

## Intern toktrapport

Fartøy: G. M. Dannevig  
Tidsrom: 8. – 27. april 1998  
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 Kristineberg Marina Forskningsstasjon 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. 2-12 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. 13-15. Fig. 16 viser utviklingen av oksygen i tre forskjellige dyp fra januar 1996 til april i år i dypet på en stasjon i Risørfjorden, og Fig. 17 viser langtidsvariasjoner av oksygen i dypet på samme stasjon.

### Foreløpige resultater

Vestre Skagerrak og Danmarks vestkyst (Fig. 2,3, 4,11,13,14 og 15)

Det var meget homogene temperaturforhold i hele det vestre Skagerrak. De lå på ca 6°C i de øvre 100 m bortsett fra inne ved norskekysten hvor de her var litt lavere i de ferskere vannmassene i den norske kyststrømmen. Inn mot Hanstholm ble det registrert jyllandske kystvannmasser mens det for øvrig i Skagerrak var nordsjøvannmasser og inn mot norskekysten vannmasser fra Kattegat og de svenske og norske elvene i de øvre vannlag. Øvre grense for atlantiske vannmasser (saltholdighet  $\geq 35$ ) lå noe høyere inne på Torungen-Hirtshals-snittet både på norske- og danskesiden enn lenger vest. Helt inn mot Hirtshals var de atlantiske vannmassene helt oppe i 46 m, mens de lenger vest lå en del dypere. Sydover langs den danske vestkyst var det også meget homogene temperaturforhold hvor den i hele området lå på ca 6°C. Inne ved kysten ble det i hele området registrert jyllandske

kystvannmasser, mest lengst syd hvor det var en kraftig påvirkning av ferskvann. Her var saltholdigheten under 30, mens det lenger ute var nordsjøvannmasser. Det har ikke vært noen fornyelse av dypvannmassene i Skagerrak. I 630 m dyp var det fortsatt en liten nedgang i oksygenkonsentrasjonen fra 5.58 ml·l<sup>-1</sup> i mars måned til 5.43 ml·l<sup>-1</sup> d.v.s. en nedgang på 0.15 ml·l<sup>-1</sup>. I 140 m dyp i Ærøydypet (ved Torungen) var oksygenivået nå 6.60 ml·l<sup>-1</sup> d.v.s. også her en nedgang på 0.15 ml·l<sup>-1</sup> siden mars måned. Det var nå en overmetning i overflatevannmassene i hele Skagerrak p.g.a. primærproduksjon. Det var lite næringssalter igjen i overflatelaget langs den norske Skagerrakkysten i motsetning til det øvrige Skagerrak. Både inn mot Hirtshals og spesielt lenger vest mot Hanstholm ble det registrert jyllandske kystvannmasser med store konsentrasjoner av nitrat tilstede, ved Hanstholm helt opp 21 µm ml·l<sup>-1</sup>, og dette liknet på forholdene i 1990. Siden 1988 har det på denne tiden bare blitt registrert større konsentrasjoner i dette området i 1994 da man hadde spesielt stor avrenning av ferskvann fra kontinentet p.g.a. flom. De innerste stasjonene inn mot Hirtshals ble tatt på nytt helt på slutten av toktet ca 14 dager senere, og da ble det funnet ennå høyere nitratkonsentrasjoner her, helt opp til 12 µm·l<sup>-1</sup>. Nedover langs den danske vestkysten var det også meget høye nitratkonsentrasjoner, og også her av samme størrelsesorden som i 1990, bortsett fra innerst på det sydligste snittet hvor konsentrasjonene var helt oppe i 58 µm·l<sup>-1</sup>. Men her var også saltholdigheten uvanlig lav (ca 29.5) i forhold til tidligere år slik at fortynningen av ferskvannet med de mindre næringssaltsrike nordsjøvannmassene var mindre. Samtidig var også fosfat- og spesielt silikatkonsentrasjonene i disse vannmassene ekstremt høye, og siden disse undersøkelsene startet i 1988 har det aldri vært målt tilnærmedesvis så høye konsentrasjoner på det sydligste snittet. Nordover langs vestkysten var fosfat- og silikatforholdene mer normale med lavere konsentrasjoner inne ved kysten i jyllandvannmassene enn lenger ute i nordsjøvannmassene. I hele dette området langs den danske vestkysten var det meget skjeve N:P-forhold sammen med høye nitratkonsentrasjoner.

I den norske kyststrømmen var det en del klorofyll tilstede mens det på den danske Skagerrakkysten var lite bortsett fra nede ved Hanstholm. På slutten av toktet var det imidlertid en kraftig algeoppblomstring i de øvre 10 m i de Jyllandske kystvannmasser med store klorofyllkonsentrasjoner inn mot Hirtshals. Det var store mengder klorofyll langs den danske vestkysten, spesielt i de jyllandske kystvannmassene og særlig på snittene Harbør og Huseby Klit. Våroppblomstringen var tydeligvis ikke kommet skikkelig igang enda i de meget næringssaltrike vannmassene på de sydligste snittet.

#### Kattegat (Fig. 5, 6, 13, 14 og 15)

I Kattegat lå overflatetemperaturen på ca. 5.5°C, og termoklinen lå mellom 10 og 15 m i hele området. På den nordøstligste stasjonen var temperaturen i dypet nesten 7°C, ca en grad høyere enn lenger syd, og her lå saltholdigheten på ca 35 og var også en del høyere (ca 0.7 psu). På noen av stasjonene (St. 3, 4, og 5) var haloklinen meget kraftig og steg med 10-12 psu over en dybdeforskjell på en meter. På snittet Gøteborg-Fredrikshavn var temperaturen ca 5°C i overflaten med et lite temperaturminimum i 10-15 m dyp over hele området. I dette laget lå også en kraftig haloklin. I vannmasser med saltholdighet over 34.5 som ble registrert på tre stasjoner var også temperaturen noe høyere (>6°C). Inn mot svenskekysten var saltholdigheten ca 18 helt ned til 10 m dyp.

Det var meget gode oksygenforhold både i Kattegat og på snittet Gøteborg-Fredrikshavn. I begge områdene var det en liten overmetning i overflatelaget p.g.a. primærproduksjon. De laveste verdiene ble registrert på de vestligste og sydligste stasjonene i Kattegat. På stasjonen ved Øresund (st. 135) ble det målt et minimum på  $4.74 \text{ ml}\cdot\text{l}^{-1}$  i sprangsjiktet og med en metning på 64 %.

Det var ubetydelig fosfat, nitrat og silikat igjen i overflatelaget på snittet Gøteborg-Fredrikshavn mens det i Kattegat fremdeles var litt silikat igjen. Under sprangsjiktet i Kattegat var det rikelig med næringssalter igjen. Dette var også tilfelle på snittet Gøteborg-Fredrikshavn, men her var det på stasjon 1 og spesielt stasjon 2 og 3 i 20 -35 m dyp et kraftig nitratmaksimum, og samtidig var det meget skjeve N:P-forhold. Dette var i vannmasser med saltholdighet på 32-33 og synes å være de samme jyllandske kystvannmasser som i mars måned ble registrert i overflatelaget inne ved den danske Skagerrakkysten. Konsentrasjonene som ble målt her nå var like høye som det som ble målt i 1994, men utbredelsen var noe mindre.

Det ble registrert noe klorofyll i hele Kattegat, mest på de vestligste stasjonene og da med et maksimum i forbindelse med sprangsjiktet. På snittet Gøteborg-Fredrikshavn ble de største klorofyllkonsentrasjonene funnet inne ved danskekysten, og strekte seg derfra og ut under de ferskere og næringsfattige overflatevannmassene lenger ute.

#### Indre Skagerrak (Fig. 7,8,9,10,13, 14 og 15)

Temperaturforholdene var meget homogene i hele området (ca  $6-7^\circ \text{C}$ ) uten noen termoklin. På snittet Koster-Jomfruland utenfor Oslofjorden var temperaturen litt lavere i overflatelaget. Her var det meget ferske vannmasser i de øverste 10 m med en kraftig haloklin mellom 10 og 20 m dyp. På grunn av de baltiske vannmasser var det også en kraftig haloklin imellom 5 og 10 m dyp inne ved svenskekysten, men det ferske overflatelaget utenfor Oslofjorden var større enn i de siste årene på denne tiden, og skyldtes avrenning fra de store norske elvene.

På det sydligste snittet på svenskekysten (Måseskärsnittet) var det ennå litt fosfat igjen og samtidig var det noe silikat langs hele snittet og til dels betydelige mengder nitrat og samtidig meget skjeve N:P-forhold. Det var helt i overflaten i vannmasser med saltholdighet på mellom 32 og 33. Inne ved kysten dukket disse vannmassene ned under de ferskere baltiske vannmasser. Disse vannmasser hadde tydeligvis sin opprinnelse i de jyllandske kystvannmasser. Disse nitratrike vannmasser ble også registrert lenger nord på Väderøsnittet i 20-30 m dyp. Det var her lite fosfat og silikat igjen i overflatelaget, og utenfor Oslofjorden var det lite igjen av alle tre næringssaltene i de øvre 10m bortsett fra innerst ved Jomfruland og Koster hvor det i de ferske vannmassene var noe nitrat og silikat. I overflatelaget over ca 10 m dyp på snittet Jomfruland-Skagen tvers over indre Skagerrak var det ubetydelige mengder næringssalter igjen. Hverken inn mot Jomfruland eller mot Skagen ble det funnet jyllandske kystvannmasser med høye nitratkonsentrasjoner. Disse vannmassene ble imidlertid få timer senere registrert inn mot Hirtshals med nitratkonsentrasjoner opp til  $12 \mu\text{m}\cdot\text{l}^{-1}$ . Slike vannmassene var ennå ikke kommet så langt øst som til Skagen. Ut fra det som her er registrert både i den nordlige delen av Kattegat og langs svenskekysten har det tydeligvis kommet en puls med nitratrike jyllandske kystvannmasser inn i Skagerrak før denne undersøkelsen startet, men disse er foreløpig ikke funnet på den norske Skagerrakkysten. Nå ser det ut til å komme en ny innstrømming til det sydlige Skagerrak med nitratrike jyllandske kystvannmasser, og slike vannmasser ble som tidligere nevnt under avsnittet Vestre

Skagerrak og Danmarks vestkyst i begynnelsen av undersøkelsen registrert i store mengder langs den danske vestkysten. Utbredelsen av store nitratkonsentrasjoner i 10 m dyp langs danskekysten og i indre Skagerrak sees i Fig.14 . I samme område sees også de høyeste N:P-verdiene mellom 0 og 30 m dyp (Fig.15 ). Utbredelsen av nitratrikt vann med høyt N:P-forhold i 1998 likner forholdene i 1990 og 1994.

Langs den svenske vestkysten var det under den kraftige haloklinen et kraftig klorofyllmaksimum i ca 5 m dyp, sterkest lengst syd. Utenfor Oslofjorden lå det også et klorofyllmaksimum under haloklinen, men det var betydelig mindre og inn mot Jomfruland var det lite klorofyll . Lenger ut fra kysten og over mot Skagen ble det registrert meget store klorofyllkonsentrasjoner i overflatelaget over ca 10 m dyp, i disse vannmassene var det som nevnt ovenfor ikke noe næringsalter igjen. Her var siktdypet bare 2-3 m.

### Risørområdet (Fig. 12, 16 og 17)

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. Dette er en terskelfjord med en terskel på 28m og største dyp på 188 m i forhold til ute i kystvannet. Her var det tydelige temperatur- og saltholdighetsforskjeller på utsiden og inne i fjorden under ca 20 m dyp . Både oksygen- og næringssaltforholdene viser at det ikke hadde funnet sted noen fornyelse av vannmassene i dypet slik som vinteren 1996 og i motsetning til i Ærøydypet (ved Torungen) hvor det hadde skjedd en fornyelse helt til bunnen ( 140 m ) i løpet av vinteren 1998.

Siden den totale fornyelse av vannmassene som ble avsluttet i april 1996 i Østerfjorden i Risør, fant det sted en liten fornyelse i dypet våren 1997. Deretter har forholdene vært stagnerende med en svak økning i den dypeste delen fra februar 1998 (Fig. 16). På grunn av at det ikke hadde funnet sted en total fornyelse av vannmassene inne i fjorden var det jevnt stigende og meget høye næringssaltkonsentrasjoner med økende dyp . På grunn av de lave tetthetene som var i kystvannet omkring terskeldypet synes det ikke som om den lille 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 (Fig.17, 150 og 175 m ) p.g.a. det lille terskeldypet, mens det i de intermediære vannmasser (50-100 m dyp) foregår atskillig hyppigere (se Fig. 17, 75 m dyp).

I overflatelaget over ca 30 m dyp var det lite næringsalter tilstede både inne i fjorden og ute i kystvannet.

De største klorofyllkonsentrasjonene ble registrert i 0 til 10 m dyp inne i fjorden i motsetning til kystvannet på utsiden hvor det var lite helt i overflaten, men isteden et maksimum i 10 m dyp.

## Konklusjon

Det er registrert uvanlig høye konsentrasjoner av nitrat langs den danske vestkysten og i det sydlige og østlige Skagerrak. I løpet av de siste 10 år er det bare observert høyere konsentrasjoner i 1994 da man hadde en storflom på kontinentet. Utbredelsen av nitratrikt vann med høyt N:P-forhold i 1998 likner forholdene i 1990 og 1994.

De høye nitratkonsentrasjonene som ble registrert på den svenske vestkysten må i den nærmeste fremtid forventes å bli transportert opp langs den norske Skagerrakkysten, men

konsentrasjonene vil ikke være så høye som det som ble observert i april i ekstremåret 1994. Det er som nevnt meget høye nitratkonsentrasjoner langs den danske vestkysten, og en ny innstrømming er i slutten av april kommet inn i langs den danske Skagerrakkysten og vil i de nærmeste ukene kunne dukke ned under det ferske baltiske vannet i indre Skagerrak og bli transportert opp mot den norske Skagerrakkysten.

Siden det er observert høye nitratkonsentrasjoner og samtidig høye N:P-forhold i sydlige og østlige Skagerrak og det fortsatt er mulighet for innstrømming av nitratrike jyllandske kystvanmasser fra Nordsjøen vil det under gunstige meteorologiske forhold være mulighet for oppblomstring av uønskede alger i området.

Det er lite sannsynlig at det vil skje noen vesentlig fornyelse av dypvannet i Risørfjorden i den nærmeste fremtid.

Flødevigen 27/4-98

D. S. Danielssen

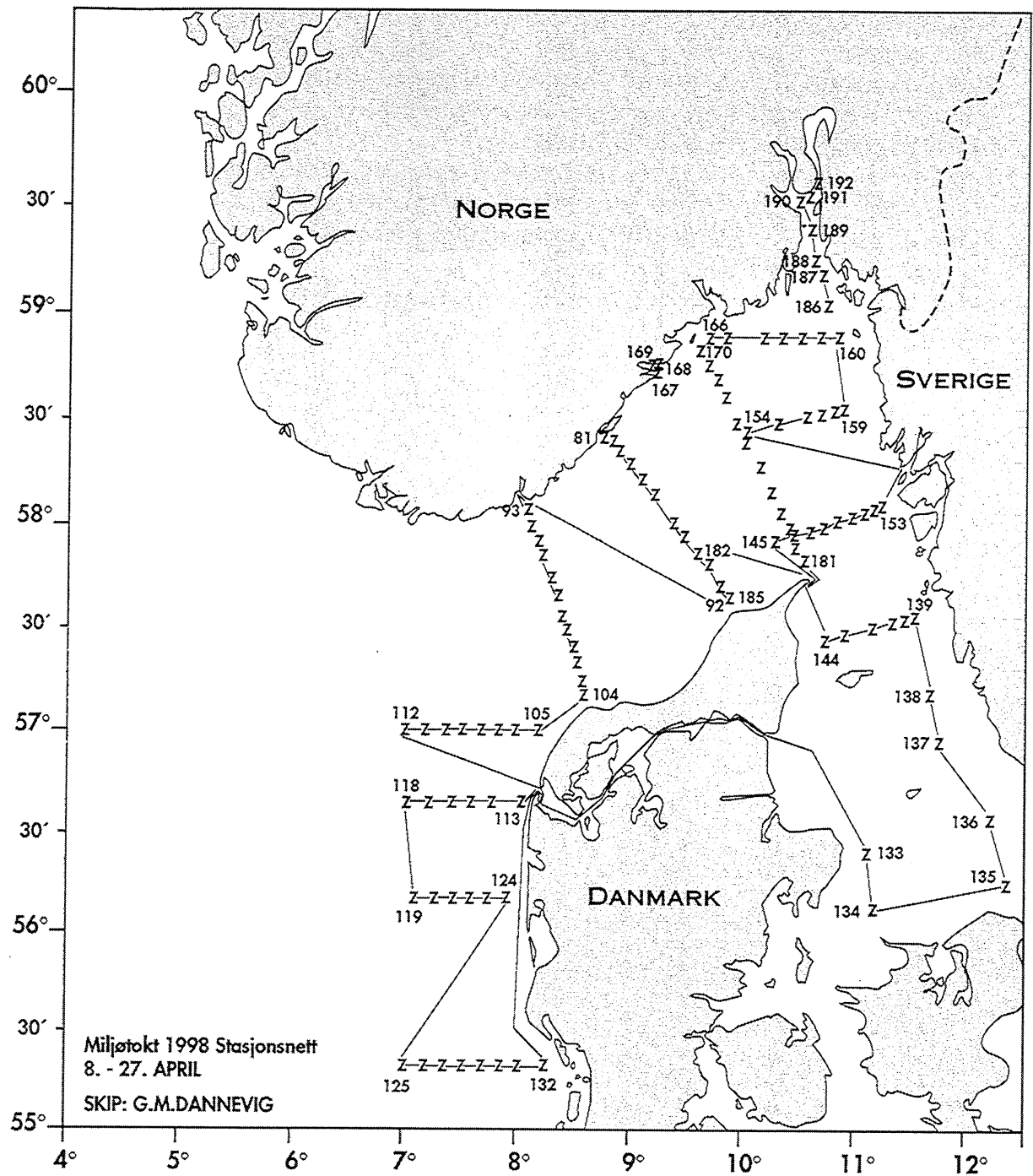


Fig. 1. Kart over stasjonsnett 8. - 27. april 1998. Z. hydrografiske stasjoner.

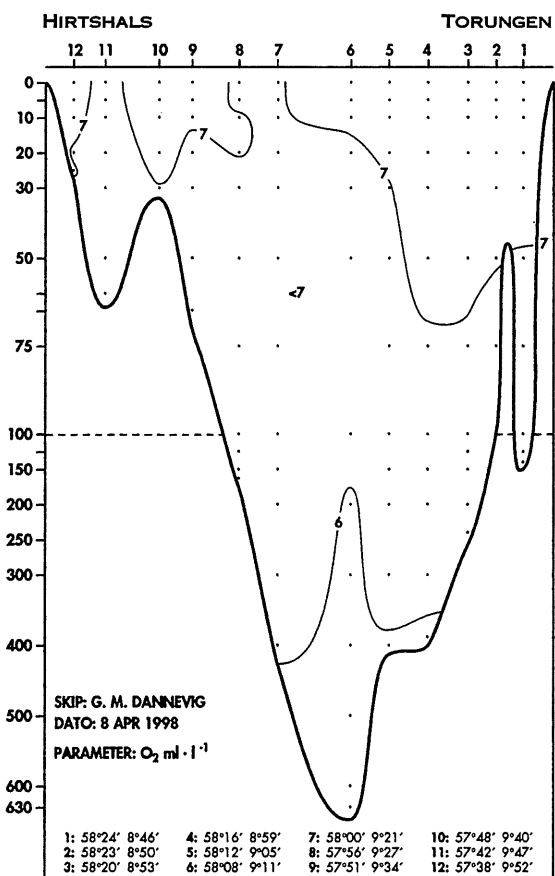
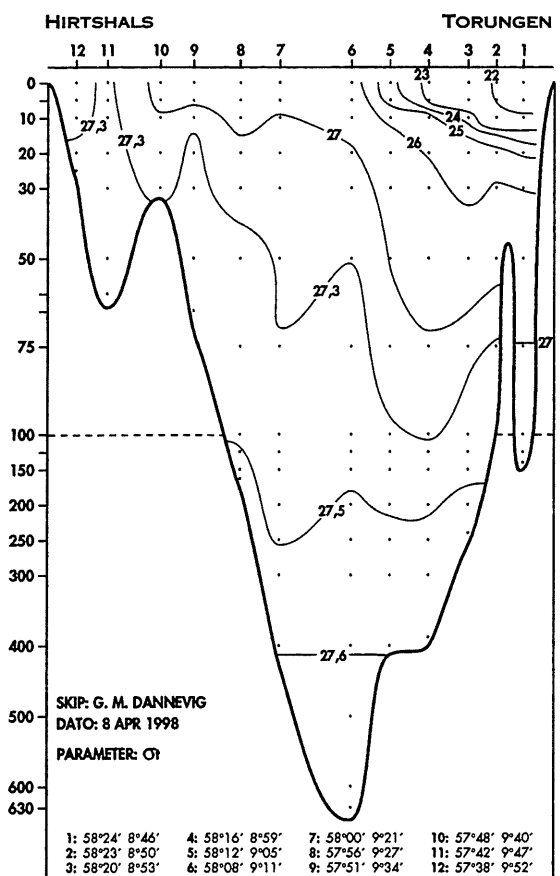
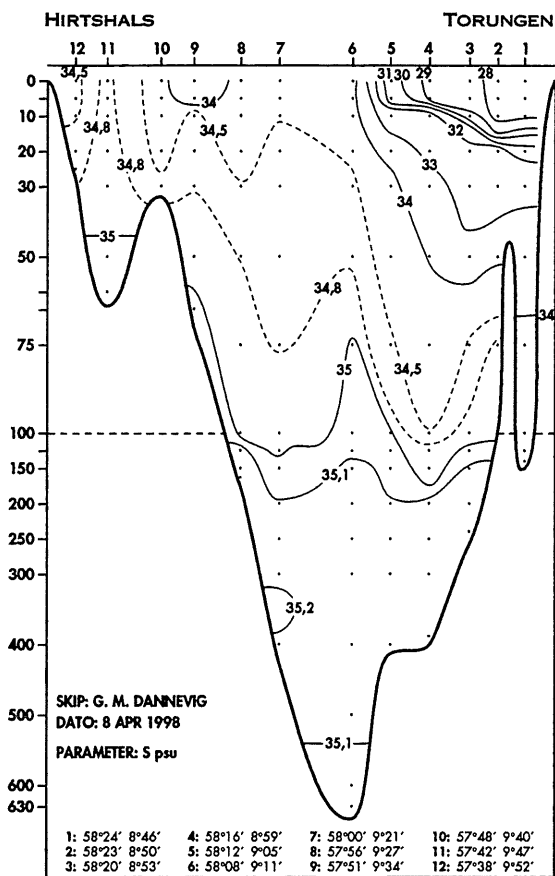
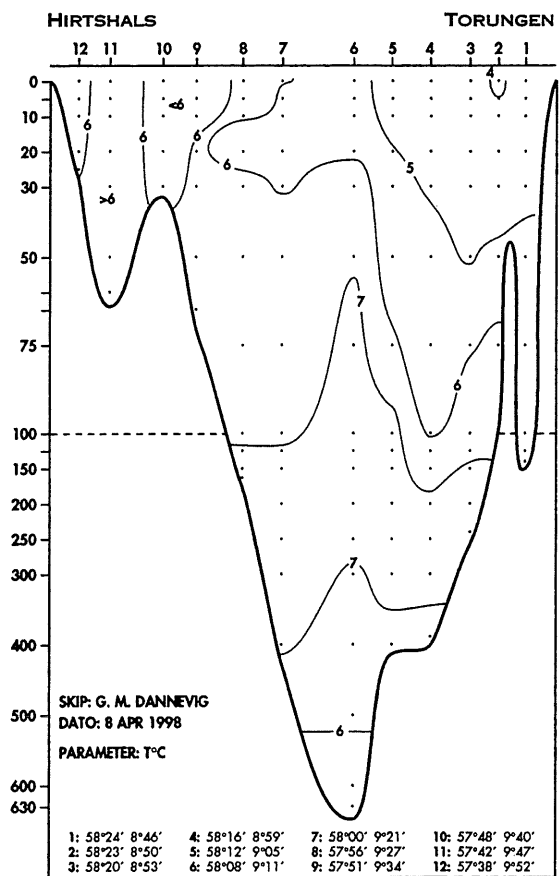


Fig. 2. Fordelingen av temperatur, saltholdighet, tetthet, oksygen, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll <sup>a</sup> på snittet Torungen - Hirtshals 8. april 1998.

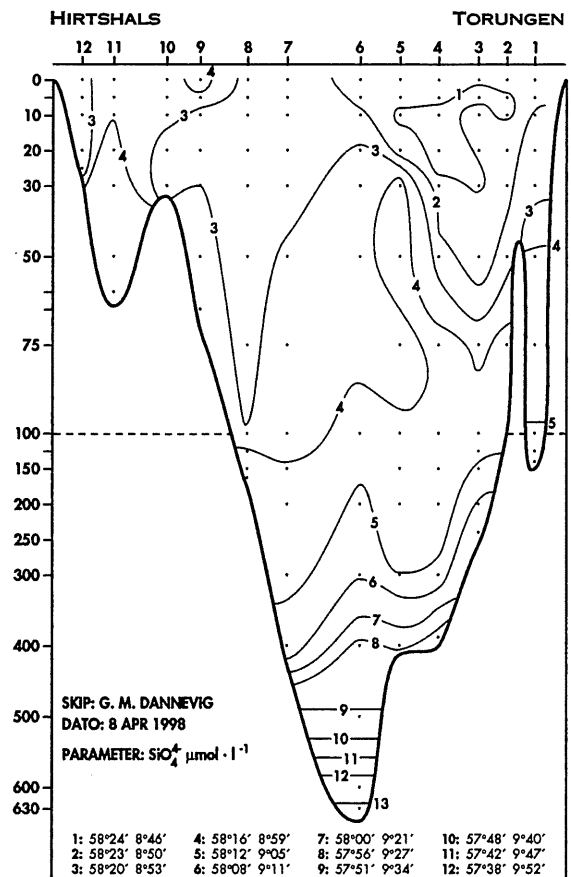
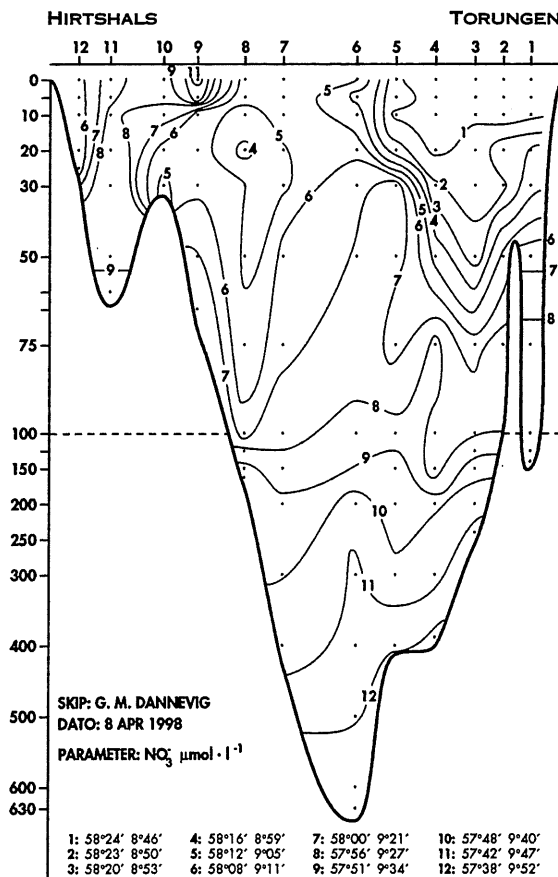
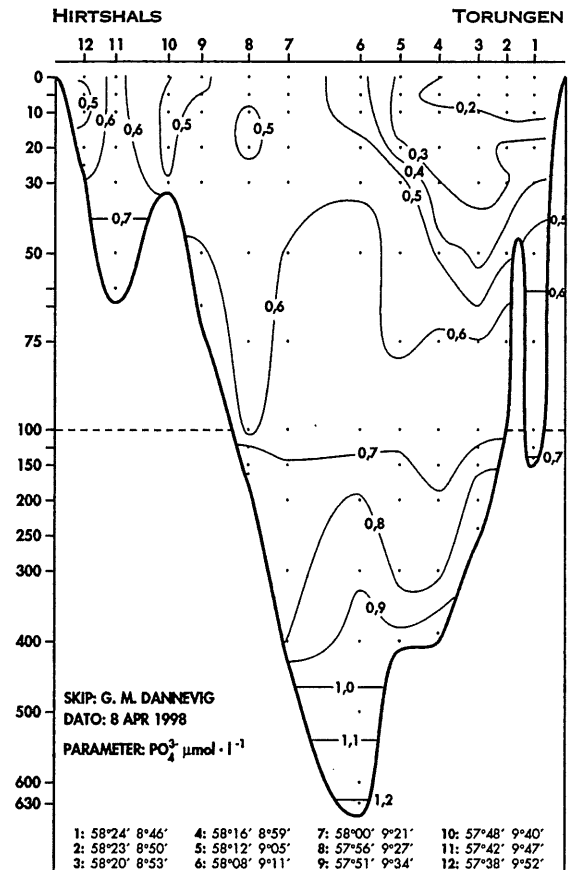
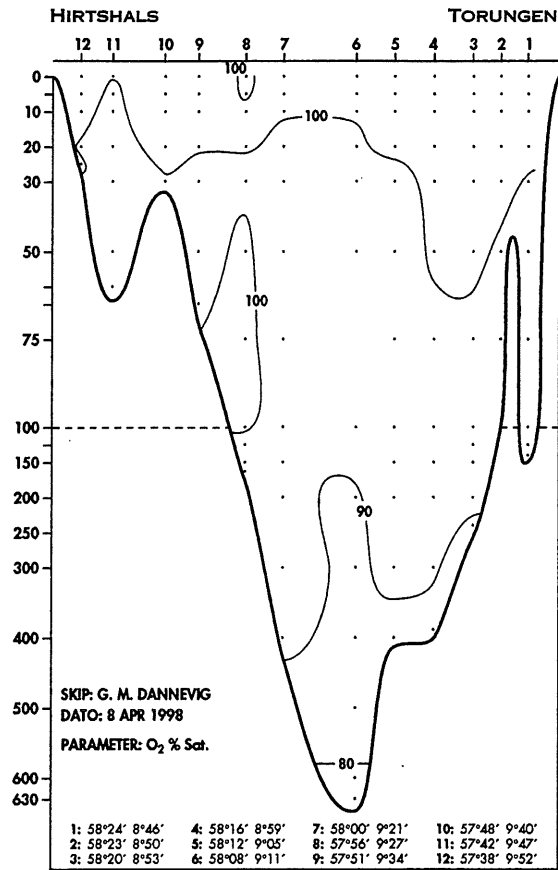


Fig. 2. Forts.



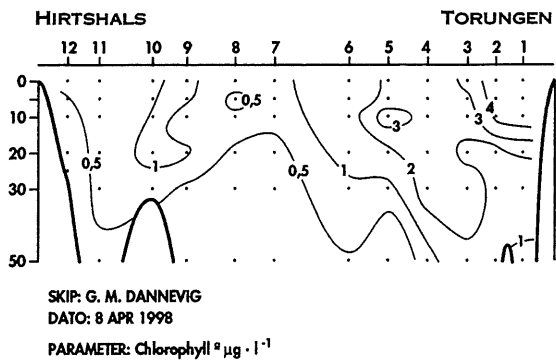


Fig. 2. Forts.

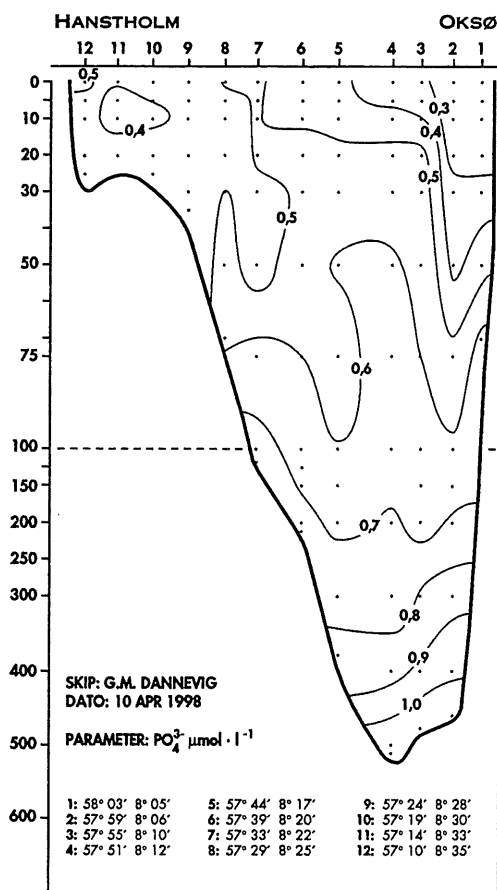
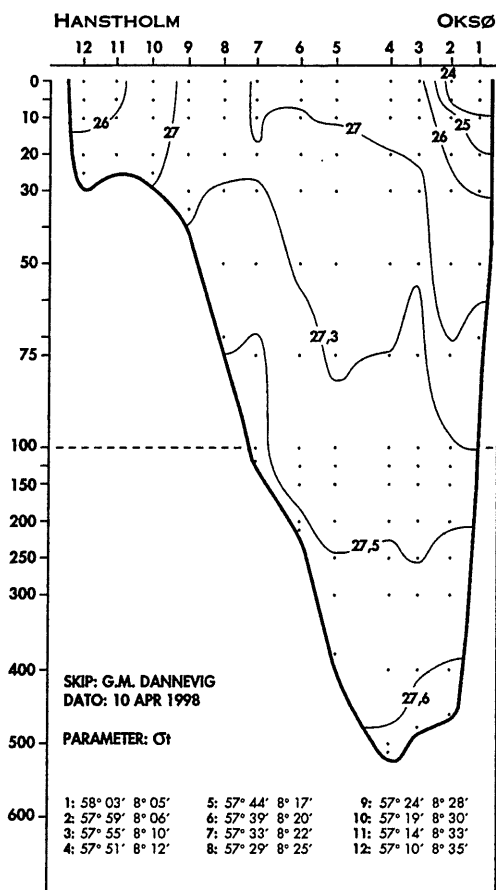
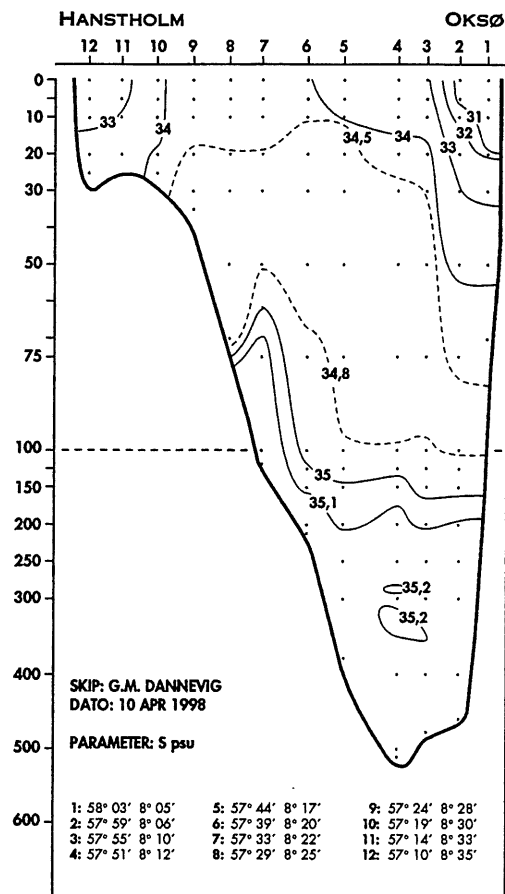
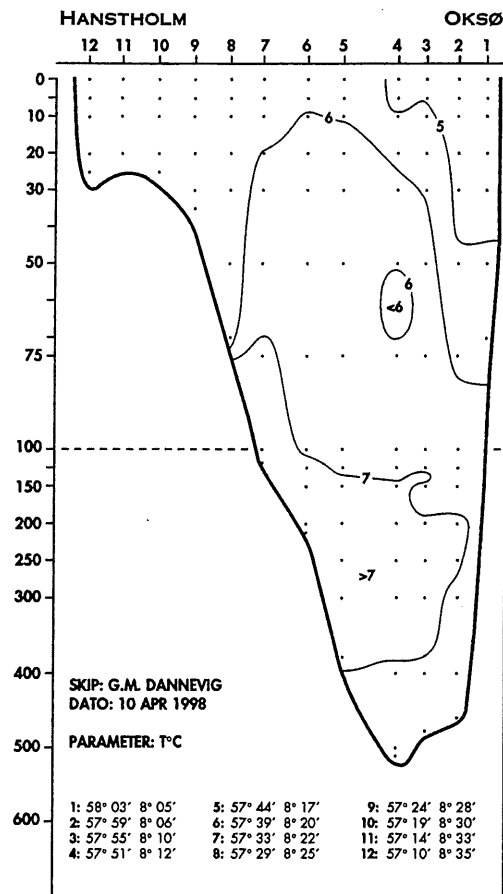


Fig. 3. Fordelingen av temperatur, saltholdighet, tetthet, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll <sup>a</sup> på snittet Oksø - Hanstholm 10. april 1998.

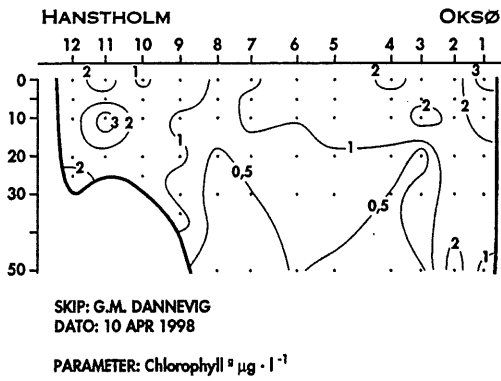
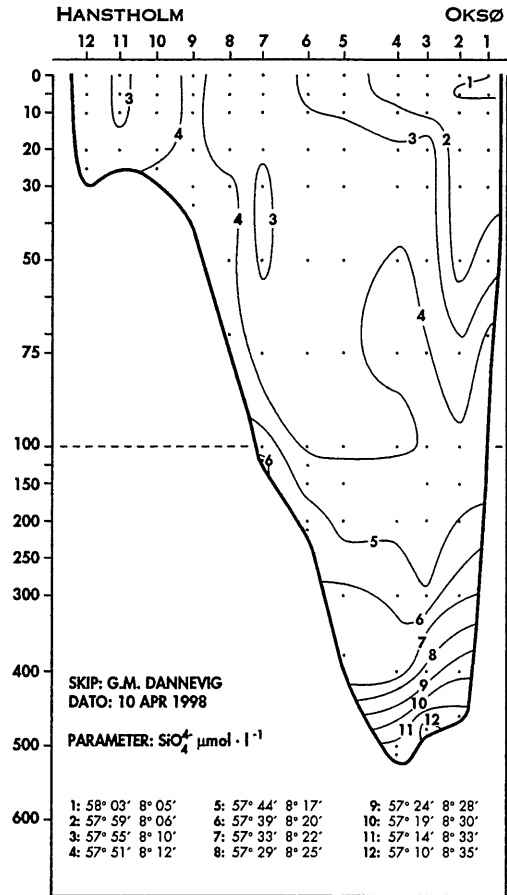
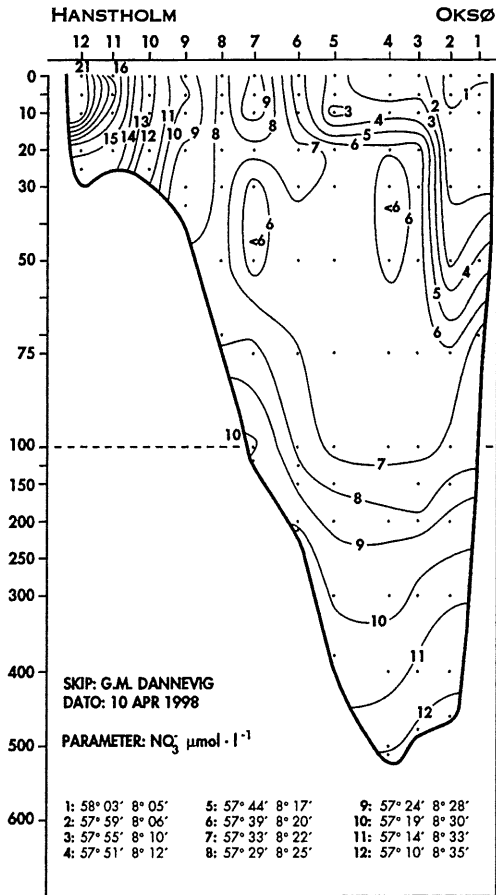


Fig. 3. Forts.

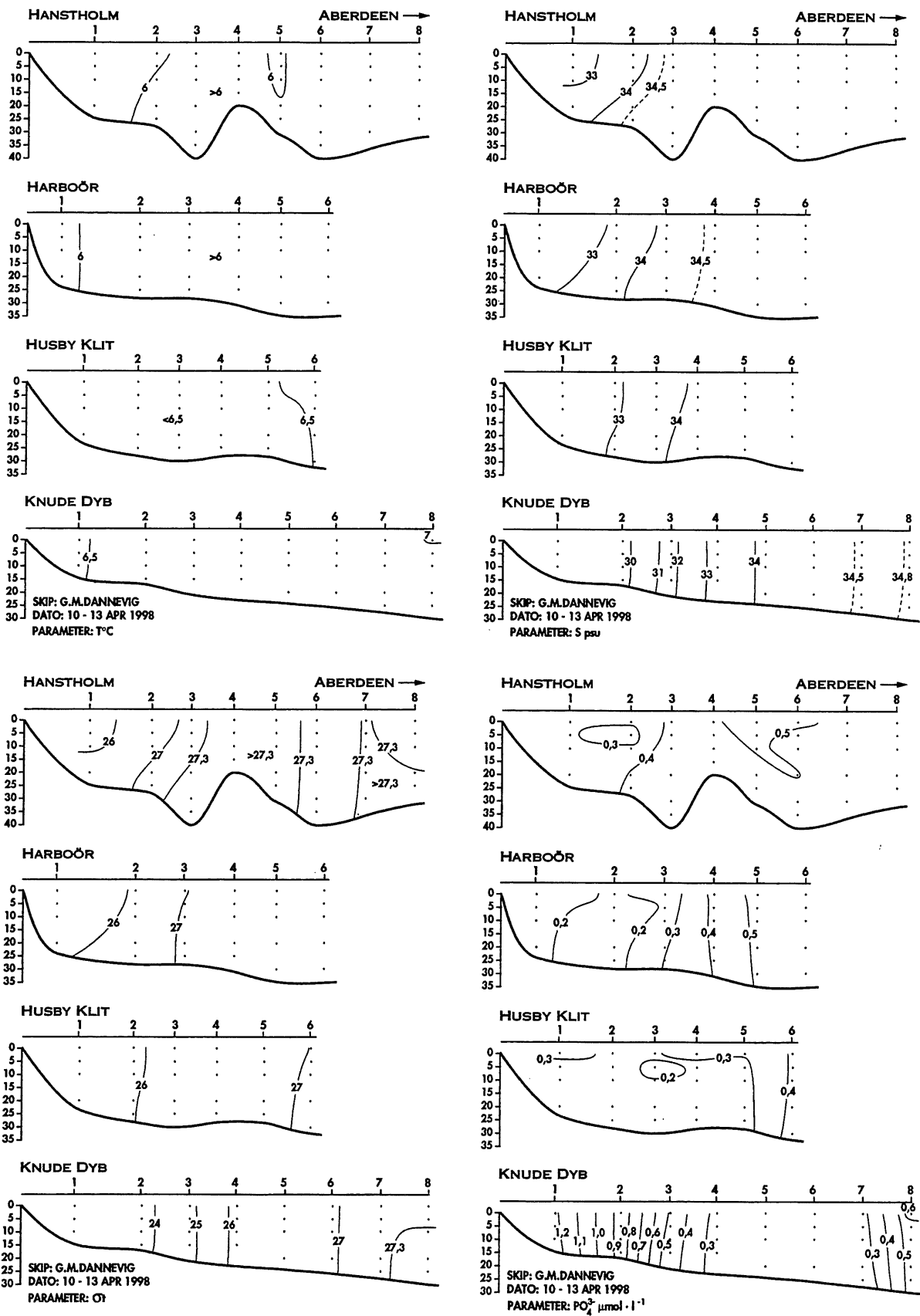


Fig. 4. Fordelingen av temperatur, saltholdighet, tetthet, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll <sup>a</sup> på snittet Hansthalm mot Aberdeen, Harboør, Husby Klit og Knupe Dyb 10.-13. april 1998.

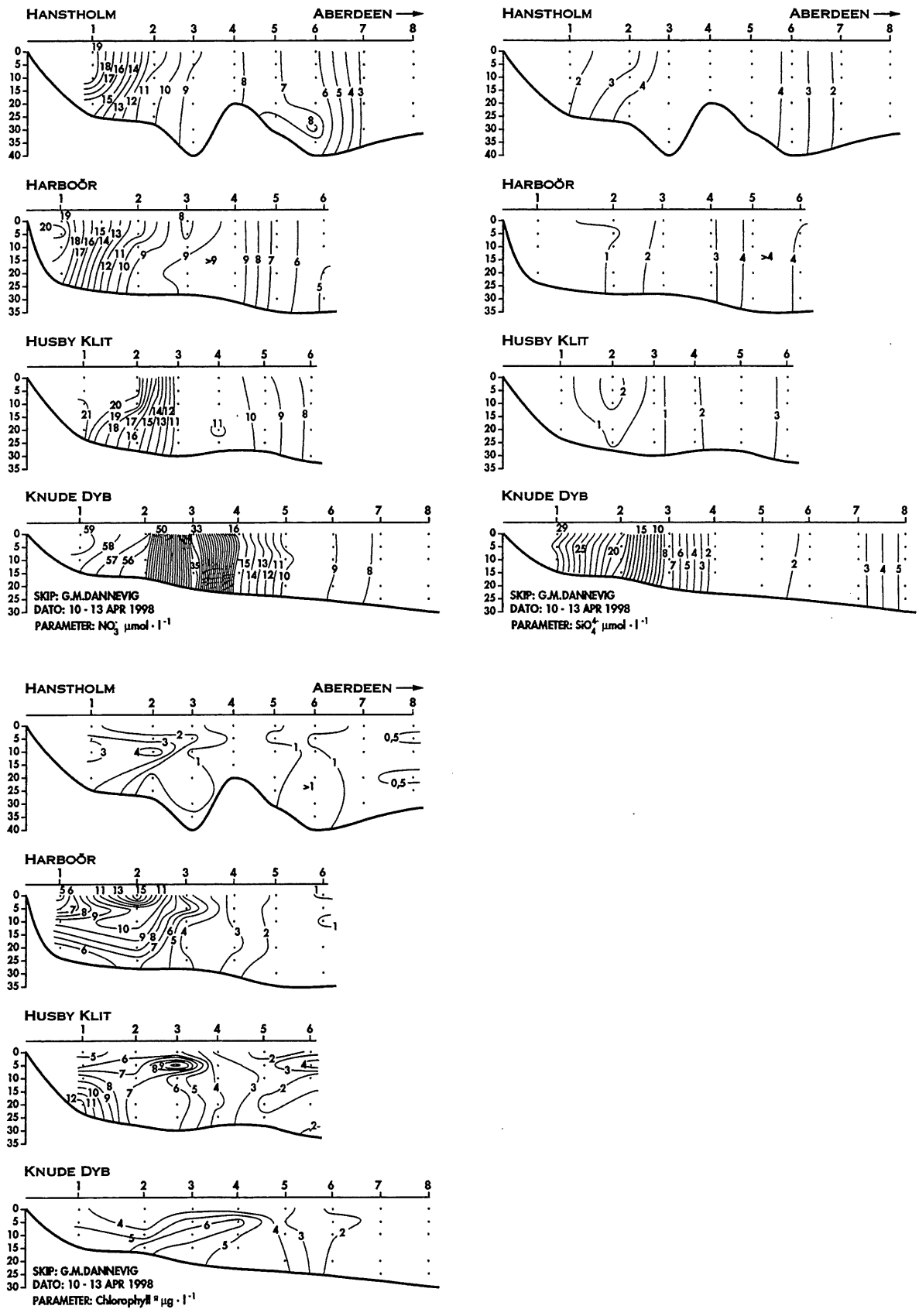


Fig. 4. Forts.

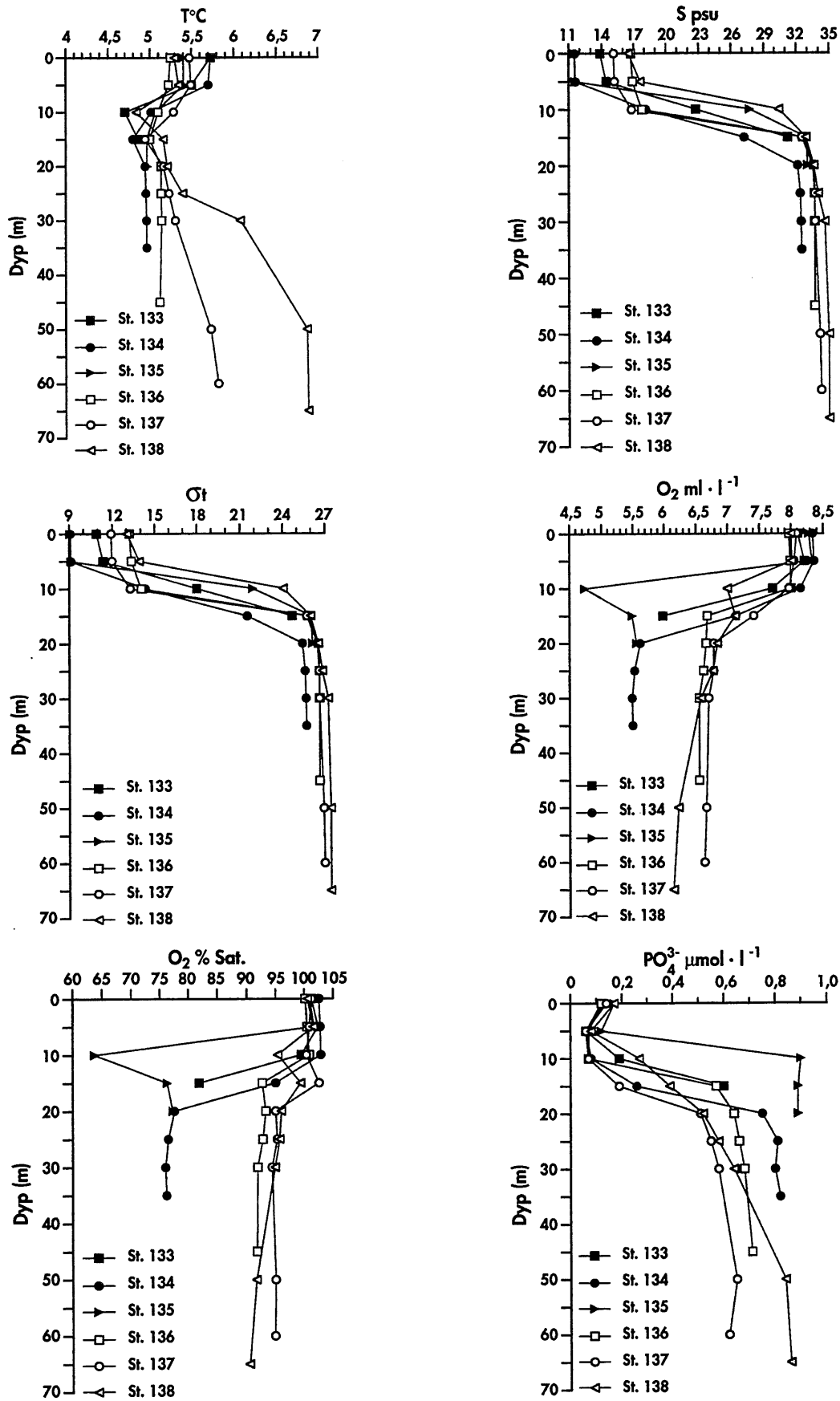


Fig. 5. Fordelingen av temperatur, saltholdighet, tetthet, oksygen, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll <sup>a</sup> på stasjon 133 - 138 (Kattegat) 16.-17. april 1998.

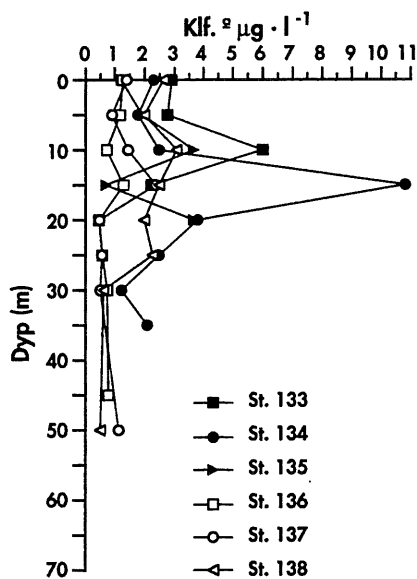
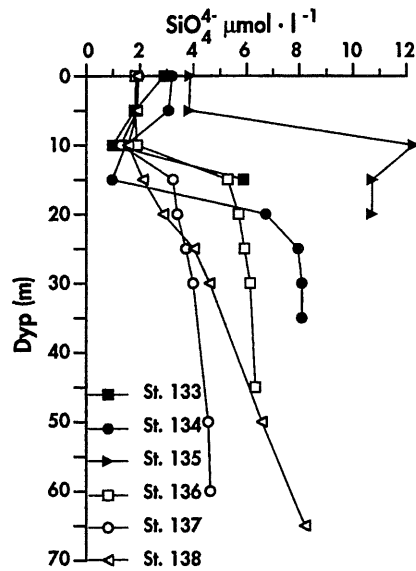
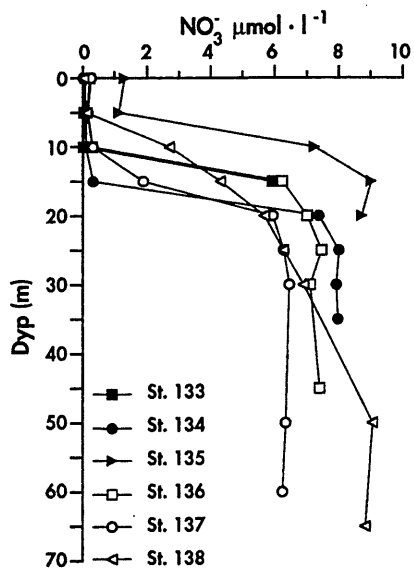


Fig. 5. Forts.

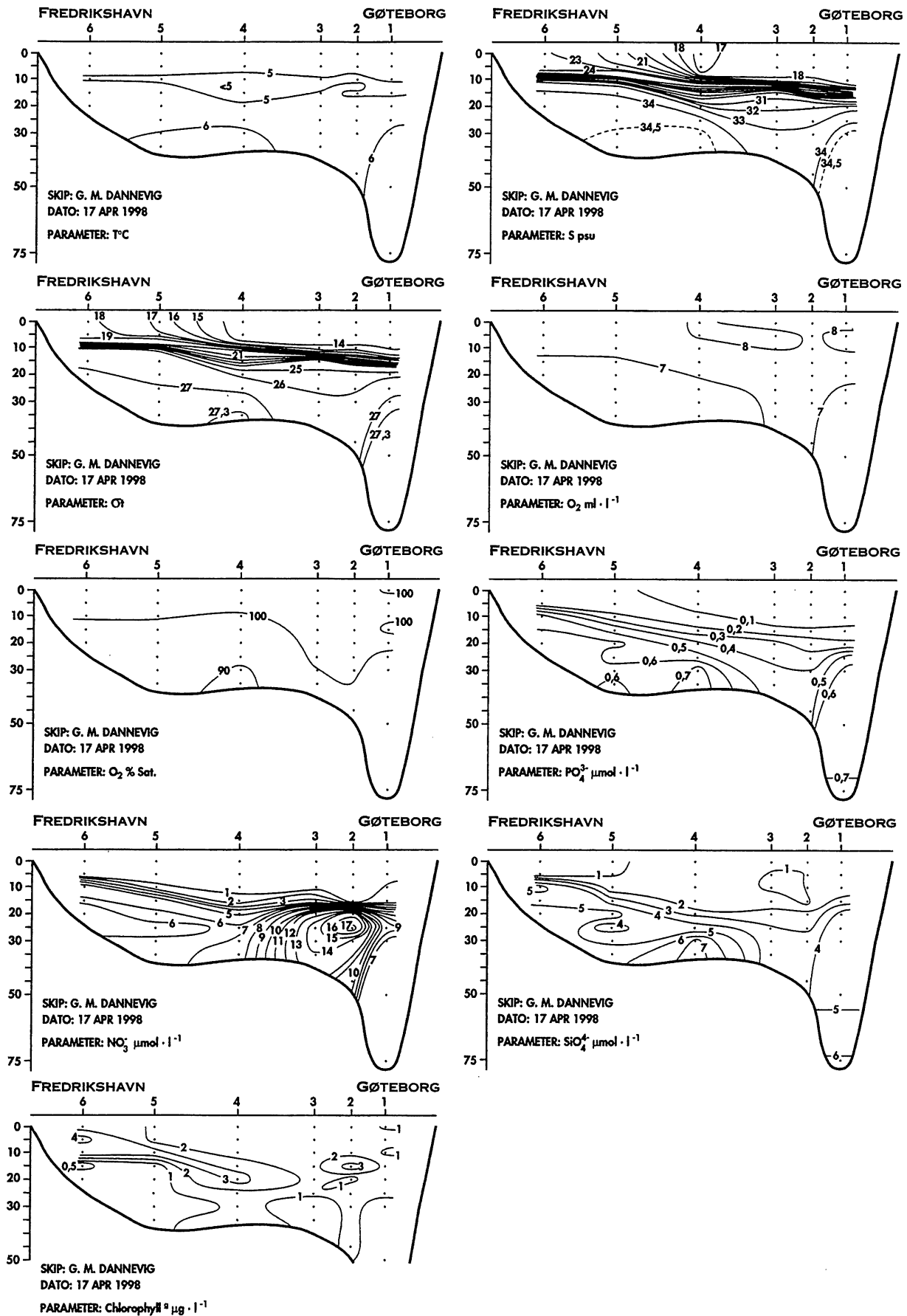


Fig.6. Fordelingen av temperatur, saltholdighet, tetthet, oksygen, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll<sup>a</sup> på snittet Fredrikshavn - Gøteborg 17. april 1998.



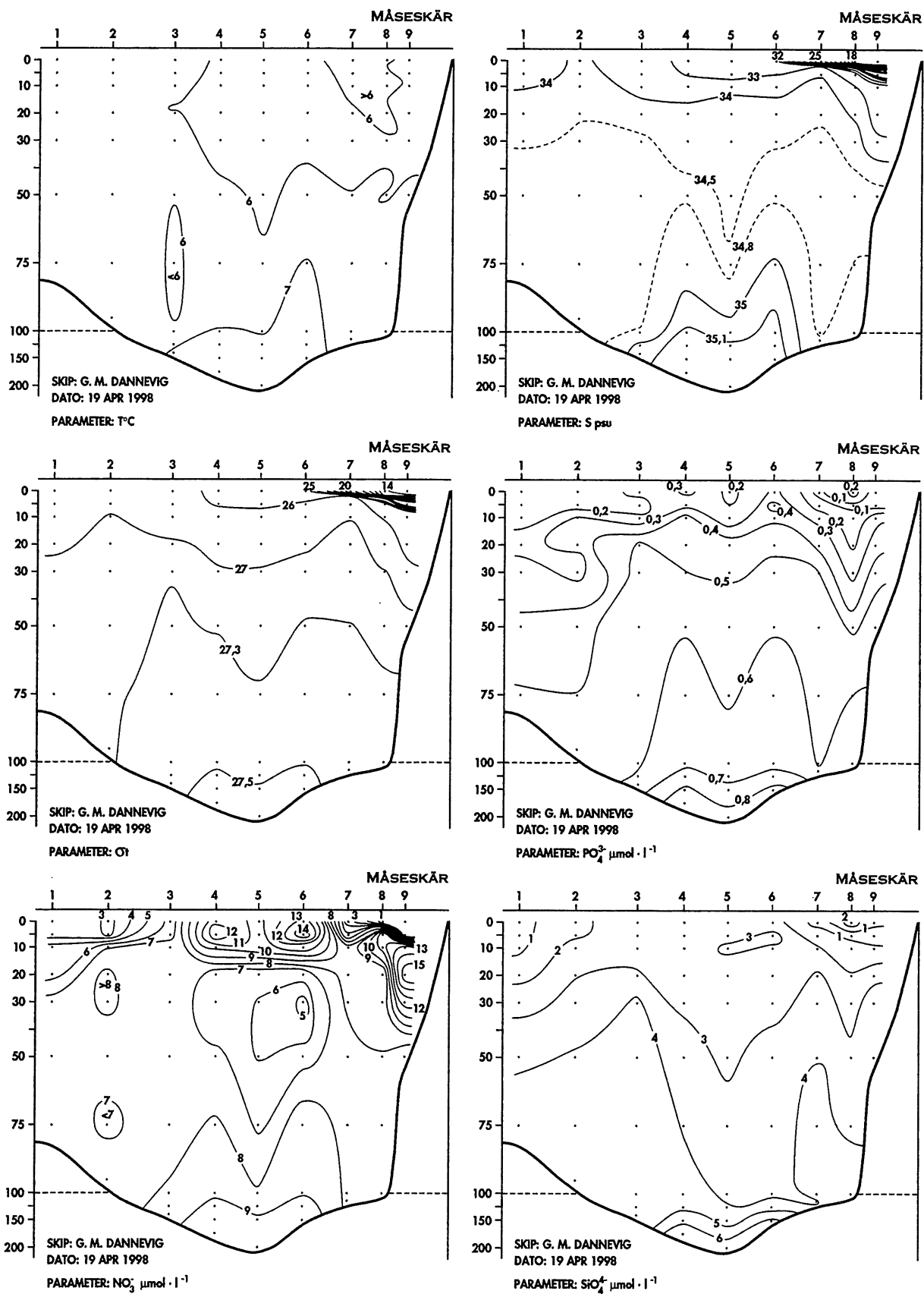


Fig. 7. Fordelingen av temperatur, saltholdighet, tetthet, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll <sup>a</sup> på snittet Måseskär 19. april 1998.

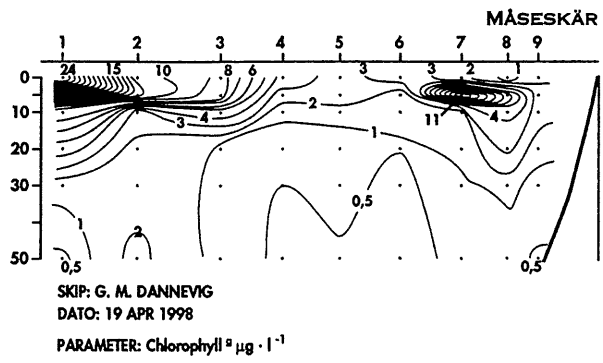


Fig. 7. Forts.

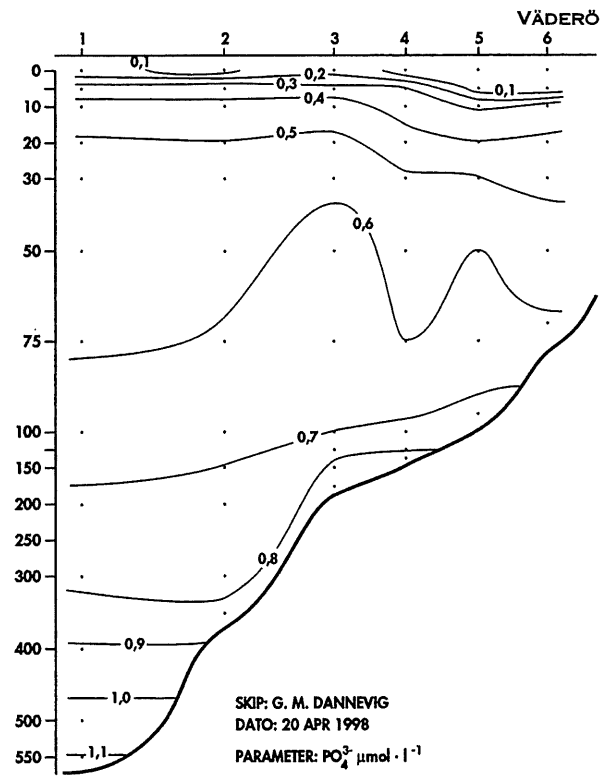
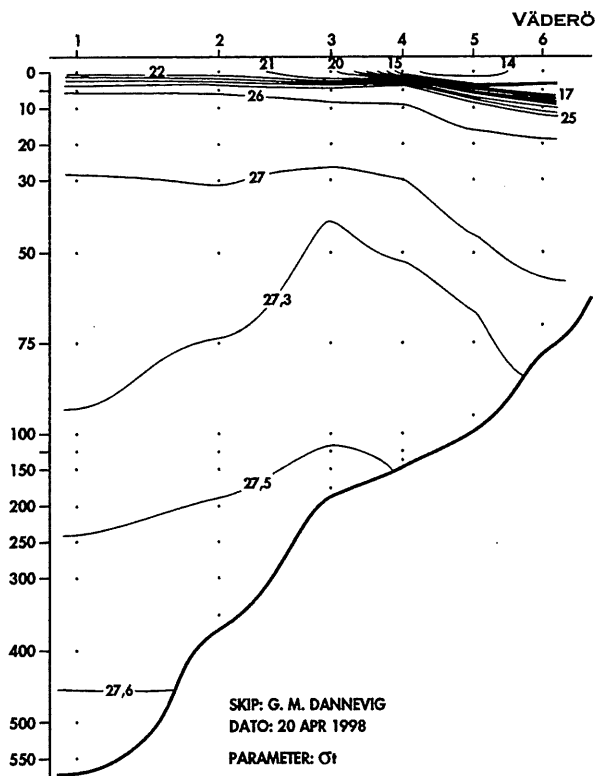
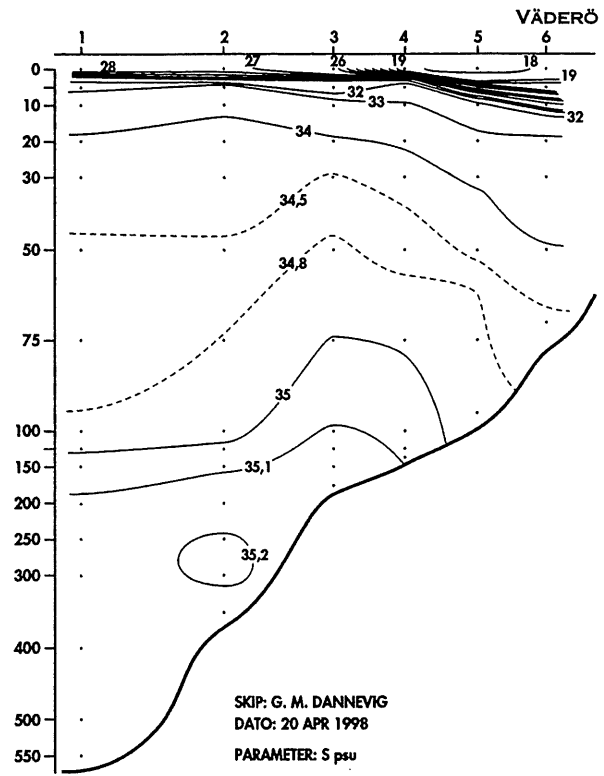
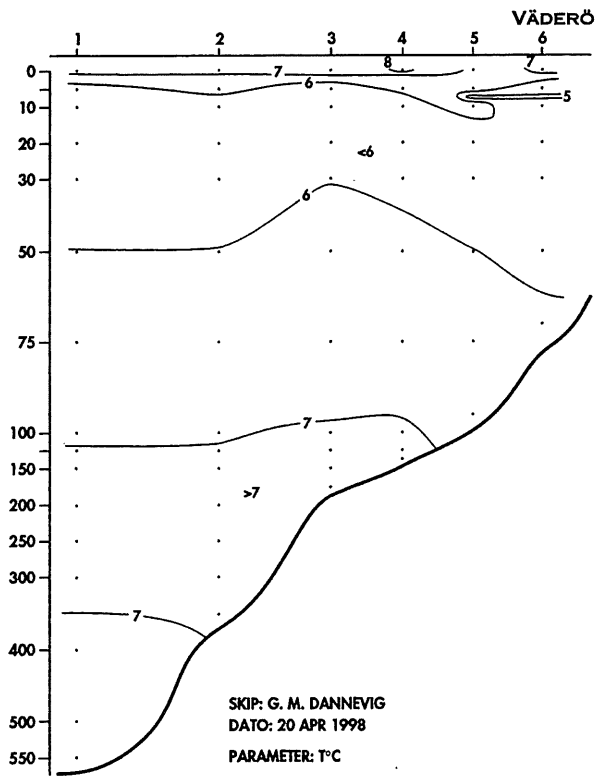


Fig. 8. Fordelingen av temperatur, saltholdighet, tetthet, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll <sup>a</sup> på snittet Väderö 20. april 1998.

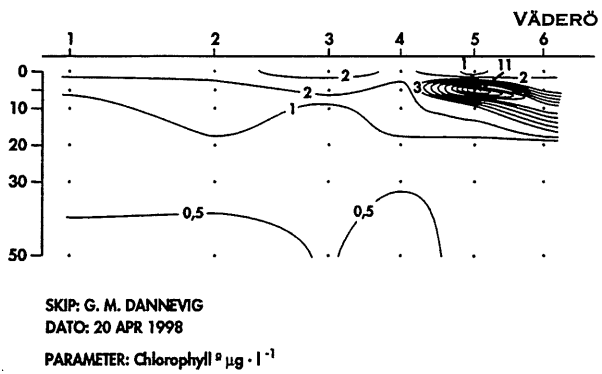
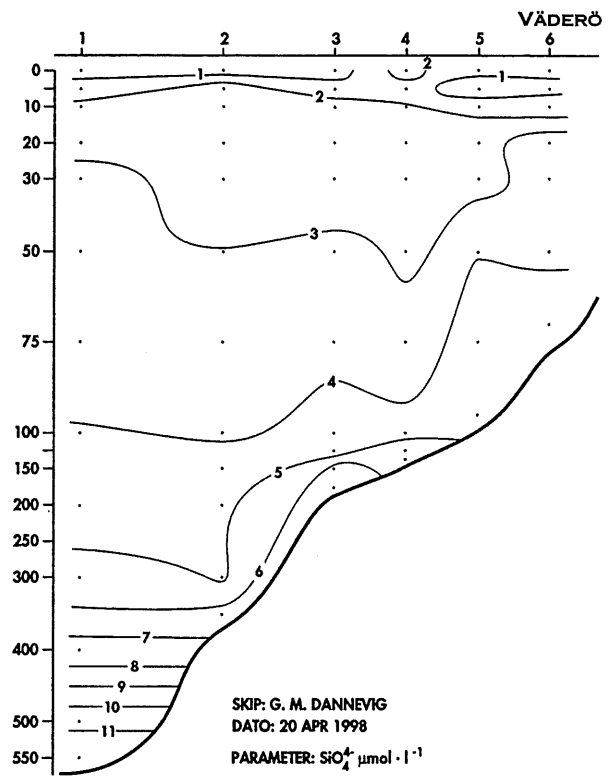
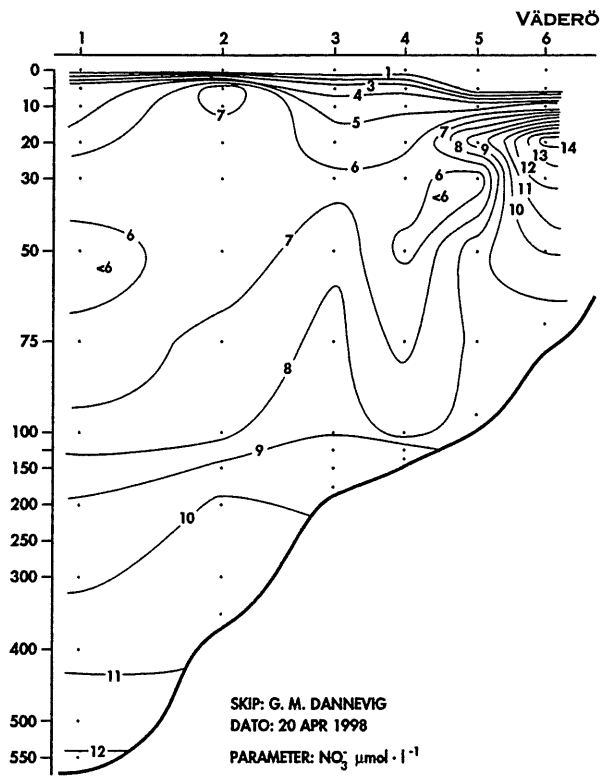


Fig. 8. Forts.

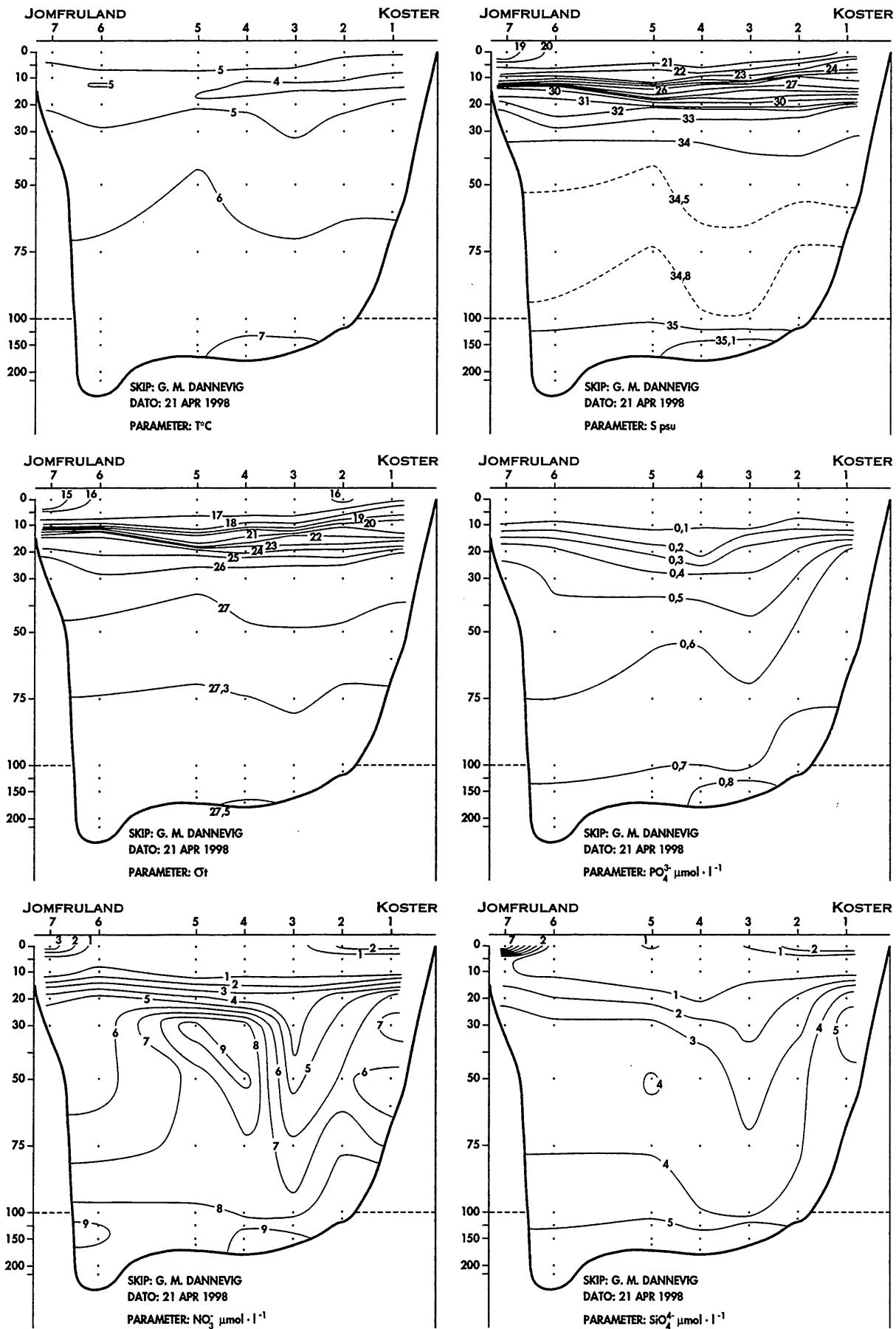


Fig. 9. Fordelingen av temperatur, saltholdighet, tetthet, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll <sup>a</sup> på snittet Jomfruland-Koster 21. april 1998.

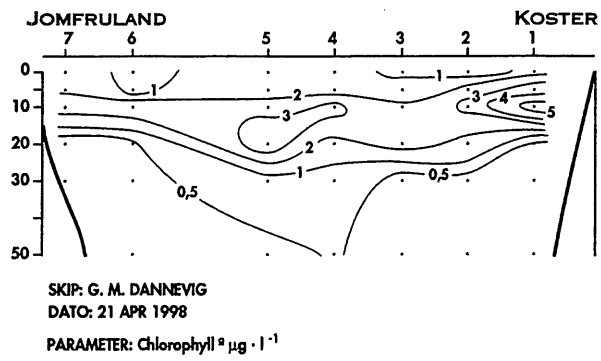


Fig. 9. Forts.

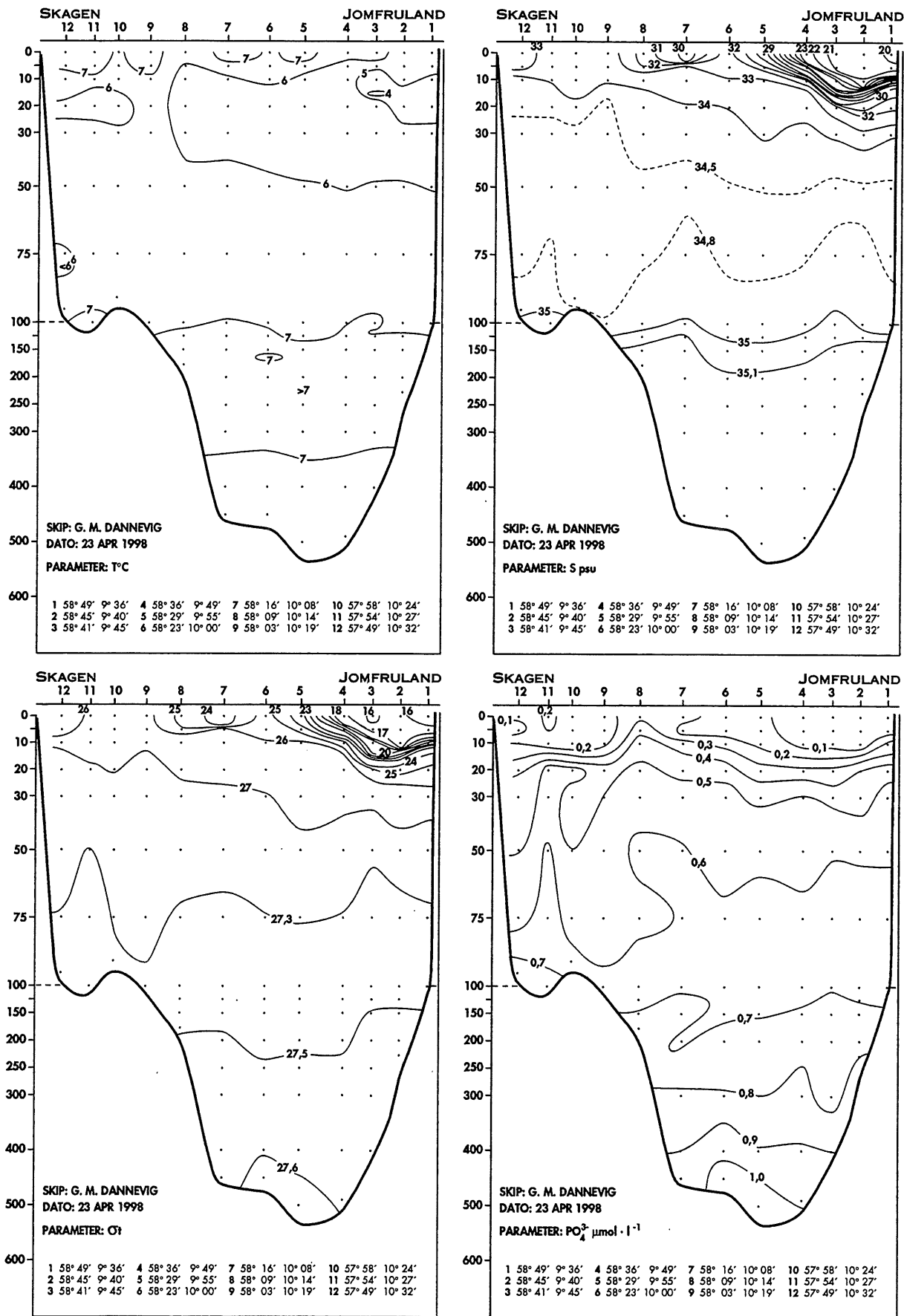


Fig. 10. Fordelingen av temperatur, saltholdighet, tetthet, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll <sup>a</sup> på snittet Jomfruland - Skagen 23. april 1998.

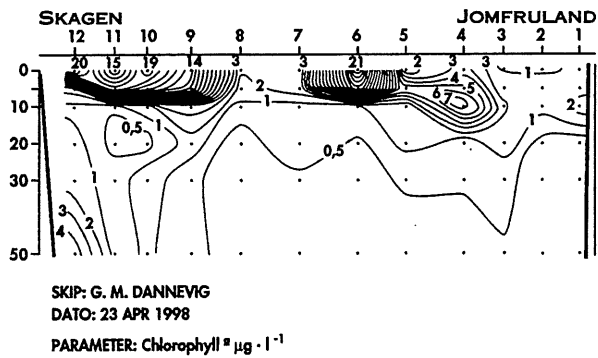
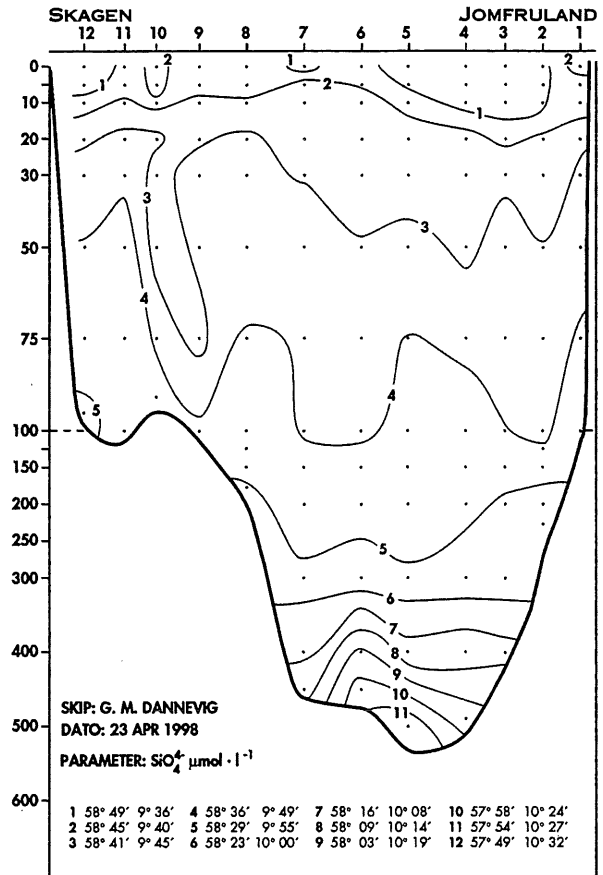
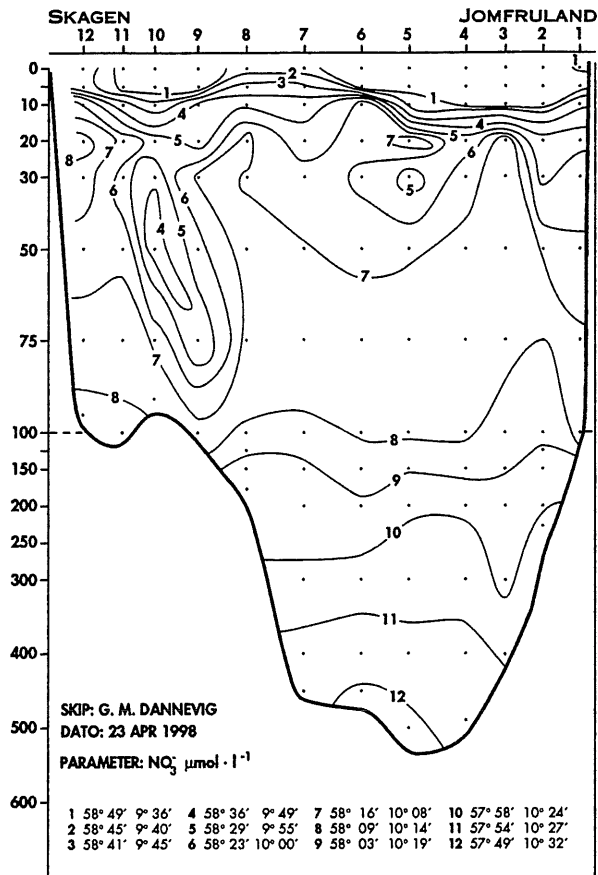


Fig. 10. Forts.



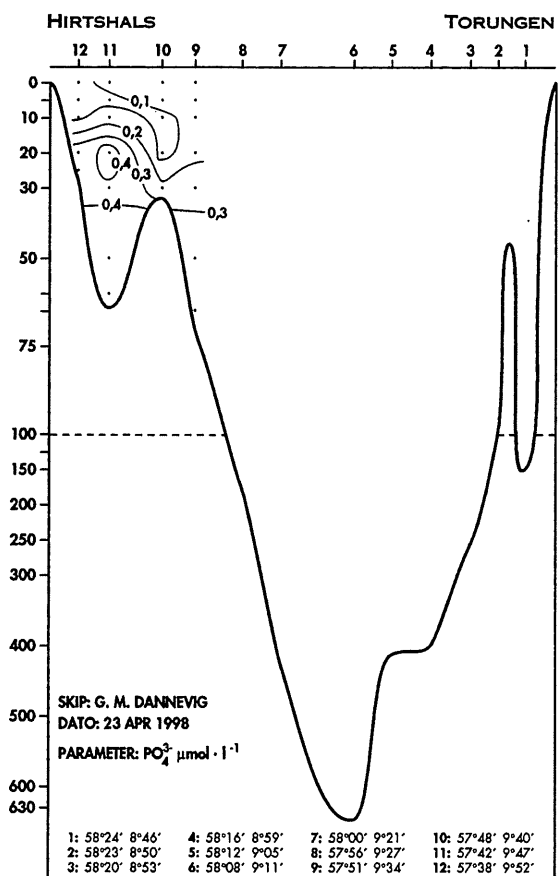
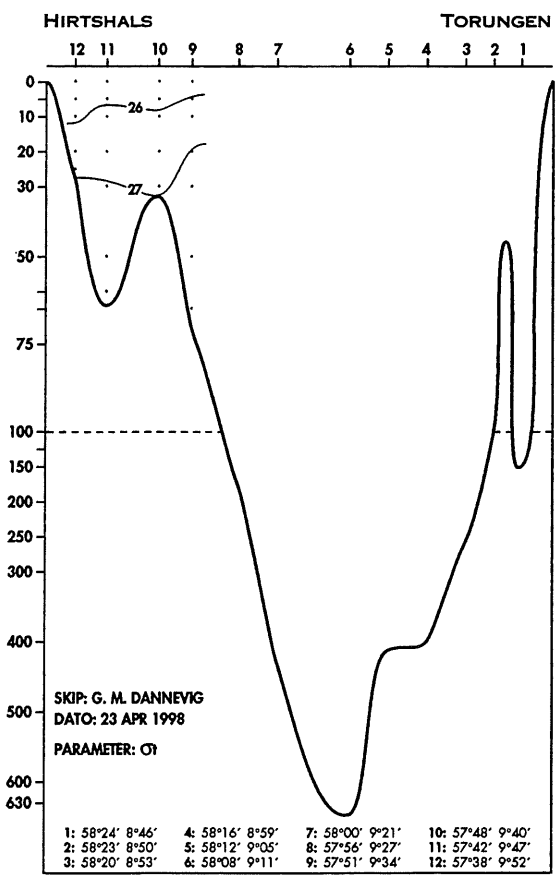
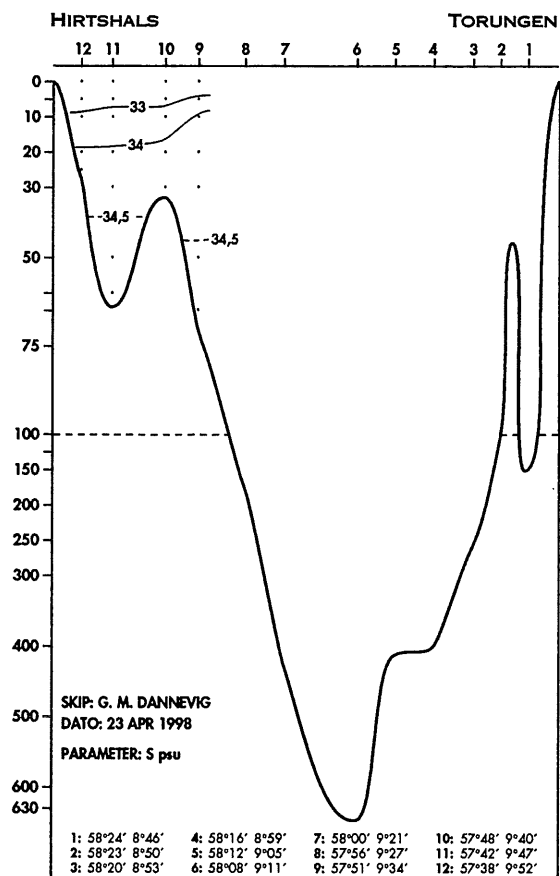
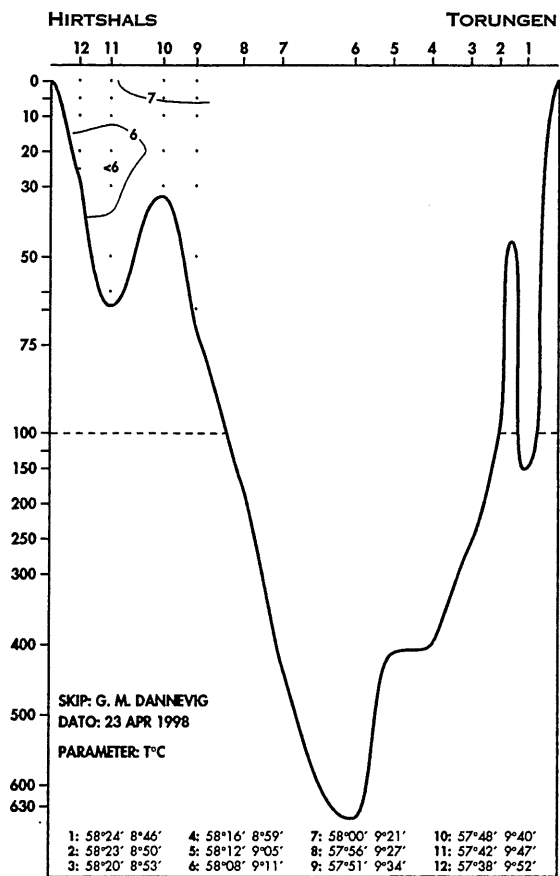


Fig. 11. Fordelingen av temperatur, saltholdighet, tetthet, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll a på st. 182-185 på snittet Torungen-Hirtshals 23. april 1998.

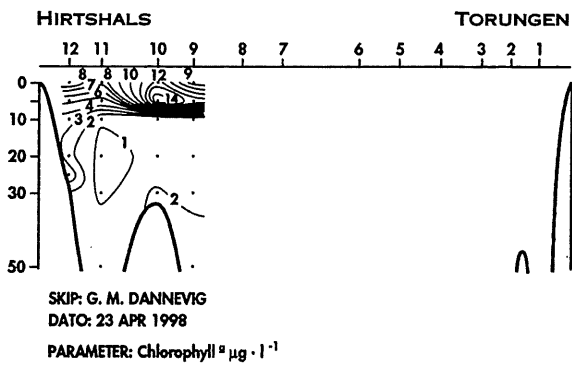
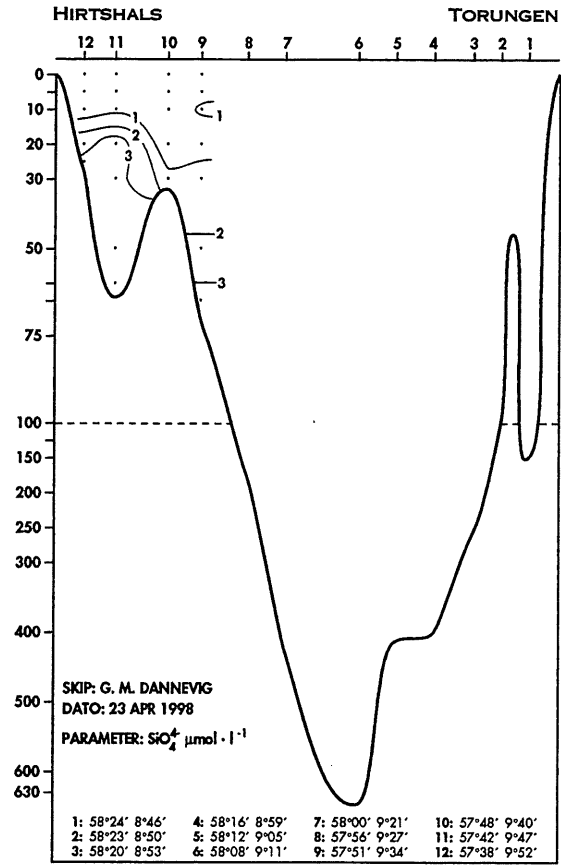
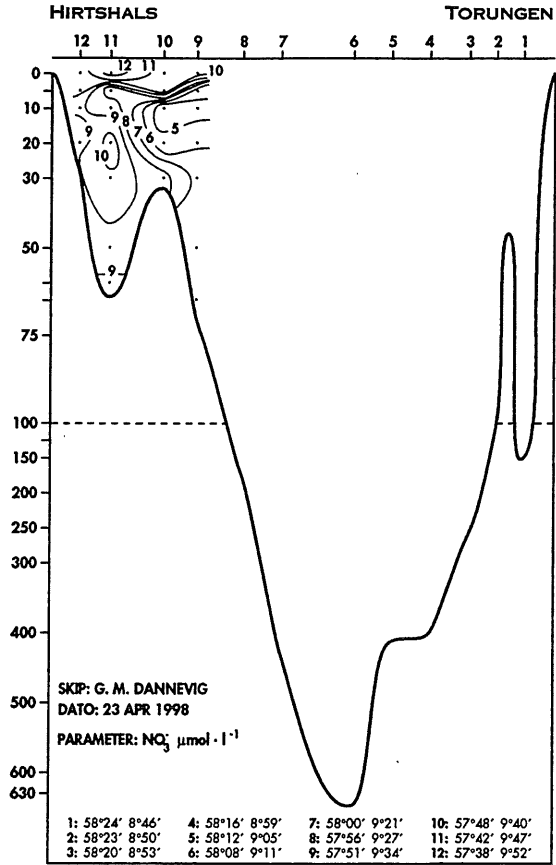


Fig. 11. Forts.

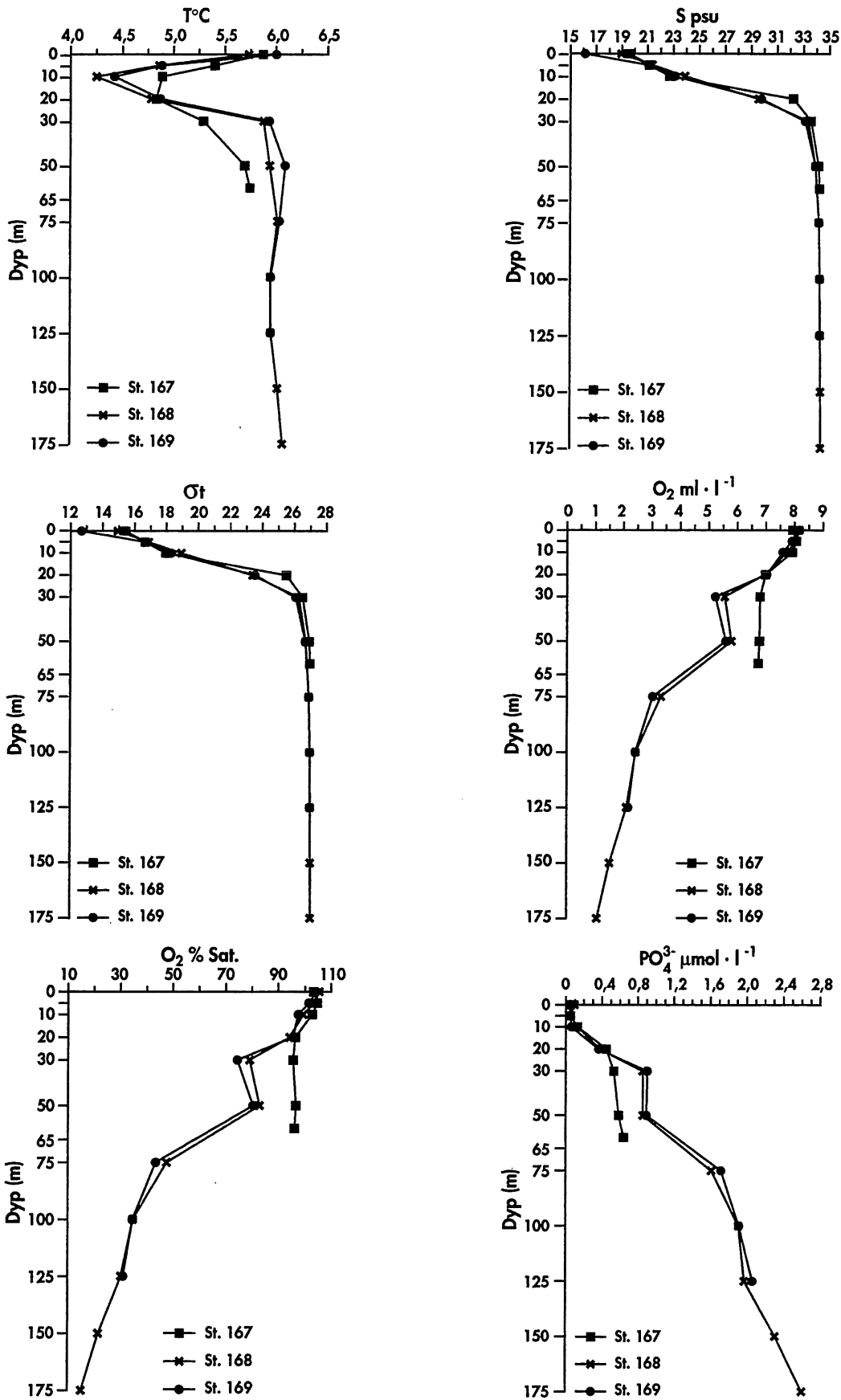


Fig. 12. Fordelingen av temperatur, saltholdighet, tetthet, oksygen, fosfat, nitrat, silikat og klorofyll <sup>a</sup> i Risørrområdet 21. april 1998.

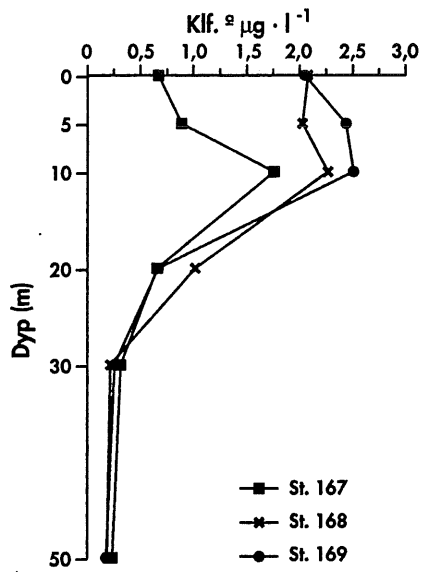
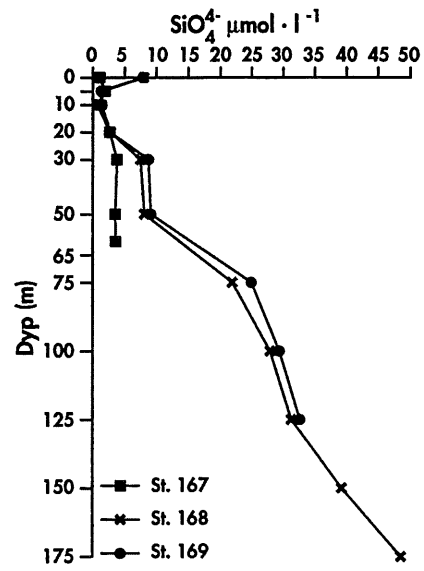
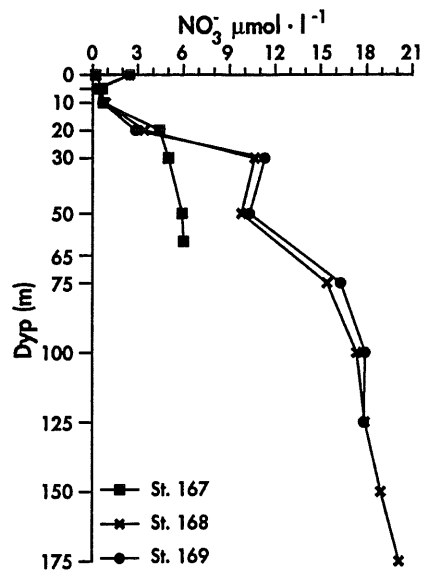


Fig. 12. Forts.

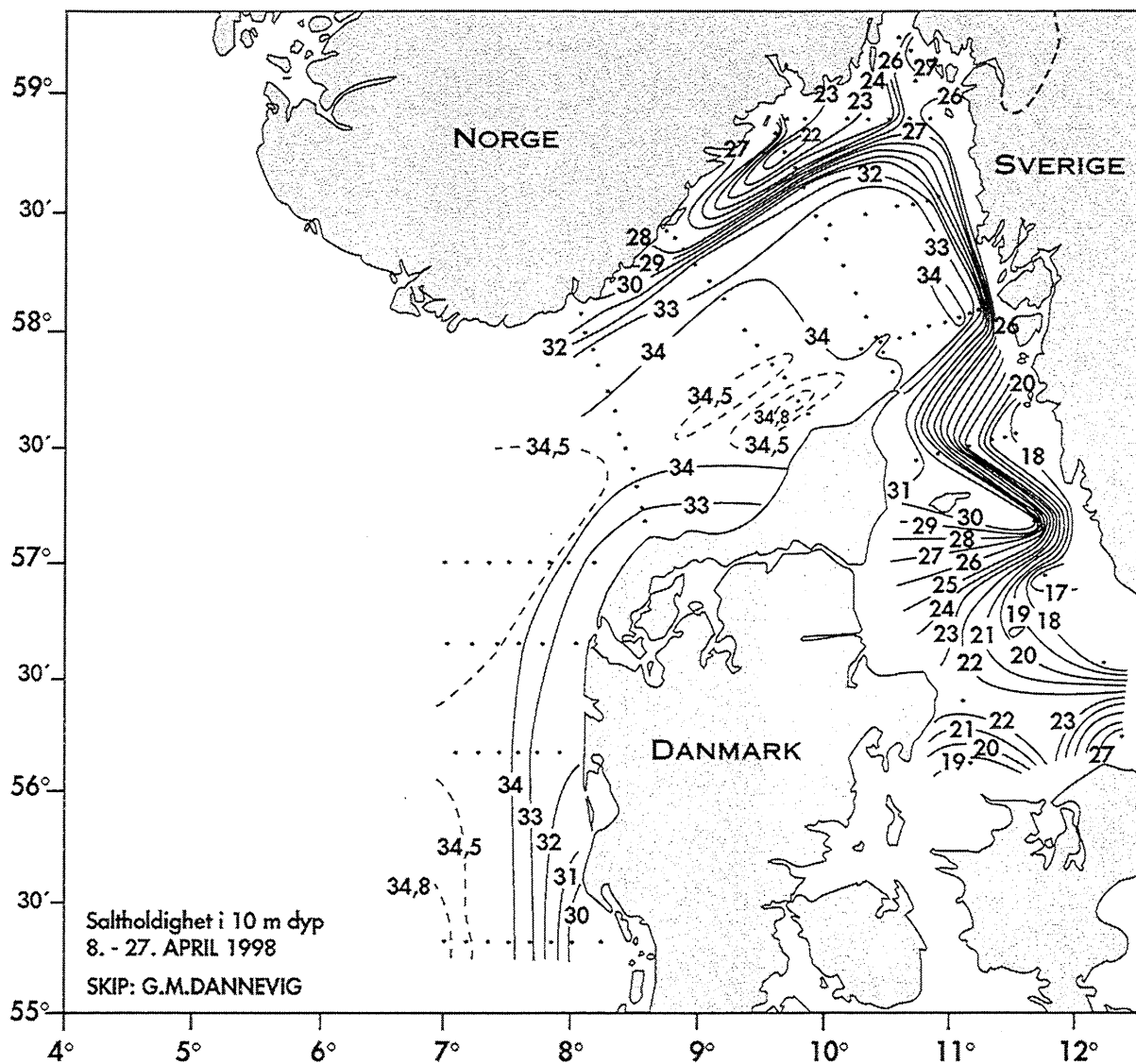


Fig. 13. Saltholdighet i 10 m dyp på toktet 8. - 27. april 1998.

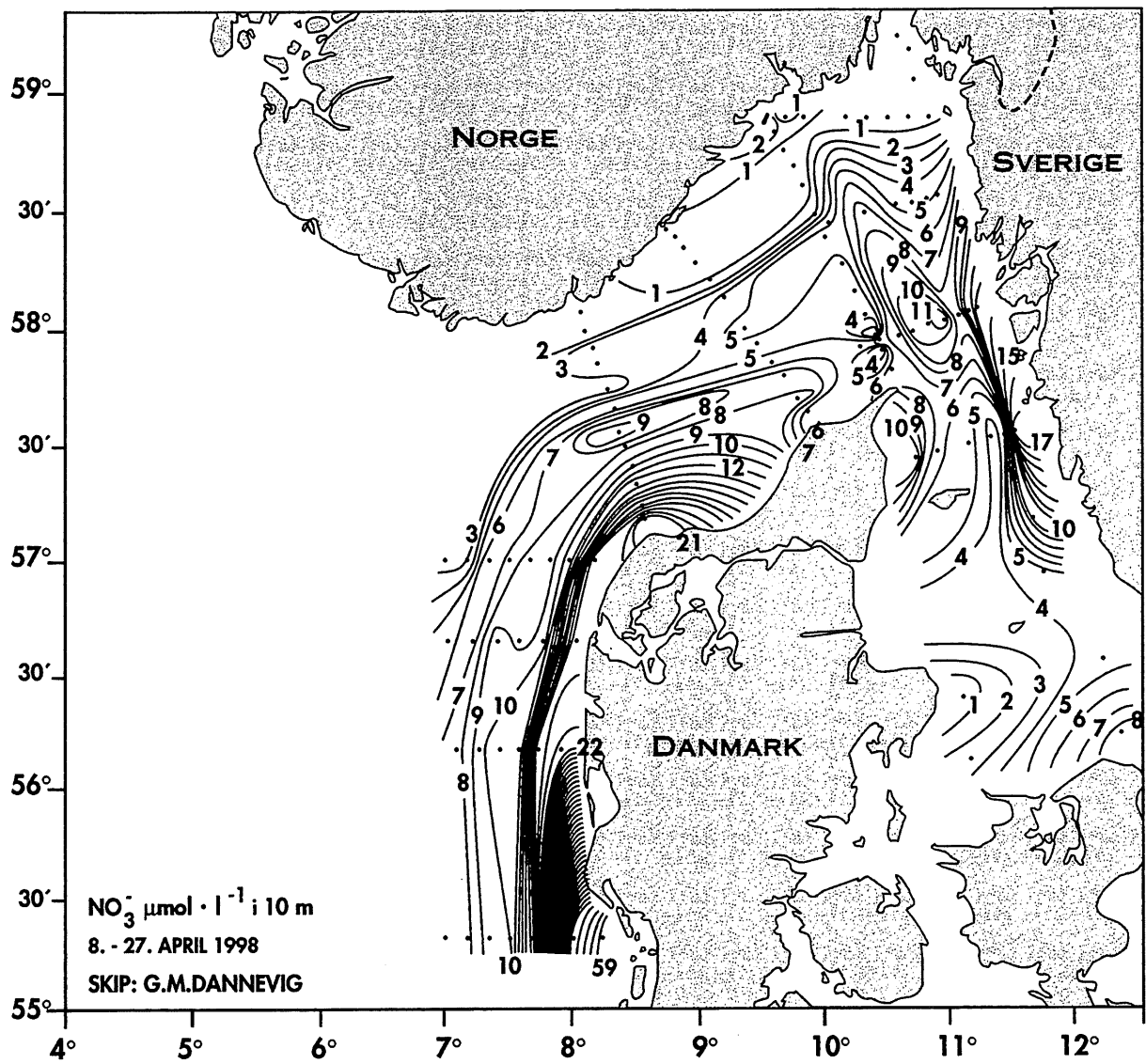


Fig. 14. Nitrat i 10 m dyp på toktet 8. - 27. april 1998.

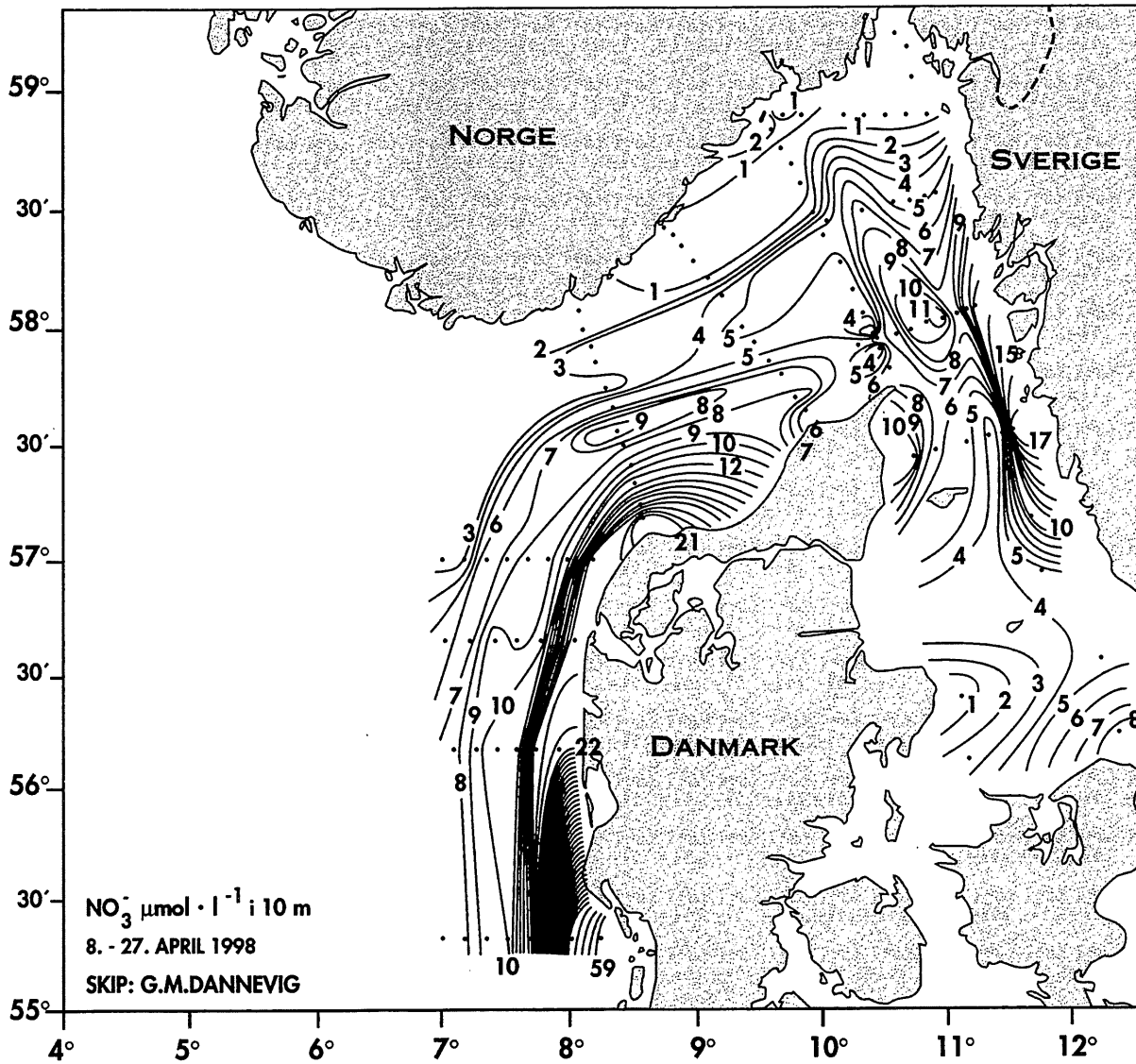


Fig. 14. Nitrat i 10 m dyp på toktet 8. - 27. april 1998.

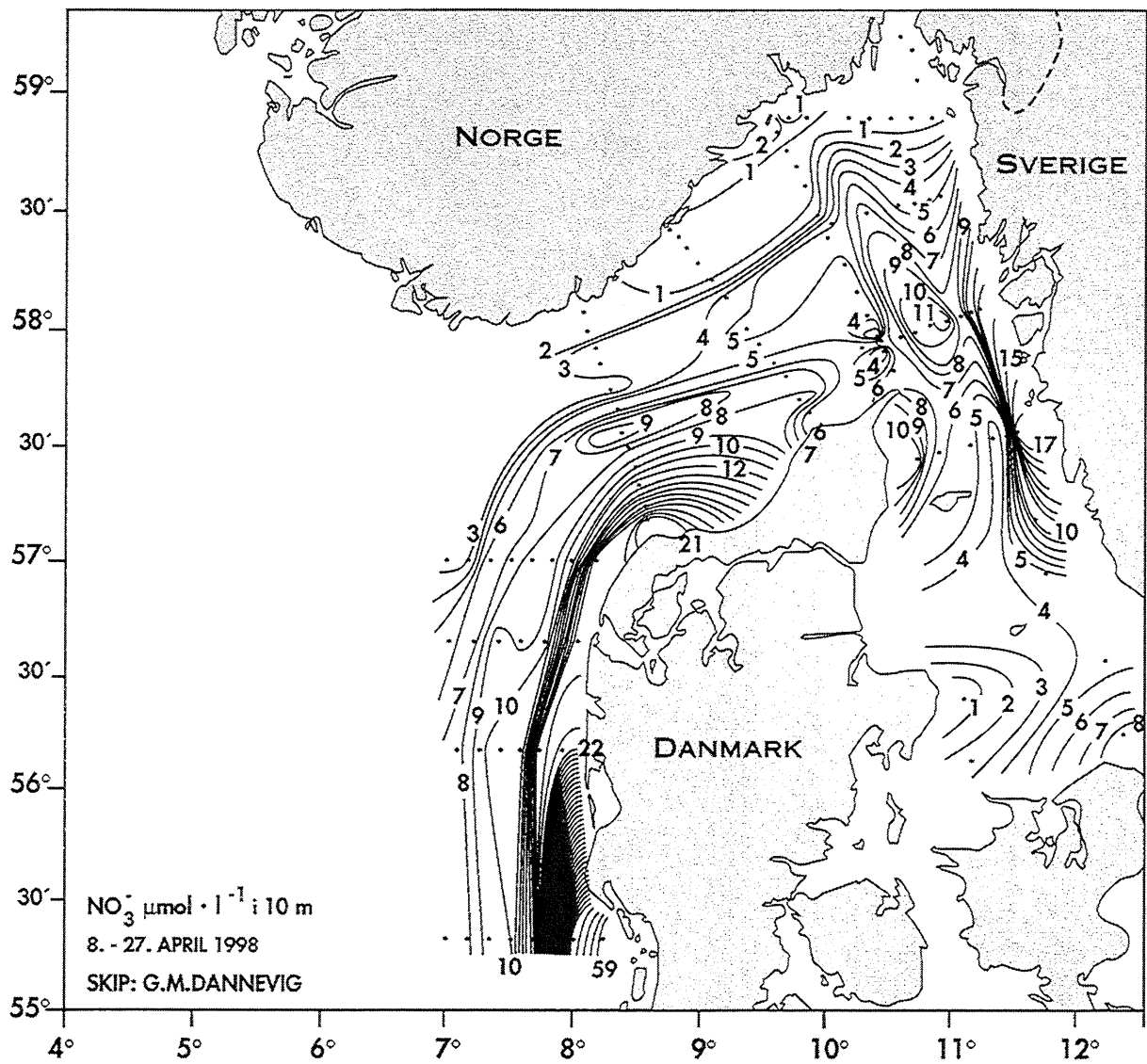


Fig. 14. Nitrat i 10 m dyp på toktet 8. - 27. april 1998.



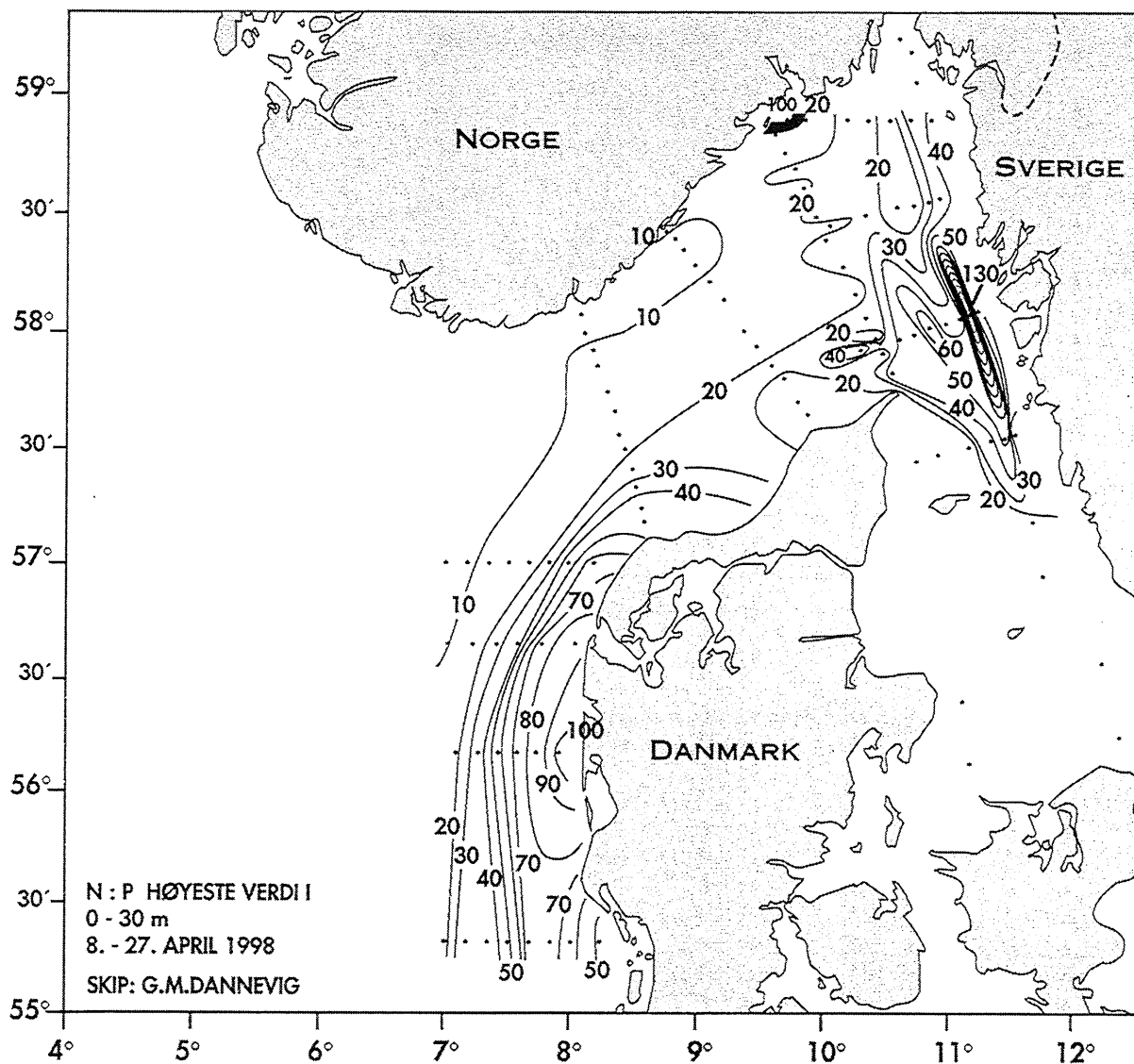


Fig. 15. Høyeste verdi av N:P-forholdet mellom 0 og 30 m dyp på toktet 8. - 27. april 1998.

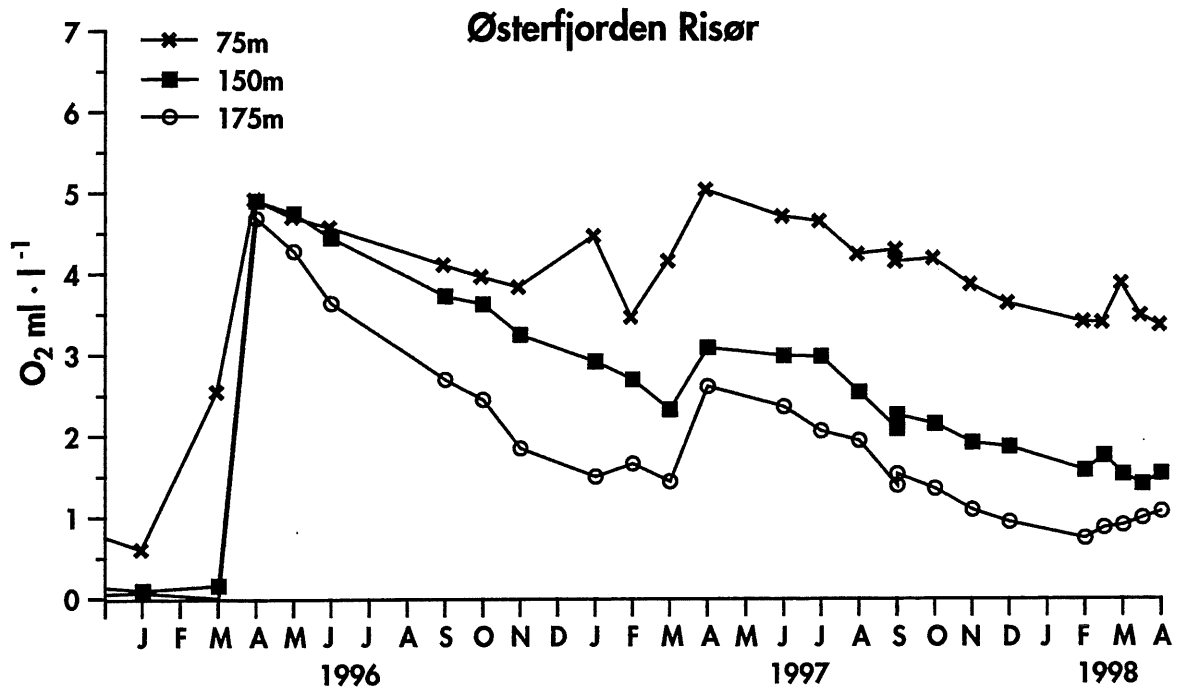


Fig.16. Oksygenutviklingen i 75, 150 og 175 m dyp i Østerfjorden (st. 168) ved Risør i perioden januar 1996 til april 1998.

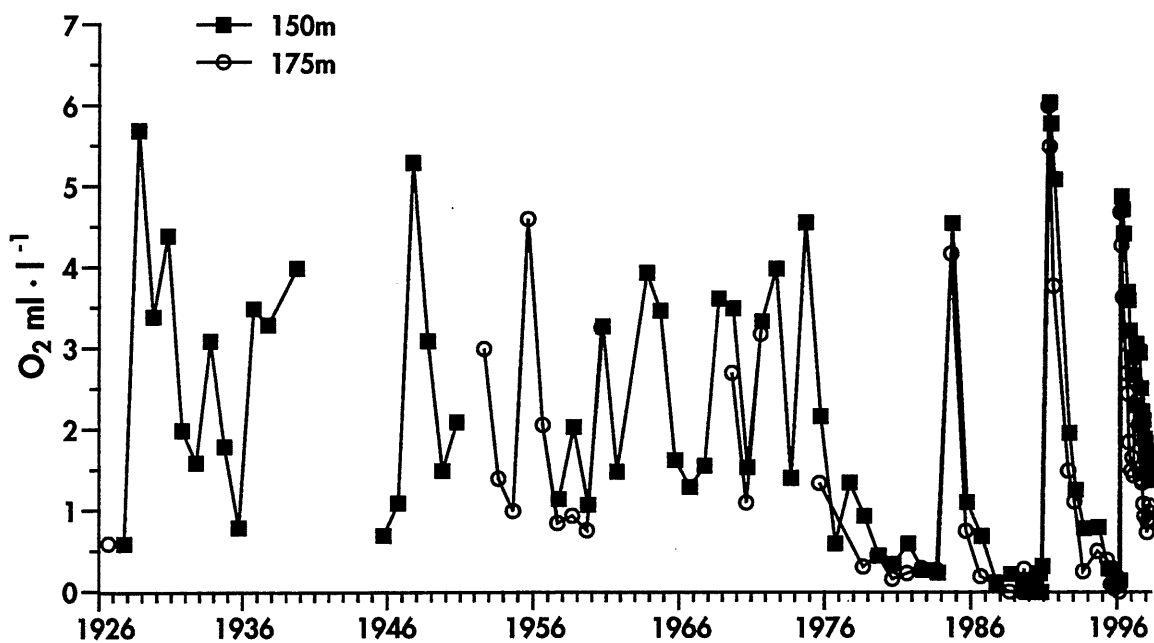
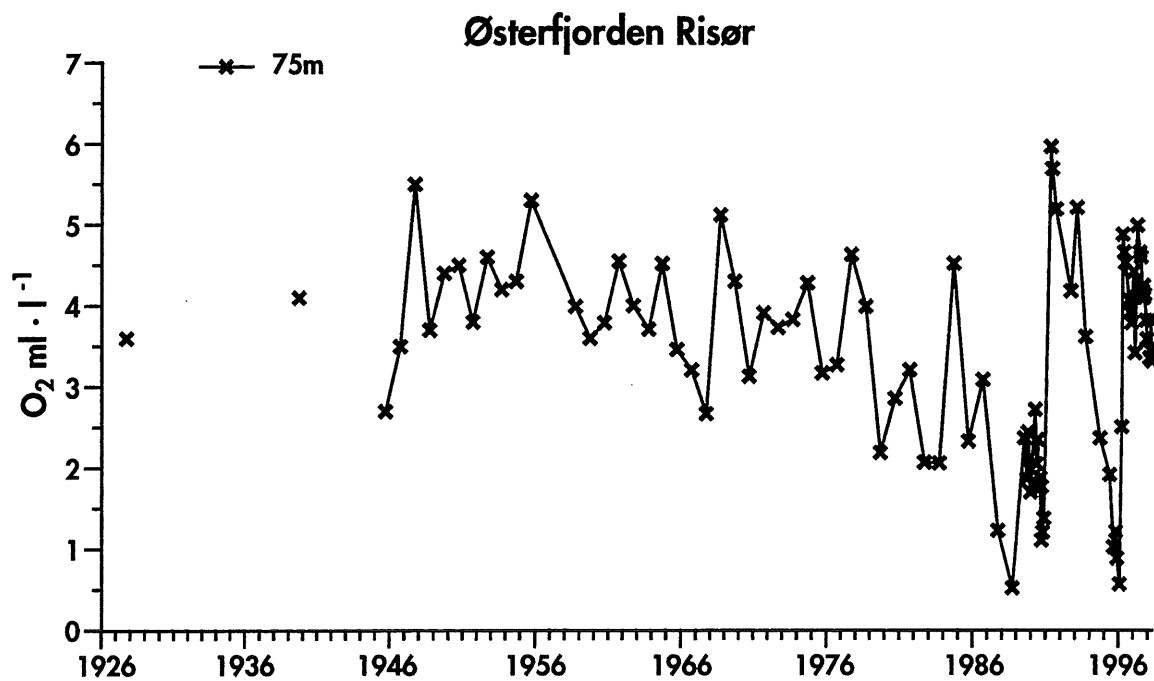


Fig.17. Langtidsvariasjoner av oksygen i dypet i Østerfjorden (stasjon 168) ved Risør.