

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

## Hovedkontor

Postadresse:  
Postboks 333  
0314 Oslo 3  
Brekkeveien 19  
Telefon (02)23 52 80

## Sørlandsavdelingen

Postadresse:  
Grooseveien 36  
4890 Grimstad  
Telefon (041)43 033

## Østlandsavdelingen

Postadresse:  
Rute 866, 2312 Ottestad  
Postgiro: 4 07 73 68  
Telefon (065)76 752

Rapportnummer:  
0-8000203

Undernummer:  
IV

Løpenummer:  
1658

Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel:

VANNKVALITETSPÅVIRKNING AV MJØSA-GLÅMA - SYSTEMET  
MED LUKT- OG SMAKSSTOFFER **1983**  
(Overvåkingsrapport 159/84)

Dato:  
10. november 1983

Prosjektnummer:  
0-8000203

Forfatter (e):

Olav Skulberg  
Lasse Berglind  
Gösta Kjellberg  
Randi Skulberg

Faggruppe:  
HYDROBIOLOGI

Geografisk område:  
Hedemark

Antall sider (inkl. bilag):  
17

Oppdragsgiver:

Statens forurensningstilsyn (SFT)

Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):

Ekstrakt:

Drikkevannsforsyningene som bruker Mjøsa-Glåma - systemet som råvannskilde kan ha problemer med blågrønnalger som medfører sjenerende lukt- og smakspåvirkning av vannet. I 1983 ble forekomst av OSCILLATORIA og stoffskifteproduktene geosmin og metylisoborneol undersøkt. Det ble påvist geosminproduserende stammer av OSCILLATORIA i plankton og benthos, men konsentrasjonene av lukt- og smaksstoffer holdt seg hovedsakelig under den kritiske grense i vannmassene i Mjøsa-Glåma.

4 emneord, norske: Statlig program

1. Blågrønnalger
2. Oscillatoria
3. Geosmin
4. Metylisoborneol

Overvåkingsrapport 159/84  
Mjøsa-Glåma 1983

4 emneord, engelske:

1. Blue-green algae
2. Oscillatoria
3. Geosmin
4. Methylisoborneol

Prosjektleder:

*Olav Skulberg*

Divisjonssjef:

*Rolf S. Amundsen*

ISBN 82-577-0829-1

For administrasjonen:

*[Signature]*  
*Lars Ovevinn*



# Statlig program for forurensningsovervåking

0-8000203

VANNKVALITETSPAVIRKNING AV MJØSA-GLAMA-  
SYSTEMET MED LUKT- OG SMAKSSTOFFER

Resultater av observasjoner i 1983

Oslo, 10. november 1983

Saksbehandler: Olav Skulberg

For administrasjonen:

J.E. Samdal

Lars N. Overrein



## INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side:
Bakgrunn	3
Problemstilling	3
Metoder og materiale	4
Resultater	5
- Utvikling av planteplankton	5
- Begroingsamfunn	7
- OSCILLATORIA	8
- Kjemiske forhold	9
Diskusjon	14
Konklusjon	16
Henvisninger	17

"Ingen ting er konstant her i verden -  
etter fjære kommer alltid flo, og hver  
skapning som blir født bærer i seg  
spiren til egen forandring."

OVID ("Metamorfoser")

## BAKGRUNN

I april 1983 (Skulberg 1983a) gjorde NIVA en henvendelse til SFT om behovet for å følge vannkvalitetspåvirkning av Mjøsa-Glåma - systemet forårsaket av blågrønnalger, spesielt *Oscillatoria bormetii* f. *tenuis*. Et enkelt program ble laget, og i brev fra Statens forurensningstilsyn 27. mai 1983 (SFT 1983) fikk NIVA i oppdrag å klarlegge mulige påvirkninger av vannkvaliteten med lukt- og smaksstoffer dannet av blågrønnalger.

## PROBLEMSTILLING

Episoder med sjenerende vannkvalitetspåvirkning (vond lukt og smak på vannet) har gjentatte ganger forekommet i Mjøsa og i vassdraget ned til Fredrikstad. Drikkevannsforsyningene som bruker vassdragssystemet som råvannskilde har i slike situasjoner til dels vesentlige problemer. Det kan være flere årsaker som betinger denne påvirkning av vannkvaliteten, men det er tydelig at stoffer dannet ved organismeaktivitet (metabolitter) spiller en sentral rolle.

Vannverkene ved Mjøsa-Glåma-systemet har erfart at enkelte år er særlig vanskelige med hensyn til lukt- og smakspåvirkninger av vannet. Dette gjaldt f.eks. 1969, 1970, 1971 og 1975. I 1976 - som var spesielt problematisk - ble det gjort undersøkelser av forholdet. Det ble da påvist (Berglind et al. 1983) at populasjonen av *Oscillatoria bormetii* f. *tenuis* i Mjøsa-Glåma-systemet medførte en alvorlig lukt- og smakspåvirkning av vannet. Forklaringen var at en fysiologisk stamme av *Oscillatoria* med egenskapen å kunne danne geosmin, dominerte blågrønnalgepopulasjonen i det aktuelle tidsrom da problemet gjorde seg gjeldende.

Av en ukjent årsak mistet imidlertid populasjonen av *Oscillatoria* i Mjøsa-Glåma-systemet evnen til geosmindannelse. Tross flere forsøk lyktes det ikke i årene etterpå å isolere og påvise geosmin-dannende stammer av *Oscillatoria* i planktonet.

Høsten 1982 endret imidlertid forholdet seg. Lukt- og smaksproblemer ble rapportert på vassdragsstrekningen. Igjen hadde det utviklet seg stammer av *Oscillatoria* med evne til geosmindannelse. De var til stede i et omfang som tilsa at de også kunne danne en utgangsbestand for blågrønnalgepopulasjonen i planktonet i den etterfølgende vegetasjonsperiode.

Det var av forskningsmessig og praktisk interesse å følge hvordan forløpet i vannkvalitetspåvirkning ble. Teoretisk lå forholdene til rette for nye episoder med lukt- og smakspåvirkning av vannet i Mjøsa-Glåma-systemet. Avhengig av flere faktorer (bl.a. flomforløpet, klimatiske forhold i vegetasjonsperioden osv.) kunne det bli en kombinasjon av omstendigheter som medførte en uheldig virkning på vannkvaliteten.

Ut fra dette resonnement ble observasjonene i 1983 gjennomført. Hensikten var å avklare forutsetninger for at lukt- og smaksproblemer kan gjøre seg gjeldende for vannforsyninger som bruker Mjøsa-Glåma som råvannskilde.

#### METODER OG MATERIALE

Observasjonene i vassdraget og bearbeidingen i laboratoriet ble utført etter de sedvanlige fremgangsmåter som benyttes ved NIVA til formålet. Arbeidet har omfattet:

- prøvetaking
- forbehandling av prøver
- biologiske analyser
- kjemiske analyser
- kulturarbeid og isolering

Det vises til publikasjoner hvor metodene er beskrevet (Skulberg 1978, Berglind et al. 1983). Blågrønnalger som inngikk i undersøkelsen er isolert og inkludert i NIVAs kultursamling av alger (Skulberg 1983b).

Planktonutviklingen ble fulgt med tilnærmet ukentlige observasjoner i vannmassene ved Solbergfoss i perioden mai - oktober. Det ble dessuten gjort spredte observasjoner i Mjøsa, Vormå og Øyeren. Ved utløpet av Mjøsa (Minnesund) og utløpet av Øyeren (Solbergfoss) ble det 6. juni, 5. juli og 5. august gjort en forholdsvis grundig prøvetaking for å karakterisere situasjonen i vassdraget med hensyn til den aktuelle problemstilling. Det ble innsamlet vannprøver og materiale av plankton og begroingsorganismer. Vannprøvene ble transportert i 5 l glassflasker. Planktonprøver (planktonhåv 25  $\mu$ m, volum 100 ml) og begroingsprøver (areal 100 cm<sup>2</sup>) ble innsamlet og tilsatt vann fra lokaliteten til 3 l i glassflasker.

Prøver av plankton og benthos ble først dampdestillert. Destillatene og vannprøvene ble deretter tilsatt indre standard og ekstrahert med diklormetan. Ekstraktene ble redusert i volum og renset på kiselgel med 15 % vann med diklormetan som elueringsmiddel før gasskromatografisk analyse. Metylisoborneol og geosmin ble identifisert ut fra retensjonstid; konsentrasjonene beregnet ut fra indre standard. Geosmin i benthosprøvene ble også identifisert ut fra lukt ved å kjøre prøvene på nytt med detektorflamme slukket. Geosminlukten kunne da tydelig kjennes ved detektorutløpet ved geosminens retensjonstid.

Observasjoner av blågrønnalgeutviklingen i begroingsamfunn ble utført i NIVAs forsøksstasjon på Solbergfoss (Skulberg 1982). Her ble sammenheng mellom *Oscillatoria*-forekomstene i benthos og plankton viet særlig oppmerksomhet.

Det ble holdt kontakt med vannverkene som bruker Mjøsa-Glåma-systemet som råvannskilde. I løpet av undersøkelsesperioden 1983 ble det ikke registrert nevneverdige lukt- og smaksulemper. Vannforsyningen til Hamar var et unntak. Visse problemer ble meldt i slutten av september og første halvdel av oktober.

## RESULTATER

### Utvikling av planteplankton

Viktige arter av planteplanktonet i håvtrekkmaterialet fra Solbergfoss er stilt sammen i tabell 1. De kvantitativt mest fremtredende arter omfattet:

*Asterionella formosa*  
*Fragilaria crotonensis*  
*Gloeococcus schroeteri*  
*Mallomonas elongatum*  
*Melosira islandica* subspes. *helvetica*  
*Oscillatoria bornetii* f. *tenuis*  
*Rhizosolenia longiseta*  
*Synura uvella*  
*Tabellaria fenestrata*

Populasjonene hadde et karakteristisk utviklingsforløp. Det er av betydning å nevne observasjonsdagene da det var størst forekomst av enkelte særlig interessante arter for problemstillingen.

Kiselalger var gjennomgående rikelig til stede i planktonet i hele det aktuelle tidsrom. *Asterionella formosa* hadde stor forekomst i alle prøver, kulminasjonen var 1. september. *Fragilaria crotonensis* økte sin bestand gjennom september, og høyeste populasjonsstørrelse ble observert 16. oktober. Grønnalgene var vanlige i sommersituasjonen. *Dictyosphaerium pulchellum* hadde størst forekomst 19. juni, mens *Gloeococcus schroeteri* tilsvarende 17. juli. Flere arter flagellater var vanlige i Mjøsa-Glåma-planktonet. *Synura uvella* hadde sin største populasjonstetthet 8. juni. *Mallomonas elongatum* var typisk for juli, og kulminerte med sin forekomst 7. august. Blågrønnalger hadde en jevn forekomst gjennom sommeren, og tiltok i mengde i løpet av ettersommeren og høsten. *Oscillatoria bornetii* f. *tenuis* oppnådde sin høyeste populasjonstetthet 16. oktober.

Tabell 1. Viktige arter i håvtrekkmateriale fra Solbergfoss mai - oktober 1983.

Prøver innsamlet med planktonhåv, sildeukåpning 25 µm.

Kvantitetsangivelse: + Til stede           3 Vanlig  
1 Sjelden                               4 Hyppig  
2 Sparsom                               5 Dominant

	3. mai	12. mai	22. mai	5. juni	8. juni	19. juni	3. juli	17. juli	7. aug.	1. sept.	17. sept.	2. okt.	16. okt.	23. okt.
<i>Oscillatoria bornetii</i>								3	3					
<i>O. bornetii</i> f. <i>tenuis</i>	1	2	1	1	1	2	3	3	2	3	3	3	4	3
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>		2	1	1	2	4	3	2	3	3	1	2	1	1
<i>Gloeococcus schroeteri</i>		1				3	3	4	2	2	1	1	1	1
<i>Spondylosium planum</i>								1	1	2	1	+		1
<i>Asterionella formosa</i>	3	3	3	3	3	4	3	3	4	5	4	4	4	3
<i>Ceratonia arcus</i>	1	1	1	3	1	2	1	1					1	
<i>Diatoma vulgare</i>			2	2	2	2	3	2	2	2				
<i>Fragilaria crotonensis</i>		1	2	2	2	3	2	2	3	4	4	4	5	4
<i>Melosira islandica</i> subsp. <i>helvetica</i>	2	3	3	3	3	3	4	2	2	2	2	2	2	2
<i>Melosira italica</i>	2	2	2	2	1	2	2	1	3	3	3	3	3	2
<i>Rhizosolenia eriensis</i>	2	3	2	2	1	1	2	3	1	2	1	1	1	1
<i>R. longiceta</i>	1	1	2	3	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3
<i>Synedra acus</i>	2	2	1	1	2	3	3	2	2	2	2	3	2	2
<i>Tabellaria fenestrata</i>	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	4	4
<i>Chrysomoron ephemerum</i>	2	3	2	2	1	1	1	1						
<i>Dinobryon bavarioum</i>				2	3	2	2	2	2					
<i>D. cylindricum</i>	2	1					2	2	3					
<i>D. divergens</i>				3	3	3	2	2	2	2	1	1	+	1
<i>D. sociale</i>	1	2	2		3	2	3	2	1	1	1	1	1	
<i>Mallomonas elongatum</i>	1	2	2	2	2	3	3	3	4	2	2	2	2	2
<i>M. reginae</i>	1	3	2	3	2	2	3	2	1	1	1	1	1	1
<i>Stelaxomonas dichotoma</i>		3	2	2	1									
<i>Synura uvella</i>	3	3	3	3	4	3	2	2	1					
<i>Rhodomonas lacustris</i>					1	2	3	1	1	1				

## Begroingsamfunn

I undersøkellesperioden varierte begroingsamfunnet mye med hensyn til både artssammensetning og mengde. Grønnalger, kiselalger og gullalger var mest fremtredende ved Minnesund. Ved Solbergfoss var de samme gruppene også typisk representert, men blågrønnalger var her et mer dominerende innslag i lange perioder. Det gjelder spesielt arter av slektene *Phormidium* og *Oscillatoria*. Noen vanlige arter i begroingsamfunnene er stilt sammen i tabell 2.

Tabell 2. Vanlige arter i begroingsamfunn

Symbol: +++ Store bestander  
 ++ Vanlig forekommende  
 + Små bestander

Organisme	Minnesund	Solbergfoss
<i>Leptothrix ochracea</i>	+	++
<i>Sphaerotilus natans</i>		+
<i>Lyngbya</i> spp.	+	+
<i>Oscillatoria bornetii</i>	++	++
<i>Oscillatoria tenuis</i>		++
<i>Oscillatoria</i> spp.	+	++
<i>Phormidium autumnale</i>	+	+++
<i>Phormidium</i> spp.	+	++
<i>Diatoma elongatum</i>	+	++
<i>Cymbella</i> cf. <i>affinis</i>	+	+
<i>Cymbella delicatula</i>	++	+
<i>Fragilaria capucina</i>	+	+++
<i>Gomphonema olivaceum</i>	++	+
<i>Nitzschia palea</i>	+	++
<i>Tabellaria flocculosa</i>	+++	++
<i>Bulbochaete</i> sp.	+	
<i>Chlamydomonas</i> spp.	+	++
<i>Closterium acerosum</i>	+	+
<i>Gymnosyga moniliformis</i>	++	+
<i>Microspora amoene</i>	++	+
<i>Mougeotia</i> sp.	++	+
<i>Oedogonium</i> spp.	+	++
<i>Spirogyra</i> cf. <i>cylindrica</i>	++	++
<i>Stigeoclonium tenue</i>		+
<i>Ulothrix zonata</i>	++	++
<i>Vaucheria</i> cf. <i>walsi</i>		+++
<i>Zygnema</i> spp.	+	
<i>Batrachospermum</i> sp.		+

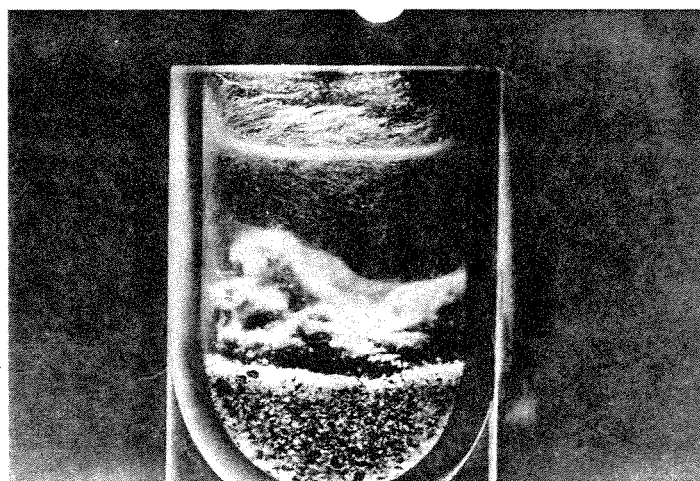


## Oscillatoria

Blågrønnalgenes forekomst i begroingsamfunnene ble detaljert studert i NIVAs forsøksoppstilling ved Solbergfoss (Skulberg 1982). Gjennom hele observasjonsperioden var arter av *Oscillatoria* et betydelig innslag i vegetasjonen (figur 1a).



(a)



(b)

Figur 1. Begroingsamfunn med arter av *Oscillatoria bormetii*-gruppen.  
(a) Fotografert in situ i forsøksoppstilling med Glåma-vann.  
(b) Aktiv frigivelse av hormogonier ut i vannfasen. Trichombredden er omlag 10 mikron.

I kulturforsøk ble *Oscillatoria*-populasjonens evne til geosminproduksjon undersøkt. Fra begroingene i rennene ble 11 kloner isolert og tatt i kultur. De er karakterisert ut fra morfologiske forhold (figur 2 og 3).

Klonene 1, 3 og 9 stammer fra materiale innsamlet 12. april. Disse er svært like, og sammenfallende når det gjelder trichombredde. Ingen utpreget keritomisering ble funnet under de aktuelle dyrkingsbetingelsene, men det var ellers mange likheter med former i *Oscillatoria bornetii*-gruppen. Disse tre klonene har ingen tydelig geosmin-lukt.

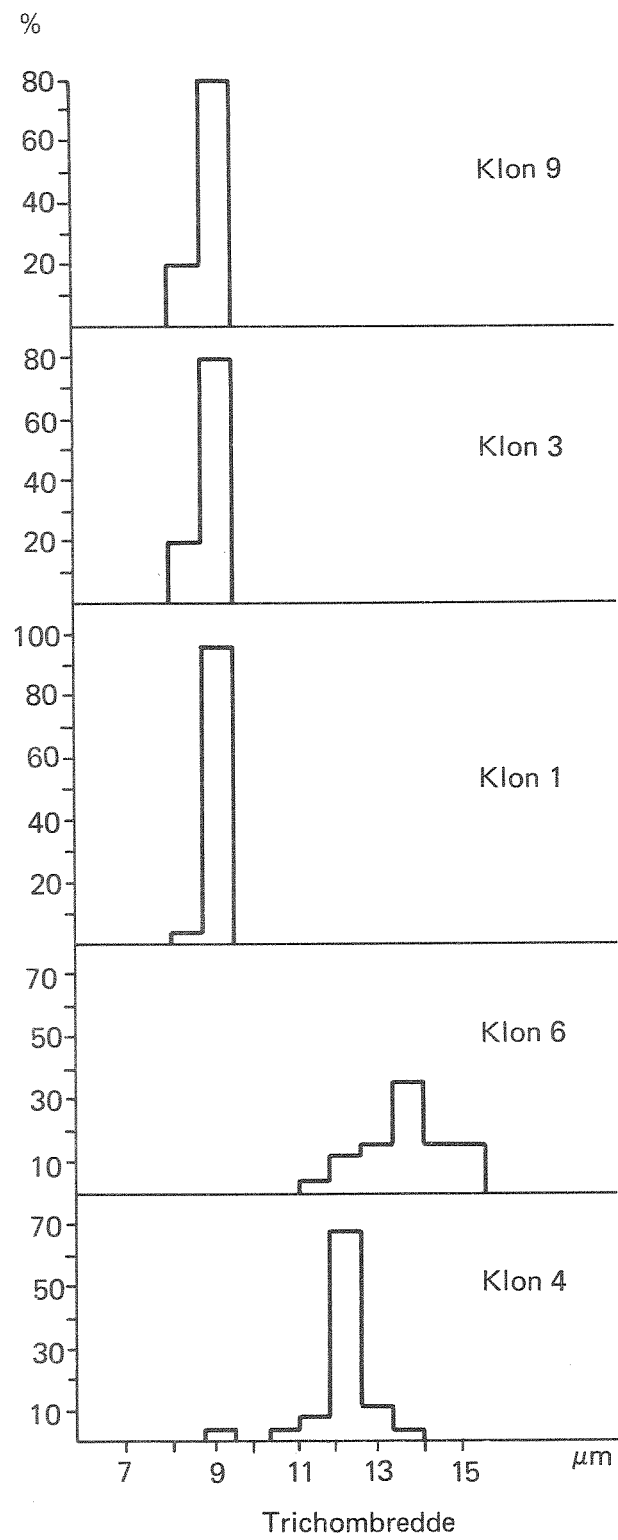
De andre klonene er isolert fra det materiale som ble samlet inn 12. mai. Ut fra trichombredden ser det ut til at de representerer tre ulike "former", men forskjellig grad av keritomisering kan gi utslag i disse målingene. Et annet spørsmål er dessuten hvor stor variasjonsbredde hver "form" eller "varietet" kan ha. Ut fra morfologiske kriterier - mer eller mindre keritomisert - tilhører de *O. bornetii*-gruppen. De bredeste formene (klon 4 og 6) kan føres til *O. bornetii*; de andre til *O. bornetii* var. *intermedia*. Ingen faller helt sammen med den planktoniske *O. bornetii* f. *tenuis*, selv om de smaleste klonene (7/2 og 7/3) nærmer seg m.h.t. trichombredde. Klonene 7/1, 7/2 og 7/3 har tydelig geosminlukt, de andre ikke.

Av de 11 isolerte kloner fra *Oscillatoria*-begroingen ved Solbergfoss var det altså bare 3 som hadde tydelig evne til produksjon av geosmin.

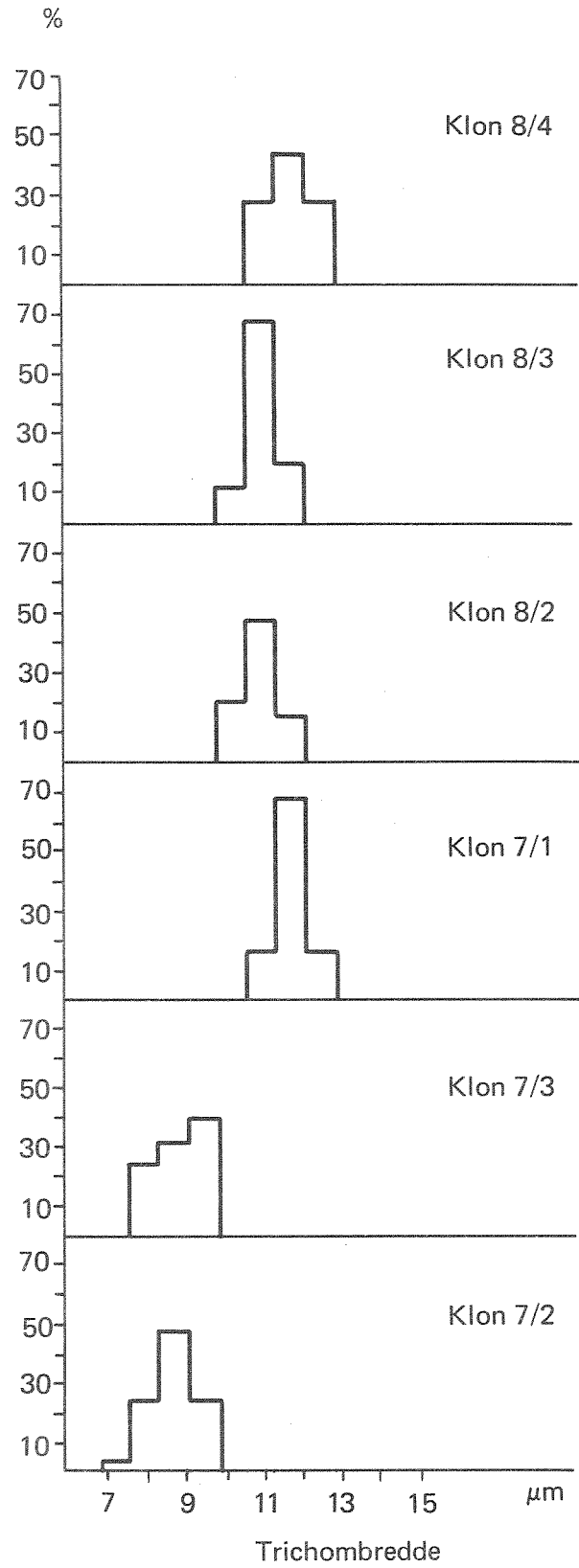
En viktig observasjon ble gjort i det aktuelle begroingssamfunn (figur 1). *Oscillatoria* dannet et rødbrunt farget overtrekk på de fleste overflater i kontakt med Glåma-vannet. Fra det fastsittende algemateriale var det stadig en aktiv frigjøring av hormogonier til vannfasen (figur 1b). Det skjer gjennom denne prosess en tilnærmet kontinuerlig opp-poding av de fri vannmasser med *Oscillatoria*. Under gitte betingelser kan dette gi opphav til en planktonisk bestand av blågrønnalger.

#### Kjemiske forhold

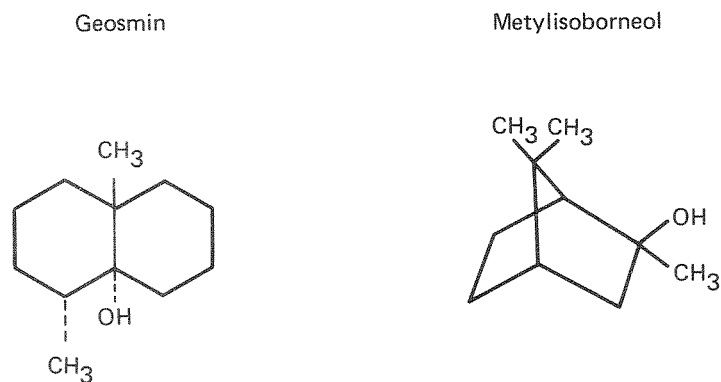
De to lukt- og smaksstoffene geosmin og metylisoborneol dannes som metabolitter av enkelte blågrønnalger og actinomyceter. Molekylstrukturen til disse stoffene er vist i figur 4.



Figur 2. Målinger av trichombredde til fem kloner av *Oscillatoria*.



Figur 3. Målinger av trichombredde til seks kloner av *Oscillatoria*.



Figur 4. Molekylstrukturen til to metabolitter som gir lukt- og smaks-  
påvirkning av vann.

Resultatene av de gasskromatografiske bestemmelsene av geosmin og metylisoborneol (2-MIB) er stilt sammen i tabell 3. Konsentrasjonen av geosmin i vannprøvene var under deteksjonsgrensen, med unntak av observasjonsdagen 5. august. Det kan nevnes at vannprøven for denne dag hadde svak lukt av geosmin. Terskelverdien for å kunne merke slik lukt er 0,05 µg/l med geosmin (threshold odour concentration - TOC). For planktonprøven 6. juni ble det funnet innhold av geosmin. Men det var først og fremst i benthosprøvene at høyt stoffinnhold av geosmin ble påvist. Prøvene fra Solbergfoss lå gjennomgående høyere i konsentrasjon av geosmin sammenliknet med de fra Minnesund.

Når det gjelder metylisoborneol, ble dette stoff ikke påvist i vannprøvene. I en planktonprøve (6. juni) ble stoffet funnet. Tilsvarende ble metylisoborneol funnet i to benthosprøver, begge fra Minnesund.

Tabell 3. Resultater av de gasskromatografiske bestemmelser.

Prøvetaking 1983	Minnesund						Solbergfoss					
	6. juni		5. juli		5. august		6. juni		5. juli		5. august	
Analyse	2-MIB µg/l	Geosmin µg/l	2-MIB µg/l	Geosmin µg/l	2-MIB µg/l	Geosmin µg/l	2-MIB µg/l	Geosmin µg/l	2-MIB µg/l	Geosmin µg/l	2-MIB µg/l	Geosmin µg/l
Vannprøve	i.p.*	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	0,08	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Planktonprøve	0,8	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	0,5	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Benthosprøve	2,6	7,7	4,5	9,2	i.p.	24,1	i.p.	62,0	i.p.	397,0	i.p.	198,4

\* ikke påvist

Vannmassene i Mjøsa-Glåma-systemet under sommermånedene juli og august i 1983 var preget av klart vann og lave stoffkonsentrasjoner. Det var først med nedbørpåvirkningen om ettersommeren at stoffbidrag med avrenningsvann fra nedbørfeltet gjorde seg gjeldende i særlig grad. Noen kjemiske data kan illustrere hvordan vannmassenes stoffinnhold endret seg i takt med innflytelsen fra nedbørfeltet. I tabell 4 er analyseresultatene stilt sammen for vannprøver fra 2. september (før nedbørpåvirkning) og 20. september (etter nedbørpåvirkning). Prøvene ble innsamlet ved Solbergfoss.

Tabell 4. Noen kjemiske data for vannprøver fra Solbergfoss.

Komponenter	2. sept. 1983	20. sept. 1983
Surhetsgrad pH	7,0	6,7
Konduktivitet mS/m, 25°C	4,5	4,6
Farge mg Pt/l	27	93
Turbiditet FTU	0,8	3,7
Totalt tørrstoff mg/l	0,9	4,0
Total gløderest mg/l	<0,5	2,9
Totalfosfor µg P/l	9,0	10,0
Ortofosfat µg P/l	4,5	3,5
Totalnitrogen µg N/l	370	500
Totalt organisk karbon, mg C/l	2,7	4,0
Klorid mg Cl/l	1,5	1,8
Sulfat mg SO <sub>4</sub> /l	5,9	5,8

## DISKUSJON

Selv med den begrensede innsats i undersøkelsen av fenomenet lukt- og smaks-  
påvirkning av vannmassene i Mjøsa-Glåma-systemet i 1983, ble vesentlige er-  
faringer innvunnet.

Den geosmin-produserende stamme av *Oscillatoria* har utgjort den dominerende  
andel av blågrønnalgepopulasjonen i vannmassene i hele observasjonsperioden.  
Til tross for en gjennomgripende flomutskiftning av vannmassene (maksimal  
vannføring ved Solbergfoss  $2600 \text{ m}^3 \cdot \text{sek.}^{-1}$  - 24. mai 1983) var det stadig  
en lett påviselig bestand i vannet av *Oscillatoria* på hele vassdragsstrek-  
ningen Mjøsa - Fredrikstad.

Det var en tydelig suksesjon av arter i 1983 som fulgte det karakteristiske  
mønster for Mjøsa-Glåma-systemet (Lindstrøm et al. 1973). *Asterionella*  
*formosa*, *Rhizosolenia eriensis* og *Melosira* cf. *islandica* subsp. *helvetica*  
hadde stor forekomst i månedsskiftet juni - juli. Gjennom august - med  
største forekomst i begynnelsen av september - var *Asterionella formosa*  
fremtredende i planktonet. *Fragilaria crotonensis* økte gradvis i mengde  
gjennom ettersommeren, og nådde stor populasjonstetthet i oktober. I okt-  
ober fikk også - forskjøvet i tid noe etter *Fragilaria crotonensis* - *Oscil-  
latoria bormetii* f. *tenuis* sin kulminasjon. Da var *Tabellaria fenestrata*  
samtidig i utvikling mot stor populasjon. Hovedsakelig var suksesjonen  
av viktige arter i planktonet gjennom observasjonsperioden:

ASTERIONELLA → FRAGILARIA → OSCILLATORIA → TABELLARIA

Sommeren 1983 var på mange måter gunstig for algeutvikling. Hvorfor uteble  
likevel de store oppblomstringene? Hvorfor ble det ikke et "geosmin-år"?  
i Mjøsa-Glåma? Noen vurderinger kan bli gitt. Flere forutsetninger var  
til stede for å gi utslag i store algemengder. Gode lysforhold gjorde seg  
gjeldende (sol og relativt klart vann), det var gunstige temperaturforhold.  
Utgangsbstanden for opp-poding av vannmassene var til stede (bl.a. geosmin-  
produserende stammer av *Oscillatoria*). Men tilførsler av næringsstoffer  
sviktet. Dette hang bl.a. sammen med nedbørsituasjonen. Juli og august var ut-  
preget tørre måneder. Bidraget fra nedbørfeltet med plantenæringsstoffer  
ble hemmet. Med andre ord, landbruksforurensningene nådde ikke Mjøsa-Glåma  
i det rette øyeblikk til å gi algeoppblomstringen det nødvendig nærings-

grunnlaget. Det ble ikke noen situasjon med lukt- og smaksproblemer, men det var - teoretisk vurdert - like i emning til å realiseres.

Det har i tidligere undersøkelser vært påvist at benthiske arter av *Oscillatoria* kan danne geosmin (Berglind et al. 1983). Det var derfor av interesse å analysere forholdet i begroingssamfunn i Mjøsa-Glåma-systemet. Av de 11 isolerte kloner fra Solbergfoss var 3 kloner karakterisert av betydelig geosmin-produksjon. Blågrønnalgene i gruppen rundt *Oscillatoria bormetii* opptrer altså med fysiologiske stammer som kan ha, eller mangler, evne til geosmin-dannelse.

Ut fra observasjonene i begroingssamfunnene i Solbergfoss er det grunn til å anta at det er en nær sammenheng (opp-podingsmekanismer) mellom *Oscillatoria* i benthos og plankton. Avhengig av om det er en geosmin-dannende stamme fra begroingssamfunnet som gir opphav til planktonpopulasjonen, vil det kunne bli forutsetninger for en lukt- og smakspåvirkning av vannmassene. Men det er behov for å avklare også hvordan begroingssamfunnene direkte gir en slik innflytelse på vannet.

Spesielt i vassdragets nedre løp (Akershus - Østfold) er det utstrakte bunn-områder med frodig forekomst av de aktuelle geosminproduserende blågrønnalger og actinomyceter. Det er betydningsfullt å bli kjent med disse forhold, og forstå hvordan forurensningspåvirkning av vassdraget gjennom de biologiske prosesser kan lage uheldig påvirkning av vannkvalitet i vassdraget.



## KONKLUSJON

- Den geosminproduserende stamme av *Oscillatoria bormetii* f. *tenuis* som ble påvist i 1982 har opprettholdt sin bestand i Mjøsa-Glåma - systemet i observasjonsperioden.
- I 1983 ble det ikke rapportert problematisk lukt- og smakspåvirkning av drikkevann ved de aktuelle vannverk. Et unntak dannet vannforsyningen til Hamar, hvor det var visse problemer på ettersommeren/høsten.
- De benthiske blågrønnalgesamfunn i Mjøsa-Glåma-systemet hadde gjennom hele perioden et høyt innhold av geosminproduserende stammer. Det er gode holdepunkter for at påvirkningen av de frie vannmasser med lukt- og smaksstoffer har sin opprinnelse - direkte og indirekte - i dette forhold. Flere prosesser synes å være involvert:
  - \* Blågrønnalgene i de benthiske samfunn kan skille ut de stoffene det gjelder.
  - \* Populasjonen av den geosminproduserende stamme av *Oscillatoria* i de frie vannmasser (plankton) rekrutteres sannsynligvis i stor utstrekning fra de benthiske samfunn.
  - \* Samspill mellom aktinomyceter og blågrønnalger i benthiske samfunn har mulig betydning for lukt- og smakspåvirkning av vannmassene i Mjøsa-Glåma-systemet.
- Ved utgangen av oktober 1983 var det en forholdsvis betydelig andel av geosminproduserende *Oscillatoria* til stede i planktonet i Mjøse-Glåma-systemet.
- Resultatene som ble oppnådd gjør det av stor interesse å fortsette observasjonene. Det blir særlig viktig å undersøke årsakssammenheng mellom organismeforekomst i benthiske samfunn og populasjonene i planktonet som gir lukt- og smakspåvirkning. Det er behov for fortsatt avklaring av forutsetningene (fysiske, kjemiske og biologiske) som kan gi kritisk påvirkning av vannmassene, dvs. medfører praktiske problemer. I denne sammenheng står organismetyper, geosmindannelse og konsentrasjonsforhold.

HENVISNINGER

- Berglind, L., Holtan, H. and Skulberg, O.M. (1983):  
Case studies on off-flavours in some Norwegian lakes.  
Water Science and Technology, Vol. 15 Nos. 6-7, pp. 199-209.
- Berglind, L., Johnsen, I.J., Ormerod, K. and Skulberg, O.M.  
(1983): *Oscillatoria brevis* (Kütz.) Gom. and some other  
especially odouriferous benthic cyanophytes in Norwegian  
inland waters. Water Science and Technology, Vol. 15,  
Nos. 6-7, pp. 241-246.
- Lindstrøm, E.-A., Skulberg, R. and Skulberg, O.M. (1973):  
Observations on Planktonic Diatoms in the Lake-River  
System Lake Mjøsa - Lake Øyeren - River Glåma, Norway.  
Norw. J. Bot., Vol. 20, Nos. 2-3, pp. 183-195.
- Skulberg, O. (1978):  
Sestonobservasjoner ved vassdragsundersøkelser.  
Fauna, Vol. 31, pp. 48-54.
- Skulberg, O. (1982):  
Hydrofenologiske observasjonsstasjoner.  
NIVA, 0-79054, 10. november 1982.
- Skulberg, O. (1983a):  
OSCILLATORIA - behov for å følge forløp i vannkvalitets-  
påvirkning av Mjøsa-Glåma-systemet.  
Notat, NIVA 8.4.1983.
- Skulberg, O. (1983b):  
Culture collection of algae at Norwegian Institute for  
Water Research.  
NIVA, Q-602, April 1983.
- Statens forurensningstilsyn (1983):  
Statlig program for forurensningsovervåking. Overvåking  
av Mjøsa 1983-bevilgning. SFT, 27. mai 1983.



## Statlig program for forurensningsovervåking

Det statlige programmet omfatter overvåking av forurensningsforholdene i

**luft og nedbør  
grunnvann  
vassdrag og fjorder  
havområder**

Overvåkingen består i langsiktige undersøkelser av de fysiske, kjemiske og biologiske forhold.

Hovedmålsettingen med overvåkingsprogrammet er å dekke myndighetenes behov for informasjon om forurensningsforholdene med sikte på best mulig forvaltning av naturressursene.

Hovedmålet spenner over en rekke delmål der overvåkingen bl.a. skal:

**gi informasjon om tilstand og utvikling av forurensningssituasjonen på kort og lang sikt.**

**registrere virkningen av iverksatte tiltak og danne grunnlag for vurdering av nye forurensningsbegrensende tiltak.**

**påvise eventuell uheldig utvikling i resipienten på et tidlig tidspunkt.**

**over tid gi bedre kunnskaper om de enkelte vannforekomsters naturlige forhold.**

Sammen med overvåkingen vil det føres kontroll med forurensende utslipp og andre aktiviteter.

For å sikre den praktiske koordineringen av overvåkingen av luft, nedbør, grunnvann, vassdrag, fjorder og havområder og for å få en helhetlig tolkning av måleresultatene er det opprettet et arbeidsutvalg.

Følgende institusjoner deltar i arbeidsutvalget:

**Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk (DVF)  
Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt (FHI)  
Norges Geologiske Undersøkelser (NGU)  
Norsk institutt for luftforskning (NILU)  
Norsk institutt for vannforskning (NIVA)  
Statens forurensningstilsyn (SFT)**

Overvåkingsprogrammet finansieres i hovedsak over statsbudsjettet. Statens forurensningstilsyn er ansvarlig for gjennomføring av programmet.

Resultater fra de enkelte overvåkingsprosjekter blir publisert i årlige rapporter.

Henvendelser vedrørende programmet kan i tillegg til de aktuelle institutter rettes til Statens forurensningstilsyn, Postboks 8100, Dep. Oslo 1, tlf. 02 - 22 98 10.