

O-78014

Randsfjorden

Vurdering av innsjøens status
1978-80 og betydningen av
planlagte reguleringer i Etna
og Dokka

Hovedrapport

Saksbehandler: Bjørn Faafeng
Medarbeidere: Pål Brettum
Trond Gulbrandsen
Jarl-Eivind Løvik
Bjørn Rørslett
Else-Øyvor Sahlqvist
Forskningsjef: J.E. Samdal

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse:
Postboks 333, Blindern
Oslo 3

Brekke 23 52 80
Gautstadalleen 46 69 60
Kjeller 71 47 59

Rapportnummer: 0-78014
Undernummer: VI
Løpenummer: 1342
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Randsfjorden. Vurdering av innsjøens status 1978 - 80 og betydningen av planlagte reguleringer i Etna og Dokka. Hovedrapport	Dato: 27. 11. 1981
	Prosjektnummer: 0-78014
Forfatter(e): Bjørn Faafeng Pål Brettum Trond Gulbrandsen Jarl-Eivind Løvik Bjørn Rørslett Else Øyvor Sahlqvist	Faggruppe:
	Geografisk område: Oppland
	Antall sider (inkl. bilag):

Oppdragsgiver: Styringsgruppen for Randsfjordundersøkelsen	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
---	----------------------------------

Ekstrakt: Undersøkelsene av Randsfjorden viser at innsjøen fortsatt er næringsfattig og har lave konsentrasjoner av næringsstoffer og planteplankton. Planlagte reguleringer av Etna/Dokka vil neppe føre til forverring av den generelle forurensningstilstanden i innsjøen. Derimot kan reguleringene gi uønskede endringer i undervannsvegetasjonen i Randsfjorden.

4 emneord, norske:
1. Randsfjorden
2. eutrofiering
3. vassdragsregulering
4. Etna Dokka

4 emneord, engelske:
1.
2.
3.
4.

Hovedrapport

Prosjektleder:

Seksjonsleder:

For administrasjonen:

ISBN 82-577-0442-3

FORORD

NIVAs undersøkelse av Randsfjorden i 1978 er foranlediget av brev fra Oppland Fylkes Elektrisitetsverk (OFE) datert 3. januar 1978 i forbindelse med planlagte vassdragsreguleringer i tilløpselvene Etna og Dokka. Da det også var betydelig interesse fra lokale og sentrale myndigheter for å kartlegge innsjøens forurensningstilstand, ble det satt i gang en 3 års undersøkelse finansiert i fellesskap av Oppland Fylkeskommune, Oppland Fylkes Elektrisitetsverk, Randsfjordforbundet og Statens forurensningstilsyn (SFT). Det ble satt ned en styringsgruppe bestående av: Erik Hauan (SFT), Thorleif Hovde (Oppland Fylkeskommune), Asbjørn Austvik fram til 1980 og Ole Edvard Sand fra 1980 (Randsfjordforbundet) og Hans Korsvold (OFE). Sekretær for utvalget var Tor Brustugun (Fylkesrådmannen i Oppland).

Et ønske om målsetting for første del av undersøkelsene i Randsfjorden er formulert i brev fra Oppland Fylkes Elektrisitetsverk datert 18. juli 1978 og gjengis her i sin helhet:

- "1. Er vannkvaliteten eller forurensningssituasjonen vesentlig endret siden 1967/68? (forrige hovedundersøkelse).
2. Vurdering av de forurensningshindrende tiltak i nedbørfeltet i forhold til nåverende vannkvalitet i fjorden uten hensyn til planlagte reguleringsinngrep, evt. framtidig ønskede vannkvalitet.
3. Oversikt over størrelsen av planlagte reguleringsinngrep på elve- og fjordsystemet, dvs. vurdering omkring uttrykket "reguleringsgrad". Virkningene på fjorden i vannrike, gjennomsnittlige og vannfattige år.
4. Dersom virkninger av reguleringene vurderes betenkelig i forhold til fjordens brukerinteresser/vannkvalitetskrav bør det gis anvisninger hvordan evt. framtidig drift kan innrettes for å redusere negative virkninger.
5. Opplysninger om antatte påvirkninger fra den planlagte regulering er irreversibile, ut fra vassdragets naturlige reaksjon og antatte gitte konsesjonsbetingelser (manøvreringsreglement, overvåkningsprogram etc.)

6. *Begrunnelse for behov for evt. videreføring av undersøkelser som vurderes av avgjørende betydning for spørsmålet om reguleringskonsesjon."*

Det er utarbeidet 4 rapporter i løpet av denne undersøkelsesperioden:

- *Undersøkelser av Randsfjorden og Vigga 1979.
Fremdriftsrapport nr. 1 (5. mars 1979).*
- *Randsfjorden 1978. Årsrapport (13. november 1979).*
- *Randsfjorden. Resultater fra hovedundersøkelsen.
Strøm og spredningsstudier i nord- og sørenden av Randsfjorden.
(2. juli 1980).*

Den foreliggende rapporten sammenfatter resultatene fra hele undersøkelsesperioden. For mer detaljerte data for 1978 og fra strømundersøkelsene henvises til de tidligere rapportene.

Denne avsluttende rapporten blir produsert i to utgaver: en komplett "Hovedrapport" og en "Konklusjoner og sammendrag". For de som ikke er spesielt faglig interessert anbefales sistnevnte rapport.

Rapporten er et resultat av samarbeid mellom en rekke personer ved NIVA. De enkelte kommuner har skaffet fram mye av grunnlaget for beregning av teoretiske forurensningsverdier mens dette er vurdert videre av cand. real. Bjørn Alsaker-Nøstdahl. Strømundersøkelsen er gjennomført og beskrevet av cand. real. Torulv Tjomsland. Planteplankton er artsbestemt og vurdert av cand. mag. Else-Øyvor Sahlqvist. Dyreplankton er artsbestemt og vurdert av dristiktshøgskolekandidat Jarl Eivind Løvik med bistand fra fil. lic. Gösta Kjellberg. Kapitlet om høyere vegetasjon er skrevet av cand. mag. Bjørn Rørslett. Løvik har også hatt ansvaret for gjennomføring av den praktiske del av rutineinnsamling av vannprøver og biologisk materiale. Resterende kapitler er skrevet av cand. real. Trond Gulbrandsen og cand. real. Bjørn Faafeng. Sistnevnte har vært NIVAs ansvarlige saksbehandler.

Oslo, 16. november 1981

Bjørn Faafeng

INNHOOLD

	Side:
FORORD	3
1. KONKLUSJONER	6
2. SAMMENDRAG OG DISKUSJON	8
3. KLIMA	13
4. TILFØRSEL AV NÆRINGSSTOFFER TIL RANDSFJORDEN	15
5. RANDSFJORDENS VANNMASSER	26
5.1 Fysiske og kjemiske forhold	26
5.2 Planteplankton og primærproduksjon	44
5.3 Dyreplankton	53
6. HØYERE VEGETASJON	64
7. REGULERINGSVIRKNINGER	90
8. LITTERATURLISTE	96
VEDLEGG	101

1. KONKLUSJONER

Denne rapporten omfatter undersøkelser av Randsfjorden i 1978, 1979 og 1980. NIVA har tidligere undersøkt innsjøen i 1967 og 1968.

De kjølige og solfattige somrene i undersøkelsesperioden medfører en viss usikkerhet i konklusjonene med hensyn til hvilke forhold som kan oppstå i en særlig varm sommer. Det er imidlertid grunn til å anta at forholdene ikke vil avvike i vesentlig grad fra det som er observert.

- På bakgrunn av resultatene kan det slås fast at Randsfjorden har en næringsfattig status. Næringssaltbelastningen fra nedbørfeltet er ikke stor og næringkonsentrasjonene har ikke økt i nevneverdig grad i løpet av de siste tiår - bortsett fra lokalt like ved utløp av forurensede vassdrag. Konsentrasjonen av næringsstoffer - særlig fosfor - er normalt bestemmende for hvor høy konsentrasjonen av planteplankton vil kunne bli i løpet av produksjonssesongen (sommerhalvåret). Gjennom hele observasjonsperioden ble det bare registrert lave konsentrasjoner av planteplankton, og lavere enn av hva som ble funnet i Tyrifjorden. Artssammensetningen av planteplankton vitner også om næringsfattige forhold.
- Ytterligere arbeid med å redusere utslipp av kloakkvann vil likevel være ønskelig ved flere vassdrag bl.a. for å hindre forurensning av lokale vanninntak. Særlig i Røykenvik er det uønsket tilgroing med alger og høyere vegetasjon som en følge av overgjødsling. Det bør utarbeides bruksplaner som ivaretar alle interesser som knytter seg til disse vassdrag.
- Den planlagte regulering av vannføring i Etna/Dokka vil antakelig ikke føre til forverring av Randsfjordens generelle forurensningstilstand. Derimot kan reguleringene gi uønskede endringer i artsammensetning og forekomst av undervannsvegetasjonen i fjorden.

Når dagens manøvreringsreglement for Randsfjorden tas opp til revisjon bør dette samordnes med konsesjoner for drift av eventuelle nye kraftverk i øvre del av vassdraget. Allerede dagens regulering av

Randsfjorden med en vannstandsvariasjon gjennom året på ca. 3 m har gitt påviselige endringer i plantesamfunnet. Den totale reguleringshøyde bør derfor ikke overstige 3.0 m. Det er ønskelig å opprettholde jevn, høy vannstand om vinteren av hensyn til vegetasjon og bunndyr i strandsonen.

2. SAMMENDRAG OG DISKUSJON

Kapittel 3. KLIMA

Været i sommermånedene i 1978, 1979 og 1980 er viet oppmerksomhet for å understreke at konklusjonene i denne rapporten baserer seg på prøvetaking i tre kjølige somre.

Vi har den erfaring at det i spesielt varme og tørre somre kan være kraftigere algeoppblomstringer enn i tilsvarende kjølige somre. Sommeren 1976 kunne en f.eks. registrere høyere konsentrasjoner av blågrønnalger i Mjøsa enn noen gang tidligere. Det er liten tvil om at det varme været denne sommeren var medvirkende til den kraftige oppblomstringen selv om store tilførsler av næringsstoffer, særlig fosfor, var hovedårsaken.

Statistikken forteller at mai, juni, juli og august måneder i de tre aktuelle årene var preget av lavtrykk på Østlandet og at temperaturen lå til dels betydelig under det normale (fig. 2.1). I 1979 lå månedsmiddeltemperaturen omlag 2.5°C under normalen i tre av sommermånedene.

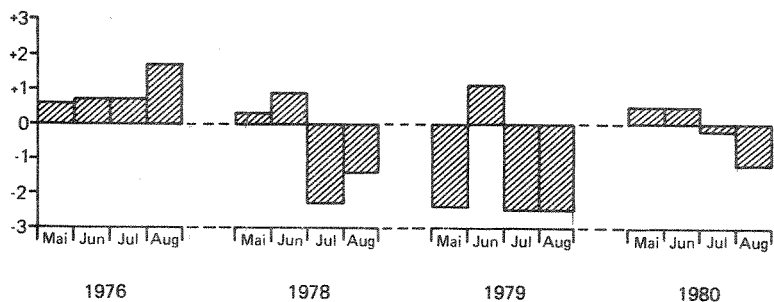


Fig. 2.1 Månedsmiddeltemperaturens avvik fra normalen i sommermånedene i undersøkelsesperioden og i 1976. (Gardermoen).

Kapittel 4. STOFFTRANSPORT

Tilførslene av fosfor og nitrogen til Randsfjorden er beregnet ut fra en lang rekke målinger i de viktigste tilløpene i 1978, 1979 og 1980. Årlige tilførsler av fosfor synes å ligge på omlag 20 tonn mens tilsvarende verdi for nitrogen er 1200 tonn. Denne belastningen med næringsstoffer er akseptabel for en innsjø som Randsfjorden ifølge foreliggende modeller (se fig. 2.2).

De største mengdene P og N kommer fra Etna og Dokka. Derimot synes Vigga som den vesentligste forurensningskilde til Randsfjorden. Vigga bidrar med omlag 3 tonn fosfor og 220 tonn nitrogen hvert år. Betydningen av dette tiløpet er imidlertid langt større enn disse verdiene skulle tilsi da fosfor og nitrogen fra Vigga stort sett foreligger i lett tilgjengelig form for algene. Mens mye av fosforet fra f.eks. Dokka er bundet slik at det raskt synker til bunns, tilføres fosforet fra Vigga stort sett som fosfat. Fosfat holder seg løst i vannet og stimulerer algenes vekst direkte.

Et overslag viser at nesten 40% av fosforet som transporteres ut med Vigga har sin opprinnelse i Brandbuområdet.

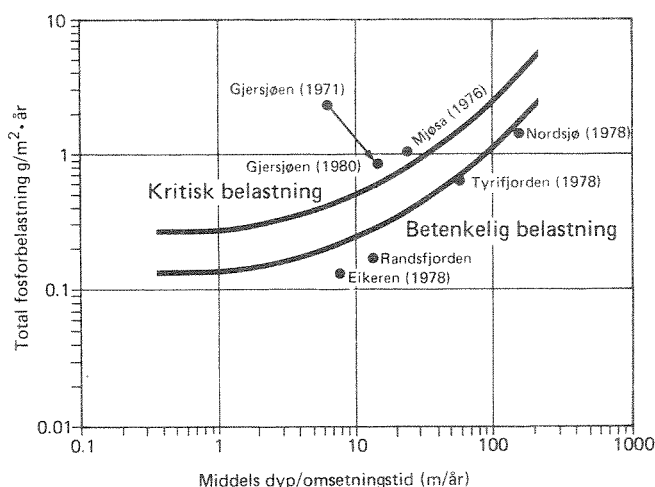


Fig. 2.2 Vollenweiders modell for innsjøers fosfortoleranse (Vollenweider 1976). Utvalgte innsjøer på Østlandet er markert med en sirkel. Innsjøer som ligger under den nederste kurven antas å ha en akseptabel fosforbelastning.

Kapittel 5. RANDSFJORDENS VANNMASSER

5.1 Fysiske og kjemisk forhold

Randsfjorden må fortsatt gis status som næringsfattig. Analyser av oksygenkonsentrasjonen viser verken særlig overmetning i overflatevannet på grunn av algevekst eller sterkt avtak i bunnvannet på grunn av kraftig nedbrytning av organisk materiale.

Innholdet av løste stoffer i vannet øker målbart sørover i innsjøen, men dette ble påvist også for omlag ti år siden og ble forklart av forskjeller i berggrunn og jordsmonn langsmed innsjøen. Konsentrasjonen av plante-næringsstoffene fosfor og nitrogen er fortsatt lave i Randsfjorden, henholdsvis 4-5 mg P/m³ og 400-500 mg N/m³. Verdiene for fosfor er så lave, faktisk n r grensen for hva som kan måles, at usikkerheten i de enkelte verdiene blir relativt stor. Verdiene er imidlertid så små at det er liten grunn til å tro at de kan ha økt merkbart de siste ti-årene. Relativt jevn konsentrasjon av nitrogen og silikat gjennom sommersesongen viser også at innsjøen fortsatt er lite produktiv.

5.2 Planteplankton og primærproduksjon

Konsentrasjonen av planteplankton i overflatevannet (0-10 meters dyp) ligger innenfor et område som er karakteristisk for dype, næringsfattige (oligotrofe) innsjøer. Artssammensetningen vitner også om næringsfattige forhold.

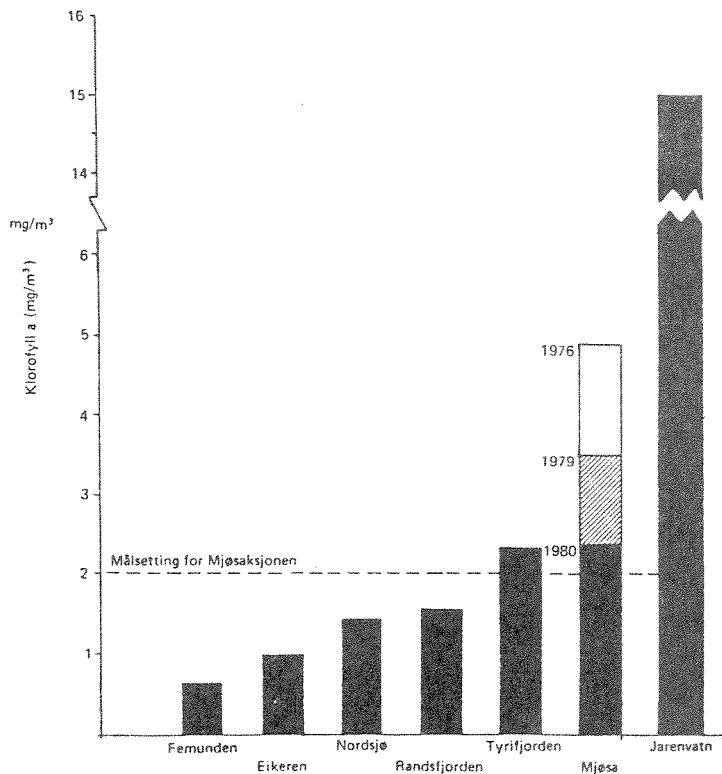


Fig. 2.3 Klorofyllkonsentrasjonen i utvalgte innsjøer på Østlandet (midlere verdier i produksjonssesongen for sjiktet 0-10 meters dyp).

Klorofyllkonsentrasjonen er et mål for mengden av planteplankton. Beregnete middelveier for produksjonssesongen er presentert i fig. 2.3. Til sammenlikning er det også vist verdier for enkelte andre innsjøer. Konsentrasjonen i Randsfjorden er omlag den samme som i Nordsjø i Telemark, mens verdiene for Tyrifjorden er omlag 30% større. Legg også merke til verdiene for Mjøsa. Mens klorofyllkonsentrasjonen var 5 mg/m^3 i 1976, ble den redusert til det halve, dvs. samme nivå som Tyrifjorden i 1980. Til sammenlikning er også verdien for Jarevatnet for 1980 tatt med. Den er hele 3 ganger så høy som høyeste målte verdi for Mjøsa.

Forløpet av planteplanktonkonsentrasjonen i Mjøsa, Tyrifjorden og Randsfjorden (hovedstasjoner) i løpet av sommeren 1980 er vist i fig. 2.4. Til tross for de store reduksjonene i Mjøsa siden 1976, ligger verdiene derfra fortsatt betydelig høyere enn Tyrifjorden. Maksimalverdiene i Tyrifjorden ligger i sin tur noe høyere enn i Randsfjorden.

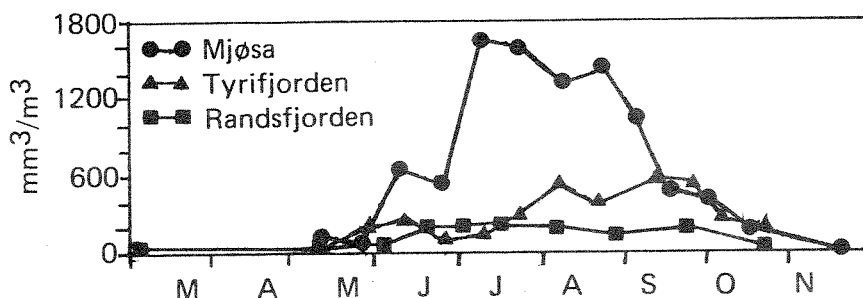


Fig. 2.4 Konsentrasjon av planteplankton i Mjøsa, Tyrifjorden og Randsfjorden 1980. (0-10 meters blandprøver for hovedstasjonene).

Planteplanktonets primærproduksjon er et direkte mål for hvor gode vekstbetingelsene er i innsjøen. Primærproduksjonen er målt i alle de tre aktuelle årene og viser at årsproduksjonen ligger på omlag $15 \text{ g C/m}^2 \cdot \text{år}$. Dette viser at vannets produktivitet er meget lav.

Artssammensetningen av dyreplankton er tydelig preget av beiting fra den store bestanden av sik som finnes i fjorden. Dyreplankton er viktigste føde for sik og røye.

Det er gjort en sammenlikning mellom konsentrasjonene av dyreplankton i Randsfjorden, Tyrifjorden og Mjøsa. Det ser ut til at konsentrasjonen er omtrent like stor i Randsfjorden og Tyrifjorden, mens det er nesten 10 ganger mer dyreplankton i Mjøsa.

Kapittel 6. HØYERE VEGETASJON

Randsfjorden har etter norske forhold en relativt artsrik vegetasjon. De fleste artene er lite næringskrevende, og viser at innsjøen tilhører en næringsfattig (oligotrof) type.

Mer detaljerte undersøkelser av samfunnsstruktur har vist at innsjøen i noen grad er påvirket av vannstandsreguleringen (nominell regulerings- høyde er 3.0 m). Karakterarten for næringsfattige innsjøer, stivt brasme- gras (*Isoëtes lacustris*) har antakelig fått sin mengdemessige forekomst redusert. Det har oppstått en ledig "nisje" i økosystemet som den nyinn- vandrete undervannsplanten vasspest (*Elodea canadensis*) har overtatt. Mang- lende konkurranse fra andre undervannsarter kan forklare hvorfor denne arten har fått så godt fotfeste i Randsfjorden. Vasspest er nå uten sammen- likning den dominerende undervannsplanten i Randsfjorden, og forekommer ned til 14 m dyp. Hovedforekomstene ligger i 3-5 m dyp på grunn av vannstands- variasjoner i innsjøen. Den mengdemessige forekomsten av vasspest i Randsfjorden begrenses med få unntak av liten næringstilgang og innsjøens topografi. Utbredelse av vasspest i Randsfjorden vil ikke få noen vesentlig praktisk betydning bortsett fra i enkelte grunnområder. Vasspest har spredt seg fra Jarevatnet via Randsfjorden til Tyrifjorden og Steinsfjorden.

3. KLIMA

Da klimaet har stor innvirkning på veksten av planteplankton og høyere planter, kan variasjoner fra år til år føre til store forskjeller i konsentrasjon/bestand av disse vekstene. Gode lysforhold, høy temperatur, moderat vind og utvasking av næringsstoffer fra nedbørfeltet vil stimulere veksten. Dette kapitlet er tatt med for å påvise at været i sommersesongen 1978, 1979 og 1980 var dårligere for veksten enn normalt, og at konklusjonene i rapporten nødvendigvis må preges av dette.

For å kunne vurdere sommerværet i undersøkelsesperioden er det i tabell 3.1 og 3.2 satt opp månedsverdier for temperatur og nedbør på Gardermoen sammen med tilsvarende verdier fra 1976 for sammenlikning. Sistnevnte sommer var særlig varm og tørr, noe som var bl.a. medvirkende til kraftig oppblomstring av blågrønnalger i Mjøsa dette året (se Mjøsrapport).

Tabell 3.1 viser at temperaturen i sommermånedene i 1976 lå omkring det normale bortsett fra august som var 1.7° varmere enn normalt. I undersøkelsesperioden (1978-80) var imidlertid temperaturen tildels betydelig under det normale i én eller flere sommermånedene. Sommeren 1979 utpreger seg med omlag 2.5° lavere månedsmiddeltemperatur enn normalt i mai, juli og august. Registrering av solstrålingen (Norsk Meteorologisk Årbok 1976, 1978 og 1979) på Kise meteorologiske stasjon viser også betydelig høyere verdier særlig på ettersommeren 1976 enn de andre nevnte årene.

Månedlige nedbørsummer (tabell 3.2) viser at sommeren 1976 var meget nedbørfattig, mens de tre andre årene varierte stort sett omkring det normale.

For en mer generell omtale av været i undersøkelsesperioden er det i vedlegg sitert fra artikler i tidsskriftet Været (utgitt av Det Norske Meteorologiske Institutt).

Tabell 3.1 Avvik fra månedsmiddeltemperatur på Gardermoen i sommermånedene 1976, 1978, 1979 og 1980. (enhet: grader).

	mai	juni	juli	august
1976	+0.6	+0.7	+0.7	+1.7
1978	+0.3	+0.9	-2.3	-1.4
1979	-2.4	+1.1	-2.5	-2.5
1980	+0.5	+0.5	-0.2	-1.2

Tabell 3.2 Månedsnedbørsum i % av normalen for sommermånedene i 1976, 1978, 1979 og 1980. (Gardermoen).

	mai	juni	juli	august
1976	80	36	21	21
1978	27	49	138	75
1979	145	67	113	92
1980	176	146	67	63

4. TILFØRSLER AV NÆRINGSSTOFFER TIL RANDSFJORDEN

4.1 Totale tilførsler

For generelle betraktninger omkring avrenning fra typeområder og teoretisk beregning av tilførslerne til Randsfjorden henvises til rapporten fra 1978. Beregningene i den foreliggende rapport er basert på målte verdier i en rekke vassdrag med utløp i Randsfjorden. Målinger er utført i perioden 1978-1980; gjennom alle tre årene i Vigga, og gjennom to av årene i de fleste andre lokaliteter. De undersøkte elver og nedbørfeltene arealer er satt opp i tabell 4.1.

Tabell 4.1. De undersøkte vassdrag i Randsfjordens nedbørfelt.

Vassdrag	Nedbørfeltets areal (km ²)	Vassdrag	Nedbørfeltets areal (km ²)
Etna/Dokka	2050	Skjerva	29
Lomsdalselv	181	Fortenbekken	21
Vigga	176	Vangselva	20
Gullerudelva	51	Grymyrbekken	19
Moselva	36	Bleiken	6
Sløvikelva	35		
<hr/>			
Randselva	3663		

Ved beregning av de totale tilførsler av fosfor og nitrogen til Randsfjorden behandles tre større vassdrag for seg; Etna/Dokka, Vigga og Lomsdalselv. Materialet fra disse og de øvrige elver og bekker har gitt grunnlag for inndeling av den resterende del av Randsfjordens nedbørfelt i to, og beregning av de samlede tilførslerne fra disse to restfeltene.

Restfelt 1 representerer arealer med skog og relativt upåvirket mark, kvalitativt sett å sammenlikne med Lomsdalselva og Etna/Dokka.

Restfelt 2 representerer arealer som i større grad er kulturpåvirket og i det vesentlige beliggende i jordbruksområdene på Randsfjordens sør-østside.

Observasjonene av stoffkonsentrasjoner i de enkelte elver er gitt i tabell i vedlegg. Årlig transport av total fosfor og total nitrogen til Randsfjorden i undersøkelsesperioden er vist i tabell 4.2. Transporten ut av Randsfjorden via Randselva er også vist i tabellen. Med bakgrunn i de krav som må stilles til prøvetakingshyppighet for å oppnå sikre beregninger av stofftransport i rennende vann, må disse verdiene kun betraktes som grove overslag, men som av størrelsesorden gir et godt bilde av situasjonen. Stoffkonsentrasjonen er målt mest intensivt i Vigga og i elvene påvirket av jordbruksaktivitet og avrenning fra bebyggelse. I de næringsfattigere vassdragene der stoffkonsentrasjonene kan forutsettes å være mer konstant er målingene foretatt med lengre intervall.

Resultatene slik det framgår av tabell 4.2 viser at det er en betydelig tilbakeholdelse av fosfor i Randsfjorden slik det også er framstilt i fig.4.1.

Tabell 4.2. Årlig transport av fosfor og nitrogen til Randsfjorden beregnet på grunnlag av verdier fra hele perioden 1978 - 1980.

Vassdrag/nedbørfelt	P tonn	N tonn	N/P
Etna/Dokka	8,7	396	45
Lomsdalselv	0,7	32	45
Vigga	3,0	222	74
Restfelt 1 (850 km ²)	3,4	153	45
Restfelt 2 (400 km ²)	4,0	400	100
Beregnete totale tilløp	19,8	1203	61
Randselva	10	930	93

Bidraget fra nedbøren direkte på innsjøoverflata utgjør ca. 30 kg P/km²·år. (Tyrifjordutvalget, Årsrapporten 1980, under utarbeidelse) som tilsvarer 4000 kg/år i Randsfjorden.

Tilbakeholdelsen av fosfor i innsjøen utgjør dermed 58% av de totale tilførsler. Denne andelen kan også beregnes teoretisk etter en formel gitt av Larsen & Mercier (1976).

$$R = \frac{1}{1 + \frac{1}{\sqrt{T_w}}}$$

der T_w er vannets teoretiske oppholdstid som for Randsfjorden er 3,3 år. Beregning etter formelen gir 64% tilbakeholdelse, dvs. godt samsvar med beregningene.

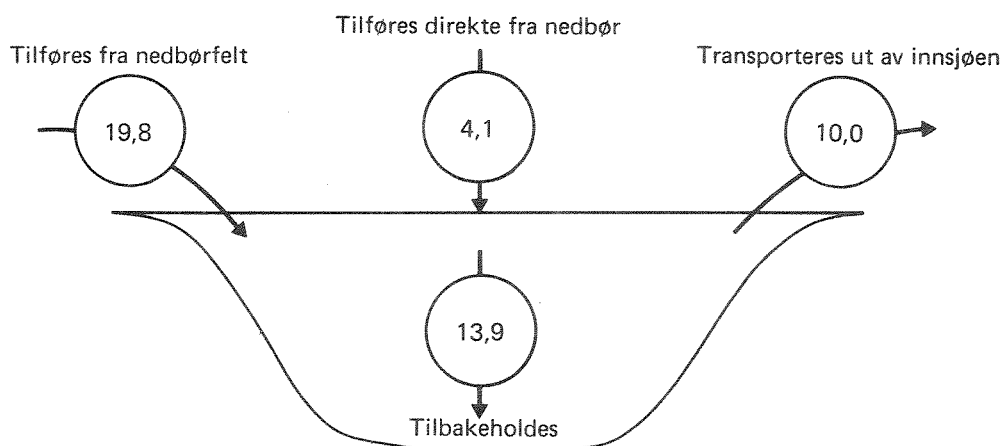


Fig. 4.1 Et grovt fosforbudsjett for Randsfjorden (tonn/år).

Flere faktorer medvirker til avvik mellom de transportverdiene som ble presentert i 1978-rapporten og det som her foreligger. Det er fra NVE's side gjort endring i vannføringskurven for Dokka ved stasjon Kolbjørnshus. Det er påvist feil på fosforanalysene ved NIVA's kjemilaboratorium i 1978 slik at de oppgitte verdier er for høye. Nedbørfeltene arealer er justert. Ny korreksjon er foretatt for forskjellen i vannføring i Vigga mellom analysestasjonen nær utløpet i Røykenvik og NVE's vannføringsstasjon nær utløpet fra Jarevatn.

Klimatiske forhold vil selvsagt også bidra til forskjeller i målt stofftransport.

De målte tilførsler av total fosfor til Randsfjorden utgjør ingen betenkelig belastning ut i fra den sammenhengen som er beskrevet i Vollenweiders diagram mellom total fosforbelastning og forholdet mellom middel dyp og teoretisk oppholdstid. Fig. 4.2 viser dette for Randsfjorden.

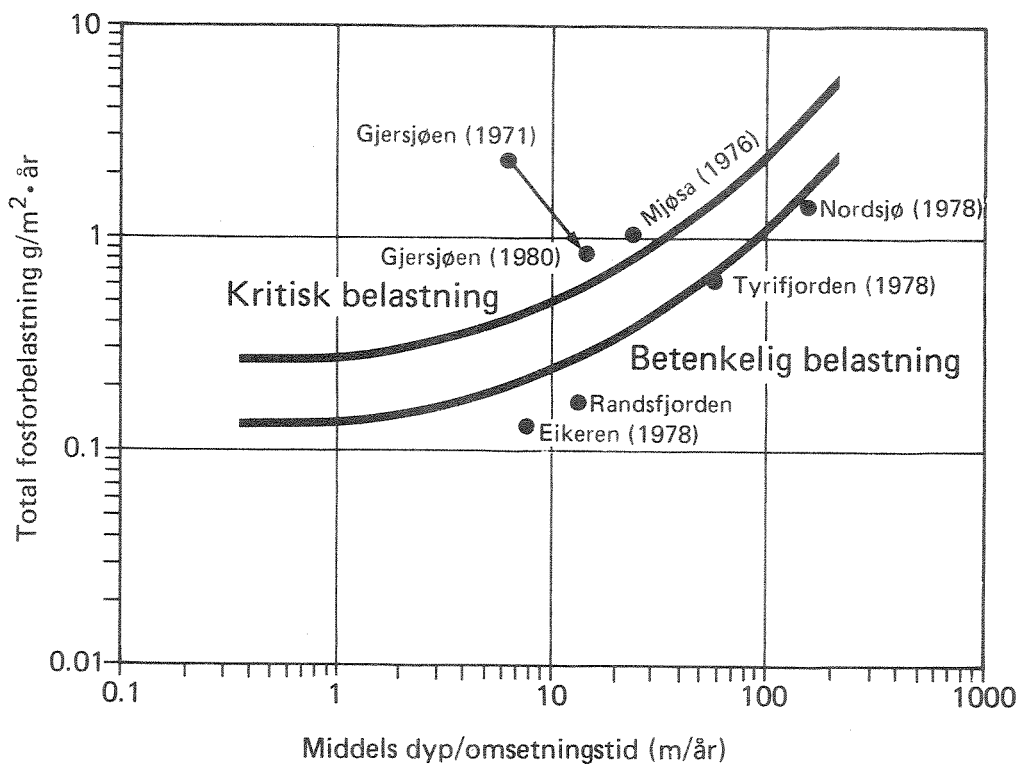


Fig. 4.2 Diagram for vurdering av innsjøers toleranse for fosforbelastning (etter Vollenweider 1976). Utvalgte innsjøer på Østlandet avmerket.

4.2 Tilførsler fra Etna/Dokka

Vannføringen gjennom året i Dokka ved Kolbjørnshus er vist i fig. 4.3.

Transportberegningene er gjort vesentlig på bakgrunn av vannføring og analysedata fra 1979. Konsentrasjonene av total fosfor og total nitrogen i Dokka ved Kolbjørnshus er lave og av samme størrelsesorden som i Randsfjordens vannmasser; noe høyere for total fosfor og noe lavere for total

Vannføring
(m³/sek)

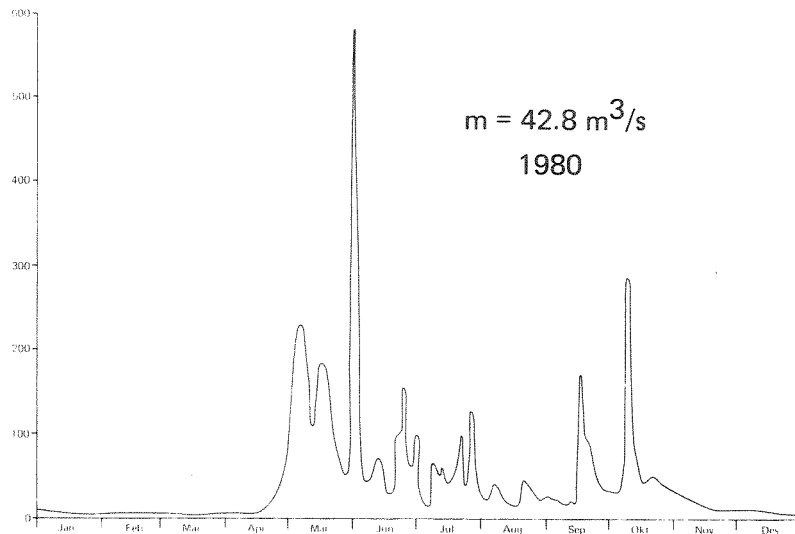
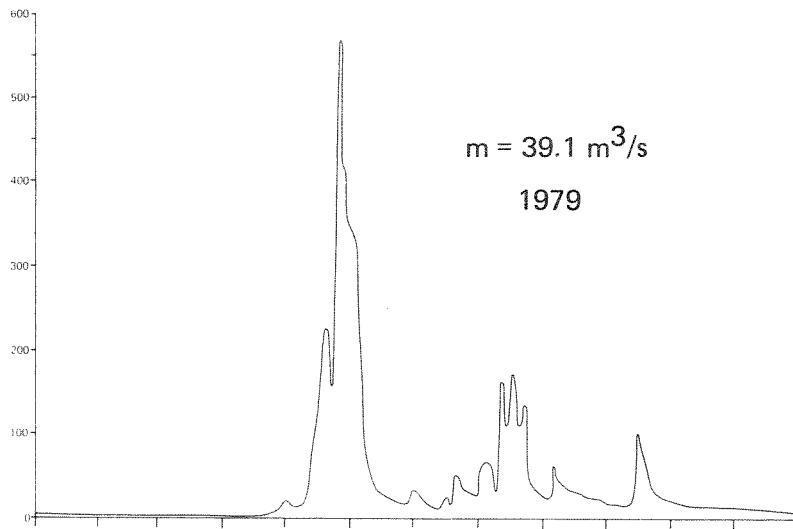
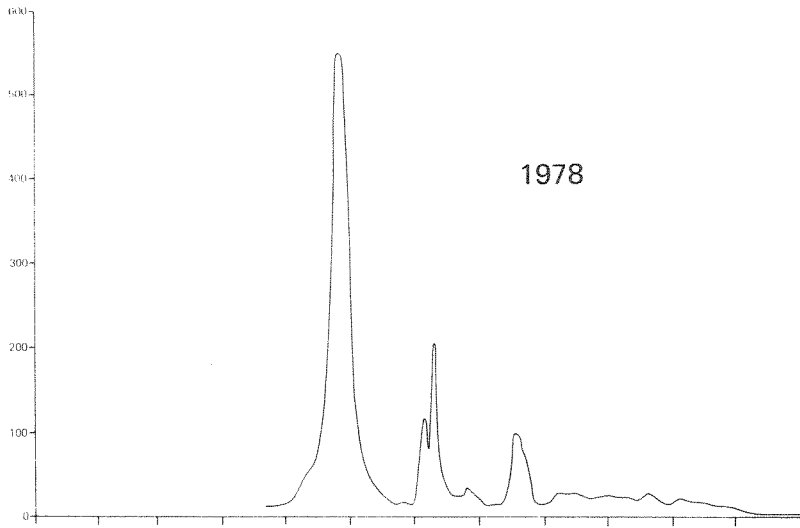


Fig. 4.3 Vannføring i Dokka ved Kolbjørnhus (VM 2200) for 1978, 1979 og 1980. Data fra NVE. Aritmetisk årsmiddel angitt for 1979 og 1980.

nitrogen. En stor del av fosforet er adsorbert til uorganiske partikler som sedimenterer i innsjøen. Dette utgjør en vesentlig del av den mengden total fosfor som holdes tilbake i innsjøen, men den er av mindre betydning for algeproduksjonen. Fosfor-konsentrasjoner på omkring 15 mg/m^3 kan forekomme under tidlig vårmelting. Ellers ligger konsentrasjonene normalt godt under 10 mg P/m^3 .

Reduksjon i vannføring ned til de foreslåtte minstevannføringer (NIVA 1981) vil ikke i særlig grad virke inn på konsentrasjonsnivået av fosfor. Nivået overstiger ikke i vesentlig grad den naturlige bakgrunnskonsentrasjon i nedbørfeltet.

Med hensyn til nitrogen har Dokka en fortynnende virkning på vannmassene i Randsfjorden. N/P-forholdet i Dokka er ca 45 mens det i innsjøen er omkring 100.

4.3 Tilførsler fra Vigga

Vannføringen i Vigga er målt nær utløpet fra Jarenvatn. Vannføringen ved denne stasjonen multiplisert med 1,6 gir et godt mål på vannføringen ved analysestasjonen nær utløpet i Røykenvika. Dette er funnet ved å anta et midlere spesifikt avløp på 13 l/s.km^2 for Vigga's restfelt nedstrøms NVE's vannføringsstasjon. Fig. 4.4 viser vannføringen i 1978-1980 for denne stasjonen.

Bidraget fra Brandbu med hensyn til transport av total fosfor og total nitrogen er gitt av differansen i transport mellom de to stasjonene fratrukket bidraget fra de øvrige restfelt mellom stasjonene. Målinger i Skjerva danner grunnlaget for beregning av dette restfeltets bidrag. De beregnede transportverdier ved disse elvestasjonene er oppført i tabell 4.3.

Vannføring
(m³/sek)

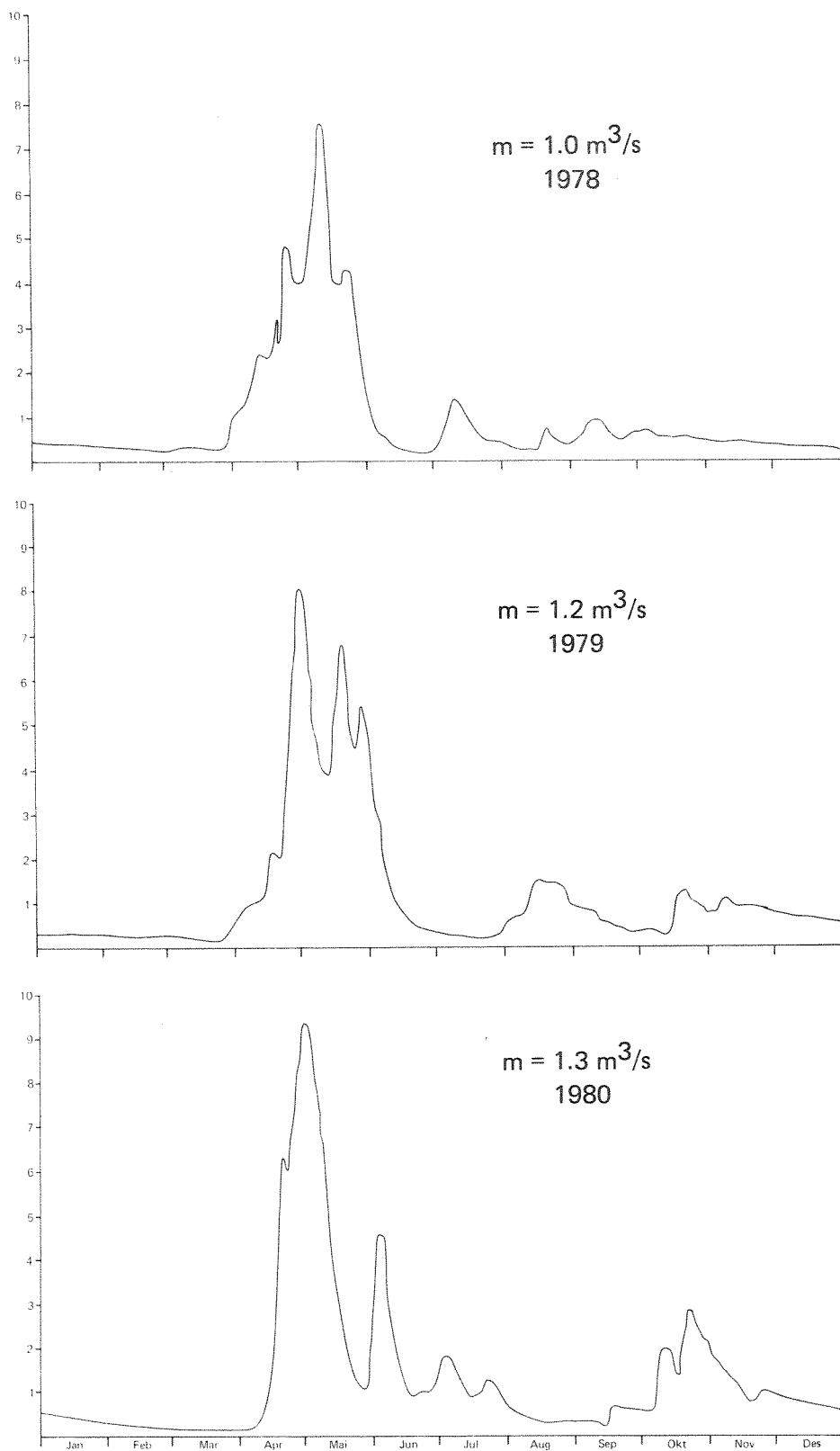


Fig. 4.4 Vannføring i Vigga (Vm. 439 - 14) for 1978, 1979 og 1980. (m = årsmiddel)
Data fra NVE.

Tabell 4.3. Transport av fosfor og nitrogen i Vigga ved forskjellige stasjoner gjennom et "modellår".

	Vigga v/Røykenvik	Vigga v/utløp Jarenvatn	Restfelt	Brandbu
	<u>Total fosfor (kg/tidsenhet)</u>			
Mars	59	13	2	44
April	969	420	115	434
Mai	693	302	59	332
Juni	319	196	13	110
Juli	142	84	26	32
August	72	26	6	40
September	49	13	3	33
Oktober	253	175	101	-
Resten av året	444	221	32	191
Totalt	3000	1450	357	1193
	<u>Total nitrogen (kg/tidsenhet)</u>			
Mars	2888	1157	355	1376
April	55811	50044	7351	-
Mai	62209	39963	5214	17032
Juni	26992	17331	3833	5828
Juli	9795	9256	1487	-
August	3774	2319	760	695
September	4023	3305	499	219
Oktober	18117	13843	3288	986
Resten av året	37991	17708	5248	15035
Totalt	221600	154926	28035	38639

På grunn av bl.a. store variasjoner gjennom døgnet kan det framkomme enkelte negative verdier for stofftransport i spesielle perioder. Samlet gir imidlertid beregningene en klar indikasjon på at omkring 40% av fosforet som transporteres til Randsfjorden med Vigga har sin opprinnelse i Brandbu og nærmeste bebyggelse. For nitrogen er det gjennomsnittlige bidraget 15-20%. Nitrogentilførselene kan altså i større grad føres tilbake til andre deler av nedbørfeltet, og det synes klart at hovedkilden for dette er jordbruket.

Observasjoner fra Vigga den 27/5 1980 (se vedlegg), mens kloakkrenseanlegget for Brandbu var ute av funksjon, viser at renseanlegget fjerner betydelige mengder forurensede stoffer. Dessuten viser disse målingene at Brandbu var en betydelig forurensningskilde før renseanlegget ble satt i drift. Imidlertid blir ikke alt kloakkvann tilført renseanlegget, noe som samsvarer med undersøkelser som viser at tilføringsgraden til renseanlegg i Norge ofte er omkring 60%.

4.4 Tilførselene fra Lomsdalselva og restfeltene.

Transport av Tot-P og Tot-N i Lomsdalselva er basert på observasjoner fra 1979. Variasjonene i vannføring gjennom året er antatt å følge samme mønster som i Dokka, slik at vannføringen ved prøvetakingstidspunktet er beregnet ut i fra forholdet mellom middelvannføringene i Dokka og Lomsdalselv som var henholdsvis $39 \text{ m}^3/\text{s}$ og $3,5 \text{ m}^3/\text{s}$ i 1979. Det er antatt at den midlere avrenningen fra nedbørfeltet var 19 l/s.km^2 .

Som et grovt mål for avrenningen av total fosfor gir dette på grunnlag av observasjonene en spesifikk avrenningskoeffisient på $3,8 \text{ kg/km}^2\cdot\text{år}$. Denne avrenningskoeffisienten er av en størrelse som er vanlig i upåvirkede skog- og fjellområder i Østlandsområdet. Koeffisienten på $6,5 \text{ kg/km}^2\cdot\text{år}$ som ble benyttet ved de teoretiske beregningene i 1978 er altså for høy.

Den resterende del av Randselvas nedbørfelt etter at Etna/Dokka, Vigga og Lomsdalselv er fratrukket utgjør 1250 km^2 . Dette er delt i de to restfeltene 1 og 2. For restfelt 1 er avrenningskoeffisientene for Etna/Dokka og Lomsdalselv lagt til grunn for beregningene. For restfelt 2 er transportverdier beregnet utifra analyseresultater fra en rekke mindre elver på Randsfjordens sør-østside. Den spesifikke avrenningskoeffisienten for total fosfor for dette området er beregnet til $10 \text{ kg/km}^2\cdot\text{år}$.

Tabell 4.4. Avrenningskoeffisienter (kg/km².år).
for delfelter av Randsfjordens nedbørfelt.

Vassdrag/nedbørfelt	P	N
Etna/Dokka	4,2	193
Lomsdalselv	3,8	175
Vigga	17,0	1300
Restfelt 1	4,0	180
Restfelt 2	10,0	1000
Randselva	2,7	450

Restfelt 2 har etter alt å dømme det høyeste nitrogen/fosfor-forholdet av hovednedbørfeltetene. Årsaken til dette er at jordbruket utgjør den viktigste tilførselskilde fra disse områdene uten at husholdningskloakk spiller noen vesentlig rolle. Enkelte steder i dette området kan lokale kloakkutslipp likevel være av betydning og medføre lokale problemer for drikkevannskvaliteten.

De samlede tilførselene til Randsfjorden utgjør ingen betenkelig belastning slik de kommer til uttrykk gjennom observasjonsmaterialet fra perioden 1978-1980. Dette innebærer at de i dag ikke er av en slik størrelse at de vil føre til en eutrofieringsutvikling i innsjøen. De målte tilførselene av total fosfor er lavere enn de teoretisk beregnede som ble presentert i årsrapporten for 1978. Årsaken til denne forskjellen ser delvis ut til å ha sin bakgrunn i at avrenningen fra de store upåvirkede skog- og fjellområdene innenfor Randsfjordens nedbørfelt er betydelig mindre enn det som kommer fram ved beregning på grunnlag av den avrenningskoeffisienten som ble benyttet, $6,5 \text{ kg/km}^2 \cdot \text{år}$. Observasjonsmaterialet indikerer at denne burde ligge omkring $4 \text{ kg/km}^2 \cdot \text{år}$ (tabell 4.4). Dette er også mer i overensstemmelse med vår erfaring fra andre områder på Østlandet. Avrenningen fra de kulturpåvirkede områder ser også ut til å være mindre enn det som kommer til uttrykk ved teoretiske beregninger på grunnlag av aksepterte avrenningskoeffisienter for typeområder. Hvorvidt retensjonen (tilbakeholdelse) av fosfor i Jarenvatnet er større enn på forhånd antatt vil bli behandlet i en egen rapport om Jarenvatnet.

De målte tilførselene av total nitrogen til Randsfjorden er noe større enn det teoretisk beregnede. Årsaken til denne differansen ligger vesentlig i at det ved beregningene er benyttet en avrenningskoeffisient på $130 \text{ kg N/km}^2 \cdot \text{år}$ for det upåvirkede nedbørfeltet mens målingene indikerer en avrenningskoeffisient omkring $180 \text{ kg N/km}^2 \cdot \text{år}$.

5. RANDSFJORDENS VANNMASSER

5.1 FYSISKE OG KJEMISKE FORHOLD

For en grundigere beskrivelse av Randsfjordens nedbørfelt henvises til Holtan (1970) og Faafeng og medarb. (1979). Under er gjengitt viktige data for fjorden og nedbørfeltet.

Tabell 5.1 Randsfjorden. Morfometriske og hydrologiske data fra Holtan (1970).

Høyde overhavet	132	m
Største lengde	75	km
Største bredde	4,5	km
Største målte dyp	120,5	m
Overflateareal	136,9	km ²
Volum	6080	mill.m ³
Middel dyp	44,4	m
Nedbørfelt	3663	km ²
Midlere avrenning	58,6	m ³ /s
Teoretisk oppholdstid	3,3	år

Innsjøens dybdekart med plassering av prøvetakingsstasjonene er vist i fig. 5.1.1 Fra st. 1, 2 og 3 ble det samlet inn prøver i 1978 og 1979, mens prøvetakingen i 1980 ble konsentrert om st. 1. På st. 4 ble det tatt prøver i 1978 for undersøkelser av inntaksstedet for et nytt vannverk. Sistnevnte data ble presentert i årsrapporten for 1978.

I det følgende skal det gis en beskrivelse av de fysiske og kjemiske forhold i Randsfjorden basert på de 3 undersøkelsesårene.

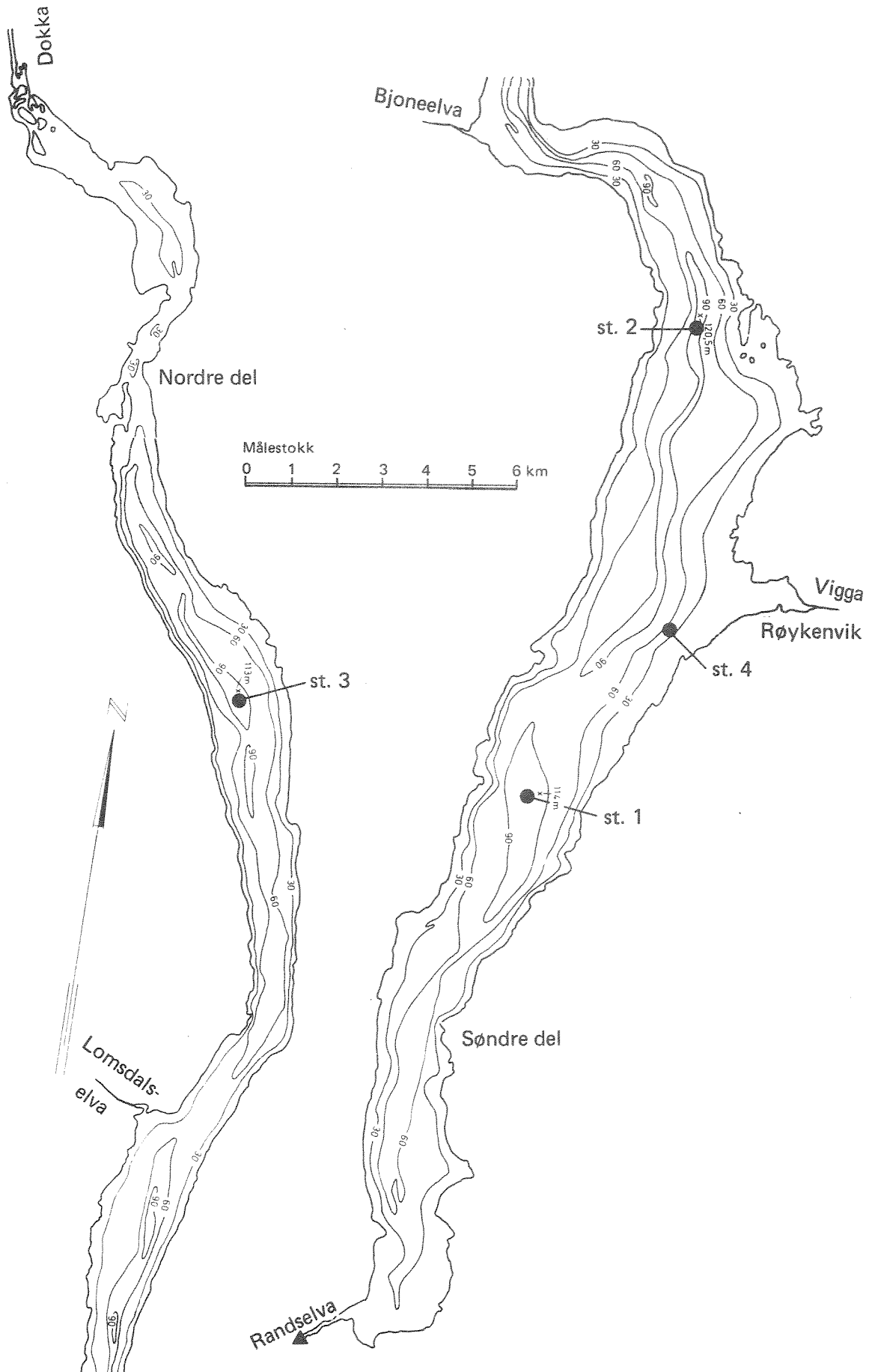


Fig. 5.1.1 Randsfjorden. Dybdekart

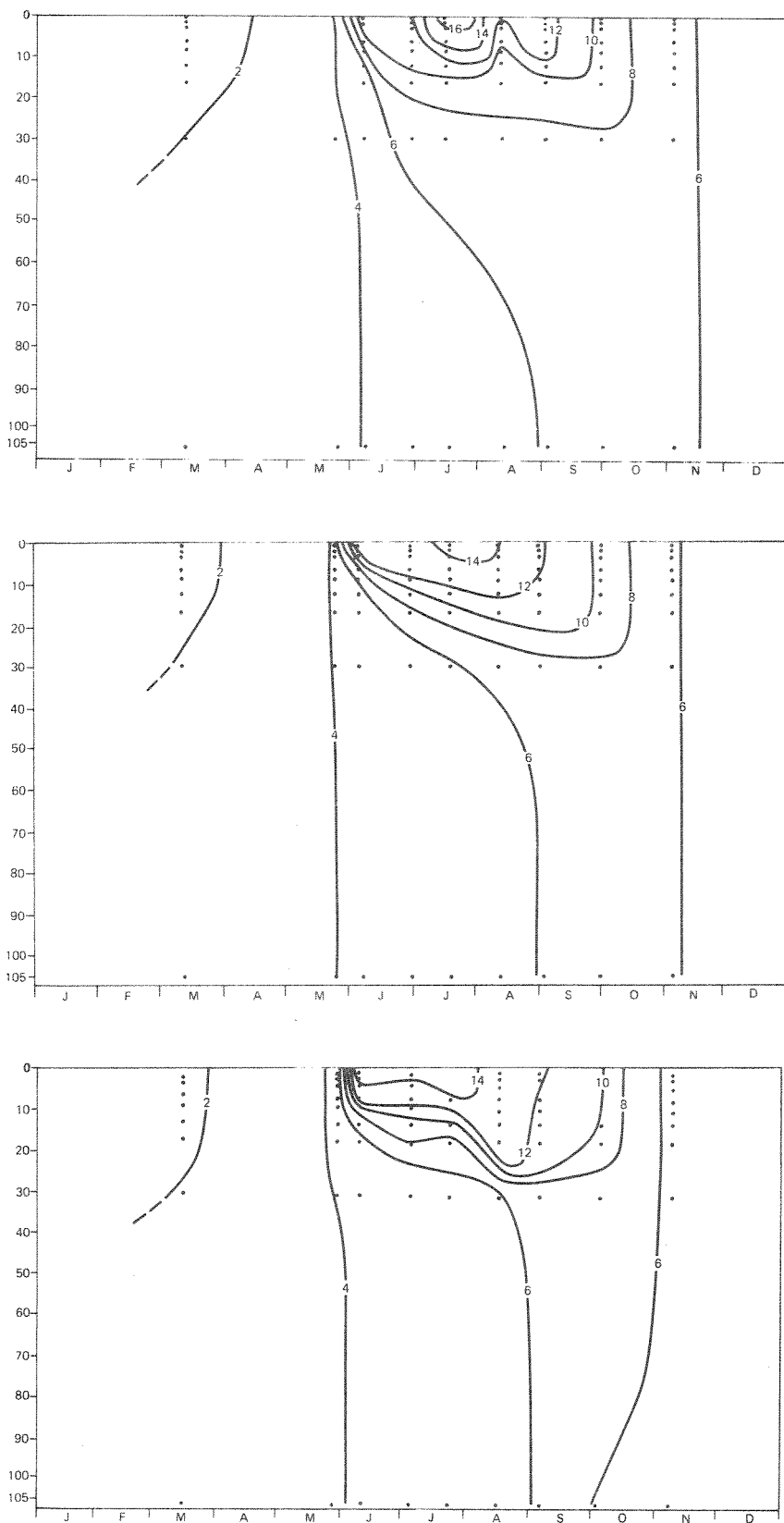


Fig. 5.1.2 Temperaturutviklingen ved 3 stasjoner i 1979.

5.1.1 Temperatur

Det teoretiske grunnlaget for forståelse av temperaturgangen i en innsjø er i en viss utstrekning diskutert i årsrapporten for Randsfjordundersøkelsen 1978.

I fig. 5.1.2 er vist temperaturisopleter for de ulike stasjonene i 1979. Tilsvarende for st. 1 i 1980 finnes i fig. 5.1.3. Den forskjellen som kan sees i temperaturutviklingen ved stasjonene er uttrykk for effekten av strømninger, vindoppstuvning og lokale klimatiske forskjeller. Imidlertid gir variasjonsmønsteret inntrykk av en jevnere utvikling gjennom året enn det en kan finne ved hyppigere prøvetaking.

Avkjølingen av de øvre vannmassene ved st. 1 i august 1979 samsvarer med en oppvarming av de øvre vannmassene ved st. 3. Dette har sammenheng med vindretning fra sør med påfølgende oppstuvning av overflatevann i nord. Kaldere dypvann kommer dermed opp til overflaten i sør. Slik oppstuvning fører til indre bølger (Årsrapporten 1978). En prøvetakingsfrekvens på 3 uker er ikke tilstrekkelig for registrering av disse fenomener. Kontinuerlige temperaturregistreringer er utført av NIVA i juni og juli 1978 og av NVE i 1979. En grafisk presentasjon av NIVAs målinger kan finnes i vedlegget. Disse dataene er også brukt i årsrapporten for 1978 for å etterprøve en matematisk strømningsmodell for Randsfjorden.

Vannets varmeinnhold var noe større sommeren 1980 enn det var i 1978 og 1979, som var somre med lavere temperatur og mer nedbør enn et normalår (se kap. 3).

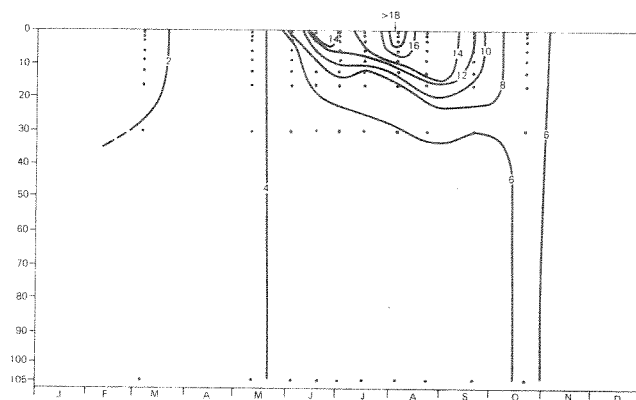


Fig. 5.1.3 Temperaturgangen ved st. 1 i 1980.

5.1.2 Oksygen

Oksygenkonsentrasjoner og metningsprosent er vist i tabeller i vedlegg. Det er høye konsentrasjoner i hele vannmassen året igjennom. De laveste konsentrasjonene er målt på 3-6 m dyp ved st. 3 i begynnelsen av juni 1978. Det er ingen åpenbar forklaring på dette oksygenavtaket. Det kan skyldes nedbrytning av organisk materiale i vannmassene eller målefeil som imidlertid sjelden forekommer ved oksygenanalyser.

Humus tilført fra nedbørfeltet har stor betydning for oksygenforbruket i de dypere vannmassene. Det er imidlertid ingen tegn på at nedbrytning av humus eller organisk materiale produsert i innsjøen gir oksygenforbruk av betydning. Oksygeninnholdet i dypvannet i Randsfjorden reduseres imidlertid til samme nivå som i Mjøsa og Tyrifjorden i stagnasjonsperiodene. Årsaken til dette er dels å finne i Randsfjordens høyere humusinnhold og dels i innsjøens morfometri.

Humustilførselen er konstant over tid, og ingen signifikant endring har funnet sted i oksygenforbruket i Randsfjordens dypvannmasser siden tidligere undersøkelser.

I slike dype innsjøer det her er snakk om må det en vesentlig økning av algeproduksjonen eller tilførselen av organisk materiale til før en endring i oksygenkonsentrasjonen i dypvannet kan registreres.

Algeproduksjonen er ikke stor nok til å gi noen overmetning av oksygen i den trofogene sone. De registrerte overmetningsverdiene i overflatelagene i juni har sannsynligvis rent fysiske årsaker. Oppløseligheten av oksygen i vann synker med økning i temperaturen. Ved en rask oppvarming av vannet kan overmetning oppstå ved at utluftning av vannet ikke finner sted tilsvarende raskt.

Det kan til sammenligning nevnes at Mjøsa (1972-77) og Tyrifjorden (1978-79) oppnådde oksygenmetningsverdier omkring 110% i overflatesjiktet, vesentlig på grunn av algeproduksjonen. Oksygenforholdene i Randsfjorden er generelt preget av at omsetningen av organisk materiale er liten.

5.1.3 Konduktivitet og mineralsalter

Variasjonen i overflatelagets (0-10 m) konduktivitet i 1978 og 1979 er vist for de tre stasjonene og for Dokka (ved Kolbjørnshus) i fig. 5.1.4. Konduktiviteten er generelt økende sydover i Randsfjorden. Ved st. 3 er variasjonene preget av saltfattigere vannmasser fra Dokka. Vårflommen gir et markert avtak i konduktivitet ved st. 3, mens tilsvarende knapt kan registreres ved st. 1. De høyeste konduktivitetsverdiene er målt om vinteren når tilreningsvannet har lengre kontakttid med berggrunn og løsavsetninger som følge av liten vannføring.

Alkaliteten regnet som $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ bidrar totalt med omkring 60% av konduktiviteten.

Ionesammensetningen forøvrig framgår av tabell 5.1.2 og er sammeliknet med andre innsjøer i fig. 5.1.5 i form av polygondiagrammer.

5.1.4 Alkalitet

Alkaliteten (målt som meq $\text{HCO}_3^-/1$) er relativt lav i Randsfjorden. Det er en markert tendens til høyere alkalitetsverdier sydover i innsjøen (se fig. 5.1.6). Dette har sammenheng med tilførselen av vann som drenerer kambrosilurberggrunnen i de sydligere deler av nedbørfeltet.

Minimumsverdier i alkalitet forekommer om sommeren ved maksimal algeproduksjon.

5.1.5 pH

Til tross for den relativt lave buffringskapasitet mot tilført syre f.eks. fra sur nedbør, viser Randsfjorden ingen tydelige tegn på pH-ændring. pH er stabil omkring nøytralitetspunktet. En viss økning i pH kan registreres om sommeren. Dette er en følge av algenes primærproduksjon.

Det er ingen signifikant forskjell i pH mellom de enkelte stasjonene i innsjøen.

5.1.6 Seston

Innholdet av partikulært materiale i vannmassene er lite, vanligvis godt under 1 mg total tørrstoff/1. Den organiske andelen av det partikulære materialet representerer over 50% av totalmengden det meste av året. Denne

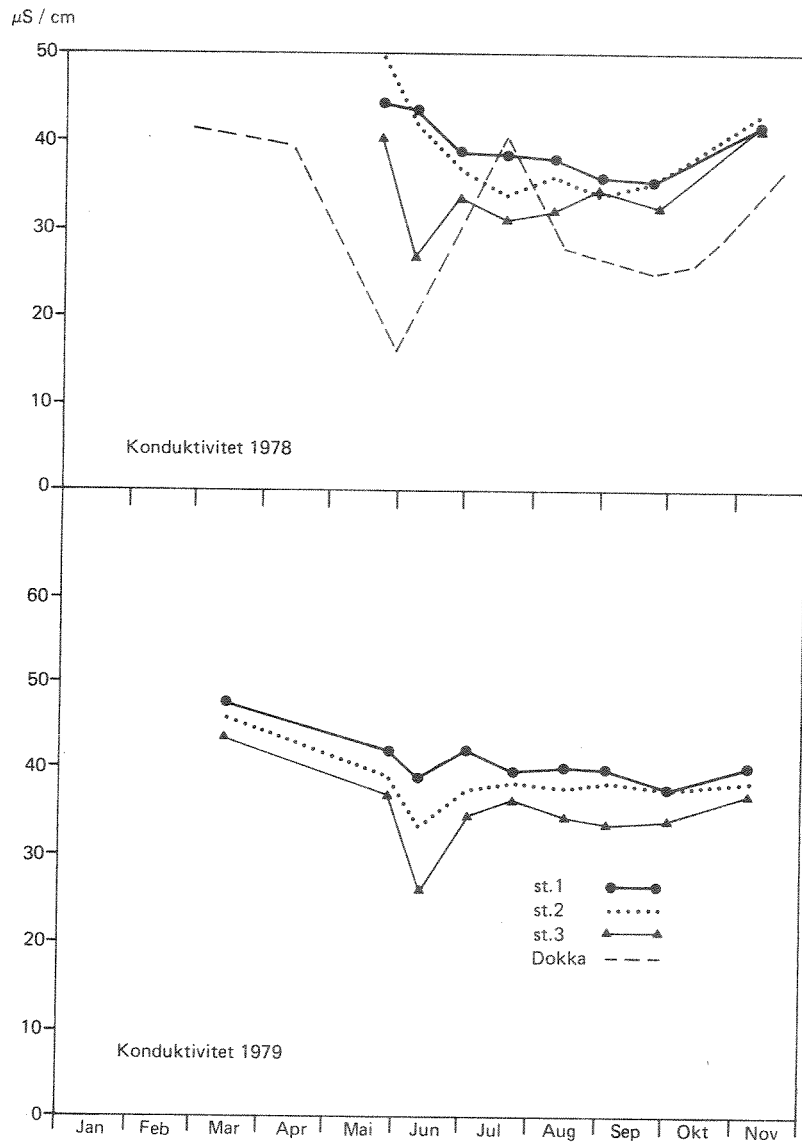


Fig. 5.1.4. Konduktivitet ($\mu\text{S}/\text{cm}$) i Randsfjorden og Dokka i 1978 og 1979.

Tabell 5.1.2 Konsentrasjon av hovedkomponentene fra blandprøve 0-10 m, vår og høst.

Dato	Stasjonsnummer	Kalsium mg Ca/l	Magnesium mg Mg/l	Natrium mg Na/l	Kalium mg K/l	Sulfat mg SO ₄ /l	Klorid mg Cl/l	Konduktivitet
23.5.78	1	7,5	0,77	1,36	0,75	5,3	1,5	44,2
	2	7,5	0,78	1,35	0,90	5,2	1,5	50,0
	3	6,0	0,68	1,20	0,90	5,0	1,5	40,2
9.11.78	1	7,0	0,80	0,95	0,40	6,1	1,6	43,0
	2	6,5	0,80	1,05	0,51	6,1	1,4	41,5
	3	6,5	0,70	0,92	0,40	5,8	1,2	41,5
28.5.79	1	8,9	0,78	1,21	0,49	6,6	2,4	41,9
	2	8,0	0,72	1,11	0,48	6,1	1,7	38,9
	3	7,5	0,68	1,05	0,50	5,8	1,6	36,8
7.11.79	1	6,0	0,73	0,98	0,52	6,3	1,5	40,0
	2	5,6	0,70	0,96	0,50	6,3	1,5	38,1
	3	5,5	0,65	0,90	0,50	5,9	1,6	36,7
14.5.80	1	5,7	0,71	1,02	0,55	5,3	1,5	42,0
22.10.80	1	5,3	0,66	0,91	0,48	6,5	1,5	39,8

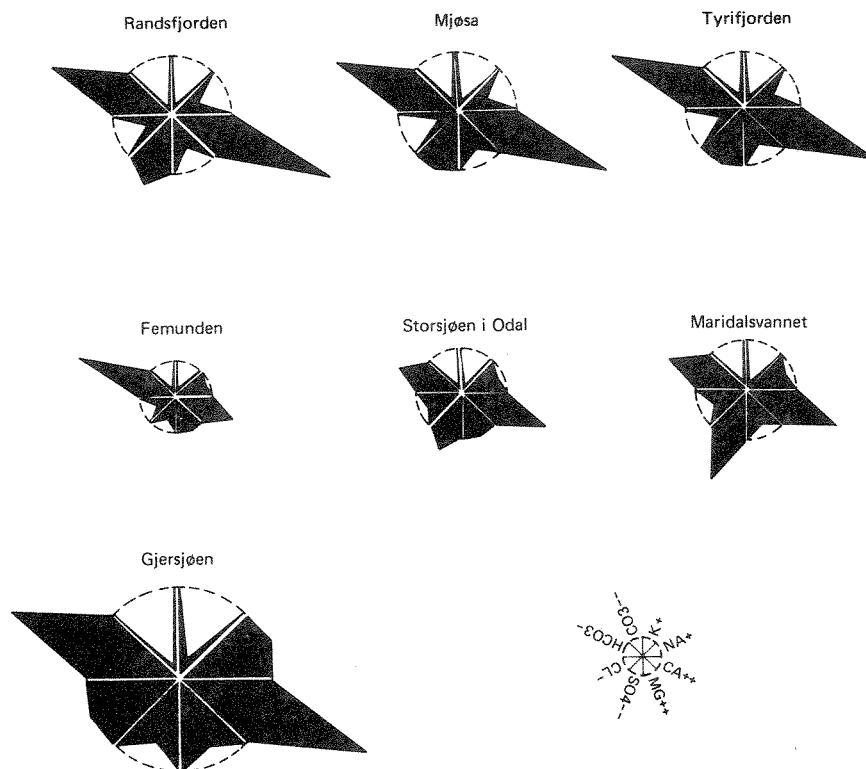


Fig. 5.1.5 Konsentrasjonen av de viktigste ionene (hovedkomponentene) i 7 innsjøer på Østlandet presentert ved polygondiagrammer. Arealet av den stiplede sirkelen representerer den totale ionestyrken, mens arealet innen hver siktør angir andelen av de enkelte ioner.

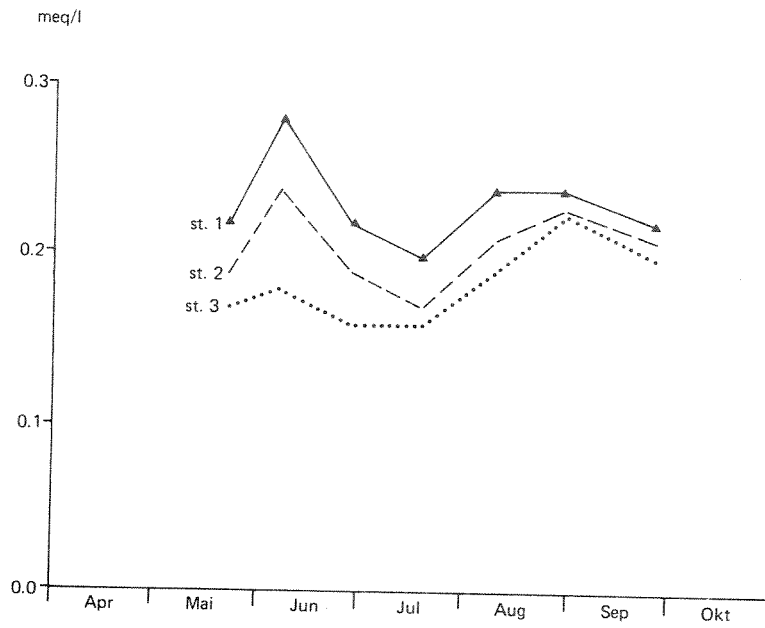


Fig. 5.1.6 Alkalitet ved de tre stasjonene i 1978.

andelen synker imidlertid ofte til under 50% i flomperiodene. Uorganisk materiale spyles da ut i større mengder, og fører til høyere verdier for tørrstoff. Den 6/6-78 er det målt 2,61 mg/l ved st. 3, hvilket er høyeste registrerte verdi.

5.1.7 Turbiditet

Turbiditeten er et mål for vannets innhold av partikler. De høyeste turbiditetsverdiene i Randsfjorden er målt under vårflommen ved stasjon 3. Dette partikulære materialet, som vesentlig er uorganisk, sedimenterer ut før det når st. 2, slik at det ikke observeres noen markert maksimumsverdi der om våren.

Kvaliteten av det partikulære materiale er av stor betydning for turbiditeten. Leirpartikler sprer lyset i større grad enn alger som i det vesentlige absorberer lys.

5.1.8 Farge og KMnO_4 -forbruk

Farge og KMnO_4 -forbruket gir i hovedsak et uttrykk for vannets humusinnhold. Når analysene utføres på ufiltrert vann har også partikkelinnholdet en innvirkning på resultatene.

Det er en markert tendens til avtakende humusinnhold sydover i Randsfjorden. Humusen har sin opprinnelse i myrområder i de nordligste delene av Randsfjordens nedbørfelt som drenerer til Dokka. Avrenningsvannet fra sydligere deler av nedbørfeltet har et lavere humusinnhold.

5.1.9 Næringssalter

Fosfor

Fosforets betydning for algeproduksjonen i innsjøer er fastslått i en rekke vitenskapelige undersøkelser de siste 10-år (Vollenweider 1968, Dillon & Rigler 1974, 1975, Schindler 1977, Schindler et al. 1978). Fosfor er det næringsstoff som finnes i minst tilgjengelige mengder i forhold til organismens behov i de fleste ferskvannslokaliteter. Derfor er fosfor også det

næringsstoff som oftest kommer i underskudd ved planteplanktonproduksjonen slik at veksten og biomassen begrenses av tilgangen på fosfor. Fig. 5.1.7 illustrerer mulige fosforkilder og effekten av tilførselene.

Når konsentrasjonen av total fosfor overskrider en konsentrasjon omkring 10 mg/m^3 , skjer ofte betydelige endringer i planktonsamfunnets artssammensetning. Blågrønnalgene får en mer dominerende plass. I Mjøsa kom eksempelvis årsmiddelkonsentrasjonene av fosfor opp i $10\text{-}12 \text{ mg/m}^3$ i perioden 1972-1976 og blågrønnalgen *Oscillatoria bormetii* f. *tenius* ble snart den dominerende arten i planktonsamfunnet om høsten. Denne utviklingen ble ytterligere forsterket av klimatiske forhold i 1975 og 1976, og førte til at omfattende rensetiltak måtte settes i verk ("Mjøsaksjonen").

I Randsfjorden ligger fosfor-konsentrasjonen på et noe lavere nivå enn i Mjøsa, og nær deteksjonsgrensen for den foreliggende analysemetodik. I innsjøer av næringsfattig karakter, slik som Randsfjorden, er usikkerheten i resultatene derfor relativt stor. Variasjonene i fosforkonsentrasjonen er derfor i stor utstrekning knyttet til den metodiske usikkerheten. Det er på denne bakgrunn ikke tilstrekkelig grunnlag for å foreta en vurdering av årstidsvariasjoner, forskjell mellom de enkelte stasjoner eller variasjoner i forholdet mellom de ulike fraksjoner av fosfor. Det samlede materialet gir imidlertid et godt grunnlag for å fastslå innsjøens generelle næringsstatus.

Som vist i tabeller i vedlegget, varierer tot. P-konsentrasjonen mellom 3 og 8 mg/m^3 . Det midlere konsentrasjonsnivået for året ligger på $4\text{-}5 \text{ mg/m}^3$ ved alle tre stasjoner. Det kan ikke pekes på noen entydig endring av konsentrasjonsnivået i løpet av de tre årene undersøkelsen har vart. Det synes heller ikke å ha vært endringer i forhold til tidligere undersøkelser. Eventuelle høyere målte konsentrasjoner ved tidligere undersøkelser har trolig sin forklaring i den utvikling som har funnet sted innenfor analysemetodikken.

Nitrogen

For total nitrogen og nitrat er det en entydig konsentrasjonsøkning sydover i innsjøen (fig. 5.1.8). Det er sannsynlig at landbruket er av størst betydning for denne tendensen. Vigga, som ved utløpet har ca. 3 ganger så store konsentrasjoner som Randsfjorden, har avgjort stor

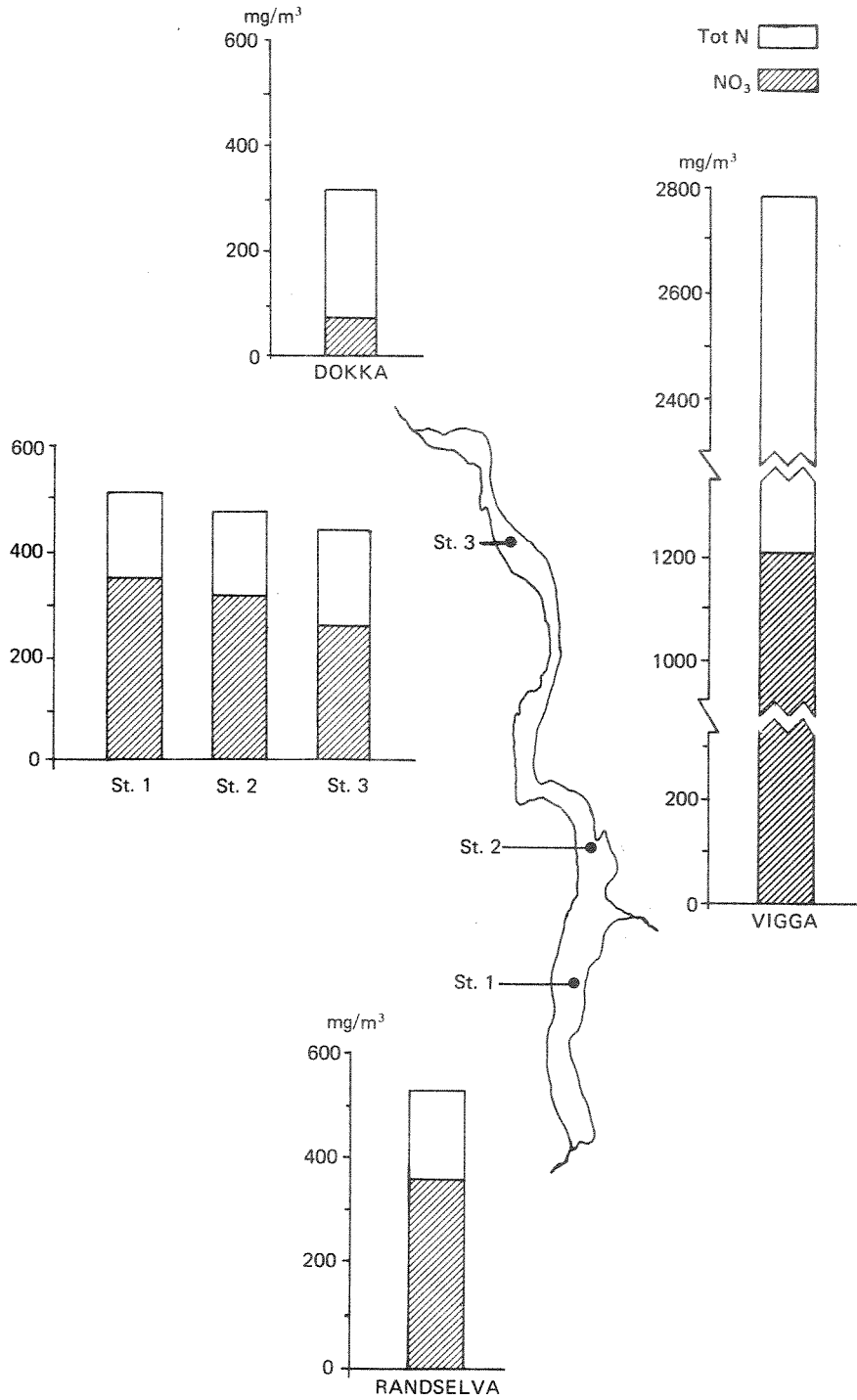


Fig. 5.1.8 Konsentrasjon av nitrat og total-N i Dokka, Vigga, Randselva og i 3 stasjoner i Randsfjorden.

betydning for økningen i søndre del av innsjøen. Nitratkonsentrasjonen er av samme størrelsesorden som i Mjøsa og Tyrifjorden. Det er imidlertid ikke så store årstidsvariasjoner som i Mjøsa der nitratforbruket på grunn av algeveksten gir betydelig avtak i konsentrasjonen i veksts sesongen.

Nitrogen/fosfor - forholdet i Randsfjorden er av størrelsesorden 100 : 1 hvilket er langt større enn det tilsvarende forholdet i alger. Maksimal utnyttelse av begge næringssaltreserver oppnås ved et N/P-forhold omkring 12 : 1. Dette understreker at det er tilgangen på fosfor som først vil begrense algeproduksjonen av disse to næringssaltene.

Silikat

Silikatkonsentrasjonen er høy i Randsfjorden, over 3 mg SiO₂/l om våren (tabell i vedlegg). I Mjøsa ligger konsentrasjonen under vårsirkulasjonen på 1,7 mg/l og i Tyrifjorden i overkant av 2 mg/l. I Mjøsa er det kraftig nedgang i silikatkonsentrasjonene om sommeren som følge av kiselalgenes vekst, og den underskrider konsentrasjonsnivået på 0,5 mg/l som er antatt grense der tilgjengeligheten blir så liten at veksten begrenses. Dette synes å gi blågrønnalgene en konkurransemessig fordel (Holtan, 1979).

I Randsfjorden er silikatkonsentrasjonen høy hele produksjonssesongen igjennom. Den bringes ned til omkring 2,6 mg/l, og noen vekstbegrensning av kiselalgene som følge av lite tilgjengelig silikat er ikke aktuell under dagens forhold. Tilgangen på fosfor begrenser produksjon på et tidligere stadium.

5.1.10 Lyssvekking og siktedyp

I årsrapporten for 1978 er observasjonene av lysets svekking under vann framstilt i form av relative lyssvekkingskurver. Disse observasjonene og de tilsvarende observasjoner for 1979 og 1980 er i bearbeidet form framstilt i tabell i vedlegg.

Samlet gir observasjonene inntrykk av et relativt stabilt lysklima i Randsfjorden. Det er relativt liten variasjon i det dypet der 1% av lyset er tilbake. Dette dypet er bestemt av vannets partikkel- og humusinnhold og er uavhengig av innstrålingen (I_0) like under vannoverflaten.

I fig. 5.1.9 er vist variasjonene over tid i ekstinksjonskoeffisientene for totallyset (PAR) i de øvre vannmassene (ca. 0-4 m) ved hver stasjon. Forandringene i lysklimaet er størst ved st. 3 der turbiditeten og humusinnholdet har de største variasjoner over året. Spesielt kan bemerkes den sterkere lyssvekkingen under vårflommen.

Siktedypet er målt ved å senke en hvit skive (Secchi-skive) nedover i vannet og er uttrykt med det dyp der den ikke lenger er synlig fra overflaten. Siktedypsvariasjonene i Randsfjorden er større enn variasjonene for den relative lyssvekkingen. Denne forskjellen gjenspeiles av store variasjoner i hvor mye lys som er tilbake i siktedyps nivået. Fig. 5.1.10 viser alle observasjonene av siktedyp plottet mot de tilsvarende observasjoner av prosent lys i siktedyps nivå.

Avgjørende for hvor mye lys som er tilbake ved siktedypet er størrelsesforholdet mellom spredningseffekten og absorpsjonseffekten på siktedypet. Økende betydning av spredning gir mer lys ved siktedypet. Det er mindre lys tilbake ved siktedyps nivå ved st. 3 enn ved st. 1 og 2 samtidig som siktedypet generelt er noe lavere ved st. 3. Denne sammenhengen gir klare indikasjoner om at siktedypet reduseres mot nord i Randsfjorden først og fremst på grunn av økende humusinnhold.

Det partikulære materialet består dels av uorganiske partikler, dels detritus og dels levende plankton. Observasjoner av algebiomassen målt som klorofyll ved st. 1 er framstilt sammen med siktedypet i fig. 5.1.10. Det er en

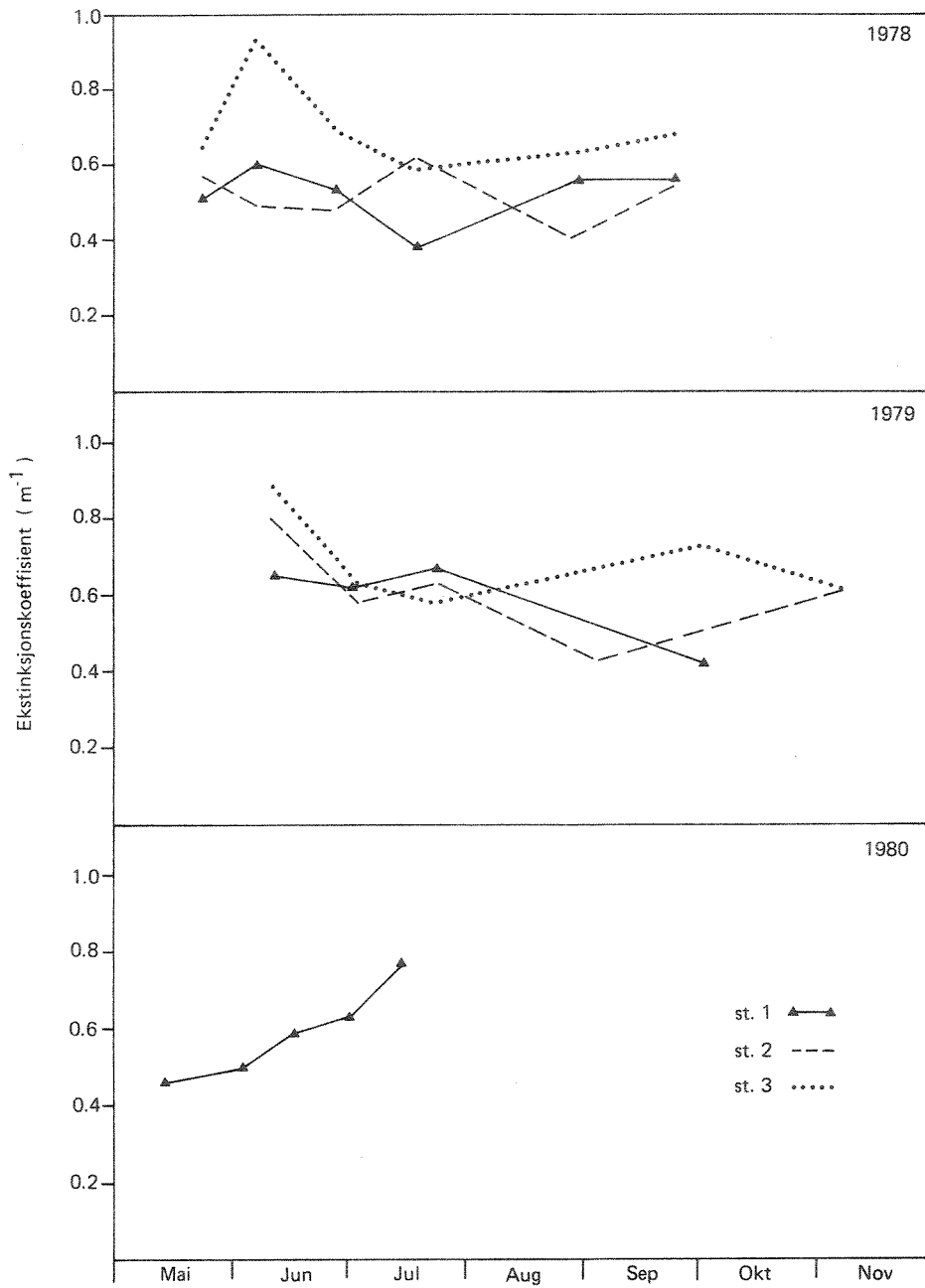


Fig. 5.1.9 Vannets lyssvekning (ekstinksjonskoeffisient) i undersøkelsesperioden.

klar sammenheng mellom variasjonen i siktedyp og variasjonen i klorofyll. Spredningen av observasjonen viser imidlertid også klart at andre faktorer enn klorofyll i vesentlig grad bidrar til variasjonen i siktedyp.

I fig. 5.1.11 er avgrenset de områder der observasjonene fra Mjøsa 1979 og Tyrifjorden 1979 faller innenfor. Randsfjorden har generelt et lavere siktedyp i forhold til klorofyllkonsentrasjonen sammenlignet med Mjøsa og Tyrifjorden. Årsaken til dette er Randsfjordens høyere humusinnhold.

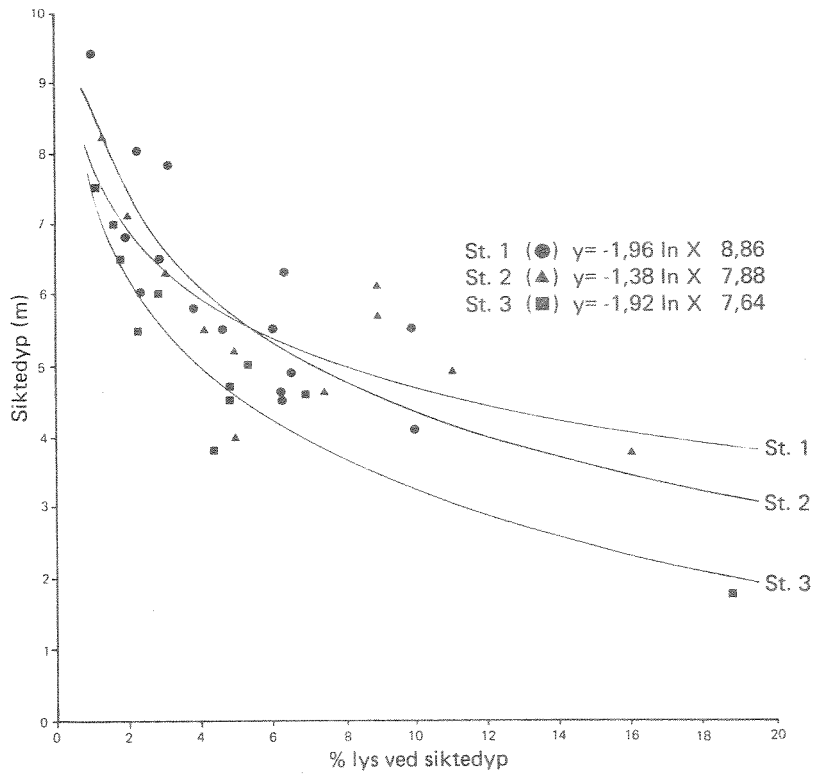


Fig. 5.1.10 Forholdet mellom siktedyp og lysintensitet ved siktedypet.

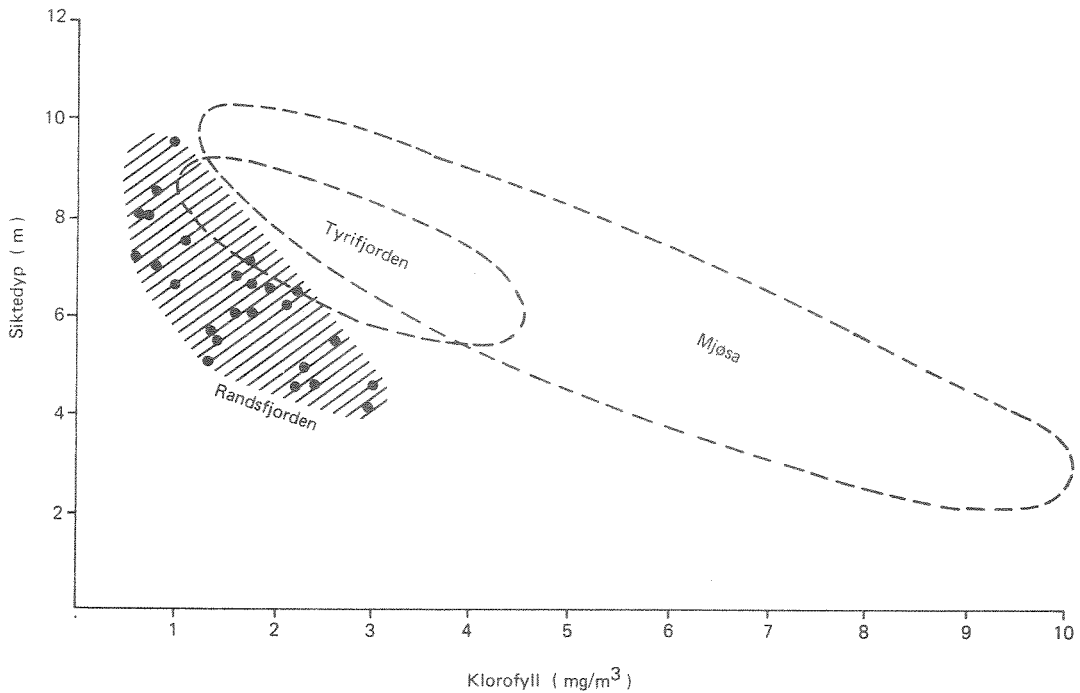


Fig. 5.1.11 Siktedyp plottet mot klorofyllkonsentrasjon fra st. 1 de tre årene. Hver observasjon markert med et fylt punkt, mens området for samtlige observasjoner er anvist med skravur. Tilsvarende områder for observasjoner fra Mjøsa og Tyrifjorden er angitt med prikket linje.

5.2 PLANTEPLANKTON

Planteplanktonet i Randsfjorden er analysert fra blandprøver mellom 0 og 10 meters dyp. I 1978 og 1979 ble det tatt prøver fra 3 stasjoner i innsjøen, mens det i 1980 kun ble tatt prøver ved stasjon 1, dvs. stasjonen sørvest for Røykenvika (fig. 5.1.1). Konsentrasjonen av planteplankton er angitt som "volum", dvs. med enhet mm^3/m^3 . Dette tilsvarer i praksis "mg alger pr m^3 vann".

5.2.1. Totalkonsentrasjon

Totalkonsentrasjonen av planteplankton (summen av de forekommende arter) på stasjon 1 er presentert i figur 5.2.1. Verdiene varierte stort sett mellom 50 og $400 \text{ mm}^3/\text{m}^3$, noe som er karakteristisk for dype, næringsfattige innsjøer (jfr. Årsrapport for 1978, fig. 8.1.1.).

Maksimalverdien lå noe lavere i 1980 enn i 1978 og 1979. Både i 1978 og 1979 var maksimalverdiene resultat av gulalge-oppblomstringer i begynnelsen av juni måned. Slike oppblomstringer er ofte kortvarige, og en liknende "gulalgetopp" kan også ha forekommet i 1980 mellom to prøveserier (prøver ble tatt med ca. 14 dagers mellomrom).

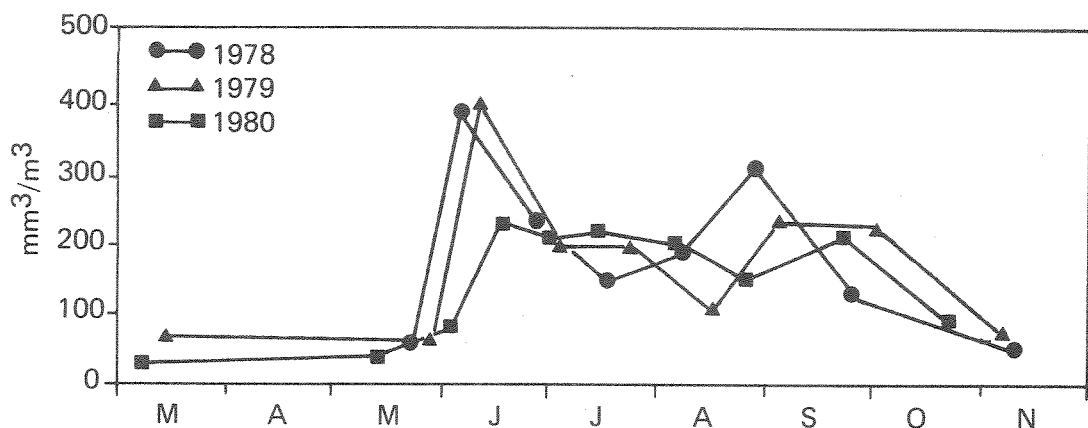


Fig. 5.2.1. Totalkonsentrasjon av planteplankton ved st. 1, 1978, 1979 og 1980.

Fra et volum rundt $50 \text{ mm}^3/\text{m}^3$ under is og tidlig på våren, økte volumet raskt hvert år i juni måned til $200\text{--}400 \text{ mm}^3/\text{m}^3$. Midt på sommeren avtok algevolumet for så å øke igjen på sensommeren/tidlig høst. I månedskiftet oktober/november var volumet igjen redusert til omtrent samme nivå som før våroppblomstringen startet. Slike mer eller mindre utpregete vår- og høstmaksima er karakteristiske for store og næringsfattige innsjøer, og kan relateres til næringssaltkonsentrasjoner; klimatiske forhold (lys, temperatur), og dyreplanktonets beitepress. Verdien fra 5.8.80 er noe usikker og antakelig for lav. I disse prøvene var det mye rester av alger (cryptomonader) som kan ha blitt ødelagt som følge av dårlig fiksering. Den 5.3.80 ble det ikke tatt prøver på stasjon 1, og verdier fra stasjon 2 er derfor benyttet i figurene.

5.2.2. Artssammensetningen

Planteplanktonets artssammensetning og de forskjellige algegruppers utvikling gjennom sesongen var relativt lik fra år til år (fig. 5.2.2). De to dominerende algegruppene var gulalger og cryptomonader. Disse gruppene utgjorde med ett unntak minst 50% av totalvolumet (50–90 %). Gulalger og cryptomonader dominerte i 1978, men hadde mindre betydning i 1979 og 1980. Gulalgene utgjorde ca. 50% av totalvolumet i juni-juli 1978 og 1979. Seinere i vekstsesongen avtok gulalgene mens cryptomonadenes andel økte. Også i de tidlige prøvene under is utgjorde cryptomonadene en relativt stor andel av totalvolumet.

Resultatene fra 1980 viste mindre tydelig vekslings mellom de to algegruppene gjennom sesongen. Som nevnt kan dette skyldes at en "gulalge-topp" har funnet sted mellom to prøvetakinger. Kiselalger og fureflagellater representerte under hele undersøkelsesperioden en mer beskjeden del, henholdsvis mindre enn 30% og mindre enn 20% av totalvolumet. Grønnalger og blågrønnalger hadde svært liten kvantitativ betydning. Blågrønnalgene var representert ved trådformete (bl.a. *Oscillatoria agardhii*) og kuleformete, kolonidannende arter (f.eks. *Gomphosphaeria naegeliana*, *Aphanocapsa* sp.). En annen småcellet koloniform (blågrønnalge eller bakterie) forekom i ganske stort antall i noen prøver (ca. $6 \cdot 10^7$ celler/l den 5.8.80), men på grunn av lite cellevolum utgjorde den alltid mindre enn 6% av totalvolumet.

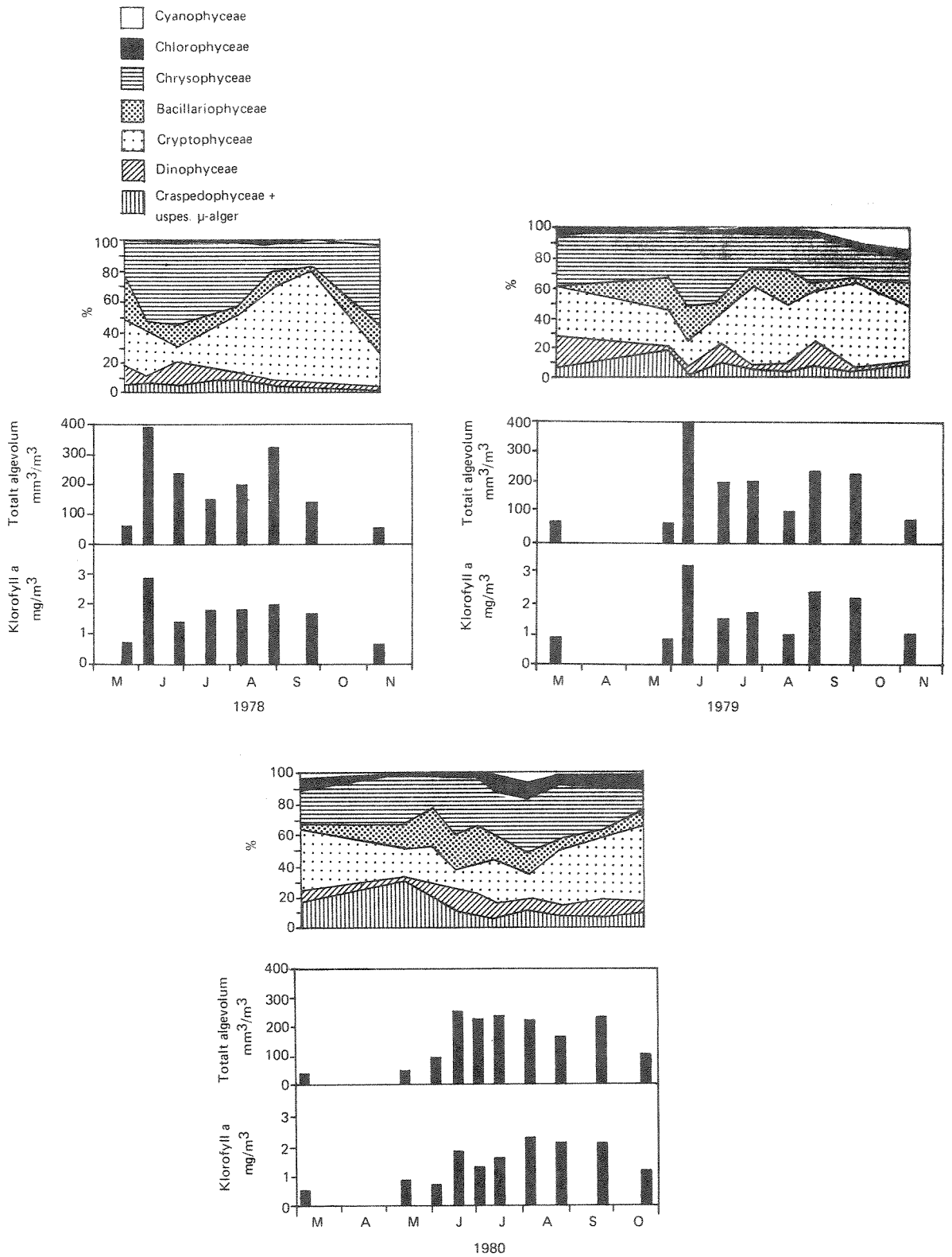


Fig. 5.2.2. Fordeling av algegruppene, totalvolum og klorofyllkonsentrasjon i 1978 - 1980.

5.2.3. Klorofyll

Klorofyllkonsentrasjonene på stasjon 1 for årene 1978-1980 er vist i figur 5.2.3. Under vekstsesongen varierte verdiene mellom 0,5 og 3,0 mg Chl a/m³. Stort sett varierte klorofyll-konsentrasjonen i takt med algevolümet, og de lave verdiene understreker Randsfjordens næringsfattige karakter. Vertikalserier viste ubetydelige klorofyllvariasjoner i 0-20 m sjiktet.

Fig. 5.2.4 viser veid årsmiddel for klorofyll på de tre prøvetakingsstasjonene. Det ser ut til å være en ganske stabil situasjon med hensyn til algebiomasse i Randsfjorden. Ved st. 3 bidro den kortvarige men kraftige gulalgeoppblomstningen i 1979 til en betydelig økning i middelverdien fra 1978 til 1979.

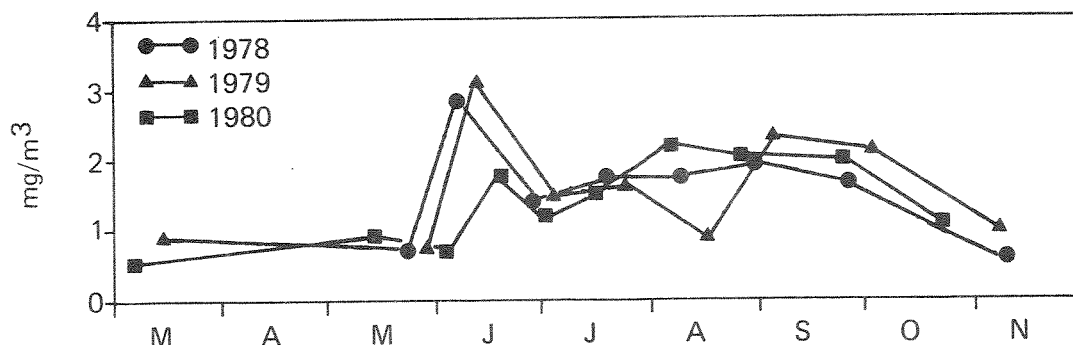


Fig. 5.2.3. Klorofyllkonsentrasjon (0-10 m) ved st. 1 i 1978, 1979 og 1980.

5.2.4. Sammenlikning med andre innsjøer

Figur 5.2.5 viser total algevolümet for Randsfjorden, Tyrifjorden og Mjøsa i vekstsesongene 1978, 1979 og 1980. Mjøsa viser en tydelig reduksjon i algevolümet i 1980, mens Randsfjorden i likhet med Tyrifjorden ligger på omtrent samme nivå i nevnte treårsperiode.

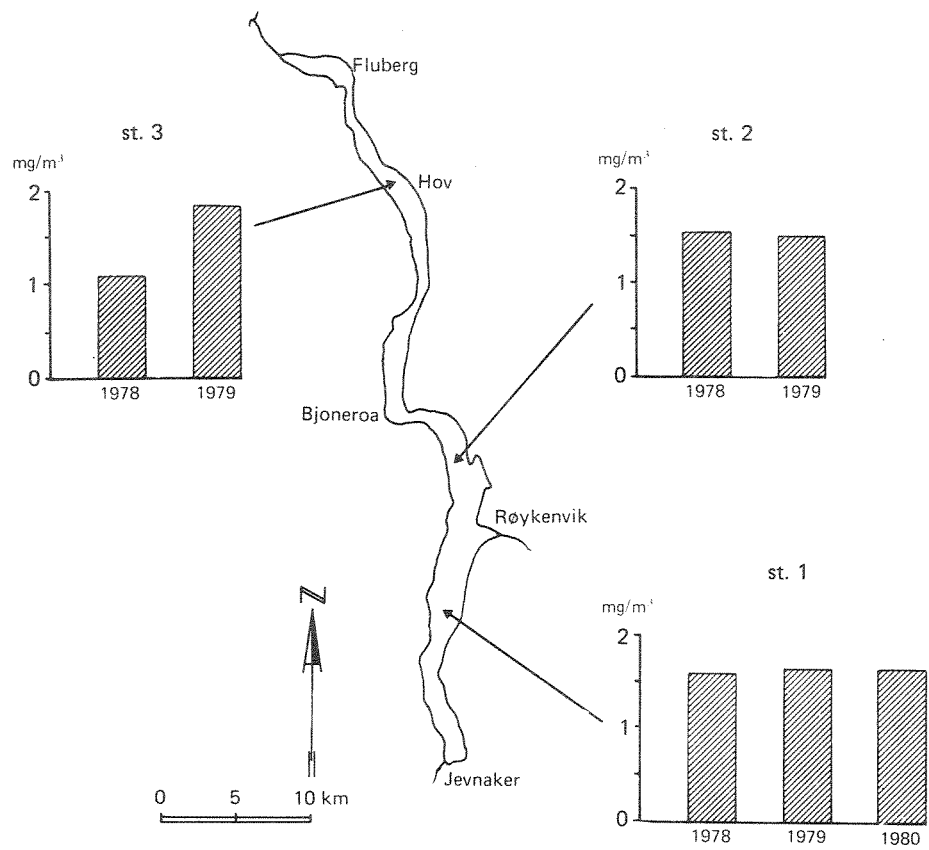


Fig. 5.2.4. Beregnet klorofyllkonsentrasjon (veid middelværdi) for produksjonssesongen 1978, 1979 og 1980.

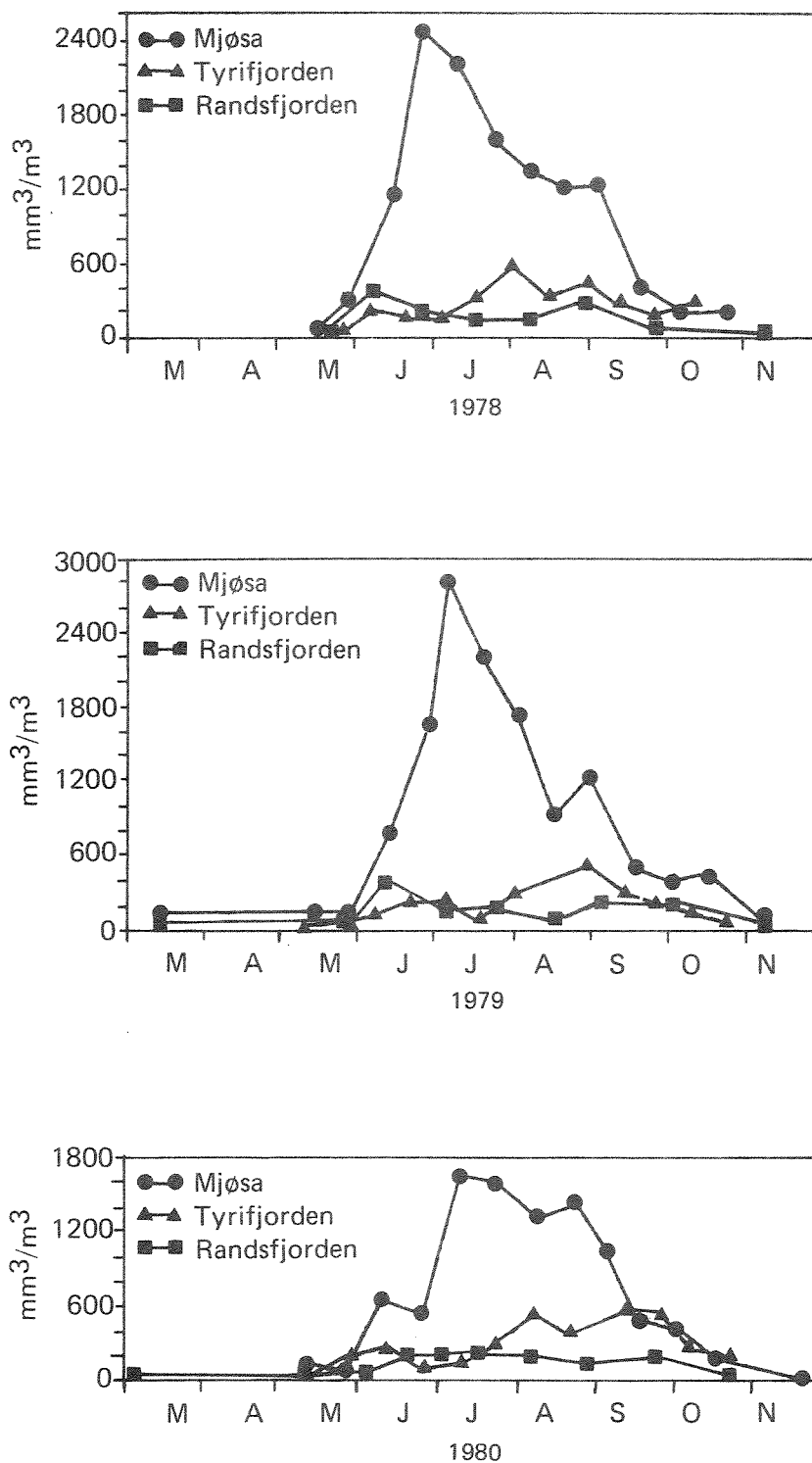


Fig. 5.2.5. Konsentrasjon av planteplankton i sentrale deler av Mjøsa, Tyrifjorden og Randsfjorden i 1978, 1979 og 1980. (Blandprøver 0-10 m).

Midlere klorofyllkonsentrasjon i produksjonssesongen er beregnet for utvalgte innsjøer på Østlandet (fig. 5.2.6). Klorofyllkonsentrasjonen i Mjøsa var i 1976 $4,8 \text{ mg/m}^3$ og i 1979 $3,5 \text{ mg/m}^3$. Målsettingen for Mjøsaksjonen er at innholdet av totalt klorofyll ikke vesentlig skal overstige 2 mg/m^3 for produksjonssesongen mai-oktober (NIVA 1980). I Tyrifjorden var middelkonsentrasjonen for 1980 $2,4 \text{ mg/m}^3$ mens den i Randsfjorden altså ligger omkring $1,5 \text{ mg/m}^3$. Disse resultatene viser klart Randsfjordens næringsfattige og ennå relativt upåvirkede tilstand.

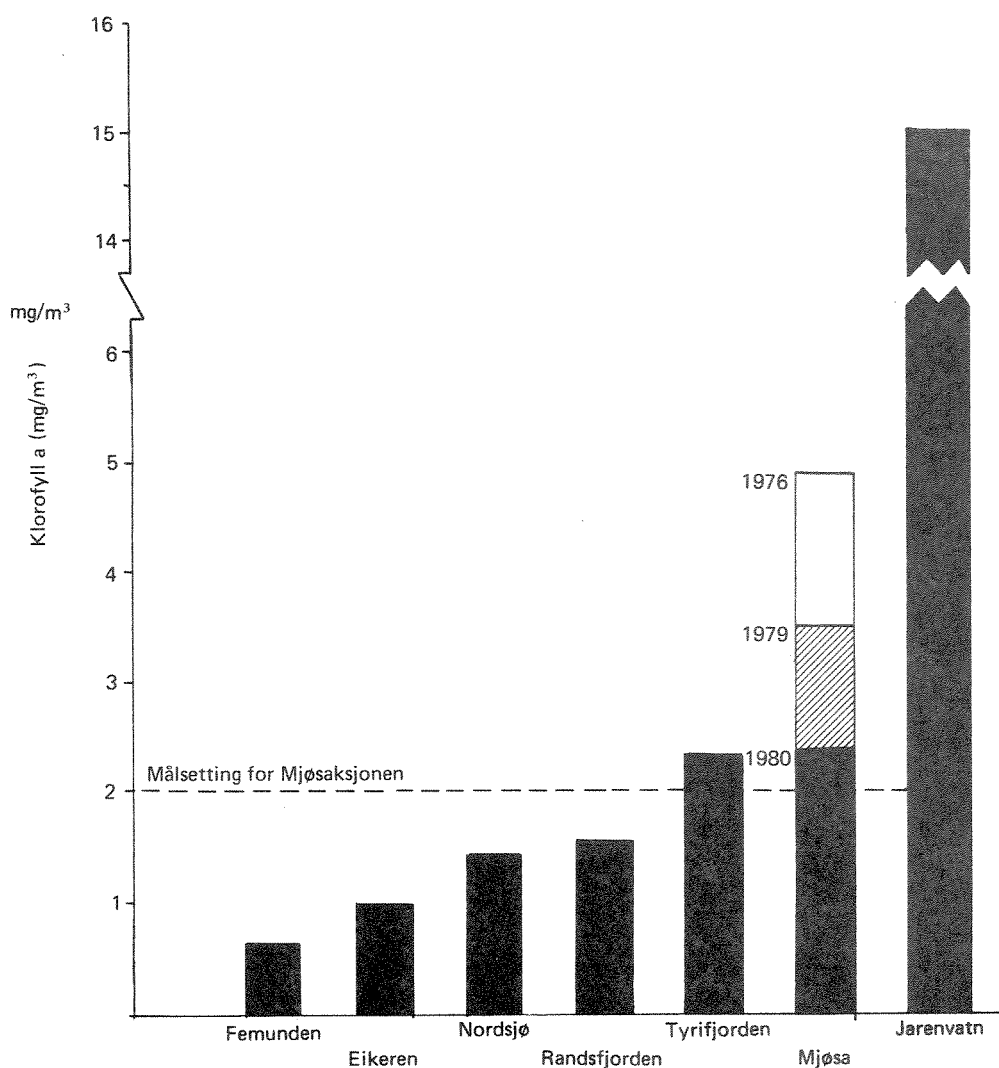


Fig. 5.2.6. Beregnet midlere klorofyllkonsentrasjon i produksjonssesongen i utvalgte østnorske innsjøer.

5.2.5 Primærproduksjon

Fytoplanktonets primærproduksjon er bestemt ved C^{14} -metodikk. Innsjøvann fra de aktuelle prøvetakingsdyp er tappet på 120 ml glassflasker, tilsatt 0,4 μ l C^{14} -løsning og eksponert for lys i ca. 4 timer ved de respektive dyp. Hele volumet ble filtrert på laboratoriet og aktiviteten på filtrerne målt i væskescintillator. Beregning av dagsproduksjonsverdiene er utført etter en metode basert på Gächters kurve beskrevet av Faafeng og medarbeidere (1981).

Resultatene er framstilt i fig. 5.2.7 og figurer i vedlegget. Maksimal dagsproduksjon er målt til 144 mg $C/m^2 \cdot d$ den 5/8 1980. Midlere dagsproduksjon for produksjonssesongen er ca. 70 mg $C/m^2 \cdot d$ hvilket tilsvarer en årlig produksjon på ca. 15 g $C/m^2 \cdot \text{år}$. Til sammenlikning var primærproduksjonen i Mjøsa i 1975 og 1976 nær 100 g $C/m^2 \cdot \text{år}$, mens den i 1979 var nede i ca. 20 g $C/m^2 \cdot \text{år}$. Målsettingen for Mjøsaksjonen var å bringe årsproduksjonen ned i under 30 g $C/m^2 \cdot \text{år}$. I Tyrifjorden var årsproduksjonen i 1979 38 g $C/m^2 \cdot \text{år}$.

Produksjonsmønsteret var som det framgår av fig. 5.2.7, noe forskjellig de tre årene undersøkelsen pågikk. Som følge av det forholdsvis varme klimaet på forsommeren 1978 og 1979 nådde produksjonen raskt et nivå der den holdt seg relativt stabil utover sommeren. I 1980 var produksjonsmønster preget av en jevnt økende produksjon mot en maksimalverdi under varmeperioden i slutten av juli.

Vertikalfordelingen i primærproduksjonen på de tre prøvetakingsstasjonene kan være svært ulik, se f.eks. den 11/6 1979 (fig. i vedlegg). Den integrerte produksjonen for hele vannkolonnen er imidlertid nokså lik ved de tre stasjonene, noe økende sørover i innsjøen.

Mens produksjonen de øverste to metrene er begrenset av høy lysintensitet ved st. 1 og 2, er det jevnt økende produksjon mot overflaten ved st. 3. Algebiomassen var der så stor at lysinhibisjon sannsynligvis ble unngått på grunn av selvskygging.

Årsakene til denne høye produksjonen i overflaten er nærmere diskutert i kapitlet om planteplanktonet i Randsfjorden.

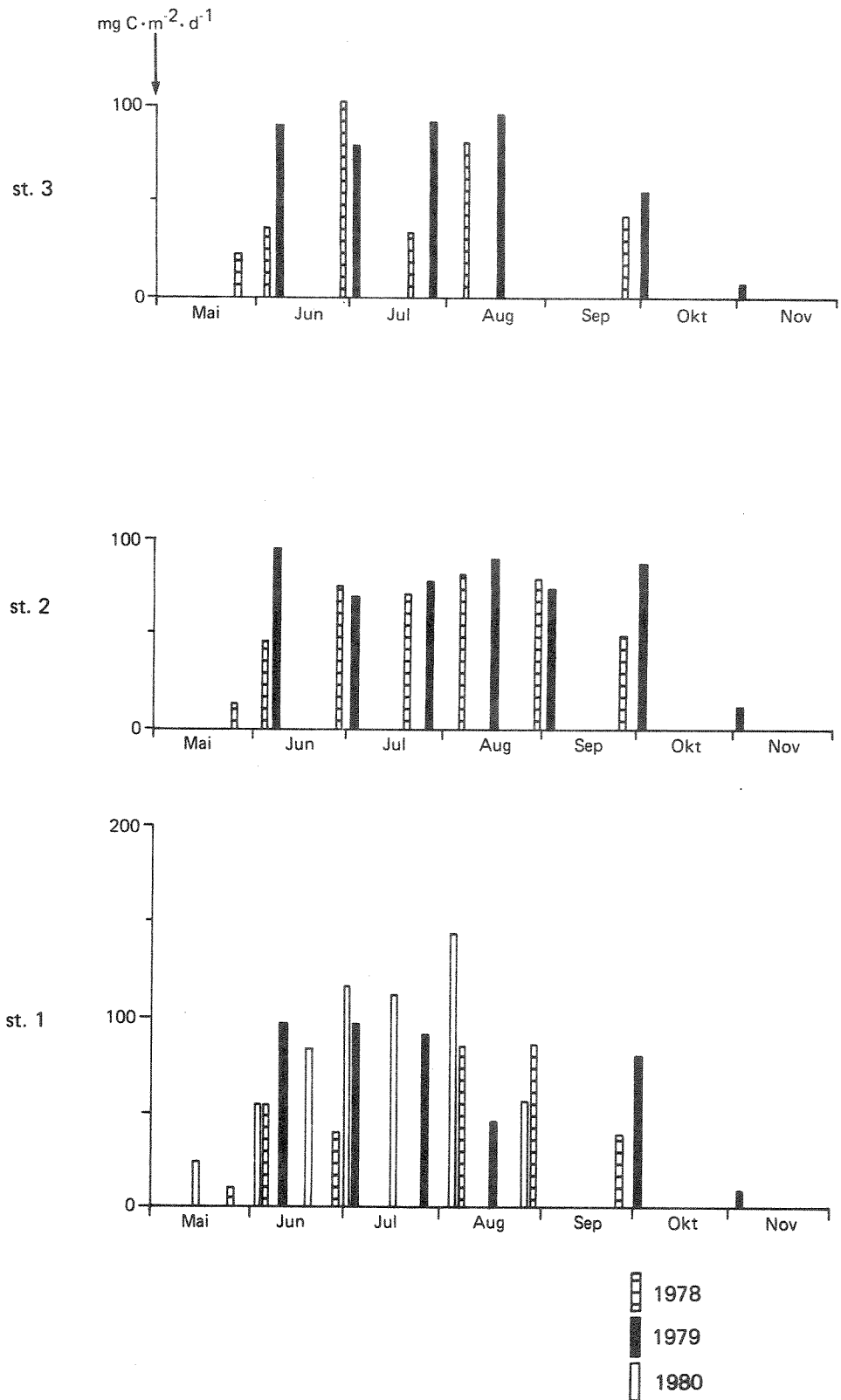


Fig. 5.2.7 Primærproduksjon i Randsfjorden (døgnverdier) ved alle tre stasjoner i perioden 1978-1980.

5.3 DYREPLANKTON

5.3.1 Prøvetaking, metodikk

Dyreplankton ble samlet inn som vertikale håvtrekk fra 0-50 m dyp, i 1978 og 1979 fra alle tre stasjonene, i 1980 bare fra stasjon 1. Håvens maskevidde var 0,095 mm. I tillegg ble det samlet inn en kvantitativ serie den 22. august 1980 på stasjon 1. Prøvene ble da tatt med en 50 liters Schindlerfelle med 0,045 mm silduk.

Resultatene fra håvtrekkprøvene er beregnet til antall individer pr. m² innsjøoverflate. En sammenlikning mellom den kvantitative serien den 22. august 1980 og håvtrekk samme dato viser imidlertid at Schindler-prøvene gir 4-5 ganger høyere individantall enn håvtrekkprøvene. Håvtrekkene må med andre ord først og fremst betraktes som kvalitative prøver, men de gir samtidig informasjon om relative forskjeller i mengden av krepsdyrplankton til forskjellige tider av året.

5.3.2 Hjuldyrplankton (Rotatoria)

I håvtrekkprøvene er hjuldyrene bestemt til art eller slekt og mengden er grovt anslått. I de kvantitative prøvene fra 22. august 1980. (figur 5.3.1 og tabell i vedlegg) er fordelingen av artene ned til 50 meters dyp beregnet.

Det ble funnet i alt 9 arter/slekter av hjuldyr ved denne undersøkelsen (tabell i vedlegg). De vanligst forekommende var *Kellicottia longispina*, *Asplanchna* spp., *Synchaeta* spp., *Polyarthra* spp. og *Conochilus* spp. Hjuldyrene opptrådte sjelden i særlig store mengder, og de fleste artene/slektene som ble registrert er vanlige i såvel næringsfattige som mer næringsrike innsjøer. En art, *Ploesoma hudsoni*, blir gjerne betraktet som indikator på oligotrofe (næringsfattige) forhold.

Ved undersøkelsene av Randsfjorden i 1961, 1963 og 1967 ble det registrert 4 av de artene/slektene som er funnet ved denne undersøkelsen (Holtan 1970). Det ble foretatt bare fire innsamlinger i løpet av disse 3 år, så dette materialet er for spinkelt til å si om artssammensetningen av hjuldyrplanktonet kan ha forandret seg noe i løpet av denne perioden.

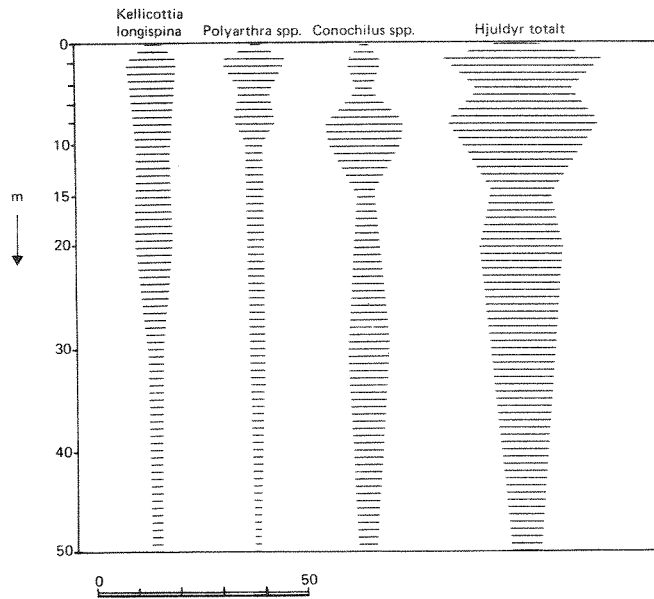


Fig. 5.3.1 Horisontalfordeling av hjuldyrplankton (rotatorier) den 22. august 1980 på stasjon 1.

Tabell 5.3.1

Krepsdyrplankton (Crustacea) funnet i Randsfjordens frie vannmasser i perioden 1978-80.

Hovedgruppe, art	Lengde voksne ind.	Forekomst	Ernæringsmåte	Forhold til planktonspisende fisk, stadium som spises
HOPPEKREPS (Copepoda 6 stk.)				
CALANOIDA 3 stk.				
Limnocalanus macrurus G.O. Sars	2,5 mm	+++	Grov filtrator	(Naup), cop. og voksne spises spesielt senhøstes, vinter og vår
Heterocope appendiculata G.O.Sars	2,2 mm	++	Omnivor	(Naup), cop. og voksne, sensommerform som oppholder seg i øvre vannlag
Eudiaptomus gracilis (G.O. Sars)	1,5 mm	+++	Gro filtrator	Naup, kan spises av siklarver, ellers cop. og voksne, som regel viktig fiskeføde
CYCLOPOIDA 3 stk.				
Mesocyclops leuckarti (Claus)	1,3 mm	++	Omnivor	Cop.- voksne, sommerform, som regel liten betydning som fiskeføde
Cyclops scutifer G.O. Sars	1,3-1,7 mm	+	Omnivor	Naup, kan spises av siklarver, ellers cop.-voksne, i visse tilfelle viktig fiskeføde
Cyclops abyssorum G.O. Sars	1,3-1,7 mm	(+)	Omnivor	Cop. - voksne
VANNLOPPER (Cladocera) 9 stk.				
Leptodora kindti (Focke)	8,0 mm	+	Karnivor	Juveniler og voksne, viktig fiskeføde når den forekommer i større antall
Diaphanosoma brachyurum (Lievin)	1,3 mm	+	Grov filtrator	Voksne, som regel liten betydning som fiskeføde
Holopedium gibberum Zaddach	2,5 mm	++	Grov filtrator	Juveniler og voksne, viktig fiskeføde, spesielt for røye
Daphnia galeata G.O. Sars	1,4-2,3 mm	+++	Grov filtrator	Juveniler og voksne, viktig fiskeføde
Daphnia cristata G.O. Sars	1,6 mm	+(+)	Grov filtrator	Voksne, mindre betydning som fiskeføde
Bosmina longispina Leydig	0,7-1,3 mm	+++	Grov filtrator	Voksne, viktig fiskeføde
Chydorus sp.	0,6 mm	+ L	Karnivor/omnivor	Voksne, viktig fiskeføde
Polyphemus pediculus (Linné)	1,8 mm	+ L	Karnivor/omnivor	Voksne, viktig fiskeføde spesielt i strandsonen
Bythotrephes longimanus Leydig	2,0-3,0 mm	+	Karnivor	Voksne, viktig fiskeføde hvis den forekommer i større antall

Tabell 5.3.2

Dyreplanktonbiomasse (0-50 m) i Randsfjorden, Tyrifjorden, Mjøsa, uttrykt som gram tørrvekt pr. m² innsjøoverflate.

	Prøvetakingsmetode	Biomasse g/m ²	Referanse
Randsfjorden, maks. 1979	Håvtrekk	0,5	Denne rapport
Randsfjorden, maks. 1979	Håvtrekk	0,5	Denne rapport
Randsfjorden, 22. aug. 1979	Schindler-felle	1,3	Denne rapport
Tyrifjorden, maks. 1979	Clark & Bumpus-felle	2,0	Tyrifjordutvalget 1980
Tyrifjorden, aug. 1979	Clark & Bumpus-felle	1,0-1,6	Tyrifjordutvalget 1980
Mjøsa, maks.	Schindler-felle	8,0	NIVA, 1980, Jotunheimen

5.3.3 Krepsdyrplankton (Crustacea)

I løpet av denne 3-års undersøkelsen ble totalt 15 arter av krepsdyr funnet i de frie vannmasser (tabell i vedlegg). Av disse hører 6 til gruppen hoppekreps (Copepoda) og 9 til gruppen vannlopper (Cladocera). To arter, *Chydorus* spp., og *Polyphemus pediculus* er å betrakte som strandformer, dvs. de oppholder seg bare tilfeldig i de frie vannmasser. Identifikasjonen av hoppekrepsen *Cyclops abyssorum* er noe usikker da bare et fåtall individer er funnet. Ved undersøkelsene i 1961, 1963 og 1967 ble ikke dyreplankton undersøkt spesielt, men det ser ut til at flertallet av de artene som er vanligst nå også ble funnet den gang.

De vanligst forekommende artene er de calanoide hoppekrepsene *Limnocalanus macrurus* og *Eudiaptomus gracilis*, den cyclopoide hoppekrepsen *Mesocyclops leuckarti* og vannloppene *Daphnia galeata* og *Bosmina longispina*. I nordre del av fjorden er dessuten *D. galeata*'s slektning *D. cristata* vanlig om høsten. Horisontalfordeling av 4 av artene ned til 50 meters dyp er listet i fig. 5.3.2.

De enkelte artenes levevis og utvikling er beskrevet i årsrapporten for 1978-undersøkelsen (NIVA 1979). I tabell 5.3.1 har vi framstilt skjematisk artenes størrelse, forekomst i Randsfjorden, og det en ut fra andre undersøkelser kan si om ernæring og forhold til planktonspisende fisk (i Randsfjorden særlig sik).

5.3.3.1 Individtetthet, biomasse

Individtettheten av krepsdyrplankton kan variere mye gjennom sesongen og fra år til år. Det kan også oppstå store forskjeller i individtetthet ved et gitt tidspunkt som følge av vind, strøm og såkalte indre bølger. Sikre vurderinger av dyreplankton kan derfor vanskelig gjøres uten svært grundige og arbeidskrevende undersøkelser. Resultatene fra denne undersøkelsen kan likevel si noe om i hvilken størrelsesorden dyreplanktonmengden i Randsfjorden ligger i forhold til andre store norske innsjøer på Østlandet.

I perioder med maksimal individtetthet varierte det totale antall krepsdyrplankton (ifølge håvtrekkene) stort sett mellom 80.000 og 120.000 pr. m² innsjøoverflate (fig. 5.3.2). En Schindler-serie fra den 31. august 1977

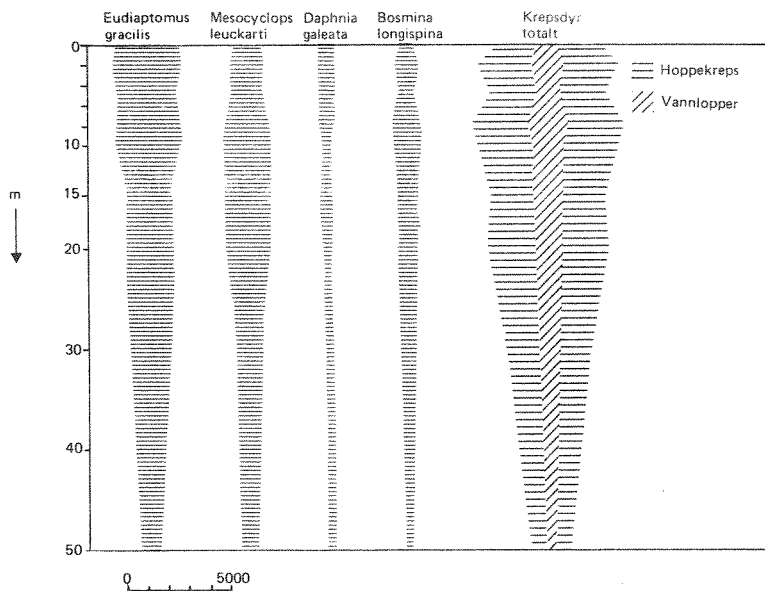


Fig. 5.3.2 Horisontalfordeling av krepsdyrplankton (crustacea) den 22. august 1980 på st. 1.

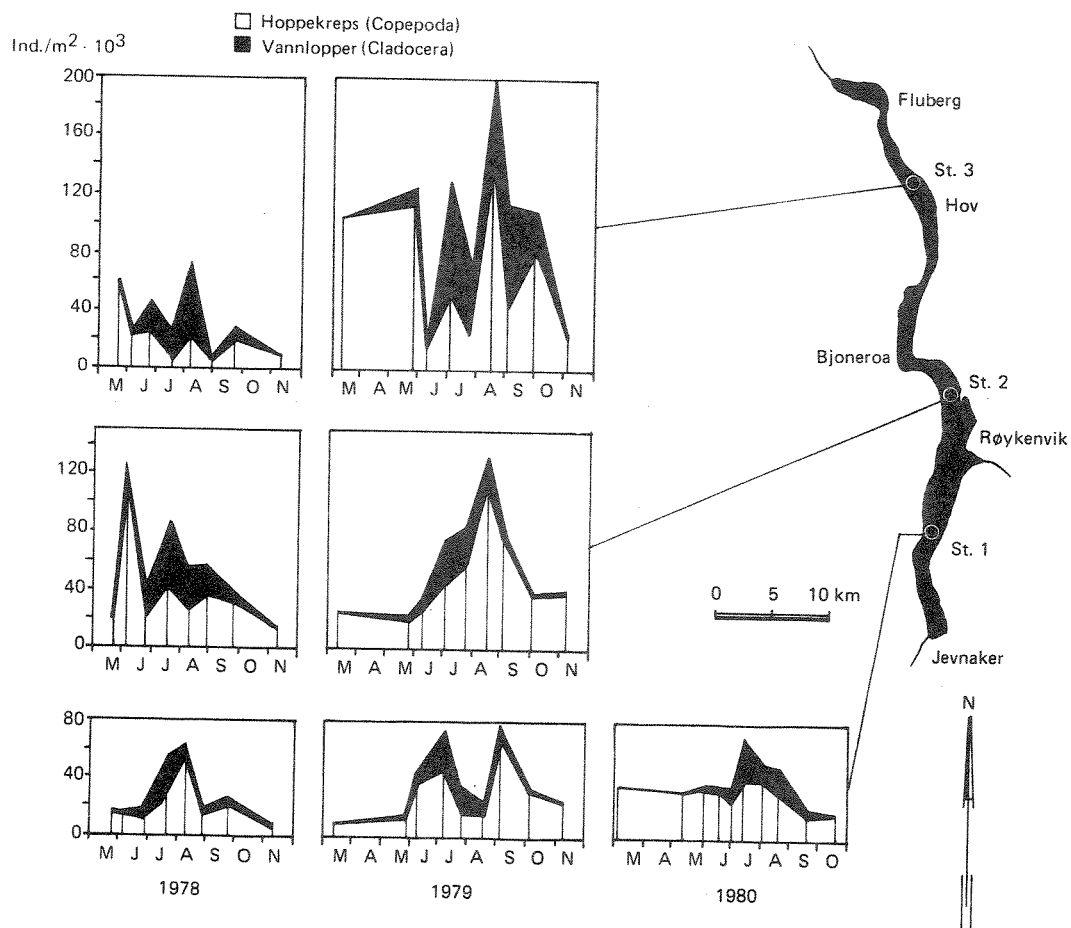


Fig. 5.3.3 Totalantall krepsdyrplankton under 1 m² innsjøoverflate basert på håvtrekk.

ga som resultat 109.170 individer mens det ved den tilsvarende kvantitative serien den 22. august 1980 ble funnet 236.200 dyr pr. m² innsjøoverflate i sjiktet 0-50 m. Til sammenlikning kan det nevnes at det i Mjøsa vanligvis finnes mellom 1 og 1,5 mill. individer pr. m² i perioder med maksimal individtetthet

Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI) har også tatt kvantitative dyreplanktonprøver i 1979 i forbindelse med deres undersøkelser av siken i nordre del av Randsfjorden. Foreløpige tall fra disse undersøkelsene ser ut til å ha samme størrelsesorden som NIVAs resultater for samme periode (Å. Brabrand, pers. oppl.).

Stasjon 3 (lengst i nord) hadde forholdsvis store svingninger i totalantallet (særlig i 1979). En mulig forklaring på dette kan være vindpåvirkning og indre bølger (seiches). Dyreplankton har relativt liten egenbevegelse og vil derfor i stor grad være priggitt vind og strøm.

Størrelsen og dermed massen av dyra varierer mye fra art til art, og for én enkelt art på forskjellige utviklingstrinn. Antall individer behøver derfor ikke å gi noe godt bilde av biomassen til planktonet (massen av levende organismer ved et gitt tidspunkt og på et gitt sted). Det er bl.a. om våren vanlig med et stort antall nauplius-larver av calanoide hoppekreps, men dette gir ikke en tilsvarende høy biomasse ettersom nauplius-larvene er nokså små. En har her foretatt en grov beregning av krepsdyrplanktonets biomasse basert på spesifikke vekter for de forskjellige artene. Til sammenlikning er det tatt med noen verdier for Tyrifjorden og Mjøsa (tabell 5.3.2).

Usikkerheter ved tallene for Randsfjorden ligger særlig i svakhetene ved håvtrekk som kvantitativ metode og fordi det ved opptellingen ikke er skilt mellom små og store kopepoditt-stadier av hoppekreps. Med visse forbehold kan en likevel si at dyreplanktonbiomassen i Randsfjorden synes å ligge på omkring samme nivå som i Tyrifjorden, og betydelig under nivået i Mjøsa.

5.3.4 Sesongforløpet i dyreplanktonet

Utviklingen av dyreplanktonet (artssammensetningen) fulgte i store trekk det samme mønsteret i de tre årene (fig. 5.3.4 og 5.3.5). Dette var karakterisert med fullstendig dominans av *Limmocalanus macrurus* (nauplius-larver), mens isen ennå lå på fjorden i mars. En annen hoppekreps, *Eudiaptomus gracilis*, kom sterkt inn etter at isen var gått i slutten av mai og var den mest tallrike arten storparten av sesongen med isfritt vann. Stasjon 3 hadde en litt lavere andel av *E. gracilis* enn de to andre stasjonene. Vannloppene var best representert om sommeren fra juni til midten av august. Disse utgjorde på det meste ca. 50% av planktonet i den sørlige delen av innsjøen, mens de i nord utgjorde ca. 75% i midten av juli 1978. En tilsvarende fordeling er registrert i Mjøsa, Viktigst blant vannloppene var *Daphnia galeata* og *Bosmina longispina*. Forøvrig var *Holopedium gibberum* vanlig å finne særlig i juni - juli. Den cyclopoide hoppekrepsen *Mesocyclops leuckarti* hadde sitt maksimum i august-september og utgjorde da opptil 30-40 % av det totale individantallet i den sørlige delen av fjorden.

Utover høsten dominerte *E. gracilis* igjen både i 1979 og 1980, men i 1978 var *L. macrurus* også godt representert i høstplanktonet.

Dyreplanktonet på stasjon 3 (ved Hov) skilte seg noe ut fra dyreplanktonet på de to andre stasjonene. *L. macrurus* var mer dominerende og holdt seg lengre utover forsommeren her, det var større og mer uregelmessige svingninger i totalantallet, *Daphnia cristata* hadde en betydelig populasjon i september, og *Bosmina longispina* var langt bedre representert enn på de andre to stasjonene. Det kan være flere mulige årsaker til dette. Blant de antagelig viktigste kan nevnes: Utløpseffekt fra Dokka med forholdsvis kraftige strømmer, tilførsler av dødt organisk materiale med ellevannet og sikens gytevandring med stor fiskebestand og følgelig hardt beitetrykk i dette området om høsten.

Det er vanskelig å forutsi spesielle forandringer i dyreplanktonsamfunnet som følge av eventuelle reguleringer i Etna og Dokka. Det vil først og fremst være avhengig av om det skjer endringer i planteplanktonets sammensetning og mengde, men et endret strøm- og temperaturmønster vil også kunne påvirke dyreplanktonet. Det vil i så fall ha størst betydning i nordre del av fjorden.

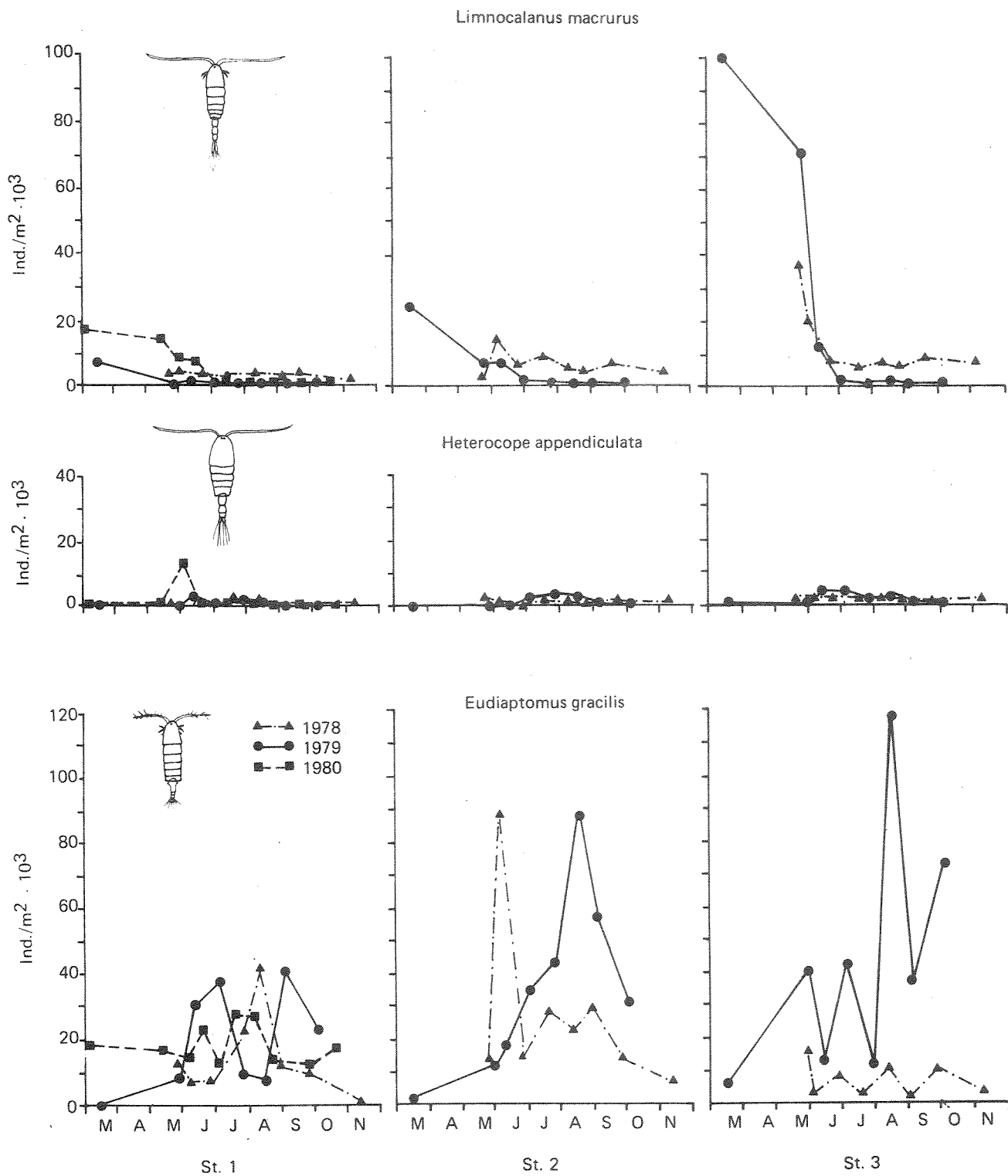


Fig. 5.3.4 Fordeling av de viktigste artene krepsdyr-plankton gjennom 3 år basert på hovtrekk.

Fortsettes.

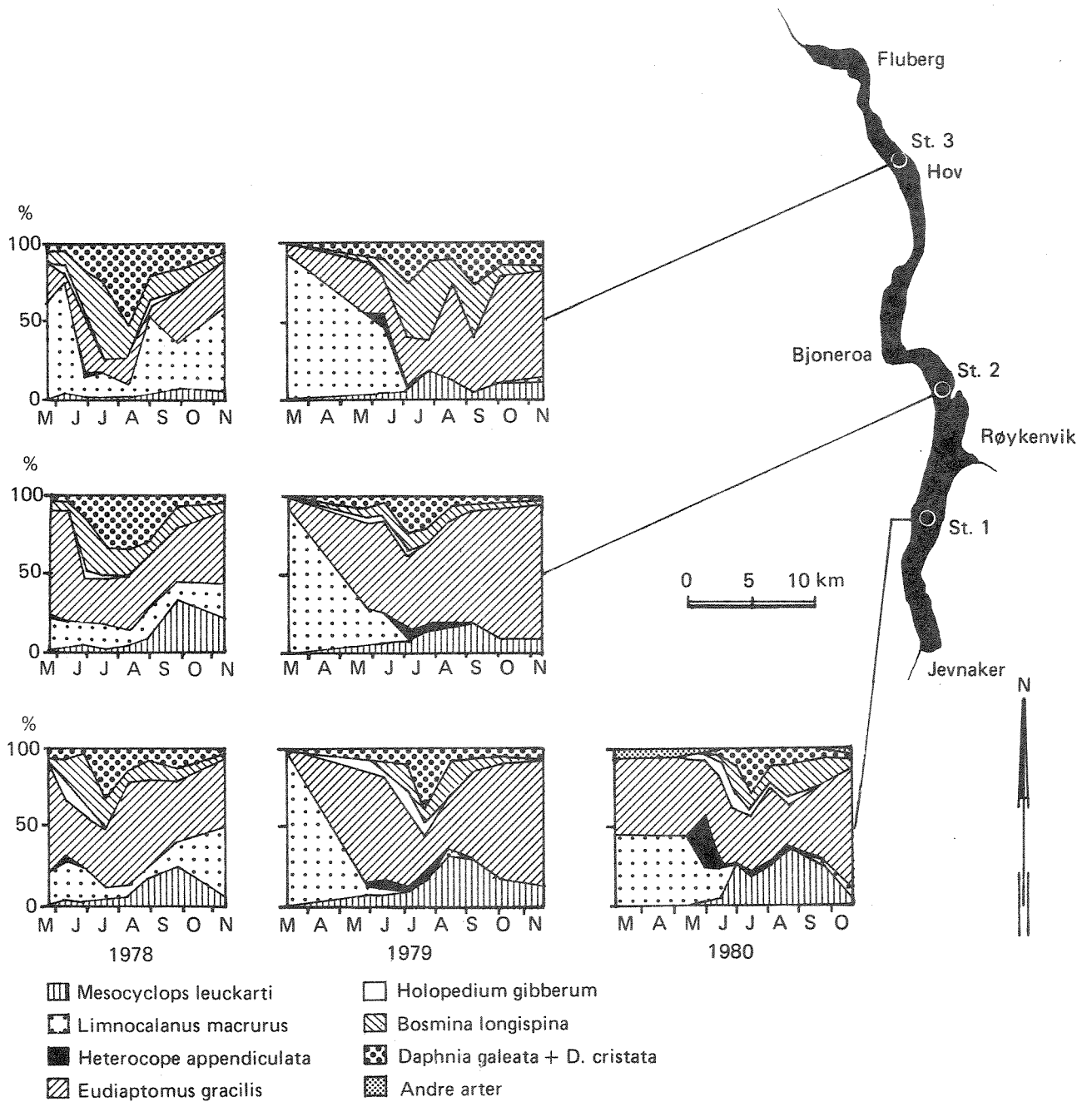


Fig. 5.3.5 Relativ artsfordeling av dyreplankton på 3 stasjoner gjennom undersøkelsesperioden.

En må kunne anta at visse dyreplanktongrupper, kanskje særlig små utviklingsstadier av hoppekreps, er sentral føde for siklarver og -yngel i oppveksten om våren og forsommeren. På denne bakgrunn er det viktig at det blir gjennomført undersøkelser av dyreplanktonet spesielt i nordre deler av Randsfjorden, dersom det blir foretatt kraftreguleringer i Etna og Dokka.

6. HØYERE VEGETASJON

6.1 Innledning

6.1.1 Tidligere undersøkelser

I likhet med de fleste norske innsjøer er det sparsomt med botaniske opplysninger om Randsfjorden.

Braarud m.fl. (1928) nevner artene *Isoetes lacustris*, *Myriophyllum alterniflorum* og *Potamogeton perfoliatus* fra sørenden av Randsfjorden. Disse artene ble funnet i dybdeområdet 1,5-3,5 m. I grunnere vann (< 1,5 m) var bunnen vegetasjonsfri.

I samband med en undersøkelse av Etna-Dokka ble Dokkas delta nord i Randsfjorden undersøkt av Moss og Volden (1980). Den høyere vegetasjonen i deltaet beskrives samfunnsmessig, og det oppgis endel dybdegrensener for de vanligste vannplantene. Dyppest ble *Isoetes echinospora* (til 2,6 m) og *Potamogeton natans* (til 3,5 m) funnet.

Noen opplysninger om vasspest (*Elodea canadensis*) i Randsfjorden er publisert av Rørslett (1977). Vasspest ble der rapportert voksende ned til et dyp av 9,7 m (referert til medianvannstand).

6.1.2 Nåværende undersøkelser av vegetasjon i Randsfjorden

Den raske spredningen av vasspest fra Jarenvatn og ut i Randsfjorden har påkalt betydelig oppmerksomhet. I denne forbindelse er det utført endel registreringer av vasspest og annen høyere vegetasjon i Randsfjorden fra NIVAs side i perioden 1976-1977.

Utbredelsen av vasspest i Randsfjorden er registrert ved en befaring rundt innsjøen høsten 1976. På omkring 30 stasjoner ble strandområdet undersøkt med hensyn på vasspestforekomst. Annen vegetasjon ble notert samtidig.

Kvantitative prøver av vasspest og sediment er samlet inn på endel av lokalitetene.

For å få et bedre inntrykk av undervannsvegetasjonens forekomst er dykking foretatt ved fem stasjoner. Registrering av vannvegetasjonen er her utført ved hjelp av stereofotografering (Rørslett m.fl. 1978).

6.2 Vegetasjon og vannstand

Generelt sett er vannstandsforholdene i en innsjø utslagsgivende for vegetasjonens sammensetning og fordeling. Omfanget av vannstandsvariasjonene og endringene gjennom tiden er av betydning i denne sammenheng.

Randsfjorden er en regulert innsjø, med reguleringsgrenser HRV 134.29 og LRV 131.29. Nominell reguleringshøyde er således 3,0 m.

Årlig varighetskurve for vannstand i perioden 1945-1978 er gitt i fig. 6.1. Medianvannstand ligger ved 2,4 m (VM 435 Randsfjord). Varighetskurven viser at 90- og 10-persentil varighet tilsvarer henholdsvis -1,7 og + 0,5 m nivå i forhold til median vannstand (50-persentil). Det er derfor minst omkring 2,2 vertikalmetre av strandsonen som preges av skiftende tørrlegging og oversvømming.

Årsfordelingen av vannstand (10-, 50- og 90-persentil) er vist i fig. 6.2. Randsfjorden har et regelmessig variasjonsmønster i vannstand, og preges av den kraftige nedtappingen om vinteren.

Normalvannstand om vinteren er omkring 2,6 m lavere enn normal vår-sommer vannstand. Tørrleggingseffekter på vannvegetasjonen må derfor ventes å bli betydelige. Med Randsfjordens variasjonsmønster i vannstand får også frostpåvirkning og iserosjon full effekt i gruntvannsområdene.

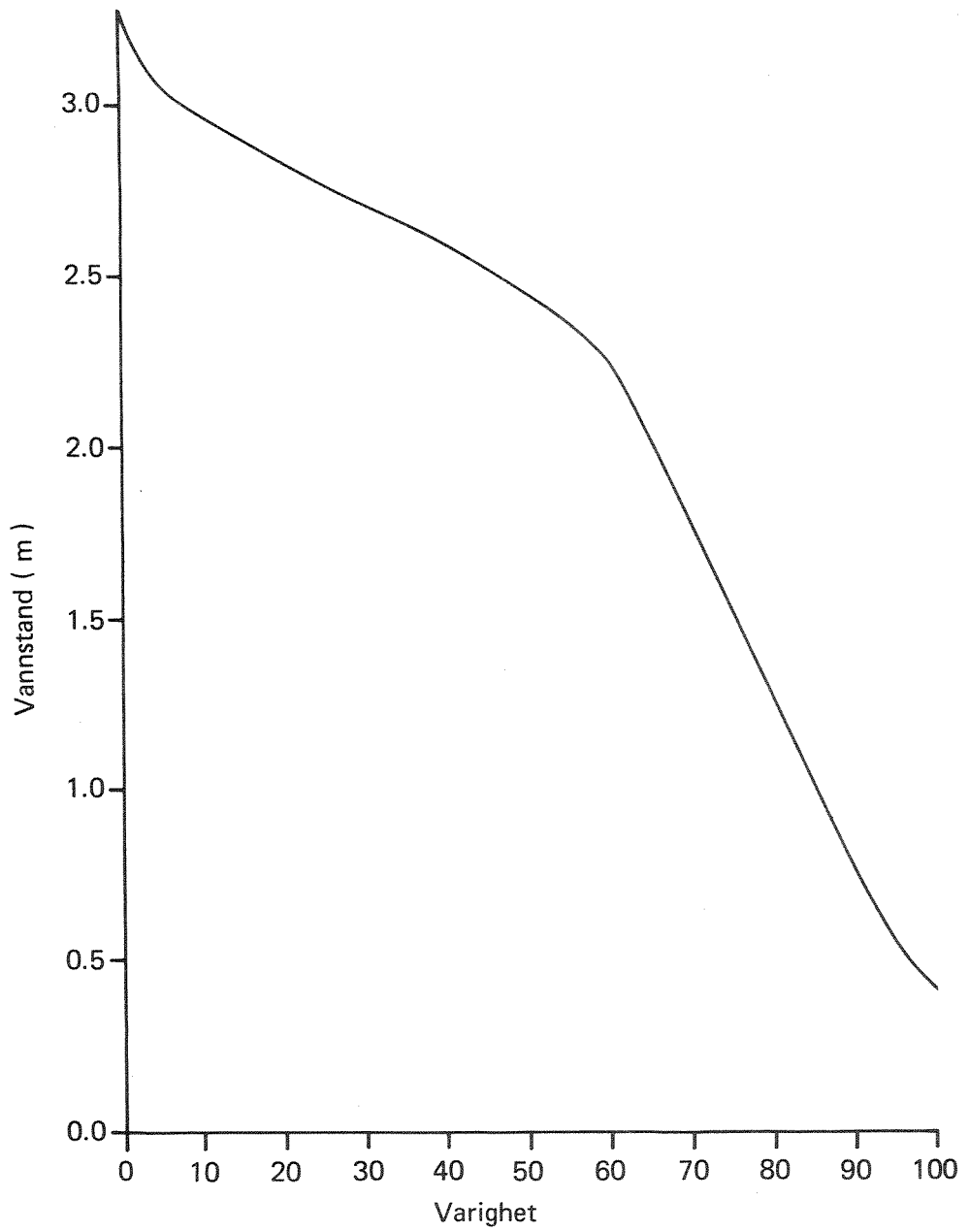


Fig. 6.1 Randsfjorden 1945 – 78
Varighet vannstand

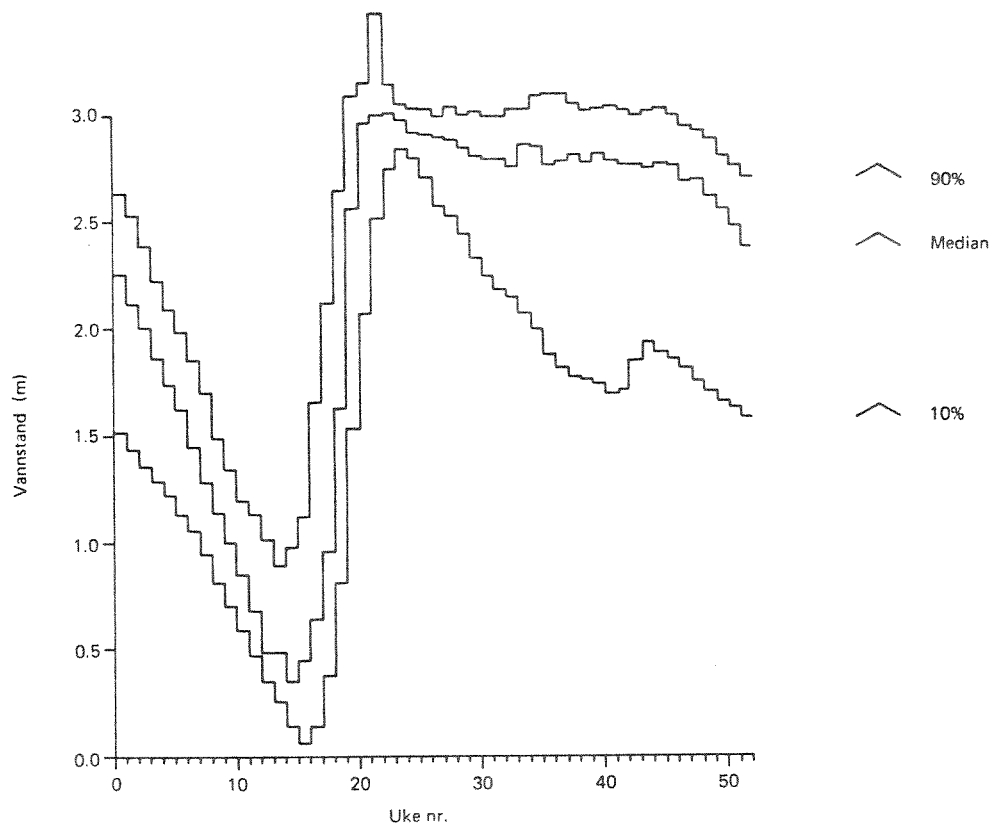


Fig. 6.2 Randsfjorden 1945 - 78 vannstand
10 -, 50 -, og 90 - % varighet.

6.3 Observerte vegetasjonstrekk i Randsfjorden

6.3.1 Artsforekomst

De observerte artene er satt opp i tabell 6.1. Gruppen "helofytter" er vanskelig å avgrense fra landvegetasjonen, og artene som er oppført her kan anses å være de mest typiske representantene.

Artsmessig er Randsfjorden en relativt rik innsjø etter norske forhold. Spesielt kan det store antallet isoetider (kortskuddsplanter) framheves. Mange representanter for denne gruppen er karakterarter for periodevis oversvømte strandområder. De fleste isoetidene i Randsfjorden er klart oligotrofe (lite næringskrivende) arter.

Blant undervannsartene er vasspest (*Elodea canadensis*) den vanligste i Randsfjorden, sammen med vanlig tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*). Forekomst av undervannsvegetasjon i Randsfjorden begrenses ved til dels stor bølgeerosjon langs de utsatte strandområdene. Dette forklarer også den sparsomme forekomsten av flytebladsplanter (nymphaeider) og helofytter. Disse artsgruppene er best representert i mer beskyttede bukter og vikene. Særlig den nordlige delen av Randsfjorden har stedvis rik forekomst av flytebladsplanter. Her finnes også de største forekomstene av helofytter, spesielt i Dokkas deltaområde.

Få av de observerte artene i Randsfjorden kan sies å være spesielt næringskrevende. Forekomsten av *Potamogeton*-arter og vasspest viser at vannmassene har omtrent nøytral reaksjon ($\text{pH} \geq 7$).

6.3.2 Vegetasjonens dybdefordeling

6.3.2.1 Dybdeutbredelse av de enkelte undervannsartene i Randsfjorden

Bilddata fra undervannsfotostasjonene er analysert i henhold til Rørslett m.fl. (1981). Dybdegrensene for hele Randsfjordmaterialet er ført opp i tabell 6.2. Undervannsartene faller i tre adskilte grupper. Kortskuddsplantene *Subularia aquatica* og *Eleocharis acicularis* finnes ned til omkring 2 m dyp. En annen artsgruppe bestående av *Isoetes lacustris*, *Littorella uniflora*, *Myriophyllum alterniflorum* og *Ranunculus peltatus* koloni-

Tabell 6.1 HOYERE VANNVEGETASJON I RAHDSFJORDEN.

FOREKOMSTSKALA:

+	SPORADISK; HER OG DER
++	HOKSA VANLIG
+++	VANLIG

GRUPPE/LATINSK NAVN	NORSK NAVN	FOREKOMST	MERKNAD
ISOETIDER:			
ALOPECURUS AEQUALIS	VASSREVERUMPE	+	OVERSVØMMINGSSPESIALIST
CALLITRICHE VERNA	SMÅVASSHÅR	+	DO.
CRASSULA AQUATICA	FIRLING	+	DO., LEIRET STRAND
ELEOCHARIS ACICULARIS	NÅLSIVAKS	+	
ISOETES ECHINOSPORA	MYKT BRASMEGRAS	+	
ISOETES LACUSTRIS	STIVT BRASMEGRAS	++	OFTE PÅ SANDIG BUNN
JUNCUS BULBOSUS	KRYPSIV	+	MEST GRUNT VANN
LIMOSELLA AQUATICA	EVJEBRODD	+	LEIRET STRAND
LITTORELLA UNIFLORA	TJØNNGRAS	+	
RANUNCULUS REPTANS	EVJESOLEIE	+	
SUBULARIA AQUATICA	SYLBLAD	+	
ELODEIDER:			
ELODEA CANADENSIS	VASSPEST	+++	VANLIGSTE PLANTE I R.F.
MYRIOPHYLLUM ALTERNIFLORUM	VANLIG TUSENBLAD	+++	
NITELLA SPP.	(KRANSALGER)	+	
POTAMOGETON ALPINUS	RUST-TJØNNAKS	+	
POTAMOGETON GRAMINEUS	GRASTJØNNAKS	+	
POTAMOGETON PERFOLIATUS	HJERTETJØNNAKS	++	
RANUNCULUS PELTATUS	STORVASS-SOLEIE	++	
UTRICULARIA MINOR	SMÅBLEREROT	+	
NYMPHAEIDER:			
NUPHAR LUTEA	GUL NØKKEROSE	+	SJELDEN I R.F.
POLYGONUM AMPHIBIUM	VASS-SLIREKNE	+	
POTAMOGETON NATANS	VANLIG TJØNNAKS	+	
SAGITTARIA SAGITTIFOLIA	PILBLAD	+	EUTROF ART
HELOFYTTER:			
ALISHA PLANTAGO-AQUATICA	VASSGRO	+	
CALTHA PALUSTRIS	SOLEIHOV	+	
CAREX ACUTA	KVASS-STARR	+	
CAREX NIGRA	SLATTESTARR	+	
CAREX ROSTRATA	FLASKESTARR	+	
CAREX VESICVARIA	SENNEGRAS	+	
COMARUM PALUSTRE	HYRHATT	+	
ELEOCHARIS PALUSTRIS	SUMPSIVAKS	+	
EQUISETUM FLUVIATILE	ELVESNELLE	++	STØRRE BESTAND I BUKTER
JUNCUS ALPINUS	SKOGSIV	+	
JUNCUS ARTICULATUS	RYLLSIV	+	
LYSIMACHIA THYRSIFLORA	GULLDUSK	+	
LYTHRUM SALICARIA	KATTEHALE	+	
MENTHA ARVENSIS	ÅKERMYNTE	+	
MENYANTHES TRIFOLIATA	BUKKEBLAD	+	
NYOSOTIS LAXA	DIKEFORGLEMMEGETI	+	
SPARGANIUM RAMOSUM	KJEMPEPIGGKNOPP	+	

Tabell 6.2

DYBDEGRENSER FOR UNDERVANNSARTENE I RANDSFJORDEN.
DATA FRA STEREOBILDER VED NIVA 1976-77.
VERDIER I Z-KOORDINATSYSTEM, DVS. NEGATIVE VERDIER BETYR
METER UNDER 0-PUNKT (MEDIANVANNSTAND).

NEDRE GRENSE (M)	TYNGDE- PUNKT (M)	ØVRE GRENSE (M)	ANT. OBS.	ART
-1.9	-1.20	-1.0 #	4	SUBULARIA AQUATICA
	-1.90		1	ELEOCHARIS ACICULARIS
-4.6	-2.30	-0.9	40	MYRIOPHYLLUM ALTERNIFLORUM
-2.7	-2.33	-1.8	41	RANUNCULUS PELTATUS
-2.6	-2.54	-2.3	3	LITTORELLA UNIFLORA
-4.2	-3.07	-2.6	13	ISOETES LACUSTRIS
-14.0	-4.21	-1.7	276	ELODEA CANADENSIS
-9.2	-6.52	-4.3	32	BENTHISKE CYANOPHYCEER
-14.0	-9.79	-2.6	19	SPONGILLA CF. LACUSTRIS (SVAMP)

) FOREKOMMER OGSÅ OVER 0-PUNKT

Tabell 6.3

DYBDETYNGDEPUNKT FOR UNDERVANNSARTENE PÅ ULIKE STASJONER I
RANDSFJORDEN.
DATA FRA STEREOBILDER VED NIVA 1976-77.
VERDIER I Z-KOORDINAT SYSTEM, DVS. NEGATIVE VERDIER BETYR
METER UNDER 0-PUNKT (MEDIANVANNSTAND).

S T A S J O N			TOTALT TYNGDEPUNKT I R.FJ.	ART
VELTA	SLØVIKA	NORDBY		
	-1.84		-1.20#	SUBULARIA AQUATICA
-2.76	-2.27	-2.33	-2.30	MYRIOPHYLLUM ALTERNIFLORUM
-2.60	-2.35	-2.30	-2.33	RANUNCULUS PELTATUS
-2.60			-2.54	LITTORELLA UNIFLORA
-3.07			-3.07	ISOETES LACUSTRIS
-3.45	-3.95	-4.32	-4.21	ELODEA CANADENSIS
	-6.24	-8.03	-6.52	BENTHISKE CYANOPHYCEER
	-11.35	-8.61	-9.79	SPONGILLA CF. LACUSTRIS (SVAMP)

•) FOREKOMMER OGSÅ OVER 0-PUNKT

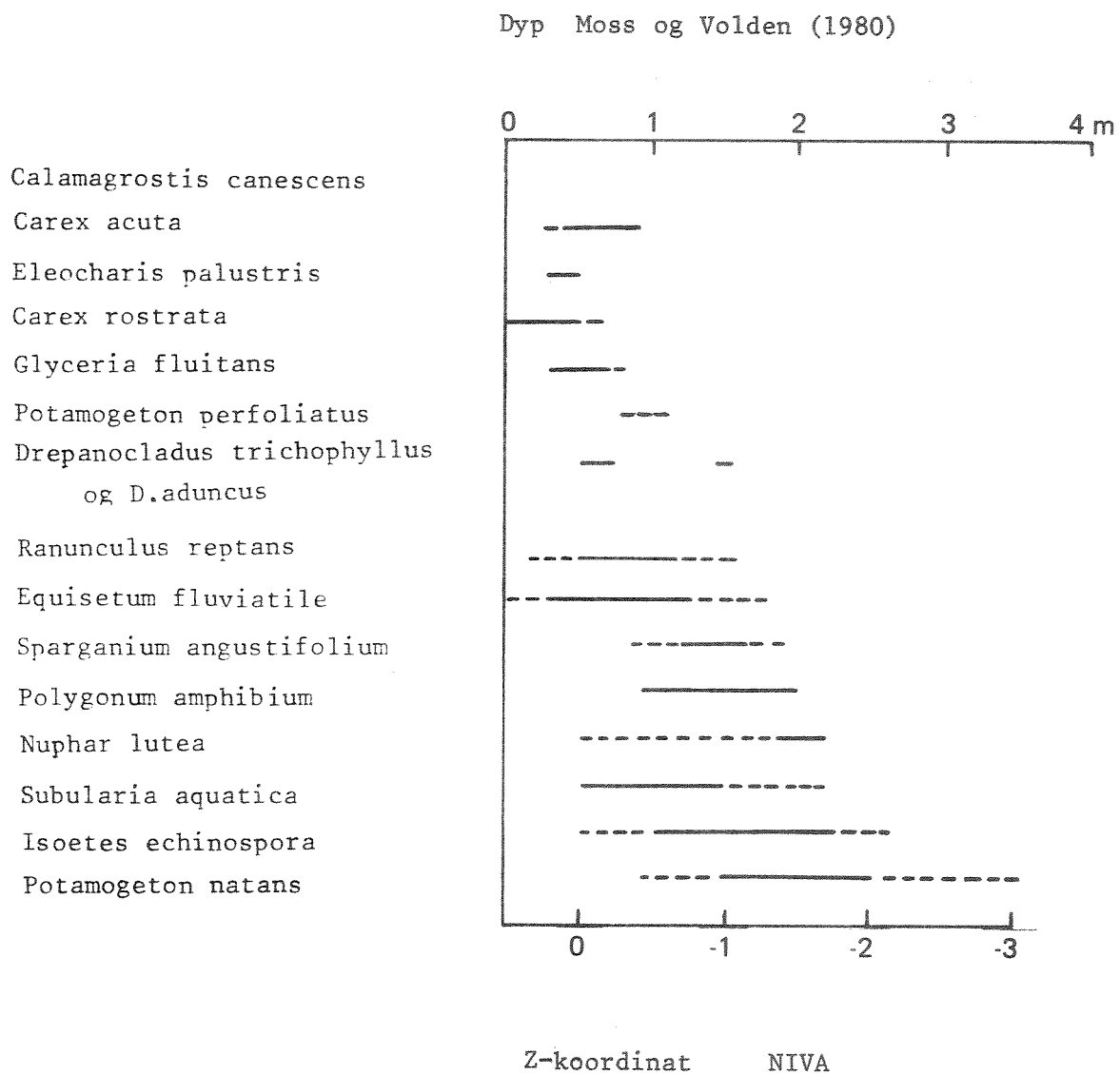
serer dybdeområdet 2-3 m. Dypest av disse går *Isoetes* (til 4,2 m) og *Myriophyllum alterniflorum* (til 4,6 m). Et dypvannssamfunn der *Elodea canadensis* er hovedkomponent finnes ned til 14 m dyp (ved stasjon Sløvika).

Dybdegrensene for alle karplanter, med unntak for *Elodea*, er normale for en innsjø med Randsfjordens siktedyp (gjennomsnitt 5,8 m 1978-1980 ved NIVAs målinger). Den spesielle dybdefordelingen av *Elodea* er behandlet særskilt i avsnitt 6.4.5.

Våre undervannsstasjoner er representative for de mer eksponerte strandområdene i Randsfjorden. Lengst i nord, ved Dokkas utløp, finnes store gruntvannsområder som er betydelig mer beskyttet mot vind- og bølgeslagsvirkninger.

Dybdefordelingen av de mest framtrede artene i Dokka-deltaet er gitt av Moss og Volden (1980, fig. 17). I følge Moss og Volden (1980) er det et påfallende trekk at undervannsartene bare går ned til 2,6 m dyp. Nullpunktet for disse dybdeangivelsene er imidlertid +0,5 m i Z-koordinat-systemet (med 0-punkt i beregnet medianvannstand). De justerte dybdegrensene som bildedata er basert på er angitt på fig. 6.3. Yttergrense for undervannsvegetasjonen er ca. 2,1 m (*Isoetes echinospora*) og 2,1-3,0 m (*Potamogeton natans*). Overensstemmelsen med dybdegrensene funnet ved bildeanalyse er meget god (f.eks. *Subularia aquatica* til ca. 1,8 m i Dokka-deltaet, 1,9 m på fotostasjonene). Dybdefordelingene av artene i Dokka-deltaet er derfor neppe forskjellig fra Randsfjorden forøvrig. Moss og Volden (1980) observerte ikke de artene som vokser dypest i Randsfjorden.

Tre undervannsstasjoner ble valgt ut for å se om dybdefordelingene var vesentlig ulike langs en gradient fra sterkt eksponert (Velta), eksponert (Sløvika) til mer beskyttet lokalitet (Nordbytingen). Resultatene er framstilt i tabell 6.3. Artens dybdetyngdepunkt ble ikke funnet å være særlig forskjellige langs denne eksponeringsgradienten. For de fleste artene er forskjell i dybdetyngdepunkt mellom de ulike stasjonene mindre enn 0,5 m.



Figur 6.3 Dybdefordeling av de viktigste vannplantene i Dokkadeltaet ved Randsfjordens nordende. Omarbeidet etter Moss og Volden (1980, fig. 17).

6.3.2.2 Undervannsartenes samlede dybdefordeling

Ved bildeanalysen ble totaldekningen av undervannsartene bestemt. For det samlede materialet fra Randsfjorden er resultatet satt opp i tabell 6.4. Størst forekomst av undervannsarter er i dybdeområdet 2-3 m. Den lave dekningen på grunt vann (< 1,5 m) skyldes for en stor del lokalitetens eksponeringsgrad. Bunnen er ofte steinet på grunt vann, og gir få etableringsmuligheter for makrovegetasjon.

Dekningen som funksjon av dyp er gitt på fig. 6.4 for Randsfjorden samlet (5 stasjoner) og enkeltvis for stasjonene Velta (sterkt eksponert), Sløvika (middels eksponert) og Nordbytangen (noe beskyttet). Velta-stasjonen adskiller seg vesentlig fra de øvrige stasjonene ved å ha minimalt med undervannsarter under 4-5 m. På denne stasjonen var *Elodea canadensis* bare sparsomt til stede, og hovedmassen av undervannsvegetasjon utgjøres av *Isoetes lacustris*.

På de øvrige stasjonen hvor *Elodea* var hovedkomponent i makrovegetasjonen, viser fordelingskurven mindre hurtig avtak mot økende dyp. Helningen er tilnærmet linjær i området 2-8 m dyp, med dekning på logaritmisk (desibel) skala. Dette kan tilskrives den kontrollerende effekt som undervannsklimaet har på vegetasjonen. En mindre topp i fordelingskurven på 10-13 m dyp stammer fra dypvannsforekomster av *Elodea*, antakelig nyetablerte kolonier som muligens ikke er bestandige sett over flere år.

6.3.3 Vegetasjonssamfunn

Undervannsvegetasjon i Randsfjorden dannet ikke klart definerte samfunn etter vanlig plantesosiologisk oppfatning. Plantene forekommer tildels svært spredt. Artene kan forekomme sammen i alle mulige kombinasjoner. Dette forhold er ikke spesielt for Randsfjorden, men gjelder muligens all vegetasjon i vann.

Begrepet "samfunn" må her anvendes som synonym til "vegetasjonsdekke", forøvrig i samsvar med visse retninger innenfor moderne plantesosiologi (numerisk sosiologi, "Wisconsin"skolen o.a.).

En oppfatning av vegetasjonens struktur kan fåes ved å analysere art-art relasjoner med numeriske metoder (Rørslett 1979). En velegnet framgangs-

Tabell 6.4 Samlet dybdefordeling av vegetasjon i Randsfjorden.
(alle stasjoner).

Z-INTERVALL	INTERVALL- TYNGDEPKT.	ANTALL I INTERVALL	ARTSANTALL GJ. SNITT	DEKNING DB-SKALA	DEKNING PROSENT
(-0.10 ; -1.00)	-0.98	19	0.11	-27.576	0.175
(-1.10 ; -2.00)	-1.79	52	1.40	-9.090	12.331
(-2.10 ; -3.00)	-2.48	45	2.00	-4.775	33.303
(-3.10 ; -4.00)	-3.58	9	1.67	-6.202	23.980
(-4.10 ; -5.00)	-4.51	19	2.42	-7.643	17.208
(-5.10 ; -6.00)	-5.56	27	1.85	-7.199	19.061
(-6.10 ; -7.00)	-6.48	13	2.62	-8.930	12.793
(-7.10 ; -8.00)	-7.46	12	2.42	-12.346	5.827
(-8.10 ; -9.00)	-8.45	17	1.76	-13.063	4.940
(-9.10 ; -10.00)	-9.52	13	1.69	-12.550	5.559
(-10.10 ; -11.00)	-10.43	10	1.80	-14.039	3.945
(-12.10 ; -13.00)	-12.67	3	3.67	-6.349	23.177
(-13.10 ; -14.00)	-13.83	3	3.67	-9.409	11.458

KARAKTERISTISK Z-VERDI (ZC) :	-6.264	ST.AVVIK :	3.964
KARAKTERISTISK C-VERDI (CC) :	12.406	ST.AVVIK :	7.938
DO. ; DB-SKALA DB(C) :	-10.128	ST.AVVIK :	3.416
Z-MAKSIMUM :	-0.90	Z-MINIMUM:	-14.00
		N:	242

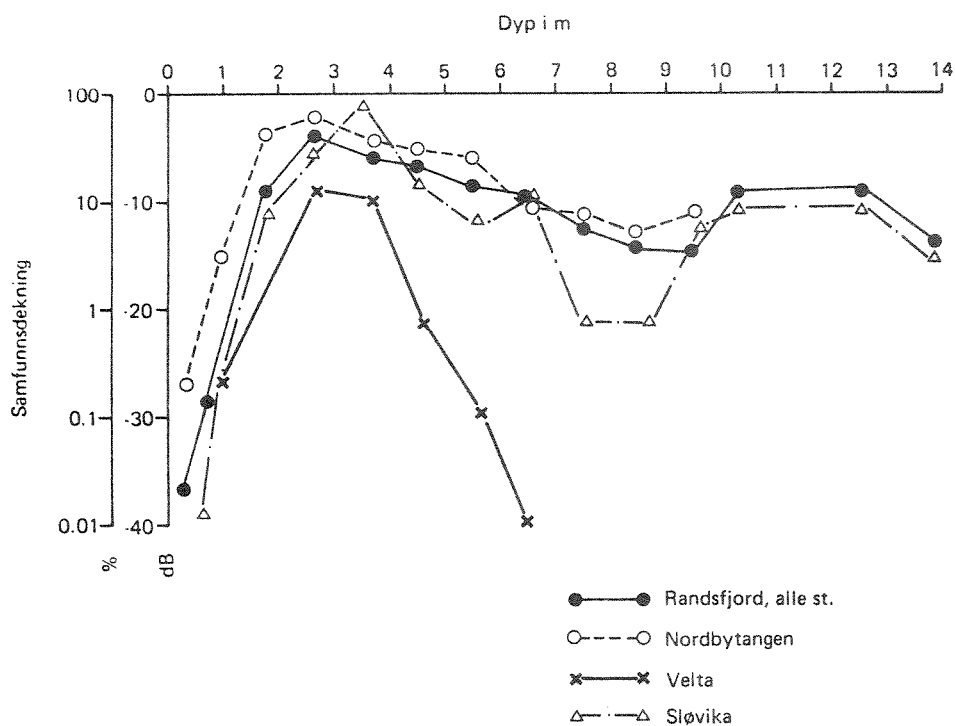
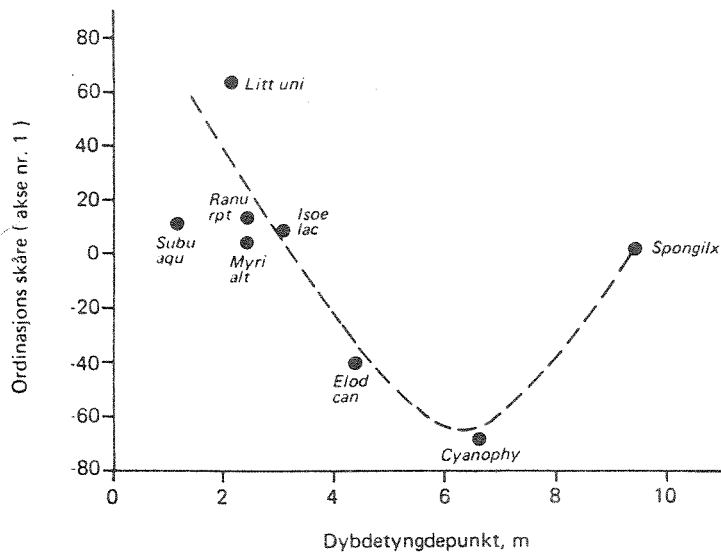


Fig. 6.4 Dybdefordeling av vegetasjon i Randsfjorden.
(totalt og stasjonsvis).



Artskoder :

Cyanophy : Benthiske blågrønnalger

Elod can : *Elodea canadensis*

Litt uni : *Littorella uniflora*

Myri alt : *Myriophyllum alterniflorum*

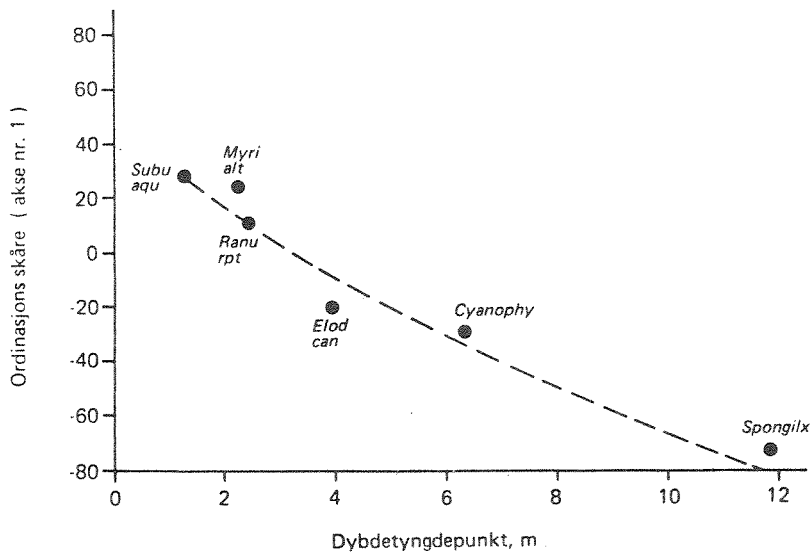
Isoe lac : *Isoetes lacustris*

Ranu rpt : *Ranunculus reptans*

Spongilx : *Spongilla cf. lacustris*

Subu aqu : *Subularia aquatica*

Fig. 6.5 Ordinasion Randsfjord (alle stasjoner).
Variansreduksjon 45%.



Artskoder :

Cyanophy : Benthiske blågrønnalger

Elod can : *Elodea canadensis*

Myri alt : *Myriophyllum alterniflorum*

Isoe lac : *Isoetes lacustris*

Ranu rpt : *Ranunculus reptans*

Spongilx : *Spongilla cf. lacustris*

Subu aqu : *Subularia aquatica*

Fig. 6.6 Ordinasion Sløvika
Variansreduksjon 68%

måte er de såkalte ordinasjonsanalyser (Rørslett 1979, Brettum m.fl. 1981). Slike metoder søker å ekstrahere "gradienter" i den samlede mengde av informasjon som avbildes i en art x art forekomstmatrise (R-type analyse, Rørslett 1979).

Tidligere analyser med ordinasjonsteknikk på undervannsvegetasjon i norske innsjøer er publisert av Rørslett (1979), Rørslett m.fl. (1978, 1981) og Brettum m.fl. (1981). I disse tilfellene har det vist seg å være én dominerende sosiologisk gradient i undervannsvegetasjonen. Dette gradienten er nær tilknyttet artenes dybdefordeling, og viser at dybdeforholdene (med tilhørende økologiske faktorer som lys, temperatur osv.) er helt utslagsgivende for samfunnets strukturelle oppbygging.

Ordinasjons(struktur)analyser er utført på bildedata fra Randsfjorden samlet og for tre stasjoner (Velta, Nordbytangen, Sløvika) enkeltvis. Metoden er "prinsipale koordinater" (PCO) som anbefales framfor andre linjære egenverdi/egenvektormetoder av Rørslett (1979).

En svakhet med linjære modeller er følsomhet for ikke-linjær heterogenitet i artsrelasjonene. Dette kan gi betydelig "forvrengning" i analyseresultatet, som bl.a. vises ved at kontinuerlige artsgradienter gjengis "krummet" i to-flere dimensjoner (den såkalte "hestesko"effekten).

Analysene på Randsfjord-data viser at slik heterogenitet er til stede i betydelig omfang. Resultatet av ordinasjon på det samlede Randsfjordmaterialet er framstilt på fig. 6.5. Variansandel forklart ved første dimensjons(akse) var her bare 45%, som er langt lavere enn ved tidligere analyser fra Otravassdraget (Rørslett 1979) og Vossevassdraget (Brettum m.fl. 1981). Den dominerende dybdegradienten avspeiles imidlertid på fig. 6.5, men er her "krum". Årsaken til dette er en betydelig forskjell mellom de ulike stasjonene. Dette kommer klart fram ved ordinasjoner utført for de tre utvalgte stasjonene enkeltvis. Variansandel på første akse var 68% for Sløvika og 95-97% for Velta og Nordbytangen. Resultatet for Sløvika er gitt på fig. 6.6, og som ventet er dybdegradienten klart mer linjær her enn tilfelle var for Randsfjorden under ett. Den høye variansandelen på første akse ved Velta og Nordbytangen skyldes først og fremst forekomst av én- art samfunn (*Isoetës lacustris* ved Velta og *Elodea canadensis* ved Nordbytangen).

Sett samlet bekrefter strukturanalysene at undervannssamfunnene i Randsfjorden har en meget enkel oppbygging. Dette gjør samfunnene sårbare for ytre påvirkning, jfr. avsnitt 6.4.

6.4 Reguleringsvirkninger på høyere vegetasjon i Randsfjorden

6.4.1 Bakgrunn

Randsfjorden har etter norsk målestokk en beskjeden reguleringshøyde, nominelt 3,0 m. Den totale vannstandsamplityden er imidlertid noe større, som fig. 6.2 viser.

Virkningen av regulering på vegetasjonen i norske innsjøer er lite studert i detalj. Erfaringsmessig kan større skadevirkninger påvises når reguleringshøyden vesentlig overskrider 7-8 m. I slike tilfelle skjer det et skifte fra karplantesamfunn til fragmentariske mose- og algedominerte samfunn (Rørslett 1980).

I Randsfjordens tilfelle er effekten av reguleringen ikke åpenbar, i det innsjøen inneholder tilsynelatende normalt utviklede vegetasjonssamfunn. Det er likevel påfallende med den sparsomme forekomsten av karakterarten stivt brasmegras (*Isoëtes lacustris*) som ofte er enerådende i oligotrofe norske innsjøer.

En videre analyse tar sikte på å belyse dette.

6.4.2 Analyse av reguleringsvirkning, med eksempel i *Isoetes*

Vi vil først sammenlikne vegetasjonsforholdene i Randsfjorden med andre regulerte norske innsjøer for å se om innsjøen skiller seg ut fra øvrige undersøkte lokaliteter.

For å sammenlikne dybdefordeling i ulike innsjøer er begrepet karakteristisk dyp anvendt av Rørslett (1980) og Rørslett m.fl. (1981).

Det karakteristiske dypet er tyngdepunktet for vegetasjonens dybdefordeling, veiet med kvantitativ forekomst. Alle dybdeverdiene er her referert til medianvannstand, dette er nødvendig for å få sammenliknbare data fra ulike innsjøer.

Det karakteristiske dyp for Randsfjorden er beregnet til 5,6 m på grunnlag av stereobildedata fra 1976-77.

Det er en tydelig sammenheng mellom det karakteristiske dypet og innsjøenes reguleringshøyde (fig. 6.7).

Randsfjorden ser ikke ut til å skille seg ut fra øvrige undersøkte innsjøer.

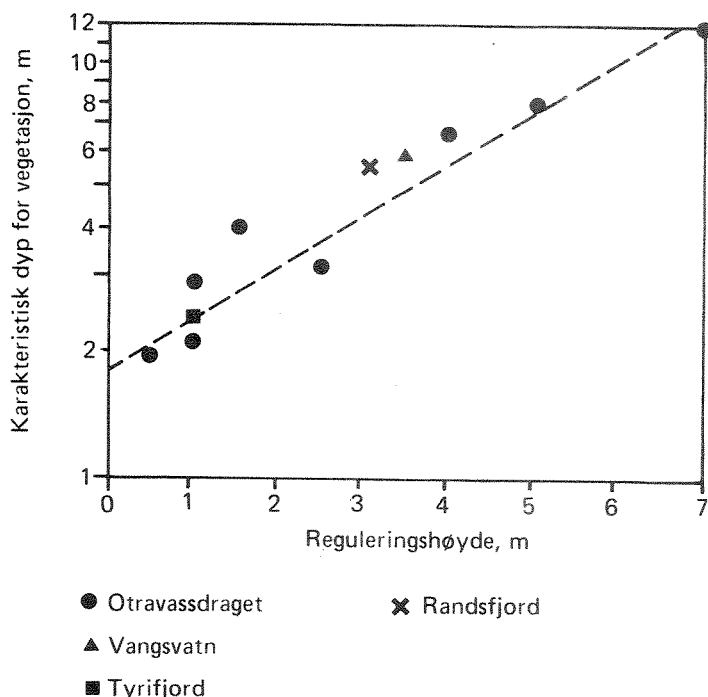


Fig. 6.7 Karakteristisk dyp (tyngdepunkt) for undervannsvegetasjon i noen regulerte innsjøer.

Etter Rørslett (1980)

Økende reguleringshøyde medfører åpenbart at samfunnene etablerer seg på dypere vann. Samtidig skjer det en kvalitativ og kvantitativ utarming av den høyere vegetasjonen, og arter som f.eks. *Isoëtes lacustris* forsvinner helt. Da *I. lacustris* ofte er den dominerende arten i oligotrofe innsjøers vegetasjon, kan dette få ringvirkninger på andre deler av økosystemet.

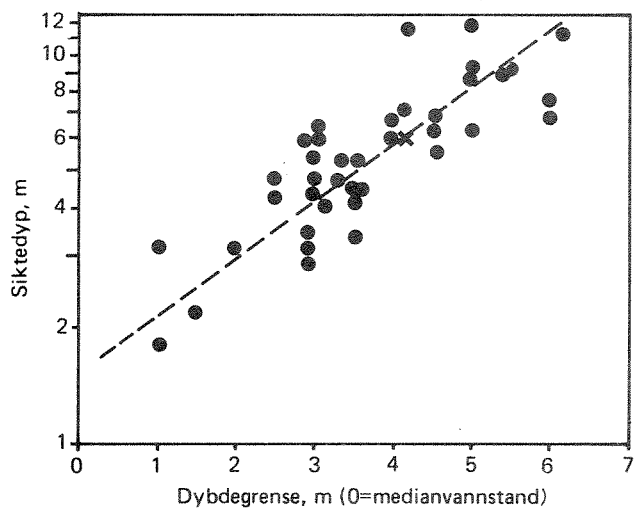
Det foreligger et spredt materiale av publiserte opplysninger om dybdefordelingen av *Isoëtes lacustris* i nordiske innsjøer. Vi har stilt sammen noe av dette materialet i fig. 6.8. Sammenhengen mellom artens dybdegrense og siktedypet er svært tydelig.

Dygdegrensen for *I. lacustris* i Randsfjorden passer meget godt inn i den empiriske sammenheng som fig. 6.8 gir uttrykk for.

Isoëtes lacustris hører til blant de rent akvatiske artene og tåler knapt tørrlegging. En bedre forståelse av hvorfor arten forsvinner fra noen regulerte innsjøer, men ikke fra andre, får vi ved å se på beliggenheten av erosjonssonen. Denne posisjonen blir bestemt av laveste vannstand og eventuelt istykkelsen. På bakgrunn av litteraturdata og egne observasjoner er forekomsten av *Isoëtes lacustris* i forhold til siktedyp og erosjonssone framstilt i fig. 6.9. Vi ser her et klart mønster: I innsjøer med stort siktedyp kan *I. lacustris* eksistere selv med en betydelig erosjonssone. Derimot kan arten ikke greie seg i innsjøer med tilsvarende erosjonssone (reguleringsgrad) og mindre siktedyp.

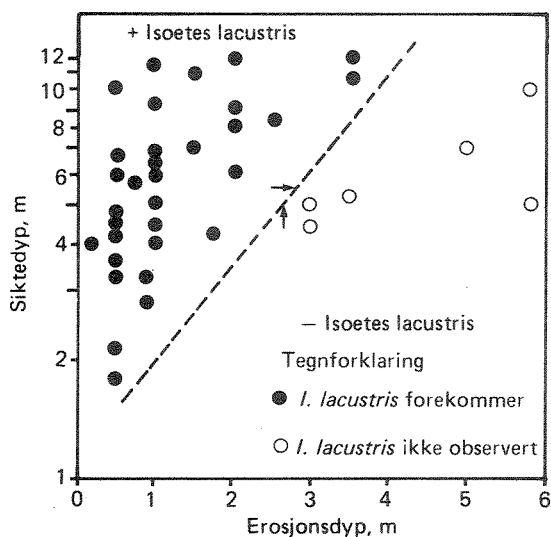
Situasjonen i Randsfjorden er avmerket på fig. 6.9. Vi ser at denne modellen plasserer Randsfjorden som et "grense"tilfelle for *Isoëtes lacustris*. Arten befinner seg i ytterkant av sin økologiske nisje og har sannsynligvis gått vesentlig tilbake i Randsfjorden etter vannstandsreguleringen. Dette blir sannsynliggjort når vi sammenlikner Randsfjorden med f.eks. Tyrifjorden lenger ned i samme vassdrag. Tyrifjorden er som Randsfjorden en stor og dyp innsjø av næringsfattig type (men ikke så oligotrof som Randsfjorden). De to innsjøene har sammenliknbar vegetasjon, vannkjemi, lysforhold m.m., men reguleringshøyden i Tyrifjorden er bare 1,0 m (nominelt). Tyrifjorden har store bestander av *Isoëtes lacustris*, som her er den helt dominerende undervannsarten.

En tilbakegang for *Isoëtes lacustris* i Randsfjorden skaper en "tom" nisje i økosystemet. Før vasspest (*Elodea canadensis*) kom inn i Randsfjorden, fantes det antakelig ikke andre arter til å okkupere denne nisjen. Den ledige nisjen ga vasspest en mulighet til å spre seg særdeles hurtig i Randsfjorden. I denne sammenheng er det interessant at vasspest i Tyrifjorden ser ut til å ha en svært langsom spredning, sammenliknet med Randsfjorden.



× Randsfjorden

Fig. 6.8 Dybdegrense for *Isoëtes lacustris* i nordiske innsjøer (litteraturdata).



↑ Erosjonsdyp }
→ Siktedyb } i Randsfjorden

Fig. 6.9. Forekomst av *Isoëtes lacustris* i forhold til siktedyb og erosjonssonens nedre dybde (litteraturdata fra norske innsjøer og egne observasjoner).

6.5 Vasspest i Randsfjorden

6.5.1 Spredning av vasspest

I løpet av en tiårs periode (1965-1975) har vasspest (*Elodea canadensis*) spredt seg rundt hele Randsfjorden. Vasspest er nå den vanligste undervannsplanten i denne innsjøen.

Vasspest har kommet til Randsfjorden fra Jarenvatn, der store bestander var til stede tidlig på 1960-tallet (Lye 1971, Rørslett 1977).

De første bestandene utviklet seg i Røykenvika, der vasspest dekket et areal på 50-100 mål i slutten av 1960-årene. De første koloniene ved Jevnaker ble registrert 1973 (Hongve 1973), men har antakelig etablert seg flere år tidligere.

Noe overraskende kunne vi påvise vasspest nordover fra Røykenvika ved en befaring høsten 1976. Vasspest ble da registrert helt opp til Dokkas utløp i nord. Dette var uventet fordi man antok at strømmene i fjorden gikk sørover. Vasspesten sprer seg utelukkende ved hjelp av stengelbiter som løsner og slår rot. En strømsimulering utført av Faafeng m.fl. (1979) viste imidlertid at det kan gå kompensasjonsstrømmer i 5-15 m dyp nordover. Dette er nok forklaringen på den hurtige spredningen også mot nord i Randsfjorden.

6.5.2 Dybdefordeling av vasspest

Vasspesten forekommer helst på dypere vann i Randsfjorden. Dette kommer klart fram på fig. 6.10 som viser artens dybdefordeling i innsjøen. Tette kolonier (> 50% dekning) er vanligst i 3-5 m dyp, mens åpne bestander (< 50% dekning) er mest framtrædende i 6-7 m dyp. Disse dybdeverdiene er referert til median(normal)vannstand for perioden 1945-1978. Dybdegrensen for vasspest i Randsfjorden ligger ved 14 m dyp. Det er imidlertid usikkert om planter registrert på slike dyp kan klare seg gjennom flere vekstsesonger på rad. Under 10 m dyp er løsrevne skuddbiter av vasspest mest vanlig, og ekte rotfestede planter forekommer sjelden. Undervannsbildene viser likevel påfallende friskt grønne, nylig rotfestede planter på 12-14 m dyp i Sløvika (1977).

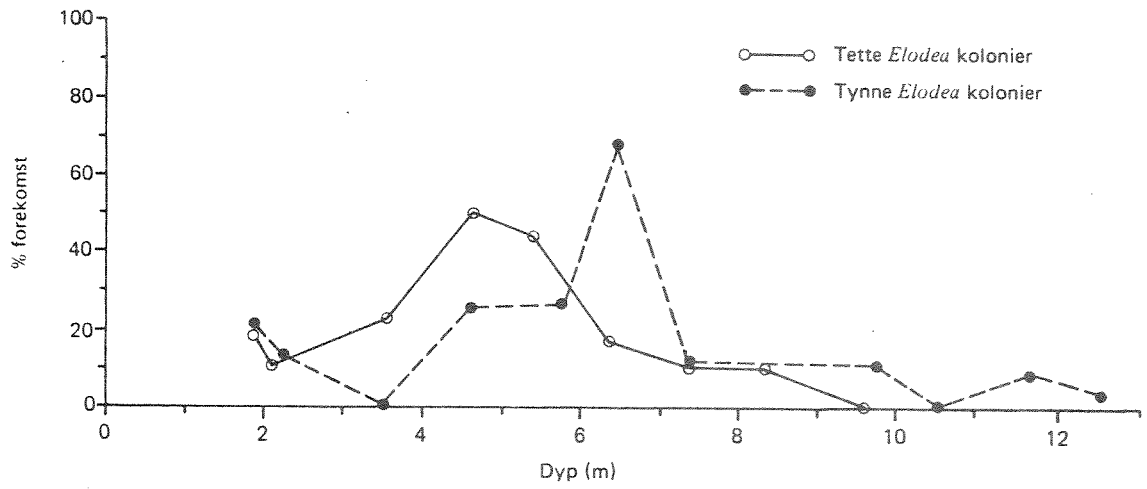


Fig. 6.10 Dybdefordeling av vasspest i Randsfjorden.

Vasspestens evne til å vokse dypt er også dokumentert fra Polen (Bernatowicz og Zachwieja 1966, ca. 10 m i den oligotrofe innsjøen Hańcza) og USA (Sheldon og Boylen 1977, til 12 m i klarvannsinnsjøen Lake George).

Som omtalt tidligere (avsn. 6.4.2) kan reguleringen av Randsfjorden ha ført til en reduksjon av *Isoëtes*-bestanden. Dette medfører at vasspest i Randsfjorden møter minimal konkurranse fra andre dyptvoksende planter, og faktisk kan overta en ledig nisje i økosystemet.

Vasspest opptrer derimot svært sporadisk i gruntvannsområdene i Randsfjorden. Sannsynligvis skyldes dette en kombinasjon av tørrleggingsrisiko, bølgeslagspåvirkning og tildels uegnet substrat i dybdeintervallet 0-1 m.

6.5.3 Vasspestes produksjonsevne

Tilgjengelige data om vasspestens stoffproduksjon i Randsfjorden og på andre norske lokaliteter er stilt sammen i tabell 6.5.

Vasspestens største biomasse oppnås først i dyp større enn 1 m. Punktmålinger av stoffproduksjonen vil gi for lave estimater i slike tilfelle. Bedre estimater kan da fås ved integrering av biomassens dybdefordeling, dersom denne er kjent. (Data fra Jarenavatn f.eks. gir på dette grunnlag en maksimums biomasse av vasspest omkring $600 \text{ g tørrstoff m}^{-2}$ (3-4 m dyp) og en gjennomsnittlig biomasse på $370 \text{ g tørrstoff m}^{-2}$).

Flere forhold er årsak til vasspestens produktive oppførsel:

- plantene når lysmetning i fotosyntesen først ved høy innstrålingsintensitet (Brown m.fl. 1974),
- kompensasjonspunktet ligger svært lavt (Brown m.fl. 1974);
- planten har svært høy fotosyntesehastighet og har positiv fotosyntese ved lave temperaturer (ca. 2°C) (Boylen og Sheldon 1976).
- vasspest kan utnytte både HCO_3^- og CO_2 ved fotosyntesen.

Foto 1.

Tette bestander av vanlig tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*) er valige i beskyttede bukter.

(Nordbytangen sept. 1977, 2 m dyp. Målestav med 2-cm inndeling).

Foto 2.

I 2-3 m dyp kommer vasspest (*Elodea canadensis*) inn med stor tyngde. Plantene blir 0,5-1 m høye og når sjelden opp til overflaten, derfor oversees vasspest-koloniene lett.

(Nordbytangen sept. 1977, 2,2 m dyp).

Foto 3.

Vasspest fortrenger andre undervannsplanter i Randsfjorden. På bildet har vasspest etablert seg i ly av en tusenblad-koloni. Neste vekstsesong vil vasspest-plantene vokse opp over tusenbladet og skygge ut denne.

(Nordbytangen sept. 1977, ca. 2 m dyp).

Foto 4

På større dyp (3-4 m) blir vasspest enerådende i Randsfjorden. Bildet viser et tett vasspest"teppe".

(Nordbytangen sept. 1977, ca 4 m dyp).

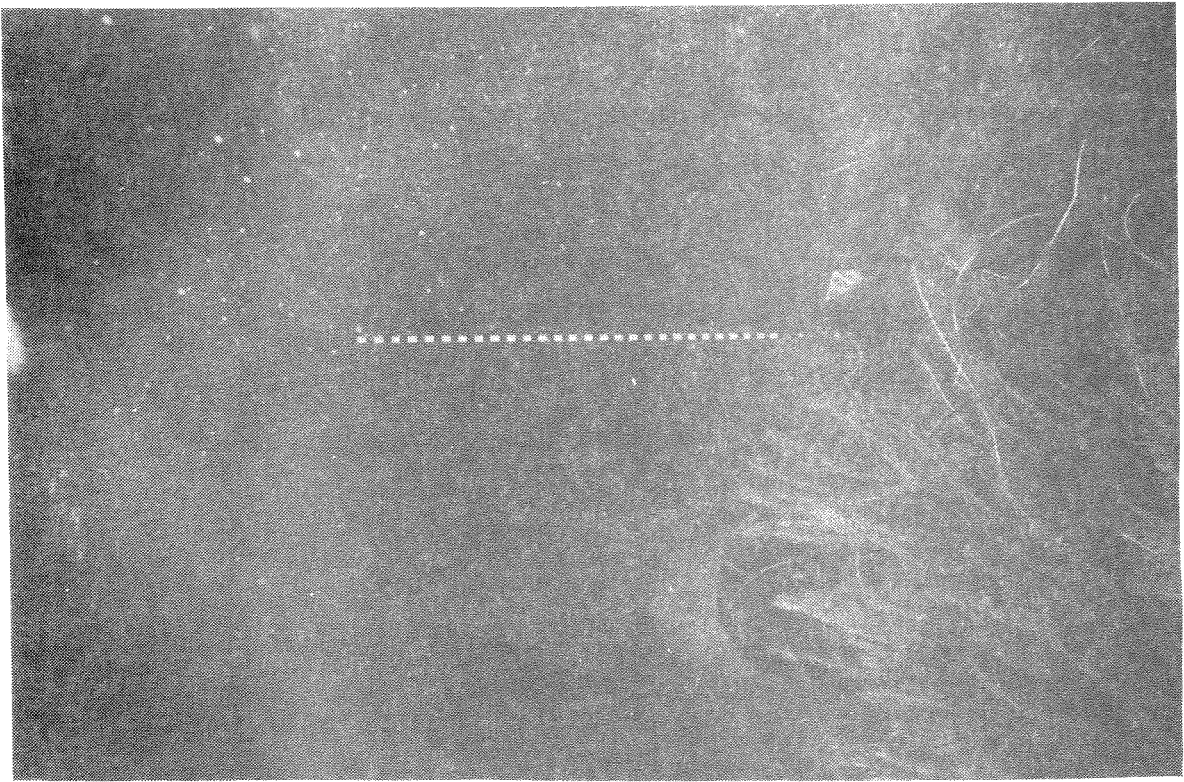


Foto 1

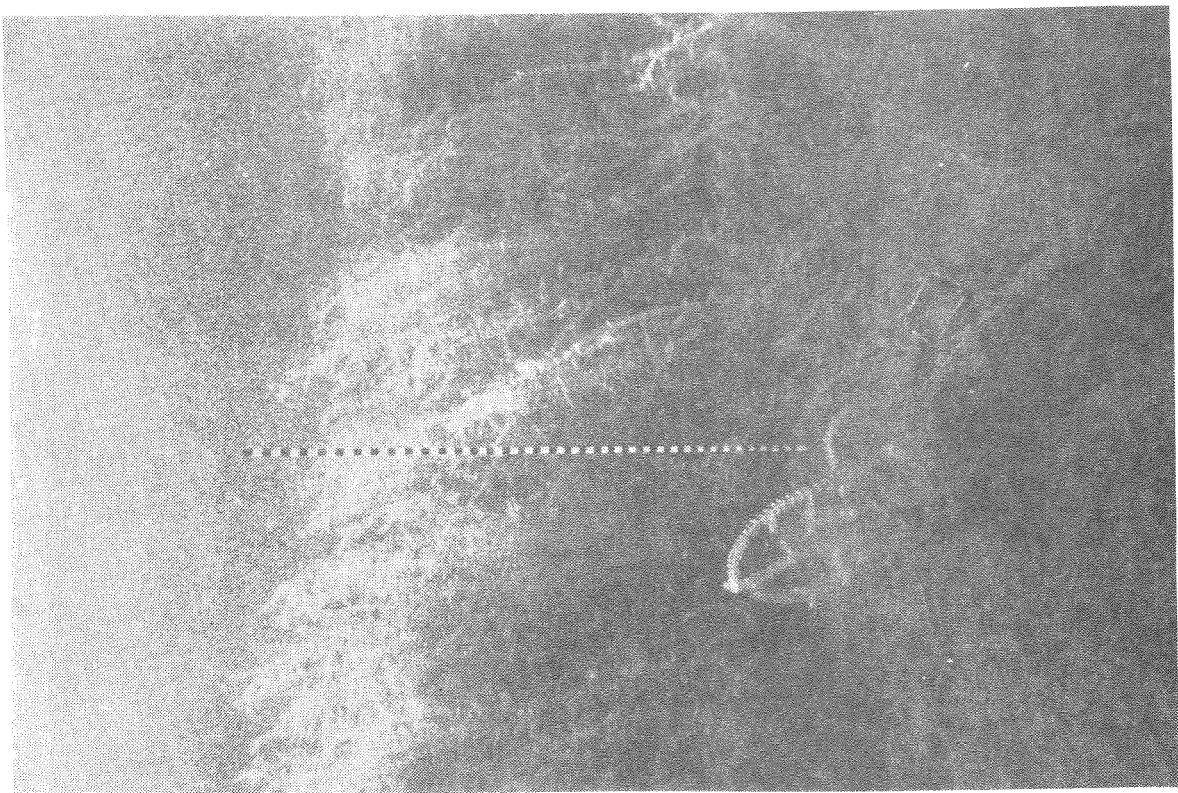


Foto 2



Foto 3

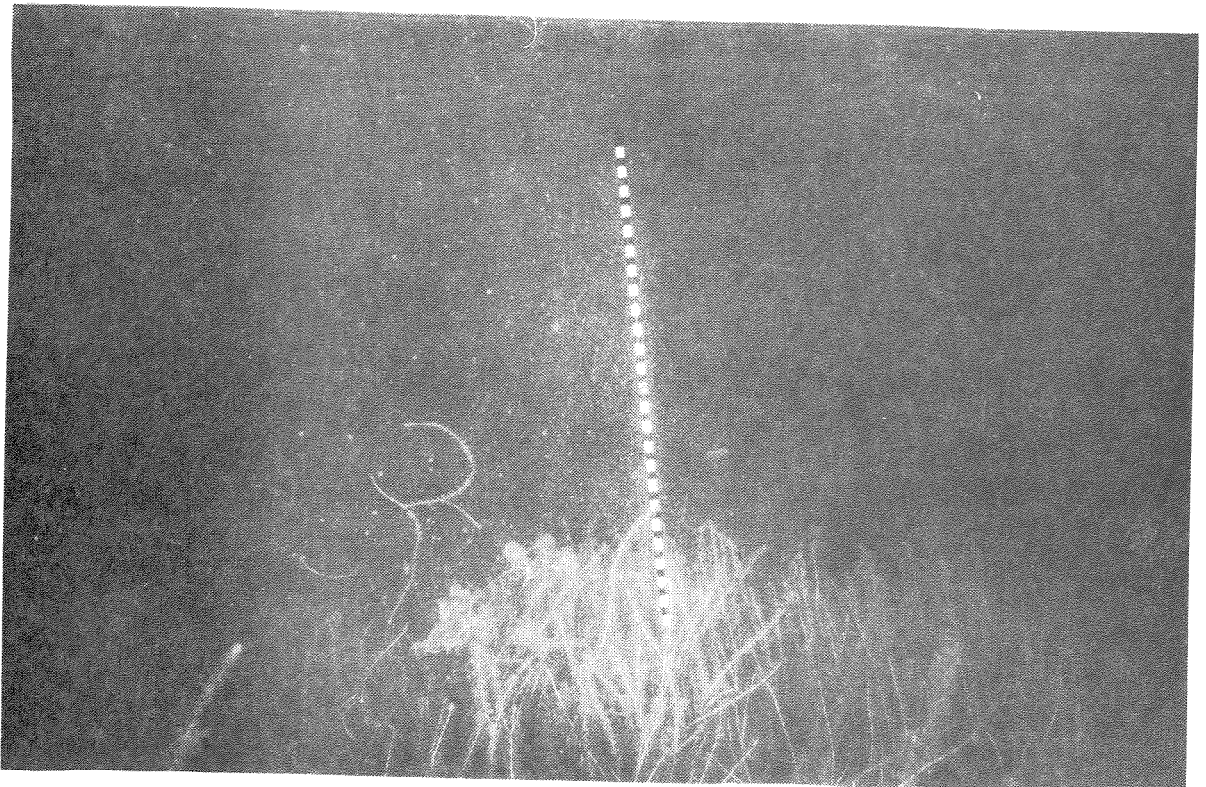


Foto 4

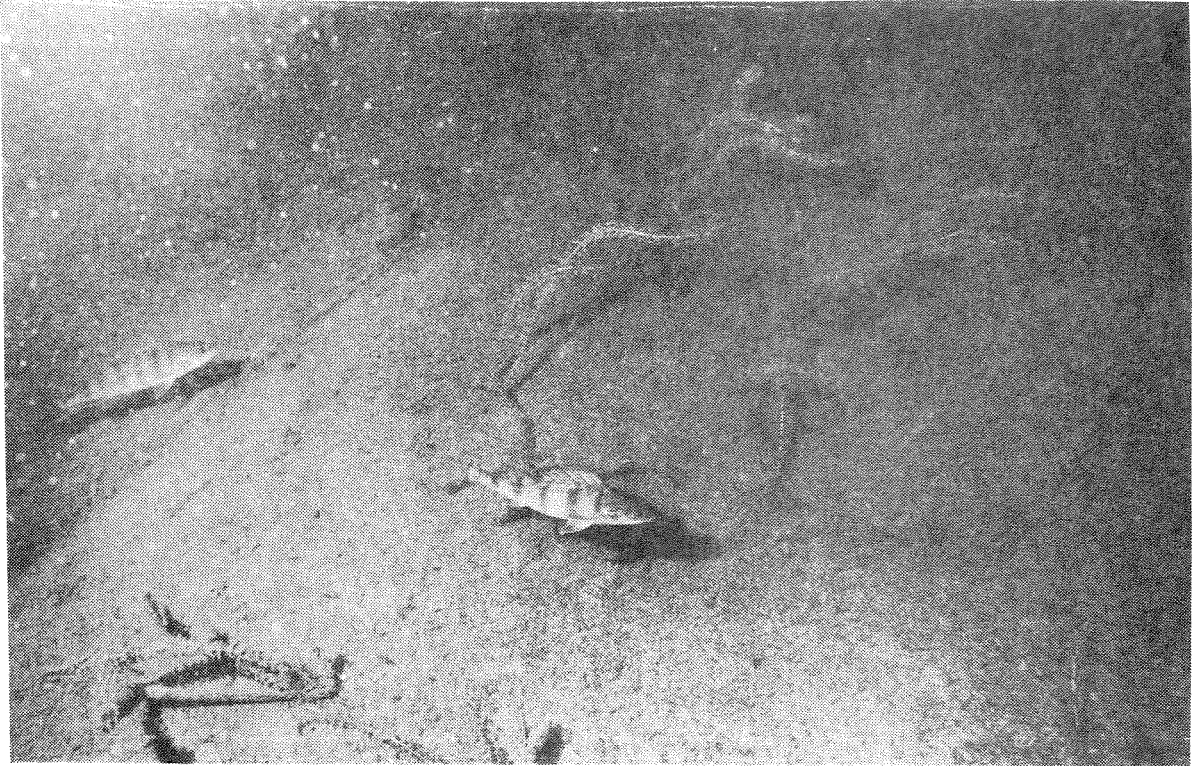


Foto 5

Dypvannsforekomstene av vasspest består mest av spredte enkeltskudd. Ingen andre karplanter vokser like dypt i Randsfjorden, så konkurranse fra andre arter er minimal.

(Nordbytangen sept. 1977, ca. 6 m dyp).

Tabell 6.5. Vasspestens stoffproduksjon på en del norske lokaliteter
Etter Rørslett (1978).

Lokalitet	Stående plantemasse g tørrstoff m ⁻²	Rotmasse % av plantemasse
Bærum:		
Ståvivatn	18.5 ¹⁾	9.9
Lomma, Bærum Verk	509	0.2
Lomma, Glitterud	166	2.0
Randsfjorden:		
Røykenvika	95 - 160	3.1-4.2
Mosvika	330 - 350	0.4-0.6
Dokka	1.0	2.5
Svarthamar	20.0	4.0
Hadeland:		
Jarenavatn	200 - 275 ¹⁾	0.8-1.4
Grunningen	120	0.1
Hermanstjern	140	0.5
Ringerike:		
Juvern	50 ²⁾	6.0
Lier:		
Lahell	300	1.3

1) Målt i dyp 0.35 m, som er mindre enn biomassens maksimum.

2) Data fra invasjonsfasen, nå høyere verdi.

Lokalt kan vasspest oppnå en respektabel biomasse i Randsfjorden, jfr. tabell 6.5. Dette skjer på voksesteder som er noe beskyttet for bølgeslag og vind, og hvor det er en viss næringstilgang.

Hovedinntrykket av vasspest i Randsfjorden er likevel at den mengdemessige forekomsten er relativt beskjeden (fig. 6.11). Årsaken til dette må være den generelt næringsfattige tilstand som Randsfjorden befinner seg i. Forekomstene av vasspest i Randsfjorden vil derfor neppe skape de samme problemer som vi kjenner fra andre norske innsjøer (f.eks. Jarenavatn og Steinsfjorden).

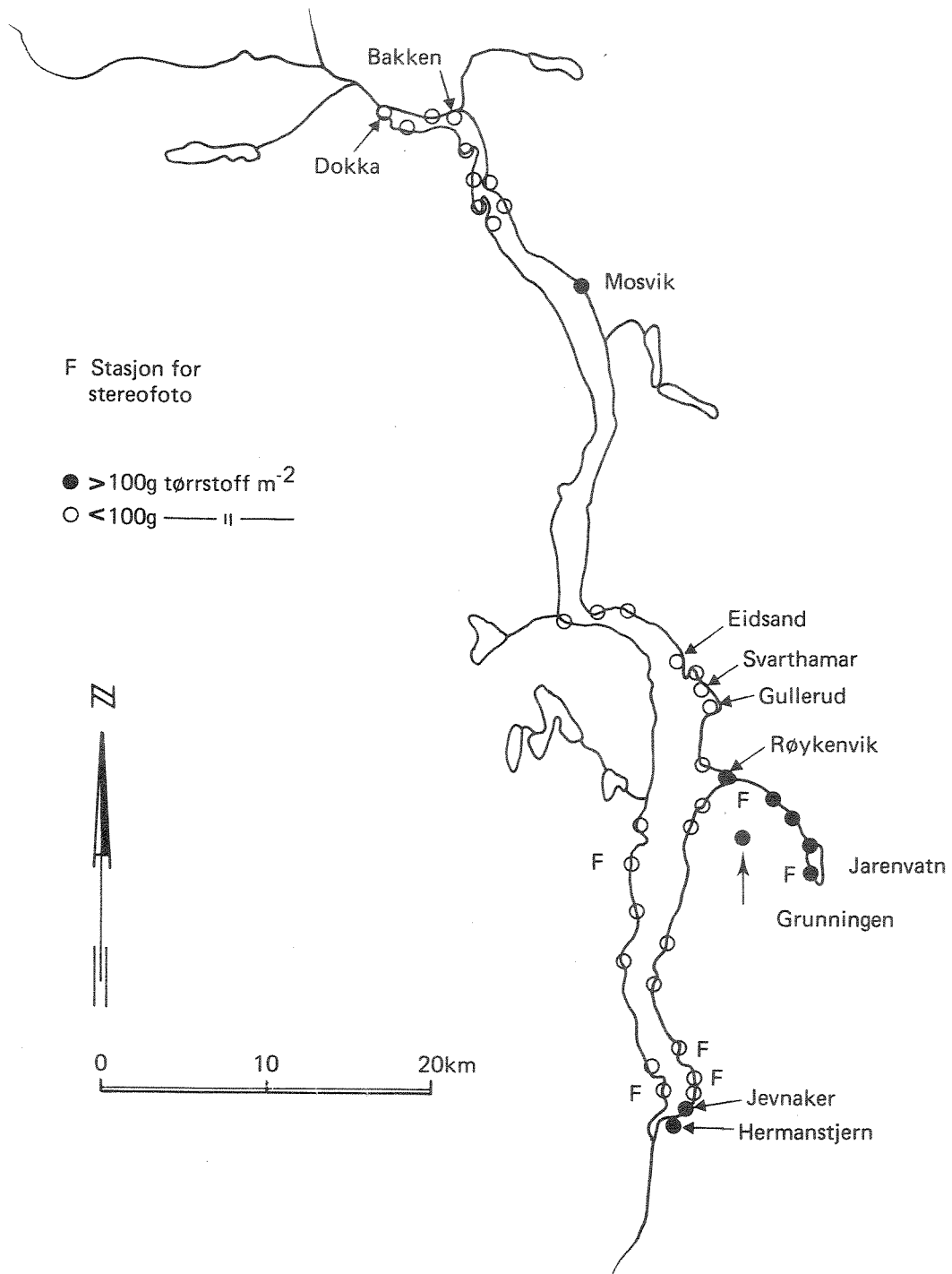


Fig. 6.11. Kvantitativ forekomst av vasspest (*Elodea canadensis*) i Randsfjorden 1976.

7. REGULERINGSVIRKNINGER

7.1 Endret gjennomstrømming

Som en følge av magasinering og uttapping via nye kraftverk, vil de planlagte reguleringene gi endringer i vannføring i hovedtilløpet Dokka (fig. 7.1). Se Lingsten og medarb. 1981 for flere detaljer. Som figuren viser vil en regulering føre til at vårflommen dempes betydelig og at vannføringa holdes mye høyere fra oktober til april. I plantenes produksjonssesong (ultimo mai til primo oktober) vil det bare bli mindre endringer. I innsjøer med store tilførsler av forurensende stoffer vil det være ønskelig å opprettholde stor fortykning/utspyling i produksjonssesongen (jfr. Mjøsa). Våre målinger av fosfor- og nitrogentilførslene til Randsfjorden viser at det ikke er nødvendig med større gjennomstrømming enn det er i dag - og reguleringene vil altså heller ikke gi mindre vannføring i denne perioden. Det er heller ingen ting som tyder på at redusert vårflom og økt vinter-vannføring vil gi negative virkninger på den generelle forurensningstilstanden.

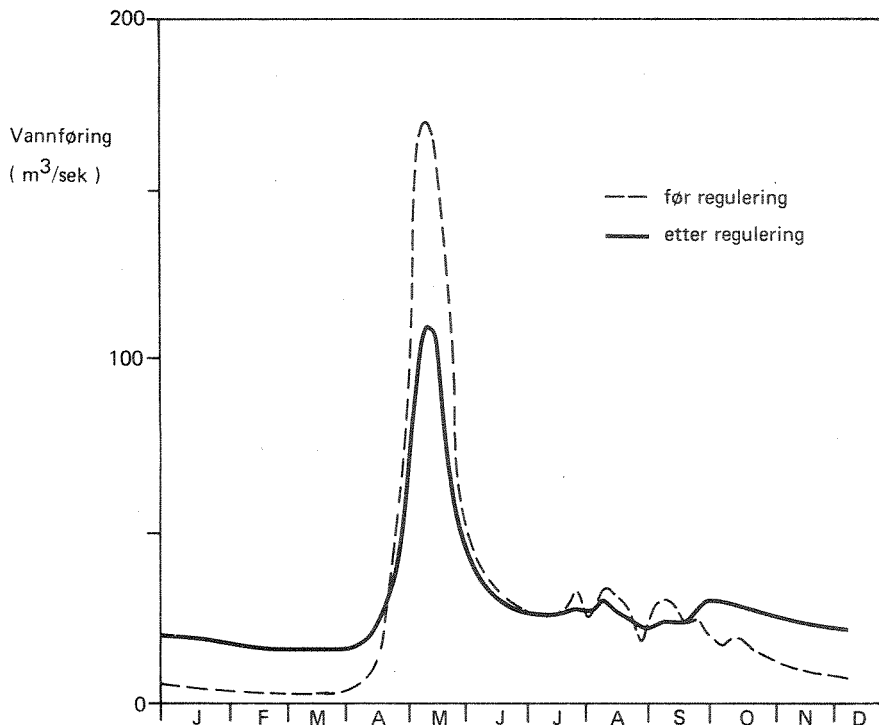


Fig. 7.1 Median vannføring fra Etna/Dokka før regulering. (VM Kolbjørnhus) og etter regulering (inklusive Dokka kraftverk).

7.2 Vannets strømningsmønster

For å få et bilde av vannets strømningsmønster i Randsfjorden ble det i 1978 foretatt en simulering ved hjelp av en matematisk modell. Modellen beskrev strømretningen og styrke i 4 horisontale sjikt ved vind fra de dominerende himmelretninger. Resultatene som ble lagt fram i årsrapporten for 1978 (Faafeng og medarb. 1979) gjaldt innsjøens hovedvannmasser sør for Fluberg. Modellen ga ingen vesentlige endringer i strømningsbildet ved endret vannføring fra Etna/Dokka.

I årsrapporten for 1979 (Faafeng og medarb. 1980) ble strømforholdene undersøkt mer i detalj for området nord for Land Sag og for de mest sørlige områder av fjorden. Til tross for at det er beheftet en viss usikkerhet til slike modeller, indikerer resultatene visse endringer i strøm og temperatur, men at dette ligger innenfor det en kan vente å finne ved normalt varierende vannføring gjennom året. Disse endringene kan likevel tenkes å ha betydning for dyreplankton og fisk, men dette blir vurdert separat av Laboratorium for ferskvannsekologi og Innlandsfiske (LFI) i Oslo.

7.3 Vannstand i Randsfjorden

I diskusjonen under henvises til median vannstand, dvs. en typisk verdi for et "normalår".

Randsfjorden er i dag regulert ved Kistefoss med en reguleringshøyde på 3,0 m gjennom året (fig. 7.2). Reguleringen foretas i følge en eldre konsesjon for å tilfredsstille vannkraftbehovet ved industribedrifter langs Randselva. Ved de foreslåtte utbygginer av Etna og Dokka vil vannstanden i Randsfjorden endres dersom ikke reguleringene over utløpsdammen endres tilsvarende.

Oppland Fylkes Elektrisitetsverk har i notat av 2.3 1979 lagt fram en simulering av vannstand i Randsfjorden etter en regulering av Etna/Dokka (fig. 7.3). Denne simuleringen er imidlertid ikke realistisk ettersom den bygger på forutsetningen om uendret tapping av Randsfjorden.

("Forutsetningen om uendret tapping fra fjorden er i utgangspunktet urealistisk og resultatene ble deretter." sitat OFE-notat 2.3.79).

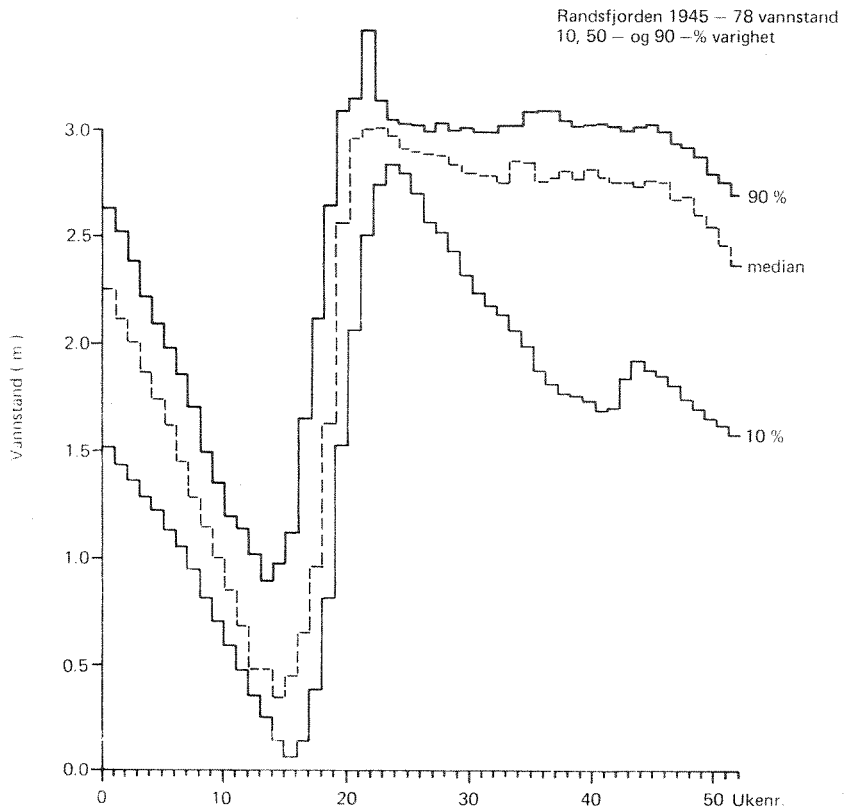
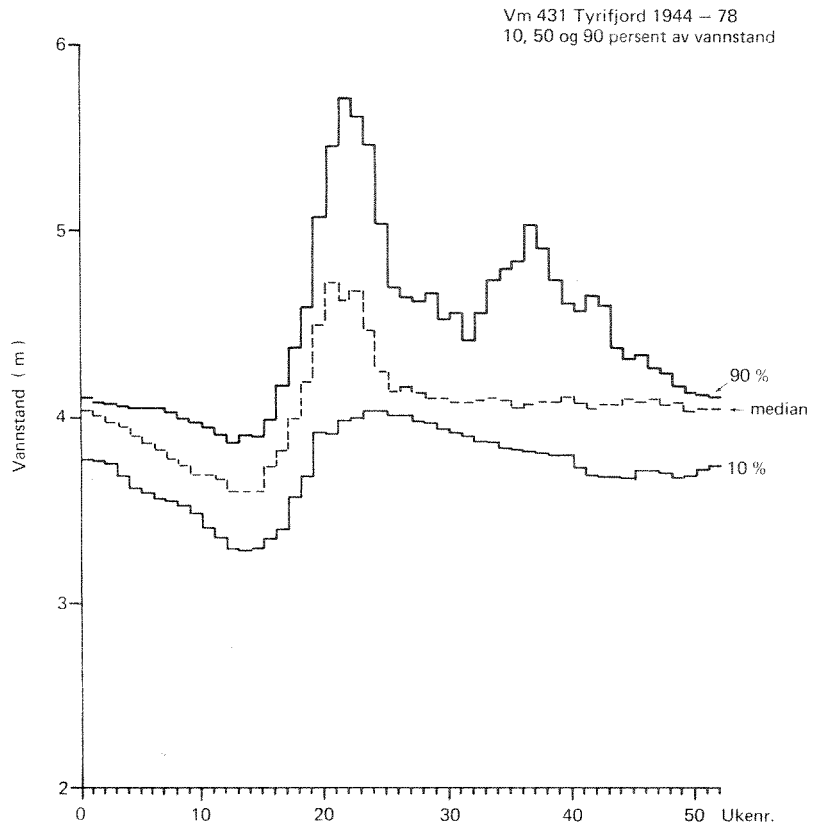


Fig. 7.2 Normal vannstand (10, 50 og 90-persentiler) for Tyrifjorden og Randsfjorden (ukesmiddelverdier).

Kurvene viser

- jevnere og høyere vannstand om vinteren
- noe lavere vannstand om sommeren
- ca. 1 uke tidligere fylling av fjorden om våren
- noe demping av maksimal vannstand i mai/juni (mens median er uendret).

Ut fra ønsket om å redusere skadevirkningene i Randsfjorden mest mulig er det foretatt en vurdering av gunstigst mulige vannstandsvariasjoner gjennom året sett ut fra plante- og dyrelivet i innsjøen.

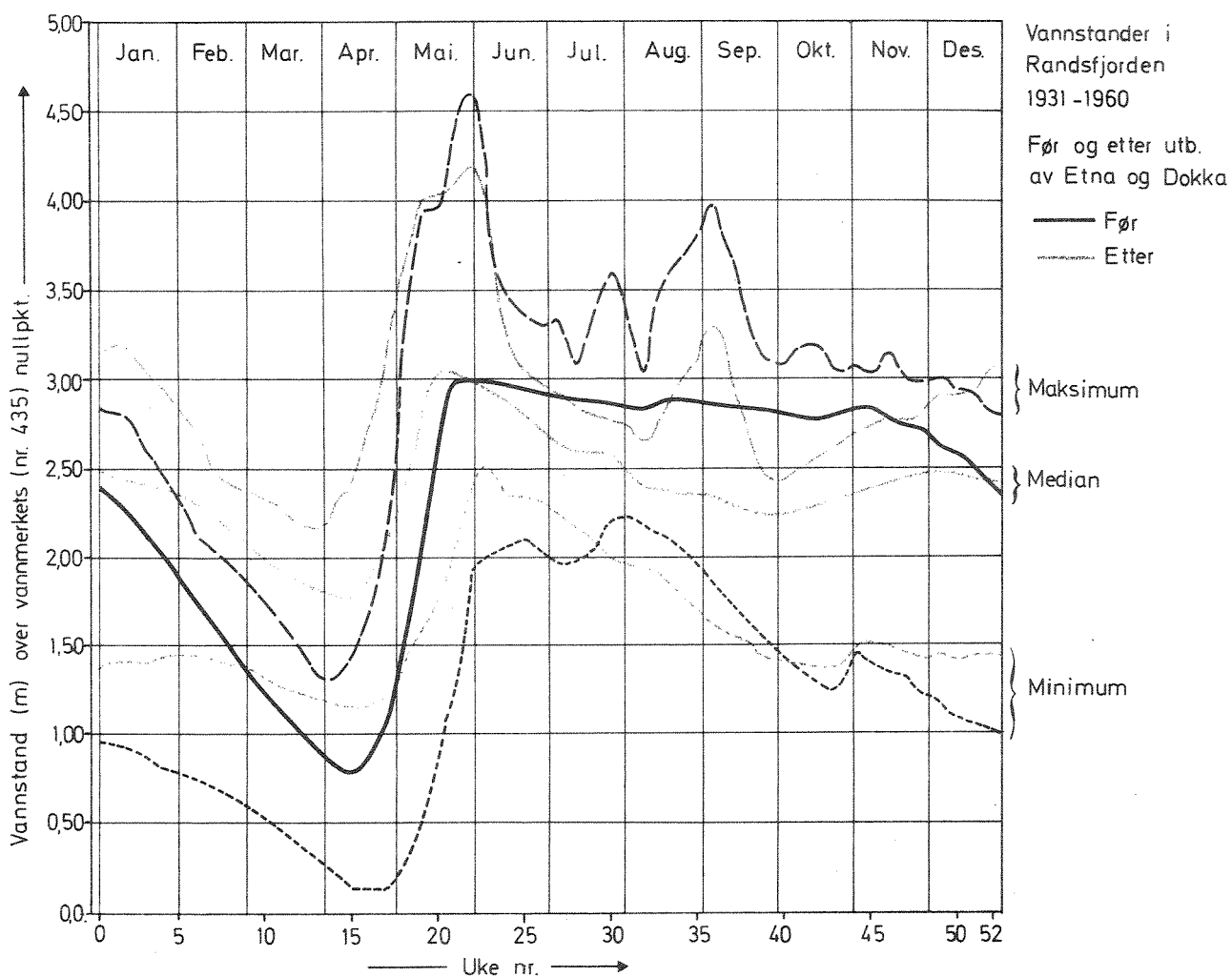


Fig. 7.3 Vannstand i Randsfjorden i normalperioden 1931-60 (svarte kurver) og simulerte verdier etter utbygging av Etna/Dokka (går kurver). Simuleringene bygger på tildels urealistiske forutsetninger (se teksten).

Som nevnt i kapitlet foran har de eksisterende reguleringer allerede påført undervannsvegetasjonen skader med endret artssammensetning til følge. Forskjellen mellom høyeste og laveste vannstand gjennom året er også på grensen av det vegetasjonen kan tåle uten at større skader skjer.

I utgangpunktet bør derfor årlige vannstandsvariasjoner ikke overskride de nåværende 3,0 meter. Tidspunktene for vannstandsvariasjonene er imidlertid også av største betydning. Som det går fram av fig. 7.2 er variasjonene i vannstanden i Tyrifjorden betydelig mindre enn i Randsfjorden. Den kraftige uttappingen av Randsfjorden om vinteren (mer enn 2 m) med etterfølgende jevn vannstand utover sommeren og høsten går tydelig fram av figur 7.4. Reduksjonen i Tyrifjorden i løpet av vinteren er betydelig mindre (mindre enn 0,5 m). Dette har stor betydning for strandområdene som utsettes for tørrlegging og iserosjon om vinteren. Fastsittende vegetasjon og strandlevende dyr fjernes effektivt hver vinter ned til et større dyp. Finkornet

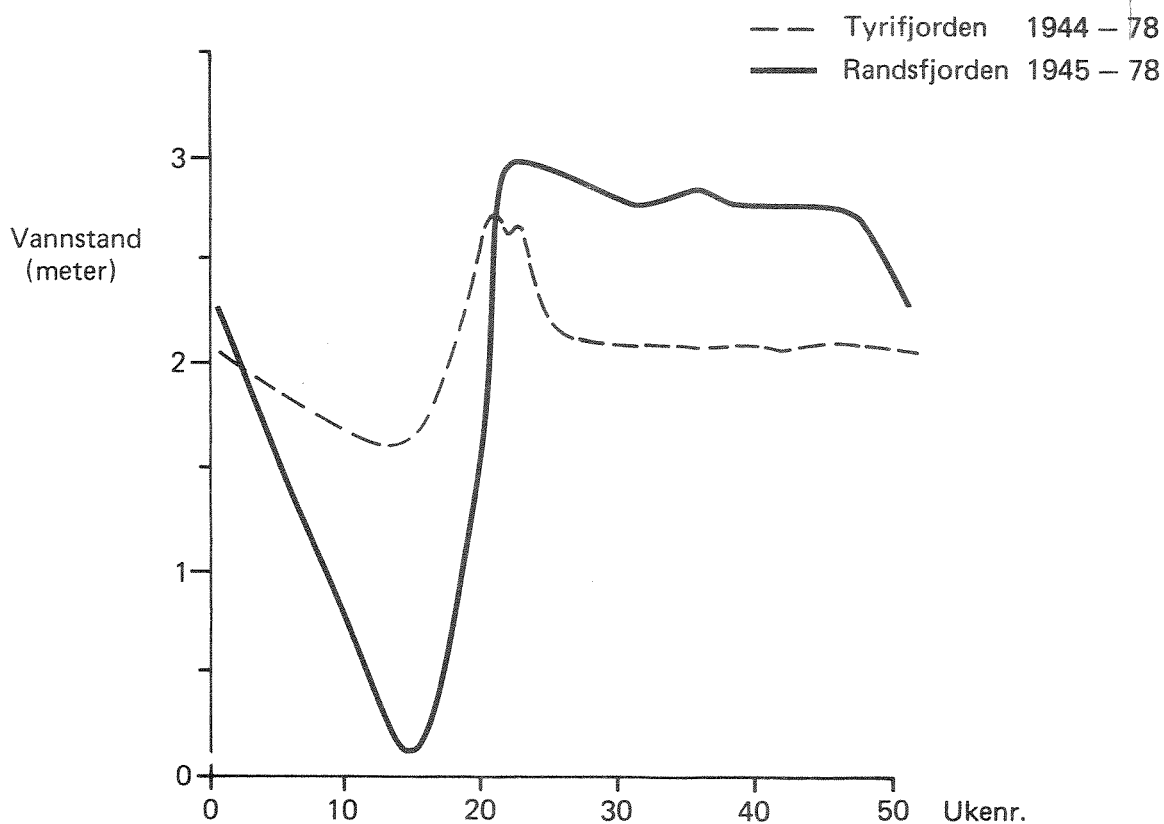


Fig. 7.4 Normal median vannstand i Tyrifjorden og Randsfjorden (glattet kurve). Vannstands-skalaen forskjøvet for Tyrifjorden for sammenligningens skyld.

bunnslam (sediment) som danner grobunn for disse organismene, vaskes også lettere ut slik at de vanskeligere kan etablere seg ved høy vannstand om sommeren og høsten. En jevn og høy vintervannstand kan føre til økt tilgroing av strandplanter (starr og snellearter), men det vil ikke ha praktisk betydning i en innsjø av Randsfjordens type. Det vil derfor være gunstigere ut fra disse forutsetningene om vannstanden var relativt jevn om vinteren og at vannspeilet heller kunne senkes utover sommeren og høsten. Den totale reguleringshøyde bør likevel ikke overskride dagens 3,0 meter.

LITTERATURLISTE

- Bernatowicz, S., Zachwieja, J. 1976 : Types of littoral found in the lakes of the Masurian and Suwalki lakelands.
Ekologia Polska Ser. A 14(28) : 1-27.
- Braarud, T., Føyn, B., Gran, H.H. 1928 : Biologische untersuchungen in einigen Seen des österlichen Norwegens. August - September 1927.
Vid. Ak. Arh. I Mat. Nat. kl. 1928 (2).
- Brettum, P., Faafeng, B., Matzow, D., Kvalvågnæs, K., Rørslett, B. 1981 :
Undersøkelser i Vossevassdraget 1978 og 1979.
(NIVA-rapport O-76088).
- Bruun, I. 1980 : Sommeren 1980. Været 4 : 135-138.
- Dillon, P.J. og F.H. Rigler. 1974 : The phosphorous - chlorophyll relationships in lakes. Limnol. Oceanogr. 19: 757-773.
- Dillon, P.J. og F.H. Rigler. 1975 : A simple method for predicting the capacity of a lake for development based on Lake Trophic status. J. Fish. Res. Board Can. 32 : 1519-1531.
- Faafeng, B. 1979 : Undersøkelser av Randsfjorden og Vigga 1978. Fremdriftsrapport nr. 1. (NIVA O-14/78).
- Faafeng, B. 1981 : Planteplanktonets primærproduksjon. I. Formeler og tabeller for beregning av dagsproduksjon. (NIVA OF-80615).
- Faafeng, B., B. Alsaker-Nøstdahl, G. Kjellberg, J.E. Løvik, E.-Ø. Sahlqvist og T. Tjomsland. 1979 : Randsfjorden 1979. Årsrapport. (NIVA O-78014).
- Faafeng, B. og T. Tjomsland. 1980 : Randsfjorden 1979. Resultater fra hovedundersøkelsen. Strøm og spredningsstudier i nord- og sørenden av Randsfjorden. (NIVA O-78014).

Fremming, Ø. 1980 : Været i 1979.

Været 1 : 24-28.

Holtan, H. 1970 : Randsfjorden - en limnologisk undersøkelse 1967-1968.

(NIVA 0-15/64).

Holtan, H. 1979 : Mjøsprosjektet. Hovedrapport for 1971-76.

(NIVA 0-69091).

Hongve, D. 1973 : Vasspest, *Elodea canadensis* Michx. i Jevnaker.

Blyttia 31 : 17-18.

Larsen, D.P. og H.T. Mercier. 1976 : Phosphorus retention capacity of lakes.

J. Fish. Res. Board Can. 33 (8) : 1742-1750.

Lingsten, L., B. Alsaker-Nøstdahl, T. Gulbrandsen, H. Holtan, E. Lydersen,

M. Mjelde og D. Wright. 1981. Dokka/Etna-vassdraget. Undersøkelser i forbindelse med plan om kraftverksutbygging.

(NIVA 0-77102).

Lye, K.A. 1971 : Spreiinga av *Elodea canadensis* i Noreg.

Blyttia 29 : 19-24.

Moss, O.O., T. Volden, 1980 : Botaniske undersøkelser i Etnas og Dokkas

nedbørfelt med vegetasjonskart over magasinområdene Dokkfløy og Rotvoll/Røssjøen.

Kontaktutvalget for Vassdragsreguleringer, Universitetet i Oslo
Rapport nr. 12.

Qvenild, T. 1979 : Fisket i Randsfjorden 1978. Rapport -

Fiskerikonsulenten i Øst-Norge. (41 s).

Qvenild, T. 1980 : Oppflæfisket i Randsfjorden 1979.

Rapport - Riskerikonsulenten i Øst-Norge (15 s.).

- Rørslett, B. 1977 : Vasspest (*Elodea canadensis*) på Østlandet fram til 1976.
Blyttia 35 : 61-66.
- Rørslett, B. 1979 : Numerisk analyse av vegetasjon. Framdriftsrapport 1 :
Egenverdi - og egenvektor ordinasjon.
(NIVA-rapport A1-22).
- Rørslett, B. 1980 : Reguleringsvirkninger på høyere vegetasjon i norske
innsjøer. Norsk Inst. f. Vannforskning Årbok 1979 : 27-31.
- Rørslett, B., Green, N.W., Kvalvågnæs, K. 1978 : Stereophotography as a
tool in aquatic biology.
Aquatic Botany 4 : 73-81.
- Rørslett, B., Tjomsland, T., Løvik, J.E., Lydersen, E., Mjelde, M.,
Grande, M. 1981 : Undersøkelse av Øvre Otra.
(NIVA-rapport O-72198).
- Rørslett, B., Tjomsland, T., Steffensen, K.L., Grande, M. 1978 :
Hartevatn og regulering av øvre Otra.
(NIVA-rapport O-77133).
- Schindler, D.N. 1977 : Evolution of phosphorus limitation in lakes.
Science 195 : 260-262.
- Schindler, D.W., Fee, E.J. and Ruzsogynski, T. 1978 : Phosphorus input
and its consequences for phytoplankton standing crop and production
in the Experimental Lakes Area and in similar lakes.
J. Fish. Res. Board Can. 35 : 190-196.
- Sheldon, R.B., Boylen, C.W. 1977 : Maximum depth inhabited by aquatic
vascular plants. The American Midl. Naturalist 97 : 248-254.
- Steffensen, E.L. 1978 : Sommerværet 1978.
Været 4 : 28-29.

Styrvold, J.O., Å. Brabrand og S.-J. Saltveit. 1981 : Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med reguleringsplanene for vassdragene Etna og Dokka, Oppland. III. Studier på ørret og sik i Randsfjorden og elvene Etna og Dokka.

Rapp. Lab. ferskv.øk. innlandsfiske, Oslo, 46 : 1-103.

Vollenweider, R.A. 1968 : Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters, with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication. OECD-report.

Vollenweider, R.A. 1976 : Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication.

Mem. Ist. Ital. Idrobiol. 33 : 53-83.

VEDLEGG

Figurer og tabeller

Sitater fra tidsskriftet "Været" om været på Østlandet i sommer- månedene i 1978, 79 og 80.

Sommerværet 1978 (sitert fra Steffensen 1978).

Sommerværet 1978 var på mange måter nokså uvanlig med vått og kjølig vær i sør og tørt og varmt i nord, mens det aller lengst i nordøst igjen var temmelig kjølig. Værsituasjonen, som de første ukene av juni hadde vært preget av høytrykk og pent vær i Sør-Norge, la seg om ved St. Hans. Et stort lavtrykksonnråde med sentrum over Sør-Sverige og Østsjøen dirigerte en kjølig nord- til nordøstlig luftstrøm med bygevær inn over Sør-Norge i resten av juni og størsteparten av juli. Lavtrykk fra Atlanterhavet kom inn i Nordsjøen mot de sørligste strøk av landet med nedbør og urolig vær. Først de aller siste dagene av juli kom et høytrykk inn over Sør-Norge og ga pent, varmt sommervær. Det pene været i Sør-Norge holdt seg bare et par dager ut i august, så ble det igjen lavtrykk og kjølig vær, mens Nord-Norge stort sett hadde bedre vær. Særlig de siste dagene av august var kjølige på Østlandet med døgnmiddeltemperatur omkring 4° under normalen.

1979 (Fremming 1980):

Den eneste virkelige godværsperioden av lengre varighet i Sør-Norge hadde vi i begynnelsen av juni. Da lå det et stabilt høytrykk over store deler av Skandinavia med varm luft også i høyden slik at vi fikk lite skyer og maksimal solinnstråling med tilsvarende høye bakketemperaturer.... Vi hadde nok høytrykksituasjoner over Sør-Norge senere på sommeren også, men disse var av kortere varighet, 1-2 dager, og været rakk ikke å "sette" seg skikkelig. Den største delen av sommeren var det lavtrykkene som dominerte været i Sør-Norge. Vi hadde flere av dem enn det som er vanlig, og de var til dels kraftige også. Luftstrømmen i høyden var slik at lavtrykkene lett ble ledet inn over Sør-Norge enten fra øst eller - som i de fleste tilfellene - fra vest. Det var kald luft i høyden som førte til instabile luftmasser med mye bygevær, særlig over innlandet.

1980 (Bruun 1980):

Værforholdene på Østlandet var preget av ustabile luftmasser og sterk bygeaktivitet. Den beste perioden i Oslo var første halvdel av juni og slutten av juli. Da var det stort sett oppholdsvær og døgnmiddeltemperatur $4 - 8^{\circ}$ over det normale. Fra midten av juni og til 22. juli regnet det praktisk talt hvert eneste døgn. De lengste perioder med oppholdsvær var de 8 siste døgn i juli og 5 døgn i august. Det er da også nedbørsstatistikken som er den mest bemerkelsesverdige for Oslo-Blindern. Nedbøren i juni er den nest høyeste som har forekommet på stasjonen, bare 2 mm lavere enn rekorden fra 1950, og nedbøren i august er 303 mm i 1951. Den 6. august fikk Oslo-Blindern i løpet av 53 minutter (kl. 00.59 - 01.51) 44.7 mm nedbør! Døgnnedbøren på 48.5 mm er den nest største som har forekommet i august, og bare 3.5 mm lavere enn rekorden fra 1951. Somernedbøren er den 4. største som har forekommet på stasjonen (462 mm i 1950, 449 mm i 1951 og 432 i 1960). Hva angår antall solskinnstimer, er både juni og august de 4. solfattigste måneder som har forekommet siden 1953.

Temperatur. Randsfjorden 1979. (°C).

St. 1.

Dyp i m	Dato	14/3	28/5	11/6	3/7	24/7	16/8	4/9	2/10	7/11
0,5		0,5	4,2	11,7	11,9	16,9	12,1	13,3	9,6	6,5
1,5		0,5	4,0	11,7	11,9	16,3	11,7	13,2	9,6	6,5
3,5		0,8	4,0	11,3	11,7	15,8	11,2	13,2	9,6	6,5
6		1,1	4,0	9,3	11,3	15,5	10,3	13,1	9,5	6,5
8		1,3	4,0	6,9	11,2	13,2	9,7	12,8	9,5	6,5
12		1,5	3,9	5,1	9,8	11,3	9,2	10,5	9,4	6,4
16		1,8	3,8	5,0	8,8	9,2	8,9	10,1	9,2	6,4
30		2,3	3,7	4,4	6,2	6,2	6,3	7,4	7,7	6,4
105		3,5	3,7	4,2	4,6	4,9	4,8	-	6,1	6,4

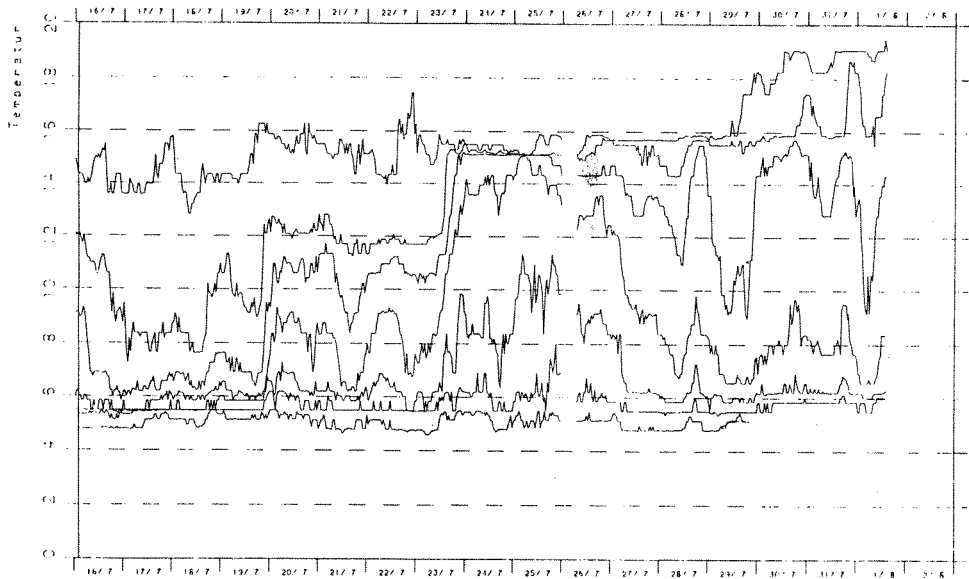
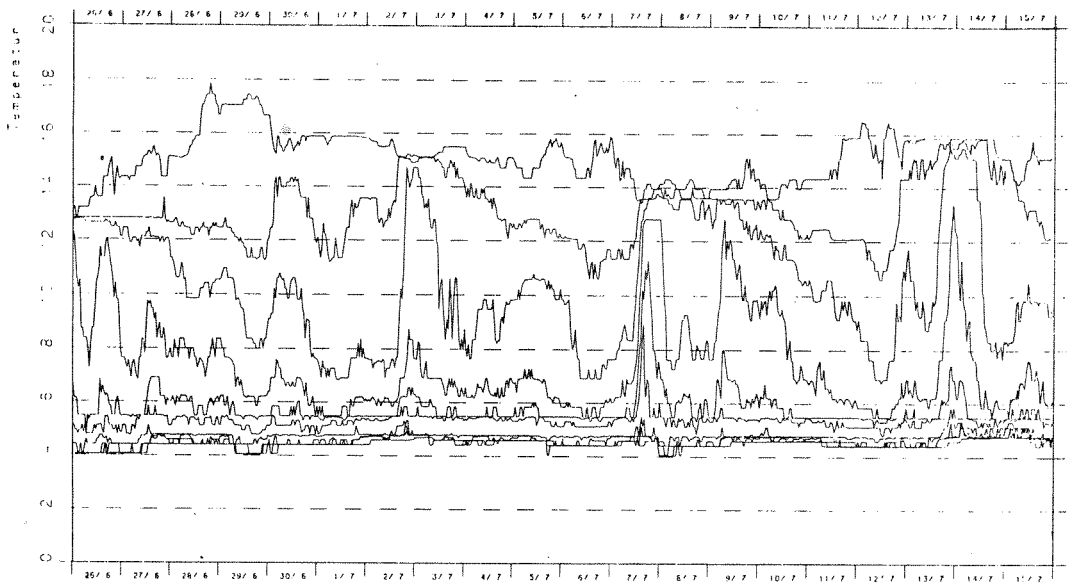
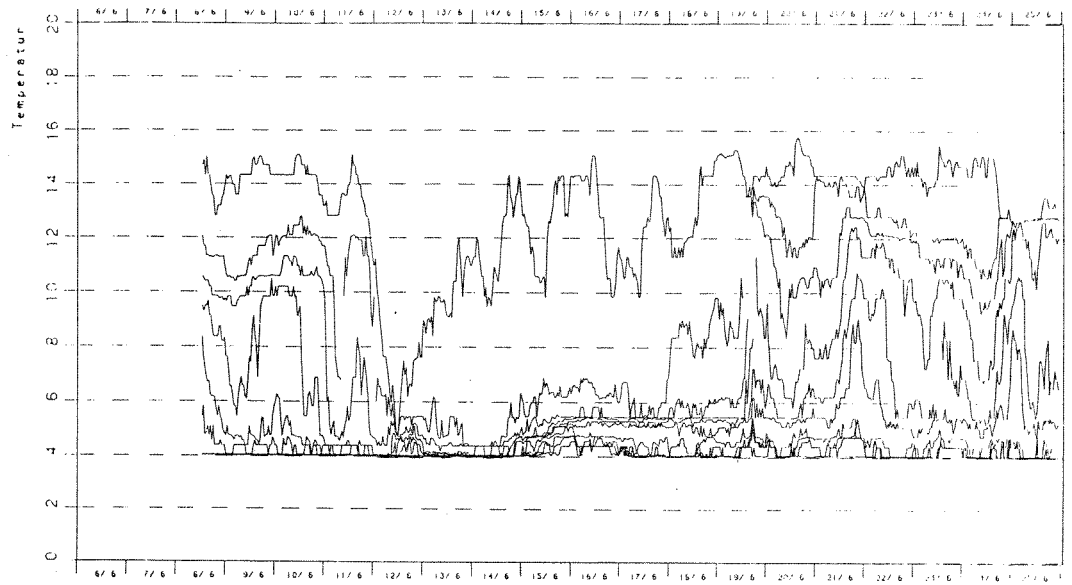
St. 2.

0,5		0,4	4,9	13,3	13,2	15,3	14,0	12,6	9,7	6,3
1,5		0,4	4,6	11,9	13,0	15,2	14,0	12,6	9,7	6,3
3,5		0,9	4,3	9,4	12,7	14,7	13,9	12,6	9,7	6,3
6		1,2	4,2	6,8	12,3	14,3	13,2	12,1	9,6	6,3
8		1,3	4,1	6,0	10,8	13,3	12,9	11,9	9,6	6,3
12		1,6	4,1	5,3	7,2	11,3	12,7	10,9	9,6	6,3
16		1,8	4,1	5,0	6,2	8,9	11,2	10,6	9,6	6,3
30		2,3	4,0	4,3	5,2	5,9	6,4	7,7	7,6	6,3
105		2,9	4,0	3,9	4,3	4,9	4,3	6,2	6,2	6,3

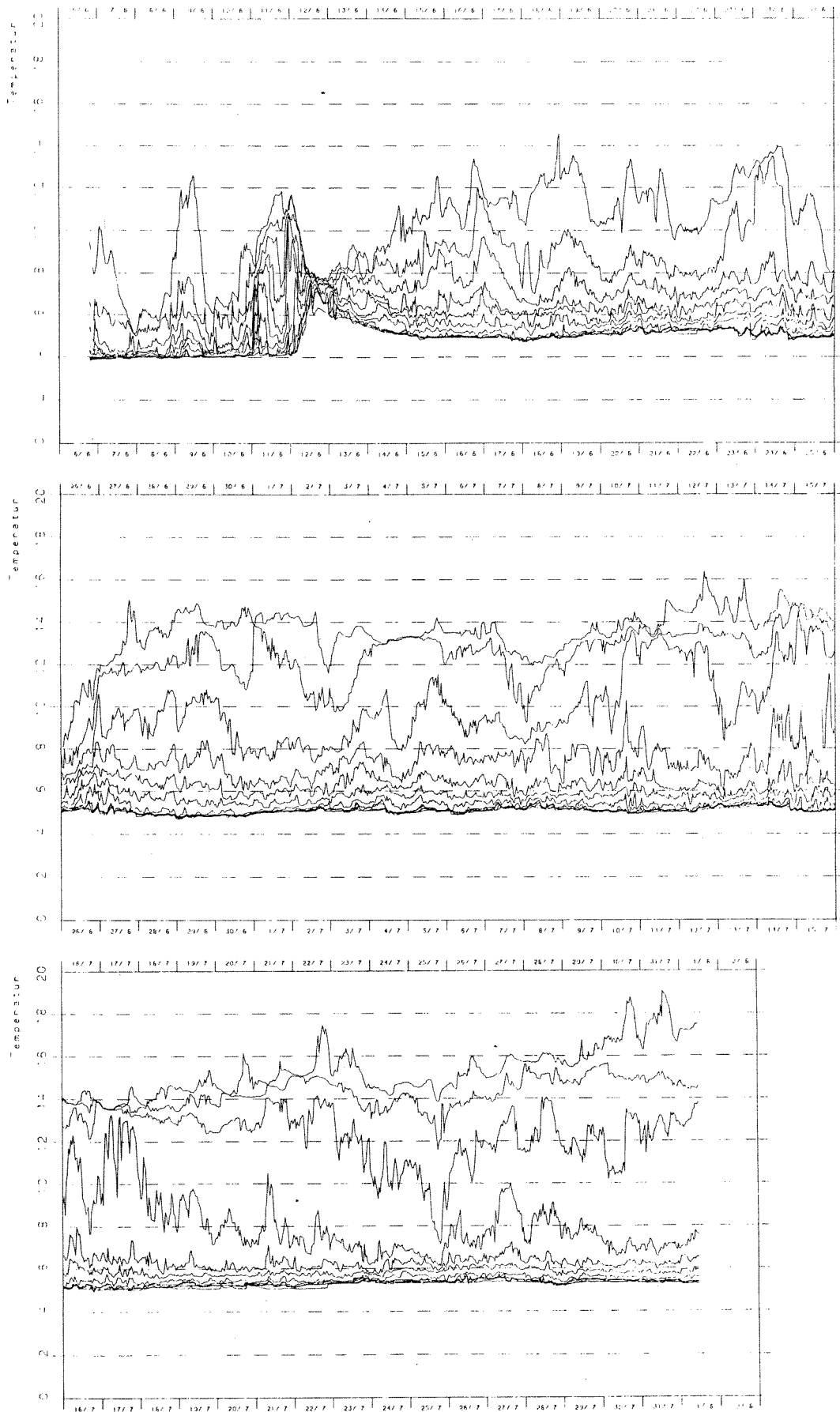
St. 3.

0,5		0,5	5,5	15,2	14,2	15,2	13,3	12,3	10,2	5,9
1,5		0,6	4,6	15,0	14,0	15,2	13,3	12,3	10,1	5,9
3,5		1,0	4,3	13,5	13,9	14,9	13,3	12,0	10,0	5,9
6		1,1	4,2	12,3	13,6	12,9	13,2	11,7	10,0	5,9
8		1,2	4,2	10,0	13,4	11,9	13,2	11,2	10,0	5,9
12		1,4	4,1	7,4	11,5	10,0	13,0	10,6	9,9	5,9
16		1,6	4,1	5,6	8,1	7,0	12,9	10,1	9,9	5,9
30		2,6	4,0	4,7	4,9	5,2	6,6	6,6	7,4	5,9
95		3,7	3,9	-	4,4	-	-	4,8	6,1	5,3

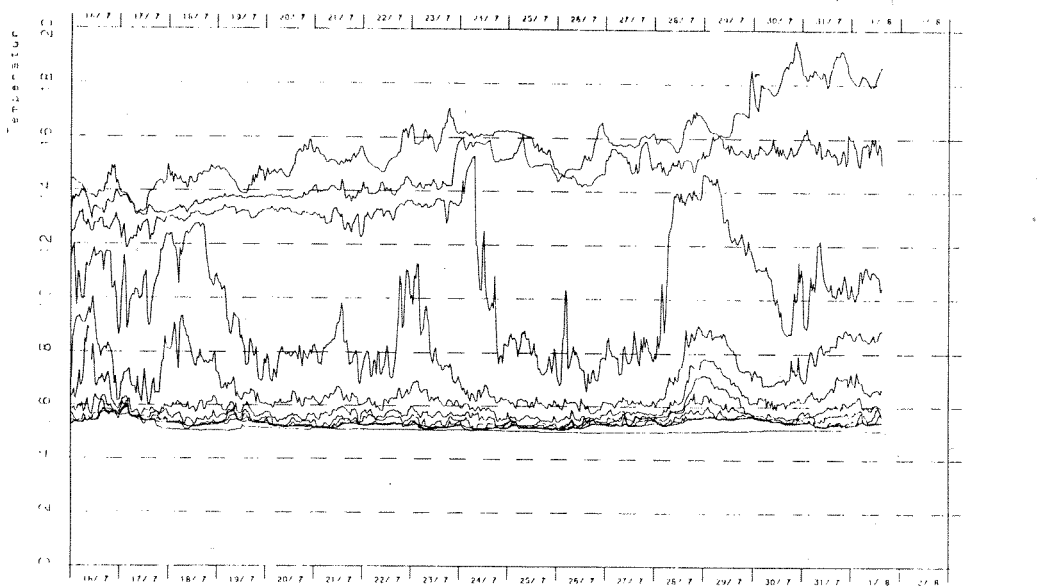
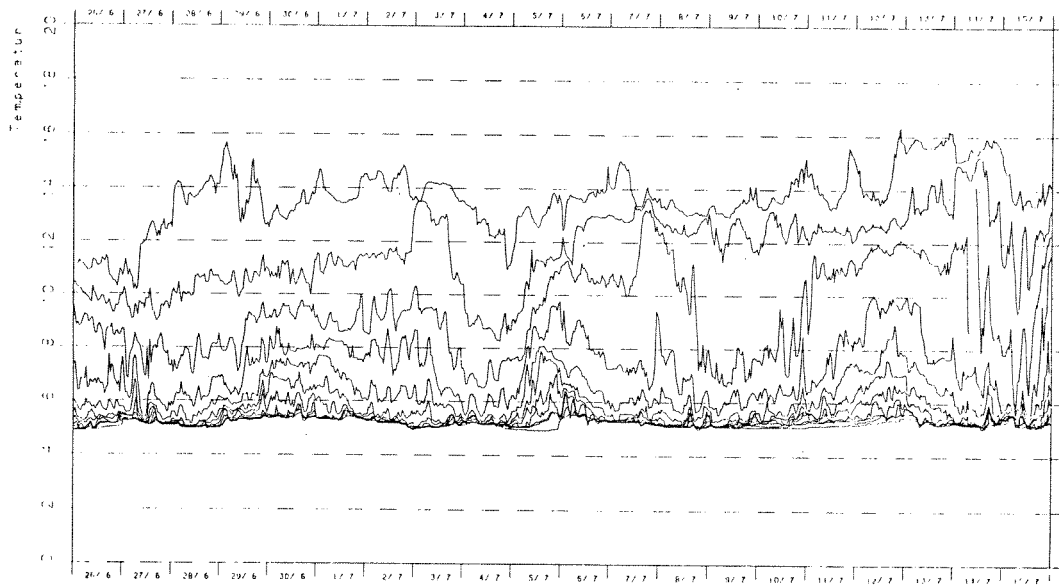
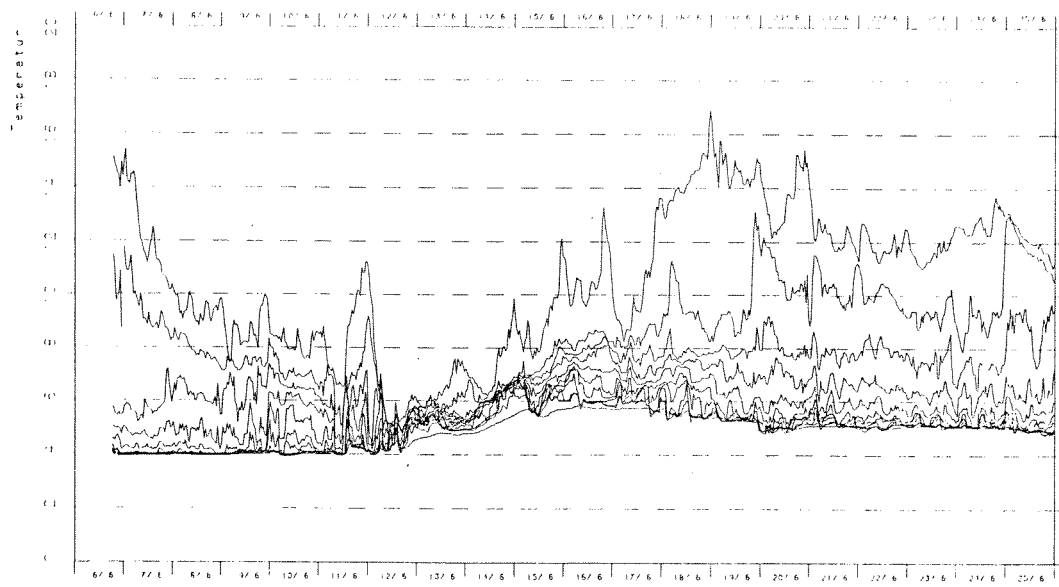
Temperatur på 11 dyp (1, 6, 11, 16, 21, 26, 31, 36, 41, 46, og 51 m)
i Randsfjorden ved Fluberg i perioden 6. juni til 1. august 1978.
Målinger hvert 20. minutt. For stasjonsplassering se årsrapporten
for 1978 (Faafeng og medarb. 1979).



Temperatur på 11 dyp ved Brandbu st. vest.



Temperatur på 11 dyp ved Brandbu st. øst.



Randsfjorden. Vannets siktedyp og farge. 1979.

Dato	St. 1	St. 2	St. 3
14.3*	4,4 (b-g)	5,0 (b-g)	5,0 (b-g)
28.5	7,0 (g-gr)	6,7 (b-g)	4,7 (b-g)
11.6	4,6 (g-gr)	4,0 (b-g)	3,8 (g-b)
3.7	5,5 (b-g)	5,5 (b-g)	4,8 (g-b)
24.7	6,8 (g-gr)	6,3 (g-gr)	5,0 (g-gr)
16.8	6,6 (gr-g)	5,3 (gr-g)	5,2 (g-b)
4.9	5,5 (gr-g)	5,7 (b-g)	5,2 (g-b)
2.10	5,5 (b-g)	5,5 (gr-g)	5,5 (b-g)
7.11	8,5 (b-g)	8,3 (b-g)	7,0 (b-g)

* = islagt g = gul
 b = brun
 gr = grønn

Randsfjorden. Vannets siktedyp og farge. 1980.

Dato	Randsfjorden (st. 2.)
5.3	4,2 (gr-g)
13.5	9,5 (gr-g)
3.6	8,0 (gr-g)
17.6	4,9 (g-gr)
1.7	5,0 (g-gr)
15.7	6,0 (gr-g)
5.8	4,6 (b-g)
22.8	—
26.8	6,5 (b-g)
23.9	6,2 (gr-g)
22.10	7,5 (g-gr)

* = islagt g = gul
 b = brun
 gr = grønn

OXYGEN (mg/l) 1979

Dato	14/3	28/5	11/6	3/7	24/7	16/8	4/9	2/10	7/11
Dyp i m	st.1								
0,5	13,30	11,73	11,22	10,45	9,44	10,07	10,10	10,44	10,90
1,5	13,09	-	11,53	10,63	9,42	10,10	10,06	10,38	10,98
3,5	12,69	-	11,12	10,61	9,54	10,28	10,13	10,46	10,98
6	11,98	-	11,32	10,69	9,60	10,42	10,10	10,31	10,96
8	11,98	-	11,02	10,73	9,92	10,49	9,92	10,10	10,89
12	11,88	11,73	11,83	10,87	-	10,61	10,27	10,25	11,28
16	11,67	-	11,83	11,14	-	10,70	10,33	10,44	10,94
30	11,77	11,93	11,53	11,57	-	12,45	10,82	10,48	10,97
105	10,86	11,83	11,63	11,66	11,42	11,59	-	10,85	10,87

st.2									
0,5	13,4	11,53	10,81	10,04	9,52	9,78	10,13	10,67	10,85
1,5	13,6	-	10,81	10,31	9,70	9,78	10,17	10,22	10,91
3,5	13,2	-	11,02	10,13	9,88	9,73	10,01	10,25	10,90
6	12,18	-	11,22	10,12	9,28	9,82	10,14	10,21	10,92
8	12,08	-	11,42	10,50	9,53	9,81	10,11	10,26	10,91
12	11,77	11,42	11,42	11,19	9,76	9,98	10,17	10,30	10,91
16	11,57	-	11,53	11,36	-	10,19	10,16	10,33	10,93
30	11,47	11,53	11,53	11,45	-	11,01	10,70	10,29	10,92
105	10,76	11,73	11,83	11,52	11,46	11,10	11,13	10,83	10,85

st.3									
0,5	12,38	11,12	10,51	9,79	9,87	9,71	10,14	10,07	10,68
1,5	12,38	-	10,20	9,67	9,78	9,74	10,07	10,02	10,61
3,5	12,38	-	10,71	9,68	9,79	9,90	10,07	9,96	10,58
6	12,28	-	10,61	9,58	9,81	9,77	10,11	9,90	10,62
8	11,88	-	10,81	9,74	10,51	9,69	10,08	-	10,64
12	11,77	11,32	11,27	9,98	10,36	10,07	10,13	9,92	10,68
16	11,67	-	11,22	10,56	10,72	9,81	10,18	9,76	10,64
30	11,27	11,12	11,12	11,16	11,64	10,70	10,63	10,21	10,65
95	10,15	11,02	-	11,18	10,65	-	11,63	10,16	10,26

OKSYGEN (% metning) 1979

Dato	14/3	28/5	11/6	3/7	24/7	16/8	4/9	2/10	7/11
Dyp i m	st.1								
0,5	91,6	89,0	101,5	94,6	94,9	91,9	94,5	90,2	87,6
1,5	90,1	-	104,3	96,6	93,6	91,4	93,9	89,7	88,2
3,5	88,1	-	99,8	96,0	93,9	92,1	94,6	90,3	88,2
6	83,8	-	97,1	96,0	93,9	91,5	94,1	88,8	88,0
8	84,3	-	89,4	96,1	92,6	90,8	92,0	87,0	87,5
12	84,0	88,4	91,8	94,3	-	90,8	90,6	88,1	90,4
16	83,2	-	91,6	94,4	-	90,9	90,3	89,3	87,7
30	85,1	89,4	87,9	92,2	-	99,5	88,8	86,6	87,9
105	81,0	88,6	88,3	89,4	88,2	88,2	-	86,3	87,1

st.2									
0,5	87,3	89,1	101,1	93,7	92,7	92,8	93,4	92,4	86,7
1,5	88,6	-	98,2	94,2	94,3	92,8	93,8	88,5	87,2
3,5	91,9	-	94,7	93,6	95,1	92,1	92,3	88,7	87,1
6	85,5	-	90,8	92,7	88,3	91,7	92,5	88,2	87,3
8	85,0	-	90,6	93,2	89,2	91,1	91,9	88,6	87,2
12	83,5	86,5	89,1	91,4	87,6	92,2	90,5	89,0	87,2
16	82,5	-	89,3	90,6	-	91,3	89,8	89,2	87,4
30	85,1	87,1	87,7	89,1	-	88,23	88,4	84,9	87,3
105	79,0	88,6	89,1	87,7	88,5	84,5	88,8	86,4	86,7

st.3									
0,5	85,3	87,2	102,2	93,3	96,0	90,8	92,9	88,2	84,6
1,5	85,5	-	98,8	91,8	95,1	91,1	92,3	87,6	84,0
3,5	86,4	-	100,6	91,7	94,6	92,6	91,7	86,8	83,8
6	86,6	-	97,2	90,3	91,2	91,2	91,5	86,3	84,1
8	83,4	-	94,3	91,3	95,5	90,5	90,3	-	84,2
12	83,0	85,7	92,5	89,9	90,3	93,6	89,5	86,3	84,6
16	82,8	-	88,2	88,1	87,2	91,2	89,0	84,9	84,2
30	84,2	84,0	85,5	86,2	85,9	86,2	85,6	83,8	84,3
95	76,1	83,0	-	85,3	-	-	89,6	80,8	80,0

Randsfjorden vannkjemi 1979

St. 1. 1979 (0-10 m).

Dato	pH	Konduktivitet µS/cm	Farge mg Pt	Turbiditet FTU	Total-P mg/m ³	Total-P filtrert mg/m ³	PO ₄ -P mg/m ³	Total-N mg/m ³	Total-N filtrert mg/m ³	NO ₃ -N mg/m ³	SiO ₂ mg/l	KMnO ₄ mg O/l	Org.tørrstoff mg/l	Uorg. tørrstoff mg/l
14.3	7,2	47,7	7,5	27	4	-	0,5	540	-	390	3,3	-	0,3	0,3
28.5	7,1	41,9	9,5	34	3	-	<0,5	-	-	400	3,0	2,94	0,3	0,1
11.6	7,2	38,8	20	40	5,5	5,0	0,5	540	520	370	2,8	-	0,5	0,0
3.7	7,3	42,1	17	54	4	2,5	0,5	490	480	345	2,9	-	0,5	0,1
24.7	7,3	39,6	18	28	4,5	-	1,0	520	-	310	2,8	3,41	0,3	0,7
16.8	7,3	40,0	20	36	4	4	<0,5	490	470	340	3,0	-	0,0	0,0
4.9	7,0	39,7	17	35	4	3	0,5	480	-	310	2,9	-	0,0	0,0
2.10	6,8	37,6	17	52	6	-	<0,5	460	460	330	2,8	-	0,3	0,2
7.11	7,1	40,0	15	35	6	-	3,5	520	-	360	2,9	-	0,2	0,0

St. 2. 1979 (0-10 m).

Dato	pH	Konduktivitet µS/cm	Farge mg Pt	Turbiditet FTU	Total-P mg/m ³	Total-P filtrert mg/m ³	PO ₄ -P mg/m ³	Total-N mg/m ³	Total-N filtrert mg/m ³	NO ₃ -N mg/m ³	SiO ₂ mg/l	KMnO ₄ mg O/l	Org.tørrstoff mg/l	Uorg. tørrstoff mg/l
16.3	7,2	46,2	13	22	4,0	-	<0,5	560	-	380	3,4	-	0,2	0,6
28.5	7,2	38,9	18	44	3,5	2,5	1,5	820	500	350	3,1	2,98	0,3	0,1
12.6	7,1	33,2	25	56	5,5	4,0	1,0	460	450	290	2,8	-	0,4	0,0
3.7	7,2	37,3	22	68	6,0	3,0	1,5	470	470	285	2,9	-	0,4	0,7
24.7	7,3	38,3	19	31	3,5	-	3,5	480	-	325	2,8	3,61	0,2	0,2
16.8	7,4	37,6	17	48	4,0	-	<0,5	510	450	310	2,9	-	0,4	0,0
5.9	7,0	38,3	17	33	3,5	3,0	1,0	500	490	300	3,0	-	0,2	0,0
2.10	6,9	37,6	17	60	4,0	3,0	1,0	460	430	330	2,8	-	0,5	0,0
7.11	7,2	38,1	16	50	3,5	-	1,0	500	490	350	2,9	-	0,2	0,1

St. 3. 1979 (0-10 m).

Dato	pH	Konduktivitet µS/cm	Farge mg Pt	Turbiditet FTU	Total-P mg/m ³	Total-P filtrert mg/m ³	PO ₄ -P mg/m ³	Total-N mg/m ³	Total-N filtrert mg/m ³	NO ₃ -N mg/m ³	SiO ₂ mg/l	KMnO ₄ mg O/l	Org.tørrstoff mg/l	Uorg. tørrstoff mg/l
14.3	7,2	43,0	10	21	3,5	-	<0,5	540	-	350	3,3	-	0,2	0,1
28.5	7,1	36,8	31	64	5,0	4,0	0,5	490	490	315	3,2	3,61	0,4	0,5
11.6	7,0	26,3	54	97	5,5	5,0	0,5	390	-	170	2,5	-	0,7	0,3
3.7	7,2	34,5	21	62	6,0	3,5	1,0	400	400	230	2,7	-	0,6	0,5
24.7	7,2	36,1	21	38	8,5	8,0	1,5	440	-	255	2,6	3,8	-	-
16.8	7,4	34,3	25	58	6,5	3,5	0,5	440	390	240	2,8	-	0,0	0,0
4.9	7,0	33,3	24	43	-	3,5	2,5	510	400	220	2,9	-	0,2	0,1
2.10	7,0	34,3	20	46	4,0	4,0	<0,5	400	400	270	2,8	-	0,1	0,3
7.11	7,1	36,7	19	62	4,0	-	1,0	460	450	320	3,0	-	0,5	0,1

Randsfjorden st.1 vannkjemi 1980

Dato	pH	Konduktivitet µS/cm	Farge mg Pt	Turbiditet FTU	Total-P µg/m ³	Total-P filtrert µg/m ³	PO ₄ -P µg/m ³	Total-N µg/m ³	Total-N filtrert µg/m ³	NO ₃ -N µg/m ³	SiO ₂ mg/l	KMnO ₄ mg O/l	Org.tørrstoff mg/l	uorg. tørrstoff mg/l
5.3	7,2	41,6	-	23	3,5	3,5	1,5	510	510	390	-	3,26	0,1	0,0
13.5	7,1	42,0	17	31	5,0	4,0	0,5	530	520	380	2,9	3,27	0,4	0,1
3.6	-	43,1	18	18	4,0	3,5	0,5	600	580	390	3,2	3,03	0,4	0,1
1.7	7,3	38,5	21	50	4,0	3,0	2,0	510	510	320	2,8	-	0,3	0,6
17.6	7,0	39,0	23	47	8,0	4,5	1,0	540	480	360	3,9	3,35	0,8	1,4
15.7	6,9	37,8	28	45	3,5	-	1,5	440	-	240	2,6	3,27	0,4	0,1
5.8	7,4	39,5	38	40	4,0	3,5	<0,5	460	440	260	2,7	3,69	1,1	0,3
26.8	7,0	38,8	24	32	4,5	2,0	1,0	490	470	260	3,0	3,62	0,1	0,1
23.9	7,2	38,5	20	35	3,0	1,5	<0,5	490	440	280	2,6	3,15	0,5	0,0
22.10	7,1	39,8	21	30	3,5	3,0	1,0	570	450	350	3,0	2,30	0,4	0,0

Lysmåling 1978 - 80. Svekningskoeffisienter

LOKALITET : RANDSFJORD ST.1

I	I	I	I	I	I	I	I
I	I	*IO*	I	*K*	I	*E*	I
I	DATO	MYEINSTEIN	I	LN-ENHET/M	I	LOG10-ENHET/M	I
I	I	/M**2/S	I	-----	I	-----	I
I	I	I	NEDEN	OVEN	I	NEDEN	OVEN
I	I	I	-FRA	-FRA	I	-FRA	-FRA
							SANNS.NIVA
							FOR ULIKE
							VERDIER AV
							K OG E
780523	161.50	0.38	0.51	0.17	0.22	***	
780606	323.59	0.36	0.60	0.16	0.26	***	
780627	1159.55	0.45	0.53	0.20	0.23	***	
780718	458.68	0.45	0.38	0.19	0.16	**	
780829	972.66	0.52	0.56	0.23	0.24	***	
780925	582.35	0.56	0.56	0.24	0.25	***	
790611	1286.32	0.45	0.65	0.20	0.28	***	
790703	383.05	0.43	0.62	0.19	0.27	***	
790724	1361.24	0.47	0.67	0.21	0.29	***	
791002	104.91	0.43	0.42	0.19	0.18	**	
800513	1167.19	0.33	0.46	0.14	0.20	***	
800603	1119.76	0.43	0.50	0.19	0.22	**	
800617	178.92	0.43	0.59	0.19	0.26	***	
800701	1377.59	0.48	0.63	0.21	0.27	***	
800715	580.93	0.45	0.77	0.19	0.33	***	

LOKALITET : RANDSFJORD ST.2

I	I	I	I	I	I	I	I
I	I	*IO*	I	*K*	I	*E*	I
I	DATO	MYEINSTEIN	I	LN-ENHET/M	I	LOG10-ENHET/M	I
I	I	/M**2/S	I	-----	I	-----	I
I	I	I	NEDEN	OVEN	I	NEDEN	OVEN
I	I	I	-FRA	-FRA	I	-FRA	-FRA
							SANNS.NIVA
							FOR ULIKE
							VERDIER AV
							K OG E
780523	193.50	0.35	0.57	0.15	0.25	***	
780606	187.52	0.54	0.49	0.23	0.21	**	
780627	706.82	0.44	0.48	0.19	0.21	***	
780718	101.90	0.47	0.62	0.21	0.27	***	
780829	141.57	0.59	0.40	0.26	0.17	***	
780925	603.43	0.85	0.55	0.37	0.24	***	
790611	1272.93	0.31	0.79	0.14	0.34	***	
790703	1394.88	0.45	0.58	0.20	0.25	***	
790724	1552.54	0.49	0.63	0.21	0.27	**	
790904	76.47	0.40	0.43	0.17	0.19	***	
791107	72.48	0.51	0.61	0.22	0.27	***	

LOKALITET : RANDSFJORD ST.3

I	I	I	I	I	I	I	I
I	I	*IO*	I	*K*	I	*E*	I
I	DATO	MYEINSTEIN	I	LN-ENHET/M	I	LOG10-ENHET/M	I
I	I	/M**2/S	I	-----	I	-----	I
I	I	I	NEDEN	OVEN	I	NEDEN	OVEN
I	I	I	-FRA	-FRA	I	-FRA	-FRA
							SANNS.NIVA
							FOR ULIKE
							VERDIER AV
							K OG E
780523	377.30	0.77	0.65	0.33	0.28	*	
780606	251.56	0.73	0.93	0.32	0.40	**	
780627	1528.30	0.51	0.69	0.22	0.30	***	
780718	133.00	0.55	0.59	0.24	0.26	*	
780829	1081.85	0.64	0.63	0.28	0.27	***	
780925	739.86	0.47	0.68	0.20	0.30	**	
790611	1327.48	0.75	0.88	0.32	0.38	**	
790703	574.37	0.57	0.63	0.25	0.27	***	
790724	588.72	0.38	0.58	0.16	0.25	***	
791002	762.50	0.45	0.73	0.19	0.32	**	
791107	222.92	0.56	0.61	0.24	0.26	***	

* P < 5%
 ** P < 1%
 *** P < 0.1%

Lysmåling 1978 - 80. Beregnet lyssvekning

LOKALITET : RANDSFJORD ST.1

I I I I	I I I I	*IO* I I I	I DYP (METER) VED RELATIV LYSINTENSITET							I I I I	I I I I	%LYS I I I
			1%	5%	10%	25%	50%	75%				
780523		161.50	10.9	6.6	4.9	2.7	1.4	0.6	7.8	3.14		
780606		323.59	10.1	5.9	4.1	2.3	1.1	0.5	4.1	9.94		
780627		1159.55	9.2	5.9	4.4	2.6	1.3	0.5	5.5	6.00		
780718		458.68	10.3	6.9	5.4	3.5	1.8	0.8	6.3	6.38		
780829		972.66	8.6	5.5	4.2	2.4	1.3	0.6	6.5	2.85		
780925		582.35	8.0	5.4	4.0	2.5	1.2	0.5	5.8	3.81		
790611		1286.32	8.4	5.0	3.7	2.1	1.1	0.5	4.6	6.21		
790703		383.05	8.8	5.3	3.9	2.2	1.1	0.5	5.5	4.56		
790724		1361.24	7.9	5.1	3.7	2.1	1.1	0.4	6.8	1.94		
791002		104.91		7.2	5.5	3.4	1.6	0.7	5.5	9.91		
800513		1167.19	9.8	6.5	5.1	2.9	1.5	0.7	9.5	1.12		
800603		1119.76	9.7	6.1	4.8	2.8	1.4	0.6	8.0	2.28		
800617		178.92	9.7	5.5	3.9	2.4	1.2	0.5	4.9	6.51		
800701		1377.59	8.0	4.9	3.7	2.2	1.1	0.5	4.5	6.26		
800715		580.93	8.0	4.5	3.0	1.8	0.9	0.4	6.0	2.36		

LOKALITET : RANDSFJORD ST.2

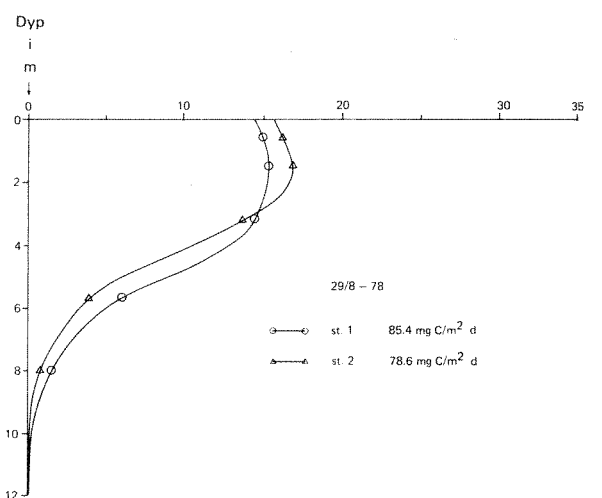
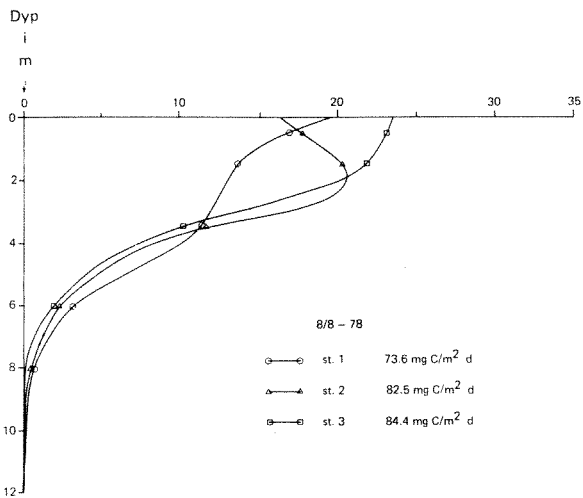
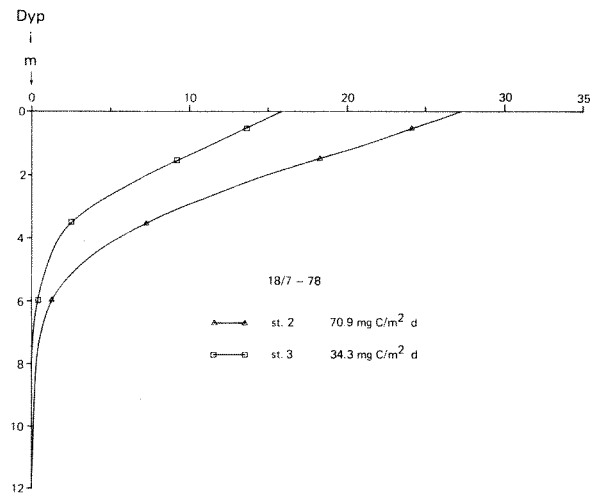
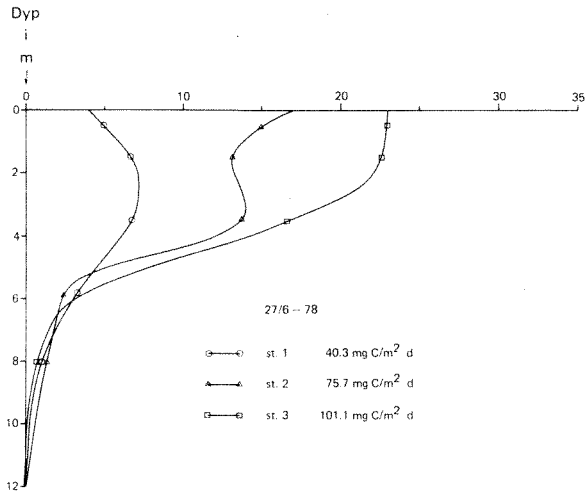
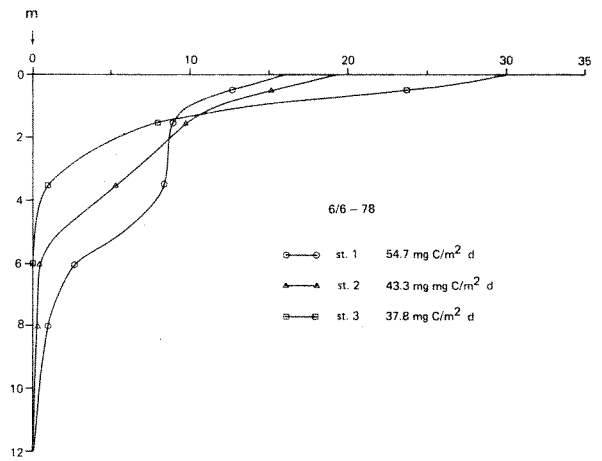
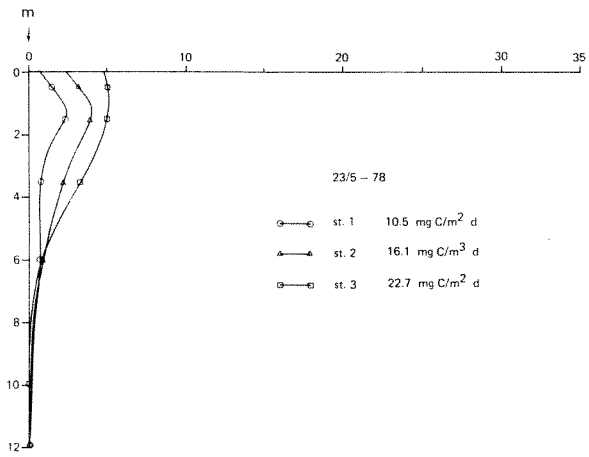
I I I I	I I I I	*IO* I I I	I DYP (METER) VED RELATIV LYSINTENSITET							I I I I	I I I I	%LYS I I I
			1%	5%	10%	25%	50%	75%				
780523		193.50	9.0	5.5	4.0	2.4	1.2	0.5	4.6	7.46		
780606		187.52	8.7	6.0	4.7	2.8	1.4	0.6	3.8	16.02		
780627		706.82	9.6	6.5	5.1	1.9	1.4	1.2	4.9	11.03		
780718		101.90	8.4	5.2	3.8	2.2	1.1	0.5	5.2	4.93		
780829		141.57	11.1	7.5	5.8	3.5	1.9	0.6	6.1	9.03		
780925		603.43	8.2	5.4	4.1	2.5	1.3	0.5	7.1	2.06		
790611		1272.93	6.6	4.0	2.9	1.7	0.9	0.4	4.0	4.93		
790703		1394.88	7.8	5.2	3.9	2.4	1.2	0.5	5.5	4.12		
790724		1552.54		5.1	3.8	2.2	1.1	0.5	6.3	3.06		
790904		76.47		7.1	5.4	3.1	1.6	1.0	5.7	8.89		
791107		72.48	8.8	5.5	3.9	2.3	1.1	0.5	8.2	1.31		

LOKALITET : RANDSFJORD ST.3

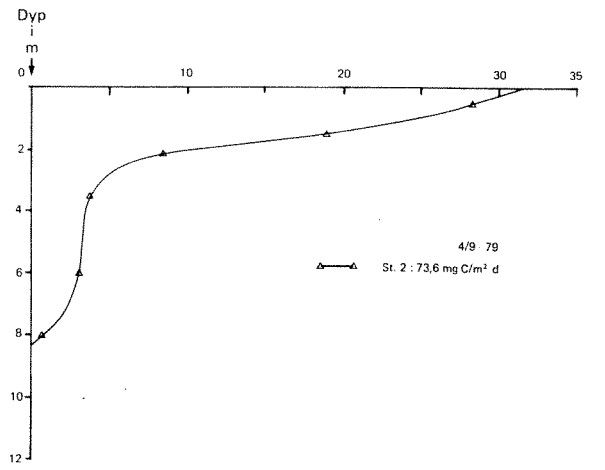
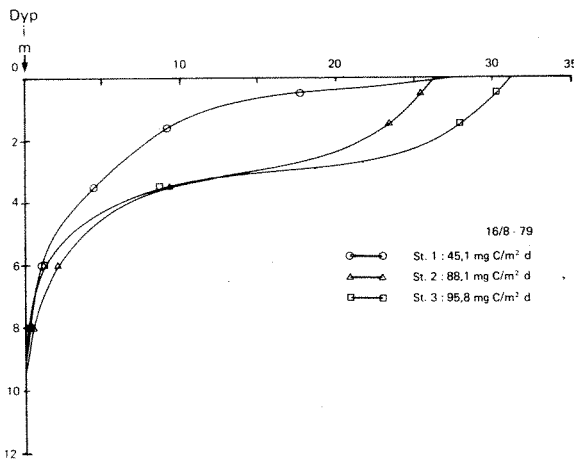
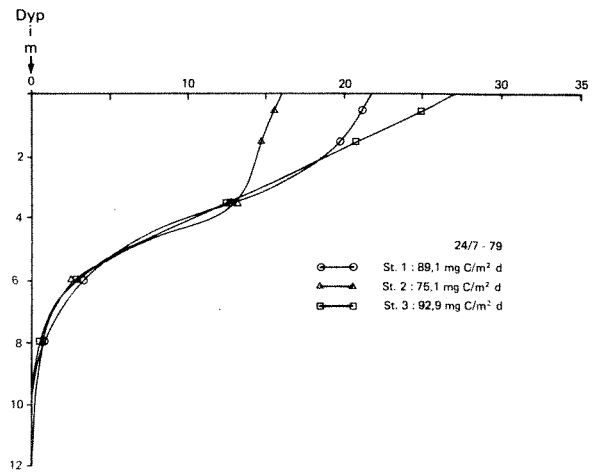
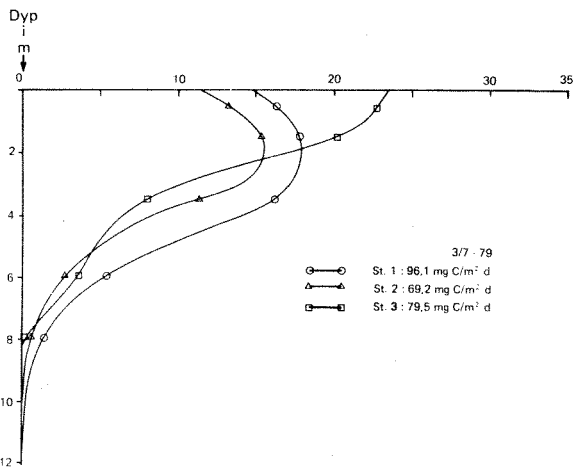
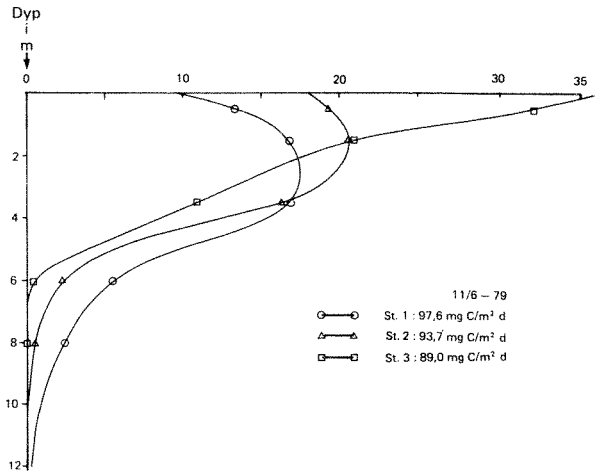
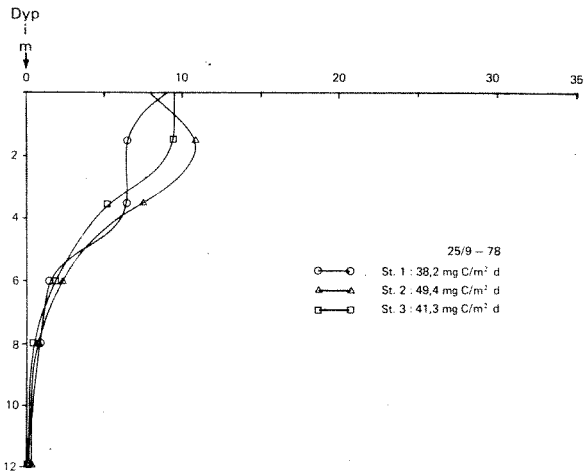
I I I I	I I I I	*IO* I I I	I DYP (METER) VED RELATIV LYSINTENSITET							I I I I	I I I I	%LYS I I I
			1%	5%	10%	25%	50%	75%				
780523		377.30	8.1	4.7	3.5	2.1	1.1	0.4	6.0	2.86		
780606		251.56	5.2	3.2	2.5	1.5	0.8	0.3	1.8	18.79		
780627		1528.30	7.1	4.4	3.4	2.0	1.0	0.4	4.5	4.80		
780718		133.00	7.8	5.2	3.9	2.1	1.3	0.6	4.6	6.90		
780829		1081.85	7.8	5.1	4.0	2.1	1.1	0.5	7.5	1.11		
780925		739.86	7.5	4.4	3.3	2.0	1.0	0.4	6.5	1.82		
790611		1327.48	6.0	3.6	2.6	1.6	0.8	0.3	3.8	4.32		
790703		574.37	7.6	4.7	3.6	2.2	1.1	0.5	4.7	4.84		
790724		588.72		5.1	3.9	2.2	1.3	0.6	5.0	5.33		
791002		762.50	6.9	4.2	3.1	1.8	1.0	0.4	5.5	2.26		
791107		222.92	7.8	4.9	3.8	2.3	1.2	0.5	7.0	1.58		

Enkeltobservasjoner av primærproduksjonen i Randsfjorden
i perioden 1978-1980.

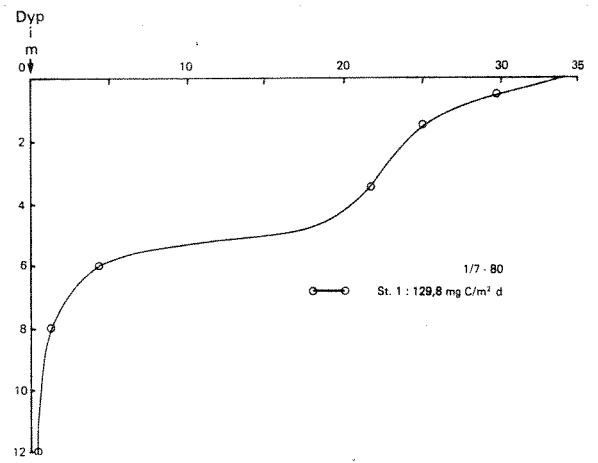
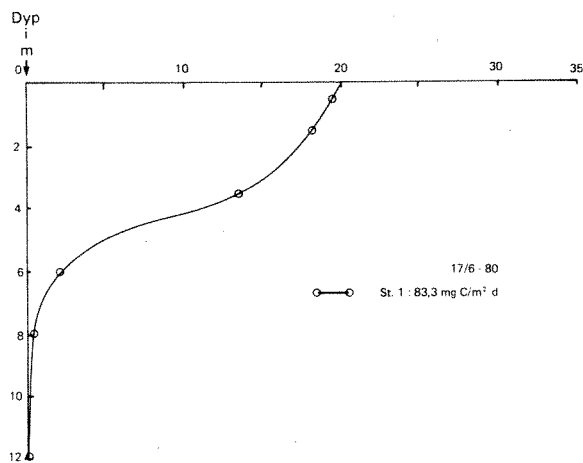
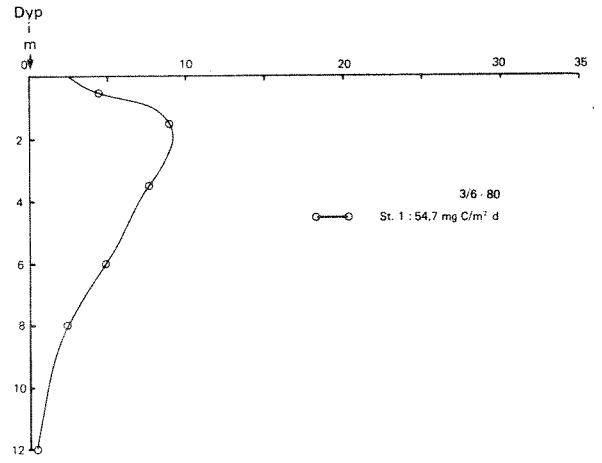
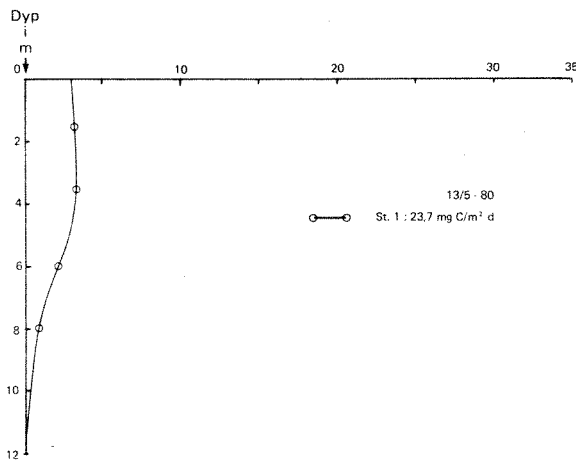
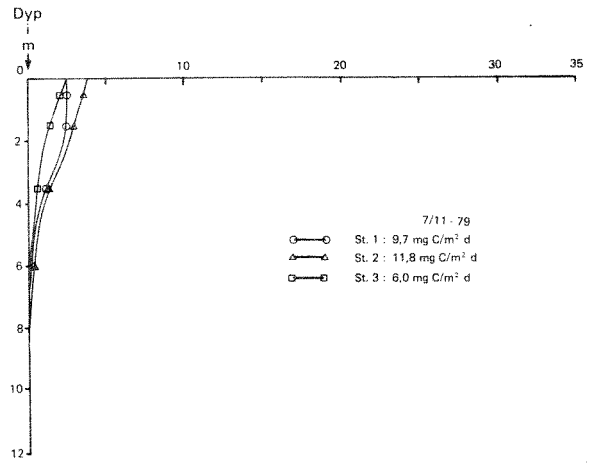
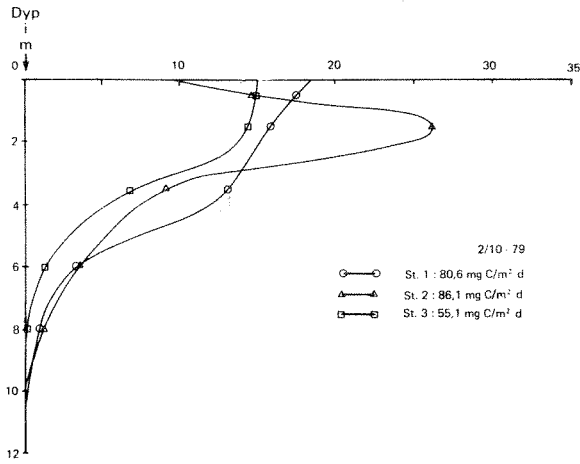
fortsettes



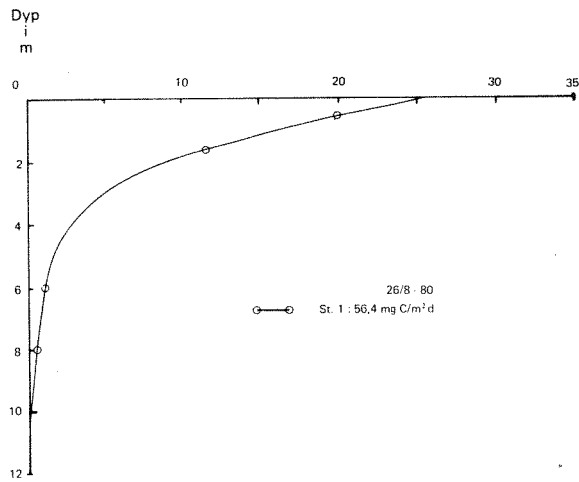
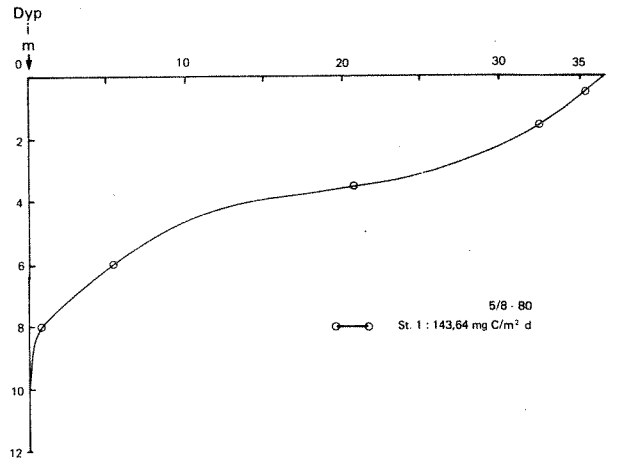
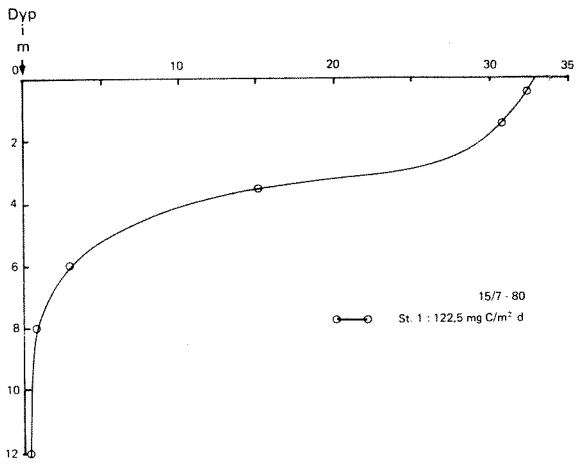
forts.



forts.



forts.



Analyseresultater fra tilløpsbekker

VIGGA 27/5 1980

	Tot-P mg/m ³	Tot-P filtr. mg/m ³	PO ₄ -P mg/m ³	Tot-N mg/m ³	Tot-N filtr. mg/m ³	NO ₃ -N mg/m ³	KOF (KMnO ₄) mg O/l
Vigga oppstrøms renseanlegg	25.5	22.0	15.0	3000	2960	3000	3.82
kloakk innløp renseanlegg	5800	5000	5200	23500	22800	1500	17.2
kloakk utløp renseanlegg	5800	5200	4900	25000	21800	2000	20.7
Vigga nedstrøms Brandbu (renseanlegg)	510	490	510	4000	4000	2800	5.34

VIGGA nedstrøms Brandbu 1980

Dato	Tot-P mg/m ³	Tot-P filtr. mg/m ³	PO ₄ -P mg/m ³	Tot-N mg/m ³	Tot-N filtr. mg/m ³	NO ₃ -N mg/m ³	KOF (KMnO ₄) mg O/l
23/3	75.0	71.0	61.0	3700	3700	3700	3.32
9/4	58.0	40.0	41.0	3400	3300	3300	3.38
17/4	190	150	150	3680	3280	2800	10.3
22/4	55.0	47.0	45.0	3400	3400	3400	6.67
25/4	39.0	-	31.5	3680	3200	3200	6.07
29/4	35.5	28.0	25.0	3600	3600	3600	7.29
6/5	37.0	28.0	25.5	3600	3600	3600	5.54
9/5	37.0	30.0	26.0	3100	3100	3100	5.73
12/5	52.0	45.5	39.0	4500	3160	3200	4.94
13/6	33.0	26.0	23.0	3200	3160	3100	4.17
18/6	46.0	39.5	28.0	3280	3100	3100	4.67
1/7	28.0	21.5	15.0	1840	1760	1500	8.29
24/7	29.0	24.0	19.5	2160	2100	2100	7.00
14/8	40.0	30.5	28.0	2720	2560	2500	2.88
23/8	68.0	43.0	34.0	2680	2640	2400	5.07
29/8	29.0	25.0	25.0	1720	1560	880	8.15
25/9	23.0	15.5	11.5	1880	1640	1240	6.11
29/10	33.0	22.5	11.5	2360	2280	2280	4.71

Vigga v. innløp Jarenvannet.

Dato	Temperatur (°C)	pH	Konduktivitet (µS/cm)	Kimtall (bakterier pr. ml)	Koliforme bakterier (pr. 100 ml)	E. Coli (pr. 100 ml)
15.2	0,3	7,8	372	>5000	410	+
23.3	0,2	7,7	412	-	40	20
9.4	1,0	7,5	363	-	3400	540
25.4	3,8	7,7	309	1800	1600	600
12.5	-	8,2	270	3000	220	160
18.6	14	7,9	397	6500	1200	280
24.7	13	7,9	286	2600	770	270
14.8	-	7,6	319	5000	90	80
25.9	-	7,8	291	15000	>300	420
29.10	-	7,7	272	12000	800	400

- = ikke målt

+ = påvist

> = mer enn

Vigga v. utløp Jarenvannet.

Dato	Temperatur (°C)	pH	Konduktivitet (µS/cm)	Kimtall (bakterier pr. ml)	Koliforme bakterier (pr. 100 ml)	E. Coli (pr. 100 ml)
15.2	2,0	8,1	313	140	0	0
23.3	2,5	7,5	325	-	0	0
9.4	2,0	7,5	321	600	0	0
25.4	4,0	7,5	345	1300	180	0
12.5	-	8,5	264	2000	0	0
18.6	16	8,7	278	200	16	0
24.7	18	8,7	207	130	0	0
14.8	-	8,7	204	1100	30	0
25.9	-	8,3	241	350	20	0
29.10	-	7,4	241	300	12	4

- = ikke målt

+ = påvist

> = mer enn

Vigga v. Røykenvika.

Dato	Temperatur (°C)	pH	Konduktivitet (µS/cm)	Kimtall (bakterier pr. ml)	Koliforme bakterier (pr. 100 ml)	E. Coli (pr. 100 ml)
15.2	0,8	7,7	293	>5000	>1600	+
23.3	1,0	7,4	314	-	600	150
9.4	1,0	7,5	292	-	6000	340
25.4	4,0	7,6	256	2300	2200	1360
12.5	-	7,9	242	10000	4400	1900
18.6	16	8,0	290	2700	1400	80
24.7	13	7,5	164	3500	1200	380
14.8	-	7,6	238	3500	900	1100
25.9	-	7,6	149	2700	2100	450
29.10	-	7,7	190	3500	1400	510

Gullerudelva.

Dato	Temperatur (°C)	pH	Konduktivitet (µS/cm)	Kimtall (bakterier pr. ml)	Koliforme bakterier (pr. 100 ml)	E. Coli (pr. 100 ml)
15.2	-	7,7	112	220	10	0
6.3	-	7,2	108	300	0	0
23.3	0,5	7,1	101	-	0	0
9.4	1,0	7,4	100	900	0	0
25.4	3,0	7,2	60	1100	4	0
12.5	-	7,7	54	650	5	0
18.6	14	7,7	90	250	40	18
24.7	13	8,0	53	350	12	6
14.8	-	7,4	73	200	10	0
25.9	-	7,4	51	251	22	8
29.10	-	7,2	57	600	42	20

Skjerva v. Brandbu.

Dato	Temperatur (°C)	pH	Konduktivitet (µS/cm)	Kimtall (bakterier pr. ml)	Koliforme bakterier (pr. 100 ml)	E. Coli (pr. 100 ml)
15.2	-0,8	7,9	74	220	10	0
6.3	-	7,6	241	500	0	0
23.3	05	7,4	74	-	0	0
9.4	-	7,5	77	1500	75	0
25.4	2,7	7,1	56	660	32	0
12.5	-	8,1	42	550	15	0
18.6	14	8,3	105	240	40	16
24.7	12	7,2	51	350	14	10
14.8	-	8,2	90	100	10	2
25.9	-	7,9	40	200	40	12
29.10	-	7,4	48	650	6	4

Bekk fra Krøggerudtjern.

Dato	Temperatur (°C)	pH	Konduktivitet (µS/cm)	Kimtall (bakterier pr. ml)	Koliforme bakterier (pr. 100 ml)	E. Coli (pr. 100 ml)
15.2	0,5	8,7	408	1500	150	+
6.3	-	7,3	372	3000	20	10
23.3	2,5	7,4	396	-	20	0
9.4	1,0	7,8	345	1500	330	0
25.4	4,5	8,2	261	550	100	0
12.5	-	8,5	237	2000	30	20
18.6	14	8,2	405	3400	>1000	>1000
24.7	14	8,5	238	6600	660	560
14.8	-	7,8	302	20000	>5000	>5000
25.9	-	8,1	248	5000	-	10
29.10	-	7,7	226	2000	300	35

Wøienbekken.

Dato	Temperatur (°C)	pH	Konduktivitet (µS/cm)	Kimtall (bakterier pr. ml)	Koliforme bakterier (pr. 100 ml)	E. Coli (pr. 100 ml)
15.2	0,3	8,7	346	>5000	>1600	+
6.3	-	7,9	419	2000	160	70
23.3	1,0	7,8	435	-	140	40
9.4	1,0	7,7	405	-	>6000	440
25.4	5,0	8,0	325	1450	380	180
12.5	-	8,2	264	5000	820	500
18.6	14	7,9	422	2800	2000	600
24.7	11	8,2	281	1200	120	40
14.8	-	8,0	331	4200	200	180
25.9	-	7,9	308	4000	>300	260
29.10	-	7,9	279	7000	400	150

Nigardsbekken v. Røykenvika.

Dato	Temperatur (°C)	pH	Konduktivitet (µS/cm)	Kimtall (bakterier pr. ml)	Koliforme bakterier (pr. 100 ml)	E. Coli (pr. 100 ml)
15.2	-	7,5	399	>5000	100	+
6.3	-	7,4	457	>5000	850	590
23.3	1,5	7,0	495	-	300	150
9.4	-	7,2	464	-	>10000	2800
25.4	6,5	7,2	296	3000	3000	1440
12.5	-	7,7	374	2200	200	50
18.6	16	7,5	365	300	160	20
24.7	17	7,3	281	2800	80	90
14.8	-	7,7	325	4200	200	210
25.9	-	7,2	292	4700	950	60
29.10	-	7,6	292	10000	>1600	820

Nigardsbekken v. Bleiken.

Dato	Temperatur (°C)	pH	Konduktivitet (µS/cm)	Kimtall (bakterier pr. ml)	Koliforme bakterier (pr. 100 ml)	E. Coli (pr. 100 ml)
15.2	1,5	7,5	359	200	0	0
23.3	2,0	7,6	412	-	0	0
9.4	1,5	7,3	417	-	800	130
25.4	5,0	7,2	314	2400	360	12
12,5	-	7,5	356	2000	5	0
18.6	13	7,4	409	330	80	6
24.7	12	7,8	329	2700	12	10
14.8	-	7,5	325	2500	110	20
25.9	-	7,5	347	300	15	15
29.10	-	7,4	319	3000	1200	400

NIGARDSBEKKEN v/Røykenvik 1980

Dato	Tot-P mg/m ³	Tot-P filtr. mg/m ³	PO ₄ -P mg/m ³	Tot-N mg/m ³	Tot-N filtr. mg/m ³	NO ₃ -N mg/m ³	KOF (KMnO ₄) mg O/1
15/2, 5/3 og 23/3	180	180	180	4280	4320	1180	5.97
9/4	380	380	370	8800	7600	6900	8.09
25/4	94.0	-	73.0	2840	2760	2600	4.08
12/5	47.0	40.5	30.0	2720	2360	2100	4.08
18/6	85.0	75.0	70.0	2240	1800	1500	4.47
1/7	48.0	40.5	27.5	2320	2120	2200	4.20
24/7	68.0	57.0	50.0	2080	2000	1900	4.82
14/8	110	98.0	97.0	1680	1200	950	4.47
25/9	78.0	69.0	60.0	1800	1440	1120	4.55
29/10	60.0	42.5	40.5	2480	2160	1900	4.94

NIGARDSBEKKEN v/Bleiken 1980

Dato	Tot-P mg/m ³	Tot-P filtr. mg/m ³	PO ₄ -P mg/m ³	Tot-N mg/m ³	Tot-N filtr. mg/m ³	NO ₃ -N mg/m ³	KOF (KMnO ₄) mg O/1
15/2, 5/3 og 23/3	15.5	14.0	13.5	10700	9500	8000	1.44
9/4	260	250	230	11300	9200	9100	6.03
25/4	57.0	-	38.5	12000	10600	10300	3.19
12/5	24.0	24.0	17.0	10000	9800	9200	2.57
18/6	25.0	21.0	16.5	12100	10600	9300	2.18
1/7	55.0	46.0	43.0	9500	9000	8800	3.23
24/7	41.0	37.0	34.0	8100	7800	7500	4.51
14/8	19.0	14.0	12.0	7900	7500	7300	1.63
25/9	43.0	15.0	2.0	11500	9600	9100	3.89
29/10	29.0	24.5	21.0	14000	13000	12000	2.26

GULLERUDELVA 1980

Dato	Tot-P mg/m ³	Tot-P filtr. mg/m ³	PO ₄ -P mg/m ³	Tot-N mg/m ³	Tot-N filtr. mg/m ³	NO ₃ -N mg/m ³	KOF (KMnO ₄) mg O/1
15/2, 5/3 og 23/3	43.5	42.0	40.0	1150	1080	740	2.85
9/4	3.0	3.0	2.5	1020	870	720	2.88
25/4	30.0	-	20.0	1080	930	620	9.65
12/5	28.0	24.0	18.0	600	590	330	7.47
18/6	5.0	5.0	1.0	880	740	530	4.28
1/7	28.5	25.0	24.0	600	550	200	10.31
24/7	12.5	10.5	5.5	710	700	270	9.37
14/8	9.0	8.5	5.0	3640	590	420	2.80
25/9	5.0	4.0	< 0.5	680	580	320	8.40
29/10	8.0	6.0	1.5	890	770	520	7.55

RANSELVA

Dato	Tot-P mg/m ³	Tot-P filtr. mg/m ³	PO ₄ -P mg/m ³	Tot-N mg/m ³	Tot-N filtr. mg/m ³	NO ₃ -N mg/m ³	KOF (KMnO ₄) mg O/l
28/2	5.5	3.5	2	500	540	380	2.88
28/3	4.5	-	2	620	-	370	3.32
5/4	9.0	7.5	5.0	680	670	450	4.3
25/5	9.0	-	4.0	560	-	400	3.45
20/6	7.5	5.0	2.5	?	?	345	3.14
27/8	10.0	5.0	3.0	480	490	300	3.84

SLØVIKELVA

Dato	Tot-P mg/m ³	Tot-P filtr. mg/m ³	PO ₄ -P mg/m ³	Tot-N mg/m ³	Tot-N filtr. mg/m ³	NO ₃ -N mg/m ³	KOF (KMnO ₄) mg O/l
28/2	38.5	18.5	15	2000	1740	1700	3.79
22/3	20.5	-	15	2040	-	1400	3.52
5/4	57.0	32.5	36	5200	4500	3300	4.1
25/5	14.0	-	4.0	2780	-	2100	5.41
20/6	12.5	18.0	3.5	2080	2040	1450	4.31
27/8	24.0	14.5	9.0	1400	1320	1010	5.33

LOMSDALSELVA

Dato	Tot-P mg/m ³	Tot-P filtr. mg/m ³	PO ₄ -P mg/m ³	Tot-N mg/m ³	Tot-N filtr. mg/m ³	NO ₃ -N mg/m ³	KOF (KMnO ₄) mg O/l
30/4	10.0	-	3.5	400	-	90	-
22/5	8.0	5.0	0.5	320	280	50	9.49
4/7	4.5	5.0	0.5	200	230	< 10	5.17
20/8	4.0	3.5	0.5	270	220	50	0.71
4/10	4.5	4.0	2.0	250	230	100	2.85

ETNA, DOKKA Dok 5

Dato	Tot-P mg/m ³	Tot-P filtr. mg/m ³	PO ₄ -P mg/m ³	Tot-N mg/m ³	Tot-N filtr. mg/m ³	NO ₃ -N mg/m ³	KOF (KMnO ₄) mg O/l
30/4	13.0	-	3.0	700	-	460	-
22/5	9.5	4.5	1.0	370	300	105	6.51
4/7	6.0	5.0	0.5	250	240	55	4.08
20/8	4.0	3.0	< 0.5	280	260	20	7.21
4/10	4.5	4.0	< 0.5	230	230	50	7.31

ANALYSERESULTATER AV KVANTITATIVE PLANTEPLANKTONPRØVER I RANDSFJORDEN 1979.

(som algevolum i mm³/m³, basert på blandprøver fra 0-10 m dyp)

1) pr. 100 µm trichomlengde. 2) pr. koloni. 3) pr. koloni å 4 c. (forts.)

	Spesifikt volum i µm ³	14.3			28.5			11.6			3.7		
		St.1	St.2	St.3	St.1	St.2	St.3	St.1	St.2	St.3	St.1	St.2	St.3
CYANOPHYCEAE (blågrønnalger)													
<i>Oscillatoria cf. agardhii</i> Gom.	1500 ¹⁾							2	1				
CHLOROPHYCEAE (grønnalger)													
<i>Botryococcus braunii</i> Kütz.	3300 ²⁾									1			
<i>Carteria</i> sp.	300											1	
<i>Chlamydomonas</i> spp.	100-200	1		1				1		2	1		
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchn.) West & West	170 ³⁾												
<i>Gyromitus cordiformis</i> Skuja	300												
cf. <i>Monoraphidium minutum</i> (Naeg.)	85												
<i>Oocystis</i> sp.	30-90												
<i>Paramastix conifera</i> Skuja	300								3				
cf. <i>Selenastrum capricornutum</i> Printz	30												
<i>Staurodesmus</i> sp.	5000					1						1	
Uspesifiserte kuleformete grønnalger	65-500			1			1						
Uspesifiserte grønnalger	100-150	2	1					1		11	3	1	2
Σ volum Chlorophyceae		3	1	2		1	1	2	3	14	6	1	2
CHRYSOPHYCEAE (gulalger)													
<i>Bitrichia chodatii</i> (Rev.) Chod.	100												
<i>Chrysochromulina parva</i> Lack	40-50	11	12	3	6	8	5	50	30	31	21	9	3
Chrysomonader, små (inkludert <i>Kephyrion</i> spp. og <i>Spiniferomonas</i> spp.)	15-75	9	23	6	8	12	15	69	61	114	25	29	43
Chrysomonader, store	100-325	3	2		4	6	18	68	32	218	13	6	13
<i>Dinobryon borgei</i> Lemm.	25									1	2	1	
<i>D. crenulatum</i> West & West	200							1		1	2		
<i>Dinobryon</i> spp.	200-250									1			
<i>Mallomonas akrokomos</i> Ruttn.	350	2	1		2	8	4	9	22	40	2	3	1
<i>Mallomonas</i> spp.	1500						5	9		42	23		9
Cyster av chrysophyceer	35-200								1	1	2		2
Σ volum Chrysophyceae		25	38	9	20	34	47	206	146	449	90	48	71
CRASPEDOPHYCEAE (krageflagellater)													
Uspesifiserte craspedophyceer	35-50	2	1	1	1		1	1	3		1	1	1
BACILLARIOPHYCEAE (kiselalger)													
<i>Asterionella formosa</i> Hass	550					4	3	21	11	2	3	1	
<i>Diatoma elongatum</i> (Lyngb.) Ag	400							32					
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitt	600							3					
<i>Melosira distans</i> v. <i>alpigena</i> Grun.	500					1			1			1	
<i>M. granulata</i> (Ehr.) Ralfs	2200						3	6	3				1
<i>Rhizolenia cf. eriensis</i> H.L.Smith	65							1	1		1		
<i>Synedra</i> spp.	250		2		4	5	11	19	9	6	13	5	5
<i>Synedra</i> sp.	1500							1					
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kütz.	1600				1							2	
Uspesifiserte sentriske diatomeer	50												
	150-600		2		1	6	7	8	5	5	1	2	5
	1200				7								
Σ volum Bacillariophyceae			4		13	16	24	91	30	13	18	11	11
CRYPTOPHYCEAE													
<i>Cryptaulax vulgaris</i> Skuja	100					1							
<i>Cryptomonas</i> spp. (inkludert <i>C. marssonii</i> Skuja)	800-2500	10	5			3	5	5		5	11		15
<i>Katablepharis ovalis</i> Skuja	100-110		1	1			1	11	8	21	4	4	4
<i>Rhodomonas lacustris</i> Pasch. & Ruttn.	100-150	14	14	8	15	21	20	55	51	113	25	16	15
Uspesifisert cryptomonade	250-300			1					4			2	
Σ volum Cryptophyceae		24	20	10	16	24	26	71	63	139	40	22	34
DINOPHYCEAE (fureflagellater)													
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.M.) Schrank.	40 000												
cf. <i>Gymnodinium lacustre</i> Schill.	120-550	11	9		1	4	1	20	15	96	20	1	
<i>Gymnodinium helveticum</i> Pen.	10 000	3	6	2		1		1	1		5	2	3
<i>Peridinium</i> sp.	700												
Uspesifisert dinophyce	10 000												
Σ volum Chryptophyceae		14	15	2	1	5	1	21	16	96	25	3	3
µ-alger		4	3	3	2	11	11	22	9	12	26	17	17
TOTALT ALGEVOLUM		71	82	26	62	91	122	403	274	737	197	103	135

forts.

	24.7			16.8			4.9			2.10			7.11		
	St.1	St.2	St.3	St.1	St.2	St.3	St.1	St.2	St.3	St.1	St.2	St.3	St.1	St.2	St.3
CYANOPHYCEAE (blågrønnalger)															
<i>Oscillatoria cf. agardhii</i> Gom.				1	2		8			19	15		9	5	
CHLOROPHYCEAE (grønnalger)															
<i>Botryococcus braunii</i> Kütz.	1		1	1	2				1		1			1	1
<i>Carteria</i> sp.															
<i>Chlamydomonas</i> spp.			3		2										
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchn.) West&West									1						
<i>Gyromitus cordiformis</i> Skuja				1											
cf. <i>Monoraphidium minutum</i> (Naeg.)			2		1		1		1	1		1			
<i>Oocystis</i> sp.			1			1			1						
<i>Paramastix conifera</i> Skuja							1								
cf. <i>Selenastrum capricornutum</i> Printz			1			1									
<i>Staurodesmus</i> sp.											1				
Uspesifiserte kuleformede grønnalger	1	2	2		1	3			3	5	1		3		
Uspesifiserte grønnalger	5		3			3			2			1			
Σ volum Chlorophyceae	7	2	13	2	6	8	2		8	7	3	2	3	1	1
CHRYSOPHYCEAE (gulaiger)															
<i>Bitrichia chodatii</i> (Rev.) Chod.				1											
<i>Chrysochromulina parva</i> Lack	4	5	5	4	5		18		3	7	6	8	1		2
Chrysomonader, små (inkludert <i>Kephyrion</i> spp. og <i>Spiniferomonas</i> spp.)	23	30	36	13	19	14	20		18	14	14	8	6	6	6
Chrysomonader, store	14	12	21	5	10	8	25		12	18		4	4	2	4
<i>Dinobryon borgei</i> Lemm.			1			1			1						
<i>D. crenulatum</i> West & West															
<i>Dinobryon</i> spp.			3												
<i>Mallomonas akrokomos</i> Ruttn.	4	3	5	2	3	2	2			2	1	4			
<i>Mallomonas</i> spp.							9			5					
Cyster av chrysophyceer			1	1		1	1		2			1			
Σ Volum Chrysophyceae	45	51	73	24	37	26	75		36	46	21	25	11	8	12
CRASPEDOPHYCEAE (krageflagellater)															
Uspesifiserte craspedophyceer				3			2		1	2	2	3	2	1	3
BACILLARIOPHYCEAE (kiselalger)															
<i>Asterionella formosa</i> Hass											1		1		
<i>Diatoma elongatum</i> (Lyngb.) Ag															
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitt															
<i>Melosira distans</i> v. <i>alpigena</i> Grun.	1	1		1	1		1								
<i>M. granulata</i> (Ehr.) Ralfs				1									4	1	
<i>Rhizosolenia cf. eriensis</i> H.L.Smith				1					1	1					1
<i>Synedra</i> spp.	2	11	13	4	1	4			5	4	5	2	3	5	4
<i>Synedra</i> sp.															
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kütz.															
Uspesifiserte sentriske diatomeer	1	1			2		2		2	2	2	2	2		
	15	1		3	3	2	2		2						
				15		7									
Σ volum Bacillariophyceae	19	14	14	24	7	6	12		8	7	8	4	10	6	5
CRYPTOPHYCEAE															
<i>Cryptaulax vulgaris</i> Skuja													1		1
<i>Cryptomonas</i> spp. (inkludert <i>C. marssonii</i> Skuja)	18		8	13	11	43	48		87	77	59	48	20	8	15
<i>Katablepharis ovalis</i> Skuja	5	3	3	2	7	4	2		2	2	2	1	1		
<i>Rhodomonas lacustris</i> Pasch. & Ruttn.	86	29	43	25	50	50	29		25	40	35	42	4	5	6
Uspesifisert cryptomonade		2	3		2					7				5	
Σ volum Cryptophyceae	109	34	57	40	70	97	79		114	126	96	91	26	18	22
DINOPHYCEAE (fureflagellater)															
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.M.) Schrank.	4														
cf. <i>Gymnodinium lacustre</i> Schill.		11	10	5	14	63	31		31	3	3	1	1		1
<i>Gymnodinium helveticum</i> Pen.	1	1	2	1	4		9				6			2	
<i>Peridinium</i> sp.															
Uspesifisert dinophyce															
Σ volum Chryptophyceae	5	12	12	6	18	63	40		31	3	9	1	1	2	1
μ-alger	12	11	17	1	7	11	17		11	8	8	13	4	6	5
TOTALT ALGEVOLUM	197	124	186	101	147	211	235		209	218	162	139	66	47	49

ANALYSERESULTATER AV KVANTITATIVE PLANKTEPLANKTONPROVER I RANDSFJORDEN 1980.

(som algevolum i mm^3/m^3 , basert på blandprover fra 0-10 m dyp på St. 1).

1) pr. 100 μm trichomlengde. 2) pr. koloni. 3) pr. koloni á 4 c.

	Spesifikt volum ₃ i μm^3	13.5	3.6	17.6	1.7	15.7	5.8	26.8	23.9	22.10
CYANOPHYCEAE (blågrønnalger)										
Anabaena flos-aquae Bréb.	1800 ¹⁾									
Aphanocapsa sp.	800 ²⁾						1			
Gomphosphaeria naegeliana (Ung.) Lemm.	3500 ²⁾					2		2	2	
Oscillatoria cf. agardhii Gom.	1500 ¹⁾									2
Uspesifiserte blågrønnalger	10-35 ²⁾						11			
Σ volum Cyanophyceae						2	12	2	2	2
CHLOROPHYCEAE (grønnalger)										
Botryococcus braunii Kütz.	3300 ²⁾					1		1		
Carteria sp.	150									
Chlamydomonas spp.	60-100						2	1		
Crucigenia tetrapedia (Kirchn.) West & West	170 ³⁾						4			
Elakatothrix gelatinosa Wille	40-150			1			1	3		2
Gyromitus cordiformis Skuja	400					2				
cf. Monoraphidium minutum (Naeg.)	80					3	1	1		
Oocystis sp.	30-90				1	1	1	1	3	
Paramastix conifera Skuja	300			2					2	
cf. Polytoma granuliferum Lack.	150-300			1			5			
Scenedesmus sp.	320 ²⁾						1		1	
cf. Selenastrum capricornutum Printz	30					1				
Staurodesmus sp.	5000									1
Tetraedron minimum var. tetralobulatum Reinsch.	50									
Uspesifiserte kuleformede grønnalger	35-380		1			6	2		2	3
Uspesifiserte spindelformede grønnalger	20- 80						1	1		
Uspesifiserte grønnalger	100-380				3	10	4	3	8	3
Σ volum Chlorophyceae			1	4	4	24	22	11	16	9
CHRYSOPHYCEAE (gulalger)										
Bitrichia chodatii (Rev.) Chod.	100									
Chrysochromulina parva Lack.	35	4	5	12	6	2	15	7	9	2
Chrysolkyos skujae (Naum.) Bourr.	30				1					
Chrysomonader, små (inkludert Kephyrion spp. og Spiniferomonas spp.)	15-65	4	2	26	22	26	30	14	26	7
Chrysomonader, store	110-1200	5	7	26	23	29	19	13	17	1
Dinobryon borgei Lemm.	25			1	1	2	1			
D. crenulatum West & West	200				1	2	1	1		
D. suecicum Lemm.	35			1			1			
Mallomonas akrokomos Ruttn.	350		3	16	12	3		2	1	2
Mallomonas spp.	700-1500			5		2		14	5	
Stichogloea doederleinii (Schmidle) Wille	70								1	
Cyster av chrysophyceer	35-180						1		3	1
Σ volum Chrysophyceae		13	17	87	66	66	68	51	62	13
CRASPEDOPHYCEAE (krageflagellater)										
Uspesifiserte craspedophyceer	35-50	2	1	2		1	3	4	1	1
BACILLARIOPHYCEAE (kiselalger)										
Asterionella formosa Hass.	550	1	2	1	1					
Diatoma elongatum (Lyngb.) Ag.	500				1					
Fragilaria crotonensis Kitt.	600			3	2					
Melosira distans v. alpigena Grun.	500	1	1		12	23	11	8	5	3
M. granulata (Ehr.) Ralfs	1700	1	9	5						
Synedra spp.	250	1	5	29	10	1	7	1		1
Uspesifiserte sentriske diatomeer	50	1		1	1	2	2	1	1	1
	150-300	1	1	4					3	1
	1200-1500			9	26	5	9			
Σ volum Bacillariophyceae		6	21	52	50	31	29	10	9	6
CRYPTOPHYCEAE										
Cryptaulax vulgaris Skuja	100									
Cryptomonas spp. (inkludert C. marssonii Skuja)	400-2000		5	2	4	1	4	29	46	37
Katablepharis ovalis Skuja	80-100			2	4	7	3	1	6	
Rhodomonas lacustris Pasch. & Ruttn.	70-125	7	14	24	31	54	22	24	31	8
Σ volum Cryptophyceae		7	19	28	39	62	29	54	83	45
DINOPHYCEAE (fureflagellater)										
cf. Gymnodinium lacustre Schill.	120-500	1	6	23	25	22	18	11	23	4
Gymnodinium helveticum Pen.	10000		1	7	3				2	1
Peridinium sp.	700			2						2
Uspesifiserte dinophyceer	10000				1				2	
Σ volum Dinophyceae		1	7	32	29	22	18	11	27	7
μ -alger	4	10	16	26	19	12	20	6	12	6
TOTALT ALGGEVOLUM		39	82	231	207	220	201	149	212	89

Dyreplankton (hjuldyr og hoppekreps) i Randsfjorden, st. 1 1979.

Individantall under 1 m² overflate i dypsonen 0-50 m.

Art, gruppe	Dato	14/3	28/5	11/6	3/7	24/7	16/8	4/9	2/10	7/11
HJULDYR (Rotatoria)										
Keratella cochlearis (Gosse)						(+)				
Keratella spp.			(+)	+	(+)					
Kellicottia longispina (Kellicott)		(+)	+	++	+++	+	+	+	+	+
Trichocerca sp.										
Aspelanchna spp.				(+)	++	++	+		++	+++
Synchaeta spp.		(+)	+	+	+		+	+	+	+
Ploesoma hudsoni (Imhof)								(+)	(+)	++
Polyarthra spp.					(+)	+		(+)		
Conochilus spp.		(+)		+	+++	+	++	++	++	+++
HOPPEKREPS (Copepoda)										
Limnocalanus macrurus	♀ u/egg		200	540	410		200	140	200	
G.O. Sars	♂	170	200	410	340		270	270	70	70
	cop.	140	370	610						
	naup.	7.620			70					
Σ Limnocalanus		7.930	770	1.560	820	0	470	410	270	70
Heterocope appendiculata	♀ u/egg					480	140	70		
G.O. Sars	♂					610	270	140	140	
	cop.				950	680	70			
	naup.		200	2.380	200		140			
Σ Heterocope			200	2.380	1.150	1.770	620	210	140	
Eudiaptomus gracilis	♀ u/egg	170	440	610	2.720	1.360	410	1.090	5.510	5.370
(G.O. Sars)	♀ m/egg		270	70	340	410	70	410		
	♂	70	1.430	2.110	3.200	1.160	140	2.240	5.030	8.570
	cop.	30	200	8.500	10.400	2.720	3.540	23.530	10.540	4.760
	naup.		6.090	19.790	21.960	3.540	4.220	15.370	2.520	880
Σ Eudiaptomus		270	8.430	31.080	38.620	9.190	8.380	42.640	23.600	19.580
Mesocyclops leuckarti	♀ u/egg					140		2.920		
(Claus)	♀ m/egg				70	70		70	70	
	♂			270	410	270		480		
	cop.		100	1.700	410	1.770	1.360	14.690	3.200	880
	naup.		850	270	4.760	2.650	5.780	4.830	1.970	1.770
Σ Mesocyclops			950	2.240	5.650	4.900	7.140	22.990	5.240	2.650
Σ Cyclops scutifer G.O. Sars					70					140
Σ Cyclops abyssorum G.O. Sars										
Σ Cyclopoide naup. indet.		140								
TOT. HOPPEKREPS		8.340	10.350	37.260	46.310	15.860	16.610	66.250	29.250	22.440

Dyreplankton (vannlopper) i Randsfjorden, st. 1 1979.
 Individantall under 1 m² overflate i dypsonen 0-50 m.

Art, gruppe	Dato	14/3	28/5	11/6	3/7	24/7	16/8	4/9	2/10	7/11
Σ Leptodora kindti (Focke)				70						
Holopedium gibberum	♀ u/egg				1.090	1.160				
Zaddach	♀ m/egg				540	480		70		
	♀ m/hvileegg									
	♂									
	juv.		200	610	2.990	70	70	140	140	
	embr.		750		540	70				
Σ Holopedium			950	610	5.160	1.780	70	210	140	
Daphnia galeata	♀ u/egg			540	1.560	2.240	140	200	270	200
G.O. Sars	♀ m/egg			540	880	540	70	480	140	
	♀ m/hvileegg							70	200	
	♂					340	410	2.720	410	
	juv.	30	950	4.280	4.620	9.450	340	950	140	820
	embr.			70	1.840	1.500	200	750		70
Σ Daphnia galeata		30	950	5.430	8.900	14.070	1.160	5.170	1.160	1.090
Daphnia cristata	♀ u/egg									
G.O. Sars	♀ m/egg									
	♀ m/hvileegg									
	♂									
	juv.				70	70				
	embr.									
Σ Daphnia cristata					70	70				
Bosmina longispina	♀ u/egg			70	2.380	540	820	2.040	340	
Leydig	♀ m/egg			680	1.020	140	140	270		140
	♀ m/hvileegg								340	70
	♂							70	270	
	juv.		30	680	5.850	2.180	3.200	1.560	410	
	embr.			340	2.790	140	340	1.090	70	
Σ Bosmina			30	1.770	12.040	3.000	4.500	5.030	210	
Σ Chydoridae sp.										
Σ Polyphemus pediculus (Linné)										
Σ Bythotrephes longimanus Leydig										
TOT. VANNLOPPER		30	1.930	7.810	26.170	18.920	5.730	10.410	2.730	1.300
TOT. KREPSDYRPLANKTON		8.370	12.280	45.070	72.480	34.780	22.340	76.660	31.980	23.740

Dyreplankton (hjuldyr og hoppekreps) i Randsfjorden, st. 2 1979.

Individantall unnder 1 m² overflate i dypsonen 0-50 m.

Art, gruppe	Dato	14/3	28/5	11/6	3/7	24/7	16/8	4/9	2/10	7/11
HJULDYR (Rotatoria)										
Keratella cochlearis (Grosse)										
Keratella spp.										
Kellicottia longispina (Kellicott)		+	++	++	++	++	+	++	+	+
Trichocerca sp.					(+)					
Asplanchna spp.		(+)	+	+	+	++	++	+	+	++
Synechaeta spp.			(+)	+	(+)	+			+	(+)
Ploesoma hudsoni (Imhof)									(+)	+
Polyarthra spp.										
Conochilus spp.		(+)	+	+	+++	+++	+++	+++	++	+++
HOPPEKREPS (Copepoda)										
Limnocalanus macrurus	♀ u/egg			30	340	70	270	480	140	140
G.O. Sars	♂									
	cop.	410	140	170	410	270	200	270	270	
	naup.	24.070	140		70	70				70
Σ Limnocalanus		24.720	5.580	7.200	820	410	470	750	410	210
Heterocope appendiculata	♀ u/egg					750	820	270	140	
G.O. Sars	♂				70	1.090	270	340		
	cop.			30	2.310	680	1.160	140		
	naup.		70	270		410	140			70
Σ Heterocope			70	300	2.380	2.930	2.390	750	140	70
Eudiaptomus gracilis	♀ u/egg	680	1.290	950	3.260	4.490	2.520	1.970	5.510	11.630
G.O. Sars	♀ m/egg	170	140	140	540	1.430	1.220	540		
	♂	920	1.160	650	2.860	8.230	5.240	2.310	7.070	13.600
	cop.	100	70	4.320	15.640	6.730	33.590	30.800	14.420	8.430
	naup.		9.520	12.820	12.990	22.240	45.900	20.940	3.540	750
Σ Eudiaptomus		1.870	12.180	18.880	35.290	43.120	88.470	56.560	30.540	34.410
Mesocyclops leuckarti	♀ u/egg				70	200	410	200		
(Claus)	♀ m/egg				340	140		200		
	♂			270	480	200	140	200		
	cop.	70	410	1.360	410	4.490	15.440	12.380	2.040	2.520
	naup.		680	240	3.740	6.730	5.780	3.540	1.770	2.040
Σ Mesocyclops		70	1.090	1.870	5.040	11.760	21.760	16.520	3.810	4.560
Σ Cyclops scutifer	G.O. Sars				70					
Σ Cyclops abyssorum	G.O. Sars									
Σ Cyclopoide naup. indet.										
TOT. HOPPEKREPS		26.660	18.920	28.250	43.600	58.220	113.090	74.580	34.900	39.250

Dyreplankton (vannlopper) i Randsfjorden, st. 2. 1979.
 Individantall under 1 m² overflate i dypsonen 0-50 m.

Art, Gruppe	Dato	14/3	28/5	11/6	3/7	24/7	16/8	4/9	2/10	7/11
Σ Leptodora kindti (Focke)					410	70		140		
Holopedium gibberum	♀ u/egg			240	340	200			200	
Zaddach	♀ m/egg				70		70		200	
	♀ m/hvileegg									
	♂									
	juv.			920	1.560	140		140	70	70
	embr.		610	100	200					
Σ Holopedium			610	1.260	2.170	340	70	140	470	70
Daphnia galeata	♀ u/egg	140	140	370	6.730	5.240	1.900	1.020	200	610
G.O. Sars	♀ m/egg			310	1.020	2.380	680	610	70	
	♀ m/hvileegg							270	70	
	♂					1.160	2.040	1.560	950	70
	juv.		2.580	440	10.270	8.300	3.200	1.020	750	200
	embr.		270	140	4.350	2.450	680	140		270
Σ Daphnia galeata		140	2.990	1.260	22.370	19.530	8.500	4.620	2.040	1.150
Daphnia cristata	♀ u/egg								70	70
G.O. Sars	♀ m/egg						70			
	♀ m/hvileegg									
	♂									
	juv.				70					70
	embr.									
Σ Daphnia cristata					70		70		70	140
Bosmina longispina	♀ u/egg		70	480	2.110	750	3.130	1.560	200	340
Leydig	♀ m/egg			710	820	270	140	140		200
	♀ m/hvileegg							200	70	
	♂							140	610	
	juv.		410	820	3.740	3.670	6.260	3.130	340	200
	embr.			750	1.430	750	610	270	140	
Σ Bosmina			480	2.760	8.100	5.440	10.140	3.400	1.360	740
Σ Chydoridae sp.										70
Σ Polyphemus pediculus (Linné)										
Σ Bythotrephes longimanus Leydig										
TOT. VANNLOPPER		140	4.080	5.280	33.120	25.310	18.780	8.300	3.940	2.170
TOT. KREPSDYRPLANKTON		26.800	23.000	33.530	76.720	83.530	131.870	82.880	38.840	41.420

Dyreplankton (hjuldyr og hoppekreps) i Randsfjorden, st. 3 1979.
 Individantall under 1 m² overflate i dypsonen 0-50 m.

Art, gruppe	Dato	14/3	28/5	11/6	3/7	24/7	16/8	4/9	2/10	7/11
HJULDYR (Rotatoria)										
Keratella cochlearis (Grosse)										
Keratella spp.										
Kellicottia longispina (Kellicott)		+	++	++	++	++	+	+	+	++
Trichocerca sp.										
Asplanchna spp.		+	(+)	+	+	++	+	+	++	+
Synechaeta spp.		(+)	(+)	+		+		(+)	(+)	
Ploesoma hudsoni (Imhof)									+	+
Polyarthra spp.							(+)			
Conochilus spp.			+	+	+++	+++	++	++	++	++
HOPPEKREPS (Copepoda)										
Limnocalanus macrurus	♀ u/egg	170		240	140	140	750	410	410	200
G.O. Sars	♂	70	200	70	270	340	480	410	410	140
	cop.	100	65.350	7.990	140					
	naup.	98.500	4.080	100						
Σ Limnocalanus		98.840	69.630	8.400	550	480	1.230	820	820	340
Heterocope appendiculata	♀ u/egg				340	270	950	200	70	30
G.O. Sars	♂				70	140	410	200		
	cop.				3.470		480			
	naup.		70	2.110	140	610	200			
Σ Heterocope			70	2.110	4.020	1.020	2.040	400	70	30
Eudiaptomus gracilis	♀ u/egg	2.140	1.160	270	4.900	880	3.600	1.160	7.550	6.390
G.O. Sars	♀ m/egg	750	540	100	480	610	2.040	200	140	
	♂	2.070	2.240	170	5.510	270	10.810	3.400	13.060	6.390
	cop.	340	200	1.730	22.300	880	45.970	24.550	45.150	4.900
	naup.	240	36.180	2.520	8.770	8.840	55.620	8.570	6.730	240
Σ Eudiaptomus		5.540	40.320	4.790	41.960	11.480	118.040	37.880	72.630	17.920
Mesocyclops leuckarti	♀ u/egg				340		2.720	480	70	
(Claus)	♀ m/egg				340		70			
	♂				140		1.560	70		
	cop.		410	140	480	4.150	21.760	2.450	5.710	1.700
	naup.		950	140	4.220	8.980	480	1.360	4.420	880
Σ Mesocyclops			1.360	280	5.510	13.130	26.590	4.360	10.200	2.580
Σ Cyclops scutifer	G.O. Sars	70	70							30
Σ Cyclops abyssorum	G.O. Sars								70	30
Σ Cyclopoide naup. indet.		310	1.840					200	410	
TOT. HOPPEKREPS		104.760	113.290	15.610	52.040	26.110	147.900	43.660	84.200	20.930

Dyreplankton (vannlopper i Randsfjorden, st. 3 1979.
 Individantall under 1 m² overflate i dypsonen 0-50 m.

Art, Gruppe	Dato	14/3	28/5	11/6*	3/7	24/7	16/8	4/9	2/10	7/11
Σ Leptodora kindti (Focke)						340	70			
Holopedium gibberum	♀ u/egg			70	200	200	270	480	950	70
Zaddach	♀ m/egg					270	70		410	
	♀ m/hvileegg									
	♂									
	juv.		820	240	200	410	480	1.220	340	
	embr.		540	30	70			70	70	
Σ Holopedium			1.360	410	470	810	820	1.770	1.770	70
Daphnia galeata	♀ u/egg		140	270	11.490	680	3.200	4.350	880	30
G.O. Sars	♀ m/egg			650	340	1.160	70	270		
	♀ m/hvileegg					140		140	70	
	♂					410	1.360	1.500	410	
	juv.	70	8.160	340	19.920	3.330	8.160	3.260	200	
	embr.			410	5.170	480	2.040	880		
Σ Daphnia galeata		70	8.300	1.670	36.920	6.200	14.830	10.400	1.560	30
Daphnia cristata	♀ u/egg						200	4.760	3.600	710
G.O. Sars	♀ m/egg				70			4.150	1.020	100
	♀ m/hvileegg								200	
	♂							70	140	
	juv.				410	270	1.020	10.880	6.940	480
	embr.							1.160	480	
Σ Daphnia cristata					480	270	1.220	21.020	12.380	1.290
Bosmina longispina	♀ u/egg		1.900	580	5.510	8.090	7.140	14.820	3.880	140
Leydig	♀ m/egg		340	70	2.040	1.290	200	410	410	
	♀ m/hvileegg								1.020	30
	♂								1.160	140
	juv.	30	1.840	710	28.490	27.000	23.460	18.360	3.740	70
	embr.			510	4.080	880	3.400	2.990		
Σ Bosmina		30	4.080	1.870	40.120	37.260	34.200	36.580	10.210	380
Σ Chydoridae sp.										
Σ Polyphemus pediculus (Linné)										
Σ Bythotrephes longimanus Leydig										
TOT. VANNLOPPER		100	13.740	3.950	78.130	44.880	51.070	69.770	25.920	1.770
TOT. KREPSDYRPLANKTON		104.860	127.030	19.560	130.170	70.990	198.970	113.430	110.120	22.700

* Prøven tatt med håvmaskevidde 0.045 µm.

Dyreplankton (Hjuldyr og Hoppekreps) i Randsfjorden 1980.

Individantall under 1 m² overflate i dypsonen 0-50 m. (håvtrekk)

		st. 2									
Art, gruppe	Dato	5/3	13/5	3/6	17/6	1/7	15/7	5/8	22/8	23/9	22/10
HJULDYR (Rotatoria)											
Keratella cochlearis (Grosse)											
Keratella quadrata (Müll)				+	+		(+)				(+)
Keratella hiemalis Carlin		(+)									
Kellicottia longispina (Kellicott)		++	+	+	++	++	++	++	++	++	++
Asplanchna sp.			(+)	+	++	++	(+)			+	+
Synechaeta spp. + Collothecha spp.		+	+	+			(+)		(+)	(+)	(+)
Ploesoma hudsoni (Imhof)		(+)								+	
Polyarthra spp.									(+)		(+)
Conochilus spp.		+	+	+	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
HOPPEKREPS (Copepoda)											
Limnocalanus macrurus	♀ u/egg			70	1.290	140	270		30	270	260
G.O. Sars	♂		70		140	70		70	10	140	120
	cop.	270	2.720	7.820	5.370					70	
	naup.	17.070	11.010	200	70						
Σ Limnocalanus		17.340	13.800	8.090	6.870	210	270	70	40	480	380
Heterocope appendiculata	♀ u/egg					70	270	340	140	70	40
G.O. Sars	♂						540	540	200		30
	cop.		70		340	410	140	70	140		
	naup.		70	13.120	70	340					
Σ Heterocope			140	13.120	410	820	950	950	480	70	70
Eudiaptomus gracilis	♀ u/egg	8.160	1.160	1.220	1.840	1.220	950	410	270	3.600	5.850
G.O. Sars	♀ m/egg	340	410	1.630	1.160	680	820	480	70		
	♂	7.410	1.090	3.670	3.130	2.580	2.990	680	270	3.940	7.890
	cop.	1.700	680	140	3.740	1.900	2.860	5.370	5.370	1.900	2.180
	naup.	410	12.310	6.320	12.710	5.370	19.450	19.040	6.660	1.160	680
Σ Eudiaptomus		18.020	15.650	12.980	22.580	11.750	27.070	25.980	12.640	10.600	16.600
Σ Cyclops scutifer G.O. Sars			340	140			270			140	
Mesocyclops leuckarti (Claus)	♀ u/egg				410	820	410	70	140		
	♀ m/egg					410	140		70		
	♂				480	1.430	410	140	200		
	cop.		70	750	140	1.090	5.580	7.140	10.334	4.080	480
	naup.			270	410	6.260	4.900	5.030	7.550	1.020	200
Σ Mesocyclops			70	1.020	1.440	10.010	11.440	12.380	18.290	5.100	680
Σ Cyclopoide naup. indet.		1.700	1.290	140	70	70		200	200	140	680
TOT. HOPPEKREPS		37.060	31.290	35.490	31.370	22.860	40.000	39.580	31.650	16.530	18.410

Dyreplankton (vannlopper) i Randsfjorden 1980.

Individantall under 1 m² overflate i dypsonen 0,50 m. (Håvtrekk).

Art, Gruppe	Dato	St. 2					St. 1				
		5/3	13/5	3/6	17/6	1/7	15/7	5/8	22/8	23/9	22/10
Σ Leptodora kindti (Focke)						70	140	200	140		
Σ Diaphanosoma brachyurum (Lievin)			70					70			
Holopedium gibberum	♀ u/egg				950	1.900	270	480			
Zaddach	♀ m/egg				880	540	410	140	270	70	
	♂										
	juv.		70	270	540	1.250	540	410	410		
	embr.		70	1.500	750						
Σ Holopedium			140	1.770	3.120	3.730	1.220	1.030	680	70	
Daphnia galeata	♀ u/egg	140			140	610	2.040	950	1.360	270	340
G.O. Sars	♀ m/egg				270	1.160	2.310	750	680	200	
	♀ m/hvileegg								340		
	♂							480	1.220	480	410
	juv.		200	200	950	1.700	14.690	3.060	1.840	340	140
	embr.				480	410	1.630	1.020	410		
Σ Daphnia galeata		140	200	200	1.840	3.880	20.670	6.260	5.850	1.290	890
Σ Daphnia cristata G.O. Sars						140			70		70
Bosmina longispina	♀ u/egg				200	1.020	680	1.020	3.130	950	200
Leydig	♀ m/egg			200	140	950	540	340	540	200	70
	♀ m/hvileegg									480	480
	♂									270	410
	juv.		140	200	1.360	4.150	5.980	4.010	7.410	1.500	
	embr.				140	480	410	200	270	270	
Σ Bosmina			140	400	1.840	6.600	7.610	5.570	11.350	3.670	1.160
Σ Polyphemus pediculus (Linné)								40	70		
Σ Bythotrephes longimanus Leydig							140				
TOT. VANNLOPPER		140	550	2.370	6.800	14.420	29.780	13.170	18.160	5.030	2.120
TOT. KREPSDYRPLANKTON		37.200	31.840	37.860	38.170	37.280	69.780	52.750	49.810	21.560	20.530

Dyreplankton (hjuldyr og hoppekreps) i Randsfjorden den 22/8-80.

Tallene angir antall individer pr. m³ (Schindler-felle).

Art, gruppe	Dyp (m)	0,5	2	5	8	10	15	20	30	50
HJULDYR (Rotatoria)										
Keratella cochlearis (Grosse)										
Keratella quadrata (Müll)		100	220	60	200	600		800	40	
Keratella hiemalis Carlin										
Kellicottia longispina (Kellicott)		5.700	13.100	10.600	9.200	8.200	7.600	8.800	4.040	2.040
Asplanchna sp.				20						
Synechaeta spp. + Collotheca spp.		400	900	300	1.200	600	200	2.000	220	340
Ploesoma hudsoni (Imhof)										
Polyarthra spp.		3.600	16.000	6.900	9.400	3.400	3.200	4.000	2.580	680
Conochilus spp.		2.700	8.800	3.100	19.200	18.000	4.600	5.800	9.980	4.560
TOT. HJULDYR		12.500	39.020	20.980	39.200	30.800	15.600	21.400	16.860	8.020
HOPPEKREPS (Copepoda)										
Limnocalanus macrurus G.O. Sars	♀ u/egg ↑ ♂ cop. naup.									
Σ Limnocalanus										
Heterocope appendiculata G.O. Sars	♀ u/egg ↑ ♂ cop. naup.	20	20		40	20	20	40		
			20	40	40		60	20	20	
Σ Heterocope		40	40	40	80	20	80	60	20	
Eudiaptomus gracilis G.O. Sars	♀ u/egg ♀ m/egg ↑ ♂ cop. naup.	40	20	60	20	40		20	20	
				60		20			20	
			20	40	40	80	40	80	60	40
		2.060	1.980	1.740	2.160	2.140	1.480	1.680	1.080	420
		1.000	1.520	940	1.020	780	560	580	720	260
Σ Eudiaptomus		3.100	3.540	2.840	3.240	3.060	2.080	2.360	1.900	720
Σ Cyclops scutifer G.O. Sars							20	20		
Mesocyclops leuckarti (Claus)	♀ u/egg ♀ m/egg ↑ ♂ cop. naup.		20	20	20					20
									20	
		900	920	1.200	1.300	1.340	460	940	660	280
		340	700	300	840	900	1.620	1.380	600	300
Σ Mesocyclops		1.240	1.640	1.520	2.160	2.240	2.080	2.320	1.280	600
Σ Cyclopoide naup. indet.				20	60	60				40
TOT. HOPPEKREPS		4.380	5.220	4.420	5.540	5.380	4.260	4.760	3.200	1.360

Dyreplankton (vannlopper) i Randsfjorden den 22/8-80.

Tallene angir antall individer pr. m³ (Schindler-felle).

Art, Gruppe	Dyp (m)	0,5	2	5	8	10	15	20	30	50
Σ Leptodora kindti (Focke)					20					
Σ Diaphanosoma brachyarum (Lievin)										
Holopedium gibberum	♀ u/egg					20			20	
Zaddach	♀ m/egg	20				20	20	20		
	♂									
	juv.	20		20		20				
	embr.									
Σ Holopedium		40		20		60	20	20	20	
Daphnia galeata	♀ u/egg	40	100	140	120	60	60	20	40	
G.O. Sars	♀ m/egg	80		20	60	80	80	20	60	
	♀ m/hvileegg				20		40	20		
	♂	40	80	100	140	80	120	20	20	20
	juv.	340	340	320	260	80	160	240	140	120
	embr.		40			20	120	20		80
Σ Daphnia galeata		500	560	580	600	320	580	340	260	220
Σ Daphnia cristata G.O. Sars										
Bosmina longispina	♀ u/egg	380	360	180	380	200	60	200	140	120
Leydig	♀ m/egg	80	220	160	280	180	60	100	100	60
	♀ m/hvileegg						20			
	♂						20			
	juv.	160	480	340	800	760	720	660	500	140
	embr.		120	20	80	80	20	40	20	
Σ Bosmina		620	1.180	700	1.540	1.220	900	1.000	760	320
Σ Polyphemus pediculus (Linné)										20
Σ Bythotrephes longimanus Leydig			20							
TOT. VANNLOPPER		1.160	1.760	1.300	2.160	1.600	1.500	1.360	1.040	560
TOT. KREPSDYRPLANKTON		5.540	6.980	5.720	7.700	6.980	5.760	6.120	4.240	1.920