



O-800203

Badevannskvaliteten i
Botsenden med henblikk
på algeforekomst

NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Hovedkontor
Postboks 33, Blindern
0313 Oslo 3
Telefon (02) 23 52 80
Telefax (02) 39 41 29

Sørlandsavdelingen
Grooseveien 36
4890 Grimstad
Telefon (041) 43 033
Telefax (041) 42 709

Østlandsavdelingen
Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (065) 78 752

Vestlandsavdelingen
Breiviken 5
5035 Bergen - Sandviken
Telefon (05) 95 17 00
Telefax (05) 25 78 90

Prosjektnr.: 0-800203
Undernummer:
Løpenummer: 2568
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Badevannskvaliteten i Botsenden med henblikk på algeforekomst.	Dato: mai 1991
	Rapportnr. 0-800203
Forfatter (e): Gøsta Kjellberg	Faggruppe: Vassdrag
	Geografisk område: Hedmark
	Antall sider (inkl. bilag): 12

Oppdragsgiver: Ringsaker Kommune	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
-------------------------------------	----------------------------------

Ekstrakt:
I 1990 ble det samlet inn algeprøver i Botsenden i perioden juni-oktober. Målsettingen med undersøkelsen var å vurdere algeforekomstens betydning for badevannskvaliteten. I juli var det en markert oppblomstring av blågrønnalgen Anabaena flos-aquae i Botsenden og Mjøsa. Den var i perioder til sjenanse for de badende fordi den ble ansamlet i store mengder langs enkelte strandområder. Forøvrig skapte mengden og artssammensetningen av alger ikke problemer for badeinteressen. Forutsatt at næringssalttilførselen til området ikke øker vil algeforekomsten i Botsenden ikke utgjøre noe større problem for badevannskvaliteten. Overløp fra kloakkledningen fra Rudshøgda vil raskt gjøre Botsenden uegna som badelokalitet.

4 emneord, norske:
1 Mjøsa
2 Botsenden
3 Alger
4 Badevannskvalitet

4 emneord, engelske:
1 Mjøsa
2 Botsenden
3 Algae
4 Bathing

Prosjektleder:

For administrasjonen:

ISBN 82-577-1890-0

O-800203

MJØSA

Badevannskvaliteten i Botsenden
med henblikk på algeforekomst

Saksbehandler: Gøsta Kjellberg
Medarbeidere: Pål Brettum
Jarl Eivind Løvik
Sigurd Rognerud

FORORD

Rapporten presenterer resultatet fra en undersøkelse som hadde som formål å vurdere badevannskvaliteten i Botsenden ut fra algeforekomsten. I forbindelse med OL-94 er det tenkt å plassere en større campingplass i området. Undersøkelsen er utført etter oppdrag fra Ringsaker kommune. Kontaktperson for kommunen har vært næringssjef Thor Thorstad. Det ble tatt prøver av algemengde og algesammensetting i perioden juni - oktober 1990. Gøsta Kjellberg ved NIVA's Østlandsavdeling har vært ansvarlig for prosjektet. Pål Brettum ved NIVA's hovedkontor i Oslo har bearbeidet algeprøvene. Vurdering av innsamlet materiale og utarbeidelse av rapport er utført ved NIVA's Østlandsavdeling.

INNHALDSFORTEGNELSE

1. KONKLUDERENDE SAMMENDRAG	1
2. INNLEDNING	2
3. PRØVETAKINGSPROGRAM	4
4. RESULTATER OG DISKUSJON	4
LITTERATUR - REFERANSER	9
VEDLEGG	10

1. KONKLUDERENDE SAMMENDRAG

Formål

Undersøkelsen hadde som formål å vurdere badevannskvaliteten i Botsenden med henblikk på algeforekomsten.

Konklusjoner

- Temperaturen i Botsenden er gunstig for badeaktiviteter fordi vannet i sommerperioden er varmere enn i resten av Mjøsa. Økt temperatur gir også raskere algevekst og mulighet for uønsket algeoppblomstring. Høg vanntemperatur i kombinasjon med begrenset vannvolum gjør at Botsenden er ømfintlig overfor næringssaltbelastning.
- Algemengden i de fri vannmasser i sommerperioden 1990 var i sommerperioden 1991 akseptabel og vannet var klart uten noen generende vegetasjonsfarge. Siktedypet var ikke ved noen av prøvetakingstidspunktene mindre enn 4 meter.
- De artene av blågrønnalger og kiselalger som forekom i Botsenden er potensielle hudirritatorer, som også kan skape lukt- og smaksproblemer. Dette skjer når de forekommer i stort antall. Sommeren 1990 var det ikke noen masseoppblomstring av disse algene og de skapte derfor ikke problemer for badeaktiviteten. Blågrønnalgen Anabaena flos-aquae utgjorde likevel et unntak. Ved enkelte tilfeller i juli drev den mot land og ble ansamlet i store mengder på enkelte strandpartier langs Mjøsa. Dette var generende for de badende. I Botsenden var det i første rekke de nordlige strandområder som var berørt av Anabaena-ansamlinger.
- Fastsittende alger s.k. begroing eller "grønske" på strandsteinene kan også være til sjenanse for de badende. I 1990 var det forekomst av kiselalger og trådformige grønnalger tilhørende slektene Ulothrix og Spirogyra langs strendene i Botsenden. De forekom imidlertid i små mengder og var neppe til noen direkte sjenanse for de badende.
- Økt næringssalttilførsel til Botsenden eller nærliggende områder i Furnesfjorden vil raskt kunne gi store algemengder både i de fri vannmasser og langs strendene. Dette vil i vesentlig grad forringe badevannskvaliteten ved at en får dårlig sikt, grumsete vann, tilgrisede og sleipe strender samt risiko for hudirritasjon, vond lukt og smak på vannet. Dersom dagens badevannskvalitet skal opprettholdes må derfor nærings-

salttilførselen ikke økes.

I denne sammenheng vil uhell/overløp/lekkasjer knyttet til kloakkledningen fra Rudshøgda raskt kunne gjøre Botsenden uegna som badelokalitet.

- Dersom næringsalttilførselen ikke øker vil neppe algemengden eller algesammensetting medføre direkte problemer for badevannskvaliteten i Botsenden som for tiden må betegnes som akseptabel.

2. INNLEDNING

Botsenden utgjøres av den del av Furnesfjorden som ligger nord for Framnesbrua (fig.1). Botsenden, som har et areal på 1,1 km² og et nedbørfelt på ca. 27 km², er grunn med et største dyp ved normal vannstand på ca 11-12 meter. I tillegg er Botsenden relativt godt vindbeskyttet gjør at vanntemperaturen som regel er høyere enn i selve Mjøsa i badesesongen. Området er derfor et populært badested, særlig Strandbakkstranda.

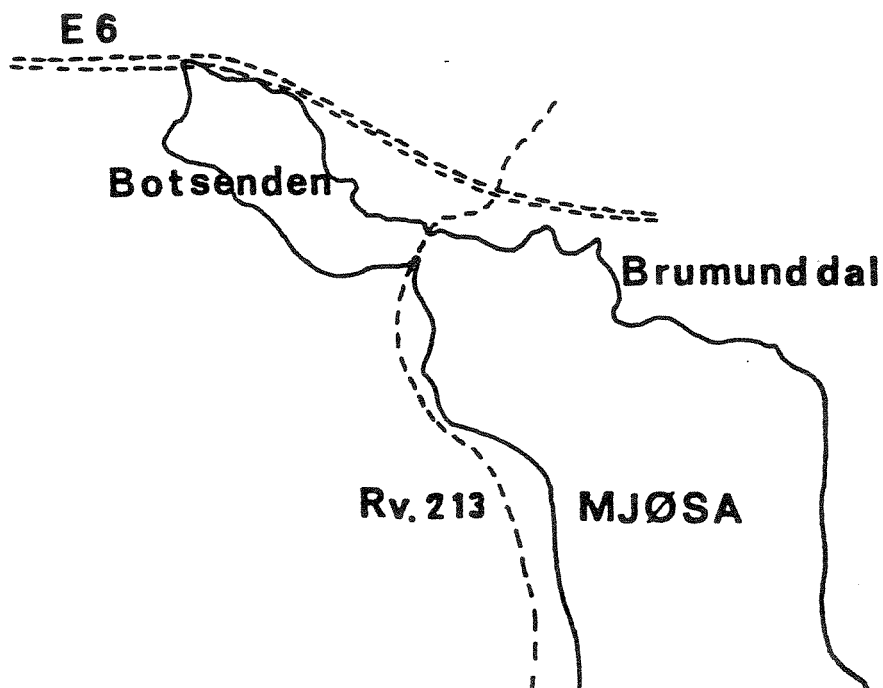


Fig. 1. Botsenden innerst i Furnesfjorden

Det foreligger for tiden planer å etablere en større campingplass i tilknytning til ovennevnte badeplass og videre med tanke på innkvarteringsmuligheter i forbindelse med OL-94. I denne forbindelse ønsket Ringsaker kommune en vurdering av badevannskvaliteten i Botsenden. NIVA ble derfor bedt av kommunen om å vurdere badevannskvaliteten med henblikk på algeforekomsten, mens Ringsaker Helseråd skulle vurdere de helsemessige aspekter. NIVA's programutkast for algeundersøkelsen (datert 1.6.1990) ble kontraktfestet i brev fra Ringsaker kommune av den 28.6.1990, og hadde som hovedmål ved hjelp av planteplanktonprøver å vurdere aspekter som risiko for oppblomstring av alger som kan medføre sjenense for de badende (hudirritasjoner, lukt- og smaksproblemer m.m.). Forholdene i Botsenden i sommerperioden 1990 ble jevnført med forholdene ved NIVA's faste overvåkningsstasjon i Furnesfjorden.

Da Botsenden har et relativt lite vannvolum er den følsom for forurensningstilførsler. Dagens situasjon viser da også at den er blandt de mest forurensningspåvirkede lokaliteter i Mjøsa. To bekker som avvanner områder med spredt boligbygging og jordbruksarealer (ca 40% av nedbørfeltet er dyrket mark) munner ut i den nordre del av Botsenden. Samlet avløp fra aktiviteten på Rudshøgda føres til HIAS-reanseanlegg gjennom en kloakkledning som går som sjøledning langs bunnen i Botsenden. Like nord for Botsenden i tilknytning til en av bekkene ligger en pumpestasjon med muligheter for overløp. Ved normal drift går det ikke noe avløpsvann fra pumpestasjonen. Snøsmelting og større nedbørsperioder skaper heller ikke noe problem da kapasiteten på ledningen er stor. Teknisk svikt i pumpestasjonen kan likevel føre til at betydelige avløpsmengder kan tilføres Botsenden. I innkjøringsperioden i 1989 oppsto problemer som førte til at Botsenden ble tilført store mengder avløpsvann. Resultatet var en dramatisk reduksjon i vannkvaliteten. I ettertid er det etablert et "gjennomløpsystem" i pumpestasjonen som gjør at kloakken går gjennom sjøledningen selv om pumpene står. Dette har økt sikkerheten vesentlig.

I Mjøsa inklusive Botsenden forekommer blågrønnalger og kiselalger som kan skape problemer for de badende da de i visse tilfeller kan produsere organiske forbindelser (bl.a. geosmin og 2-metyl-isoborneol) som medfører hudirritasjon, slimbelegg og vond lukt. Videre gir de vannet dårlig lukt og smak. Fastsittende alger s.k. begroing eller "grønnske" langs strendene kan også forringe badevannskvaliteten da strandsteinene blir sleipe og illeluktende. Store algemengder i vannet gir videre dårlig sikt og grumsete vegetasjonsfarget vann som estetisk er lite tiltalende som badevann.

3. PRØVETAKINGSPROGRAM

I tidsperioden juni-oktober 1990 ble det samlet inn prøver hver måned dvs. i alt ved fem tidspunkter fra en lokalitet i Botsendens sentrale parti. Prøvetakingen ble samkjørt med NIVA's faste overvåkningsprogram i Furnesfjorden. Ved hvert prøvetakingstilfelle ble det tatt prøver for analyse av algemengde og algesammensetting, siktedyp, samt vanntemperatur i en vertikalsekvens.

4. RESULTATER OG DISKUSJON

Primærdata for Botsenden er sammenstilt i tabellene 1-3 i vedlegg bak i rapporten og resultatene er vist i figurene 1-3 i teksten. Forholdene i Furnesfjorden er også vist i figurene.

Fysiske forhold

Temperatur

En varm og solrik forsommer i 1990 førte til at Mjøsa ble tidlig termisk lagdelt og allerede i midten av juni hadde overflatevannet i Mjøsas sentrale partier inklusive Furnesfjorden temperaturer over 14°C. I Botsenden var det "badetemperatur" med vanntemperaturer over 16°C. Fra og med juli var det mye vindaktivitet på Mjøsa som varte ut over høsten. Dette begrenset temperaturutviklingen i løpet av ettersommeren og bidro til at vannmassene raskt ble avkjølt utover høsten. I Furnesfjorden og Botsenden holdt derimot "badetemperaturen" seg til ut i begynnelsen av september.

Botsenden hadde sommeren 1990 vanntemperaturer over 16°C i 14 uker og godt badevann (>18°C) var det i ca 6 uker. Resultatene fra sommeren 1990 bekrefter at Botsenden temperaturmessig er mer gunstig som badevann, sett i forhold til Mjøsa forøvrig.

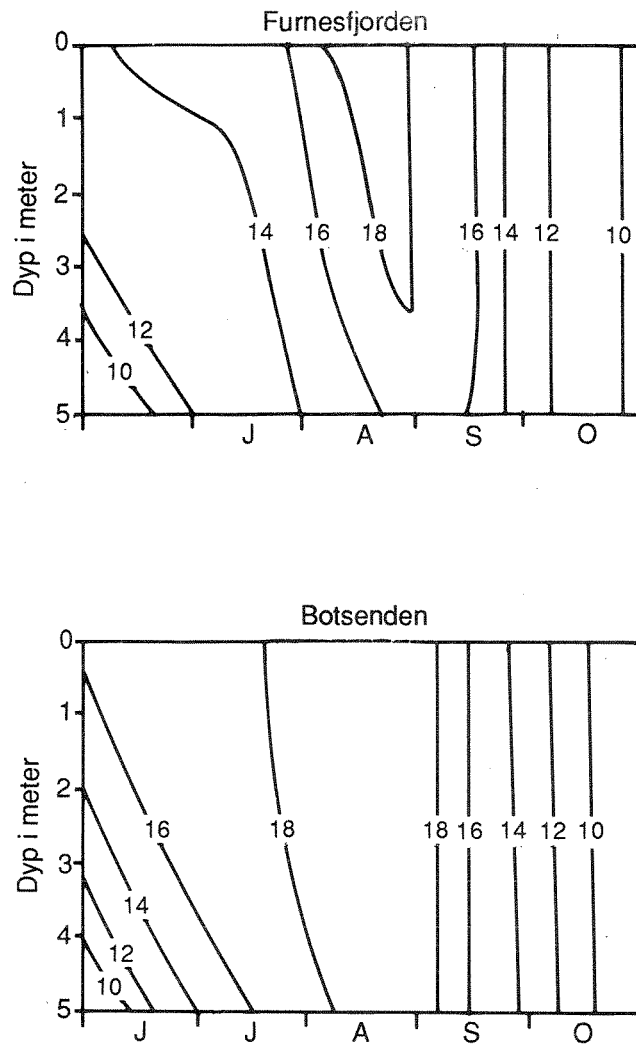


Fig.2

Isotermdiagram for Furnesfjorden og Botsenden sommeren 1990.

Siktedyp

Bruken av vann til rekreasjon setter bestemte kvalitetskrav. Et egnet vann til offentlige badeformål skal ifølge SIFF (1987) bl.a. være klart. Et godt badevann skal derfor helst ha et siktedyp ≥ 4 meter. Med siktedyp menes det dypet der en nedsenket hvit skive (secchiskive) ikke lengre er synlig fra overflaten. Det er hovedsakelig partikkelinnholdet og vannfargen som er avgjørende for siktedypet i en innsjø.

I Botsenden og i Mjøsa er det hovedsaklig algemengden som utover sommeren bestemmer siktedypet. Siktbarheten og siktedypet avtar derfor i perioder med stor algeforekomst. I sommerperioden 1990 var det akseptabel sikt i Botsenden med et siktedyp i området 4,5 til 6 meter. Som sammenligning kan nevnes at Furnesfjorden hadde et siktedyp i området 7-9 meter i den samme tidsperioden. Større algemengder i Botsenden jevnført med Furnesfjorden og Mjøsa forøvrig var årsaken til at siktedypet her var lavere.

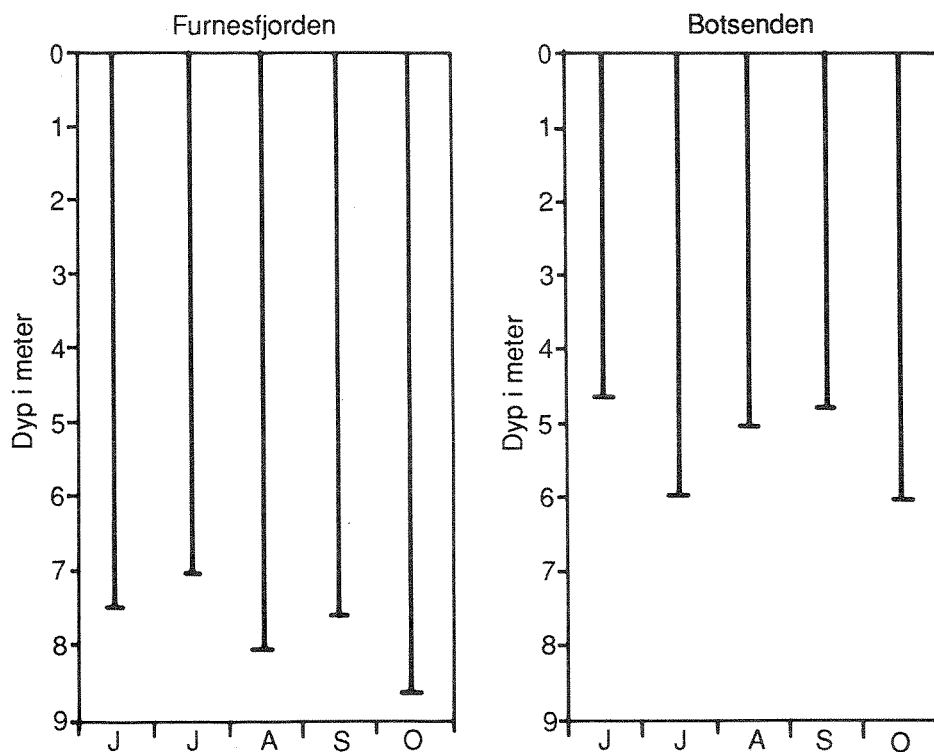


Fig.3 Siktedyp i Furnesfjorden og Botsenden sommeren 1990.

Biologiske forhold

Algemengde og algesammensetting.

Foruten at et godt badevann skal være klart skal det også være uten fremtredende lukt, smak eller farge (SIFF, 1987). Videre skal det ikke medføre problemer knyttet til hudkontakt (hud- og øyeirritasjoner). Det er ikke nok at vann kan brukes, eller være ufarlig. Det skal være rent, virke tiltalende og stimulere til kontakt.

Et flertall av de alger som forekommer i Mjøsa produserer lukt- og smaksstoffer. Videre kan enkelte blågrønnalger produsere toksiner og stoffer som gir hud- og øyeirritasjon. Stor algeforekomst fører også til grumsete og vegetasjonsfarget vann med lavt siktedyp. Det er først ved større algeforekomster av blågrønnalger og kiselalger ($> 5000 \text{ mm}^3 \text{ pr m}^3$) en får lukt- og smaksproblemer av betydning. Vannet får da en jordaktig eller muggen lukt og smak. Store mengder kiselalger bidrar også til at de badende kjenner seg slimete på kroppen fordi kiselalgen skiller ut slim. Stor forekomst av blågrønnalger kan gi hudutslett samt hud- og øyeirritasjon.

Påvekstalger s.k. "grønske" langs strendene kan også være til sjenanse for de badende da de gjør strandsteinene sleipe og glatte. Påvekstalger kan også bidra til å gi vannet dårlig lukt og smak når de forekommer i større mengder. Her kan nevnes flertallet kiselalger og den trådformige grønnalgen Spirogyra som er vanlig i Mjøsa.

I sommerperioden 1990 var algemengden i Botsenden og Furnesfjorden lav og skapte ikke problemer for badevannskvaliteten. Her må vi likevel peke på at blågrønnalgen Anabaena flos-aquae ved enkelte tilfeller lokalt var ansamlet i store mengder langs strendene. Dette er et årlig fenomen i store deler av Mjøsa i perioden juli-august, som er til en viss sjenanse for badelivet. For Botsenden var det i 1990 særlig nordre del som var påvirket i denne forbindelse. Slike ansamlinger av Anabaena som har flytt opp, kan være giftige og man bør ikke drikke vann som har slik "algesuppe".

Begroingen langs strendene i Botsenden var i 1990 til tider påtagelig, men ikke i det omfang som skapte nevneverdige problemer for badeinteressen. Størst forekomst av begroingsalger var det under høsten etter selve badesesongen.

Tilstanden i Mjøsa må fortsatt karakteriseres som betenkelig da innsjøen for tiden er inne i en labil tilstand der relativt små belastningsforandringer av næringssalter kan føre til uønskede algeoppblomstringer av kisel- og blågrønnalger i de fri vannmasser og begroing

langs strendene. Under forutsetning av at næringssaltbelastningen til Mjøsa og særlig Botsenden ikke øker, vil ikke algemengde og algesammensetting skape noe større problem for badevannskvaliteten. Innsatsen for å redusere utslipp i de to bekker som renner til Botsenden samt utslipp av kommunalt avløpsvann til Furnesfjorden bør derfor prioriteres. Større overløp fra overføringsledningen fra Rudshøgda vil medføre betydelige skadeeffekter i Botsenden og gjøre området uegnet som badeplass. Man må også være på vakt ovenfor lekkasjer i sjøledningen.

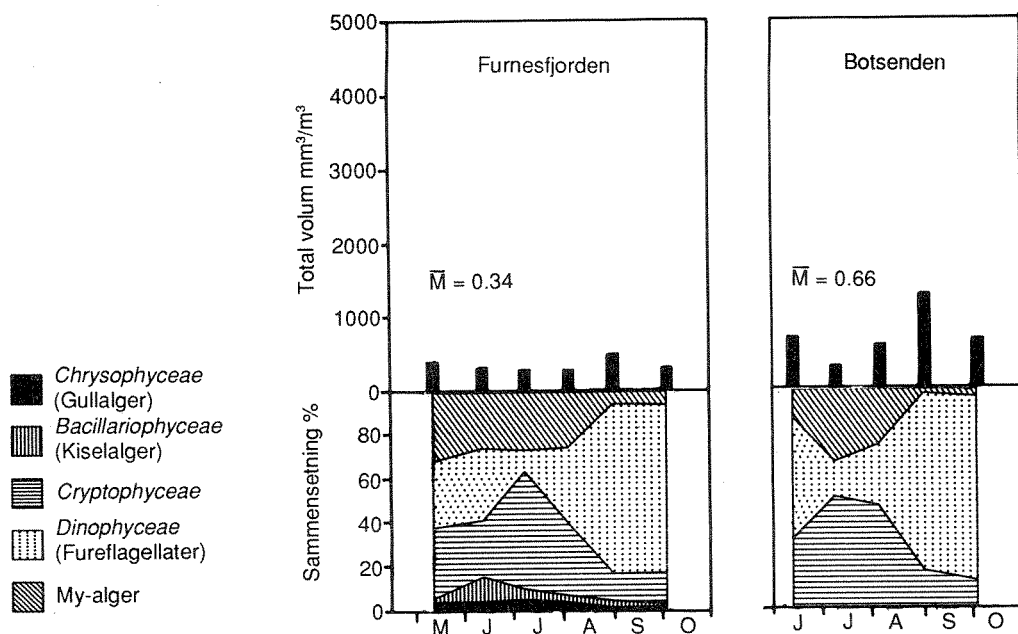


Fig.4 Algemengde og algesammensetting fra 0-10m dyp i Furnesfjorden og Botsenden sommeren 1990.

LITTERATUR - REFERANSER

Kjellberg,G. 1990. Tiltaksorientert overvåkning i 1989 av Mjøsa. Statlig program for forurensningsovervåkning (SFT). Rapp.nr. 407/90. NIVA 0-800203

Kjellberg,G. 1991. Tiltaksorientert overvåkning i 1990 av Mjøsa. Statlig program for forurensningsovervåkning (SFT). i trykken

Skullberg,O. 1988. Blågrønnalger - Vannkvalitet. Toksiner. Lukt- og smaksstoffer. Nitrogenbinding. Statlig program for forurensningsovervåkning (SFT). Rapp.nr. 2116. NIVA 0-87006

Statens Institutt for Folkehelse (1987): G2 Kvalitetsnormer for drikkevann. Oslo 72 pp.

VEDLEGG

Tabell 1 Temperaturobservasjoner i Botsenden 1990.

Dato	14.6	10.7	6.8	3.9	6.10
Dyp					
0,5m	16,3	14,8*	19,6	15,7	10,3
2m	16,3	14,5	19,6	15,7	10,3
5m	10,0	12,1	19,0	15,7	10,3
8m	7,7	9,6	16,0	15,7	10,3
12m	7,0	8,3	10,2	14,0	10,3

* Nordlig vind nedsatte temperaturen den 10.7 da overflatevannet førtes ut i Furnesfjorden

Tabell 2. Siktedypsmålinger i Botsenden 1990.

Dato	14.6	10.7	6.8	3.9	6.10
Siktedyp i m	4,6	5,9	5,0	4,8	6,0

Tabell 3. Kvantitative planteplanktonprøver fra: Mjøsa (st. Botsenden, bl. pr. 0-10 m dyp)
Volum mm³/m³

GRUPPER/ARTER	Dato=>	900614	900710	900806	900903	901006
Cyanophyceae (Blågrønnalger)						
Anabaena flos-aquae	-	5.7	-	-	-	-
Oscillatoria agardhii	-	-	-	-	-	6.3
Sum	-	5.7	-	-	-	6.3
Chlorophyceae (Grønnalger)						
Ankyra lanceolata	-	3.0	3.3	.5	.2	-
Botryococcus braunii	-	-	.6	-	-	-
Dictyosphaerium pulchellum v. minutum	-	-	.7	-	-	-
Elakatothrix gelatinosa (genevensis)	-	-	.3	.4	-	-
Eudorina elegans	-	-	-	-	-	.6
Gyrodinium cordiformis	1.3	-	-	-	-	-
Koliella sp.	.3	.3	.2	-	-	-
Lagerheimia genevensis	-	.2	-	-	-	-
Oocystis submarina v. variabilis	-	.4	-	-	-	-
Paulschulzia pseudovolvox	1.1	.8	3.2	1.0	-	-
Sphaerocystis Schroeteri	-	1.6	-	.6	-	-
Staurastrum lunatum	-	-	2.0	-	-	-
Tetraedron minus v. tetralobulatum	-	.3	-	-	-	-
Sum	2.7	6.6	10.3	2.4	.8	-
Chrysophyceae (Gullalger)						
Chroaulina sp.	2.4	2.7	1.3	.4	-	-
Chroaulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)	.3	-	-	.3	-	-
Chrysochroaulina parva	4.2	3.3	7.2	3.3	-	-
Chrysoococcus minutus	-	-	-	.2	-	-
Craspedomonas	5.2	.3	9.9	-	.2	-
Dinobryon divergens	-	4.2	31.8	-	-	-
Dinobryon sociale	.4	-	-	-	-	-
Løse celler Dinobryon spp.	.4	-	-	-	-	-
Mallomonas akrokonos (v.parvula)	-	4.0	6.1	2.2	11.9	-
Mallomonas cf. crassisquama	-	-	4.2	-	-	-
Mallomonas reginae	-	-	-	-	.6	-
Mallomonas spp.	5.3	-	27.0	2.3	-	-
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	10.4	9.2	3.9	3.0	3.1	-
Phaeaster aphanaster	-	-	.3	-	-	-
Pseudokephyrion entzii	.1	-	-	-	-	-
Sua chrysoomonas (<7)	25.5	17.6	7.2	12.1	4.1	-
Spiniferomonas sp.	-	.5	-	-	-	-
Store chrysoomonas (>7)	24.1	3.4	15.5	6.0	4.3	-
Synura sp. (l=9-11, b=8-9)	.8	-	-	-	-	-
Ubest.chrysophyceae	-	-	-	-	.3	-
Uroglena americana	-	29.9	14.0	-	-	-
Sum	79.1	75.2	128.5	29.8	24.5	-
Bacillariophyceae (Kiselalger)						
Asterionella formosa	272.6	11.1	32.1	46.6	199.7	-
Cyclotella cf. gloeocata	.6	-	-	-	-	-
Cyclotella coata	-	-	-	8.5	1.0	-
Cyclotella sp. (d=8-12, b=5-7)	-	-	1.1	1.1	-	-
Fragilaria crotonensis	2.0	-	.5	135.0	96.0	-
Melosira distans v. alpigena	1.5	.9	3.4	1.4	.5	-
Melosira italica v. tenuissima	.8	-	.6	.5	.5	-
Rhizosolenia eriensis	1.2	-	.4	32.6	-	-
Rhizosolenia longiseta	2.4	.8	.8	.8	-	-
Synedra sp. (l=30-40)	-	3.9	-	-	-	-
Synedra sp. (l=60-90)	8.7	.7	-	-	-	-
Tabellaria fenestrata	44.5	18.2	99.4	730.9	200.3	-
Sum	334.4	35.5	138.2	957.3	498.0	-
Cryptophyceae						
Cryptomonas erosa	6.4	-	-	50.9	-	-
Cryptomonas erosa v. reflexa (Cr.refl.?)	33.4	-	47.7	74.3	5.0	-
Cryptomonas narssonii	11.9	6.9	18.6	14.3	4.0	-
Cryptomonas sp. (l=20-22)	22.3	6.4	-	-	19.1	-
Cryptomonas spp. (l=24-28)	50.4	16.8	63.6	15.9	28.4	-
Katablepharis ovalis	17.6	6.2	8.1	1.7	-	-
Rhodomonas lacustris (v.nannoplantica)	49.0	71.2	36.7	31.0	16.3	-
Rhodomonas lens	1.9	-	1.1	-	-	-
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	-	-	8.0	60.4	15.9	1.7
Sum	192.8	115.4	236.2	204.0	74.5	-
Dinophyceae (Fureflagellater)						
Ceratium hirundinella	-	-	-	12.0	-	-
Gymnodinium cf. lacustre	1.9	-	-	-	-	-
Gymnodinium cf. uberrimum	-	-	-	4.8	-	-
Gymnodinium helveticum f. achroum	13.2	2.2	-	-	2.2	-
Gymnodinium sp. (l=15-16)	.5	-	-	-	-	-
Peridinium inconspicuum	1.2	-	-	-	-	-
Peridinium palustre	-	-	-	8.0	-	-
Peridinium willei	9.0	-	-	-	-	-
Sum	25.7	2.2	-	24.8	2.2	-
My-slger						
Sum	-	14.3	14.0	12.4	15.4	12.9
Total						
		849.0	254.6	525.6	1233.7	619.2

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69, 0808 Oslo

ISBN 82-577-1890-0