

OSLOFJORDEN OG DENS FORURENSNINGSPROBLEMER

I. Undersøkelsen 1962 - 1965

Delrapport nr. 18

Representativiteten av undersøkelsesperioden 1962-1966

av

Fredrik Beyer

Institutt for Marin Biologi avd. A,
Universitetet i Oslo

OSLOFJORDPROSJEKTET
NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
BLINDERN

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

Side:

1. INNLEDNING	3
2. TEMPERATUREN I DYPET AV VESTFJORDEN OG BUNNEFJORDEN SOM FUNKSJON AV VANNUTSKIFTINGEN	3
3. SOMMERTEMPERATUREN I OVERFLATELAGET I VESTFJORDEN OG BUNNEFJORDEN	6
4. DISKUSJON	6
5. REFERANSER	8

T A B E L L F O R T E G N E L S E:

I Gjennomsnittsverdier for temperaturmålinger foretatt tvers av Steilene eller noe lenger syd.	9
II Gjennomsnittsverdier for temperaturmålinger foretatt i det dypeste parti eller noe lenger nord i Bunnefjorden. Sammendrag av tabell svarende til tabell I.	10
III Gjennomsnittsverdier for temperaturmålinger foretatt tvers av Steilene eller noe lenger syd. Sammendrag av tabell svarende til tabell IV.	10
IV Gjennomsnittsverdier for temperaturmålinger foretatt i det dypeste parti eller noe lenger nord i Bunnefjorden. For 12 m og 8 og 12 m er bare gjengitt sammendrag av originaltabellen.	11

F I G U R E R:

1. Temperaturfordelinger i det dypeste parti av Bunnefjorden i 1897 og 1933/34.
- 2A. Temperaturfordelinger i det dypeste parti av Bunnefjorden i 1946-51.
- 2B. Temperaturfordelinger i det dypeste parti av Bunnefjorden i 1962-66.
- 3A. Temperaturfordelinger i Vestfjorden i 1896/97.
- 3B. Temperaturfordelinger i Vestfjorden i 1933/34.
- 4A. Temperaturfordelinger i Vestfjorden i 1946-51.
- 4B. Temperaturfordelinger i Vestfjorden i 1962-66.

F O R O R D

Det hydrografiske observasjonsmateriale som ble innsamlet i årene 1962 - 66 er vesentlig tettere enn eldre materiale og har derfor gitt oss en betydelig mer detaljert kjennskap til fjordens hydrografi.

Til tross for de fem års varighet av undersøkelsene har disse imidlertid gitt et betydelig fortegnet eller ensidig bilde av forholdene i fjorden, idet en sammenlikning med tidligere undersøkelser viser at perioden 1962 - 66 skiller seg ut ved usedvanlig regelmessige dypvannsutskiftninger og usedvanlig lave sommertemperaturer i overflatelaget. Det betyr at undersøkelsene 1962 - 66 også fra et biologisk og fra et estetisk synspunkt har gitt et gunstigere inntrykk av fjorden enn vi må regne med at vi ville ha fått ved en lengre eller annen undersøkelsesperiode. Det torde være av stor viktighet å ha dette i tankene ved vurderingen av samtlige rapporter.

Institutt for Marin Biologi
Avdeling A

Blindern, mars 1967.
Fredrik Beyer.

1. INNLEDNING

På bakgrunn av egne erfaringer og kjennskap til eldre undersøkelser ble det på et tidlig tidspunkt advart mot å legge for stor vekt på den tilsynelatende lovmessige regelmessighet i vannfornyelsene som syntes å fremgå av de hydrografiske observasjoner fra undersøkelsesperioden 1962 - 66. Da disse observasjoner likevel ble benyttet til beregning av et "normalår", ble det funnet nødvendig å presentere en del eldre data i form av nærværende fig. 1, 2A, 3A, 3B og 4A, av hvilke det fremgår en langt større variabilitet enn det som fremkom under det store Oslofjordprosjektet. (Fig. 2 B og 4 B). Uten å ta hensyn til de eldre observasjoner ville man få et bilde av forholdene i fjorden som ville være helt utilstrekkelig, spesielt sett i forbindelse med forandringene i dypvannsfaunaen.

For de fleste vil det imidlertid være forholdene i overflatevannet om sommeren som har størst interesse. Da heller ikke disse så ut til å være blitt helt tilfredsstillende representert ved prosjektets data, ble det funnet naturlig å søke å belyse dette også ved sammenlikning med eldre data (Tab. I - IV).

2. TEMPERATUREN I DYPET AV VESTFJORDEN OG BUNNEFJORDEN SOM FUNKSJON AV VANNUTSKIFTINGEN.

Fig. 1 viser temperaturfordelinger i det dypeste parti av Bunnefjorden i 1897 og 1933/34. Fig. 2 viser temperaturfordelinger på eller nær samme lokalitet i periodene 1946-51 (A) og 1962-66 (B). Fig. 3 viser temperaturfordelinger i Vestfjorden i 1896/97 (A) og 1933/34 (B). Fig. 4 viser temperaturfordelinger i Vestfjorden i periodene 1946-51 (A) og 1962-66 (B).

De store prikkene angir observerte verdier. Beregnede verdier er angitt i parentes. På samtlige figurer er høye temperaturobservasjoner i eller nær overflaten utelatt av plasshensyn.

Overflatelagets temperaturer i sommermånedene vil bli diskutert for seg i tilknytning til tabellene I og IV.

Observasjonene fra 1896/97 er hentet fra HJORT & GRAN (1900), og observasjonene fra 1933/34 er hentet fra BRAARUD & RUUD (1937). Verdiene fra perioden 1946-51 er tatt fra journaler ved Institutt for marin biologi, Avd. A & C, og verdiene fra perioden 1962-66 er tatt fra tabeller som er blitt stilt til disposisjon av Norsk institutt for vannforskning.

For 1896/97 er tegnet kurver for samtlige tilgjengelige observasjonsserier for vedkommende områder, men for de øvrige perioder, fra hvilke det foreligger betydelig flere observasjonsserier, er det bare tegnet kurver for en del av disse; dette ble gjort for å unngå at for mange kurver skulle gjøre figurene uklare. Utvalget ble foretatt således at observerte dypvannstemperaturer fra tidsrom mellom de i figurene angitte tidspunkter, alltid var å finne mellom de for disse tidspunkter optrukne kurver. Ved inntegning av samtlige observerte temperaturserier fra de angjeldende perioder og lokaliteter ville diagrammene altså bli tettere, men forøvrig ikke forandre karakter. For perioden 1962 - 66 ble oversikten dog begrenset til den dypeste stasjon for hvert av de to bassenger. Ved inkludering av lokalitetene Håøybukt (Gl 1) og Steilene (Dk 1) i oversikten representert ved fig. 4 B, ville den nedre grense for dypvannstemperaturvariasjonene slett ikke bli berørt, mens den øvre grense bare ville blitt forskjøvet med $0,29^{\circ}$ i 60 m, fra $7,94^{\circ}$ (Fl. 1, 8.2.1962) til $8,23^{\circ}$ (Dk 1, 13.1.1965), og med $0,24^{\circ}$ i 110 - 120 m, fra $7,79^{\circ}$ (Fl 1, 8.2.1962, 120 m, beregnet temp.) til $8,03^{\circ}$ (Gl 1, 12.1.1962, 110 m).

En sammenlikning av de foreliggende figurer viser to karakteristiske trekk som i særlig grad fortjener vår oppmerksomhet. For det første er det åpenbart at variasjonsbredden i dypvannstemperaturene er betydelig mindre i Bunnefjorden enn i Vestfjorden. Mens temperaturen fra juni 1933 til mai 1934 i Vestfjorden varierte mellom 6°C og $8\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$ (fig. 3 B), varierte den i Bunnefjorden bare med noen få tiendedeler (fig. 1); og mens temperaturen i perioden 1946/51 varierte mellom $4\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$ og $10\frac{3}{4}^{\circ}\text{C}$ i Vestfjorden (fig. 4 A), var den tilsvarende variasjon i Bunnefjorden bare fra 5°C til 7°C (fig. 2 A). Temperatursvingningene i dypet av Bunnefjorden har, sammenliknet med temperatursvingningene i dypet av Vestfjorden, en sterkt redusert amplitude og en betydelig forsinket fase.

Mens man i mer åpne farvann har utpregete sesongmessige temperaturvariasjoner med et mot dypet suksessivt stadig mer forsinket årsmaksimum (se f.eks. SJØSTEDT, 1936 ; SÆLEN, 1950), har vi i indre Oslofjord enkelte år med relativt kaldt dypvann og andre år med relativt varmt dypvann og lange perioder

uten noen særlige temperaturforandringer. Variasjonene skyldes at dypvannstemperaturen innenfor Drøbakerskelen i vesentlig grad bestemmes av temperaturen ved sadeldypet (19,5 m) utenfor Drøbak, og her har vi sesongmessige fluktuasjoner, se GADE (1963), fig. 3. Utskiftingen skjer som kompensasjonsstrøm under langvarige perioder med nordlig vind, som også forårsaker en markant oppstrømning av tungt vann like utenfor Drøbakerskelen, som påvist av GRAN & GAARDER (1918) og BEYER (1956). Derved får vi fra 40 og like ned til 160 m dyp i Vestfjorden over en lengre periode temperaturvariasjoner av liknende omfang - skjønt ved blanding noe redusert - som dem man vanligvis finner i 20 - 40 m dyp utenfor terskelen. I overensstemmelse med de sesongmessige temperaturvariasjoner litt under sadeldyp i ytre fjord vil vann som renner over Drøbakerskelen og fyller opp Vestfjordbassenget i tidsrommet oktober - desember ha forholdsvis høy temperatur, mens en utskifting av Vestfjordens dypvann i januar - februar vil gi en midlere temperatur (6° - 7° C), og en utskifting av Vestfjordens dypvann i mars - mai vil resultere i relativt lav temperatur (kfr. GADE, 1963, fig. 3).

Bunnefjordens dyp fylles opp av vann som strømmer fra Vestfjorden over den 50 - 55 m dype rygg mellom Bygdøy og Nesodden. Temperaturvariasjonene i dypet av Bunnefjorden vil derfor være sterkt influert av de tilsvarende variasjoner i dypet av Vestfjorden, men vil ved ytterligere blanding av gammelt og nytt vann få sin amplitude betydelig redusert i forhold til disse.

Det andre trekket som vi skal feste oss ved, er at variasjonsbredden for målingene fra perioden 1946 - 51 (fig. 2 A og 4 A) er meget større enn for perioden 1962-66 (fig. 2 B og 4 B), til tross for at den sistnevnte perioden likeledes omfattet fem vintre og langt, langt flere observasjoner. Faktisk viste observasjonsseriene fra 60 tokter i løpet av $48\frac{1}{2}$ måned i 1962-66 for Vestfjordens vedkommende (fig. 4 B) ikke større variasjonsbredde enn observasjonsseriene fra 7 tokter i løpet av $11\frac{1}{2}$ måned i 1933/34 (fig. 3 B) eller for 5 tokter i løpet av 9 måneder i 1896/97 (fig. 3 A). Det må regnes som sikkert at dersom observasjonsseriene i perioden 1946-50 hadde vært like hyppige som de var i perioden 1962-66, ville ekstremene i førstnevnte periode ha vist enda noe større avstand enn det fremgår av fig. 4 A.

Den ringe variasjon i dypvannets temperatur i 1962-66 sammenliknet med tidligere perioder skyldes at samtlige år i den siste undersøkelsesperiode utskiftningsmessig sett for Vestfjordens vedkommende har vært av en og samme type, nemlig med en kraftig dypvannsutskifting i januar eller februar. Figurene viser at dette ikke er representativt for en lengre periode, og av den grunn

er materialet fra undersøkelsene i 1962-66 ikke tilstrekkelig som beregningsgrunnlag for et "normalår".

3. SOMMERTEMPERATUREN I OVERFLATELAGET I VESTFJORDEN OG BUNNEFJORDEN

Tabellene I - IV gir en oversikt over øvre vannlags sommertemperaturer i 1962-65 sammenliknet med tidligere år. Observasjonene for de respektive år er hentet fra samme kilder som er angitt på s.4 samt fra GADE (1963). (Dessverre har vi ved Institutt for marin biologi på grunn av kursusvirksomhet og ferier meget få observasjonsserier fra sommeren). I de tilfelle da det foreligger flere observasjonsserier fra én lokalitet i samme måned, er gjennomsnittet for disse regnet som én observasjon, slik at en periode ikke er blitt overrepresentert i det samlede gjennomsnitt fordi om det foreligger flere observasjoner fra den perioden.

Tatt i betraktning overflatelagets store omskiftelighet, kan man ikke si at man har annet enn stikkprøver fra noe år. Det samlede antall stikkprøver er imidlertid ikke så lite, og siden utslaget er så markant og gjennomført, kan vi slutte at årene 1962-65 representerer en periode med usedvanlig dårlig badevann hva temperaturen angår. Under de 15 sommertoktene i 1962-65 ble det på de to lokalitetene aldri målt så meget som 20°C, og bare i juli 1963 og august 1964 ble det målt temperaturer høyere enn 19°C. 23°C ble målt ved alle de tidligere hydrografiske helårsundersøkelser, som fant sted i 1933/34 (BRAARUD & RUUD, 1937, observasjonsdyp: 1 m) 1946/47 (Institutt for marin biologi, observasjonsdyp: 0 m) og 1959 (GADE, 1963, observasjonsdyp: 0 m). Dersom det mellom toktene hadde forekommet noen periode med virkelig varmt vann i de øverste par meter, skulle vi ha sett virkningen av dette i 8 meters dyp senere. I august 1959 var den gjennomsnittlige temperatur for to stasjoner i Vestfjorden og to stasjoner i Bunnefjorden over 19°C i 10 meters dyp (kfr. GADE, 1963). Også i 1946 ble det målt over 19°C i 10 meters dyp.

4. DISKUSJON

Sterk misfarging av vannet forårsaket av mikroskopiske alger og generende ansamling av drivende grønske er gjerne kombinert med høye overflatetemperaturer. Dette er dobbelt ille fordi det er nettopp da at fjorden oppsøkes av de store menneskemengder. De undersøkelser av fjordens estetiske kvali-

teter som har vært foretatt i somrene 1962-65 må derfor anses som et dårlig grunnlag for å vurdere fjordens verdi som rekreasjonsområde fra et estetisk synspunkt. Vi må regne med at overflatevannet og strendene stort sett er i dårligere forfatning enn disse undersøkelser gir inntrykk av. Det samme er, på grunn av de påviste regelmessige og kraftige utskiftninger, også tilfelle for dypvannets vedkommende i indre fjord; og kombinasjonen av de usedvanlig lave overflatetemperaturer og usedvanlig regelmessige og kraftige dypvannsfornyelser gir en rimelig forklaring på det faktum at fiskere i de seneste år har karakterisert vannet som usedvanlig bra.

Selv om år av den type som vi har hatt i undersøkelsesperioden 1962-65 neppe er særlig sjeldne, må en rekke hinannen påfølgende år av den samme type anses som atypisk for vår tid. Siden det hydrografiske bilde som disse undersøkelser har gitt har en avgjort slagside, må vi regne med at heller ikke noen av de biologiske undersøkelsene er særlig representative, men gir et gunstigerer inntrykk av fjordens kvalitet enn vi ville ha fått ved en lengre eller annen undersøkelsesperiode.

V. REFERANSER.

- BEYER, F. 1956 Kappløpet mellom forråtnelse og fornyelse av indre Oslofjord.
Tekn. Ukebl. 1956: 1045-1053
(Reprinted in: Regionalplankomiteén for Oslo-området. Foredragshefte 6: 1-10. With English summary.)
- BRAARUD, T. and J.T. RUUD 1937 The hydrographic conditions and aeration of the Oslo Fjord 1933-1934.
Hvalråd. Skr. 15: 1-56.
- GADE, H.G. 1963 Some hydrographic observations of the Inner Oslofjord during 1959.
Ibid. 46: 1-62.
- GRAN, H.H. and T. GAARDER 1918 ..
Über den Einfluss der atmosphärischen Veränderungen Nordeuropas auf die hydrographischen Verhältnisse des Kristianiafjords bei Dröbak in März 1916.
Publ. Circ. Cons. Explor. Mer 71: 1-29.
- HJORT, J. and GRAN, H.H. 1900 Hydrographic-biological investigations of the Skagerrak and the Christiania Fiord.
Rep. Norweg. Fish. Invest. I, 2: 1-56, +tables: 1-26.
- SJÖSTEDT, L.G. 1936 Untersuchungen aus dem Öresund XXII. Beitrag zur Hydrographie des Sundes.
Acta Univ. Lund., N.F. Avd. 2, 31 (12): 1-61.
- SELEN, O.H. 1950 The hydrography of some fjords in Northern Norway. Balsfjord, Ulfsfjord, Grötsund, Vengsøyfjord and Malangen.
Tromsø Mus. Aarsh. Naturhist. avd. 38: 1-102.

Tabell I Gjennomsnittsverdier for temperaturmålinger foretatt tvers av Steilene eller noe lenger syd.

Lokalitet	Dyp, m	Måned	År	Ant. obs.	Gjennomsn. T °C
Steilene	0 og 5	Juni	1947	2	19.645
"	" " "	Juli	1946	4	19.920
" (Ek3)	" " "	"	1959	2	
"	" " "	August	"	2	19.550
"	" " "	Juni/juli/aug.	1946/47/59		<u>19.705</u>
" (Dk99)	1 og 4	Juni	1962	2	14.755
"	" " "	Juli	"	2	10.330
"	" " "	August	"	2	15.560
"	" " "	Juni/juli/aug.	"		<u>13.548</u>
"	" " "	Juni	1963	2	14.475
"	" " "	Juli	"	4	19.063
"	" " "	August	"	2	15.960
"	" " "	Juni/juli/aug.	"		<u>16.499</u>
"	" " "	Juni	1964	4	12.513
"	" " "	Juli	"	2	14.980
"	" " "	August	"	2	18.730
"	" " "	Juni/juli/aug.	"		<u>15.408</u>
"	" " "	Juni	1965	4	14.368
"	" " "	Juli	"	2	14.595
"	" " "	August	"	2	17.200
"	" " "	Juni/juli/aug.	"		<u>15.388</u>
"	" " "	" " "	1962-65		<u>15.188</u>

Tabell II Gjennomsnittsverdier for temperaturmålinger foretatt i det dypeste parti eller noe lenger nord i Bunnefjorden. Sammendrag av tabell svarende til tabell I.

Lokalitet	Dyp, m	Måned	År	Gjennomsnittlig T °C
Bunnefjord	0 og 5	Juni/juli/aug.	1946/47/ 50/51/59	<u>17.868</u>
"	1 og 4	" " "	1962-65	<u>15.618</u>

Tabell III Gjennomsnittsverdier for temperaturmålinger foretatt tvers av Steilene eller noe lenger syd. Sammendrag av tabell svarende til tabell IV.

Lokalitet	Dyp, m	Måned	År	Gjennomsnittlig T °C
Steilene	10	Juni/juli/aug.	1897/1933/ 46/47/59	<u>15.215</u>
"	8	" " "	1962-65	<u>12.599</u>
"	12	" " "	1962-65	<u>10.301</u>
"	8 og 12	" " "	1962-65	<u>11.450</u>

Tabell IV Gjennomsnittsverdier for temperaturmålinger foretatt i det dypeste parti eller noe lenger nord i Bunnefjorden. For 12 m og 8 og 12 m er bare gjengitt sammendrag av originaltabellen.

Lokalitet	Dyp, m	Måned	År	Ant. obs.	Gjennomsn. T °C
Bunnefjord	10	Juni	1933	1	12,678
"	"	"	1947	1	
"	"	"	1950	1	
"	"	"	1951	1	
"	"	Juli	1933	1	14,917
"	"	"	1946	2	
" (Dp4)	"	"	1959	1	
"	"	August	1897	1	14,020
"	"	"	1947	1	
"	"	"	1950	1	
" (Dp4)	"	"	1959	1	
"	"	Juni/juli/aug.	1897/1933/46 47/51/59		<u>13,872</u>
" (Ep1)	8	Juni	1962	1	15.49
"	"	Juli	"	1	8.02
"	"	August	"	1	16.18
"	"	Juni/juli/aug.	"		<u>13.230</u>
" (Dp99)	"	Juni	1963	1	3,56
"	"	Juli	"	2	12,145
"	"	August	"	1	12,01
"	"	Juni/juli/aug.	"		<u>9,238</u>
"	"	Juni	1964	2	8,020
"	"	Juli	"	1	14.75
"	"	August	"	1	9.02
"	"	Juni/juli/aug.	"		<u>10,597</u>
"	"	Juni	1965	2	10.475
"	"	Juli	"	1	9.03
"	"	August	"	1	14.99
"	"	Juni/juli/aug.	"		<u>11,498</u>
"	"	" " "	1962-65		<u>11,141</u>
"	12	" " "	1962-65		<u>8,388</u>
"	8 og 12	" " "	1962-65		<u>9,765</u>

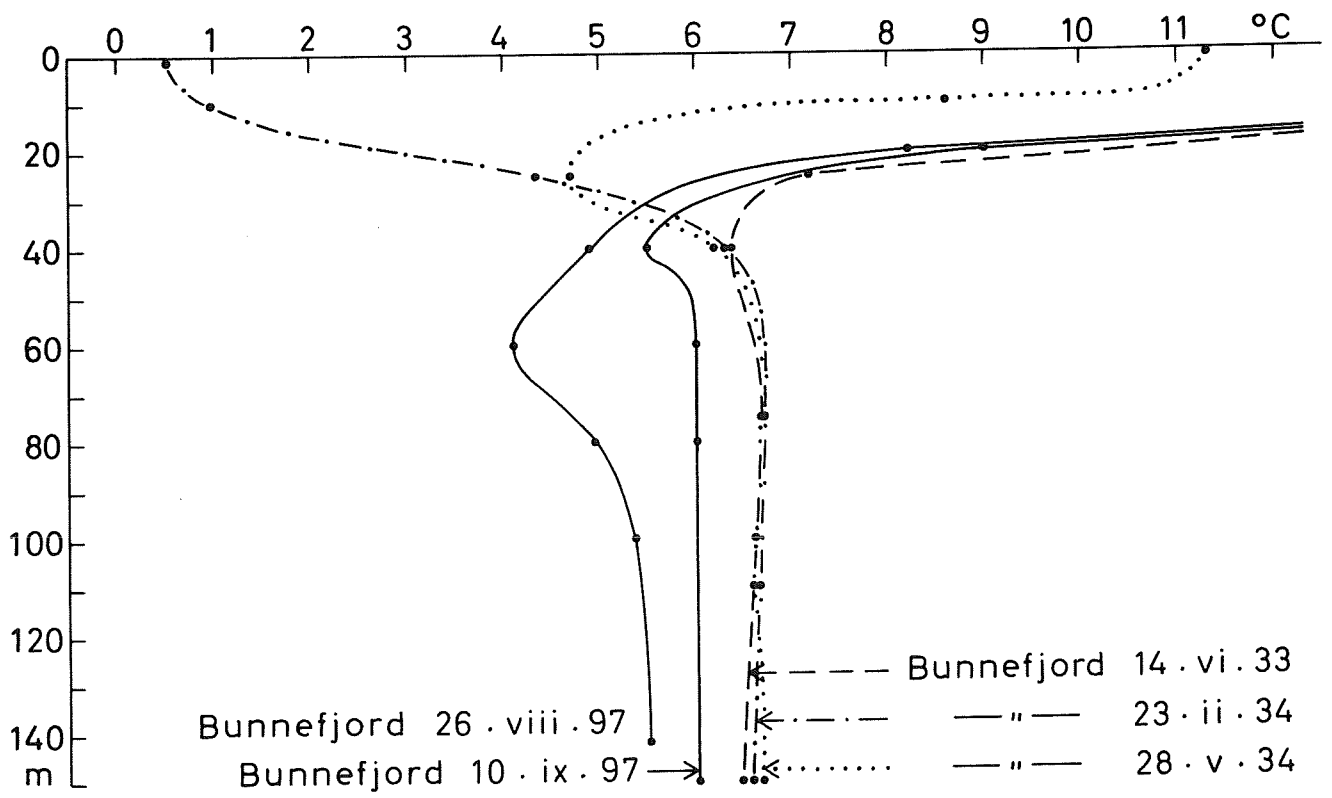
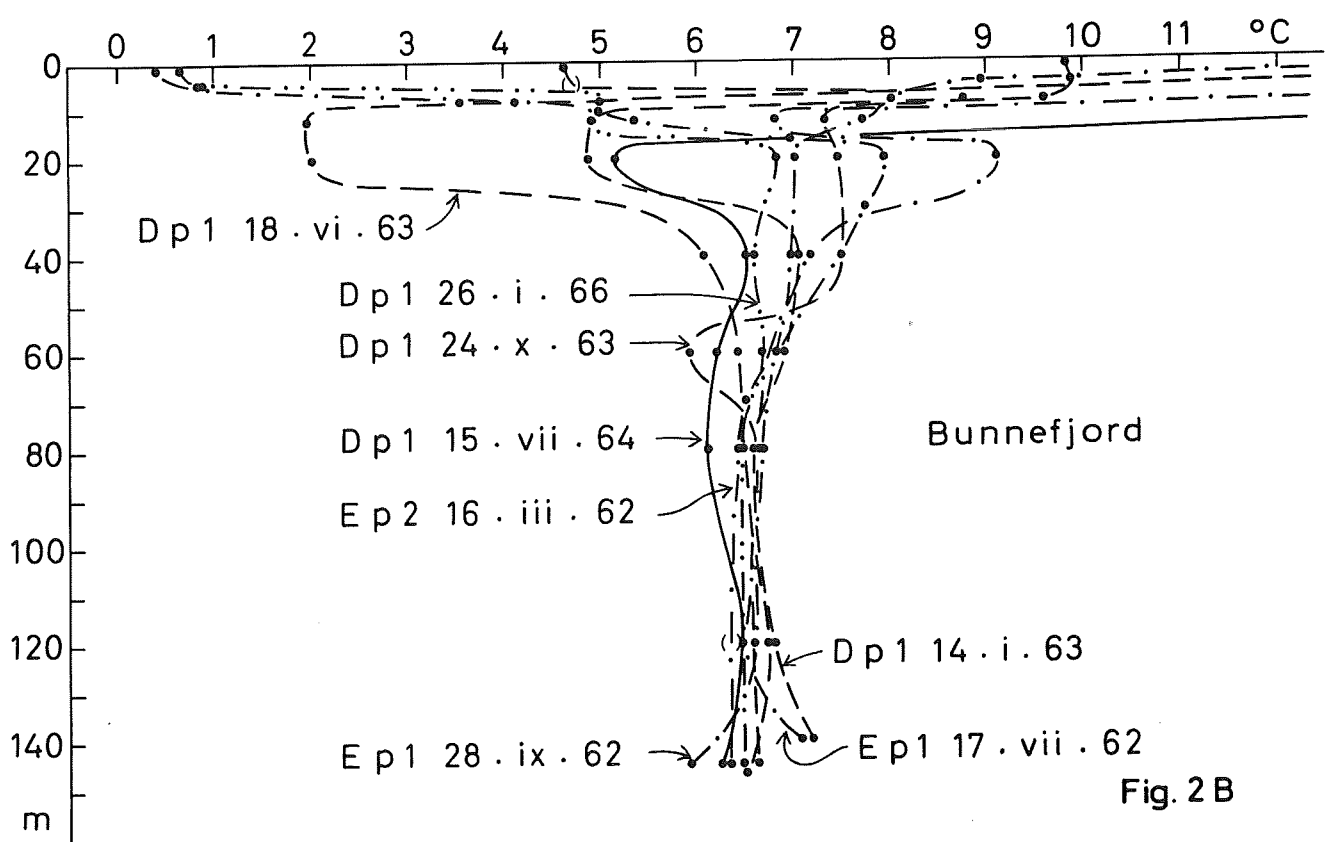
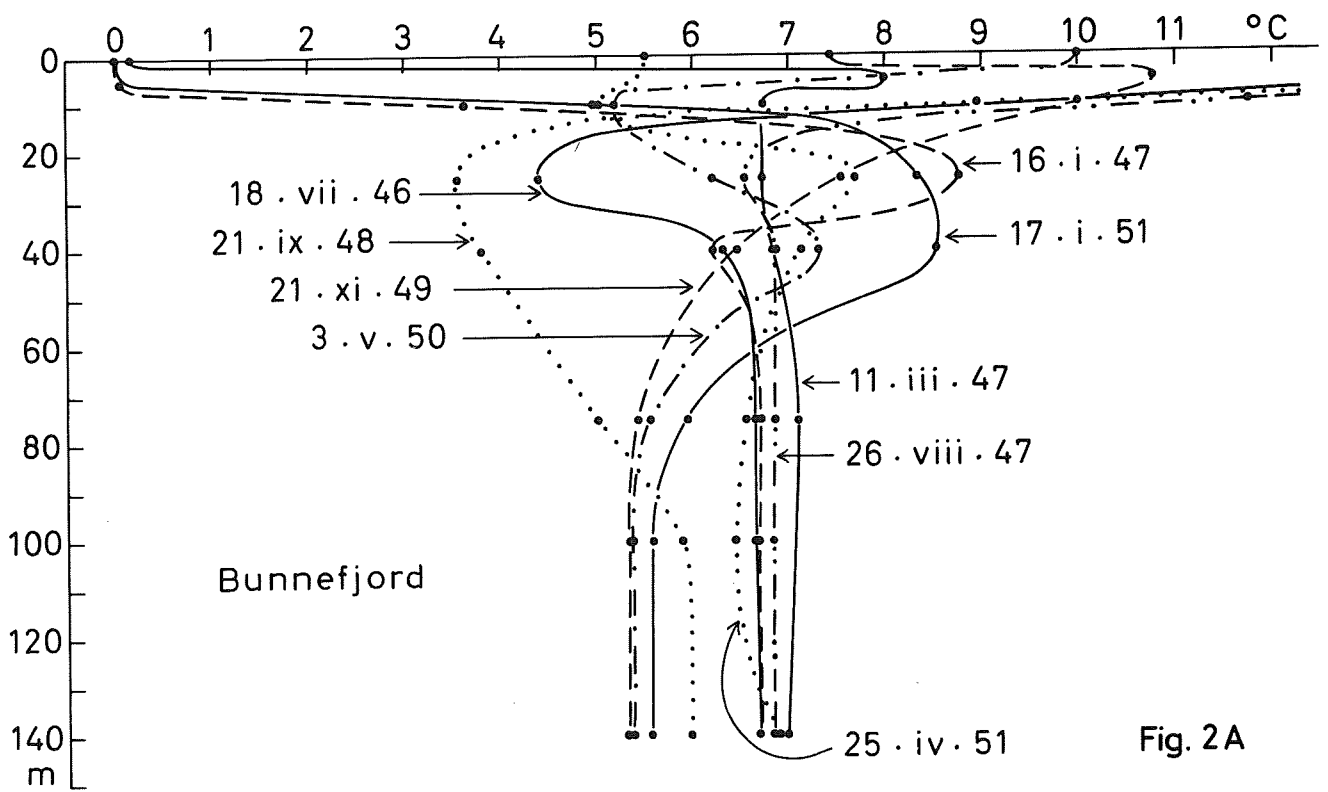


Fig. 1



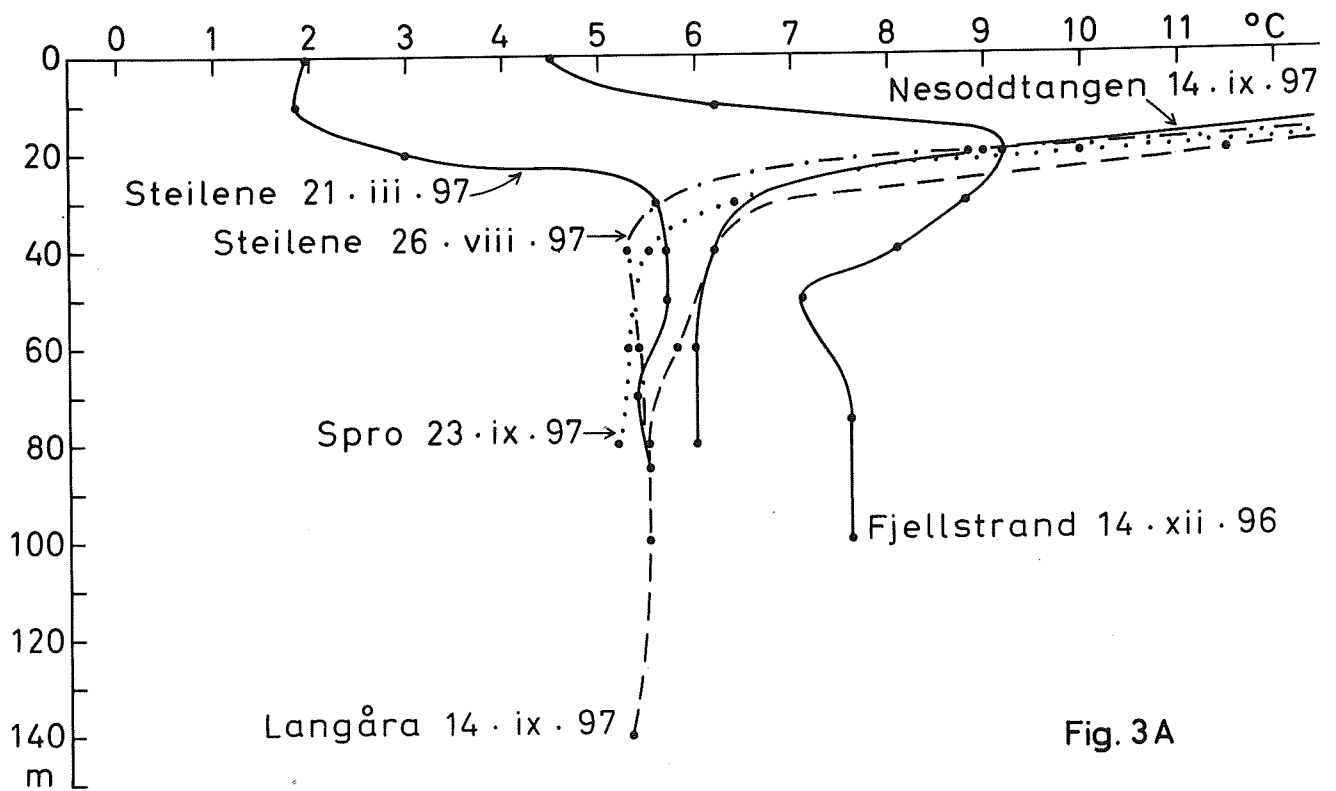


Fig. 3A

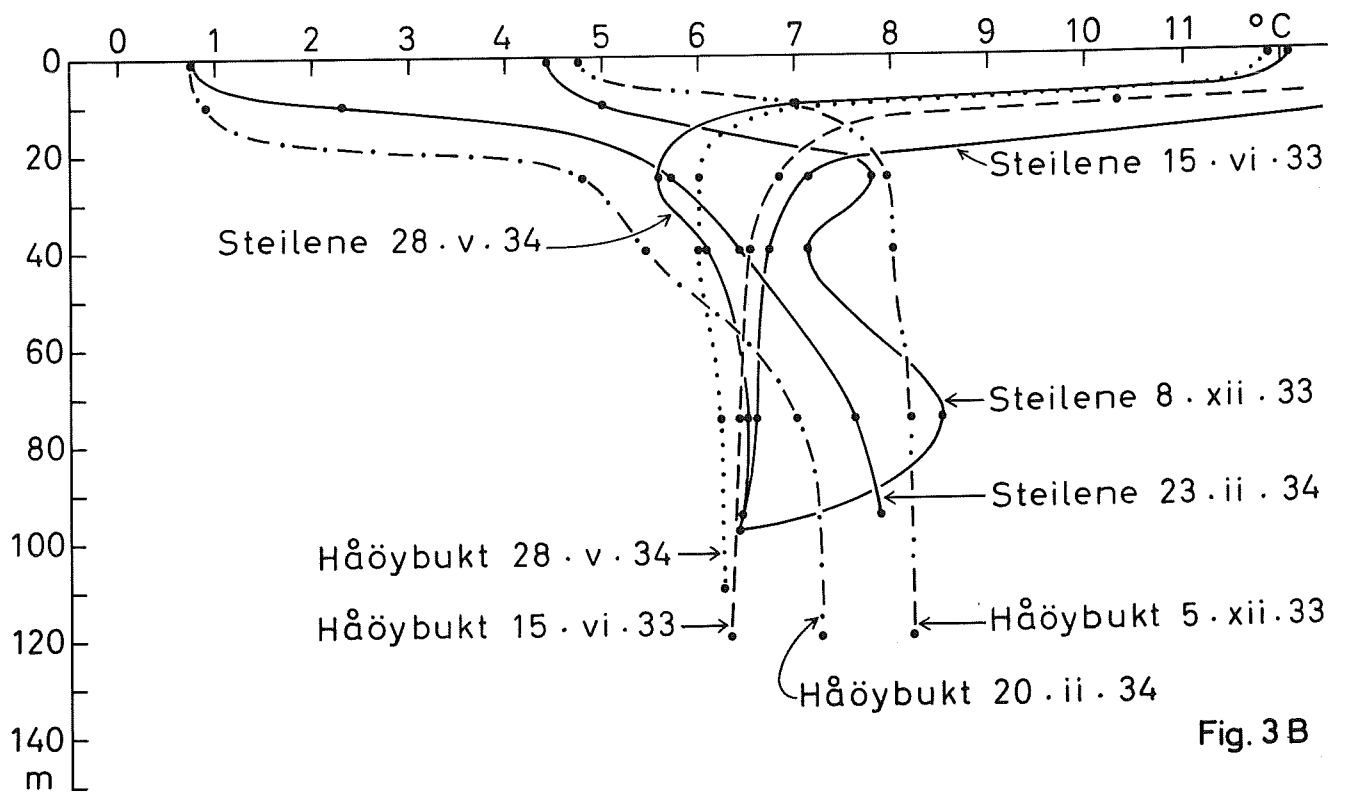


Fig. 3B

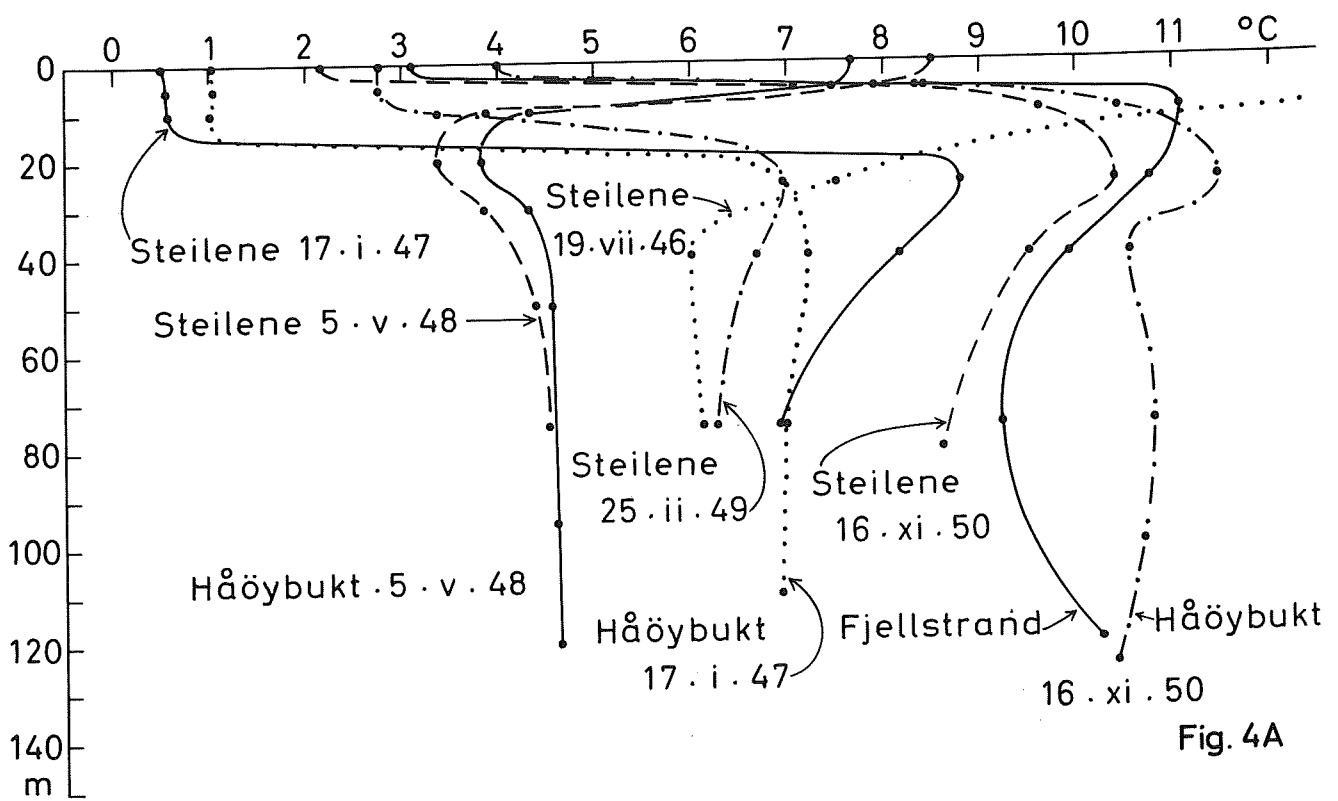


Fig. 4A

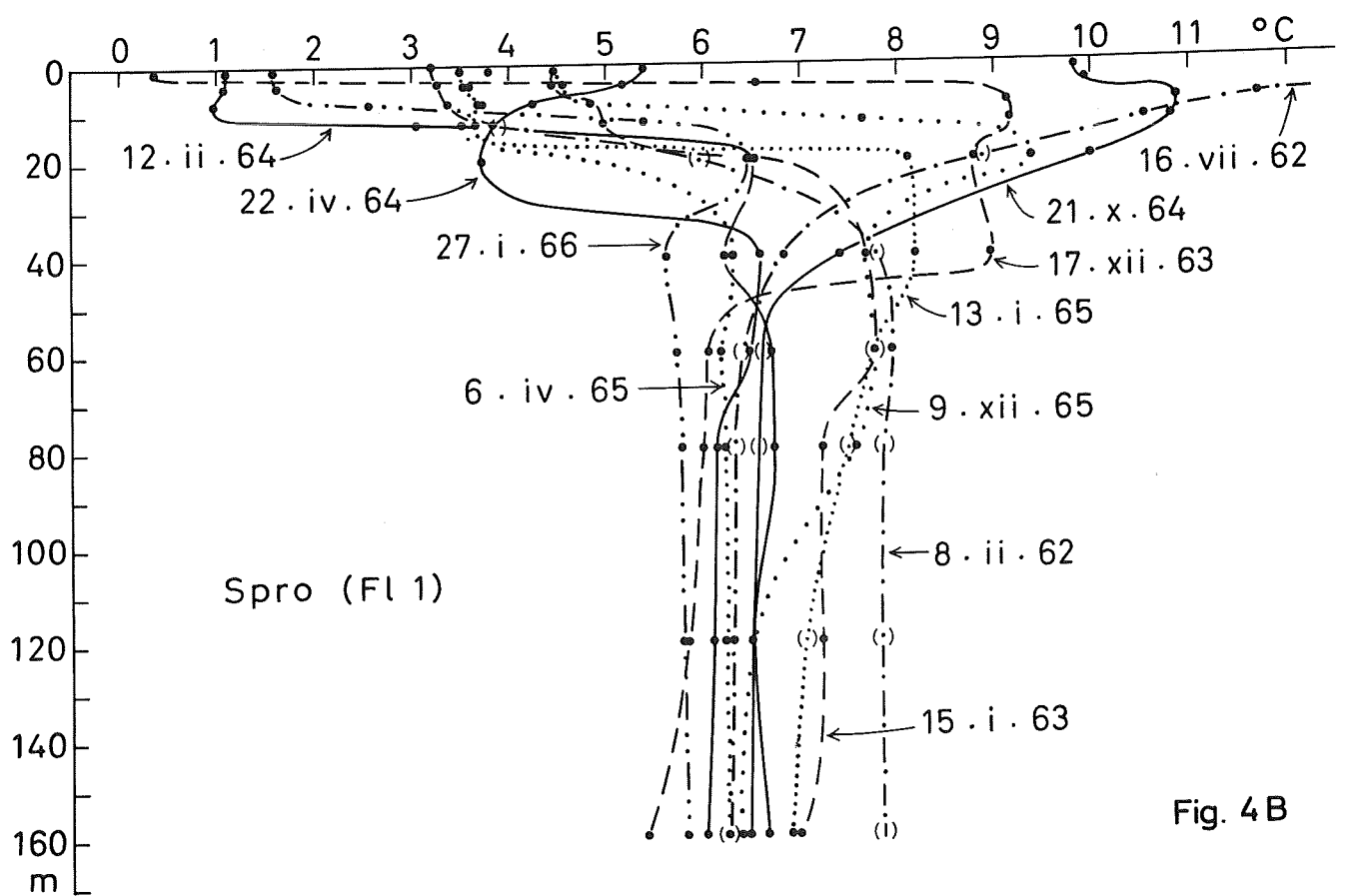


Fig. 4B