

OSLOFJORDEN OG DENS FORURENSNINGSPROBLEMER

I. Undersøkelsen 1962 - 1965

Delrapport nr. 1

OVERFLATELAGETS REKREASJONSKVALITET

av

Hans Munthe-Kaas

OSLOFJORDPROSJEKTET  
NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
BLINDERN

Redaksjonen avsluttet desember 1967

## I N N H O L D

	side
FORORD	3
1.       INNLEDNING	6
1.1       Delrapportens formål	6
1.2       Det undersøkte område	6
1.3       Begrepet rekreasjonskvalitet	7
1.4       Fjordens rekreasjonsulemper	8
1.5       Undersøkelsesenes omfang	8
1.6       Ulempenes årsaker	10
1.7       Kvalitetskravene	13
2.       OPPLEGG OG GJENNOMFØRING	14
2.1       Parameteroversikt	14
2.11       Vannets gjennomskinnelighet	15
2.111       Turbiditet i prøve	15
2.112       Filtratfarge i prøve	16
2.113       Siktedyp in situ	16
2.114       Lystransmisjon in situ	17
2.115       Overflatelagets utseende	17
2.12       Overflatematerialer	18
2.13       Lukt	18
2.14       Ulempene i strandbeltet	19
2.141       Bonitetsvurderinger	19
2.142       Gjennomskinnelighetsmålinger	19
2.143       Spesielle vitenskapelige målinger	20
2.2       Dataoversikt	21
3.       RESULTATER AV MÅLINGENE	22
3.1       Overflatelagets gjennomskinnelighetsforhold	22
3.11       Siktedypet	22
3.111       Hovedvariasjonene i fjordens siktedyp som funksjon av årstid og posisjon	23
3.112       Siktedypets lokale variasjonsmønster	27
3.1121       Detaljfordelingen	27
3.1122       Den sonevise fordeling	28
3.1123       Tverrsnittsgradientene	29
3.1124       Lengdesnittsgradientenes lokalforløp	31
3.1125       Skjermede kontra åpne lokaliteter	32
3.113       Korttidsvariasjoner	34
3.12       Turbiditeten	36

	side
3.13	Filtratfargen 38
3.2	Gjennomskinnelighetsvariasjonenes årsaksforhold 39
3.21	Siktedypets avhengighet av turbiditet, filtratfarge, sol og vind 40
3.22	Turbiditetsvariasjonenes årsaker 46
3.23	Filtratfargevariasjonenes årsaker 49
3.3	Flytende materialer i overflaten 55
3.4	Luktulempene 59
3.5	Strandbeltets kvalitetsulemper 59
3.51	Strandbeltets soner 60
3.52	Strandbeltets ulempetyper og deres årsaker 61
3.53	Bonitetsvurderingene 63
3.531	Opplegget 63
3.532	Hoveddommer-karakterene 66
3.5321	Nivåer og rangorden 67
3.5322	Spredning 68
3.533	NIVA-dommer-karakterene 71
3.5331	Nivåer og rangorden 71
3.5332	Spredning 72
3.534	Karakter-begrunnelsene 72
3.54	Strandbeltevanmassenes gjennomskinnelighet 74
4.	MULIGHETENE FOR PÅVIRKNING AV OVERFLATELAGETS REKREASJONSKVALITET 76
5.	SAMMENFATTENDE DISKUSJON 79
5.1	Kvalitetsnivå - ønsker og muligheter 80
5.2	Kvalitetsnivå - dagens situasjon 84
6.	LITTERATUR 88
	FIGURER
	TABELLFORTEGNELSE
	FIGURFORTEGNELSE

## F O R O R D

Ved vurdering av forurensningsproblemer i en fjord som Oslofjorden er det tre grupper av spørsmål som melder seg. De kan karakteriseres med stikkordene:

- A. Kvalitetskriterier og kvalitetsnivå
- B. Forurensnings-ulempenes årsaker
- C. Sanerende tiltak

Ved det nu avsluttede Oslofjordprosjekt I er det først og fremst gruppe B som har stått i sentrum. Gjennom hydrografiske, kjemiske og biologiske målinger samt kartlegging av tilførselene har man fått en ganske god oversikt over hva som skjer i fjorden. Resultatene fra B vil kunne tjene som basis for et foreløbig svar på C i form av en oversikt over de mulige sanerende løsninger.

Når det gjelder gruppe A, er vi dårligere dekket, idet dette tema bare i liten grad var med som siktepunkt i prosjektplanen. De viktigste spørsmål i denne gruppe vil være:

1. Hvilke bruk av fjorden er influert av forurensningsfenomener.
2. Hvilke kriterier kan brukes for bedømmelse av fjordens kvaliteter m.h. til disse bruksmåter.
3. Hvilke kvalitetsnivåer har fjorden i dag ut fra slike kriterier.
4. Hvilke kvalitetsnivåer ønsker man at fjorden skal sikres for fremtiden.

Bare ett aspekt i en slik sammenheng var med i den opprinne-



lige arbeidsplan, spørsmålet om fjordens fiskeavkastning, (delrapport nr. 3). De aspekter som kan sammenfattes under betegnelsen rekreasjonskvalitet, ble det derimot ikke plass til i den opprinnelige prosjektsplan. Underveis ble det riktignok inkorporert noen måleserier for slike formål i arbeidsplanen, men uten at en egentlig helhetsplan for disse programtillegg kunne bli utarbeidet og uten at en egen saksbehandler kunne ta seg av dem etterhvert. Det som ble gjort, fikk derfor et begrenset omfang og et noe fragmentarisk preg.

Nærværende delrapport gir en oversikt over prosjektets vurderinger og resultater omkring begrepet rekreasjonskvalitet. Den kan ikke gi noen komplett og balansert behandling av temaet på det informasjonsgrunnlag som foreligger. Hovedhensikten har vært å få presentert de synsmåter, data og konklusjoner som foreligger, slik at disse kan bli tilgjengelige ved senere undersøkelser av samme slag. I tillegg representerer den første forsøk på en analyse av hva begrepet "rekreasjonskvalitet" innebærer i den sammenheng det her står.

Den rikholdige naturvitenskapelige litteratur om Oslofjorden fra siste hundre år inneholder lite materiale som direkte kan tjene som sammenligningsgrunnlag for resultatene i denne rapport. Det som er funnet, er blitt utnyttet.

I forbindelse med rekreasjonsvurderinger er også en del utenlandsk faglitteratur blitt gjennomgått. I de kilder som er hjemsøkt, har det vært en del materiale om lokale forhold i andre land, men lite<sup>av</sup> direkte verdi for våre vurderinger. Noen artikler fra de aller siste år viser imidlertid at begrepet rekreasjonskvalitet nu får økende oppmerksomhet.

Rekreasjonsundersøkelsenes feltarbeid ble gjennomført av prosjektkontorets skiftende personale og av leiet timehjelp. De fleste målinger ble utført som ekstraundersøkelser under

tokt for andre formål, men også endel egne tokt ble gjennomført.

Måleresultatene er etter feltarbeidets avslutning blitt sammenstillet og bearbeidet av prosjektkontoret under ledelse av forfatteren. Regnearbeidet er stort sett utført på EDB-maskin ved Norsk Regnesentral. Alle originaldata oppbevares inntil videre - de fleste i EDB- form.

Oslo, desember 1967

Hans Munthe-Kaas

## 1. INNLEDNING

### 1.1 Delrapportens formål

De direkte siktepunkter for denne delrapport er en beskrivelse av tilstandene i fjordens overflatelag ut fra de krav som rekreasjonslivet stiller - og en belysning av de faktorer som har innflytelse på disse tilstander. Dens bakenforliggende formål er følgende:

- a. Den skal kunne tjene som ett utgangspunkt ved vurdering av hvilke krav man kan og bør stille til fjordens rekreasjonskvalitet.
- b. Den skal være et hjelpegrunnlag ved vurdering av hvordan de ovennevnte krav kan oppfylles.
- c. Den skal bidra til å definere en referansetilstand som kan danne grunnlag for bedømmelse av tidligere og fremtidige utvikling.

Rapporten kan, på basis av de foreliggende muligheter (kfr. forordet), bare oppfylle de nevnte formål i meget begrenset grad. Når den likevel er utarbeidet, er det fordi de informasjoner som den tross alt gir, har vist seg nyttige for prosjektets vurderinger.

### 1.2 Det undersøkte område

Nærværende rapport omfatter hele fjorden innenfor linjen Moss-Horten (fig. 1 ab). Observasjonsgrunnlaget er imidlertid fyldigst - og konklusjonsmulighetene dermed best - for det område som på figuren er betegnet som "indre fjord".

Bare forholdene i det øverste og relativt homogene vannlag over sprangsjiktet - senere kalt "overflatelaget" - er behandlet. Tykkelsen av dette lag - som i sommerhalvåret er betydelig brakkvannspreget - avhenger av årstiden og

varierer ellers med bl. a. vind- og nedbørforholdene og med de hydrografiske forhold ute i det åpne hav. Som regel vil den variere innen området 5-10 meter, men over et år må man regne med ekstremalverdier fra 0 til over 20 m <sup>1)</sup>. For nærværende delrapport har overflatelagets tykkelsesvariasjoner ingen spesiell interesse idet rekreasjonsinteressene i første rekke er knyttet til de 2-3 øverste metre.

Rapporten vil i første rekke omtale fenomener knyttet til selve vannmassene, men vil også ta for seg visse forhold knyttet til vannets overflate. Dessuten vil den som et tredje og siste punkt komme litt inn på strandbeltets tilstand.

### 1.3 Begrepet rekreasjonskvalitet

Det finnes på denne rapportens fagområde ennå ingen etablert terminologi. For å kunne diskutere temaet på en systematisk måte, var det derfor nødvendig å definere noen foreløbige begreper.

Det kunne for dette formål være nærliggende å ta fjordens verdi som rekreasjonsområde som utgangspunkt. Dette begrep er knyttet til flere aspekter og interesseforhold, hvorav de fleste på en eller annen måte er følsomme overfor forurensningsfenomener i vannet og i strandbeltet. Stort sett vil disse aspekter og interesseforhold ha sammenheng med begrepene: "naturvern", "almene estetiske standarder", "hygieniske forhold", "praktiske rekreasjonsmuligheter og fiskemuligheter". De er imidlertid vanskelige å definere og gir et dårlig grunnlag for konsis terminologi.

Et annet utgangspunkt som var bedre egnet, ble valgt - nemlig en liste over de enkelte forurensningsavhengige rekreasjonsulemper som man kan møte i fjorden. En slik liste var lettere å sette opp, mer konsis og enklere som basis for praktiske målinger. Begrepet rekreasjonskvalitet

har vi så knyttet til denne liste som negativt mål for ulempegrad.

#### 1.4 Fjordens rekreasjonsulemper

Når folk flest klager over Oslofjordens tilstand, er det forskjellige forhold de har i tankene. For mange er det øyensynlig vanskelig å definere hvilke uheldige egenskaper de er genert av. Ulempene vil imidlertid stort sett kunne plasseres i følgende grupper:

- a. Redusert gjennomsjennelighet i de øvre vannlag (på grunn av partikler og oppløste fargestoffer i vannet).
- b. Flytende materialer i selve overflaten (avfall, drivtang, olje etc.).
- c. Ilanddrevne og henslengte materialer på stranden (avfall, drivtang, olje etc.).
- d. Begroing av planter og skalldyr på strender, kaier, båter, tauverk etc.
- e. Ubehagelig lukt.
- f. Formulding av strand og bunn.
- g. Redusert fiskeavkastning.

Dertil kommer den generelle følelse av hygienisk usikkerhet (h) og estetisk ubehag (i) som gjerne er knyttet til tanken på forurensningsfenomenene og deres opprinnelse, og endelig må nevnes at for mange står forstyrrelser av den uberørte naturtilstand (j) i seg selv som en uønsket utvikling.

#### 1.5 Undersøkelsenes omfang

Våre undersøkelser representerte dette spektrum av ulemper

på følgende måte:

- a. Vannmassenes gjennomskinnelighet i overflate- laget ble kartlagt- omenn delvis sporadisk - gjennom fire år. Siktedypmålinger med Secchiskive (som gir et direkte mål for gjennomskinneligheten) var den sentrale metode, men et skjelett av partikkelmengde og filtratfargemålinger, finnes også. Siktedypets avhengighet av partikkelmengde og filtratfarge er søkt belyst ved hjelp av statistiske beregninger, og årsakene til de forekommende svingninger i partikkelmengde og filtratfarge er vurdert.
- b. og e. Flytende materialer i selve overflatelaget og luktulemper ble søkt kartkart gjennom ett år ved observasjoner fra båtene når disse var ute på tokt.
- c,d og f. Strandbeltets forskjellige ulemper ble ikke målt med kvantitative metoder, men var gjenstand for et befaringseksperiment 1964, da representanter for 15 interesserte institusjoner i Oslo deltok i alt tre befaringer. Syv av indre fjords kjente badesteder ble besøkt i denne forbindelse.
- g. Fiskeavkastningens avhengighet av forurensnings- tilstanden var gjenstand for vurdering gjennom en av prosjektets originale delundersøkelser, og er behandlet i en egen delrapport.
- h. De hygieniske aspekter ved forurensningssituasjonen har ikke vært gjenstand for spesielle undersøkelser i forbindelse med prosjektet, men prosjektets samlerapport inneholder en generell vurdering av dette tema i form av en uttalelse fra Helsedirektoratet.
- i.j Våre undersøkelser omfatter ingen separate

vurderinger av situasjonen ut fra rene estetiske eller naturvernmessige synspunkter.

### 1.6 Ulempenes årsaker

Årsaksforholdene bak de enkelte ulemper kan ofte være kompliserte. Det er ikke bare de sivilisatoriske påvirkninger som kan skape ulemper. I en fjord hvor vannutvekslingen med havet er lite effektiv, vil de naturlige forhold alene kunne være kilde til de aller fleste av dem. Dagens Oslofjordsituasjon skyldes utvilsomt et samspill av naturlige forutsetninger og sivilisatoriske påvirkninger. Om de sistnevnte ble fjernet totalt, ville ulempene bli mer eller mindre redusert, men neppe bli helt borte. Visse mulige endringer av de naturlige forutsetninger ville a priori kunne tenkes å ha en like stor virkning på det samlede kvalitetsnivå som en fjernelse av de sivilisatoriske påvirkninger.

De kilder og mekanismer av sivilisatorisk og naturlig art som bidrar til ulempene i indre Oslofjord kan sammenfattes i disse 5 punkter:

- a. Tilførsel av oppløste og oppløselige materialer fra land via elver, bekker og kloakker. Kilder er naturen (humus, næringsholdig vann m v.) og sivilisasjonen (kloakkvann, industriavfallsvann etc.). Effektene av slike tilførsler kan være:
  1. Utfelning av partikler i de tilførte vannmasser på grunn av sjøvannets saltinnhold gir grumsethet (turbiditet).
  2. Egenfargen av de tilførte oppløselige materialer gir vannet farge (brunt, . humusholdig vann fra naturen, fargede industriutslipp m.v.).
  3. Oppløselige næringsstoffer i de tilførte materialer og i ferskvann gir grunnlag for plante og bakterievekst (se punkt C nedenfor). (I forbindelse med Oslofjordvannets farge er det grunn til å bemerke at den mer eller mindre sterke farge som

man ofte får inntrykk av, som regel ikke bare skyldes oppløste fargestoffer, men også i stor grad vekst av planktonorganismer. Lokalt rundt elve- og kloakkutløpene i fjorden kan dessuten partikler fra naturen (f.eks. leire) eller fra industriutslipp gi betydelig fargevirkning). Synlig dominerende mengder av oppløste fargestoffer i vannet har man som regel bare i flomperioder (humus) og ellers av og til lokalt i forbindelse med visse typer industriutslipp.

- b. Tilførsel av "overflatematerialer og grums fra land (via elver, bekker og kloakker, direkte fra strendene og fra skip). Kilder er naturen (erosjonsmaterialer, planterester etc.), og sivilisasjonen (dumping av avfall og olje, faste kloakk-komponenter, industriavfall etc.).
- c. Vekst av planter og dyr. Vekst av frittsvevende alger er en vesentlig årsak til grumsethet i de øvre vannlag. Små dyreorganismer som ernærer seg av disse, kan i mindre grad bidra til samme ulempe. Vekst av fastsittende alger (tang og tare), skalldyr etc. gir begroingsulemper. Alger som er revet løs, kan under visse forhold flyte opp og skape ulemper i overflaten og på strendene.
- d. Utveksling av oppløste stoffer, grums og overflatemateriale med ytre fjord gjennom Drøbaksundet skjer til stadighet på grunn av strøm og vind. Den samlede nettotransport av materialer, regnet gjennom hele året og over alle dyp, har retning utover og bidrar derved til å redusere totalbelastningen. For det øverste få meter tykke vannlag vil imidlertid nettotransporten om sommeren kunne gå innover på grunn av de da dominerende vinder fra syd. Utvekslingsmekanismen vil med andre ord i det vannlag og på den årstid hvor rekreasjonsaktiviteten er sterkest



~~konstruert~~<sup>slik</sup> kunne bidra til å øke forurensningsbelastningen istedenfor som det har vært vanlig å tro å senke den.

- e. Utvikling av luktulemper. Luktulemper kan skyldes 3 forskjellige mekanismer i sjøen:
1. Vannet nede i dypet blir alltid på grunn av tilførsler og/eller algevekst tilført råtnende organisk materiale i større eller mindre mengder. Forråtnelsesprosessene forbruker oksygen som det tar fra vannet. Vannet kan få sitt oksygentap dekket ved diffusjon ovenfra eller fra siden, ved utbytning av eller blanding med friskere vannmasser eller som et biprodukt fra algenes fotosyntese. Hvis disse oksygenerstattende prosesser ikke er kraftige nok til å erstatte forbruket, blir det etterhvert mangel på oksygen i dypet, og til slutt inntreffer total oksygenmangel (anoksisk tilstand) med utvikling av illeluktende gasser som hydrogen-sulfid, ammoniakk, metan m.v. Slike tilstander finner man først og fremst i de dypere og mer avstengte dypvannsbassenger i fjorden, men også i grunnere områder med sterk tilførselsbelastning. Luktulemper på dette grunnlag inntreffer når de anoksiske vannmasser kommer opp til overflaten; noe som imidlertid bare kan skje ved spesielle hydrografiske situasjoner og/eller ved spesielle vindsituasjoner.
  2. Ved lavvann kan luktulemper i strandsonen opptre selv om vannet ikke er anoksisk hvis bunnen nær stranden er råtten helt opp i tidevannssonen.
  3. Luktulemper kan opptre i umiddelbar nærhet av kloakkutslipp som følge av uheldig plasserte utløpsrør og/eller dårlige lokale fortynningsforhold.

## 1.7 Kvalitetskravene

De kvalitetskrav som stilles til overflatelagets forskjellige egenskaper, avhenger en del av hvilke interesseforhold det tas utgangspunkt i. Det rekreasjonspublikum ønsker generelt at vannet skal inneholde lite partikler og farge, og at strendene ikke skal være overgrodd. Grensen for akseptabel partikkelmengde, fargemengde og overgroddhet varierer imidlertid meget fra person til person. Fiskere, som setter pris på store fangster, ønsker gjerne en nærings- og planterik fjord. I naturvernkretser mener man tildels at ulemper som har sin opprinnelse i naturlige forutsetninger til en viss grad bør aksepteres, mens de som skyldes sivilisasjonen kan bekjempes.

I norsk lovgivning har man hittil ikke funnet å ha grunnlag for innføring av standardbestemmelser om ønskelige eller tillatelige kvalitetsnivåer når det gjelder marine forurensningsulemper. Konkrete spørsmål som fremkommer blir behandlet individuelt av de lokale helseråd.

Ute i verden praktiseres det til dels mer konsise bestemmelser. Bestemmelsenes innhold varierer dog meget fra land til land - hvilket kan tas som en bekreftelse på at den basis man har å bygge slike bestemmelser på, ennå ikke er særlig solid. En oversikt over eksisterende lovgivning rundt om i verden er utgitt av World Health Organization (1967).

Før man tar stilling til hvordan Oslofjordens forurensningsproblem skal løses, bør det helst vurderes hvilke standardkrav som må tilfredsstilles. Teknisk sett ville det utvilsomt være mulig å sikre meget høye kvalitetsnivåer, men det vil gjelde her som på så mange andre områder, at kvalitet vil koste.

## 2. OPPLEGG OG GJENNOMFØRING

Som nevnt i forordet er denne delrapport ikke en utredning om et av prosjektet på forhånd fastlagt tema, og den bygger ikke på et for bestemt formål tilrettelagt datamateriale. Rapporten er et forsøk på å besvare en del spørsmål som utkrystalliserte seg under og etter prosjektet, og den bygger på data innsamlet for andre formål, supplert med noen mindre måleserier for eget formål.

De foreliggende data gir ikke grunnlag for noen fyldig og systematisk besvarelse av de stilte spørsmål. Rapportens hovedsiktepunkt er, som nevnt i forordet, å få presentert de synsmåter, data og konklusjoner som foreligger, slik at disse kan bli tilgjengelige ved senere undersøkelser av samme slag. I tillegg representerer rapporten et første forsøk på analyse av hva begrepet rekreasjonskvalitet innebærer i den sammenheng det her står.

Rapporten utnytter de fleste av de foreliggende aktuelle måleserier. Noen av de mindre er imidlertid utelatt, delvis fordi det ikke har vært tid til å bearbeide dem, og delvis fordi de i nuværende stadium ikke ville være særlig verdifulle. Også disse utnyttede taes likevel med i nedstående parameter og dataoversikter for å få deres eksistens bekjentgjort. Bearbeidelsen av de større måleserier er tildels referert mer detaljert enn dataene egentlig fortjener. Hensikten med denne rapport er imidlertid ikke bare å bringe resultater, men også å demonstrere metoder og ideer som kan ha mulig verdi ved tilsvarende senere undersøkelser.

### 2.1 Parameteroversikt

De målemetoder som er benyttet, er omtalt nedenfor gruppert etter hvilke kvalitetsulemper de karakteriserer. Metodene er bare beskrevet så langt det er nødvendig for forståelse av hva som ble målt, hvilke måleprinsipper

som ble benyttet og hvilke nøyaktighetsgrader som ble oppnådd. For detaljerte beskrivelser og referanser henvises det til prosjektets delrapport nr. 16. Også metoder som er benyttet spesielt for de måleserier som er nevnt, men ikke referert, er med i denne oversikt.

2.11 Vannets gjennomskinnelighet

Vannets "gjennomskinnelighet" er fysisk sett et uttrykk for hvor langt en lysstråle kan trenge gjennom en vannmasse før den er helt utslukket. Det dyp man kan "se bunnen på" fra overflaten er også et mål for vannets gjennomskinnelighet. (I vitenskapelig øymed er det vanlig i stedet for gjennomskinneligheten å benytte det inverse begrep av den: utslukningstendensen - eller ekstinksjonen som den også kalles). Gjennomskinneligheten er avhengig av to egenskaper i vannet: a. Vannets partikkelinnhold og b. dets innhold av oppløste fargestoffer. Flere målemetoder finnes, hvorav noen tar hver av disse egenskaper for seg, og noen tar dem sammen. For Oslofjordprosjektet er følgende 4 målemetoder benyttet:

- Turbiditet i prøve (1)
- Filtratfarge i prøve
- Siktedyp in situ (1)
- Lystransmisjon in situ

Den siste av disse er blant dem som foreløpig ikke er utnyttet.

2.111 Turbiditet i prøve

Turbiditet, som er et mål for partikkelinnholdet, ble benyttet som standardmetode. Den egenskap som her egentlig måles, er partiklenes optiske effekt i vannet. Målingen foregår i hovedtrekk slik: Homogent lys blir sendt inn i

(1)

---

i prøve: målt i prøve hentet opp fra vannmassen  
 in situ: målt på stedet nede i vannmassen

prøven. En del av lysstrålene treffer partikler og blir reflektert i alle retninger, men andre blir absorbert av partiklene eller av oppløste fargestoffer i vannet. Resten slipper igjennom. Størrelsen av den fraksjon av lysstrålene som blir spredd, er grovt regnet bare avhengig av mengden av partikler <sup>(1)</sup>. Det spredte lys måles med fotocelle. Måleresultatet, som blir omregnet til turbiditet og angitt i mg SiO<sub>2</sub> pr. liter, er basert på tilsvarende måling i vann tilsatt kjente mengder av silisiumoksyd. Måleprinsippet er i og for seg tilfredsstillende, men det disponible måleapparat var lite egnet for sjøvann med så lave turbiditetsverdier som det her var tale om. Slik at resultatene ikke er særlig presise. Et annet forhold som har bidratt til unøyaktighet, er de uunngåelige variasjoner i prøvenes transport- og lagringshistorie før analyse.

#### 2.112 Filtratfarge i prøve

Metoden, som gjelder oppløst farge alene, ble benyttet regelmessig gjennom de to siste prosjektår. Målingen foretas i filtrert prøve med homogent lys av bølgelengde 4250 Å. Med den valgte bølgelengde får man målt de to betydeligste fargestoffkomponenter i fjorden - oppløste humusstoffer fra naturen og avfallsvann fra celluloseindustrien - men desverre bare som sum og ikke hver for seg. Målenøyaktigheten med det disponible apparat var tilfredsstillende.

#### 2.113 Siktedyp in situ

Metoden, som er meget enkel, ble benyttet regelmessig gjennom hele prosjektet. Den går ut på at en hvit plate av diameter 20-30 cm - en såkalt Secchiskive - senkes så

---

(1) Egentlig avhenger den foruten av partikkelmengden også av endel egenskaper ved selve partiklene som f. eks. form, størrelse og transparens. Turbiditeten gir derfor ikke noe helt eksakt mål for vannets innhold av partikkelmasse.

langt ned i sjøen at den akkurat forsvinner for synet. Dybden ned til skiven i denne posisjon måles og angis som resultat. Måleresultatet kan tolkes som midlere gjennomskinnelighet i vannet ned til det angitte dyp. Metoden er lite nøyaktig. Dens viktigste feilkilder er:

- a. Det finnes ingen enerådende standard for skivens størrelse, form og hvithetsgrad.
- b. Værforhold, solhøyde, skydekke og sjøgang spiller inn ved bedømmelse av skivens synlighet.
- c. Avlesningen er subjektiv. Samme person kan ha varierende synsevne som funksjon av tiden, og forskjellige personer har ulike synsevner.

Metodens viktigste fordel er dens enkelhet. Og på tross av manglene er den en brukbar målemetode. Dette bekreftes bl. a. av det forhold at den stadig brukes av de profesjonelle havforskere. Nøyaktighetsgraden ville forøvrig ha vært noe høyere om en såkalt vannkikkert var blitt brukt ved avlesningene. Dette hjelpemiddel ble det imidlertid av forskjellige årsaker funnet riktig ikke å ta i bruk.

#### 2.114 Lustransmisjon in situ

Ved denne metode måles selve ekstinksjonen direkte i vannmassen, idet det elektriske måleinstrument som benyttes kan senkes ned i sjøen. Instrumentet kom på markedet i slutten av prosjektperioden og ble innkjøpt og tatt i bruk høsten 1965. Det består i prinsippet av en lyskilde, en fotocelle og et galvanometer. Målenøyaktigheten er god. Dataene innhentet med dette instrument er ennå ikke bearbeidet.

#### 2.115 Overflatelagets utseende

I forbindelse med observasjonene av "overflatematerialet" nevnt i avsnitt 2.12 nedenfor, ble også overflatelagets "utseende" karakterisert ved observasjon av vannmassen sett

ned mot den nedsenkede Secchiskive. Resultatene av disse målinger er delvis bearbeidet, men ikke fyldige nok til å ha praktisk verdi for denne rapport og derfor ikke tatt med. Opplegget var: Synlige partikler ble karakterisert ved typeskalaen: SÅ VIDT SYNLIG , - 1-2mm - 3-10mm - STØRRE FNOKKER - BLANDEDE STØRRELSER - GRUMS , og ved mengdeskalaen LITE - MIDDELS - MYE. Fargeinntrykket ble kvalitativt karakterisert ved enkle fargeangivelser (f.eks. RØD ) eller doble (f.eks. RØDBRUN ). Dessuten ble det gitt tilleggsbemerkninger om at fargen var SVAK, MIDDELS eller STERK og om at fargetonen var LYS, MIDDELS eller MØRK. Metoden ble benyttet bare i deler av siste prosjektår og ble tatt med nærmest som et eksperiment. Nøyaktigheten i feltarbeidet var ved det benyttede opplegg ikke særlig stor.

### 2.12 Overflatematerialer

Under en del tokt med andre hovedformål ble det i 1965 foretatt systematiske observasjoner av flytende materialer i overflaten. Alle "funn" ble da klassifisert etter typeskalaen: TING - RUSK - DRIVTANG - OLJE og etter mengdeskalaen: SPOR - LITE - ENDEL - MYE. Observasjonene ble kun foretatt fra faste stasjoner i fjorden og ikke underveis mellom stasjonene. Bare funn registrert på et tilfeldig valgt tidspunkt og innen en sirkel rundt båten med radius ca. 30 meter ble tatt med. Som resultat er "funnfrekvensen" av de forskjellige "materialtyper" beregnet i forhold til antall observasjoner foretatt. Nøyaktighetsgraden av observasjonene er ujevn og ikke særlig høy. Disse data er bearbeidet og tatt med i rapporten.

### 2.13 Lukt

Parallelt med observasjonsserien "Overflatematerialer" (avsnitt 2.12 ovenfor) skulle også eventuelle luktulemper registreres og klassifiseres. Typeskalaen var: UDEFINERBAR - RÅTTEN - SVOVELVANNSTOFF - AMMONIAKK - METAN - OLJE. Intensiteten skulle karakteriseres som: SVAK - MIDDELS - STERK. Det viste seg imidlertid at

luktulemper så og si ikke ble påvist ved noen av våre stasjonsbesøk i løpet av observasjonperioden.

#### 2.14 Ulempene i strandbeltet

##### 2.141 Bonitetsvurderinger

Som et eksperiment ble det sommeren 1964 arrangert noen befaringer til kjente badesteder i fjorden. Med på befaringene var representanter for de fleste institusjoner og foreninger i Oslo som har spesiell tilknytning til fjorden. Hensikten med arrangementet var å skaffe noe rede på hva publikum mener om de forskjellige typer av forurensningsulemper, og i dette øyemed ble "dommerene" bedt om for hvert besøk på en badestrand å besvare et spørreskjema. Opprinnelig var det meningen å arrangere mange slike "bonitetsbefaringer". På grunn av de dårlige værforhold og de derav følgende unormale forhold i vannmassene ble denne serie imidlertid avbrutt allerede i juni 1964 etter tre turer. Befaringene ble ikke gjentatt i 1965 på grunn av personalmangelen ved prosjektet.

Strandsonens kvalitetsulemper er ikke i forbindelse med prosjektet blitt vurdert på annen måte enn ved disse bonitetsbefaringer.

##### 2.142 Gjennomskinnelighetsmålinger

I forbindelse med bonitetsbefaringene ble det foretatt en kartlegging av gjennomskinnelighetsforholdene i vannmassene på de utvalgte badesteder. Parametre var siktedyp og turbiditet etter de overfor beskrevne metoder. Dataene er bearbeidet, men på grunn av at toktantallet ble så lite, vil resultatene ha liten tyngde. I nærværende rapport er resultatene kun gitt i form av et kort resyme.

En del <sup>av</sup> begreingsfenomenet er blitt behandlet grundig i annen delrapport (nr. 9). Her beskrives den kvalitative fordeling av de forskjellige arter fastsittende



alger i fjorden. Alle arter, (unntatt de såkalte blågrønnalger), ned til ca. 7 meters dyp er tatt med. Samtidig med prosjektet ble det dessuten av en hovedsfagstudent ved Universitetet i Oslo (Bøhle 1965) gjennomført en undersøkelse av blåskjellenes vekstforhold i indre og ytre fjord.

### 2.143 Spesielle vitenskapelige målinger

I tilknytning til bonitetsbefaringene ble det også foretatt noen få spesielle vitenskapelige målinger ved badestrendene. Den opprinnelige hensikt var å studere sammenhengen mellom dommerkarakterer og vitenskapelige måleresultater.

På grunn av det reduserte toktantall og personalmangel ved kjemilaboratoriet ble datamengden for liten for dette formål. Dataene er delvis bearbeidet, men resultatene har liten verdi for denne rapport og er derfor ikke tatt med.

De viktigste målemetoder benyttet her - ved siden av oppløst farge som beskrevet foran - er nevnt nedenfor. Alle målinger refererer seg til blandeprøver av det øverste to meter tykke vannsjikt. Blandeprøvene ble tatt et stykke fra land - fra 15-75 meter avhengig av forholdene på det enkelte badested.

a. Partikkelmassens innhold av vann og av organisk og uorganisk materiale, kan fortelle noe om dens opprinnelse og type.

1. Vanninnholdet ble bestemt ved veining av prøver før og etter tørking, og resultatet angitt som forholdet "våtvekt/tørrvekt".

2. Innholdet av organisk og uorganisk materiale ble bestemt ved veining av prøver etter tørking (som fjerner alt vann) og etter gløding (som fjerner alt organisk materiale).  
Organisk materiale = tørrvekt ÷ gløderest.  
Uorganisk materiale = gløderest.

3. Partikkelmassens innhold av organisk materiale ble alternativt bestemt ved en kjemisk oksydasjonsprosess (bikromatmetoden).

b. Partikkelmassens filteregenskaper.

Partikkelmassens filteregenskaper kan generelt fortelle noe om partiklernes strukturelle forhold. Den eneste filteregenskap som her ble undersøkt, var filtervolumet (dvs. den mengde vann som passerte gjennom filteret før dette tettet seg til).

c. Antallet av coliforme bakterier

Antall av coliforme bakterier er i enkelte land blitt brukt som parameter på kloakkvannsinnblanding i resipientvannmasser. Verdien av slike tall uten støtte i samtidige andre bakterieanalyser er imidlertid ikke særlig stor.

## 2.2 Dataoversikt

Rapportens datagrunnlag er hentet fra seks forskjellige måleserier innenfor Oslofjordprosjektet. Alle data stammer fra perioden 1962-1965 - de fleste av dem fra 1964-1965. Ingen andre av prosjektets måleserier enn disse seks innbefattet slike parametre som rapporten bygger på, og heller ikke finnes tilsvarende eldre undersøkelser omtalt i litteraturen.

En hoved-oversikt over de seks måleserier er gitt i tabell 1, og de benyttede stasjonsnett under toktene er vist i figurene 2 I-VI. Originaldata og bearbeidet materiale (som kan utlånes) finnes innbundet ved instituttet, og dessuten lagret i EDB-form. (Se delrapport 17). Detaljer om stasjonsposisjoner, måleteknikk etc. finnes i delrapport 16.

TABELL I

OVERSIKT OVER MÅLESERIER

(Stasjonskart -  
se fig. 2 I - VI)

Måleserie →		I	II	III	IV	V	VI
Egenskap ↓	Målinger utført ↓	Basisprogram hydrografi og kjemi	Spesialprogram hydrografiske tverrsnitt	Overflatelegets kvalitet - full serie	Hydrografiske korttids-observasjoner	Overflatelegets kvalitet spesialsnittet	Strandbeltets tilstand
	Turbiditet i dypene 1-4-8 meter	ca. 45 tokt 9 stasjoner 1962-1965					
	Filterfarge i dypene 1-4-8 meter	ca. 35 tokt 9 stasjoner 1963-1965					
Vannets- gjennomskinnlighet	Siktedyp med Secchiskive	ca. 50 tokt 12 stasjoner 1962-1965	52 stasjoner ca. 300 stasjonsbesøk 1964-1965	14 tokt ca. 70-230 stasjoner 1963-1965	ca. 70 tokt 1-4 stasjoner 1964-1965	32 tokt 11 stasjoner 1964-1965	
	Lysteransmisjon målt nedover i dyptet med 1 m intervaller	1 tokt 12 stasjoner høsten 1965	50 stasjoner ca. 100 stasjonsbesøk høsten 1965		8 tokt 4 stasjoner høsten 1965		
	Overflatelegets utseende (partikler og fargeinntrykk) (2)	15 tokt 12 stasjoner i 1965	52 stasjoner 150-200 stasjonsbesøk i 1965	5 tokt 150-230 stasjoner i 1965	ca. 55 tokt 4 stasjoner i 1965	13 tokt 11 stasjoner i 1965	
Overflate- materialer	Subjektiv karakterisering av: Ting, rusk drivtang, olje	- " -	- " -	- " -	- " -	- " -	
Lukt	Subjektiv karakterisering	- " -	- " -	- " -	- " -	- " -	
Ulemper i strandbeltet	Subjektiv vurdering av "rekreasjonskvalitet" (bonitetsbefaringer)						2-3 tokt 7 badesteder i alt 18 besøk
	Naturvitenskapelige spesialmålinger (1)(2)						- " -

(1) Filtrandvekt, turbiditet, farge filtrert, farge ufiltrert, siktedyp, filtratvolum, våtvekt, tørrvekt, organiske stoffer, coliforme bakterier.

(2) Resultatene av disse målinger er ikke tatt med i rapporten.

### 3 RESULTATER AV MÅLINGENE

Dette kapitel gir en oversikt over måleresultatene - bearbeidet med henblikk på å karakterisere overflate- lagets rekreasjonskvalitet.

Kapitlet er inndelt, slik som i avsnitt 1.5 foran, etter ulempetyper og uavhengig av måleserie. Bare 4 grupper av ulempetyper har som nevnt vært gjenstand for målinger - nemlig.

Reduksjon av overflatelagets gjennomskinnelighet

Flytende materialer i overflaten

Luktulemper

Strandbeltets forskjellige ulemper

Av grunner nevnt foran (kap. 2) er presentasjonen av resultatene nokså lang og tildels detaljert. Et studium av innholdsfortegnelsen vil bidra til å lette oversikten. Konklusjoner er innerværende kapitel bare gitt innen de enkelte avsnitt. For sammenfattende vurderinger henvises til kapitel 5.

#### 3.1 Overflatelagets gjennomskinnelighetsforhold

Flere av prosjektets måleprogrammer (tabell I) gir bidrag til kartlegging av overflatelagets gjennomskinnelighetsforhold (eller optiske egenskaper.) Det er i første rekke tre forskjellige optiske parametre som er målt: Siktedyp, turbiditet og filtratfarge.

##### 3.11 Siktedypet

Siktedypet er den av de tre parametre som er best kartlagt - og den eneste som kan gi grunnlag for mer detaljerte studier av optiske variasjonsmønstre. Selve målemetoden er lite nøyaktig, og spesielle forhold har dessuten bidratt

til en ujevn kvalitet av de foreliggende målinger.

De målte siktedyp i indre og midtre fjord har i løpet av prosjektperioden variert mellom ytterpunktene 0,3 m og 19,0 m. <sup>(1)</sup> Variasjonene danner i store trekk et årstids- og et geografisk mønster, men individuelle variasjoner, som stadig foregår, kan være både raske og store.

Det foreliggende datagrunnlag gjør det naturlig å betrakte fjordens siktedyp i tre forskjellige sammenheng:

- a. Hovedvariasjonene i fjorden som funksjon av årstid og posisjon.
- b. De lokale variasjoner i fjordens enkelte bassenger.
- c. Korttidsvariasjonene (dvs. de raskere endringer som skjer i fjorden).

### 3.111 Hovedvariasjonene i fjordens siktedyp som funksjon av årstid og posisjon.

En kartlegging av siktedypets hovedvariasjoner har, foruten sin deskriptive verdi, også betydning for forståelsen av de naturprosesser som foregår i fjorden.

For den fremstilling som her gis, er kun dataene fra måleserie I i basisprogrammet benyttet. På et kart (fig. 4 utbrettet) er det gjennom stasjonene i fjordens sentrale bassenger trukket en lengdesnittlinje. De tre stasjoner som faller utenfor denne snittlinje representerer de tre viktigste lokalbassenger i indre fjord. (Bekkelagsbassenget, indre havn og Bærumsbassenget). Dataene er presentert i 3 diagramserier og én tabell: Fig. 3a-j, fig. 4, fig. 5 og tabell 2.

---

(1) 0,3 m: Vestfjorden og Frognerkilen oktober 1964.  
19,0 m: Bunnefjorden november 1965.

Siktedypene er i det hydrografiske basisprogram vanligvis blitt målt en gang pr. måned og alltid på tilfeldige datoer innen de enkelte måneder. I diagrammene er verdiene imidlertid angitt som om de var innhentet midt i hver måned. For måneder hvor mer enn én observasjon foreligger, er middeltallet benyttet. For måneder uten observasjoner er middeltallet mellom foregående og neste måned benyttet.

Fig. 3a-j viser for hver enkelt stasjon siktedypets utvikling fra måned til måned gjennom prosjektperioden. Spredte data fra perioden før oktober 1962 er ikke tatt med her. Utviklingen gjennom det beregnede middelår (på basis av 1963-1965-verdiene) er vist. (Turbiditets- og filtratfargekurvene, som også finnes på disse figurer, vil bli omtalt senere).

Fig. 4 som er et utdrag av fig. 3a-j, viser en sammenstilling av middelårets siktedyputvikling på de enkelte stasjoner.

Fig. 5 gir en geografisk sammenstilling av middelårets siktedyputvikling. De trukne kurver gjelder stasjonene langs fjordens lengdesnitt, mens de singulære punkter (mrk x) gjelder stasjonene i de tre lokalbassenger.

Tabell nr. 2 viser siktedypets posisjonsavhengighet som funksjon av årstid. Årstiden er angitt som dobbeltmåneder, og tallene er middeltall for årene 1963-1965. Tabellen viser også en rangering av stasjonene og årstidene på basis av siktedypverdiene.

Disse 4 presentasjonsformer gir grunnlag for mange og interessante vurderinger og sammenligninger. Bare de viktigste og mest nærliggende har kunnet få plass i det følgende:

Årstidsutviklingen (fig. 3a-j og tabell 2) viser felles trekk for de fleste stasjoner: Høye verdier

Tabell 2. SIKTEDYPETS POSISJONSAVHENGIGHET SOM FUNKSJON AV ÅRSTID  
(Siktedyptallene representerer to måneders midler for årene 1963 - 65).

Hovedsnitt-stasjon → Lokalbassengstasjon →	Indre										Midtre			Middel		Totalt
	Fp99	Dp99	Cp99	Cq1	Ap99	Bn1	Bl1	Dk99	Fl1	Im99	Lm99	Nj99	Indre fjord	Midtre fjord	Totalt	
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	a - i	j - l	a - l	
m des. - jan.	6,90	7,23	8,23	7,61	2,92	7,24	6,25	8,45	8,51	9,76	8,20	8,32	7,05	8,76	7,47	
n feb. - mars	5,20	4,62	4,28	3,54	2,05	4,32	--	5,70	5,23	7,74	7,90	7,50	4,37	7,71	5,28	
o apr. - mai	3,23	3,37	3,09	2,53	1,66	3,16	1,40	4,57	4,52	4,35	4,92	4,12	3,06	4,46	3,41	
p juni - juli	3,50	3,34	2,97	2,45	1,80	2,44	2,44	3,88	4,06	4,39	4,72	4,34	2,99	4,48	3,36	
q aug. - sept.	3,30	3,47	2,98	2,44	1,80	2,53	2,21	4,00	5,15	5,41	5,93	4,47	3,10	5,27	3,64	
r okt. - nov.	4,77	5,29	5,04	5,07	2,78	5,81	3,82	5,81	5,30	5,32	4,77	4,89	4,85	4,99	4,89	
III Gj.snitt	4,48	4,55	4,43	3,94	2,18	4,25	3,22	5,40	5,46	6,16	6,07	5,61	4,24	5,95	4,68	
s des. - jan.	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	↓	
t febr. - mars	10	9	5	7	12	8	11	3	2	1	6	4	1	1	1	
u apr. - mai	6	7	9	10	11	8	-	4	5	2	1	3	3	2	2	
v juni - juli	7	6	9	10	11	8	12	2	3	4	1	5	4	6	5	
w aug. - sep.	6	7	8	9	12	10,5	10,5	5	4	2	1	3	6	5	6	
x okt. - nov.	7	6	8	10	12	9	11	5	3	2	1	4	5	3	4	
1=best	9	5	7	6	12	1,5	11	1+	4	3	9,5	8	2	4	3	
12=dårligst	7	6	8	10	12	9	11	5	4	1	2	3	-	-	-	
	Gj.snitt															

i desember-januar og lave verdier i mars-september.  
Av viktigere spesielle trekk kan nevnes:

- a. Ap 99 (indre havn) mangler så og si helt de lave vintermaksima.
- b. Stasjonene Fp 99, Dp 99, Cp 99, Cq 1 Ap 99 og Bl 1 (Bunnefjorden og lokalbassengene) viser mindre svingninger (amplituder) fra måned til måned enn de andre.
- c. Middellårets typiske siktedypminskning om våren og stigning om høsten inntreffer ikke på samme tidspunkt over hele fjorden (fig. 4). Stort sett ser det ut til at minimumsnivået i Bunnefjorden og havneområdene nåes i mars og holdes til september, mens det i Vestfjorden og midtre fjord inntreffer i mai og forsvinner i november.
- d. En sammenligning av middelsiktedypnivåene i de forskjellige dobbeltmånedene viser for indre fjord som helhet (til høyre i tabell 2) at minimumsverdiene holder seg ganske jevne fra april-mai til august-september. For midtre fjord er minimumsverdiene også jevne, men her bare for en kortere periode (fra april-mai til juni-juli).

Posisjonsavhengigheten. Ved sammenligning av den 3-årsmidlede siktedyppfordeling på fjordens forskjellige stasjoner, finner man en betydelig årstidavhengighet (fig. 5 og tabell 2). For enkelthets skyld er også her benyttet 2- istendenfor 1-måneds-midler. De viktigste tendener er følgende:



- a. Lengdesnittsgradienten (gradienten langs fjordens sentrale linje) er størst i februar-mars og august-september og minst (nesten=0) i oktober-november.
- b. Den generelle tendens for sentrale bassengstasjoner er at de innerst i fjorden (innenfor Fl 1) viser lavere verdier enn de lenger ut. Av spesielle trekk nevnes Bn 1's markerte minimumsverdier om sommeren, og Im 99's maksimalverdier i desember-januar. Lm 99's maksimumsverdier vår og sommer peker seg også ut, men her kan et spesielt forhold ha gitt galt bilde. (1)
- c. De lokale bassengstasjoner Ap 99 (indre havn) og Bl 1 (Bærumsbassenget) har stort sett alltid lavere verdier enn de sentrale bassenger. Ap 99 er alltid den dårligste av disse to og oppnår aldri høye verdier. Stasjon Cql (Bekkelagsbassenget) befinner seg i en mellomstilling mellom disse to på den ene side og innerste fjords sentralstasjoner på den annen side.
- d. En rangering av de forskjellige stasjoner m.h.t. siktedyp er foretatt både for dobbeltmånedene hver for seg og for året som helhet. (Tabell 2)

---

(1) Stasjon Lm 99 er av spesielle grunner alltid undersøkt i samme tidevannsfase (ved høyvann), mens de andre er tilfeldig fordelt på tidevannsfasene. Dette kan ha gitt en systematisk relativ feil. Den samme feil kan i mindre grad ha kommet inn også for stasjonene Nj 99 og Im 99, idet disse på grunn av naboskapet til Lm 99 i en viss utstrekning også har fått en ikkestatistisk fordeling av tidevannsfasene.

### 3.112 Siktedypets lokale variasjonsmønster

Ved bedømmelse av fjordens rekreasjonskvalitet vil de lokale siktedypvariasjoner være av stor interesse. Det datamateriale som står til rådighet for en slik bedømmelse, målseriene III (tverrsnitt), IV (overflate) og V (spesialsnittet), er ikke særlig fyldig, men gir likevel grunnlag for visse konklusjoner og betraktninger.

#### 3.1121 Detaljfordelingen

Kart med inntegnede observasjoner fra de enkelte tokt i måleprogram III gir et inntrykk av hvordan siktedypet kan variere fra sted til sted i fjorden. Fig. 6 abc viser tre slike tokt som alle omfatter både indre og midtre fjord. De seks øvrige tokt som ble gjennomført (som kun strakte seg til Filtvet eller Drøbak), er ikke tatt med her, men også disse viser tilsvarende variasjoner.

Det må for ordens skyld nevnes at de forskjellige stasjoner innenfor et tokt ikke ble målt på samme klokkeslett. Nabostasjoner ble vanligvis målt på nære tidspunkter, men det var ikke alltid tilfelle. Normalt ble et tokt gjennomført innenfor hele den lyse tiden av ett døgn med én båt i Bunnefjordområdet, én i Vestfjordområdet og én i midtre fjord. I løpet av de 7-12 timer som en båt brukte på sin runde, kunne siktedypforholdene av mange grunner endre seg betydelig. (1)

---

(1) De viktigste grunner var:

- a. Vind, tidevann og andre ytre faktorer blander og flytter på vannmassene.
- b. Partiklene i vannet kan synke etter hvert. Levende partikler (endel fytoplanktonarter) kan foreta vertikale vandringer.
- c. Selve siktedypavlesningen påvirkes av lys- og vindforholdene (kfr. avsnitt 3.21).

Et interessant trekk ved disse toktkart er at nære nabostasjoner kunne vise ganske store siktedypforskjeller, selv om de ble målt omtrent samtidig. Årsakene til dette, som antagelig har sammenheng med opptreden av lokale strømhvirvler og skjærstrømmer, skal ikke drøftes nærmere her.

Observasjonskartene kan også benyttes for studium av typiske (d.v.s. midlere) lokale siktedyp-gradienter i fjordens forskjellige deler. For dette formål vil imidlertid fig. 7 være bedre egnet, idet man her har middeltallene for alle tokt angitt for hver enkelt stasjon. Bare sommersesongen er tatt med, idet datagrunnlaget er for tynt for de andre årstider til at middeltall kan ha noen berettigelse. (For best mulig utnyttelse av alle tokt ved gjennomsnittsberegningen er kartet i denne figur delt i områder på basis av antall utførte tokt). Sammenlignet med observasjonskartene viser gjennomsnittskartet en utjevning av nabostasjonsforskjellene, og en del gradienter trer frem. Disse gradienter vil til en viss grad gjenspeile den typiske sommersituasjon, men antall tokt utført og antall år representert er selvsagt for lave til at bildet kan tillegges noen generell gyldighet.

De lokale detaljfordelinger vil ikke bli nærmere kommentert i rapporten, men endel av de viktigere gradienter vil bli behandlet i de 4 følgende avsnitt: "Den sonevise fordeling", "Tverrsnittsgradientene", "Lengdesnittsgradientene" og "Skjermede kontra åpne lokaliteter".

### 3.1122 Den sonevise fordeling

En forenklet fremstilling av sommerens siktedypfordeling i fjorden er laget på basis av en sonedeling. Indre og midtre fjord er inndelt i 11 soner som vist på fig. 8.

De midlere siktedyp i hver sone er vist i tabell 3. Det er her gitt to serier av middeltall. Den ene, som er basert på de 3 store sommertokt i 1965 og derfor har en

Tabell 3 DEN SONEWISE SIKTEDYPPORDELING I FJORDEN

Sone	Sone	Sommeren 1965			Somrene 1964 og 1965		
		Middel- siktedypp i meter	Rangor- den m.h.t. kvalitet <sup>3</sup>	Antall ob- servasjoner i sonen	Middel- siktedypp i meter	Rangor- den m.h.t. kvalitet <sup>3</sup>	Antall ob- servasjoner i sonen
1	Indre havneområde	1,36	11	51	1,44	9	88
2	Ytre "	2,03	10	51	2,01	8	81
3	Lysakerfjord + nordre Bunnefjord	2,88	8	102	2,70	6	183
4	Sentrale Bunnefjord	3,70	5	30	3,74	4	50
5	Søndre Bunnefjord	3,60	6	12	3,34	5	20
6	Bårumbassenget	2,51	9	27	2,46	7	45
7	Nordre og midtre Vestfjord	4,77	2	76	4,45	2	127
8	Søndre Vestfjord	5,29	1	27	4,54	1	45
1-8	Gjennomsnitt for indre fjord	3,27	-	-	3,14	-	-
9	Drøbaksund	4,27	4	24	4,18	3	40
10	Sentrale og østre Breiangen	4,36	3	106			
11	Sandebukten og vestre Breiangen	2,97	7	48			

1) Basert på toktene den 21.7.64, 3.8.64, 18.6.65, 15.7.65, 22.7.65, 17.8.65.

2) Basert på toktene den

3) 1 er best (dvs.klarest vann)

nokså svak statistisk bakgrunn, dekker både indre og midtre fjord (d.v.s. alle 11 soner). Den andre har bedre bakgrunn - nemlig 2 sommertokt i 1964 og 4 sommertokt i 1965, men dekker bare fjorden ut til Filtvet (sone 1-9).

Tilsvarende beregninger for vinter, vår og høst er ikke utført idet dataene for disse årstider har en enda svakere statistisk bakgrunn enn ovenfor.

Av tabellen fremgår at den relative kvalitetsrekkefølge (rangorden) for de 9 soner innenfor Filtvet var den samme, uansett om bare sommeren 1965 eller somrene 1964-1965 sammen ble lagt til grunn. Hvis også midtre fjord tas med (d.v.s. at bare 1965-dataene benyttes) kommer som vist "sentrale og østre Breiangen" på tredje plass og "Sandbukten og Vestre Breiangen" på syvende.:

		1965	1964-65
1.	Søndre Vestfjord	5,29	4,94 meter
2.	Nordre og midtre Vestfjord	4,77	4,46 "
3.	Drøbaksund	4,27	4,18 "
-	Sentrale og østre Breiangen	(4,36)	-
4.	Sentrale Bunnefjord	3,70	3,74 "
5.	Søndre Bunnefjord	3,60	3,34 "
-	Sandbukten og vestre Breiangen	(2,97)	-
6.	Lysakerfjord + nordre Bunnefj.	2,88	2,70 "
7.	Bærumsbassenget	2,51	2,46 "
8.	Ytre havneområde	2,03	2,01 "
9.	Indre havneområde	1,36	1,44 "

Resultatene viser at indre Oslofjord som helhet ikke - slik som publikums oppfatning ofte synes å være - har dårligere siktedyp-kvalitet enn midtre fjord. Det som later til å være avgjørende, er først og fremst de lokale forhold med hensyn til grad av avskjermethet og tilførselsbelastning.

### 3. 1123 Tverrsnittsgradientene

Den nedenstående analyse av siktedypdataene med hensyn til

tverrsnittsfordeling i fjordens forskjellige deler er primært utført som et forberedende ledd i studiet av fjordens generelle strømmønstre. Resultatene vil imidlertid også være av interesse i forbindelse med nærværende delrapport og er derfor tatt med.

Ved utnyttelse av de foreliggende data (utsnitt av måleseriene II og III)<sup>(1)</sup> kan det trekkes i alt 233 siktedypkurver fordelt på 21 forskjellige tverrsnitt i indre fjord. Fig. 9 viser tverrsnittenes beliggenhet, mens tabell 4 angir hvor mange ganger hver av dem er blitt målt på de forskjellige årstider og i de forskjellige fjordavsnitt. De fleste av målingene ble utført i 1964 og 1965, men noen også i 1963.

Materialet er tynt, og da det kun kan ha noen mening å se på de enkelte årstider hver for seg, vil sommeren være den eneste periode med noenlunde dekning. I fig. 9 er sommerens middelfordeling inntegnet for 18 snittlinjer innenfor Håøya, gruppert etter hvilket fjordavsnitt de tilhører. Det antall observasjonssett som hver enkelt kurve bygger på (N), kan finnes av tabell 4. Bare kurver med  $N \geq 6$  er tatt med på figuren .

På basis av fig. 9 kan man om siktedypets tverrsnittsfordeling i de tre fjordavsnitt si følgende:

- a. Bunnefjorden sør for Helvik viser ingen klare gradienter. De tre sørlige snitt (nr. 1, 2 og 3) har, sett under ett, en svak økning mot øst, mens det nordlige (nr. 4) har motsatt tendens og synes å passe bedre inn med forholdene i "avsnitt Nord". (De to stasjoner lengst øst i snitt 4 kan ikke regnes med, idet de ligger i mer avskjermede posisjoner).
- b. Fjorden nord for Helvik og Ildjernet (snittene 4, 5, 6, 7, 8, 10 og 11) viser betydelig høyere siktedyp mot Nesodlandet enn mot

(1) Måleserienumrene er galt angitt i tabell 4.

Snitt merket o stammer fra serie III  
 -"- -"- x -"- -"- -"- IV

Tabell 4. OVERSIKT OVER UTFØRTE TVERRSNITT

Fjord- avsnitt	Snitt nr.	Antall snittmålinger utført om			
		Vinteren	Våren	Sommeren	Høsten
Bunne- fjorden sønnen- for Helyvik	1 - 0	-	1	6	2
	1 - x	1	-	-	2
	2 - 0	-	1	6	2
	3 - 0	-	1	6	2
	3 - x	1	-	-	1
Fjord- avsnittet nord for Hellvik og Ildjernet	4 - 0	-	1	6	2
	5 - 0	-	1	6	2
	5 - x	1	-	-	3
	6 - 0	-	1	6	2
	7 - 0	-	-	2	1
	8 - 0	-	1	7	2
	8 - x	-	-	-	1
	9 - 0	-	-	4	-
	9 - x	1	-	-	1
	10 - 0	-	1	18	2
	10 - x	-	1	4	2
	11 - 0	-	1	7	2
12 - x	2	1	-	1	
Vestfjorden mellom Ildjernet og Håøya	13 - 0	-	1	7	2
	14 - 0	-	1	7	2
	14 - x	3	2	4	2
	15 - 0	-	1	6	2
	16 - 0	-	1	6	2
	17 - x	2	2	1	1
	18 - 0	-	1	6	2
	19 - 0	-	1	6	2
	19 - x	2	3	6	1
Vestfjorden ved Håøya	20 - 0	-	2	6	-
	20 - x	-	1	3	2
	21 - 0	-	1	6	2
		13	28	142	50

Snitt merket 0 er basert på måleserie IV  
 " " x " " " " I

Osloøene, Bygdø , Fornebu og Bærumsøene.

- c. Vestfjorden fra Ildjernet til Håøya viser stort sett høyere verdier i vest enn i øst.

Tilsvarende sommertverrsnitt er også blitt undersøkt for områdene ved Håøya og for Drøbaksundet ned til Filtvet, men disse er ikke tegnet inn her, idet forholdene kan studeres direkte i fig. 7. Forholdene ved Håøya er interessante, idet de viser tydelig høyere middelverdier i vest enn i øst. For Drøbaksundet regnet fra Drøbakterskelen til Filtvet, synes tendensene å være varierende fra sted til sted, og sett under ett kan ingen midlere tverrsnittsgradient påvises.

Den klare tendens i avsnitt Nord, må ihvertfall delvis skyldes de store tilførselsbelastninger fra landsiden i dette område og er utvilsomt et normalt fenomen. Om også fjordens generelle strømmønster om sommeren er med på å prege dette bilde, kan ikke avgjøres før de hydrografiske undersøkelser av denne art er avsluttet (Oslofjordprosjekt II). Hvorvidt de svake og manglende tendenser i fjorden forøvrig er normale fenomener, er materialet for svakt til å avgjøre.

### 3.1124 Lengdesnittsgradientens lokalforløp

Siktedypets midlere lengdesnittsgradienter i fjorden som funksjon av årstiden er omtalt

foran (avsnitt 3.111, og fig. 5). Grunnlaget for disse snittkurver som gjelder årene 1963-65 (måleprogram I) omfatter bare 9 stasjoner og gir derfor intet bilde av lengdesnittsgradientens lokale forløp. Overflateobservasjonene (måleserie III) har derimot et langt tettere stasjonsgrunnlag (ca. 30 stasjoner), men de representerer på den annen side færre tokt og bare årene 1964-65. En slik tettere lengdesnittskurve fra måleserie III (juni/juli-kurven) er i fig. 10 tegnet sammen med tilsvarende kurve fra fig. 5. De to kurver er h.h.vis



basert på 8 og 4 tokt.

Den nye kurve følger stort sett den gamle og kan forsåvidt tjene til å bekrefte denne. Dens minimumspunkt nordvest av Nesoddtangen er riktignok flyttet til østsiden av denne, og et svakt maksimumsområde viser seg i den sentrale Vestfjord, men om disse mer detaljerte informasjoner om kurveforløpet er representative, kan ikke avgjøres på basis av så få data. Hovedkonklusjonene av dette lille forsøk på datasammenstilling fra to uavhengige kilder må derfor være følgende:

- a. Det nye, tettere, snitt bekrefter hovedforløpet av det gamle, bedre underbyggede, men åpnere snitt.
- b. Det nye snitts forløp demonstrerer at det gamle er for åpent til å vise hvor langs fjordens lengdeakse ekstremalpunktene ligger.

### 3.1125 Skjermede kontra åpne lokaliteter

Siktedypet, og også andre av vannets rekreasjonsegenskaper, vil vanligvis være dårligere i de skjermede lokaliteter enn ute i den sentrale, åpne fjord. Det er to grunner til dette. For det første vil vannutvekslingen være dårligere i de skjermede områder, og dessuten vil den direkte forurensningsbelastning fra land som regel være sterkere her.

Dette er et meget vesentlig moment ved bedømmelse av fjordens situasjon, idet tyngden av Oslofjordprosjektets undersøkelser er knyttet til den åpne fjord, mens rekreasjonsinteressene for en stor del er knyttet til de skjermede områder. En sammenligning av forholdene i de to lokalitetstyper ville derfor være av interesse.

Noen klart definert avgrensning mellom begrepene "skjermede" og "åpne" lokaliteter er ikke forsøkt definert Bærums-

bassenget og Sandebukten (fig. 1 a og b) er eksempler på større fjordavsnitt av betydelig rekreasjonsverdi som er avskjermet, om enn i forskjellig grad. Frognerkilen, Bestumkilen og Holtekilen (fig. 1 B) er eksempler på skjærmede mindre lokaliteter av stor rekreasjonsverdi.

Det foreliggende generelle grunnlag for sammenligning av gjennomskinnelighetsforholdene i avskjermede lokaliteter i fjorden og utenforliggende åpne og sentral fjordpartier er meget tynt. Et visst inntrykk av forholdene kan man dog få ved å studere enkeltobservasjonene i fig. 6 a, b og c, gjennomsnittsverdiene i fig. 7 og soneverdiene i tabell 3 foran. Underveis i prosjektet ble det dessuten - for i det minste å få forholdene i ett avskjermet område grundigere belyst - igangsatt målinger langs et snitt fra innerst i Frognerkilen til Ildjærnsflu (måleserie V - "Spesialsnittet").<sup>(1)</sup>

Spesialsnittet ble målt i alt 39 ganger, hvorav 3 i 1963, 19 i 1964 og 17 i 1965. Resultatene (fig. 11) er presentert som månedsmidler for de enkelte år. Idet datamengden ikke er stor nok for sammendrag til middelår. Bare månedene juli, august, september, oktober og november er representert med 4 eller flere tokt hver, og bare juli og august er godt representert i mer enn ett år. Januar og februar er overhodet ikke representert, mars, april, juni og desember er svakt representert. Av interessante trekk fra figurene kan nevnes:

- a. Stigningskurven for siktedyp utover langs snittet synes for de fleste tokt å være bortimot lineær. Unntagelser fra dette finnes i foreliggende materiale for april-toktet, for ett av november-toktene og for desember-toktet. Gradientene for de lineære kurver var størst om sommeren med en forskjell på ca.  $2\frac{1}{2}$  m fra innerst til ytterst, og minst om høsten med en forskjell på ca.  $1\frac{1}{2}$  m.

---

(1) En stasjon i Piperviken, stasjonen (A 17) ble senere også knyttet til denne spesielle måleserie.

- b. For to av de tre ikke linære kurver (april og desember) var det et typisk knekkpunkt ved stasjonen B3 (ved Herbern). Det ser i disse tilfeller ut til at forholdene i den åpne fjord preger vannmassene inn til Herbern så og si totalt, og at de i avtagende grad gjør seg gjeldende videre helt inn til den innerste del av Frognerkilen.
- c. Piperviksstasjonens siktedyp var alltid lavt, også i april og desember da det relativt klare vann nådde langt inn i Frognerkilen.

### 3.113 Korttidsvariasjoner

Prosjektets fireårige hydrografiske basisprogram (måleserie I), hadde en tidsavstand mellom toktene på 3 - 4 uker. For de dypereliggende vannmasser har dette utvilsomt gitt et representativt bilde av utviklingen som funksjon av tiden. For overflatelaget er dette ikke tilfelle, idet forholdene her kan endre seg meget raskere, i raskeste fall betydelig i løpet av få timer. De kunnskaper om forholdene i overflatelaget som basisprogrammet gir og som er vist i avsnitt 3.111 foran, gjelder derfor bare de midlere forhold. For å få en oversikt over de kortvarige svingningers hyppighet, varighet, former, amplityder, sekvenser m.v., måtte man foreta målinger med betydelig kortere tidsintervaller.

Prosjektet har to måleserier (IV og V) med høyere målefrekvens enn basisprogrammet. Heller ikke disse serier var tette eller langvarige nok til noen egentlig kartlegging av korttidsvariasjonene, men de kan i det minste bekrefte at raske endringer i overflatevannet forekommer. Observasjonene fra disse to måleserier er fremstilt i kurveform på fig. 12. De er her delt i 3 stasjonsgrupper: a) De 4 stasjoner i måleserie IV - som alle ligger i "åpen" fjord. b. De 3 "åpne" stasjoner i måleserie V og c) De 4

"skjermede" stasjoner i måleserie V. Kurvene gir basis for bl.a. følgende iakttagelser og kommentarer:

- a. Den lengste tette måleperiode som foreligger (11 målinger i løpet av 14 dager på stasjon Bn 1), startet 31.7.1964. Av dette kurvestykkets form fremgår det at selv ikke slik tetthet gir sikkerhet for at alle svingninger av den observerte amplitydestørrelsesorden er kommet med.
- b. Alle de åpne stasjoner fulgte hverandre stort sett godt når de ble målt samtidig. De største avvik mellom deres forløp fant sted i november - desember 1965, da også amplitydene var større enn ellers. Dette indikerer at de åpne partier av innerste fjordavsnitt stort sett er utsatt for de samme siktedypsregulerende påvirkninger.
- c. De skjermede stasjoner viste noe større individuelle avvik, idet flere av dem av og til, men ikke alltid, viste forløp av "åpen" karakter. Stasjon C4 i den åpne gruppe synes på den annen side å kunne høre hjemme i den skjermede gruppe ved visse anledninger. Den mest dekkende forklaring på disse forhold kan kanskje være at det "skjermede områdes" yttergrense stadig skifter plass avhengig av hydrografiske og meteorologiske forhold.
- d. De skjermede stasjoner fulgte, når de var skjermede, de åpne stasjoners svingninger i liten grad. Av og til kunne de selv vise store, kortvarige økninger av siktedypet, uten at de åpne samtidig målte stasjoner svingte parallelt. Dette siste forhold må antagelig henge sammen med lokale og kortvarige vindbegivenheter.
- e. At siktedypets variasjonsmønster kan variere fra år til år, kommer godt frem ved sammenligning av forholdene høsten 1964 og høsten 1965.

- f. At målefrekvensen har meget å si for det bilde man kan danne seg av siktedypets svingningsmønster, belyses godt av de to åpne kurvegrupper forløp for tidsrom hvor begge er representert. Måleserie IV, som har høyest målefrekvens, viser flere steder på kurven endringer hvor serie V bare gir grunnlag for rette linjer.

Det er, på grunnlag av de foreliggende korttidsobservasjoner, ikke mulig å gi noen dekkende oversikt over de kortvarige siktedypssvingningers opptreden med hensyn til hyppighet, varighet, former, amplityder, sekvenser m.v. De demonstrerte kurver viser imidlertid at svingninger stadig forekommer. Det er viktig å være klar over at den usikkerhet som prosjektets siktedypmålinger på grunn av svingningene er beheftet med, i like stor grad gjelder alle de andre parametre som er målt i overflatelaget i forbindelse med de forskjellige måleserier.

### 3.12 Turbiditeten

Den eneste av prosjektets måleserier som omfattet turbiditet, var det hydrografiske basisprogram (måleserie nr. I). Turbiditeten ble bare målt på hovedstasjonene (fig. 2 I), og bare i standarddypene.<sup>(1)</sup> Alle 4 prosjektår er representert.

Turbiditetsresultatene er presentert i to diagramserier (fig. <sup>og fig. 13</sup> 3 a-1) og en tabell (tabell 5) etter samme prinsipp som for basisprogrammets siktedyp. Bare resultatene fra de 3 øverste standarddyp (1, 4 og 8 m) er benyttet for denne delrapport.

---

(1) Standarddypene var fra rekken: 1, 4, 8, 12, 20, 40, 60, 80, 120, 160, 200 m så langt ned som dypet rakk. Siste prøvedyp ble alltid justert til ca. 5 m fra bunnen.

Fig. 3 a-i viser turbiditetens utvikling fra måned til måned gjennom prosjektperioden - og også utviklingen gjennom det beregnede middelår - for hver enkelt stasjon. Alle 4 prosjektår er med i middelberegningen når ikke annet er anmerket.

Fig. 13 gir en geografisk sammenstilling av middelårets turbiditetsutvikling. De trukne kurver gjelder stasjonene langs fjordens lengdesnitt, mens de singulære punkter (merket x) gjelder stasjonene i de tre lokalbassenger.

Tabell nr. 5 viser også turbiditetens posisjonsavhengighet som funksjon av årstid. Årstiden er angitt som dobbeltmåned, og tallene er middeltall for årene 1962-1965 og for dypene 1 og 4 meter. Tabellen viser dessuten en rangering av stasjonene og årstidene på basis av turbiditetsverdiene.

Kurver og tabeller gir grunnlag for følgende betraktninger og kommentarer om overflatelagets turbiditetsforhold:

- a. Dybdemessig er turbiditeten som regel fallende i rekkefølgen 1, 4 og 8 m, men unntak forekommer på alle stasjoner (fig. 3 a-i). Forskjellen i turbiditet mellom dypene er størst ved Ap 99 og fallende for rekkefølgen Bn 1, Bl 1, Cq 1 og Dp 99. Ved de resterende stasjoner fra Fl 1 og utover fjorden er forskjellen mellom dypene liten. (Njl ytterst viser større forskjell enn de andre i denne del av fjorden). På årstidsbasis er forskjellen mellom dypene størst i tiden april - september.
- b. Årstidsutviklingen er når det gjelder turbiditetens størrelse preget av et vårmaksimum



og et noe svakere høstmaksimum (fig. 3 a-i og tabell 5). Av de to mellomliggende minimumsperioder har vinteren de laveste verdier. Vårmaksimum kom tidligst på Dp 99 (mars-april) og også Cq 1 og NJ 99 var blant de tidligere. Bn 1 kom senest (mai - juni) og hadde høye verdier også utover sommeren. Høstmaksimum kom i august - september for de indre stasjoner, og i oktober på Fl 1 og lengre ut. Ap 99 viser høye verdier omtrent gjennom hele året. En rangering av siktedypene på basis av årstid er gitt til høyre i tabell 5.

- c. Ved sammenligning av de forskjellige stasjoners turbiditet viser Ap 99 alltid de høyeste verdier. Høye verdier har ellers Bn 1 i tiden april-september, Bl 1 i april-mai og september, Cq 1 i april-september og Dp 99 i mars-april og august-september. En rangering av stasjonene på basis av turbiditetsnivå er gitt i tabell 5.

### 3.13 Filtratfargen

Måling av filtratfargen ble som for turbiditeten bare foretatt innenfor det hydrografiske basisprogram, bare på dypkjemistasjonene og bare i standarddypene. Filtratfargen ble dessuten bare målt gjennom de siste  $2\frac{1}{2}$  år av prosjektperioden.

Filtratfargen er presentert på samme måte som turbiditeten i 2 diagramserier og én tabell (fig. 3 a-i, fig. 14 og tabell 6), og bare de tre øverste standarddyp 1, 4 og 8 meter er tatt med.

Følgende kommentarer kan gis:

- a. Dybdemessig er filtratfargen nesten alltid



Tabell 6. FILTRATFARGENS POSISJONSAVHENGIGHET SOM FUNKSJON AV ÅRSTID

(Filtratfargetalene representerer to måneders midler for årene 1964 - 65 og midler fra prøvedypene 1 og 4m)

Hovedsnittstasjon → Lokalbassengstasjon →	Indre										Midtre			Middel		
	Fp99	Dp99	Cp99	Cq1	Ap99	Bn1	B11	Dk99	Fl1	Im99	Lm99	Nj99	Indre fjord	Midtre fjord	Total	
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	a - i	j - l	a - l	
m des. - jan.	-	4,37	-	4,38	8,03	5,42	4,97	-	4,40	4,04	5,32	5,20	5,26	4,85	5,13	
n feb. - mars	-	4,79	-	5,46	7,80	5,20	5,71	-	3,96	3,89	4,96	5,72	5,49	4,86	5,28	
o april- mai	-	8,55	-	9,15	9,95	9,07	9,19	-	7,47	8,54	11,33	9,54	8,90	9,80	9,20	
p juni - juli	-	10,83	-	11,56	13,68	11,34	10,48	-	9,56	8,49	9,09	8,49	11,24	8,69	10,39	
q aug. - sept.	-	10,13	-	11,65	13,05	10,51	11,35	-	9,93	9,70	10,00	9,25	11,10	9,65	10,62	
r okt. - nov.	-	15,07	-	13,05	15,09	13,34	12,77	-	10,51	8,89	13,41	12,01	13,31	11,44	12,68	
m Gj.snitt	-	8,96	-	9,21	11,27	9,15	9,08	-	7,64	7,26	9,02	8,37	9,22	8,22	8,88	
s des. - jan.	-	→	-	→	→	→	→	-	→	→	→	→	↓	↓	↓	
t feb. - mars	-	2	-	3	9	8	5	-	4	1	7	6	1	1	1	
u april- mai	-	3	-	6	9	5	7	-	2	1	4	8	2	2	2	
v juni - juli	-	3	-	5	8	4	6	-	1	2	9	7	3	5	3	
w aug. - sept.	-	6	-	8	9	7	5	-	4	1,5	3	1,5	5	3	4	
x okt. - nov.	-	5	-	8	9	6	7	-	3	2	4	1	4	4	5	
y Gj.snitt	-	8	-	5	9	6	4	-	2	1	7	3	6	6	6	
z Gj.snitt	-	4	-	8	9	7	6	-	2	1	5	3	-	-	-	

Rangorden blant: }  
Stasjonene }  
Månedene }  
1=best }  
9=dårligst }  
↓

fallende i rekkefølgen 1, 4, 8 m. Forskjellen mellom dypene er størst for Ap 99, og fallende stort sett i rekkefølgen Bl 1, Bn 1, Lm 99, Nj 99, Cq 1, Fl 1, Im 99 og Dp 99. Sett på årstidsbasis er forskjellen minst i tiden desember-april og størst i tiden august - oktober.

- b. Årstidsutviklingen er, når det gjelder filtratfargens størrelse, preget av en stigning fra desember/januar til oktober/november. For indre og midtre fjord sammen (tabell 6 til høyre) er denne rekkefølge systematisk, og ingen av enkeltstasjonene skiller seg, sett isolert, vesentlig ut fra dette mønster.
- c. Ved sammenligning av de forskjellige stasjoners filtratfarge viser Ap 99 de høyeste verdier, og av spesielle trekk ellers kan nevnes Dp 99's høye verdier i oktober/november og de gjennomgående lave verdier på Im 99 og Fl 1. En rangering av stasjonene er gitt i tabell 6.

### 3.2 Gjennomskinnelighetsvariasjonenes årsaksforhold

Prosjekt-periodens gjennomskinnelighetsvariasjoner

er foran beskrevet ved hjelp av de tre målte optiske parametre siktedyp, turbiditet og filtratfarge. Av disse tre kan siktedypet betraktes som en gjennomgangsparemeter, idet den er benyttet i alle seks måleserier. De andre to er stort sett bare benyttet i en av måleseriene (det hydrografiske basisprogram).

Ingen av de tre parametre er representert med særlig gode målemetoder. Det hadde i løpet av prosjektperioden vært ønskelig, og i og for seg teknisk mulig, både å forbedre de benyttede metoder og delvis å erstatte dem med nye. Dette ble imidlertid ikke ansett praktisk mulig med den rådende personalbegrensning, og dessuten ville skifte av metoder i

løpet av prosjektperioden har skapt spesielle problemer ved utnyttelse av dataene. En ny metode, lystransmisjon in situ, ble riktignok tatt i bruk høsten 1965, men dataene fra denne vil av praktiske grunner bli bearbeidet først i forbindelse med Oslofjordprosjekt II.

Av de tre målte parametre representerer to, turbiditet og filtratfarge, hver sin uavhengige fysiske tilstand i vannet (innholdet av partikler og innholdet av oppløste fargestoffer). Den tredje, siktedypet, er en funksjon av de to - og når man ser bort fra visse korreksjoner - bare av de to.

Ved vurdering av mulighetene for å påvirke overflatelagets gjennomsjinnelighetsforhold ved sanerende tiltak, vil det være viktig å kjenne årsaksmekanismene bak de tre kartlagte egenskaper. I litteraturen finnes det noe om disse spørsmål men intet av direkte relevans for prosjektets problemstilling. Prosjektets eget datamateriale har imidlertid latt seg utnytte til visse betraktninger omkring årsaksforholdene, og disse vil bli behandlet i de følgende avsnitt. Betrakningene har ikke kunnet bli særlig fullstendige, men de har likevel gitt informasjon av interesse. De er delt i tre avsnitt:

- a. Siktedypets avhengighet av turbiditet, filtratfarge sol og vind
- b. Turbiditetsvariasjonenes årsaker.
- c. Filtratfargevariasjonenes årsaker.

### 3.21 Siktedypets avhengighet av turbiditet, filtratfarge, sol og vind.

Siktedypet er prinsipielt avhengig bare av vannets partikkelinnhold og filtratfarge. Selv helt rent vann har imidlertid en viss lysabsorpsjon. En japaner ved navn Nan'niti har beregnet det teoretisk maksimale siktedyp i sjøvann til ca. 173 meter. (Strickland 1958).

Rent og klart vann, f. eks. i Middelhavet, kan ha siktedyp opp til 50-60 meter. I Skagerak og Norskerennen varierer siktedypet i h.h. til en eldre kilde gjerne mellom 7 og 16 meter (Krümmel 1907).

Med den målemetode for siktedypet som er benyttet av prosjektet, vil en del forstyrrende faktorer ha virket på resultatene. Av systematiske forstyrrelser må lysforholdene (solhøyden og skydekket) og vindforholdene (bølgevirkingen) *á priori* ventes å ha betydd en del. Av usystematiske feilkilder antas det hyppige personskifte ombord i båtene å ha vært mest utslagsgivende.

Den metode som er benyttet for å beregne sammenhengen mellom siktedypet og dets antatte årsaker, er en vanlig matematisk regresjonsanalyse utført på basis av prosjektets data ved hjelp av EDB-teknikk. Datagrunnlag var alle målte siktedyp med samtidige opplysninger om turbiditet, filtratfarge, vindstyrke, solhøyde og skydekke som bakgrunn. I alt fantes det i materialet 294 slike situasjoner fordelt på årene 1964 - 1965.

En regresjonsanalyse kan bygges på forskjellige sett av forutsetninger. Flere forskjellige sett ble forsøkt, hvorav noen var basert på kjente fysiske lovmessigheter og andre på forskjellige enklere matematiske relasjoner uten fysisk tilknytning. Det vil føre for langt her å beskrive de enkelte forsøk, men resultatene av dem kan summeres slik:

a. Det viste seg lett å oppnå en noenlunde god sammenheng mellom siktedypet og dets antatte årsaker, og dette ble oppnådd ved fleste forsøk. b. Noen vesentlig forbedring av sammenhengen ble ikke oppnådd ved noen av forsøkene.

c. Resultatene tyder på at visse forbedringer kan oppnås ved mer raffinerte metoder. For prosjektets formål var det imidlertid ikke strengt nødvendig med bedre tilpassing enn den som allerede er oppnådd.

Den regresjonsformel som til slutt ble valgt, var ikke den beste med hensyn til tilpassing, men dog blant de beste.

Den ble valgt fordi dens enkle eksplisitte form passet særlig godt for den praktiske anvendelse av resultatene. Formelen var:

$$S = K + a \cdot \ln(1+T_1) + b \cdot \ln(1+F_1) + c \cdot \ln(1+H) + d \cdot T_1 + e \cdot V^2 + f \cdot F_1 + g \cdot T_1^2$$

med variable

S = siktedypet (meter)

$T_1$  = turbiditeten i 1 meters dyp (mg SiO<sub>2</sub>/l)

$F_1$  = filtratfargen i 1 meters dyp (grader Hazen)

H = solhøyden (uttrykt som sinus til solvinkelen over horisonten)

V = vindstyrken (knop)

Konstantene ble av maskinen beregnet til

K = +15,33	d = +1,50
a = ÷ 7,71	e = ÷ 0,0037
b = ÷ 2,50	f = +0,104
c = ÷ 2,80	g = ÷ 0,0370

Også andre variable og funksjoner av variable enn de viste ble satt inn i formelen, men disse ble forkastet av regnemaskinen som ikke signifikante ved den aktuelle nøyaktighetsgrad. Av forsøkte andre parametre som overhodet ikke kom med i resultatene, var det i alt fem: turbiditet i 4 og 8 meters dyp:<sup>(1)</sup> filtratfarge i 4 og 8 meters dyp<sup>(1)</sup> og skydekke. Dessuten ble flere tilleggsfunksjoner av  $T_1$ ,  $F_1$ , H og V forkastet.

Kontroll av formelens gyldighet er foretatt ved statistiske metoder og dessuten ved kontrollberegning for hvert enkelt av de 294 datasett. Formelens tilpasning er som ventet best for de midlere siktedypverdier, hvor datadekningen var fylldigst, og dårligst for de lavere og høyere verdier.

---

(1) 4 og 8 meters verdiene ble forkastet forde de vanligvis varierte i takt med 1 meters verdiene, (og derfor hadde omtrent den samme innflytelse som disse).

Endel av de 294 enkeltkontroller viser store avvik, men dette synes ikke å skyldes formelen. Årsaken til slike avvik vil som regel være enten målefeil for en av parametrene eller at de målte l-metersverdier p.g.a. unormal turbiditets - eller fargefordeling fra overflaten og ned til siktedypgrensen ikke var representative for vannmassene.

Formelens resultat - den tilnærmede, generelle sammenheng mellom siktedypet og dets årsaker - ble opprinnelig beregnet og satt opp i tabellform, men disse tabeller er ikke tatt med i rapporten. Som orientering her er det i stedet valgt å vise formelen anvendt på et lite utsnitt av datamaterialet stasjon Bn 1 1964 (fig. 15). Figuren, som har årets måneder som absisse og siktedyp som ordinat, viser (skjematisk) innflytelsen på siktedypet av de 4 signifikante variable ( $T_1$ ,  $F_1$ , H og V). Formelens basislinje ( $S=15,33$ ) - som er et kunstig 0-punkt - er nærmere omtalt i pkt. a nedenfor. Figuren viser også tilpasningen mellom beregnede og observerte siktedyp for dette data-utsnitt.

Hovedresultatene av regresjonsanalysen er summert i de tre følgende punkter:

1. Turbiditet og filtratfarge har samlet en dominerende innflytelse på siktedypet i forhold til den variasjonsbredde som skyldes vekslende lys og vindforhold.

Ved stasjon Bn1 i nordre Vestfjord (fig. 15) bidro turbiditet og filtratfarge hver for seg omtrent like meget, og dette var stort sett tilfelle også på de andre stasjoner innenfor Steilene i indre fjord. Utenfor Steilene var turbiditeten betydelig lavere og hadde derfor mindre innflytelse, mens filtratfargen og dens innflytelse nådde omtrent det samme nivå som innefor.

Som funksjon av årstiden var filtratfarvens innflytelse nogenlunde jevn, mens de lave turbiditetsverdier om vinteren satte sitt preg på totalkurvens årstidsforløp.

2. Solhøydens innflytelse på siktedypmålingen er ikke ubetydelig . I henhold til de beregnede tabeller vil - under forutsetning av samme turbiditet- og filtratfargefordeling og med solvinkel  $0^{\circ}$  som utgangspunkt - siktedypet reduseres med økende solvinkel etter følgende tabell:

Solvinkel over horisonten	Siktedyp-reduksjon i meter
$0^{\circ}$	-
$10^{\circ}$	0,4
$20^{\circ}$	0,8
$30^{\circ}$	1,1
$40^{\circ}$	1,4
$50^{\circ}$	1,6
$53^{\circ}$ - $54^{\circ}$ (midtsommerdag kl. 12.00)	1,65

Det presiseres at disse tall er fremkommet på basis av et meget begrenset datamateriale og ved en forenklet regresjonsligning. De kan derfor kun tjene som en grov orientering.

At siktedypet blir mindre og ikke større, med økende solhøyde, kan virke overraskende men ble bekreftet av regnemaskinen ved alle forsøk og må antas å være riktig.<sup>(1)</sup>

3. Vindens, eller egentlig vindbølgenes, innflytelse på siktedypmålingene kan være betydelig i sterk vind, men er ikke særlig stor under de vanlige vindforhold i Oslofjorden. Maskinen gir følgende relasjon mellom vindstyrke og siktedypreduksjon:

Forholdet kan antagelig forklares slik:

- (1) Det er kontrasten mellom det reflekterte lys fra skiven og det reflekterte lys fra partiklene som gjør skiven synlig i sjøen. Med økende solhøyde øker refleksjonen fra partiklene relativt raskere enn refleksjonen fra skiven.

Vind	Siktedyp- reduksjon i meter (1)
Stille	-
Flau vind	0,1
Svak vind	0,1
Litt bris	0,3
Laber bris	0,7
Frisk	1,5
Liten kuling	2,2

Til figur 15 skal det også knyttes noen spesielle kommentarer.

- a. Siktedypets beregnede basisverdi for  $T_1$ ,  $F_1$ ,  $H$  og  $V$  lik 0 er ("K"=) 15,33 meter. Denne maksimalverdi er meget for liten - kfr. Middelhavets 50 meter og den teoretiske på ca. 173 meter. Feilen skyldes at formelen ikke har datagrunnlag for verdier over ca. 15 meter og derfor har fiksert en kunstig basisverdi ved ekstrapolasjon. For siktedypverdier mindre enn 10 - 12 meter vil dette forhold imidlertid ikke svekke formelens anvendbarhet.
- b. Også i siktedypskalaens annen ende er datagrunlaget svakt, og formelens gyldighet strekker seg ikke lenger mot 0-linjen enn til verdier på ca. 1-2 meter.
- c. Den valgte formel har alle variable i eksplisitt form, slik at hver av dem får en innflytelse på resultatet uavhengig av de andre. Dette er fysisk sett ikke korrekt, og erfaringene fra arbeid med de andre forsøkte formler bekrefter at implisitte formler kan gi sikrere resultater. Også denne svakhet i formelen bidrar til å

(1) Det presiseres <sup>også</sup> at disse tall er fremkommet på basis av et meget begrenset datamateriale og ved en forenklet regresjonsligning. De kan derfor kun tjene som en grov orientering.



svekke dens verdi for høye og lave siktedypverdier.

- d. Kurvene på figur 15 er basert på én stasjon gjennom ett år. D.v.s. at det bak hver månedsverdi på kurvene stort sett bare står en enkeltverdi av hver parameter <sup>(1)</sup>. Av denne grunn er kurvene lite glatte. Med flere års datagrunnlag ville kurvene glattes ut, og bidraget fra hver av parametrene T, F og V ville anta en for denne stasjon karakteristisk form. Solhøydens bidrag, som ville bli tilnærmet likt for alle stasjoner, ville anta en symmetrisk form om og ha toppunkt i datoen for sommersolhverv.

### 3.22 Turbiditetsvariasjonenes årsaker.

Turbiditet er som nevnt et mål for partikkelmengden i vannet. Hvilke typer av partikler som finnes i Oslofjordvannet, og hvor meget hver av disse typer bidrar til turbiditeten, er lite kjent. Ingen av våre måleserier har tatt sikte på å gi slike informasjoner.

De frittsvevende småplanter(fytoplankton eller alger) som finnes i vannet bidrar uten tvil meget til turbiditeten i den del av året de får lys nok til å vokse og formere seg (februar-oktober). Det finnes mange arter - i prøvene fra måleserie I er det registrert 177 forskjellige. Artenes individstørrelse varierer fra 1/1000 mm til 1mm i diameter. Antallet alger i sjøen av de forskjellige arter veksler sterkt med tid og sted i fjorden. Det høyeste bestandstall registrert av prosjektet for en enkelt art er ca. 500 mill. pr. liter vann. Erosjonsprodukter fra elvene antas vanligvis å gjøre seg gjeldende bare lokalt. De kan i flomperioder riktignok spres i synlige mengder over hele fjorden, men de blir snart borte igjen når flomsituasjonen opphører. Kloakkpartikler antas ikke å nå langt fra utslippsstedet

---

(1) Selve beregningen (formelen) er derimot basert på alle 294 datasett.

før de oppløses eller synker. Bunnslam kan ved visse typer strender hvirvles opp som følge av bølgeslag, bading m.v., og i grunne områder som følge av båttrafikk eller sterke bunnvannstrømmer.

Når det gjelder de tre sistnevnte kilder: erosjonsprodukter, kloakkpartikler og oppvirvlet bunnslam, har vi overhodet ingen målinger som kan fortelle noe om typer eller mengder. <sup>(1)</sup> Når det gjelder fyttoplankton, er det derimot foretatt en regelmessig momentanbestandskartlegging spesifisert for de enkelte arter i løpet av prosjektiden (delrapport 4). Da de enkelte algers "optiske dimensjoner" ikke er målt eller beregnet samtidig vil slike bestandstall dog ikke direkte kunne fortelle noe om algenes turbiditetseffekter.

Ut fra en kvalitativ betraktning av foreliggende informasjoner og også ut fra kvalitativ mikroskopering, kan det sies at fyttoplankton utvilsomt er en dominerende turbiditetsskapende faktor i mange tilfeller. Det kan dog ikke utelukkes at partikler av andre typer kan spille betydelig rolle i visse deler av fjorden og/eller til visse tider av året.

En indirekte mulighet foreligger, basert på foreliggende informasjoner, som kanskje kan gi noen holdepunkter om turbiditetsinnflytelsen fra fyttoplankton på den ene side, og fra alle andre partikkeltyper til sammen på den annen side. En slik analyse er påbegynt, men da den er komplisert og tidkrevende, har det ikke vært mulig å fullføre den innenfor rammen av det nuværende prosjekt. Analysen, som er en regresjonsanalyse, bygger på de 350 stasjonsbesøk prosjektet har foretatt hvor både individtallet for de enkelte fyttoplanktonarter (P) og turbiditeten (T) er kjent. Den regresjonsformel som er forsøkt, har denne form:

---

(1) I utvalgte elver og kloakker er det riktignok foretatt turbiditetsmålinger og endel andre partikkelkarakteriserende analyser (delrapport 11), men disse er ikke representative nok til å gi brukbare informasjoner for dette formål.

$$T = X(L, \text{\AA}) + f(T) \cdot \sum a_i P_i$$

$x(L, \text{\AA})$   $x$  = den andel av turbiditeten som ikke skyldes fytoplankton. ( $x$  er antatt å være en funksjon av lokaliteten i fjorden ( $L$ ) og av årstiden ( $\text{\AA}$ ).

$a_i$  angir den optiske dimensjon av fytoplanktonart nr. " $i$ ".

$P_i$  angir individtallet for fytoplanktonart nr. " $i$ ".

$f(T)$  er en korreksjonsfaktor som representerer en mulig ikke-linearitet mellom turbiditet og antall partikler. Verdiene av  $f(T)$  er antatt å være nær tallet 1 innenfor det turbiditetsintervall det her er tale om og derfor satt = 1.

Analysens prinsipp er enkelt, men det store antall ukjente (177 " $a$ " verdier, samt 30-90 " $x$ " verdier - avhengig av hvor detaljert fjorden inndeles i tid og sted), skaper vanskeligheter fordi antall datasett er så lite (= 350). For å gjøre analysen sikrere er den utvei valgt å redusere antall ukjente ved å beregne " $a$ " verdiene ut fra vanlige optiske lover for en del geometrisk sett veldefinerte algetyper.

Konklusjonen på dette avsnitt vil altså være at vi kjenner til fire grupper av partikler i overflatelaget med forskjellig opprinnelse. For tre av disse - erosjonsprodukter fra elvene, kloakkpartikler og opphvirvlet bunnslam - har vi ingen målinger som kan fortelle om partikkeltyper, størrelser eller mengder, hverken isolert eller som funksjon av tid og sted. For den fjerde gruppe - fytoplankton - som turbiditetsmessig sett er den dominerende, har vi informasjon om partikkeltyper og -antall, men ikke om partikkelstørrelsen. Ved statistisk teknikk vil det imidlertid være mulig å beregne størrelsene omtrent, slik at vi kan få et grovt bilde av fytoplantonets turbiditetseffekt som funksjon av tid og sted. (- og som differens da også den samlede effekt av de andre partikkeltyper).

### 3.23 Filtratfargevariasjonenes årsaker

Prosjektets filtratfargemålinger er foretatt bare ved én bølgelengde - 4.250 Å. Denne bølgelengde, som er vanlig standard ved instituttets analyser i ferskvann - og derfor valgt, - er godt egnet for påvisning av humus-fargestoffer. Da humus er en dominerende filtratfargekomponent i sjøvann, er den forsåvidt velvalgt også for dette medium.

At bare én bølgelengde er benyttet, er likevel en svakhet når filtratfargeanalysene skal benyttes som en av de forklarende faktorer for siktedypreduksjonene, idet siktedypet er påvirket av alle bølgelengder innen det synlige fargespektrum. Det er således mulig at overflatelagets vannmasser sporadisk eller permanent har inneholdt oppløste fargestoffer som ikke er registrert ved prosjektets filtratfargeanalyser. Dette må tas i betraktning ved vurdering av resultatene.

Analysemetoden er i og for seg tilfredsstillende, men et par spesielle usikkerhetsmomenter hefter ved resultatene. For det første er vannprøvenes lagringsbestandighet (før analyse) med hensyn til filtratfargen ikke skikkelig undersøkt. Dessuten innebærer analysemetodens filtreringsprosess en påkjønning på partikler av cellestruktur, slik at svake celler kan knuses og frigjøre farget cellevann som egentlig ikke skulle være med i væskefasen. Ekstreme fargeverdier som ikke gjenspeiles i siktedypverdiene, kan skyldes dette fenomen. Fenomenet er ikke nærmere undersøkt i forbindelse med prosjektet, men det har en viss interesse, idet knusning av celler muligens også kan forekomme in situ og i så tilfelle være kilde til ekstrem fargeutvikling.

Med hensyn til opprinnelse kan de oppløste fargestoffer i fjordens overflatelag tenkes å være:

1. tilførte naturfargestoffer fra vassdragene - først og fremst humusfargestoffer.
2. tilførte fargestoffer fra bolig-kloakkene.

3. tilførte fargestoffer fra industriavløpene.
4. frigjorte fargestoffer fra levende eller døde organismer i overflatelaget.
5. frigjorte stoffer fra levende eller døde organismer i dypvannet eller på bunnen som tilføres overflatelaget ved diffusjon oppover.
6. fargestoffer tilført indre fjords overflatelag ved utveksling med eller diffusjon fra overflatelaget i midtre fjord via Drøbaksundet.

De oppløste fargestoffer i overflatelaget kan forsvinne igjen ved

7. diffusjon nedover mot dyplagene (d.v.s. prosess 5 den motsatte vei).
8. nettotransport utover ved utveksling og diffusjon gjennom Drøbaksundet (d.v.s. prosess 6 den motsatte vei).
9. at de dekomponeres.

Av disse "prosesser" er nr. 1, 2, 3, 5/7 og 6/8 kartlagt, om enn meget grovt og ufullstendig, gjennom prosjektets undersøkelser. Prosessene 1, 2 og 3 er kartlagt gjennom målinger av tilførselene (delrapport nr. 11) og prosessene nr. 5/7 og 6/8 ved studier av diffusjons- og utskiftningsprosesser i dypvannet og i overflatelaget (delrapport nr. 14).

Et studium av analyseresultatene fra tilførselmålingene (prosessene 1-3) viser at naturfargestoffene dominerer i mengde. Fargestoffkonsentrasjonene i kloakkene er riktignok en del høyere enn i vassdragene, men når vassdragenes og kloakkenes vannmengde tas i betraktning, viser vassdragene seg likevel å være de største bidragsyttere. Den midlere filtratfargekonsentrasjon i alt vassdrags- og

kloakkvann tilført kan på grunnlag av analysene anslås til ca. 35<sup>0</sup>H. Man må imidlertid regne med stor usikkerhetsmargin <sup>(1)</sup>. Med den midlere ferskvannstilrenning til fjorden på 26 m<sup>3</sup>/sek. <sup>(2)</sup> vil dette si at fjordens overflate- lag fra landsiden mottar 26x35 = 910 H<sup>0</sup>. m<sup>3</sup> fargestoff/sek. eller omregnet 7,85 x 10<sup>7</sup> H<sup>0</sup> m<sup>3</sup> fargestoff/døgn. Noen mulighet for å spesifisere disse mengder etter kilde (natur, boligkloakk og industri) foreligger ikke.

Hvilke fargestoffmengder som frigjøres ved prosess 4 lar seg ikke beregne ut fra de foreliggende data. En sammenligning av turbiditet- og filtratfargedata fra overflatelaget viser imidlertid at filtratfargekonsentrasjonen i liten grad følger <sup>de</sup> raske og store svinginger i turbiditeten, og dette tyder på at partiklene i overflatelaget ikke er noen betydelig direkte kilde for oppløste fargestoffer. Videre er det grunn til å vente at de fargestoffer som likevel utvikles ved denne prosess i overflatelaget i likhet med de som utvikles nede i dypet (kfr. pkt. 5 nedenfor) er lite stabile og derfor raskt forsvinner igjen.

Prosess 5 gir dypvannet et betydelig, men vekslende, fargestoffbidrag. Uten tvil skyldes dette hovedsakelig en frigjøring av fargestoffkomponenter som finner sted når synkende og sunkne organiske partikler dekomponeres i vannmassen og på bunnen. De store vekslinger i utviklet fargemengde henger sammen med at mengden av synkende partikler undergår store svingninger. (Denne sammenheng lar seg lett påvise og er nærmere omtalt i delrapport 14). De fargestoffer som utvikler seg i dyplagene, synes å være lite stabile, idet de forsvinner langt raskere enn hva diffusjonsprosessene alene kan være ansvarlige for. Nedbrytningen er faktisk så rask at den fargestoffmengde herfra som når overflatelaget ved diffusjon, er helt

(1) Datamaterialet i <sup>delrapport 11</sup> er spesielt tynt når det gjelder fargen, idet disse analyser ble foretatt bare gjennom den første halvdel av kartleggingsperioden (juli 1964-aug. 1965). De foreliggende data er i størst grad representative for sommerhalvåret, slik at de konklusjoner som trekkes på grunnlag av dem har størst gyldighet for denne årstid.

(2) Fra delrapport 11.

forsvinnende både i forhold til utgangsmengden i dyplagene og - hvilket er viktig for denne rapport - i forhold til overflatelagets egne fargestoffbeholdning. Hvor store fargestoffmengder som originalt utvikles i dyplagene, er det ikke mulig å beregne ut fra de foreliggende data, men et grovt overslag (delrapport 14) for vannmassene under 20 meters dyp viser tall større enn  $2 \times 10^8 \text{ H}^0 \cdot \text{m}^3/\text{døgn}$  - altså en mengde minst 3 ganger større enn den som tilføres overflatelaget fra landsiden.

Prosess 7 vil være sterkere enn prosess 5. (Filtratfargekonsentrasjon i overflatelaget er høyere enn i mellomlaget, slik at netto diffusjonen er nedoverrettet.

Prosess 5+7 vil derfor bidra til å bringe en del fargestoffer fra overflatelaget nedover mot dyplaget. Den mengde som transporteres nedover på den måte, varierer en del, men kan i middel anslås til ca.  $5-10 \cdot 10^6 \text{ H}^0 \cdot \text{m}^3/\text{døgn}$  fra fjorden som helhet (delrapport nr. 14), d.v.s. ca. 1/10 av den fargestoffmengde som tilføres fra landsiden.

Prosess 6/8 er vanskelig å beregne kvantitativt. Det antas at overflatelaget i indre fjord er sterkt preget av forholdene i midtre fjord (delrapport nr. 2), og at de horisontale blandings- og utviklingsprosesser mellom indre, midtre og ytre fjord er forholdsvis raske. Det er imidlertid uten videre klart at det ferskvann som tilføres indre fjord fra landsiden (i middel ca.  $25 \text{ m}^3/\text{sek.}$ ) før eller siden forsvinner ut gjennom Drøbaksundet (bortsett fra den fraksjon som fordamper) og at dette må innebære en midlere nettotransport av vann ut av fjorden via Drøbaksundet. Da terskeldypet ved Drøbak bare er ca. 20 meter, må denne utadrettede nettotransport foregå i vannsjiktet mellom 0 og 20 meters dyp.

Denne nettovanntransport ut av fjorden må nødvendigvis føre med seg en del fargestoffer. De blandings- og utvekslingsprosesser som foregår mellom overflatelagets vannmasser i indre og midtre fjord, vil føre til vekslende transporter av fargestoffer ut og inn gjennom Drøbaksundet,

men siden den midlere egenfargekonsentrasjon i indre fjord vanligvis er litt større enn eller lik den i midtre fjord, vil nettotransporten av fargestoffer på grunnlag av disse prosesser enten være svakt utoverrettet eller lik 0.

Prosess 9 antas å være ubetydelig, idet de fargestoffer som tilføres overflatelaget i motsetning til de fargestoffer som utvikles i dyplagene synes å være relativt stabile. Til støtte for denne påstand foreligger følgende betraktninger:

1. Det finnes, i henhold til de ovenfor beskrevne prosesser 1-8, ingen andre betydelige kilder for fargestofftilførsler til overflatelaget enn prosessene 1, 2 og 3 (d.v.s. tilførslene fra landsiden). Det eksisterer for indre fjord og også for midtre fjord - en sterk korrelasjon mellom filtratfargekonsentrasjonen og "ferskvannskonsentrasjonen" i overflatelaget (fig. 16). Da fargestoffene tilføres fjorden iblandet ferskvannet og siden <sup>altså</sup> viser seg å fortynnes og forsvinner i takt med dette, og da ferskvannet som oppløst komponent i sjøvannet må betraktes som en konservativ komponent, må også fargestoffene kunne antas å være en noenlunde konservativ komponent.

Også ved en forenklet materialbalanse over de midlere ferskvann- og fargestoffmengder i indre fjords overflatelag kommer det frem at fargestoffet her ikke kan undergå noen særlig rask dekomponering. Fargestoffets teoretiske retensjonstid viser seg nemlig å være omtrent like lang som ferskvannets (300 mot 280 døgn). Regnestykket er:

#### Ferskvann

Tilløpet fra land (prosess 1+2+3)  
 $2,24 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{døgn}$



Fjordens volum i 0-20  
meterskiktet  $3,35 \cdot 10^9 \text{ m}^3$

Antatt midlere fortynningsforhold ferskvann:  
sjøvann i 0-20 m-skiktet 1:4

Ferskvannets midlere  
retensjonstid i 0-20  
meterskiktet  $\frac{3,35 \cdot 10^9}{2,24 \cdot 10^6} \cdot \frac{1}{1+4} \cdot \frac{300 \text{ døgn}}{1}$

### Farvestoff

Tilførsel fra land  
(prosess 1+2+3)  $\approx 7,85 \cdot 10^7 \text{ } ^\circ\text{H} \cdot \text{m}^3 / \text{døgn}$

0-20 meterskiktets-  
midlere totale  
fargestoffinnhold (1)  $\approx 2,2 \cdot 10^{10} \text{ } ^\circ\text{H} \cdot \text{m}^3$

Fargestoffets reten-  
sjonstid i 0-20  
meterskiktet  $\frac{2,2 \cdot 10^{10}}{7,85 \cdot 10^7} \cdot \frac{280 \text{ døgn}}{1}$

Også prosess 4 skulle egentlig ha vært med her, men er utelatt fordi den er antatt liten og fordi den ikke kan kvantiseres. Prosessene 5, 6, 7 og 8 er alle diffusive ledd som ikke inngår i denne betraktning.

Sammenfattende kan det på grunnlag av overstående sies følgende om årsaksforholdet bak overflatelagets filtratfargevariasjoner:

1. Overflatelagets innhold av oppløste fargestoffer kommer hovedsakelig fra landsiden.
2. Disse fargestoffer har naturen som den viktigste kilde.
3. Disse fargestoffer er relativt stabile og nedbrytes bare i beskjedent omfang før det forsvinner fra indre fjords overflatelag - i størst grad ved utvekslings- og blandingsprosesser med overflatevannmassene i midtre og ytre fjord

og i mindre grad ved diffusjon nedover mot de dypere vannlag i indre fjord.

### 3.3 Flytende materialer i overflaten

Med "Overflatematerialer" menes som nevnt foran kun materialer som flyter i selve vannoverflaten. For nærværende delrapport er disse inndelt i følgende grupper: TING - RUSK - DRIVTANG - OLJE.

Forekomster av overflatematerialer er i forbindelse med prosjektet blitt målt systematisk gjennom bare ett år (1965), og ingen tidligere målinger av denne art er kjent fra Oslofjorden. Målingene, som opprinnelig var betraktet som et eksperiment, kunne bare få begrenset oppmerksomhet såvel fra prosjektledelsens side som på feltet, og observasjonsmaterialets nøyaktighet er neppe særlig høy. De måleserier som hadde observasjoner inkludert av denne type, var nr. I, II, III, IV og V, og de fleste av deres tokter i 1965 var representert.

Målingene besto i en frekvenstelling av de forskjellige "materialtyper". Telleresultatene er sammenslått sonevis som i avsnitt 3.1122 og presentert i tabellene 10 a,b,c,d og 11. Tabellene 10 a,b,c,d, viser hver materialtype og mengdegruppe for seg, og også det totale antall observasjoner utført. Tabell 11 gir et resyme av resultatene og dessuten en rangering av sonene etter overflatens renhet.

Tallene i tabell 11 angir den statistiske sjangse (i%) for at man på et tilfeldig tidspunkt og sted innen den enkelte sone og innen en radius av 30 meter, skal kunne få øye på overflatemateriale av de nevnte kategorier. Den statistiske pålitelighet er, av grunner nevnt nedenfor, liten, men tendenser kommer frem i en så stor grad at man tross det bør kunne tillegge tallene en indikativ verdi.

Hvis man regner alle materialtyper sammen får man fra tabell 11 følgende rangoppstilling:

Tabell 10a. OBSERVASJON AV "TING" I OVERFLATEN (1965)

Kode	Antall ganger funnet									Antall funn som % av antall observasjoner									
	0			1			2			3			4			5			
	Intet	Spor	Lite	En del	Mye	Mengde ikke angitt	1-9	Sum	0-9	Intet	Spor	Lite	En del	Mye	Mengde ikke angitt	1-9	Sum	0-9	
<u>Sone:</u>																			
1	202				2	1	3	205	98,54					0,98	0,49	1,47	100		
2	123				2		2	125	98,40					1,60		1,60	"		
3	300			1		1	4	304	98,68		0,33	0,66			0,33	1,32	"		
4	85							85	100,-						0	0	"		
5	29							29	100,-						0	0	"		
6	64							64	100,-						0	0	"		
7	206					1	1	207	99,52						0,48	0,48	"		
8	46							46	100,-						0	0	"		
1-8	1055			1	4	3	10	1065	99,06		0,09	0,19	0,38		0,28	0,94	"		
9	44							44	100,-							0	"		
10	106					4	4	110	96,36						3,64	3,64	"		
11	45			1		2	3	48	93,75		2,08				4,17	6,25	"		

Soner: 1 Indre havneområde 7 Nordre og midtre Vestfjord  
 2 Ytre havneområde 8 Søndre Vestfjord  
 3 Lysakerfjord + nordre Bunnefjord 9 Drøbaksund  
 4 Sentrale Bunnefjord 10 Sentrale og østre Breiangen  
 5 Søndre Bunnefjord 11 Sandebukten og vestre Breiangen  
 6 Bærumsbassenget 1-8 Gjennomsnitt for indre fjord

Tabell 10b. OBSERVASJON AV "RUSK" I OVERFLATEN (1965)

Kode	Antall ganger funnet									Antall funn som % av antall observasjoner									
	0			1			2			3			4			5			
	Intet	Spør	Lite	En del	Mye	Menge ikke angitt	Sum	1-9	0-9	Intet	Spør	Lite	En del	Mye	Menge ikke angitt	Sum	1-9	0-9	
<u>Sone:</u>																			
1	200		2	1		2	5	205			0,98	0,49			0,98	2,44		100	
2	123			1	1	1	2	125					0,80		0,80	1,60		"	
3	294			3	1	6	10	304			0,99		0,33		1,97	3,29		"	
4	85							85								0		"	
5	29							29								0		"	
6	62				2	2	2	64							3,12	3,12		"	
7	207							207								0		"	
8	45				1	1	1	46							2,17	2,17		"	
1-8	1045		5	1	2	12	20	1065			0,47	0,09		0,19	1,13	1,88		"	
9	44							44								0		"	
10	103				3	4	7	110					2,73		3,64	6,36		"	
11	45				3	3	3	48							6,25	6,25		"	

Soner: 1 Indre havneområde 7 Nordre og midtre Vestfjord  
 2 Ytre havneområde 8 Søndre Vestfjord  
 3 Lysakerfjord + nordre Bunnefjord 9 Drøbaksund  
 4 Sentrale Bunnefjord 10 Sentrale og østre Breiangen  
 5 Søndre Bunnefjord 11 Sandebukten og vestre Breiangen  
 6 Bærumsbassenget 1-8 Gjennomsnitt for indre fjord

Tabell 10c.OBSERVASJON AV "DRIVTANG" I OVERFLATEN (1965)

Kode	Antall ganger funnet									Antall funn som % av antall observasjoner										
	0			1			2			3			4			5				
	Intet	Spør	Lite	En del	Mye	Mengde ikke angitt	Sum	1-9	0-9	Sum	Intet	Spør	Lite	En del	Mye	Mengde ikke angitt	Sum	1-9	0-9	
<u>Sone:</u>																				
1	203			1		1	2	205					0,49			0,49	0,98		100	
2	125							125									0		"	
3	303			1			1	304					0,33			0,33	0,33		"	
4	85							85									0		"	
5	29							29									0		"	
6	62			2			2	64					3,13			3,13	3,12		"	
7	205		1			1	2	207					0,48			0,48	0,97		"	
8	44		1			1	2	46					2,17			2,17	4,34		"	
1-8	1056		2	4		3	9	1065					0,38			0,28	0,85		"	
9	44							44									0		"	
10	107					3	3	110								2,73	2,73		"	
11	45					3	3	48								6,25	6,25		"	

Soner: 1 Indre havneområde 7 Nordre og midtre Vestfjord  
 2 Ytre havneområde 8 Søndre Vestfjord  
 3 Lysakerfjord + nordre Bunnefjord 9 Drøbaksund  
 4 Sentrale Bunnefjord 10 Sentrale og østre Breiangen  
 5 Søndre Bunnefjord 11 Sandebukten og vestre Breiangen  
 6 Bærumsbassenget 1-8 Gjennomsnitt for indre fjord

Tabell 110d. OBSERVASJON AV "OLJE" I OVERFLATEN (1965)

Kode	Antall ganger funnet									Antall funn som % av antall observasjoner											
	0			1			2			3			4			5			6		
	Intet	Spor	Lite	En del	Mye	Mengde ikke angitt	Sum	1-9	0-9	Intet	Spor	Lite	En del	Mye	Mengde ikke angitt	Sum	1-9	0-9			
<u>Sone:</u>																					
1	200			1	2	3	6	206				0,49	0,97	1,46	2,91	100					
2	124				1		1	125					0,80	0,80	0,80	"					
3	299				1	2	4	303			0,33	0,33	0,33	0,66	1,32	"					
4	85							85							0	"					
5	28			1			1	29			3,45	3,45			3,45	"					
6	64							64							0	"					
7	207							207							0	"					
8	45			1			1	46			2,17	2,17			2,17	"					
1-8	1052			3	4	5	13	1065			0,28	0,28	0,38	0,47	1,22	"					
9	44							44							0	"					
10	106			4			4	110				3,64			3,64	"					
11	46			1		1	2	48				2,08		2,08	4,17	"					

Soner:

- 1 Indre havneområde
- 2 Ytre havneområde
- 3 Lysakerfjord + nordre Bunnefjord
- 4 Sentrale Bunnefjord
- 5 Søndre Bunnefjord
- 6 Bærumsbassenget
- 7 Nordre og midtre Vestfjord
- 8 Søndre Vestfjord
- 9 Drøbaksund
- 10 Sentrale og østre Breiangen
- 11 Sandebukten og vestre Breiangen
- 1-8 Gjennomsnitt for indre fjord

NIVA. 0.201. B.60 des.66.

Tabell 11. OVERFLATEFUNN - RESYME

Sone nr.	Sone	Ting a	Rusk b	Drivtang c	Olje d	Sum		Antall "funn totalt" som % av antall observasjoner
						a - d	a - d	
1	Indre havneområde	1,47	2,44	0,98	2,91		7,80	←
2	Ytre "	1,60	1,60	0	0,80		4,00	
3	Lysakerfjord + nordre Bunnefjord	1,32	3,29	0,33	1,32		6,26	
4	Sentrale Bunnefjord	0	0	0	0		0	
5	Søndre Bunnefjord	0	0	0	3,45		3,45	
6	Bærumsbassenget	0	3,12	3,12	0		6,24	
7	Nordre og midtre Vestfjord	0,48	0	0,97	0		1,45	
8	Søndre Vestfjord	0	2,17	4,34	2,17		8,68	
1-8	Indre fjord	0,94	1,88	0,85	1,22		4,89	
9	Drøbaksund	0	0	0	0		0	
10	Sentrale og østre Breiangen	3,64	6,36	2,73	3,64		16,37	
11	Sandebukten og vestre Breiangen	6,25	6,25	6,25	4,17		22,92	
1	Indre havneområde	8	7	7	8	7,5=9	8	←
2	Ytre havneområde	9	5	2,5	5	5,4=5	5	
3	Lysakerfjord + nordre Bunnefjord	7	9	5	6	6,3=8	7	
4	Sentrale Bunnefjord	3	2,5	2,5	2,5	2,5=1,5	1,5	
5	Søndre Bunnefjord	3	2,5	2,5	9	4,3=3,5	4	
6	Bærumsbassenget	3	8	9	2,5	5,5=6	6	
7	Nordre og midtre Vestfjord	6	2,5	6	2,5	4,3=3,5	3	
8	Søndre Vestfjord	3	6	10	7	6,5=7	9	
1-8	Indre fjord	-	-	-	-	-	-	
9	Drøbaksund	3	2,5	2,5	2,5	2,5=1,5	1,5	
10	Sentrale og østre Breiangen	10	11	8	10	9,3=10	10	
11	Sandebukten og vestre Breiangen	11	10	11	11	10,3=11	11	

Rang	Sone nr.	Sone	Funn- <sup>(1)</sup> frekvens (%)
1	4	Sentrale Bunnefjord	0
1	9	Drøbaksund	0
3	7	Nordre og midtre Vestfjord	1,45
4	5	Søndre Bunnefjord	3,45
5	2	Ytre havneområde	4,00
6	6	Bærumsbassenget	6,24
7	3	Lysaker og nordre Bunnefjord	6,26
8	1	Indre havneområde	7,80
9	8	Søndre Vestfjord	8,68
10	10	Sentrale og østre Breiangen	16,37
11	11	Sandbukten og vestre Breiangen	22,92

Dette gir grunnlag for noen interessante betraktninger som Nb dog bare gjelder de fri og ikke strandbeltets vannmasser<sup>(2)</sup>.

1. Indre fjord, sett som helhet, har betydelig renere overflate enn Breiangen.
2. De åpne og sentrale strøk av indre fjord og Drøbaksund viser de beste resultater. Et særmerket trekk ved disse deler av fjorden er de jevne kystkonturer. En årsakssammenheng kan her tenkes.
3. Områder som Breiangen og Søndre Vestfjord, som begge har god vannutskiftning i overflatelaget, viser dårligere resultat enn selv de avskjermede områder "indre havn" og Bærumsbassenget".

(1) Tabell 11 viser to forskjellige ranglister for sum-kolonnen fremkommet ved h.h.v. horisontal og vertikal beregning. Den vertikale er benyttet. Forskjellen mellom dem er ubetydelig.

(2) De benyttede observasjonsstasjoner (fig. 2I-V) dekker ikke områdene nærmest land, slik at resultatene ikke kan sammenlignes med det inntrykk man får fra stranden eller brygge-kanten. Forholdene i strandsonen behandles nærmere i rapportavsnitt 3.5.



4. "Sandbukten" og "vestre Breiangen" viser de dårligste resultater av alle soner.
5. Mengden av overflatematerialer i indre fjord som helhet var så liten at den neppe kan sies å representere noen betydelig ulempe.
6. Fordelingen mellom de 4 materialtyper er relativt jevn. Av spesielle trekk kan nevnes at olje var eneste påviste materiale i "Søndre Bunnefjord" og at drivtang og rusk var eneste påviste materiale i "Bærumsbassenget".

Fra tabell 10 a,b,c og d skal kun bemerkes at fordelingen av funn mellom de fire forskjellige mengdeklasser ikke er analysert nærmere - fordi datagrunnlaget er så tynt, og fordi klasse-inndelingen ikke var helt klart definert under feltarbeidet. Det "midlere resultat av klasseangivelsene synes - uten nærmere analyse - å falle innenfor klassen "en del".

Den statistiske svakhet av de foreliggende overflatematerialdata skyldes flere forhold:

- a. Datamengden er liten - i indre fjord tilsammen ca. 1065 observasjoner av hver materialkategori. De ca. 225 stasjonssirkelflater som observasjonene gjaldt, dekker tilsammen et overflateareal på  $225 \cdot 30^2 \cdot \pi \text{ m}^2 \approx 7 \cdot 10^5 \text{ m}^2$ , hvilket tilsvarer ca. 0,37% av indre fjords samlede overflate. Som er gjennomsnittsangivelse av prøvetettheten kan det derfor sies at alle stasjoner - d.v.s. 0,37% av fjordoverflaten - ble undersøkt i alt  $\left(\frac{1065}{225}\right) =$  ca. 5 ganger hver.
- b. Bare ett år (1965) er representert. Resultatene representerer formelt hele 1965, men den overveiende del (ca. 75%) gjelder månedene juni - juli - august.
- c. Observasjonsteknikken ble utviklet underveis uten at den kunne vies større oppmerksomhet fra

prosjektledelsens side. Antall forskjellige personer som har deltatt som observatører, er stort. Begge disse forhold medfører at observasjonspåliteligheten må antas å være liten.

- d. Vind og nedbør, som forekom på en del av toktene, reduserte mulighetene for å oppdage overflatematerialene i sjøen.

Hvor de forskjellige typer av overflatematerialer i fjorden kommer fra, er ikke nærmere undersøkt i forbindelse med prosjektet, men de sannsynlige kilder skal for ordens skyld nevnes. Når det gjelder det som her er kalt "ting" og som stort sett har sivilisatorisk opprinnelse, (pinner, flasker, bokser, plast, papir, fruktskall osv.,) kommer en del utvilsomt via elvene ut i fjorden. Spesielt Akerselven synes å være en vesentlig kilde her. Fig. 17 viser et bilde fra Akerselven høsten 1965, da en fanglense var lagt ut i forbindelse med byggearbeider lenger nede i elven). Dumping fra land og båter er også vesentlige kilder. "Rusk", som oftest har kilde i naturen (planterester, støv, m.v.) kommer til dels via elver og til dels med vinden direkte fra land. Et eksempel på denne kategori er blomsterstøv som enkelte år kan gi hele strandsonen en gulaktig farge (fig. 18). "Drivtang" stammer stort sett fra fjorden selv. Tang som løsner fra sine fester kan drive en stund omkring (fig. 19) før den synker, og tang som er sunket til bunns løftes av og til opp igjen, og da helst sammenfiltret i klaser, på grunn av gassutvikling (fig. 20). En del "olje" kommer uten tvil til fjorden via elver og kloakker, og en del kommer fra skipsfarten. Også fjordens oljeopplag kan være kilde til oljeforurensning (uhell ved lossing og lasting etc.).

For alle fire typer av overflatematerialer gjelder det at utvekslingsmekanismen gjennom Drøbaksund kan gi tilførsel til eller avgang fra fjorden. Overflatematerialene vil følge det aller øverste vannlag, hvis bevegelser i første rekke avhenger av vinden. Da vinden er årstidavhengig vil

også overflatematerialtransportene være det - med tilførsel til fjorden om sommeren (vind fra sør) og avgang om vinteren (vind fra nord). Vindens effekt på overflatematerialene kan være sterk. Vi har eksempler på at drivis om vinteren og algesamfunn om sommeren blåser inn eller ut av fjorden på mindre enn et døgn.

En annen konsekvens av at toppsjiktet er så lett bevegelig, er at overflatematerialene stadig skifter plass i fjorden. Den type kartlegging av overflatematerialer som er beskrevet ovenfor må derfor baseres på et stort antall gjentatte observasjoner for å gi et statistisk sett pålitelig bilde av forholdene.

En faktor som antagelig bidrar vesentlig til den relativt høye kvalitet innerst i fjorden med hensyn til overflate-materialer, er den innsats som Oslo kommunes opprenskningsbåt gjør. Den lille båt, som er utstyrt med en bred, mangetannet "gaffel" foran, er stadig på farten i havneområdet for å fjerne det som finnes av overflatematerialer.

### 3.4 Luktulempene

Luktulemper ble, som tidligere nevnt, så og si ikke påvist under noen tokt i forbindelse med måleseriene I, II, III, IV og V. I den periode da "luktulemper" skulle være gjenstand for systematisk analyse (1965) ble det blant 735 observasjoner ikke påvist luktulemper en eneste gang. Dette gode resultat utelukker ikke at luktulemper kan forekomme enkelte lokale steder i fjorden (spesielt i tilknytning til kloakkutløp), men det viser at luktulemper ikke kan være noe vanlig fenomen i noen av de områder hvor våre målestasjoner var plassert.

### 3.5 Strandbeltets kvalitetsulemper

Strandbeltets tilstand spiller en viktig rolle for publikums oppfatning om den generelle kvalitetstilstand i fjorden. Det er der, og bare der, de fleste møter den, og der er i alle fall der de kommer i nærest kontakt med den.

Prosjektet innbefattet opprinnelig ikke noen undersøkelse av strandbeltets kvalitetstilstand, og den som kom til underveis, og som det nedenfor refereres til, var bare en liten orienterende delundersøkelse, nærmest utført som et eksperiment. Når resultatene likevel delvis tas med her, er det fordi de kan illustrere aktuelle problemstillinger og i noen grad tjene som utgangspunkt for fortsatte undersøkelser.

Den lille delundersøkelse (måleserie VI) omfattet, som allerede vist i avsnitt 2,24, en serie bonitetsvurderinger og en serie vitenskapelige målinger. Bare bonitetsmålingene tas med i denne rapport og de er omtalt i det følgende avsnitt. I denne forbindelse vil det være nødvendig først å orientere litt om hva begrepet "strandbeltet" innebærer og om de kvalitetsulemper som man der kan møte.

### 3.51 Strandbeltets soner

Det er naturlig å dele strandbeltet inn i følgende 5 soner:

- a. Land defineres som området ovenfor øverste vannstands nivå (flomålet). Dets utstrekning innover fra sjøen innskrenker seg til det nærmeste område man kan se når man står ved vannkanten. Denne sone har strengt tatt ikke noe med fjordens vannforurensningsproblem og gjøre, men er tatt med her av følgende to grunner:
  1. Publikums inntrykk av fjordens generelle kvalitetsnivå vil ofte være påvirket av den kvalitetsstilstand de møter i de aller nærmeste omgivelser på land.
  2. Endel av de forurensningsmaterialer som publikum ser på stranden, vil ofte senere havne i sjøen.
- b. Strandsonen er stranden mellom laveste og høyeste vannstands nivå (fjære- og flomål).
- c. Bunnen regnes fra fjæremålet og ned til ca. et par meters dyp.

- d. Vannmassen er det øverste 2-5 meters tykke vannlag fra stranden og utover så langt som de badendes interesser vanligvis strekker seg.
- e. Overflaten omfatter sjøens overflate fra stranden og utover så langt som de badendes interesser vanligvis strekker seg.

### 3.52 Strandbeltets ulempetyper og deres årsaker

Strandbeltets samlede kvalitetsnivå med hensyn til forurensningspåvirkning er avhengig av mange ulempetyper. I nedenstående oversikt er de viktigste av dem med, sortert i henhold til hvilke soner de berører:

#### a. Land

Skrot, søppel og avfall er her den eneste aktuelle ulempe. Kildene er nesten alltid sivilisatoriske. Ved en del badestrender er disse ulemper mer eller mindre eliminert ved at strendene holdes i orden ved rydding, raking påkjøring av sand m.v.

#### b. Strandsonen

Skrot, søppel og avfall er også her en vesentlig ulempe. Grønske er en annen betydelig ulempe. Den skyldes fastsittende grønne og blå-grønne alger som gjerne dominerer i forurensede og utvekslingshemmede fjorder. Der hvor grønnske forekommer er de ellers for sjøen karakteristiske brune tangarter mer eller mindre fortrent. <sup>(1)</sup>

(1)

---

Det må her bemerkes at en dominans av grønnske også krever andre spesielle forutsetninger enn forurensningsbelastning, og på den annen side at den forurensningsbelastning som skal til for å gi grønnskevekst, ikke alltid behøver å være særlig stor. Grønnskevekst kan derfor ikke uten videre brukes som indikator på forurensningsbelastning.

I sin friske tilstand er mange av grønskeplantene i og for seg tiltalenede av utseende, men når de dør og råtner vil de ofte bli årsak til lukt og til det velkjente sleipe, glatte og svarte belegg på fjørestenene. Grønsken vokser oftest på stener, bergrabber etc. og sitter her godt fast. Når vekstforholdene er ekstra gode, slår den seg imidlertid også ned på sandstrendene. Her vil den bidra til et annet fenomen, formulding av sandstrendene, som må regnes som en betydelig ulempe i visse områder. Dessuten vil den her lettere rive seg løs og gi drivtangulemper. I dårlig ventilerte og sterkt belastede avsnitt av en fjord (trange vikler og bukter med kloakkutslipp) vil grønsken igjen fortrennes av andre spesielle algesamfunn som i disse omgivelser gjerne virker uestetiske. Et ytterligere fenomen i strandsonen som skaper ulemper, er vekst av blåskjell: Når veksten blir sterk, og særlig når den også brer seg utover selve sandstrendene, blir den til betydelig ulempe for de badende. På samme måte som sonen land holdes også strandsonen på enkelte av fjordens badestrender i orden ved rydding, raking, påkjøring av sand osv.

c. Bunnen

De ulemper som er knyttet til bunnen er stort sett slike som gjør det ubehagelig eller vanskelig for de badende å trå på den: Skrot og avfall, blåskjell etc. Dessuten vil eksistensen av gjørmebunn, som er ubehagelig å gå på og som ved opphvirvling gjør vannet grumset og uestetisk, være en vesentlig ulempe. Denne siste ulempe vil til dels ha forurensningsbelastningen som årsak, men også de lokale topografiske forhold og andre naturlige forutsetninger spiller her rolle.

d. Vannmassen

I selve vannmassen er det gjennomskinneligheten

(siktedypet) som representerer den viktigste kvalitetsfaktor. Mange legger i vårt land stor vekt på siktedypet og regner det som en vesentlig mangel om man ikke kan se bunnen på flere meters dyp. I mange andre land og områder, hvor man ikke har adkomst til rent og klart vann, aksepterer man gjerne et begrenset siktedyp i seg selv som et naturlig fenomen som det ikke er grunn til å klage på. Bare hvis det reduserte siktedyp skyldes forhold som samtidig innebærer helsemessig risiko eller har spesielle uestetiske kvaliteter, finner man der grunn til å slå alarm. Da det også i Oslofjorden er slik at grums og farve i vannet som regel er naturlige fenomener som ikke i seg selv indikerer helsefare, er det grunn til å henlede oppmerksomheten på de forskjellige synsmåter.

e. Overflaten

Overflatens ulemper kan som tidligere nevnt inndeles i begrepene "ting", "rusk", "drivtang" og "olje", og deres kilder av naturlige og sivilisatoriske slag er omtalt i avsnitt 3.3 ovenfor. Slike ulemper er estetisk sett vesentlige og de har dessuten tildels også praktiske sider (som f. eks. oljeforurensninger).

3.53 Bonitetsvurderingene

3.531 Opplegget

Ved bonitetsbefaringene skulle, en gruppe "dommere" ved hjelp av spørreskjema tilkjenne sine personlige og uavhengige oppfatninger om strandbeltets estetiske kvalitetsnivå for hver av de besøkte badesteder. Ingen rettesnor angående "passende" karakternivåer for typiske tilstander var gitt, idet dommerene skulle basere sin bedømmelse på personlige krav og erfaringer. Alle observerte forhold av betydning for de estetiske kvalitets-

nivåer skulle tas i betraktning - uavhengig av om de kunne antas å være en følge av forurensningsbelastningen eller ikke. Et karaktersystem fra 0-10 sto til disposisjon. En karakter skulle gis for hver sone og hvert badestrandsbesøk. Det vil si at hver gitt karakter som regel måtte være en felleskarakter for flere ulempe typer. Det skulle imidlertid for hver karakter noteres hvilke forhold som var utslagsgivende ved bedømmelsen. Selve dommerskjemaet er vist som fig. 21.

Formålet med bonitetsvurderingene var å finne noe ut om:

1. Hvordan publikum bedømmer strandbeltets estetiske og rekreasjonsmessige kvalitet.
2. I hvilken grad publikums bedømmelse svarer til prosjektmedarbeidernes oppfatning og til de naturvitenskapelige måleresultater som samtidig ble innhentet.
3. Kvalitetsnivåene ved de utvalgte badestrender.
4. Den relative betydning av de enkelte ulempefenomener innen hver sone.

De arrangerte befaringer fant sted på lørdagene 6., 13. og 20. juni 1964. Deltagerantallet var henholdsvis 12, 12 og 10 på de tre datoer. I alt deltok 21 forskjellige personer én eller flere ganger hver, og de representerte tilsammen 15 forskjellige institusjoner. I tillegg deltok 3 av prosjektets medarbeidere i bedømmelsene, hvorav en deltok alle tre ganger og 2 deltok 2 ganger. Ved vurdering av svarene er de 21 inviterte deltagere (nedenfor kalt "hoveddommer") og de tre prosjektmedarbeidere (kalt "NIVA-dommere") behandlet som to uavhengige grupper.

De 15 institusjoner som var representert ved befaringene var:



1. Akers Velforbund
2. Asker Velforbund
3. Bærum kommune
4. Bærum Velforbund
5. Christiania Roklub
6. Fylkeslegen i Akershus
7. Norges Badeforbund
8. Oslo havnevesen
9. Oslo helseråd
10. Oslo kommune
11. Oslofjordens Brislingfiskerlag
12. Oslofjordens Båteierforbund
13. Oslofjordens friluftsråd
14. Regionplankomiteen for Oslo-området
15. Østlandske Naturvernforening

Vurderingene av de foreliggende dommerresultater var av flere grunner vanskelige:

1. Antall avholdte befaringer er meget for lavt til å gi en tilfredsstillende statistisk analyse.
2. Enkelte uklarheter i bedømmelsesinstruksjonen førte hos noen dommere på første befaring til en uklar avgrensning av dommene land, strandsone og bunn.
3. De enkelte badestrenders områdeutstrekning var ikke tilstrekkelig klart definert på forhånd. For første befaring førte dette til at noen av dommerne også tok med mer perifere deler av områdene i bedømmelsen, mens de fleste holdt seg til mer sentrale deler.
4. Bedømmelsen av sonen "bunn" og også delvis av "strandsonen", ble for lite grundig. En tilfredsstillende bedømmelse av disse forutsatte nemlig at dommerne selv vasset uti og studerte forholdene. Dette ble imidlertid umuliggjort både av de ugunstige værforhold og av den stramme tidsramme som var satt for befaringene.

5. 6 av de 7 utvalgte badesteder hadde vanligvis stort publikums-besøk og var under regelmessig tilsyn og vedlikeholdstjeneste. Det syvende - Rødskjær - var i langt mindre grad utsatt for slike sivlisatoriske påvirkninger. Besøkstallene, og også effektiviteten av tilsyn og vedlikehold var forskjellig for de 6. Publikumsbesøk og vedlikeholdstjeneste påvirker kvalitetsnivåene for sonene land, strandsone, bunn og til dels også overflate, slik at disse ikke egentlig er sammenlignbare fra badested til badested. For en bedømmelse av de 6 badsteders relative kvalitet gjenstår derfor egentlig bare sonen vannmasse som en av publikum og vedlikeholdstjenesten påvirket sone.

Følgende badesteder ble besøkt på de tre lørdager. (Tallene angir antall deltagende hoved- og NIVA-dommere):

	lørdag 6/6		lørdag 13/6		lørdag 20/6	
	HD	ND	HD	ND	HD	ND
Katten	12	1	12	3	10	3
Ingierstrand	12	1	12	3	10	3
Rødskjær	-	-	12	2	-	-
Hvalstrand	12	1	12	3	10	3
Kadettangen	12	1	12	2	10	3
Rolfstangen	12	1	12	3	10	3
Huk	12	1	12	3	-	-

Badstedenes beliggenhet i fjorden er vist på fig. 2 f.

### 3.532 Hoveddommerkarakterene

Et resyme av hoveddommerenes karakterer er gitt i tabell 12. Tabellen angir i øverste felt middelverdien for alle dommere fra hver badestrand, hver sone og hver dato - og i midterste felt verdibredden (d.v.s. differansen mellom høyeste og laveste dommerkarakter) i tilsvarende rubrikker.



Gjennomsnittsverdier er i disse to felt dessuten beregnet over alle datoer, alle soner og alle badesteder. I nederste felt er vist en kvalitetsrangering av badestrendene ut fra gjennomsnittskarakterene for hver sone og for alle soner samlet.

### 3. 5321 Nivåer og rangorden .....

Tabellen viser blandt annet følgende:

1. Hvis man lar alle de viste middelverdirubrikker få samme vekt, blir dommerenes oppfatning i gjennomsnitt over alle soner, steder og datoer at kvaliteten var nesten "Tilfredsstillende" (=5,71)
2. Av sonene var dommerne mest fornøyd med "Land" (6,57). Den videre rekkefølge var "Overflate"(5,81), "Straddsoner"(5,61), "Bunn"(5,41) og "Vannmasse" (5,13). Sonenes kvalitetsnivåer var altså etter dommernes oppfatninger ikke meget forskjellige.
3. En sammenligning av badestrendene viste større spredning. Når alle datoer og soner regnes sammen, blir rekkefølgen: Hvalstrand (7,01), Ingierstrand (6,45), Rødskjær (6,42), Katten (5,80), Rolfstangen (5,22), Huk (4,44) og Kadettangen (4,39).<sup>(1)</sup> Selv de to dårligste steder Kadettangen og Huk, som omtrent hadde samme nivå, har fått en samlekarakter som er litt bedre enn "nogenlunde tilfredsstillende".
4. Hvis man sammenligner de tre dager, finner man at stedene hadde best samlet kvalitet den 6.6., at 20.6. hadde nesten like bra forhold og at 13.6 var markert dårligere. Sonene sett hver for seg viste stort sett samme tendens i denne henseende.

---

(1) Rødskjær var representert bare med en dato som var den "dårligste" av datoene generelt sett og ville ha ligget høyere om den hadde hatt de andre datoer med.

5. Av spesielle trekk ved gjennomsnittstallene kan det bl.a. pekes på følgende:
- a. Hvalstrand hadde stabil og høy kvalitet over alle datoer og alle soner.
  - b. Ingierstrand hadde spesielt høy karakter for sonen "land".
  - c. Kadetttangen hadde dårlig strandsone, og Huk og Kadetttangen dårlige vannmasser.
  - d. Ved Rødskjær var kvaliteten av overflate og vannmasse betydelig høyere enn kvaliteten av de andre soner.

### 3.5322 Spredning

Hoveddommerenes kvalitetsoppfatning var uensartet. Det er her foretatt visse enkle analyser av karakterspredningene, men det er p.g.a. det spinkle materiale ikke funnet riktig å legge for meget arbeid i dette. Følgende foreligger:

1. Verdibredde (dvs. forskjellen mellom høyeste og laveste karakter) er i tabell 12 angitt for hvert enkelt vurderingsobjekt (dvs. enkeltsoner og besøk) og for gjennomsnitt over steder, tid og soner. Verdibreddens totalgjennomsnitt for hele materialet var så stort som 5,0, hvilket utgjør halve karakterskalaen. Av de 90 enkeltvurderingsobjekter var det fire med verdibredde 2 og fire med 8. De ekstreme ytterpunkter 0 og 10 forekom ikke). Den gjennomsnittlige spredning var omtrent lik for alle soner og datoer, mens den var noe forskjellig for de enkelte badesteder.
2. Årsakene til de store verdibredder kan søkes i følgende 3 forhold:

- a, at dommere generelt stilte ulike strenghetskrav.
- b, at den enkelte dommer la ulik vekt på forskjellige enkeltfenomener.
- c, at den enkelte dommer ikke var konsekvent i sin karaktergivning.

Alle tre forhold må antas å ha spilt inn. Noen egentlig analyse av de enkeltes betydning er ikke gjennomført, men et par isolerte betraktningmåter er anvendt som kan gi visse kvalitative holdepunkter:

- 2 a. Dommerenes ulike generelle strenghetskrav lar seg tydelig demonstrere ved hjelp av et par tabeller. Tabell 13 (Dommerenes ekstremalhyppighet) viser hvor mange ganger den enkelte hoveddommer gav gruppens laveste eller høyeste karakter for et vurderings objekt.<sup>(1)</sup> En dommer (nr. o) er sterkt representert på begge ytterfløyer, mens de fleste andre med hyppige ekstremalverdier har holdt seg stort sett på den ene eller annen fløy. Tabell 14 (Dommerenes gjennomsnittskarakterer) viser hoveddommerenes gjennomsnittskarakterer samlet for alle badesteder og både separat og samlet for soner og datoer, satt opp slik at innbyrdes sammenligning er mulig for alle kombinasjoner av fremmøtedager. Midlere forskjell mellom strengeste og mildeste dommer blant de 4 som hadde fullt fremmøte (h.h.v. dommer a og dommer j) var 1.9, hvilket representerer et ganske stort intervall på karakterskalaen. Tilvarende sammenligning kan gjøres for alle dommere med samme fremmøtefordeling.

---

(1) Denne opptalling omfattet bare sonene land, strandsone og bunn.

Tabell 13 DOMMERENES EKSTRAMALHYPPIGHET  
sammenregnet for sonene land, strandsone og bunn

Dømmer-		Gitt antall karakterer i alt	Antall ganger gitt		Relativ hyppighet i % av	
gruppe	nr.		laveste karakter	høyeste karakter	laveste karakter	høyeste karakter
H o v e d l	a	53	15	5	28	9
	b	33	17	1	52	3
	c	39	1	9	3	23
	d	18	2	3	11	17
	e	54	8	3	15	6
	f	39	7	3	18	8
	g	51	10	4	20	8
	h	33	1	8	3	24
	i	32	1	7	3	22
	j	54	6	30	11	56
	k	21	0	11	0	52
	l	18	2	0	11	0
	m	21	3	4	14	19
	n	18	0	3	0	17
	o	21	15	5	71	24
	p	21	2	0	10	0
	q	21	4	0	19	0
	r	21	6	0	29	0
	s	15	4	1	27	7
	t	15	1	4	7	27
N I V A l	x	33	2	28	6	85
	y	31	24	3	77	10
	z	28	8	9	29	32
S U M	Hoved-	598	105	101	-	-
	NIVA-	92	34	40	-	-

Hver gruppe er beregnet for seg.

Tabell 14 DOMMERENES GJENNOMSNITTSKARAKTERER  
for alle badesteder under ett

SONE →	LAND			STRANDSONE			BUNN			OVERFLATE			VANNMASSE			ALLE SONER		
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Befaring den	6.6	13.6	20.6															
H	5,5	5,4	5,8	5,6	5,0	5,3	4,9	4,9	5,4	4,7	4,7	3,7	3,3	3,9	3,7	4,9	4,7	4,9
O																		
V	7,3		5,5		6,7		4,1	6,8	6,2	4,6	4,6	5,4		4,3		6,7	6,3	6,5
E																5,6		
D	6,0	6,7	6,7	6,5	4,7	5,4	5,6	5,3	5,1	6,0	6,1	4,6	5,2	5,4	5,0	5,2	5,2	5,1
I	5,7				5,2			4,6	5,3	4,2	4,8	4,2	5,4	6,4	5,6	5,2	4,8	5,0
D	5,5	5,6	6,4	5,7	5,5	5,6	6,4	4,0	5,0	6,8	6,4	4,8	5,4	5,7	5,8	5,8	4,2	4,9
O			7,8													7,1		5,5
M			8,2													7,0		6,5
M	7,0	7,4	7,2	7,3	6,8	6,7	7,0	6,8	5,7	6,6	7,2	6,5	5,7	6,4	5,9	6,8	6,0	6,3
E																6,8	6,6	6,7
R																	6,6	
E																	4,4	
																6,9	4,4	
													5,1				5,0	5,2
										5,8							5,2	
																	5,0	
																	4,4	
																	5,7	
																	7,1	
N	8,6	8,8	8,5	8,6	6,9	6,6	7,3	6,9	5,6	8,1	7,4	7,8	6,6	6,9	6,4	7,5	6,8	7,1
I		6,9				4,3				6,0			4,8			4,4	6,1	5,3
V		7,7				5,5				7,4			4,3			5,5	6,8	6,2
A																		

For dommere som bare var med på én befaring, er kun tallene for "alle soner" vist.

De beregnede gjennomsnittstall i de 4 siste kolonner er beregnet ut fra enkeltsoneskolonnene, men vil tilsynelatende ikke stemme helt fordi selve beregningen er utført med flere desimaler. En beregning av de fire siste kolonner ut fra de tre foranstående vil av samme grunn gi litt avvikende resultater.



- 2.b Forekomster av ekstremalverdier. Hvis én høyeste og én laveste karakter ble strøket for hvert av de 90 vurderingsobjekter(d.v.s. at ca. 18% av karaktermassen ble strøket) ville spredningens totaltgjennomsnitt synke fra 5,0 til 3,5. Dette viser at ytterkarakterene ble noe sjeldnere brukt, relativt sett, enn de øvrige.
- 2.c Konsekvens i karaktergivningen. En statistisk sammenligning av dommerenes karaktergivning ble forsøkt ved hjelp av en såkalt Friedman's toveis variansanalyse. Denne analyse forteller hvorvidt dommergruppens karaktergivning i løpet av befaringen kan sies å være statistisk sett jevn eller ujevn. I denne analyse ble hver dato og hver sone behandlet for seg, slik at det i alt foreligger 15 analyser som hver omfatter alle badesteder.<sup>(1)</sup> Resultatene er gitt i tabell 15, hvor J betegner at karaktergivningen kan regnes som jevn og U at den må regnes som ujevn. Det er i tabellen gitt to sett resultater basert på to forskjellige statistiske "strenghetskrav" (5% og 1%). Tabellen viser at karaktergivningen i de fleste tilfeller var ujevn, hvilket må bety at dommernes rangorden med hensyn til strenghet skiftet meget fra badested til badested for samme dag og sone. Denne hyppige skifting må skyldes at de enkelte dommere la ulik vekt på de forskjellige enkeltfenomener, og/eller at de var inkonsekvente i sin bedømmelse.

---

(1)

For å forenkle analysen ble ikke karakterene selv, men deres rangorden etter størrelse benyttet. Dette kunstgrep kan ha forskjøvet analyseresultatet noe i retning av større jevnhet, men antas ikke å ha hatt avgjørende innflytelse på resultatet.

Tabell 15 VARIANSANALYSE FOR HOVEDDOMMERENE

Sone	Dato i juni 1964	Antall dommere	Karaktergivning ved "sannsynlighetsnivå"	
			5%	1%
Land	6	12	U	J
	13	12	U	U
	20	10	U	J
Strand	6	11	U	J
	13	12	U	U
	20	10	J	J
Vannflate	6	11	U	J
	13	12	U	U
	20	10	U	U
Vannmasse	6	12	U	U
	13	12	U	U
	20	10	U	U
Bunn	6	11	J	J
	13	11	U	U
	20	9	J	J
Totalt			U	U

### 3.533 NIVA-dommerkarakterene

Karaktermaterialet fra NIVA-dommerene er ikke (slik som fra hoveddommerene) tatt med i rapporten, men en del av de tilsvarende beregninger er utført, og resultatene er vist nedenfor. Datamaterialet her er enda meget tynnere og resultatene kan kun benyttes til å indikere tendensene og til å sammenligne disse med de tilsvarende tendenser fra hoveddommerresultatene. Denne sammenligning viser forøvrig en ganske stor likhet mellom de to uavhengige dommergrupper og kan derfor tjene til å forsterke gyldigheten av de konklusjoner som er antydnet.

#### 3.5331 Nivåer og rangorden.

1. NIVA-dommerene ga i gjennomsnitt høyere karakterer enn hoveddommerene (totalgjennomsnitt 6,41 mot 5,71).
2. Sonenes rangorden basert på gjennomsnittskarakterene ble den samme som for hoveddommerene, bortsett fra at bunn og vannmasse skiftet plass. Karakterforskjellene var større hos NIVA-dommerene - nemlig: Land 7,9, overflate 7,0, strandsone 6,1, vannmasse 5,9 og bunn 5,1, (mot h.h.v. 6,57, 5,81, 5,61, 5,13 og 5,41).
3. Ved sammenligning av badestedene ble, når alle soner ble regnet sammen, deres rangorden den samme for begge dommergrupper. NIVA-dommerenes gjennomsnittstall var: Hvalstrand 7,88, Ingierstrand 7,10, Rødskjær 7,04, Katten 6,74, Rolvstangen 6,03, Huk 5,26 og Kadettangen 4,84, (mot h.h.v. 7,01, 6,45, 6,42, 5,80, 5,22, 4,44 og 4,39).
4. Også ved sammenligning av dagene ble rangordenen den samme for begge dommergrupper, men nivåforskjellen mellom første og tredje dag ble større hos NIVA-dommerene (7,5 - 5,6 - 6,0 mot 6,04 - 5,11 - 5,89)<sup>(1)</sup>

(1)

Forskjellen kan delvis skyldes at NIVA bare hadde en dommer med den 6. juni, idet denne dommer nesten alltid ga gruppens høyeste karakter (konferer tabell 14).

### 3.5332 Spredning

Også NIVA-dommerenes kvalitetsoppfatning var uensartet:

1. NIVA-dommerenes verdibredde var meget stor, tatt i betraktning at gruppen bare omfattet tre dommere. Disse verdibreder er, på grunn av de færre dommere, ikke sammenlignbare med hoveddommerenes verdibredde.
2. Årsakene til de store verdibreder. NIVA-dommerenes ekstremalkarakterhyppighet er vist i tabell 13. Tabellen viser at de tre NIVA-dommeres strenghetsnivå var forskjellig idet "x" nesten alltid lå høyest og "z" nesten alltid lavest. Deres gjennomsnittskarakterer er vist i tabell 14. Resultatene her viser at det var betydelig forskjell mellom de tre NIVA-dommeres strenghetskrav. Dessuten viser de at deres rangorden var så og si ens for alle soner. Når det gjelder Friedmans analyse, basert på rangorden, vil ikke den ha noen sammenligningsverdi, fordi NIVA-gruppens dommertall var så meget mindre enn hovedgruppens.

### 3.534 Karakterbegrunnelsene

I henhold til opplegget av bonitetsbefaringene skulle dommerene for hver karakter begrunne denne i dommerskjemaets merknadsrubrikk. Denne del av bedømmelsesrutinen ble antagelig ikke sterkt nok presisert, idet bare et fåtall av dommerene (4 hoveddommere og 2 NIVA-dommere) utfylte skjemaene systematisk på slik måte. De fleste andre ga spredte kommentarer og noen ga ingen overhodet. Blant de 6 som ga fyldige kommentarer var det 2 (NIVA-dommerene) som også hadde forsøkt å avveie de enkelte ulempefaktorers betydning for hver karakter.

På grunn av dette forhold gir dommermaterialet bare en

meget begrenset anledning til å finne ut hvilke ulempefaktorer som betød mest i de forskjellige soner. Spørsmålet er imidlertid sentralt, og det er derfor gjort forsøk på å trekke ut noen informasjoner av det sparsomme materialet som foreligger. Det er grunn til å presisere at de viste resultater i dette avsnitt ikke har noen statistisk gyldighet, og at de er tatt med kun for å gi et kvalitativt bilde av forholdene og for å illustrere den benyttede fremgangsmåte.

Resultatene skal her vises for de to soner som fikk flest kommentarer, nemlig strandsonen og overflaten. Hvert badested er behandlet for seg, mens datoene er slått sammen. 2 analyseprinsipper er benyttet:

- a, for alle hoveddommerene er det opptalt hvor mange ganger hver enkelt ulempefaktor ble nevnt. (Bare strandsonenotatene er benyttet for denne analyse).
- b, på grunnlag av de to NIVA-dommeres notater er det beregnet en %-vis fordeling av de enkelte faktorerers betydning.

Resultatene som er vist i tabell 16, gir anledning til bl.a. følgende kommentarer:

For strandsonen, hvor begge analyseprinsipper er forsøkt, viser disse en innbyrdes ganske god overensstemmelse. Siden de bygger på hver sin uavhengige dommergruppe, kan dette tjene til å bestyrke resultatenes verdi. (Tabell-delene a og b 1)

"Grønske" ble stort sett betraktet som den betydeligste ulempe for alle badesteder. Dernest kom (basert på hoveddommernotatene) gruppene "tang", "søppel" og "blåskjell" og til slutt "rekved", "rusk", "olje - tjære - slim - skum" og "gjørme".

Av spesielle trekk fra de enkelte badesteder kan nevnes at gjørme-ulempen var fremtredende på Kadettangen, og at den ellers innerst i fjorden

Tabell 16

## DE ENKELTE ULEMPEFAKTORERS BETYDNING

Beregnet på basis av alle befaringsdager

	Ulempe	Kat- ten	Ingier- strand	Rød- skjør	Hval- strand	Kadett- tangen	Rolfs- tangen	Huk	Sum	Rang- orden
a. Hoveddommerenes notater om strandsonen - antall ganger de enkelte ulemper er nevnt.	Søppel	2	1	1	1	3	7	1	16	6
	Grønnske etc.	9	10	5	3	7	3	3	40	8
	Rekved etc.	1		1	1	4	2		9	4
	Blåskjell etc.	1		3	1		10		15	5
	Tang, etc.	3	2	3	1	1	5	1	16	6
	Rusk	1		1	1	2	2		7	3
	Olje, tjære, slim, skum									
	Gjørme	1			1	1		3	6	2
	Sum	18	13	15	8	21	29	8	112	1
	b.1 2 NIVA-dommeres notater om strandsonen - ulempenes relative betydning i %.	Søppel	70	100	17	100	38	25	80	42
Grønnske etc.		5		33		12	19		440	8
Rekved etc.		5		33			6		23	3
Blåskjell etc.		20		17			25		63	7
Tang etc.							25		62	6
Rusk										1
Olje, tjære, slim, skum										
Gjørme						50		20	20	2
Sum %		100	100	100	100	100	100	100	700	5
b.2 2 NIVA-dommeres notater om overflaten - ulempenes relative betydning i %.		Rusk	17	38				100		155
	Drivgods				100	100			200	4
	Oljeflekker	17	31						48	1
	Blomsterstøv	66	31						97	2
	Sum %	100	100		100	100	100		500	

dominerende grønskeulempe spilte bare liten rolle på ett av badestedene - nemlig Rolvstangen.

For overflaten var det bare de to NIVA-dommere som hadde fyldige nok notater for analyse, og disse notater gjaldt bare 5 av badestedene. Tabelldel b 2.

Den viktigste ulempe var "drivgoods", og den videre rekkefølge var "rusk", "blomsterstøv" og "oljeflekker".

### 3.54 Strandbeltevanmassenes gjennomskinnelighet.

Det antall av gjennomskinnelighetsdata som finnes fra strandbeltets vannmasser, er meget beskjedent, idet det innskrenker seg til en del målinger utført parallelt med bonitetsbefaringene. Opplegget for disse målinger, som omfattet siktedyp og turbiditet, var følgende:

Siktedypet ble målt i 8-16 spredte posisjoner innen for det aktuelle badeområde. De ytterste lå 30-100 meter fra land (forskjellig for de enkelte badesteder) og de innerste inn mot stranden inn til ca. 1 m dyp.

Turbiditeten ble målt i 5 av de samme posisjoner - valgt slik at de ga et tverrsnitt av forholdene fra badestedets sentrale strandbredd til det ytre område.

Måleresultatene er for få til å danne grunnlag for egentlige konklusjoner og skal ikke presenteres her. Dataene indikerer imidlertid visse fordelingsmønstre ved de enkelte badesteder som kort kan summeres slik:

1. På tre av badestedene endrer siktedyp og turbiditet seg lite eller intet med økende avstand fra land (Katten, Ingierstrand, Rødskjær). Siden de ytterste målestasjoner på disse badesteder ligger

nærmest i åpen sjø, hvor vannutvekslingen er rask, er det sannsynlig at vannmassene helt inn har hatt omtrent samme gjennomskinnelighet som de sentrale fjordbassenger som de tilhører. For to av de andre badesteder (Hvalstrand og Rolvstangen), viser den midlere tendens en bedring av kvaliteten ved økende avstand fra land, men enkeltdagene, (særlig på Hvalstrand) viser ujevn tendens. De to siste strender (Kadettangen og Huk) viser ganske klar tendens med bedring av kvaliteten utover fra land.

2. De forskjeller i forholdene kvalitet/avstand fra land som her er funnet på de forskjellige badesteder, svarer til hva man kan vente ut fra strendenes mer eller mindre åpne beliggenhet i forhold til fjordens store vannmasser.
3. For Kadettangen og Huk var det innerst ved sandstrendene - innenfor de innerste måleposisjoner - langt mer grums i vannet enn det som målingene viser. Dette forhold skyldes opphvirvling av bunnmaterialer på grunn av bading og/eller bølgeslag, og det er overveiende sannsynlig at det er de samme grumsmaterialer som trekkes utover og gjør seg gjeldene også i de innerste måleposisjoner.

Noen sammenligning mellom absolutt-verdiene av siktedyp og turbiditet på de enkelte badesteder vil ikke ha noen verdi ut fra det foreliggende datamateriale.



#### 4 MULIGHETENE FOR PÅVIRKNING AV OVERFLATELAGETS REKREASJONSKVALITET

Fjordens samlede rekreasjonskvalitet er bestemt av i hvilken grad de enkelte forurensningsulemper - nevnt i avsnitt 1.4 - gjør seg gjeldende. Hvor meget hver av disse betyr i helhetsbildet, vet vi imidlertid lite om, idet betraktninger av denne art inntil nylig ikke synes å være foretatt i nevneverdig grad, hverken her hjemme eller internasjonalt.

Spørsmålet er viktig, idet viten om ulempenes relative betydning er et nødvendig grunnlag for vurdering av hvordan en fjords rekreasjonsverdi skal kunne ivaretas på beste måte. Fordi personlig skjønn i så sterk grad, kommer inn, kan man ikke få spørsmålet særlig presist besvart, men et brukbart vurderingsgrunnlag burde man likevel kunne skaffe seg ved å kartlegge de rådende oppfatninger ved statistiske metoder.

I løpet av de aller siste år er temaet dukket opp i den internasjonale fagpresse, og det later til at man - i hvertfall i USA - nu satser endel på å få det grundig belyst. (Eksempel: Davidson, Adams & Seneca 1966 og Knetsch & Davies 1967). Ennu er det dog for tidlig å hente hjem noen praktiske brukbare resultater fra slike kilder.

Innen vårt prosjekt er det ikke gjort noe forsøk på å finne slike relasjoner, utover det lille eksperiment som er omtalt i avsnitt 3.534 (Bonitetsdommerenes karakterbegrunnelser).

Når det gjelder mulighetene for å påvirke de enkelte rekreasjonsulemper, har prosjektets undersøkelser derimot gitt endel gode holdepunkter:

Overflatelagets gjennomskinnelighetsforhold er en funksjon av turbiditet og filtratfarge (avsnitt 3.1). Av disse to må filtratfargen stort sett kunne antas å være upåvirkelig ved praktisk tenkelige sanerende tiltak, idet fargestoffene hovedsakelig kommer fra elvene og har naturen som kilde (avsnitt 3.23). Den

ikke-planktoniske del av turbiditeten - som vi vet lite om (avsnitt 3.22) - må også antas i betydelig grad å komme fra elvene og derfor være stort sett upåvirkelig ved sanerende tiltak. Tilbake står det da å utvirke en senkning av turbiditeten ved å minske fytoplanktonmengden i vannet. Dette synes mulig ad flere veier som for tiden er under utredning. (Kfr. Samlerapporten).

Det er av interesse å vite hvor stor økning i gjennomsjinneligheten man kan vente å oppnå ved å senke turbiditetsnivået. En orientering om det kan man få ved å anvende formelen fra avsnitt 3.21, hvor siktedypet er beregnet som en funksjon av turbiditet, filtratfarge, sol og vind. Figur 22 gir et eksempel. Her er som utgangspunkt tatt de midlere årskurver for turbiditet og filtratfarge for to stasjoner - én i indre og én i midtre fjord. Verdiene for sol og vind er for enkelhets skyld holdt konstant gjennom året. Kurvene viser effekten på siktedypet av h.h.v. fordobling, halvering og total fjerning av turbiditeten gjennom året, (mens filtratfargen beholder sin naturlige verdi). Formelens presisjon er ikke stor nok til at man kan legge vekt på figurens absoluttverdier, men i grove trekk må kurvene antas å være riktige. Sammen med det som er sagt ovenfor om mulighetene for å redusere fjordens turbiditet og filtratfarge i praksis, leder figuren til følgende vesentlige konklusjon:

Siktedypet i fjordens sentrale områder kan ikke økes radikalt ved hjelp av sanerende tiltak. Med de turbiditetsreduksjoner som man der kan vente å oppnå ved omfattende tiltak, vil siktedypøkningen neppe kunne bli mer enn fordoblet. I enkelte avskjærmede og belastede lokale områder vil man ved spesielle tiltak kunne oppnå noe mere enn dette.

Overflatematerial-problemet - som i indre fjords sentrale områder ikke synes å være særlig stort - burde kunne reduseres ytterligere ved relativt enkle tiltak. På den tekniske side er det to typer av tiltak som kommer på tale: a) å redusere tilførslene fra elver og kloakker ved fanglenser, fanggrinder eller lignende. Og b) å samle opp de flytematerialer som allerede befinner seg i fjorden ved hjelp av spesielle oppsamlingsbåter. For oljesøl kommer dessuten spørsmålet om beredskapstiltak inn. Også på den ikke-tekniske side vil utvilsomt meget kunne oppnås - både gjennom opplysningsvirksomhet<sup>(1)</sup>, lovgivning og oppsyn.

Strandbeltets ulemper kan, når det gjelder sanerende tiltak, deles i tre grupper: a) Vannmassenes gjennomskinnelighetsforhold, b) Begroingsfenomener og c) Skrot, søppel, avfall etc. Med hensyn til gjennomskinnelighetsforholdene gjelder det samme her som er anført for fjorden forøvrig. For den enkelte strand vil mulighetene derfor først og fremst avhenge av den lokale situasjon med hensyn til avskjermethet og belastning.

Graden av begroing er stort sett avhengig av de samme mekanismer som regulerer fytoplanktonveksten og vil ved sanerende tiltak i prinsippet bli redusert i takst med denne (se s. 77). Også her kommer dog spørsmålet om lokal avskjermethet og belastning inn når muligheten for den enkelte strand skal vurderes. Helt lokalt kan man forøvrig redusere de praktiske begroingsulemper ved regelmessig fjerning av det som vokser (ved raking, skjæring, kjemikaliebehandling, sanddekning m.v.).

Problemet "skrot, søppel, avfall" kan som for overflatematerialene reduseres ved opplysningsvirksomhet,

---

(1) Når det gjelder opplysningsvirksomhet, vil den innsats som "Aksjonsutvalget for rensing av Oslofjorden" gjorde i 1950-årene være en god indikasjon på dette.

lovgivning og oppsyn - og på den enkelte strand selvfølgelig også ved regelmessig renovasjonstjeneste.

## 5 SAMMENFATTENDE DISKUSJON

Nærværende delrapport omfatter i første rekke en beskrivelse av overflatelagets tilstand ut fra de krav som rekreasjonslivet stiller - og en belysning av de faktorer som styrer disse tilstander. I tillegg representerer den et forsøk på analyse av hva begrepet "rekreasjonskvalitet" må innebære i denne sammenheng.

Delrapportens tema var ikke med i prosjektets opprinnelige arbeidsplan, og dens grunnlag er ikke en for formålet spesielt tilrettelagt undersøkelse. Den er fremkommet som svar på spørsmål som utkrystallerte seg under og etter prosjektet, og den bygger på data innsamlet for andre formål, supplert med noen mindre egne måleserier.

Delrapporten har på det foreliggende grunnlag ikke kunnet gi noen fullstendig og balansert behandling av temaet. Siktetpunktet har først og fremst vært å få presentert de synsmåter, data, konklusjoner og arbeidsmetoder som finnes, slik at disse kan være tilgjengelige ved senere undersøkelser av samme slag. Dette har ført til at enkelte kapitler er blitt nokså detaljrike, og at en del resultater av svak konklusjonsverdi har fått mer fremtredende plass enn de egentlig fortjener.

Delrapportens oppbygning kan kort resymeres slik: Bakgrunnen er omtalt i forordet, og formålet nærmere presisert i avsnitt 1.1. I de følgende avsnitt til og med 2.2 finnes de nødvendige definisjoner, en analyse av problemstillingene, en orientering om de benyttede metoder for karakterisering av "rekreasjonsulemper" og en oversikt over de utførte målinger. Kapitlene 3 og 4 gir resultatene - i form av en beskrivelse av overflatelagets tilstand med hensyn til de enkelte ulempetyper, en analyse av deres

årsaksforhold og en kort omtale av de muligheter som foreligger for å påvirke tilstanden ved sanerende tiltak. Nærværende kapitel sammenfatter og diskuterer delrapportens viktigste momenter.

### 5.1 Kvalitetsnivå - ønsker og muligheter

Som basis for en langsiktig utnyttelse av fjordens forskjelligeartede resurser vil kunnskap om hvilke krav publikum vil stille til dens rekreasjonskvalitet, være nødvendig.

Det synes å være en utbredt oppfatning at fjordens overflate- lag ut fra rekreasjonsinteresser idag ikke er av tilfredsstillende kvalitet. Dette er det klare inntrykk man får om man tar fjordområdets dagspresse om sommeren som kilde - eller om man spør den tilfeldige borger av området.

Men egentlig vet vi lite om hvilke krav og ønsker publikum stiller til fjordens overflatelag og om hva det mener om dagens tilstand. Både det som skrives og det som sies, består som regel av generelle klager eller diffuse karakteriseringer, og om vi ber om mer presise formuleringer, får vi det inntrykk at oppfatningene ikke alltid er så klart begrunnet.

Heller ikke ved prosjektet har vi noen klart formulert oppfatning om dagens kvalitetsnivå eller om hvilke krav som bør stilles. Også hos oss kommer det individuelle skjønn inn, og oppfatningene varierer som rimelig er fra person til person. En formulering som kan gis på vegne av alle medarbeidere er at forholdene mange steder i fjorden er dårligere enn de kunne og burde være.

Begrepet "rekreasjonskvalitet" er laget for denne delrapport uten basis i etablert terminologi. Det skal omfatte alle enkeltforhold av forurensningsopprinnelse som kan virke som en ulempe for rekreasjonslivet i fjorden. Fordi disse enkeltforhold foreløpig ikke har noen gjensidig etablert verdiskala, er det et diffust begrep som ikke kan tilpasses noen kvantitativ målestokk. For kvantitative vurderinger har vi av denne grunn måttet arbeide kun med enkeltforhold eller grupper av slike. Ut fra den gruppeinndeling som ble benyttet, regnet vi med at publikums ønske om et rent overflatelag var dekket av følgende poster: En vannmasse med høy gjennomskinnelighet, en overflate uten for meget av flytematerialer, en strandlinje uten skrot og avfall, uten for sterk begroing og uten gjørmebunn; en duft av bare ren sjø, en rik sportsfiskeavkastning, en hygienisk sikkerhet, en estetisk <sup>sett</sup> tilfredsstillende fjord og en naturmessig sett mest mulig uberørt fjord.

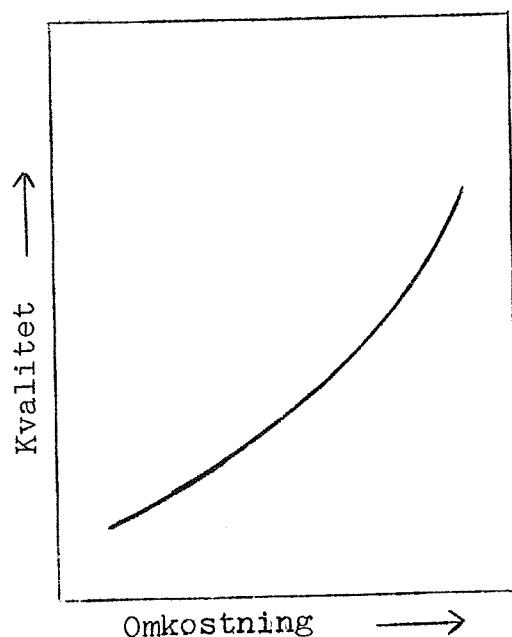
En verdiskala som angir den relative betydning av de enkelte kvalitetsforhold (eller ulemper) ville være meget nyttig. Å utarbeide en slik er imidlertid svært komplisert og arbeidskrevende, og selv i det store utland er man bare såvidt igang med denne oppgave.

Ved bedømmelse av og ønsker i forbindelse med overflate- lagets rekreasjonskvalitet er det av betydning hvilket utgangspunkt man velger. For mange er det naturlig å sammenligne forholdene med dem man kjenner fra andre områder. Noen bruker forholdene i gamle dager som basis og atter andre tenker seg fjorden som en ren naturfjord uten sivilisatorisk påvirkning og bedømmer ut fra det. Som grunnlag for personlig preferanse er disse synsmåter gode nok, men når ønsker om

kvalitet skal danne basis for sanerende tiltak, er de ikke realistiske. Da kommer det flere momenter til:

1. Selv som naturfjord vil fjorden ha et annet og mindre "rent" preg enn f.eks. Sørlandskysten - på grunn av formen, tersklene, middelvindens retning, ferskvannstilførslene, tilførslene av nærings og fargestoffer fra naturen m.v.
2. Den sivilisatoriske påvirkning av fjorden kan ikke unngås med sanerende foranstaltninger - bare dempes og/eller endres.

Når man i forbindelse med langtidsvurderinger av fjordens resurser skal fastsette et nivå for overflatelagets rekreasjonskvalitet, <sup>som siktepunkt</sup> vil man måtte ta utgangspunkt i a) dagens situasjon, b) det man vet om de alternative sanerende tiltak (om deres kvalitetsforbedrede effekter m.h.t. de enkelte ulempetyper og om deres omkostningsnivåer) og c) det man kan finne ut om den relative betydning av de enkelte ulempetyper. Denne samlede viten vil i prinsippet kunne uttrykkes som en kurve (se skissen) som enkelt illustrerer den valgmulighet man har.



Et spørsmål vi ofte hører er hva som vil hende med fjorden i fremtiden hvis ingen sanerende tiltak blir gjennomført. Vårt svar på det er at forholdene vil forværre seg med økende tilførselsbelastning. Ikke langs en jevnt fallende kurve, men med store svingninger om en slik kurve (kfr. neste avsnitt). Når det spesielt gjelder overflatelagets rekreasjonskvalitet, kan vi ikke av erfaring peke på noen slik tendens,

fordi vi bare har prosjektets 1-4 år lange måleserier å bygge på. Ved studium av de enkelte kvalitetsulempers årsaks-mekanismer og av informasjonen fra de andre delrapporter (som tildels har eldre data som referansegrunnlag) kan vi imidlertid få gode holdepunkter for at vår påstand også gjelder på dette område.

Om rekreasjonsforholdene i gamle dager kan vi trygt si at de var bedre da enn de er idag. Hvorvidt dette gjelder overalt i fjorden, kan vi ikke si, men uten tvil gjelder det for betydelige områder, og spesielt for de sterkt belastede strøk lengst nord i fjorden. Frognerkilen, Bestumkilen og Holtekilen er eksempler på steder som etter hvert har mistet sin aktualitet for friluft- og badeliv på grunn av forurensningsforholdene. Filipstad og Akershusodden er også eksempler på gamle badeområder som idag har helt utilfredsstillende forurensningsforhold, men her var det kanskje like meget havneutbyggingen som i sin tid egentlig fordrev badegjestene.

En grundig sammenligning av rekreasjonsforholdene før og nå ville være både nyttig og interessant. Om forholdene i gamle dager har vi imidlertid få holdepunkter. Endel slike informasjonen finnes utvilsomt - gode kilder ville <sup>f.eks.</sup> være eldre personer som kjente fjorden godt, gamle aviser, kommune- og helserådsarkiver, gamle båt- og badeforeningers arkiver. For prosjektet har det imidlertid ikke vært mulig å foreta noen systematisk innsamling av opplysninger fra slike kilder.

De praktiske muligheter for å forbedre overflatelagets rekreasjonskvalitet ved sanerende tiltak er kort omtalt i kapitel 4. Generelt gjelder det at det er lettest å oppnå synlige resultater der forholdene idag er dårligst - i avskjermede og sterkt belastede lokalområder i fjorden - men at endel også kan oppnås for fjorden som helhet. Mulighetene er forskjellige for de enkelte kvalitetsforhold. Ulemper av typene flytende materialer og strandmaterialer vil kunne reduseres med relativt enkle midler, mens de som har sin bakgrunn i fjordens forsterkede vekstpotensial vil kreve mer omfattende tiltak.



## 5.2 Kvalitetsnivå - dagens situasjon

Delrapportens vurderinger omfatter bare en del av de kvalitetsforhold som er nevnt i foregående avsnitt, og de som er med, er omtalt i ulike omfang. Det må presiseres at disse utelatelser og skjevheter ikke innebærer noen vurdering av de enkelte ulempetypers betydning. Skjevhetene gjenspeiler kun ujevnheter i omfang av det foreliggende datamateriale, og utelatelsene skyldes naturlige begrensninger i prosjektets arbeidsfelt. De kvalitetsforhold som i det hele tatt ikke er med i denne delrapport, er sportsfiskeavkastningen, den hygieniske sikkerhet, de estetiske forhold og naturtilstanden. Det førstnevnte kvalitetsforhold, sportsfiskeavkastningen, er dog behandlet i en annen av prosjektets delrapporter (Delrapport nr. 3).

Målingenes presisjonsnivå er ujevnt og som helhet ikke særlig høyt - noe som må tas i betraktning hvis man ønsker å bygge videre på de data og dataanalyser som foreligger.

Et hovedinntrykk fra de foreliggende resultater er at overflatelagets kvalitet varierer meget m.h.t. tid og sted. På basis av de av variasjonenes årsaksmekanismer som man <sup>kjenner</sup> må det videre kunne antas at de forskjellige kvalitetsforhold stort sett varierer uavhengig av hverandre. Variasjonene er så betydelige og så mangfoldige at selv ikke de grundigst undersøkte parametre kan gi grunnlag for noen egentlig gyldige middeltall for fjorden - selv om en del slike tall i orienterings- og studieøyemed er presentert i denne rapport.

Med hensyn til avhengigheten av tid finnes det tre grupper av variasjoner. To av disse synes å ha uregelmessig karakter. Det gjelder for det første <sup>de</sup> ofte markante variasjoner som opptrer fra år til år, og for det annet de raske store og små variasjoner som foregår fra dag til dag eller uke til uke. De førstnevnte styres av klimatiske og hydrografiske variasjoner som (for oss) selv fortøner seg uregelmessige fra år til år, og de sistnevnte først og fremst av været fra dag til dag. Den tredje gruppe av variasjoner med tiden -

de årstidsavhengige - synes derimot og som rimelig er å følge et nogenlunde regelmessig mønster.

Når det gjelder variasjonene fra sted til sted i fjorden, er det tre tydelige hovedtendenser å spore. Den ene består i at kvaliteten er lavere jo lenger inn i fjorden man kommer, den annen i at kvaliteten synker med økende lokal avstengthet av overflatelagets vannmasser og den tredje i at kvaliteten reduseres med minkende avstand fra de betydelige belastningskilder. Ingen av disse tre hovedtendenser synes å dominere de andre to i sterk grad, og deres samlede virkning er at det opptrer lokale variasjoner innen vide rammer i alle avsnitt av fjorden. Ytterligere kompliseres dette bilde av at de forannevnte raske tidsavhengige variasjoner også kan opptre med lokale varianter.

For de enkelte kvalitetsforhold kan overflatelagets situasjon i prosjektperioden kort karakteriseres slik:

Vannmassenes gjennomskinnelighet er det av kvalitetsforholdene som er grundigst undersøkt av prosjektet. Det er målt ved "siktedypmetoden" - en metode som består i at man avleser hvor langt ned i sjøen er hvit skive er synlig fra overflaten. Overflatevannets gjennomskinnelighet er først og fremst avhengig av to faktorer - turbiditet (partikkelinnhold) og filtratfarge (oppløste fargestoffer). Også disse to parametre er blitt målt regelmessig. Den lovmessige sammenheng mellom de tre størrelser er grovt beregnet ved statistisk analyse av datamaterialet.

Siktedypet viste et komplisert variasjonsforløp både med hensyn til tid og sted. Dets årstidsmønster hadde et ensartet preg fra år til år med høye verdier om vinteren og lave gjennom resten av året (fig. 4). Innenfor denne ramme var det dog store forskjeller mellom de enkelte år (fig. 3a-j). Turbiditeten, og i den forbindelse særlig fytoplanktonforekomstene, var den dominerende faktor som skapte dette årstidsmønster.

Filtratfargens bidrag (som i første rekke skyldtes fargestoffer fra skog og mark bragt inn med elvene) var mer stabilt gjennom året (fig. 15). Siktedypets kortperiodiske variasjoner med tiden var uregelmessige og tildels meget betydelige. Vårt informasjonsgrunnlag om dette forhold er sammenstilt på fig. 12. Den generelle geografiske siktedypfordeling, som ikke var helt den samme på alle årstider, viste at indre havn (Ap 99) og Bærumsbassenget (Bl 1) alltid hadde lavere verdier enn sentralfjorden og at Bekkelagsbassenget (Cq 1) som regel var i samme situasjon (fig. 5). Langs den sentrale fjordlinje hadde Lysakerfjorden, (Bn 1) de laveste verdier, og Bunnefjorden (Dp99) de nest laveste. Utover fjorden steg siktedypet til det nådde maksimum i Drøbaksundet (Im 99). Når Breiangen (Nj 99) ikke hadde fullt så klart vann som Drøbaksundet, skyldtes det første rekke tilførsler av oppløste fargestoffer fra Dramselv-vassdraget. Siktedypets lokale geografiske variasjonsmønster er studert på flere måter - i det vesentlige på basis av sommerobservasjoner. Et interessant trekk som fremkommer på fig. 6a-c er de store forskjeller som opptrådte på nære nabostasjoner. Lokale gradienter med fallende verdier mot avskjermede og/eller belastede områder kan finnes på fig. 7 og er for et enkelt område demonstrert på fig. 11. Langs fjordens tverrsnitt var gradientene små - unntatt de som peker inn mot de sterkt belastede farvann lengst i nord (fig. 9). I en tabelloppstilling på side 29 er det tette nett av siktedypmålinger om sommeren regnet sammen til sonemiddeltall, og fjordens 11 soner (vist på fig. 8) er rangert etter vannets klarhet. Her demonstreres spesielt det forhold at vannet i indre fjord ikke generelt var mindre klart enn det lenger ut, og at avskjermethet og nærhet av byområde var av stor betydning.

Flytende materialer i overflaten ble systematisk registrert bare gjennom det siste prosjektår. Registreringene omfattet alle flytende materialer som var synlige fra båtene i stasjonsposisjon innenfor

en radius av 30 meter, og det ble skilt mellom de 4 kategorier "ting", "rusk", "drivtang" og "olje". Det må her presiseres at måleserien bare omfattet de "frittliggende" stasjoner og således ikke representerte strandbeltets vannoverflate.

Resultatene var noe overraskende, idet det viste seg at indre fjord som helhet hadde langt renere overflate enn midtre fjord. En tabelloppstilling over sonemiddeltallene (side 56) demonstrerer dette forhold tydelig. De lave tall for funnfrekvensen som er angitt for indre fjord (sonene 1-9), tyder på at overflate-materialproblemet for "den frie vannflate" her ikke er særlig stort.

Luktulemper skulle registreres parallelt med overflatematerialene gjennom det siste prosjektår. Slike ulemper ble imidlertid ikke påvist under noe stasjonsopphold. Dette gode resultat utelukker ikke at luktulemper kan forekomme enkelte lokale steder i fjorden (spesielt i tilknytning til kloakkutløp), men det indikerer at problemet neppe kan være noe vanlig fenomen i fjordens åpne farvann.

Strandbeltets kvalitetsulemper var kun gjenstand for vurdering i forbindelse med et eksperimentpreget befaringsopplegg på forsommeren 1964. Befaringene omfattet i alt 18 besøk på 7 kjente badesteder i fjorden. Deltagere var representanter for 15 institusjoner med tilknytning til fjorden og for vårt institutt. Befaringene innbefattet at deltagere på et spørreskjema skulle gi sin personlige vurdering av de forskjellige badsteders rekreasjonskvalitet.

Vurderinger av strandbeltets kvalitetsforhold er verdifulle fordi tilstanden her spiller en viktig rolle for publikums oppfatning om fjordens generelle kvalitetstilstand. Det gjennomførte befaringsprogram var for lite til å kunne gi noen representative resultater, men det begrensede dommerkaraktermateriale

som forelå ble likevel ganske grundig bearbeidet for å fremskaffe grunnlag for fortsatte undersøkelser.

De viktigste indikasjoner som materialet gav, var følgende: De 7 badsteders midlere kvalitetsnivå var, når alle ulempeforhold sees under ett og alle datoer slås sammen, bortimot "Tilfredsstillende." Det beste enkeltbadested ble karakterisert som "Tilfredsstillende/ Meget tilfredsstillende" og det dårligste som litt bedre enn "Nogenlunde tilfredsstillende". Disse resultater er noe forskjellige fra det man tror at folk flest mener om fjordens tilstand. I første rekke skyldes denne kontrast antagelig at forholdene sommeren 1964 utvilsomt var mindre forurensningspreget enn normalt, men muligens kan den også være et indisium på at folkemeningen, slik den vanligvis kommer til uttrykk, er basert på et noe utilstrekkelig informasjonsgrunnlag.

## 6 LITTERATUR

- Bøhle, Bjørn: "Undersøkelser av blåskjell (*Mytilus Edilus* L) i Oslofjorden." Fisken og havet nr. 1 (1965).
- Davidson, P.; Adams, F. G. & Seneca, J.: "The Social Value of Water Recreational Facilities Resulting from an Improvement in Water Quality; The Delaware Estuary." Water Research. The John Hopkins Press s. 175 - 211. (1966)
- Knetsch, J. L. & Davies, R. K.: "Comparison of Methods for Recreation Evaluation." *ibid* s. 125 - 142 (1967).

- Krümmel, Otto: "Handbuch der Ozeanography" B I s. 256.  
J. Engelhorn Stuttgart (1907).
- Strickland  
J. D. H.: "Solar Radiation Penetrating the Ocean.  
A Review of Requirements, Data and Methods  
of Measurements; with Particular Referance  
to Photosynthetic Productivity." J. Fish  
Res. Bd. Canada 15, 3 s. 453 - 493 (1958).
- World Health  
Organization: "Control of Water Pollution - a survey of  
existing legislation." Geneva (1967).

Fig.1a Oslofjordområdet

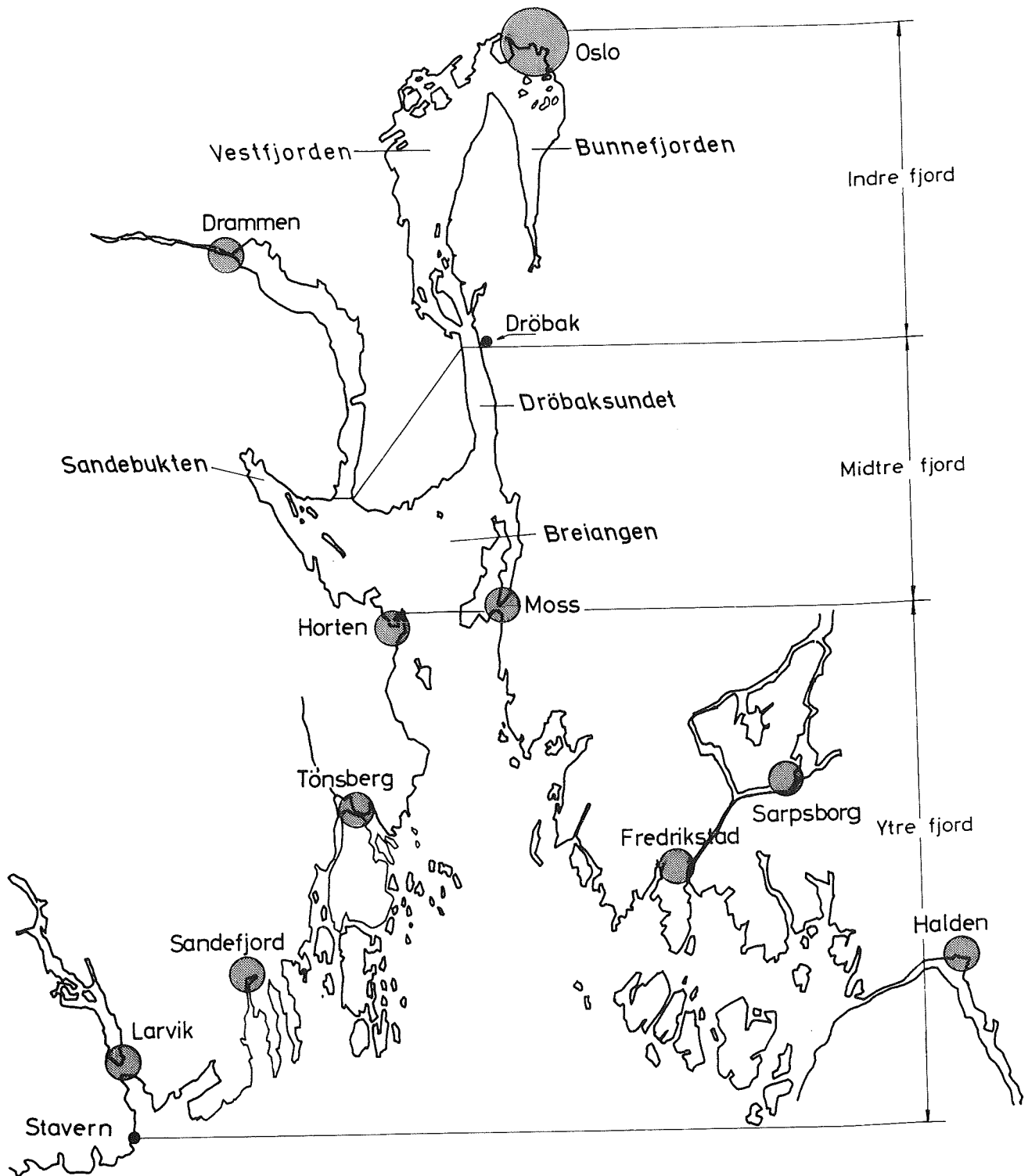
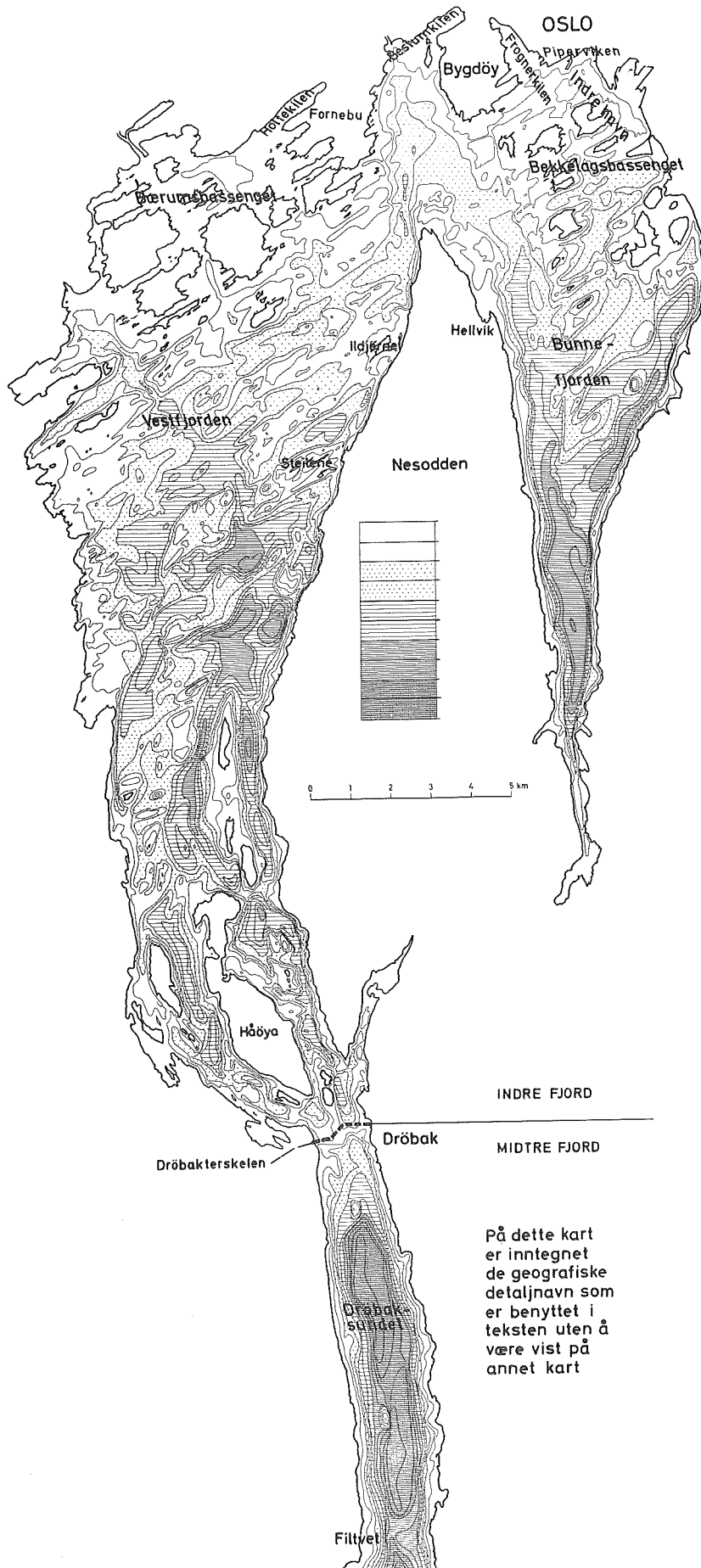
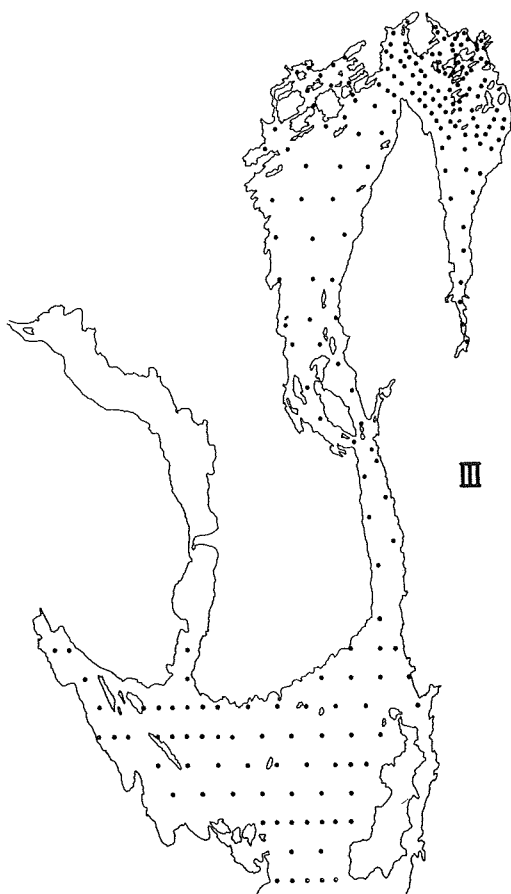
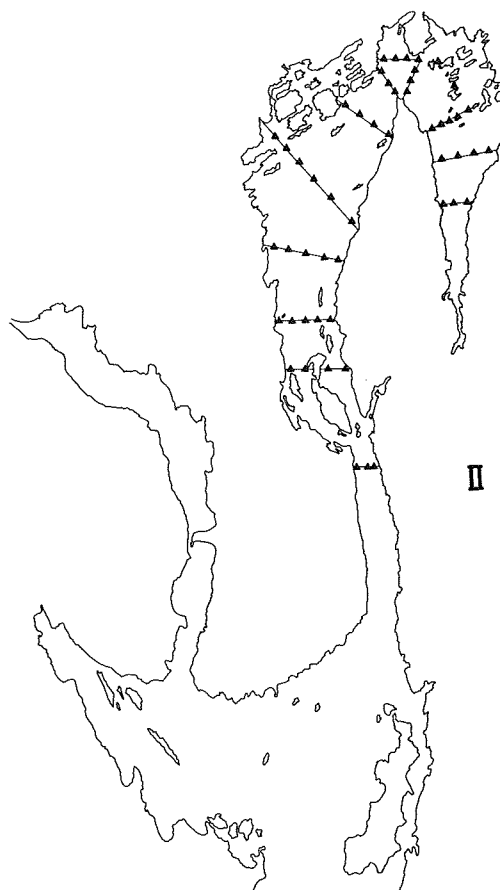
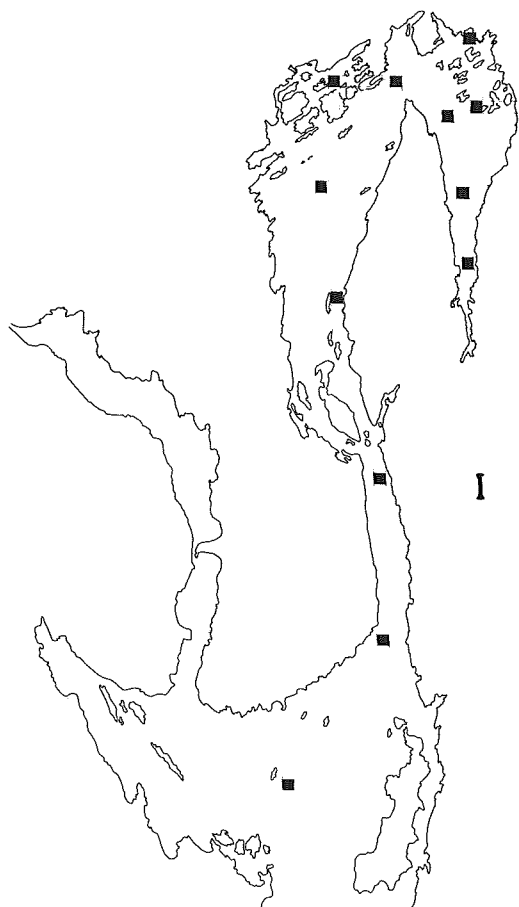


Fig. 1b INDRE FJORD



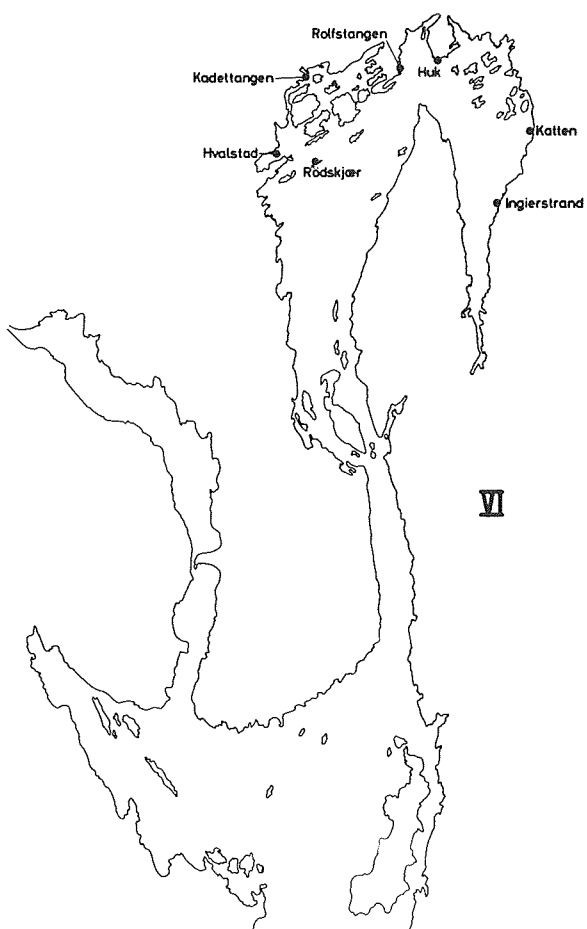
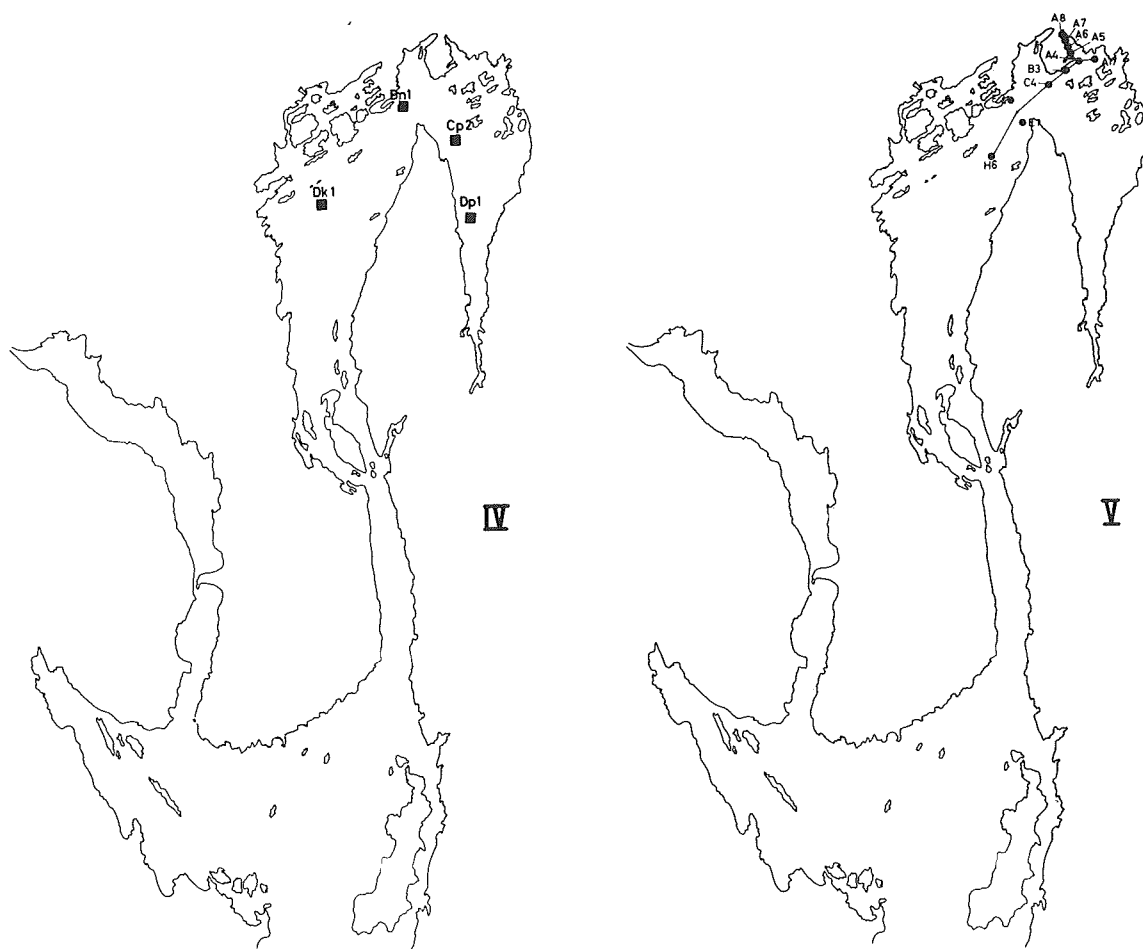
På dette kart er inntegnet de geografiske detaljnavn som er benyttet i teksten uten å være vist på annet kart





- I Basisprogram hydrografi og kjemi
- II Spesialprogram hydrografiske tverrsnitt
- III Overflatelagets kvalitet - full serie

FIG. 2 I-III STASJONSNETT



- IV Hydrografiske korttidsobservasjoner
- V Overflatelagets kvalitet - spesialsnittet
- VI Strandbeltets tilstand

FIG. 2 IV-VI STASJONSNETT

Fig. 3a  
Månedsvariasjoner i siktedyp, turbiditet og filtratfarve ved stasjon Dp99

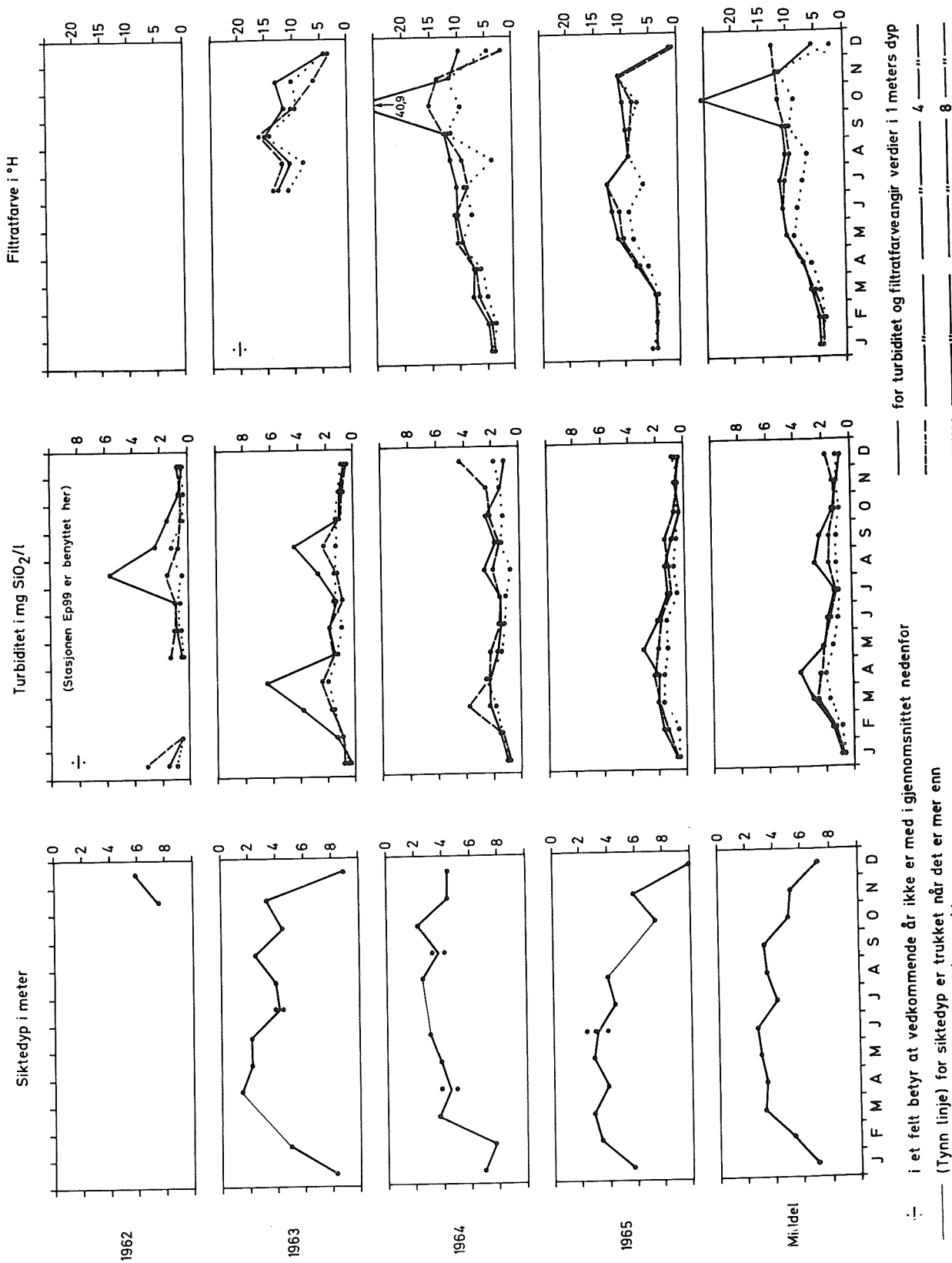
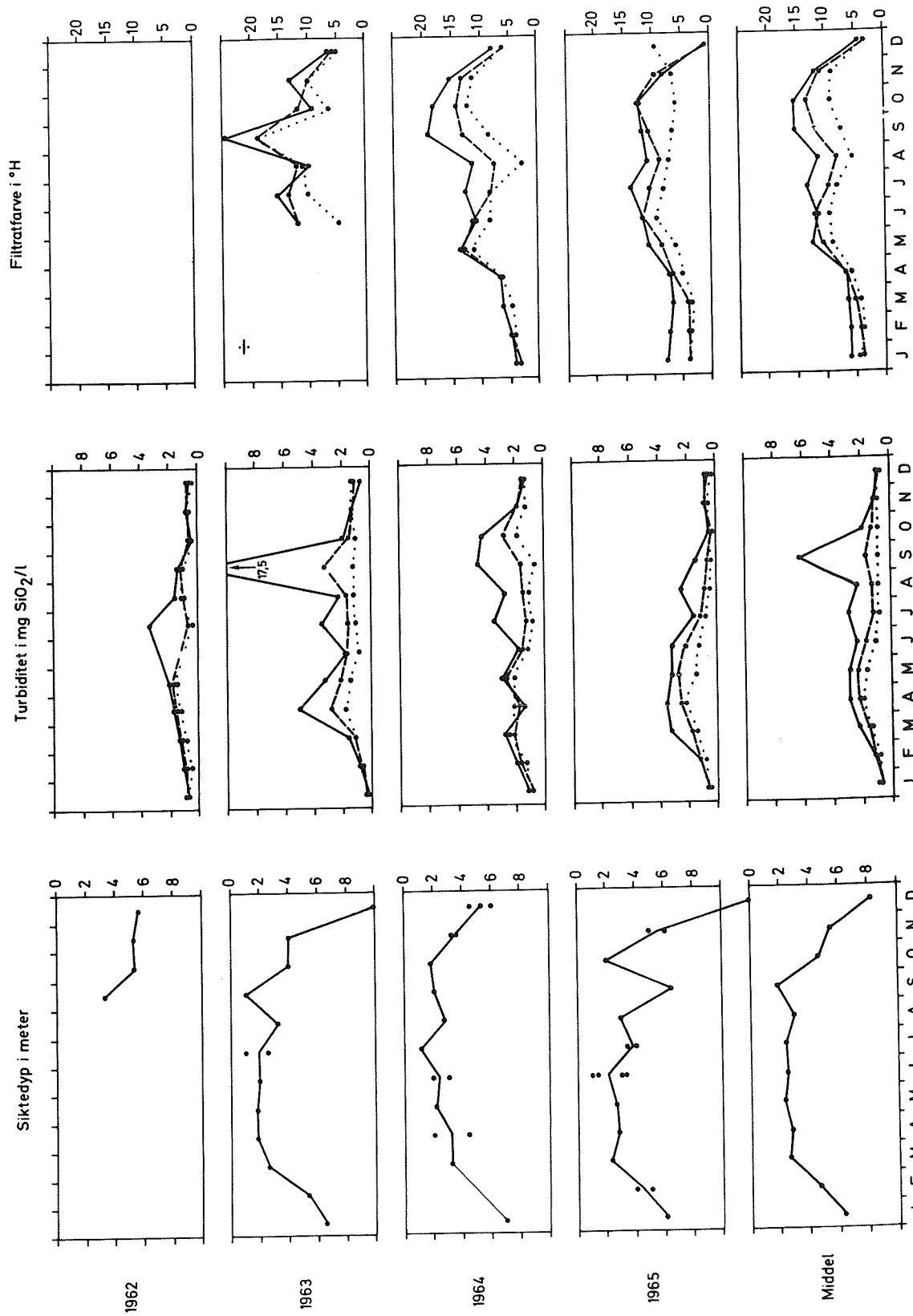
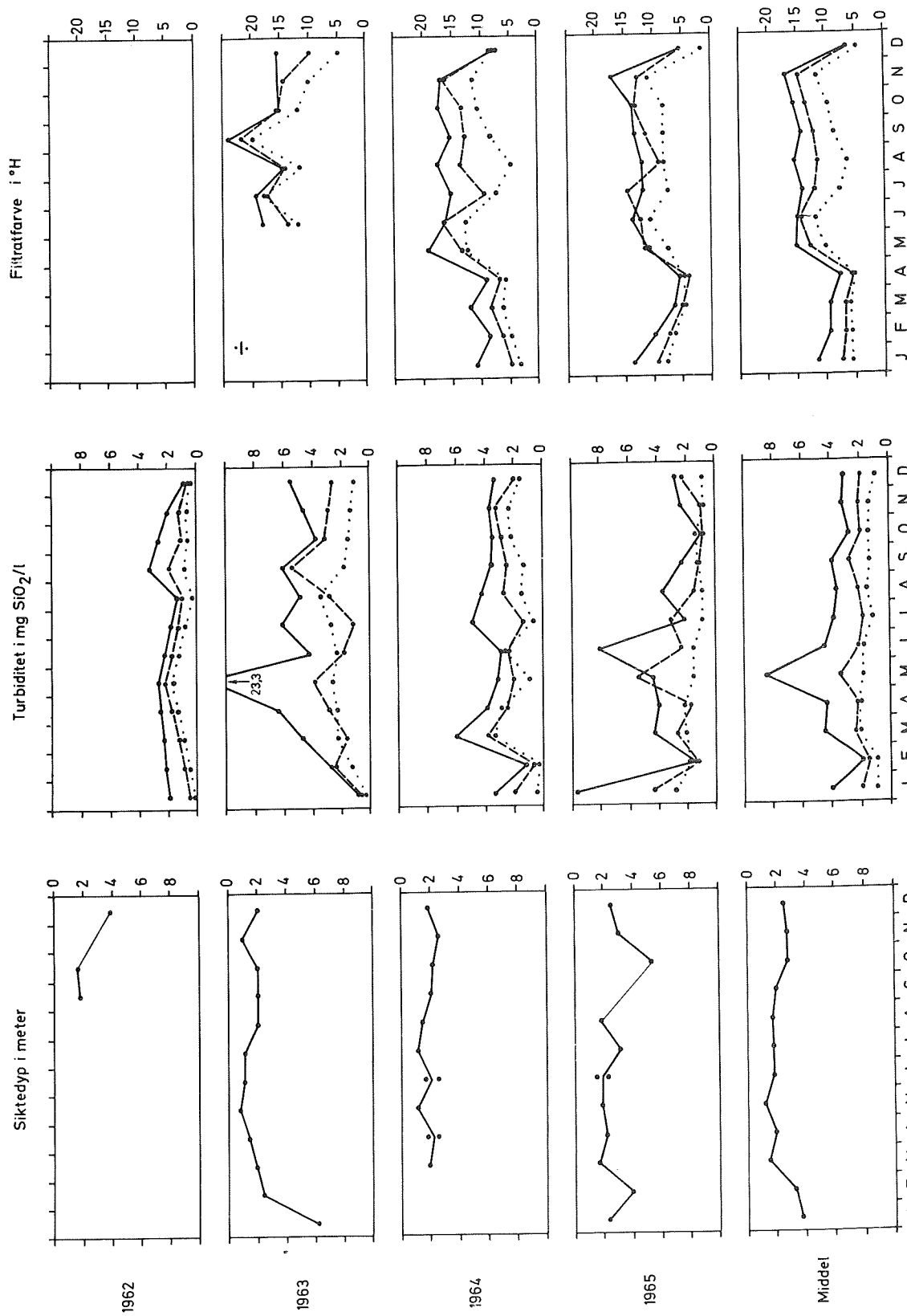


Fig.3b  
Månedsvariasjoner i siktedyp, turbiditet og filtratfarve ved stasjon CQ 1



— i et felt betyr at vedkommende år ikke er med i gjennomsnittet nedenfor  
 (Tynn linje) for siktedyp er trukket når det er mer enn én mnds. avstand mellom obs. punktene  
 — for turbiditet og filtratfarve angir verdier i 1 meters dyp  
 ———— ( ) ———— 8

Fig.3c  
Månedsvariasjoner i siktedyp, turbiditet og filtratfarve ved stasjon Ap99



— i et felt betyr at vedkommende år ikke er med i gjennomsnittet nedenfor

- - - (Tynn linje) for siktedyp er trukket når det er mer enn én mndts. avstand mellom obs. punktene

..... for turbiditet og filtratfarve angir verdier i 1 meters dyp

Månedsvariasjoner i siktedyp, turbiditet og filtratfarve ved stasjon Bn 1

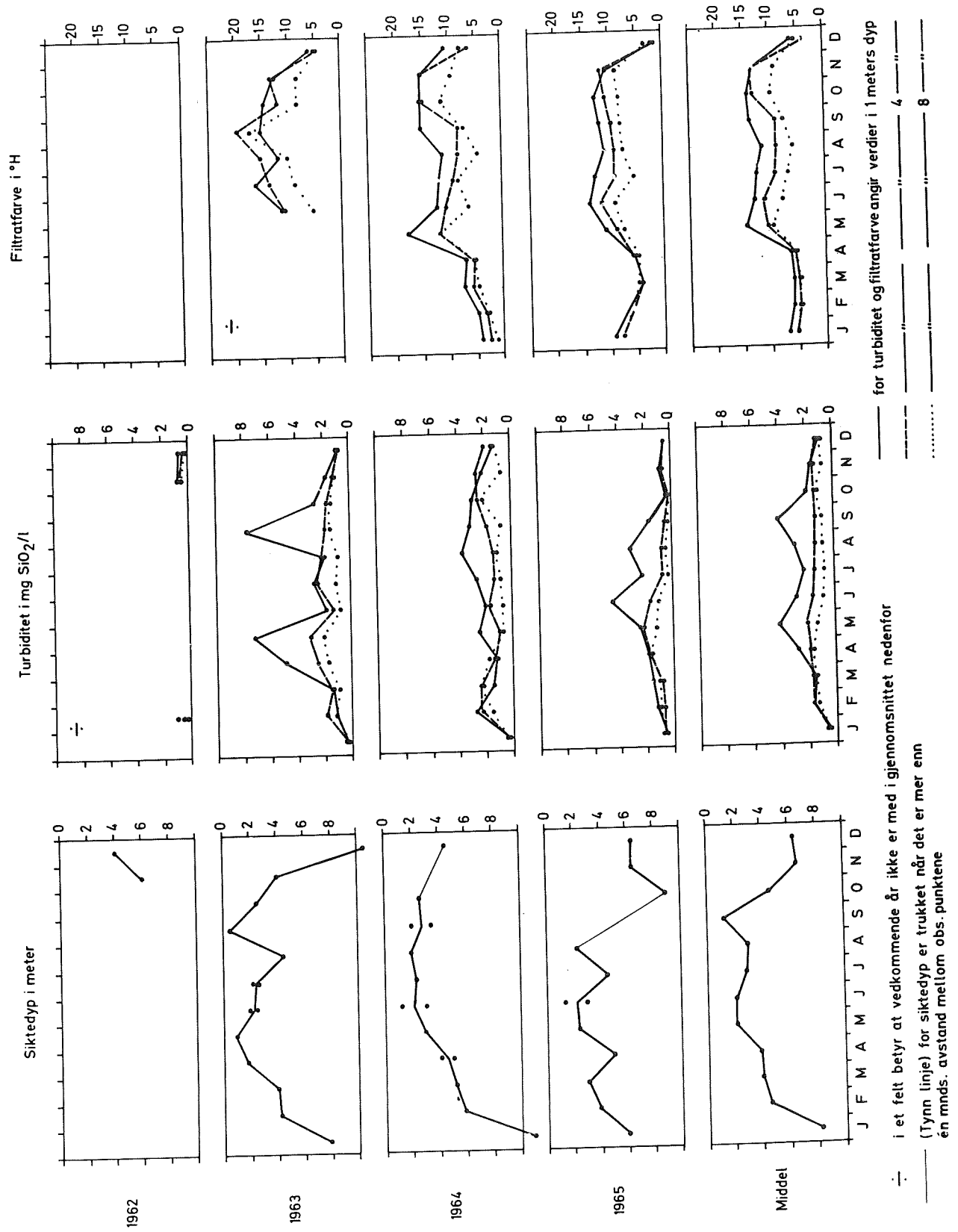


Fig. 3e

Månedsvariasjoner i siktedyp, turbiditet og filtratfarve ved stasjon B11

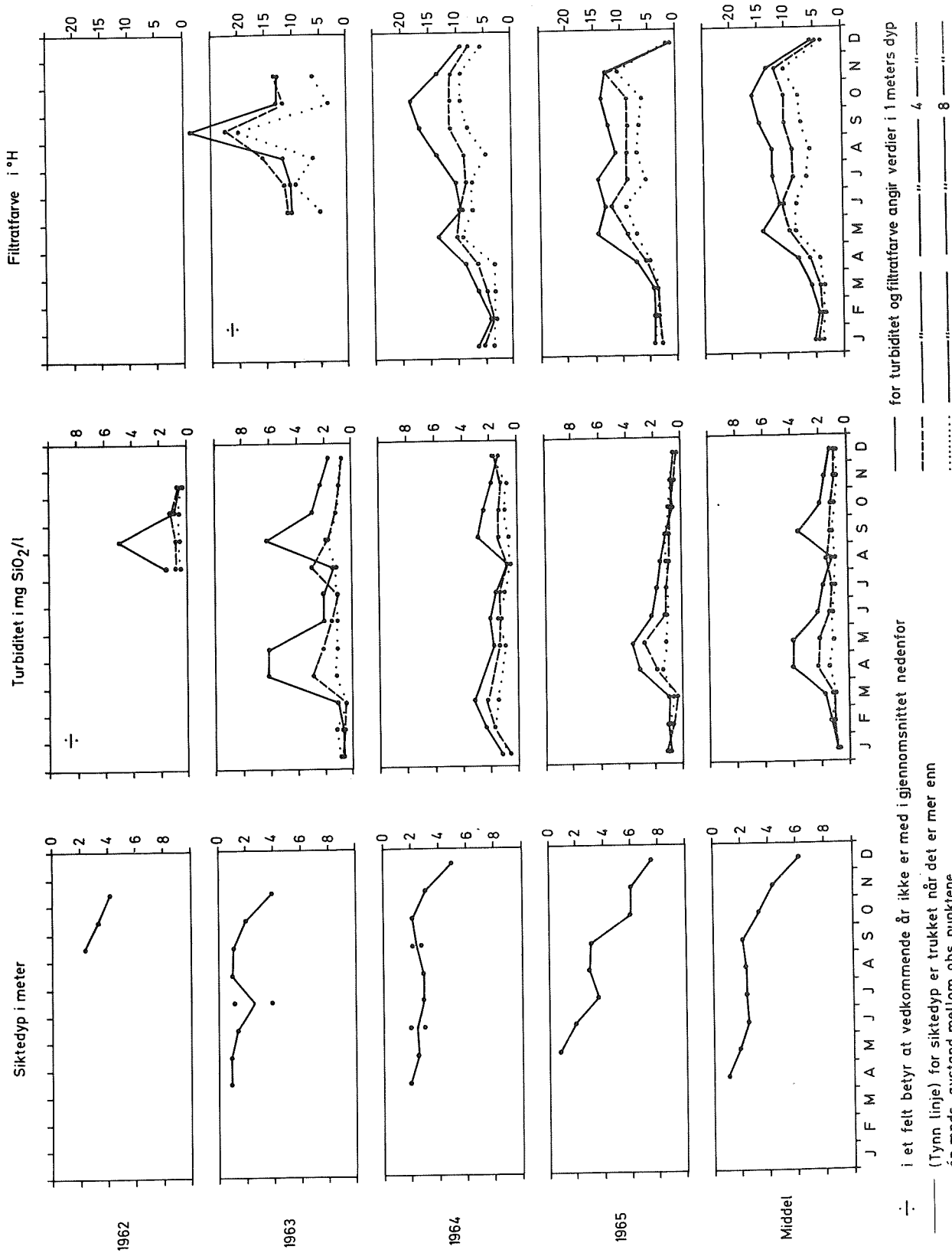


Fig. 3f Månedsvariasjoner i siktedyp, turbiditet og filtratfarve ved stasjon F11

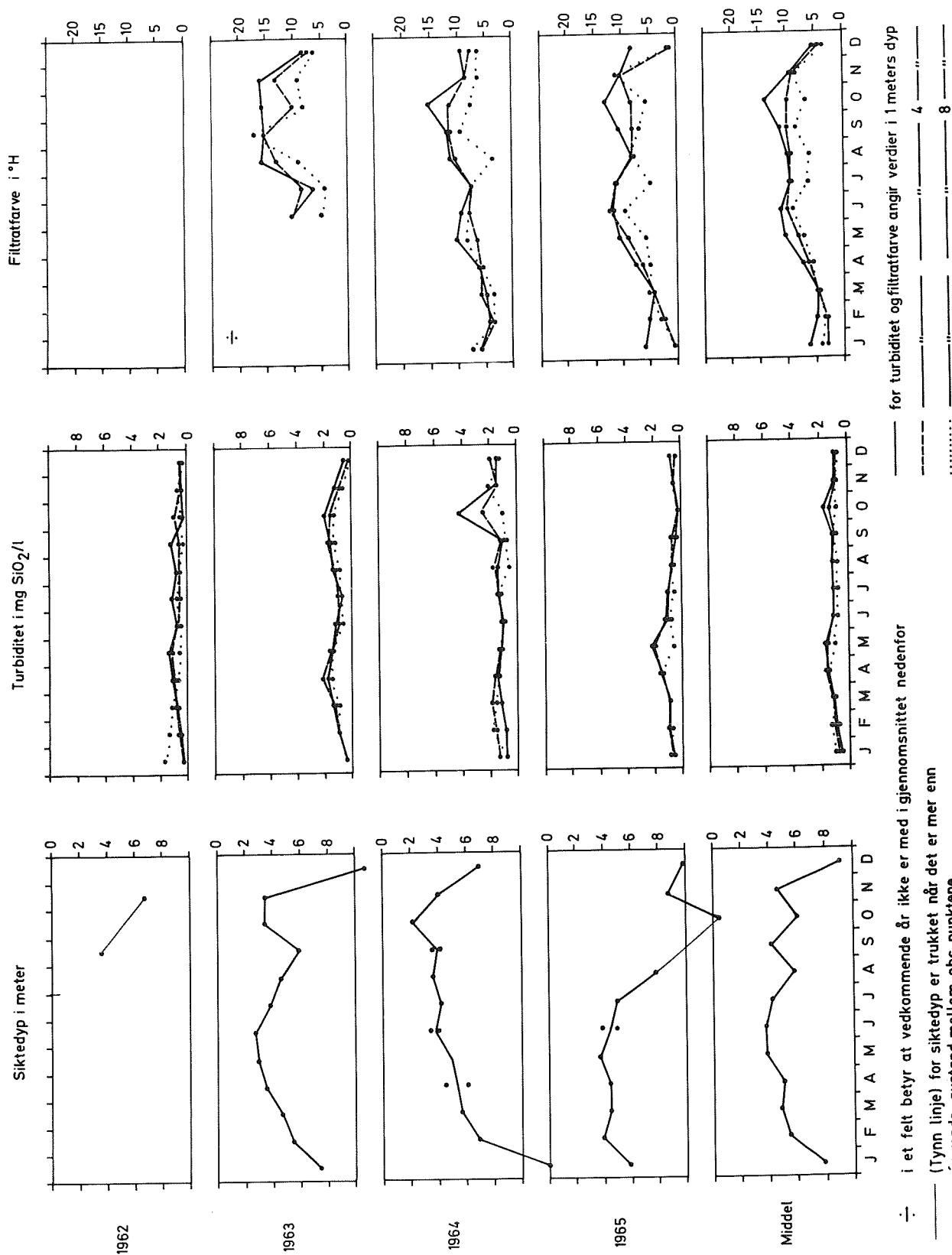
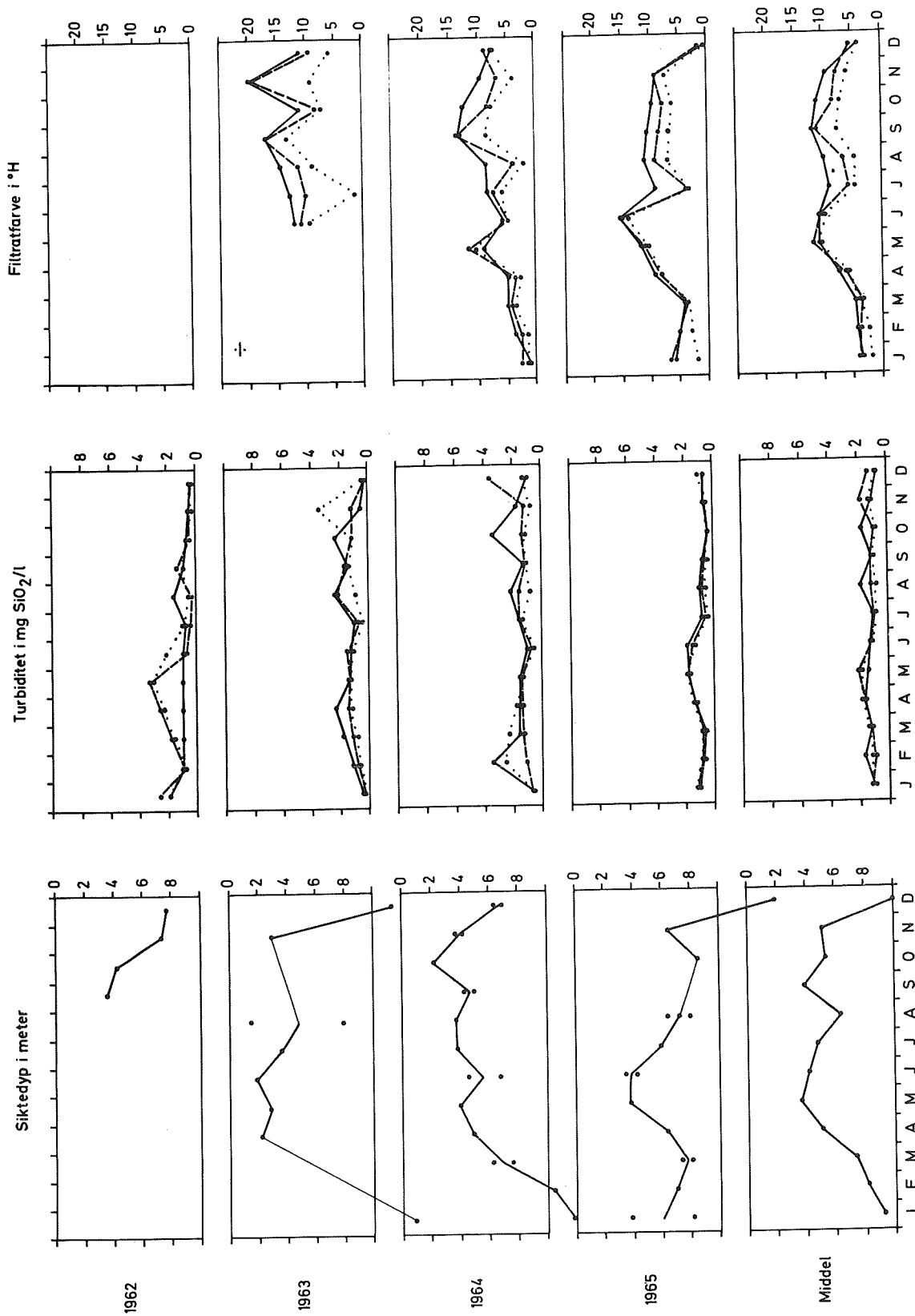




Fig.3g  
Månedsvariasjoner i siktedyp, turbiditet og filtratfarve ved stasjon Im99

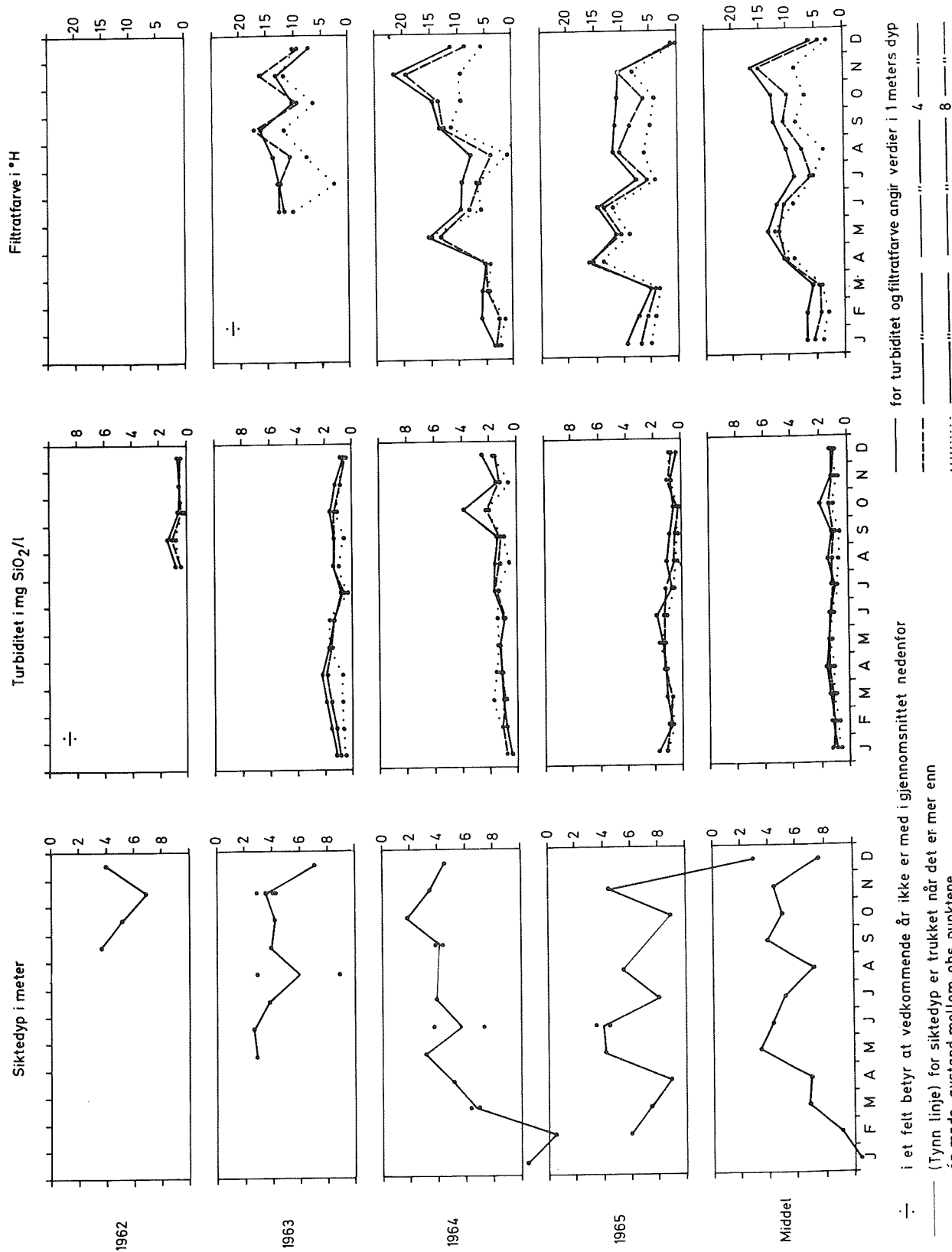


— for turbiditet og filtratfarve angir verdier i 1 meters dyp

— i et felt betyr at vedkommende år ikke er med i gjennomsnittet nedenfor

(Tynn linje) for siktedyp er trukket når det er mer enn én mnds. avstand mellom obs.punktene

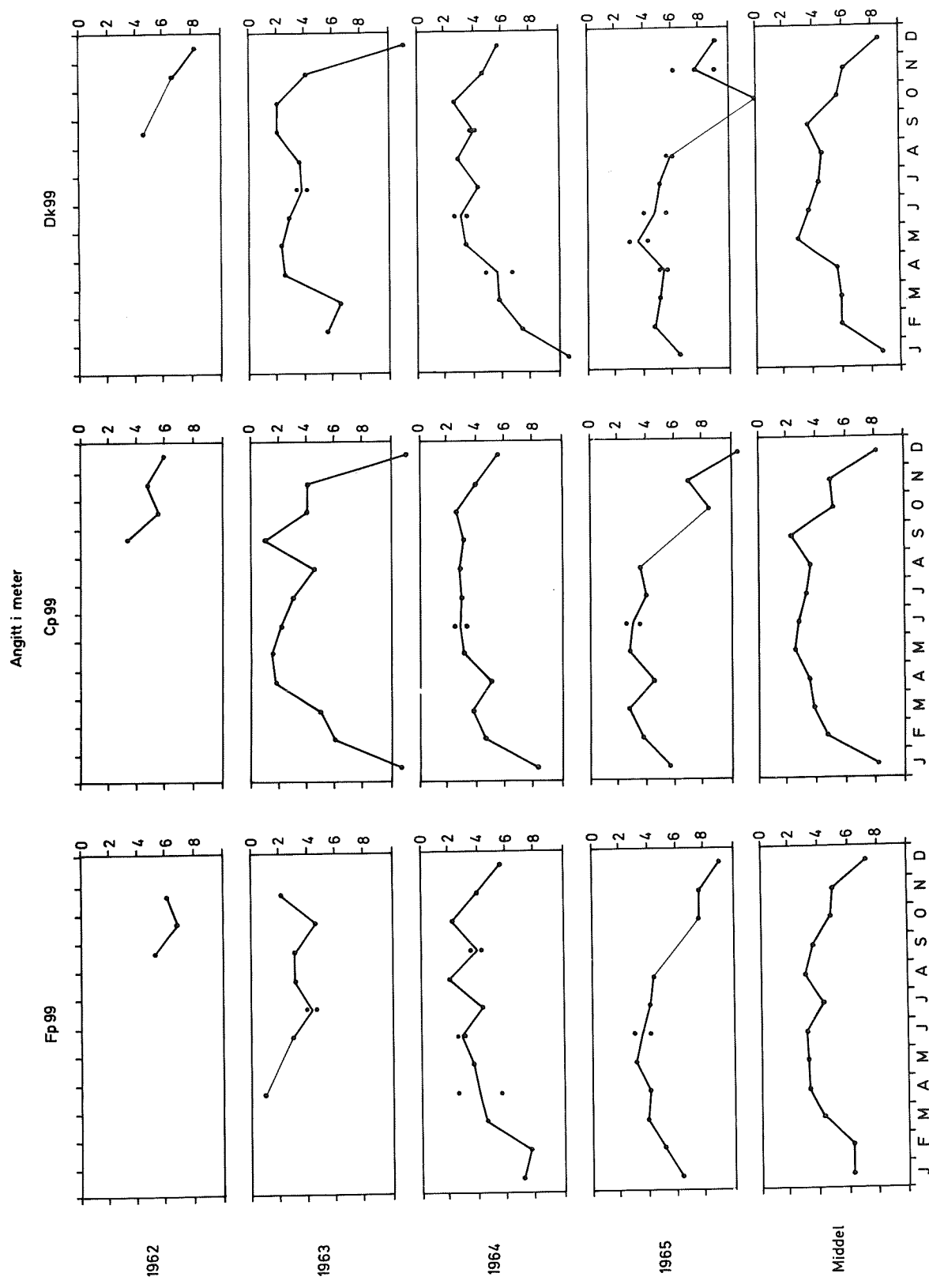
Fig. 3h  
Månedsvariasjoner i siktedyp, turbiditet og filtratfarve ved stasjon Lm 99

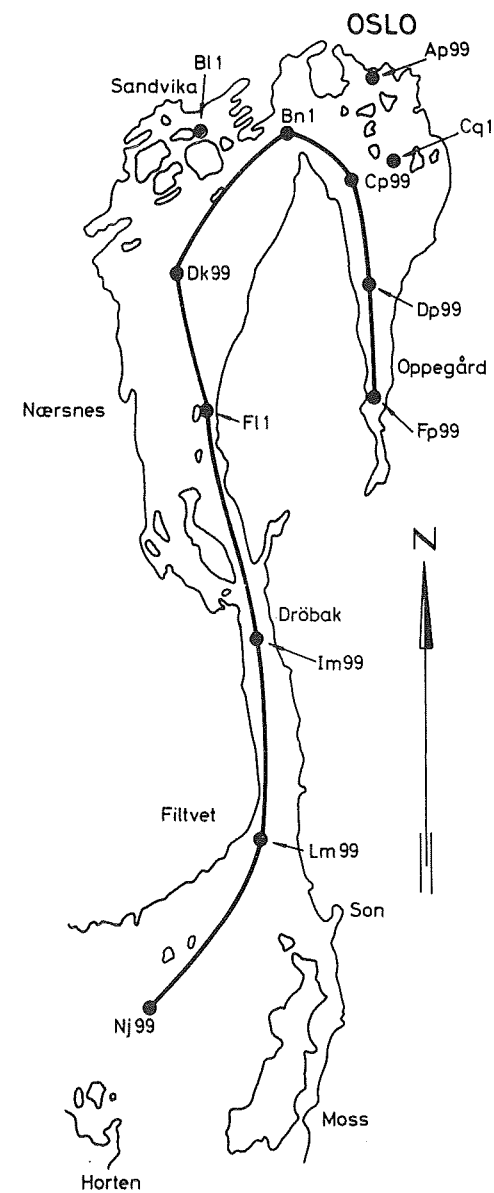
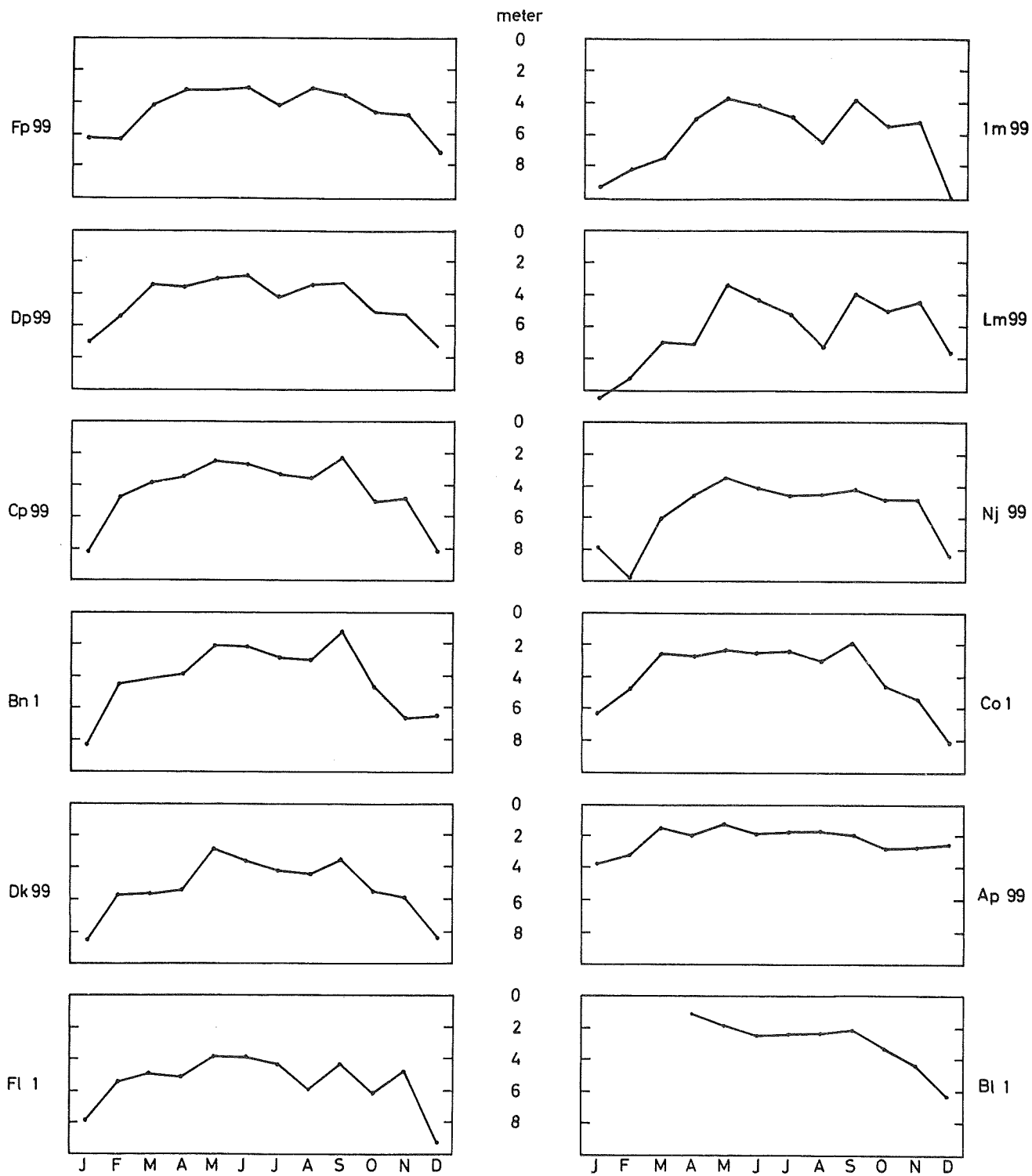


— for turbiditet og filtratfarve angir verdier i 1 meters dyp  
 — (Tynn linje) for siktedyp er trukket når det er mer enn  
 — en mnds. avstand mellom obs.-punktene



Fig. 3j Månedsvariasjoner i siktedyp på stasjonene Fp99, Cp99 og Dk99

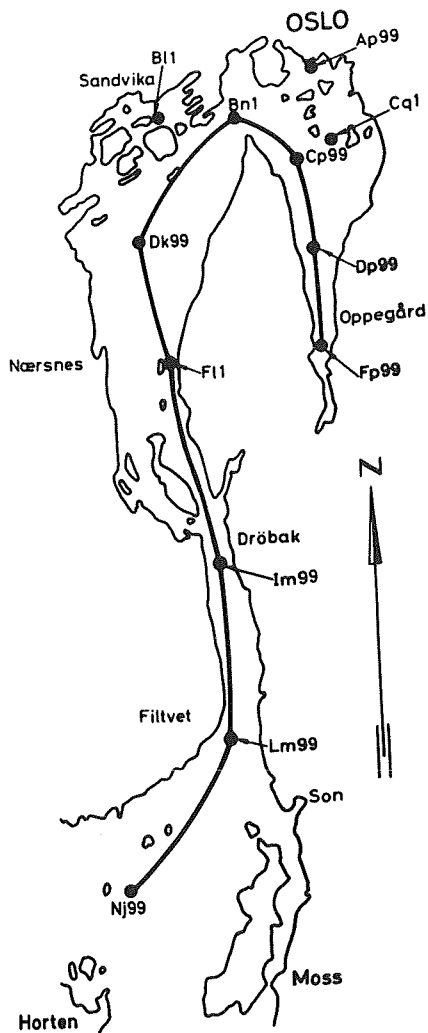
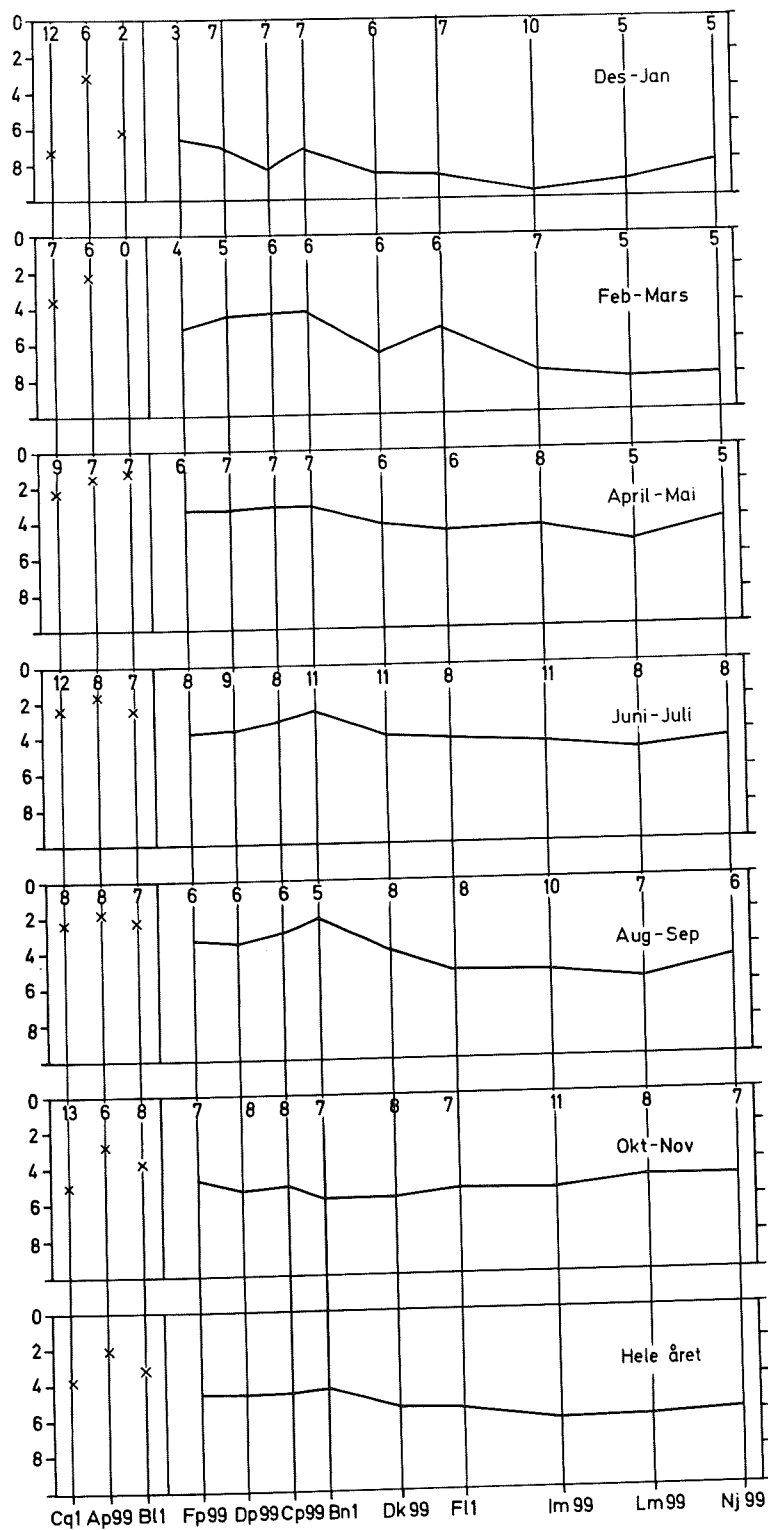




**Fig.4**  
Middelårets siktedyp-  
utvikling på de enkelte  
stasjoner

Basert på årene 1963-1965  
(Utdrag av fig.3a-j)

Fig. 5 Siktedypfordelingen gjennom middelåret  
 Basert på årene 1963-1965



Den trukne kurve representerer fjordens sentrale lengdesnitt. x representerer lokale bassenger  
 Tallene øverst i hver blokk angir det antall observasjoner som middelverdiene bygger på  
 Verdiskalaen er gitt i meter

Fig.6a Siktedypene den 18.juni 1965

(Angitt i meter)

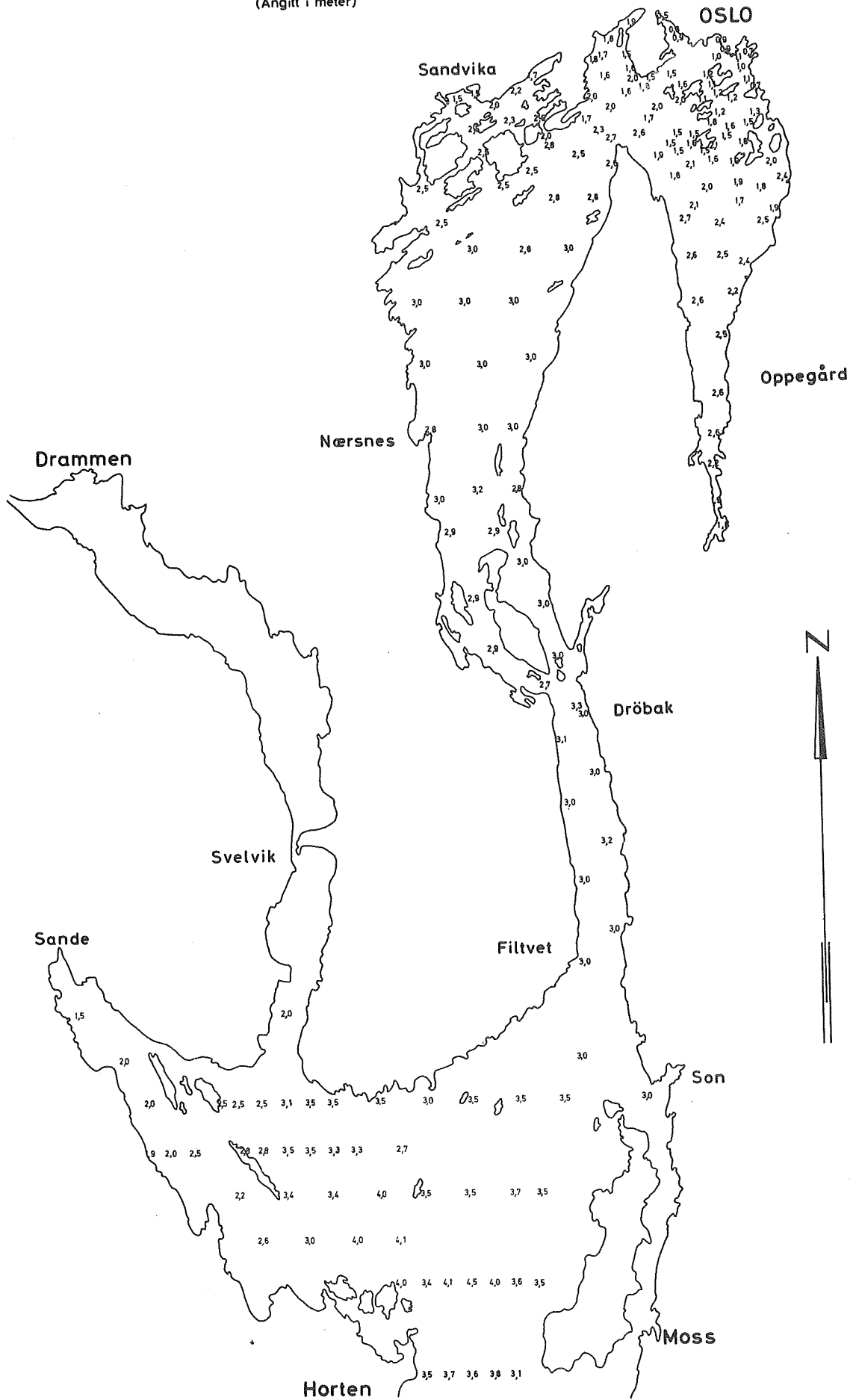


Fig.6b Siktedybene den 15. juli 1965  
(Angitt i meter)

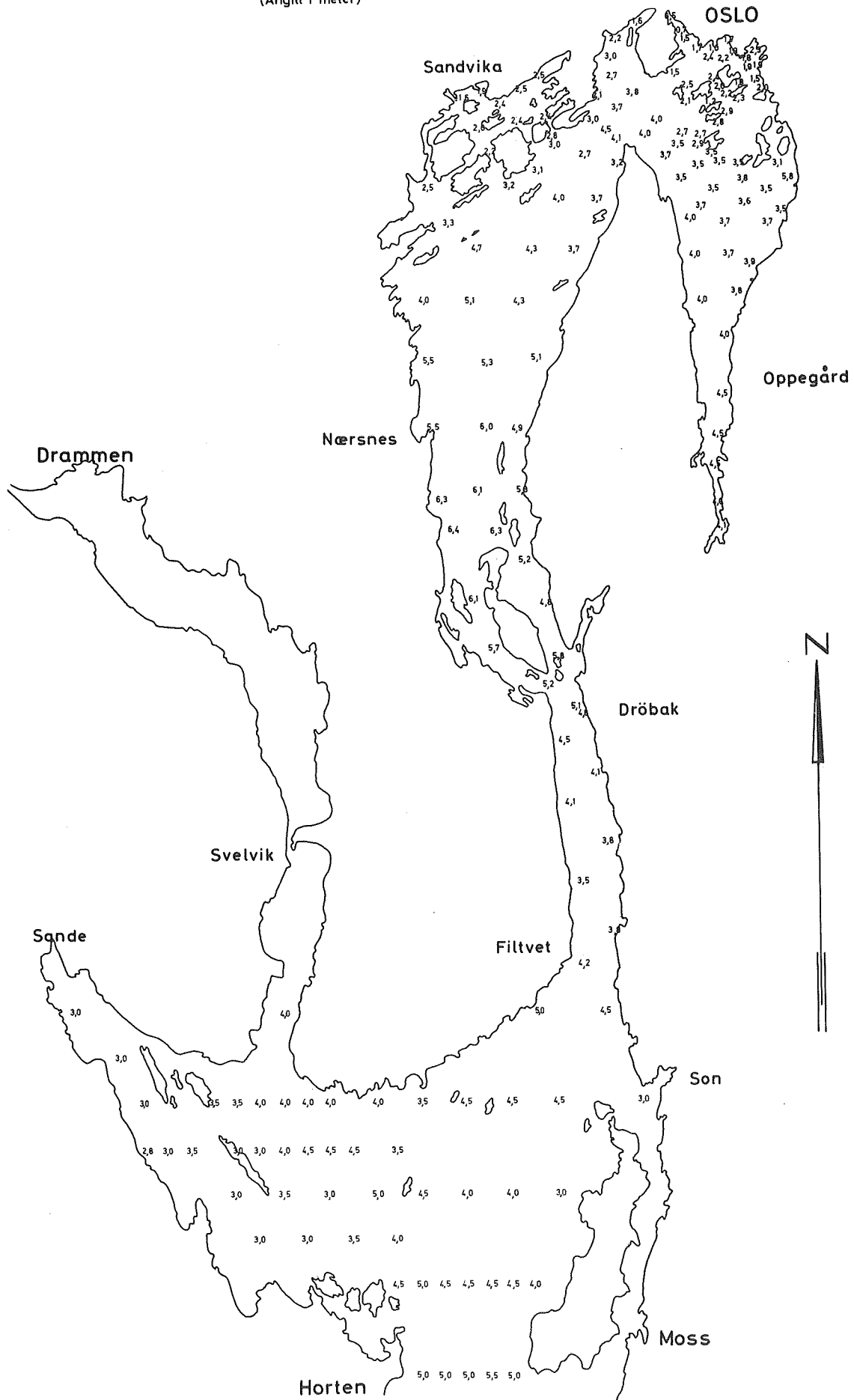
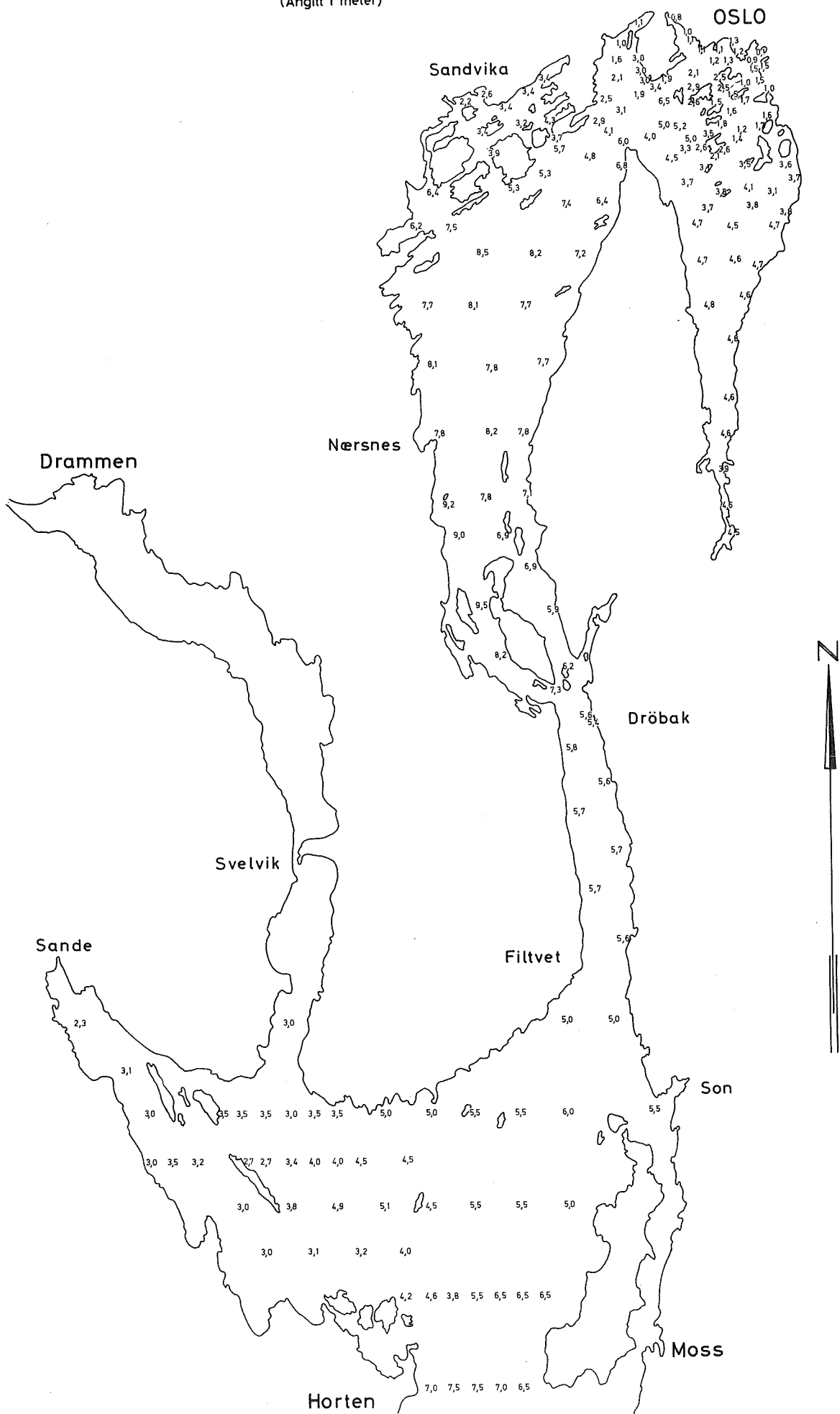




Fig.6c Siktedypene den 17. august 1965  
(Angitt i meter)



**Fig.7** Midlere siktedypfordeling om sommeren  
(Angitt i meter)

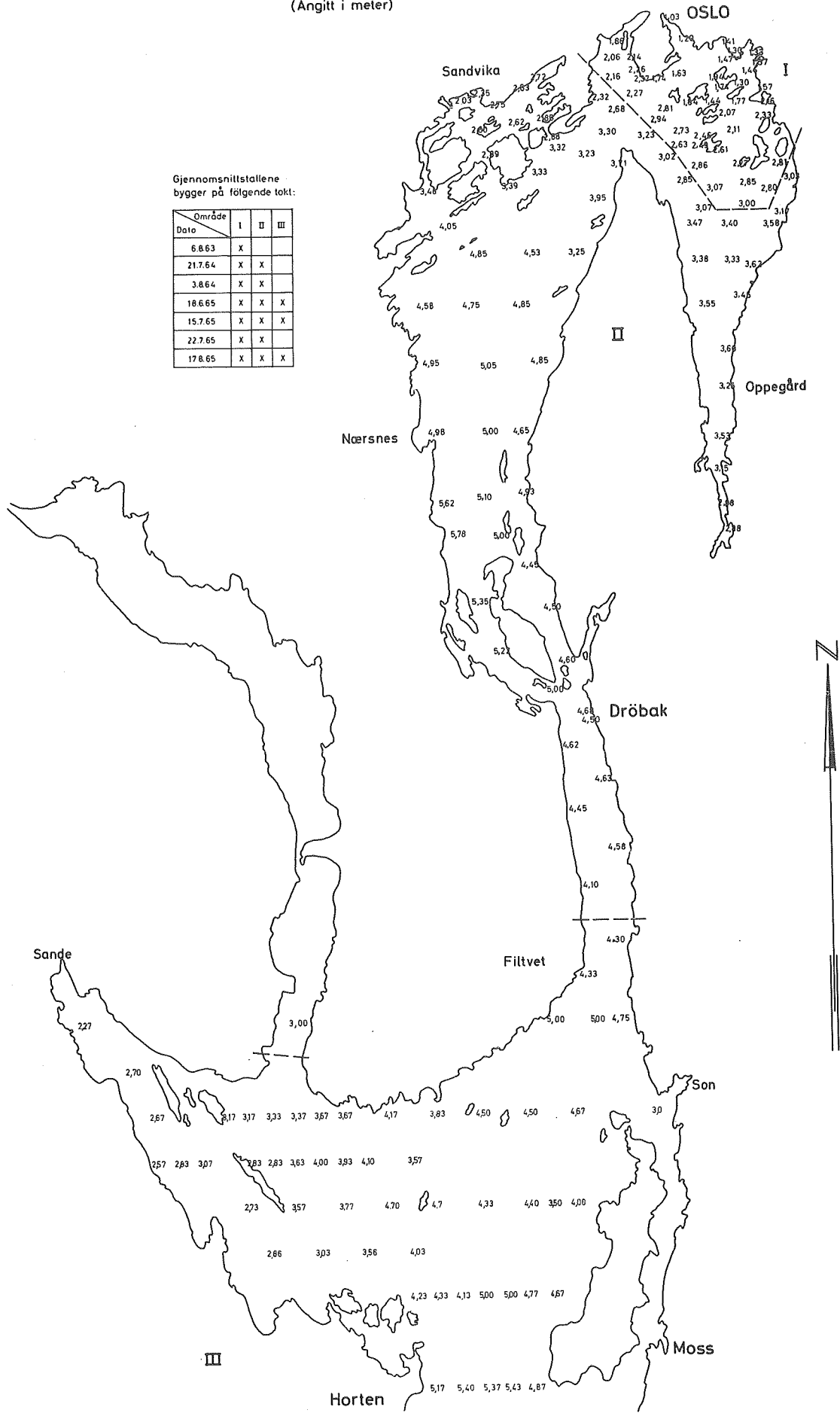


Fig.8 SONEDELING

- 1 Indre havneområde
- 2 Ytre havneområde
- 3 Lysakerfjord +  
nordre Bunnefjord
- 4 Sentrale Bunnefjord
- 5 Søndre Bunnefjord
- 6 Bærumsbassenget
- 7 Nordre og midtre  
Vestfjord
- 8 Søndre Vestfjord
- 9 Drøbaksund
- 10 Sentrale og østre  
Breiangeren
- 11 Sandebukten og  
vestre Breiangeren

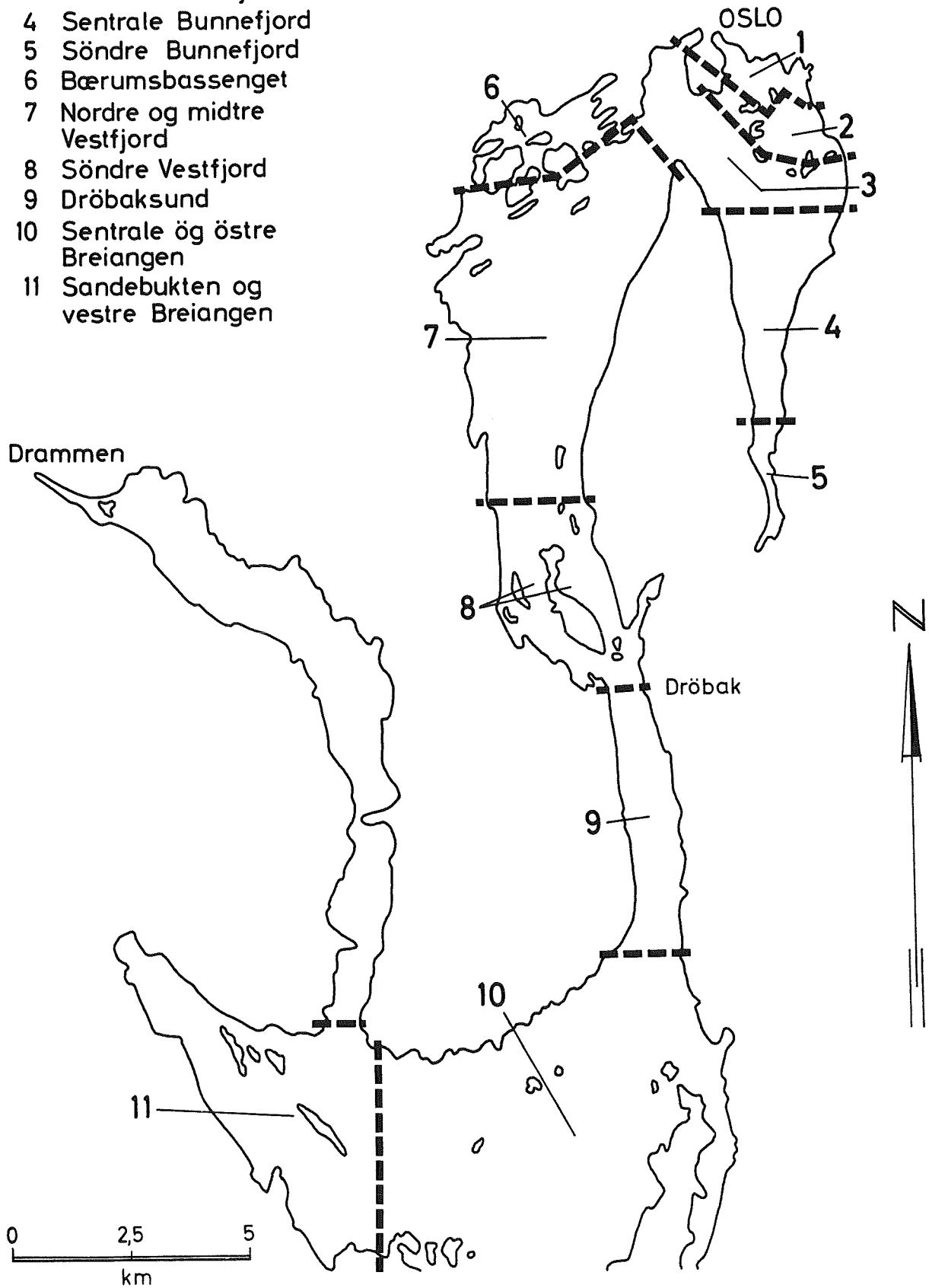
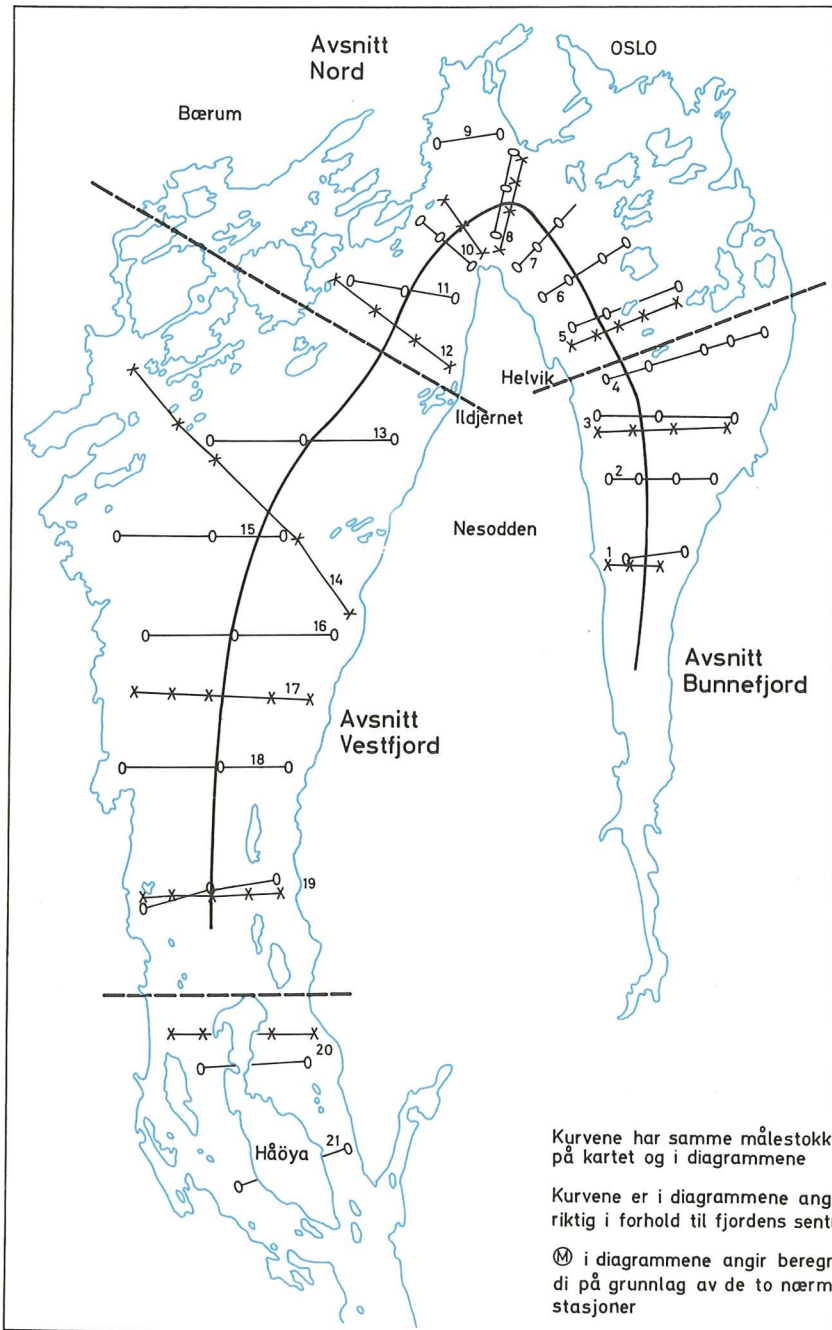


Fig.9 Tverrsnittenes siktedypfordeling



Kurvene har samme målestokk på kartet og i diagrammene  
 Kurvene er i diagrammene angitt riktig i forhold til fjordens sentralinje  
 (M) i diagrammene angir beregnet verdi på grunnlag av de to nærmeste stasjoner

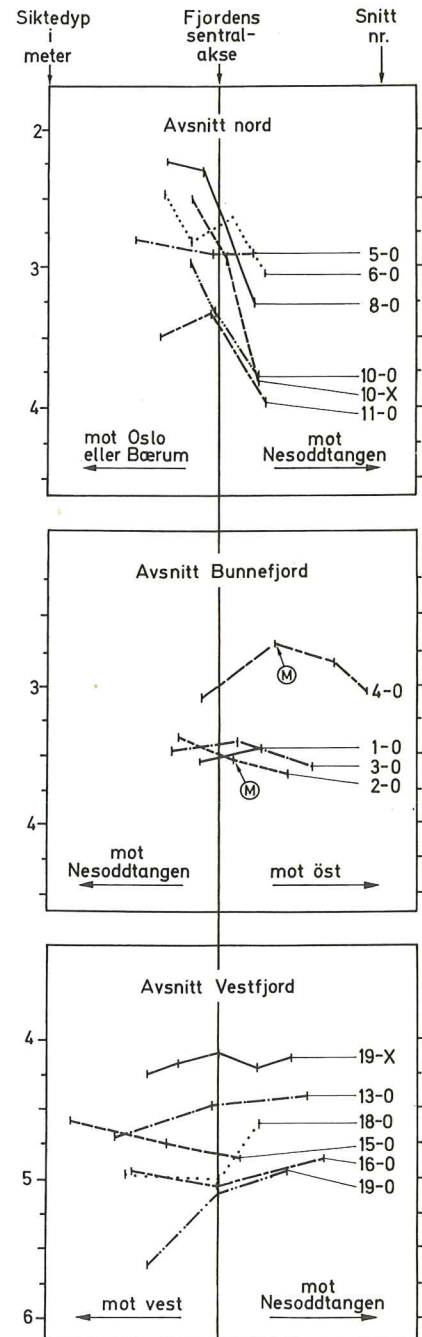
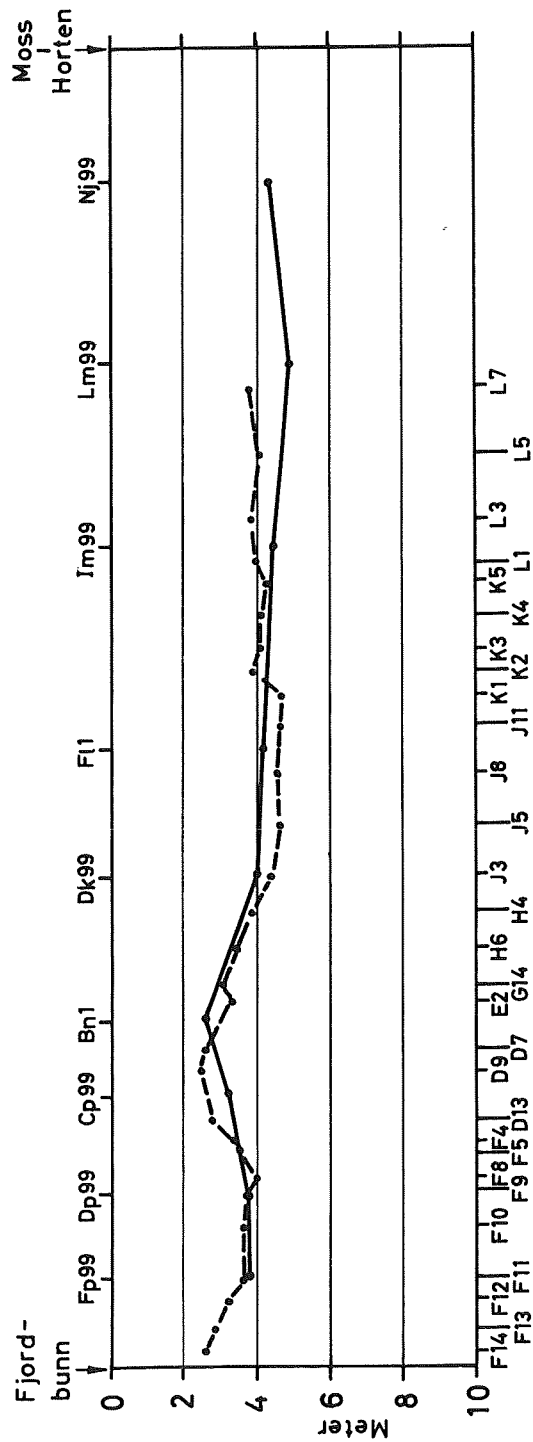
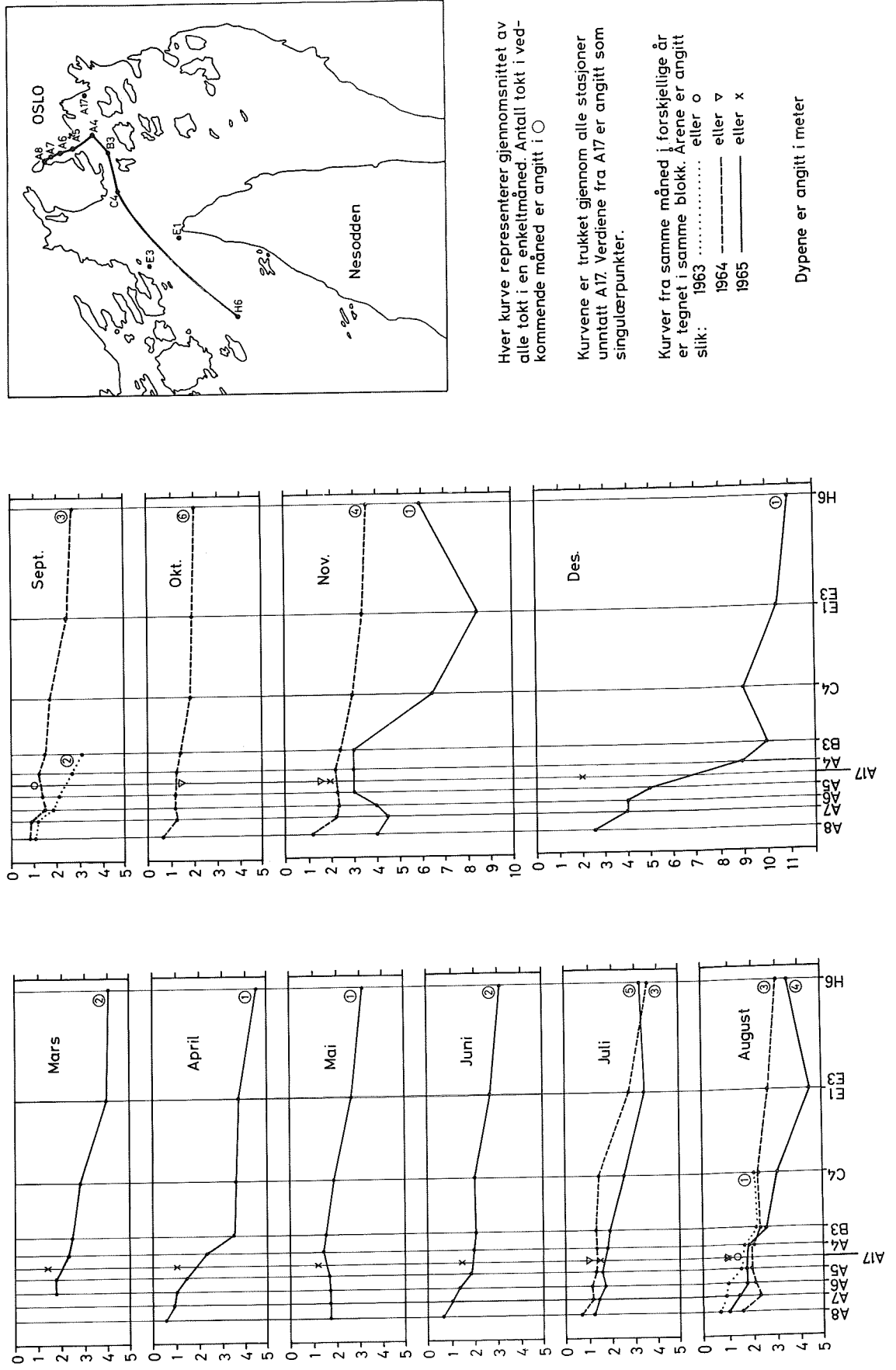


Fig.10 Siktedypets lengdesnitt-gradient - to måleserier  
 Middeltall for juni-juli



\_\_\_\_\_ Måleserie I (1962 - 1964)      Övre stasjonsskala  
 - - - - - Måleserie III (1964 - 1965)      Nedre stasjonsskala

Fig.11 Siktedypvariasjoner langs snittet Frognerkilen /Akershus - Ildjærnflu



1964|1965

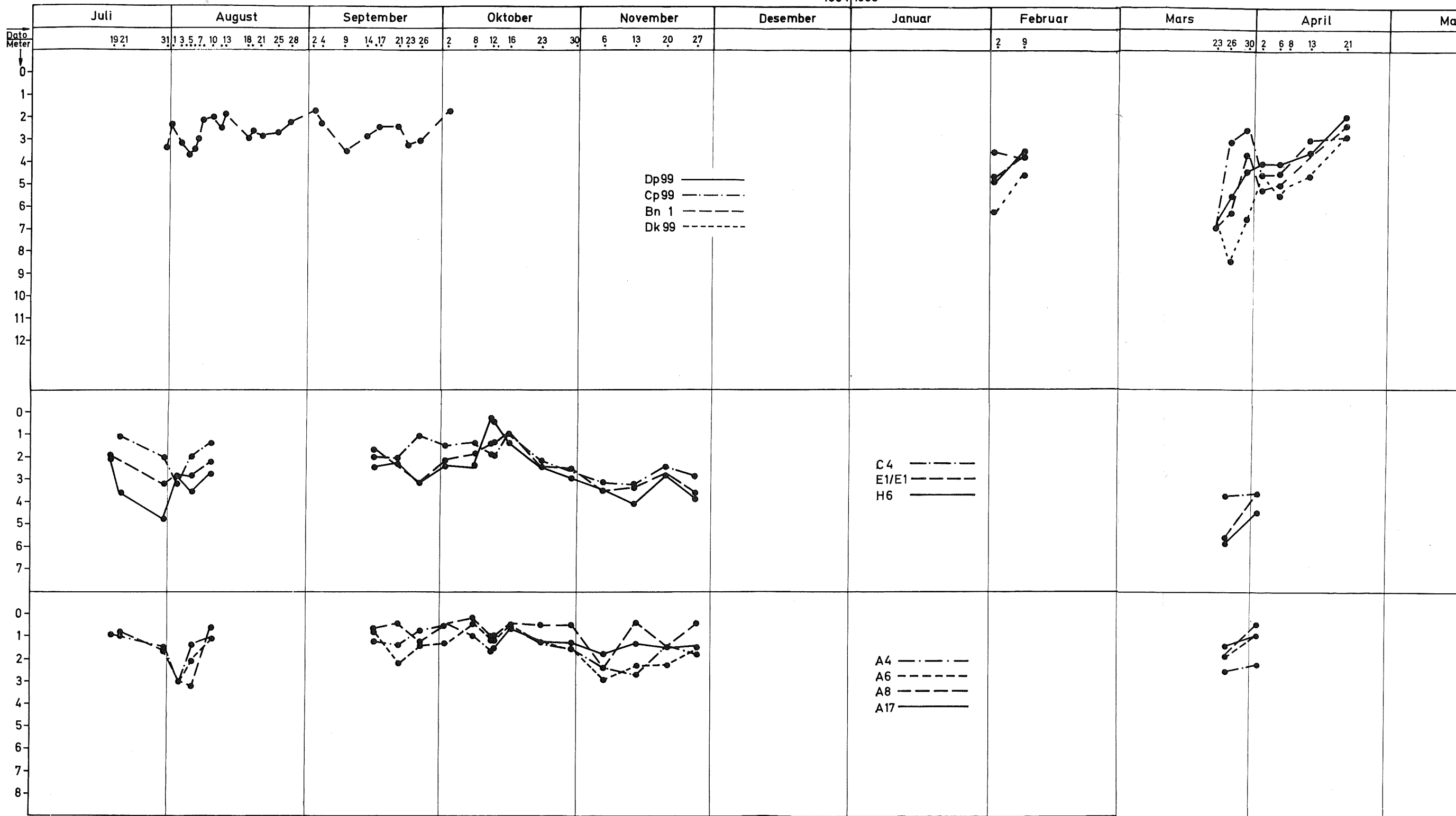


Fig.12 Siktedypenes korttidsvariasjoner

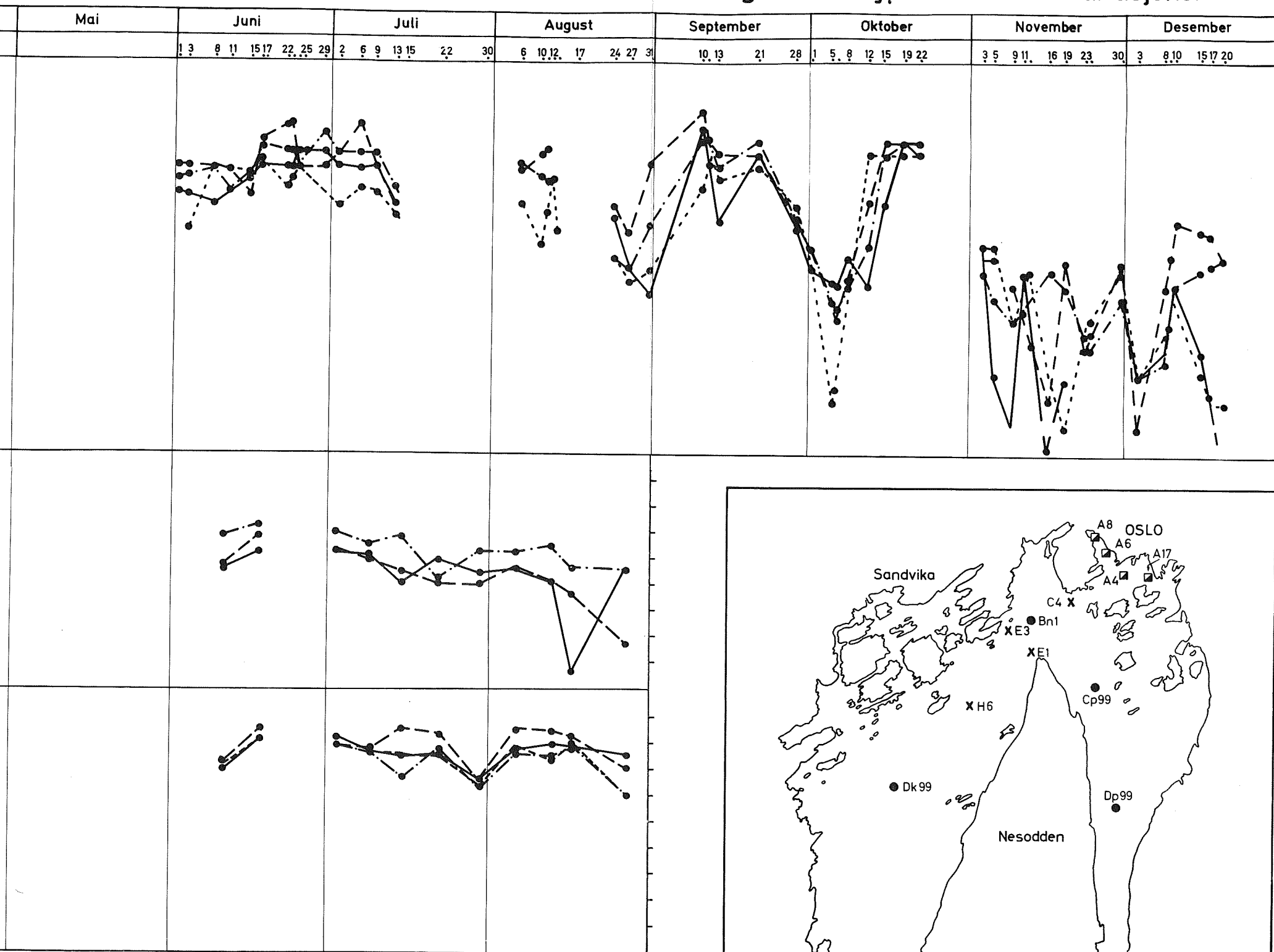
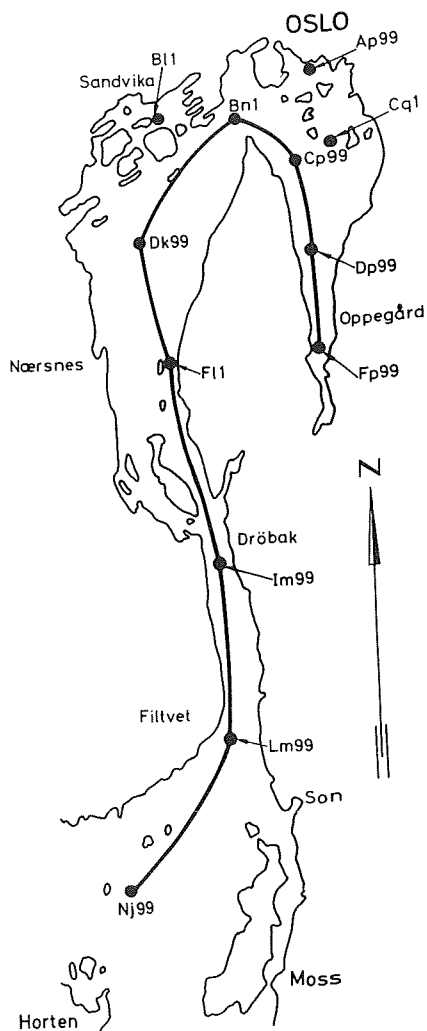
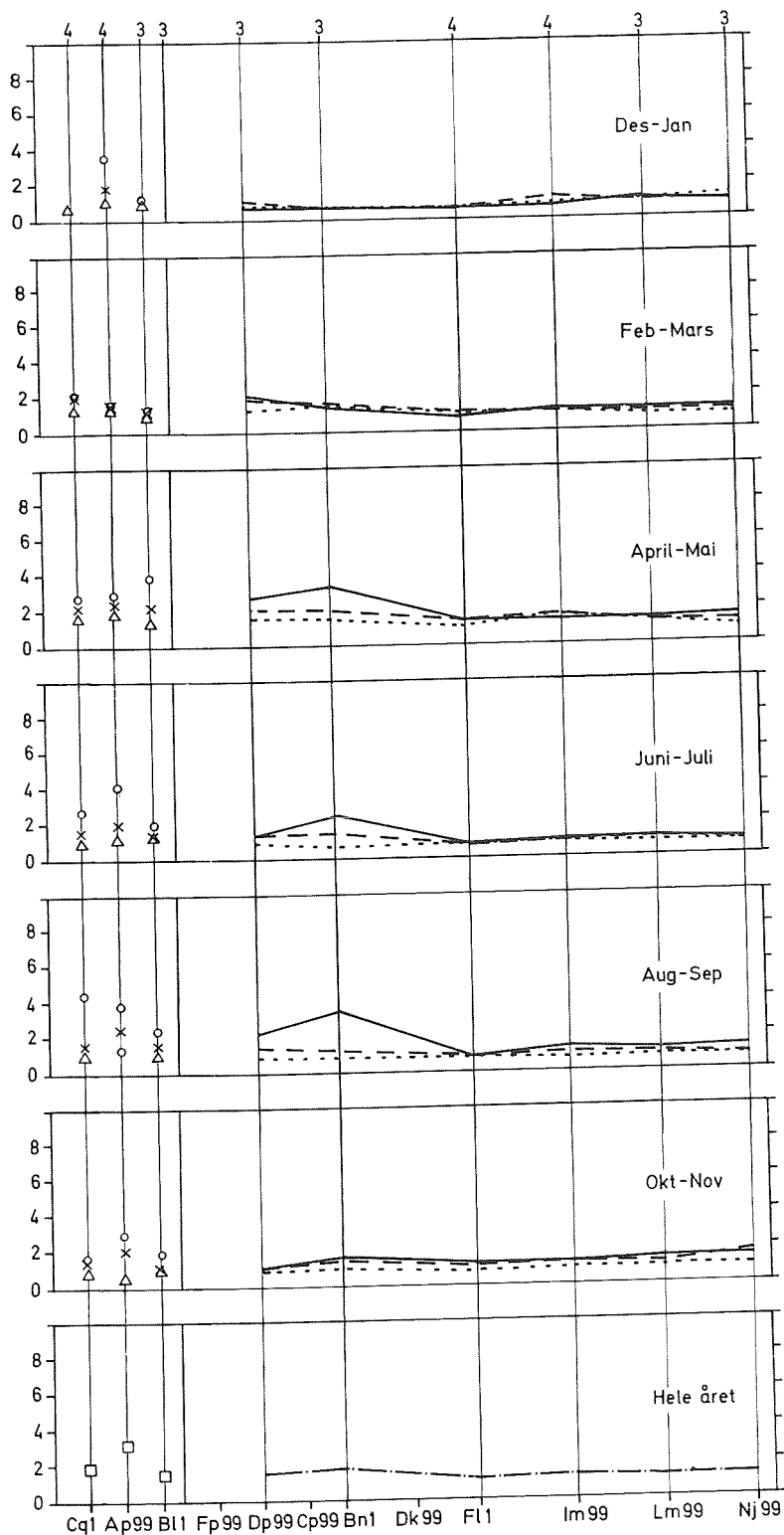




Fig.13 Turbiditetfordelingen gjennom middelåret  
Basert på årene 1962 -1965



De trukne kurver representerer fjordens sentrale lengdesnitt. o x og Δ representerer lokale bassenger

Tallene øverst på figuren angir det antall observasjoner som middelverdiene bygger på

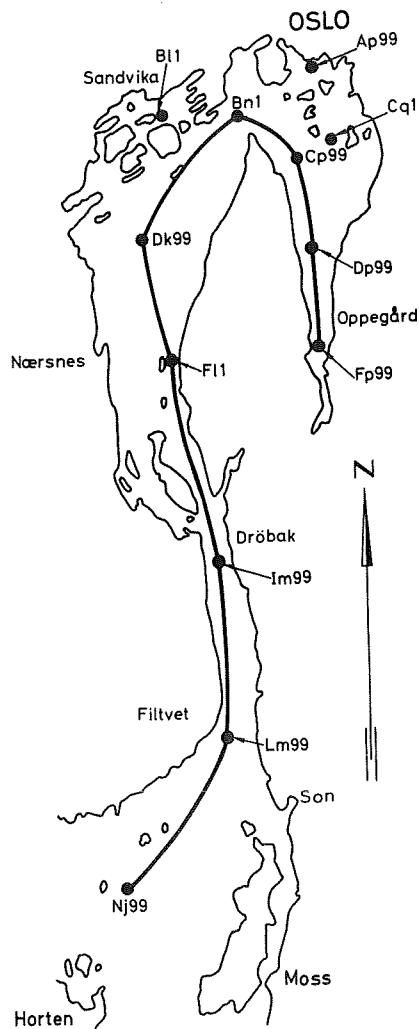
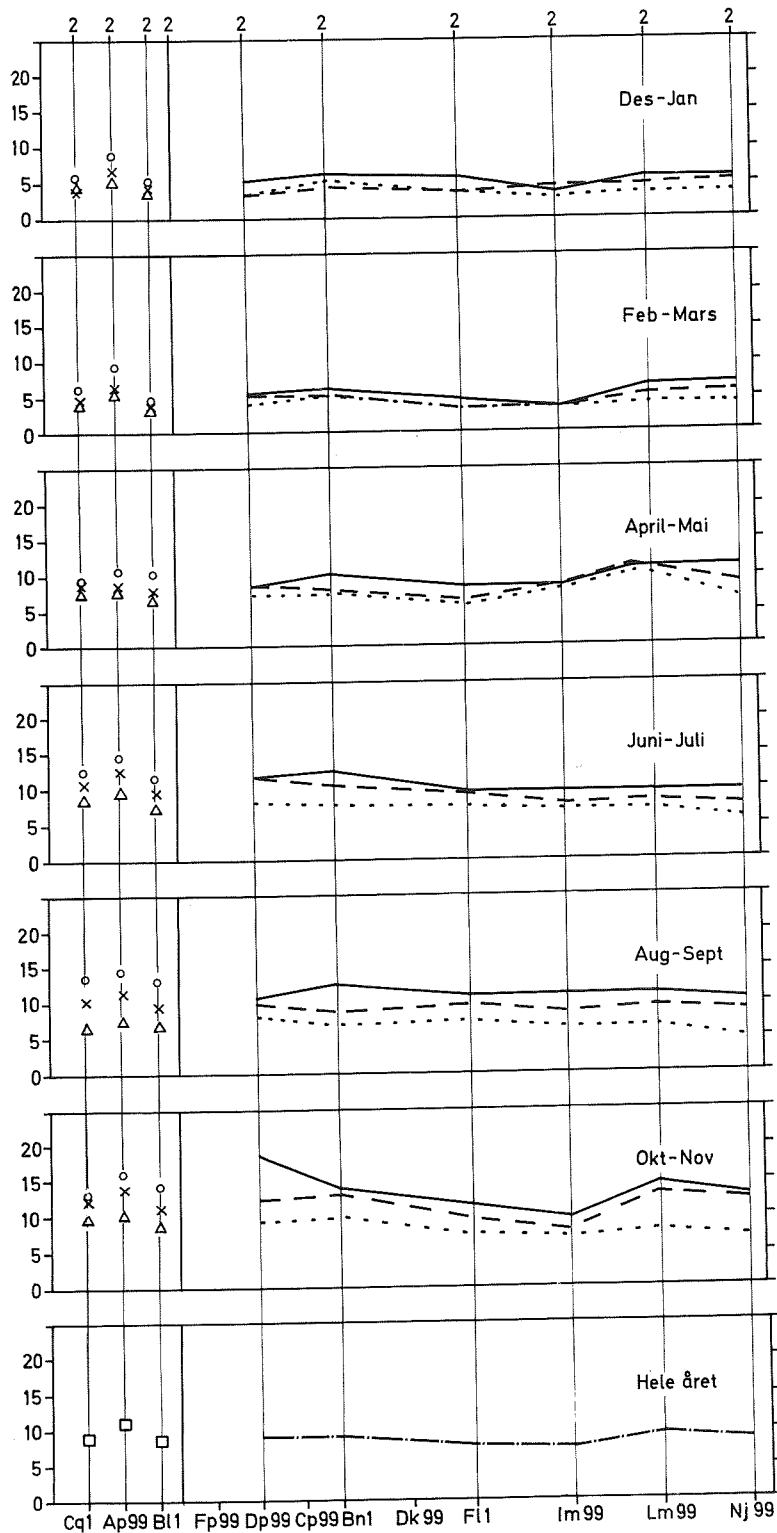
Verdiskalaen er gitt i meter

Følgende observasjonsdyp er angitt :

1 meter ———— o  
4 meter ———— x  
8 meter ———— Δ  
Gjennomsnitt 1 og 4 meter ———— □

Fig.14 Filtratfarvefordelingen gjennom middelåret

Basert på årene 1964-1965



De trukne kurver representerer fjordens sentrale lengdesnitt. o x og Δ representerer lokale bassenger

Tallene överst på figuren angir det antall observasjoner som middelverdiene bygger på

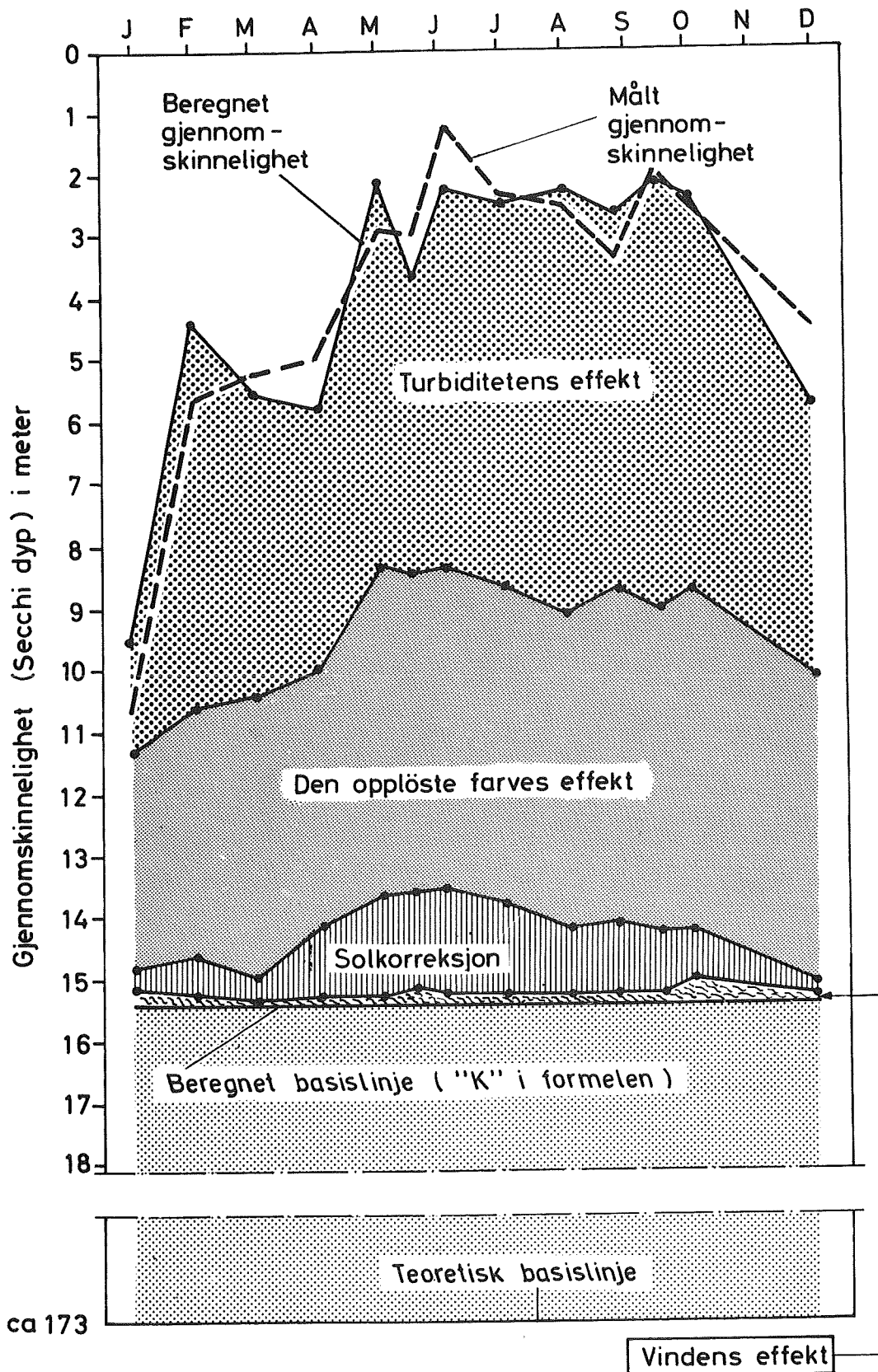
Verdiskalaen er gitt i meter

Fölgende observasjonsdyp er angitt :

- 1 meter ———— o
- 4 meter ———— x
- 8 meter ..... Δ
- Gjennomsnitt 1 og 4 meter ———— □

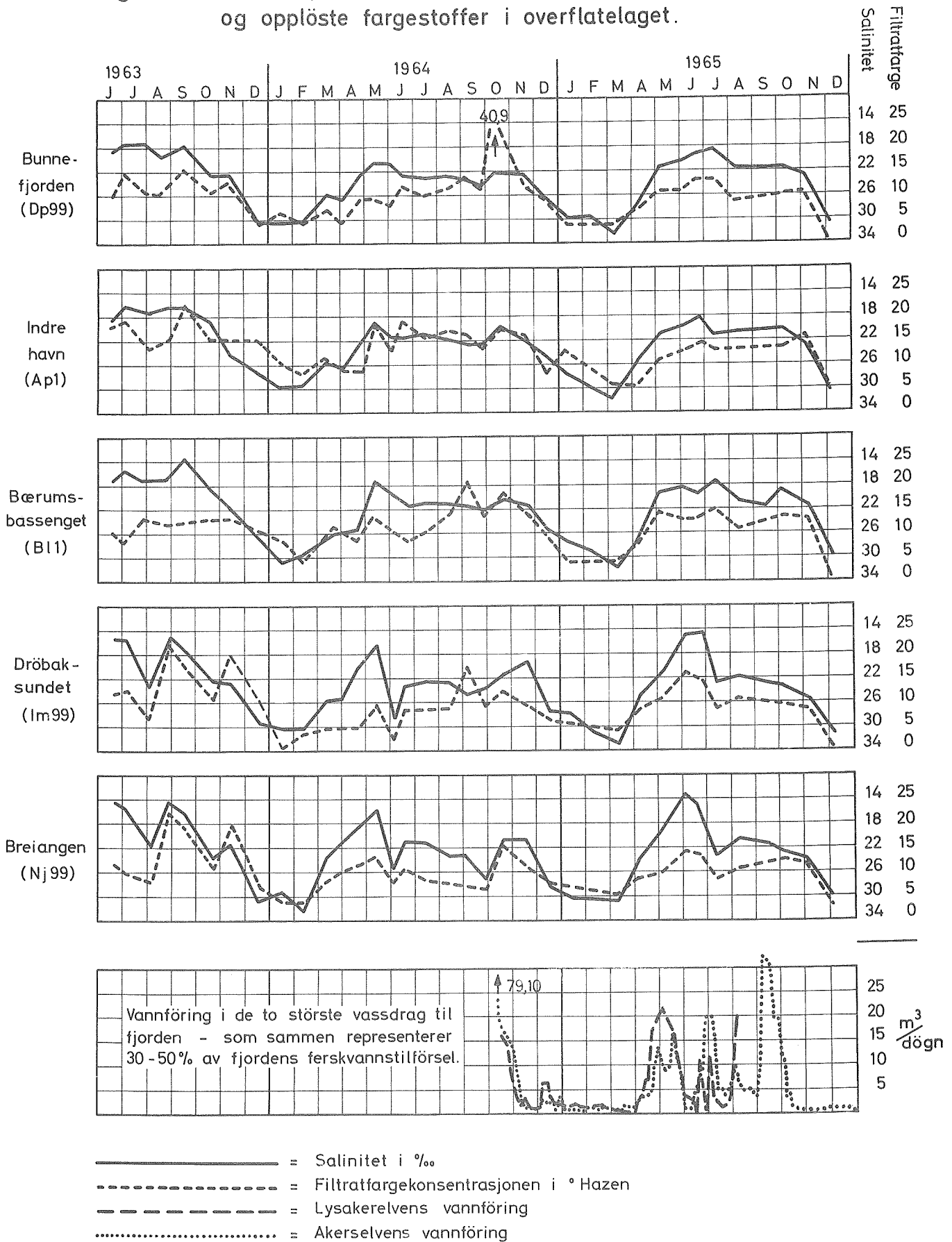
Gjennomsnitt 1 og 4 meter

Fig.15 Siktedypreduksjonens årsaker  
 Basert på stasjon Bn1 år 1964



ca 173

Fig. 16 Korrelasjonen mellom ferskvannsinnblanding og oppløste fargestoffer i overflatelaget.



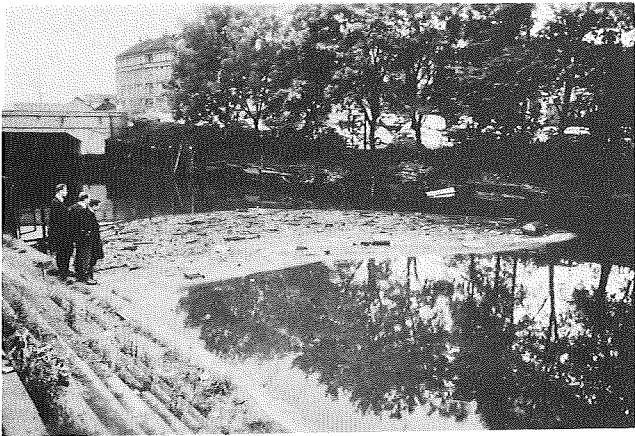


Fig. 17



Fig. 18



Fig. 19



Fig. 20

Fig. 17: Fanglense i Akerselven

Fig. 18: Blomstestøv (pollen)  
fra barskog.  
Ingierstrand mai 1964

Fig. 19: Løsrevet, frisk tang

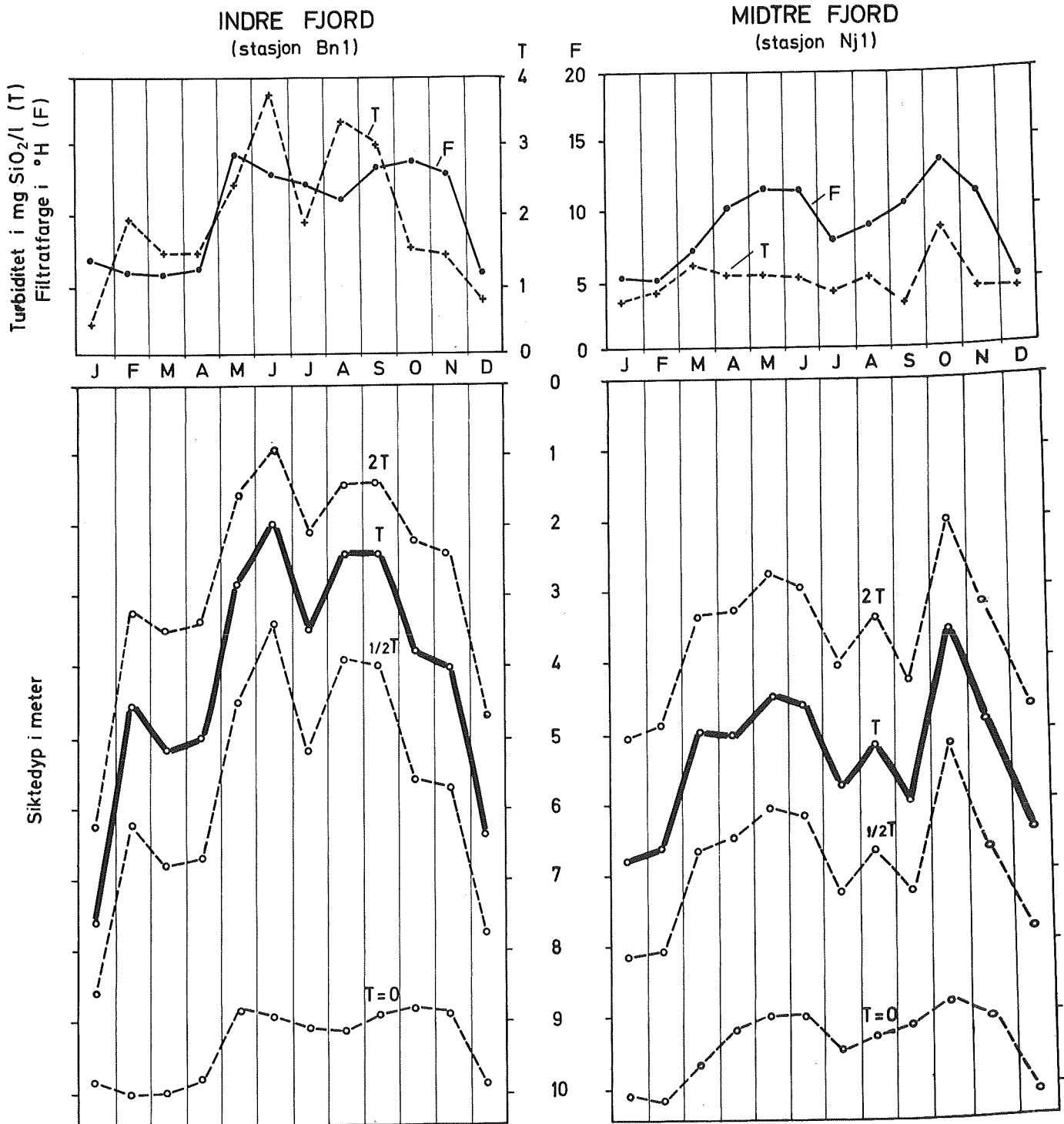
Fig. 20: Drivende tangklase

Fig. 21 DOMMERSKJEMA

Norsk institutt for vannforskning Blindern		BONITETS- BEFARING	Om- råde	OSLOFJORDEN	Prosj. nr.	0-201 E-131 a	St.nr. Navn	Dato Kl.	Dom- mer nr.
OBJEKT	TALL- KARAKTER	MERKNADER							
Land									
Strandsone									
Vannoverflate									
Selve vannmassen									
Bunn									
KARAKTERSYSTEMET (også mellomverdiene 1 - 3 - 5 - 7 - 9 kan benyttes)	0 2 4 6 8 10	IKKE TILFREDSSTILLELLENDE SÅVIDT TILFREDSSTILLELLENDE NOGENLUNDE TILFREDSSTILLELLENDE TILFREDSSTILLELLENDE MEGET TILFREDSSTILLELLENDE SÆRDELES TILFREDSSTILLELLENDE							
		Skriv ikke her							

Fig. 22 Siktedyp-enderinger som følge av turbiditetsendrende tiltak

Beregnet på basis av målte turbiditets- og filtratfarveverdier



Övre kurver : Målte turbiditets- og filtratfarveverdier (middel 1964 - 65)

Nedre kurver : Beregnede midlere siktedypverdier når vindstyrke = 0, solhöhe = 30°  
 Farver = viste verdier (F), turbiditeter = h.h.v. de viste verdier (T),  
 de halve og de de dobbelte av disse

TABELLFORTEGNELSE

		etter side
1	Oversikt over måleserier	21
2	Siktedypets posisjonsavhengighet som funksjon av årstid.	24
3	Den sonevise siktedypfordeling i fjorden	28
4	Oversikt over utførte tverrsnitt	30
5	Turbiditetens posisjonsavhengighet som funksjon av årstid	37
6	Filtratfargens posisjonsavhengighet som funksjon av årstid	38
7	Utgår	
8	-"-	
9	-"-	
10 a	Observasjoner av "ting" i overflaten	55
b	-"- "rusk" -"-	
c	-"- "drivtang" -"-	
d	-"- "olje" -"-	
11	Resyme av tabellene 10 a-d	
12	Hoveddommer-karakterer for badestedene Middelverdier, verdibredder og rangorden	66
13	Bonitetsdommerenes ekstremalhyppighet	69
14	Bonitetsdommerenes gjennomsnittskarakterer.	69
15	Variansanalyse for hoveddommerene	70
16	De enkelte ulempefaktorers betydning	73



## FIGURFORTEGNELSE

(Figurene er samlet bak i rapporten  
Tallene til høyre angir på hvilke  
sider de hovedsakelig er omtalt.)

1 a	Kart over Oslofjordområdet	6
1 b	"- "- indre fjord	6
2 I	Stasjonsnett for basisprogram hydrografi og kjemi	21
2 II	"- "- spesialprogram hydrografiske tverrsnitt	21
2 III	"- "- overflatelagets kvalitet - full serie	21
2 IV	"- "- hydrografiske korttids- observasjoner	21
2 V	"- "- overflatelagets kvalitet - spesialsnittet	21
2 VI	"- "- strandbeltets tilstand	21
3 a-j	Månedsvariasjoner i siktedyp, turbiditet og filtratfarge, på de enkelte stasjoner	{ 23 - 26 36 - 39
4	Middelårets siktedypsutvikling på de enkelte stasjoner	23 - 26
5	Geografisk siktedypfordeling gjennom middelåret	29 - 26
6 a	Siktedypene den 18. juni 1965	27
6 b	"- "- 15. juli 1965	27
6 c	"- "- 17. august 1965	27
7	Midlere siktedypfordeling om sommeren	28
8	Inndeling av fjorden i soner	28
9	Tverrsnittenes siktedypfordeling	30
10	Siktedypets lengdesnitt-gradient - sammen- ligning av to måleserier	31
11	Siktedypvariasjoner langs snittet Frognerkilen/ Akershus - Ildjernflu	33
12	Siktedypets korttidsvariasjoner	34 - 36
13	Geografisk turbiditetsfordeling gjennom middelåret	36 - 38
14	Geografisk filtratfargefordeling gjennom middelåret	38 - 39
15	Siktedypproduksjonens årsaker	43 - 46

16	Korrelasjonen mellom ferskvannsblanding og oppløste fargestoffer i overflatelaget.	53
17	Fanglense i Akerselven (foto)	58
18	Blomsterstøv (pollen) fra barskog, Ingierstrand i mai 1964 (foto)	58
19	Løsrevet, frisk tang (foto)	58
20	Drivende tangklaser (foto)	58
21	Dommerskjema ved bonitetsbefaringene	64
22	Siktedyp-endringer som følge av turbiditetsendrende tiltak	77