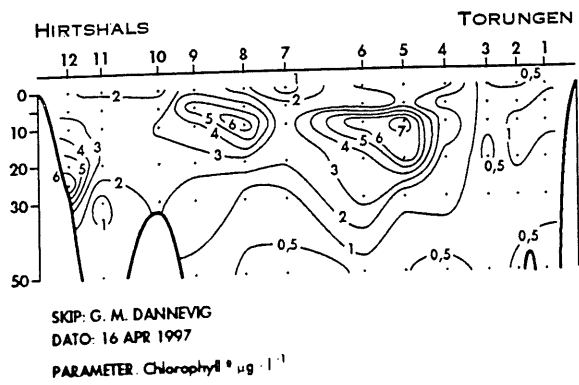


Fig 2 Forts.



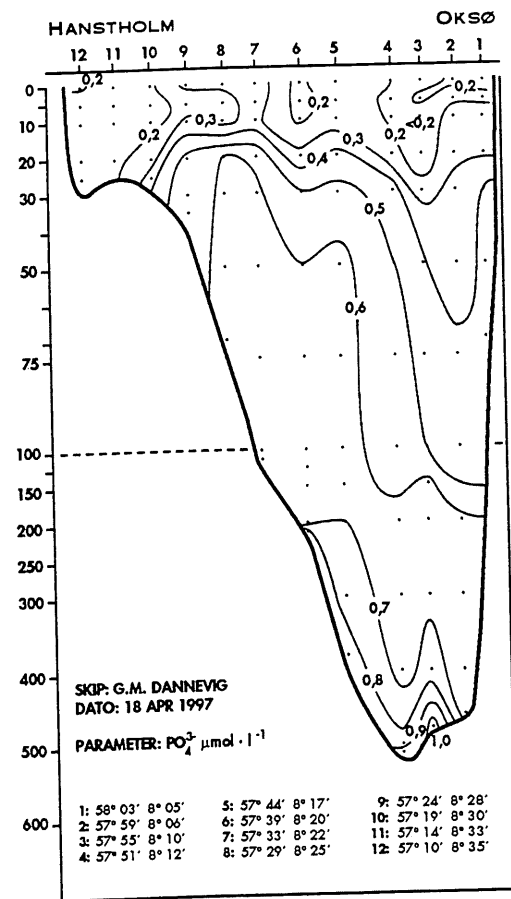
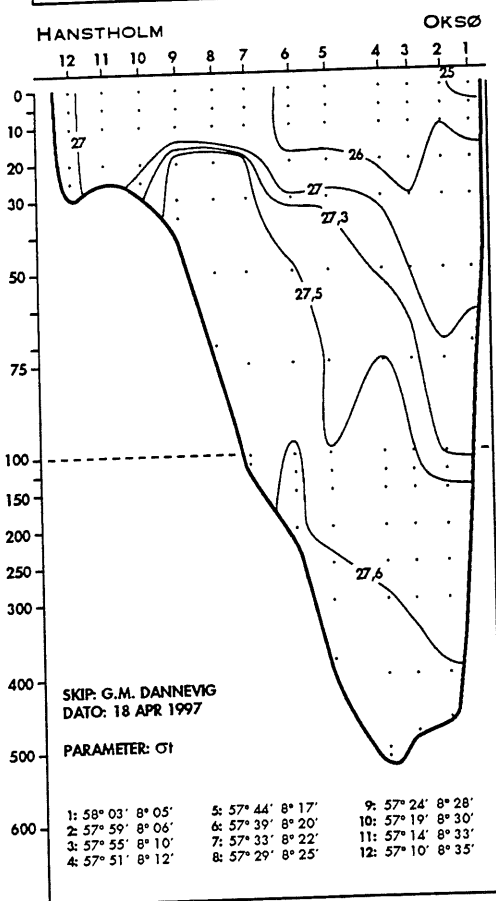
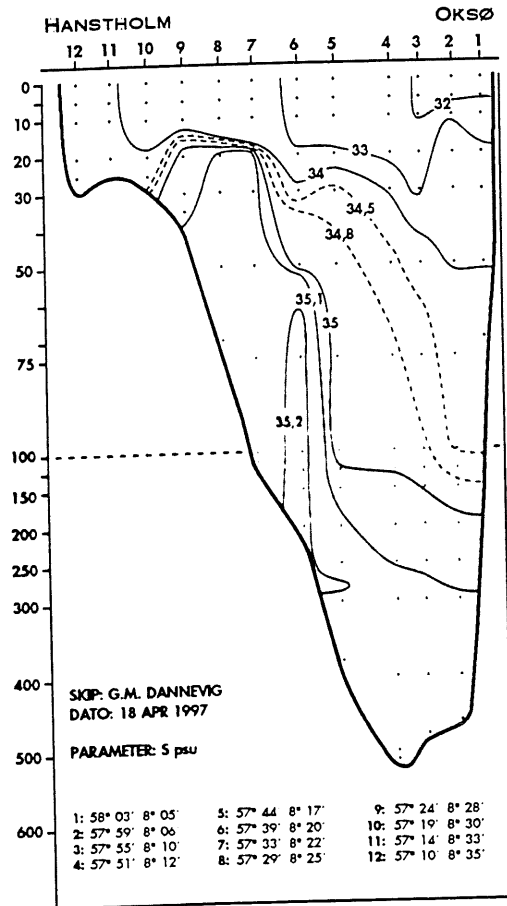
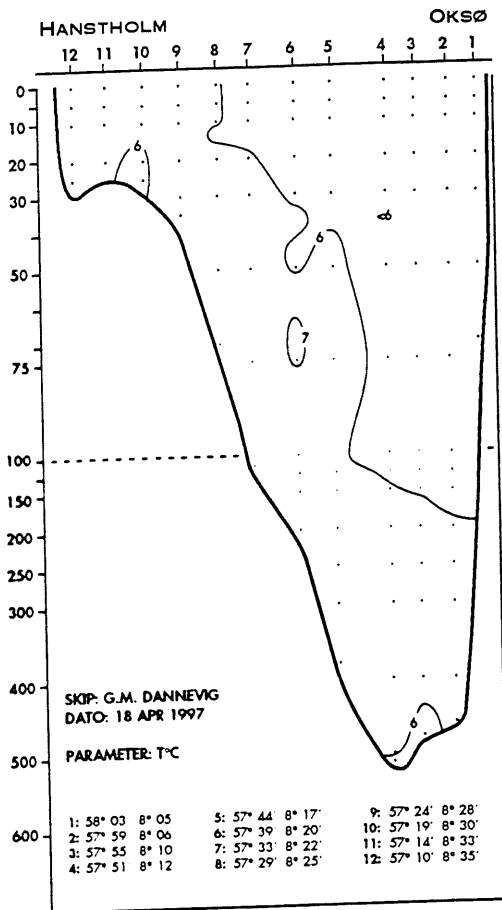


Fig. 3. Fordelingen av temperatur, saltholdighet, tetthet, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll <sup>a</sup> på snittet Oksø - Hanstholm 18. april 1997.

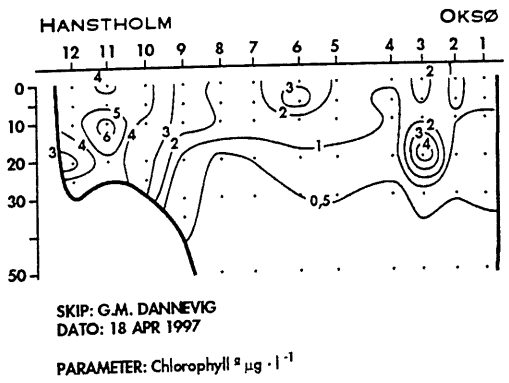
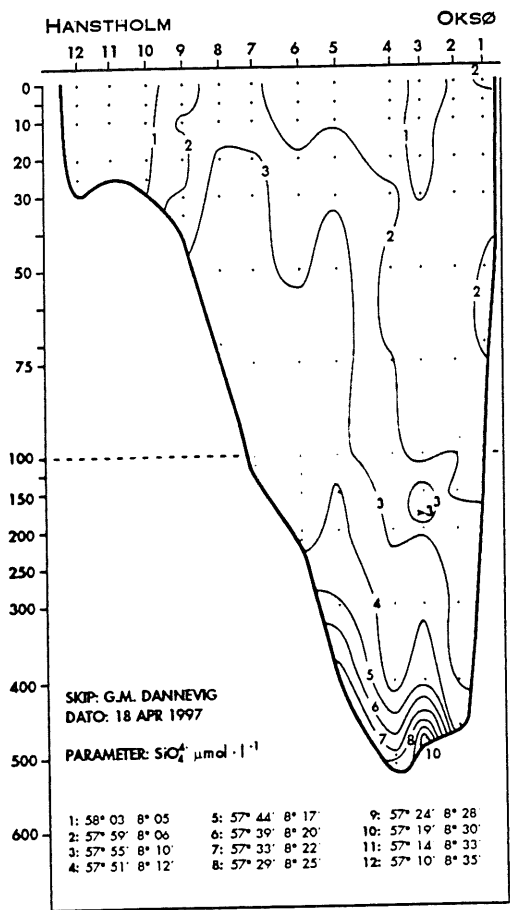
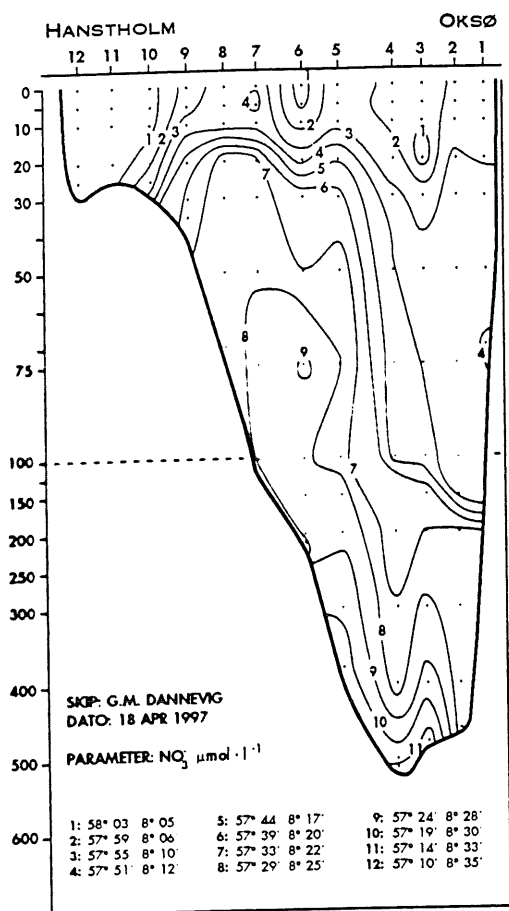


Fig. 3. Forts.

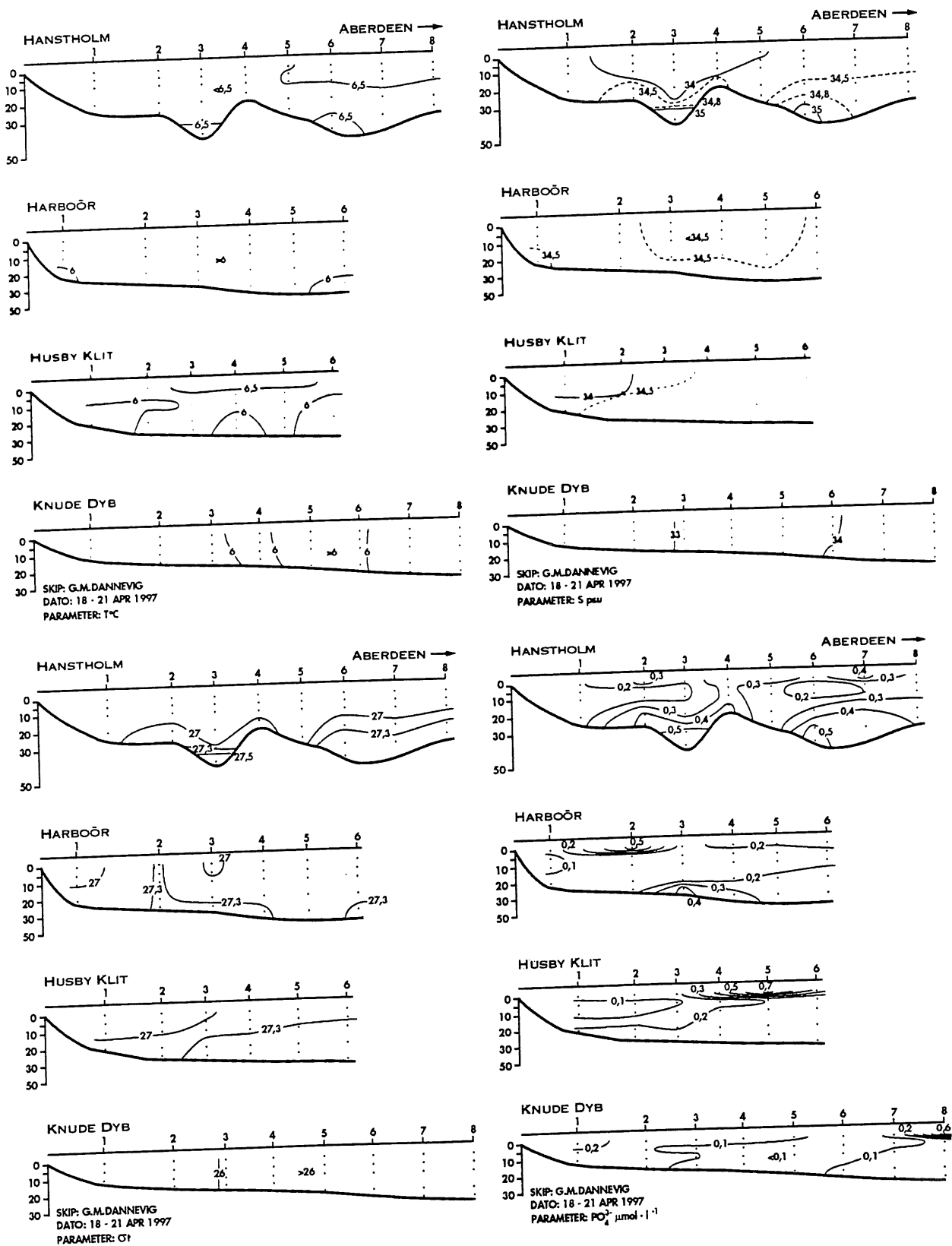


Fig. 4. Fordelingen av temperatur, saltholdighet, tetthet, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll <sup>a</sup> på snittet Hansthholm mot Aberdeen, Harboør, Husby Klit og Knude Dyb 18.-21. april 1997.

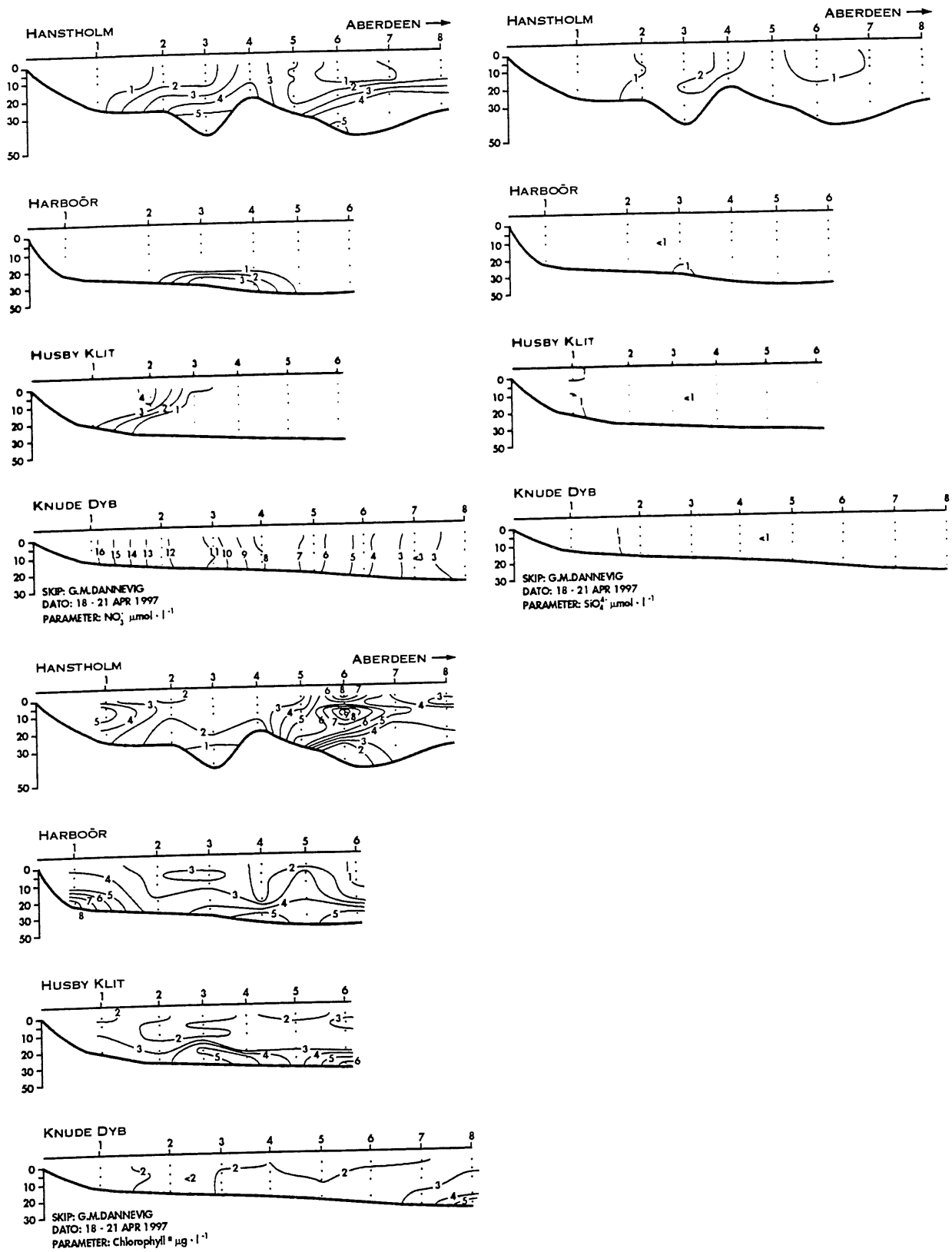


Fig. 4. Forts.

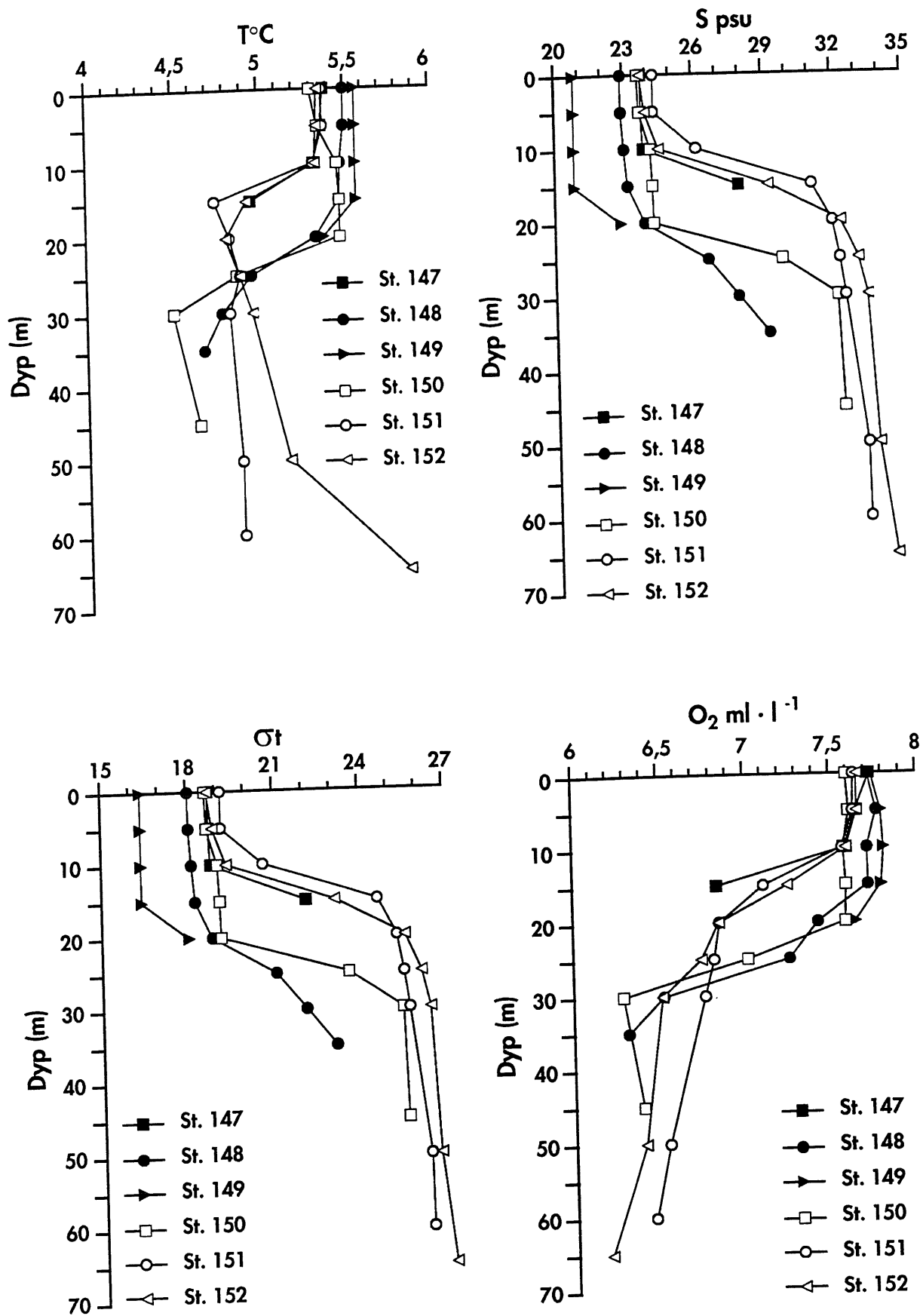


Fig. 5. Fordelingen av temperatur, saltholdighet, tetthet, oksygen, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll <sup>a</sup> på stasjon 147 - 152 (Kattegat) 24.-25. april 1997.

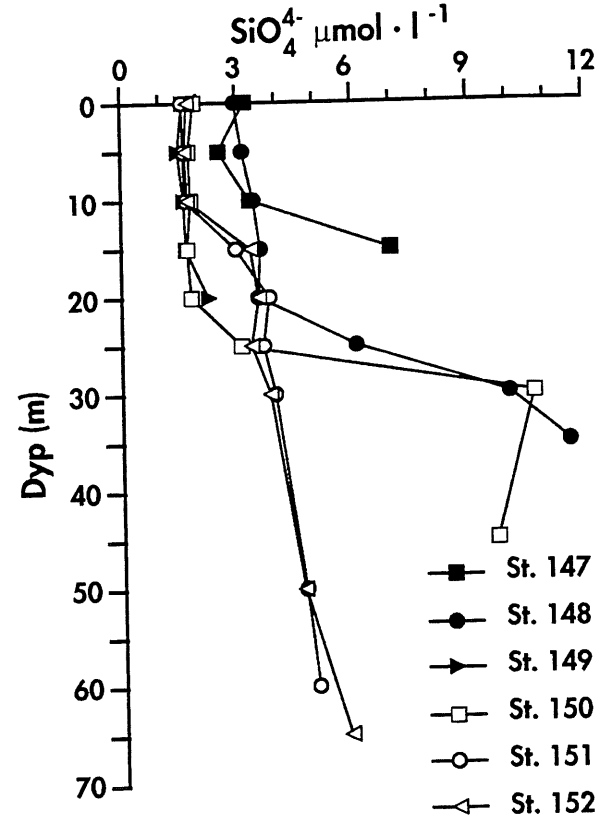
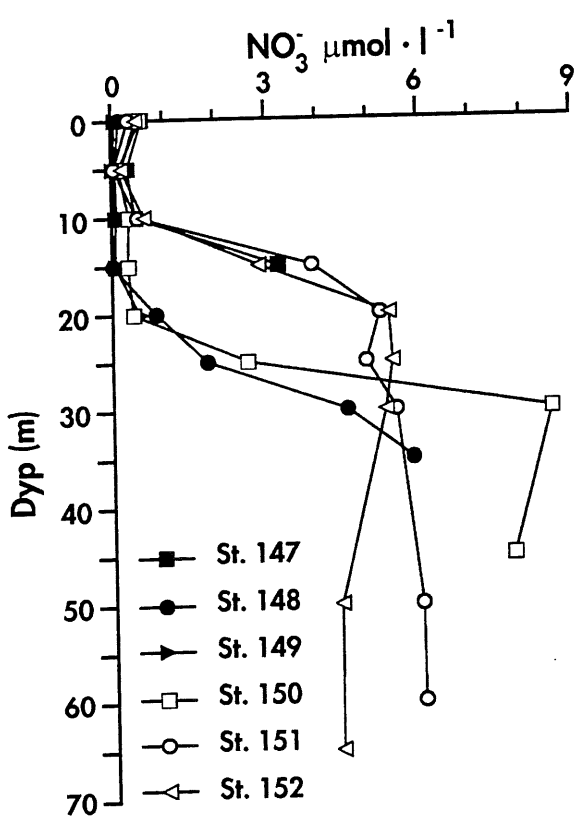
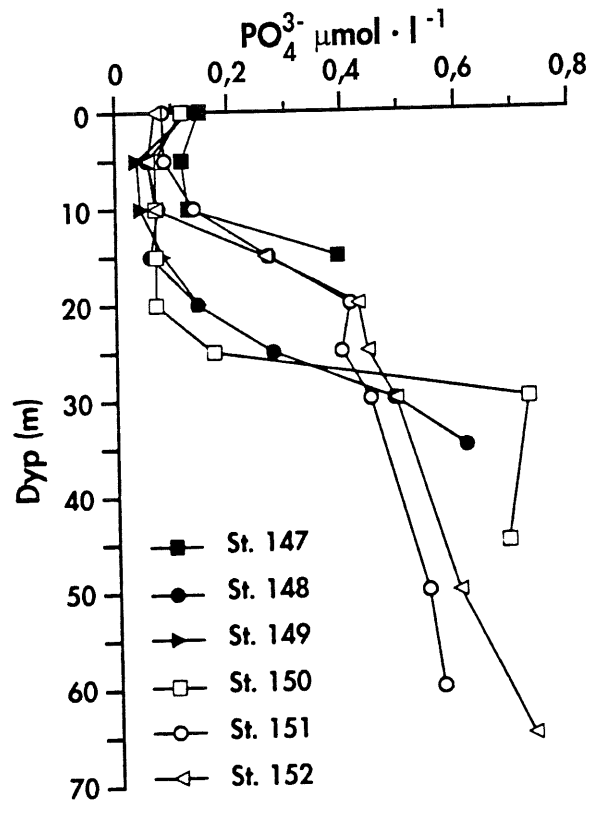
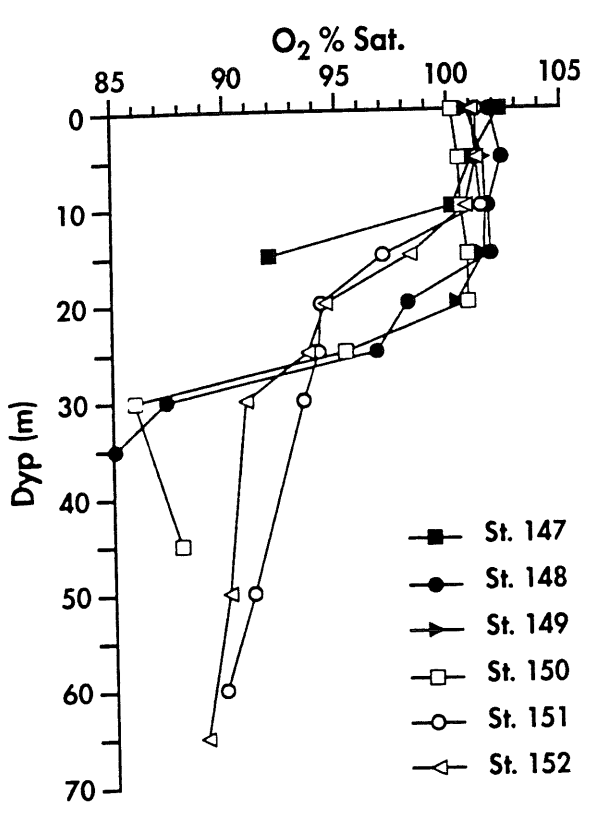


Fig. 5. Forts.

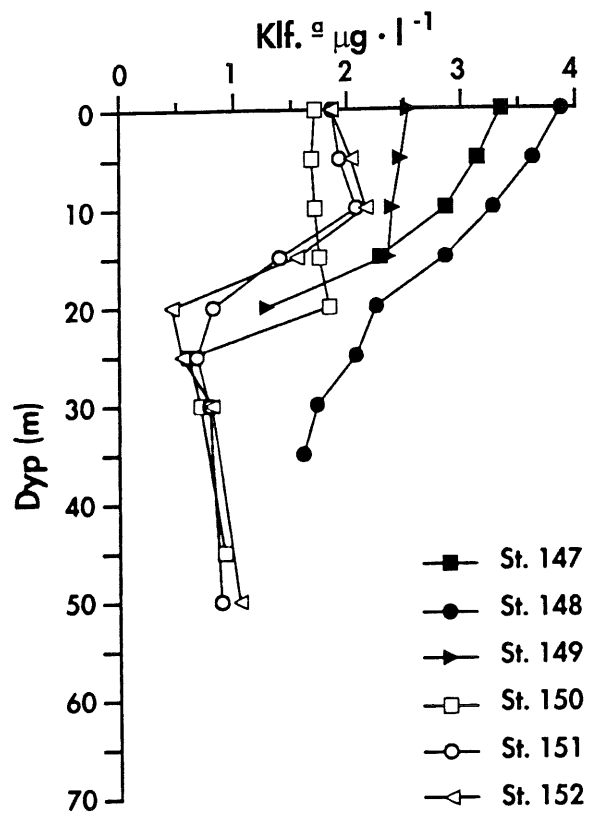


Fig. 5. Forts.

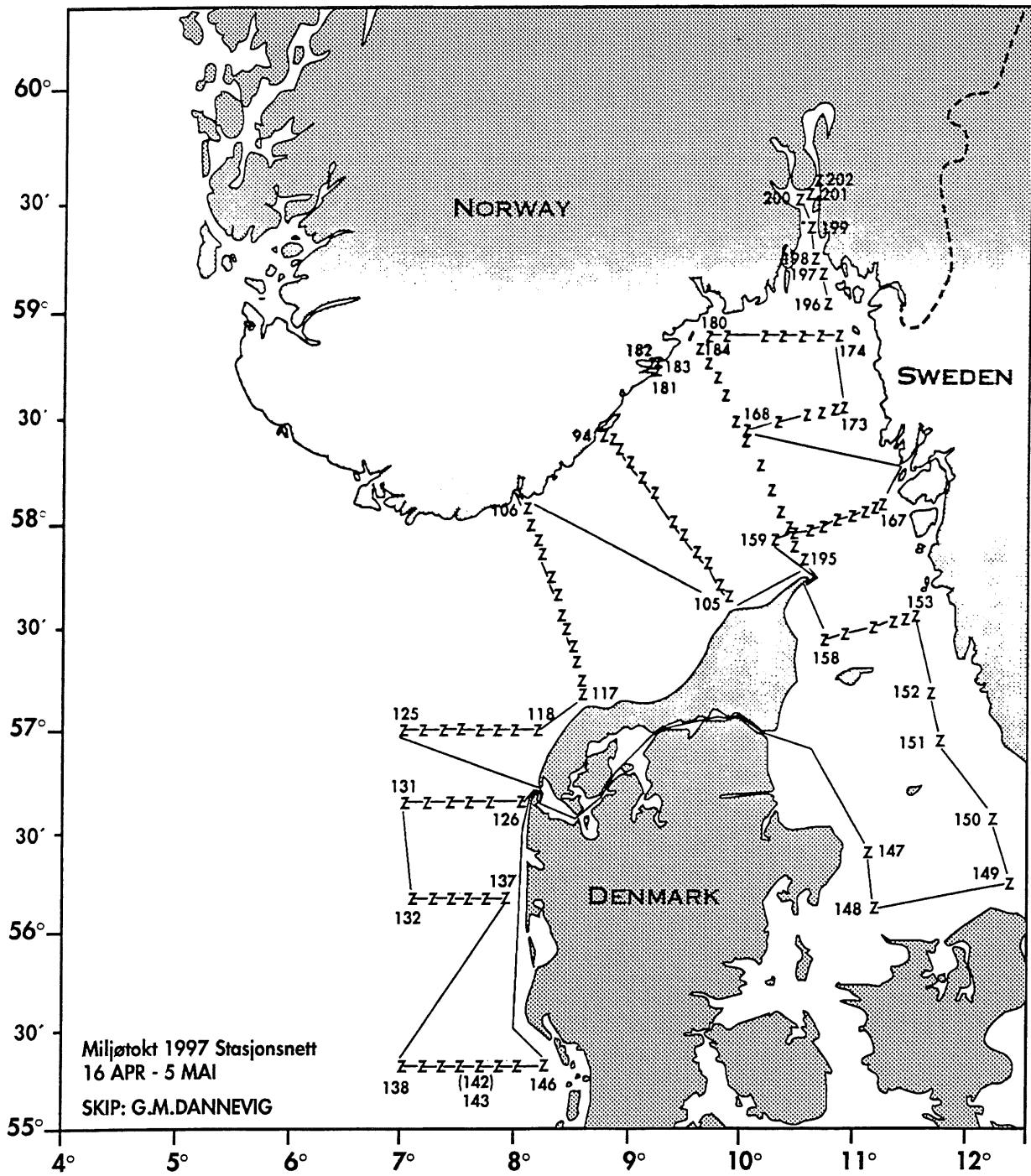


Fig. 1. Kart over stasjonsnettet 16. april - 5. mai 1997. Z: hydrografiske stasjoner.



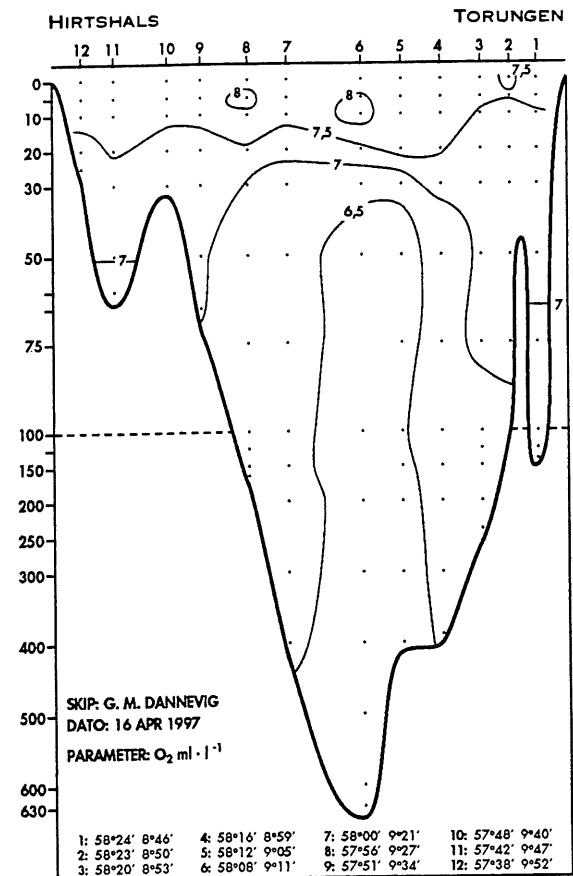
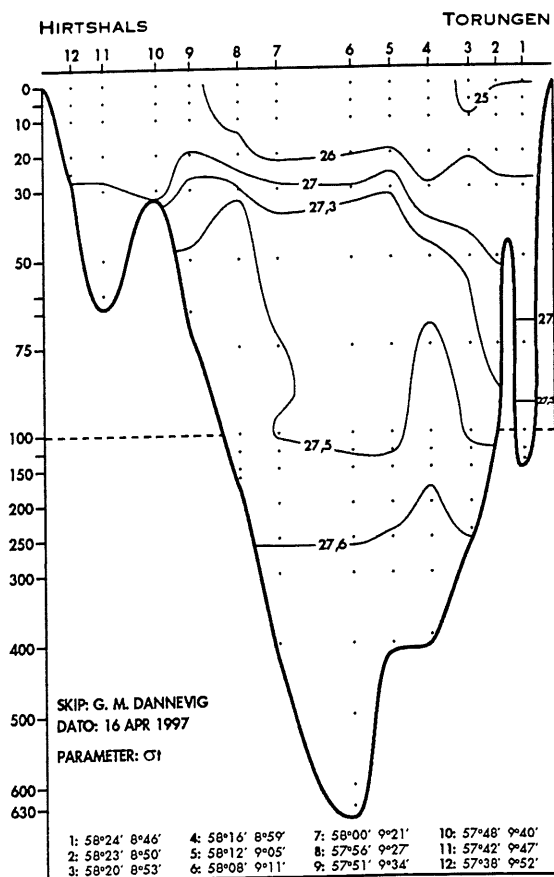
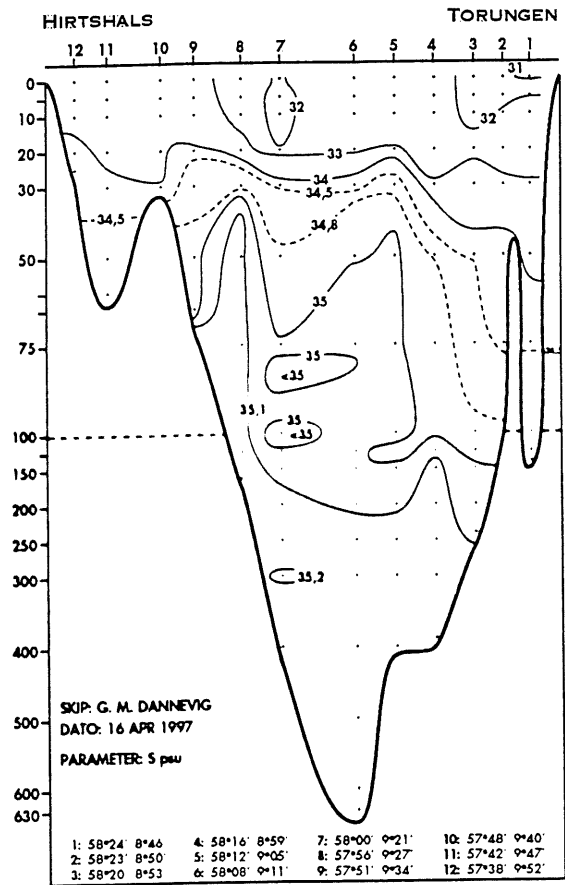
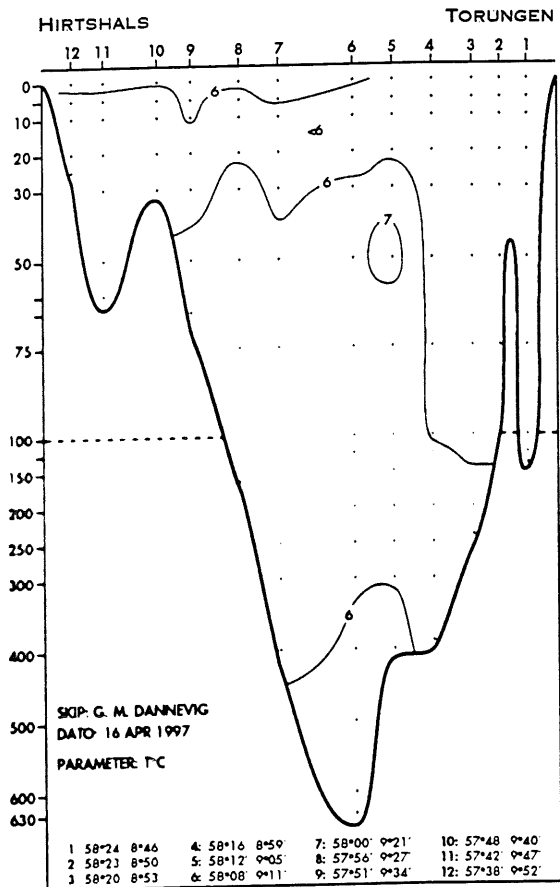


Fig. 2. Fordelingen av temperatur, saltholdighet, tetthet, oksygen, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll <sup>a</sup> på snittet Torungen - Hirtshals 16. april 1997.

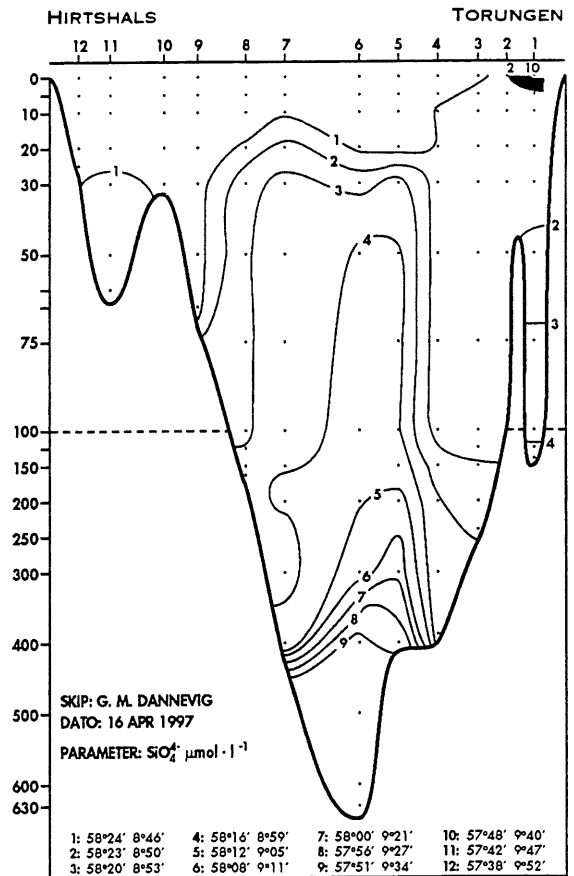
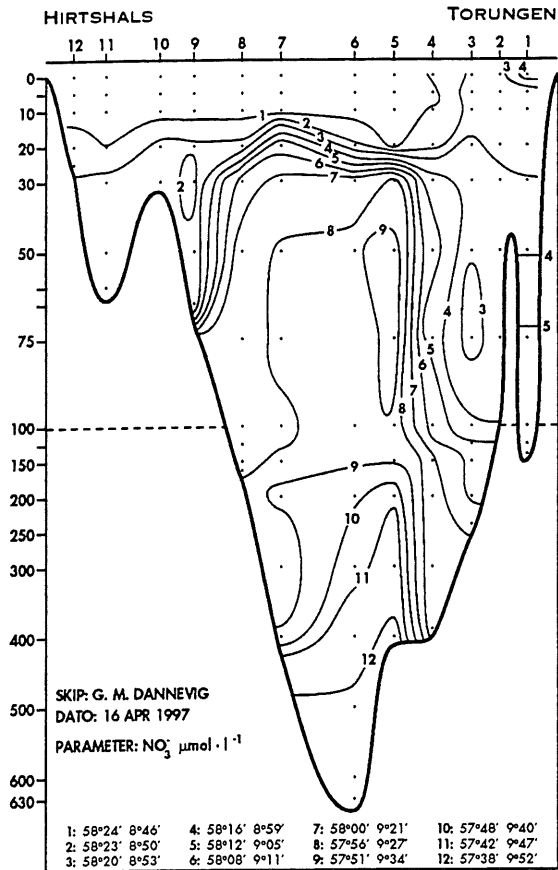
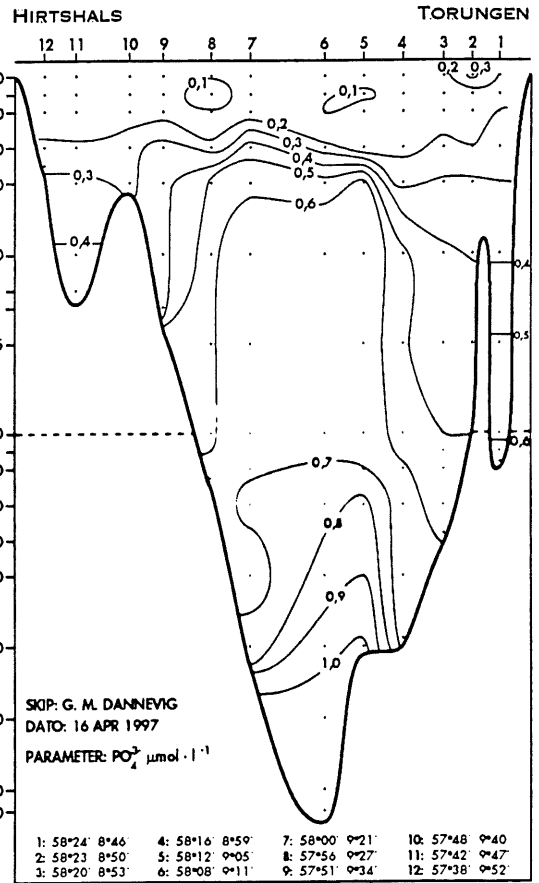
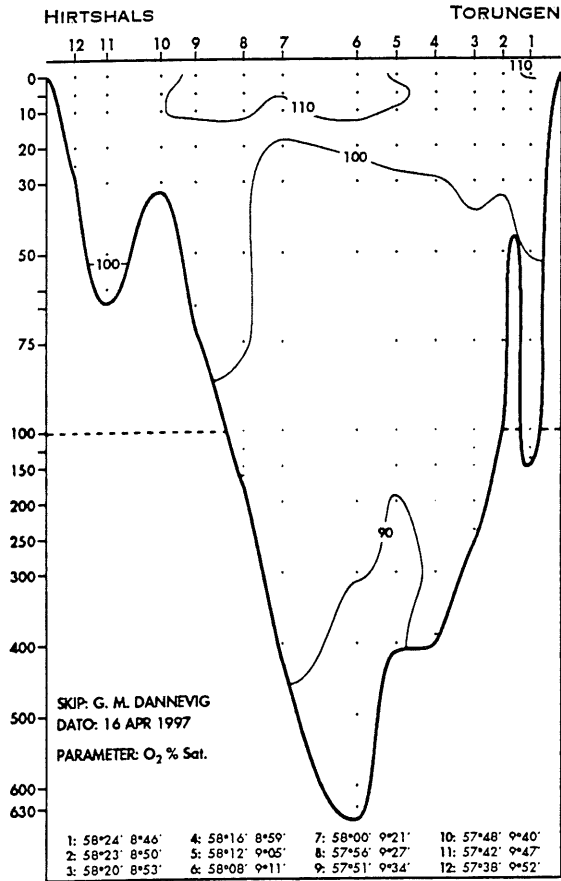


Fig. 2. Forts.

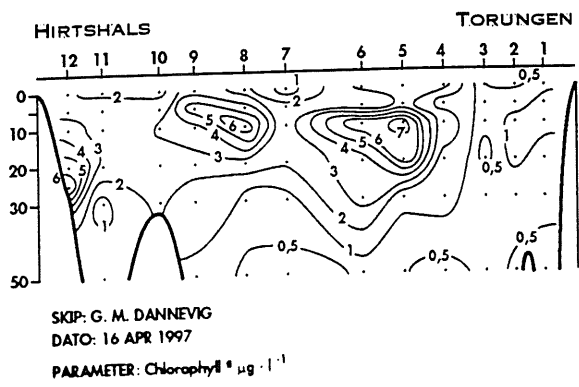


Fig. 2. Forts

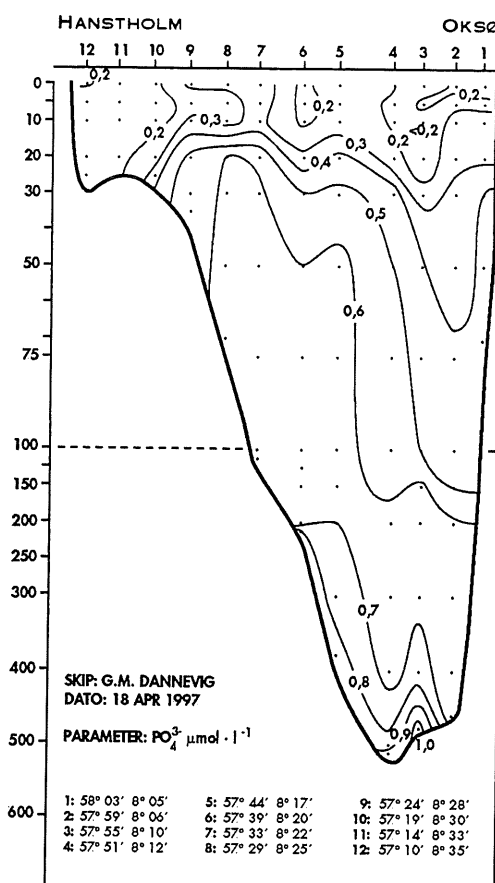
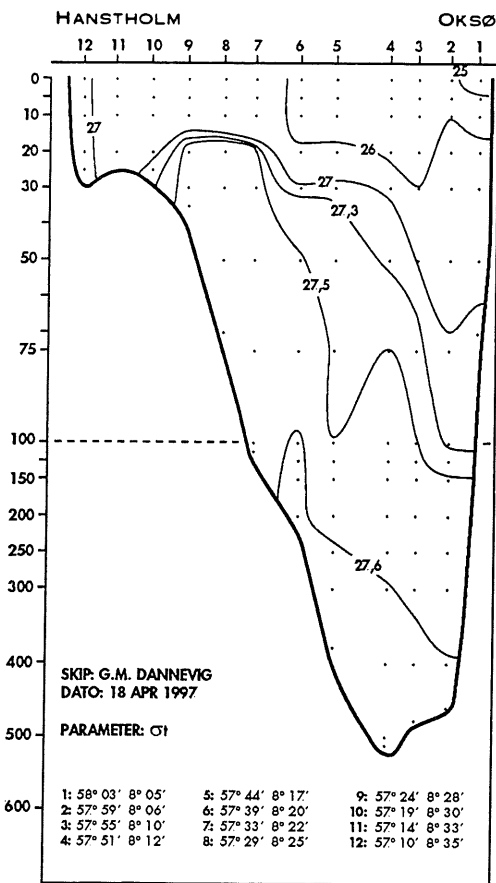
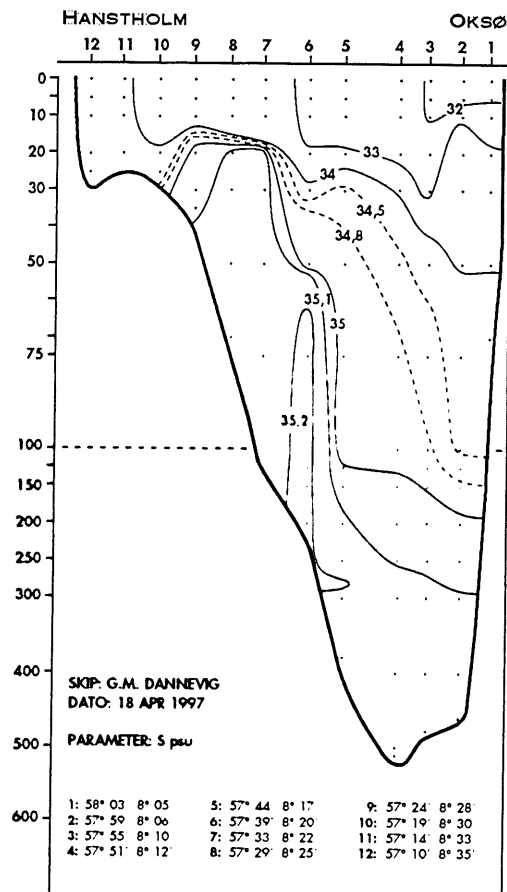
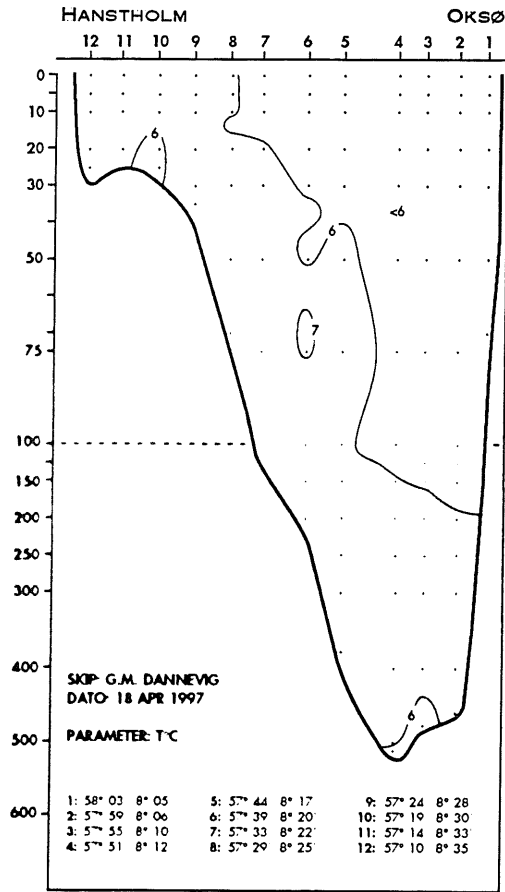


Fig. 3. Fordelingen av temperatur, saltholdighet, tetthet, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll <sup>a</sup> på snittet Oksø - Hanstholm 18. april 1997.

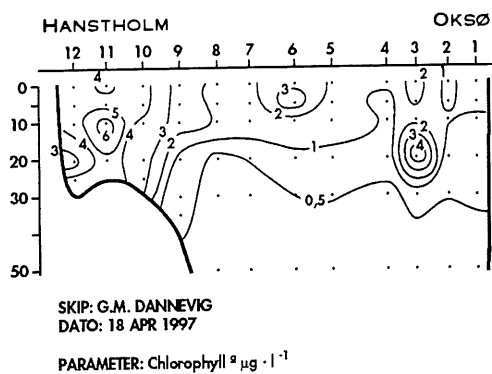
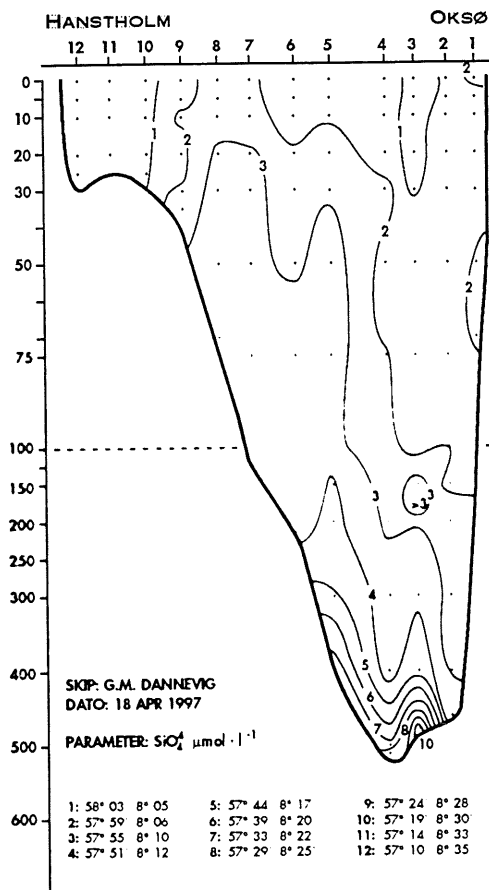
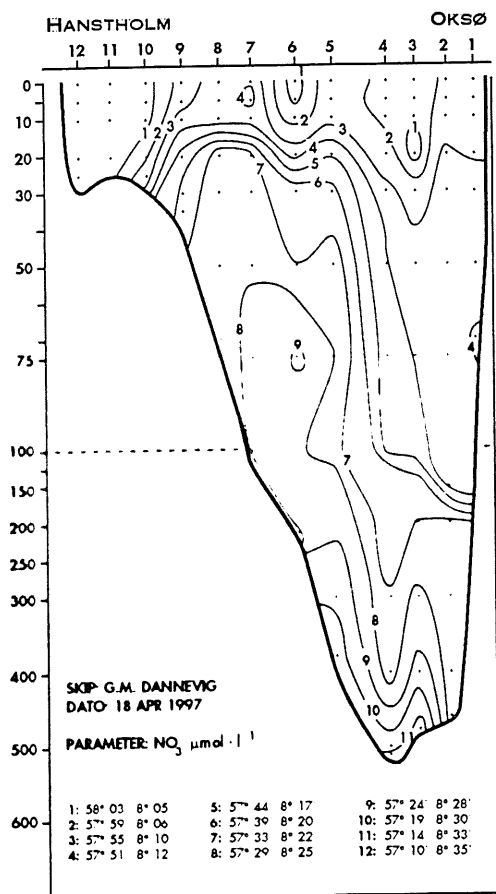


Fig. 3. Forts.

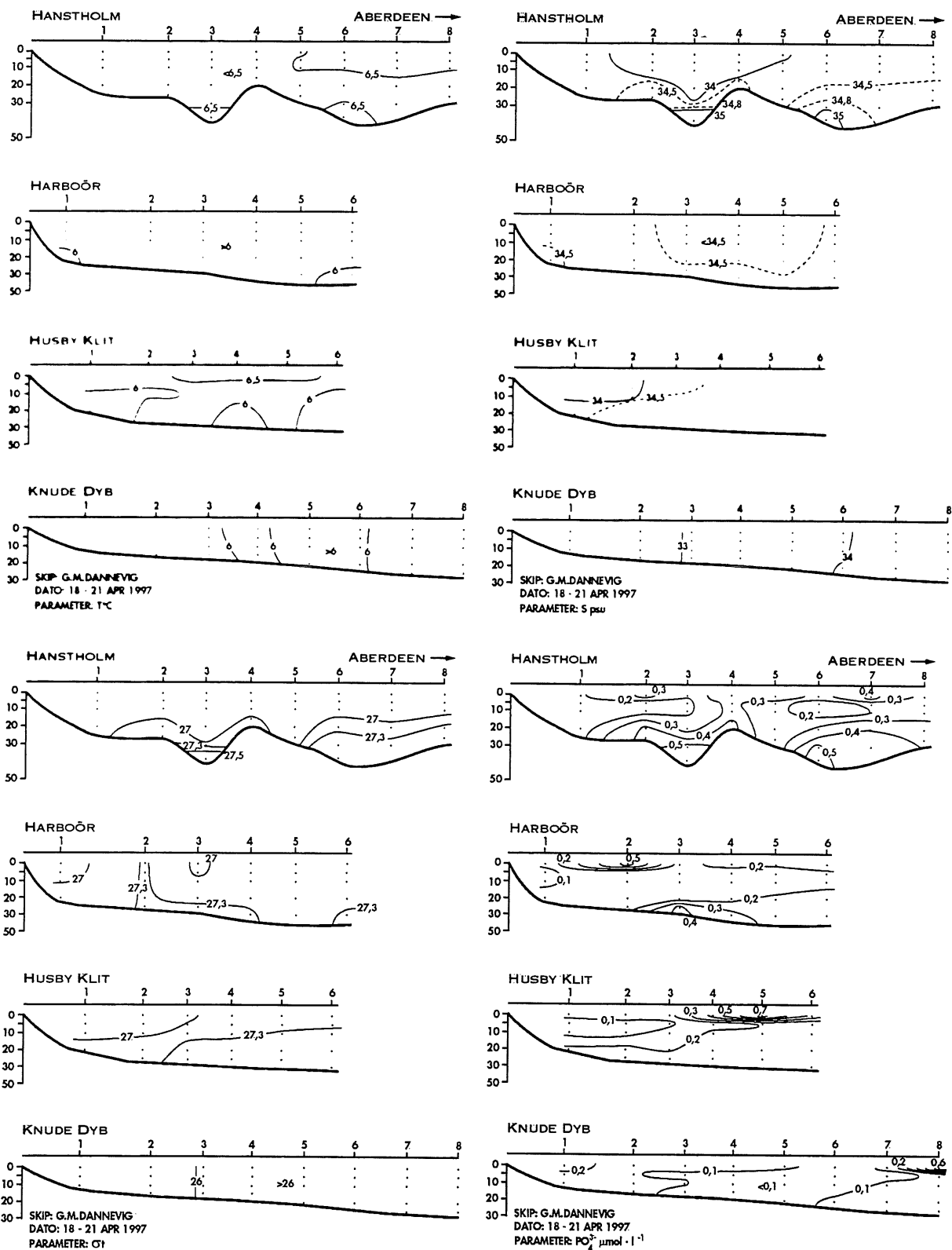


Fig. 4. Fordelingen av temperatur, saltholdighet, tetthet, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll <sup>a</sup> på snittet Hansthalm mot Aberdeen, Harboør, Husby Klit og Knude Dyb 18.-21. april 1997.

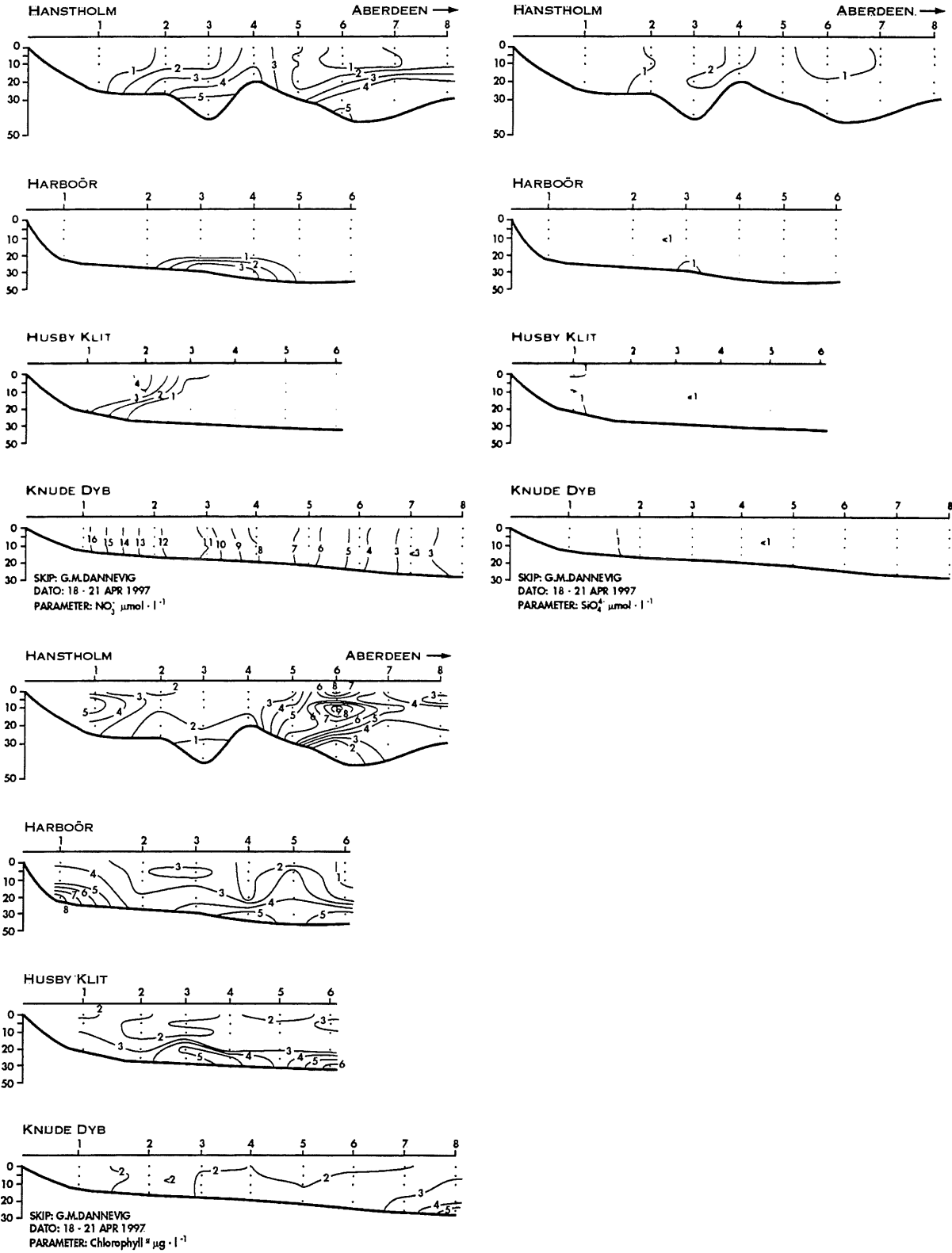


Fig. 4. Forts.

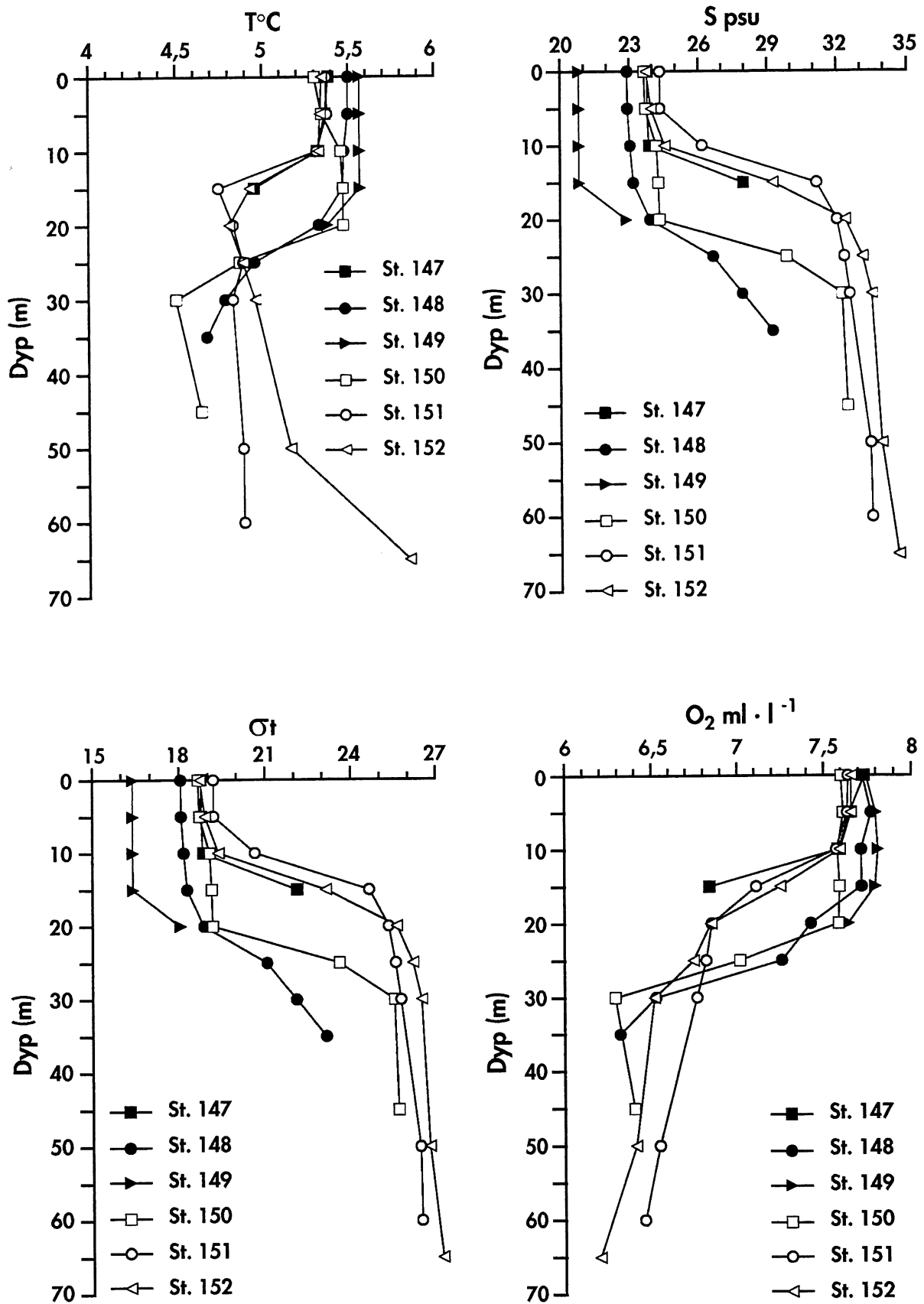


Fig. 5. Fordelingen av temperatur, saltholdighet, tetthet, oksygen, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll <sup>a</sup> på stasjon 147 - 152 (Kattegat) 24.-25. april 1997.



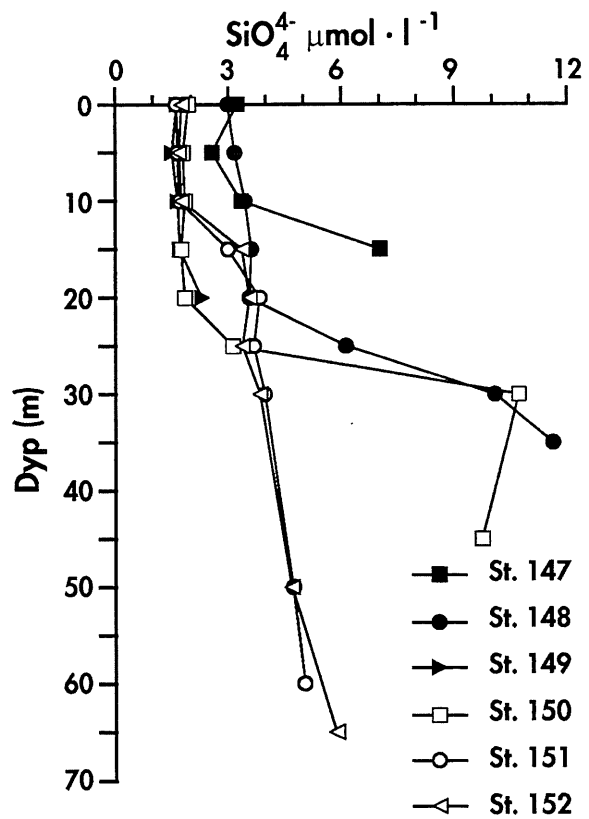
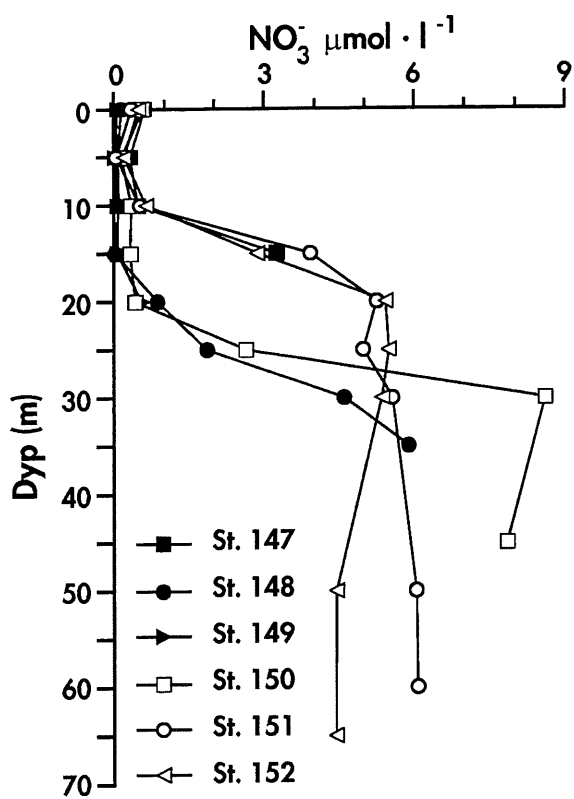
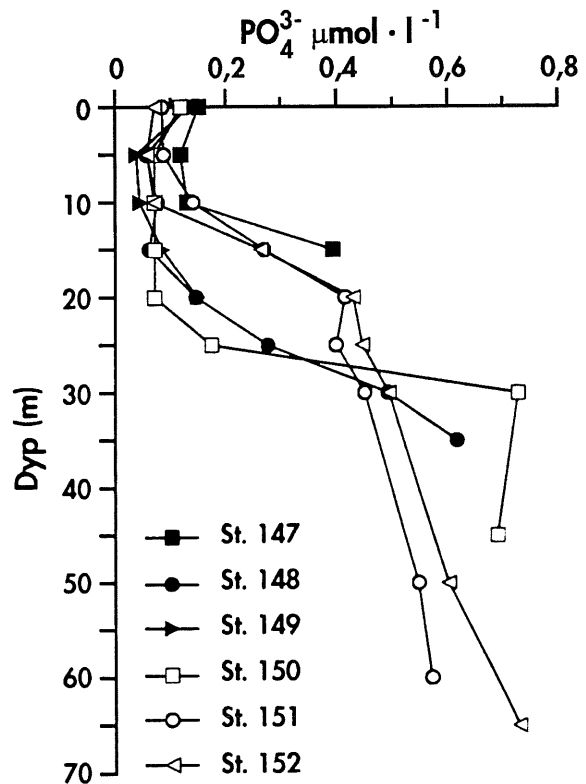
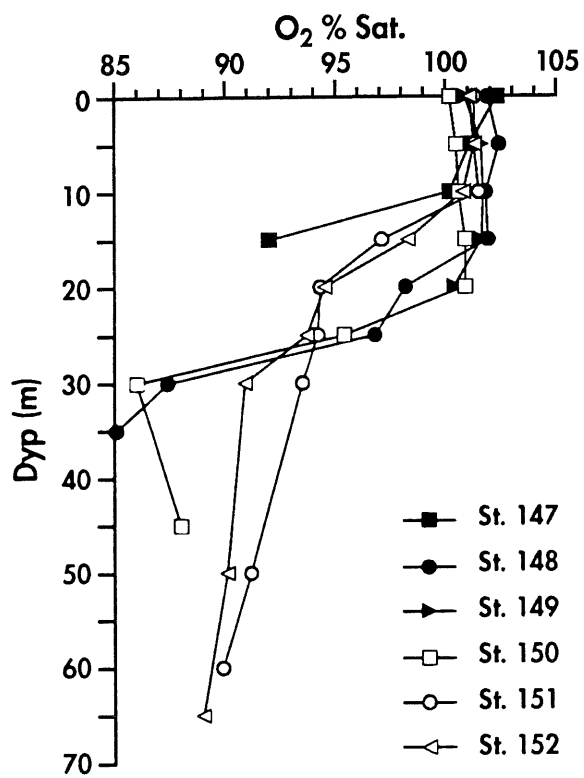


Fig. 5. Forts.

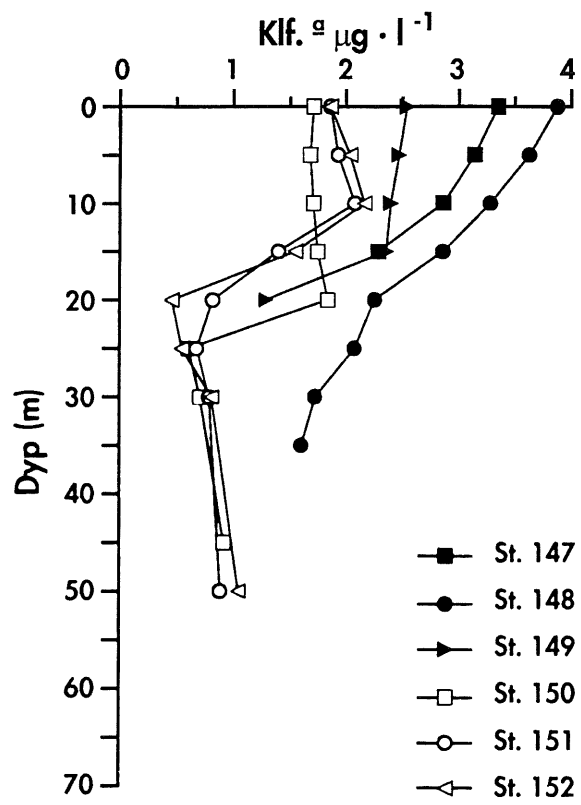


Fig. 5. Forts.

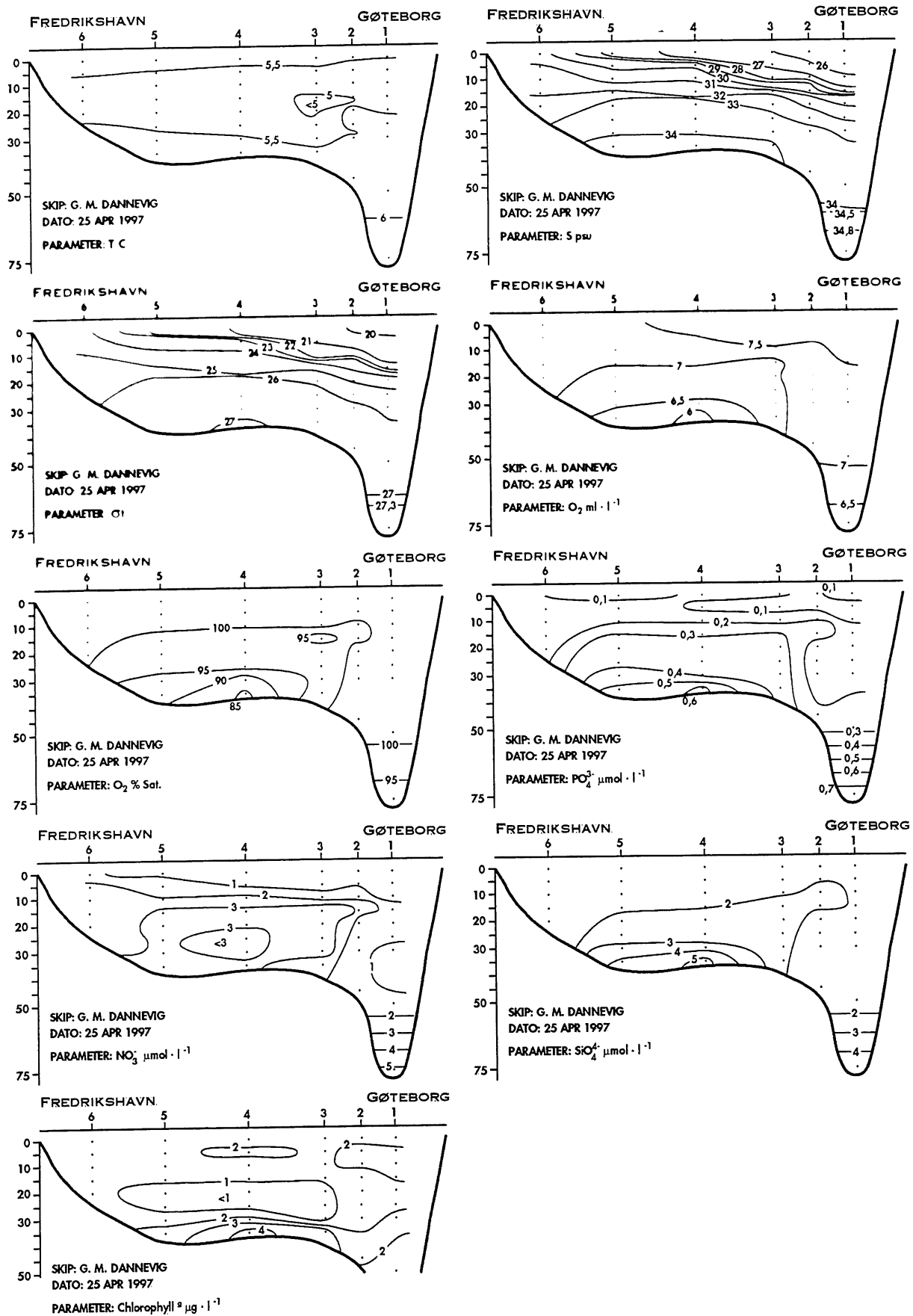


Fig.6. Fordelingen av temperatur, saltholdighet, tetthet, oksygen, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll <sup>a</sup> på snittet Fredrikshavn - Gøteborg 25. april 1997.

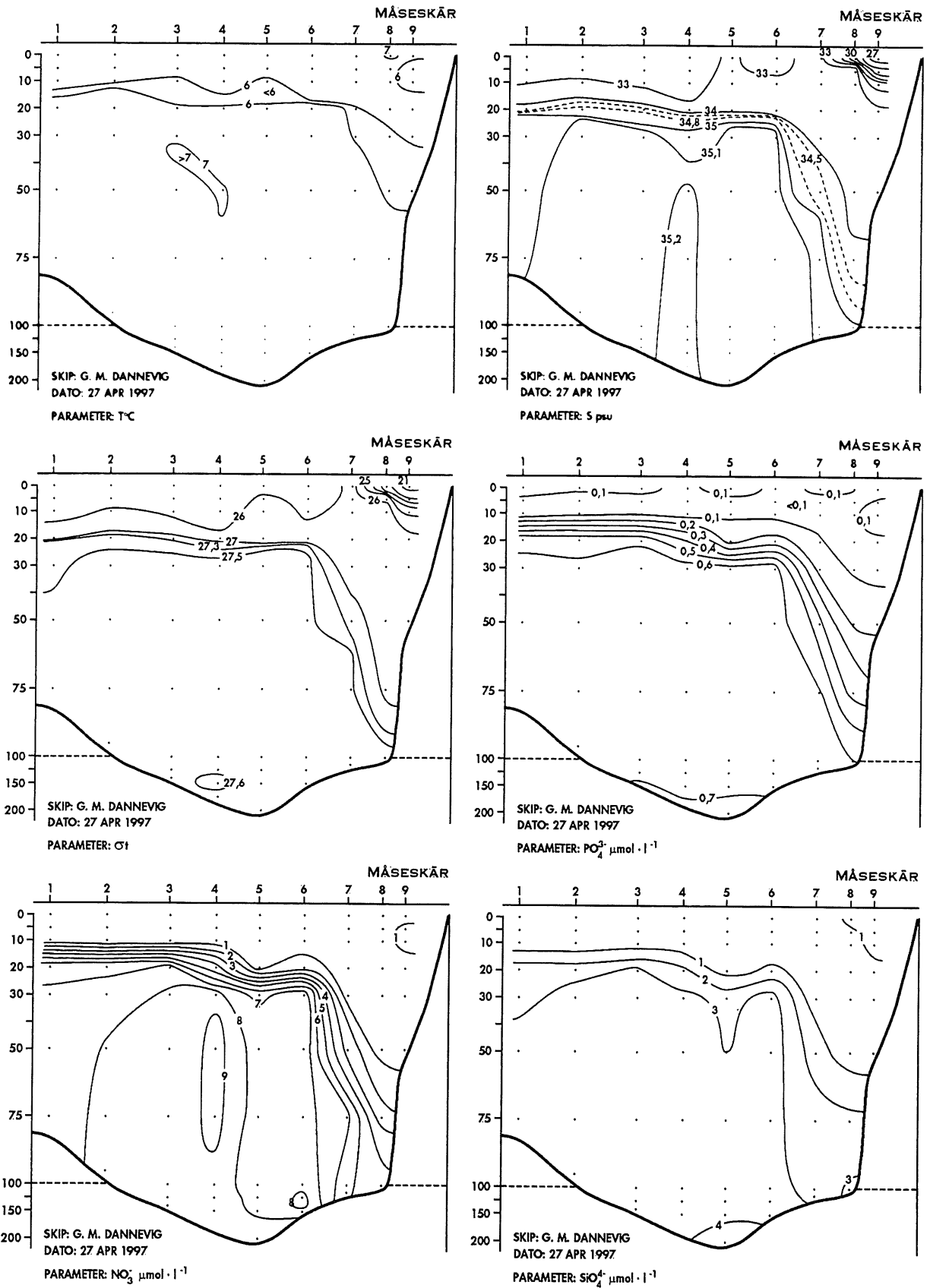


Fig. 7. Fordelingen av temperatur, saltholdighet, tetthet, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll <sup>a</sup> på snittet Måseskär 27. april 1997.

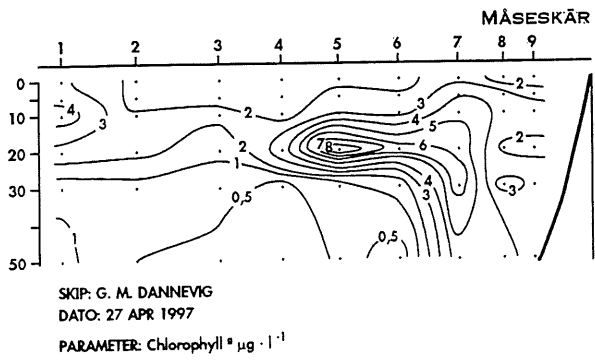


Fig 7 Forts

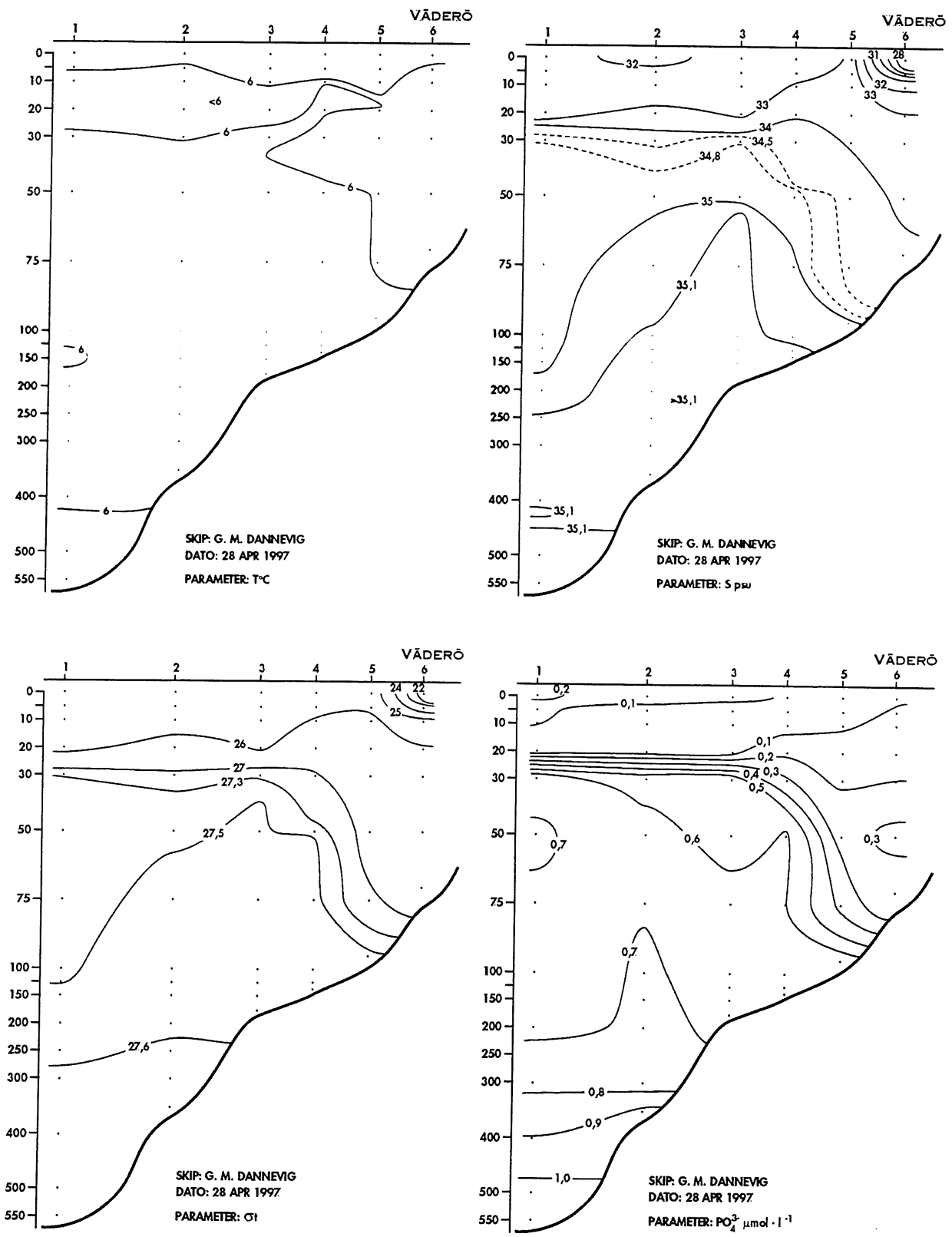


Fig. 8. Fordelingen av temperatur, saltholdighet, tetthet, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll <sup>a</sup> på snittet Väderö 28. april 1997.

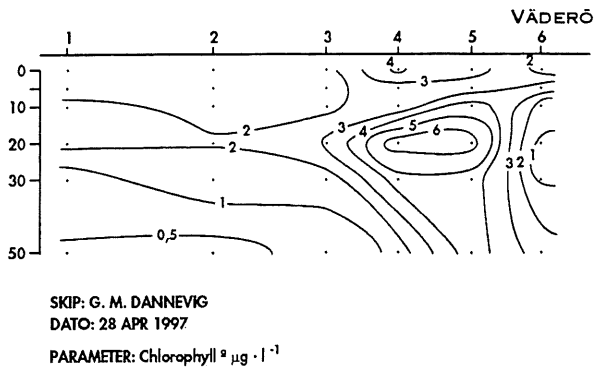
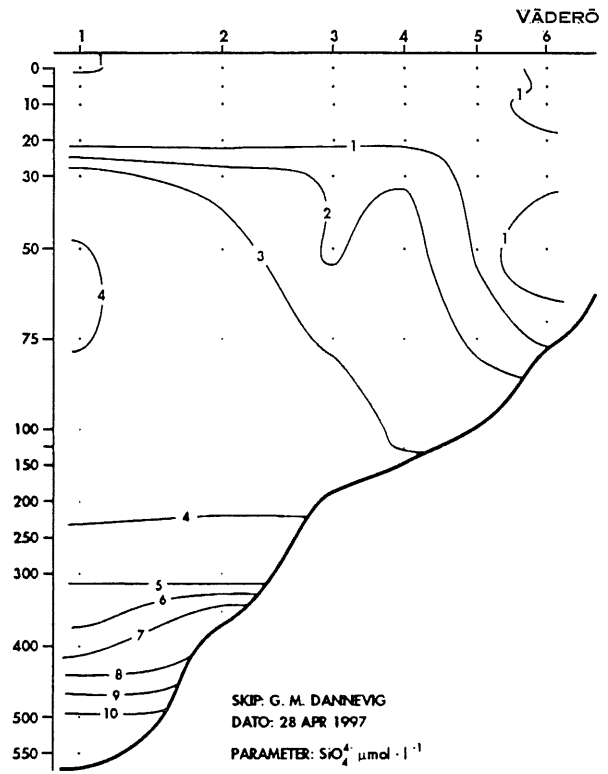
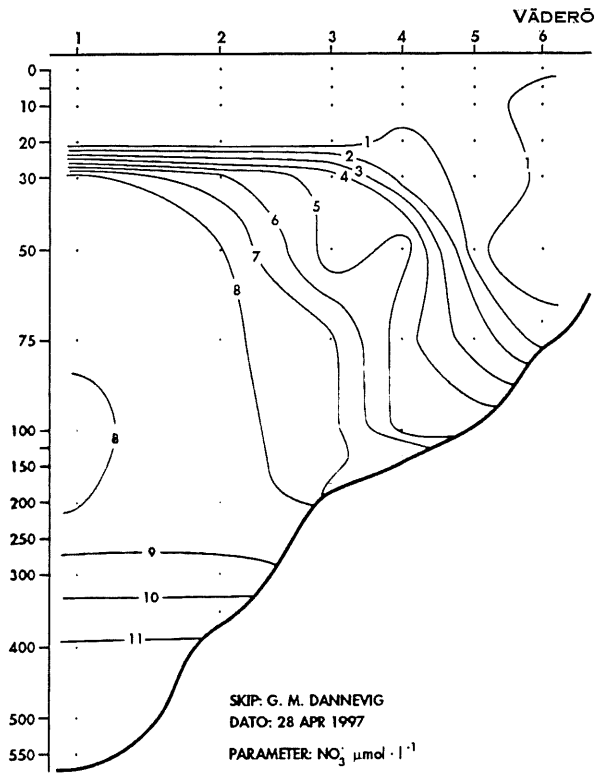


Fig. 8. Forts.

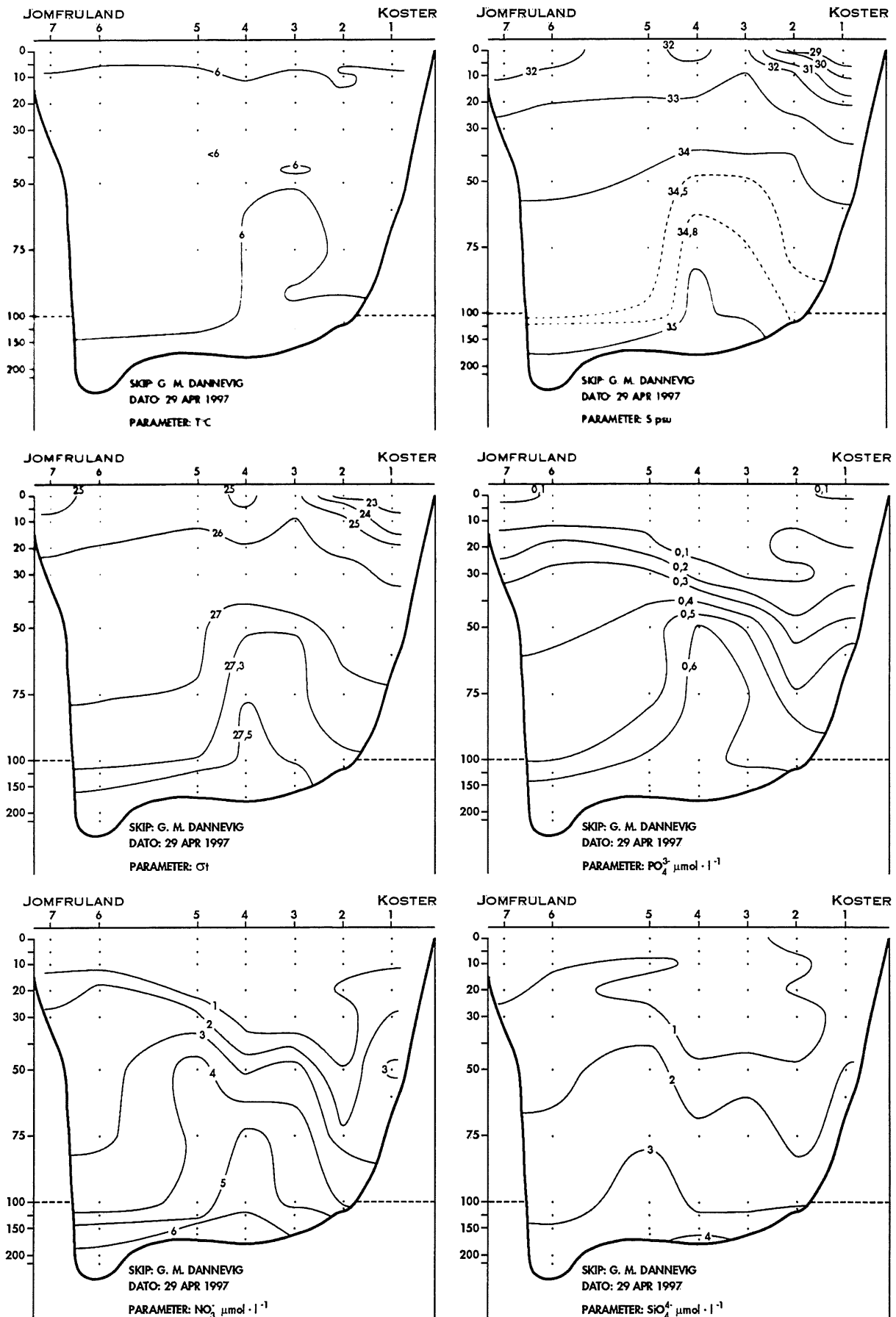


Fig. 9. Fordelingen av temperatur, saltholdighet, tetthet, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll <sup>a</sup> på snittet Jomfruland-Koster 29. april 1997.



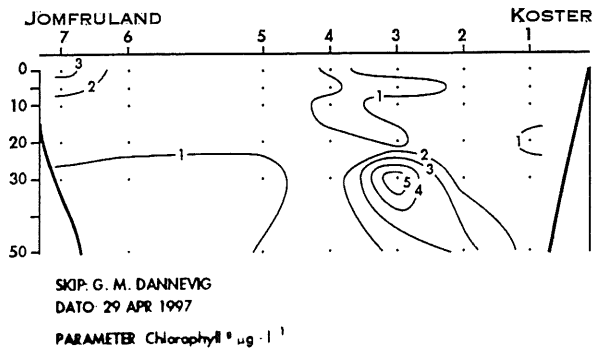


Fig 9 Forts

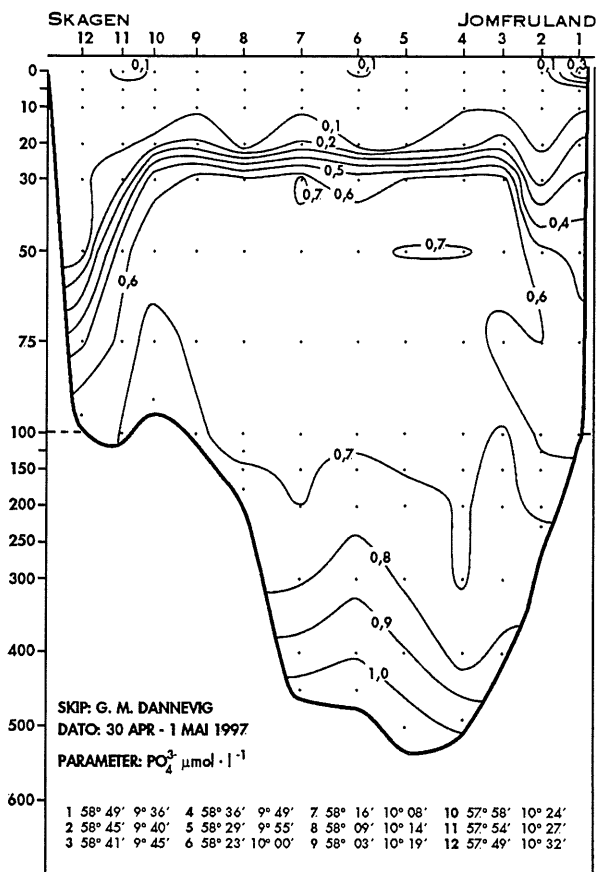
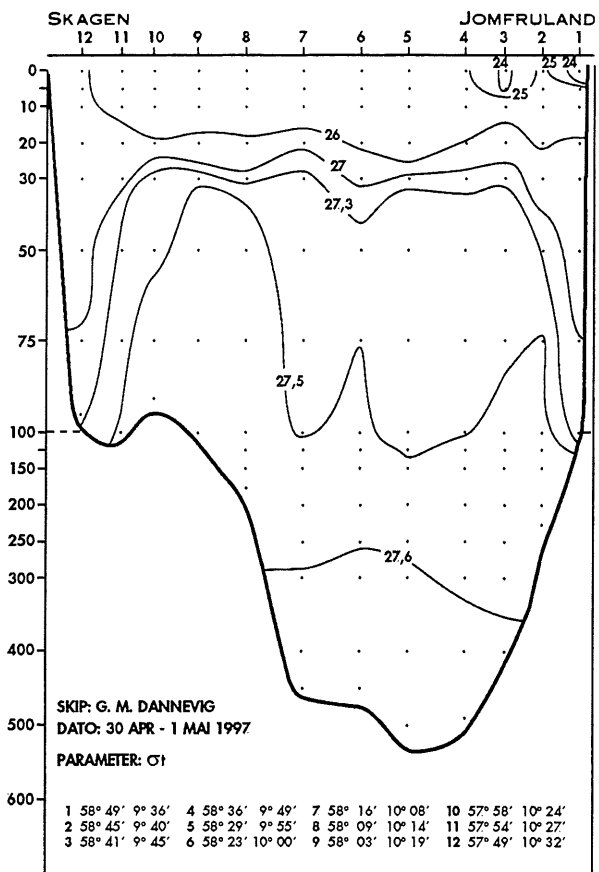
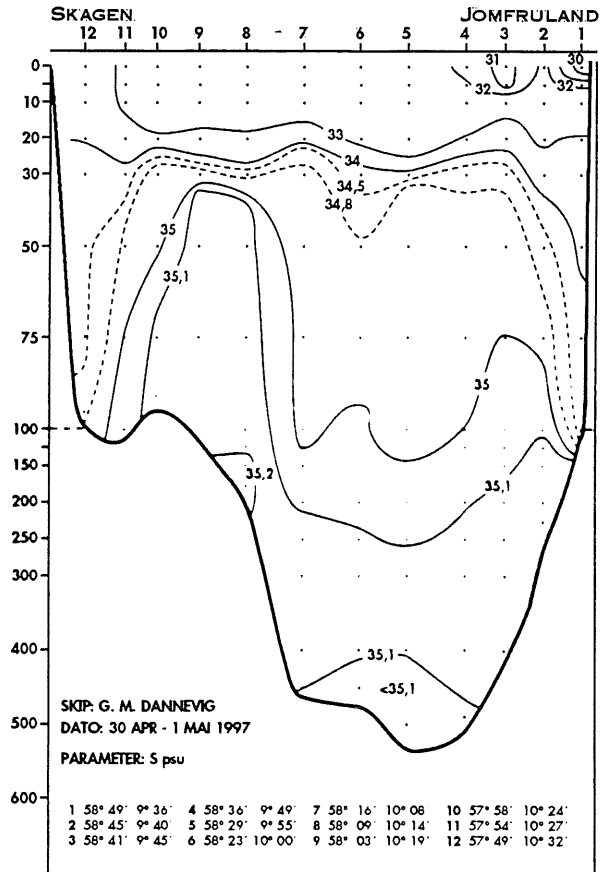
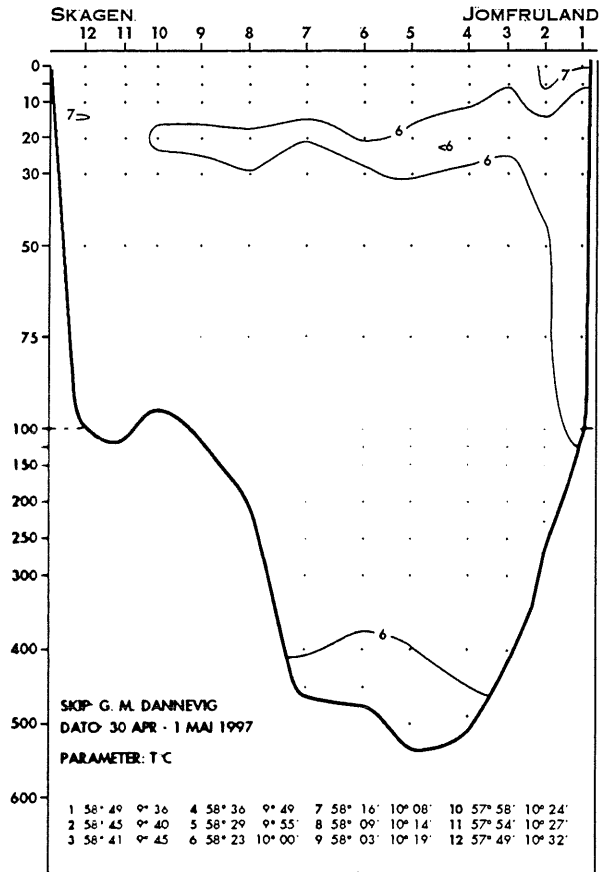


Fig. 10. Fordelingen av temperatur, saltholdighet, tetthet, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll <sup>a</sup> på snittet Jomfruland - Skagen 30. april og 1. mai 1997.

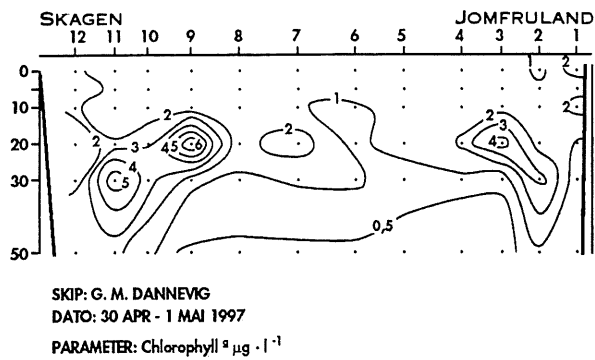
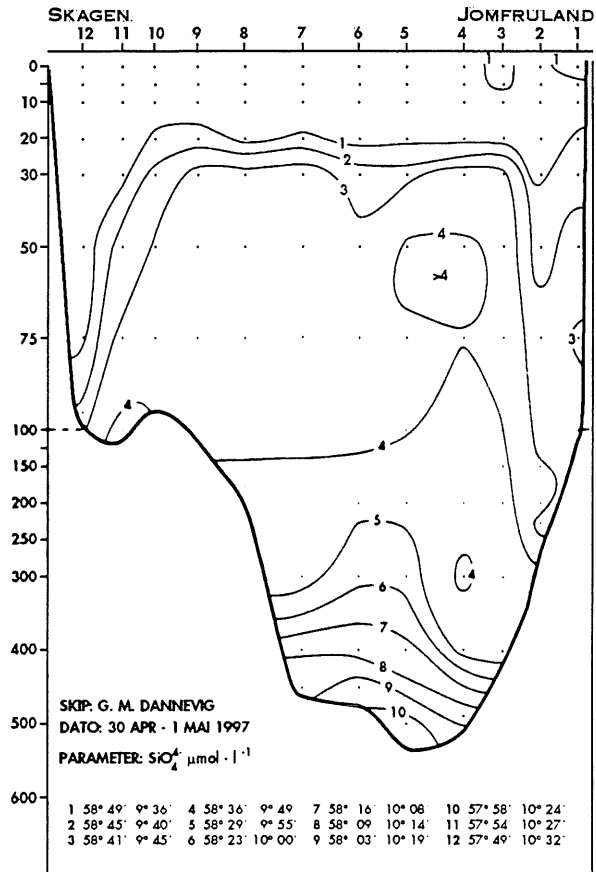
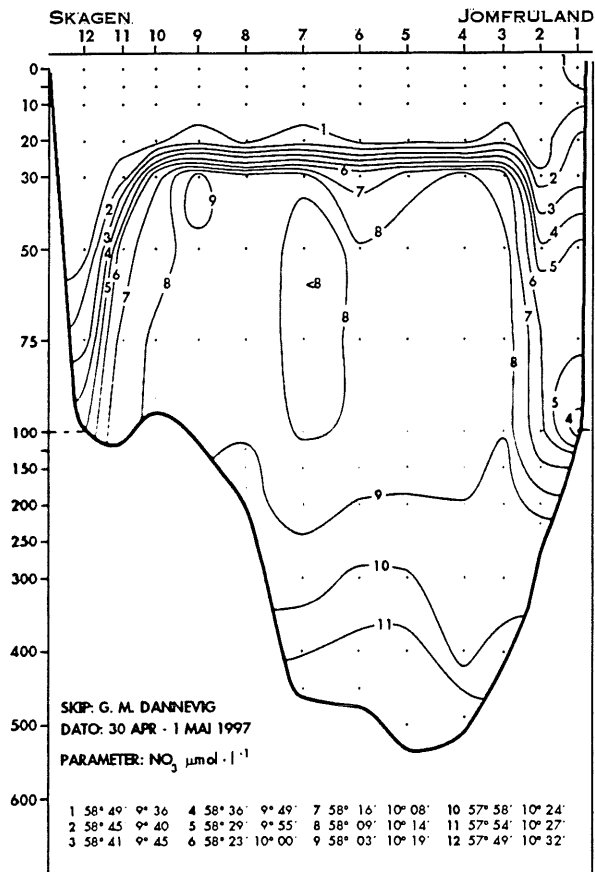


Fig. 10. Forts.

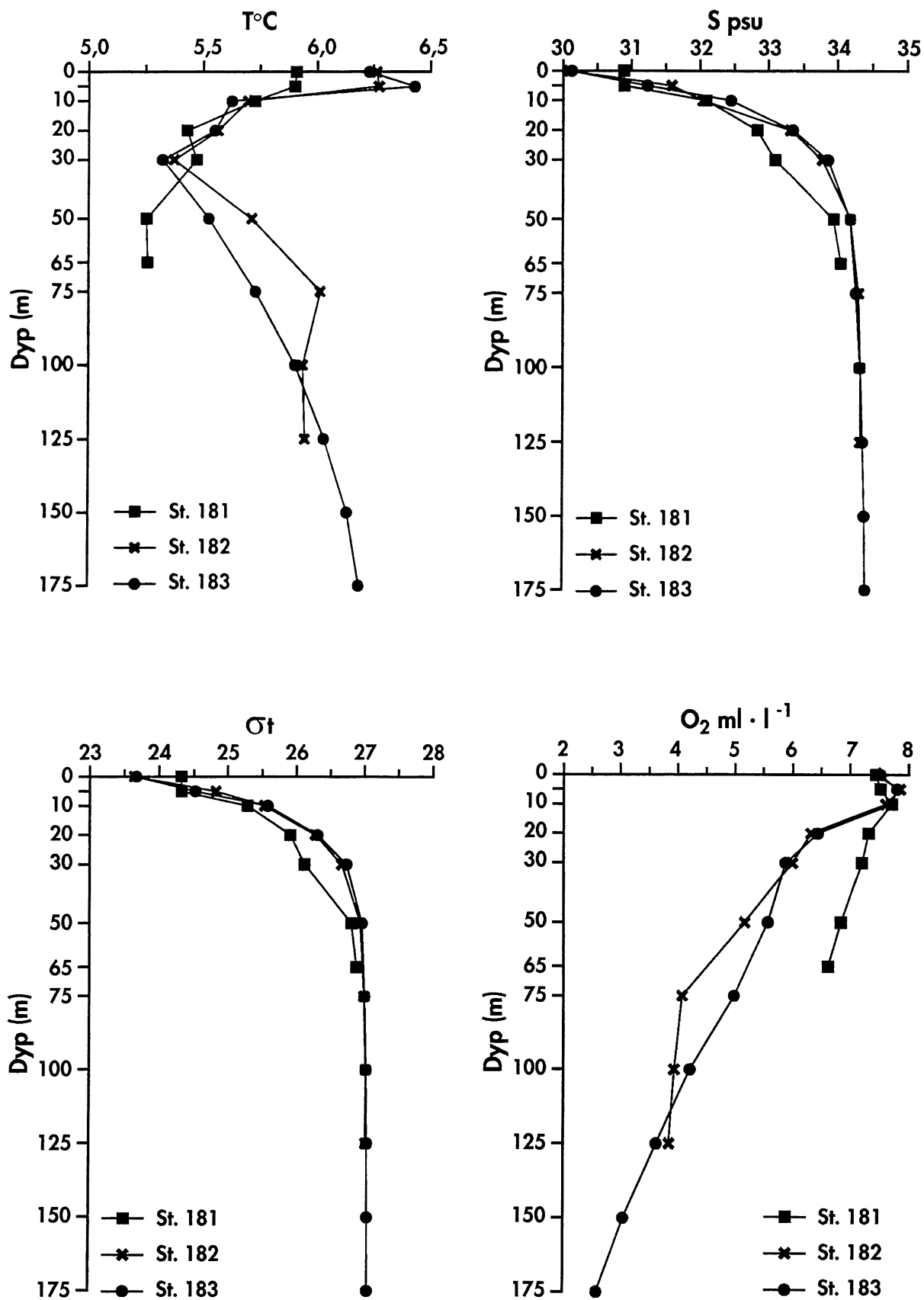


Fig. 11. Fordelingen av temperatur, saltholdighet, tetthet, oksygen, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll <sup>a</sup> i Risørområdet 29. april 1997.

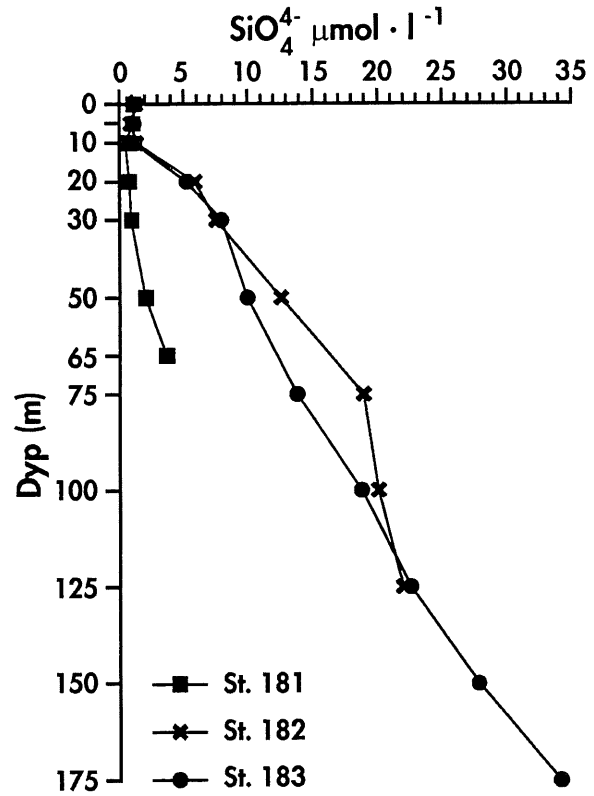
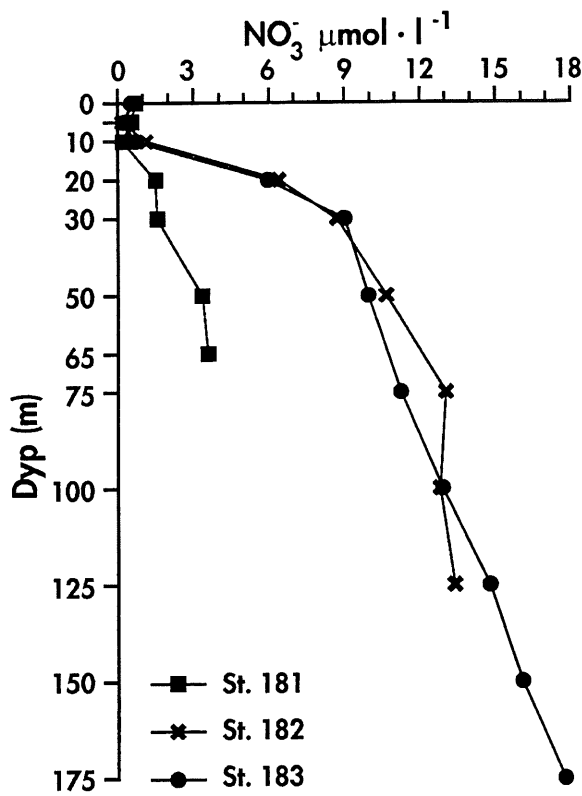
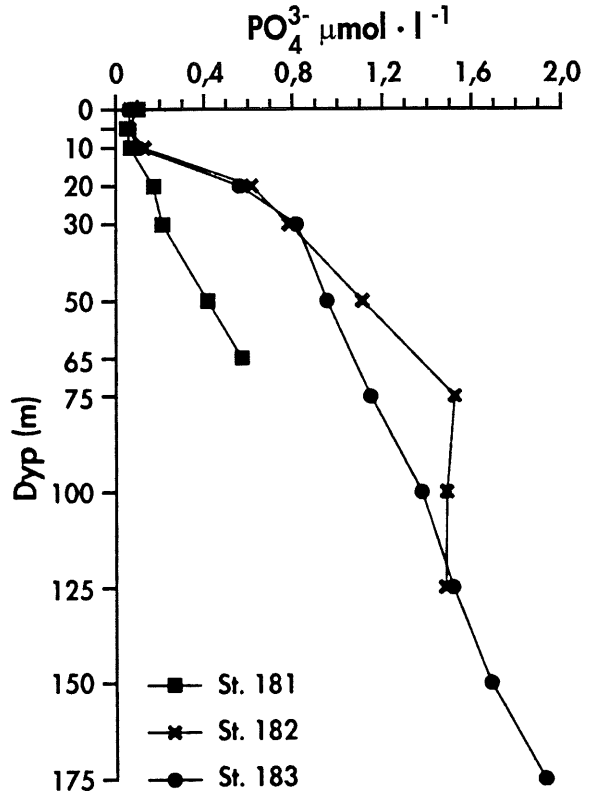
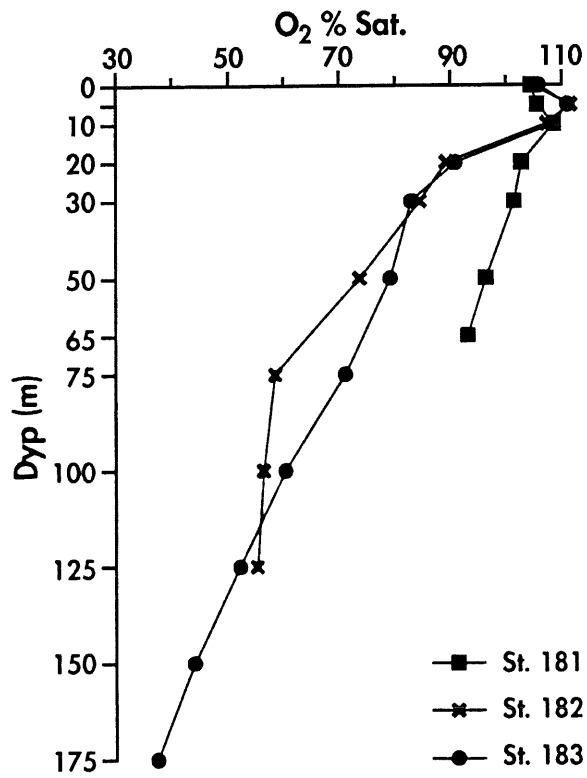


Fig. 11. Forts.

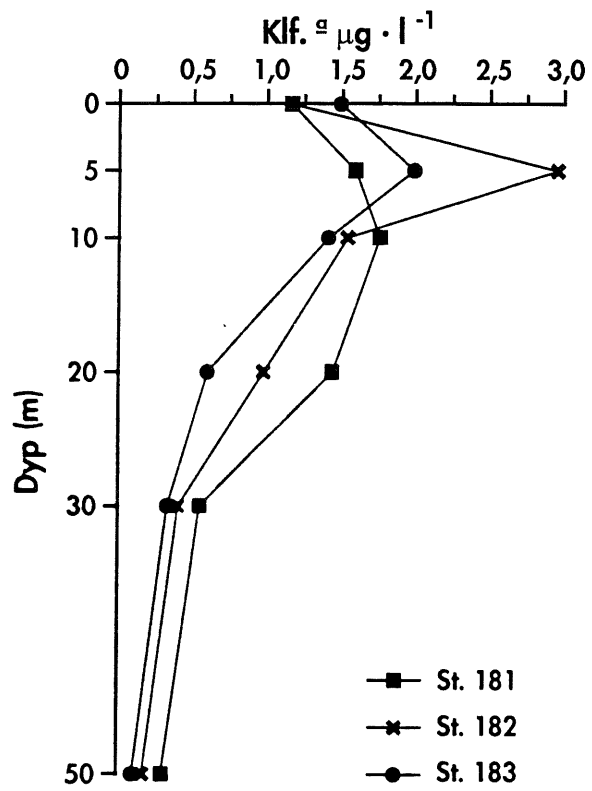


Fig. 11. Forts.

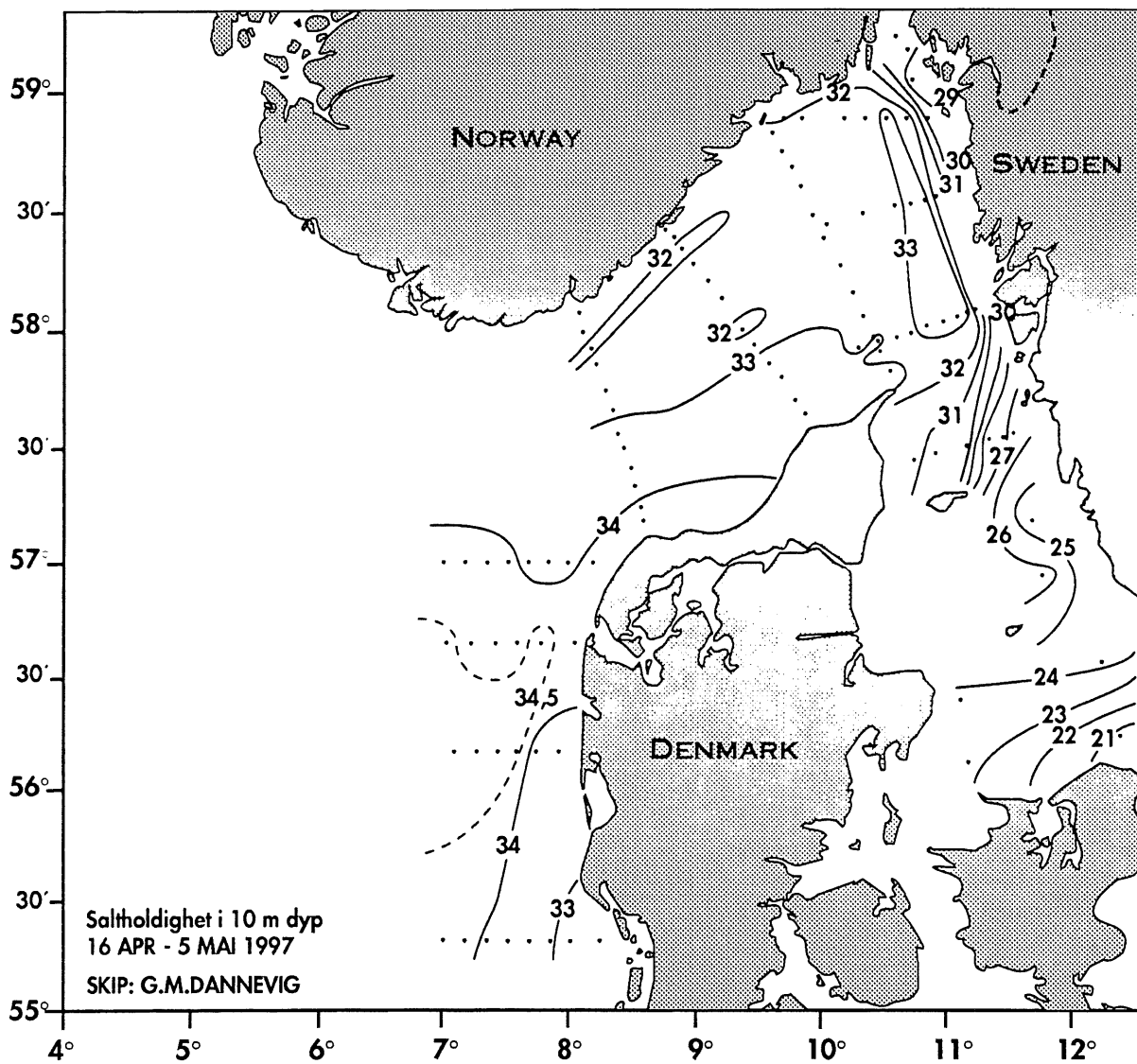


Fig. 12. Saltholdighet i 10 m dyp på toktet 16. april - 5. mai 1997.





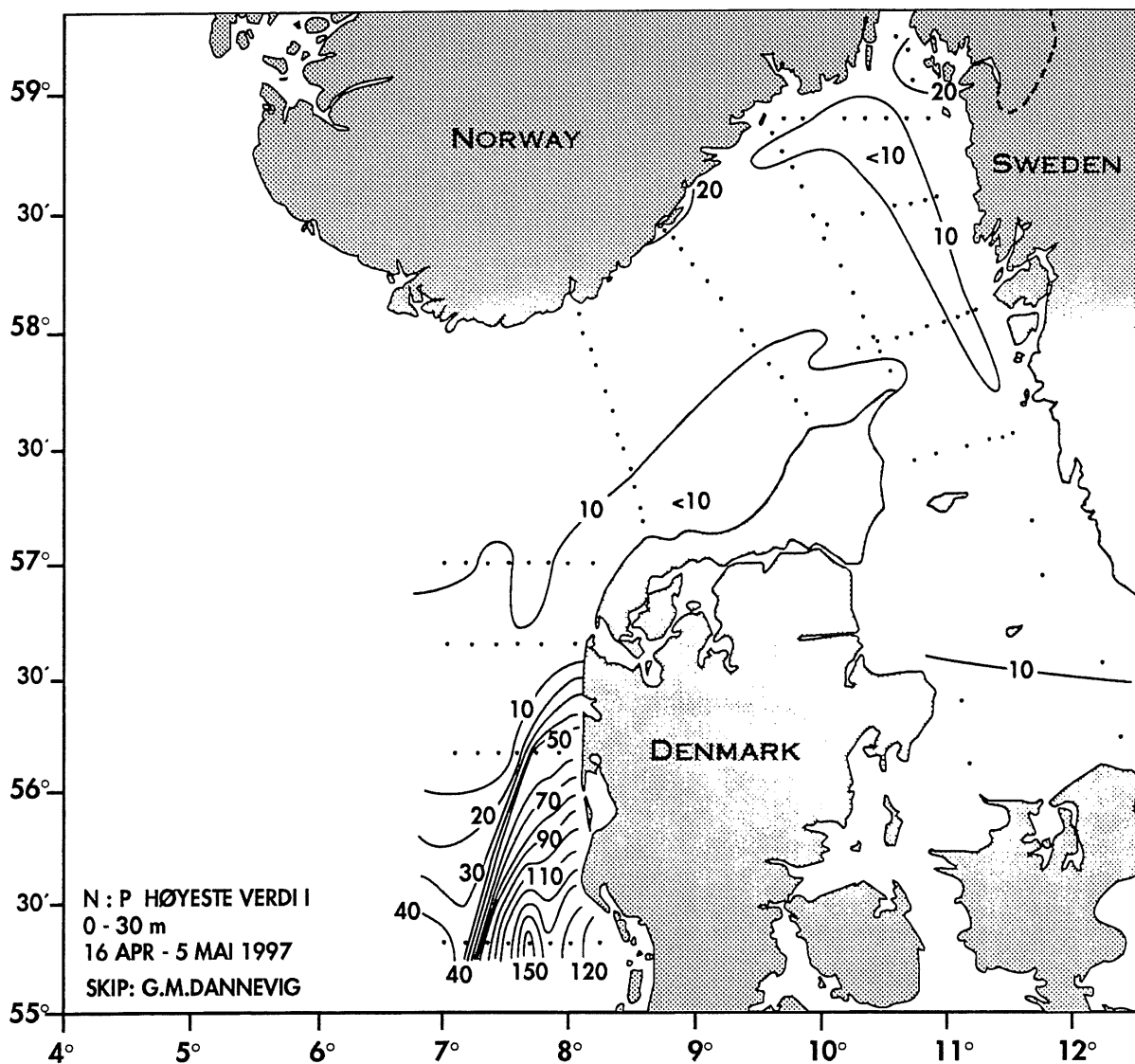


Fig. 14. Høyeste verdi av N:P-forholdet mellom 0 og 30 m dyp på toktet 16. april - 5. mai 1997.

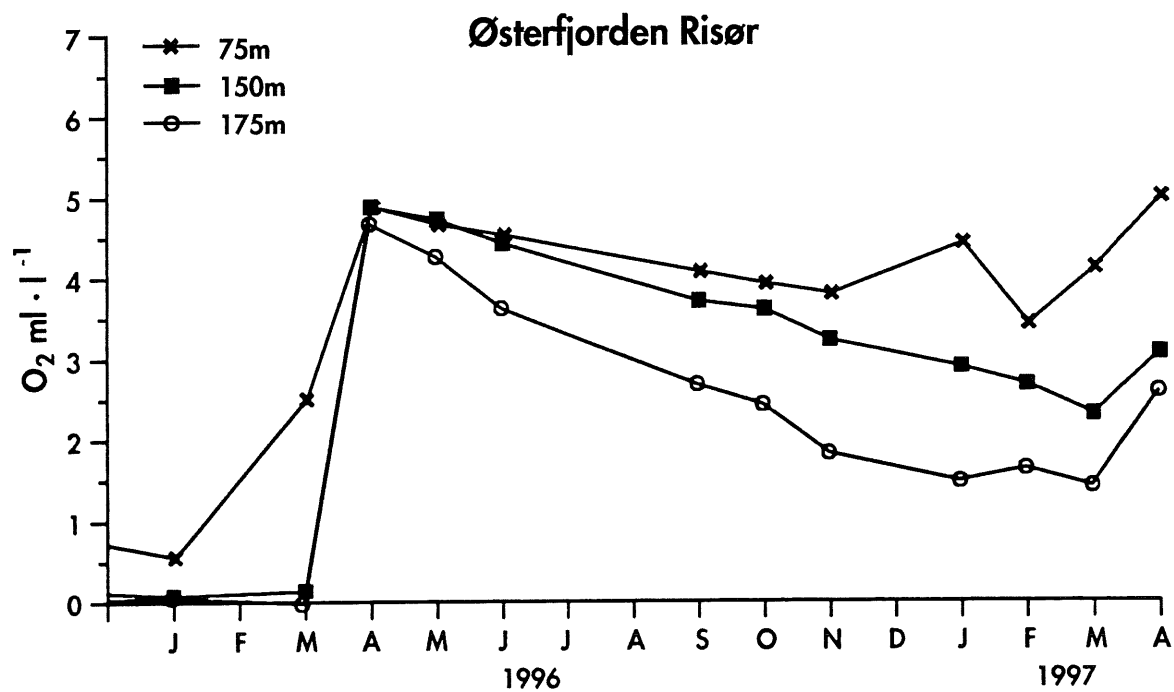


Fig.15. Oksygenutviklingen i 75, 150 og 175 m dyp i Østerfjorden (st. 183) ved Risør i perioden januar 1996 til april 1997.

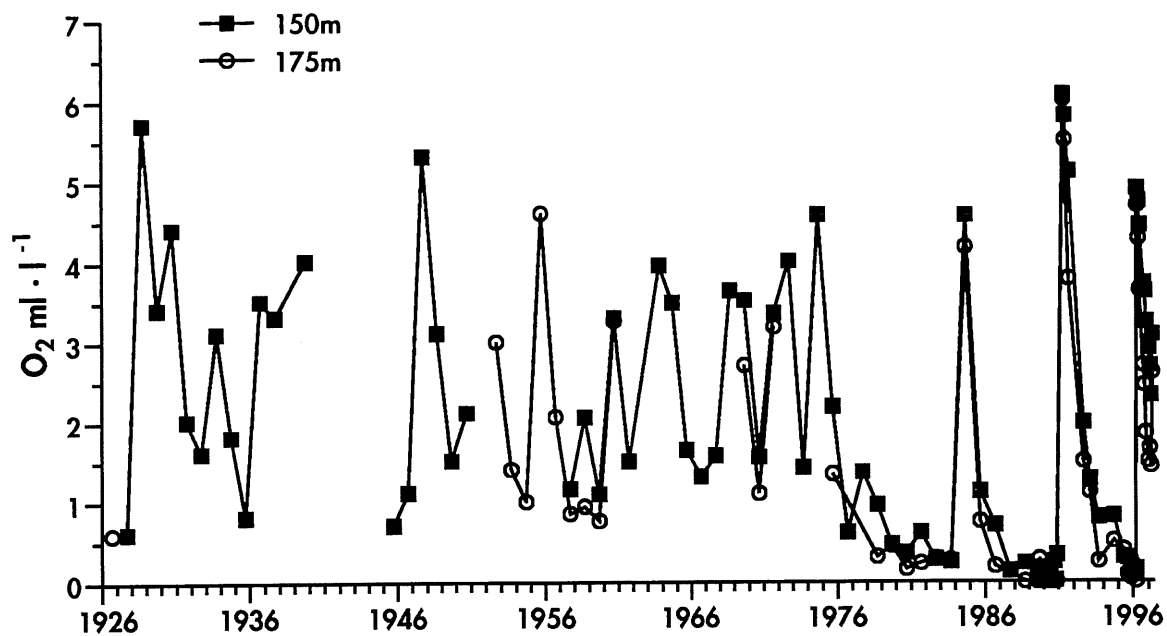
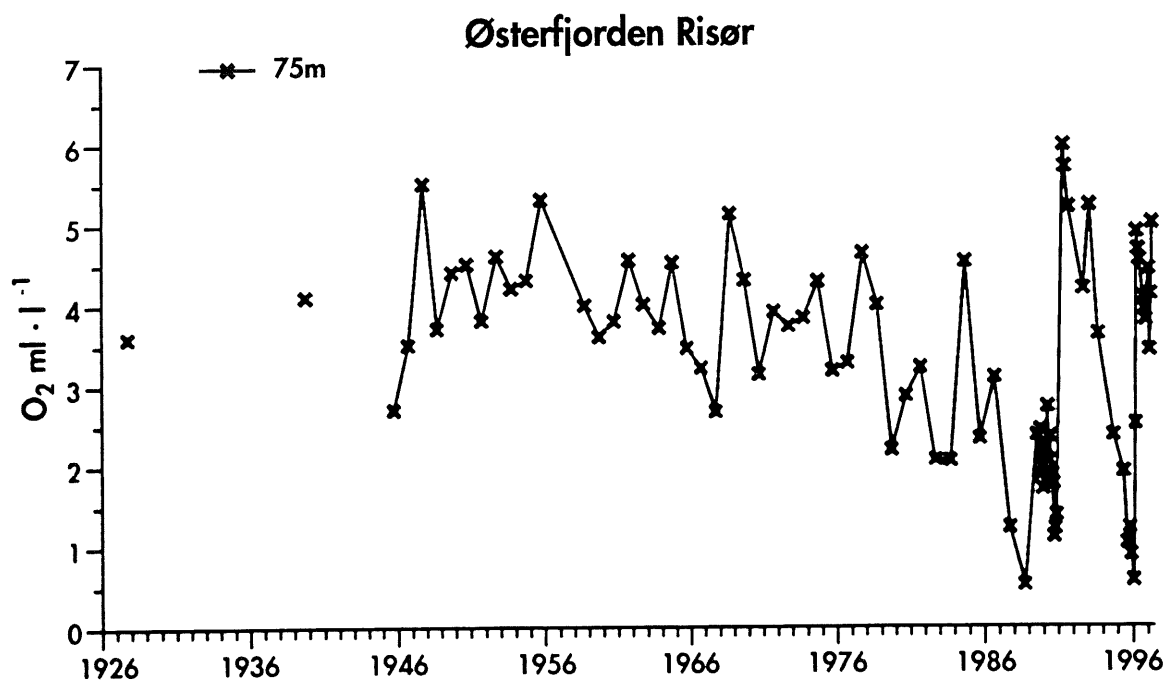


Fig.16. Langtidsvariasjoner av oksygen i dypet i Østerfjorden (stasjon 183) ved Risør.