

A2 - 05

0 - 30/74

STELL SANERING OG VEDLIKEHOLD AV
SMÅ, EUTROFE INNSJØER I TETTBYGDE STRØK
Undersøkelser i Breiavatn, Stavanger, 1974

Saksbehandlere: Cand.mag. Sigurd Rognerud

Cand.mag. Odd Skogheim

Rapporten avsluttet: November 1974.

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side:
1. INNLEDNING / PROBLEMSTILLING	3
2. BESKRIVELSE AV BREIAVATN	5
3. FYSISK/KJEMISKE FORHOLD	5
4. BIOLOGISKE FORHOLD	8
5. SEDIMENTER	9
6. FREMTIDIGE TILTAK	13

FIGURFORTEGNELSE

Fig. 1. Breiavatn. Dybdekart og angivelse av fosfor og nitrogenforholdene i innløp og utløp 9/5-74	4
Fig. 2. Fysisk/kjemiske forhold i Breiavatn 15/6-74	7
Fig. 3. Sedimentanalyser	11

TABELLFORTEGNELSE

Tab. I. Oversikt over analyseresultater fra Breiavatn 15/6-74 (A) og 9/5-74 (B)	6
Tab. II. Sedimentanalyser i Breiavatn 15/6-74	10
Tab. III. Kjemiske analyser av interstitialvann (0-15 cm)	10

1. INNLEDNING/PROBLEMSTILLING

I brev av 6. mai 1974 ble NIVA kontaktet av Stavanger kommune ved Byingeniøren i forbindelse med sterk algevekst og misfarging av Breiavatn.

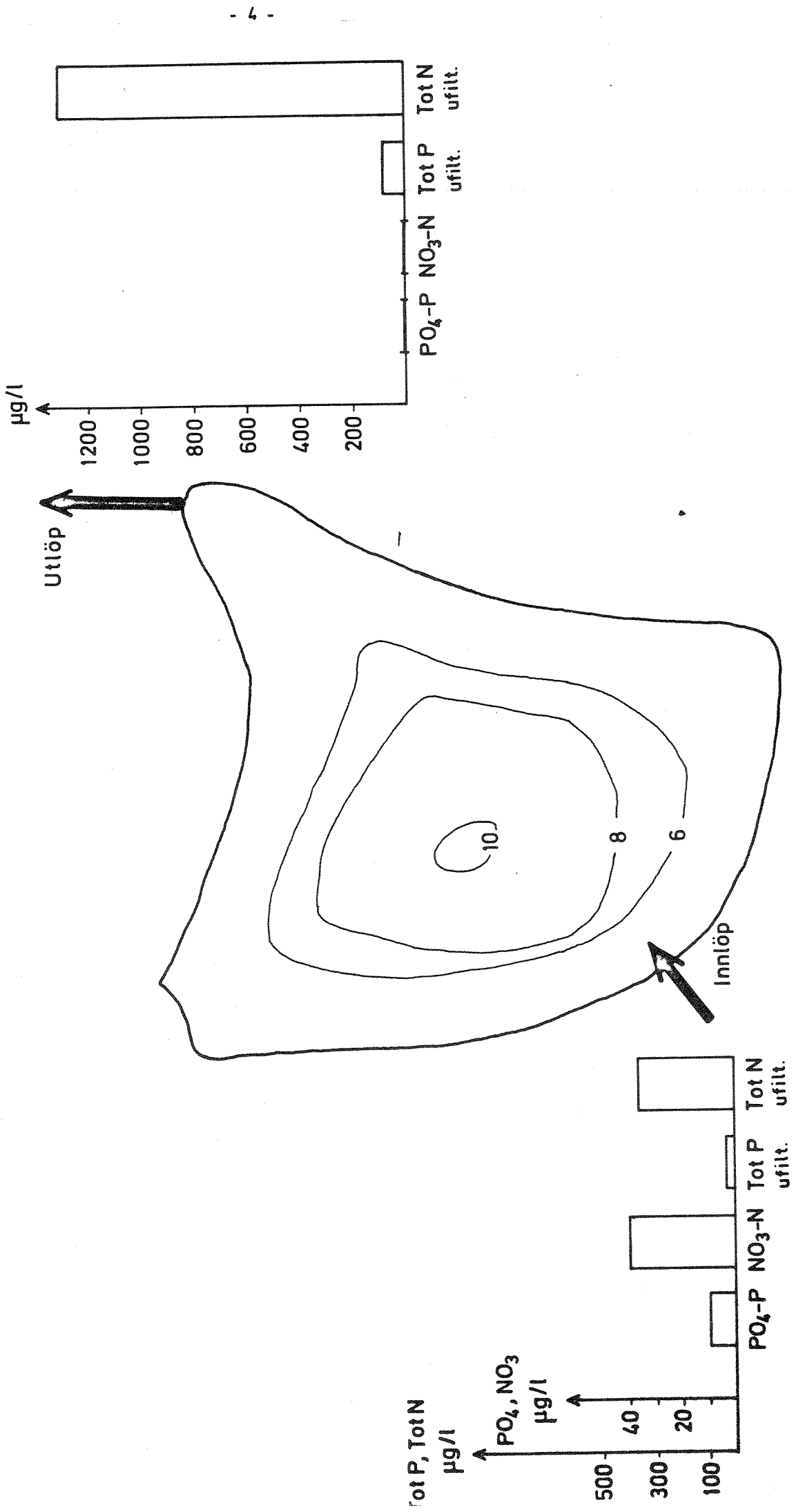
I brevet ble det gjort greie for de forandringer i dreneringen til Breiavatn som er foretatt i løpet av siste år. Avløpet fra Mosvatnet føres nå i den alt overveiende del av året gjennom Breiavatn. Videre nevnes et kunstig fossefall i utløpet av bekken fra Mosvatnet som skulle gi god luftning av vannmassene. Instituttet fikk ved samme anledning oversendt 3 vannprøver til kjemisk analyse, samt en prøve til biologisk analyse. Resultatene av disse analysene vil bli omtalt i denne rapporten.

Problemstillingen var å gi svar på om tilførselvannet fra Mosvatnet kan ha forårsaket den tilsynelatende sterke algevekst og partikkeldannelse i Breiavatn. Problemstillingen ble utvidet i forbindelse med at to representanter for instituttet foretok en befaring i Breiavatn i juni 1974. På grunnlag av denne siste undersøkelsen vil vi forsøke å gjøre greie for følgende forhold:

- a) Breiavatns forurensningstilstand ved hjelp av analyse av fysisk/kjemiske og biologiske komponenter i selve innsjøen, samt tilløp og avløp.
- b) Sedimentenes virkning på prosesser i vannmassene, spesielt med hensyn til restaureringstiltak.
- c) Mulige tiltak, kortsiktige så vel som langsiktige.

Vi vil i denne rapporten henvise til en forskningsrapport, A2-05, hvor mange av de samme problemer er drøftet, både generelt og spesielt for innsjøer i tettbygde strøk.

Fig.1 Breiavatn. Dybdekartet er skissert i grove trekk, og P og N er angitt for innløp og utløp 9/5-74



2. BESKRIVELSE AV BREIAVATN

Breiavatn ligger i Stavanger sentrum og det primære nedbørfeltet er derfor park- og trafikkareal. Sekundært dreneres innsjøen vesentlig av vann fra Mosvatnet.

All kloakk skal være avskåret, men man må likevel regne med tilførsel fra diffuse kilder. Kvaliteten av det innkommende vann, innsjøsedimentenes egenskaper, bassengets form og vindeksponering kan ansees som de viktigste faktorer som bestemmer innsjøens limnologiske tilstand.

Dybdekart og data for transport inn og ut av innsjøen (9/5-74) er tegnet på fig. 1.

Innsjøen har et areal på ca. 2500 m² og det maksimale dyp er ca. 10 m. Bassenget har bratte kanter og et realitvt stort middeldyp. Innsjøen er godt beskyttet for vind. Vi kan litt skjematisk si at flere av de naturgitte egenskaper til Breiavatn (f.eks. bassengform, vindeksponering) er lite gunstige med hensyn til å opprettholde en økologisk likevekt i innsjøen (se forøvrig rapport A2-05). Resultatet er derfor blitt at innsjøen er kommet ut av balanse på grunn av tilførsel av organisk materiale og næringssalter.

3. FYSISK/KJEMISKE FORHOLD

En del fysisk/kjemiske analyseresultater fra Breiavatn er angitt i tabell I. Innsjøen har på sommertid en skarp vertikal termisk sjiktning (se fig. 2), dvs. at innsjøen på grunn av tetthetsforskjeller er delt i et øvre varmere og et nedre kaldere sjikt. Disse blander seg ikke med hverandre i løpet av sommeren. Det øvre tiltar bare litt i utstrekning på bekostning av det nedre. De øvre 3-5 m av vannmassene, hvor algene holder seg, er rike på oksygen og fattige på oppløste næringssalter. Næringssaltene er idet alt vesentlige bundet i algene. Når algene dør, foregår en del av nedbrytningen i øvre sjikt, og de frigjorte næringssalter tas her umiddelbart opp av alger i vekst. En del av algebiomassen synker imidlertid ned i de nedre bunnære vannsjikt hvor den nedbrytes under forbruk av oksygen. Resultatet er at i Breiavatn forsvinner O₂ helt, og det utvikles H₂S i de bunnære vann-

Tabell I. Oversikt over analyseresultater fra Breiavatn 15/6-1974 (A) og 9/5-1974 (B).

A

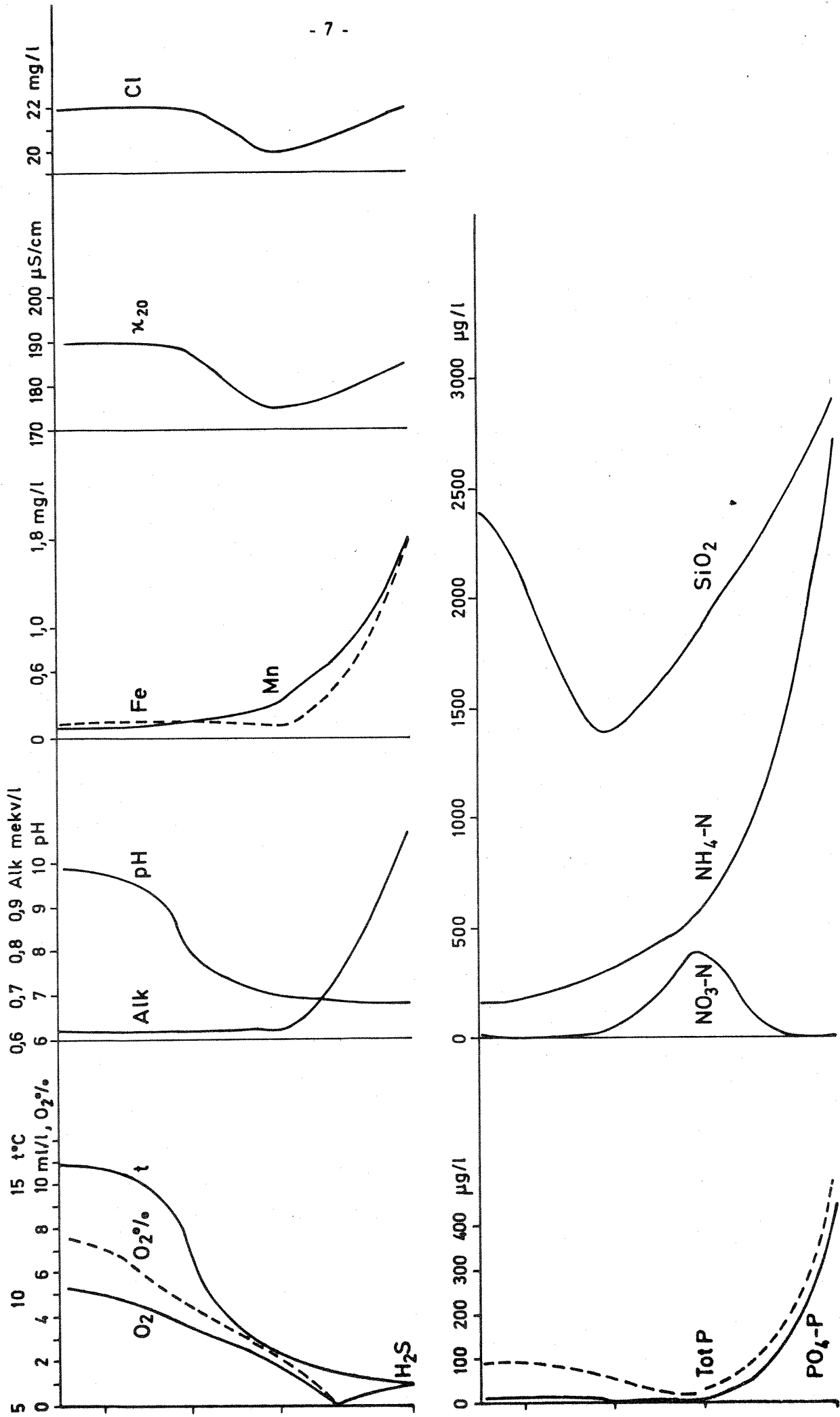
Parameter	t	O ₂	O ₂	ph	Alk.	$\kappa_{20} \times 10^6$	Ca	Mg	Fe	Mn	Cl	SiO ₂	NH ₄ N	NO ₃ N	Tot.N ufilt.	PO ₄ P	Tot.P ufilt.	Cu	Zn	Pb
Ben.	°C	ml/l	%	Mekv./l	$\mu\text{S/cm}$	mg/l	$\mu\text{g/l}$	mg/l	$\mu\text{g/l}$	mg/l	mg/l	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$
Stasjon																				
Breiavatn																				
1 m	15,72	5,01	70,3	9,80	0,62	190	16,8	3,3	90	90	22	2,1	180	<10	1000	11	92	10,5	5	3,0
3 "	11,50	3,57	46,0	7,95	0,62	187	16,4	3,1	180	150	22	1,4	310	50	1600	13	65	13	10	4,5
5 "	7,55	1,83	21,9	6,95	0,62	175	14,8	2,8	110	320	20	1,9	580	390	2000	7	31	8,0	5	2,0
8 "	5,95	(0,91)	0	6,80	1,14	185	15,2	2,8	1800	1800	22	2,8	2700	<10	3800	450	490	6,0	5	1,0
Innløp				7,3		205	18,0	3,7	80	200	24	1,7		<10	1200	0	33	7,0	<5	1,0

1
6
1

B

Parameter	ph	Kond.	PO ₄	Tot.P ufilt.	Tot.P filt.	NO ₃	Tot.N ufilt.	Tot.N filt.	Fe	Mn
Ben.	$\mu\text{S/cm}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$
Stasjon										
Utløp NØ										
Bredd	7,36	195	0	93	18	<10	1346	580	210	120
Strandkant										
SØ Bredd	7,51	200	0	84	25	<10	1866	420	80	70
Innløp										
SV Bredd	7,35	210	10	30	22	40	360	345	30	35

Fig.2 Fysisk/kjemiske forhold i Breiavatn 15/6 -74



masser (fig. 2). Det reduktive miljø som da oppstår, gjør at en del elementer, bl.a. Fe og Mn går i løsning fra sedimentet (se fig. 2).

Under anaerobe forhold i de bunnære vannmasser vil en betydelig mengde næringssalter (f.eks. PO_4 NH_4 og SiO_2 akkumuleres. De frigjorte næringssalter i de bunnære vannmasser kan ikke nyttiggjøres av levende alger i sommerperioden, og vil derfor foreligge i vannmassene eller felles ut. Nitrat reduseres til ammonium.

Når høsten kommer og avkjølingen av de øvre vannlag gjør at temperaturen blir lik i hele vannmassen, vil de akkumulerte næringssalter, i nedre vannlag, på grunn av omrøringen igjen bringes opp i de øvre vannlag der lystilgangen er god i innsjøen og de kommer dermed de levende algene tilgode.

4. BIOLOGISKE FORHOLD

Den sterkt økte tilførsel av næringssalter som Breiavatn har vært utsatt for de siste årtier, har gitt særdeles gunstige vekstmuligheter for algene. Når så store mengder av næringssalter tilføres innsjøen, vil den økologiske likevekt (dvs. likevekten mellom de enkelte artene innbyrdes og mellom artene og deres omgivelser), som tidligere kan ha eksistert, forrykkes, slik at det skjer en utvikling fra mange arter med begrenset individantall til en massevekst av én algeart. Som oftest i slike tilfelle vil nitrogen være begrensende og nitrogenfikserende (tar N fra atmosfæren) blågrønnalger vil derfor komme gunstigst ut i konkurranse med andre arter. Resultatet er at disse kan fullstendig dominere og gi sterk farging av vannet. De kan også flyte opp til overflaten, drive inn mot land og gi uestetiske forhold rundt innsjøen.

I de analyserte algeprøvene fra 9/5-74 viste det seg at prøvene fra vannet og utløpet fullstendig var dominert av blågrønnalgen *Anabaena*. Algene i innløpet besto vesentlig av grønnalger som antakelig driver ned fra Mosvatn.

En bør være klar over at algeblomst av blågrønnalger og derved sterk farging av vann, vil kunne forekomme hver sommer fremover selv om alle direkte forurensningskilder er fjernet. Den diffuse tilførsel av

næringsalter, i tillegg til mengden av næringsalter som er lagret i innsjøen, er mer enn nok til å opprettholde en kraftig produksjon av alger lang tid fremover.

5. SEDIMENTER

For metoder og forklaring av begreper og enheter vises til rapport ~~B5/73~~ A2-05.

Sedimentene i en innsjø er et resultat av prosesser i nedbørfeltet og i selve innsjøen. Sedimentene kan gi viktig informasjon om den limnologiske tilstand og utvikling i en innsjø.

Materialet for denne undersøkelsen er en ca. 30 cm lang sedimentkjerne fra det dypeste parti i innsjøen.

Sediment fra 0 til ca. 15 cm dyp er analysert for interstitialvann, dvs. porevann i sedimentet. Det tidsrom som 30 cm sediment representerer, kan ikke beregnes da sedimentasjonshastigheten ikke er kjent, men kan antas å være mellom 50 til 300 år.

Det var svarte sjikt av FeS (utfelt jernsulfid) gjennom hele sedimentkjernen, og dette indikerer at det i dette tidsrom periodevis har vært anaerobe forhold og felling av FeS i bunnvannsonen. For å få anaerobe forhold kreves en viss mengde organisk materiale, og det kan derfor antas at primærproduksjonen i Breiavatn har vært relativt stor i hele den perioden som 30 cm sediment representerer. Mellom lagene med FeS var det grå lag av leire som er transportert fra nedbørfeltet og sedimentert i innsjøen. Ellers var sedimentet relativt brunt, og det kan karakteriseres som brun/leire gyttje.

Vanninnholdet (% H₂O) (tabell II) var størst i de øverste 10 cm fordi dette sjiktet er minst konsolidert og fortsatt er under nedbrytning. Glødetapet (% GT) (tabell II) som er et mål på den totale mengde av organisk materiale, varierte fra 9-17%, men uten større vertikal variasjon. Dette betyr at det i løpet av perioden som 30 cm sediment representerer, ikke har vært vesentlige forandringer i forholdet mellom nettosedimentasjon av organisk materiale og uorganisk materiale (vesentlig leire).

Tabell II. Sedimentanalyser i Breiavatn 15/6-1974.

Dyp i cm	% H ₂ O	% GT	skle/gTV	skle/gGT	mg N/gTV	mg P/gTV
0-5	79,6	16,7	11,25	273	4,12	8,6
5-10	71,6	11,8	7,4	62,7	3,60	5,9
10-15	56,8	8,7	1,15	13,2	3,56	5,5
15-20	68,1	13,6	6,48	47,0	3,76	8,9
20-25	53,9	15,7	3,8	19,6	5,72	9,1
25-30	67,6	13,9	4,74	34,1	5,76	7,8

Tabell III. Kjemiske analyser av interstitialvann (0-15 cm).

pH	κ ₂₀ μS/cm	Alk mekv/l	Cl mg/l	SiO ₂ mg/l	PO ₄ -P mg/l	TOT-P mg/l	NH ₄ -N mg/l	Fe. mg/l
7,10	570	35,4	88	25	0,31	0,37	0,35	21

Ca mg/l	Mg mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Pb mg/l
23,8	6,3	0,019	0,130	<0,01

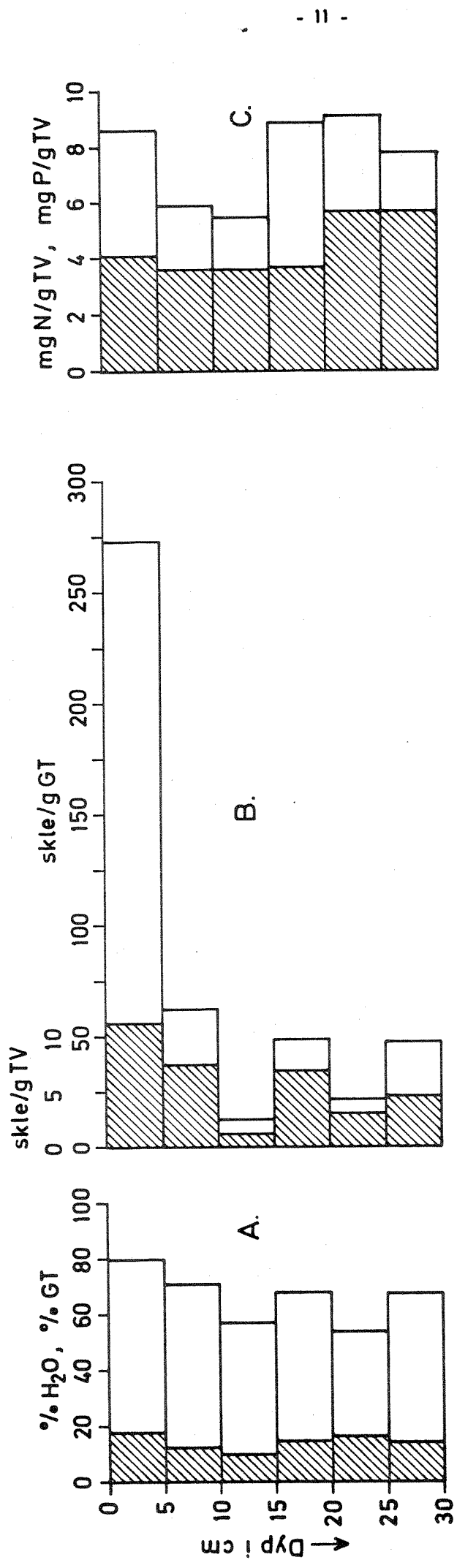






Fig.3 Sedimentanalyser

A. Glödetap (% GT ) og vanninnhold (% H₂O )

B. Sedimentert klorofyll beregnet pr. tørrvekt (skle/g TV ) og pr. glödetap (skle/g GT )

C. Total-fosfor (mgP/g TV ) og total-nitrogen (mgN/g TV )

Sedimentert klorofyll (figur 3) som er et relativt mål på algemengdene i vannmassene tidligere år, er størst i de øverste 10 cm, og dette kan forsiktig tydes slik at primærproduksjonen (dvs. produksjonen av alger) har vært større i denne perioden (øverste 10 cm) samt at mulighetene for konservering (dvs. lite oksygen og lys i bunnvannsonen) har vært bedre.

Totalmengdene av fosfor og nitrogen er meget store, spesielt av fosfor, selv til å være "forurensende" sedimenter. Oftest er det P som sammen med N bestemmer og regulerer størrelsen av primærproduksjonen, og næringsalter med disse komponentene er derfor de viktigste eutrofieringsssammenheng. Det er en viss vertikal variasjon av både P og N, men det kan ikke påvises noe eutrofieringsforløp (f.eks. en økning mot toppen i sedimentkjernen av P og N) (fig. 3).

Interstitialvannet (tabell III) inneholder meget store konsentrasjoner av salter. (Sammenlign med rapporten A2-05). Dette betyr at den potensielle mengde av salter som kan transporteres fra sedimentet og ut i de fri vannmasser, er stor.

Til slutt kan nevnes at det er satt i gang laboratorieforsøk hvor sediment fra Breiavatn blir holdt i beholdere med vann over og simulert anaerobe og aerobe forhold for å studere transport av næringsalter fra sediment til vann under forskjellige betingelser. De foreløpige resultatene indikerer at transporten av næringsalter er tilnærmet uavhengig av oksygenforholdene. Dvs. at hvis vi skal legge disse relativt usikre resultatene til grunn, vil det, overført på Breiavatn, forekomme en betydelig tilførsel av næringsalter til vannet selv om bunnvannslagene er aerobe. Årsaken til dette er i første rekke de meget store konsentrasjoner av næringsalter som finnes tilgjengelig i sedimentet. Imidlertid er disse forsøkene relativt enkle og usikre og laboratorieforsøk kan dessuten ikke overføres til naturen direkte. Forsøkene er bare tenkt som kvalitative indikasjoner på sannsynlige prosesser i naturen.

6. FREMTIDIGE TILTAK

Hvis man ønsker å restaurere Breiavatn, er det viktig å være klar over enkelte forhold som er av betydning for resultatet. Innsjøen må betraktes som en funksjon av nedbørfeltet og som et eget økosystem. Dette innebærer at innsjøens økologiske tilstand før den akselererende eutrofi-ering (næringsanrikning) er av stor betydning for det resultat man vil kunne oppnå ved en eventuell restaurering. Breiavatn har sannsynligvis tidligere også hatt et eutroft (næringsrikt) preg, noe som altså vil sette sin naturlige begrensning for hvor langt man kan komme i retning av en "klarvannsinnsjø".

Skal man kunne komme videre må nedslagsfeltet endres, dvs. vanntilførselen må komme fra mer næringsfattige områder. Et første ledd i denne utvikling bør derfor være å stanse tilførselen fra det eutrofe Mosvatn og heller tilføre mer næringsfattig vann fra andre områder (f.eks. Store Stokkavatn). Likeledes er det viktig å øke gjennomstrømmingen for om mulig å kunne skifte ut vannmassene oftere og derved redusere betydningen av de lokale diffuse tilførsler.

I selve innsjøen kan man gjøre forskjellige billigere, kortsiktige tiltak. Av disse kan nevnes:

- a) Lufting av bunnvannslagene med Limnoluffer for derved å holde nærings-saltene bundet i sedimentet. Utbytteforsøkene tyder på at virkninger av dette vil være begrenset.
- b) Bortpumping av næringsrikt bunnvann kombinert med en felling av fosfater med $AlSO_4$. Dette er av tvilsom verdi for Breiavatn, da andre faktorer en PO_4 synes å være begrensende for algene.
- c) Dekke bunnen med et sandlag. Dette er av mindre aktualitet fordi man etter en tid igjen vil få utlekking av stoffer fra sandlaget.

Bakdelen ved disse tiltak er at de er kortsiktige og i enkelte tilfelle også er basert på at teknikker ikke svikter. De gir ikke innsjøen "hjelp til selvhjelp", noe som, hvis mulig, bør være hovedsiktemålet ved all restuarering. Denne mulighet foreligger på grunn av Breiavatns begrensede areal. Derfor bør en alvorlig overveie de økonomiske sider

ved en eventuell direkte fjerning av selve årsaken, nemlig de "nærings-
ladede" sedimenter. Dette vil i motsetning til de andre være et en-
gangstiltak og etter all sannsynlighet gi raskere resultater. I
Trummen i Sverige har man forsøkt en slik bortpumping av sedimenter
med gunstig resultat.

Vi foreslår at det utarbeides et enkelt overvåkningsprogram for å følge
med i Breiavatnets utvikling. Spesielt er dette viktig hvis tiltak set-
tes iverk, for å se om tiltakene får den ønskete virkning eller ikke.

ROG/OSK/IBO

30.10.74