

O-85125

Sjusjøen i Hedmark

En undersøkelse
av vannkvaliteten

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) 76 752

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

Prosjektnr.:

0-85125

Undernummer:

Løpenummer:

2512

Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Sjusjøen i Hedmark En undersøkelse av vannkvaliteten	Dato: des. 1990
	Rapportnr. 0-85125
Forfatter (e): Sigurd Rognerud Gøsta Kjellberg Pål Brettum	Faggruppe: limnologi
	Geografisk område: Hedmark
	Antall sider (inkl. bilag):

Oppdragsgiver: Fylkesmannens miljøvernnavdeling i Hedmark	Oppdragsg. ref. (evt. NTFN-nr.):
---	---

Ekstrakt: Sjusjøen var markert forurenset av næringssalter, alger og fekale indikatorbakterier. Resipientkapasiteten var overskredet og en reduksjon på 600 kg total fosfor pr. år må til før akseptable tilstander vil utvikles. Rotenonbehandlingen i mai 1990 kan indirekte ha ført til en økning i algemengden på ca 10% dette året. Det anbefales at en videre utbygging i nedbørfeltet ikke må følges av økte utslipp til Sjusjøen. Innsjøen er i en tilstand hvor små belastningsøkningen kan gjøre sjøen uegnet til bruk i rekreasjonssammenheng.

4 emneord, norske:

1. vannkvalitet
2. forurensningsgrad
3. fosforbelastning
4. behov for rensning

4 emneord, engelske:

1. water quality
2. degree of pollution
3. phosphorus loading
4. need for waste water treatment

Prosjektleder:

Sigurd Rognerud

For administrasjonen:

Day Berge

ISBN 82-577-1823-8

F O R O R D

Denne undersøkelsen er utført etter oppdrag fra Fylkesmannens miljøvernnavdeling i Hedmark. Kontaktperson har vært Thor A. Nordhagen. Feltarbeidet er utført av Sigurd Rognerud og Jarl Eivind Løvik ved NIVA og T.A. Nordhagen. Rapporten er en sluttrapport og omhandler limnologiske forhold i Sjusjøen vekstsesongen 1990.

I N N H O L D S F O R T E G N E L S E

	side
1. Innledning	1
2. Sjusjøen og dens nedbørfelt	1
3. Vannkjemi	4
4. Planteplankton	6
5. Dyreplankton	8
6. Hygienisk/bakteriologiske forhold	11
7. Fosforbelastning	13
8. Sammenfatning	15
Litteraturliste	17
Vedlegg	18

1. Innledning

Hyttebebyggelsen i Sjusjøens nedbørfelt er blant de eldste i Hedmark fylke, og den har gradvis økt i omfang fram til ca 1980. Foruten hytter er det også bygd hoteller, fjellstuer, butikker osv. i området og det er en betydelig virksomhet både sommer og vinter.

Sjusjøen ble undersøkt i 1971 og det ble konkludert med at innsjøen var markert forurensset (NIVA 1971). Siden ble det bygget et renseanlegg (1975/76) som i utgangspunktet skulle gi forbedringer i vannkvaliteten i innsjøen. Etter en befaringsundersøkelse i 1984 ble det imidlertid konstatert at innsjøen fortsatt var betydelig forurensset av næringssalter og fekale indikatorbakterier (NIVA 1985).

Fylkesmannens miljøvernnavdeling i Hedmark så med bekymring på denne utviklingen og ba NIVA gjøre en mer detaljert undersøkelse der hovedhensikten var:

- fremskaffe et godt datagrunnlag for å beskrive dagens vannkvalitet og eventuell tidsutvikling
- beregne dagens næringssaltbelastning og se denne i forhold til innsjøens resipientkapasitet
- vurdere konsekvensene av en antatt økt menneskelig aktivitet fram mot OL 1994 og vurdere rensebehov.

2. Sjusjøen og dens nedbørfelt.

Sjusjøens nedbørfelt består av tre større innsjøer som alle er regulert (fig.1). Feltet ligger i hovedsak mellom 800-900 m.o.h. og inkluderer større myrområder som er med på å prege vannkvaliteten. Sjusjøen er også regulert, og det store nedbørfeltet i forhold til innsjøens volum gjør at oppholdstiden bare er et par måneder. Den delen av innsjøen som er dypere enn middeldypet

(8,5m), ligger i hovedsak i innsjøens sydvestre deler (fig.2). Hoveddelen av bebyggelsen ligger nord/nordvest for innsjøen, og eventuelle forurensninger transporteres direkte til innsjøen og ikke via hovedvassdraget (Fjellelva) og dets innsjøer.

Den 30.mai 1990 ble Sjusjøen rotenonbehandlet og betydelige mengder død fisk ble observert en tid etter behandlingen. Ved prøvetakningen den 26.juni ble det også observert død fisk i strandsonen, men den var da i ferd med å gå i forråtnelse. Det ble anslått at ca 1500 kg fisk ble tatt opp og dumpet på ei søppelfylling, men at et like stort antall var igjen i innsjøen. Humusfargen gjør det ekstra vanskelig å registrere mengdene død fisk i vannet.

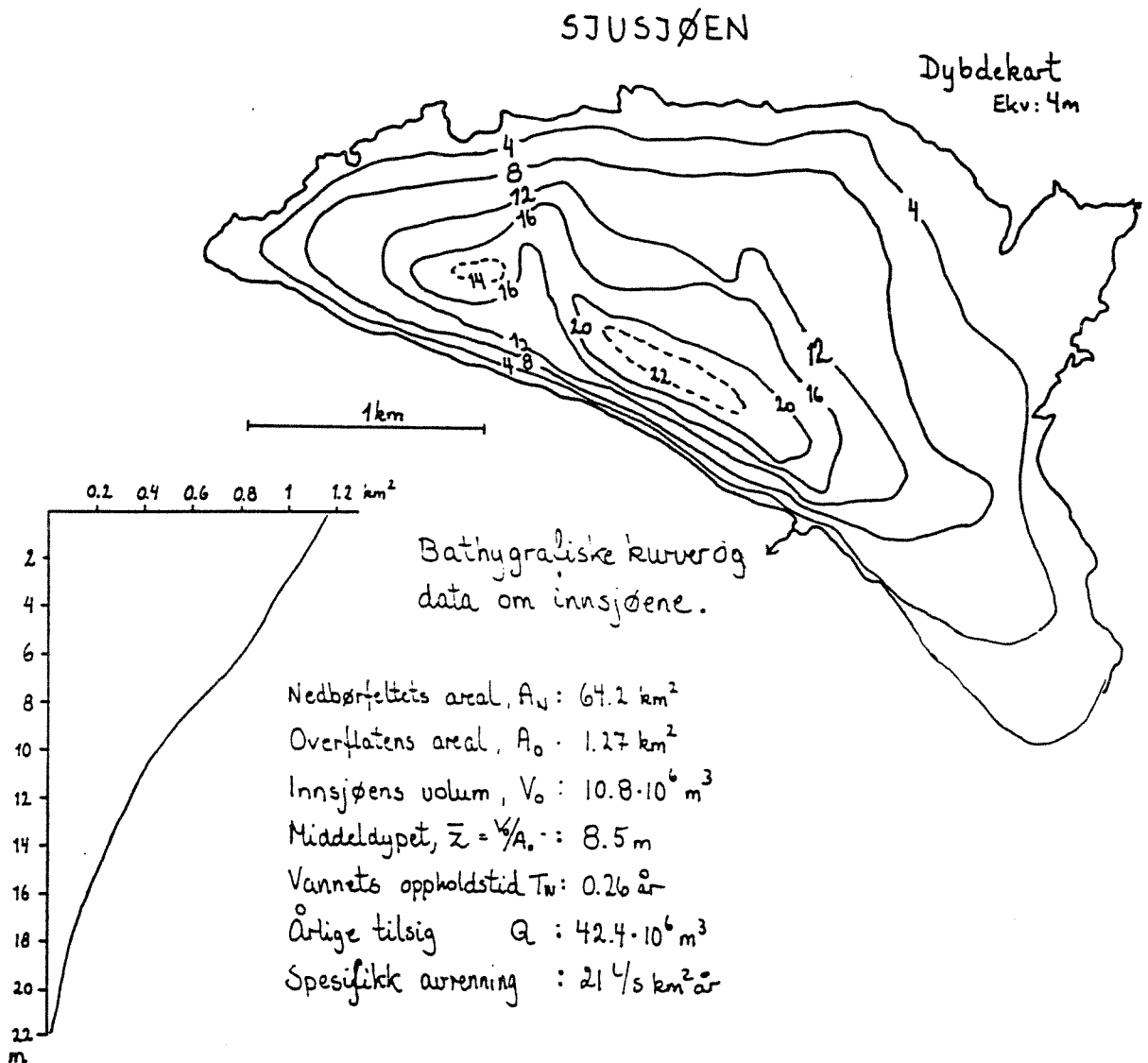


Fig.2 Dybdekart, bathygrafisk kurve og en del innsjøkarakteristika for Sjusjøen.

3. Vannkjemi

De kjemiske analysene er gitt i vedlegget. Sjusjøen har lav bufferkapasitet (alkalitet) og pH-verdier i området 6.0-6.5. I fig. 3A er en empirisk sammenheng mellom pH og alkalitet vist for innsjøer i Hedmark. Sjusjøen ligger i et område der små reduksjoner i alkaliteten ved f.eks. tilførsel av surt vann vil gi klare reduksjoner i pH-verdiene.

De store myrområdene i nedbørfeltet gjør at vannmassene er brunfarget (ca 50 mg Pt/l). Innsjøen kan betegnes som meso-humøs, og den markerte humusfargen reduserer lysgjennomgangen betydelig. Dette gjør at lysforholdene for planktonalgene blir dårlig, og det sjiktet som de kan drive primærproduksjon i, blir relativt lite. Siktedypet i Sjusjøen er i hovedsak styrt av humusinnholdet (fig. 3B). En økning i algemengder fra ca 1 mg kl.a/m³ (antatt naturtilstand) til dagens 8 mg kl.a/m³ har gitt en reduksjon i siktedypsverdiene på ca 1 m (se fig.3B).

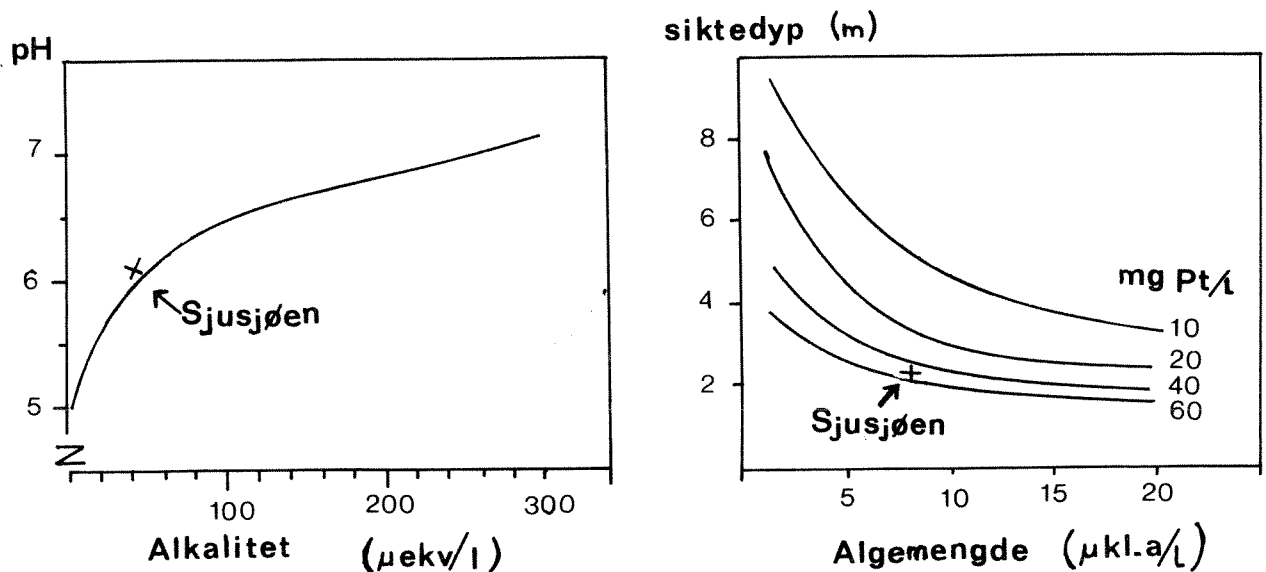


Fig.3A Sammenhengen mellom pH og alkalitet. Empirisk kurve basert på målinger av innsjøer i Hedmark. Sjusjøens plassering er angitt.

B Empiriske sammenhenger mellom siktedyp, humusinnhold og algemengder for innsjøer i Hedmark (NIVA-upubl.). Sjusjøens plassering i diagrammet er angitt.

Den markerte brunfargen av vannmassene gjør at eventuelle uestetiske effekter av algebegroing i strandsonen blir mindre iøynefallende enn om innsjøen hadde vært en klarvannsjø.

Utviklingen i næringssaltkonsentrasjoner og algemengder over sommeren 1990 er vist i fig.4. Variasjonene var relativt små, men nivåene for alle parametrene var betydelig høyere i dag enn de en kan forvente ut fra naturtilstanden. Analyser fra andre innsjøer i området med tilsvarende humuskonsentrasjoner viser at en kan forvente ca 8,5 $\mu\text{g/l}$ tot.P, og 150 $\mu\text{g/l}$ tot.N som "naturlige bakgrunnsverdier". Ut fra dette kan en derfor anslå at dagens næringssaltkonsentrasjoner i Sjusjøen er 2-3 ganger høyere enn naturtilstanden.

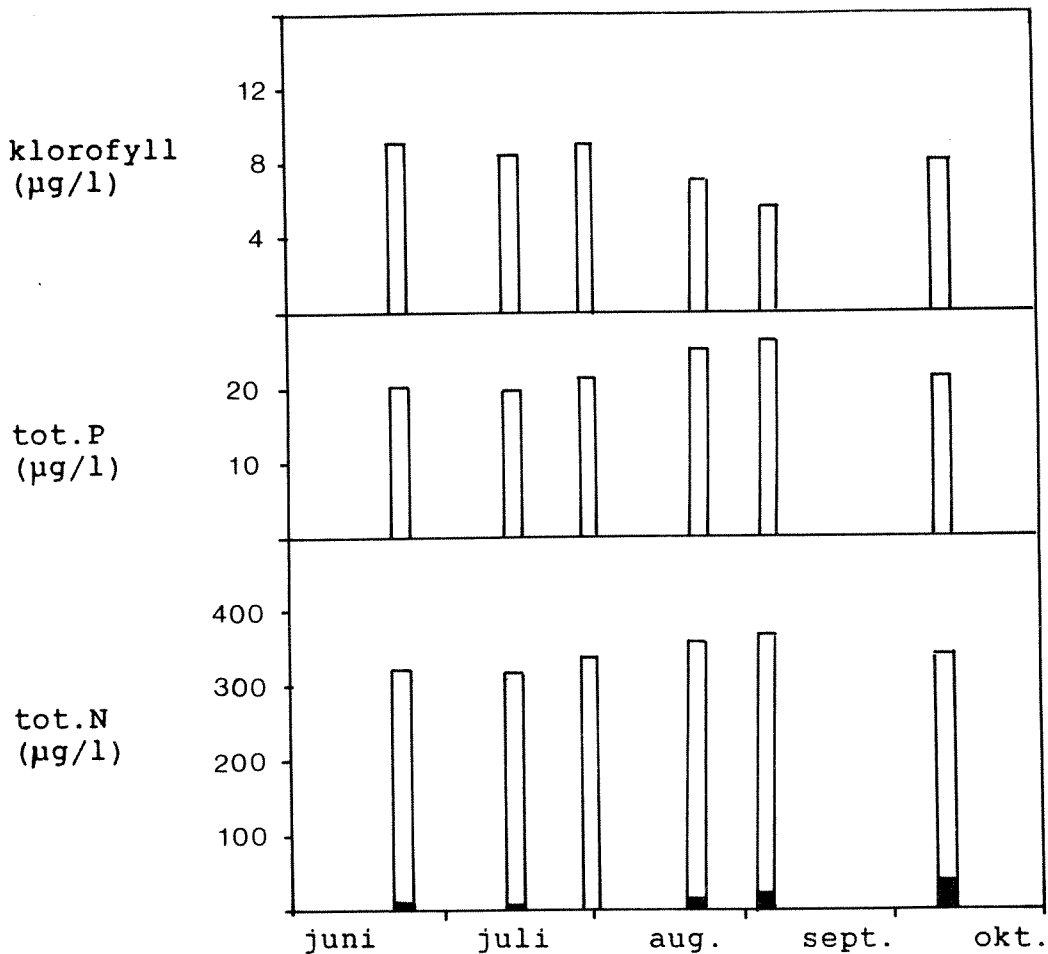


Fig.4 Konsentrasjoner av næringssalter og klorofyll i Sjusjøen 1990.

Det er også praktisk talt fravær av nitrat i store deler av vekstsesongen. Det er rimelig å anta at nitrogen kan være begrenset for hvor raskt algebiomassen bygges opp i sommerhalvåret. Det er imidlertid fosforkonsentrasjonen som setter grensen for den biomassen av alger som kan utvikles i løpet av sesongen.

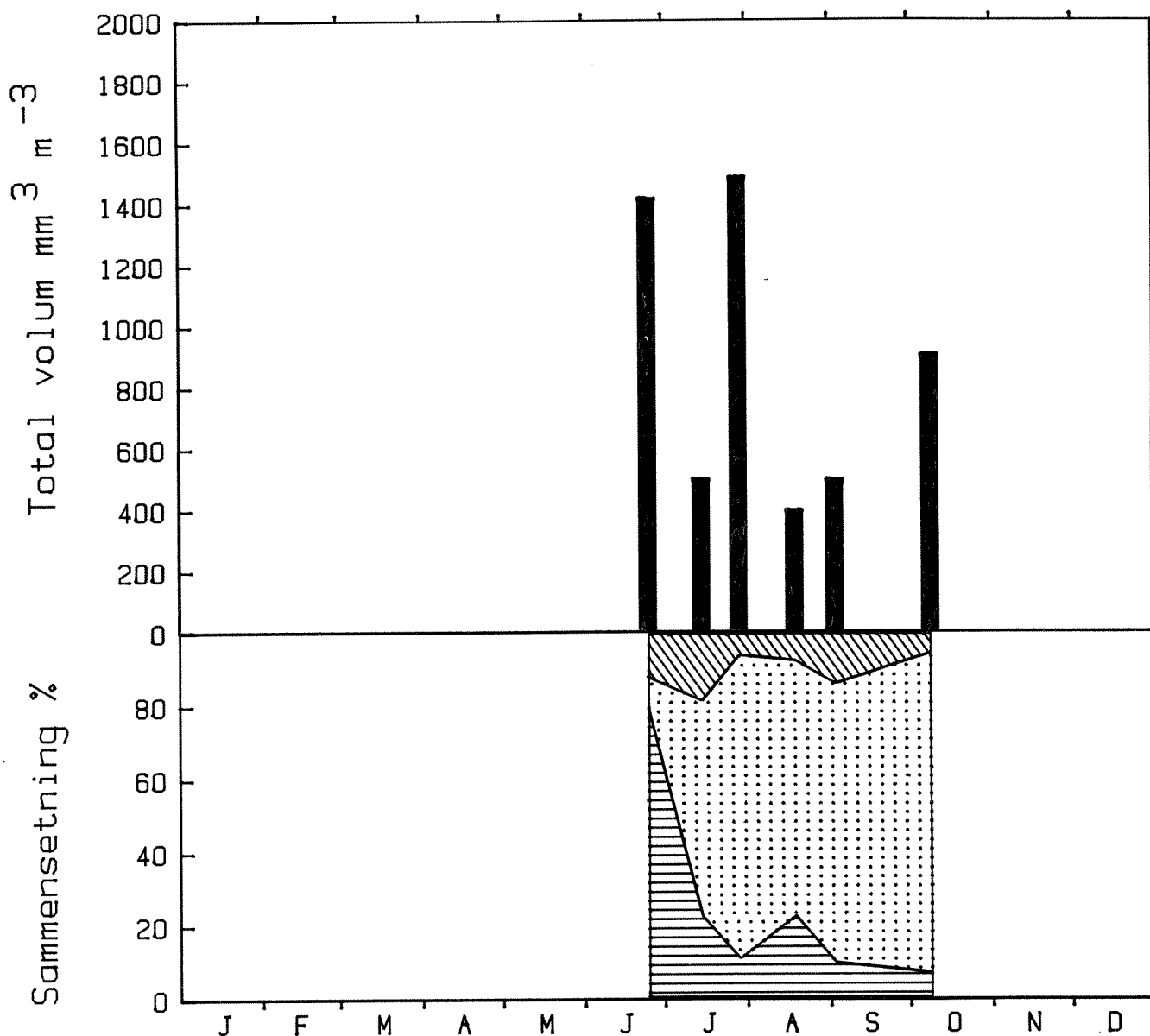
I den delen av sommeren som innsjøen var termisk lagdelt ble det samlet prøver fra både de øvre varmere lag (epilimnion) og de dypere kalde (hypolimnion). Det var imidlertid små forskjeller på den kjemiske vannkvaliteten i disse to sjiktene (tab.I i vedlegget). Innsjøen sirkulerte ned til 12 meter allerede i august, antakelig på grunn av kort oppholdstid og høy grad av vindeksponering. Det at store deler av vannmassene deltar i sirkulasjonen allerede i første halvdel av august er viktig for utviklingen av de store mengdene kiselalger som synes å være en årlig hendelse i Sjusjøen.

4. Planteplankton

Variasjonen i mengde og sammensetning er vist i fig. 5 og artslisten er gitt i tab.2 i vedlegget.

Volumet av alger var spesielt høgt i slutten av juni og juli, men verdiene var også betydelig høyere enn naturtilstanden ellers i sesongen. Det er mulig at frigjorte næringsalter fra død fisk har gitt en ekstra gjødslingseffekt etter rotenonbehandlingen på forsommeren, men hoveddelen må tilskrives forurensningen. Med bakgrunn i SFT's vannkvalitetskriterier vil Sjusjøen ut fra mengden kunne klassifiseres som markert forurenset (kl.III). I slutten av juni var planteplanktonet dominert av gruppen Cryptophyceae. Det var ulike arter av slekten Cryptomonas sammen med Rhodomonas lacustris (+var. nannoplanctica) som var de viktigste artene. Disse artene trives ofte i næringsrike humussjøer.

Sjusjøen (bl. pr. 0-10 m dyp) År: 1990



TEGNFORKLARING



CHRYSOPHYCEAE
(Gullalger)



CRYPTOPHYCEAE



BACILLARIOPHYCEAE
(Kiselalger)

Fig.5 Planteplankton i Sjusjøen 1990. Totalvolum og den relative fordeling av de viktigste grupper.

Mindre mengder av blågrønnalgen (Cyanophyceae) Anabaena flos-aquae ble også registrert uten at dette kan sies å være noe forurensningssymptom. Planteplanktonsamfunnet var på forsommeren forholdsvis artsrikt. Resten av vekstsesongen dominerte gruppen kiselalger (Bacillariophyceae), først og fremst med artene Asterionella formosa og Tabellaria fenestrata, men også en art av slekten Syndra. Den kraftige dominansen av de nevnte kiselalgene sammen med de registrerte verdiene for maksimum algevolum og gjennomsnittsvolum for vekstsesongen viser at vannmassene i Sjusjøen var markert forurenset av næringssalter.

5. Dyreplankton

Prøvene ble samlet inn med en planktonhåv med 60 u's maskevidde og diameter 30 cm. Håven ble trukket vertikalt fra 1 m over bunnen og opp til overflaten. Resultatene er gitt i fig.6 der også resultatene fra 1971 og 1984 er vist. Primærdata for 1990 er gitt i vedlegget (tab.III).

Det ble registrert 15 arter/slekter av dyreplankton i Sjusjøens fri vannmasser. Vi deler dyreplanktonet inn i gruppene hjuldyr og krepsdyr.

Hjuldyr (Rotatoria)

I 1990 ble følgende arter/slekter registrert i Sjusjøen; Kellicottia longispina, Kertella cochlearis, K.hiemalis, Asplanchna priodonta, Conochilus spp., Polyarthra spp., Synchaeta spp., og Ploesoma hudsoni. Mest vanlig var Kellicottia, Keratella, Conochilus, Polyarthra og Synchaeta. Den største mengden av hjuldyr ble registrert i august da Polyarthra forekom i stort antall. Forholdene i 1990 stemte i hovedsak godt overens med situasjonen i 1971 og 1984. En viss forskjell var det likevel da K.cochlearis ikke ble registrert i 1971 og Synchaeta og Pleosoma bare ble registrert i 1990.

Kunnskapen om hjuldyr og deres miljøkrav er begrenset. Med bakgrunn i det vi likevel vet synes det som både artssammen-

	1971			1990			
	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Aug	Juli
Hjuldyr:							
<i>Kellicottia longispina</i>	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
<i>Keratella cochlearis</i>
<i>Keratella hiemalis</i>	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
<i>Asplanchna priodonta</i>	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
<i>Conochilus</i> spp.	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
<i>Polyarthra</i> spp.	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
<i>Synchaeta</i> spp.	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
<i>Ploesoma</i> sp.	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
Hoppekreps:							
<i>Heterocope appendiculata</i>	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
<i>Acanthodiaptomus denticornis</i>	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
<i>Cyclops scutifer</i>	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
Vannløpper:							
<i>Holopedium gibberum</i>	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
<i>Daphnia longispina</i>	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
<i>Daphnia galeata</i>	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
<i>Daphnia cristata</i>	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
<i>Bosmina longispina</i>	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
<i>Bosmina longirostris</i>	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
<i>Chydorus sphaericus</i>	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx

..... sjelden/få individ
 xxxxxx vanlig
 xxxxxx riklig/dominerende

Fig. 6 Forekomst av planktondyr i Sjusjøens fri vannmasser i 1971, aug. 1984 og 1990 (NIVA 1971, 1984).

setning og mengde av hjuldyr generelt var i samsvar med det en finner i mer næringsfattige innsjøer. Stor forekomst av Polyarthra og Synchaeta i 1990 indikerer likevel mer næringsrike forhold.

Krepsdyr (Crustacea), består av gruppene hoppekreps og vannlopper. Det ble ikke registrert hoppekreps i Sjusjøens fri vannmasser i 1990. Krepsdyrplanktonet bestod utelukkende av vannlopper (Cladocera). Årsaken til dette er rotenonbehandling av innsjøen som ble gjort i slutten av mai. Bestandene av hoppekreps dør som regel ved en rotenonbehandling og de kommer sjelden tilbake før tidligst året etter behandlingen. Vannloppene overlevde gjennom sine hvileegg som i dette tilfelle ikke var klekt før virkningen av giften var borte.

Følgende arter vannlopper ble registrert på sensommeren i 1990; Holopedium gibberum, Daphnia longispina, D.galeata, D.cristata, Bosmina longispina, B.longirostris og Chydorus sphaericus. Størst mengde var det av D.longispina og B.longispina. Med unntak av B.longirostris og C.sphaericus og stor forekomst av D.longispina var forekomsten av vannlopper i god overenstemmelse med observasjonene i 1971 og 1984. Forskjell i 1990 fra tidligere år må sees i sammenheng med rotenonbehandlingen som førte til fravær av en viktig predator som fisk. Dette hadde spesielt stor betydning for vannloppen D.longispina som forekom i stort antall. Hoppekrepsarter som tidligere fantes i Sjusjøen slik som Heterocope appendiculata, Acanthodiatomus denticornis og Cyclops sculifer vil trolig komme tilbake i løpet av de nærmeste årene.

Som oppsummering kan en derfor si at rotenonbehandlingen hadde markert effekt på dyreplanktonet både direkte (på hoppekreps) og indirekte (vannloppene) og at denne overskygger eventuelle forurensningseffekter av næringsalter på dyreplanktonet.

6. Hygienisk/bakteriologiske forhold

Først noen ord om bakteriologiske undersøkelser og hva de ulike analysene sier.

Den mikrobielle forurensning (tarmbakterier, virus og egg fra innvollparasitter) som skyldes avføring og urin fra mennesker og varmblodige dyr kan utgjøre en stor helserisiko. Konvensjonelle kloakkrensaneanlegg er ikke en tilstrekkelig garanti mot spredning av sykdomsfremkallende mikroorganismer. De sykdommer som spres med vann hos oss er nesten uten unntak tarmsykdommer. Det er størst risiko for smittespredning og infeksjoner når vannet brukes som drikkevann for mennesker og dyr eller i næringsmiddelindustri o.l. Smitte kan imidlertid også overføres ved bading, først og fremst når det gjelder luftveisinfeksjoner, ører og bihuler.

Den mest brukte analyse for å bedømme de hygieniske forhold i vann er analyse av fekale indikatorbakterier slik som de koliforme bakterier:

- Termostabile koliforme bakterier som dyrkes ved 44⁰C gir sikker indikasjon på fersk fekal forurening og er den mest pålitelige analyse i denne sammenheng. De termostabile koli (i hovedsak Escherichia coli hos mennesker) overlever i lengre, eller like lang tid, i resipienten som de mest aktuelle sykdomsfremkallende bakterier.
- Koliforme bakterier som dyrkes ved 37⁰C gir også indikasjon om fekal forurensning, men her får en også innslag av naturlig forekommende jordbakterier.

I forbindelse med analyse av forekomst av fekale indikatorbakterier er det også vanlig å registrere totalantallet bakterier (s.k. kimtall). Kimtall gir indikasjon på mengden av lett nedbrytbart organisk stoff i vannmassene.

Resultatene er vist i figur 7 og analyseresultatene er gitt i vedlegget (tab.I). Vi har benyttet oss av noe strengere vurderingsnormer enn de som er gitt i SFT's vannkvalitetskriterier for

ferskvann. Årsaken til dette er at vannprøvene representerer Sjusjøens sentrale områder der en erfaringsmessig har lavere verdier enn i strandområdene. Vurderingsgrunnlag for koliforme ved 37°C og kimtall bygger på mangeårig erfaring fra NIVA's vannundersøkelser og er i samsvar med det vurderingssystem som er benyttet bl.a. for Mjøsas hovedvannmasser.

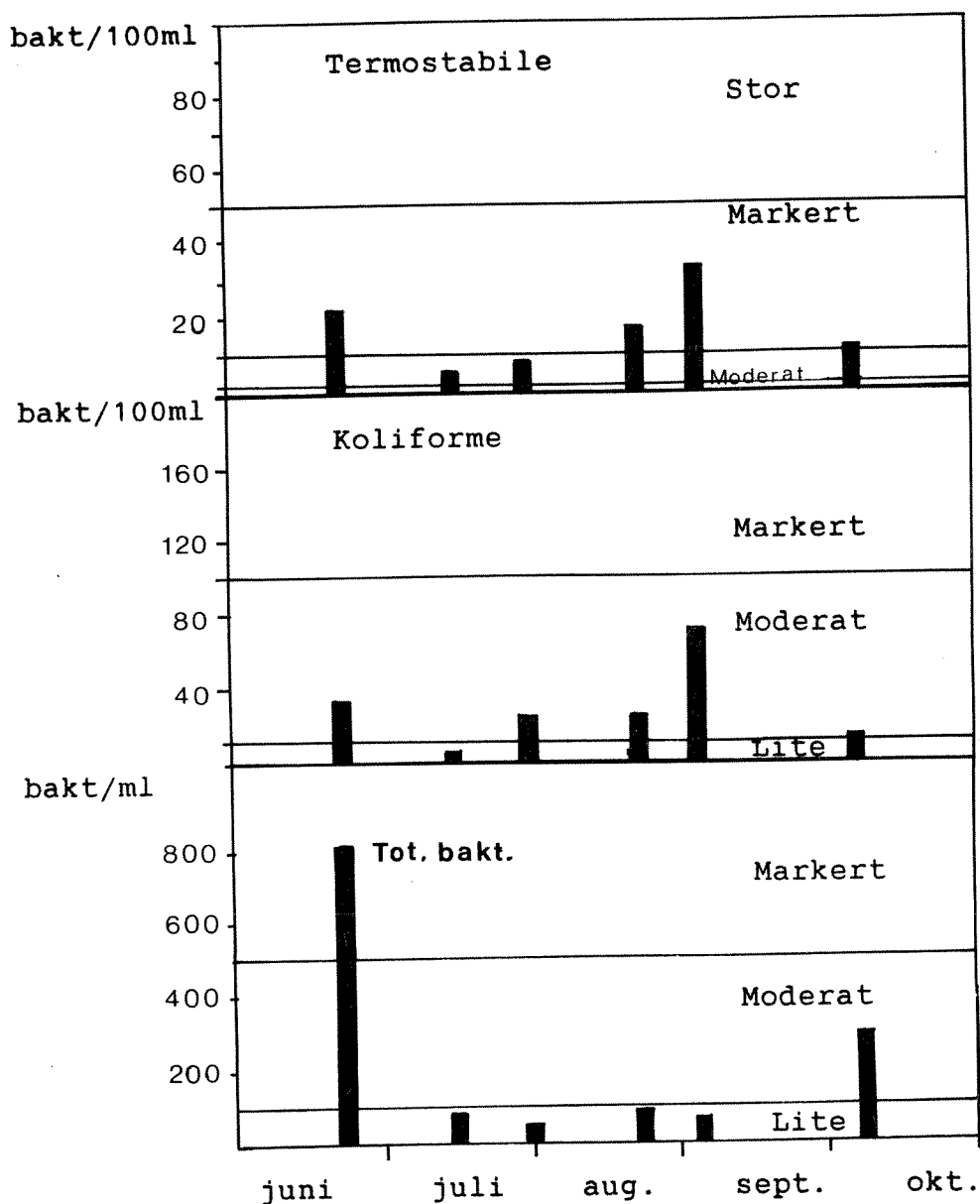


Fig. 7 Analyser av bakterier i Sjusjøen 1990 tatt på 1m. Forekomst av termostabile koliforme, koliforme og total antallet er sett i relasjon til grenser for ulike forurensningsklasser.

Sjusjøen var ved flere tidspunkter i 1990 markert forurenset av såvel fekale indikatorbakterier som lettnedbrytbart organisk stoff. Det var en klar indikasjon på fersk fekal forurensning av termostabile koliforme bakterier. Størst påvirkning av fersk fekal forurensning ble registrert i juni og september og minst i juli. Mengden lettnedbrytbart organisk stoff var størst i juni da innsjøen kan betegnes som markert påvirket, trolig delvis som et resultat av forråtnelse av fisk og andre dyr som ble drept i forbindelse med rotenonbehandlingen.

7. Fosforbelastning

Berge (1987) utviklet en modell for beregning av grensen for den fosforbelastning som kan aksepteres i grunne innsjøer. Med et middeldyp på 8,5m kan grensen for akseptabel tilstand med hensyn til fosforkonsentrasjon i innsjøen (P_{λ}) settes til 11 $\mu\text{g/l}$ (fig.8). Denne modellen og de fleste andre belastningsmodeller er imidlertid ikke utviklet for humussjøer. Erfaringsmessig tåler humussjøer noe høyere fosforkonsentrasjoner før de utvikler uakseptable tilstander. Dette skyldes bl.a. fosforbinding til humus og dårligere lysklima for algevekst.

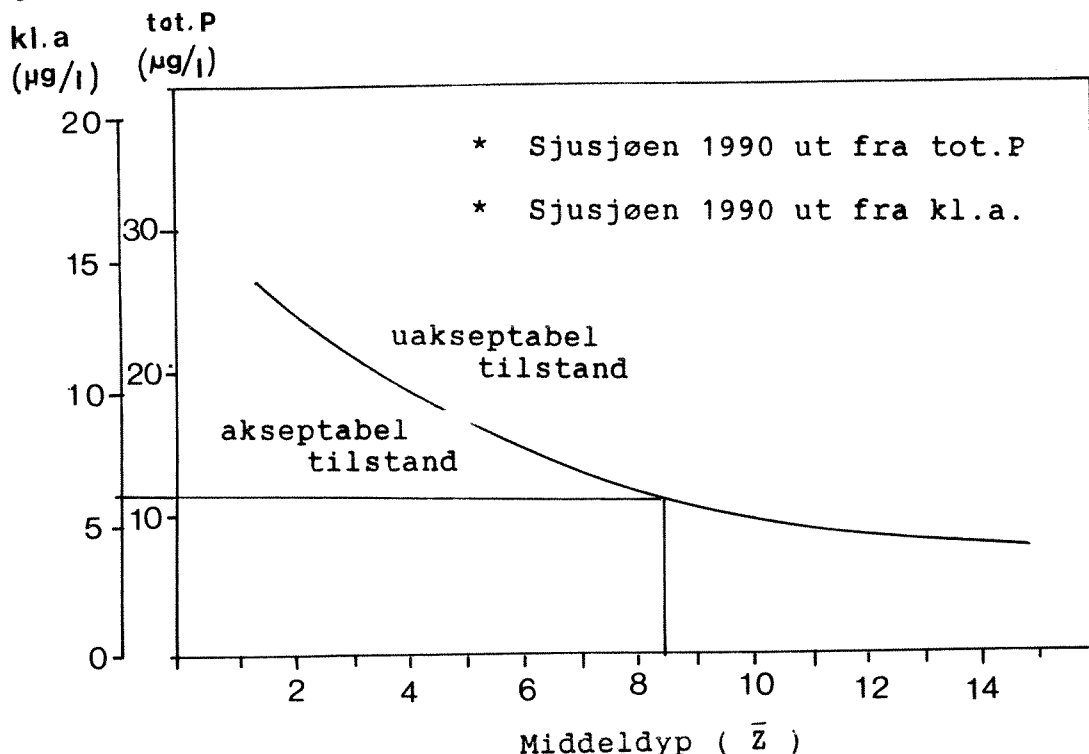


Fig.8 Grense for akseptabelt trofinivå i innsjøer av forskjellig middeldyp. Midlere konsentrasjon av total fosfor og klorofyll i sommerhalvåret bør ikke overstige verdier angitt i kurven (etter Berge 1987).

Middelkonsentrasjonen av fosfor i Sjusjøen er for 1990 beregnet til 23 µg/l. I ovennevnte modell skulle en da forvente en midlere klorofyllkonsentrasjon på ca 12 µg/l. I Sjusjøen observerte vi ca 8 µg/l m.a.o. 33% mindre enn forventet. Dette skyldes nok i hovedsak humuspåvirkningen. Dette betyr at vi kan akseptere ca 33% høyere fosforkonsentrasjon i Sjusjøen enn modellen skal tilsi dvs. en økning fra 11 µg/l til ca 15 µg/l. Berge (1987) ga følgende modell for sammenhengen mellom midlere konsentrasjon av fosfor i innsjøen (P_λ) og i innløpet (P_i)

$$(1) \quad P_i = 2.293 P_\lambda \cdot T_w^{0.16}$$

T_w = teoretisk oppholdstid = 0,26 år

Ut fra erfaringer om sammenhenger mellom fosforkonsentrasjoner i uforurensa innsjøer og humusinnhold er den naturlige fosforkonsentrasjon i Sjusjøen anslått til 8.5 µg/l (NIVA 1984).

I tab.1. er det vist beregninger av belastningen ved ulike tilstander ut fra likning (1) og en estimert årlig tilrenning på $42 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ (NIVA 1984).

Tab.1 Midlere fosforkonsentrasjon i innsjøen (P_λ), midlere fosforkonsentrasjon i innløpet (P_i) og årlig fosforbelastning (B_T) til Sjusjøen.

	P_λ µg/l	P_i µg/l	B_T kg/år
Dagens tilstand	23	42.5	1785
Akseptabel tilstand	15	27.7	1163
Naturlig tilstand	8.5	15.7	660

For å oppnå akseptable tilstander kreves en reduksjon på (1785-1160) = 600 kg tot.P årlig, mens den totale antropogene belastning er (1785-660) \approx 1000 kg tot.P årlig.

Tilstanden i Sjusjøen er i dag uakseptabel. Det er stor fare for at et ytterligere påslag av næringssaltbelastning til Sjusjøen kan føre til utvikling av blågrønnalger og uestetiske forhold. Dette vil ha drastiske konsekvenser for bruken av innsjøen i rekreasjonssammenheng.

Det er rimelig å anta at en del av de næringssaltene som var bundet i fiskepopulasjonen ble frigjort etter rotenonbehandlingen. Denne "interne gjødsling" er inkludert i den andelen som betraktes som antropogen belastning i beregningen ovenfor.

Det er anslått at 1500 kg fisk ble tatt opp og fjernet ved rotenonbehandlingen, og at 3000 kg kan antas å være tilbake i innsjøen hvor denne mengden etter hvert har råtnet og gått i oppløsning (Tore Qvenild pers.medd.)

Da ca 1% av våtvektene i fisk er fosfor kan det antydes at ca 30 kg fosfor ble frigjort etter behandlingen. Dette kan virke lite i forhold til den totale antropogene belastning. Det er imidlertid viktig å være klar over at biotilgjengeligheten er meget høy for dette fosforet da det i hovedsak vil foreligge som løst ortofosfat. Den biologiske responsen i form av økt algevekst kan derfor ha utgjort en biomasseøkning på ca 10% i 1990.

9. Sammenfatning

En samstilling av forurensningsgraden ut fra ulike måleparametre er gitt i fig.9. Sjusjøen kan karakteriseres som markert forurenset og resipientkapasiteten for innsjøen var oversteget med ca 600 kg total fosfor. Rotenon-behandlingen som ble gjennomført i mai 1990, førte til at næringssalter som var bundet i fiskebiomassen ble frigjort. Dette har gitt en ekstra tilførsel av næringssalter som kan ha ført til en økning i algebiomassen på ca 10% dette året.

En videre utbygging i nedbørfeltet som medfører ytterligere belastningsøkning av næringssalter til Sjusjøen kan skape uønsket algevekst med bl.a. blågrønnalger og utvikling av uestetiske forhold. Dette sammen med økt forurensning av

tarmbakterier kan relativt raskt gjøre Sjusjøen uegnet til bruk i rekreasjonssammenheng. Det anbefales derfor at en videre utbygging av nedbørfeltet må skje på en slik måte at det ikke fører til økte næringssaltutslipp til Sjusjøen.

Forurensningsgrad

	Liten	Moderat	Markert	Sterk
Algemengde som klorofyll	-----		-----	+
Algemengde som tellinger	-----		-----	+
"Indikatoralger"	-----		-----	+
Zooplankton	-----	+		
Termostabile koliforme	-----		-----	+
Koliforme	-----	-----	+	
Tot.bakt.	-----	+		
Total fosfor	-----		-----	+
Total nitrogen	-----		-----	+
Siktedyp	-----		-----	+

Fig.9 Sjusjøens forurensningsgrad vekstsesongen 1990 vurdert ut fra ulike måleparametre.

L I T T E R A T U R L I S T E

- Berge, D. 1987 Fosforbelastning og respons i grunne og middels grunne innsjøer. NIVA-rapport 0-85110
- NIVA, 1971 Undersøkelser av Mesnavassdraget ved Lillehammer, 0-63/68, 92s
- NIVA, 1984 Sjusjøen og Vurrusjøen. Resultater fra befaringer i 1984. Notat til Fylkesmannens miljøvernadv. i Hedmark, 0-84126.
- Rogenrud, S. et.al. 1979. Telemarksvassdraget. Hovedrapport for undersøkelsene i perioden 1975-79, 0-70112, 82s.

V E D L E G G

Tab. I Kjemiske analyser, klorofyll og bakteriologiske forhold i Sjusjøen 1990.
 Klorofyll er målt som blandprøve 0-10m, bakteriologiske forhold er registrert på 1 m's dyp. Kjemiske prøver er samlet fra epilimnion (blandprøve 0-10m) og hypolimnium (blandprøve 15-20m).

	26/6	16/7	30/7	20/8	4/9	10/10	Middelverdi
	epi	hypo	epi	hypo	epi	hypo	fullsirk
	epi	hypo	epi	hypo	epi	hypo	fullsirk
							\bar{x}
Klorofyll mg/m ³	9,25	8,47	9,04	6,95	5,78	7,96	7,9
Tot.bakt. 20°C (pr.ml)	800	80	40	90	70	280	227
Koliforme bakt. (pr.100ml)	33	2	23	27	70	23	30
Termostabile (pr.100ml)	23	5	8	17	33	11	16
pH	6.24	6.11	6.24	6.06	6.29	6.48	6.37
farge mg Pt/l	46	44	52	51	54	50	56
Alk. mmol/l	33	34	37	42	40	37	45
tot.P ug P/l	20	21	19	25	22	24	25
tot.N ug N/l	321	347	308	386	339	307	357
NO ₃ ug N/l	10	57	<5	11	13	12	<5
NH ₄ ug NH ₄ ⁺ /l	28	44	21	55	58	42	47
				6.19	6.33	6.27	6.3
				56	54	-	
				40	44	40	40
				25	27	22	23
				353	364	334	337
				6	19	32	12
				50	25	54	39

Tabell Kvantitative planteplanktonprøver fra: Sjusjøen (bl.pr.0-10 m dyp)
 Volum m³/m³

GRUPPER/ARTER	Dato=>	900626	900716	900730	900820	900904	901010
Cyanophyceae (Blågrønnalger)							
Anabaena flos-aquae		13.0	1.0	-	-	-	-
Sum		13.0	1.0	-	-	-	-
Chlorophyceae (Grønnalger)							
Ankva lanceolata		-	-	-	-	.9	.9
Chlaetomonas sp. (l=10)		4.6	.9	-	.9	-	-
Chlaetomonas sp. (l=8)		-	-	.3	-	-	-
Closterium tumidulum		-	-	-	-	1.6	-
Dictyosphaerium pulchellum		2.1	-	-	-	-	-
Eiakatohrix gelatinosa (genevensis)		-	.3	.6	-	-	-
Euastrum bidentatum		-	-	-	-	.5	-
Gyrodinium cordiformis		10.7	2.9	-	-	-	-
Koliella sp.		8.0	2.0	.4	-	-	-
Monoraphidium contortum		1.9	3.2	2.6	-	.9	-
Oocystis subaeraria v.variabilis		-	.4	.5	.1	-	-
Paulschulzia pseudovolvox		1.0	1.1	1.4	-	-	-
Scourfieldia cordiformis		-	-	.3	-	-	-
Selenastrum capricornutum (Raph.subc.)		.2	.1	-	-	-	-
Ubest.cocc.gr.alge (Chlorella sp.?)		2.0	1.3	-	.3	-	-
Ubest.gr.flagellat		.4	-	-	-	-	-
Sum		30.8	12.2	6.1	1.4	3.9	.9
Chrysophyceae (Gullalger)							
Aulomonas purdyi		-	-	-	-	-	.4
Bicosoeca sp.		.5	-	-	.2	-	.5
Chromulina cf.nebulosa		8.3	5.4	3.2	-	-	4.5
Craspedomonader		4.8	.3	4.0	1.4	.3	2.4
Cyster av chrysophyceer		-	-	-	-	-	1.2
Dinobryon bavaricum v.vanhoeffenii		.1	.2	.1	-	-	-
Dinobryon borgei		1.1	.3	-	-	-	-
Dinobryon crenulatum		.8	-	-	-	-	-
Dinobryon cylindricum		-	.1	-	-	-	-
Dinobryon suecicum		.3	.2	-	-	-	-
Mallomonas akrokomos (v.parvula)		-	-	-	-	.4	-
Mallomonas caudata		-	2.4	19.2	4.9	29.9	-
Mallomonas crassisquama		-	2.3	-	-	-	-
Mallomonas reginae		.6	2.0	.8	-	-	-
Ochromonas sp. (d=3.5-4)		7.7	12.4	14.0	4.4	8.1	6.2
Phaeaster aphanaster		2.0	-	-	-	-	-
Sea chrysomonader (<7)		80.1	28.4	24.1	12.2	19.8	21.4
Soiniferomonas sp.		-	-	-	-	-	.3
Store chrysomonader (>7)		43.1	23.3	23.3	6.9	6.9	13.8
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)		3.2	.3	1.9	-	1.3	1.1
Ubest.chrysophyce		.6	-	.1	-	.5	-
Uroglena americana		8.0	-	-	-	-	-
Sum		161.1	77.5	90.5	30.0	67.1	51.7
Bacillariophyceae (Kiselalger)							
Achnanthes sp. (l=15-25)		7.2	4.4	-	.8	-	.8
Asterionella formosa		32.5	93.4	202.7	263.3	354.1	749.7
Melosira distans v.aloigena		4.3	.4	-	-	-	.6
Rhizosolenia longiseta		-	-	.4	-	-	-
Synedra sp. (l=30-40)		2.8	-	-	-	-	-
Tabellaria fenestrata		51.3	141.6	973.9	1.5	6.9	17.1
Tabellaria flocculosa		13.6	2.4	.8	-	-	7.0
Sum		111.7	242.2	1177.7	265.6	361.0	775.2
Cryptophyceae							
Cryptomonas erosa		103.9	-	-	3.2	-	3.2
Cryptomonas erosa v.reflexa (Cr.refl.?)		89.0	2.0	8.0	-	1.2	10.1
Cryptomonas marssonii		245.9	13.6	8.0	39.4	12.7	4.0
Cryptomonas sp. (l=15-18)		-	2.7	-	-	-	-
Cryptomonas sp. (l=20-22)		25.4	9.5	6.4	6.4	6.4	-
Cryptomonas spp. (l=24-28)		328.6	27.6	15.9	21.2	10.6	31.8
Katablepharis ovalis		76.9	7.9	4.1	.7	-	.8
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplanctica)		137.4	29.5	103.0	.7	10.0	6.4
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)		27.0	-	10.3	14.8	5.2	6.9
Sum		1034.1	92.7	155.6	86.4	46.1	63.1
Dinophyceae (Fureflagellater)							
Gyrodinium cf.lacustre		3.7	1.9	1.1	-	-	-
Gyrodinium sp. (b=28-30,l=33-36)		-	-	-	-	-	2.2
Gyrodinium sp.1 (l=15-16)		9.5	2.9	3.2	-	-	-
Peridinium goslaviense		.9	-	-	-	-	-
Peridinium inconspicuum		2.5	44.8	16.1	-	-	-
Peridinium sp.1 (l=15-17)		8.7	-	-	-	-	-
Ubest.dinoflagellat		4.8	1.3	.9	-	-	-
Sum		30.2	50.9	21.3	-	-	2.2
Hv-alger							
Sum		34.9	20.0	35.6	13.7	18.3	12.1
Total							
		1415.8	496.6	1487.0	397.0	496.5	905.2

Sjusjøen 1990. Håvtrekk

	26/6	16/7	30/7	20/8	4/9	10/10
KREPSDYR						
Holopedium gibberum			(+)	+	+	(+)
Daphnia longispina				+	++	+++
Daphnia galeata				+	++	
Daphnia cristata				+	++	++
Bosmina longispina		(+)	+++	++	++	++
Bosmina longirostris					(+)	++
Chydorus sphaericus			(+)			
HJULDYR						
Kellicotta longispina	++	++	++	+	+	
Keratella cochlearis	+	++	++	++	++	+
Keratella hiemalis	(+)					
Asplanchna priodonta	(+)	++				
Conochilus spp.		+	++	++	+	+
Polyarthra spp.	(+)	+	++	+++	+	
Synchaeta spp.			+	++	++	+
Ploesoma sp.			+	+	+	

+++ rikelig/dominerende
+ mindre vanlig

++ vanlig
(+) sjelden/få ind.

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69, Korsvoll
0808 Oslo 8

ISBN 82-577 -1823-8