

O-
8112
IV

O-8112

Overvåking av sjøområdet utenfor

Utnes, Hisøy

Delrapport 6

Dypvannets kvalitet i perioden
januar 1983 - juni 1985



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Hovedkontor
Postboks 333
0314 Oslo 3
Telefon (02)23 52 80

Sørlandsavdelingen
Grooseveien 36
4890 Grimstad
Telefon (041)43 033

Østlandsavdelingen
Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (065)76 752

Vestlandsavdelingen
Breiviken 2
5035 Bergen - Sandviken
Telefon (05)25 53 20

Prosjektnr.:	0-81112
Undernummer:	IV
Løpenummer:	1797
Begrenset distribusjon:	

Rapportens tittel: Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy Delrapport 6. Dypvannets kvalitet i perioden januar 1983 - juni 1985.	Dato: 26. november -85
Forfatter (e): PER BIE WIKANDER	Prosjektnummer: 0-81112
	Faggruppe: Hydroøkologi
	Geografisk område: Aust-Agder
	Antall sider (inkl. bilag): 37

Oppdragsgiver: Interkommunalt selskap for tekniske anlegg i Arendal/Grimstad-regionen (ITA).	Oppdragsg. ref. (evt. NTFN-nr.):
--	----------------------------------

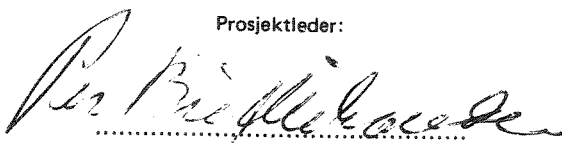
Ekstrakt: Kvaliteten på dypvannet i det undersøkte område er god. Oksygenforholdene var ikke på noe tidspunkt dårlige, men undermetning forekom nær utslippet. Næringssaltkonsentrasjonene var representative for dypere Skagerrakvann.

Det kan ikke påvises noen utviklingstendens i forhold til perioden 1981-1983. Under den gjeldende spillvannsbelastning viser området ingen tegn til eutrofi, kun et fåtall høye enkeltmålinger av næringssalter.

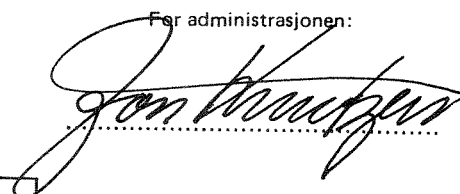
4 emneord, norske:
1. Overvåking
2. Utnes - Hisøy
3. Hydrografi
4. Dypvann

4 emneord, engelske:
1. Monitoring
2. Utnes - Hisøy
3. Hydrography
4. Deep water

Prosjektleder:



Før administrasjonen:



ISBN 82-577-0997-2

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
SØRLANDSAVDELINGEN

O-81112

Overvåkning av sjøområdet utenfor
Utnes, Hisøy. Delrapport 6.
Dypvannets kvalitet i perioden
januar 1983 - juni 1985.

Grimstad, 26. november 1985

Prosjektleder: Per Bie Wikander

FORORD

På oppdrag fra Interkommunalt selskap for tekniske anlegg i Arendal/Grimstad-regionen (ITA) pågår en overvåkningsundersøkelse av sjøområdet ved Utnes, Hisøy kommune.

Foreliggende rapport behandler kvaliteten av dypvannet. Det er tidligere utgitt en rapport over samme tema, omfattende data fra perioden juni 1981 - november 1982. Foreliggende rapport inkluderer data fram til juni 1985.

Næringssaltanalysene er utført ved Agderforskning Teknisk-Industrielt Kompetansesenter og Vannlaboratorium (tidligere Aust-Agder fylkeslaboratorium for vannanalyser).

INNHALDSFORTEGNELSE

	SIDE
FORORD	1
1. KONKLUSJONER OG SAMMENDRAG	3
1.1. Formål	3
1.2. Konklusjoner	3
1.3. Sammendrag	4
2. INNLEDNING	6
2.1. Områdebeskrivelse	6
2.2. Brukerinteresser	9
2.3. Formål med undersøkelsen	9
2.4. Tidligere undersøkelser	10
3. MATERIALE OG METODER	11
4. RESULTATER OG DISKUSJON	12
4.1. Saltholdighet	12
4.2. Temperatur	16
4.3. Oksygen	20
4.4. Total fosfor	21
4.5. Total nitrogen	28
5. LITTERATUR	32
6. VEDLEGG	34

1. KONKLUSJONER OG SAMMENDRAG

1.1. Formål

Hensikten med foreliggende undersøkelse har vært:

Beskrive dyppvannets generelle kvalitet på tre stasjoner i Utnesområdet med følgende problemstilling for øye:

Påvise eventuelle utviklingstendenser i dyppvannets miljø og relatere eventuelle slike til det etablerte dyppvannsutslippet i området.

1.2. Konklusjoner

Hovedkonklusjonene fra undersøkelsesperioden er følgende:

Vannmassene i området viser ingen tegn til stagnasjon, men har en kort oppholdstid og skiftes effektivt ut.

Stort sett var oksygenforholdene gode i den aktuelle periode. Det ble dog påvist undermetning enkelte ganger i dypvannet nær utslippet. Det er overveiende sannsynlig at undermetningen skyldes mikrobiell nedbryting av organisk stoff fra utslippet.

Næringssaltnkonsentrasjonene var for det meste overensstemmende med verdier som er representative for det åpne Skagerrak. Resultatene tyder ikke på at utslippet bidrar til begynnende eutrofi i nærområdet.

Dataseriene viser heller ingen klare utviklingstendenser i noen retning.

1.3. Sammendrag

Saltholdighetsmålingene viste tildels store variasjoner over relativt korte tidsintervaller. Dette indikerer hurtige vannutskiftninger.

Saltholdighetskurvene viste stort samsvar på 15 og 20 m på st. 3, 20 m på st. 5 og 10 m på st. 9.

Grunnere enn 20 m kan vannmassen i perioden defineres som dypvann, i andre perioder som overflatevann. På 30 m dyp på st. 5 var variasjonene i saltholdigheten over tid vesentlig mindre og det er riktigere å karakterisere denne vannmassen som dypvann gjennom hele perioden.

Temperaturdata viste en karakteristisk årstidsbetinget variasjon med de laveste verdier i perioden februar - april. Vintertemperaturen varierte mellom +3 og +0,5°C. Sommertemperaturene opptrådte i periodene juli - oktober med høyeste verdier i august.

Oksygenverdiene viste sesongvariasjoner betinget av temperaturregimet og økte tilførsler fra primærproduksjonen. Det var god samvariasjon mellom seriene på 15 og 20 m på st. 3, 20 m på st. 5 og 10 m på st. 9. De laveste verdiene forekom systematisk på 30 m på st. 5. Laveste målte verdi var 5,13 mg O₂/l (august 1983). Dette tilsvarte en metningsgrad på 59 %.

Målingene av total fosfor viste en svak årstidsvariasjon med høyest verdier om vinteren (november - mars) hvor verdiene lå mellom ca 25 og ca 40 µg P/l. De laveste verdiene ble målt i perioden mai - oktober hvor verdiene varierte fra under påvisningsgrensen (2 µg/l) til ca 25 µg/l. Noen enkeltmålinger, særlig på st. 5 viste avvik oppover i forhold til dette mønsteret. Høyeste verdi i perioden november - mars var 70 µg i januar 1984. Høyest målte verdi om sommeren forekom i august 1983 og var 38 µg P/l.

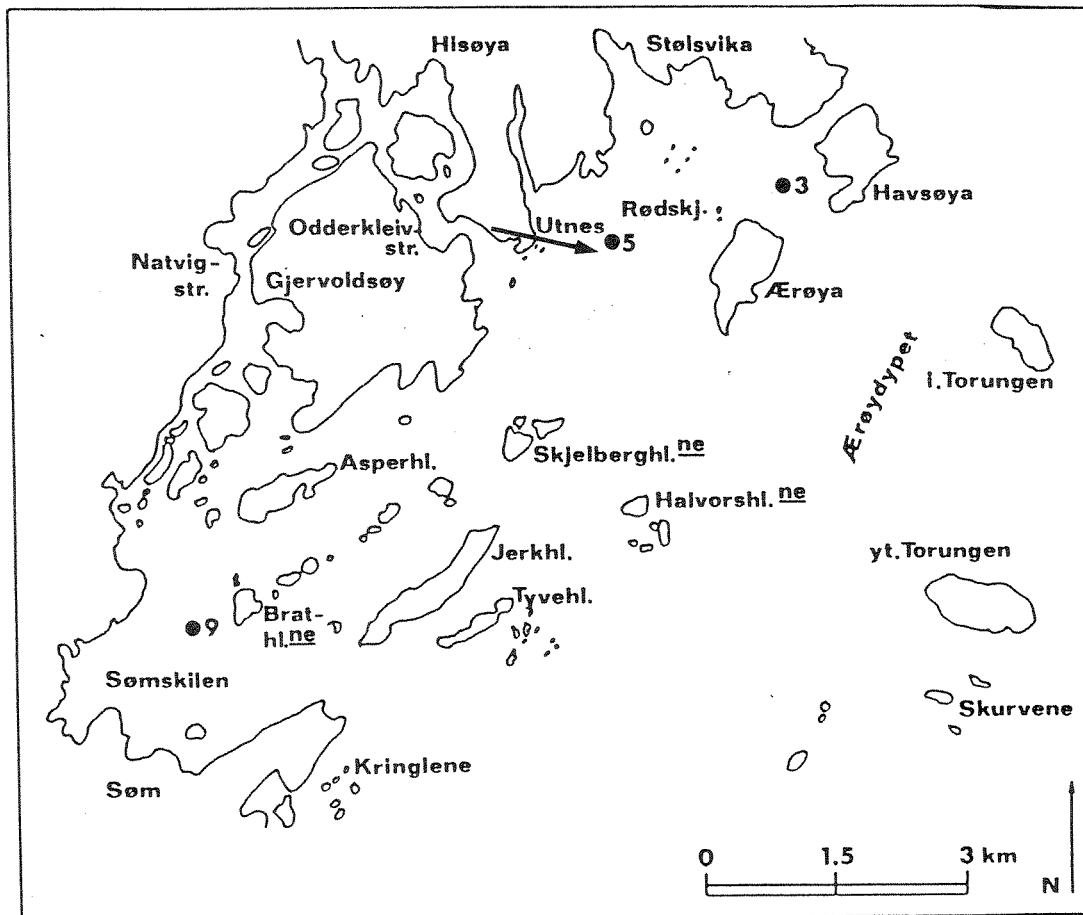
Målingene av total nitrogen viste også en viss sesongvariasjon med høyeste verdier i perioden november - mai (fra ca 200 til ca 400 $\mu\text{g N/l}$) og lavest i perioden juli - november (fra ca 150 til ca 300 μg). Sterkest avvik fra dette mønster viste st. 5 i 1983 som viste et relativt høyt N-nivå fra januar til september med en ekstrem verdi i september 1983 på 735 $\mu\text{g N/l}$. En ekstremverdi forekom også i november 1984 på 880 $\mu\text{g N/l}$. Det er vanskelig å trekke konklusjoner basert på disse høye enkeltverdiene, men det kan ikke utelukkes at de er forårsaket av utslippet.

2. INNLEDNING

2.1. Områdebeskrivelse

Undersøkellesområdet omfatter strekningen mellom Havsøya og Sømskilen, inkl. selve Sømskilen. Figur 1 viser en oversikt over området med prøvetakingsstasjonene inntegnet.

Området består av tre separate basseng. Det østligste er det minste i utstrekning og utgjør farvannet mellom Stølsvika-Havsøya og Ærøy med nordenforliggende skjær (Rødskjær bl.a.) i det følgende kalt "Stølsvikbassenget". Skjærene utgjør en rygg/terskel som avgrenser Stølsvikbassenget mot det vestenforliggende (som er det egentlige Utnesbassenget). "Stølsvikbassenget" har et største dyp på ca 35 m og kommuniserer - uten terskel - med det dype åpne farvannet vest for Torungene (Ærøydypet) st. 3 (se fig. 1) antas å være representativt for dette området.



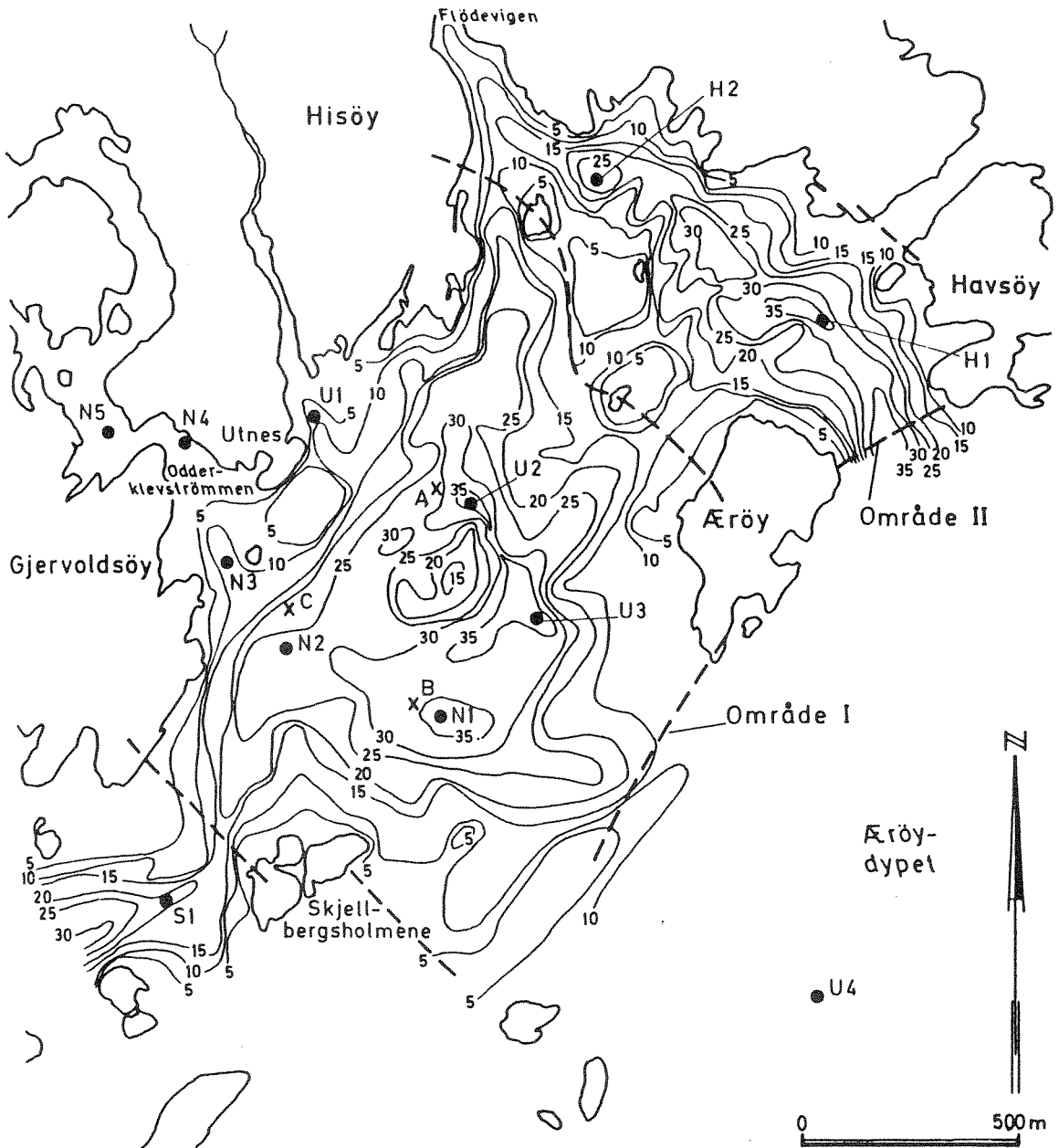
Figur 1. Oversiktskart med målestasjonenes plassering. Utslippsstedet er angitt med pil.

Det andre bassenget, Utnesbassenget ligger mellom Ærøya - Rødskjær og Skjelbergholmene. Største dyp er ca 37 m. Terskeldypet 35 m. Området mottar betydelige mengder ferskvann via Odderkleivstrømmen som er det ene av Nidelvas tre utløp. Det er dette bassenget som mottar avløpsvannet fra Utnes kloakkrenseanlegg. Dette bassenget munner også ut i det dype og vidt utstrakte farvannet SV for Torungene (Ærøydypet). Stasjon 5 ligger innenfor dette bassengets avgrensninger. Utslipppet omfatter ca 12 000 p.e. via diffusor spalteåpning på 0,2 mm. Utslipppet går ut på ca 30 m dyp.

Det østligste området i undersøkelsen er Sømskilen som mot S, V og N er avgrenset av landmassen, mot Ø av et skjærgårdsområde som utgjør terskelen hvis største dyp er 6 - 7 m i en meget trang passasje. Det øvrige terskelområde er ca 3 m dypt eller grunnere. I Sømskilen munner det andre av Nidelvas tre utløp ut (Natvigstrømmen). St. 9 er plassert i dette bassenget. Fig. 2 viser bassengenes undersjøiske topografi.

Til sammen renner ca 60 % av Nidelvas vannføring ut i Utnesområdet, altså via Natvig- og Odderkleivstrømmen. De resterende ca 40 % går til Arendals havnebasseng. Middelvannføringen er $123 \text{ m}^3/\text{s}$, med sterkest vannføring i oktober - november.

Fremherskende vinder er kystparallelle (sørvestlige) om sommeren, men overveiende nordøstlige om vinteren. Utenfor de ytre øyer går den norske kyststrømmen mot sydvest, men påvirker også de innenforliggende områdene. Ved nordøstlige til sørøstlige vindretninger vil kyststrømmen stues inn mot land og det vil skje en utskiftning med vann av lavere salinitet. Ved sydvestlig til vestlige vinder vil kyststrømmen kunne presses ut fra land eller snues, og dermed kan man få en situasjon hvor salt og kaldt vann trenger opp fra Ærøydypet og inn i området innenfor. I juni og oktober har overflatevannet lav salinitet. Dette kan skyldes vinden, men det kan også skyldes økt avrenning fra Nidelva i denne perioden, eller en kombinasjon av begge faktorene.



Figur 2. Topografi (oppmålt av Utbyggingsavdelingen og ITA sommeren 1975). (Etter Magnusson 1976 med hans opprinnelige stasjonsnett.).

De registreringer som er foretatt av strømretningen i Havsøysund under prøvetaking viser en overvekt av vestgående strøm: ca 64 % av observasjonene. NIVA's hydrografiske observasjoner (Magnusson, 1976) har vist at oppholdstiden for vannmassene innenfor Ærøya varierer fra en uke til 14 døgn. Den hyppige vannutskiftingen skyldes den kombinerte effekten av varierende vindforhold og kyststrømmen.

2.2. Brukerinteresser

Bruken av området er knyttet til rekreasjonsformål (bading, fiske) og som resipient for avløp fra interkommunalt renseanlegg.

2.3. Formål med undersøkelsen

Målsettingen for undersøkelsen er dels å påvise eventuelle forurensningsvirkninger av utslippet fra det interkommunale kloakkrenseanlegget på Utnes, dels å gi grunnlag for å bedømme sjøområdet generelle tilstand.

Undersøkelsen bygger på et programforslag utarbeidet av fylkesmannen i Aust-Agder i samarbeid med NIVA, datert mars 1981.

Overvåkingsundersøkelsen omfatter følgende delprosjekter:
Undersøkelse av vannkvaliteten i overflate- og dypvann, sedimentprøver og bunnprøver på bløtbunn, samt avløpsvannets mengde og sammensetning.

Foreliggende rapport omhandler situasjonen i dypvannet i det som antas å være kloakkutslippets influensområde. Rapporten tar for seg data fra januar 1983 frem til juni 1985.

2.4. Tidligere undersøkelser

Av tidligere innsamlede data fra Utnesområdet har Statens Biologiske Stasjon Flødevigen (SBSF) foretatt en fysisk-kjemisk undersøkelse av resipienten og kystområdet i 1974-79 (Danielsen & Iversen 1976, 1978) og Sand (1978, 1979).

I tillegg har NIVA foretatt strømundersøkelser ved Utnes i 1975 (Magnusson 1976).

Overvåkingen i regi av NIVA, Sørlandsavdelingen startet opp i 1982 og foreligger hittil i følgende delrapporter: Boman (1982), Olsen (1984), Næs (1985) (overflatevann), Boman & Wikander (1983)(dypvann) og Wikander (1985) (bunnfauna).

3. MATERIALE OG METODER

Prøvematerialet er innsamlet i perioden januar 1983 - juni 1985. Det er foretatt to innsamlinger i måneden i sommerperioden (mai - august) og en gang i måneden i vinterperioden.

Til prøvetakingen har dels vært benyttet båt tilhørende personale ved ITA, dels NIVA's egen farkost.

Prøver av dypvannet er blitt tatt på 15 og 20 m dyp på st. 3 og på 20 og 30 m på st. 5.

I Sømskilen (st. 9) er det bare tatt en dypvannsprøve, nemlig like over bunn på 10 m dyp.

Prøvetakingsfrekvensen har vært månedlig, men hver 14. dag i perioden mai - september.

Saltholdighet og temperatur er målt med elektronisk sonde (salinoterm). I enkelte perioder har denne vært under overhaling/reparasjon. Da har temperaturen blitt målt ved hjelp av termometer montert i vannhenter og saltholdigheten ved konduktivitetmålinger av vannprøver i laboratoriet.

Oksygenverdiene er fremkommet ved titrering etter WINKLER's metode (Norsk Standard). Næringssalter er analysert i autoanalysator ved Aust-Agder fylkeslaboratorium for vannanalyser (nå ATIK) etter standard metoder. Prøvene var ufiltrerte.

Primærdata er vist i tabeller som vedlegg til denne rapport.

Det vil fremgå av figurer og tabeller at data mangler i perioden november 1984 - april 1985. Dette skyldes værforhold som gjorde feltarbeide umulig.

4. RESULTATER OG DISKUSJON

Ved databearbeidelsen er det foretatt en sammenligning mellom den aktuelle periode januar 1983 til juni 1985 og den perioden er rapportert av Boman og Wikander (1983), nemlig perioden fra juni 1981 til november 1982.

4.1. saltholdighet

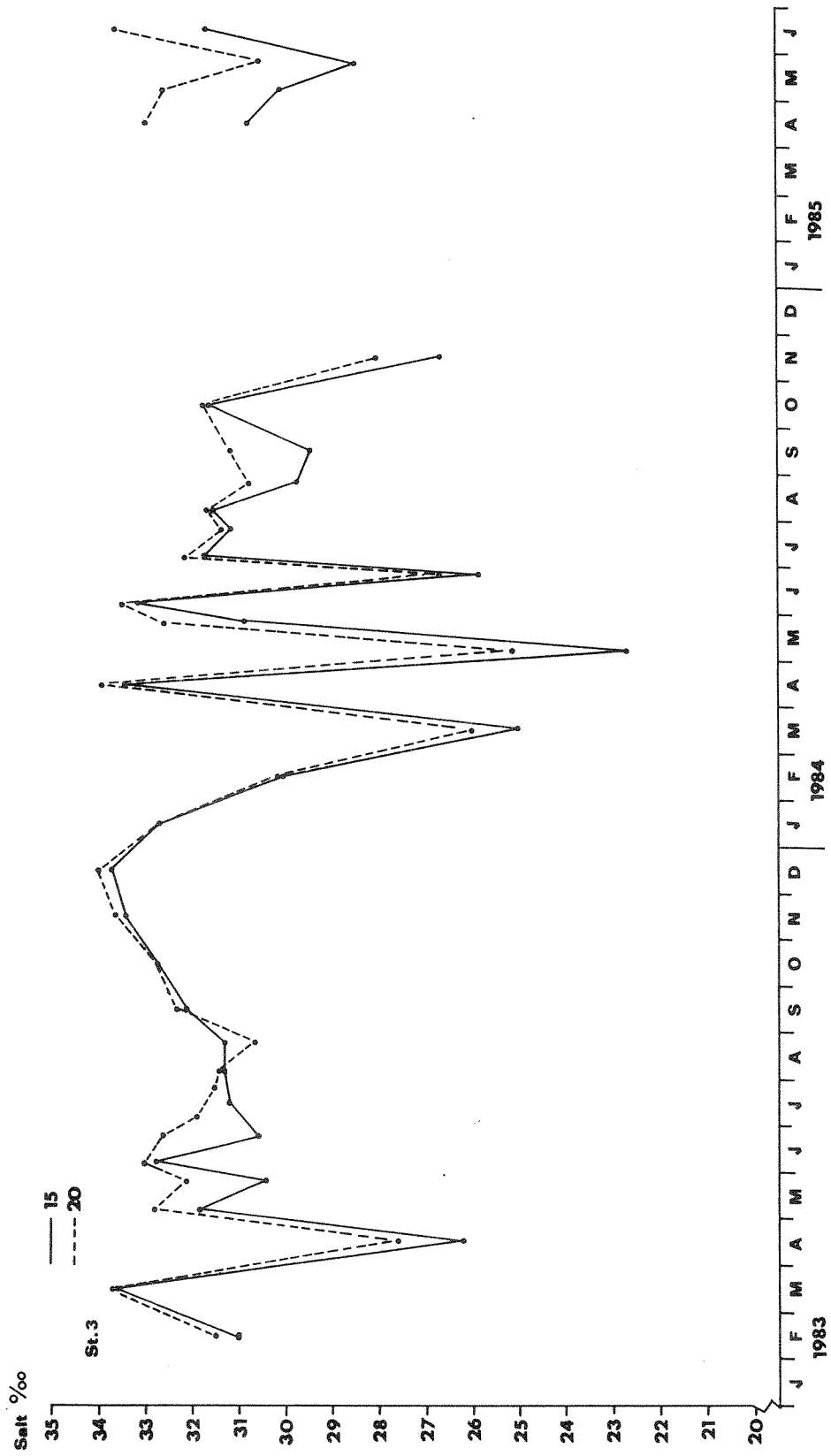
Variasjonene i saltholdighet var betydelige over relativt korte tidsrom. Dette bekrefter at oppholdstiden av dyppvannsmassene er kort og viste at det dels er dyppvann fra Skagerrak, dels overflatevann som preger miljøet.

I enkelte perioder er utslippsdypet på st. 5 preget av vann med høy saltholdighet og med opprinnelse fra de dypere deler av Skagerrak mens 20 m-nivået har overflatevann.

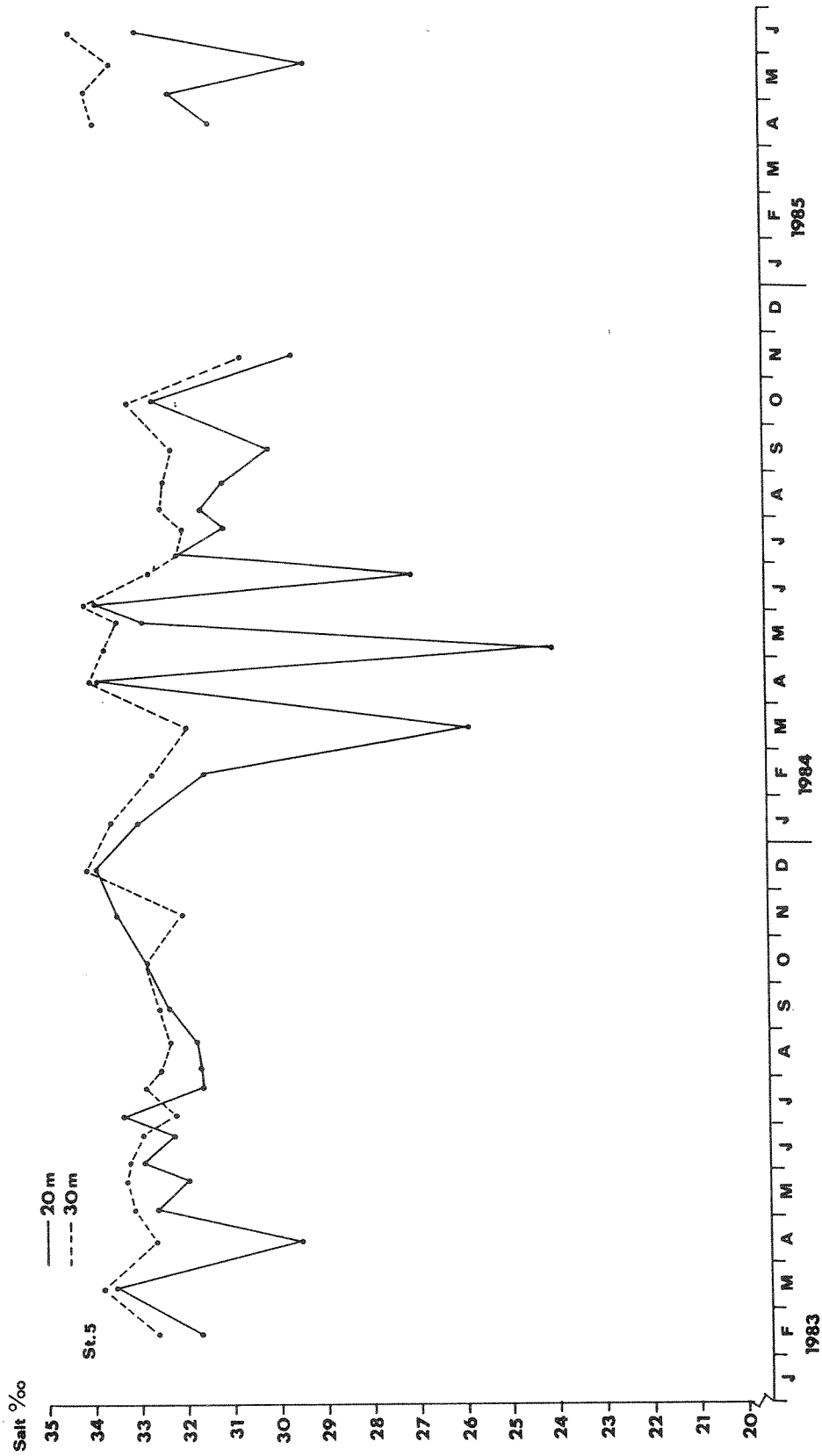
Resultatene er fremstilt i fig. 3 til 5 for henholdsvis st. 3, 5 og 9.

Med unntak av st. 5, 30 m (fig. 4) var variasjonene store og verdiene skiftet over kort tid på samtlige stasjoner og dyp. Dette viser for det første at vannmassenes oppholdstid er forholdsvis kortvarig. Dette er tidligere slått fast av Magnusson (1976). For det andre viser variasjonene at det vekselvis er overflatevann og dyppvann fra Skagerrak som preger vannmassen (se Boman og Wikander 1983).

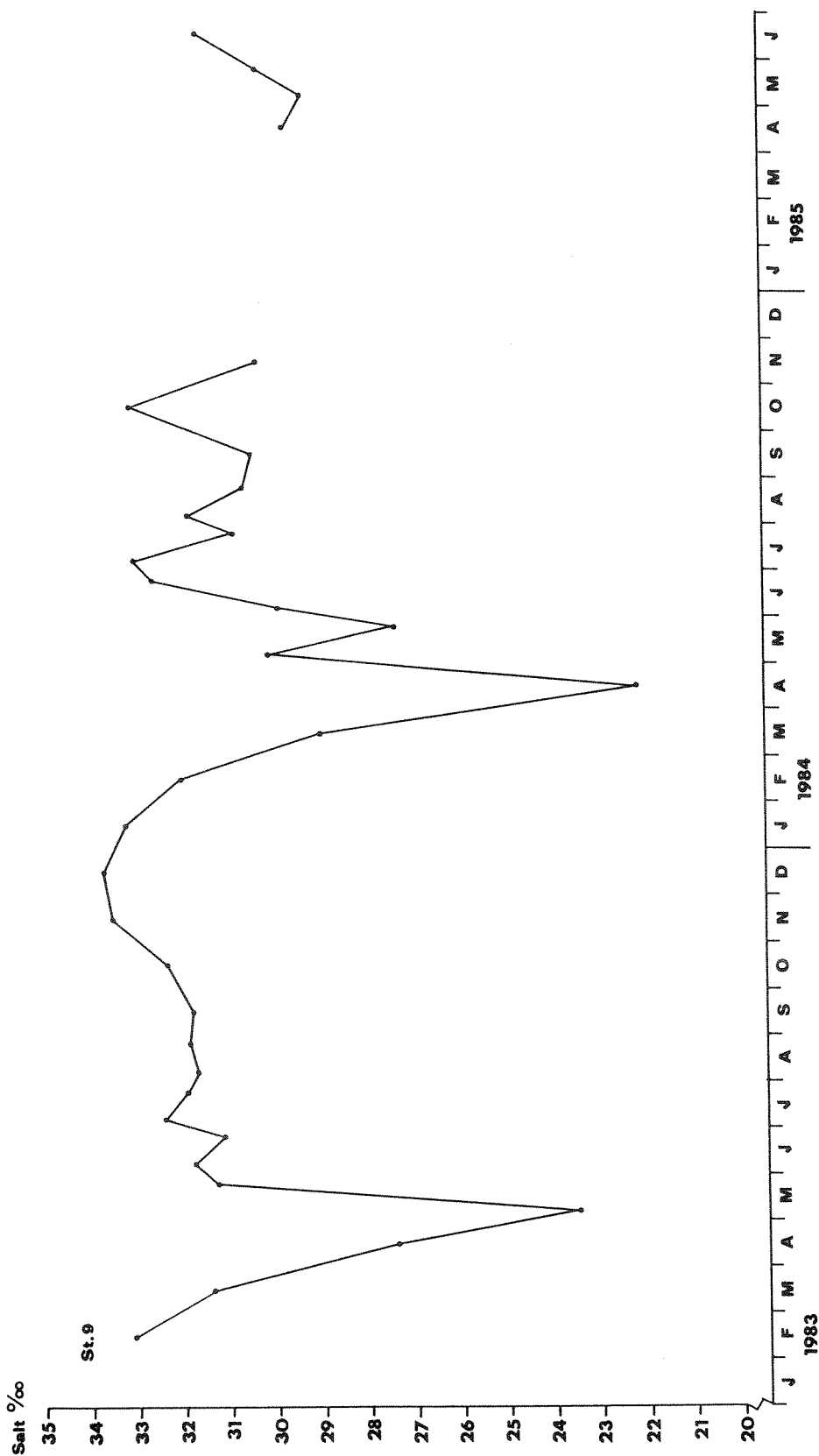
På st. 3 (figur 3) er det en meget sterk samvariasjon for 15 og 20 m dyp. Dette betyr at det er den samme vannmassen som preger disse sjikt i vannsøylen. Annerledes er det på st. 5 (figur 4), hvor det periodevis kan være to forskjellige vannmasser på h.h.v. 20 og 30 m dyp. En vannmasse definert som overflatevann (Boman



Figur 3. Variasjonene i saltholdighet i dypvannet på stasjon 3 i undersøkelsesperioden.



Figur 4. Variasjonene i saltholdighet i dypvannet på stasjon 5 i undersøkelsesperioden.



Figur 5. Variasjonene i saltholdighet i dypvannet på stasjon 9 i undersøkelsesperioden.

og Wikander 1983) kan dominere på 20 m mens det er en vannmasse med opprinnelse i de dypere deler av Skagerrak som preger 30 m dyp. Dette var spesielt tydelig i mars, mai og juni 1984, samt mai 1985. En slik lagdeling var ikke så tydelig i 1983, men forekom flere ganger i 1982.

Fig. 5 viser variasjonene i Sømskilen på 10 m dyp. Variasjonene er betydelige, og i stor grad bestemt av Nidelvas vannføring.

Variasjonsmønsteret stemmer godt overens med den som ble observert i første overvåkningsperiode (Boman og Wikander 1983).

4.2. Temperatur

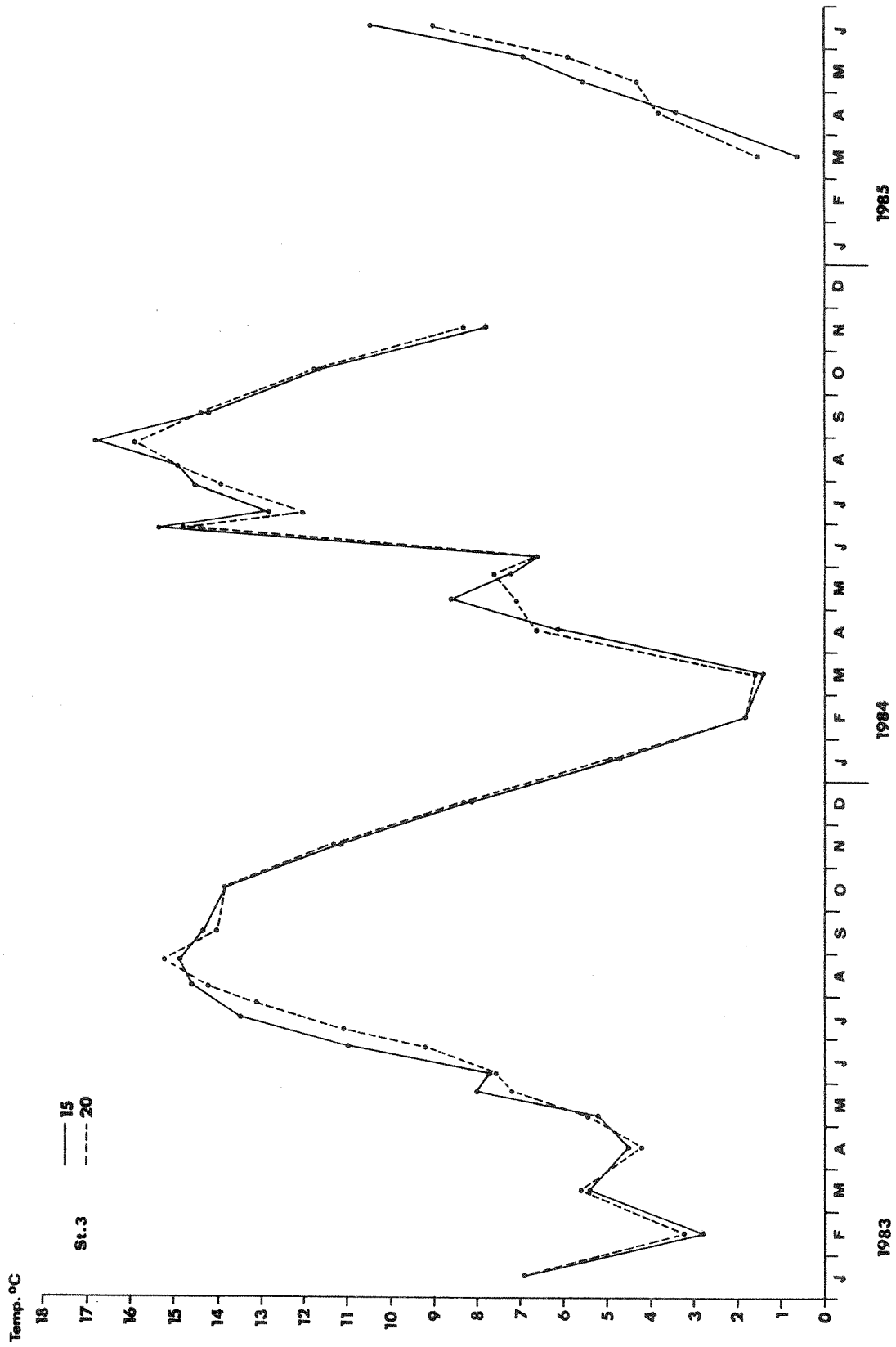
Kurvene for de ulike stasjoner og dyp følger hverandre forholdsvis nøye gjennom undersøkelsesperioden. Størst avvik mellom prøvedyp forekom på st. 5, 20 og 30 m.

Variasjonene er nøye knyttet til årstidene.

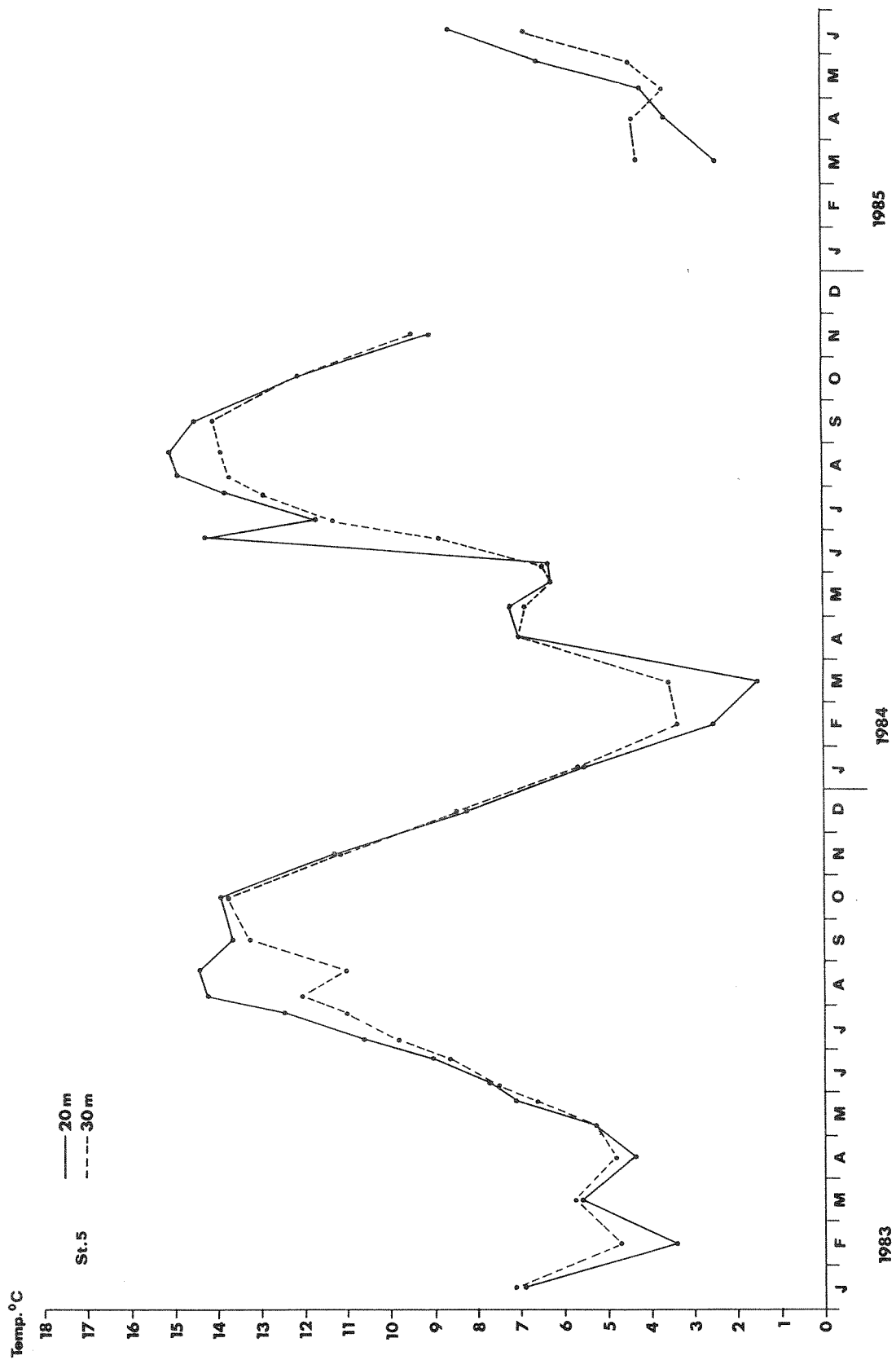
Målingene er fremstilt i figur 6 for stasjon 3, i figur 7 for stasjon 5 og i figur 8 for stasjon 9.

Variasjonene er store, og betinget av årstidene.

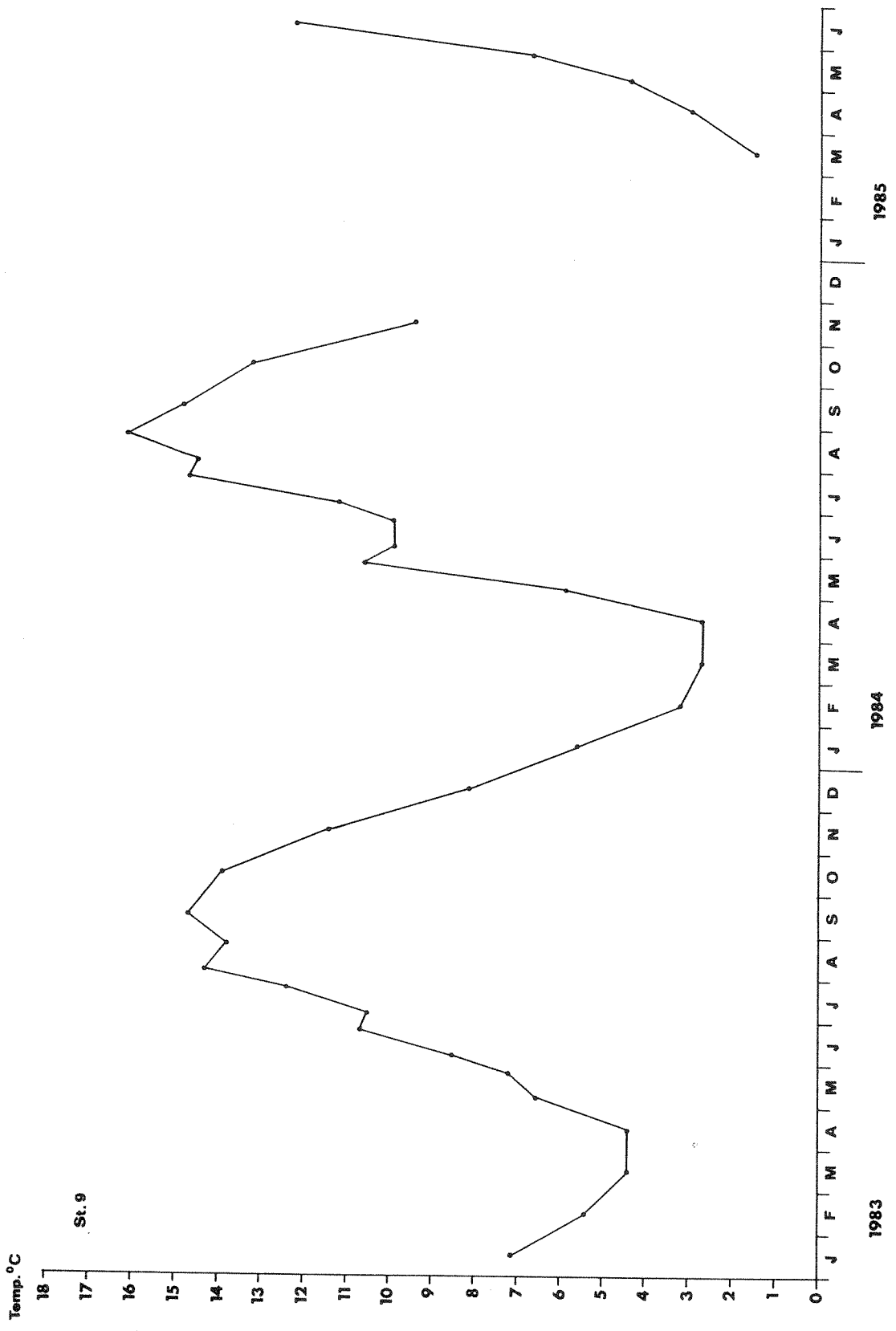
De høyeste temperaturene i dypvannet forekom i periodene juli - oktober både i 1983 og 1984, mens de laveste opptrådte i februar - mars begge år.



Figur 6. Variasjonene i temperatur i dypvannet på stasjon 3 i undersøkelsesperioden.



Figur 7. Variasjonene i temperatur i dypvannet på stasjon 5 i undersøkelsesperioden.



Figur 8. Variasjonene i temperatur i dypvannet på stasjon 9 i undersøkelsesperioden.

4.3. Oksygen

Alle målte oksygenverdier lå over grensen til det nivå som defineres som tilfredsstillende.

De laveste verdier forekom på 30 m på st. 5. Årsaken til dette er trolig mikrobiell nedbryting av partikulært materiale som delvis kommer fra utslippet.

Tilstrekkelig oksygen er en livsbetingelse for planter og dyr i vannmassene. Lave oksygenkonsentrasjoner vil være et alvorlig varsel om at vannmassene er overbelastet med lett nedbrytbart organisk materiale.

I følge FAO (1969) kan oksygenverdier over 5 mg/l ansees tilfredsstillende for de fleste arter av fisk og vekster i saltvann. Ved oksygenverdier lavere enn ca 1 mg/l vil de fleste marine organismer dø ut.

For karakterisering av oksygenforholdene kan følgende enkle skala benyttes fra Kirkerud og Molvær (1980):

Karakter	Oksygenkonsentrasjon	
	ml/l	mg/l
Råtten	0	0
Kritisk	0-2	0-2,8
Dårlig	2-3,5	2,8-5
Tilfredsstillende	> 3,5	>5

Tilstanden i dypvannet er avhengig av flere faktorer hvorav tilførsler fra primærproduksjonen, forurensningstilførslene og vannutskiftingsgraden er de viktigste. I områder med relativt god vannutskifting og lav belastning vil en vanligvis finne oksygenkonsentrasjoner mellom 7 og 11 mg/l.

Resultatene er fremstilt i figur 9 for st. 3, figur 10 for st. 5 og i figur 11 for st. 9.

Situasjonen er forholdsvis ensartet på alle stasjonene og må karakteriseres som tilfredsstillende gjennom hele perioden.

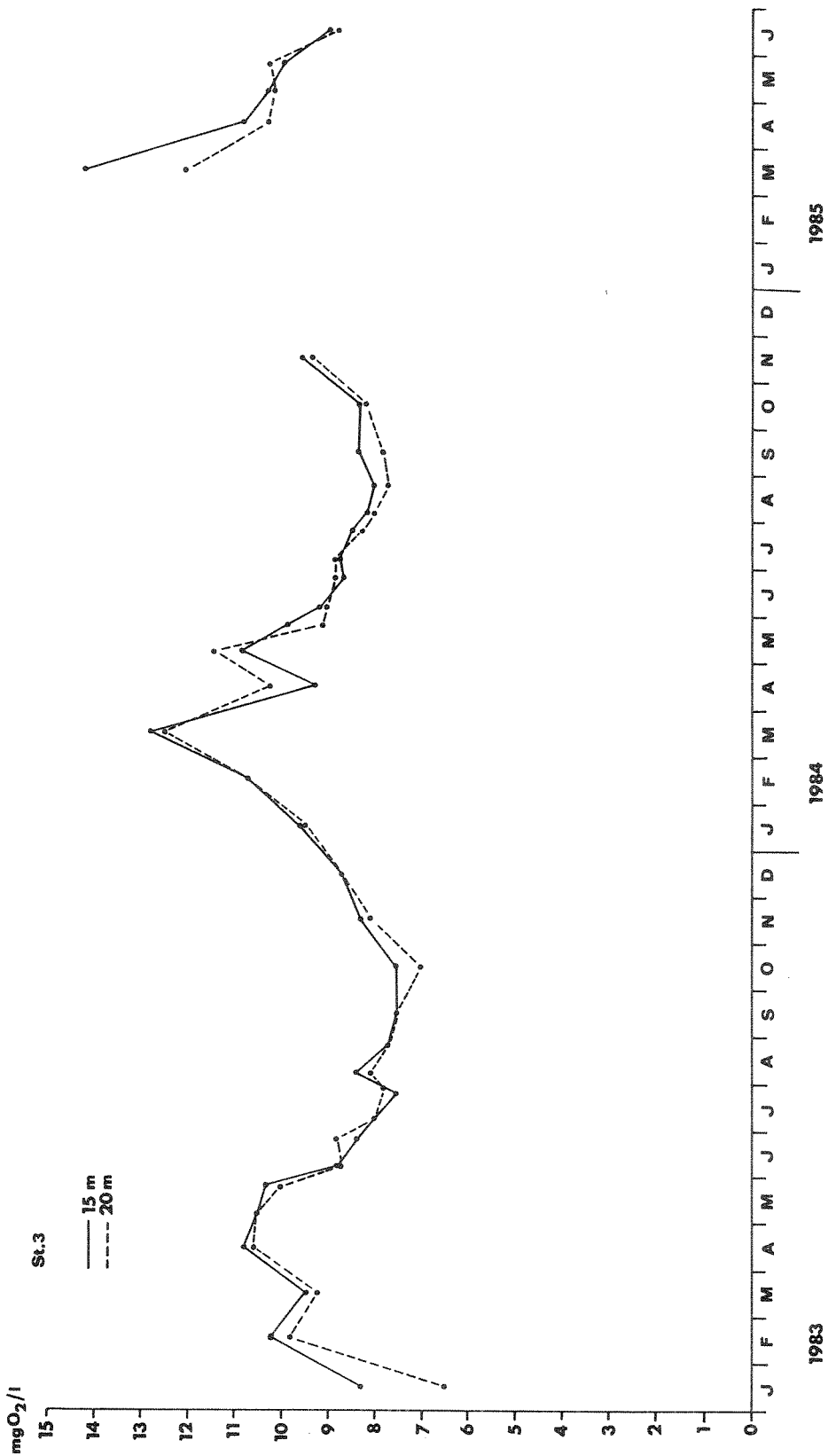
Lavest målte verdi ble observert på 30 m på st. 5 i august 1983. Da var oksygeninnholdet 5,13 mg/l. Dette tilsvarte en metningsgrad på 59 %, altså klart høyere enn den minimumsverdi som ble registrert av Boman og Wikander (1983). De laveste verdiene for oksygen opptrer samtidig med at temperaturen i dypet er høyest (perioden juli - oktober). Det er en sammenheng mellom temperatur og oksygeninnhold ved at relativt høy temperatur øker hastighet av mikrobiell nedbryting av organiske partikler, og dermed oksygenkonsumet i vannmassen. Samtidig har varmt vann mindre kapasitet til å inneholde oppløst oksygen. Stigende oksygenkonsentrasjoner indikerer fornyelse av dypvannmassene.

4.4. Total fosfor

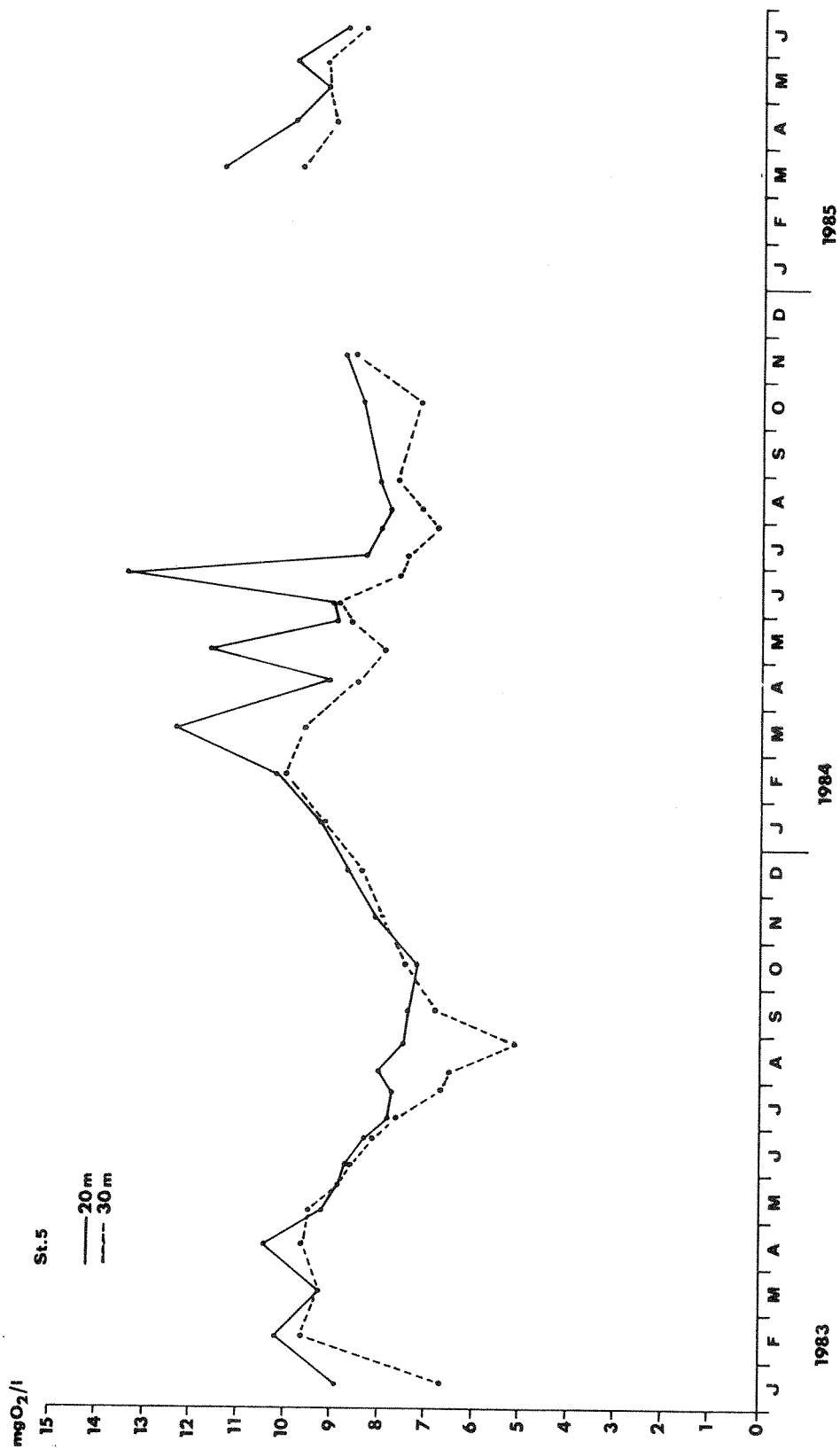
Verdiene varierer gjennom året med høyest verdier mellom november og mai og lavest i perioden mai - oktober. Det ble målt gjennomgående høyest verdier på st. 5, men selv ikke her kan man si at P-innholdet avviker fra det som er karakteristisk for vannmassen i Skagerrak.

De relativt sett høyere verdiene på st. 5 må skyldes en meget svak påvirkning fra utslippet.

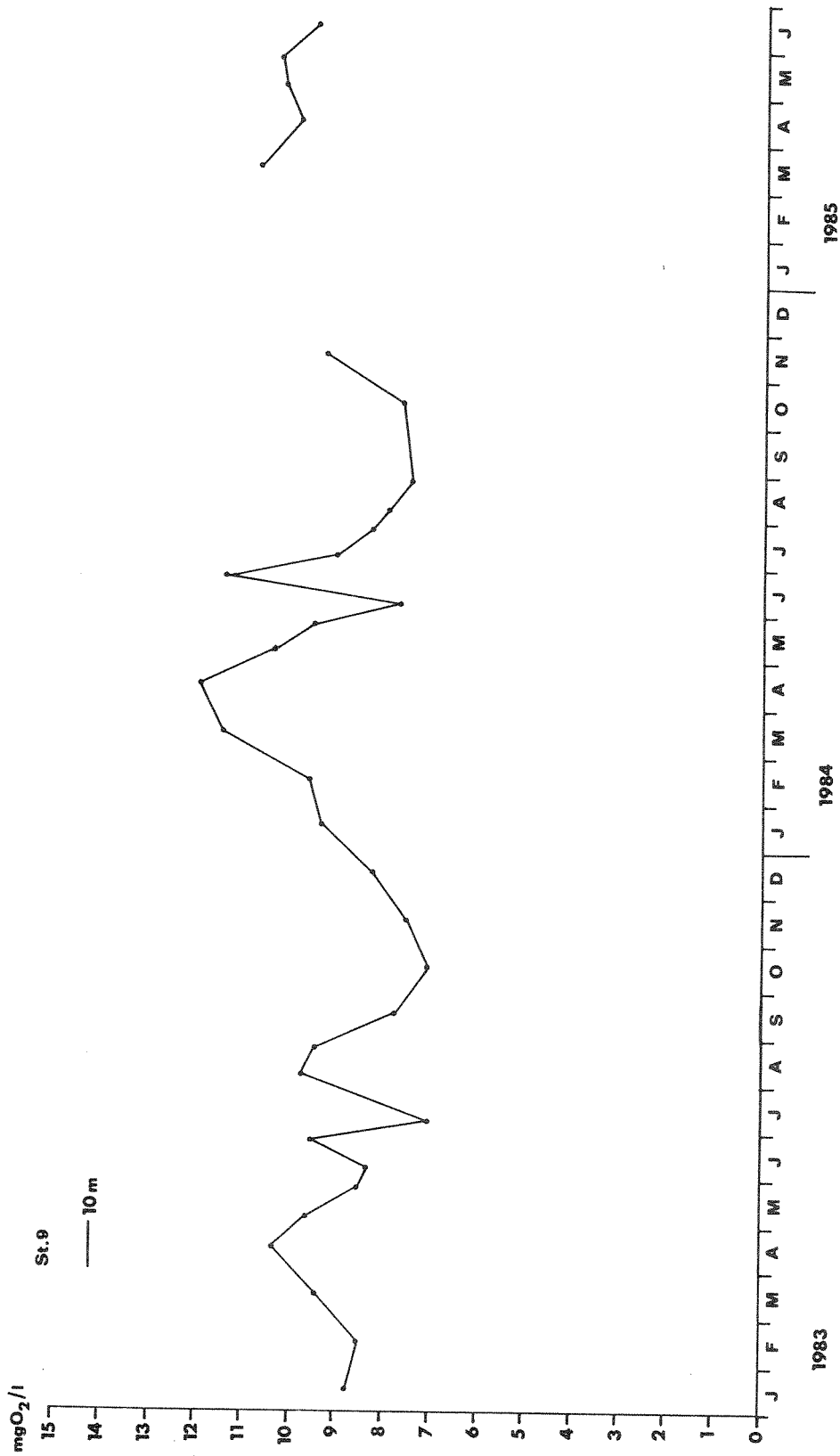
Resultatene er vist på figurene 12-15 for henholdsvis stasjonene 3, 5 og 9.



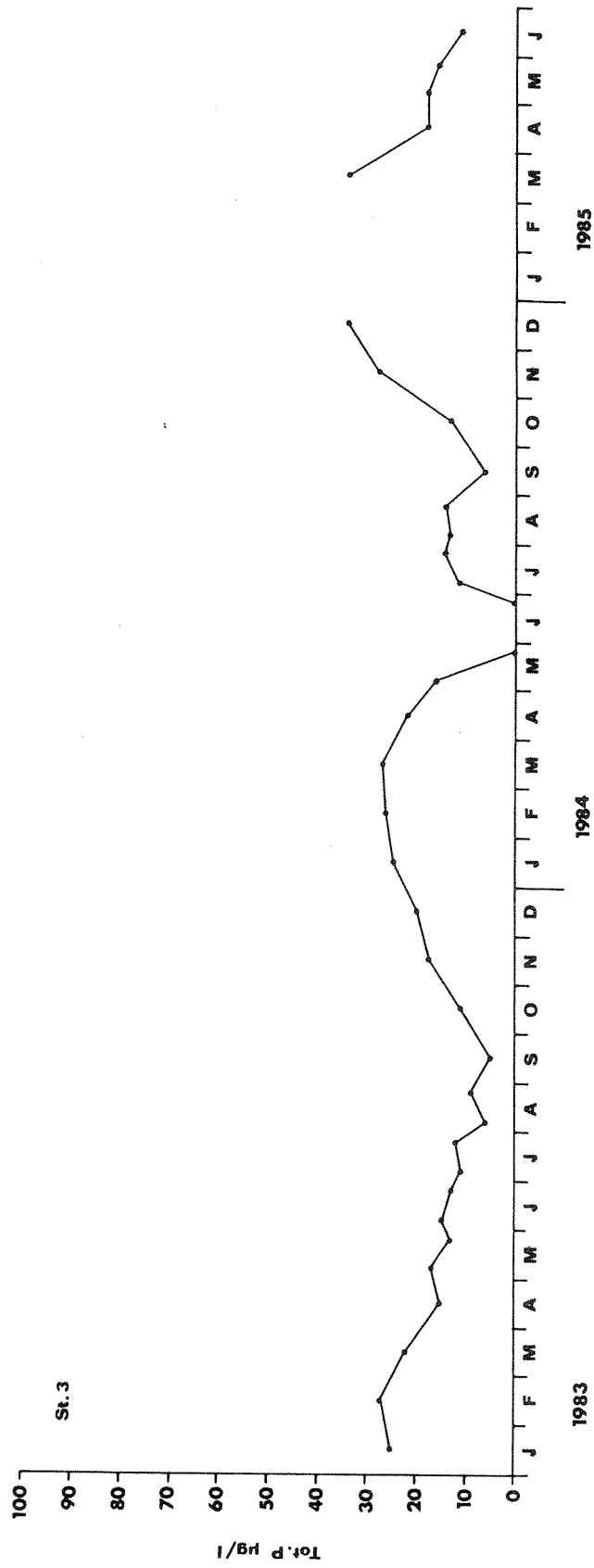
Figur 9. Variasjonene i oksygeninnholdet i dypvannet på stasjon 3 i undersøkelsesperioden.



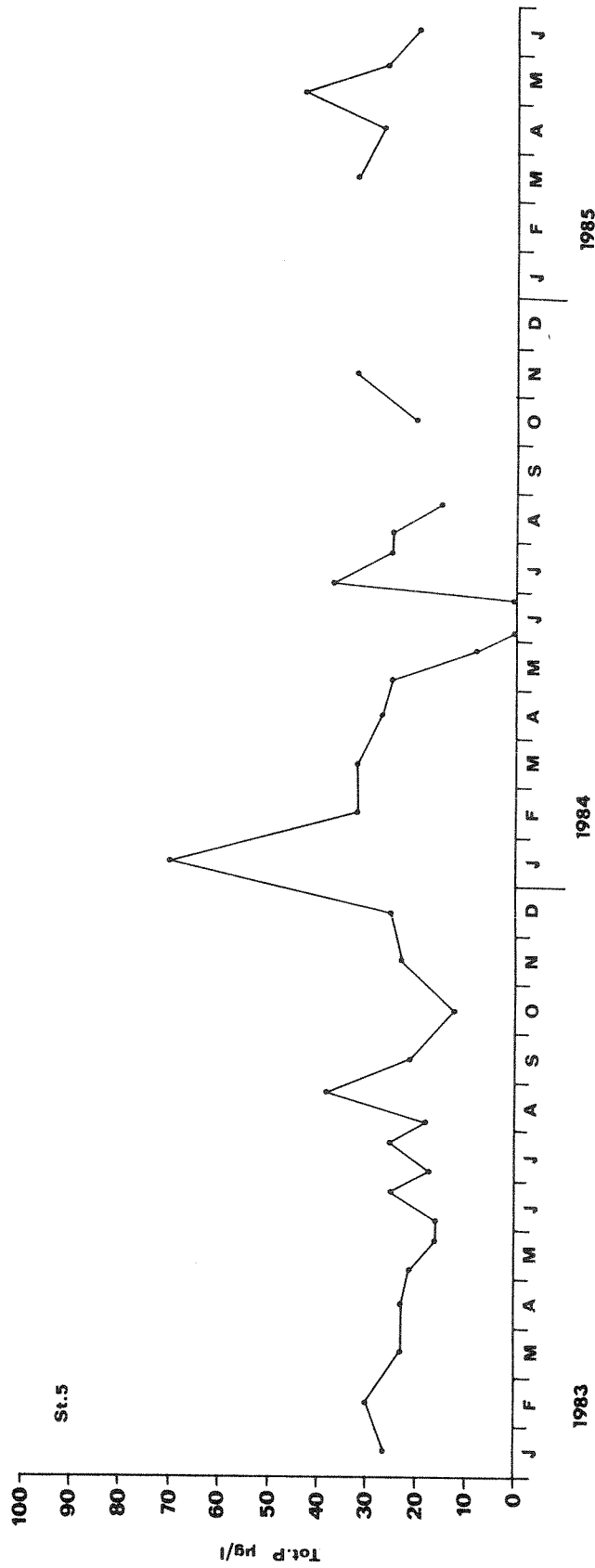
Figur 10. Variasjonene i oksygeninnholdet i dypvannet på stasjon 5 i undersøkelsesperioden.



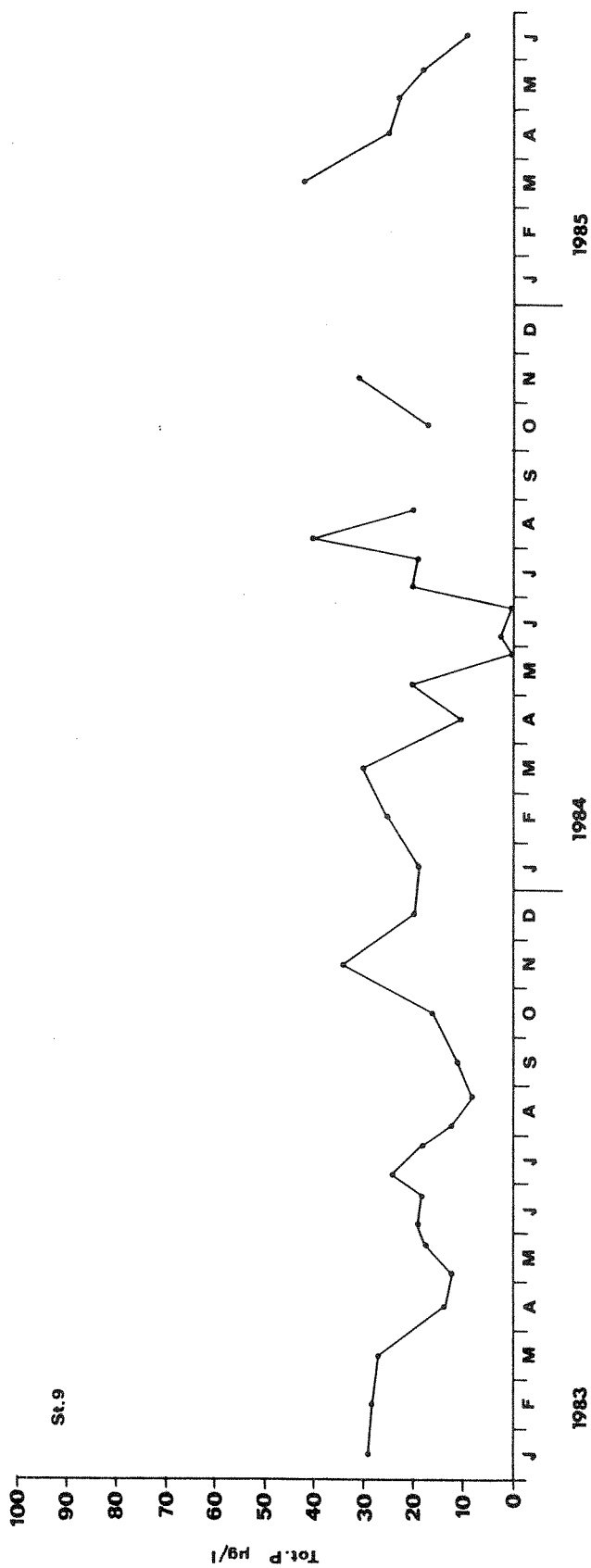
Figur 11. Variasjonene i oksygeninnholdet i dypvannet på stasjon 9 i undersøkelsesperioden.



Figur 12. Variasjonene i innholdet av tot-P i dypvannet på stasjon 3 i undersøkelsesperioden.
(Blandprøve mellom 15 og 20 m.)



Figur 13. Variasjonene i innholdet av tot-P i dypvannet på stasjon 5 i undersøkelsesperioden. (Blandprøve mellom 20 og 30 m.)



Figur 14. Variasjonene i innholdet av tot-P i dypvannet på stasjon 9 i undersøkelsesperioden.

Den totale variasjon ligger mellom mindre enn 2 μg (påvisningsgrense) og 70 μg pr. liter. Registreringen på 70 μg ble gjort på st. 5 og kan forklares som en påvirkning fra utslippet. Gjennomgående har stasjon 5 høyere P-innhold enn de to andre stasjonene, og særlig sammenlignet med st. 3.

Forøvrig avviker ikke de målte P-verdier, generelt, fra det som karakteriserer vannmassene i Skagerrak (Danielsson & al 1975).

4.5. Total nitrogen

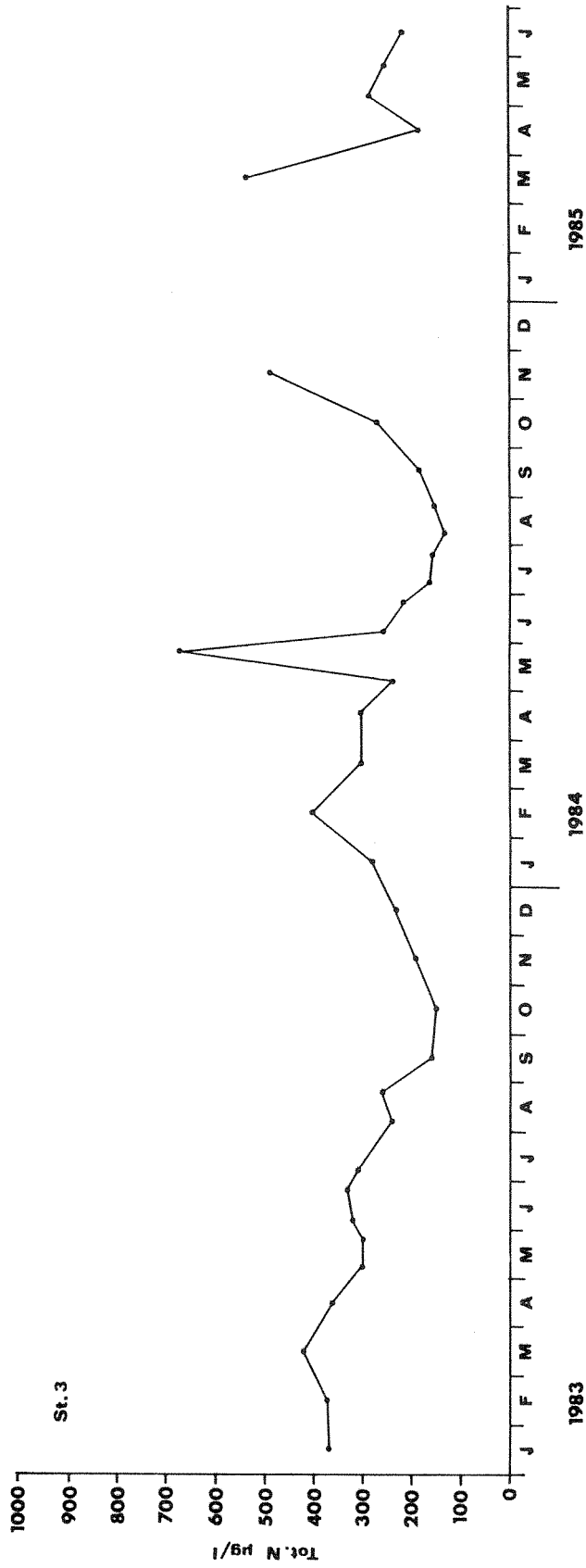
Målingene viste noen få ekstremer. Disse er enkeltobservasjoner og er ikke representative for lengre perioder.

Gjennomgående var tot-N innholdet representativt for det åpne Skagerrak.

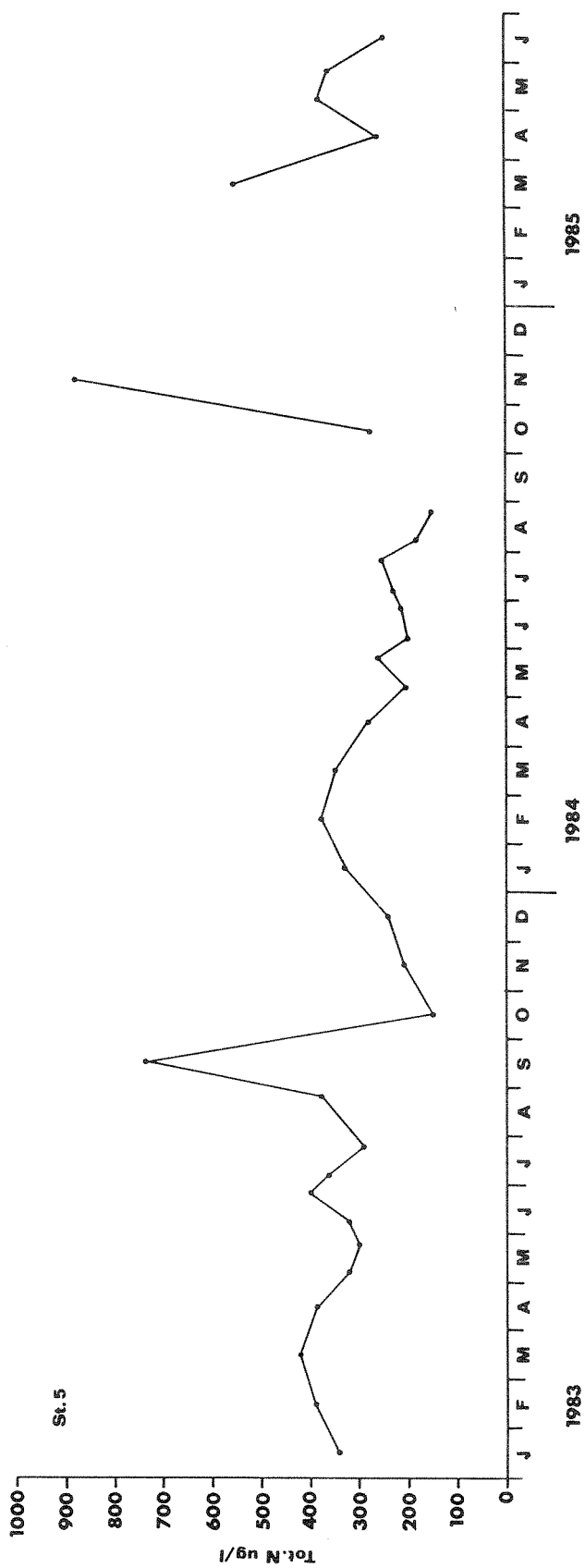
Det kan ikke påvises noen utviklingstendens i forhold til forrige rapporterte dataserie.

Resultatene er vist på figurene 15-17 for henholdsvis stasjonene 3, 5 og 9.

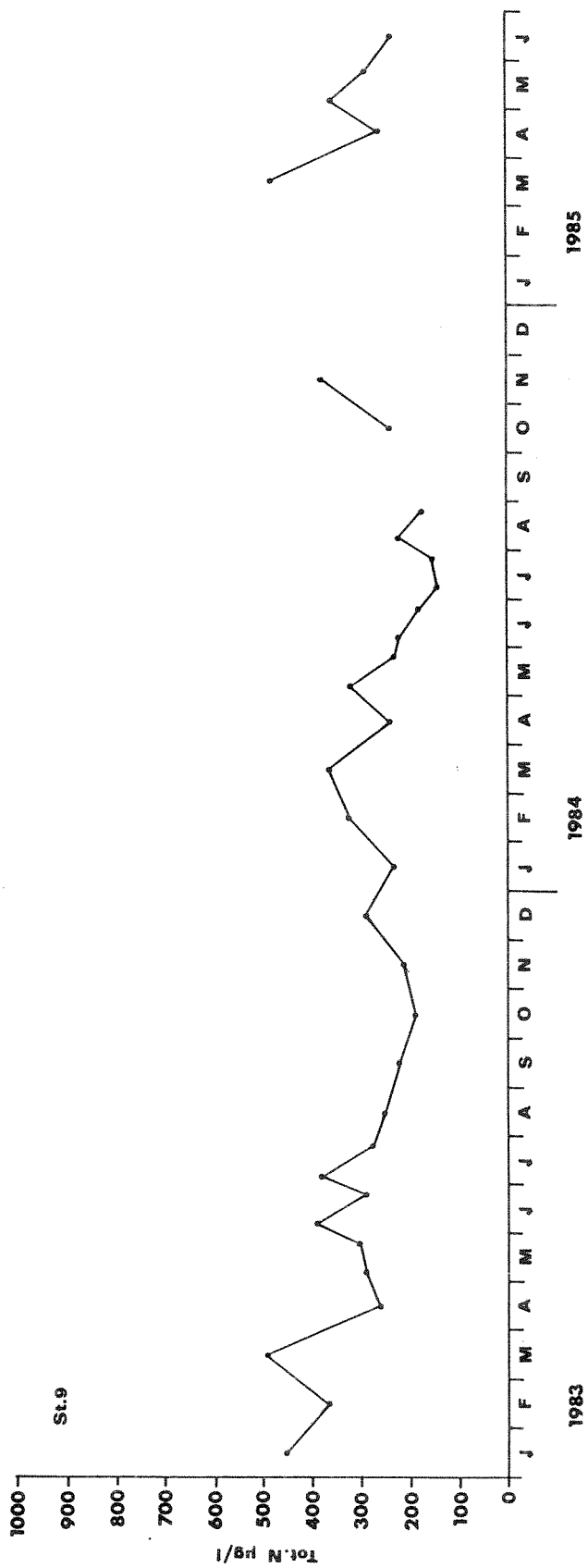
De målte verdier varierte mellom 130 og 880 $\mu\text{g N/l}$. Gjennomgående er tot-N-innholdet lavere enn 400 $\mu\text{g/l}$. Det kan ikke påvises noen tendens i forhold til forrige undersøkelsesperiode (Boman og Wikander 1983).



Figur 15. Variasjonene i innholdet av tot-N i dypvannet på stasjon 3 i undersøkelsesperioden. (Blandprøve mellom 15 og 20 m.)



Figur 16. Variasjonene i innholdet av tot-N i dypvannet på stasjon 5 i undersøkelsesperioden. (Blandprøve mellom 20 og 30 m.)



Figur 17. Variasjonene i innholdet av tot-N i dypvannet på stasjon 9 i undersøkelsesperioden.

5. LITTERATUR

- Boman, E. 1982. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Overflatens vannkvalitet i perioden juni 1981 - april 1982. Rapport fra Norsk Institutt for vannforskning, Sørlandsavdelingen, O-81112, 24 s.
- Boman, E. og Wikander, P.B. 1983. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Delrapport 2. Dypvann og sedimenter i perioden juni 1981 - november 1982. Rapport fra Norsk Institutt for vannforskning, Sørlandsavdelingen, O-81112, 29 s.
- Danielsen, D. S. og Iversen, S. A. 1976. Intern rapport angående resipientundersøkelser i Arendalsområdet i 1975. Del I. Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt, Statens Biologiske stasjon, Flødevigen, 77 s.
- Danielsen, D. S. og Iversen, S.A. 1978. Intern rapport angående resipientundersøkelser i Arendalsområdet i 1975. Del II. Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt, Statens Biologiske stasjon, Flødevigen.
- Danielsson, L. G. & al. 1975. Byfjorden: Kemiska undersökningar. Statens Naturvårdsverk, 85 s.
- FAO 1969. Fish, other aquatic life, and wildlife. FAO Fisheries Technical Paper. 94. Rome. p. 70.
- Kirkerud, L. og Molvær, J. 1980. Overvåking av forurensninger i Grenlandsfjordene og Skienselva i 1978. Delrapport nr. 5. Vannkvalitet i overflatelag og dypvann. Rapport fra Norsk institutt for vannforskning, O-76129, 24 s.
- Magnusson, J. 1976. Strømundersøkelser ved Utnes, Arendalsområdet. Rapport fra Norsk institutt for vannforskning, O-8475, 93 s.

- Næs, K. 1985. Overvåkning av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Overflatens vannkvalitet i perioden juni 1983 - juni 1985. Delrapport 4. Rapport fra Norsk institutt for vannforskning, Sørlandsavdelingen, 0-81112, 21 s + vedlegg.
- Olsen, S. 1984. Overvåkning av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy kommune. Overflatens vannkvalitet i perioden mai 1982 - mai 1983. Delrapport nr. 3. Rapport fra Norsk institutt for vannforskning, Sørlandsavdelingen. 38 s inkl. vedlegg.
- Sand, N. P. 1978. Intern rapport angående resipientundersøkelser i Arendalsområdet i 1976. Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt, Statens Biologiske stasjon, Flødevigen.
- Sand, N. P. 1979. En fysisk/kjemisk helårsundersøkelse i Arendalsområdet (1976-1977). Hovedfagoppgave i marinbiologi, Univ. i Oslo, 138 s.
- Wikander, P.B. 1985. Overvåkning av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Delrapport 5. Bløtbunnsfauna 1981 og 1983. Rapport fra Norsk institutt for vannforskning, Sørlandsavdelingen, 48 s inkl. vedlegg.

6. VEDLEGG

Tabell 1

Primærdata, stasjon 3, 15-20 m.

Dato	Temp °C		Salt o/oo		Oksygen mg/l		Total fosfor µg/l blandpr. 15-20 m	Total nitrogen µg blandpr. 15-20 m
	15 m	20 m	15 m	20 m	15 m	20 m		
13.01.83	6,9 ¹⁾	6,9 ¹⁾	37,4 ²⁾	36,6 ²⁾	8,3	6,5	25	365
17.02.83	2,7 ¹⁾	3,2 ¹⁾	31,0 ²⁾	31,5 ²⁾	10,2	9,9	27	370
14.03.83	5,4 ¹⁾	5,6 ¹⁾	33,6 ²⁾	33,7 ²⁾	9,4	9,3	22	420
12.04.83	4,5 ¹⁾	4,3 ¹⁾	26,0 ²⁾	27,5 ²⁾	10,8	10,6	15	360
05.05.83	5,2 ¹⁾	5,4 ¹⁾	31,9 ²⁾	32,8 ²⁾	9,5	9,5	17	300
25.05.83	8,0 ¹⁾	7,2 ¹⁾	30,4 ²⁾	32,1 ²⁾	9,3	9,0	13	300
09.06.83	7,7 ¹⁾	7,6 ¹⁾	32,8 ²⁾	33,0 ²⁾	8,8	8,8	15	320
22.06.83	11,0	9,2	30,5	32,6	8,4	8,8	13	330
05.07.83		11,1 ¹⁾		31,9 ²⁾		8,0	11	310
21.07.83	13,5 ¹⁾	13,1 ¹⁾	31,2 ²⁾	31,5 ²⁾	7,6	7,8	12	
09.08.83	14,6 ¹⁾	14,2 ¹⁾	31,3 ²⁾	31,4 ²⁾	8,4	8,1	6	240
23.08.83	14,9 ¹⁾	15,2 ¹⁾	31,3 ²⁾	30,6 ²⁾	7,7	7,7	9	260
06.09.83	14,3 ¹⁾	14,0 ¹⁾	32,1 ²⁾	32,3 ²⁾	7,5	7,5	5	160
04.10.83	13,8	13,8	32,7	32,7	7,5	7,0	11	150
09.11.83	11,1 ¹⁾	11,2 ¹⁾	33,4 ²⁾	33,6 ²⁾	8,3	8,2	18	190
06.12.83	8,1	8,2	33,7	33,9	8,7	8,7	20	230
16.01.84	4,7	4,8	32,6	32,6	9,6	9,6	25	280
07.02.84	1,8	1,8	30,0	30,0	10,7	10,7	26	400
13.03.84	1,4 ¹⁾	1,5 ¹⁾	25,0 ²⁾	26,0 ²⁾	12,8	12,6	27	300
10.04.84	6,1	6,6	33,4	33,9	9,2	10,8	22	300
08.05.84	8,6	7,1	22,7	25,1	10,8	11,4	16	230
29.05.84	7,2	6,6	30,8	32,5	9,8	9,1	<2	670
12.06.84	6,6	6,6	33,1	33,4	9,1	9,0	<2	250
26.06.84	15,3	14,8	25,8	26,5	8,6	8,7	<2	210
11.07.84	12,8	12,6	31,7	32,1	8,7	8,6	11	160
25.07.84	14,5	13,9	31,1	31,3	8,4	8,2	14	150
07.08.84	14,9	14,9	31,5	31,6	8,1	8,0	13	130
21.08.84	16,8	15,9	29,7	30,7	8,0	7,7	14	150
18.09.84	14,2	14,3	29,4	31,1	8,3	7,8	6	180
23.10.84	11,6	11,7	31,6	31,7	8,3	8,2	13	265
26.11.84	7,8	8,3	26,6	28,0	9,5	9,4	28	480
19.03.85	0,6 ¹⁾	1,5 ¹⁾			14,1	12,0	34	530
15.04.85	3,4 ¹⁾	3,8 ¹⁾	30,7 ²⁾	32,9 ²⁾	10,7	10,2	18	180
13.05.85	5,6	4,3	30,0	32,5	10,2	10,1	18	280
29.05.85	6,9	5,9	28,4	30,4	9,9	10,2	16	250
19.06.85	10,4	9,0	31,6	33,4	8,9	8,7	11	210
03.07.85	12,1	9,4	30,5	32,7	8,4	8,3	10	220
31.07.85	16,6 ¹⁾	16,7 ¹⁾	29,6 ²⁾	29,9 ²⁾	7,8	7,7	10	-

1) Målt med termometer i felt.

2) Målt i laboratoriet.

Tabell 2

Primærdata, stasjon 5, 20-30 m.

Dato	Temp °C		Salt o/oo		Oksygen mg/l		Total fosfor µg/l	Total nitrogen µg/l
	20 m	30 m	20 m	30 m	20 m	30 m	blandpr. 20-30 m	blandpr. 20-30 m
13.01.83	6,9 ¹⁾	7,1 ¹⁾	20,2 ²⁾	36,9 ²⁾	8,9	6,7	26	340
17.02.83	3,4 ¹⁾	4,7 ¹⁾	31,7 ²⁾	32,7 ²⁾	10,2	9,9	30	390
14.03.83	5,6 ¹⁾	5,7 ¹⁾	33,5 ²⁾	33,7 ²⁾	9,2	9,2	23	425
12.04.83	4,3 ¹⁾	4,8 ¹⁾	29,5 ²⁾	32,6 ²⁾	10,5	9,6	23	390
05.05.83	5,2 ¹⁾	5,2 ¹⁾	32,6 ²⁾	33,1 ²⁾	9,5	9,5	21	325
25.05.83	7,2 ¹⁾	6,6 ¹⁾	31,9 ²⁾	33,3 ²⁾	9,0	8,9	16	300
09.06.83	7,7 ¹⁾	7,5 ¹⁾	32,8 ²⁾	33,2 ²⁾	8,8	8,7	16	320
22.06.83	9,0	8,6	32,2	32,9	8,3	8,3	25	400
05.07.83	10,6 ¹⁾	9,8 ¹⁾	33,4 ²⁾	32,2 ²⁾	7,8	7,7	17	360
21.07.83	12,4 ¹⁾	11,0 ¹⁾	31,7 ²⁾	32,8 ²⁾	7,7	6,8	25	290
09.08.83	14,2 ¹⁾	12,0 ¹⁾	31,6 ²⁾	32,5 ²⁾	8,1	6,5	18	-
23.08.83	14,4 ¹⁾	11,0 ¹⁾	31,7 ²⁾	32,3 ²⁾	7,5	5,1	38	380
06.09.83	13,6 ¹⁾	13,2 ¹⁾	32,3 ²⁾	32,5 ²⁾	7,1	6,8	21	735
04.10.83	13,9	13,8	32,8	32,8	7,2	7,4	12	150
09.11.83	11,2 ¹⁾	11,1 ¹⁾	33,4 ²⁾	32,0 ²⁾	8,1	8,1	23	210
06.12.83	8,2	8,4	33,9	34,0	8,7	8,4	25	240
16.01.84	5,5	5,6	32,9	33,5	9,3	9,2	70	330
07.02.84	2,5	3,3	31,5	32,6	10,3	10,0	32	375
13.03.84	1,5 ¹⁾	3,5 ¹⁾	25,8 ²⁾	31,9 ²⁾	12,4	9,6	32	350
10.04.84	7,0	7,0	33,8	33,9	9,1	8,5	27	280
08.05.84	7,2	6,8	23,9	33,6	11,7	7,9	25	300
29.05.84	6,2	6,2	32,9	33,3	8,9	8,6	8	360
12.06.84	6,3	6,4	33,9	34,0	9,0	8,9	<2	200
26.06.84	14,2	8,8	27,0	32,6	13,4	7,6	<2	205
11.07.84	11,6	11,2	32,0	32,0	8,3	7,4	37	230
25.07.84	13,7	12,8	31,0	31,9	8,0	6,9	25	250
07.08.84	14,8	13,6	31,5	32,3	7,8	7,1	25	190
21.08.84	15,0	13,8	31,0	32,3	8,0	7,6	15	150
18.09.84	14,4	14,0	30,0	32,1				
23.10.84	12,0	12,1	32,5	33,0	8,4	7,2	20	275
26.11.84	9,0	9,3	29,5	30,6	8,8	8,7	32	880
19.03.85	2,4 ¹⁾	4,2 ¹⁾			11,4	9,7	32	550
15.04.85	3,6 ¹⁾	4,3 ¹⁾	31,2 ²⁾	33,7 ²⁾	9,9	9,0	27	260
13.05.85	4,1	3,6	32,1	33,9	9,2	9,3	43	380
29.05.85	6,5	4,4	29,1	33,3	9,9	9,3	26	360
19.06.85	8,5	6,8	32,8	34,2	8,8	8,4	20	250
03.07.85	11,3	8,4	31,4	33,7	9,7	7,2	15	290
31.07.85	-	-	30,4 ²⁾	32,4 ²⁾	7,6	6,7	18	220

1) Målt med termometer i felt.

2) Målt i laboratoriet.

Tabell 3

Primærdata, stasjon 9, 10 m.

Dato	Temp °C	Salt o/oo	Oksygen mg/l	Total fosfor µg/l	Total nitrogen µg/l
	10 m	10 m	10 m	10 m	10 m
13.01.83	7,1 ¹⁾	37,6 ²⁾	8,8	29	450
17.02.83	5,4 ¹⁾	33,1 ²⁾	8,5	28	360
14.03.83	4,4 ¹⁾	31,4 ²⁾	9,4	27	490
12.04.83	4,4 ¹⁾	27,1 ²⁾	10,3	13	260
05.05.83	6,6 ¹⁾	23,5 ²⁾	9,6	12	295
25.05.83	7,2 ¹⁾	31,3 ²⁾	8,6	17	300
09.06.83	8,5 ¹⁾	31,8 ²⁾	8,3	19	390
22.06.83	10,7 ¹⁾	31,1	9,5	18	290
05.07.83	10,5 ¹⁾	32,4 ²⁾	7,1	24	380
21.07.83	12,4 ¹⁾	31,9 ²⁾	-	18	270
09.08.83	14,3 ¹⁾	31,7 ²⁾	9,7	12	-
23.08.83	13,8 ¹⁾	31,9 ²⁾	9,4	9	250
06.09.83	14,7 ¹⁾	31,8 ²⁾	7,7	11	220
04.10.83	13,9	32,3	7,0	16	190
09.11.83	11,4 ¹⁾	33,5 ²⁾	7,6	34	210
06.12.83	8,1	33,7	8,2	20	290
16.01.84	5,6	33,2	9,3	19	230
07.02.84	3,2	32,0	9,6	25	320
13.03.84	2,7	29,0 ²⁾	11,4	30	370
10.04.84	2,7 ¹⁾	22,2	11,9	10	240
08.05.84	5,9	30,1	10,3	20	320
29.05.84	10,6	27,4	9,4	<2	230
12.06.84	9,9	29,9	7,6	2	220
26.06.84	9,9	32,6	11,3	<2	180
11.07.84	11,2	33,0	9,0	20	140
25.07.84	14,7	30,8	8,2	19	150
07.08.84	14,5	31,8	7,9	40	220
21.08.84	16,2	30,6	7,4	20	170
18.09.84	14,8	30,4	-	-	-
23.10.84	12,2	33,0	7,6	17	240
26.11.84	9,4	30,3	9,3	31	380
19.03.85	1,5 ¹⁾		10,6	42	480
15.04.85	3,0 ¹⁾	29,7 ²⁾	9,8	25	260
13.05.85	4,4	29,3	10,1	23	360
29.05.85	6,7	30,2	10,2	18	290
19.06.85	12,2	31,5	9,4	9	240
03.07.85	11,1	31,9	9,2	10	300
31.07.85	15,1 ¹⁾		7,2	15	220

1) Målt med termometer i felt.

2) Målt i laboratoriet.