

1620

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse: Brekke 23 52 80
Postboks 333, Blindern
Oslo 3

Rapportnummer: 0-8000310
Undernummer: VI
Løpenummer: 1620
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Basisundersøkelse i Ranafjorden - en marin industri-resipient. Delrapport VI. Hydrografiske undersøkelser 1980-1982. (Overvåkingsrapport 130/84)	Dato: 30. mai 1984
	Prosjektnummer: 0-8000310
Forfatter(e): Magne Haakstad	Faggruppe: HYDRØKOLOGI
	Geografisk område: Nordland
	Antall sider (inkl. bilag): 48

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (Statlig program for forurensningsovervåking)	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
--	----------------------------------

Ekstrakt:

De hydrografiske undersøkelsene av Ranafjorden i 1980, 1981 og 1982 hadde til formål å kvantifisere utskiftningshastigheten i dypvannet og intermediære vannmasser i Nordrana. Dypvannet i Nordrana ble halvveis fornyet i 1981 og fullstendig fornyet våren 1982. Oksygeninnholdet ved denne og tidligere undersøkelser har stort sett vært høyere enn 5 ml/l. De intermediære vannmasser ser ut til å bli fornyet ca 3-4 ganger pr. år i gjennomsnitt, med lengst oppholdstid i sommerperioden.

Statlig program

4 emneord, norske: Overvåkingsrapport
1. Ranafjorden
2. Hydrografi
3. Vannutskiftning
4. Oksygen
Basisundersøkelse 1980-1982

130/84

4 emneord, engelske:
1. Ranafjorden
2. Hydrography
3. Water exchange
4. Oxygen

Prosjektleder:

Lars A. Kuskved

Divisjonssjef:

Jan S. Solbakk

For administrasjonen:

J. E. Samdal
Jan Ovevann

ISBN 82-577-0782-1

BASISUNDERSØKELSE I RANAFJORDEN
- EN MARIN INDUSTRIRESIPIENT.
DELRAPPORT VI HYDROGRAFISKE
UNDERSØKELSER 1980-82.

Forfatter : Magne Haakstad

Prosjektleder: Lars Kirkerud

I N N H O L D S F O R T E G N E L S E

<u>SEKSJON</u>	<u>SIDE</u>
1 SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	2
2 GENERELL INNLEDNING	5
2.1 _FORMÅLET MED UNDERSØKELSEN_	5
2.2 _TOPOGRAFI_	8
2.3 _FERSKVANNSTILFØRSEL_	9
2.4 _TIDEVANNET_	9
2.5 _TIDLIGERE UNDERSØKELSER_	11
3 FELTARBEIDER OG METODER	13
4 RESULTATER	15
4.1 _SALINOTERMMÅLINGENE_	15
4.2 _TEMPERATUR_	19
4.3 _SALTHOLDIGHET_	23
4.4 _OKSYGEN_	27
5 DISKUSJON	31
5.1 _OVERFLATESIRKULASJONEN_	32
5.2 _INTERMEDIÆRE VANNMASSER_	34
5.3 _BASSENGVANNET_	38

<i>SEKSJON</i>	<i>SIDE</i>
<i>6 UTSKIFTNINGSFREKVENSEN I NORDRANA</i>	<i>41</i>
<i>6.1 _BASSENGVANNET_</i>	<i>42</i>
<i>6.2 _INTERMEDIÆRE VANNMASSER_</i>	<i>44</i>
<i>7 REFERANSER</i>	<i>47</i>

1 SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

De hydrografiske undersøkelserne av Ranafjorden i 1980, 1981 og 1982 hadde til formål å kvantifisere utskiftningshastigheten i dypvannet og intermediære vannmasser i Nordrana. Vannutskiftningen har betydning for transport, spredning og fortynning av forurensningskomponenter fra industriutslipp. Dypvannet i Nordrana ble halvveis fornyet i 1981 og fullstendig fornyet våren 1982. Oksygeninnholdet ved denne og tidligere undersøkelser har stort sett vært høyere enn 5 ml/l. De intermediære vannmasser ser ut til å bli fornyet ca 3-4 ganger pr. år i gjennomsnitt, med lengste oppholdstid i sommerperioden.

De hydrografiske undersøkelserne i 1980, 1981 og 1982 er utført etter oppdrag fra Statens forurensningstilsyn og er en del av statlig program for forurensningsovervåkning. Den foreliggende undersøkelsen ble planlagt og gjennomført for å kvantifisere utskiftningshastigheten for bassengvannet og intermediære vannmasser i Nordrana.

Undersøkelsen var basert på strømmålinger supplert med et hydrografisk måleprogram og salinotermmålinger innerst i fjorden. Strømmålerne ble imidlertid ikke gjenfunnet. Den foreliggende rapporten er derfor utarbeidet bare med grunnlag i den hydrografiske undersøkelsen. Resultatene av salinotermmålingene ble betydelig forringet ved at saltregistreringen var ute av funksjon i tre måneder.

Terskeldypet til Ranfjorden er på ca 100 m, men bassenget er delt i to med et internt terskeldyp på ca 280 m.

Bassengvannet i det ytre bassenget ble fornyet midtvinters både i 1981 og 1982, mens bassengvannet i det indre bassenget (Nordrana) ble fornyet samtidig bare i 1982. Bassengvannet i det indre bassenget ble i 1981 delvis fornyet ved at de vannmassene som tidligere på vinteren

hadde strømmet inn i det ytre bassenget, spredde seg videre innover i løpet av våren og sommeren. Omfanget av utskiftningen i det indre bassenget øker ut over sommeren og høsten 1981. Omfanget av utskiftningene er gitt i nedenforstående oppstilling.

År	Utskiftnings- perioden	Utskiftnings- grad
1981	mars - november	52%
1982	mars - mai	65%

Sirkulasjon og hydrografiske forhold i de intermediære vannmassene viser store variasjoner. Dette skyldes at disse vannmassene både er influert av overflatelaget, dypvannet og forholdene i kystvannet.

Dypvannet påvirker de intermediære vannmassene under kraftige utskiftningsperioder hvor det gamle bassengvannet presses opp i de intermediære vannlag.

De mest intense endringene i de intermediære vannmassene er imidlertid totale utskiftninger av disse vannmassene høsten 1980, 1981 og 1982. Disse utskiftningene er forårsaket av endringer i de hydrografiske forhold i kystvannet. I tillegg kommer en total fornyelse av de intermediære vannmassene i løpet av året gjennom den estuarine sirkulasjonen, se nedenforstående oppstilling.

År		Utskiftningsgrad gjennom estuarin sirkulasjon	Periodiske total-utskiftninger
1980	Høst		Innstrømming av lette vannmasser i oktober.
----	Vinter	Full utskiftning i løpet av vinterhalvåret.	
	Vår		
1981	Sommer	Femti prosent utskiftning i løpet av sommerhalvåret.	Innstrømming av lette vannmasser i sept.-nov.
	Høst		
----	Vinter	Full utskiftning i løpet av vinterhalvåret.	
1982	Vår	Femti prosent utskiftning i løpet av sommerhalvåret	Innstrømming av lette vannmasser i sept.-okt.
	Sommer		
	Høst		

I denne og andre kjente undersøkelser er det bare unntaksvis registrert enkeltobservasjoner med oksygeninnhold på under 5 ml/l i vannmassene i Ranfjorden.

2. GENERELL INNLEDNING

Basisundersøkelsen av Ranfjorden innen det statlige program for forurensningsovervåking ble satt igang i 1980 etter oppdrag fra Statens forurensningstilsyn. Det foreligger et omfattende grunnlagsmateriale for denne undersøkelsen gjennom NIVA's resipientundersøkelse fra 1975-76. Forurensningstilførslene til Nordrana, geologien, nedbørsfeltet og ferskvannstilførselen er utførlig beskrevet i rapport 1 fra den undersøkelsen, NIVA (1977a), mens hydrografiske, geokjemiske og biologiske undersøkelser er beskrevet i rapport 2 (NIVA 1977b).

2.1 Formålet med undersøkelsen

Den foreliggende undersøkelsen foregikk i perioden 27.08.80 - 13.10.82 og er en del av statlig program for forurensningsovervåking. Hensikten med denne rapporten er å forsøke å kvantifisere vannutskiftningen i intermediære og dypere vannmasser i Nordrana.

Undersøkelsen ble planlagt med et strømmålings- og et hydrografiprogram. På grunn av at strømmålerne forsvant i løpet av undersøkelsesperioden, foreligger det ikke strømdata. Denne svikten i undersøkelsesprogrammet fører til at beregninger av vannutskiftningen blir beheftet med usikkerhet.

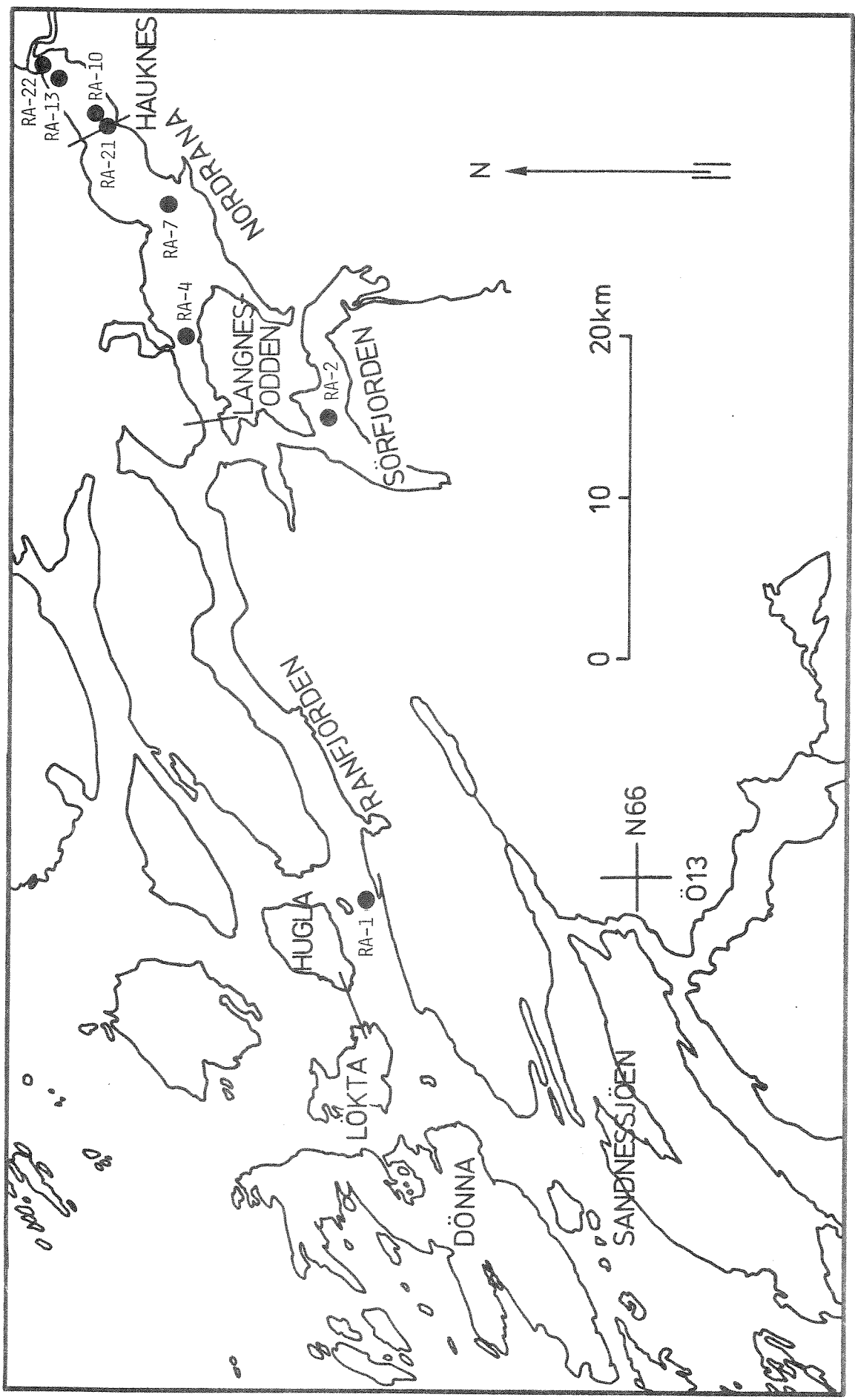
Hydrografiprogrammet ble lagt opp som et supplement til strømmålingene og er således dårlig egnet som eneste grunnlag for å estimere utskiftningshastigheten. Dette fører til at de estimerte utskiftningshastigheter er beheftet med stor usikkerhet. Der hvor det har vært mulig er utskiftningshastigheten forsøkt beregnet på forskjjel-

er utskiftningshastigheten forsøkt beregnet på forskjellige måter.

Posisjonen til de forskjellige hydrografistasjonene er gitt i tabell 1 og inntegnet på oversiktskartet i figur 1.

Stasjon	Posisjon	
	Nord	Øst
RA 1	66 ⁰ 09,30'	12 ⁰ 58,50'
RA 2	66 ⁰ 10,27'	13 ⁰ 39,0'
RA 4	66 ⁰ 15,07'	13 ⁰ 45,55'
RA 7	66 ⁰ 15,36'	13 ⁰ 56,43'
RA 10	66 ⁰ 18,13'	14 ⁰ 04,18'
RA 13	66 ⁰ 19,40'	14 ⁰ 07,30'
RA 21	66 ⁰ 17,70'	14 ⁰ 02,3'
RA 22	66 ⁰ 19,96'	14 ⁰ 08,0'
RA 23	66 ⁰ 19,63'	14 ⁰ 07,8'

Tabell 1: Stasjonsoversikt for hydrografistasjonene i Ranfjorden 1980 - 82.

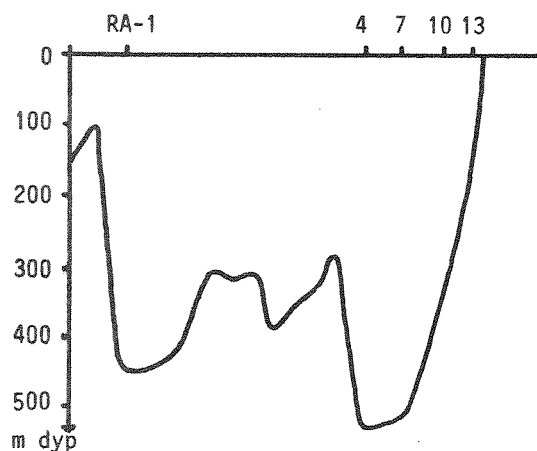


Figur 1. Oversiktskart over undersøkelsesområdet.

2.2 Topografi

Ranfjorden er en typisk terskelfjord som strekker seg sydvestover fra Mo. Ved øya Løkta deler fjorden seg i en gren som fortsetter sørvestover som Alstfjorden og en del som grener av nordover. Den sørligste grenen er både grunn og smal. Den nordlige grenen har sitt grunneste parti i området mellom Hugla og Løkta, hvor det sannsynligvis er et terskeldyp på ca 100 meter. Den nordlige grenen har god forbindelse til kystvannet fra Løkta og vestover.

Selve hovedløpet i Ranfjorden er delt i to bassenger med et mellomliggende terskeldyp på ca 280 meter ved Langnesodden. Det innerste bassenget, Nordrana har dyp ned til ca 530 meter, mens det ytre bassenget har dyp ned til ca 430 meter. Dybdeprofilen for Ranfjorden er tegnet i figur 2.



Figur 2. Dybdeprofil for Ranfjorden.

2.3 Ferskvannstilførsel

Nedbørsfeltet til Nordrana er sterkt regulert, og ca 90% av ferskvannstilførselen til fjorden passerer gjennom kraftstasjonene. Midlere ferskvannstilførsel til Nordrana er på ca 325 m³/s, NIVA (1977a). Uheldigvis fungerte ikke vannstandsmåleren i Ranelva under deler av dette undersøkelsesprogrammet. Det er følgelig ikke mulig å tallfeste variasjonene i ferskvannstilførselen i løpet av undersøkelsesperioden.

2.4 Tidevannet

Tidevannet er den prosess som påvirker vannmassene mest likt i alle dyp. Men virkningen av tidevannet er størst i fjordmunningen hvor hastigheten er størst.

Med utgangspunkt i tidevannsvariasjonene kan tidevannstransporter og hastigheter beregnes. Tidevannsstrømmens amplitude V er:

$$V = \frac{2\pi \bullet H}{T} \bullet \frac{Ah}{Av}, \text{ hvor}$$

Ah - fjordens areal innenfor det aktuelle området

Av - fjordens tverrsnitt

T - tidevannsperioden

H - overflatens amplitude

Denne er beregnet i tabell 2. Midlere tidevannsforskjell er satt til 1,7 m, NVE (1959).

I de trangeste områdene ved innløpet til Ranfjorden betyr dette horisontale forflytninger av vannmassene på omkring 1/2 km hver vei i løpet av en tidevannsperiode. De hori-

sontale tidevannsflytningene av vannmassene i innløpet til Nordrana er av samme størrelsesorden.

Disse tidevannshastighetene er ikke spesielt store. Tidevannshastighetene i innløpet til Skjomen er for eksempel over dobbelt så store, Loeng (1978).

Tidevannet har likevel en avgjørende innflytelse på vannmassen i fjorden og bidrar til at fjorden utenom innstrømningsperiodene horisontalt har nærmest homogene forhold.

Område	Overflate- areal 10^6 m^2	Fjordens tverrsnitt 10^6 m^2	Tidevanns- volum 10^6 m^3	Midlere tidevanns- amplitude cm/s
Nordrana til 5 km vest for RA-4	90	0,28	153	3,8
Ranfjorden til 3 km øst for RA-1	210	0,60	357	4,3

Tabell 2. Tidevannstransport og tidevannshastighet i de trangeste områdene i innløpet til Ranfjorden og Nordrana.

2.5 Tidligere undersøkelser

Det har ikke vært foretatt noen større koordinert undersøkelse av Ranfjorden. Det har imidlertid vært gjennomført en rekke mindre og partielle hydrografiske undersøkelser:

- Strømmålinger ved Ranelvas utløp og modellforsøk. VHL (1966).
- Resipientundersøkelser med innledende hydrografiske undersøkelser. NIVA (1977).
- Undersøkelser over partikkelinnholdet i vannmassene i Ranfjorden. Aas (1976).
- Spredte hydrografiske observasjoner i perioden 1938-77. Upublisert materiale fra Havforskningsinstituttet.

I det upubliserte materialet fra Havforskningsinstituttet synes det å være to ekstremår med hensyn på bassengvannet i fjorden.

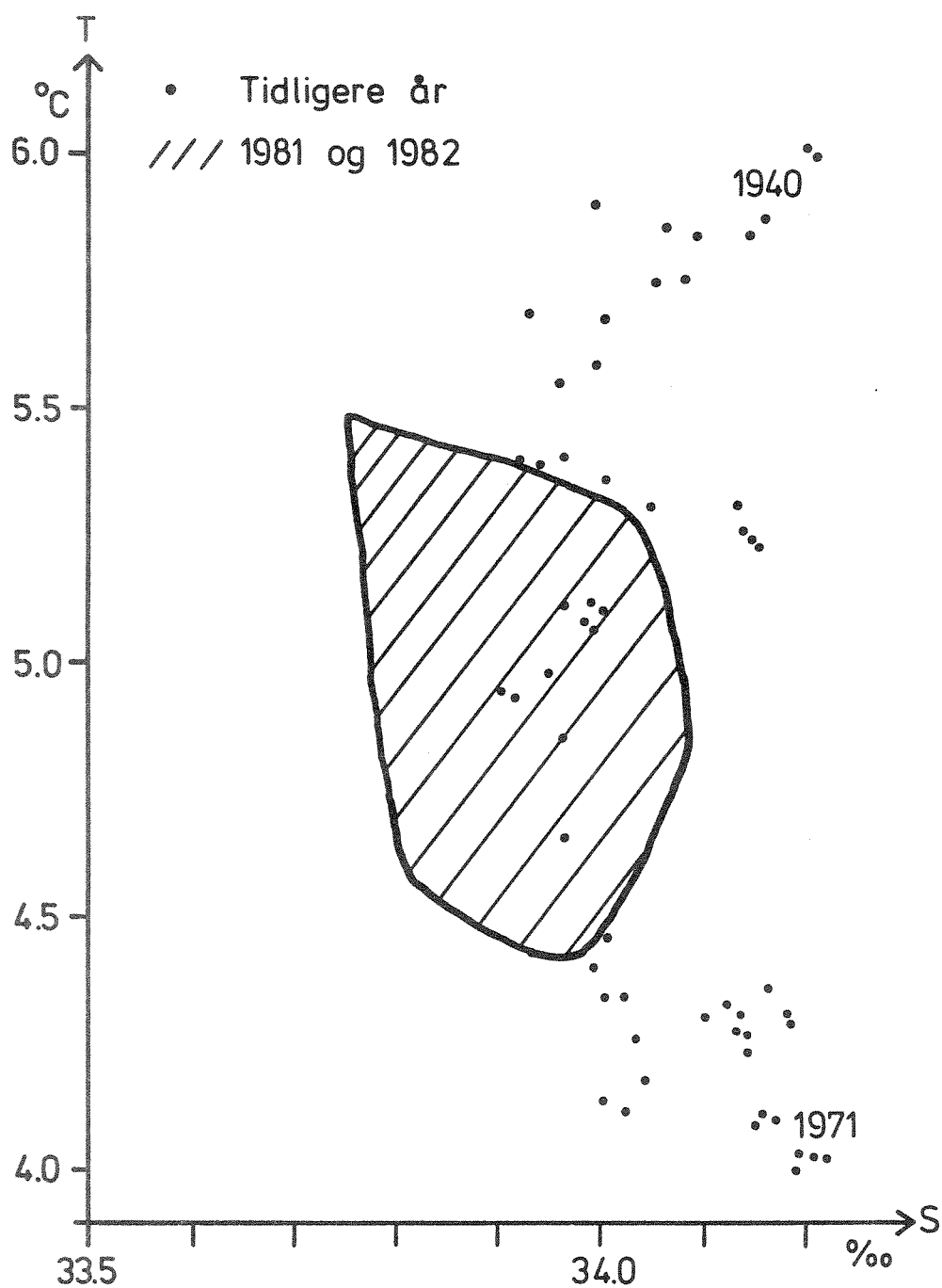
I 1940 var det vannmasser i de dypere områdene med temperatur opptil 6°C og saltholdighet rundt 34.2 o/oo.

I 1971 var temperaturen i de samme områdene nede i 4°C og saltholdigheten opptil 34.2 o/oo.

Observasjonene i 1981 og 82 ligger noenlunde midt mellom disse to ekstremårene, men med lavere saltholdighet, figur 3. Observasjonene fra 1981 og 1982 kan sannsynligvis således antas å ligge nær opp til et normalår.

Det er i det hele tatt lite observasjoner fra sammenliknbare fjorder i dette området. Skjomenfjorden som er godt undersøkt er mye mindre og er sterkt preget av å være en sidefjord til Vestfjorden, Loeng (1978).

Ranfjorden fra 200m til bunnen.



Figur 3. T-S diagram for foreliggende og tidligere observasjonsmateriale.

3 FELTARBEIDER OG METODER

Feltarbeidene ble utført med F/F Raud den Rame fra NDH og Kørven fra Rana Museum.

Selvregistrerende strømmålere ble satt ut (men ikke gjenfunnet) øst for Ranskjær i posisjon N $66^{\circ}15,15'$ og Ø $13^{\circ}45,65'$ for å måle vannutskiftningen. Som et supplement til strømmålingsprogrammet og for å undersøke vannkvalitet i Nordrana ble det gjennomført et måleprogram som omfattet hydrografiske parametre.

Observasjonene på RA-21, RA-22 og RA-23 ble utført fra Kørven med Electronic switchgear salinoterm, type MC-5. Salinometer er et elektrisk måleinstrument med en sonde som senkes ned til ønsket dyp. Resultatene avleses ombord med en nøyaktighet på $\Delta t = \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ og $\Delta S = \pm 0,2$ o/oo når instrumentet fungerer som det skal.

Dypstasjonene (RA1, RA2, RA4, RA7, RA10 og RA13) ble utført fra Raud med Nansen vende vannhentere.

Temperaturen ble målt med vendetermometre med en nøyaktighet på $\Delta t = \pm 0,02^{\circ}\text{C}$. Saltholdigheten ble bestemt med induktivt salinometer i NHD's laboratorium med en nøyaktighet på $\Delta S = \pm 0,01$ o/oo. Oksygeninnholdet ble bestemt i laboratorium gjennom titrering med nøyaktighet på $\pm 0,1$ ml/l. Toktoversikten er gitt i tabell 3.

DATO	STASJON								
	RA1	RA2	RA4	RA7	RA10	RA13	RA21	RA22	RA23
27.08.80							X	X	-
04.09.80							X	X	-
24.09.80							X	X	-
01.10.80							X	X	-
08.10.80							X	X	-
15.10.80							X	X	-
23.10.80							X	X	-
30.10.80							X	X	-
05.11.80							X	X	-
12.11.80							X	X	-
19.11.80							X	X	-
26.11.80							X	X	X
03.12.80							X	X	X
10.12.80							X	X	X
16-18.12-80	X	X	X	X	X	X	X	X	X
23.12.80							X	X	X
02.01.81							X	X	X
08.01.81							X	X	-
14.01.81							-	X	X
30.01.81							X	X	X
04.02.81							X	X	X
11.02.81							X	X	X
19.02.81							X	X	X
25.02.81							X	X	X
04.03.81							X	X	X
11.03.81							X	X	X
18-19.3.81	X	X	X	X	X	X	-	-	-
20.03.81							X	X	X
25.03.81							X	X	X
01.04.81							X	X	X
08.04.81							X	X	X
24.04.81							X	-	-
11.05.81	X	X	X	X	X	X	-	-	-
20.05.81							X	X	X
02.06.81							X	X	X
10.06.81							X	X	X
17.06.81							X	X	X
24.06.81							X	X	X
02.07.81							X	X	X
08.07.81							X	X	X
15-16.07.81	X	X	X	X	X	X	X	X	X
24.07.81							X	X	X
28.07.81							X	X	X
05.08.81							X	X	X
12.08.81							X	X	X
20.08.81							X	X	X
16-17.09.81	X	X	X	X	X	X	-	-	-
03-04.11.81	X	X	X	X	X	X	-	-	-
27-28.01.82	X	X	X	X	X	X	-	-	-
24.03.82	X	X	X	X	X	X	-	-	-
25.05.82	X	X	X	X	X	X	-	-	-
28-29.07.82	X	X	X	X	X	X	-	-	-
12-13.10.82	X	X	X	X	X	X			

Tabell 3. Toktoversikt for det hydrografiske måleprogrammet.

4 RESULTATER

Siden hydrografiprogrammet hovedsaklig besto av bimånedlige observasjoner og vi vet at de hydrografiske forhold i kyst- og fjordområdene ofte skifter hurtig, vil dette materialet hovedsaklig gi informasjon om utviklingstrend og langperiodiske variasjoner. Salinotermmålingene utfyller det øvrige måleprogram i den tiden instrumentet funksjonerte tilfredsstillende. Salinotermmåleprogrammet består i hovedsak av ukentlige målinger, og vil derfor også registrere kortperiodiske variasjoner i de hydrografiske forhold i indre del av Nordrana.

4.1 Salinotermmålingene

Salinotermmålingene er et verdifullt supplement til det øvrige hydrografiprogrammet selv om det bare består av to stasjoner.

Disse ukentlige målingene viser at det kan forekomme store endringer i de hydrografiske forhold over kort tid. Et eksempel på slike kortperiodiske variasjoner forekommer i begynnelsen av januar 1981. Da trenger kaldt og lite saltholdig overflatevann langt ned i de intermediære lag i løpet av kort tid.

Et annet karakteristisk trekk ved disse målingene er det store omfanget av varmt og lite saltholdig vann i intermediære lag høsten 1980. Denne økningen i fjordens varmemengde kulminerer i månedsskiftet oktober/november.

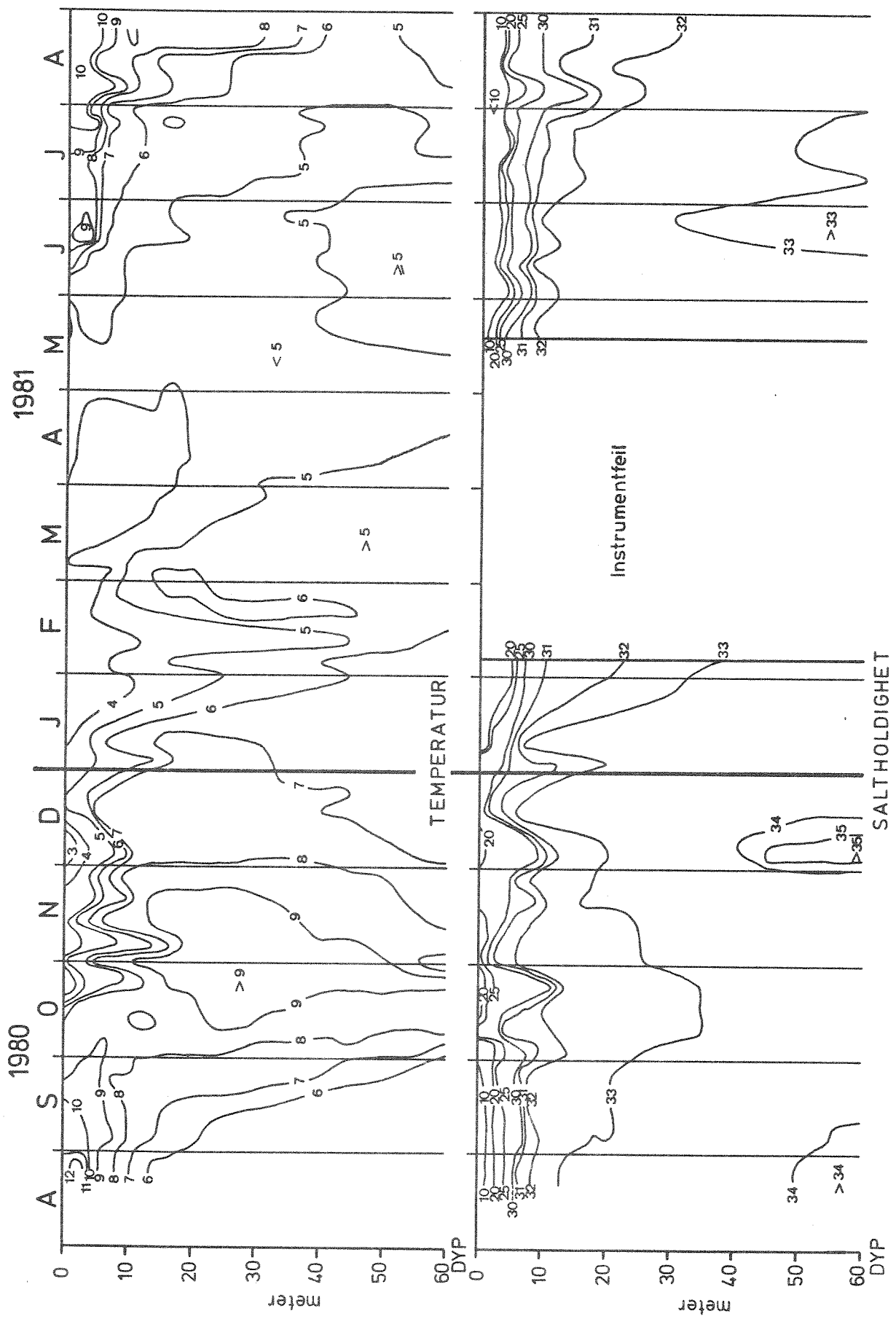
Salinoterm-måleprogrammet gir også detaljert informasjon om overflatevannets utbredelse.

RA-22 som er den innerste av salinotermstasjonene oppviser de største variasjonene. På RA-21 gir ikke de ulike påvirkningene like store utslag.

De høyeste saltholdighetene i overflatelaget forekommer på senhøsten og vinteren, se NIVA (1977b). Dette gjelder både for RA-21 og RA-22.

Salinotermmålingene er tegnet inn på figur 4 og 5.

Nordrana : RA-21



Figur 4. Isopleter for RA-21.

Nordrana: RA-22

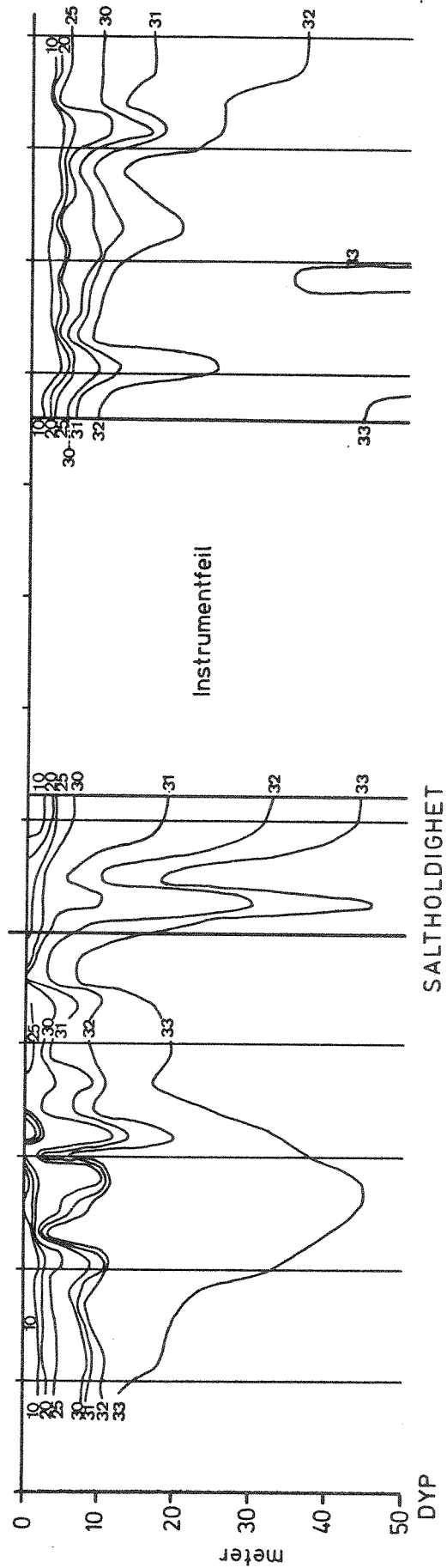
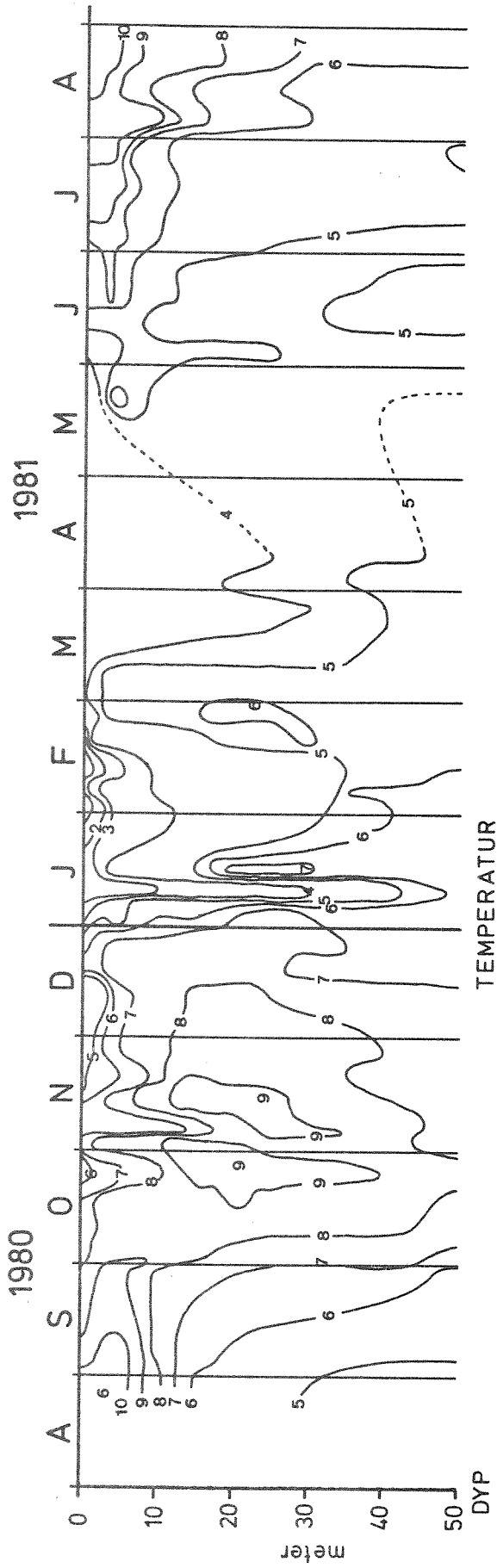
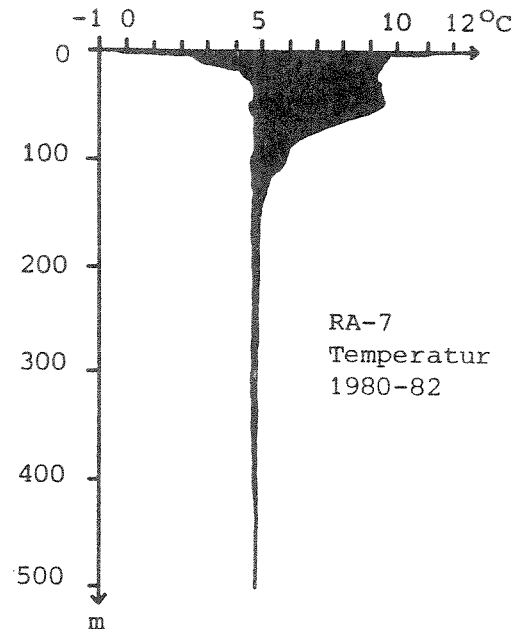


Figure 5. Isopleter for RA-22.

4.2 Temperatur

Temperaturen er den parameteren som har størst variasjon i løpet av undersøkelsesperioden. Men disse variasjonene er hovedsakelig begrenset til overflatevannet og intermediære vannmasser, se figur 6.



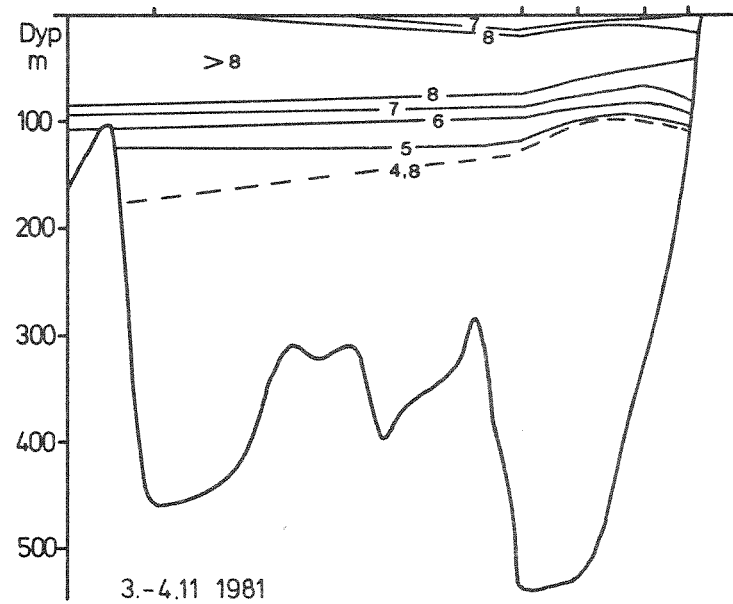
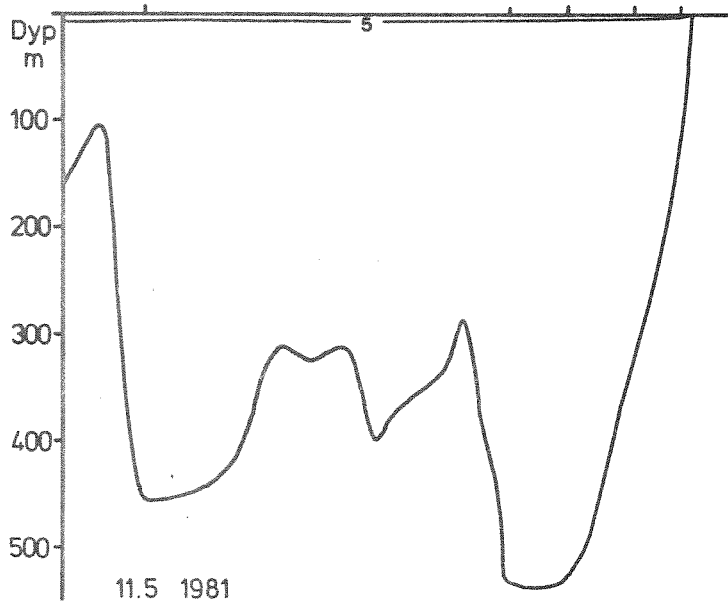
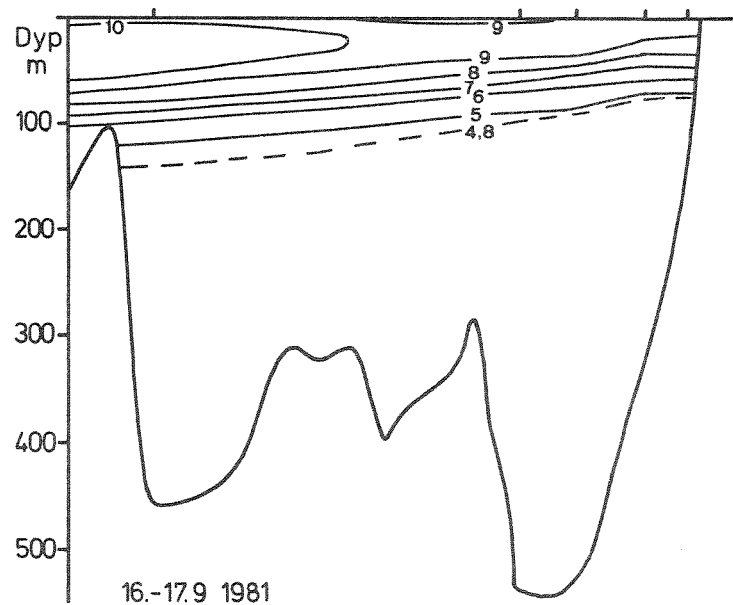
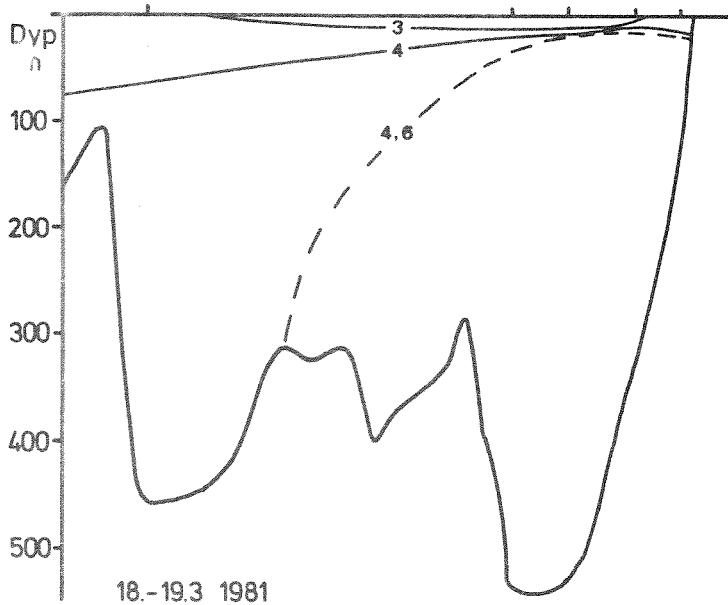
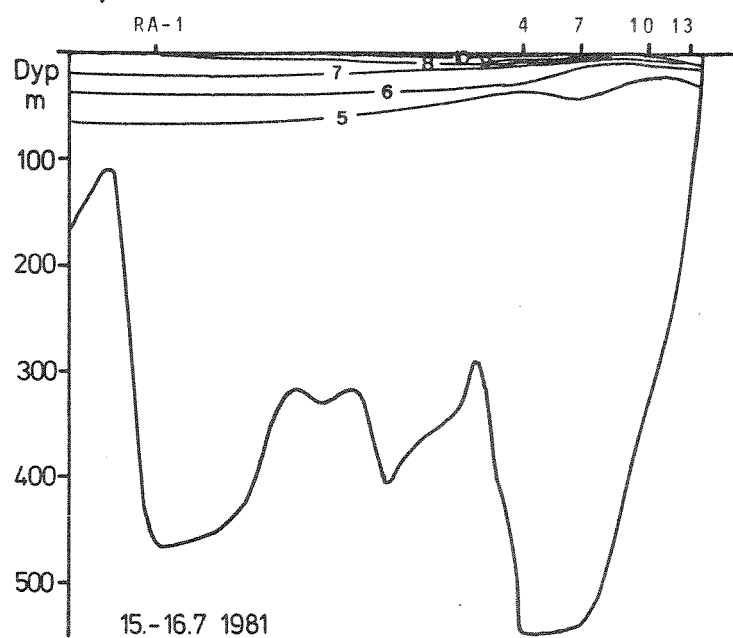
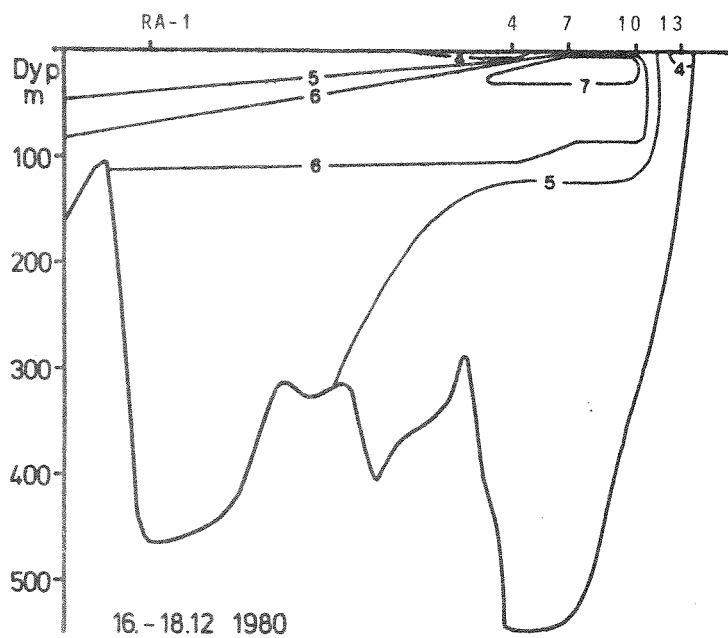
Figur 6. Omhyllingskurve for temperaturobservasjonene.

1981.

Temperaturutviklingen i Ranfjorden følger et normalt fjordmønster med store periodiske variasjoner i vannmassene over terskelnivå, og små uregelmessige temperaturendringer under terskeldypet. Overflatetemperaturen har et minimum den 18.3.81 på $2,33^{\circ}\text{C}$ på RA-7 og et maksimum på $11,29^{\circ}\text{C}$ den 15.7.81 på RA-7. Det mest utpregede trekk med temperaturutviklingen er imidlertid den store økningen i fjordens varmemengde på høsten (sept.-nov.).

Temperaturendringene i dypvannet er svært små i løpet av undersøkelsesperioden. I 1981 sank temperaturen i Nordrana svakt ut over året. Temperaturutviklingens mest karakteristiske trekk er imidlertid de små endringene. Temperaturutviklingen er tegnet inn på figur 7.

RANFJORDEN, temperatur.



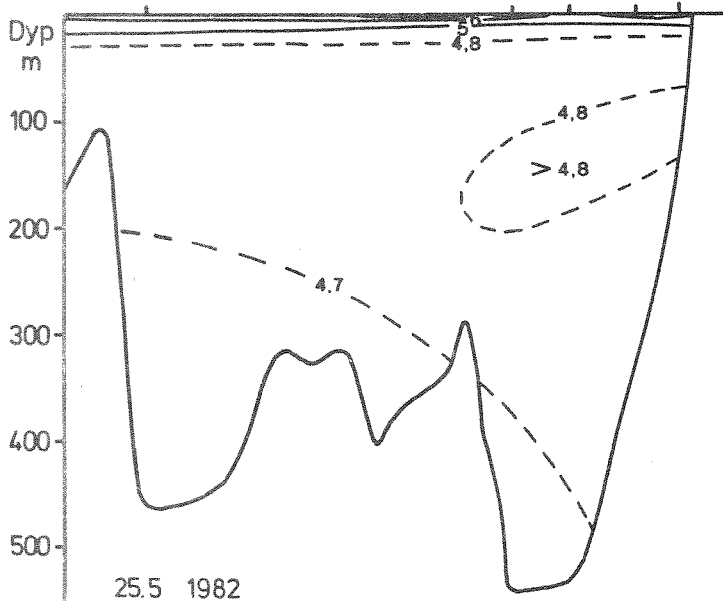
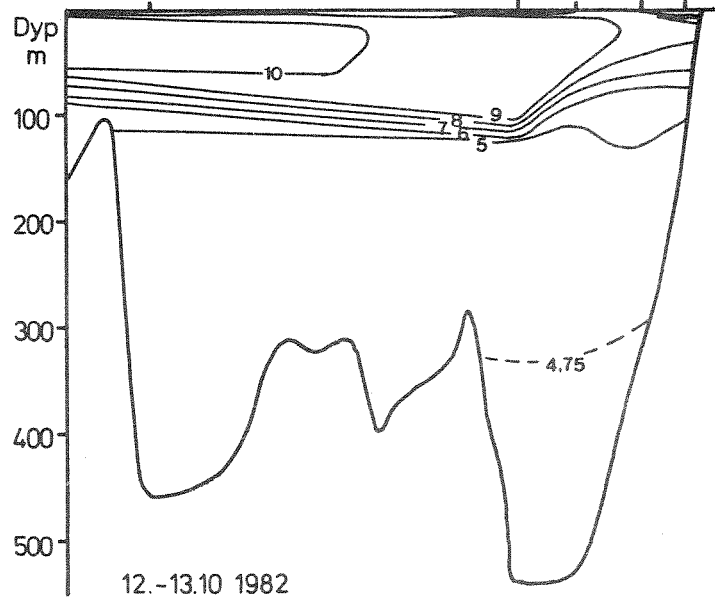
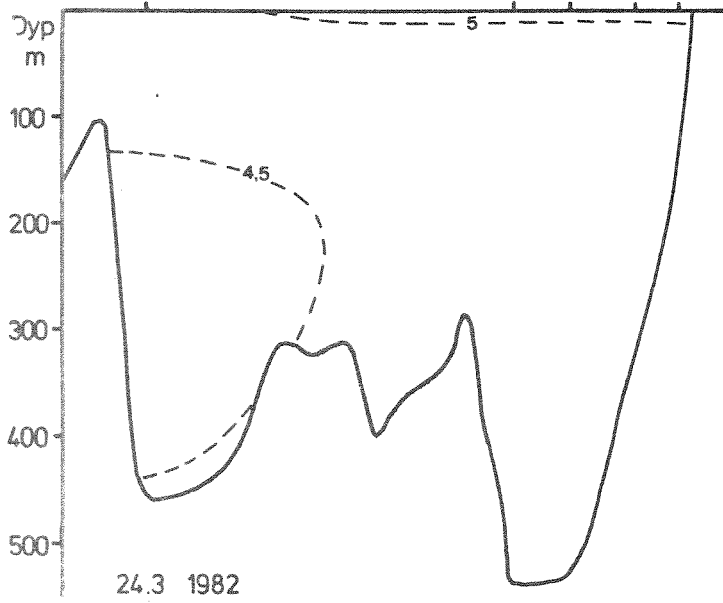
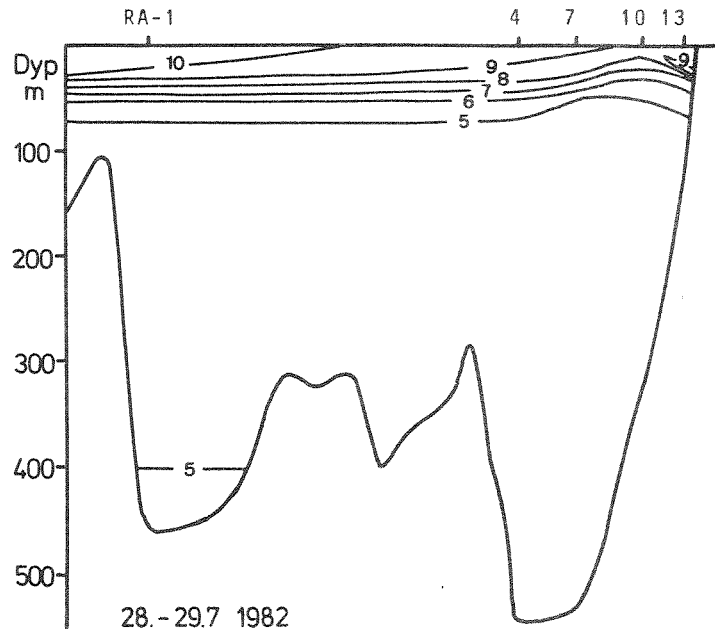
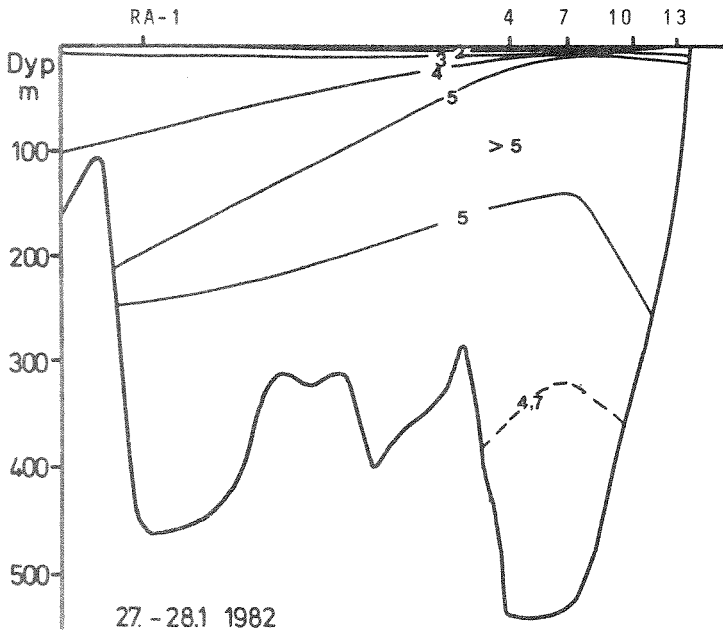
Figur 7. Temperatur 1981.

1982

Temperaturutviklingen i Ranfjorden er i store trekk den samme i 1982 som i 1981. Overflatelaget gjennomgår de største svingningene med et minimum den 27.1.82 på minus 0,98 °C på RA-7 og et maksimum på 10,68 °C på RA-1 den 28.7.82. De intermediære vannlagene får en stor økning av varmemengden i oktober.

I bassengvannet er det imidlertid i 1982 den motsatte tendens i forhold til 1981 i og med at det er en svak temperaturøkning utover året. Temperaturutviklingen i 1982 er tegnet inn på figur 8.

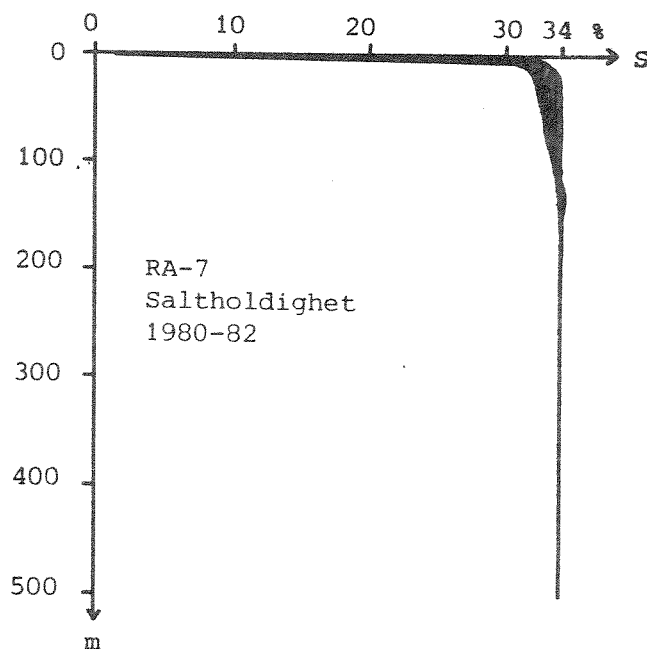
RANFJORDEN, temperatur.



Figur 8. Temperatur 1982.

4.3 Saltholdighet

Saltholdighetsvariasjonene er størst i overflatelaget. I de intermediære vannmassene er det forholdsvis moderate saltholdighetsvariasjoner, se fig. 9.

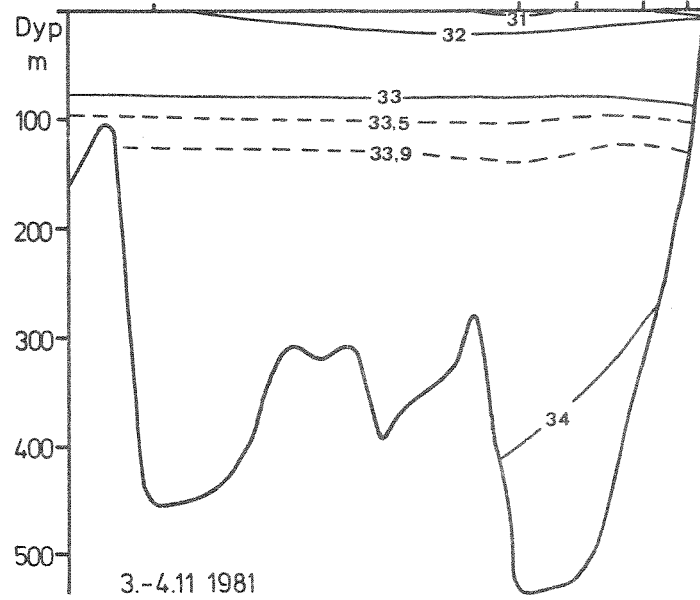
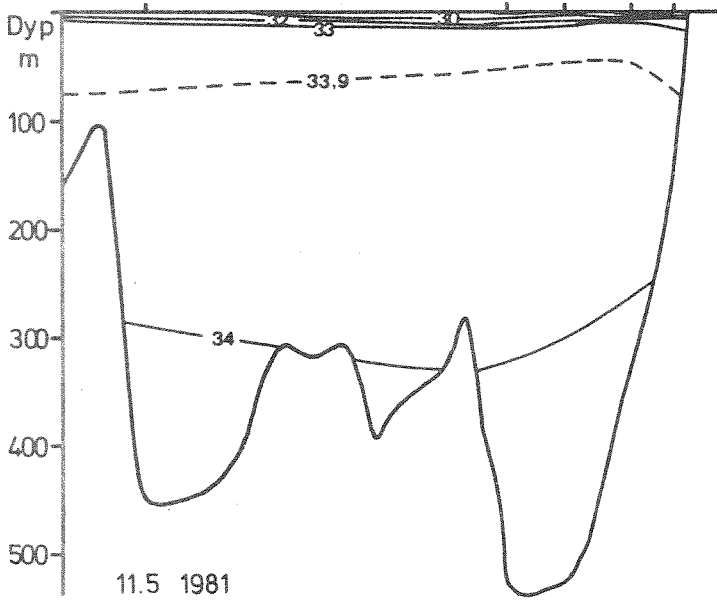
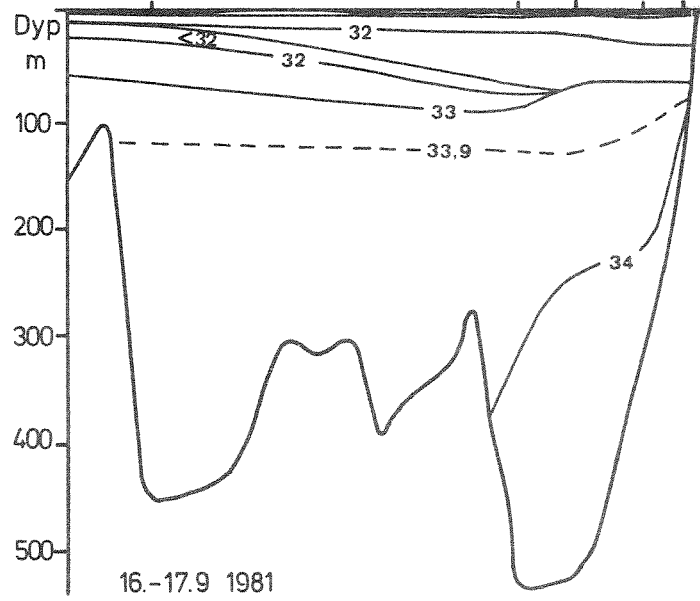
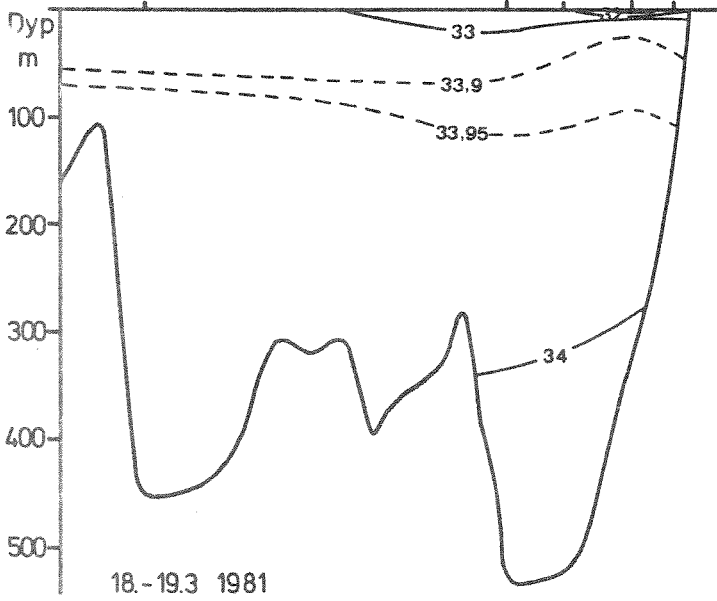
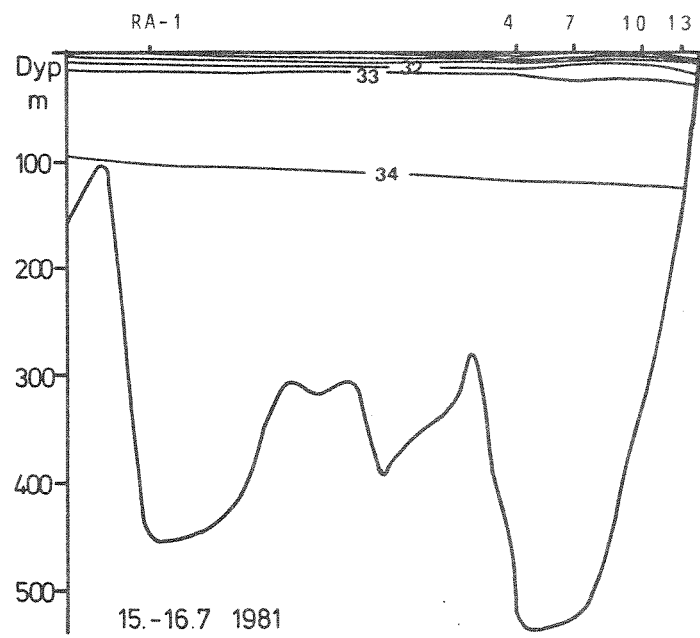
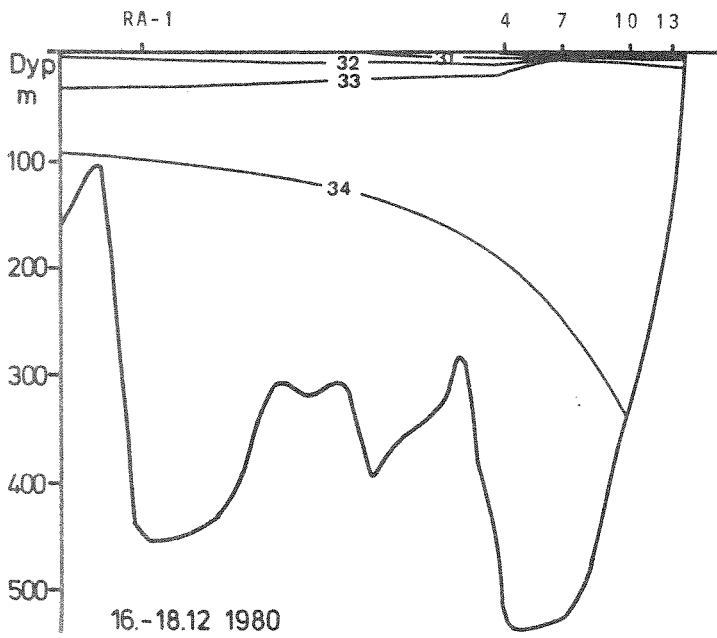


Figur 9.
Omhyllingskurve for
saltholdigheten.

1981

Saltholdigheten gjennomgår en normal årssyklus, men det er stort sett i overflatelaget det er store variasjoner. Den laveste saltholdigheten 2,85 ‰ i overflatelaget ble observert den 15. juli 1981 på RA-10 og RA-13, mens maksimum 33,54 ‰ ble observert den 18.3.81 på RA-1. Dypvannet har forholdsvis lav saltholdighet til så store dyp å være. Midlere saltholdighet (1951-69) i 100 m i Vestfjorden i februar/mars ligger på ca 34,2, Gausdal 1972. Det ser imidlertid ut for å være karakteristisk for Ranfjorden.

Saltholdighetsutviklingen i 1981 er tegnet inn på figur 10.



Figur 10. Saltholdighet 1981.

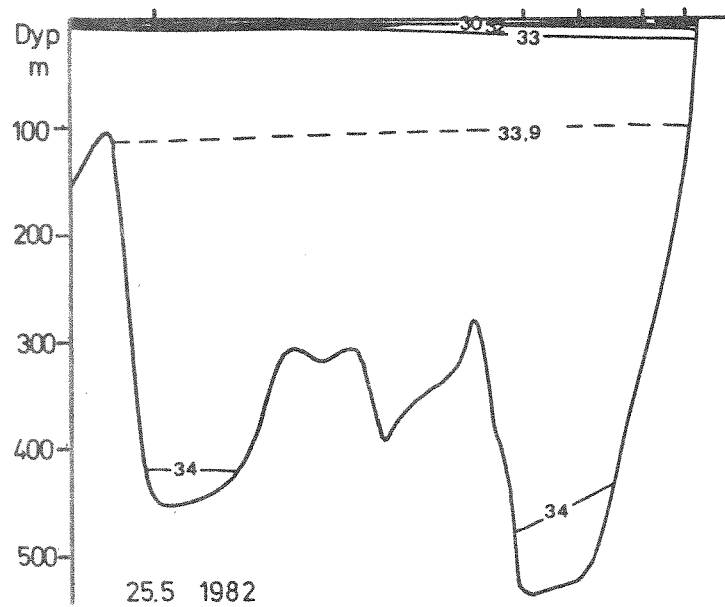
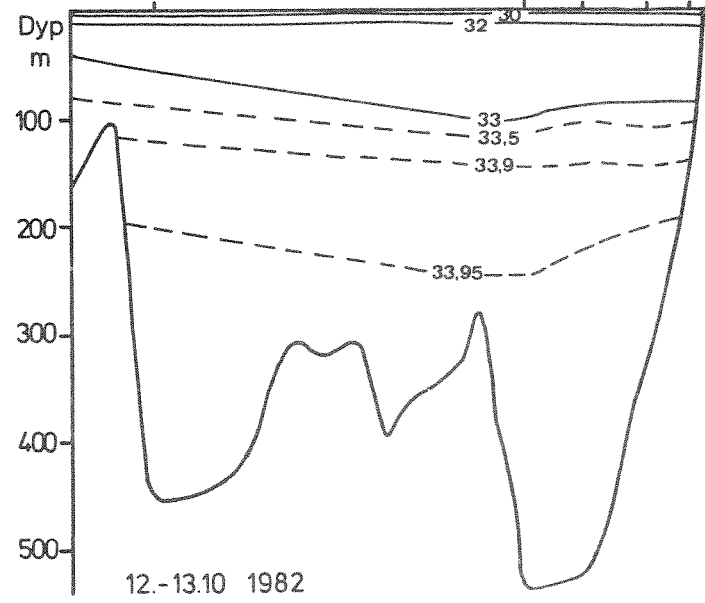
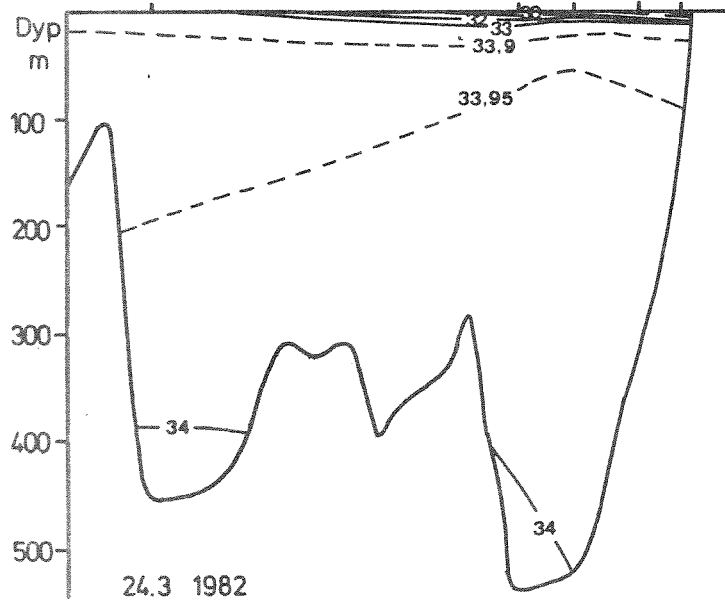
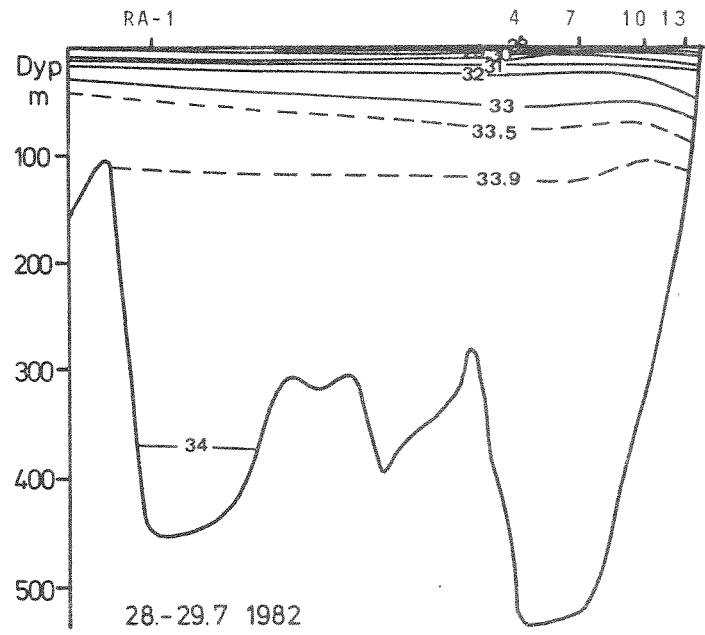
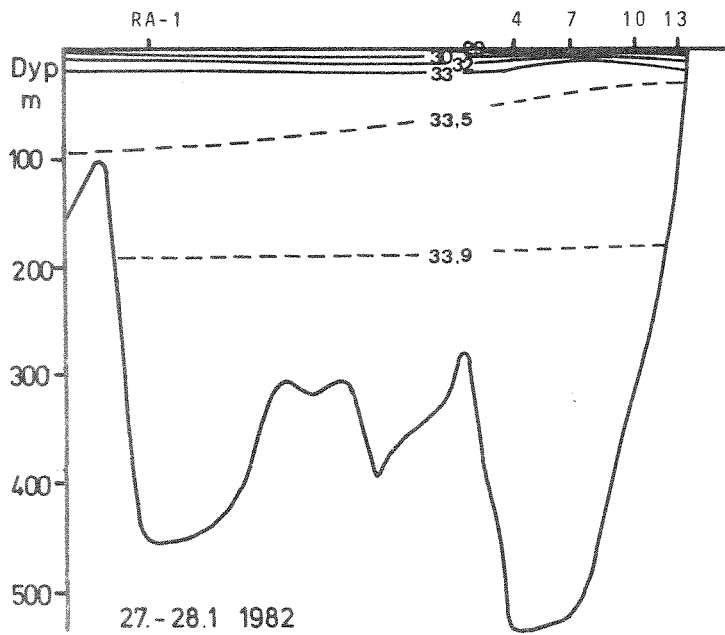
1982

Saltholdigheten viser temmelig lik utvikling også andre år i undersøkelsesperioden.

Overflatelaget har også i 1982 en typisk årssyklus med minimumsverdi 0,77 o/oo den 28.7.82 på RA-13 og maksimum 33,76 o/oo den 24.3.82 på RA-1. Men vannmassene over terskeldypet inneholder minst salt i oktober.

Saltholdighetsutviklingen i Ranfjorden i 1982 er tegnet inn på figur 11.

RANFJORDEN, saltholdighet.

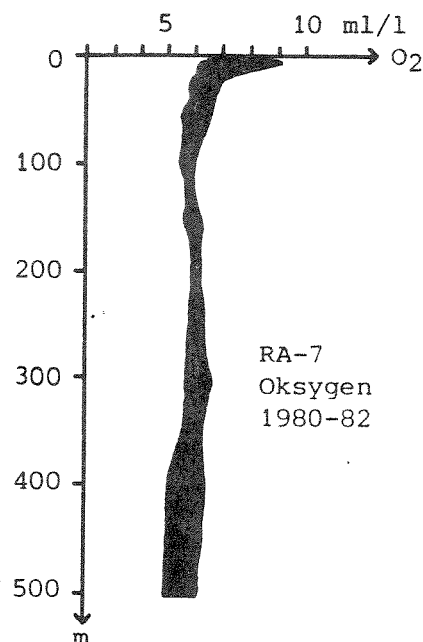


Figur 11. Saltholdighet 1982.

4.4 Oksygen

Oksygeninnholdet i fjorden er ulikt de andre parametrene ved at det også oppviser store variasjoner i dypvannet, se figur 12.

De laveste oksygenverdiene forekommer på de fleste tokt i de intermediære lag og i de indre delene av Ranfjorden.



Figur 12.
Omhyllingskurve for oksygenet.

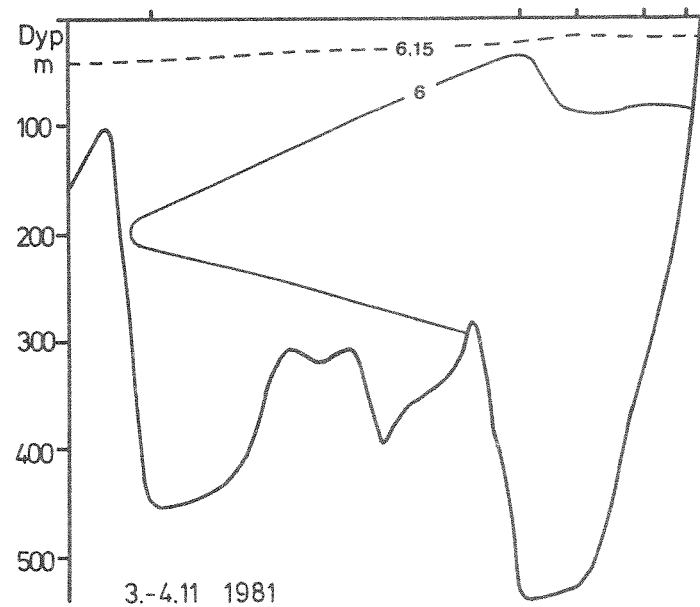
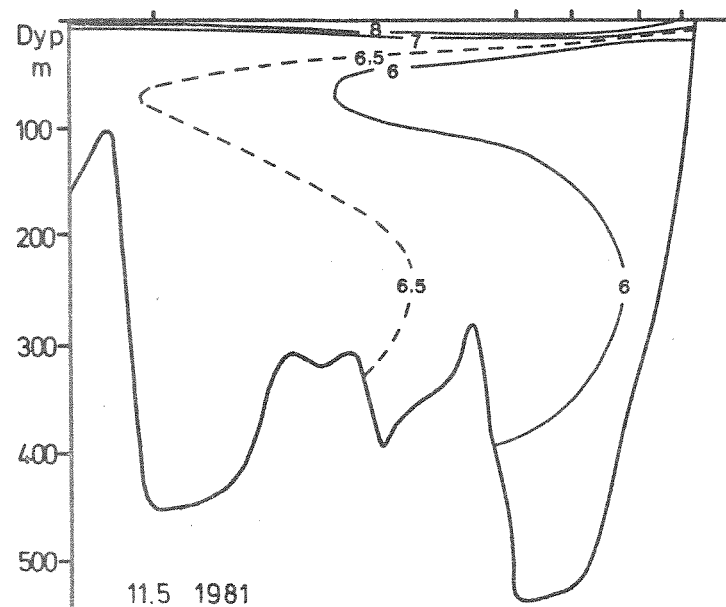
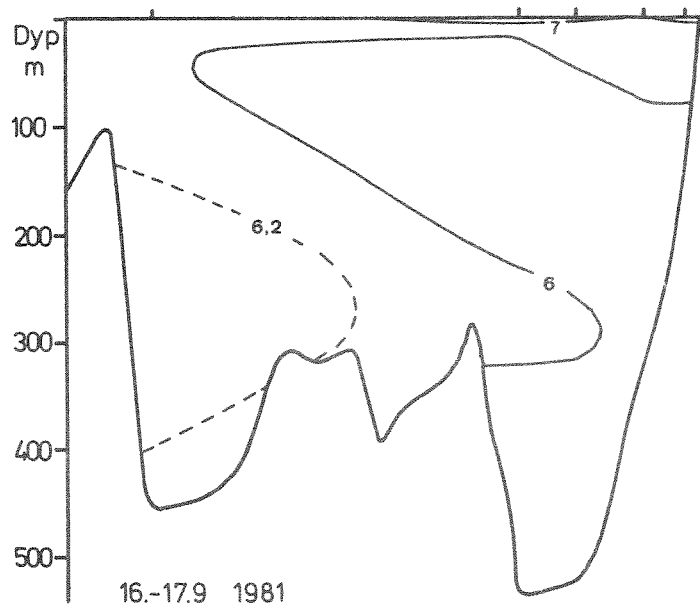
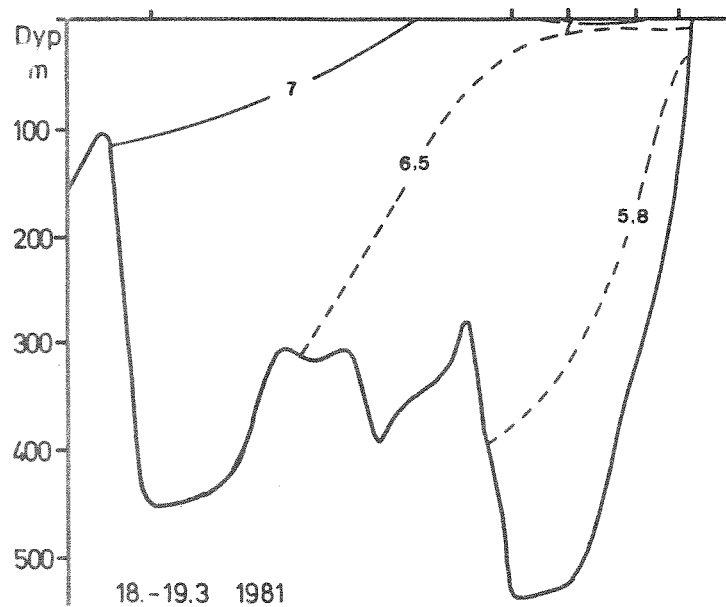
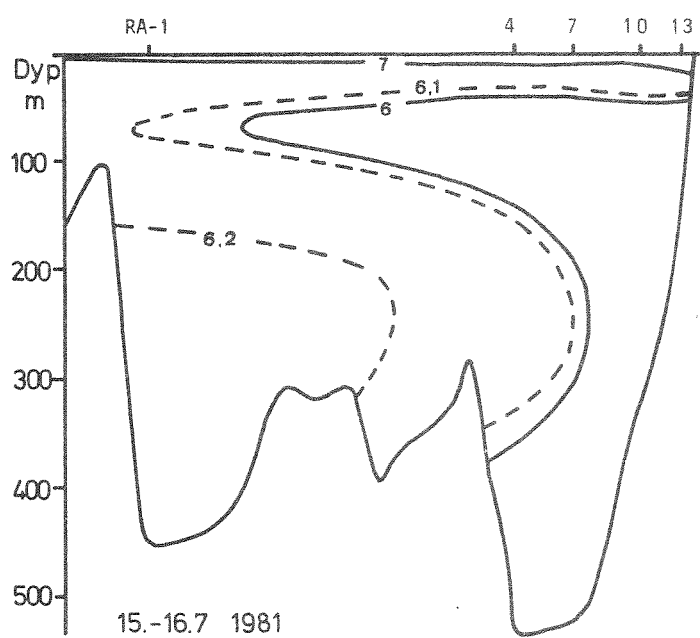
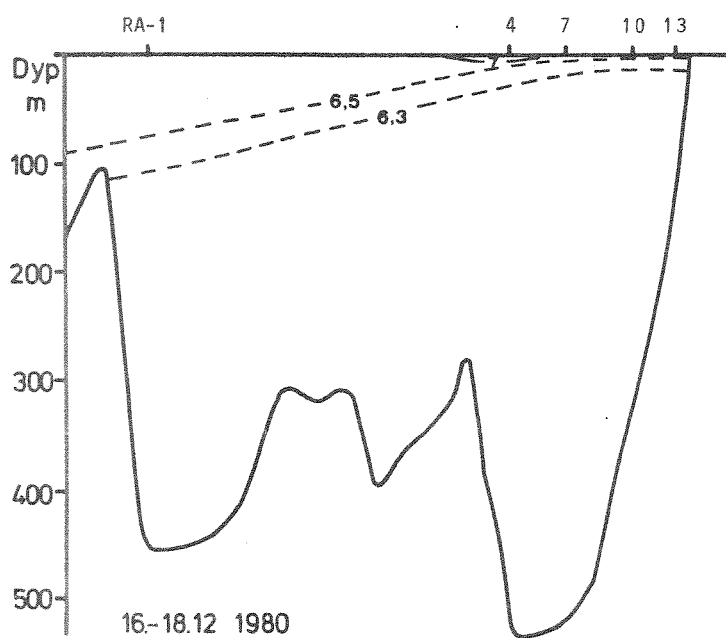
1981

Ranfjorden har i hele 1981 høyt oksygeninnhold med unntak av 17.09.81 hvor det i øvre del av bassengvannet på RA-4 var oksygeninnhold nede i 3,8 ml/l. Disse observasjonene av lave oksygenverdier var begrenset til stasjon RA-4. Et tilsvarende oksygenminimum (4,1 ml/l) forekommer i FHI's observasjonsmateriale fra november 1938 på en stasjon med posisjon mellom RA-4 og RA-7.

Oksygeninnholdet i fjorden er størst i mars. På dette toktet er det også de største laterale variasjonene. Over terskeldypet på stasjonen RA-1 er oksygeninnholdet over 7 ml/l, mens det i de intermediære og dypere lag innerst i fjorden er under 5,8 ml/l.

Ut over resten av året avtar så oksygeninnholdet i størstedelen av fjorden. Oksygenutviklingen i 1981 er tegnet inn på figur 13.

RANFJORDEN, oksygen.



Figur 13. Oksygen 1981.

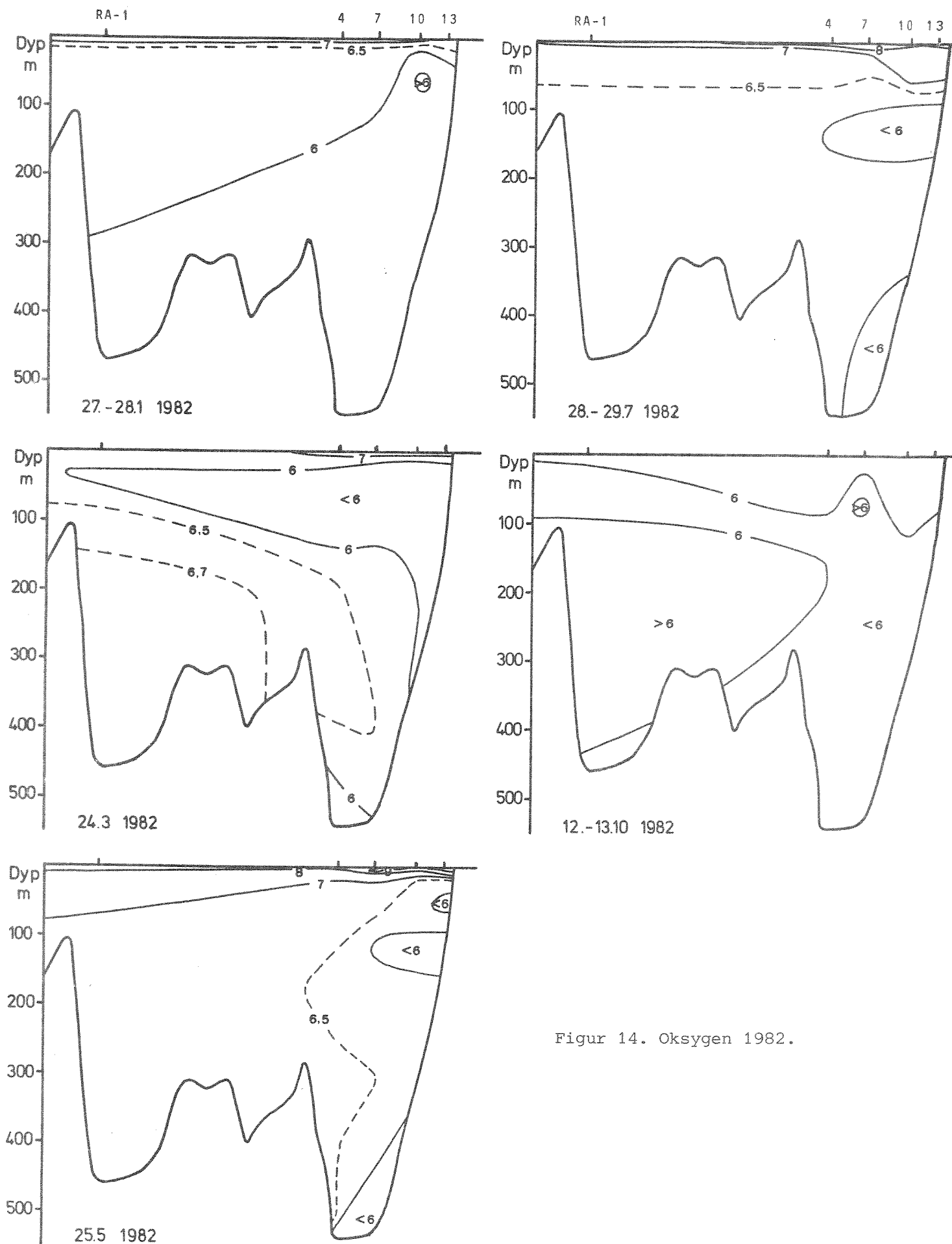
1982

Oksygenutviklingen følger i 1982 i store trekk samme mønsteret som i 1981, men det høyeste oksygeninnholdet i fjorden opptrer dette året i mai. De to siste toktene i 1982 viser igjen nedgang i oksygeninnholdet.

Dette året avtar oksygeninnholdet nokså likt både i det ytre bassenget og i Nordrana i løpet av sommeren og høsten.

Oksygenutviklingen i 1982 er tegnet inn på figur 14.

RANFJORDEN, oksygen.



Figur 14. Oksygen 1982.

5 DISKUSJON

Strøm og hydrografiske forhold i fjorder er meget kompliserte prosesser på grunn av at grenseflatene får en så dominerende innvirkning på sirkulasjonen. En generell og representativ beskrivelse av fjordsirkulasjonen er gitt av Sælen (1976). For å gjøre drøftingene av resultatene mer oversiktlig er det vanlig å dele inn fjorden horisontalt i områder og vertikalt i karakteristiske vannlag. I denne undersøkelsen er Ranfjorden delt inn i tre områder:

- Ytre Ranfjorden, fra Hugla/Løkta til Langnesodden.
- Nordrana, fra Langnesodden til Hauknes.
- Indre del av Nordrana, fra Hauknes til Ranelva.

Vannmassene i Ranfjorden tilsier en inndeling i 3 lag:

- Overflatelaget: De vannmassene som er sterkest påvirket av ferskvannstilførsel og vind.
- Intermediære vannmasser: Vannmassene mellom overflatelaget og terskeldypet.
- Bassengvannet: Vannmassene fra terskeldypet og ned til bunnen.

Det er selvsagt ingen skarpe overganger mellom de enkelte lag, men de karakteristiske trekk ved utviklingen i de forskjellige lag vil bli beskrevet i det følgende.

5.1 Overflatesirkulasjonen

Formålet med den foreliggende undersøkelsen var å undersøke utskiftningen av intermediære og dypere vannmasser. Måleprogrammet ble lagt opp spesielt med dette for øye. Salinotermmålingene gir imidlertid meget god dekning også av overflatelaget i de indre delene av Nordrana, for den perioden salinotermen fungerte tilfredsstillende.

For de indre områdene representerer de foreliggende salinotermmålingene et supplement til tidligere undersøkelser. Dette ligger hovedsaklig i den store tettheten som ukentlige observasjoner representerer. Salinotermmålingene er imidlertid foretatt i et meget turbulent blandingsområde som fører til store variasjoner også mellom "samtidige" observasjoner.

Oppholdstiden (t) for ferskvannet er, under forutsetning av en stasjonær estuarin sirkulasjon, gitt som forholdet mellom den delen ferskvann som befinner seg i overflatelaget og ferskvannstilførselen.

$$t = A \cdot h \cdot \frac{S_2 - S_1}{S_2} \cdot \frac{1}{R}$$

A - fjordens areal

h - overflatelagets tykkelse

S_1 - overflatelagets saltholdighet

S_2 - saltholdighet i 50 m

R - ferskvannstilførselen

Oppholdstiden for ferskvannet er svært kort i det området hvor disse salinotermmålingene er foretatt. Ved undersøkelsens begynnelse 27.8.80 var oppholdstiden for ferskvannet innenfor Hauknes 37 timer, mens den under flommen 2.6.81 hadde avtatt til 27 timer. (Arealet innenfor Hauknes er $14,825 \cdot 10^6 \text{ m}^2$).

Foruten ferskvannet er det vinden som har sterkest inn-

flytelse på overflatelagets sirkulasjon. Når overflate- laget blir mye lettere enn de underliggende vannmassene, kan vindstrømmen i overflatelaget få en hastighet på opptil 10% av vindhastigheten, RYE (1973).

Vindstatistikk for de tidspunkt salinotermobservasjonene ble foretatt, viser at det var vind ut fjorden dobbelt så mange ganger som det var vind inn fjorden. Vind ut fjorden fører til et tynnere overflatelag og kortere oppholdstid for ferskvannet i fjorden.

Motsatt gir vind inn fjorden et tykkere overflatelag og lengre oppholdstid. Dette vises særlig tydelig i perioden fra 15. juni til 20. august 1981 hvor 32 o/oo isohalinen på RA-21 og RA-22 sank fra 10 m til 35 m i en periode med fremherskende vestlige vinder, figur 4 og 5.

Den foreliggende undersøkelsen gir ikke grunnlag for å foreta nøyaktige beregninger av oppholdstid og brakkvanns- transport i Nordrana, men den tidlige resipientundersøk- elsen har god dekning av overflatelaget og beregning av oppholdstiden. Overflatelagets sirkulasjon er dermed mer utførlig beskrevet tidligere enn det som er mulig å gjøre ut fra det foreliggende materialet. Den mest omfattende tidligere undersøkelsen, er NIVA (1977).

Årstid	Sprangskiktets midlere dyp	Ferskvannstilførsel m^3/s	Brakkvannstransport m^3/s	Midlere brakkvannshastighet ved Langnesodden
Midlere vinter situasjon	6,6 m	140	820	12 cm/s
Midlere sommer situasjon	4,0 m	750	1000	25 cm/s

Tabell 4. Ferskvannstilførsel og brakkvannsstrøm i Nordrana, midlere sommer- og vinterverdier, NIVA (1977).

5.2 Intermediære vannmasser

De intermediære vannmassene er ikke utsatt for så store og hurtige endringer som overflatelaget. Fra figur 6, 9 og 12 ser vi imidlertid at de intermediære vannmassene også er utsatt for tildels store variasjoner. Dette gjelder særlig temperaturen som svinger opptil 5-6 °C selv nede i 50 meters dyp. Så store endringer skyldes ikke diffusjon, men må ha sin opprinnelse i adveksjon. Den mest karakteristiske adveksjonsprosessen er innstrømmingen av varmt og lite saltholdig vann i løpet av høsten. Lav observasjonsfrekvens fører til at det ikke er mulig å tidfeste denne prosessen nøyaktig. Fra andre fjorder vet vi imidlertid at denne høst-innstrømmingen av varmt og mindre saltholdig vann vanligvis er meget omfattende og foregår over kort tid, Haakstad (1979).

De intermediære vannmassene kan strømme inn og ut av fjorden uhindret av terskler, og vil være sterkt påvirket

av forholdene og endringene i kystvannet. Dessuten vil de intermediære vannmassene være påvirket av vertikal diffusjon. Disse to forhold fører til sammen til betydelig større og hurtigere variasjoner i disse vannmassene enn i dypere vannmasser.

En stor del av det vannet som transporteres ut av Nordrana gjennom brakkvannsstrømmen har kommet inn i fjorden gjennom de intermediære vannlagene.

Volumet (V) av denne oppstrømmingen til overflatelaget er gitt som differansen mellom brakkvannstransporten (Q_b) og ferskvannstilførselen (R) for tidsrommet (t):

$$V = (Q_b - R) \cdot t$$

Volumet av de intermediære vannmassene kan i denne sammenhengen med tilstrekkelig nøyaktighet settes til

$$V_i \approx A \cdot h_i, \text{ hvor}$$

A - fjordens areal

h_i - nedre grense for de intermediære vannmasser

Andelen (f) av de intermediære vannmassene som blandes inn i overflatelaget i løpet av tiden t , er da gitt ved:

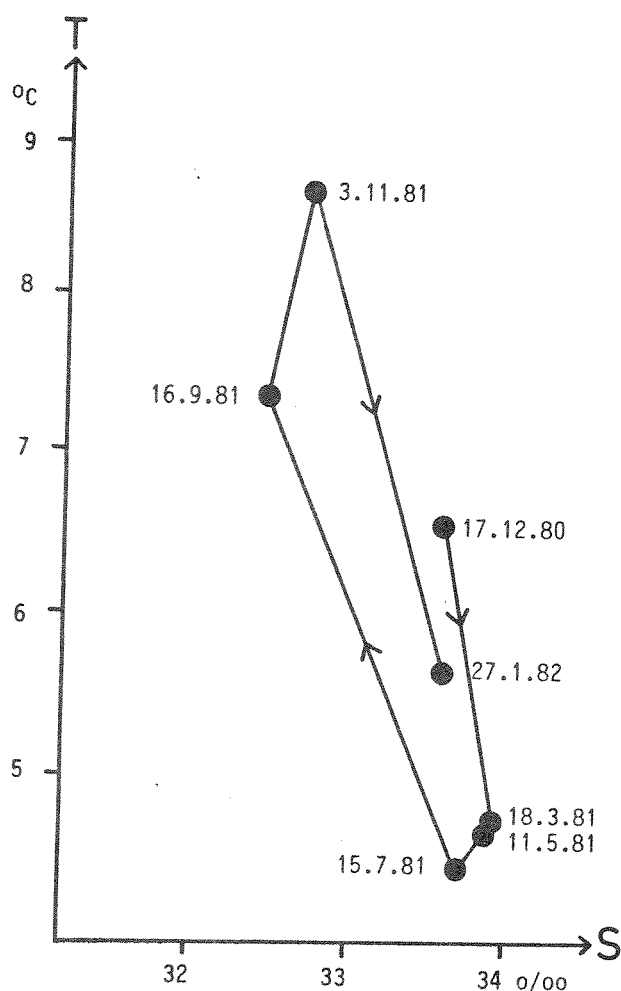
$$f = \frac{V}{V_i} \approx \frac{Q_b - R}{A \cdot h_i} \cdot t$$

Ved å sette $t = 1/2$ år, $h_i = 100$ m får vi med å benytte brakkvannstransporten og ferskvannstilførselen i tabell 4:

- For vinterhalvåret representerer denne oppstrømmingen til overflatelaget et volum av tilsvarende volum som de intermediære vannmassene.
- For sommerhalvåret er den tilsvarende oppstrømmingen av størrelsesorden som halve volumet av de

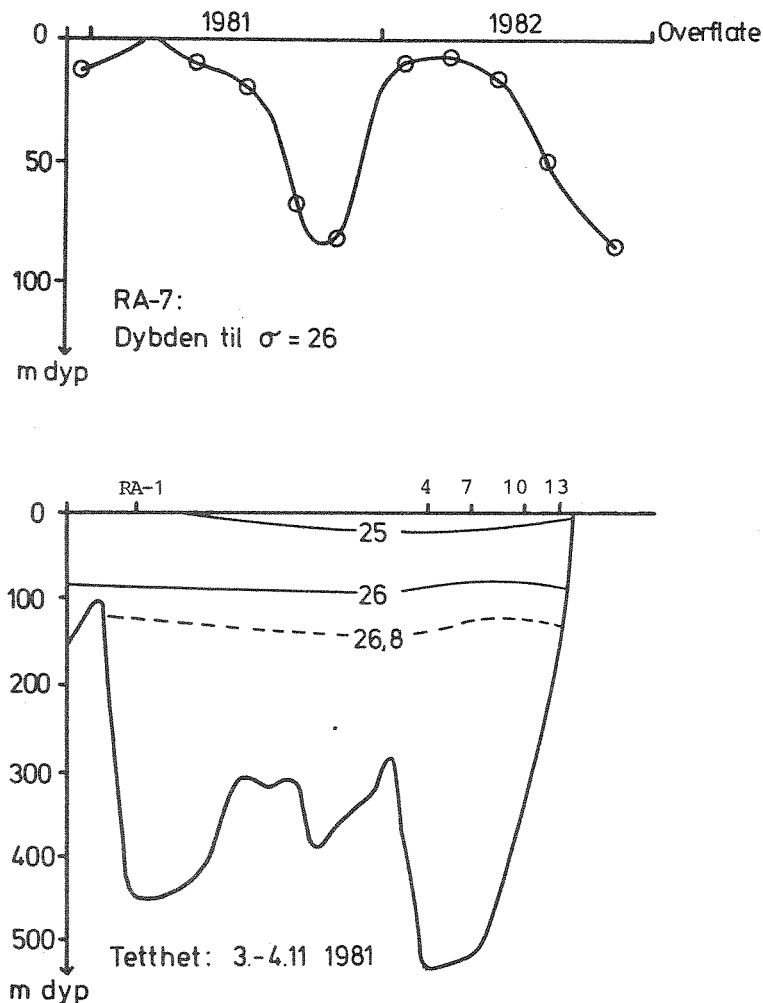
intermediære vannmassene i Nordrana.

Figur 15 viser T-S-årssyklusen for vannmassene i 50 m på RA-7. Forskjellen på en senhøstsituasjon og en senvintersituasjon representerer en tetthetsforskjell på $\Delta\sigma = 1,5$. Dette er 8 ganger så mye som variasjonene i dypvannet. En så stor tetthetsvariasjon må i hovedsak være forårsaket av adveksjon. Høstinnstrømmingen av varmt og lite saltholdig vann synes å følge samme mønster som i andre fjorder i området, Gausdal (1970). Dette er sannsynligvis en respons på endringer i kystvannet, hvor det er tilsvarende endringer, Braaten og Sætre (1973).



Figur 15. T-S-årssyklusen til vannmassen i 50 m på RA-7.

Dette er det mest markante trekk med sirkulasjonen i intermediære vannlag. Figur 16 viser vertikalforflytningene til isopleten $\sigma = 26$ og et vertikalsnitt når fjorden er fylt med lette vannmasser. Dette viser en årssyklus hvor denne isopleten om vinteren ligger helt i overflata, mens den senhøstes ligger nesten i terskeldypet. Det mest markerte med denne vertikalbevegelsen er den hurtige nedsynkingen om høsten. Denne nedsynkingen foregår så hurtig at den ikke kan være forårsaket av vertikal-diffusjon, men må skyldes innstrømming av lette vannmasser.

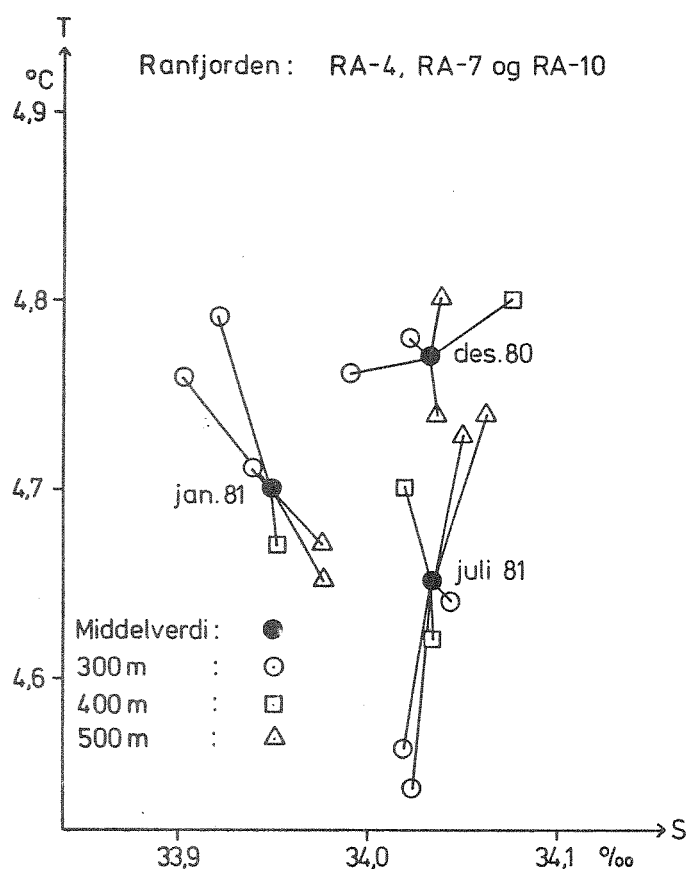


Figur 16. Dybden til $\sigma = 26$.

På samme måte stiger denne isopleten til overflata igjen i løpet av mindre enn to måneder. Det er tydelig at intermediære vannmasser i fjorden er fornyet to ganger i løpet av mindre enn tre måneder.

5.3 Bassengvannet

Bassengvannet i Nordrana består ikke av en homogen vannmasse. De horisontale og vertikale variasjonene i temperatur og saltholdighet er ofte større enn variasjonene fra tokt til tokt. For å illustrere dette er ekstremstiasjonene i 1981 tegnet inn på et T-S diagram, figur 17. Temperaturen mellom 300 m og bunnen ligger innenfor et intervall på $\Delta T = 0,30^{\circ}\text{C}$, mens saltholdigheten ligger innenfor et intervall på $\Delta S = 0,2 \text{ ‰}$.



Figur 17. Ekstremverdiene for temperatur og saltholdighet i bassengvannet i 1981.

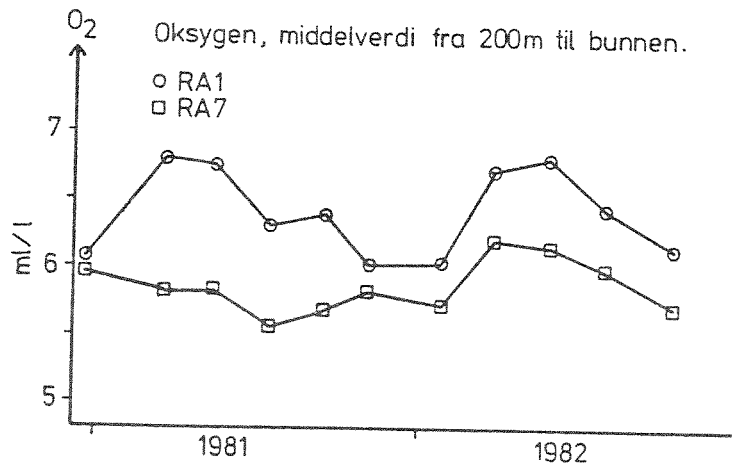
Siden bassenget er delt i to med et terskeldyp på 280 m, får vi lett regionale variasjoner i bassengvannet. Tettheten er imidlertid svært homogen under terskeldypet, med en tetthetsforskjell på $\Delta \sigma < 0,2$ fra 150 m til bunnen i

hele observasjonsperioden. Det er heller ikke signifikant forskjell i midlere tetthet mellom indre og ytre basseng.

$$\text{RA 1: } \sigma_{200-400} = 26.93 \quad 0.03$$

$$\text{RA 7: } \sigma_{200-500} = 26.92 \quad 0.02$$

Det er imidlertid store forskjeller i oksygeninnholdet i vannmassene mellom indre og ytre basseng. På figur 18 er midlere oksygeninnhold på stasjon RA 1 og RA 7 tegnet opp for hele undersøkelsesperioden. Når undersøkelsesperioden startet var oksygeninnholdet nesten likt i indre og ytre basseng. Ut over vinteren i 1981 økte så oksygeninnholdet på RA 1 merkbart mens det var nesten konstant på RA 7.

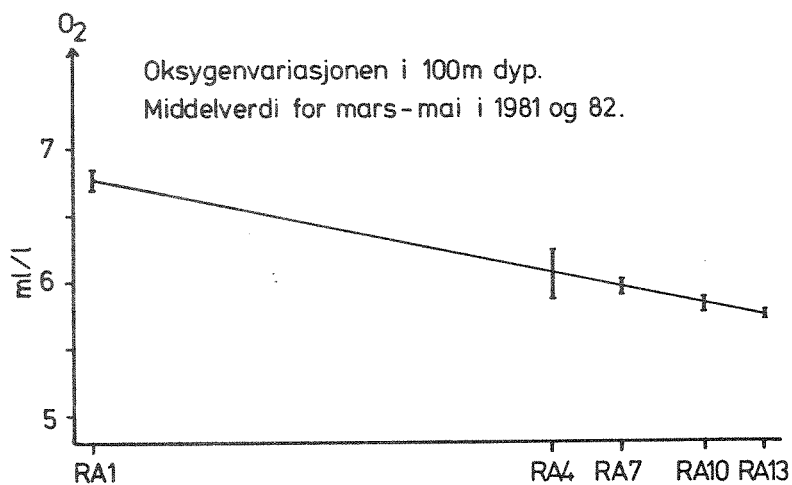


Figur 18. Oksygeninnholdet i dypvannet. Middelverdi for vannmassene fra 200m til bunnen.

På RA 1 får vi en nærmest identisk utvikling vinteren 1982. Denne vinteren får vi imidlertid en nesten like kraftig økning også på RA 7. Begge disse økningene i oksygeninnholdet i bassengvannet må være forårsaket av kraftige innstrømminger. Innstrømmingen i 1981 påvirket i første omgang hovedsaklig vannmassene i det ytre bassenget, mens innstrømmingen i 1982 synes å ha påvirket vannmassene i det indre bassenget nesten like sterkt.

Som det fremgår av det foregående, er det observasjonen i mars og mai som er tydeligst influert av innstrømmingen av nytt bassengvann. Figur 19 viser oksygenfordelingen i

grensen mellom bassengvannet og de intermediære vannmassene, innover fjorden på toktene i mars og mai begge årene. De indre områdene er tydelig dominert av oppstrømmende gammelt bassengvann mens de ytre områdene er dominert av nyinnstrømmende vannmasser.



Figur 19. Variasjon i oksygeninnhold innover i fjorden i vintermånedene i 1981 og 1982.

6. UTSKIFTNINGSEREKVENSEN I NORDRANA

Siden strømmålingsprogrammet ble ødelagt ved at strømmålerne ikke ble gjenfunnet, er det umulig å gjennomføre beregningen som planlagt.

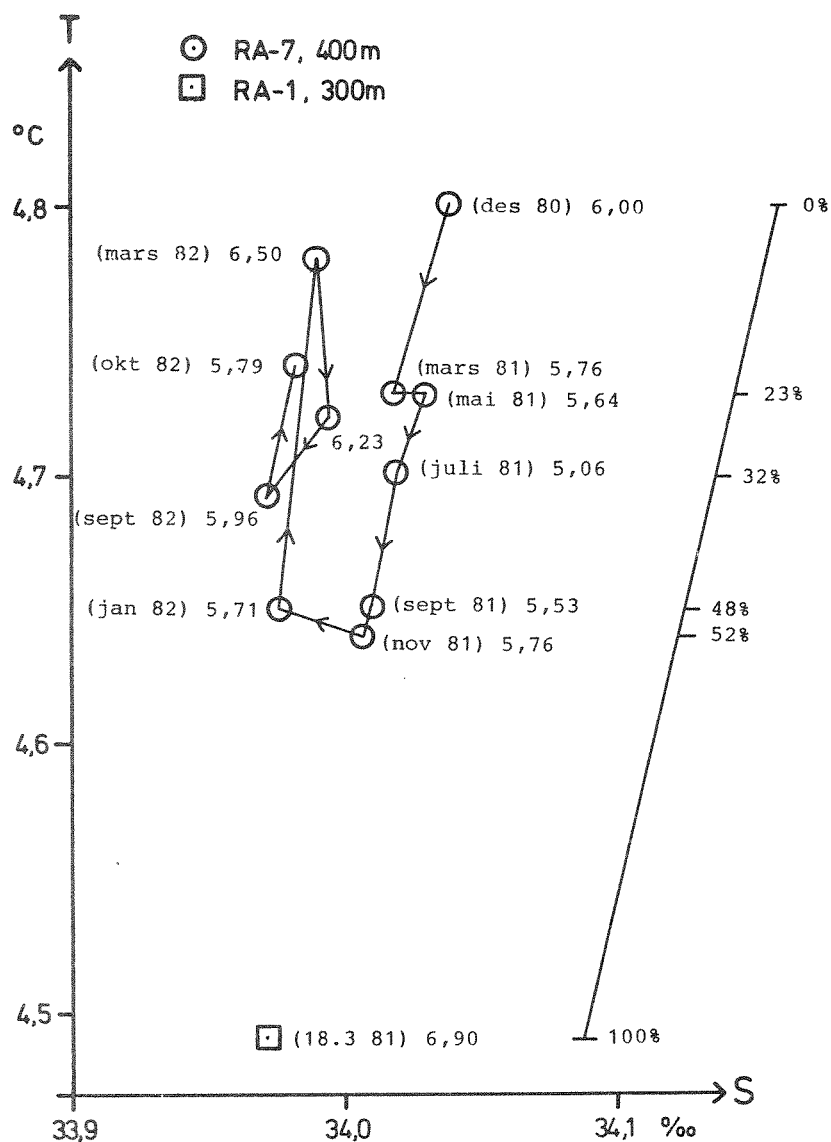
Utskiftningshastigheten må beregnes ut fra hydrografien. Hydrografiprogrammet består imidlertid av bimånedlige observasjoner som gjør at estimater for utskiftningshastigheten blir beheftet med stor usikkerhet. I tillegg til det lange tidsintervallet mellom observasjonene, er det svært små endringer i de hydrografiske forholdene. Dette fører til at oksygenet er det som med størst sikkerhet kan brukes som indikator på utskiftningen av bassengvannet. Dette gjelder særlig for 1982. Mens oksygenet er brukt som indikator for å avdekke innstrømningsperioder, er vannmassenes T-S egenskaper brukt som grunnlag for å bestemme omfanget av bassengvannets utskiftning i 1981. På grunn av den lave observasjonstettheten blir usikkerheten hovedsaklig knyttet til bestemmelsen av de innstrømmende vannmassenes opprinnelige T-S egenskaper. Variasjon i T-S egenskapen til vannmassene mellom 200 m og bunnen på RA-1 i mars 1981 representerer en usikkerhet på $\pm 11\%$ i bestemmelsen av utskiftningsgraden. For utskiftningen i 1982 har vi ikke observasjoner fra RA-1 som kan bestemme de innstrømmende vannmassenes opprinnelige T-S egenskaper. For dette året må derfor oksygenverdiene også brukes som beregningsgrunnlag for utskiftningsprosenten.

De store endringene i de hydrografiske forhold i de intermediære vannmassene gjør det adskillig lettere å estimere utskiftningshastigheten for disse vannmassene enn for bassengvannet. Utskiftningen av de intermediære vannmassene er beregnet separat for den estuarine sirkulasjon og for periodiske utskiftninger. Beregningen av utskiftningen gjennom den estuarine sirkulasjon er gjort

indirekte gjennom beregning av brakkvannsstrømmen. De periodiske totalutskiftningene er bestemt ut fra endringene i de hydrografiske parametrene.

6.1 Bassengvannet

I 1981 ble det registrert en betydelig økning i oksygeninnholdet på RA 1 i løpet av mars. Utviklingen i Nordrana utover året tyder på at det er disse vannmassene som etter hvert siger inn i det indre bassenget. På figur 20 er det



Figur 20. T-S-utviklingen for dypvannet i Nordrana i 1981 og 82. Oksygeninnholdet (ml/l) er angitt for hver observasjon.

tegnet inn en skala som viser innblandingen av vann fra det ytre bassenget i vannmassene i Nordrana. Det vil si hvor stor del av den vanntypen som var på 300 m i det ytre bassenget i mars, som må blandes inn i det opprinnelige bassengvannet i det indre bassenget for å få den observerte vanntypen på det enkelte tokt.

Dette viser en sterkt varierende utskiftningshastighet med et maksimum som vil gi full utskiftning i løpet av ett år.

I 1982 er forholdene helt annerledes. Dette året er det en kraftig økning i oksygeninnholdet i begge bassengene fra januar til mars. Dette faller sammen med en endring i de hydrografiske forhold som tyder på at størstedelen av bassengvannet fornyes i løpet av disse to månedene. På grunn av det lange tidsintervallet mellom de hydrografiske observasjoner, er ikke den vanntypen som har bidratt til fornyelse av vannmassene i Nordrana i mars 1982 observert på RA-1. Samme metode for å bestemme utskiftningen som ble brukt i 1981 lar seg derfor ikke anvende i 1982. Økningen i oksygeninnholdet fra januar til mars kan imidlertid tyde på at ca 50% av vannmassene i Nordrana ble utskiftet mellom disse to toktene.

Den samme metoden som benyttes for 1981 gir imidlertid en innblanding på 15% i Nordrana i mai av den vanntypen som var i 300 m på RA-1 i mars.

År	Utskiftnings- perioden	Utskiftnings- grad
1981	mars - november	52%
1982	mars - mai	65%

Tabell 5. Utskiftningsfrekvens for bassengvannet i Nordrana.

6.2 Intermediære vannmasser

De intermediære vannmassenes bevegelser er i stor utstrekning en reaksjon på prosesser i kystvannet, overflatelaget og bassengvannet. Den delen av utskiftningen som er initiert av prosesser i overflatelaget vil foregå mer eller mindre kontinuerlig, mens virkningene av endringene i bassengvannet vanligvis vil opptre over forholdsvis korte intervaller. Det er imidlertid en hurtig og omfattende utskiftning i intermediære vannmasser hver høst. Dette er forøvrig et generelt trekk ved sirkulasjonsmønsteret i de fleste fjordene.

Disse prosessene er best illustrert på figur 4 og 5. I perioden september-november foregår det en total utskiftning av de intermediære vannmasser ved at kaldt og saltholdig vann skiftes ut med varmere og ferskere vann. Disse nye vannmassene er betydelig lettere enn de intermediære vannmassene som var i fjorden om sommeren. Disse vannmassene forblir i fjorden til årsskiftet. Men i løpet av vinteren fortrenses de igjen av tyngre vannmasser. I vinterhalvåret er det små endringer i T-S egenskapene til de intermediære vannmassene. Dette betyr ikke at det ikke er utskiftninger i de intermediære vannmassene, men endringene i de hydrografiske parametrene er for små til å kunne brukes som indikator på utskiftningen.

Vinteren 1982 fylles store deler av fjorden over terskeldypet opp med gammelt bassengvann som presses opp ved at nytt og tyngre vann strømmer inn i bassenget.

Begge disse årene foregår de to mest omfattende utskiftningene av de intermediære vannmassene i løpet av høsten og forvinteren. Fra andre fjorder vet vi at denne høstinnstrømningen av lette vannmasser normalt skjer i løpet av et tidsrom på under en måned. Den etterfølgende

reversering av denne prosessen ved at lette vannmasser igjen skiftes ut med tyngre vannmasser skjer i Ranfjorden i 1981/82 i løpet av mindre enn to måneder, se figur 16.

År		Utskiftningsgrad gjennom estuarin sirkulasjon	Periodiske total-utskiftninger
1980	Høst		Innstrømming av lette vannmasser i oktober.
----	Vinter	Full utskiftning i løpet av vinterhalvåret.	
	Vår		
1981	Sommer	Femti prosent utskiftning i løpet av sommerhalvåret.	Innstrømming av lette vannmasser i sept.-nov.
	Høst		
----	Vinter	Full utskiftning i løpet av vinterhalvåret.	
	Vår		
1982	Sommer	Femti prosent utskiftning i løpet av sommerhalvåret.	Innstrømming av lette vannmasser i sept.-okt.
	Høst		

Tabell 6. Utskiftningsfrekvenser for intermediære vannmasser i Nordrana.

Som det fremgår av ovenforstående tabell representerer de uregelmessige utskiftingene av de intermediære vannmassene og den kontinuerlige fornyelsen gjennom den estuarine sirkulasjonen hver for seg en total utskifting av de intermediære vannmassene innenfor en periode på 1/2-1 år.

Det er grenseområdene mellom de intermediære vannmassene og dypvannet innerst i Nordrana som har den minste fornyelsen. Disse vannmassene blir svakest påvirket av utskiftingene i de intermediære vannmassene og gammelt

bassengvann presses opp i dette området når bassengvannet fornyes. Et normalt oksygeninnhold på 5-6 ml/l tyder imidlertid på en tilfredsstillende fornyelse av også disse vannmassene.

7. REFERANSER

- Braaten, B. og Sætre, R. 1973. Oppdrett av laksefisk i norske kystfarvann. Fisken og Havet serie B.
- Gausdal, T., 1972. Hydrografiske forhold i Vestfjorden i februar-mars. Hovedfagsoppgave ved Universitetet i Oslo.
- Haakstad, M., 1979. The exchange of Water between the Norwegian Coastal Current and the Fjords in Autumn. NDH-rapport 1979:4, Bodø.
- Loeng, H., 1978. Hydrografiske forhold i Skjomen i perioden 1969-73. NVE, Oslo.
- NIVA, 1977a. Resipientundersøkelse i Ranafjorden. Rapport nr. 1. Forurensningstilførsler. Foreløpig rapport. 0-31/75.
Saksbehandlere: S.A. Holmen & Ø. Tryland.
Stensilert. 71 pp.
- NIVA, 1977b. Resipientundersøkelse i Ranafjorden. Rapport nr. 2. Innledende hydrografiske, geokjemiske og biologiske undersøkelser. 0-31/75.
Saksbehandler: L.A. Kirkerud.
- NVE, 1959. Hydrografiske undersøkelser i Ranfjorden vintrene 1957/58 og 1958/59.
- VHL, 1966. Utløpet av Ranaelva. Rapport fra undersøkelser utført i tidsrommet september 1963 - desember 1965.
Saksbehandler: A. Trøtteberg.
Stensilert. 25 pp. + figs.
- VHL, 1970. NTNf-prosjekt C 128. Suspensjonsstrømmer i

naturen. Ekkolodding i Mo i Rana 1968-1969.
Saksbehandler: S. Schjølberg.
Stensilert. 4pp. + figs.

Sælen, O.H., 1976. General Hydrography of Fjords. The
Association of norwegian oceanographers Oslo.

Rye, H., 1973. Wind currents in the Longfjord, Norway.
Vassdrags- og Havnelaboratoriet Trondheim.

Aas, E., 1976. The influence of freshwater on light
conditions in fjords. Pp. 129-138 in Skreslet,
Leinebø, Matthews & Sakshaug (eds) Freshwater
on the sea. The Association of Norwegian
Oceanographers, Oslo.



Statlig program for forurensningsovervåking

Det statlige programmet omfatter overvåking av forurensningsforholdene i

**luft og nedbør
grunnvann
vassdrag og fjorder
havområder**

Overvåkingen består i langsiktige undersøkelser av de fysiske, kjemiske og biologiske forhold.

Hovedmålsettingen med overvåkingsprogrammet er å dekke myndighetenes behov for informasjon om forurensningsforholdene med sikte på best mulig forvaltning av naturressursene.

Hovedmålet spenner over en rekke delmål der overvåkingen bl.a. skal:

gi informasjon om tilstand og utvikling av forurensningssituasjonen på kort og lang sikt.

registrere virkningen av iverksatte tiltak og danne grunnlag for vurdering av nye forurensningsbegrensende tiltak.

påvise eventuell uheldig utvikling i resipienten på et tidlig tidspunkt.

over tid gi bedre kunnskaper om de enkelte vannforekomsters naturlige forhold.

Sammen med overvåkingen vil det føres kontroll med forurensende utslipp og andre aktiviteter.

For å sikre den praktiske koordineringen av overvåkingen av luft, nedbør, grunnvann, vassdrag, fjorder og havområder og for å få en helhetlig tolkning av måleresultatene er det opprettet et arbeidsutvalg.

Følgende institusjoner deltar i arbeidsutvalget:

**Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk (DVF)
Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt (FHI)
Norges Geologiske Undersøkelser (NGU)
Norsk institutt for luftforskning (NILU)
Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
Statens forurensningstilsyn (SFT)**

Overvåkingsprogrammet finansieres i hovedsak over statsbudsjettet. Statens forurensningstilsyn er ansvarlig for gjennomføring av programmet.

Resultater fra de enkelte overvåkingsprosjekter blir publisert i årlige rapporter.

Henvendelser vedrørende programmet kan i tillegg til de aktuelle institutter rettes til Statens forurensningstilsyn, Postboks 8100, Dep. Oslo 1, tlf. 02 - 22 98 10.