

Forskningsstasjonen Flødevigen

Intern toktrapport

Fartøy: G. M. Dannevig
 Tidsrom: 18. april - 5. mai 1995
 Område: Nordsjøen/Skagerrak/Kattegat
 Formål: Miljøundersøkelser
 Personell: Didrik S. Danielssen, Svein Erik Enersen, Vesla Fosback, Terje Jåvold, Lena Omli (18/4-24/4), Kate Enersen (24/4-5/5).

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 i 1994 prioritert å ta oksygen bare på snittet Torungen-Hirtshals og i Kattegat. I tillegg ble gulstoff 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. Der det var behov for det ble det også tatt en levende prøve, og også prøver der det var et utpreget maksimum. Alle kjemiske analyser, algetellinger og ferdige figurer av resultatene ble som ved tidligere tokt utført ombord under toktet.

Stasjonsnettet er vist på Fig. 1, og Fig. 2-12 viser fordelingen av temperatur saltholdighet, tetthet, oksygen, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll a på snittene 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. 13-15. I Fig. 16 er vist det maksimale antall av *Chrysochromulina spp* som ble funnet på de enkelte stasjoner.

Foreløpige resultater

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

Det var ganske homogene temperaturforhold både i overflatevannmassene hvor temperaturen var ca 1° høyere enn i 1994, og i de dypereliggende vannmassene hvor også temperaturen var noe høyere både på Torungen-Hirtshals- og Øksø-Hanstholmsnittet. Langs vestkysten av Danmark var også forholdene svært homogene med en temperatur på ca 6° over hele området, litt varmere enn i de to siste årene. De mindre salte overflatevannmassene langs norskekysten bredte seg ut mot midten av Skagerrak. På danskesiden var det bare Nordsjøvannmasser med saltholdighet på mellom 33.5 og 34 psu. Jyllandske kystvannmasser ble nå ikke registrert i dette området i motsetning til i mars-april ifjor og mars måned i år, da det var en kraftig innstrømning av disse vannmassene langs den danske Skagerrakkysten. Atlantiske vannmasser med en saltholdighet på >35 psu lå dypere enn 100 m over størstedelen av Skagerrak, men var siden mars måned steget til mellom 35 og 50 m dyp langs skråningen på dansk side. Her ble det registrert enn innstrømning av tildels meget salt vann, ca 35.2 psu mellom 100 og 400 m dyp (i 200 m hele 35.27 psu på st. 6 på Øksø-Hanstholm-snittet). I det dypeste området i Skagerrak hadde det imidlertid ikke skjedd noen fornyelse av vannmassene siden mars måned. Både saltholdigheten og oksygenkonsentrasjonen var den samme som ble målt på det tidspunktet. I overflatelaget over hele snittet Torungen-Hirtshals, over ca. 30 m dyp, er det en overmetning av oksygen på grunn av planteplanktonproduksjonen som allerede hadde funnet sted i området. Det var nå lite alger igjen i hele dette området, bortsett fra under overflatelaget utenfor Hirtshals hvor det ble registrert mye klorofyll i 20 til 30 m dyp. Her ble det funnet store mengder nakne, ubestemte monader i størrelsesgruppen 5-10, bortsett fra under overflatelaget utenfor Hirtshals hvor det ble registrert mye klorofyll i 20 til 30 m dyp.

Her ble det funnet store mengder nakne, ubestemte monader i størrelsesgruppen 5-10 μm (ca $60 \cdot 10^6$ celler $\cdot\text{l}^{-1}$ i maksimumet i 30 m).

Det var ikke noe fosfat igjen i overflatelaget i Skagerrak. Inne ved norskekysten var det noe nitrat igjen, og innerst ved Torungen var det også noe silikat som skyldtes elveavrenning i området. I motsetning til i mars måned da det ble registrert store mengder av silikat og spesielt nitrat som kom inn langs danskekysten med de Jyllandske kystvannmasser, ble disse vannmassene som nevnt ovenfor, nå ikke registrert i området. Årsaken til dette var at vedvarende sterk nordlig vind i perioden før denne undersøkelsen i april hadde blokkert for innstrømning av disse vannmassene til Skagerrak, og hadde også stanset disse vannmassene langs vestkysten nord for Limfjorden. I dette området var det heller ikke noe næringsalter igjen. På snittet nærmest Limfjorden (Harboør) ble det bare registrert helt inne ved land. På de to sydligste snittene ble det derimot funnet nitrat i store mengder, noe som er vanlig på denne tiden, og som skyldes elveavrenning fra kontinentet. På Husby Klit-snittet var det også fosfat og silikat tilstede, det samme var også tilfelle nærmest land på Harboør-snittet mens det på det sydligste snittet bare var større mengder nitrat igjen.

Det høyeste N:P-forholdet i Skagerrak ble funnet på den norske siden og helt i overflaten. Her var det fremdeles noe nitrat igjen etter at det var tomt for fosfat og våroppblomstringen var avsluttet. Dette området strekte seg forholdsvis langt ut fra land p.g.a. den ovenfor nevnte perioden med vedvarende nordlig vind. Unormalt høye N:P-verdier på vestkysten ble bare funnet på hele det sydligste snittet, og strekte seg derfra som en smal tunge nordover helt inne ved land syd for Limfjorden (Fig. 15). På de to sydligste snittene pågikk våroppblomstringen enda, mens den i hele det øvrige området på vestkysten og i Skagerrak var avsluttet. I dette området ble det funnet svært lite alger, samtidig som det som tidligere nevnt heller ikke var noe næringsalter tilstede.

Selv om det denne vinteren har vært enda mer nedbør og en enda større flom på kontinentet enn året før, er situasjonen i Skagerrak og langs vestkysten vesentlig forskjellig og bedre enn ifjor hvor Jyllandske kystvannmasser med store konsentrasjoner av silikat og spesielt nitrat ikke bare ble registrert i mars, men i hele området under det tilsvarende toktet i april. Denne påvirkningen er blitt betydelig mindre i år p.g.a. de vedvarende sterke nordlige vinder som har blokkert for instrømningen av disse vannmassene. Dette kan resultere i en både forsinket og redusert påvirkning av disse vannmassene til Skagerrak, og dette vil i tiden fremover være avhengig av værforholdene.

Kattegat (Fig. 5 og 6)

På alle enkeltstasjoner i Kattegat lå termoklinen i 10-15 m dyp, dypest på de to sydligste stasjonene og med et minimum fra 15-30 m dyp, hvilket tilsvarte bunndypet på de tre syd- og østligste stasjonene (st. 112, 113 og 114). Minimumstemperaturen lå på mellom 4.2 og 4.72°C på alle stasjonene syd for Gøteborg - Fredrikshavnsnittet. På dette snittet var temperaturforholdene ganske homogene, og også der med en litt kaldere kjerne ($< 5^\circ\text{C}$) i 15-20 m dyp i den østre del av snittet. Det var forholdsvis ferske vannmasser i overflatelaget over hele snittet, og ferskest ved svenskekysten (ca. 18 psu). I den midterste delen av snittet var det to tydelige halokliner, et i ca. 7-8 m og et i ca. 15-16 m dyp, hvilket indikerer at det var tre forskjellige vannmasser i området i likhet med ifjor. Vannmasser med saltholdighet over 34 psu ble i år bare registrert under 30 m dyp inn mot svenskekysten. Under ca. 50 m var imidlertid saltholdigheten her mer enn 34.8 psu, og under 70 m var den over 35 psu. Det var en gradvis økning i saltholdigheten i overflaten syd for snittet Gøteborg-Fredrikshavn fra 11-15 psu i det sydlige og østlige Kattegat til over 20 psu i den nordlige delen. I overflatelaget i hele Kattegat, over 10 m dyp var det p.g.a. en tidligere planteplankton-produksjon en overmetning av oksygen. I dypet var oksygenmetningen lavere enn i 1994, spesielt på st. 113 og 115 hvor den lå mellom 50 og 60 %. På st. 115 var det bare 3.77 ml $\cdot\text{l}^{-1}$ nær bunnen.

I overflatelaget var det ubetydelige mengder fosfat igjen i hele området, bortsett fra i overflaten på st. 114 ved utløpet fra Øresund hvor det var noe igjen. Her var også saltholdigheten lavest. I likhet med året før var det en gradvis økning under ca. 10 m mot vinterliknende verdier i 20-30 m dyp. Det samme bildet viste også silikatkonsentrasjonene,

men her var det litt igjen i overflaten i den sydøstlige delen. På snittet Gøteborg-Fredrikshavn var det noe silikat i 15-20 m dyp ved danskekysten. Når det gjaldt nitrat var forholdet noe annerledes. Her var det også lite igjen nær overflaten i hele Kattegat og langs snittet Gøteborg-Fredrikshavn bortsett fra noe nærmest svenskekysten hvor saltholdigheten var meget lav og som sannsynligvis skyldes avrenning fra land. I de ovenfor nevnte intermediære vannmasser på snittet Gøteborg-Fredrikshavn hvor det var et temperaturminimum, var det et maksimum med høye nitratkonsentrasjoner. Dette maksimumet ble også registrert på de dypere stasjonene sydover i Kattegat i ca. 20 m dyp, og her var det også et temperaturminimum. Disse intermediære vannmasser synes å være de samme Jyllandske kystvannmasser som tidligere (i mars måned) ble funnet i overflatelaget ved den danske Skagerrakkysten. I likhet med ifjor har disse vannmassene dukket ned under de mer ferske overflatevannmasser fra Østersjøen. N:P-forholdet var også meget skjevt i disse vannmassene i hele Kattegat.

Det var lite klorofyll igjen i hele Kattegat. Vårøppblomstringen var avsluttet, og forøvrig var det lite alger igjen i området.

Indre Skagerrak (Fig. 7, 8, 9, 11 og 12)

Temperaturforholdene i vannmassene var meget homogene over hele området. Langs både svenske- og norskekysten var det ganske ferske vannmasser i overflatelaget, tildels betydelig ferskere enn i 1994, og dette skyldes både avrenning fra land og tilførsel av Østersjøvann. Det var en meget kraftig haloklin i 5 til 10 m dyp over det meste av området, og disse mindre salte vannmassene spredte seg langt ut i indre Skagerrak. Atlantiske vannmasser med saltholdighet over 35 psu lå inn mot svenskekysten opp mot 50 m dyp, og på dansk side ved Skagen helt opp i 40 m, mens de på norsk side var dypere nede (ca 100 m dyp). Meget salte Atlantiske vannmasser (>35.2 psu) som tidligere ble observert i ytre Skagerrak, lå inn mot svenskekysten fra ca 150 m til 500 m dyp, og oppe ved Jomfruland under 250 m dyp. Disse vannmassene var karakterisert ved at de også hadde noe lavere innhold av næringsalter enn de andre mer stagnante, dypvannmassene, noe som er normalt for en slik situasjon.

I overflatelaget ned til ca. 20 m var det ikke fosfat igjen i hele området, bortsett fra nær Skagen. Det var noe silikat igjen i disse vannmassene over mesteparten av området, og spesielt utenfor Jomfruland, noe som skyldes ferskvannsavrenning fra dette området. Den økte konsentrasjonen av silikat strekte seg her langt ut i Skagerrak. I 20-30 m dyp økte konsentrasjonen av både fosfat og silikat til verdier som er normale i de dypere vannlag. Forholdet var annerledes når det gjaldt nitrat. I de ferske vannmassene i overflaten nærmest svenskekysten var det svært lite nitrat igjen, mens det litt dypere nede i 10-20 m dyp var et kraftig maksimum ($8-12 \mu\text{m}\cdot\text{l}^{-1}$). Dette var Jyllandske kystvannmasser som hadde lagret seg inn under de ferskere overflatevannmassene. Disse vannmassene ble også registrert oppe ved norskekysten, men ikke i så utpreget grad. I ytre Oslofjord (på Koster-Jomfrulandsnittet) lå de under de ferske vannmassene i overflaten, mens det ved Jomfruland også var en del nitrat helt i overflaten, og som her strekte seg ut mot midten av Skagerrak. De Jyllandske kystvannmassene synes her å være blitt blandet mer inn i de ferskere overflatevannmassene i motsetning til i 1994. I området nær Skagen, og ut for Hirtshals på slutten av undersøkelsen var det også noe nitrat igjen, men her var det også fosfat og silikat tilstede, og dette skyldtes påvirkning av andre vannmasser fra Nordsjøen og Kattegat. Bortsett fra i dette området var N:P-forholdet meget skjevt i hele indre Skagerrak (Fig. 15), og forholdene liknet mye på situasjonen i 1994 med nitrat helt opp til overflaten over deler av området i tillegg til et maksimum inn mot svenske- og tildels den østligste delen av norskekysten i ca. 10 m dyp (Fig. 14). Konsentrasjonene var imidlertid ikke så høye som året før, noe som sannsynligvis skyldes at mengden av Jyllandske vannmasser som har strømmet inn i Skagerrak, har vært mer begrenset i år p.g.a. kraftige nordlige vinder som i perioder har blokkert for disse vannmassene, og som også undersøkelsene i ytre Skagerrak og langs vestkysten av Danmark viste. Det var lave konsentrasjoner av klorofyll, og det var lite alger i hele området. Fig. 16 viser at det som ifjor var lite *Chrysochromulina spp.* i hele det undersøkte området.

Risørområdet (Fig. 10)

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. Hensikten var å undersøke om noe av det nitratrike Jyllandvannet som hadde strømmet inn i Skagerrak i mars også hadde kommet inn i fjorden, som er en terskelfjord med terskel på 28 m og største dyp på 188 m. Temperatur- og saltholdighetsforholdene i de øvre vannlag var relativt like inne i fjorden og på utsiden. Fosfat- og silikatkonsentrasjonene var også ganske like og lave, bortsett fra i 0 m hvor det var en del silikat p.g.a. avrenning fra land og som påvirket både fjorden og området på utsiden av denne. Ned til ca. 20 m dyp var også nitratforholdene ganske like med noe nitrat igjen, og i samme størrelsesorden som det som ble observert på norskekysten i indre Skagerrak. Under dette dypet inne i fjorden, i 30 m, ble det imidlertid observert betydelig større nitratkonsentrasjoner, og vannmassene i dette dypet ligger høyere oppe enn de sterkt stagnerende vannmassene i de dypere områdene i fjorden, hvor det naturlig vil være høye verdier av alle tre næringssalter. Dette tyder på at det i løpet av den senere tid har strømmet nitratrikt vann fra utsiden og inn i fjorden i dette dypet. Om dette er noe som også har skjedd i andre fjorder langs den norske Skagerrakkysten vet man ikke, men det kan være rimelig å anta at det er tilfelle. Noen slike undersøkelser er imidlertid ikke foretatt.

Flødevigen 10/5-95

D.S. Danielssen

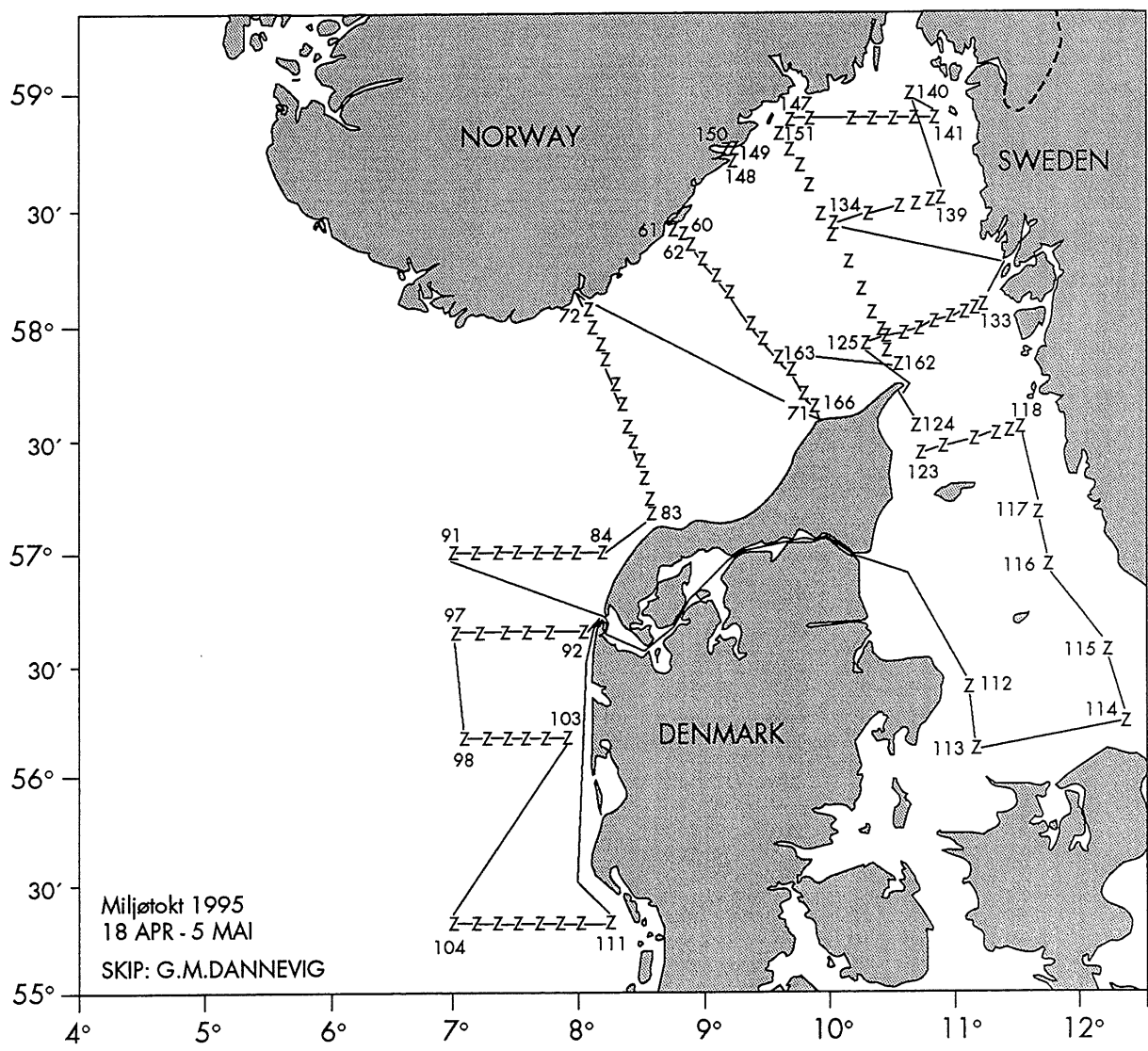


Fig. 1. Kart over stasjonsnettet 18. april - 5. mai 1995. Z: hydrografiske stasjoner.

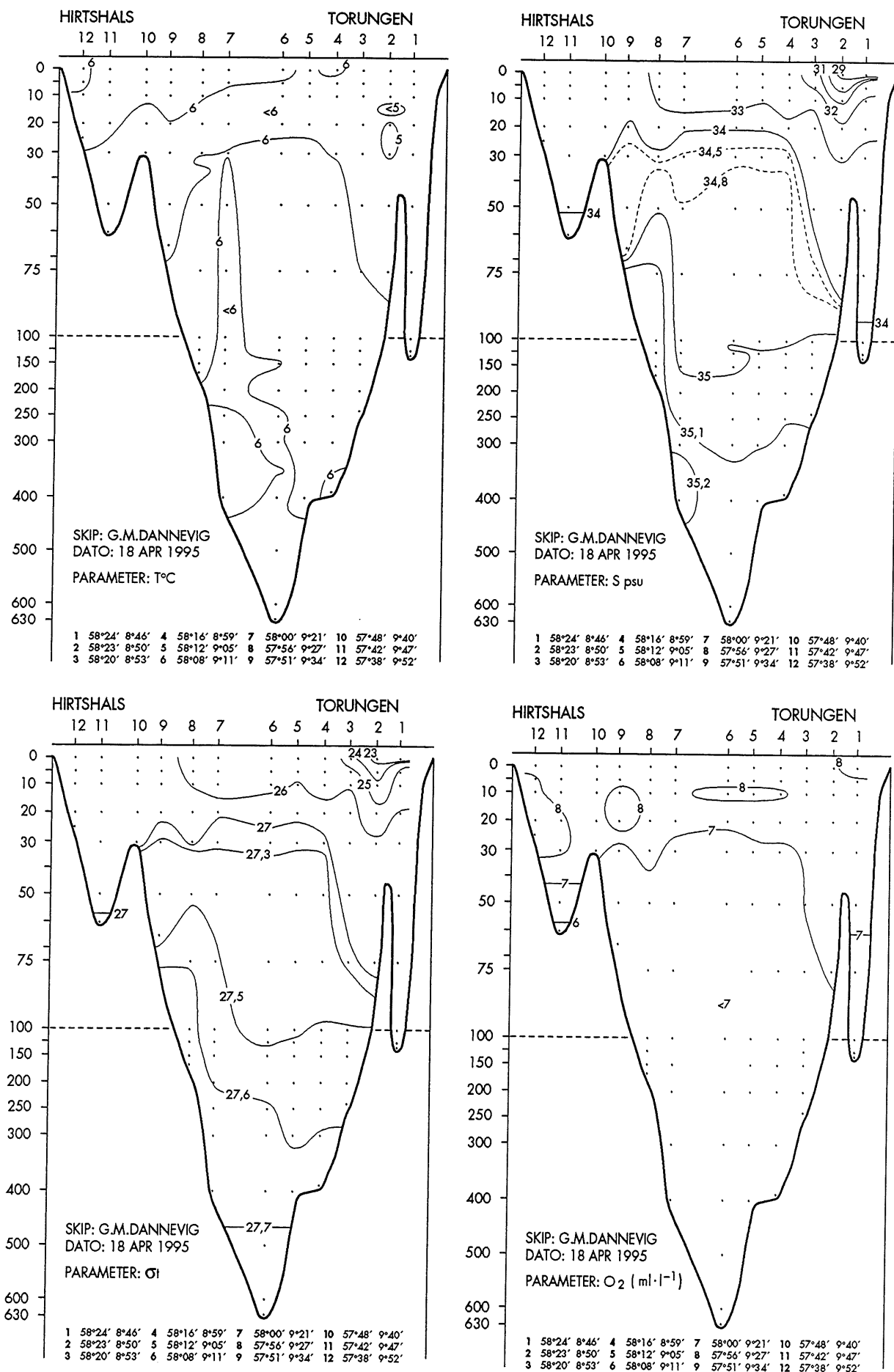


Fig. 2. Fordelingen av temperatur, saltholdighet, tetthet, oksygen, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll a på snittet Torungen-Hirtshals 18. april 1995.

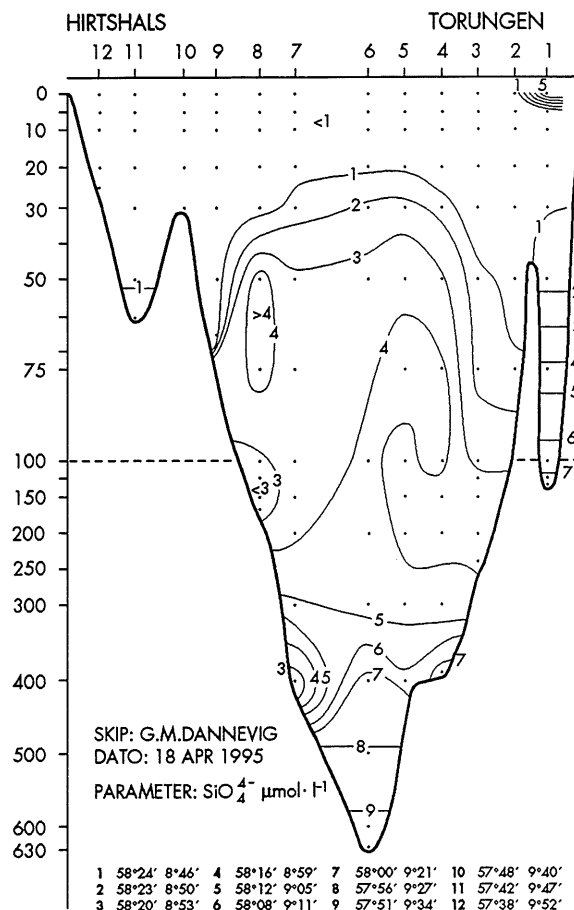
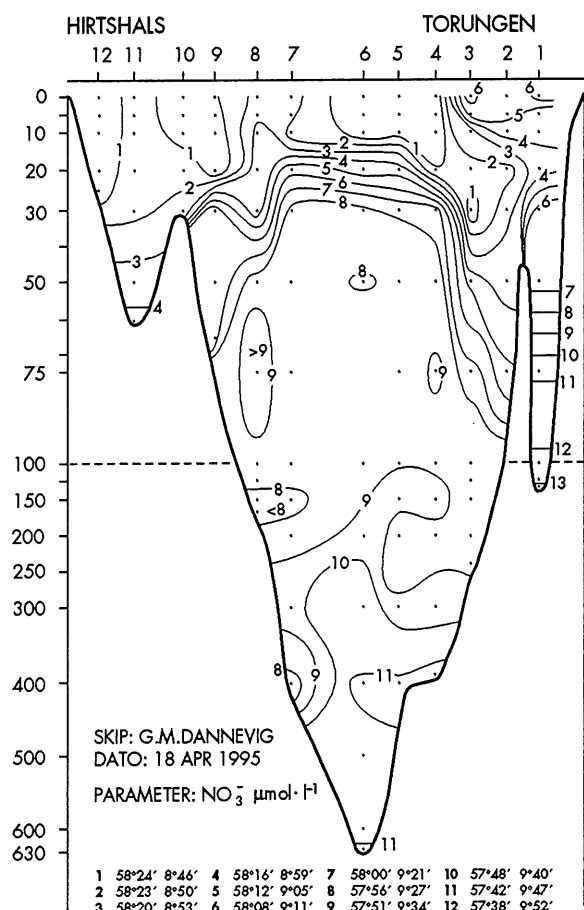
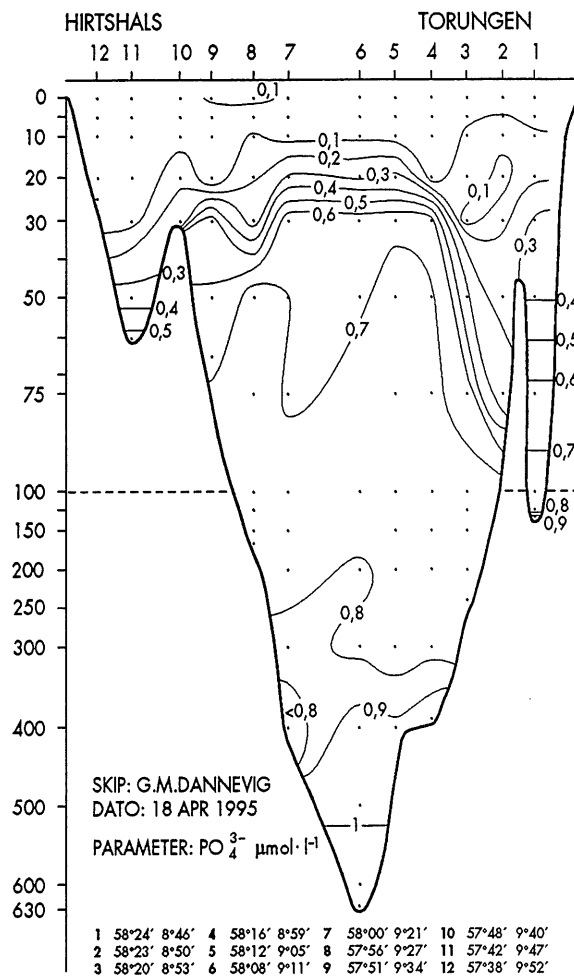
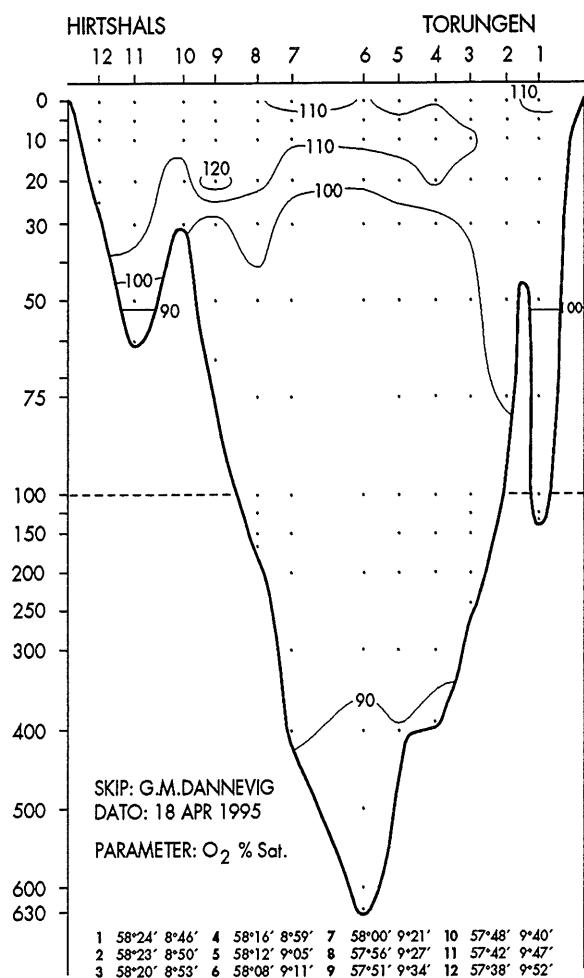
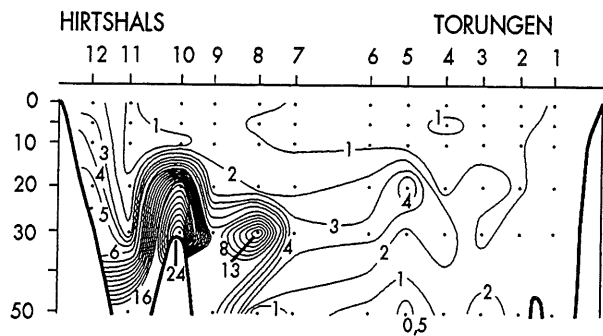
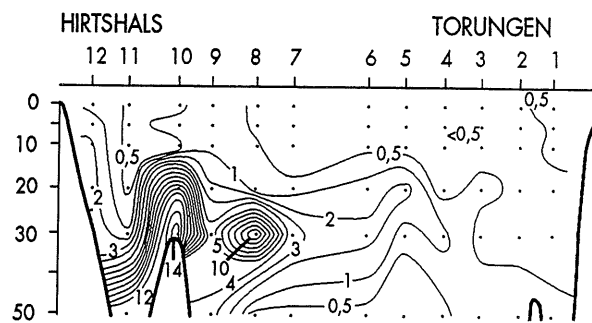


Fig. 2. Forts.



SKIP: G.M.DANNEVIG
 DATO: 18 APR 1995
 PARAMETER: CHLOROPHYLL $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$



SKIP: G.M.DANNEVIG
 DATO: 18 APR 1995
 PARAMETER: CHLOROPHYLL $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ (Syrekorrigeret)

Fig. 2. Forts.

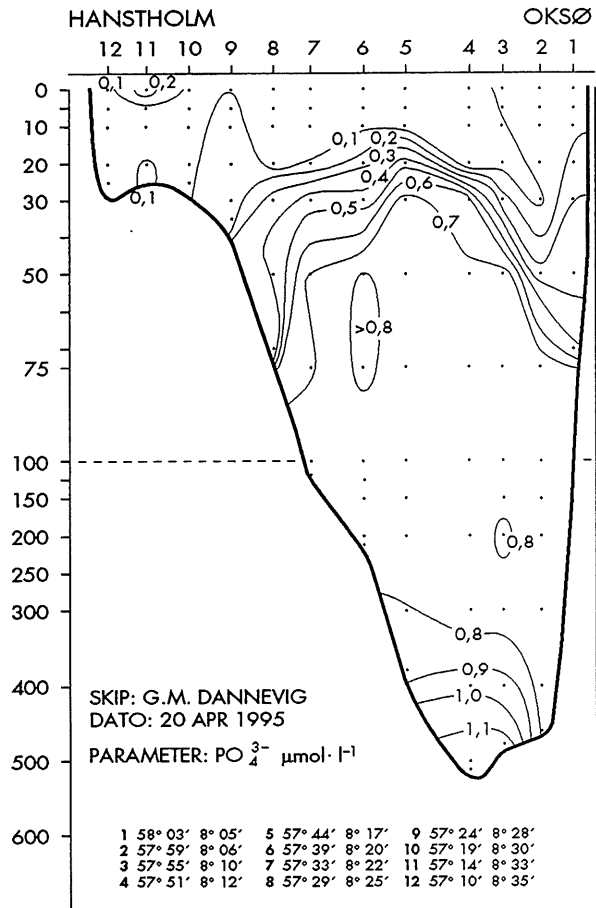
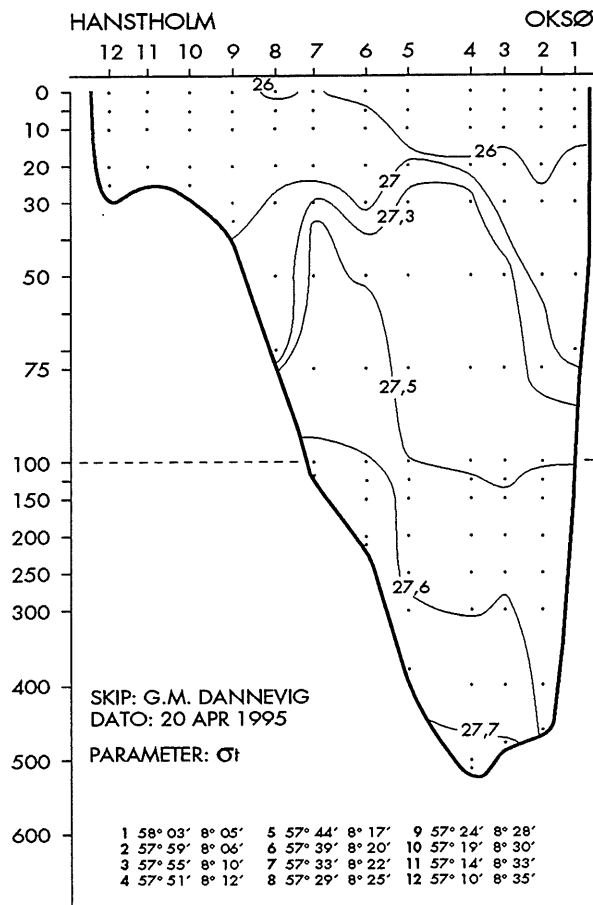
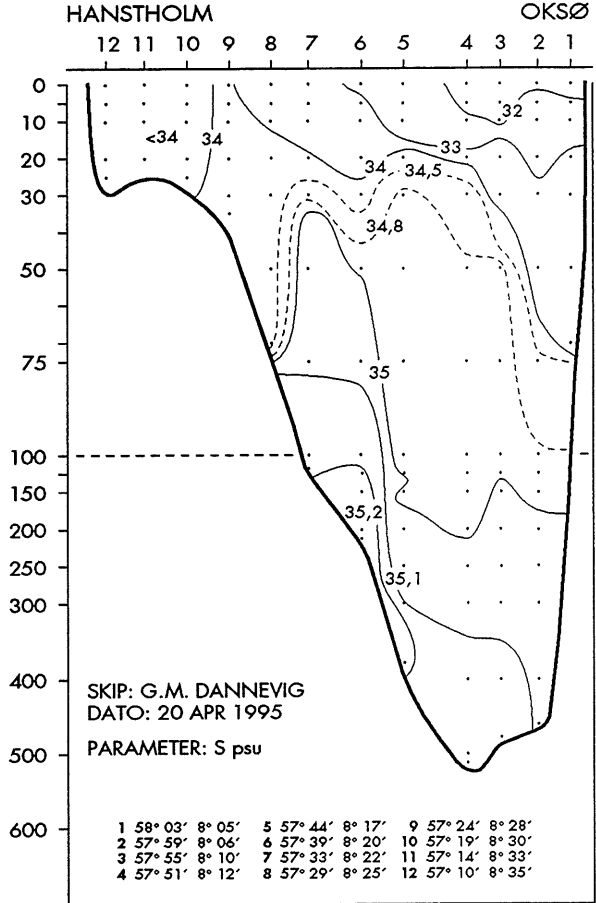
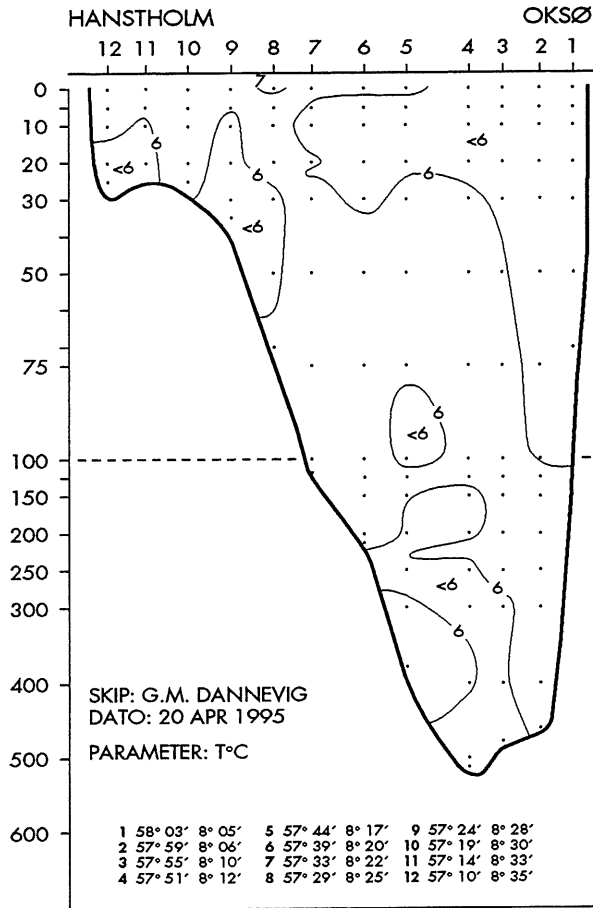


Fig. 3. Fordelingen av temperatur, saltholdighet, tetthet, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll a på snittet Oksø-Hanstholm 20. april 1995.

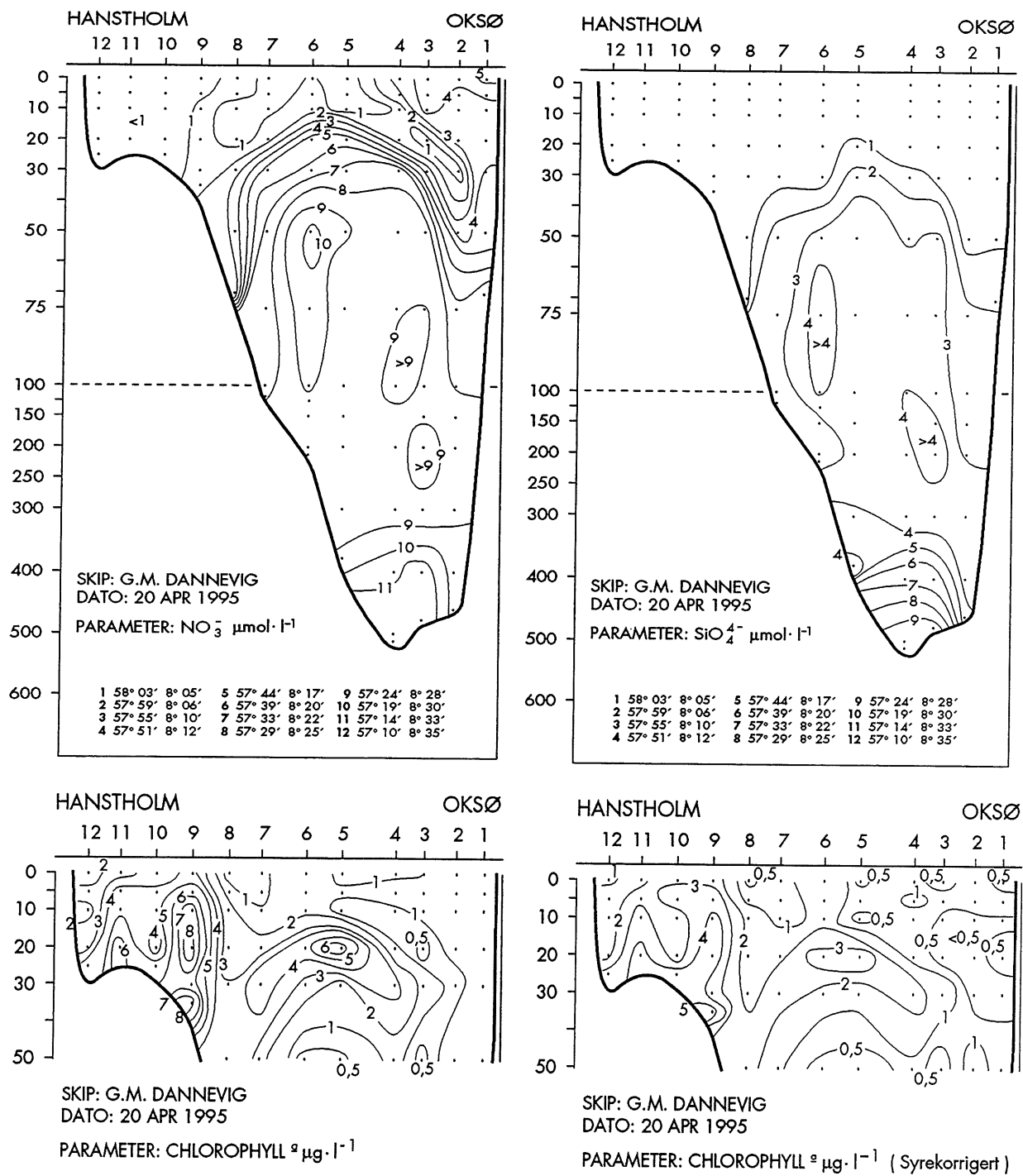


Fig. 3. Forts.

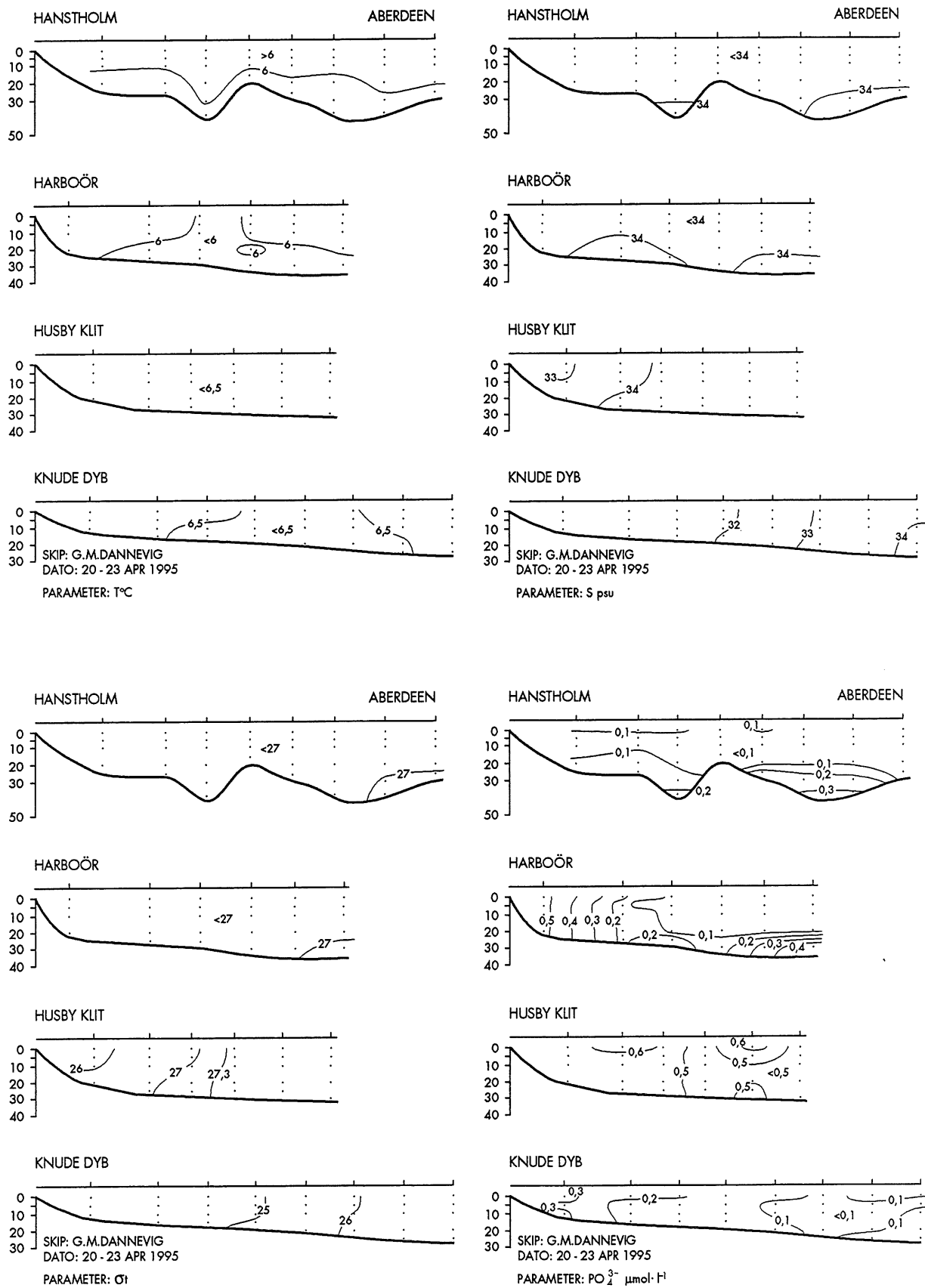


Fig. 4. Fordelingen av temperatur, saltholdighet, tetthet, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll a på snittet Hansthalm mot Aberdeen, Harboør, Husby Klit og Knude Dyb 20.-23. april 1995.

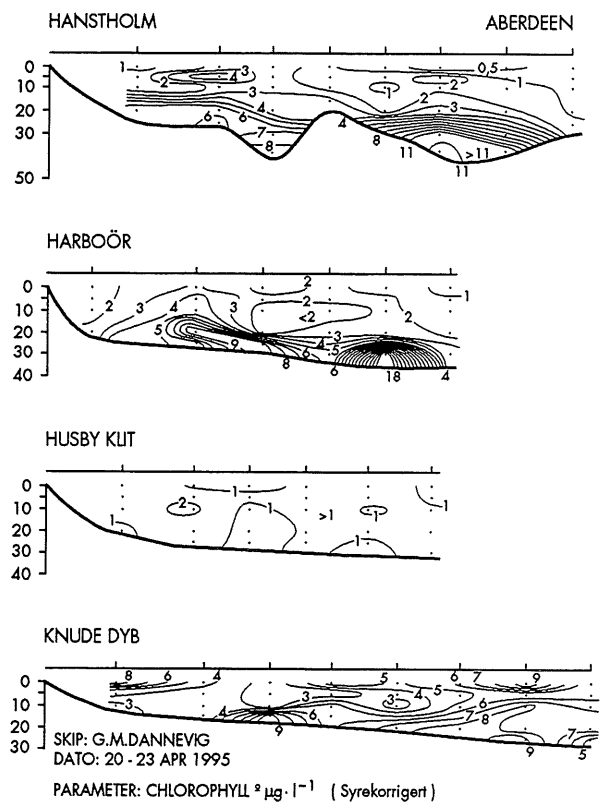
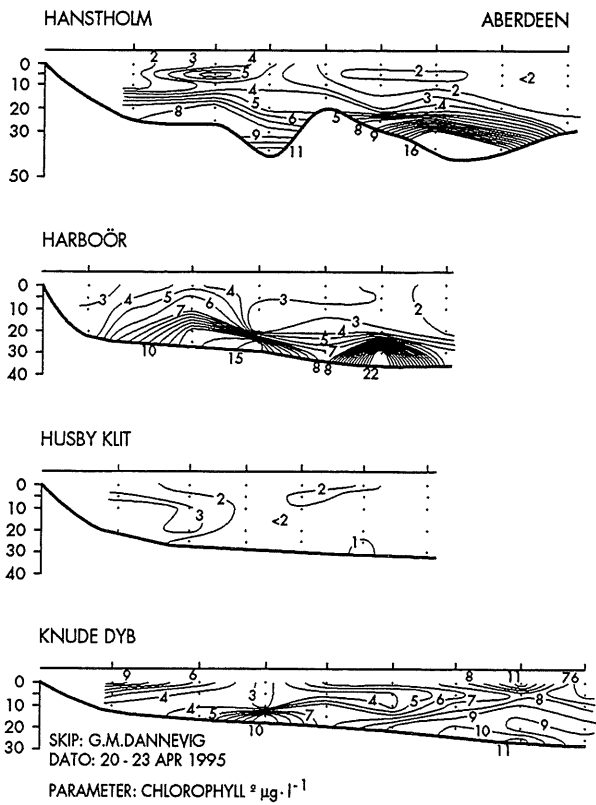
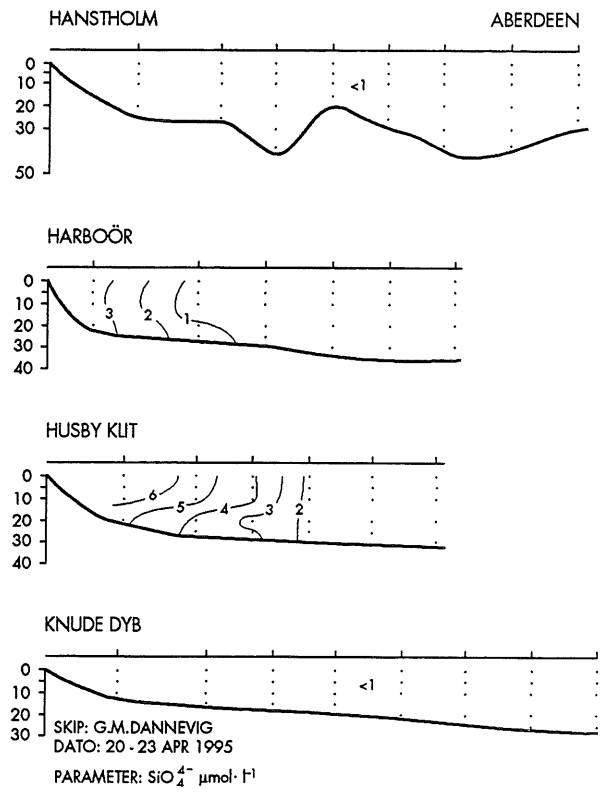
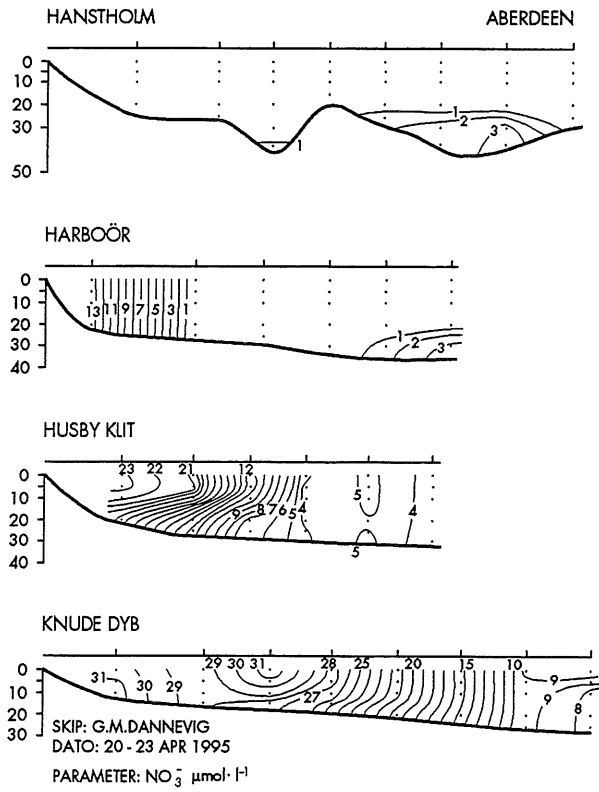


Fig. 4. Forts.

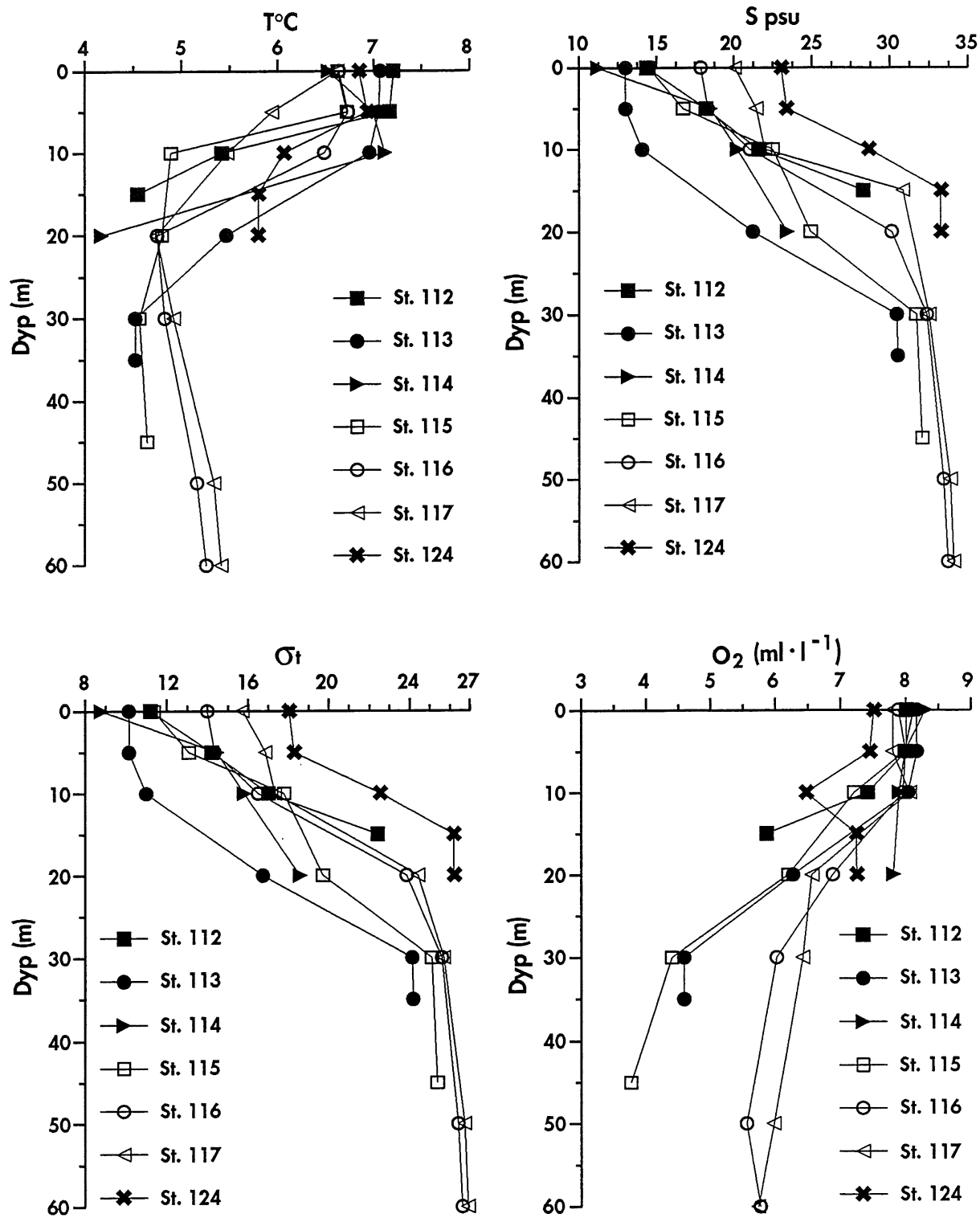


Fig. 5. Fordelingen av temperatur, saltholdighet, tetthet, oksygen, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll a på stasjon 112-117 og 124 (Kattegat) 26.-27. april 1995.

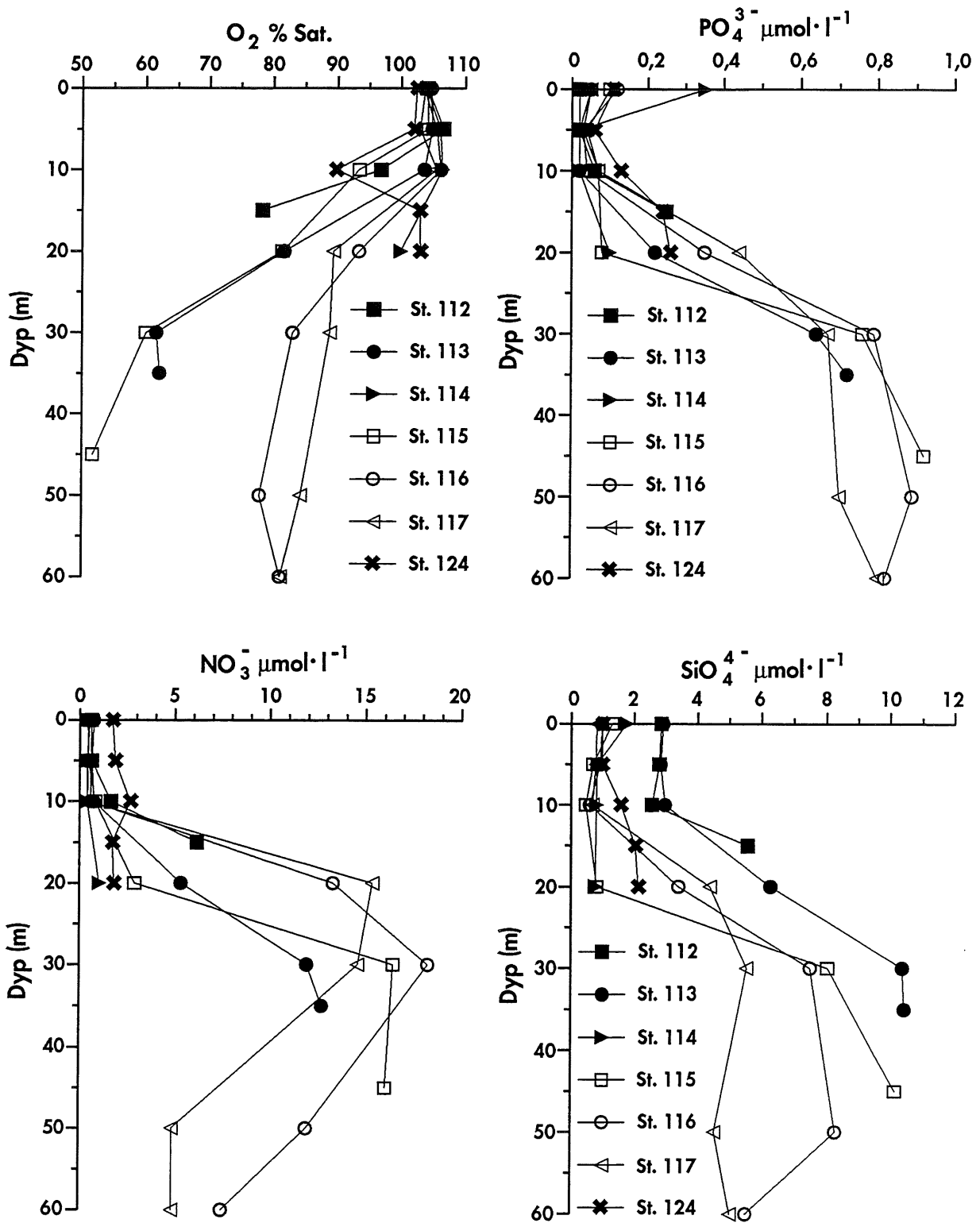


Fig. 5. Forts.

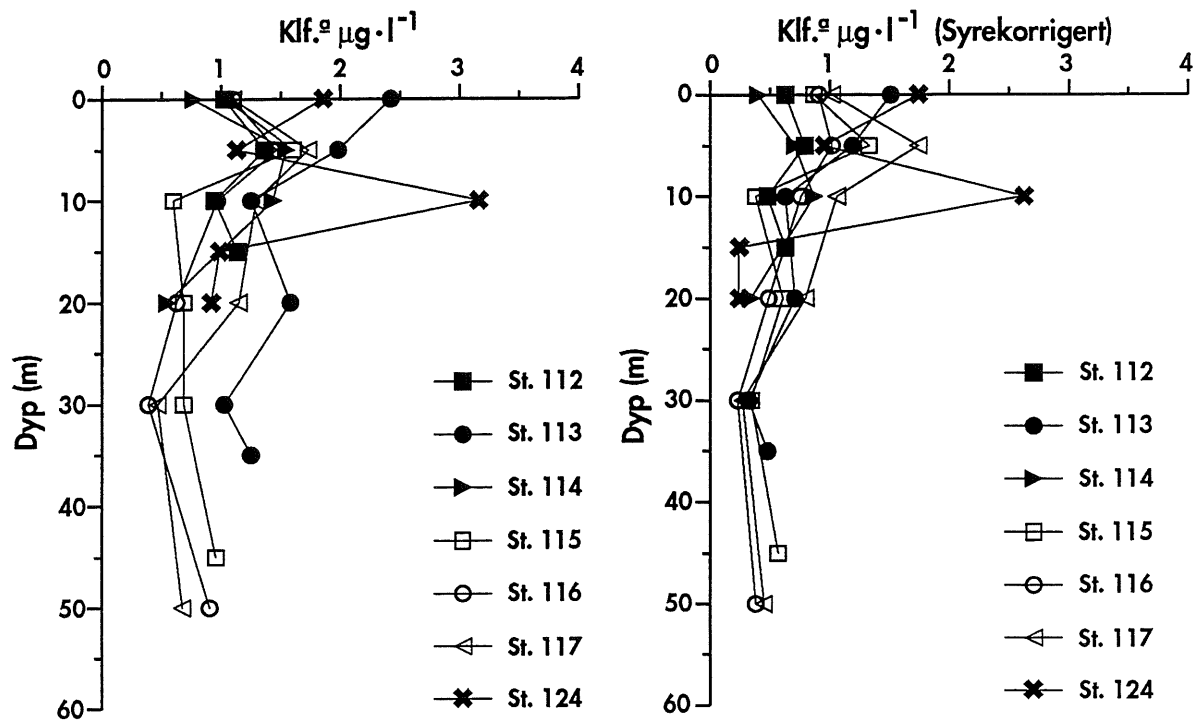


Fig. 5. Forts.

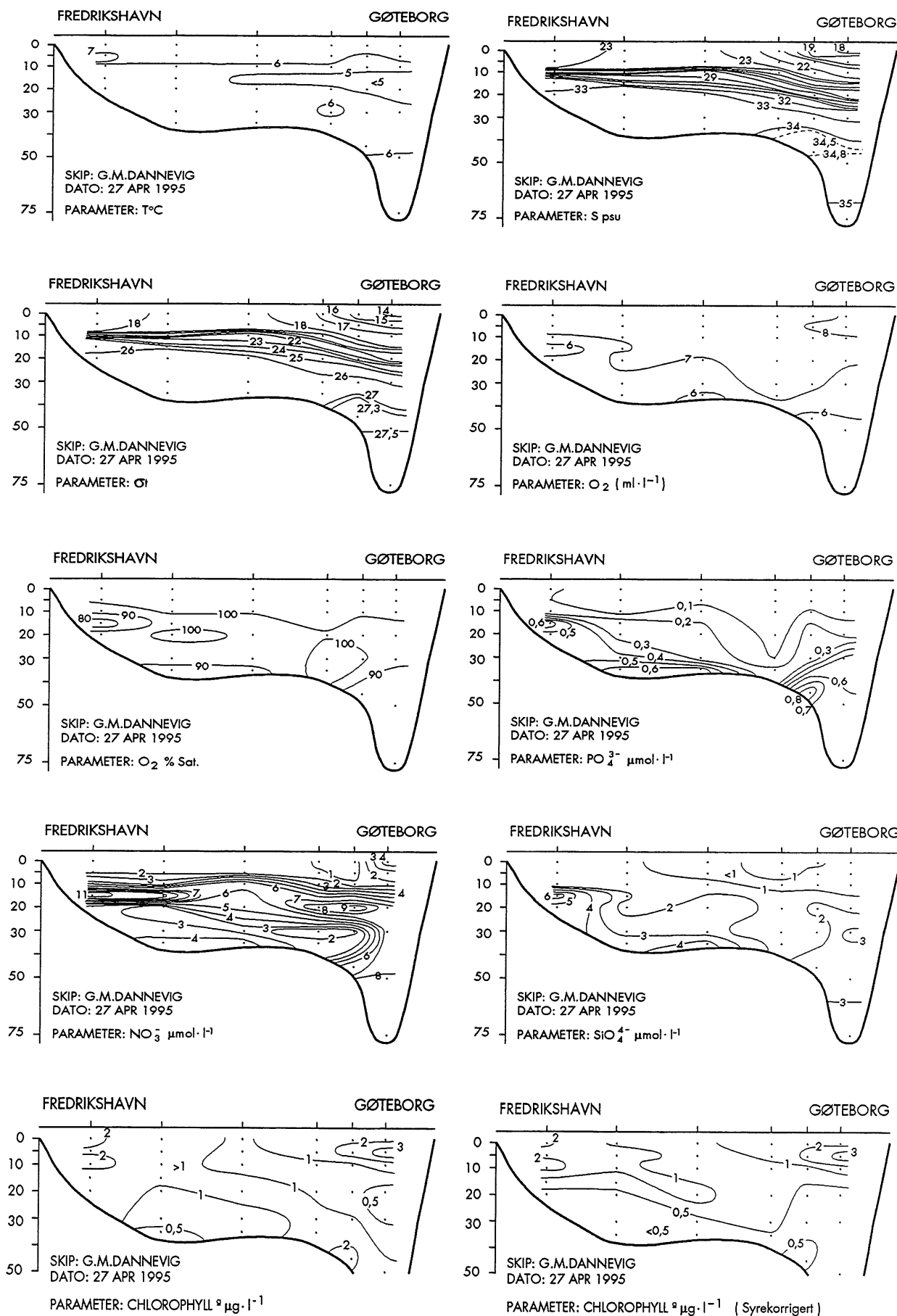


Fig.6. Fordelingen av temperatur, saltholdighet, tetthet, oksygen, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll a på snittet Fredrikshavn-Gøteborg 27. april 1995.

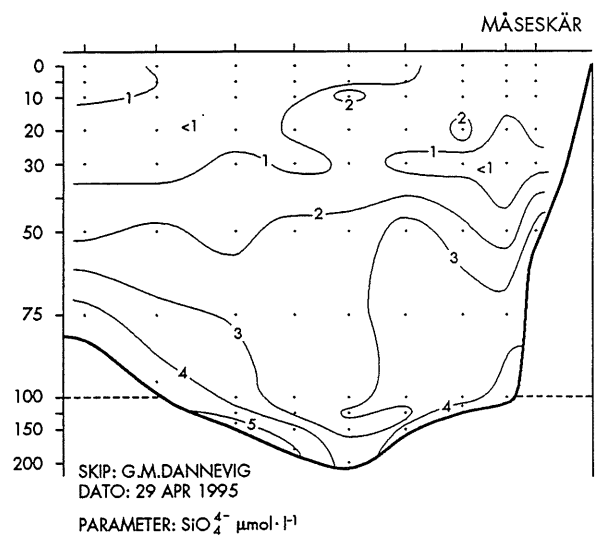
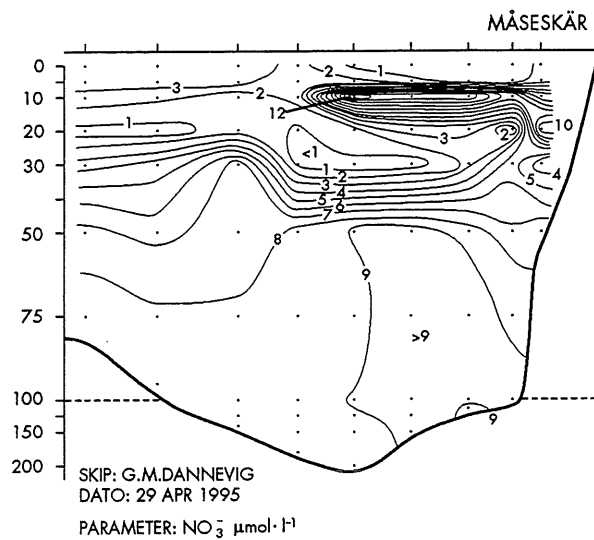
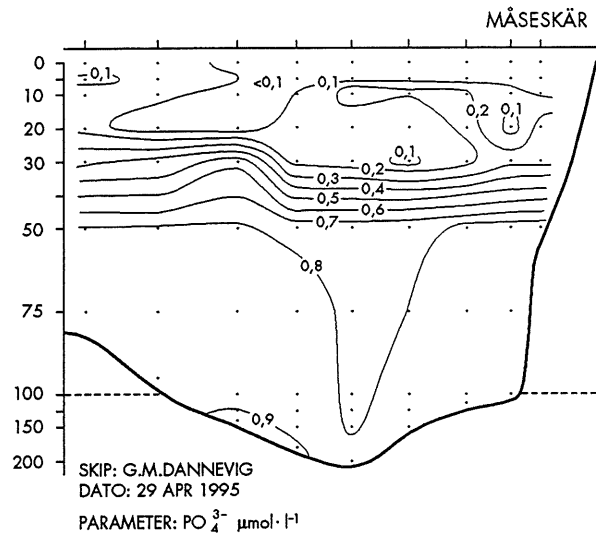
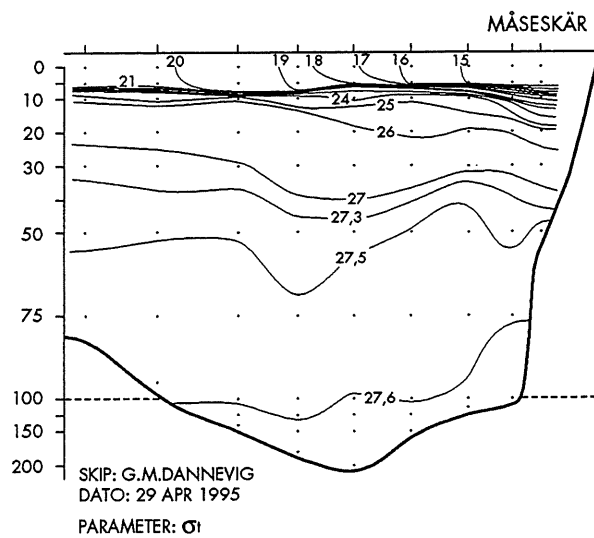
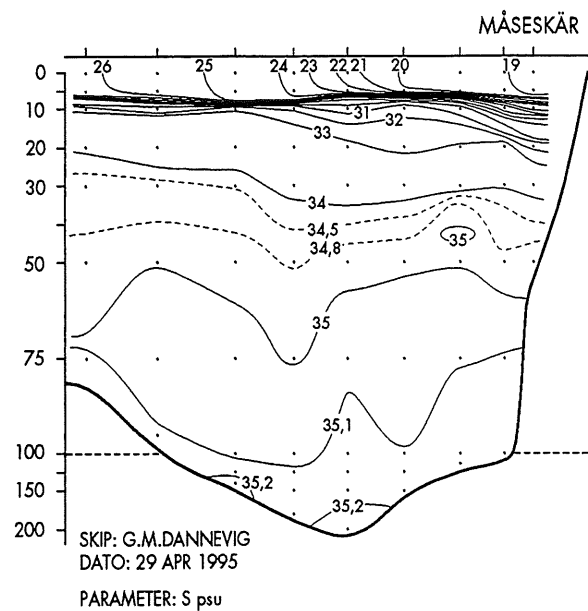
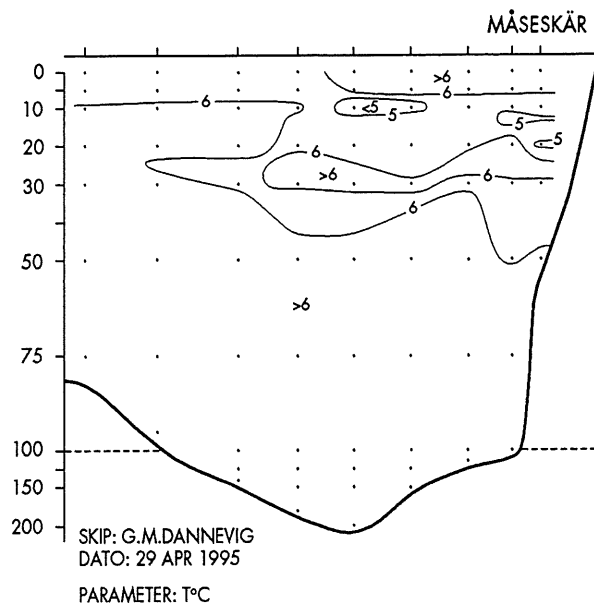
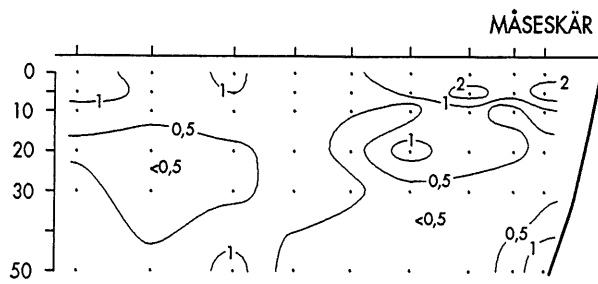
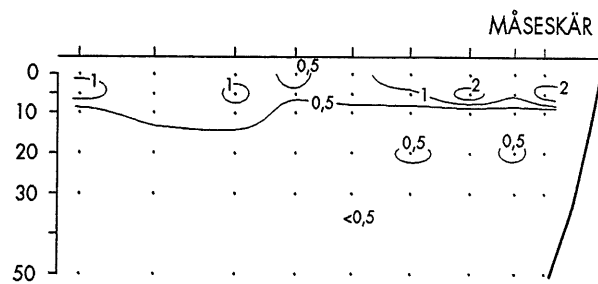


Fig. 7. Fordelingen av temperatur, saltholdighet, tetthet, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll a på snittet Måseskär 29. april 1995.



SKIP: G.M.DANNEVIG
 DATO: 29 APR 1995
 PARAMETER: CHLOROPHYLL $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$



SKIP: G.M.DANNEVIG
 DATO: 29 APR 1995
 PARAMETER: CHLOROPHYLL $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ (Syrekorrigeret)

Fig. 7. Forts.

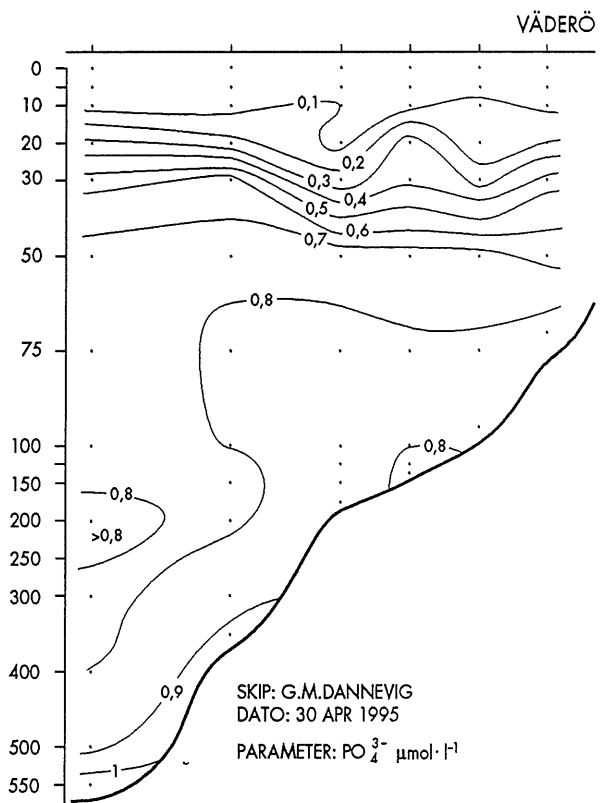
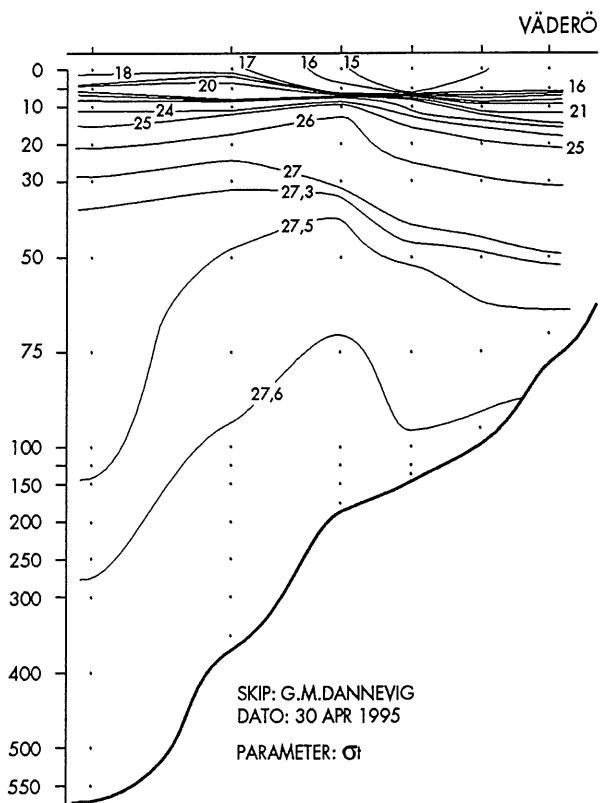
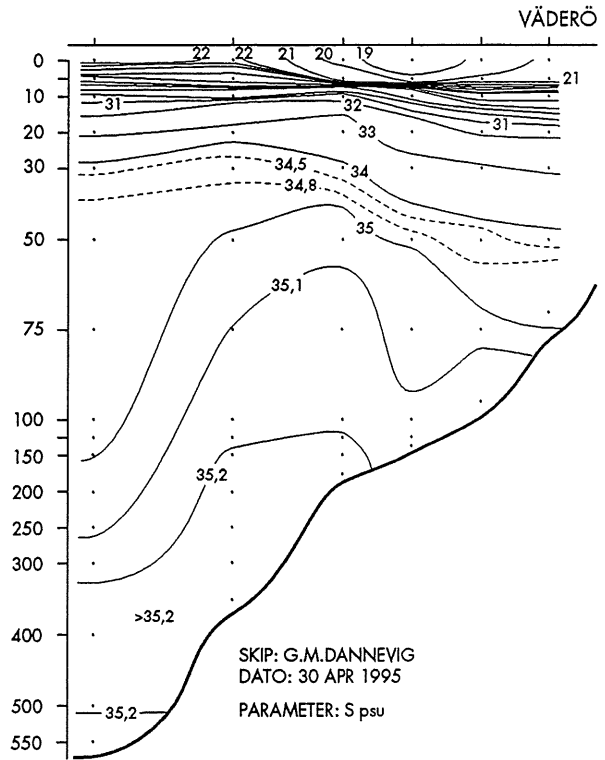
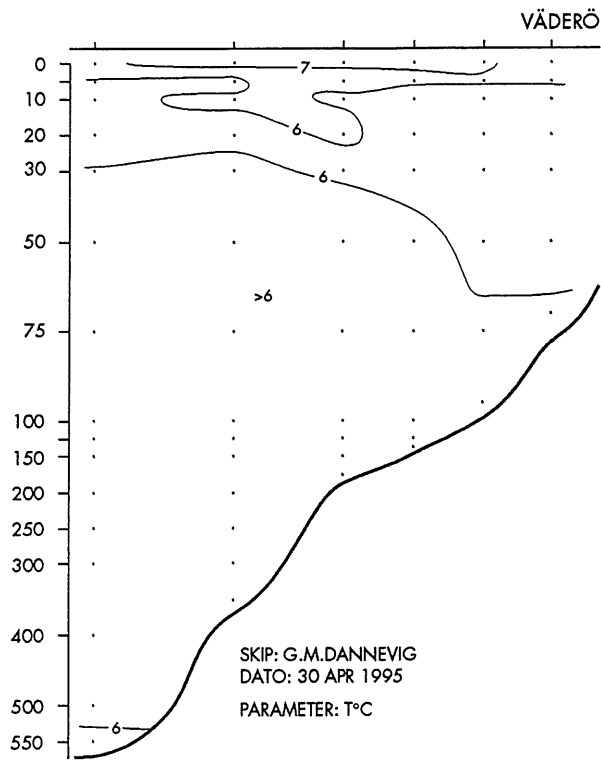


Fig. 8. Fordelingen av temperatur, saltholdighet tetthet, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll a på snittet Väderö 30. april 1995.

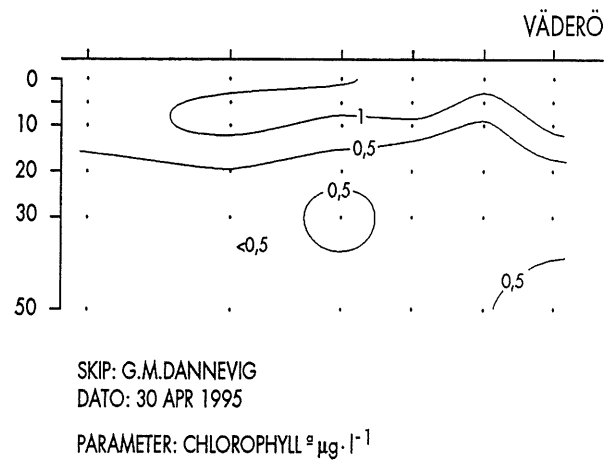
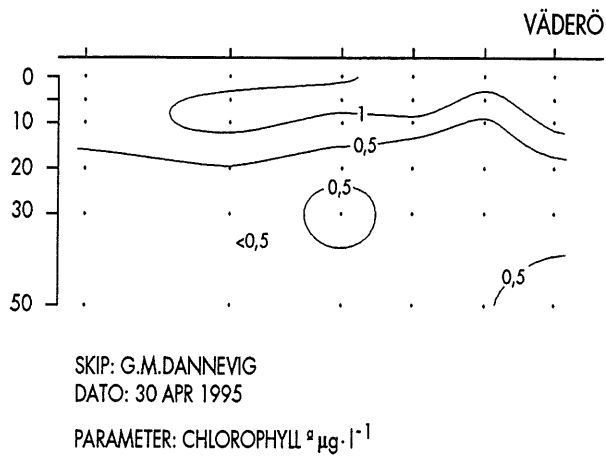
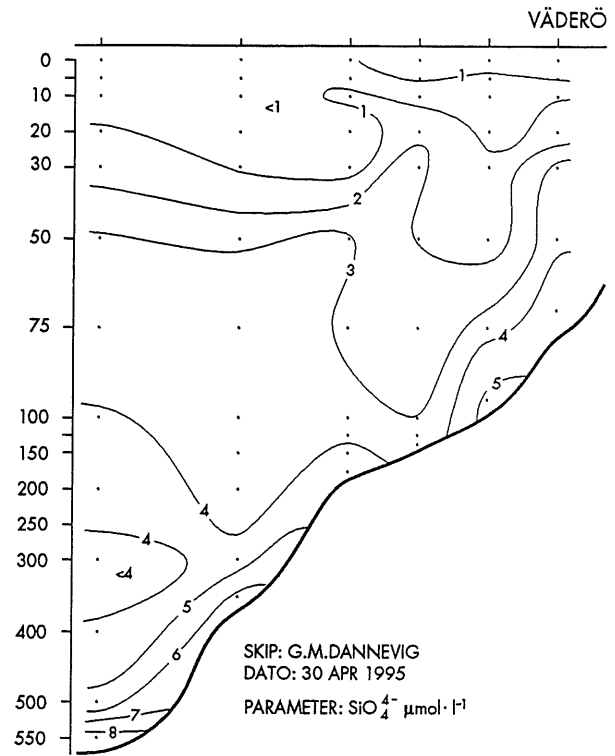
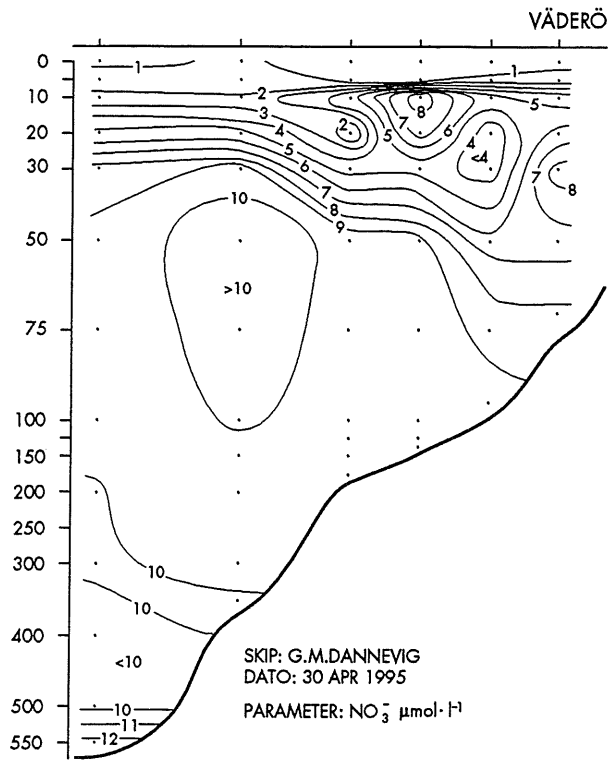


Fig. 8. Forts.

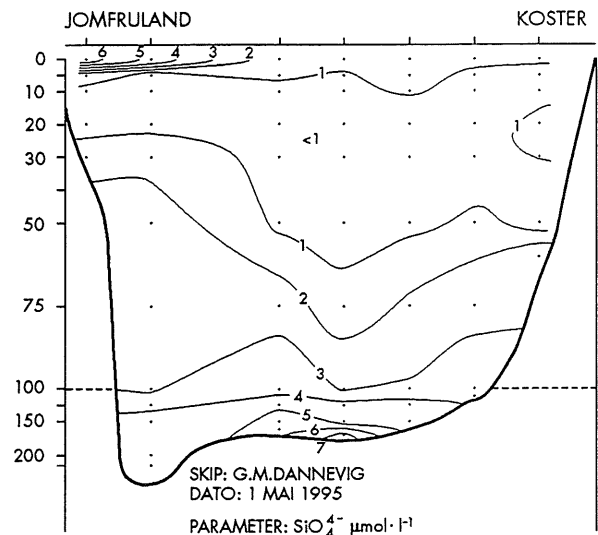
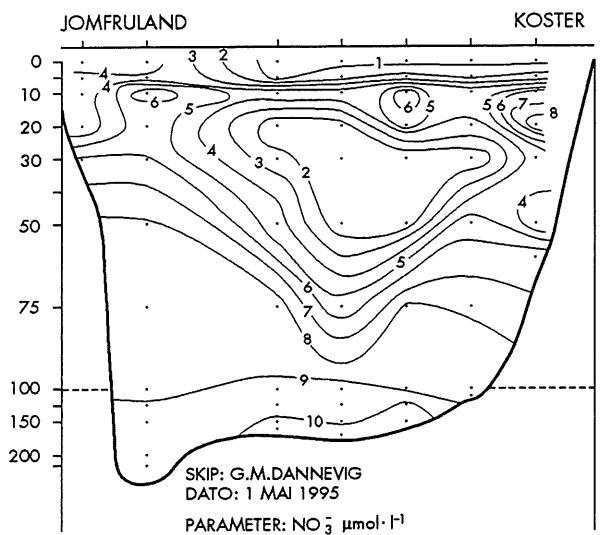
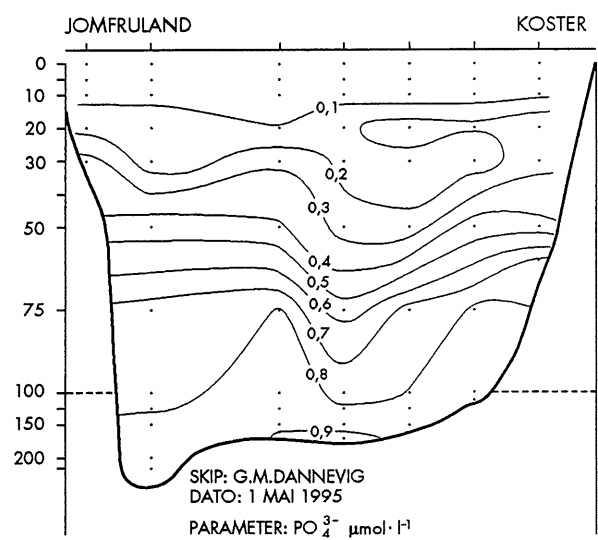
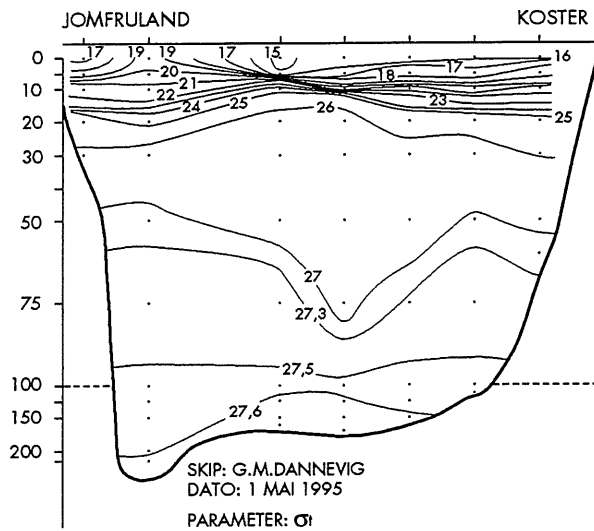
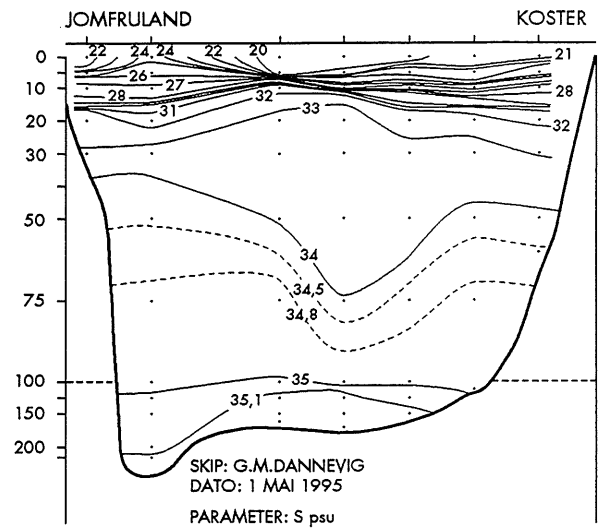
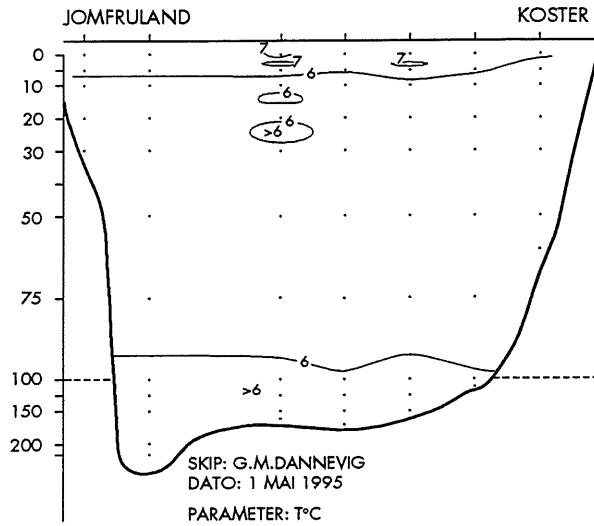
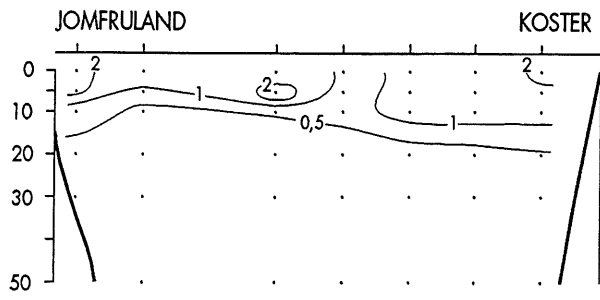
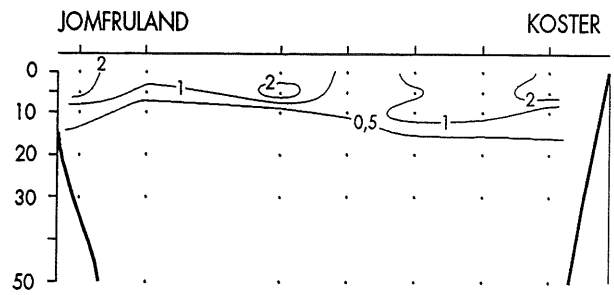


Fig. 9. Fordelingen av temperatur, saltholdighet, tetthet, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll a på snittet Jomfruland-Koster 1. mai 1995.



SKIP: G.M.DANNEVIG
 DATO: 1 MAI 1995
 PARAMETER: CHLOROPHYLL $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$



SKIP: G.M.DANNEVIG
 DATO: 1 MAI 1995
 PARAMETER: CHLOROPHYLL $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ (Syrekorrigert)

Fig. 9. Forts.

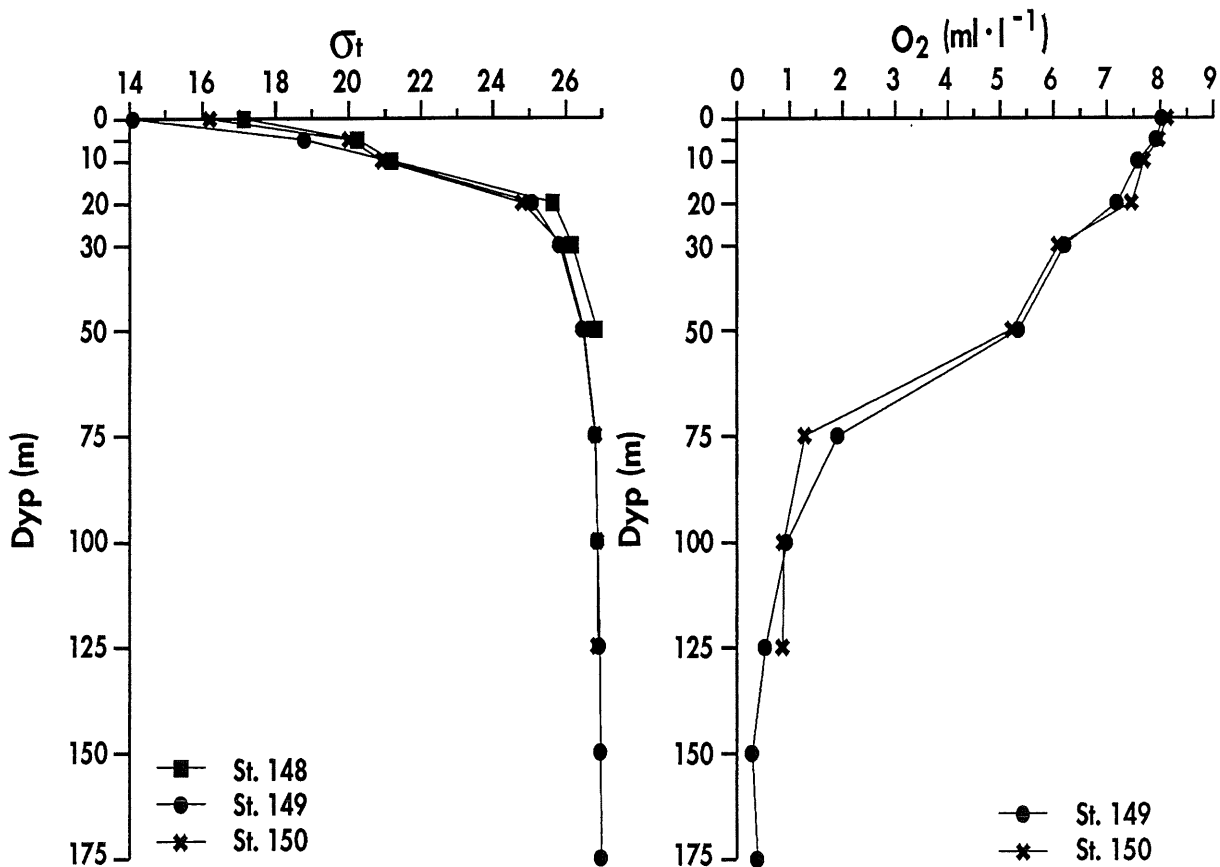
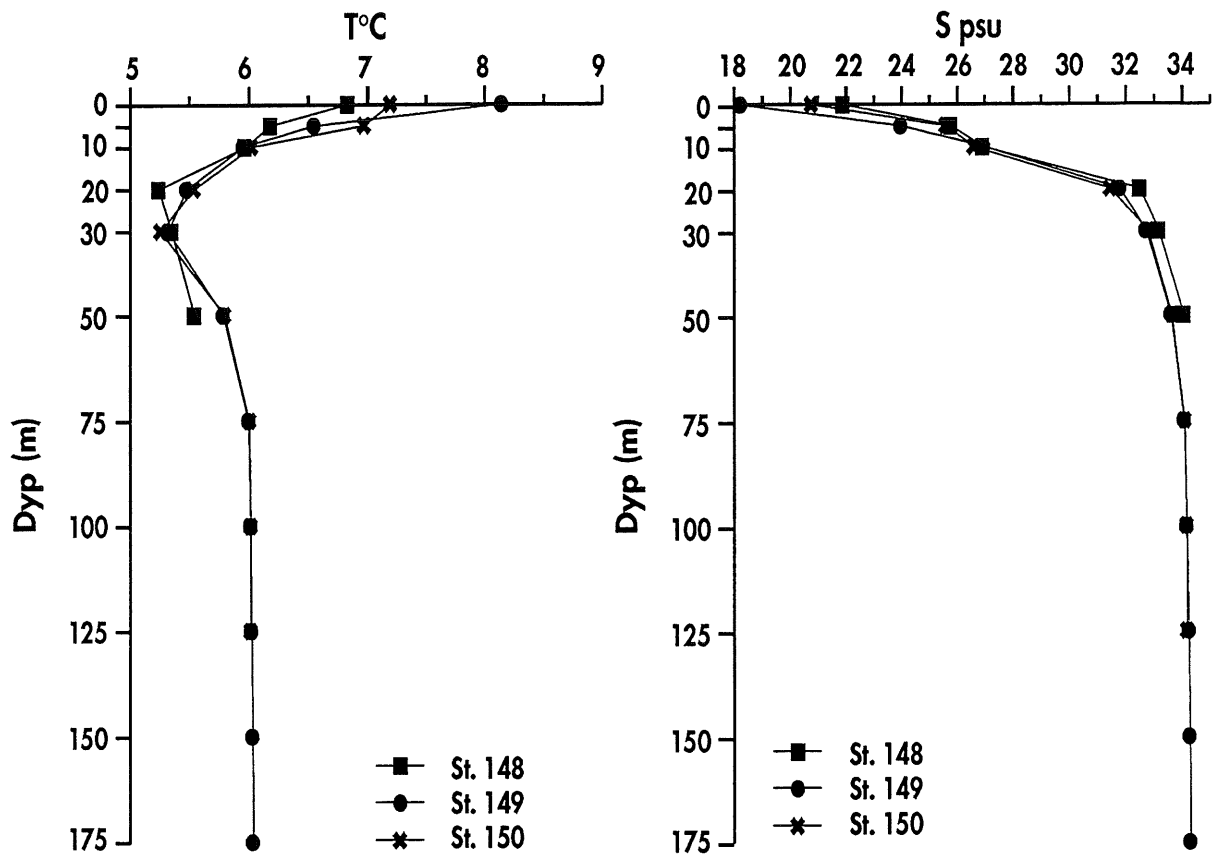


Fig. 10. Fordelingen av temperatur, saltholdighet, tetthet, oksygen, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll a i Risørrområdet 1. mai 1995.

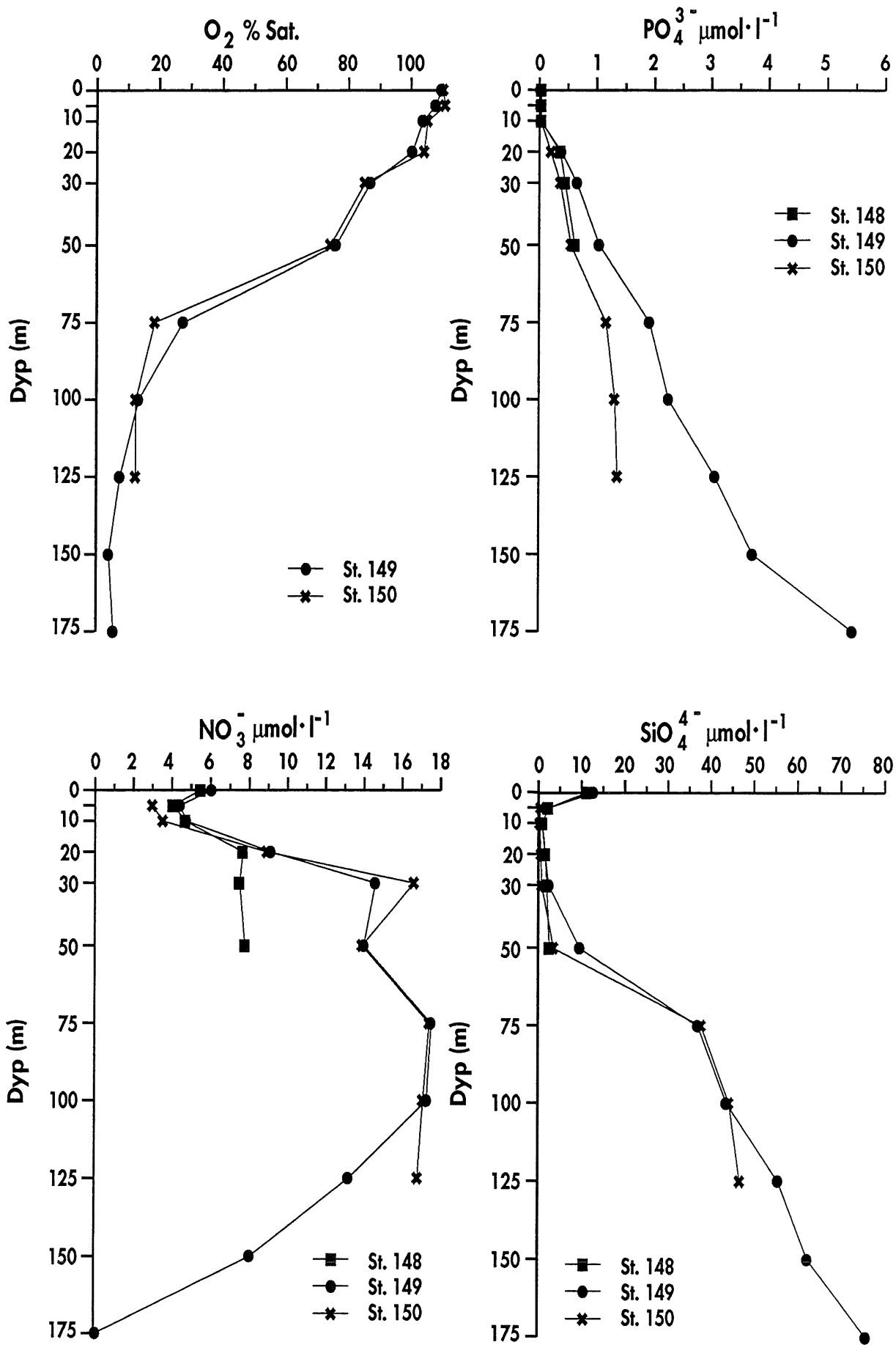


Fig. 10. Forts.

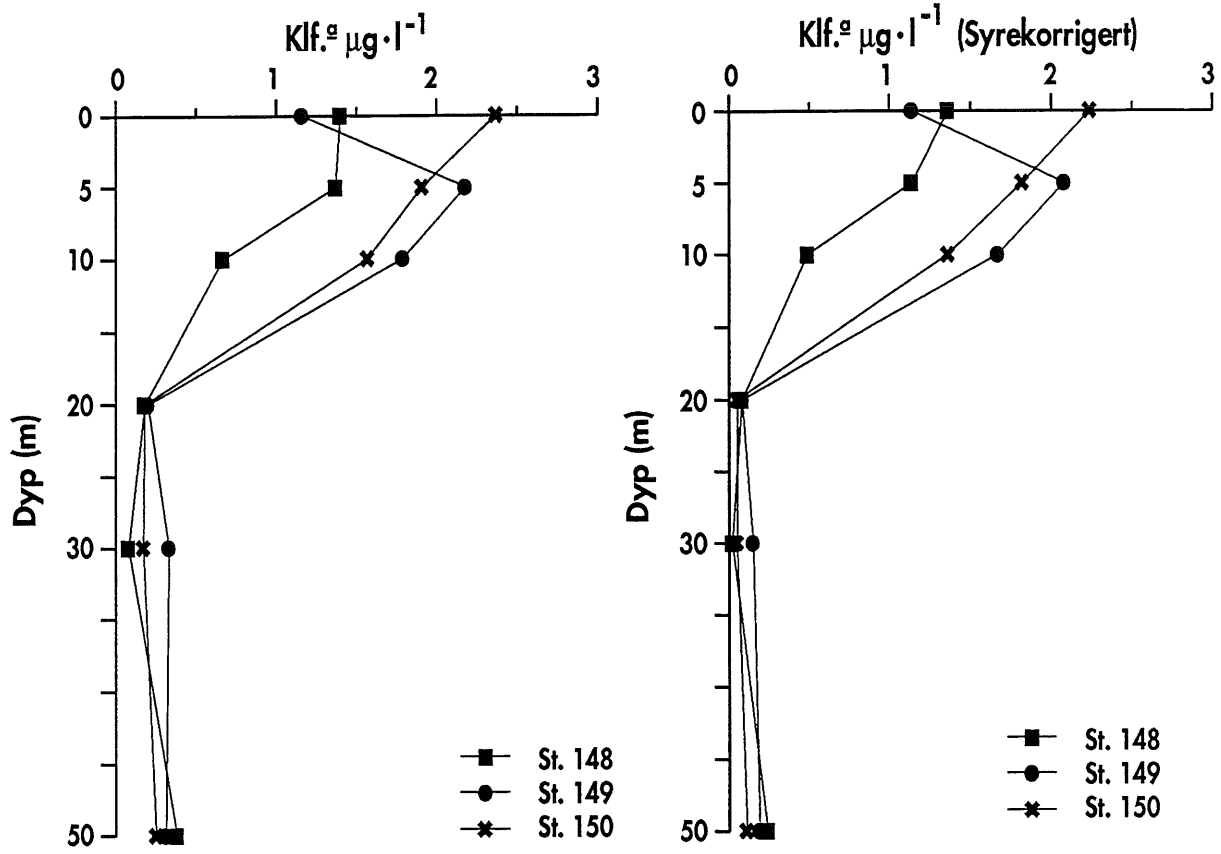


Fig. 10. Forts.

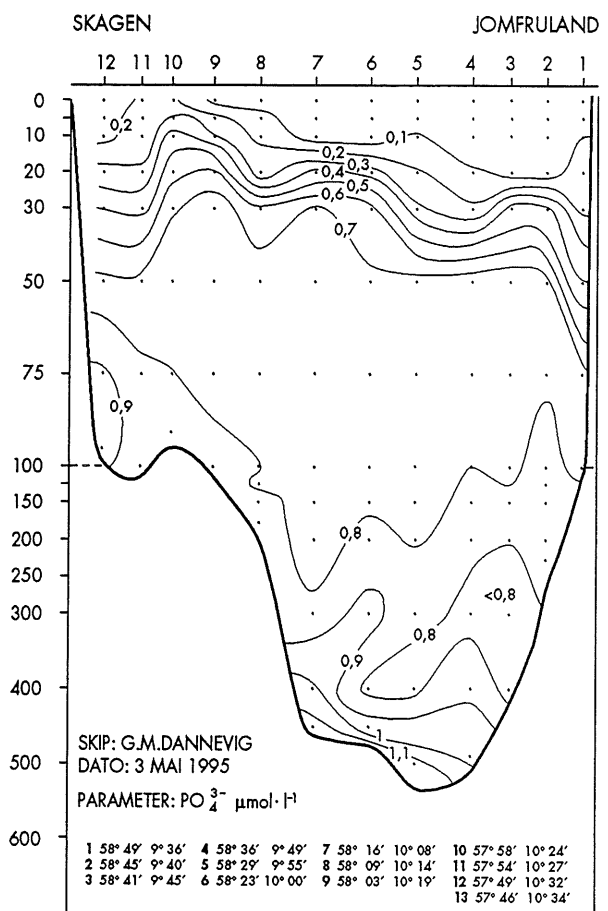
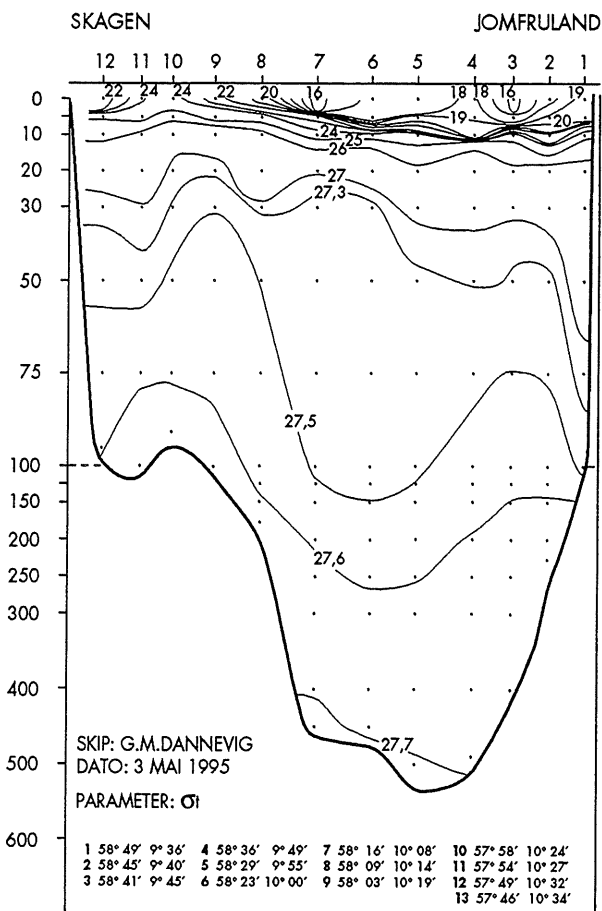
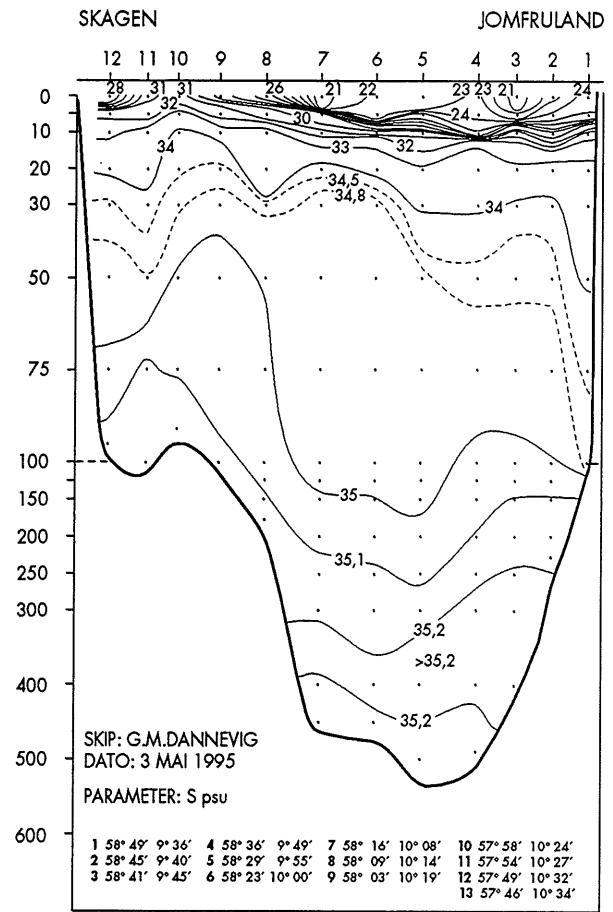
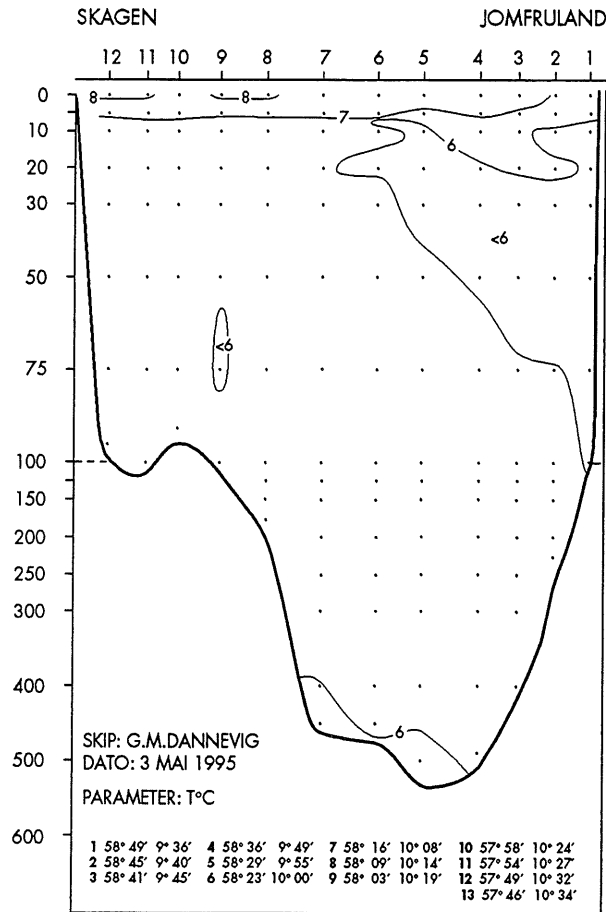


Fig. 11. Fordelingen av temperatur, saltholdighet, tetthet, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll a på snittet Jomfruland-Skagen 3. mai 1995.

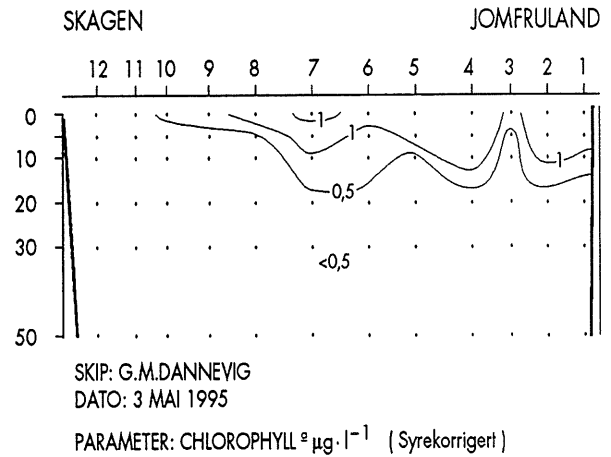
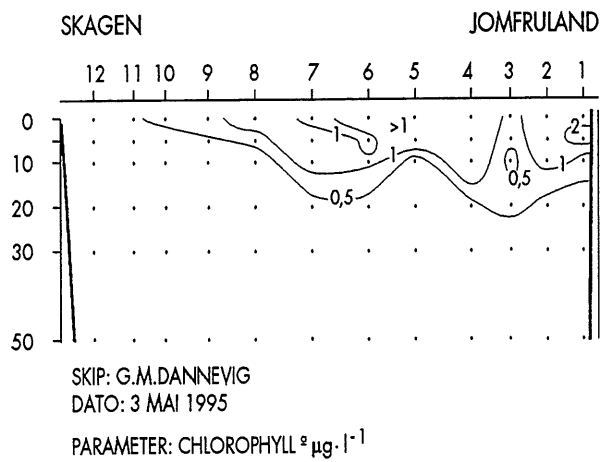
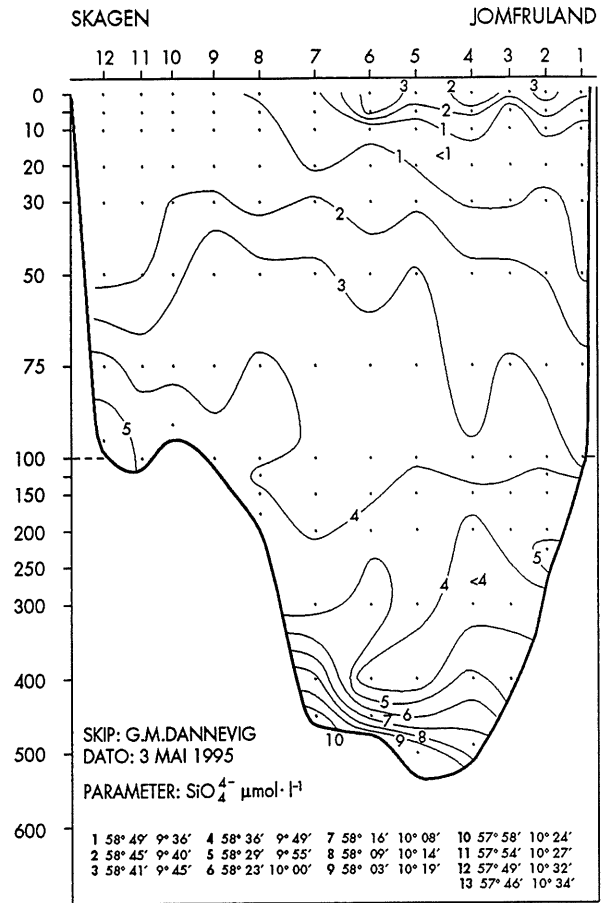
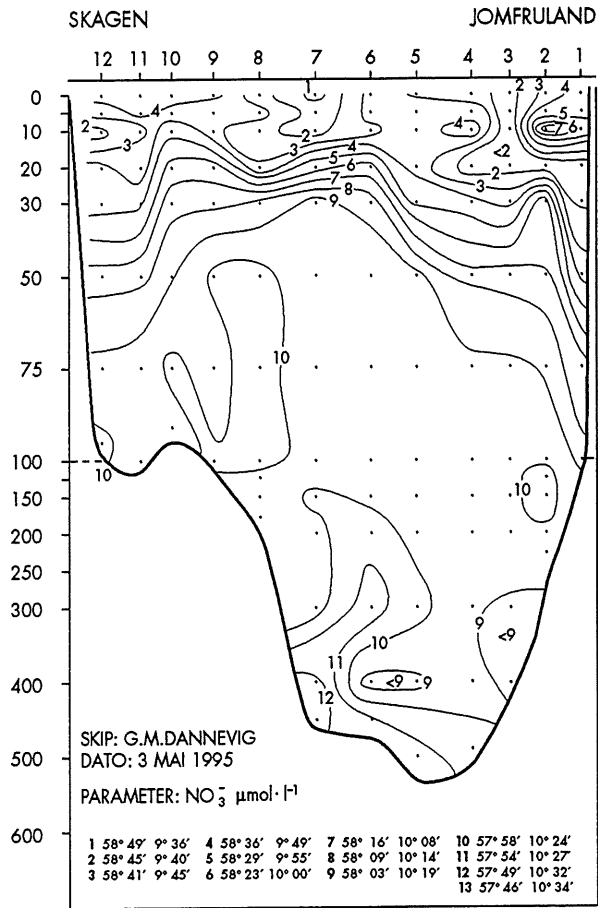


Fig. 11. Forts.

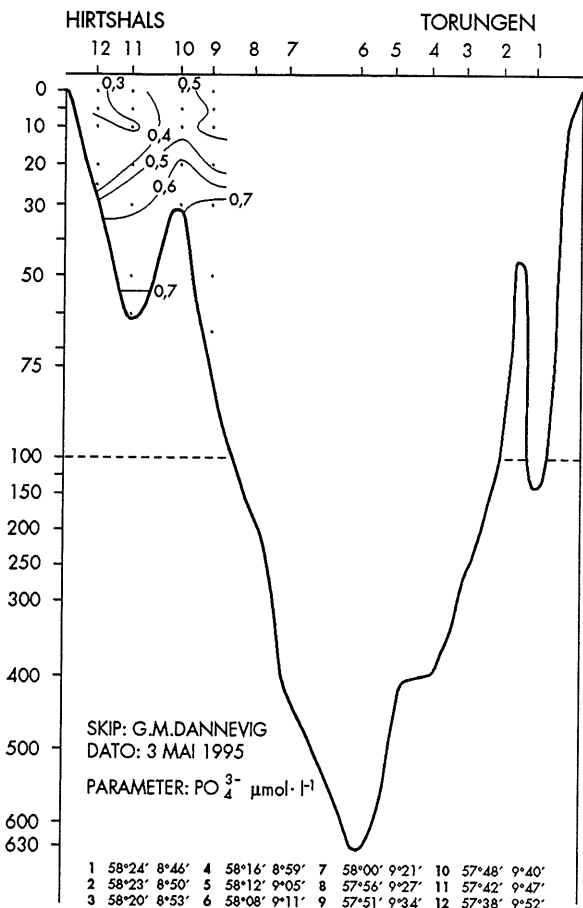
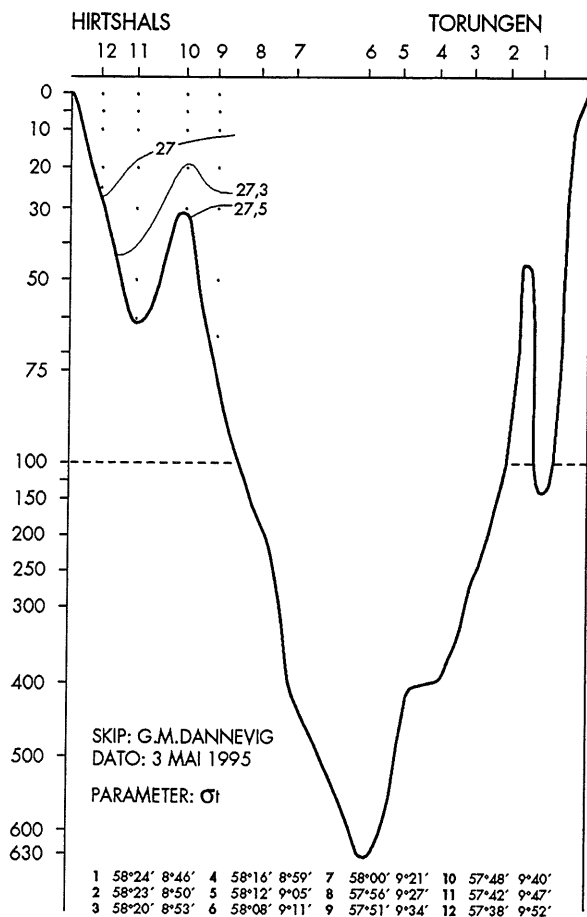
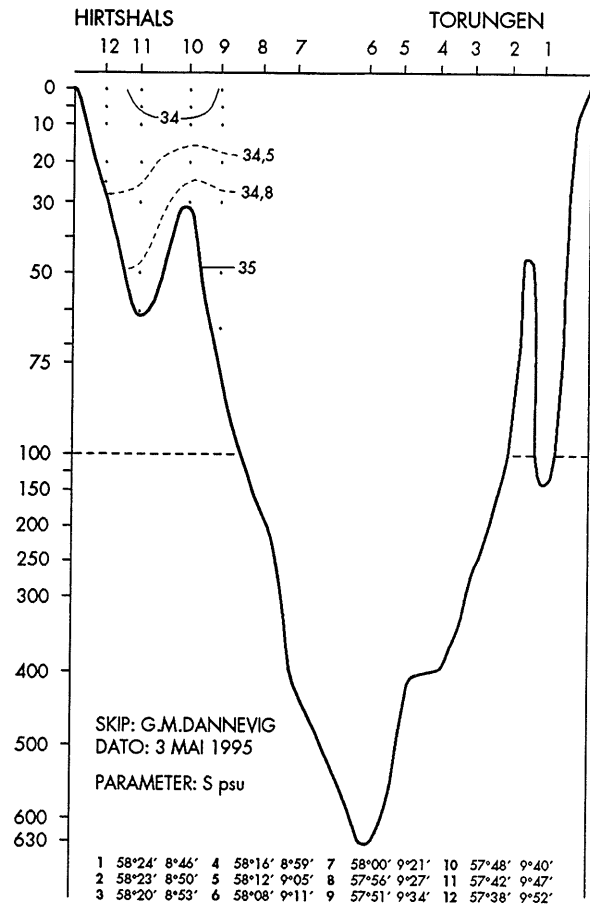
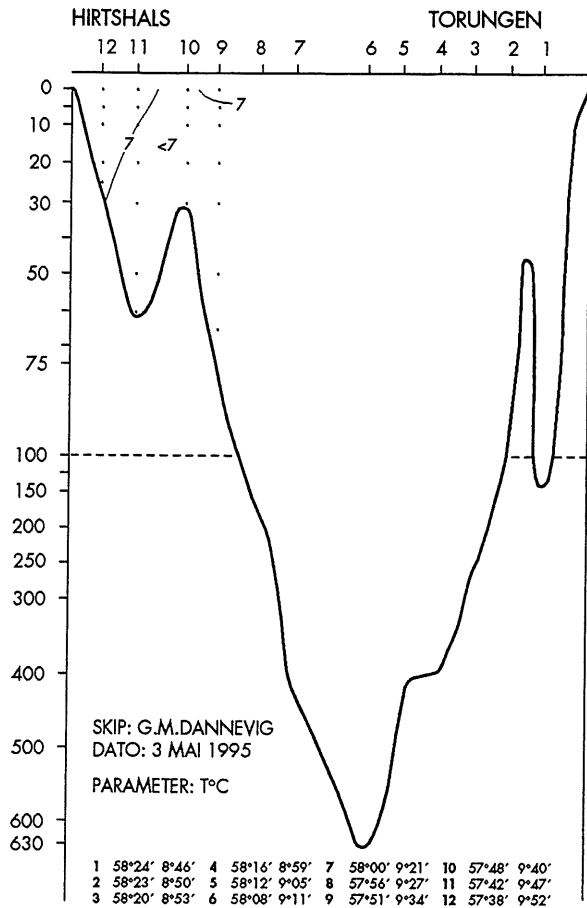


Fig. 12. Fordelingen av temperatur, saltholdighet, tetthet, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll a på st. 147-150 på snittet Torungen-Hirtshals 3. mai 1995.

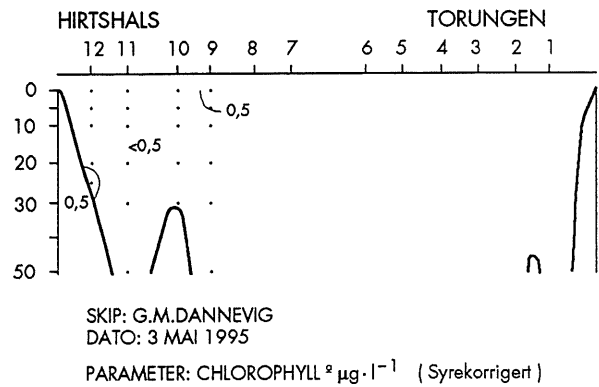
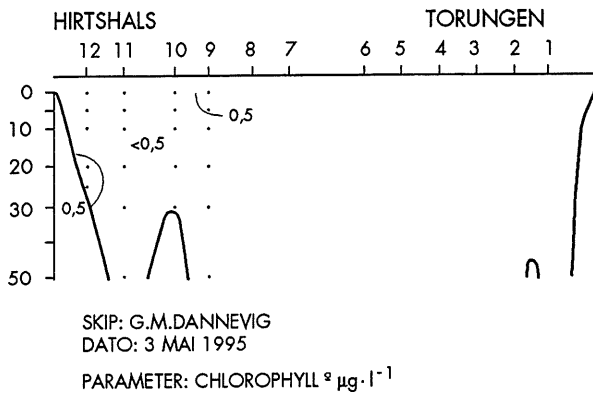
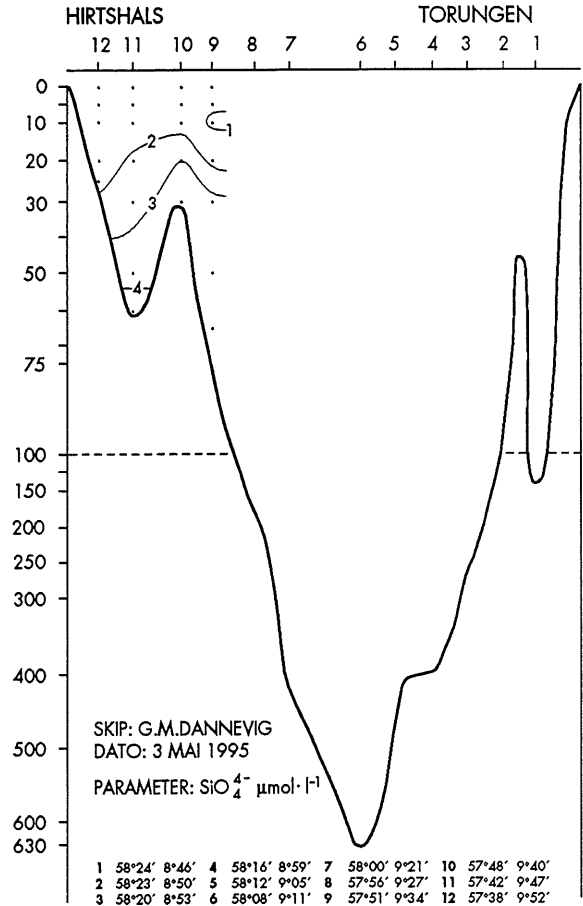
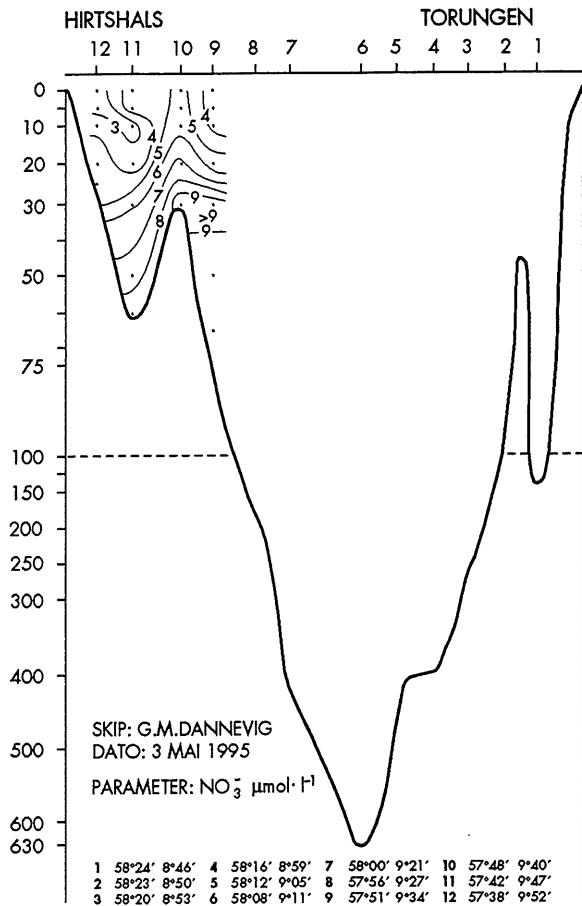


Fig. 12. Forts.

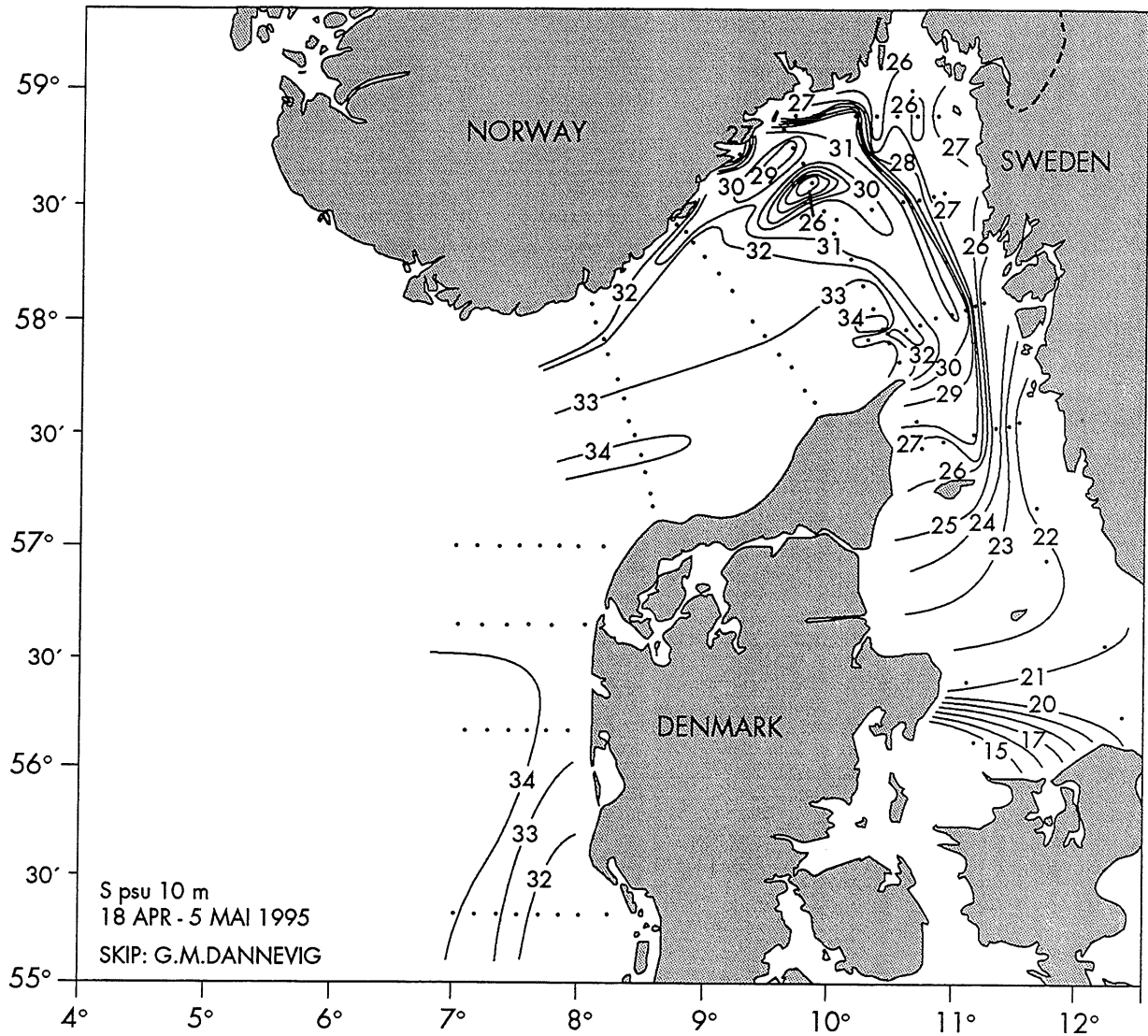


Fig. 13. Saltholdighet i 10 m dyp på toktet 18. april - 5. mai 1995.

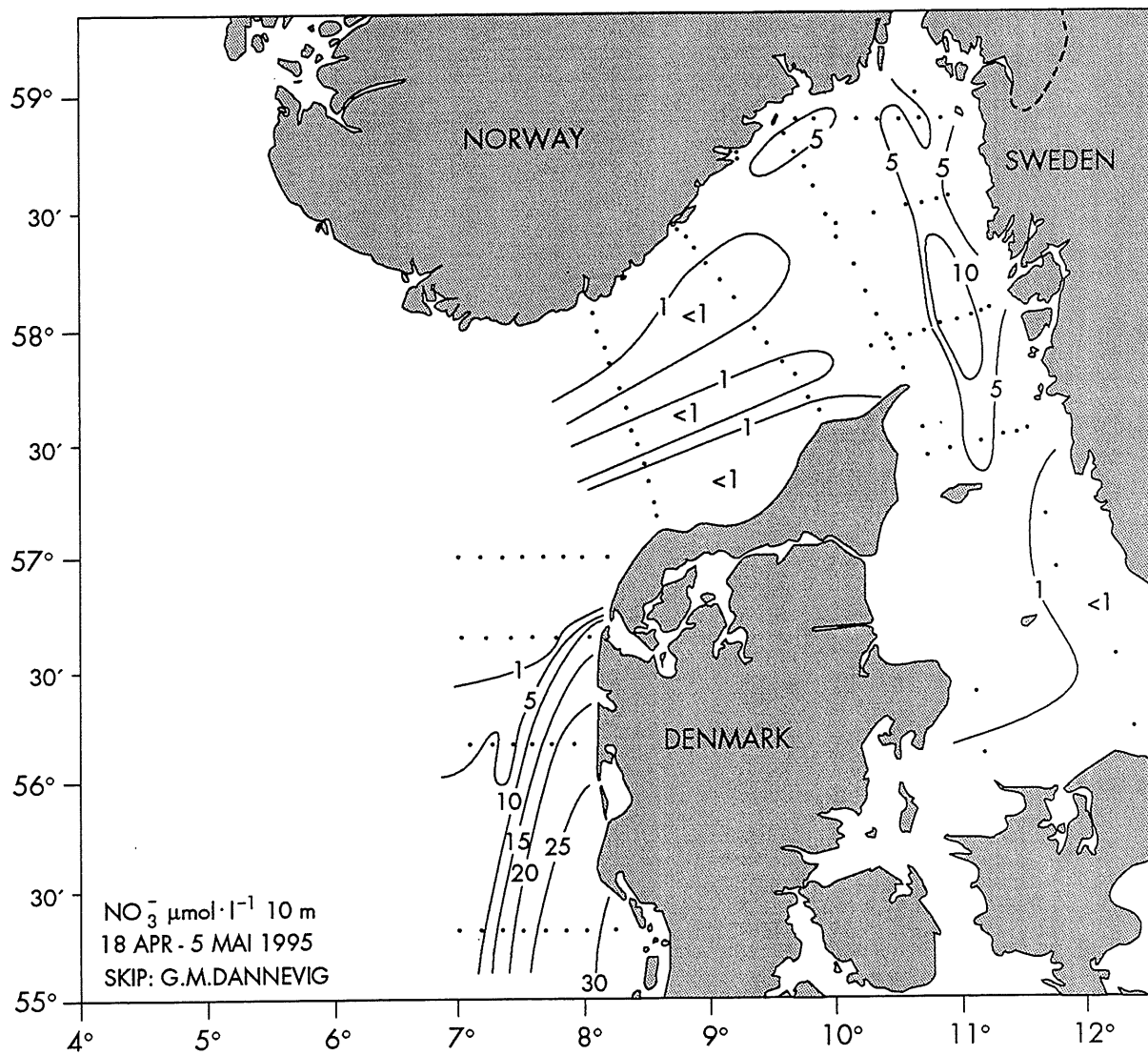


Fig. 14. Nitrat i 10 m dyp på toktet 18. april - 5. mai 1995.

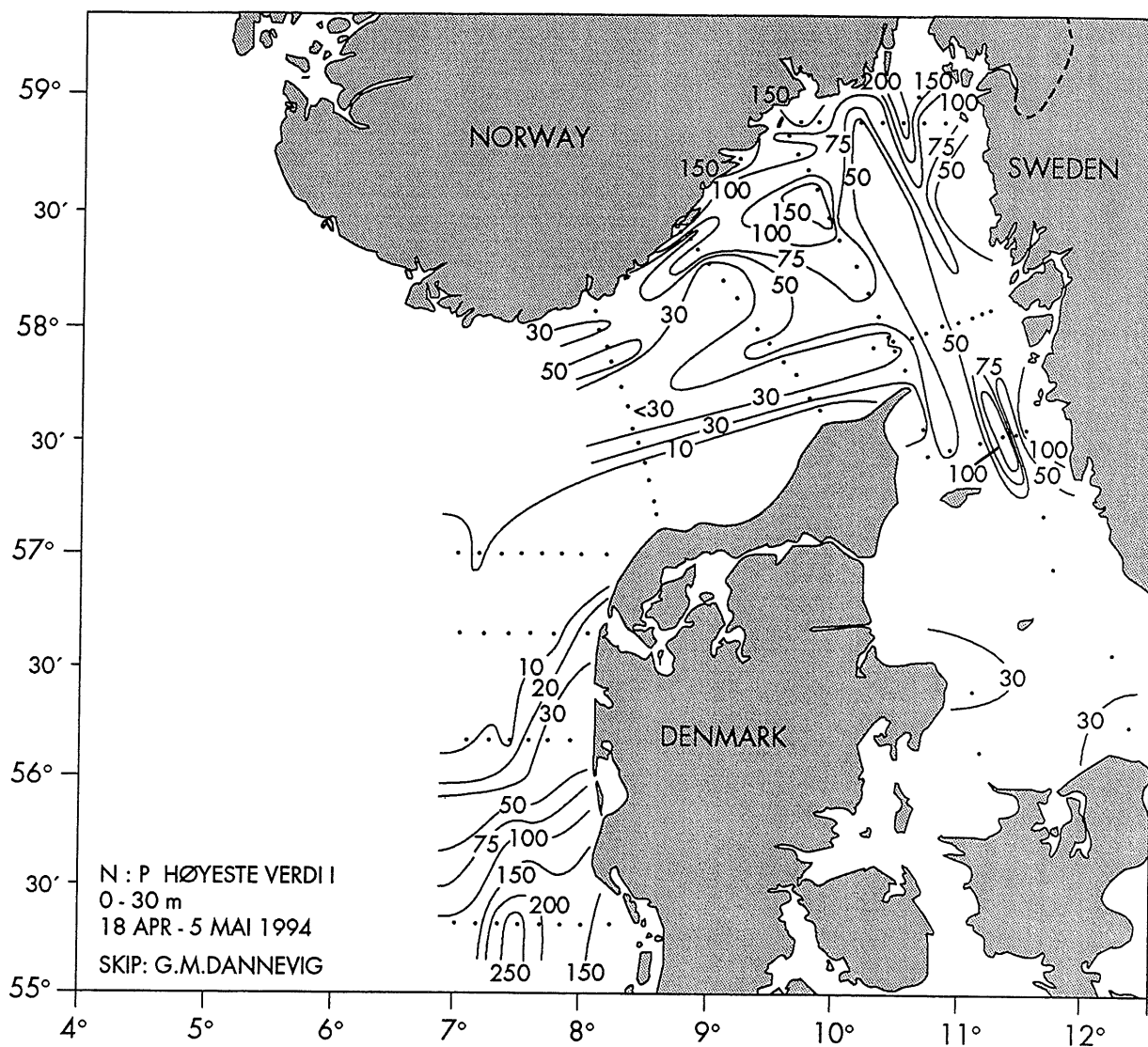


Fig. 15. Høyeste verdi av N:P-forholdet mellom 0 og 30 m dyp på toktet 18. april - 5. mai 1995.

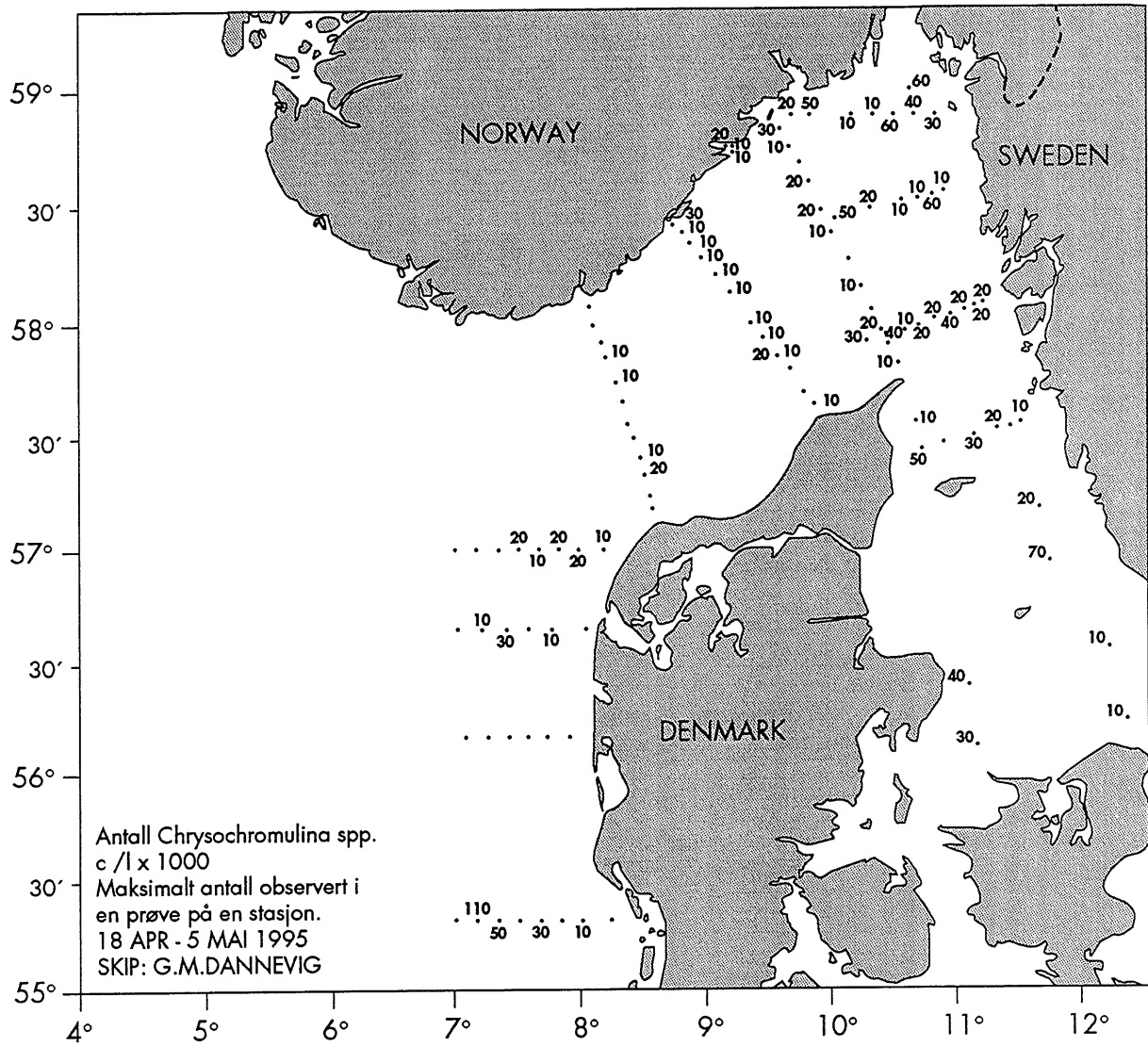


Fig. 16. Maksimalt antall av *Chrysochromulina* spp. c/l x 1000 som ble observert i en prøve på en stasjon på tuktet 18. april - 5. mai 1995. Verdien på venstre side på snittet Torungen-Hirtshals er observasjon fra den siste dagen (3. mai).