

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

BLINDERN

0 - 74056

FISKÅVATN

Kristiansand kommune

Enkel overvåkingsundersøkelse 1975-79

Blindern 10. desember 1979

Saksbehandler : Pål Brettum

Instituttssjef : Kjell Baalsrud

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse: Brekke 23 52 80
Postboks 333, Blindern Gaustadalleen 46 69 60
Oslo 3 Kjeller 71 47 59

Rapportnummer: 0-74056
Undernummer:
Løpenummer: 1174
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Fiskåvatn, Kristiansand kommune, Enkel overvåkingsundersøkelse 1975-1979	Dato: 10. desember 1979
	Prosjektnummer: 0-74056
Forfatter(e): Pål Brettum Richard Wright	Faggruppe:
	Geografisk område: Kristiansand, Vest-Agder
	Antall sider (inkl. bilag): 23

Oppdragsgiver: A/S ELKEM-SPIGERVERKET FISKA VERK	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
--	----------------------------------

Ekstrakt: Rapporten er et ledd i en overvåking av Fiskåvatn, Kristiansand. Den inneholder data om kjemiske forhold og planteplanktonforhold i denne innsjøen i perioden 1975-1979. Resultatene viser at det har vært en forsurening av Fiskåvatn på grunn av "Sur nedbør", men det kunne ikke påvises noen eutrofierende utvikling.

4 emneord, norske:
1. Overvåking
2. Eutrofiering
3. Sur nedbør
4. Fiskåvatn
5. Vest-Agder

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


Prosjektleders sign.:


Seksjonsleders sign.:


Instituttetsjefs sign.:

ISBN 82-577-0230-7

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side:
1. INNLEDNING	3
2. ARBEIDSOPPLEGG	3
3. GENERELL BESKRIVELSE	5
4. RESULTATER	5
4.1 Noen meteorologiske forhold i perioden 1975-79	5
4.2 De kjemiske forhold i Fiskåvatn 1975-79	7
4.2.1 Hovedkomponenter	7
4.2.2 Indikasjon på forsurening	11
4.2.3 Næringssalter	14
4.2.4 Farge, turbiditet og permanganattall	14
4.3 Planteplanktonvariasjoner i Fiskåvatnet 1975-79	15
5. DISKUSJON OG KONKLUSJONER	22
6. LITTERATURHENVISNINGER	23

FIGURFORTEGNELSE

Fig. 1. Kart over Fiskåvatn med nedbørfelt og inntegnet prøvetakingsstasjoner	4
Fig. 2. Variasjoner i maksimums- og minimumstemperatur og nedbør i sommermånedene på Kjevik flystasjon i perioden 1975-79	6
Fig. 3. Variasjoner i kjemiske analyseresultater fra Fiskåvatn i perioden 1975-79	10
Fig. 4. Samhørende pH og kalsiumverdier fra st. 1 og st. 2 i Fiskåvatn i perioden 1975-79 som viser forsuringstendensene i innsjøene	13
Fig. 5. Variasjoner i planteplanktonmengde og sammensetning sommermånedene 1975-79	16

TABELLFORTEGNELSE

1. Kjemiske analyseresultater av vannprøver fra Fiskåvatn i perioden 1975-79	9
2. Ionesammensetning i vannprøver fra Fiskåvatn i perioden 1975-79 gitt som mikroekvivalenter pr. liter	12
3. Analyseresultater av kvantitative planteplanktonprøver fra 1 m dyp på st. 1, ved utløp Fiskåvatn, 1975-79	17-18
4. Analyseresultater av kvantitative planteplanktonprøver fra 1 m dyp på st. 2, Fiskåvatn (øvre del), 1975-79	19-20

1. INNLEDNING

I vårt brev av 30. oktober 1974 foreslo vi et overvåkingsprogram med en årsrapport hvert år og en samlet rapport etter f.eks. fem år med overvåking.

Årsrapporten er til nå ikke blitt oversendt, da Norsk institutt for vannforskning, NIVA, i samråd med kontaktperson ved Fiskaa Verk A/S ble enige om å bare sende én rapport for fem års analyseresultater samlet.

Den foreliggende rapport omfatter analyseresultater for perioden fra og med 1975 til og med 1979.

2. ARBEIDSOPPLEGG

Under overvåkingsprogrammet er det samlet inn prøver fra to stasjoner i Fiskåvatn, et i hvert hovedbasseng (beliggenheten av prøvetakingsstasjonene er vist i figur 1).

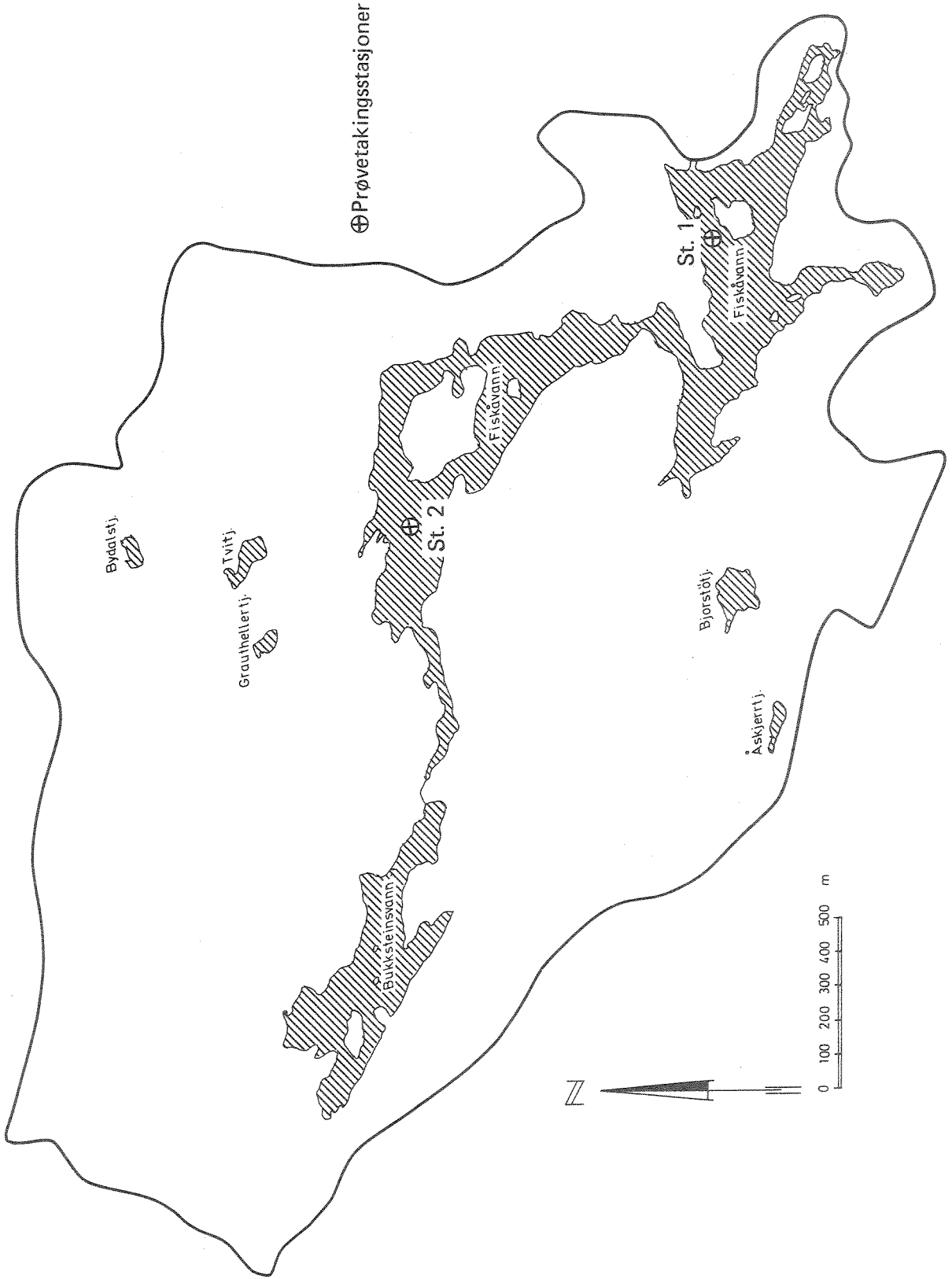
Alle analyser er utført ved NIVA, mens all prøvetaking er foretatt av personell ved Fiskaa Verk A/S, som har oversendt prøvene til NIVA.

De kjemiske analysene er foretatt ved NIVAs kjemiske analyselaboratorium, mens analysene av de kvantitative planteplanktonprøvene er utført av cand.real. Pål Brettum som også har hatt ansvaret for utformingen av denne rapporten.

Vurderingen av de kjemiske analyseresultatene er foretatt av Ph.D. Richard Wright ved NIVA.

Målsettingen med overvåkingsprogrammet har først og fremst vært å registrere en eventuell eutrofierende utvikling i Fiskåvatn (økning av næringssaltinnholdet, spesielt fosforinnholdet, og økende algevekst). Dernest har målsettingen vært å registrere eventuelle forsureningssten- denser i vannmassene.

Fig. 1 Kart over Fiskåvatn med nedbørfelt og inntegnet prøvetakingsstasjoner.



3. GENERELL BESKRIVELSE

Fiskåvatn ligger i Kristiansand kommune og dekker et areal av ca. 0,5 km² og har et nedbørfelt på ca. 5,8 km². Innsjøen består av to hovedbasseng adskilt med et relativt trangt sund (se fig. 1).

Innsjøen ligger relativt vindbeskyttet nede mellom bratte åssider.

Den fremtredende vegetasjonstypen i nedbørfeltet er furuskog med en del løvskog innimellom. Berggrunnen består i hovedsak av gneiss og granitt.

Hovedtilløpet kommer inn i innsjøen fra vest fra Bukkesteinsvatn.

Noe bebyggelse ligger i den nordlige del av nedbørfeltet, langs E 18, men eventuelle avløp fra den nåværende bebyggelsen vil etter all sannsynlighet ha liten innvirkning på vannkvaliteten i Fiskåvatn.

4. RESULTATER

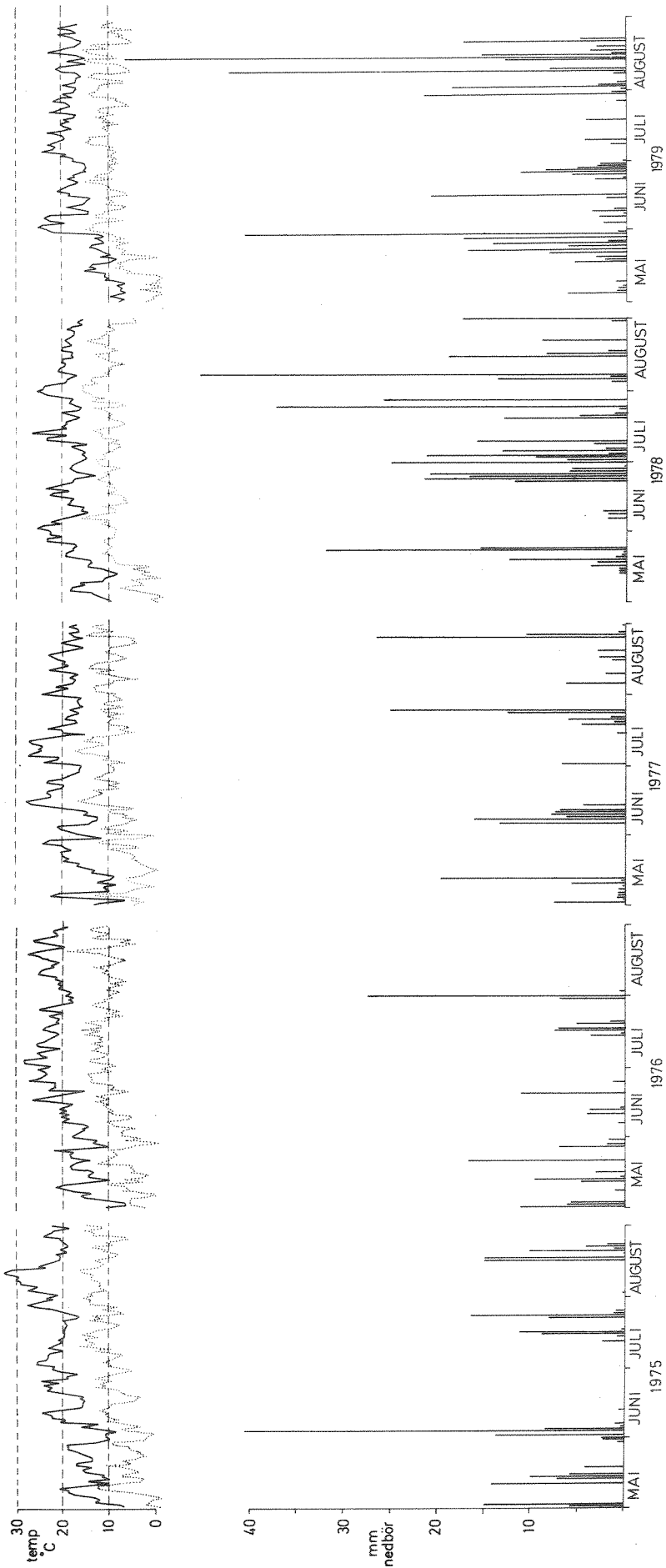
4.1 Noen meteorologiske forhold i perioden 1975-79.

I fig. 2 er gitt variasjonene i lufttemperatur (max. og min.) og nedbør i sommermånedene mai, juni, juli og august i perioden 1975-79 på Kjevik flystasjon, som er den nærmeste meteorologiske stasjon til Fiskåvatnområdet.

Av figuren går det frem at maksimumstemperaturen i 1975 hadde en stigning gjennom sommeren med meget høye temperaturer i begynnelsen av august. I 1976 var temperaturene relativt høye det meste av perioden juni-august. I 1977 var det en temperaturtopp i juni-juli og en markert nedgang i august, og både i 1978 og 1979 var det relativt lave temperaturer det meste av sommeren.

Ser en på nedbørforholdene var det forholdsvis små nedbørmengder i siste halvdel av 1975 og hele sommersesongen 1976 og 1977, mens det falt mye nedbør i området det meste av sommeren 1978 og særlig i mai og august 1979.

Fig. 2 Variasjoner i maksimum og minimumstemperatur og nedbør i sommermånedene på Kjevik flystasjon i perioden 1975 - 79.



4.2 De kjemiske forhold i Fiskåvatn 1975-79

Definisjoner og måleenheter for de kjemiske parametrene er gitt på neste side. Det kjemiske måleprogrammet omfattet de fleste hovedkomponenter (pH, kalsium (Ca), magnesium (Mg), klorid (Cl), nitrat (NO_3), bikarbonat (HCO_3), (men ikke natrium (Na), kalium (K), sulfat (SO_4)), noen næringssalter, totalnitrogen (Tot-N) og toalfosfor (Tot-P) og noen parametre knyttet til vannets utseende (farge, turbiditet og permanganatforbruk). Resultatene står i tabell 1 og i figur 3.

4.2.1 Hovedkomponenter

For å vurdere ionesammensetningen av Fiskåvatn må en først estimere Na, K og SO_4 - konsentrasjonene. Natrium kan estimeres ut fra kloridkonsentrasjonene og Na : Cl forholdet i sjøvann. Både Na og Cl i Fiskåvatn må komme hovedsakelig fra atmosfæriske tilførsler av marine salter som er hvirvlet opp ved kysten og transportert innlands med luften.

Gjennomsnitts konsentrasjon av klorid på begge stasjonene i Fiskåvatn var 8,4 mg/l (236 $\mu\text{eq/l}$) som med et Na : Cl forhold i sjøvann av 0,56 gir 4,6 mg/l (200 $\mu\text{eq/l}$) natrium.

Av de 0,8 mg/l (68 $\mu\text{eq/l}$) magnesium er 0,6 mg/l (46 $\mu\text{eq/l}$) marint og av de henholdsvis 2,5 mg/l (126 $\mu\text{eq/l}$) og 2,9 mg/l (146 $\mu\text{eq/l}$) kalsium (st. 1 og st. 2) er 0,2 mg/l (9 $\mu\text{eq/l}$) marint. Resten av magnesium og kalsium kan tilskrives tilførsler fra jordsmonnet og berggrunnen.

Kalium anslås til ca. 0,4 mg/l (10 $\mu\text{eq/l}$) som er vanlig i oligotrofe innsjøer på Sørlandet. (Kaliumkonsentrasjonen er relativt så lav at den utgjør en ubetydelig del av kationssummen.)

Ut fra differansen mellom summen av kationer (H^+ , Na, K, Ca og Mg) og summen av anioner (Cl, NO_3 og HCO_3) kan sulfatkonsentrasjonen, SO_4 , estimeres.

Sulfatkonsentrasjonene estimert ut fra ionebalansen gir da i gjennomsnitt henholdsvis 7,3 mg/l (153 $\mu\text{eq/l}$) på stasjon 1 i Fiskåvatn og 7,8 mg/l (163 $\mu\text{eq/l}$) på stasjon 2.

Fysisk/kjemiske analysemetoder for prøver fra Fiskåvatn.
Enheter og analysemetoder.

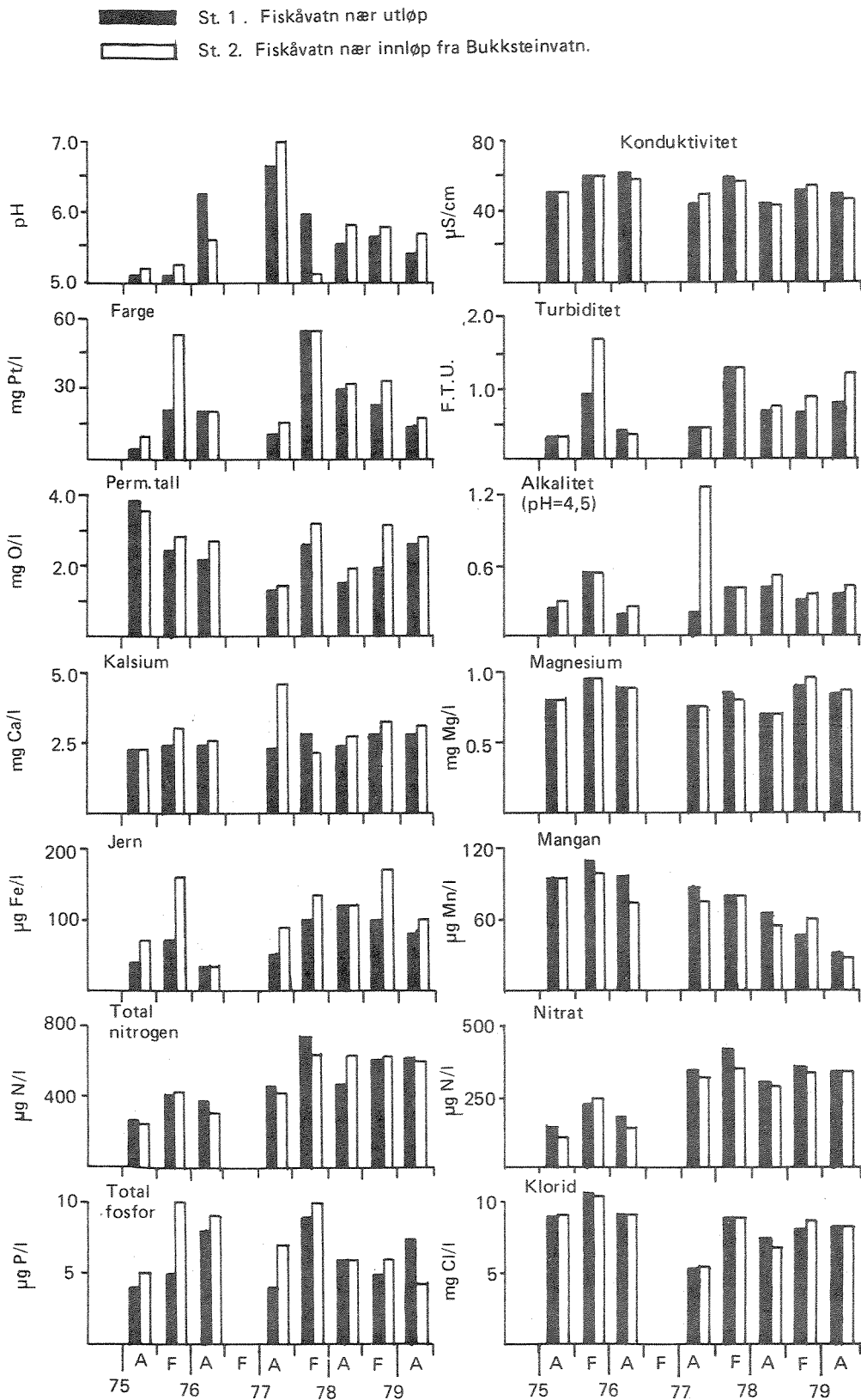
Parameter	Enhet	Grenseverdi	
pH			Norsk Standard ORION pH-meter. Modell 701.
Konduktivitet K ₂₀	µS/cm 20°C	0,1 µS/cm	Norsk Standard PHILIPS PW 9501
Farge	mg Pt/l	5 mg/l	Norsk Standard 4722 Filterfotometer, filter 601
Turbiditet	J.T.U.	0,05 JTU	Norsk Standard 4723 Hach Turbidimeter, Modell 2100 A
Kjemisk oksygenforbruk	mg O/l	0,5 mg/l	Norsk Standard 4732 Oks. med permanganat
Total fosfor	µg P/l	1 µg P/l	Oksyderes til orto P ved UV- belysning
Nitrat	µg N/l	10 µg/l	Autoanalyser. Henriksen og Selmer-Olsen 1970. Metoden bestemmes i en kopperbelagt cadmiumkolonne til nitritt, diazoteres med sulfanilamid, produktet reagerer med N-naphtyl- 1-ethylene diamine. Fargen måles ved 520 nm.
Total nitrogen	µg N/l	10 µg/l	UV-belyses i surt miljø. Be- stemmes som NH ₄ i autoanalyser etter indofenolmetoden.
Klorid	mg Cl/l	0,2 mg/l	Autoanalyser: Henriksen 1966. Klorid reagerer med Hg-thiocy- anate som danner udissosiert HgCl ₂ . Det frie thiocyanat- ionet reagerer med Fe ⁺⁺⁺ og danner jernthiocyanate. Måles ved 420 nm.
Kalsium	mg Ca/l	0,005 mg/l	Perkin Elmer Modell 306
Magnesium	mg Mg/l	0,001 mg/l	Perkin Elmer Modell 306
Alkalinitet	ml 0.1 N HCl/l	0,1 ml/l	Potensimetrisk titrering ved hjelp av automatisk titrator. Standard Methods 1975.

Tabell 1 Kjemiske analyseresultater av vannprøver fra Fiskåvatn i perioden 1975 - 79.

	D A T O	DYP m	PH	K2O	FARGE UFILT	TURBID- ITET	FE	MN	CL
Stasjon 1	750811	1	5.09	49.8	5	.3	40	95	9.0
	760204	1	5.10	59.0	23	.9	70	110	10.8
	760810	1	6.23	62.4	19	.3	35	95	9.2
	770810	1	6.65	42.7	11	.4	50	85	5.3
	780220	1	5.96	58.9	55	1.3	100	80	9.0
	780816	1	5.54	44.0	30	.6	120	67	7.4
	790208	1	5.63	52.5	24	.6	100	47	8.0
	790816	1	5.39	50.8	14	.8	80	41	8.3
Stasjon 2	750811	1	5.20	49.0	10	.3	70	95	9.1
	760204	1	5.26	60.2	54	1.7	160	100	10.6
	760810	1	5.62	58.4	19	.3	35	75	9.2
	770810	1	6.99	50.8	16	.4	90	75	5.3
	780220	1	5.13	56.7	55	1.3	135	80	8.9
	780816	1	5.81	43.0	33	.7	120	55	6.8
	790208	1	5.78	54.5	35	.8	170	60	8.7
	790816	1	5.66	47.9	17	1.2	100	39	8.3

	D A T O	DYP m	CA	MG	NO3N	TOTN	TOTP	PERM (KMNO4)	ALK (PH4.5)
Stasjon 1	750811	1	2.25	.80	140	260	4	3.9	.24
	760204	1	2.41	.96	220	410	5	2.4	.55
	760810	1	2.41	.87	170	370	8	2.2	.17
	770810	1	2.35	.76	340	460	4	1.3	.19
	780220	1	2.82	.85	430	740	9	2.6	.40
	780816	1	2.40	.70	300	480	6	1.5	.42
	790208	1	2.75	.90	355	610	5	1.9	.30
	790816	1	2.86	.84	370	620	8	2.3	.32
Stasjon 2	750811	1	2.30	.80	100	240	5	3.6	.29
	760204	1	2.99	.96	240	420	10	2.8	.56
	760810	1	2.54	.88	140	300	9	2.7	.25
	770810	1	4.54	.78	320	420	7	1.4	1.31
	780220	1	2.15	.79	350	640	10	3.2	.41
	780816	1	2.70	.70	280	630	6	1.9	.52
	790208	1	3.25	.95	335	620	6	2.7	.34
	790816	1	3.01	.86	360	600	5	2.4	.39

Fig. 3 Variasjoner i kjemiske analyseresultater fra Fiskåvatn i perioden 1975 - 79. Prøver samlet i februar og august.



En del av dette sulfatet kommer fra sjøsalter, men ca. 80 % tilskrives forurensninger fra nedbøren (sur nedbør). Norsk institutt for luftforskning (NILU) har en målestasjon for nedbør ved Birkenes ca. 25 km NØ for Fiskåvatn, og den viser en gjennomsnittts pH på 4,3 og sulfatkonsentrasjon på 4,3 mg/l. I tillegg kommer tørravsetninger av SO₂ gass og SO₄ partikler. Totalbelastningen ved Birkenes er estimert til 7,3 mg/l (153 µeq/l) av sulfat hvorav bare 0,6 mg/l tilskrives sjøsaltilførsler.

Med disse delvis estimerte ionesammensetningene (se tabell 2) viser de to stasjonene i Fiskåvatn en vannkjemi som er typisk for relativt små oligotrofe innsjøer på Sørlandet (WRIGHT & SNEKVIK 1979).

Fiskåvatn er riktignok ikke så sur at pH ligger under 5,0 som ellers er vanlig i disse områdene, men dette kan forklares med at nedbørfeltet til innsjøen har litt bedre evne til å nøytralisere den sure nedbøren.

Det ser ut som om forvitringen i jordsmonnet og berggrunnen som bruker opp H⁺ ioner og frigjør kalsium og magnesium, foregår noe raskere i Fiskåvatn enn i en del andre innsjøer i området, slik at en stor del av den tilførte sure nedbøren brukes og tilsvarende mengde kalsium og magnesium vaskes ut i vannet.

Kalsiumkonsentrasjonen ligger litt høyere enn i nærliggende sure innsjøer.

4.2.2 Indikasjon på forsurening

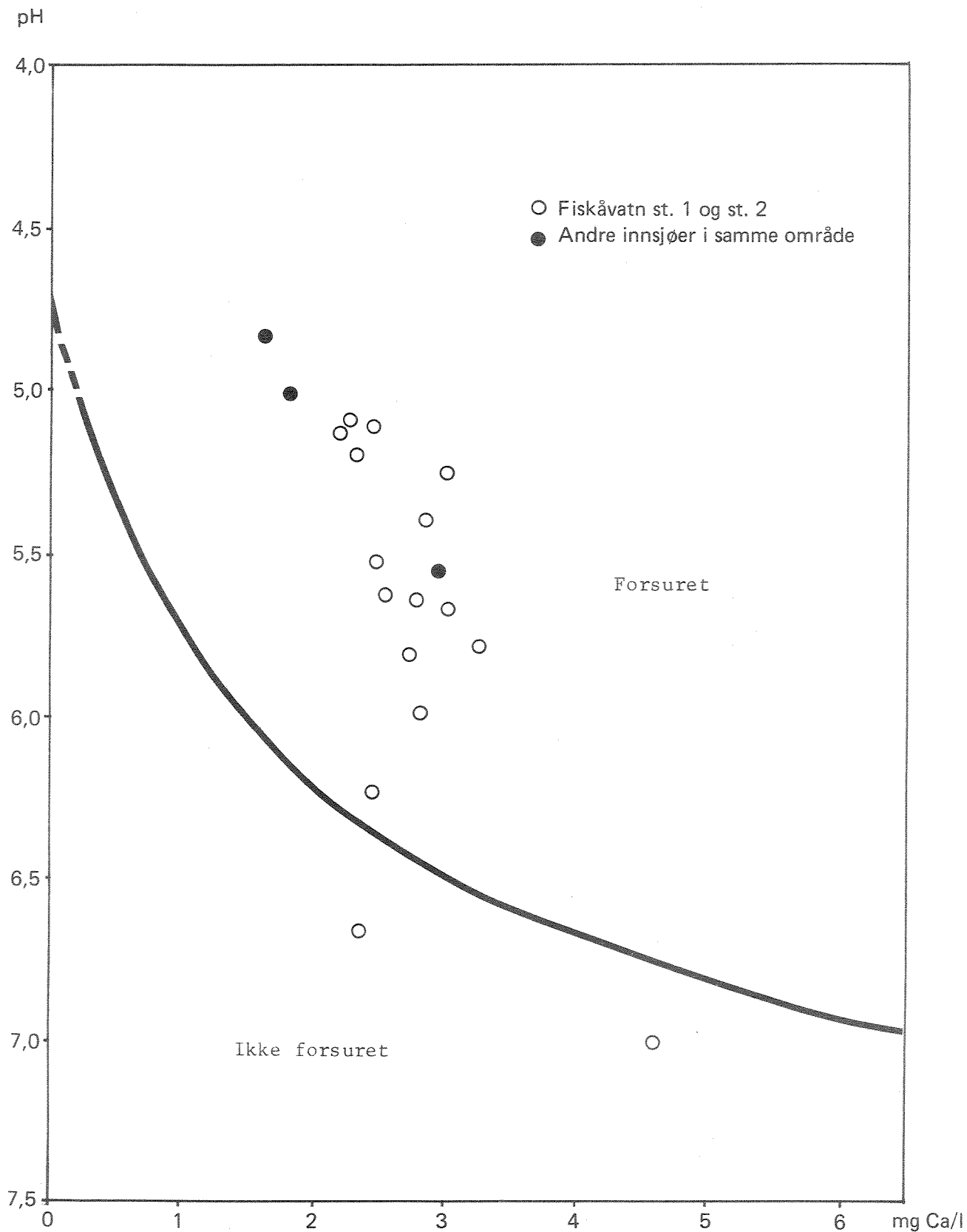
I de fleste upåvirkede, oligotrofe (næringsfattige) vannmasser er kalsium og alkalitet (bikarbonat) til stede i proposjonale mengder, en indikasjon på at begge ioner har samme kilde. Da pH har nær sammenheng med både alkalitet og asiditet (sterke syrer) vil pH og kalsium være klart korrelert til hverandre.

På grunnlag av målinger fra en rekke innsjøer over et stort område i Norge der det ikke er påvist forsurening, er en kommet frem empirisk til en kurve (se fig. 4) som viser den laveste pH-verdi vi kan vente å finne i en upåvirket innsjø ved en gitt kalsium-konsentrasjon. Forsurede innsjøer har mistet en del av sitt bikarbonat og har følgelig en lavere pH

Tabell 2 Ionesammensetning i vannprøver fra Fiskåvatn i perioden 1975 - 79 gitt som mikroekvivalenter pr. liter. Verdiene for Na, K og SO₄ er estimert.

Dato	H ⁺	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO ₄	NO ₃
Stasjon 1								
750811	8	217	10	112	65	253	150	9
760204	7	260	10	120	78	304	156	15
760810	0	222	10	120	71	259	152	12
770810	0	128	10	117	62	149	144	24
780220	1	217	10	140	69	253	154	30
780816	2	178	10	119	57	208	137	21
790208	2	193	10	137	74	225	166	25
790816	4	200	10	142	69	234	165	26
$\bar{x} \pm$ s.d.	3 \pm 3	202 \pm 39	10	126 \pm 12	68 \pm 7	236 \pm 45	153 \pm 10	20 \pm 7
Stasjon 2								
750811	6	219	10	114	65	256	151	7
760204	5	256	10	149	78	299	182	17
760810	2	222	10	126	72	259	164	9
770810	0	128	10	226	64	149	158	22
780220	7	215	10	107	64	251	128	24
780816	1	163	10	134	57	191	155	19
790208	1	210	10	162	78	245	193	23
790816	2	200	10	150	70	234	173	25
$\bar{x} \pm$ s.d.	3 \pm 3	202 \pm 39	10	146 \pm 37	68 \pm 7	236 \pm 46	163 \pm 20	18 \pm 7

Fig. 4 Samhørende pH og kalsiumverdier fra st.1 og st.2 i Fiskåvatn i perioden 1975 - 79, som viser forsureningstendensene i innsjøen (forklaring, se teksten). Til sammenligning er tatt med resultater fra andre forsurete innsjøer i nærheten (Wright & Snekvik 1979).



i forhold til kalsiuminnholdet. Plottepunktene for en slik innsjø vil derfor falle ovenfor kurven (Henriksen 1978). Figur 4 viser samhørende måleresultater for pH og kalsium fra Fiskåvatn i perioden 1975-79 og med unntak av resultatene fra 10. august 1977, ligger alle punktene her godt ovenfor kurven, noe som indikerer at Fiskåvatn også er forsuret. Til sammenligning er tatt med noen andre registrerte forsurede innsjøer i samme området, på grensen mellom Sogndal og Kristiansand kommune (Røyrvatn, Hågenvatn og Homevatn).

4.2.3 Næringssalter

Begge stasjonene i Fiskåvatn kan karakteriseres som oligotrofe ut fra deres lave innhold av næringssaltkonsentrasjoner.

Totalfosfor ligger hovedsakelig under 10 µg P/l og totalnitrogen mellom 200-600 µg N/l.

Nitrat-N konsentrasjonene var i gjennomsnitt 290 µg N/l og 265 µg N/l på de to stasjonene i innsjøen.

Disse nivåene er vesentlig høyere enn vanlig i oligotrofe innsjøer som ikke får tilførsler av sur nedbør. I og med at nedbøren over Sørlandet inneholder ca. 300 µg NO₃-N/l (tørravsetninger kommer i tillegg), kan disse relativt høye nitratnivåene i Fiskåvatn også tilskrives sur nedbør.

At nitrat og totalnitrogenverdiene var lavere de første årene i perioden enn senere kan henge sammen med de relativt nedbørfattige somrene en hadde da.

4.2.4 Farge, turbiditet og permanganattall

Fargetallene, turbiditetsverdiene og permanganattallene viser en del variasjoner på de ulike prøvetakingstidspunktene. Resultatene viser at det er en del humuspåvirkning av vannmassene i Fiskåvatn. Fargetallene og turbiditetsverdiene er gjennomgående høyere i prøvene tatt i februar enn de samme i august, og det er naturlig å tenke seg dette i forbindelse med avsmeltingen i innsjøenes nedbørfelt. Vanligvis er turbiditetsverdiene

lavere i august da partikkelinnholdet i innsjøen hovedsakelig er planktonorganismer. Dette gjenspeiler seg også i permanganattallet som stort sett er lavere i august-prøvene enn i prøvene fra februar.

Økningen i partikkelinnholdet til tider i vannmassene i Fiskåvatn er derfor i hovedsaken mer tilførsler av organiske og uorganiske partikler fra nedbørfeltet ved økt nedbør eller avsmelting og eventuelt ved oppvirvling av mudder fra sedimentene under kraftig vindpåvirkning enn økninger i egenproduksjonen i innsjøen gjennom planktonorganismene.

4.3 Planteplanktonvariasjoner i Fiskåvatnet 1975-79

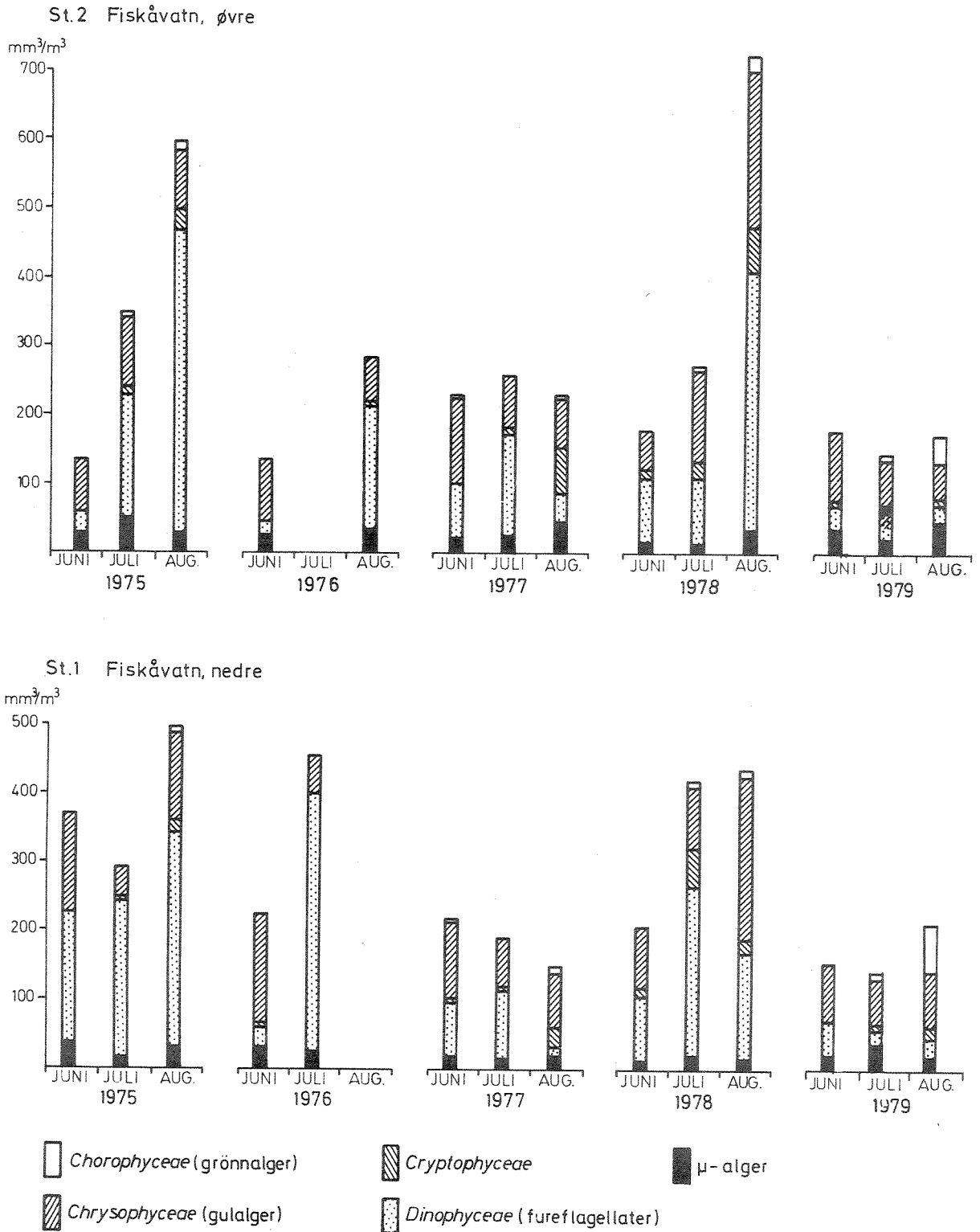
Kvantitative planteplanktonprøver ble samlet inn fra de samme to stasjoner i Fiskåvatnet (se figuren) i månedene juni, juli og august årene 1975-79 (prøvene fra st. 2 i juli 1976 og fra st. 1 i august 1976 var knust ved mottagelsen og analyseresultatene mangler derfor for disse) som de kjemiske analyseprøvene.

Planktonalgene er den gruppen av organismer som raskest reflekterer endringer i vannkvaliteten og analyse av mengde og sammensetning av disse algene er derfor viktige parametre under overvåking av en innsjø. Ved en endring av innsjøen i en eutrofierende retning (dvs. ved økt næringssaltinnhold pr. volumenhet vann, først og fremst fosfor-forbindelser) vil en i første omgang se dette ved en økning av individantallet av alger uten at sammensetningen endres. Går den eutrofierende utvikling videre, vil en i tillegg til økt algemengde også få en endring i algesamfunnets sammensetning.

Analyseresultatene for de innsamlede kvantitative planteplanktonprøvene er vist i figur 5 og Tabellene 3 og 4. I tabellene er gitt både celledtallet av hver art pr. volumenhet prøve, og volumet som hver art utgjør av det samlede algevolum.

Av resultatene går det fram at planteplanktonets mengde og sammensetning er omtrent det en erfaringsmessig finner i oligotrofe (næringsfattige, lavproduktive) innsjøer i Norge (Brettum 1979). Figuren viser riktignok

Fig. 5 VARIASJONER I PLANTEPLANKTONMENGDE OG SAMMENSETNING SOMMERMÅNEDENE 1975-1979
Algebiomassen gitt i mm^3/m^3



Tabell 3 . Analyseresultater av kvantitative planteplanktonprøver fra 1 m dyp på stasjon 1, ved utløp Fiskåvatn, 1975-79.
Antallet gitt i 1000 celler pr. liter. Volumet gitt i mm³/m³.

ARTER	1975 9. juni		1975 8. juli		1975 11. aug.		1976 10. juni		1976 13. juli		1977 8. juni		1977 12. juli	
	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.
CHLOROPHYCEAE (grønnalger)														
<i>Botryococcus braunii</i>														
<i>Chlamydomonas</i> spp.	12	0,6	9	0,5	162	8,1	9	0,5	56	2,8	37	3,7	12	0,6
<i>Isthmocloron trispinatus</i>	2	0,8												
<i>Monoraphidium minutum</i>							16	1,3						
<i>Monoraphidium</i> spp.							19	0,9			6	0,3		
<i>Oocystis lacustris</i>														
<i>Oocystis submarina</i> v. <i>variabilis</i>			25	0,8							9	0,3		
<i>Scourfieldia</i> sp.									3	0,2			23	1,2
<i>Tetraëdron minimum</i>													3	0,8
<i>Tetraëdron minimum</i> v. <i>tetralobulatum</i>							2	0,1						
Ubest. cocc. grønnalger														
Volum CHLOROPHYCEAE		1,4		1,3		8,1		2,8		3,0		4,3		2,6
CHRYSOPHYCEAE (gualger)														
<i>Bitrichia chodatii</i>			2	0,2	31	3,1	6	0,6	3	0,3			2	0,2
<i>Chrysoikos skujai</i>	19	0,9	12	0,6							50	2,5		
Cyster av chrysophyceae	2	0,3			3	5,6	14	2,5	3	0,6	6	1,1	8	1,4
<i>Dinobryon crenulatum</i>	37	7,5	6	1,2	28	5,6	40	8,1	112	22,4	78	15,6	59	11,8
<i>Dinobryon sociale</i> v. <i>americana</i>					118	23,7	65	13,0	72	14,3				
<i>Kephyrion</i> spp.	171	8,6	47	2,3	12	0,6	48	2,4	34	1,7	69	3,4	2	0,1
<i>Phaeaster aphanaster</i>														
<i>Pseudokephyrion</i> spp.	87	5,5	2	0,1	37	2,4	8	0,5						
Små chrysomonader (d=4-6 µm)	825	53,6	411	26,7	570	37,0	643	41,8	174	11,3	638	41,5	397	25,8
Store chrysomonader (d=8-10 µm)	196	63,8	34	11,1	146	47,6	272	88,6	16	5,0	149	48,6	90	29,3
Volum CHRYSOPHYCEAE		140,2		42,2		125,6		157,5		55,6		112,7		67,6
CRYPTOPHYCEAE														
<i>Cryptomonas marssonii</i>	3	3,4	5	5,1	19	20,6							5	5,1
<i>Cryptomonas</i> sp. (l=17-18 µm)											9	7,0		
<i>Cryptomonas</i> spp. (l>24 µm)							2	4,0						
<i>Rhodomonas lacustris</i>														
Volum CRYPTOPHYCEAE		3,4		5,1		20,6		4,0				7,0		5,1
DINOPHYCEAE (fureflagellater)														
<i>Gymnodinium lacustre</i>	30	16,3	14	7,7	22	12,0	14	7,7	16	8,6	65	36,0	92	50,5
<i>Gymnodinium</i> spp.	16	140,3	8	70,1	6	56,0	5	11,7			5	11,7		
<i>Peridinium inconspicuum</i>	11	32,7	50	149,5	81	243,0	3	9,3	121	364,3	9	28,0	16	46,7
Volum DINOPHYCEAE		189,3		227,3		311,0		28,7		372,9		75,7		97,2
"U-alger"	3570	35,7	1626	16,3	3159	31,6	3084	30,8	2399	24,0	1794	17,9	1589	15,9
TOTALVOLUM		370,0		292,2		496,9		223,8		455,5		217,6		188,4

Tabell 3. FORTSATT

Analyseresultater av kvantitative planteplanktonprøver fra 1 m dyp på stasjon 1, ved utløp Fiskåvatn, 1975-79.
Antallet gitt i 1000 celler pr. liter. Volumet gitt i mm³/m³.

ARTER	1977		1978		1978		1978		1979		1979		1979	
	10. aug.		14. juni		17. juli		16. aug.		11. juni		11. juli		17. aug.	
	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.
CHLOROPHYCEAE (grønnalger)														
Botryococcus braunii											3	4,7	103	10,3
Chlamydomonas spp.	50	5,0	9	0,5	34	1,7			3	0,3	16	1,6		
Isthmoclaron trispinatus														
Monoraphidium minutum					50	4,2							9	0,8
Monoraphidium sp.					12	1,3	3	0,2						
Oocystis lacustris	6	1,6					3	0,7					103	51,4
Oocystis submarina v. variabilis	59	1,8	3	0,1	90	2,7	327	9,8			120	3,6	174	5,2
Scourfieldia sp.	53	2,6					9	0,3			5	0,1	9	0,2
Tetraëdron minimum														
Tetraëdron minimum v. tetralobulatum							6	0,3			8	0,4	6	0,4
Ubest. cocc. grønnalger							16	0,8						
Volum CHLOROPHYCEAE	11,0		0,6		9,9		12,1		0,3		10,4		68,3	
CHRYSOPHYCEAE (gualger)														
Bitrichia chodatii	28	2,8	3	0,3	6	0,6	19	1,9					37	3,7
Chrysoikos skujai	25	1,2			18	0,9							19	0,9
Cyster av chrysophyceae			3	0,5	6	0,9	28	1,8			19	0,9		
Dinobryon crenulatum	22	4,4	31	4,7	37	5,6	315	47,2	62	7,8	16	1,9	62	7,8
Dinobryon sociale v. americana	37	7,5					65	9,8					9	0,9
Kephyrion spp.	34	1,7			44	2,2	31	1,6			8	0,4	31	1,6
Phaeaster aphanaster											3	0,6		
Pseudokephyrion spp.	22	1,4			12	0,6			20	1,6			9	0,5
Små chrysomonader (d=4-6 µm)	660	42,9	676	43,9	523	34,0	679	44,1	593	38,6	534	34,7	448	29,1
Store chrysomonader (d=8-10 µm)	44	14,2	125	40,5	146	47,6	392	127,5	100	32,4	42	13,7	90	29,3
Volum CHRYSOPHYCEAE	76,1		89,9		92,4		233,9		80,4		52,2		73,8	
CRYPTOPHYCEAE														
Cryptomonas marssonii	6	6,9	12	12,5	16	15,6	9	10,3			5	5,1		
Cryptomonas sp. (l=17-18 µm)	12	9,3					9	9,8	16	1,2				
Cryptomonas spp. (l>24 µm)	5	11,7			16	38,9							6	15,6
Rhodomonas lacustris							3	0,5						
Volum CRYPTOPHYCEAE	27,9		12,5		54,5		20,6		1,2		5,1		15,6	
DINOPHYCEAE (fureflagellater)														
Gymnodinium lacustre	25	13,7	44	15,3	47	18,7	56	19,6	104	36,5	61	21,3	28	9,8
Gymnodinium spp.			3	6,2	19	46,7	9	9,8					9	5,6
Peridinium inconspicuum			28	70,1	72	179,1	59	147,9	6	9,3	4	7,0	6	9,3
Volum DINOPHYCEAE	13,7		91,6		244,5		177,3		45,8		28,3		24,7	
"µ-alger"	2037	20,4	1314	13,1	1906	19,1	1402	14,0	2392	23,9	3813	38,1	2990	29,9
TOTALVOLUM	149,1		207,1		420,1		459,5		151,6		134,1		212,3	

Tabell 4 . Analyseresultater av kvantitative planteplanktonprøver fra 1 m dyp på stasjon 2, Fiskåvatn (øvre del), 1975-79.
Antallet gitt i 1000 celler pr. liter. Volumet gitt i mm^3/m^3 .

ARTER	1975 9. juni		1975 8. juli		1975 11. aug.		1976 10. juni		1976 10. aug.		1977 8. juni		1977 12. juli			
	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.		
CHLOROPHYCEAE (grønnalger)																
Chlamydomonas spp.			44	2,2	286	14,3	6	0,3	20	1,0	34	3,4	9	0,9		
Isthmocloron trispinatus			3	1,6	3	1,6										
Koliella sp.											9	0,5				
Monoraphidium minutum			16	1,3	3	0,3	8	0,7					6	0,5		
Oocystis lacustris			50	2,5												
Oocystis submarina v. variabilis			37	1,1												
Scourfieldia sp.							3	0,1	11	0,3			8	0,2		
Tetraëdron minimum													2	0,3		
Tetraëdron minimum v. tetralobulatum																
Ubest. cocc. grønnalger																
Volum CHLOROPHYCEAE			8,7		16,2		1,1		1,3		3,9		1,9			
CHRYSOPHYCEAE (gulalger)																
Bitrichia chodatii					50	5,0			9	0,9			37	3,7		
Chrysoikos skujai	3	0,2	12	0,6			2	0,1			50	2,5				
Cyster av chrysophyceae					6	1,1	6	1,1	6	1,1	31	5,6	23	4,2		
Dinobryon crenulatum	14	2,8	81	16,2	6	1,2	3	0,6	6	1,2	90	18,1	37	7,5		
Dinobryon sociale v. americana					37	7,5			11	2,1						
Kephyrion spp.	56	2,8	81	4,0	37	1,9	5	0,2	16	0,8	75	3,7	2	0,1		
Mallomonas akrokomas																
Phaeaster aphanaster											40	7,3				
Pseudokephyrion spp.	149	9,7	12	0,8	97	6,3	11	0,7								
Spiniferomonas sp.																
Stichogloea doederleinii											9	1,7	5	0,8		
Små chrysomonader (d=4-6 µm)	386	25,1	582	37,9	548	35,6	532	34,6	338	22,0	707	45,9	442	28,7		
Store chrysomonader (d=8-10 µm)	112	36,4	130	42,5	75	24,3	149	48,6	104	33,9	121	39,5	84	27,3		
Volum CHRYSOPHYCEAE			77,0		102,0		82,9		85,9		62,0		124,3		72,3	
CRYPTOPHYCEAE																
Cryptomonas marsonii					12	12,5	2	1,6	5	4,7	2	1,6	9	9,3		
Cryptomonas sp. (1=17-18 µm)																
Cryptomonas spp. (1 >24 µm)			6	11,2	9	16,8										
Katablepharis ovalis											3	0,3				
Rhodomonas lacustris									3	0,5						
Volum CRYPTOPHYCEAE			11,2		29,3		1,6		5,2		1,9		9,3			
DINOPHYCEAE (fureflagellater)																
Gymnodinium lacustre	19	10,3			16	8,6	20	11,1	25	13,7	109	60,0	143	78,8		
Gymnodinium spp.	2	3,9			22	76,3			5	16,3	6	12,6				
Peridinium inconspicuum	5	14,0	59	177,5	118	355,0	3	9,3	50	149,5	2	4,7	23	70,1		
Volum DYNOPHYCEAE			28,2		177,5		439,9		20,4		179,5		77,3		148,9	
"u-alger"	3140	31,4	5140	51,4	2840	28,4	2747	27,5	3738	37,4	2237	22,4	2455	24,6		
TOTALVOLUM			136,6		350,8		596,7		136,5		285,4		229,8		257,0	

Tabell 4. FORTSATT.

Analyseresultater av kvantitative planteplanktonprøver fra 1 m dyp på stasjon 2, Fiskåvatn, (øvre del), 1975-79.
Antallet gitt i 1000 celler pr. liter. Volumet gitt i mm^3/m^3 .

ARTER	1977 10. aug.		1978 14. juni		1978 17. juli		1978 16. aug.		1979 11. juni		1979 11. juli		1979 17. aug.	
	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.
CHLOROPHYCEAE (grønnalger)														
Chlamydomonas spp.			9	0,9	16	0,8	44	4,6	5	0,4	36	3,9	37	5,2
Isthmoclaron trispinatus					6	0,5			5	0,2				
Koliella sp.					22	1,9	3	0,3	5	0,4			16	1,3
Monoraphidium minutum			9	0,8			6	1,4					46	23,4
Oocystis lacustris					131	3,9	529	15,9			65	2,0	125	3,7
Oocystis submarina v. variabilis	196	5,9	53	1,6									16	0,4
Scourfieldia sp.	16	0,5	9	0,3	3	0,1	12	0,3					9	0,6
Tetraëdron minimum											14	0,8	9	0,5
Tetraëdron minimum v. tetralobulatum							9	0,5					9	0,6
Ubest. cocc. grønnalger							25	0,9					9	0,5
Volum CHLOROPHYCEAE	6,4		3,6		7,2		23,9		1,0		6,7		35,1	
CHRYSOPHYCEAE (gulalger)														
Bitrichia chodatii	19	1,9	3	0,3	25	2,5	22	2,1					25	2,5
Chrysoikos skujai	28	1,4			12	0,6			3	0,2			6	0,6
Cyster av chrysophyceae	6	1,1			3	0,5	12	1,9						
Dinobryon crenulatum			9	1,4	12	1,9	349	52,3	23	2,9	8	1,0	115	14,4
Dinobryon sociale v. americana							65	9,8					3	0,3
Kephyrion spp.	12	0,6			44	2,2	90	4,5			9	0,5	9	0,5
Mallomonas akrokomas							3	0,8						
Phaeaster aphanaster	9	1,7												
Pseudokephyrion spp.	12	0,8			16	0,8			9	0,5			3	0,2
Spiniferomonas sp.									3	0,5				
Stichogloea doederleinii														
Små chrysomonader (d=4-6 μm)	654	42,5	607	39,5	754	49,0	744	48,4	640	41,6	662	43,0	321	20,8
Store chrysomonader (d=8-10 μm)	50	16,2	44	14,1	224	72,9	323	105,3	154	50,1	50	16,2	53	17,2
Volum CHRYSOPHYCEAE	66,2		55,3		131,2		224,3		95,8		60,7		56,5	
CRYPTOPHYCEAE														
Cryptomonas marsonii	12	12,5	12	12,5	12	12,5	16	17,1			9	10,3	6	6,9
Cryptomonas sp. (l=17-18 μm)	12	9,3							12	9,3				
Cryptomonas spp. (l > 24 μm)	19	46,7			5	11,7	19	46,7						
Katablepharis ovalis														
Rhodomonas lacustris							6	0,9					6	0,9
Volum CRYPTOPHYCEAE	68,5		12,5		24,2		64,7		9,3		10,3		7,9	
DINOPHYCEAE (fureflagellater)														
Gymnodinium lacustre	59	32,5	90	27,1	37	13,1	69	27,4	79	27,8	45	20,3	12	4,4
Gymnodinium spp.					16	38,9	15	84,7			2	0,7	22	13,1
Peridinium inconspicuum	3	9,3	25	62,3	17	42,8	130	261,6	5	7,0	11	16,3	6	9,3
Volum DINOPHYCEAE	41,8		89,4		94,8		373,7		34,8		37,3		26,8	
" μ -alger"	4542	45,4	1707	17,0	1482	14,8	3439	34,4	3177	31,8	2056	20,6	4373	43,7
TOTALVOLUM	228,3		177,8		272,2		721,0		172,7		135,6		169,9	

at algemengdene varierer til dels mye fra år til år, spesielt på stasjon 2, i den øvre delen av Fiskåvatn, men mengdene var hele tiden godt under den grensen en vanligvis setter for oligotrofe, lavproduktive og relativt næringsfattige innsjøer i Norge. De til dels store svingningene fra år til år skyldes antakelig først og fremst variasjoner i klimatiske forhold, vind, nedbør og temperatur og vannets gjennomstrømningshastighet, som påvirker bl.a. stabiliteten av vannmassene, som i sin tur innvirker på algeveksten. Et annet moment som også kommer inn og kan gi seg utslag i til dels store variasjoner fra år til år, er spredt prøvetaking. Algemengdene skifter relativt raskt innenfor vekstsesongen, og om en får med mye eller lite i en prøve vil være avhengig av om prøven tas på en veksttopp eller ikke.

Ser en imidlertid på den sammensetningen av algearter og de mengdemessige relasjoner en finner mellom de ulike grupper av alger i prøvene, viser også dette en sammensetning som en vanligvis finner i oligotrofe innsjøer i Norge.

Av figuren går det fram at planteplanktonet i Fiskåvatn under undersøkelsesperioden var dominert av arter innen gruppene Dinophyceae (fureflagellater) og Chrysophyceae (gulalger). Samlegruppen "µ-alger", som omfatter små ubestemmelige, mer eller mindre kuleformede individer (diameter 2-4 micron), vil alltid være til stede i planktonet, men utgjør en beskjeden del av det samlede algevolum.

Arter innen gruppen Chlorophyceae (grønnalger) og Cryptophyceae var av helt underordnet betydning, i det minste i sommermånedene i Fiskåvatn.

Innen Chrysophyceae var det foruten små og store chrysomonader, arter som Dinobryon crenulatum, Bitrichia chodatii, Kephyrion spp. og Pseudokephyrion spp. som var mest vanlig å finne i planktonet. Innen Dinophyceae var det arter som Gymnodinium lacustre og Peridinium inconspicuum som var mest fremtredende. Til tider opptrådte også andre arter innen slekten Gymnodinium.

Denne sammensetningen med hensyn til prosentvis andel av de enkelte gruppene, fremtredende arter og totalvolum i sommermånedene, peker alt

på at vannmassene i Fiskåvatn er oligotrofe (næringsfattige, lavproduktive).

5. DISKUSJON OG KONKLUSJON

Det er vanskelig å se noen klar sammenheng mellom de kjemiske analyseresultater og meteorologiske forhold på den ene side og variasjoner i planteplanktonmengde på den annen side.

De variasjoner en har registrert i planteplanktonmengdene fra år til år i Fiskåvatn i perioden 1975-79 skyldes nok allikevel i hovedsak fysiske forhold som lystilgang, temperaturforhold, vindforhold (turbulens) og nedbørforhold (gjennomstrømningshastighet).

Algemengdene har imidlertid i hele perioden vært relativt lave og sammensetningen av de viktigste algeartene sammen med totalvolumet av alger viser de forhold en vanligvis finner i en oligotrof innsjø (en innsjø med lavt næringssaltinnhold). Også de kjemiske analyseresultatene støtter opp om denne vurderingen.

Et noe lavere innhold av nitrat og totalnitrogen i prøvene fra de første årene i perioden kan skyldes at en da hadde tørrere somre enn i slutten av perioden. Det noe høyere nivå av nitrogen og totalnitrogen enn det en vanligvis finner i oligotrofe innsjøer må skyldes påvirkning av sur nedbør.

Den økning en har registrert i partikkelinnholdet fra tid til annen i innsjøen ved økt turbiditet og fargetall, skyldes antagelig i hovedsak variasjoner i tilførslene av organiske (humuspartikler) og uorganiske partikler fra nedbørfeltet ved kraftig nedbør eller ved avsmelting, og til en viss grad også ved opphvirvling av mudder fra sedimenter ved kraftig vindpåvirkning. Det kan ikke relateres til økt egenproduksjon i innsjøen gjennom økt planteplanktonproduksjon.

Som konklusjon kan en derfor si at det ikke er noe som tyder på at det i perioden 1975-79 har vært noen eutrofierende utvikling i Fiskåvatn.

Derimot tyder resultatene på at det har vært en forsurening av innsjøen og at denne forsurening må forventes å forverre seg og dermed få innvirkning på de biologiske forhold i innsjøen, først og fremst på eventuelle fiskebestander. Det er lite trolig at bruk av Fiskåvatn og dets nedbørfelt til rekreative formål som turgåing, padling, bading o.l. vil innvirke på vannkvaliteten. Mer forurensende aktiviteter i forbindelse med campingplasser, parkeringsplasser (herunder bilveier frem til innsjøen) o.l. bør en derimot unngå.

6. LITTERATURHENVISNINGER

Brettum, P. 1979: PLANTEPLANKTON SOM INDIKATOR PÅ TROFINIVÅ I NORSKE INNSJØER. - NIVA rapport XB-07.

Henriksen, A. 1978: PÅVISNING AV FORSURING AV OVERFLATEVANN.
Norsk institutt for vannforskning, årbok 1978.

Wright, R.F. & Snekvik, E. 1979: ACID PRECIPITATION: CHEMISTRY AND FISH POPULATIONS IN 700 LAKES IN SOUTHERNMOST NORWAY.
Verh. Internat. Ver. Limnologie 20 : pp. 765-775.