

K Vannblomstdannende blågrønnalger i Norge og deres betydning ved studiet av vannforekomstenes kulturpåvirkning

Olav Skulberg, Norsk institutt for vannforskning, Blindern.

1965

1. Vannblomst.

Vannsamlinger som er rike på plantenæringsstoffer viser regelmessig stor forekomst av planktoniske alger. Det kan være at disse algene opptrer i så stor mengde at de setter tydelig farge på vannmassen, og dette betegnes med folkeuttrykk som «vannblomst». Begrepet «vannblomst» har ingen skarp avgrensning, det er et beskrivende uttrykk for at en sestonfargning (seston som lar seg sile fra) av vannet gjør seg gjeldende på en iøynefallende måte. Foruten alger kan også bakterier, invertebrater og andre organismer være årsak til «vannblomst».

I tysk litteratur er det benyttet tre uttrykk for å beskrive den optiske virkning fytoplanktonet har i vannforekomstene (Huber-Pestalozzi 1938, p. 254).

«Wasserblüte» brukes om en masseforekomst av alger på overflaten av vannsamling som medfører iøynefallende fargevirkninger på vannoverflate. «Vegetationsfärbung» betegner en fargepåvirkning av vannet som skyldes planteplankton og som ikke spesielt er knyttet til vannoverflaten.

«Vegetationstrübung» brukes om en nedsettelse av siktedypet i vannet på grunn av planteplankton.

Engelsk litteratur bruker også uttrykket vannblomst. «Algal blooms» er fellesholdsvis plutselige utviklinger av store populasjoner av én eller noen få arter i fytoplanktonet (ODUM 1957, p. 230). Men uttrykket kan også brukes (synonymt med «algal pulses») for å beskrive typiske situasjoner i fytoplanktonet, årtidsvariasjon, når populasjonstettheten av en art er flere ganger større enn gjennomsnittet for året. Noen presise definisjoner har disse uttrykkene ikke.

Oppblomstringer av planktoniske alger i vannforekomster som brukes til drikkevannsforsyning eller som råvann for industri kan være til stor praktisk ulempe (HOBBS 1954). Vannforekomstene kan også få nedsatt brukbarhet i rekreasjonsmessig sammenheng når vannblomst gjør seg gjeldende (MACKINTHUN et al. 1964). Praktiske problemer av denne type er vanlige i eutrofe vannsamlinger, og undersøkelser av vannblomstfenomenet er nær knyttet til studiet av eutrofiering i sin alminnelighet (SKULBERG 1964).

2. Vanlige vannblomstdannende arter av blågrønnalger i norsk innsjøer.

Regionale undersøkelser av algevegetasjonen i norske innsjøer har nå lang tradisjon (HUITFELDT-KAAS 1906). Likevel er det en ufullstendig og foreløpig kunnskap som er resultatet av det arbeid som er gjort. Dette henger sammen med det store geografiske området som det angår, men også på grunn av de taxonomiske vanskeligheter som arbeidet innebærer.

Når det gjelder blågrønnalgene er dette siste moment særlig betydningsfullt. De systematiske forhold er tildels lite tilfredsstillende utredet, og de beskrivelser som benyttes ved bestemmelsene av artene er ennå provisoriske. Dette medfører nødvendige forbehold også i sammenheng med opplysningene som blir gitt i det følgende.

De erfaringer denne oversikt bygger på er fremkommet gjennom planktonundersøkelser som er foretatt i forbindelse med oppdragsvirksomheten til Norsk institutt for vannforskning. Nedenfor vil disse observasjoner bli kommentert i sammenheng med opplysninger som tidligere er publisert fra undersøkelser i Norge. I tabell 1 er det stilt sammen arter av blågrønnalger som er årsak til vannblomst i norske innsjøer, og typiske lokaliteter hvor de har regelmessig forekomst er nevnt.

Tabell 1. Blågrønnalger med masseforekomst i norske innsjøer.

Art	Undersøkt lokalitet
CHROOCOCCALES	
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kütz.	Borrevatn, Vestfold
<i>Microcystis flos-aquae</i> (Withr.) Kirchn.	Borrevatn, Vestfold
<i>Aphanothece clathrata</i> W. et G. S. West	Ørrevatn, Rogaland
<i>Coelosphaerium Naegelianum</i> Unger	Oymarksjøen, Østfold ←
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemm.	Maridalsvatnet, Oslo
HORMOGONALES	
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs	Rødenessjøen, Østfold ←
<i>Anabaena spiroides</i> Klebahn	Borrevatn, Vestfold
<i>Anabaena macrospora</i> Klebahn	Prestvatn, Troms
<i>Anabaena flos-aquae</i> (Lyngb.) Bréb.	Haugtjern, Sør-Trøndelag
<i>Oscillatoria</i> cf. <i>rubescens</i> D. C.	Steinsjøen, Buskerud
<i>Oscillatoria Agardhii</i> Gom.	Årungen, Akershus
<i>Oscillatoria Agardhii</i> var. <i>isothrix</i> Skuja	Frøilandsvatn, Rogaland
<i>Oscillatoria</i> Vaucher sp.	Akersvatn, Vestfold

Av de chroococcale blågrønnalger er det særlig *Coelosphaerium Naegelianum* som ofte er årsak til vannblomst i Norge. Den nærstående art *Coelosphaerium Kützingerianum* Naeg. er av HUITFELDT-KAAS (1906, p. 79) spesielt nevnt blant blågrønnalgene som «optraadte hyppig i større mengde». Fra Vansjø

3 -
i Østfold er *Gomphosphaeria lacustris* var. *compacta* Lemm. beskrevet årsak til vannblomst i 1896 (STRØM 1921, p. 2). Forekomsten i Norge disse artene harmonerer godt med det som er kjent om dem fra Europa øvrig (GEITLER 1932, pp. 241—255).

Når det gjelder de anførte artene av slekten *Microcystis*, kan det heves at disse synes i forholdsvis liten utstrekning å utvikle masser i norske innsjøer. Sammenliknet med publiserte opplysninger andre områder av Europa, hvor *Microcystis*-arter kanskje hører med de vanligste vannblomstdannende blågrønnalger (HUBER-PESTALOZZI pp. 130—131), er dette et særegent forhold.

Merismopedia tenuissima viser interessant forekomst i norske innsjøer med oligotroft preg som er utsatt for svak påvirkning av forurensningsplantaer næringsstoffer fra nedbørfeltet. Denne nannoplanktoniske alge har cellediameter på ca. 1,5 mikron. Forholdsvis store populasjoner er rapportert Ved en undersøkelse av Maridalsvatnet (Norsk institutt for vannforskning 1961, p. 34) ble det i overflateprøver fra august funnet 12 millioner *Merismopedia*-celler pr. liter av vannprøven. Fra den nærmest oligotrofe Svartediket ved Bergen er det rapportert (FØYN 1952, p. 12) populasjoner av *Merismopedia tenuissima* som utgjorde 24 millioner celler pr. liter av vannprøven. Liknende forhold er beskrevet for Østeråvatn i Aust-Agder (FØYN 1943, p. 46).

Arter av blågrønnalgeslektene *Aphanothece* og *Aphanocapsa* er i Norge vanlige i masseforekomst i innsjøenes plankton. Spesielle lokaliteter er imidlertid kjent hvor de har vært årsak til vannblomst. Det eutrofe Østvatnet i Rogaland har oppblomstringer av *Aphanothece clathrata*. Tidligere (STRØM 1921, p. 25) er *Aphanocapsa delicatissima* W. et G. S. West og *A. elegantissima* var. *conferta* W. et G. S. West rapportert med store forekomster i Østlandet.

Gjennomgående er det vanligere i norske innsjøer å finne hornete blågrønnalger med vannblomstdannende arter enn chroococcale former. Utvalget i tabell 1 omfatter åtte eksempler fra lokaliteter spredd over landet.

I regional sammenheng er det *Anabaena flos-aquae* som synes rapportert i de fleste tilfeller. Allerede HUITFELDT-KAAS (1906, p. 5) er oppmerksom på at denne algen ofte opptrer i stor mengde i norske innsjøer. Arten har en vid utbredelse, og det er beskrevet vannblomst av denne arten så langt nord som i innsjøen Sadejavre i Finnmark (STRØM 1926, pp. 1—2). De andre nevnte arter av slekten *Anabaena* er langt sjeldnere som årsak til vannblomst hos oss.

Høstoppblomstringen av *Aphanizomenon flos-aquae* er regelmessig forekomster i eutrofierte vannforekomster på Østlandet. Arten blir alt nå

Påfallende er det hvor sjelden arter av slekten *Oscillatoria* er omtalt som vannblomstdannende alger i norske innsjøer. I den behandlede litteratur (HUITFELDT-KAAS 1906. STRØM 1921. BRAARUD et al. 1928. HAUGE 1943) er det bare *Oscillatoria tenuis* Ag. som er beskrevet med stor forekomst (STRØM 1921, p. 26). Dette kan henge sammen med at de ulike arter av *Oscillatoria* først synes å komme til dominans i planktonsamfunn i innsjøer med fremadskredene eutrofi.

Nyere planktonundersøkelser har vist at det er flere *Oscillatoria*-arter som nå er vanlige i norske innsjøer med vannblomstfenomener. De fire arter som er nevnt i tabell 1 har foreløpig tiltrukket seg mest oppmerksomhet. I figur 1 er det gjengitt hvordan disse artene skiller seg fra hverandre med hensyn til trichombredden. Det er *Oscillatoria Agardhii* som har vært den aktuelle algen i den største oppblomstring av planteplankton som er observert i Norge.

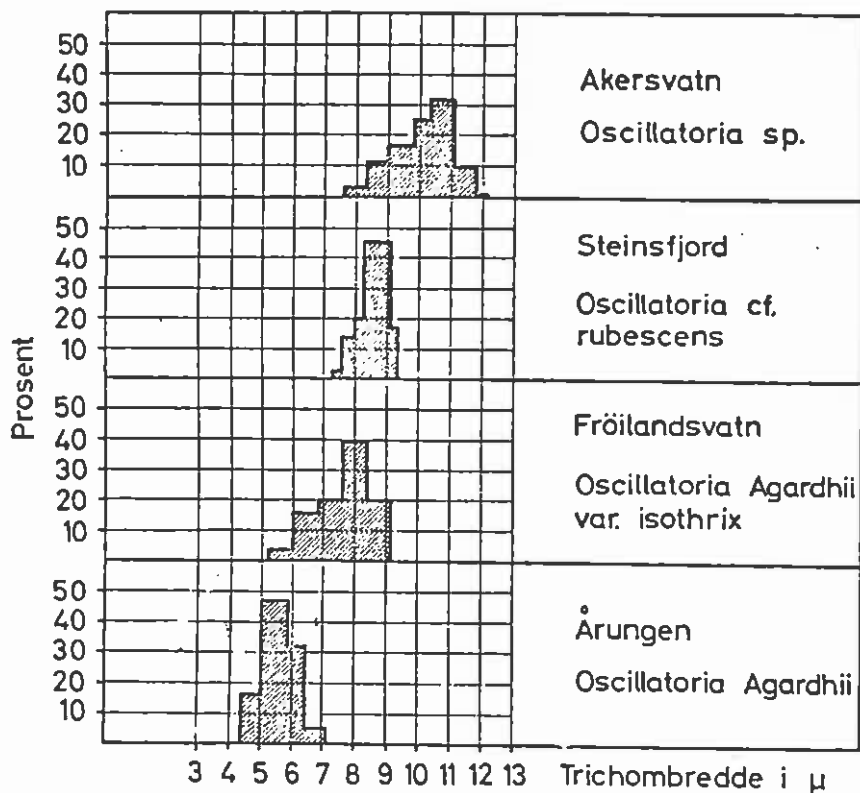


Fig. 1. Bredden av *Oscillatoria*-trichomer. Materiale fra innsjøene Akersvatn, Steinsfjord, Frøilandsvatn og Årungen. Oljeimmersionsobjektiv Wild Fluotar H1 100 1,30. Levende

5.

3. Eksempler på vannblomst.

Det er gjerne på ettersommeren og høsten de store oppblomstringer av blågrønnalger kulminerer. Som et karakteristisk eksempel kan forholdene i den eutrofe innsjø Årungen behandles nærmere.

I slutten av juni eller begynnelsen av juli viser *Oscillatoria Agardhii* seg regelmessig hvert år i planktonet. Til å begynne med er det bare å finne spredte trichomer mellom grønnalger, diatoméer og flagellater. Gjennom juli måned tiltar populasjonen av *Oscillatoria Agardhii* i betydelig grad og preger planktonsamfunnet i hele epilimnion. Sprangsjiktet befinner seg gjern i ca. 6 m dyp. Meget store forekomster av algen utvikler seg samtidig med den høstlige partialsirkulasjon. I slutten av august er det vanlig at innsjøen overflatelag ned til ca. 10 m dyp er farget av algen. Høstfullsirkulasjonen gjør hele innsjøens vannmasser tilgjengelige for *Oscillatoria Agardhii*, og Årungen kan karakteriseres som en massekultur av algen. Vannet som renner ut a innsjøen er av utseende som blågrønn maling. Ved munningsområdet av elve i Oslofjorden er fjordvannet lokalt tydelig preget av påvirkningen fra alger massene som transporteres med elvevannet.

Det kan neppe være tvil om at det er den betydelige gjødsling med plant næringsstoffer fra husholdningskloakk og avrenningsvann fra intensivt drevt jordbruksområder som er årsaken til vannblomstfenomenet i Årungen.

Noen observasjoner fra planktonundersøkelser i seks innsjøer i Østfo kan illustrere hvor vanskelig det er å sette forekomst av vannblomst i s årsaksmessige sammenheng med vannmassenes kulturpåvirkning.

I september har det i fire suksessive år vært gjort observasjoner av hydr kjemiske forhold og fytoplanktonutvikling i disse innsjøene. Observasjonene representerer tiden for høstoppblomstringen av fytoplanktonet. I tabell 2 resultater fra bearbeidingen av håvtrekkmateriale innsamlet med fytoplanktonet håv utstyrt med møllesilke no. 25 gjengitt. Artene som dominerte algesamfunnene er nevnt opp i rekkefølge etter sin mengdemessige forekomst. I hydrokjemiske data for vannprøver innsamlet i overflaten av innsjøene så tidlig med den biologiske prøvetaking er stilt sammen i tabell 3.

Noen detaljerte kommentarer til tabellene vil ikke bli gitt her, men skal bare kort pekes på enkelte forhold som de viser. I hovedtrekkene faller innsjøene i to grupper. Den ene gruppen (Øyeren og Øgderen) representerer vannmasser hvor diatoméer eller flagellater er dominerende organismer i plantep planktonet, den andre gruppen er innsjøer med hovedsakelig blågrønnalger i dominans. Videre gjelder det stort sett at de samme planktonsamfunnene kommer til utvikling i innsjøene i de suksessive år. Typiske oppblomstringer av blågrønnalger gjør seg regelmessig gjeldende i Rønessjøen og Øymarksjøen hver høst. Det er henholdsvis *Aphanizomenon*

NB

Tabell 2. Innsjøer i Østfold. Arter av planteplankton med stor forekomst.

Dato	1. september 1961	15. september 1962	19. september 1963	29. september 1964
Lokalitet				
Øyeren	<i>Asterionella formosa</i> <i>Tabellaria fenestrata</i> <i>Fragilaria crotonensis</i> <i>Rhizosolenia longiseta</i>	<i>Fragilaria crotonensis</i> <i>Tabellaria fenestrata</i> <i>Asterionella formosa</i> <i>Rhizosolenia longiseta</i>	<i>Tabellaria fenestrata</i> <i>Asterionella formosa</i> <i>Fragilaria crotonensis</i> <i>Rhizosolenia longiseta</i>	<i>Fragilaria crotonensis</i> <i>Diatoma elongatum</i> <i>Tabellaria fenestrata</i> <i>Asterionella formosa</i>
Øderen	<i>Dinobryon divergens</i> <i>Dinobryon sociale</i> <i>Anabaena</i> sp. <i>Coelosphaerium Naegelianum</i>	<i>Synura uvella</i> <i>Asterionella formosa</i> <i>Tabellaria fenestrata</i> <i>Ceratium hirundinella</i>	<i>Tabellaria fenestrata</i> <i>Asterionella formosa</i> <i>Dinobryon divergens</i> <i>Coelosphaerium Naegelianum</i>	<i>Coelosphaerium Naegelianum</i> <i>Tabellaria fenestrata</i> <i>Dinobryon divergens</i> <i>Dinobryon barvaricum</i>
Rodnessjøen	<i>Coelosphaerium Naegelianum</i> <i>Anabaena</i> cf. <i>spiroides</i> <i>Asterionella formosa</i> <i>Tabellaria fenestrata</i>	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> <i>Coelosphaerium Naegelianum</i> <i>Anabaena</i> cf. <i>spiroides</i> <i>Tabellaria fenestrata</i>	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> <i>Coelosphaerium Naegelianum</i> <i>Tabellaria fenestrata</i> <i>Anabaena</i> spp.	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> <i>Coelosphaerium Naegelianum</i> <i>Rhizosolenia longiseta</i> <i>Dinobryon divergens</i>
Gymarksjøen	<i>Coelosphaerium Naegelianum</i> <i>Anabaena</i> cf. <i>spiroides</i> <i>Tabellaria fenestrata</i> <i>Asterionella formosa</i>	<i>Coelosphaerium Naegelianum</i> <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> <i>Tabellaria fenestrata</i> <i>Attheya Zachariasi</i>	<i>Coelosphaerium Naegelianum</i> <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> <i>Tabellaria fenestrata</i> <i>Anabaena</i> sp.	<i>Coelosphaerium Naegelianum</i> <i>Tabellaria fenestrata</i> <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> <i>Attheya Zachariasi</i>
Aremarksjøen	<i>Coelosphaerium Naegelianum</i> <i>Tabellaria fenestrata</i> <i>Dinobryon divergens</i> <i>Asterionella formosa</i>	<i>Tabellaria fenestrata</i> <i>Coelosphaerium Naegelianum</i> <i>Mallomonas</i> cf. <i>caudata</i> <i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	<i>Coelosphaerium Naegelianum</i> <i>Tabellaria fenestrata</i> <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> <i>Anabaena</i> spp.	<i>Coelosphaerium Naegelianum</i> <i>Tabellaria fenestrata</i> <i>Attheya Zachariasi</i> <i>Anabaena</i> spp.
Femsjøen	<i>Coelosphaerium Naegelianum</i> <i>Tabellaria fenestrata</i> <i>Asterionella formosa</i> <i>Synura uvella</i>	<i>Tabellaria fenestrata</i> <i>Coelosphaerium Naegelianum</i> <i>Mallomonas</i> cf. <i>caudata</i> <i>Dinobryon divergens</i>	<i>Tabellaria fenestrata</i> <i>Coelosphaerium Naegelianum</i> <i>Anabaena</i> spp. <i>Asterionella formosa</i>	<i>Coelosphaerium Naegelianum</i> <i>Tabellaria fenestrata</i> <i>Asterionella formosa</i> <i>Anabaena</i> sp.

Tabell 3. Innsjøer i Østfold. Hydrokjemiske data.

Lokalitet	Komponent	1. september 1961	15. september 1962	19. september 1963	29. september 1964
øren	pH	7,1	7,0	7,0	7,1
	El.ledn.evne, $\kappa_{20} = n \cdot 10^{-6}$	35,2	38,2	33,5	36,9
	Farge, mg Pt/l	28,8	68,8	69,2	54,0
	Turbiditet, mg SiO ₂ /l	0,7	3,7	8,1	5,8
	Hårdhet, mg CaO/l	8,6	5,6	8,5	8,0
jderen	pH	7,3	7,1	7,1	7,0
	El.ledn.evne, $\kappa_{20} = n \cdot 10^{-6}$	54,0	51,1	48,3	49,2
	Farge, mg Pt/l	28,8	47,0	44,9	35,5
	Turbiditet, mg SiO ₂ /l	3,0	2,7	6,3	3,5
	Hårdhet, mg CaO/l	10,3	5,2	8,5	7,5
adnessjøen	pH	7,2	6,7	6,9	6,9
	El.ledn.evne, $\kappa_{20} = n \cdot 10^{-6}$	46,0	42,8	40,7	44,0
	Farge, mg Pt/l	45,7	87,6	78,6	66,6
	Turbiditet, mg SiO ₂ /l	1,3	4,0	8,0	4,9
	Hårdhet, mg CaO/l	8,3	4,7	7,9	7,1
ymarksjøen	pH	7,1	6,7	6,9	8,0
	El.ledn.evne, $\kappa_{20} = n \cdot 10^{-6}$	46,0	45,2	40,9	61,0
	Farge, mg Pt/l	43,5	75,8	66,4	55,2
	Turbiditet, mg SiO ₂ /l	1,0	2,8	7,6	1,9
	Hårdhet, mg CaO/l	8,4	3,8	7,9	17,1
remarksjøen	pH	7,0	7,0	6,9	6,9
	El.ledn.evne, $\kappa_{20} = n \cdot 10^{-6}$	47,5	34,5	41,2	43,2
	Farge, mg Pt/l	43,5	65,3	46,8	46,8
	Turbiditet, mg SiO ₂ /l	0,9	2,3	4,4	2,1
	Hårdhet, mg CaO/l	8,7	3,8	7,6	6,9
nH		6,9	7,0	6,8	6,7

3
5 -

flos-aquae og *Coelospharium Naegelianum* som danner store bestander i kvantitativ sammenheng.

De kjemiske data som foreligger fra innsjøene gjør det ikke mulig å forstå hvorfor disse innsjøene er så forskjellige med hensyn til biologiske forhold. Det er heller ikke mulig å skjønne årsaken til at vannblomstfenomenet gjør seg gjeldende i de to nevnte lokalitetene. Selv om vi kunne fylle ut analyse-skjemact videre med en rekke verdier for kjemisk^e og fysiske størrelser, ville det knapt være mulig å interpretere hva forholdene medfører for den kvalitative og kvantitative utvikling av planktonbestandene.

Den naturhistoriske bakgrunn for disse fenomenene er meget komplisert. Det er en rekke faktorer av fysisk, kjemisk og biologisk natur som setter seg sammen i et innviklet mønster. Men oppgaven å utrede disse forhold vil utgjøre en sentral del av studiet av eutrofieringsfenomenene.

4. Innsjøutvikling og planktoninvasjoner.

Undersøkelser av eutrofieringsfenomenet i England (Pearsall 1921; Pennington 1943), Tyskland (Ohle 1953) og Schweiz (Nipkow 1920, Züllig 1956) har vist at det i innsjøenes utvikling fra oligotrofi til eutrofi er mulig å påvise faser. Det har ikke vært en langsom og jevn utvikling fra næringsfattige til næringsrike innsjøtyper, men perioder med raske forandringer har vekslet med perioder av stabilitet. Denne trinnvise utvikling er kanskje best demonstrert ved de tilsvarende forandringer som har funnet sted i algesamfunnenes sammensetning i de undersøkte innsjøene, og denne historie ligger dokumentert i bunnens sedimenter. For enkelte innsjøer i Europa går imidlertid også direkte undersøkelser av planktonsamfunnene og hydrografiske forhold så langt tilbake i tid at det er mulig å rekonstruere forholdsvis detaljert utviklingen som har foregått siden århundreskiftet. Beskrivelsene av Zürichsee og Plöner See er kanskje de mest kjente. Nettopp studiet av vannblomstfenomenet har vært en vesentlig forutsetning for fremføringen av de undersøkelsene som har gitt den kunnskap som nå er skaffet tilveie om eutrofieringen av disse innsjøene.

De enkelte faser i utviklingen av innsjøene fra oligotrof til eutrof type er karakterisert av planktoninvasjoner i vannmassene. Med dette uttrykk forstås en plutselig opptreden av en planktonorganisme i stor forekomst i en innsjø hvor denne organismen enten ikke har vært funnet eller bare har vært sparsk påvist. For å kunne avgjøre om en slik planktoninvasjon har funnet sted forutsetter det at innsjøene gjennom lengre tid har vært grundig undersøkt.

Et eksempel på en slik plutselig opptreden av en blågrønnalge i masseforekomst er i Norge kjent fra Steinsfjorden på Ringerike. Algen som kom til utvikling var *Oscillatoria cf. rubescens*. Fra Europa er denne algen kjent for

9.

oppblomstringer som nøye har fulgt de endringer av hydrografiske forhold s eutrofiering har medført. (Staub 1961, p. 84). Vinteren 1961 ble vannsene under isen på Steinsfjorden farget svakt rødlig av *Oscillatoria rubescens*. Oppblomstringen av algen vakte betydelig oppmerksomhet bl den lokale befolkning ved innsjøen. Steinsfjorden har vært forholdsvis gr dig undersøkt i limnologisk sammenheng siden den første detaljerte bes velse ble utarbeidet (Strøm 1932). Det er grunn til å regne med at en oppblomstring av en blågrønnalge ikke tidligere har funnet sted i denne i sjøen.

Siden 1961 har *Oscillatoria cf. rubescens* hver vinter kommet til utvik under isen. Den har et maksimum i tallmessig forekomst i løpet av et vinteren, og opptrer sammen med små populasjoner av *Asterionella form* og *Melosira cf. ambigua*. I sommerhalvåret er algen bare tilstede i de vannmasser med spredte trichomer i planktonet.

Fenomenet med vannblomst har ikke gjort seg gjeldende i Steinsfjor siden vinteren 1961. Den tallmessige forekomst av trichomer har gjenn gående vært liten i senere observasjoner. I figur 2 er det gjengitt en kara ristisk situasjon i Steinsfjorden den 5. mars 1964. Fordelingen av *Oscillat cf. rubescens* mot dypet er tegnet inn sammen med variasjoner i hydrograf forhold.

Problemet om denne oppblomstringen av *Oscillatoria cf. rubescens* i Ste fjorden er en indikasjon på at innsjøen befinner seg i en periode med : utvikling mot eutrofe forhold er ikke avklart.

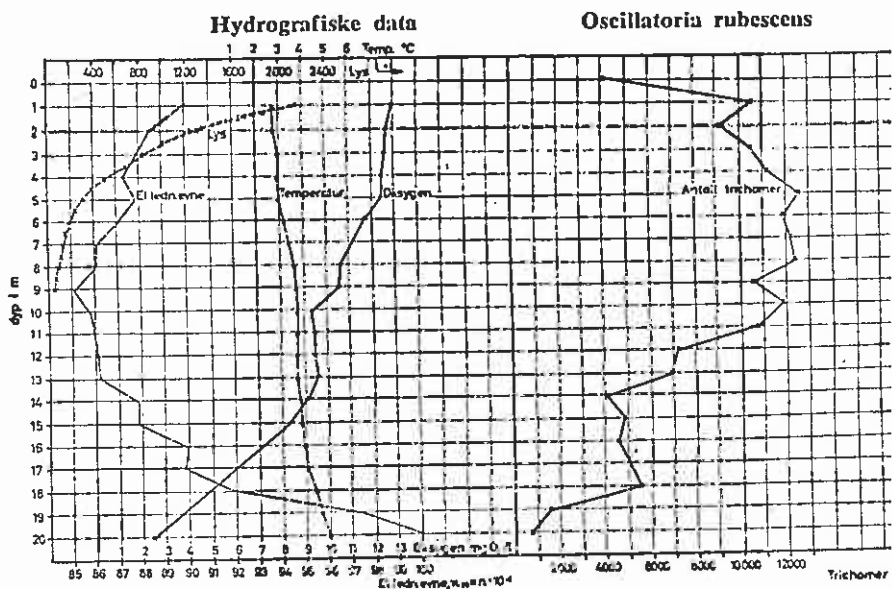


Fig. 2. Steinsfjord. Observasjoner på dypeste stasjon 5. mars 1964.

5. Perspektiv.

Om blågrønnalgene og deres forekomst i norske innsjøer skriver Huitfeldt-Kaas (1906, p. 79): «Hvor fattige disse norske vande er på planktonformer af denne algegruppe, viser den omstændighed, at jeg i de 55 undersøgte vande kun fandt 6 arter, hvøraf igjen blot 2, *Anabæna flos aquæ* og *Coelosphaerium Kützingerianum*, optraadte hyppig i større mengde, et talende vidnesbyrd om. Som «vandblomster» i den forstand, at de gav vandet en særøgen farve, har jeg aldrig seet de blaagrønne alger optræde i vore vande, omend *Anabæna flos aquæ* hyppig sees i betydelig mængde drive i overfladen». Der er skjedd en markert kulturpåvirkning av norske innsjøer siden dette ble skrevet.

Inngående undersøkelser av algevegetasjonen vil kunne gi et viktig bidrag til forståelsen av eutrofieringsprosessen og den utvikling norske innsjøer gjennomløper. Det blir nødvendig å utnytte i så stor utstrekning som mulig de opplysningene som er tilgjengelige i beskrivelsene av vegetasjonsforhold fra tidligere undersøkelser. Lokaliteter som har vært mer inngående undersøkt ved århundreskiftet og senere bør bli gjenstand for nye undersøkelser med det som målsetning å prøve og påvise eventuelle forandringer i eutrof retning. Det ligger store og interessante oppgaver og venter på bearbeidelse, og en begynnelse er gjort.

6. Summary.

Blue-green algae causing «water blooms» in Norwegian inland waters are discussed. Some common species, and examples of typical localities for their occurrence, are listed in table 1.

In only a few cases have species of *Oscillatoria* previously been reported as the cause of algal blooms in lakes in Norway. Plankton investigations during recent years have shown that *Oscillatoria Agardhii* var. *isothrix* Skuja, *Oscillatoria Agardhii* Gom. and *Oscillatoria* cf. *rubescens* DC. bring about algal blooms in lakes receiving nutrients in excess of the natural supply.

Some examples of algal blooms by blue-green algae in Norwegian lakes are briefly described.

Eutrofication and lake succession are discussed. There is no slow and steady development from oligotrophic to eutrophic conditions, instead periods of rapid change alternate with rather long periods of stability. The steplike evolution of lakes is demonstrated by corresponding changes in the communities of algae. The sudden occurrence of *Oscillatoria* cf. *rubescens* DC. in Lake Steinsfjord calls forth the question as to whether this is evidence of the increasing eutrophy of the lake.

It is suggested that the investigation of blue-green algae in Norwegian inland waters may result in important knowledge for the understanding of the process of eutrophication.

Litteratur.

- BRAARUD, T., FØYN, B. und GRAN, H. H.: Biologische Untersuchungen in einigen des östlichen Norwegens August-September 1927. Avhandlingar utgitt av Det Videnskaps-Akademi i Oslo I. Matem.-Naturvid. Klasse. 1928. No. 2 pp Oslo 1928.
- FØYN, B.: Svartediket. Et vestnorsk oligotroft ferskvann. Fytoplanktonundersøkelser 1942—1943. Universitetet i Bergen. Arbok 1952. Naturvitenskapelig rekke, Bergen 1952.
- GEITLER, L.: *Cyanophyceae*. Dr. L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von 1 land, Österreich und der Schweiz — Vierzehnter Band. Die Algen. Leipzig
- HAUGE, H. V.: Small lakes in Aust-Agder. Skrifter utgitt av Det Norske Videnskaps-Akademi i Oslo I. Mat.-Naturv. Klasse 1942. No. 8. pp. 1—60, Oslo 1943.
- HOBBS, A. T.: Manual of British water supply practice. Cambridge 1954.
- HUBER-PESTALOZZI, G.: Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Die Binnengewässer, 1. Teil, Stuttgart 1938.
- HUITFELDT-KAAS, H.: Planktonundersøkelser i Norske Vande. Christiania 190
- MACKENTHUN, K. M. and INGRAM, W. M.: Limnological aspects of recreation U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Washington 1964.
- NIFKOW, F.: Vorläufige Mitteilungen über Untersuchungen des Schlammabbaus in der Zürichersee. Zeitschrift für Hydrologie, 1, 1920.
- Norsk institutt for vannforskning: En undersøkelse av Maridalsvannet som vannkilde, 1959—60. Blindern 1961.
- ODUM, E. P.: Fundamentals of ecology. Philadelphia 1957.
- OHLE, W.: Der Vorgang rasanter Seenalterung in Holstein. Die Naturwissenschaften, Jahrgang 40, Heft 5, 153—162. 1953.
- PENNINGTON, W.: Lake sediments: the bottom deposits of the north basin of the Lake of Geneva, with special reference to the diatom succession. New Phytologist, 1911
- PEARSALL, W. H.: The development of vegetation in the English lakes, considered in relation to the general evolution of glacial lakes and rock basins. Proceedings of the Royal Society. London 1921.
- SKULBERG, O. M.: Algal problems related to the eutrophication of European waters. Algae and Man, pp. 262—299, New York 1964.
- STAUB, R.: Ernährungsphysiologisch-ökologische Untersuchungen an der planktonischen Blaualge *Oscillatoria rubescens* DC. Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie, XXIII, Fasc. 1. pp. 82—198, 1961.
- STROM, K. M.: The phytoplankton of some Norwegian lakes. Videnskaps-Akademiens Skrifter. I. Mat.-Naturv. Klasse. 1921, No. 4. pp. 1—51, Kristiania 1921.
- Plankton from Finnmark lakes. Tromsø Museums Arshefter 49 (1926), pp. 1—23, Tromsø 1927.
- Tyrifjord. A limnological study. Skrifter utgitt av Det Norske Videnskaps-Akademi i Oslo. I. Mat.-Naturv. Klasse 1932. No. 3, pp. 1—57, Oslo 1932.
- ZÜLLIG, H.: Sedimente als Ausdruck des Zustandes eines Gewässers. Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie, Vol. 18, Fasc. 1, 487—530, 1956.