

Kvie Sø Holm Sø

2001

 VANDMILJØ
overvågning



RIBE AMT

Løbenr.: 14 2002

Eksemplar nr.: 5/5

2002

Udgiver:	Ribe Amt Natur- og grundvandsafdelingen Sorsigvej 35 6760 Ribe
Sagsbehandler:	Lise-Lotte Pedersen
Øvrige bidragsydere:	Anette M. Pedersen
Produktion:	Ribe Amt
Oplag:	170
ISBN:	87-7941-183-5

FORORD	5
1. INDLEDNING	7
1.0 NØGLEPARAMETRE FOR MILJØTILSTANDEN I SØERNE.....	8
2. HOLM SØ	9
2.1 OPLANDSBESKRIVELSE	9
2.2 MORFOLOGISKE OG HYDROLOGISKE FORHOLD	9
2.3 KLIMA	9
2.4 STOFBALANCE	12
2.5 VANDKEMISKE OG -FYSISKE FORHOLD	14
2.6 PLANTEPLANKTON	17
2.7 DYREPLANKTON	22
2.8 FISKEYNGEL	25
2.9 SEDIMENT	26
2.10 SAMLET VURDERING AF TILSTANDEN	28
3. KVIE SØ	31
3.1 OPLANDSBESKRIVELSE	31
3.2 MORFOLOGISKE OG HYDROLOGISKE FORHOLD	31
3.3 KLIMA	31
3.4 STOFBALANCE	34
3.5 VANDKEMISKE OG -FYSISKE FORHOLD	36
3.6 PLANTEPLANKTON	39
3.7 DYREPLANKTON	43
3.8 FISKEYNGEL	47
3.9 VEGETATION	51
3.10 SEDIMENT	60
3.11 SAMLET VURDERING AF TILSTANDEN	63
4. SAMMENFATNING	69
4.1 HOLM SØ	69
4.2 KVIE SØ	70
5. BILAG	73

Forord

Vandmiljøhandlingsplanerne

I foråret 1987 vedtog Folketinget "Vandmiljøhandlingsplanen". Formålet med planen var at nedbringe den samlede udledning af kvælstof og fosfor til det danske vandmiljø med henholdsvis 50% og 80% over en 5 års periode. Folketinget vedtog i 1998 en ny handlingsplan ("Vandmiljøplan II") med henblik på at sikre den forudsatte reduktion af kvælstofudledningen. I forhold til tidligere er indsatsen overfor miljøfremmede stoffer og tungmetaller blevet opprioriteret.

Overvågningsprogram

I forlængelse af vandmiljøhandlingsplanen blev der i 1989 iværksat et landsdækkende overvågningsprogram "Vandmiljøplanens Overvågningsprogram, VMP", hvor amterne som driftsansvarlige for overvågningen følger udviklingen i vandmiljøets tilstand. Overvågningsprogrammerne er løbende blevet justeret i takt med vedtagelser af nye handlingsplaner for vandmiljøet. Senest er NOVA 2003 iværksat i 1998.

Amternes undersøgelser rapporteres årligt til Miljøstyrelsens fagdatacentre, der herefter udarbejder landsdækkende oversigter.

Vandmiljøovervågning

Amternes vandmiljøovervågning for 2001 omfatter følgende delelementer:

- Grundvand
- Vandløb og kilder
- Søer
- Punktkilder
- Marine områder

1. Indledning

*Overvågning af søer i
NOVA 2003*

Overvågningen af søer i NOVA 2003 omfatter på landsplan 27 ferskvands-søer og 4 brakvandssøer fordelt på forskellige søtyper med forskellig grad af næringsstofftilførsel. Hvert år undersøges miljøtilstanden, og udviklingen vurderes. De enkelte amter har ansvaret for driften af søovervågningsprogrammet og rapporterer årligt om miljøtilstanden i det foregående år. Nærværende rapport er Ribe Amts bidrag i denne sammenhæng.

*I Ribe Amt er Kvie Sø og
Holm Sø udpeget*

I Ribe Amt er der udpeget to overvågnings søer, Kvie Sø og Holm Sø, hvis beliggenhed fremgår af rapportens forside. Kvie Sø ligger i den nordøstlige del af amtet, mens Holm Sø ligger i den nordvestlige del. Søernes miljøtilstand vurderes ud fra kemiske, fysiske og biologiske målinger i søvandet samt for Kvie Søes vedkommende, måling af næringsstofftransporten via afløbet. Kvie Sø har ikke overfladisk tilløb, og Holm Sø har hverken tilløb eller afløb.

Skift af laboratorium

I 1999 skiftede amtet analyselaboratorium og der blev benyttet nye detektionsgrænser i nogle af analyserne, hvilket har resulteret i et pludseligt fald i værdierne af bl.a. silikat-Si og suspenderet stof i forhold til tidligere år.

Rådata

Rådata fra undersøgelsen af vegetation i Kvie Sø fremgår af bilagsrapporten "Vegetation i Kvie Sø 2001", mens rådata fra undersøgelserne af plankton fremgår af bilagsrapporterne "Holm Sø 2001 Plante- og dyreplankton" og "Kvie Sø 2001 Plante- og dyreplankton".

	Kvie Sø	Holm Sø
Opholdstid (år)	1,57	0,45
Fosforbelastning (kg)	15,0	15,8
P-retention (%)	-35	62
Kvælstofbelastning (kg)	891	312
N-retention (%)	70	64
Total-P (mg/l) årsgns.	0,089	0,028
Total-P (mg/l) sommergns.	0,088	0,028
Total-N (mg/l) årsgns.	1,091	0,526
Total-N (mg/l) sommergns.	0,913	0,515
Uorg.-N (mg/l) årsgns.	0,223	0,072
Uorg.-N (mg/l) sommergns.	0,051	0,026
pH årsgns.	6,3	4,7
pH sommergns	6,3	4,7
Sigtdybde (m) årsgns.	1,07	Til bund
Sigtdybde (m) sommergns.	1,12	Til bund
Klorofyl-a (µg/l) årsgns.	30,2	4,6
Klorofyl-a (µg/l) sommergns.	17,5	3,9
Suspenderet stof (mg/l)		
• årsgns.	4,9 ⁻	2,5
• sommergns.	4,5 ⁻	2,4
Planteplanktonbiomasse (mm ³ /l)		
• årsgns.	2,6	0,43
• sommergns.	2,1	0,57
Dyreplanktonbiomasse (mg vv/l)		
• årsgns.	2,7	0,61
• sommergns.	3,5	0,58
Fiskeyngel (træk)		
• Gns. antal i littoral /m ³	0,65	
• Gns. antal i pelagial /m ³	0,95	
Undervandsplanter		
• Maks. dybdegrænse (m)	1,54	
• Maks. dybdegrænse (m) rodfæstede planter.	1,54	
• % RPA	38,3	
• % RPV	1,89	
Sediment		
• Tørstof (%)	10-43	5-80
• Glødetab (% af TS)	7-39	1-73
• Total-P (g/kg TS)	0,4-2,7	0,04-1,0
• Total-N (g/kg TS)	2,3-12	0,24-22
• Jern (g/kg TS)	3,3-15	0,5-11
• Calcium (g/kg TS)	0,7-3,4	-
• Jern/P	5-19	7-14

Tabel 1.0. Nøgleparametre for miljøtilstanden i Kvie Sø og Holm Sø 2001.

⁺ signifikant (P<0,05) positiv udvikling (Kendall trend test).

⁻ signifikant (P<0,05) negativ udvikling (Kendall trend test).

2. Holm Sø

2.1 Oplandsbeskrivelse

Beliggenhed

Holm Sø er beliggende i det militære øvelsesområde nordvest for Oksbøl i Blåvandshuk Kommune.

Topografisk opland

Det topografiske opland til Holm Sø er 233 ha. Størrelsen og beliggenheden af oplandet fremgår af bilag 1.1. Oplandet består overvejende af hedearealer (67%). Den resterende del er nåleskov. Der er ikke registreret bebyggelse, punktkilder eller husdyrhold i oplandet. Jordtypen i oplandet er grovsandet jord. I oplandet er der ingen egentlige vandløb, men der er i alt 467 m grøfter. Tilsvarende er der sammenlagt 21,8 ha søflade. I 1 m's dybde består oplandet af flyvesand (193,3 ha), ferskvandssand (19,2 ha), sø (14,9 ha) og moræneler (5,6 ha).

Hydrologisk opland

Det hydrologiske opland er ikke sammenfaldende med det topografiske opland. Dette skyldes, at Selager Sø er afskåret hydrologisk fra Holm Sø. Det hydrologiske opland er målt til ca. 96 ha.

Nære omgivelser

Søen har ingen skarp afgrænsning til de nære omgivelser, som er klithede og klitplantage.

Tilløb og afløb

Holm Sø har ingen overfladiske tilløb eller afløb.

2.2 Morfologiske og hydrologiske forhold

Morfologi

De morfometriske data fremgår af tabel 2.1.

Areal	120.130 m ²
Største dybde	1,80 m
Middeldybde	0,79 m
Volumen	95.325 m ³
Opmålt ved	12,02 m DNN

Tabel 2.1. Morfometriske data for Holm Sø opmålt i foråret 1986.

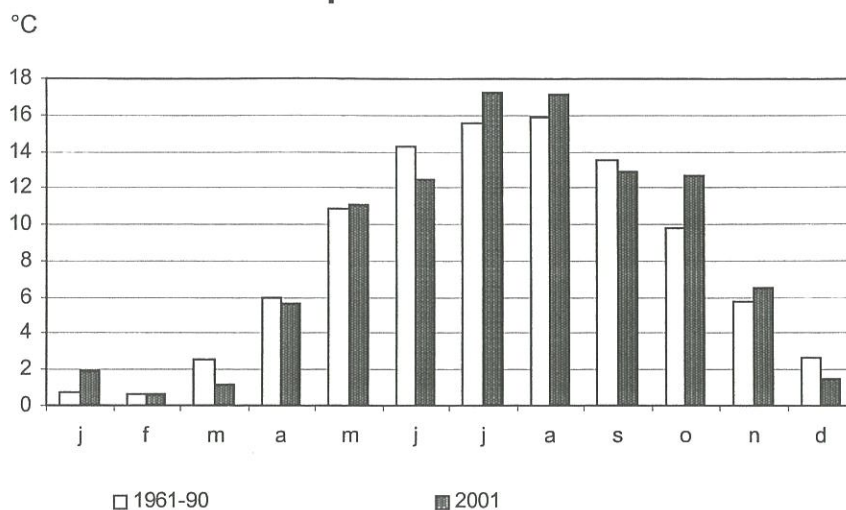
2.3 Klima

Ved tolkning af klimadata fra 2001 er der benyttet klimagrid-værdier for temperatur (20*20 km²), nedbør (10*10 km²) og fordampning (20*20 km²). Disse værdier er sammenlignet med tilsvarende klimagrid-normalværdier for perioden 1961-90. Holm Sø ligger i klimagrid 10029 (10*10 km²) og 20008 (20*20 km²). For indstråling og vind er der så vidt muligt benyttet data fra nærliggende stationer med sammenlignelige forhold (placering tæt ved kysten).

Temperatur

Den gennemsnitlige temperatur for 2001 var 8,5°C, hvilket er 3% højere end i normalperioden 1961-90, hvor gennemsnitstemperaturen var 8,2°C. Det ses af figur 2.1, at temperaturen ved Holm Sø i løbet af året gentagne gange skiftede mellem at være højere og lavere end normalt. I store træk ses det, at foråret og forsommeren, sammen med december var koldere end normalt, hvorimod januar, samt højsommeren og efteråret var varmere end normalt.

Temperatur Holm Sø

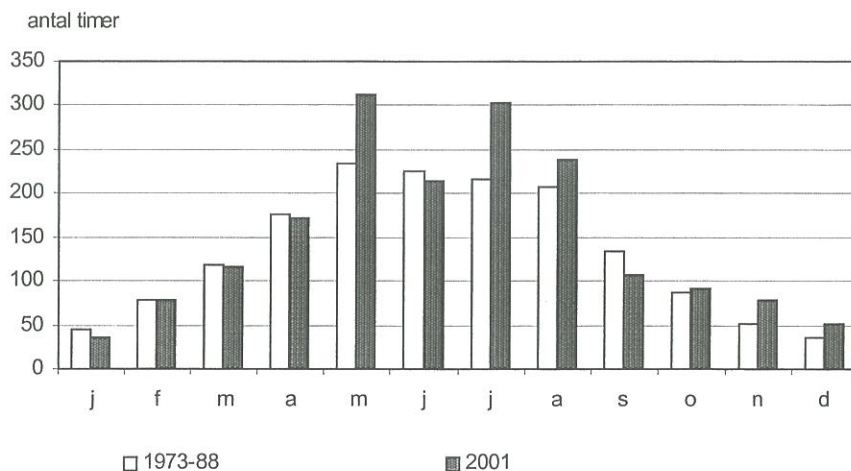


Figur 2.1. Temperatur (°C) ved Holm Sø i 2001 og som normalværdier for perioden 1961-90. Der er benyttet griddata for grid 20008.

Indstråling

Indstråling er målt i antal soltimer. For 2001 er der ligesom for 2000 benyttet data fra Vester Vedsted sydvest for Ribe. Disse data er sammenholdt med gennemsnitsdata fra st. 24340 Lyngvig Fyr (ved Hvide Sande) for perioden 1973-88.

Soltimer Holm Sø



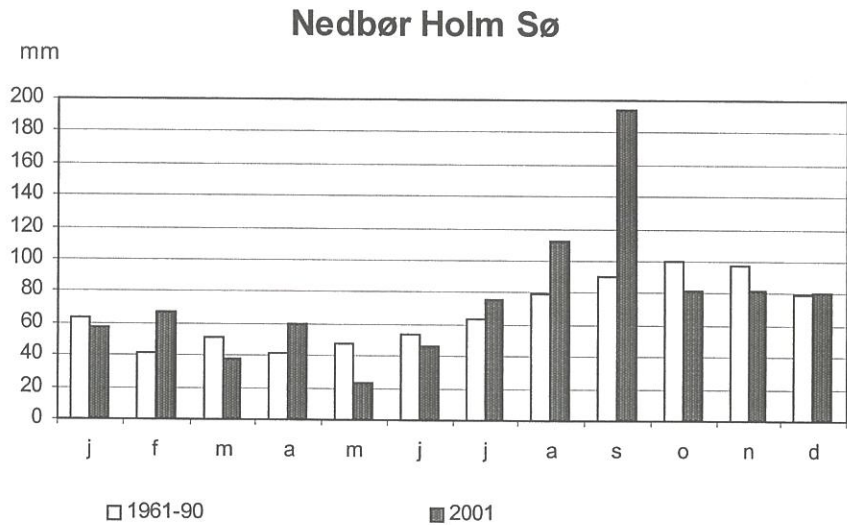
Figur 2.2. Holm Sø. Indstråling (antal soltimer) i 2001 fra Vester Vedsted og tilsvarende værdier fra st. 24340 Lyngvig Fyr i perioden 1973-88.

I 2001 var der 1795 soltimer, hvilket er 11,7% højere end gennemsnittet for perioden 1973-88. Antallet af soltimer var væsentligt højere end normalt i maj, juli, august, november og december (figur 2.2), hvorimod der kun i september var væsentligt færre soltimer end normalt. Den største forskel var i juli, hvor solen skinnede 86 timer mere end i normalperioden.

Nedbør

Den gennemsnitlige nedbør (ukorrigeret) for 2001 var 917 mm for klimagrid 10029, hvor Holm Sø er beliggende. Dette er 14% mere end normalværdien på 808 mm nedbør for perioden 1961-90. Mest markant er nedbørsforskellen i august og især i september, hvor der faldt ca. 30 mm og

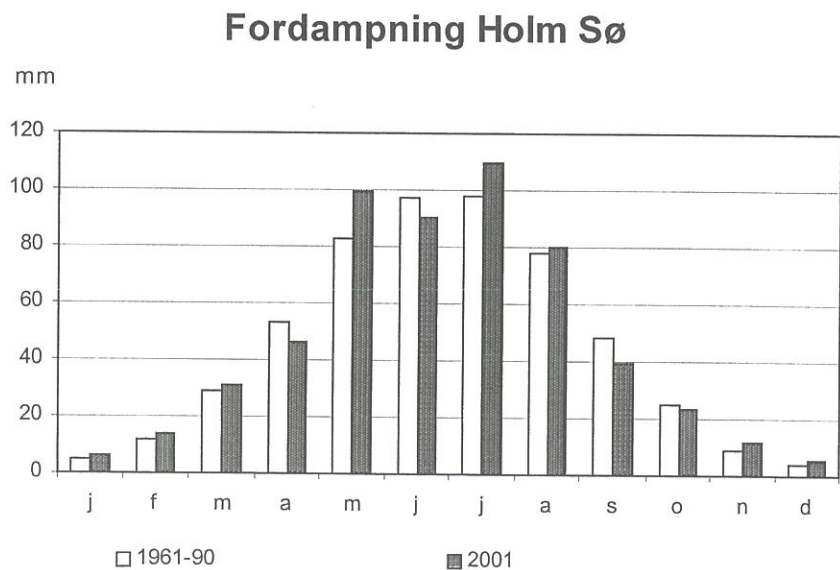
godt 100 mm nedbør mere end i normalperioden (figur 2.3). I august er nedbørsforskellen sandsynligvis forårsaget af flere tordenbyger, idet temperaturen var højere og antallet af soltimer større end i normalperioden, hvorimod den store nedbørsmængde i september faldt som regn. I hver af månederne marts, maj, oktober og november faldt der 15-25 mm mindre nedbør end normalt.



Figur 2.3. Nedbør (mm) ved Holm Sø i 2001 og som normalværdier for perioden 1961-90. Der er benyttet ukorrigerede griddata for grid 10029.

Fordampning

I 2001 var fordampningen ved Holm Sø 556 mm, hvilket kun er 3% mere end for normalperioden 1961-90 (541 mm). I april, juni, september og oktober var fordampningen mindre end i normalperioden (figur 2.4). Kun i maj og juli var der mere end 10 mms forskel mellem 2001 og normalperioden. Forskellen mellem værdierne for fordampning i 2001 og normalperioden var i høj grad bestemt af temperaturen og antallet af soltimer.

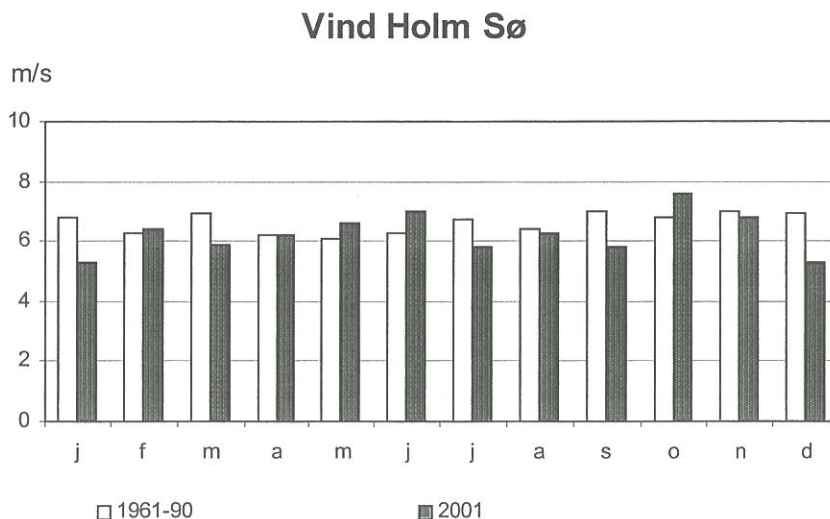


Figur 2.4. Fordampning (mm) ved Holm Sø i 2001 og som normalværdier for perioden 1961-90. Der er benyttet griddata for grid 20008.

Vind

For vind er beregnet den gennemsnitlige vindhastighed (m/s). I 2001 er der ligesom for indstråling benyttet data fra Vester Vedsted sydvest for Ribe. Til sammenligning er benyttet normalværdier for perioden 1961-90 ved st. 6089 Sædenstrand Fyr (ved Esbjerg).

I 2001 var den gennemsnitlige vindhastighed 6% mindre end for normalperioden 1961-90. I normalperioden var den gennemsnitlige vindhastighed 6,6 m/s for hele året, med værdier for de enkelte måneder på 6,1-7,0 m/s. I 2001 var den gennemsnitlige årsværdi 6,3 m/s, og i løbet af året var vindhastighederne i de enkelte måneder gennemsnitligt 5,3-7,6 m/s, og altså således fra 23% lavere (december) til 12% højere (oktober) end i normalperioden (figur 2.5).



Figur 2.5. Holm Sø. Vindhastigheder (m/s) i 2001 fra Vester Vedsted og som normalværdier for 1961-90 fra st. 6089 Sædenstrand Fyr.

2.4 Stofbalance

Tilstrømning

Tilstrømningen af vand til Holm Sø er beregnet ved at anvende den arealspecifikke afstrømning fra Langslade Rende, beliggende få kilometer fra Holm Sø. Det er vurderet, at det hydrologiske opland til søen er 96 ha.

Vandstand

Vandstanden varierede i 2001 mellem et minimum på 11,87 m DNN i august og et maksimum på 12,2 m DNN i marts.

Vandbalance

Vandbalancen for Holm Sø fremgår af tabel 2.2. Den totale vandtilførsel i 2001 var 294.000 m³, hvilket er lidt lavere end i 2000, hvor den totale vandtilførsel var 310.000 m³. Vandtilførslen i det tørreste og det vådeste år i overvågningsperioden var henholdsvis 110.000 m³ (1996) og 506.000 m³ (1999).

Hydraulisk opholdstid

Den hydrauliske opholdstid kan beregnes på baggrund af den udsivende mængde vand, og er således 0,4 år for 2001.

	Umålt opland	Nedbør	Fordampning	Magasinændring	Udsivning
Jan	21,4	8,1	0,9	7,2	21,4
Feb	21,9	12,0	2,0	6,0	25,9
Mar	11,4	5,5	4,5	-0,6	13,0
Apr	13,3	9,0	6,6	-1,8	17,5
Maj	8,5	3,1	14,3	-18,0	15,3
Jun	4,6	6,4	13,0	-8,4	6,4
Jul	1,7	10,5	15,8	-8,4	4,7
Aug	1,3	14,7	11,5	0,0	4,5
Sep	14,3	25,4	5,6	16,8	17,3
Okt	20,4	10,9	3,4	2,4	25,4
Nov	17,4	11,5	1,6	4,2	23,0
Dec	28,0	12,7	0,8	1,2	38,7
Total	164	130	80	1	213

Tabel 2.2. Vandbalance for Holm Sø 2001. Alle tal er i enheden 1000 m³. Bidraget fra umålt opland er beregnet med den arealspecifikke afstrømning fra Langslade Rende.

Næringsstofbalance

Næringsstofbalancen for Holm Sø 2001 fremgår af tabel 2.3. Bidraget af næringsstoffer fra oplandet er beregnet på grundlag af det arealspecifikke bidrag fra Langslade Rende, der, ligesom oplandet til Holm Sø, er naturopland med grovsandet jord. Bidraget fra atmosfæren er sat til 14,4 kg N/ha og 0,09 kg P/ha. Ved beregningen af udsivningen er søkoncentrationerne anvendt. Der kan ikke opstilles en jernbalance for Holm Sø, idet søen hverken har tilløb eller afløb.

Kvælstofretentionen (tilførsel-udsivning) var 200 kg i 2001, hvilket svarer til 64% af den tilførte mængde. Fosforretentionen var 9,8 kg i 2001, hvilket svarer til 62% af den tilførte mængde.

	Kvælstof	Fosfor
Atmosfærisk bidrag	173	1,1
Umålt opland	139	14,7
Total tilførsel	312	15,8
Udsivning	112	6,0
Retention	200	9,8

Tabel 2.3. Næringsstofbalance (kg) for Holm Sø 2001.

Den anvendte arealkoefficient for fosfor er sandsynligvis for høj, evt. kombineret med et for stort hydrologisk opland (Søerne i Ribe Amt, Vandmiljøovervågning, 1997). Derfor skal vand- og stofbalancen tages med forbehold. Den høje arealkoefficient for Langslade Rende kan skyldes, at vandløbet modtager fosforholdigt grundvand og ikke udelukkende diffus tilstrømning fra oplandet. Netop i dette område er fosforkoncentrationen i grundvandet meget højt (0,2-0,4 mg Total P/l) grundet marine aflejringer.

2.5 Vandkemiske og -fysiske forhold

Prøvetagningsstation

I forbindelse med undersøgelserne i 1989 til 2001 er der udtaget vandprøver til kemisk analyse på én station i søen. Desuden er der registreret vandstand, iltkoncentration, vandtemperatur og sigtddybde. Prøvetagningsstationens beliggenhed fremgår af bilag 1.2. Dog er der i forbindelse med isdække af søen udtaget enkeltprøve til kemisk analyse, og der er registreret så mange som muligt af de øvrige parametre. Resultaterne af de vandkemiske undersøgelser fremgår af figur 2.6, figur 2.7, bilag 1.3 og bilag 1.4.

2001

I 2001 var der større udsving på enkelte parametre. I januar var pH 4, hvilket er lavere end sædvanligt. Ved denne prøvetagning var der is på søen, hvorfor der blev udtaget en enkeltprøve af vand på lav dybde. Ingen andre parametre synes at være påvirket af isdækket. Siliciumkoncentrationen i januar var høj, men ikke højere end ved andre vinterprøvetagninger. I august var der af uforklarlige årsager meget høje koncentrationer af fosfor – der blev målt total-fosforkoncentrationer på henholdsvis 63 og 130 µg/l. I løbet af 2001 var der to store klorofyl-maksima, begge på 26 µg/l, som følge af forhøjede koncentrationer af planteplankton (se afsnit 2.6). De forhøjede planktonkoncentrationer medvirkede til sammenhørende stigninger i suspenderet stof.

Udvikling 1989-2001

Til test af tidsmæssige udviklinger er der i 1999 til 2001 benyttet "Kendall trend test". Der er derved sket et skift fra lineær regressionsanalyse, som er benyttet indtil 1998, til den non-parametriske Kendall trend test.

I perioden 1989-2001 har der kun været en signifikant udvikling ($p < 0,05$) i de vandkemiske parametre, hvad angår ledningsevne. Ledningsevnen beregnet som tidsvægtede årsgennemsnit og sommergennemsnit er således af ukendte årsager reduceret i årene siden 1989. Resultaterne fra den statistiske analyse fremgår af bilag 1.3 og 1.4.

I 1996 var fosfor- og kvælstof-niveauet som følge af meget lav vandstand det højeste for hele overvågningsperioden (1989-2001). Siden 1996 har koncentrationen af kvælstof stort set været faldende, hvorimod der i de seneste år har været flere tilfælde af forhøjede fosforkoncentrationer.

Surhedsgrad

Holm Sø er en hedesø, som af naturlige årsager er survandet. Der er ikke tegn på, at søen har undergået en forsuring i overvågningsperioden siden 1989, se figur 2.7. På grund af lav vandstand i 1997 og især i 1996 har der i disse år tværtimod været tale om en pH-stigning.

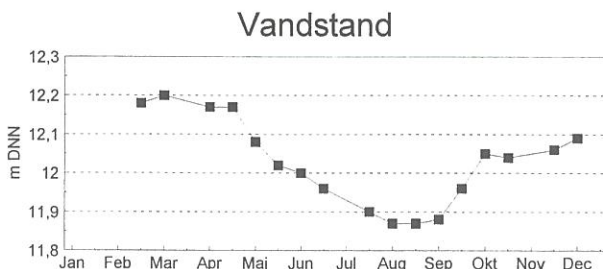
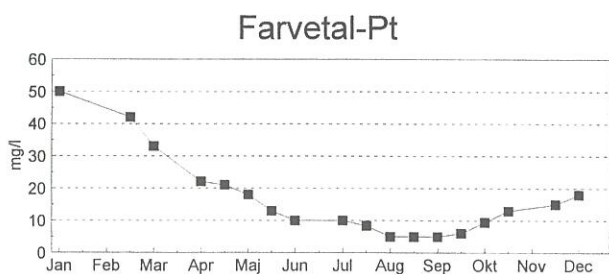
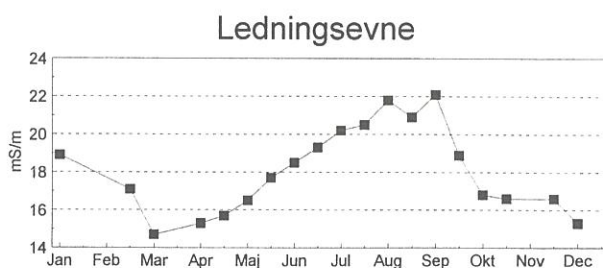
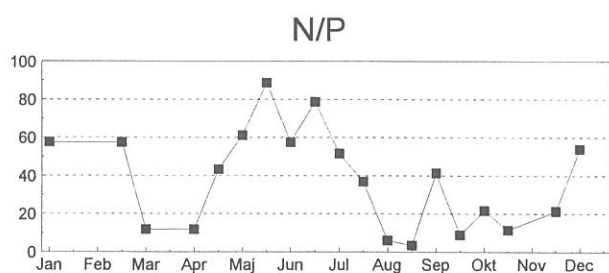
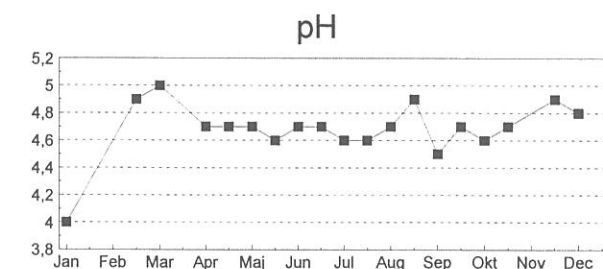
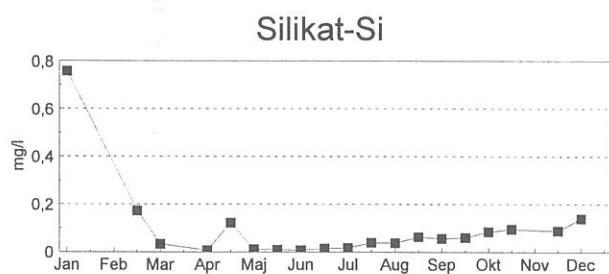
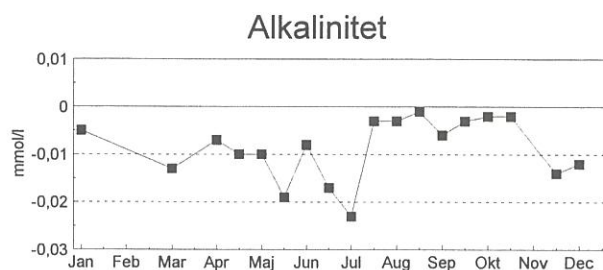
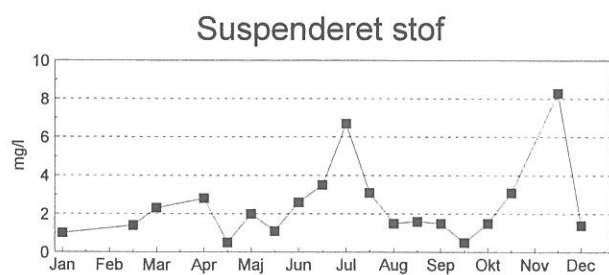
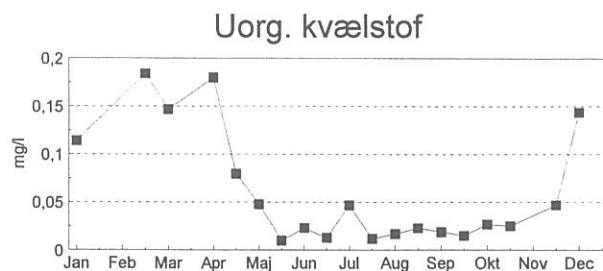
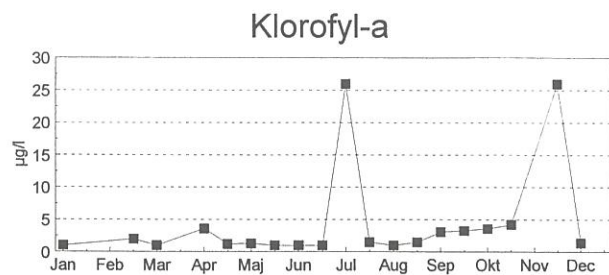
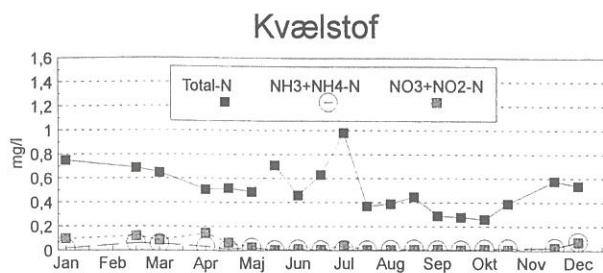
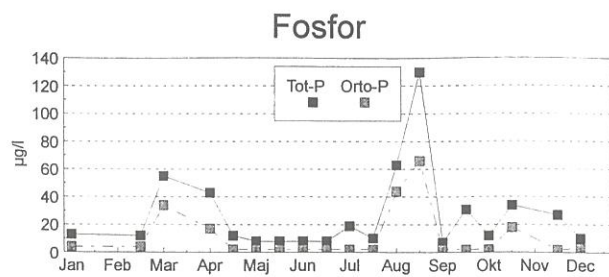


Fig. 2.6. Fysiske og vandkemiske målinger i Holm Sø 2001.

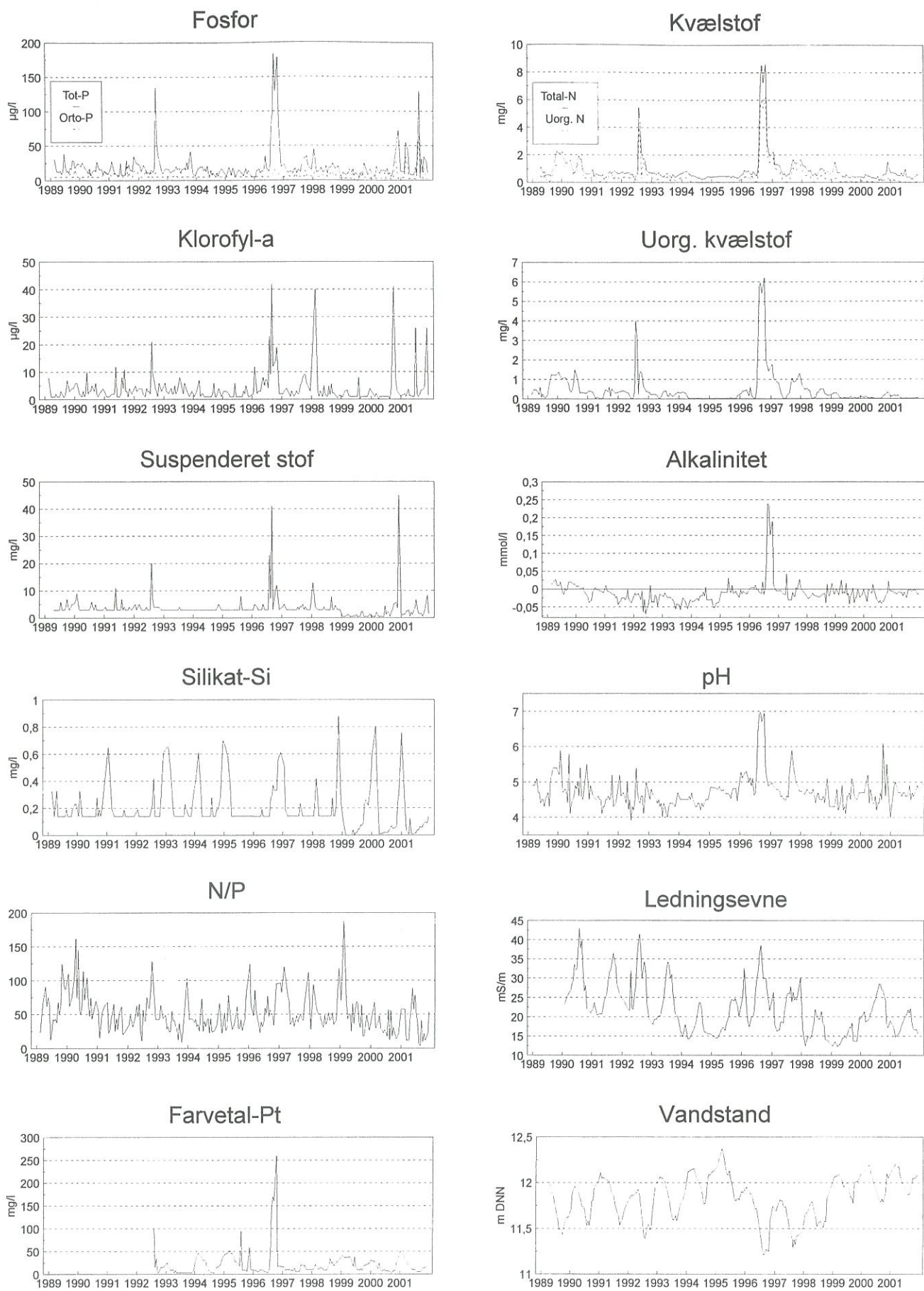
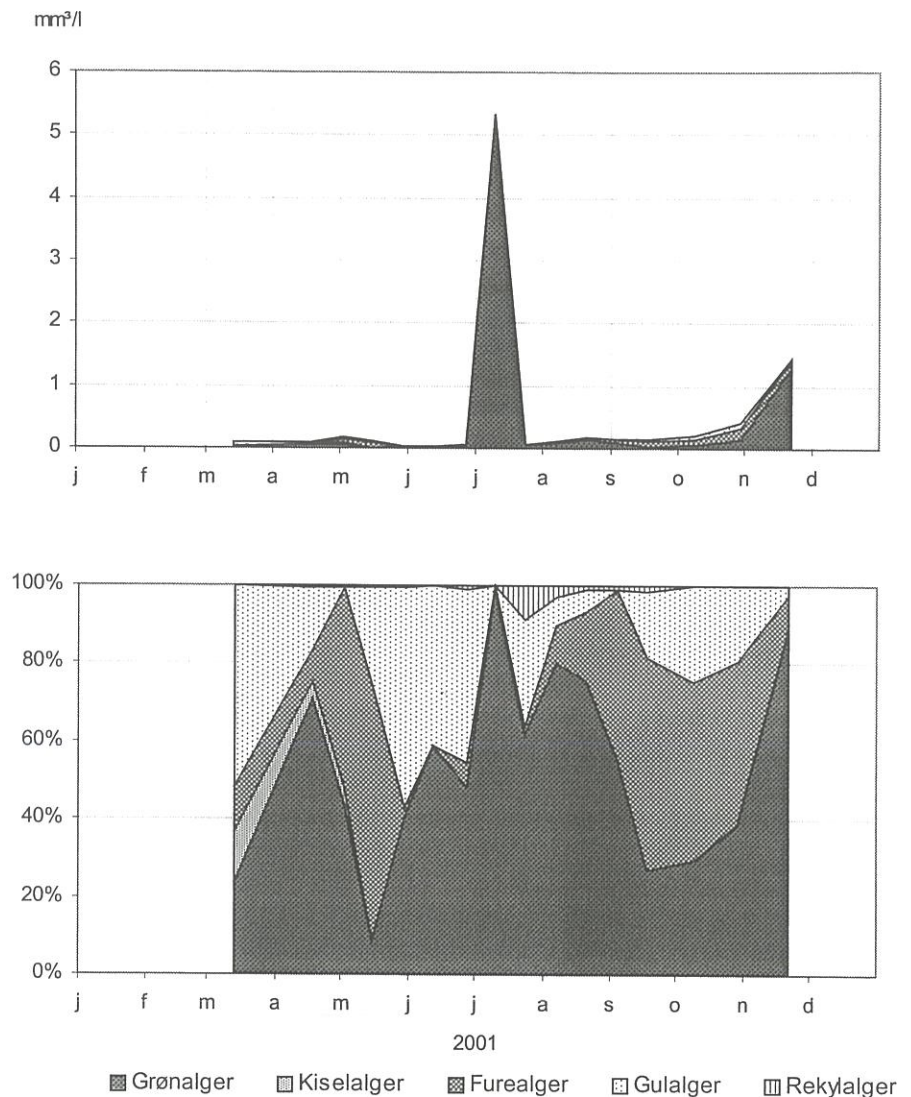


Fig. 2.7. Fysiske og vandkemiske målinger i Holm Sø 1989-2001.

2.6 Planteplankton

Rådata fra undersøgelsen af plante- og dyreplankton i Holm Sø fremgår af bilagsrapporten "Holm Sø 2001 - Plante- og dyreplankton."

Biomassen af de enkelte algegrupper og planteplanktons procentvise sammensætning i årets løb fremgår af figur 2.8.



Figur 2.8. Holm Sø 2001. Planteplanktonbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper.

I 2001 blev planteplankton undersøgt i perioden 14. marts – 22. november. Den totale planteplanktonbiomasse i Holm Sø varierede i 2001 mellem 0,036 mm^3/l i juni og 5,4 mm^3/l i juli. Den gennemsnitlige totale biomasse fra perioden marts-oktober var 0,43 mm^3/l og fra sommerperioden, maj-september, 0,57 mm^3/l . Grønalger udgjorde 84% i marts-oktober og 91% i maj-september. Furealger udgjorde 9% i marts-oktober og 6% i maj-september.

Bortset fra to maksima i hhv. juli og november var biomassen af planteplankton mindre end 1 mm^3/l i hele prøvetagningsperioden. De to maksima på hhv. 5,3 og 1,3 mm^3/l var begge domineret af grønalger (i juli 99%, i

november 88%). I maj-juni var den totale biomasse meget lav (0,036-0,055 mm³/l). I den periode dominerede furealger.

Artssammensætning

I 2001 blev der fundet i alt 56 arter/identifikationsgrupper. Heraf var 12 arter fra næringskrævende grupper: 5 blågrønalger, 6 chlorococcale grønalger og 1 øjealge, og 33 arter var rent-/survandsarter: 4 furealger, 1 raphidophycé, 9 gulalger, 1 pennat kiselalge fra surt vand (*Tabellaria binalis*) og 18 koblingsalger.

Der blev optalt 21 arter/identifikationsgrupper, hvoraf 6 arter udgjorde 93% af den gennemsnitlige biomasse i marts-oktober og 6 arter udgjorde 95% af den gennemsnitlige biomasse i maj-september.

Det totale antal arter/grupper i prøverne lå mellem 11 og 30, lavest først i maj og sidst i juli, højest i juni og første halvdel af juli samt sidst i oktober og november.

Nanno- og picoplanktiske arter dominerede i marts-april (gulalgen *Chromulina* og den ulotrichale grønalge *Stichococcus* sp.). Store furealger (*Peridinium willei*) dominerede i første halvdel af maj og i september-oktober. Nannoplanktiske gulalger dominerede i slutningen af maj (*Ochromonas* spp. (5-10 µm) og *Chromulina* spp.) og første halvdel af juni (*Ochromonas* spp. (5-10 µm) ligeledes sidst i juni. Desmidiaceen *Cosmarium depressum* dominerede i første halvdel af juni og den chlorococcale grønalge *Botryococcus* spp. sidst i juni. Store trådformede koblingsalger (*Mougeotia* spp.) dominerede biomassen først i juli, i august-september, sidst i oktober og i november.

Blågrønalger

Blågrønalger var kvantitativt uden betydning i 2001.

Der blev fundet 5 blågrønalgearter, hvoraf følgende var de vigtigste: *Merismopedia elegans* fandtes i maj-juni og august-oktober, *Oscillatoria* sp. i juni og oktober, og *Pseudanabaena limnetica* i oktober-november.

Rekylalger

Den gennemsnitlige biomasse af rekylalger var 0,001 mm³/l (0,3%) i marts-oktober og 0,002 mm³/l (0,3%) i maj-september.

Rekylalger fandtes hele året. *Cryptomonas* spp. (20-30 µm) havde et lille biomassemaksimum på 0,006 mm³/l (9% af den totale biomasse) sidst i juli.

Furealger

Den gennemsnitlige biomasse af furealger var 0,041 mm³/l (9%) i marts-oktober og 0,032 mm³/l (6%) i maj-september. Furealger fandtes i alle prøver fra marts-november og havde to små maksima, på 0,084 mm³/l i maj og 0,17 mm³/l i oktober, hvor de udgjorde hhv. 51% og 41% af den totale biomasse.

Der blev fundet 4 arter/slægter af furealger, heraf udgjorde *Peridinium willei* størstedelen af furealgerens biomasse. Den fandtes i alle prøver, bortset fra juli, og dominerede i første halvdel af maj, hvor dens biomasse var 0,076-0,084 mm³/l (51-65% af den totale biomasse) samt i september-oktober, hvor dens biomasse var 0,058-0,17 mm³/l (39-52% af den totale biomasse).

Peridinium umbonatum-gruppe fandtes størstedelen af året. Dens maksimale biomasse var 0,01 mm³/l i august (9% af den totale biomasse). *Gymnodinium* spp. fandtes i prøverne fra sidst i maj til november. Den havde et maksimum på 0,007 mm³/l i begyndelsen af oktober.

Raphidophyceer

Gonyostomum semen optrådte sporadisk i prøverne fra august-november og var uden kvantitativ betydning.

Gulalger

Den gennemsnitlige biomasse af gulalger var 0,023 mm³/l (5%) i marts-oktober og 0,016 mm³/l (3%) i maj-september. Gulalger havde 3 små maksima: 0,047 mm³/l i marts, 0,029 mm³/l i maj og 0,079 mm³/l i oktober. De dominerede planteplanktonsamfundet i marts og sidst i maj og var subdominerende i april, juni, sidst i juli samt i september-oktober.

Der blev fundet 9 gulalgearter/slægter. Den kvantitativt vigtigste art var *Chromulina* spp., der udgjorde 4% af den gennemsnitlige biomasse i marts-oktober og 2% i maj-september. Den fandtes i alle prøver og havde 5 maksima på 0,015-0,044 mm³/l i marts, maj-juli og oktober, hvor den udgjorde 11-41% af den totale biomasse.

Dinobryon pediforme fandtes i næsten alle prøver fra sidst i juni til november. Den havde et lille maksimum på 0,001 mm³/l i juli, hvor den udgjorde 1% af den totale biomasse. *Dinobryon cylindricum* fandtes i marts-maj. Den havde et lille maksimum på 0,003 mm³/l i april, hvor den udgjorde 4% af den totale biomasse. *Dinobryon sertularia* fandtes i marts-maj og august-september.

Kiselalger

Den gennemsnitlige biomasse af kiselalger var 0,004 mm³/l (1% af den gennemsnitlige totale biomasse) i både marts-oktober og maj-september. Kiselalger fandtes i alle prøver bortset fra sidst i juli - sidst i august. De havde maksimum i marts (0,012 mm³/l), hvor de udgjorde 13% af den totale biomasse.

Der blev fundet tre pennate kiselalger, der plejer at optræde i søen: *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa* og *T. binalis*. *T. fenestrata* var kvantitativt den vigtigste. Den fandtes i marts-maj, juli og oktober-november og havde et lille maksimum i marts på 0,012 mm³/l. Alle tre arter er hjemmehørende i surt vand.

Grønalger

Den gennemsnitlige biomasse af grønalger var 0,36 mm³/l (84% af den gennemsnitlige totale biomasse) fra marts-oktober og 0,52 mm³/l (91%) fra maj-september.

Grønalger fandtes i søen hele året, oftest i en blanding af meget små og meget store former. De var kvantitativt vigtigst sommer og efterår, hvor de havde to store maksima på hhv. 5,3 mm³/l i juli og 1,3 mm³/l i november. Under disse maksima udgjorde grønalger hhv. 99% og 88% af den totale biomasse.

Der blev i alt fundet 30 arter/slægter/identifikationsgrupper af grønalger, heraf 6 chlorococcale, 2 volvocale, 2 ulotrichale, 2 oedogoniale og 18 koblingsalger. Den kvantitativt vigtigste art i søen i 2001 var en stor

trådformet koblingsalge, *Mougeotia* sp., der udgjorde hhv. 71% og 79% af den gennemsnitlige biomasse fra marts-oktober og maj-september.

Den stavformede ulotrichale *Stichococcus* spp. optrådte i april-maj med en biomasse på 0,052-0,062 mm³/l. Den udgjorde da 37-63% af den totale biomasse. *Chlamydomonas* spp. (5-10 µm) fandtes i alle prøver. Den havde to maksima: 0,077 mm³/l (1%) først i juli og 0,071 mm³/l (39%) sidst i august. Den kolonidannende *Botryococcus* sp. fandtes i alle prøver fra april-november. Den havde et maksimum på 0,16 mm³/l (3%) i juli, samtidig med *Chlamydomonas*. En stor trådformet koblingsalge, *Bambusina brebissonii*, fandtes i prøver fra juni-juli og november. Den havde et maksimum på 0,051 mm³/l (1%) først i juli sammen med maksima af de øvrige grønalgearter. Desmidiaceen *Cosmarium depressum* fandtes i alle prøver. Den havde maksimum sammen med de øvrige grønalgearter i første halvdel af juli, hvor dens biomasse var 0,04 mm³/l (1% af den totale biomasse).

Derudover fandtes adskillige andre desmidiacé-arter i prøverne: *Closterium macilentum*, *Cl. parvulum*, *Cl. pronum*, *Cosmarium contractum*, *Cylindrocystis brebissonii*, *Euastrum gayanum*, *Staurodesmus margaritaceum*, *St. punctulatum*, *Staurodesmus dejectus*, *Tetmemorus granulatus* og *Zygonium* sp..

Sammenligning med planteplanktonsamfundet 1989-2000

Figur 2.9 viser planteplanktonets biomasse og procentvise sammensætning som gennemsnit for sommerperioden (maj-september) 1989-2001.

Biomasse

I alle år 1989-2001 var biomassen lav. Den gennemsnitlige biomasse fra sommerperioden svingede mellem 0,12 mm³/l i 1999 og 1,1 mm³/l i 1992, de fleste år i intervallet 0,22-0,74 mm³/l. I 2001 var den 0,57 mm³/l.

Dominerende arter

Blågrønalger har udgjort en væsentlig del af biomassen i 1992 (12%) og 1998 (13%). Den eneste art af kvantitativ betydning var en lille stavformet art, *Synechococcus elongatus*.

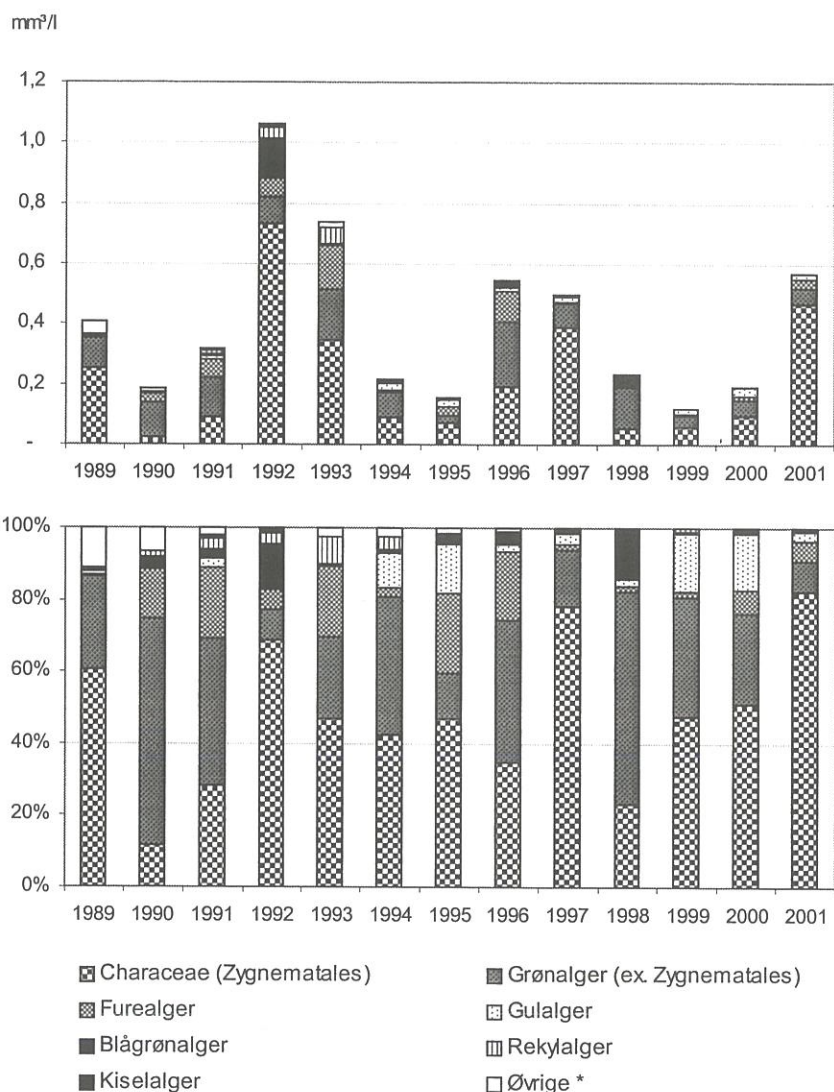
Furealger har udgjort en betydelig del af sommerbiomassen i 1990 (14%), 1991 (20%), 1995 (22%) og 1996 (19%). I 2001 var de subdominerende, selvom de kun udgjorde 6 % af sommerbiomassen. *Peridinium willei* var subdominerende art i 1990 (14%), 1995-1996 (19%) og 2001 (5%), *P. umbonatum*-gruppen i 1991 (14%) og 1993 (15%).

Gulalger udgjorde en betydelig del af sommerbiomassen i 1994 (10%), 1995 (14%), 1999 (16%) og 2000 (16%). De vigtigste arter var *Chromulina* spp., *Dinobryon sertularia* og *Ochromonas* sp. Den skælbærende gulalge *Synura sphagnicola*, blev fundet regelmæssigt i søen i 1989-97, men kun sporadisk eller slet ikke i 1998-2000. I 2001 blev den fundet i september og november.

Grønalger har domineret sommerbiomassen i alle år (60-94%). Bortset fra 1990 og 1998 har koblingsalgen *Mougeotia* spp. været den vigtigste art (31-79%). I 1990 og 1998 var *Oedogonium* spp. vigtigst (26%).

Nygaards planteplanktonkvotient

Nygaards sammensatte planteplanktonkvotient udregnet på den samlede artsliste, Q^1 svingede i 1989-2001 mellem 0,7 og 1,3. I de seneste 5 år har planteplanktonkvotienten været følgende: 1997 = 0,8, 1998 = 0,8, 1999 = 0,7, 2000 = 0,8, og 2001 = 0,7. Alle år har der været en tydelig dominans af arter fra surt og næringsfattigt vand.

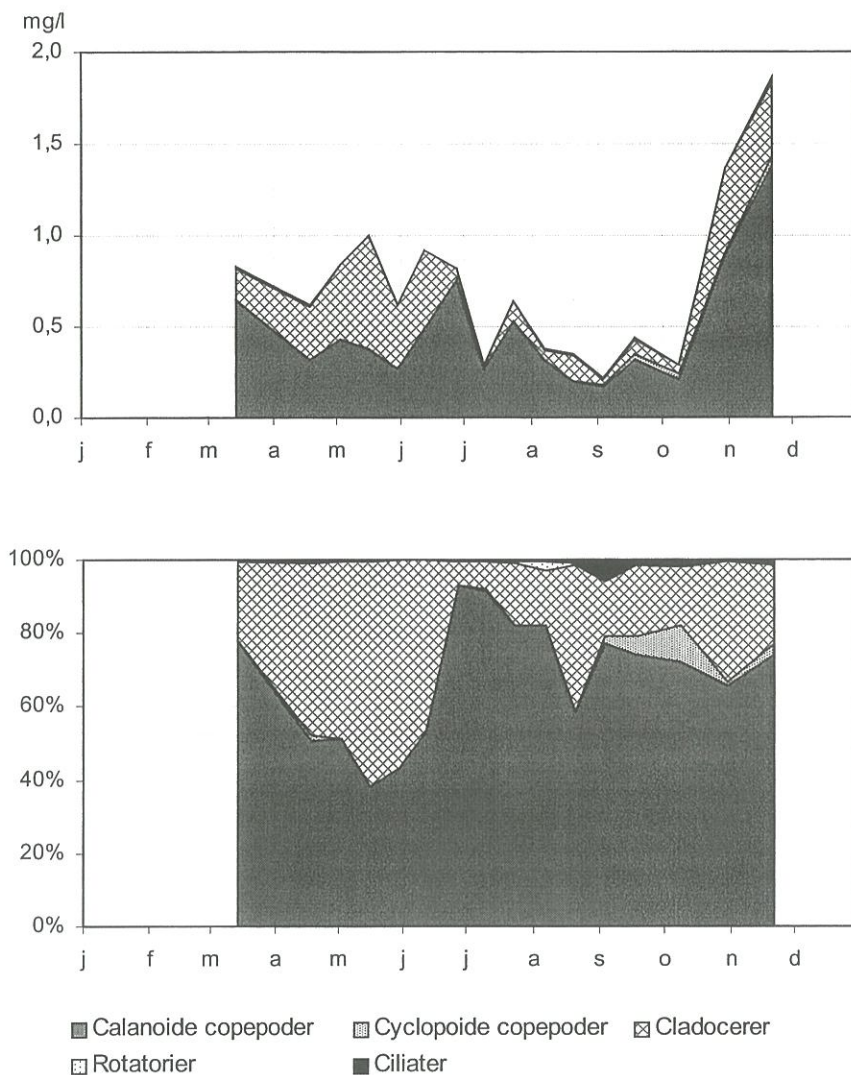


Figur 2.9. Holm Sø 2001. Planteplanktonbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper 1989-2001. Tidsvægtede sommergennemsnit (perioden maj-september).

¹ $Q = \text{Sum af antal arter af (Blågrønalger, centriske kiselalger, chlorococcale grønalger, ojealger)} / \text{antal arter af desmidiaceer (koblingsalger)}$. (Nygaard 1949). Q angiver forholdet mellem arter fra næringsrige og næringsfattige levesteder, er hvert år udregnet fra den samlede artsliste. $Q < 1$ oligotrofi, $Q = 1 - 2,5$ mesotrofi, $Q = 3-5$ moderat eutrofi, $Q = 5-20$ eutrofi, $Q = >20$ organisk forurening.

2.7 Dyreplankton

I 2001 blev dyreplankton undersøgt i perioden 14. marts – 22. november. Biomassen af de enkelte dyreplanktongrupper og dyreplanktons procentvise sammensætning i løbet af året fremgår af figur 2.10.



Figur 2.10. Holm Sø 2001. Dyreplanktonbiomasse (mg vådvægt/l) og procentvis fordeling på hovedgrupper.

Den samlede dyreplanktonbiomasse i Holm Sø 2001 varierede mellem 0,22 mg/l i begyndelsen af september og 1,9 mg/l i november. Den gennemsnitlige biomasse var 0,61 mg/l i perioden marts-oktober og 0,58 mg/l i sommerperioden maj-september.

Fra marts til sidst i juni varierede dyreplanktonbiomassen mellem 0,62 mg/l og 1,0 mg/l og faldt herefter den til et niveau på 0,2-0,6 mg/l i juli-oktober. Sidst i oktober steg biomassen drastisk til årsmaksimum i november (1,9 mg/l), der var domineret af *Eudiaptomus gracilis*.

Gennemsnitligt var copepoder den vigtigste dyregruppe, både i perioden marts-oktober (63%) og i sommerperioden maj-september (65%). Clado-

cerer var den næstvigtigste gruppe med henholdsvis 36% og 34% i de to perioder. Ciliater og rotatorier havde meget ringe betydning, idet de tilsammen udgjorde 1% af den totale gennemsnitlige biomasse i begge perioder.

Cladocerer var den vigtigste dyregruppe i maj, hvorimod copepoder dominerede resten af året.

Artssammensætning

Der blev i alt observeret 36 arter/slægter/grupper af ciliater, rotatorier og krebsdyr i Holm Sø 2001. Det er noget færre end i 2000 (46 arter/slægter/grupper), hvor der især fandtes flere rotatorier.

Ciliater

Ciliaters gennemsnitlige biomasse var meget lav 0,004 mg/l både i perioden marts-oktober og i sommerperioden maj-september, hvilket svarer til 1% af den samlede gennemsnitlige dyreplanktonbiomasse fra disse perioder. De opnåede den højeste biomasse i november (0,029 mg/l), hvor de udgjorde 2% af den totale biomasse. Resten af året udgjorde de 0-5%.

Der blev identificeret 1 slægt. Derudover blev der fundet ciliater indenfor følgende størrelsesgrupper: kugleformede <20 µm, 20-100 µm samt >100 µm og ellipseformede >100 µm. *Strombidium/Strombilidium* spp. fandtes på alle prøvedatoer og udgjorde 5% af den totale biomasse i begyndelsen af september.

Rotatorier

Rotatoriens biomasse var særdeles lav i hele prøvetagningsperioden. Gennemsnitligt var den 0,002 mg/l i både perioden marts-oktober og maj-september, svarende til en andel på mindre end 1% af den samlede dyreplanktonbiomasse i begge perioder. Rotatorier var uden kvantitativ betydning hele året. I august og begyndelsen af september udgjorde de 1-3% af den samlede biomasse, ellers var deres andel under 1%.

Der blev fundet 13 rotatoriearter. Alle var svagt repræsenteret. *Asplanchna priodonta*, der især fandtes sidst på sommeren, var den vigtigste.

Cladocerer

Cladocerers gennemsnitlige biomasse var 0,22 mg/l i marts-oktober og 0,20 i maj-september, svarende til en andel på henholdsvis 36% og 34% af dyreplanktonbiomassen. De fandtes hele året og havde maksimum midt i maj (0,61 mg/l) og sidst i oktober (0,45 mg/l). Cladocerer havde størst betydning fra midt i april til midt i juni, hvor de udgjorde 47-61% af den totale biomasse, samt på en enkelt dato sidst i august (40%) og sidst i oktober (33%). Resten af året udgjorde de 6-22%.

Der blev fundet 15 cladocerarter. *Bosmina longispina* dominerede cladocerbiomassen hele året, bortset fra en periode sidst på sommeren. *Bosmina longirostris* fandtes sensommer og efterår og udgjorde 12-32% af den totale biomasse i august. *Polyphemus pediculus* fandtes spredt i løbet af året, men udgjorde maksimalt 9% af den totale biomasse (midt i juli). *Acantholeberis curvirostris* fandtes i september-november, hvor den udgjorde 0-8%.

Copepoder

Copepoder bestod næsten udelukkende af calanoide copepoder, hvis biomasse var 0,38 mg/l i perioden marts-oktober og 0,37 mg/l i maj-september, svarende til henholdsvis 62% og 64% af den totale gennem-

snitlige dyreplanktonbiomasse. Cyclopoide copepoder udgjorde i gennemsnit 1% i begge perioder. Copepodbiomassen svingede en del i løbet af året og havde de største maksima i marts (0,65 mg/l), juni (0,76 mg/l) og november (1,4 mg/l). Calanoide copepoder dominerede stort set dyreplanktonsamfundet hele året og udgjorde 51-93% af den totale biomasse, bortset fra sidst halvdel af maj, hvor de kun udgjorde 38-43%. Cyclopoide copepoder udgjorde 1-10% af den totale biomasse i september-november og 0-1% resten af året.

Den calanoide art, *Eudiaptomus gracilis*, udgjorde over 98% af den gennemsnitlige copepodbiomasse. Alle udviklingsstadier af denne art fandtes i hele prøvetagningsperioden. Cyclopoide copepoditer fandtes især i september-november og *Mesocyclops* copepoditer på en enkelt dato i oktober. Voksne *Cyclops strenuus* fandtes på en enkelt dato i november.

Dyreplanktons potentielle fødeoptagelse i 2001

Dyreplanktons potentielle fødeoptagelse varierede mellem 8,7 µg/l/d i juli og 71 µg/l/d i november. Den gennemsnitlige fødeoptagelse var 23 µg C/l/d i marts-oktober og 21 µg C/l/d i maj-september.

Cladocerer og calanoide copepoder udgjorde næsten lige store andele af den gennemsnitlige fødeoptagelse. De udgjorde henholdsvis 47% og 42% i perioden marts-oktober og 44% og 45% i sommerperioden maj-september. Ciliater udgjorde 11% i perioden marts-oktober og 10% i sommerperioden. Rotatorier og cyclopoide copepoder var uden betydning (0-1% i begge perioder).

Calanoide copepoder dominerede fødeoptagelsen i marts (61%), fra sidst i juni til først i august (66-79%) samt fra midt i september til november (44-79%). Resten af året udgjorde de calanoide copepoders fødeoptagelse 23-27% af den totale fødeoptagelse. Cladocerer dominerede fra april til midt i juni og sidst i august (50-72%). Resten af året udgjorde deres fødeoptagelse 8-33% af den totale fødeoptagelse. Ciliaters fødeoptagelse dominerede i begyndelsen af september (50%), og deres fødeoptagelse udgjorde 1-29% resten af året.

Sammenligning med dyreplanktonsamfundet 1989-2000

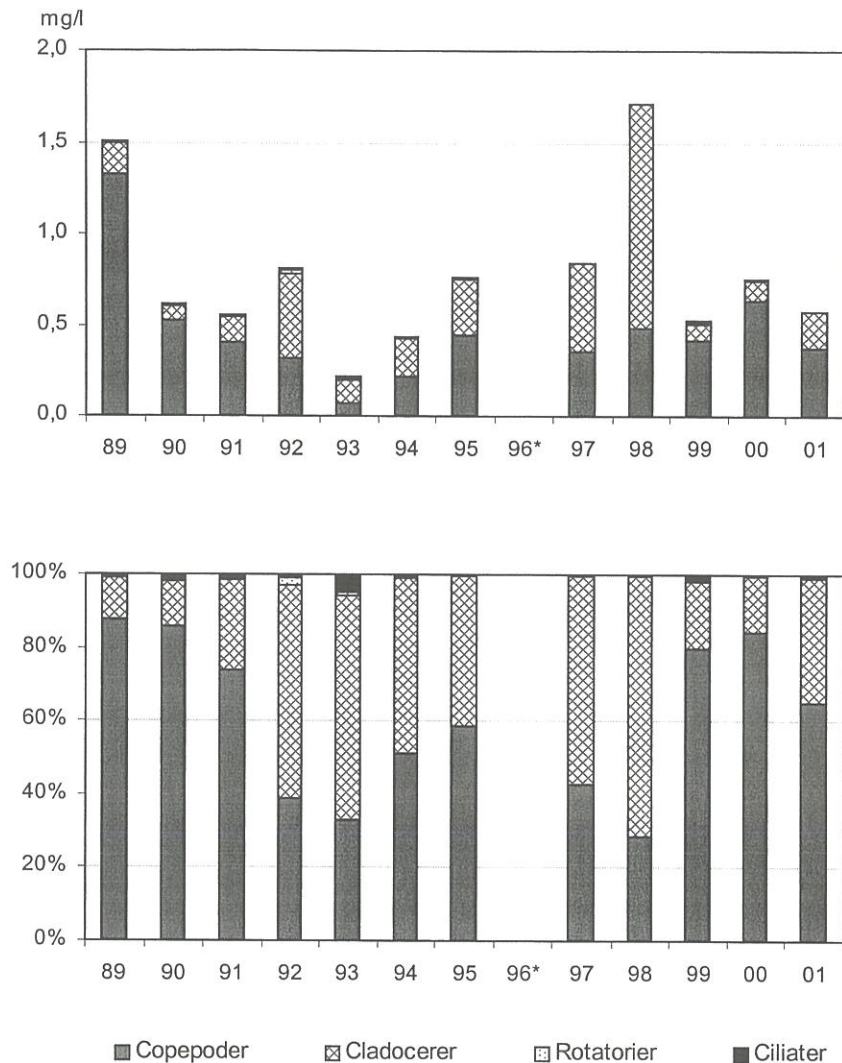
Dyreplanktons biomasse og gruppernes procentvise fordeling som gennemsnit i perioden maj-september ses af figur 2.11.

Da undersøgelsesperioden har varieret en del fra år til år, er de gennemsnitsværdier, der refereres til i det følgende, udelukkende fra sommerperioden maj-september. I 1996 blev der ikke taget prøver i august-oktober på grund af for lav vandstand, og dette år er derfor ikke medtaget i sammenligningen.

I 1989 var dyreplanktonbiomassen 1,5 mg/l. I perioden 1990-92 faldt niveauet til 0,62-0,81 mg/l, og i 1993 skete der endnu et fald til 0,21 mg/l, hvilket var undersøgelsesperiodens laveste værdi. Frem til 1995-97 øgedes biomassen jævnt til 0,76-0,84 mg/l. I 1998 var biomassen steget til 1,7 mg/l, men i 1999-2001 var den igen reduceret til 0,52-0,75 mg/l.

Copepoder og cladocerer var på skift de dominerende dyregrupper. Copepoder dominerede i 1989-91, 1994-95 og i 1999-2001 (51-88%). Cladocerer dominerede i 1992-93 og 1997-98 (57-71%). Til sammen udgjorde de to dyregrupper alle år over 97% af den totale gennemsnitlige biomasse, undtagen i 1993, hvor ciliater udgjorde 5%. Rotatorier havde en usædvanlig ringe betydning i Holm Sø. I 1999 udgjorde de 2% af den totale gennemsnitlige biomasse og under 1% resten af årene.

Med hensyn til artssammensætningen er der ikke sket de store ændringer fra år til år. *Bosmina longispina* og *Eudiaptomus gracilis* var alle år de dominerende arter. *Keratella serrulata* var alle år den vigtigste rotatorieart, bortset fra 1999 (*Synchaete* spp.) og 2001 (*Asplanchna priodonta*).



Figur 2.11. Holm Sø 1989-2001. Dyreplanktonbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper 1989-95 og 1997-2001. Gennemsnit for sommerperioden. *1996 er udeladt p.gr.a. manglende prøver i aug-okt.

2.8 Fiskeyngel

Fiskeyngelundersøgelse
2001

Ribe Amt har i samråd med DMU besluttet, at der ikke gennemføres en undersøgelse af fiskeyngel i Holm Sø. Undersøgelsen skulle være foretaget som et led i Nova 2003 søprogrammet og gennemført efter DMU's tekniske anvisning "Fiskeyngelundersøgelser i søer" 1998. På grund af søens ringe dybde og størrelse er der væsentlige tekniske problemer i forhold til metoden. Yderligere skal det nævnes, at der aldrig tidligere er registreret eller set fisk i eller ved Holm Sø.

Elfiskeri

Der er i stedet gennemført en vejledende elbefiskning den 10. juli 2001. Elfiskeriet blev gennemført på to 50 meters strækninger langs bredzonen i den vestlige del af søen.

Resultat af befiskning

Som under befiskningerne i 1991 og 1998-2000 blev der i 2001 heller ikke fanget fisk eller fiskeyngel af nogen art.

Samlet vurdering

Det vurderes, at der stadig ikke er nogen fiskebestand i Holm Sø. Det er søens isolerede beliggenhed uden til- og afløb, samt vandets surhed der formentlig er årsagen til den manglende fiskebestand.

2.9 Sediment

Der er i november 2001 udtaget og analyseret sedimentprøver fra tre stationer i Holm Sø. Stationernes placering fremgår af bilag 1.2. Sedimentsøjlerne er udtaget ned til 30 cm på station 1 og station 3, og ned til 20 cm på station 2. Sedimentsøjlerne er delt i dybdeintervallerne 0-2, 2-5, 5-10, 10-20 og 20-30 cm. Ud over måling af tørstofindholdet og glødetabet, er prøverne analyseret for total-fosfor, total-kvælstof og jern.

Da resultaterne af sedimentanalyserne viste væsentlige forskelle i sammensætningen af sedimentet fra de tre stationer i Holm Sø, er resultaterne fremstillet for hver enkelt station. Resultaterne fremgår af figur 2.12 og bilag 1.6.

Tørstof og glødetab

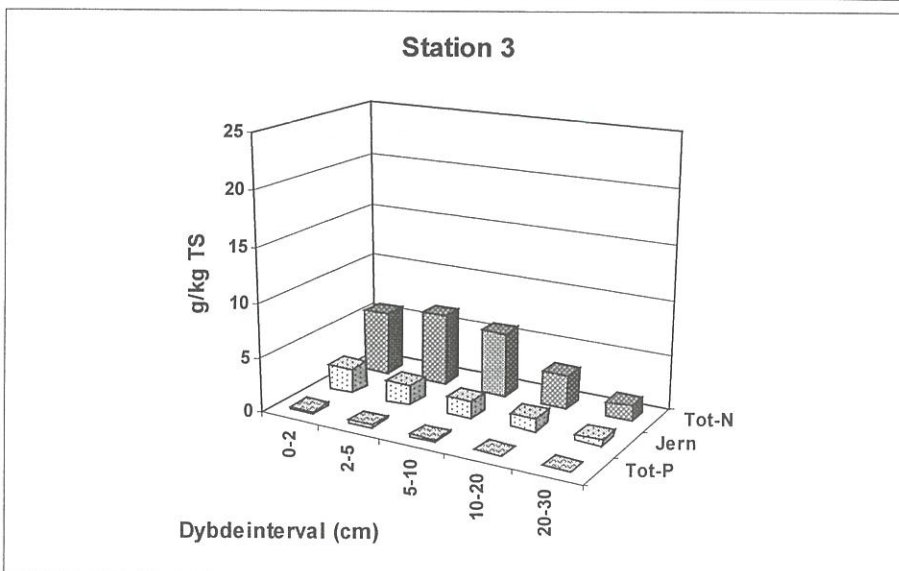
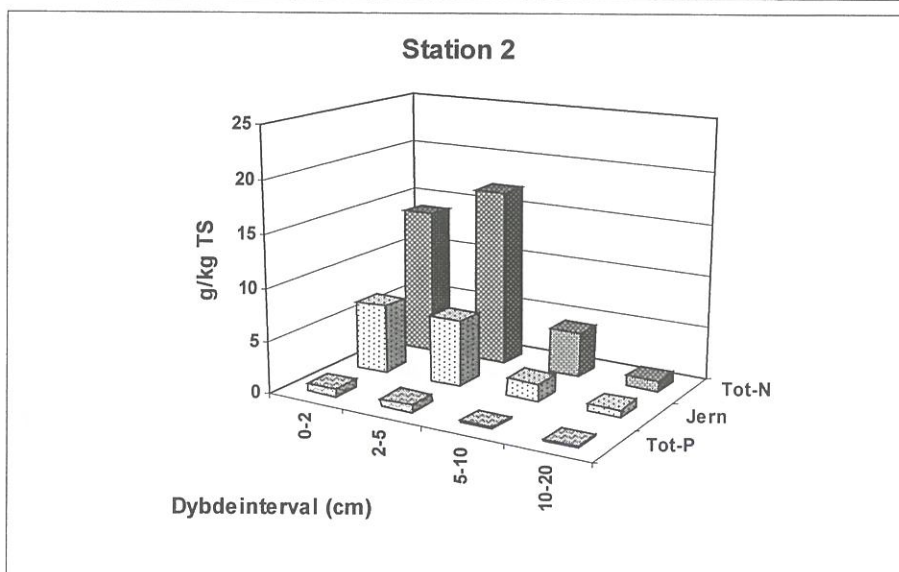
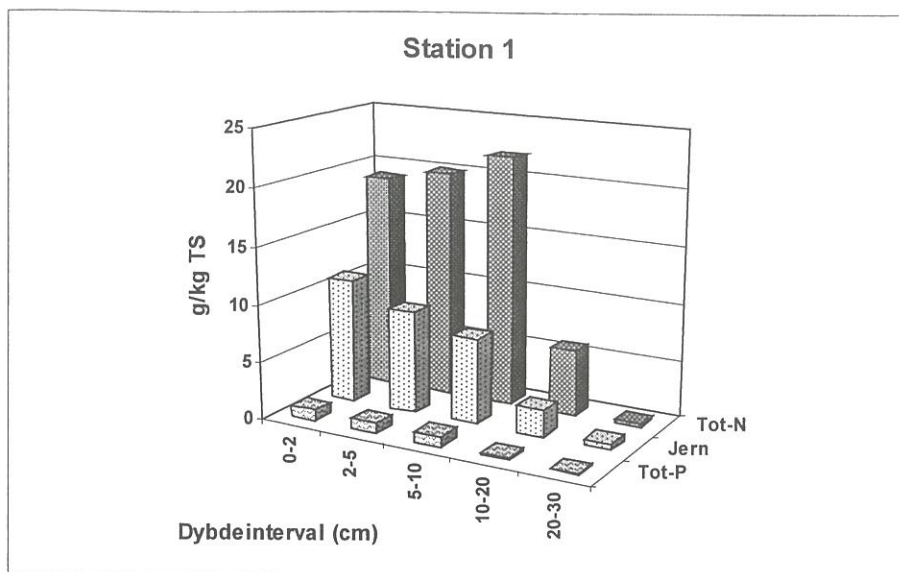
Andelen af tørstof stiger ned gennem sedimentsøjlerne som følge af stigende indhold af sand i sedimentet. I overfladesedimentet (0-2 cm) er tørstofindholdet 5-17%. Det laveste tørstofindhold findes ved station 1, der er beliggende tæt ved søens dybeste sted, hvorimod det højeste tørstofindhold er registreret ved station 3, der er beliggende i et lavvandet bassin, hvor der er sand i overfladesedimentet. I dybdesedimentet (20-30 cm), der har en stor andel af sand, er tørstofindholdet 63-79%.

I modsætning til tørstofindholdet er glødetabet størst i de øverste lag og falder brat ved overgangen til de underliggende mere sandholdige lag. Glødetabet i de øvre lag er meget højt ved station 1 og 2 (46-73%), hvilket indikerer at omsætningen af det organiske materiale er langsom i den survandede sø. Ved station 3 er glødetabet væsentligt lavere i de øvre lag (17-22%), hvilket antageligt viser, at der er en meget lille aflejring af organisk materiale i den lavvandede del af søen.

I forhold til andre danske søer er tørstofindholdet i overfladesedimentet forholdsvis lille, hvorimod indholdet af tørstof i dybdesedimentet er meget højt. Omvendt er glødetabet meget højt i overfladesedimentet og meget lavt i dybdesedimentet i forhold til andre danske søer. Disse forhold afspejler at sedimentet i Holm Sø i høj grad består af aflejret organisk materiale i overfladen og af sand i de dybere lag.

Fosfor

Der er målt fosforkoncentrationer i intervallet 0,04-1,0 g/kg TS. De højeste værdier findes i overfladesedimentet, og ved alle tre stationer falder indeholdet ned gennem sedimentet. Fosforkoncentrationerne i sedimentet i Holm Sø er lave i forhold til andre søer. Kun 25% af de danske søer har et fosforindhold, der er mindre end 0,98 g/kg TS i overfladesedimentet og mindre end 0,7 g/kg TS i dybdesedimentet.



Figur 2.12. Indholdet af kvælstof, fosfor og jern i sedimentet på tre stationer i Holm Sø, 2001.

Koncentrationerne af fosfor ned gennem sedimentet er lavest ved station 3, hvilket er med til at antyde, at en stor del af fosforen er bundet i det organiske materiale. Der er dog ikke en entydig sammenhæng mellem glødetabet (det organiske materiale) og indholdet af fosfor, hvorfor der formodentlig er en varierende del af fosforen, der er bundet til jern i sedimentet.

Kvælstof

Kvælstofkoncentrationerne i Holm Sø ligger i intervallet 0,24-22 g/kg TS. De højeste koncentrationer findes i de øvre sedimentlag, med faldende værdier ned gennem sedimentet.

Kvælstofkoncentrationerne i sedimentet er tæt relateret til glødetabet, idet kvælstof i høj grad er bundet i det organiske materiale. Derfor er det som for glødetab gældende, at kvælstofindholdet ved station 3 er lavere end ved de øvrige stationer, ligesom kvælstofindholdet sammenlignet med andre danske søer er højere i de øvre sedimentlag og lavere i de dybere liggende sedimentlag.

Jern

Indholdet af jern i sedimentet er 0,6-11 g/kg TS. Som for de øvrige målte parametre er koncentrationen faldende ned gennem sedimentet, og de laveste koncentrationer, især i de øvre lag, findes ved station 3. I forhold til andre danske søer er indholdet af jern i Holm Sø lavt, især i de dybere liggende sedimentlag.

Fosforfrigivelse fra sedimentet

Jern/fosfor-forholdet i sedimentet i Holm Sø ligger i intervallet 6,6-11. Ved jern/fosfor-forhold under 10 er der mulighed for frigivelse af potentielt udveksleligt fosfor fra sedimentet ved aerobe forhold. Da fosforindholdet er lavt, og da størsteparten af fosforindholdet er bundet i det organiske materiale (og dermed ikke umiddelbart kan frigives), vil frigivelsen af fosfor fra sedimentet dog være begrænset, trods de lave jern/fosfor-forhold.

Sammenligning med tidligere sedimentundersøgelser

Der er tidligere foretaget undersøgelser af sedimentet i Holm Sø i 1989 og 1994. Sammenlignes resultaterne fra de tre undersøgelser ses det, at der ikke er sket nogen udvikling fra 1994 til 2001, hvorimod indholdet af organisk stof, fosfor, kvælstof og jern i de øvre sedimentlag var lavere i 1989 end i 1994 og 2001. Der synes således at være sket en forøgelse af indholdet af organisk materiale i sedimentet i Holm Sø, som har bevirket et tilsvarende forøget indhold af fosfor, kvælstof og jern. N/P-forholdet og jern/fosfor-forholdet ligger på samme niveau i alle tre undersøgelsesår.

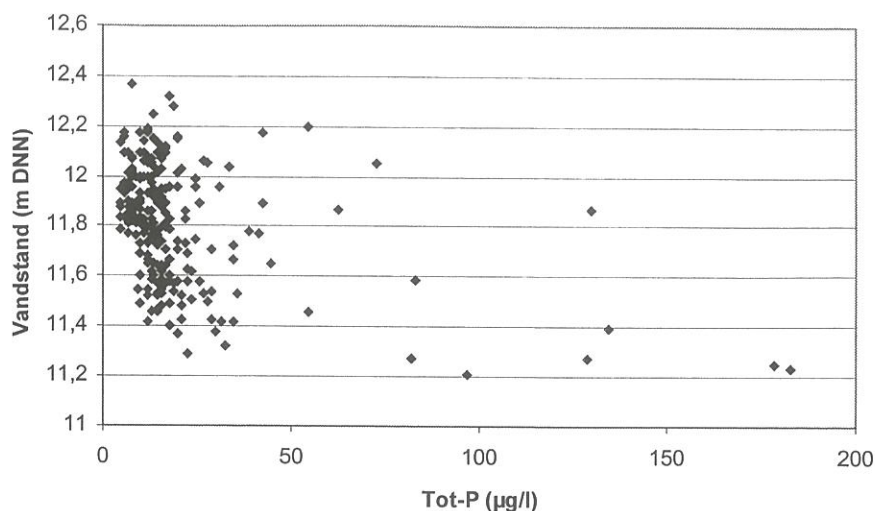
2.10 Samlet vurdering af tilstanden

Næringsstoffer

Holm Sø belastes kun med næringsstoffer fra de omgivende naturarealer og fra atmosfæren. Koncentrationerne af næringsstoffer i søvandet er derfor lave ved almindelige hydrologiske forhold. Ved meget lav vandstand opstår der imidlertid høje koncentrationer af bl.a. fosfor, hvilket fremgår af figur 2.13. Årsagen er en kombination af opkoncentrering og en større påvirkning fra sedimentet. Næringskoncentrationerne i sedimentet er dog generelt lave, hvilket senest er vist ved en sedimentundersøgelse i 2001.

I de seneste år har vandstanden været betydeligt højere end de tørre år i 1996 og 1997. Der blev derfor ikke registreret høje søkoncentrationer af næringsstoffer som følge af opkoncentrering i disse år. I december 2000 blev der dog målt 73 µg P/l som følge af kraftig blæst og deraf følgende ophvirvling af bundmaterialet, ligesom der i august 2001 blev målt

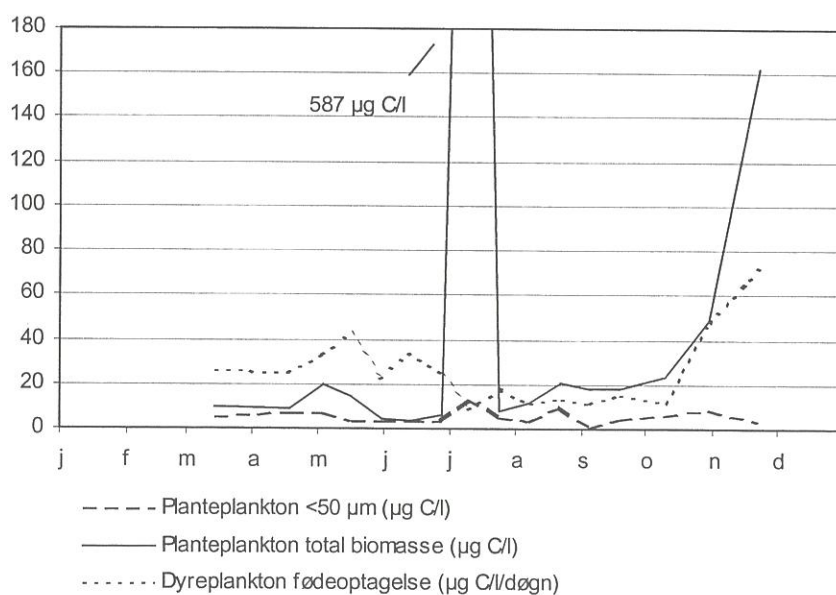
koncentrationer op til 130 $\mu\text{g P/l}$. Årsagen til de høje koncentrationer i 2001 kendes ikke.



Figur 2.13. Forholdet mellem vandstand og koncentrationen af total-fosfor i søvandet i Holm Sø i perioden 1989-2001.

Plankton

De lave koncentrationer af næringsstoffer har i alle undersøgelsesårene resulteret i en meget begrænset vækst af planteplankton, hvilket også var tilfældet for Holm Sø i størstedelen af 2001 (figur 2.14). Der var dog to markante planteplanktonmaksima, ét i juli og ét i november, begge domineret af store grønalger. Pga. det ringe fødegrundlag registreres der ligeledes kun små mængder dyreplankton i Holm Sø. Den tilgængelige planteplanktonbiomasse ($<50 \mu\text{m}$) var på intet tidspunkt højere end $13 \mu\text{g C/l}$. Den udgjorde på årsbasis under 10% af den totale planteplanktonbiomasse, og hvis man ser bort fra de to maksima var andelen 34%. Dyreplankton må derfor i høj grad siges at være fødebegrænset, hvilket også fremgår af de lave fødeoptagelsesværdier (figur 2.14).



Figur 2.14. Holm Sø 2001. Dyreplanktons fødeoptagelse ($\mu\text{g C/l/døgn}$) og henholdsvis mængden af den græsningsfølsomme del af planteplanktonbiomassen ($<50 \mu\text{m}$) og den totale planteplanktonbiomasse (begge $\mu\text{g C/l}$).

Dyreplankton udøvede et græsningstryk på den tilgængelige planteplanktonbiomasse på mellem 66 og 1878%. Kun under biomassemaksimum for planteplankton i juli var græsningstrykket under 100%, og dyreplankton var således i stand til at nedgræsse en væsentlig del af den stående biomasse af planteplankton <50 µm.

I år med meget lav vandstand (som f.eks. 1996) opstår der en opkoncentring af plankton, hvorved der fremkommer højere klorofyl-koncentrationer og lavere sigtddybde. Planteplanktonmaksimum i 2001 er muligvis forårsaget af højere temperaturer i juli og i efteråret, kombineret med et højere antal soltimer end normalt, idet vandstanden i sommeren 2001 ikke var lavere end normalt.

Sigtddybde

De lave næringskoncentrationer og deraf følgende lave algetætheder giver generelt anledning til en meget god sigtddybde. I 2001 var der, som i de fleste tilsynsår sigt til bunden af søen ved alle tilsyn.

Vegetation

Holm Sø er en lobelie-sø, som på grund af den gode sigtddybde og lav pH har udbredte bevoksninger af især *Strandbo* og *Lobelie*. Derudover findes der *Liden Siv*, mosser og trådalger i store mængder. I 2001 blev *Gulgrøn Brasenføde* genfundet i den centrale del af søen.

Målsætning

Det antages, at de biologiske forhold og koncentrationerne af næringsstoffer er meget tæt på den naturlige baggrundstilstand. Der har dog i 2001 optrådt usædvanligt høje fosforkoncentrationer i august. De målbare kriterier for opfyldelse af søens målsætning "A - Naturvidenskabeligt interesseområde" er, at der i sommerperioden er fosforkoncentrationer under 25 µg/l og at der er sigt til bunden af søen. Søens målsætning vurderes således at være opfyldt.

3. Kvie Sø

3.1 Oplandsbeskrivelse

Beliggenhed

Kvie Sø ligger på Grindsted Hedeslette nord for Ansager i Ølgod Kommune.

Hydrologisk opland

Det hydrologiske oplands størrelse og beliggenhed fremgår af bilag 2.1. Jordtypen i oplandet er grovsandet jord. Det hydrologiske opland er ikke sammenfaldende med det topografiske opland. Dette skyldes menneskeskabte ændringer, der er foretaget i søens opland. Søen er afskåret hydrologisk fra en del af det topografiske opland med en dæmning, der mod sydvest adskiller søen fra et moseområde. Endvidere er to dræntilløb afskåret, hvilket mindsker det hydrologiske opland med 10 ha. Det aktuelle hydrologiske opland til Kvie Sø er i dag 27 ha, og er fordelt som angivet i tabel 3.1. Der er ikke registreret bebyggelse, punktkilder eller husdyrhold i oplandet til Kvie Sø.

	Areal (ha)	Areal (%)
Naturareal	14	52
Landbrug	11	41
Bebyggelse	2	7
Total	27	100

Tabel 3.1. Arealudnyttelsen i det hydrologiske opland til Kvie Sø.

Der er ingen vandløb eller grøfter i det hydrologiske opland til Kvie Sø. Det samlede søareal i det hydrologiske opland er 0,16 ha. I 1 m's dybde består det hydrologiske opland af ferskvandssand (16,9 ha), flyvesand (7,7 ha) og ferskvandstørv (1,8 ha).

Tilløb og afløb

Kvie Sø har ingen overfladiske tilløb. Der er afløb i nordenden.

Nære omgivelser

Søen lå oprindeligt i et uopdyrket hedeområde, men i dag er næsten halvdelen af oplandet opdyrket. Omkring søen findes en bræmme af opdyrkede mose- og græsarealer.

3.2 Morfologiske og hydrologiske forhold

Morfologi

De morfometriske data fremgår af tabel 3.2.

Areal	30 ha
Største dybde	2,6 m
Middeldybde	1,2 m
Volumen	363.000 m ³

Tabel 3.2. Morfometriske data for Kvie Sø opmålt i foråret 1986.

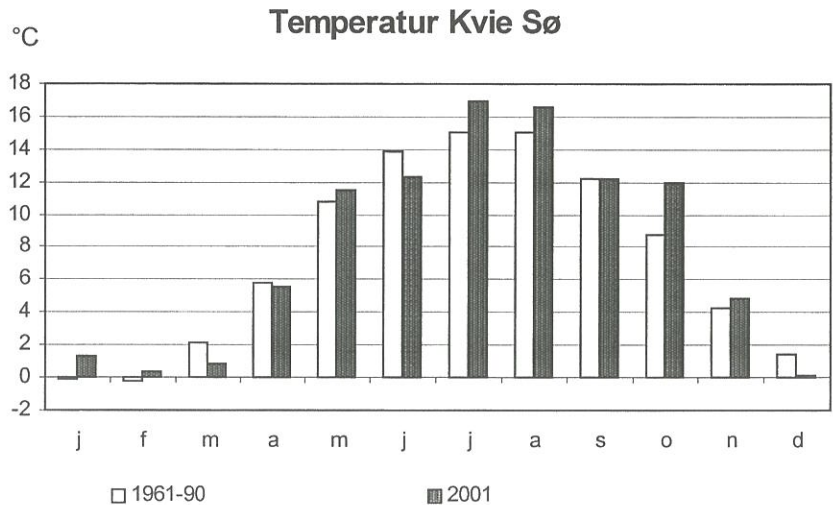
3.3 Klima

Ved tolkning af klimadata fra 2001 er der benyttet klimagrid-værdier for temperatur (20*20 km²), nedbør (10*10 km²) og fordampning (20*20 km²). Disse værdier er sammenlignet med tilsvarende klimagrid-normalværdier for perioden 1961-90. Kvie Sø ligger i klimagrid 10094 (10*10 km²) og 20031 (20*20 km²). For indstråling og vind er der så vidt muligt benyttet

data fra nærliggende stationer med sammenlignelige forhold (placering inde i landet).

Temperatur

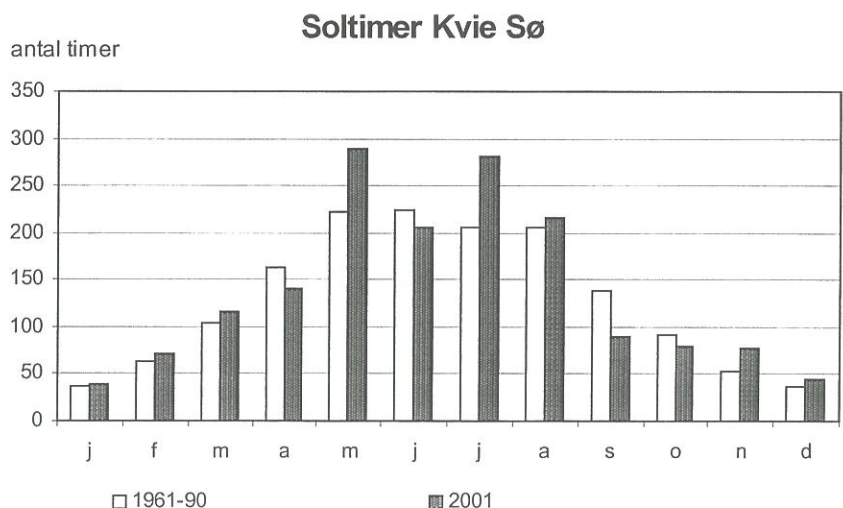
Den gennemsnitlige temperatur i 2001 var 7,9°C, hvilket er 6,5% højere end i normalperioden 1961-90, hvor den gennemsnitlige temperatur var 7,4°C. Generelt var temperaturerne lavere end i normalperioden i foråret og i december, hvorimod vintermånederne januar og februar, samt højsommeren og efteråret var varmere end normalt (figur 3.1). Som i 2000 var gennemsnitstemperaturen i januar og februar 2001 større end 0°C, hvorimod normaltemperaturen i disse måneder er under frysepunktet.



Figur 3.1. Temperatur (°C) ved Kvie Sø i 2001 og som normalværdier for perioden 1961-90. Der er benyttet griddata for grid 20031.

Indstråling

Til vurdering af indstråling er benyttet antal soltimer. For 2001 er der benyttet data fra Billund Lufthavn. Disse data er sammenholdt med normalværdier for 1961-90 fra st. 25270 Askov (ved Vejen).



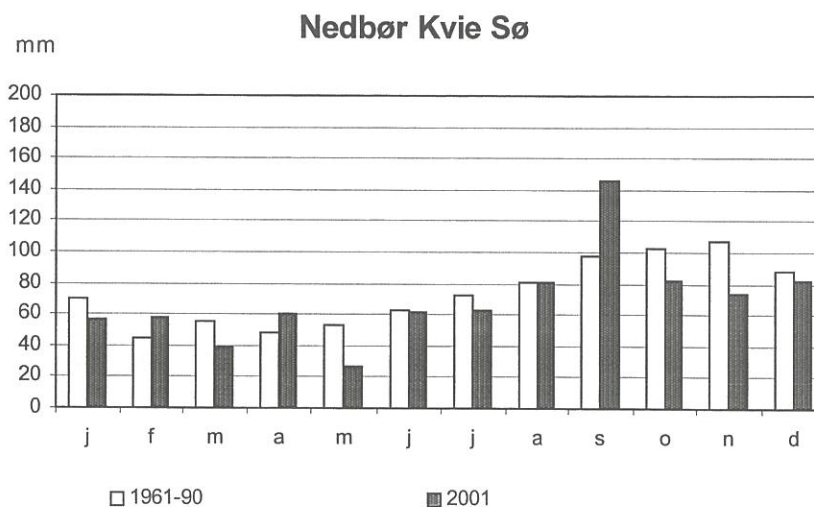
Figur 3.2. Kvie Sø. Indstråling (antal soltimer) i 2001 fra Billund Lufthavn og tilsvarende værdier fra st. 25270 Askov for normalperioden 1961-90.

I 2001 var der 1647 soltimer ved Kvie Sø, hvilket er ca. 100 timer mere end gennemsnittet for normalperioden 1961-90. Især maj, juli og november

havde væsentligt flere soltimer end normalt, hvorimod september med 90 soltimer havde 35% færre soltimer end i normalåret (figur 3.2). I den resterende del af året var der 3-25% forskel mellem 2001 og normalperiodens soltimal.

Nedbør

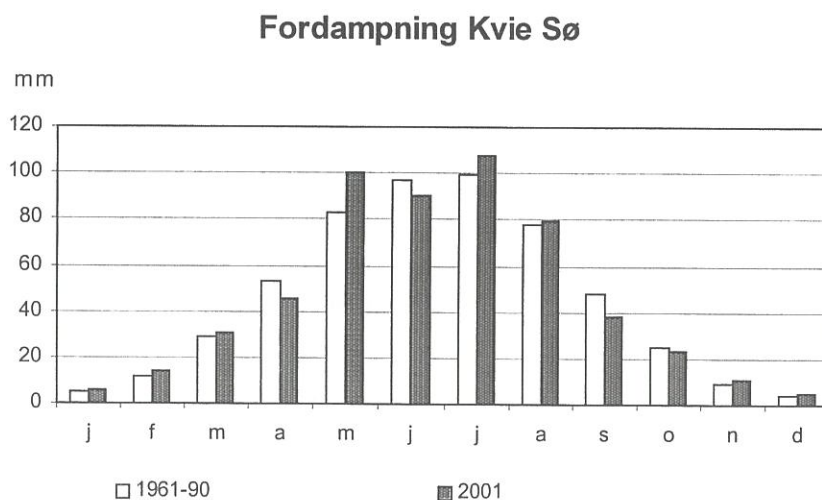
Ved Kvie Sø faldt der i 2001 6,5% mindre nedbør end i normalperioden 1961-90 (ukorrigerede værdier). Der faldt 826 mm nedbør i 2001, og især maj (50% mindre nedbør) og september (51% mere nedbør) adskilte sig fra normalperiodens nedbørsmængde (figur 3.3). I de øvrige måneder var der 1-32% forskel mellem nedbøren i 2001 og i normalperioden.



Figur 3.3. Nedbør (mm) ved Kvie Sø i 2001 og som normalværdier for perioden 1961-90. Der er benyttet ukorrigerede griddata for grid 10094.

Fordampning

Fordampningen ved Kvie Sø i 2001 var 552 mm, hvilket kun er 2% højere end i normalperioden 1961-90 (542 mm). Fordampningen ved Kvie Sø synes i høj grad at være bestemt af antallet af soltimer, så måneder med flere soltimer end normalt har højere fordampning end i normalperioden, og tilsvarende er der lavere fordampning i måneder med færre soltimer end i normalperioden (figur 3.4). Andre faktorer som f.eks. nedbør og temperatur har dog også indvirkning på fordampningen.

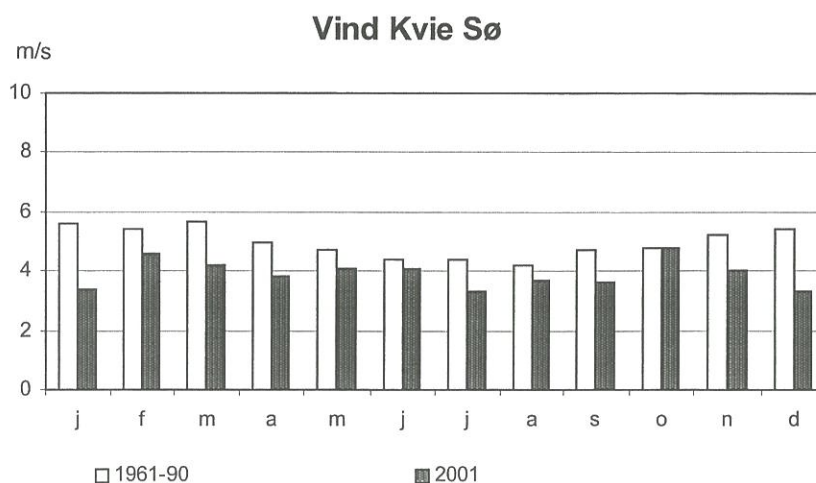


Figur 3.4. Fordampning (mm) ved Kvie Sø i 2001 og som normalværdier for perioden 1961-90. Der er benyttet griddata for grid 20031.

Vind

For vind er beregnet den gennemsnitlige vindhastighed (m/s). I 2001 er der ligesom for indstråling benyttet data fra Billund Lufthavn. Til sammenligning er benyttet normalværdier for perioden 1961-90 fra st. 6110 Skrydstrup.

Den gennemsnitlige vindhastighed var lavere end i normalperioden 1961-90 i alle måneder af 2001 undtagen oktober, hvor vindhastigheden var den samme som normalt. I 2001 var den gennemsnitlige vindhastighed 3,9 m/s, mens den i normalperioden var 5,0 m/s. I løbet af 2001 var den gennemsnitlige vindhastighed 3,3-4,8 m/s, hvorimod normalperiodens gennemsnitlige månedsværdier var 4,2-5,7 m/s.



Figur 3.5. Kvie Sø. Vindhastigheder (m/s) i 2001 fra Billund Lufthavn og normalværdier for 1961-90 fra st. 6110 Skrydstrup.

3.4 Stofbalance

Tilstrømning

Dokumentation for vand- og stofbalancer fremgår af bilag 2.5. Tilstrømningen af vand til Kvie Sø fra oplandet er beregnet ved at anvende den arealspecifikke afstrømning fra oplandet til Grene Å.

Vandstand

Vandstanden varierede i 2001 mellem et maksimum på 25,46 m DNN i januar og et minimum på 25,20 m DNN i august og september.

Vandbalance

Vandbalancen for Kvie Sø fremgår af tabel 3.3. Da der ikke er overfladiske tilløb til Kvie Sø, er vandbalancen behæftet med en betydelig usikkerhed. Indpumpningen af grundvand, der blev iværksat efter kalkforureningen i 1992, blev stoppet i 1999.

Hydraulisk opholdstid

Den hydrauliske opholdstid kan beregnes ud fra søvolumen, samt mængderne af afløbsvand og udsivende vand, og vil således for 2001 blive 1,6 år.

	Umålt opland	Nedbør	For-dampning	Afløb	Magasin ændring	Udsivning
jan	13,3	20,1	2,1	18,7	-3,0	15,6
feb	13,3	25,6	5,0	20,0	-3,0	16,9
mar	12,5	13,9	11,1	9,9	-6,0	11,3
apr	11,1	22,8	16,4	6,0	-3,0	14,5
maj	10,6	8,9	36,2	3,2	-30,0	10,1
jun	8,8	20,8	32,5	0,0	-13,5	10,7
jul	7,7	21,4	38,9	0,0	-16,5	6,7
aug	8,0	26,3	28,6	0,0	-6,0	11,7
sep	9,7	47,8	13,8	0,0	27,0	16,7
okt	11,4	27,1	8,3	0,0	19,5	10,7
nov	9,8	25,7	4,0	1,0	18,0	12,5
dec	10,1	32,1	1,9	13,1	6,0	21,2
Total	126	292	199	72	-10	159

Tabel 3.3. Vandbalance for Kvie Sø 2001. Alle tal er i enheden 1000 m³. Bidraget fra umålt opland er beregnet ved at benytte den arealspecifikke afstrømning fra oplandet til Grene Å.

Næringsstofbalance

Næringsstofbalancen for Kvie Sø i 2001 fremgår af tabel 3.4. Ved beregningen af kvælstof- og fosforbidraget fra det umålte opland på 27 ha er den arealspecifikke belastning fra oplandet til Grene Å benyttet. Oplandet til Grene Å er, ligesom oplandet til Kvie Sø, et landbrugsbelastet opland med grovsandet jord. Udsivningsbidraget er beregnet ud fra tidsvægtede årsgennemsnit af søkoncentrationer. Bidraget fra atmosfæren er sat til 14,4 kg N/ha og 0,09 kg P/ha.

Den totale tilførsel af kvælstof og fosfor i 2001 var ikke væsentlig forskellig fra tilførslen i de seneste år. En meget stor andel (70%) af den tilførte kvælstof fjernes ved denitrifikation og binding i sedimentet. Fosfortilførslen var derimod mindre end fraførslen (fosforretentionen i 2000 var -5,2 kg). Med undtagelse af 1996, hvor der var en lille retention, har Kvie Sø siden 1993 afgivet mere fosfor end der er modtaget. Dette harmonerer med, at der i 1993 blev afskåret dræn fra markarealer og indpumpningen af surt og næringsfattigt vand blev påbegyndt.

	Kvælstof	Fosfor	Jern
Atmosfærisk bidrag	432	2,7	-
Umålt opland	449	11,3	-
Tilførsel fra badning	10	1,0	-
Total tilførsel	891	15,0	-
Udsivning	173	14,2	66,5
Afløb	94	6,1	17,7
Retention	623	-5,2	-

Tabel 3.4. Næringsstofbalance (kg) for Kvie Sø 2001.

Næringsstofbalancen er dog behæftet med betydelig usikkerhed, da der ikke er overfladiske tilløb til Kvie Sø.

Jernbalance

Da der ikke er tilløb til Kvie Sø, kan der ikke opstilles en fyldestgørende jernbalance. I stedet er der foretaget beregning af de mængder jern der forlader søen ved udsivning og via afløbet (tabel 3.4). Koncentrationen af jern i Kvie sø er lav (tidsvægtet årsgennemsnit: 0,4 mg/l) og det er således også små mængder jern der løber fra søen, i alt ca. 84 kg jern. Den seneste sedimentundersøgelse fra 2001 viser ligeledes, at der er et lavt jernindhold, idet jern/fosforforholdet i de øverste sedimentlag er under 10.

3.5 Vandkemiske og -fysiske forhold

Prøvetagningsstation

I forbindelse med undersøgelserne i 1989 til 2001 er der udtaget vandprøver til kemisk analyse på én station i søen. Desuden er der registreret vandstand, iltkoncentration, vandtemperatur og sigtddybde. Prøvetagningsstationens beliggenhed fremgår af bilag 2.2. Dog er der i forbindelse med isdække udtaget enkeltprøve til kemisk analyse, og der er registreret så mange som muligt af de øvrige parametre. Resultaterne af de vandkemiske undersøgelser fremgår af figur 3.6, figur 3.7, bilag 2.3 og bilag 2.4.

2001

Sigtddybden var forholdsvis lav hele året igennem, og den højeste målte værdi var 1,56 m. Sigtddybden blev begrænset af mængden af humusstoffer (farvetal) i vandet i efteråret, og af mængden af suspenderet stof i andre dele af året. De højeste koncentrationer af suspenderet stof i foråret er forårsaget af forårsmaksimum af planktonalger og tilhørende klorofylmaksimum. pH-værdierne var forholdsvis høje, og størsteparten af de målte værdier var over 6. Kvælstofkoncentrationerne varierede over året med laveste værdier i sommerhalvåret og højeste om vinteren. De højeste fosforkoncentrationer sås i sensommeren.

Udvikling 1989-2001

Til test af tidsmæssige udviklinger er der i 1999 til 2001 benyttet "Kendall trend test". Der er derved sket et skift fra lineær regressions analyse, som er benyttet indtil 1998, til den non-parametriske Kendall trend test.

I perioden 1989-2001 har der været en signifikant stigning ($p < 0,05$) i årsgennemsnittet af ortho-fosfat ($p = 0,038$), mens der har været et fald i ledningsevnen ($p = 0,040$), koncentrationen af suspenderet stof ($p = 0,003$) og silikat ($p = 0,004$). Med hensyn til sommergennemsnittene har der været et fald i ledningsevnen ($p = 0,009$) og koncentrationen af suspenderet stof ($p = 0,005$).

Trods højere årsgennemsnit af suspenderet stof i de seneste to år er der fortsat et statistisk signifikant fald i mængden af suspenderet stof, hvorimod der lige netop ikke længere er en statistisk signifikant stigning i sigtddybden ($p = 0,051$), som det har været tilfældet i de foregående år. Årsgennemsnittet for sigtddybden er nu på niveau med værdierne fra de første overvågningsår og 1995. Der er ikke nogen umiddelbar forklaring på stigningen i ortho-fosfat og faldet i ledningsevne og silikat. Kalkforureningen i 1992 resulterede i en kraftig stigning i pH og alkalinitet, men alligevel kan der ikke registreres en udvikling i pH og alkalinitet for årene 1989-2001. Det skyldes, at alkalinitet og pH har været faldende i slutningen af 1990'erne. pH-værdien synes dog at være steget igen efter at indpumpningen af grundvand ophørte i 1999. Resultaterne fra den statistiske analyse fremgår af bilag 2.3 og 2.4.

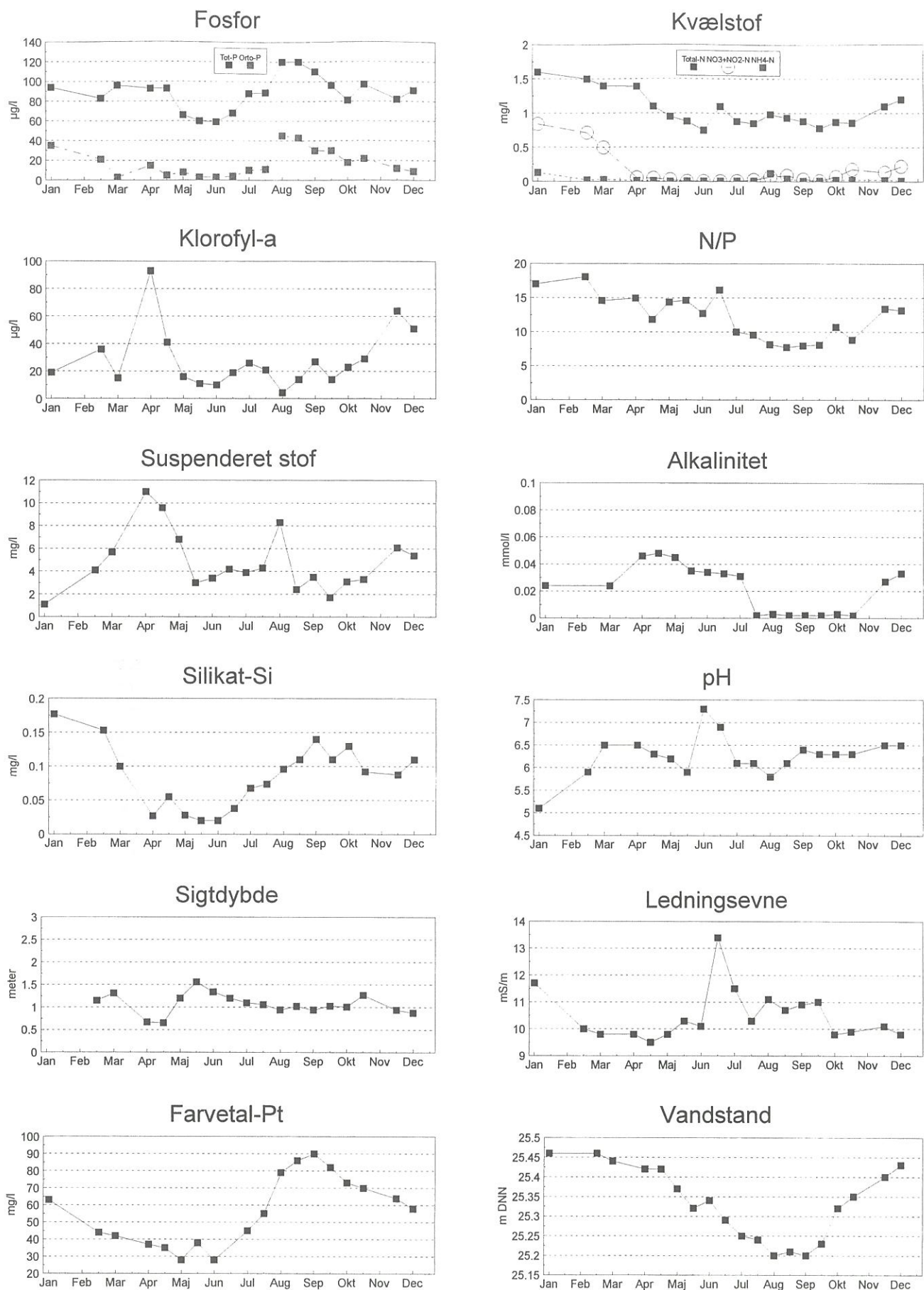


Fig. 3.6. Fysiske og vandkemiske målinger i Kvie Sø 2001.

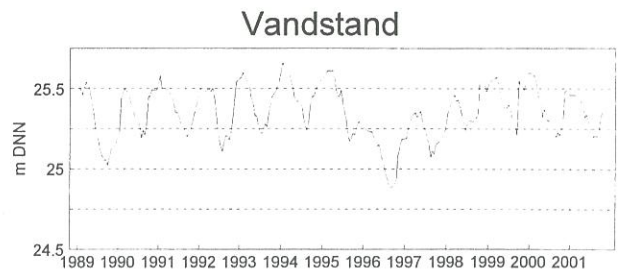
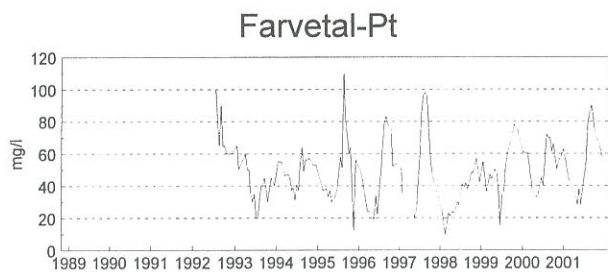
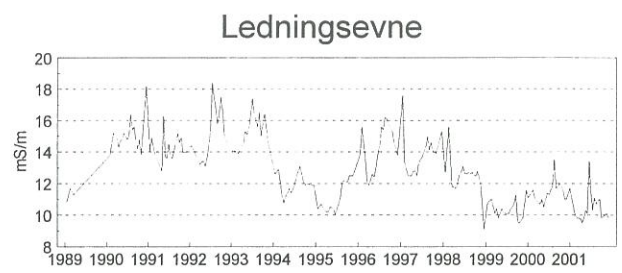
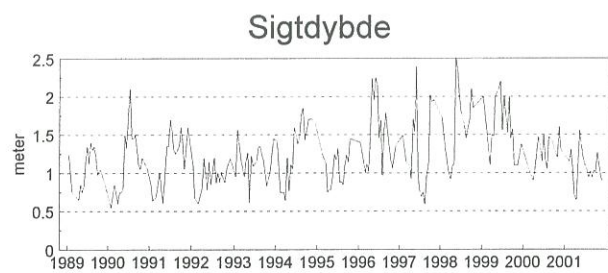
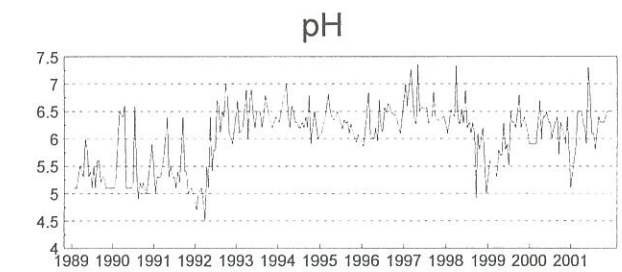
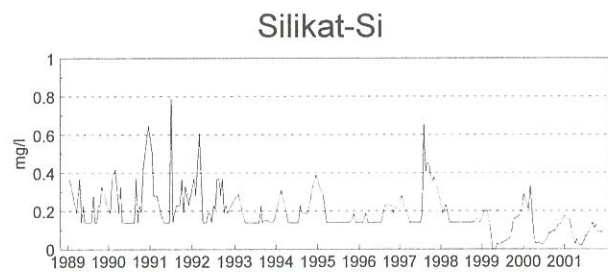
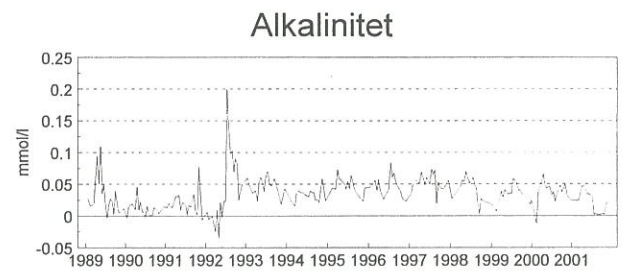
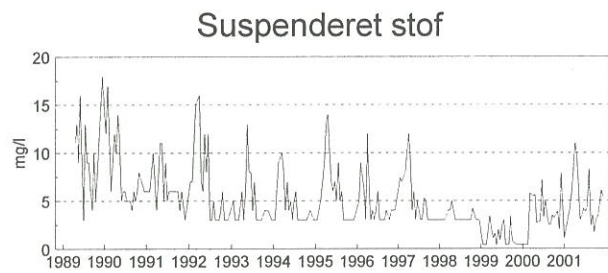
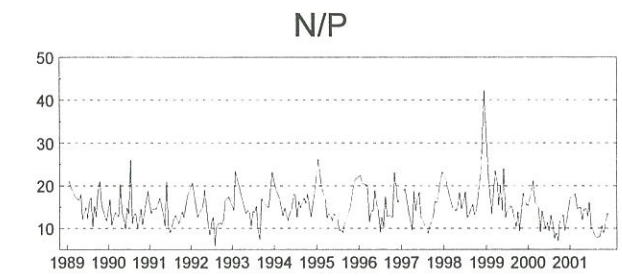
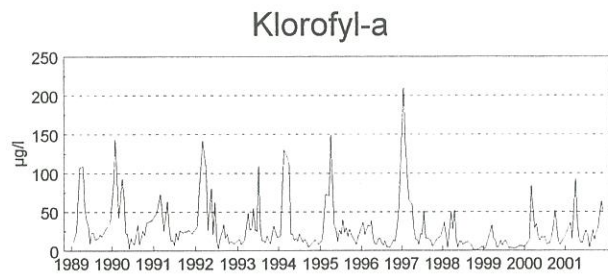
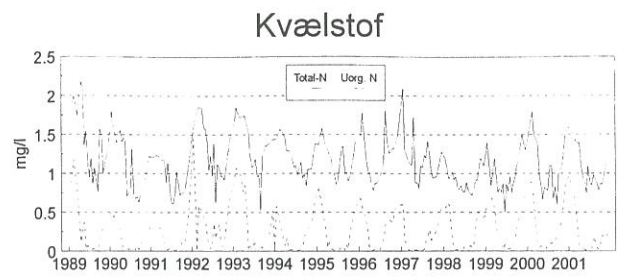
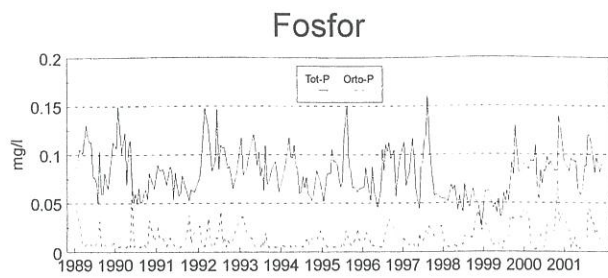
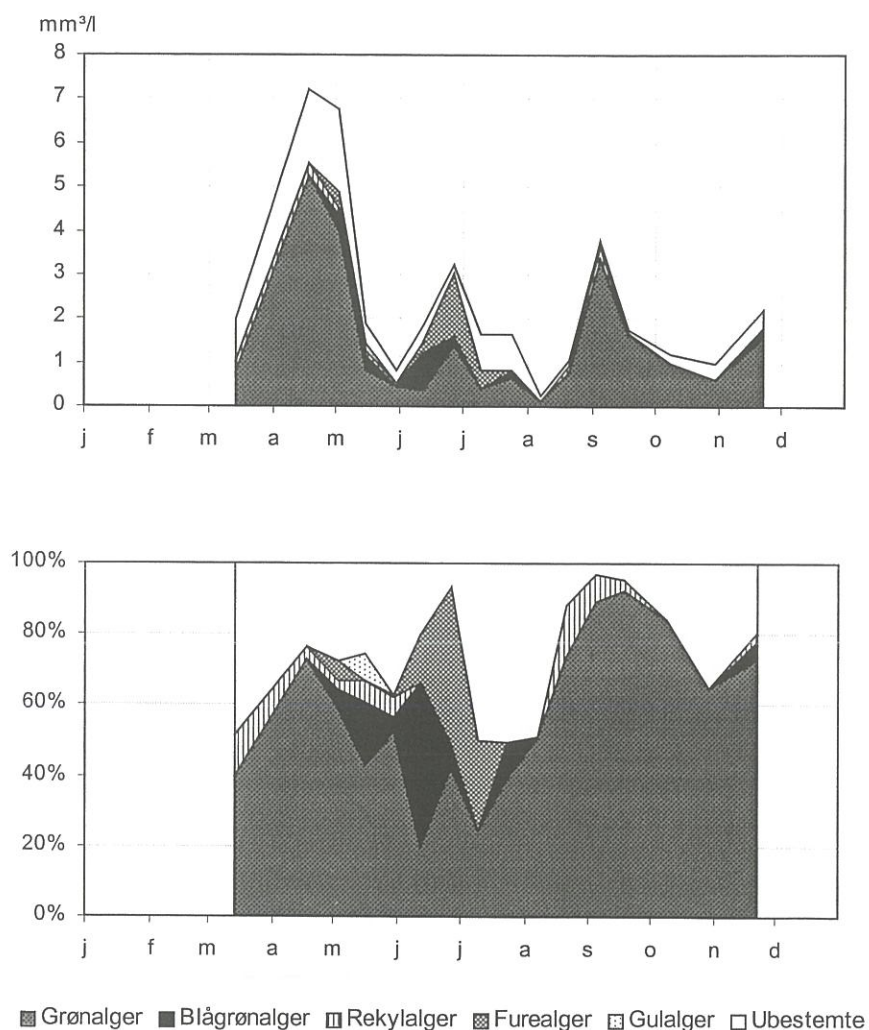


Fig. 3.7. Fysiske og vandkemiske målinger i Kvie Sø 1989 til 2001.

3.6 Planteplankton

Rådata fra undersøgelsen af plante- og dyreplankton i Kvie Sø fremgår af bilagsrapporten "Kvie Sø 2001 - Plante- og dyreplankton."

Biomassen af de enkelte algegrupper samt deres procentvise andele af den totale biomasse ses af figur 3.8.



Figur 3.8. Kvie Sø 2001. Planteplankton volumenbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper.

Den totale planteplanktonbiomasse i Kvie Sø 2001 varierede mellem 0,26 mm³/l i august og 7,2 mm³/l i april. Gennemsnit fra perioden marts-oktober var 2,6 mm³/l og fra sommerperioden maj-september 2,1 mm³/l.

I 2001 blev planteplankton undersøgt i perioden 14. marts-22. november. Planteplankton udviklede, i lighed med sidste år, en høj biomasse i forårsperioden med maksimum i april (7,2 mm³/l). Herefter faldt biomassen til 0,83 mm³/l sidst i maj. I modsætning til året før, hvor biomassen var lav sommer og efterår, fandtes der i 2001 desuden et sommermaksimum sidst i juni (3,3 mm³/l) samt et efterårsmaksimum i begyndelsen af september (3,8 mm³/l). Under forårs- og efterårsmaksimum dominerede grønalger, hvorimod

sommermaksimum bestod af en blanding af små furealger og chlorococcale grønalger.

Planteplanktonsamfundet var næsten hele året domineret af forskellige små chlorococcale grønalger og flagellater. I gennemsnit udgjorde grønalger 62% og ubestemte flagellater $<5 \mu\text{m}$ 17% af den totale biomasse i perioden marts-oktober. De tilsvarende tal i sommerperioden var 57% og 16%.

Artssammensætning

Der blev i alt fundet 86 arter/slægter i Kvie Sø 2001, hvilket er på samme niveau som året før.

36 arter/slægter tilhører grupper, der er karakteristiske for næringsrige søer: 9 blågrønalger, 1 centrisk kiselalge og 26 chlorococcale grønalger. 29 arter/slægter tilhører grupper med hovedudbredelse i rene til svagt næringspåvirkede søer: 5 furealger, 5 gulalger, 2 gulgrønalger og 17 koblingsalger (Zygnematales).

Der blev i alt optalt 25 forskellige arter/slægter/grupper. I perioden marts-oktober var de vigtigste grupper små flagellater ($<5 \mu\text{m}$), små chlorococcale grønalger ($<5 \mu\text{m}$), en ubestemt chlorococcal grønalge, *Chlorococcales* sp., *Koliella* spp. og *Chlorella* sp./*Dictyosphaerium subsolitarium*. De udgjorde i gennemsnit henholdsvis 17%, 13%, 13%, 11% og 10% af den totale biomasse. I sommerperioden maj-september var procentfordelingen anderledes: *Chlorococcales* sp. 24%, små flagellater ($<5 \mu\text{m}$) 16%, små chlorococcale grønalger ($<5 \mu\text{m}$) 10%, *Chlorella* spp./*Dictyosphaerium subsolitarium* 8% og picoplanktiske blågrønalger (*Chroococcales* spp. (celler $<2 \mu\text{m}$)) 8%.

Blågrønalger

Den gennemsnitlige biomasse af blågrønalger var $0,12 \text{ mm}^3/\text{l} = 5\%$ af den gennemsnitlige totale biomasse i perioden marts-oktober og $0,17 \text{ mm}^3/\text{l} = 8\%$ i sommerperioden maj-september. Blågrønalgebiosmassen bestod af små chroococcale blågrønalger (celler $<2 \mu\text{m}$), der fandtes i maj-juli, og havde maksimum i juni ($0,86 \text{ mm}^3/\text{l}$), hvor de udgjorde 46% af den totale biomasse. Resten af perioden udgjorde de 0-18%.

Rekylalger

Den gennemsnitlige biomasse af rekylalger var $0,10 \text{ mm}^3/\text{l} = 4\%$ af den gennemsnitlige totale biomasse i marts-oktober og $0,07 \text{ mm}^3/\text{l} = 3\%$ i maj-september. De fandtes især forår og efterår, hvor de udgjorde 0-14% af den totale biomasse. De opnåede den højeste biomasse i marts-april samt i begyndelsen af september ($0,22\text{-}0,29 \text{ mm}^3/\text{l}$). Rekylalgebiosmassen bestod udelukkende af *Cryptomonas* spp. (især størrelsesgruppen 20-30 μm).

Furealger

Den gennemsnitlige biomasse af furealger var $0,15 \text{ mm}^3/\text{l} = 6\%$ af den gennemsnitlige totale biomasse i marts-oktober og $0,22 \text{ mm}^3/\text{l} = 10\%$ i maj-september. De fandtes fra begyndelsen af maj til midt i juli og havde et relativt højt maksimum sidst i juni, hvor de udgjorde 44% af den totale biomasse. Resten af perioden udgjorde de 0-26%.

Furealgebiosmassen bestod af *Peridinium inconspicuum* og små nøgne arter (*Dinophyceae* spp. 15-20 μm , athekate).

Gulalger

Den gennemsnitlige biomasse af gulalger var $0,008 \text{ mm}^3/\text{l} = <1\%$ af den gennemsnitlige totale biomasse i marts-oktober og $0,013 \text{ mm}^3/\text{l} = 1\%$ i

maj-september. Den kolonidannende *Dinobryon bavaricum* fandtes i målelige mængder på en enkelt dato midt i maj ($0,14 \text{ mm}^3/\text{l} = 7\%$).

Grønalger

Den gennemsnitlige biomasse af grønalger var $1,6 \text{ mm}^3/\text{l} = 62\%$ af den gennemsnitlige totale biomasse i marts-oktober og $1,2 \text{ mm}^3/\text{l} = 57\%$ i maj-september. Grønalger fandtes hele året og havde maksimum under årsmaksimum i april ($5,3 \text{ mm}^3/\text{l} = 73\%$) og under efterårsmaksimum i september ($3,4 \text{ mm}^3/\text{l} = 90\%$). De dominerede planteplanktonsamfundet store dele af året.

I forårs månederne bestod grønalgebiomassen af en blanding af små chlorococcale grønalger, *Chlorella* sp./*Dictyosphaerium solitarium* (19-37% af total grønalgebiomasse), *Monoraphidium contortum* (12-33%) og små chlorococcale grønalger $<5 \mu\text{m}$ (16-31%), samt den tynde ulotrichale grønalge *Koliella* spp. (0-39%). I løbet af sommeren og efteråret fandtes der en succession af dominerende grønalger. I juni og begyndelsen af juli bestod grønalgebiomassen især af små chlorococcale grønalger $<5 \mu\text{m}$ (30-58%) samt *Chlorella* sp./*Dictyosphaerium solitarium* (27-34%). Sidst i juli var den vigtigste grønalge *Didymocystis* sp. (53%), i begyndelsen af august *Botryococcus* sp. (50%) og sidst i august *Sphaerocystis schroeteri* (52%). I september bestod grønalgebiomassen næsten udelukkende af en ubestemt grønalge, *Chlorococcales* sp., der udgjorde 89-90% af den totale biomasse under efterårsmaksimum. I begyndelsen af oktober udgjorde den volvocale grønalge *Chlamydomonas* spp. 52% af grønalgebiomassen, og i slutningen af oktober til sidst i november var de vigtigste grønalger *Dictyosphaerium* spp. (48-59%) samt *Chlorella* sp./*Dictyosphaerium solitarium* (33-35%).

Flagellater $<5 \mu\text{m}$

Den gennemsnitlige biomasse af flagellater $<5 \mu\text{m}$ var $0,46 \text{ mm}^3/\text{l} = 17\%$ af den gennemsnitlige totale biomasse i marts-oktober og $0,33 \text{ mm}^3/\text{l} = 16\%$ i maj-september. Små ubestemte flagellater ($<5 \mu\text{m}$) udgjorde hele året en betydelig del af den totale biomasse (4-46%). Heterotrofe flagellater (10-15 μm) udgjorde 3% af den totale biomasse i begyndelsen af maj.

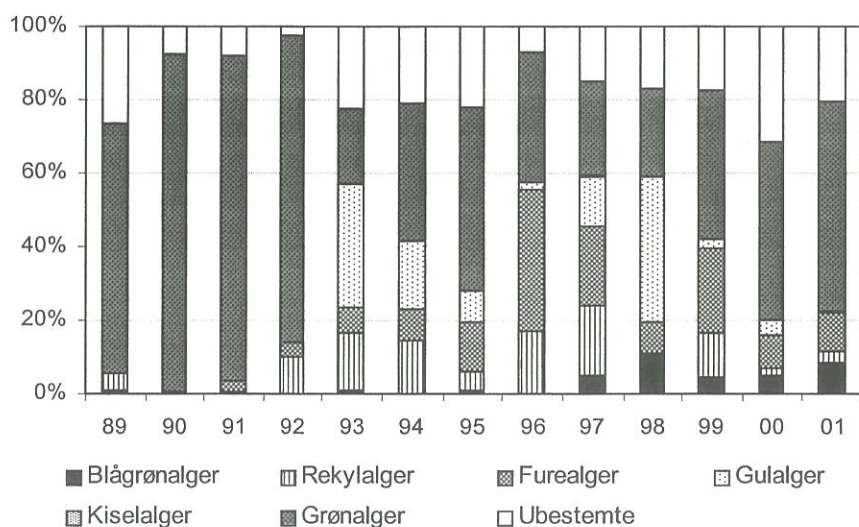
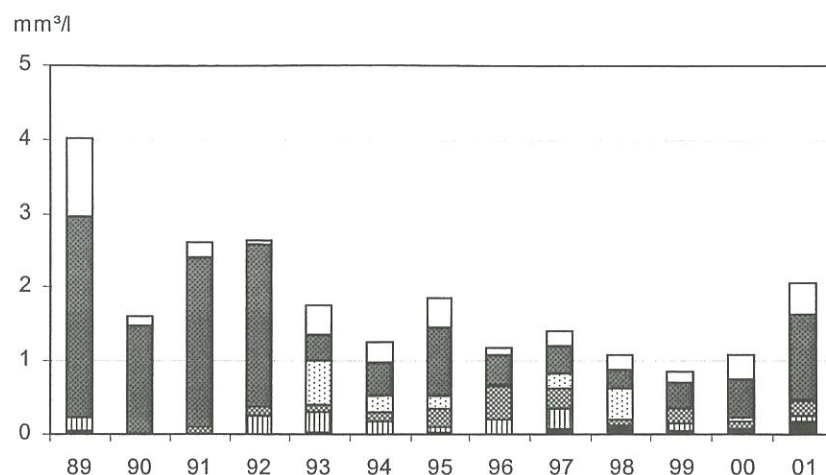
Sammenligning med
planteplanktonsamfundet
i 1989-2000

Den gennemsnitlige planteplanktonbiomasse og den procentvise sammensætning i sommerperioden, maj-september, fra årene 1989-2001 ses af figur 3.9.

I Kvie Sø har meget høje årsmaksima flere år forekommet vinter og tidligt forår, således at tidligere års gennemsnit fra den produktive periode omfattede januar-oktober. Fra 1998 startede prøvetagningsprogrammet først i marts. For at kunne sammenligne alle undersøgelsesår refererer gennemsnit i det følgende til sommerperioden maj-september

I 2001 var den gennemsnitlige sommerbiomasse $2,1 \text{ mm}^3/\text{l}$, hvilket var ca. dobbelt så højt, som det lave niveau, der fandtes i 1994 og 1996-99 ($0,9-1,4 \text{ mm}^3/\text{l}$). De højeste sommergennemsnit fandtes i 1989 ($4,0 \text{ mm}^3/\text{l}$) og 1991-92 ($2,6 \text{ mm}^3/\text{l}$). Året 2001 adskilte sig fra de foregående fire år ved højere maksima midt på sommeren og i sensommeren.

Grønalger dominerede fuldstændigt den gennemsnitlige sommerbiomasse i 1989-92 (68-92%). De dominerende grønalger skiftede fra år til år, men det er bemærkelsesværdigt, at desmidiacé-slægterne *Staurodesmus* og *Closterium* udgjorde væsentlige andele af den gennemsnitlige biomasse alle fire år.



Figur 3.9. Kvie Sø 2001. Planteplanktonbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper i 1989-2001. Gennemsnit for sommerperioden, maj-september.

Fra 1993 skiftede planteplanktonsamfundet karakter. De ubevægelige grønalg fik mindre betydning og i stedet for kom et samfund af forskellige små flagellater. I 1993-94 og 1996-98 udgjorde de ubevægelige grønalg kun 21-37% af den gennemsnitlige sommerbiomasse. Flagellatsamfundet bestod i 1993-94 især af gulalger, rekylalger samt små ubestemte flagellater, i 1996-97 af furealger, rekylalger samt små ubestemte flagellater og i 1998 af gulalger og små ubestemte flagellater.

I 1995 og 1999-2000 bestod den ene halvdel af den gennemsnitlige biomasse af flagellater og den anden af ubevægelige arter, især små chlorococcale grønalg. De vigtigste chlorococcale grønalg har skiftevis været *Monoraphidium contortum*, *Dictyosphaerium* spp. og *Chlorella* sp./*Dictyosphaerium subsolitarium*. Alle tre år var de vigtigste flagellat-grupper små ubestemte flagellater og furealger.

I 2001 dominerede grønalg igen, idet de udgjorde 57% af den gennemsnitlige biomasse. Dette skyldtes især høje biomasseværdier i sensomme-

ren af en ubestemt chlorococcal grønalge (*Chlorococcales* sp.). De vigtigste flagellatgrupper var fortsat små ubestemte flagellater og furealger.

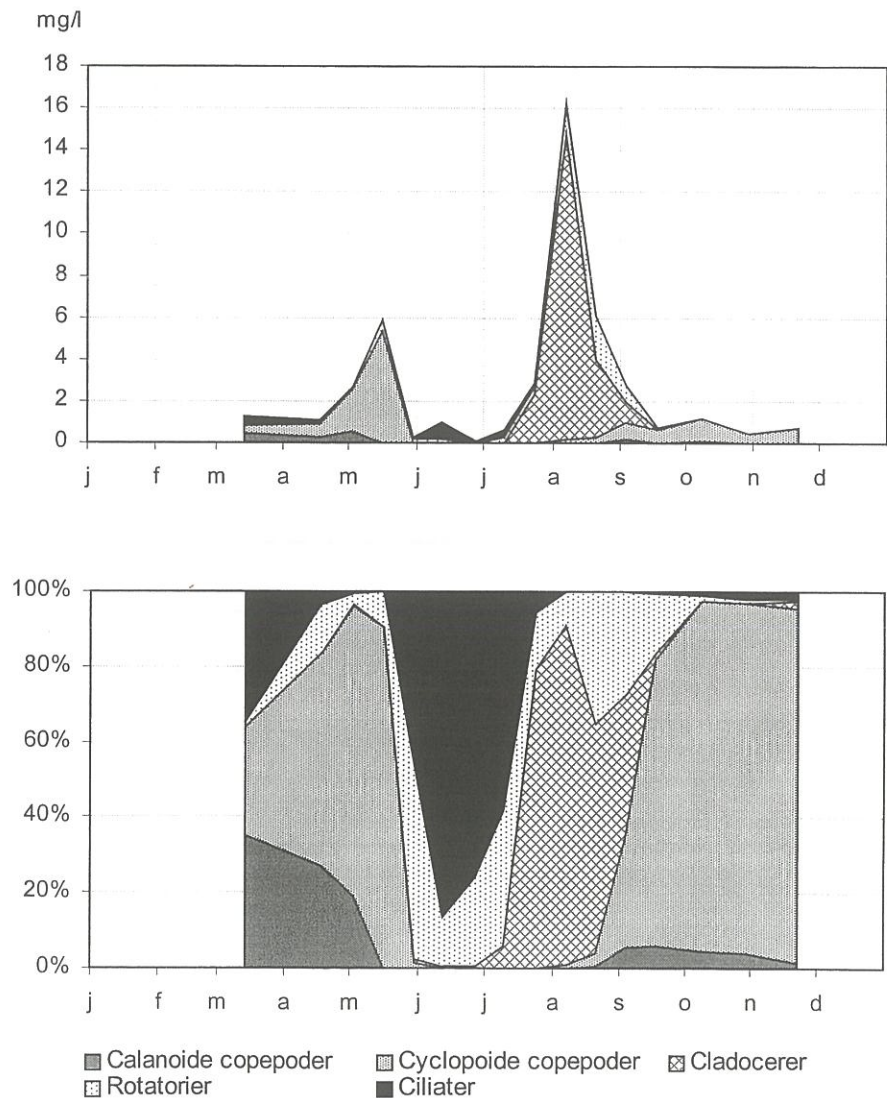
1998 og 2001 adskiller sig fra de øvrige år ved et noget højere sommergennemsnit af picoplanktiske blågrønalger.

Artsantallet var markant højere i perioden 1993-2001 (76-99 arter) end i perioden 1989-92 (48-56 arter). Det øgede artsantal skyldes især en stigning i artsantal af chlorococcale grønalger, gulalger og furealger. Dette skift i planteplanktonsammensætningen skete efter en kalkforurening af søen i 1992, som bl.a. forårsagede en stigning i årgennemsnit af pH og alkalinitet. Q lå mellem 2 og 4 i alle 13 undersøgelsesår. Som en grov regel regnes Q for at være <1 i obligotrofe søer, 1-3 i mesotrofe søer og >3 i eutrofe søer, jo højere værdi, jo mere næringsrige forhold.

3.7 Dyreplankton

Biomasse og årstidsvariation i 2001.

I 2001 blev dyreplankton i Kvie Sø undersøgt i perioden 14. marts-22. november. Biomassen af de enkelte dyreplanktongrupper og dyreplanktons procentvise sammensætning i løbet af 2001 fremgår af figur 3.10.



Figur 3.10. Kvie Sø 2001. Dyreplanktonbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper.

Den samlede dyreplanktonbiomasse i Kvie Sø 2001 varierede mellem 0,081 mg/l sidst i juni og 16 mg/l i begyndelsen af august. Den gennemsnitlige biomasse var 2,7 mg/l i perioden marts-oktober og 3,5 mg/l i sommerperioden maj-september.

Dyreplankton udviklede to markante biomassemaksima i løbet af året: et forårsmaksimum midt i maj (5,9 mg/l), der især bestod af cyclopoide copepoditer (90%), og et sensommermaksimum i begyndelsen af august (16 mg/l), der næsten udelukkende bestod af den lille cladocer *Bosmina longirostris* (89%). Efter forårsmaksimum midt i maj og til midt i juli var biomassen relativt lav (0,1-1,0 mg/l) og domineret af ciliater (46-86%).

Copepoder dominerede dyreplanktonsamfundet fra prøvestart i marts til midt i maj (64-96%) samt fra midt i september og resten af året (82-97%). Ciliater og rotatorier var de vigtigste dyregrupper under den relativt lave biomasse fra sidst i maj til midt i juli (ciliater 46-86%, rotatorier 13-51%). Fra sidst i juli til begyndelsen af september dominerede cladocerer (61-90%). I kraft af høje forekomster i sensommeren dominerede cladocerer den gennemsnitlige biomasse og udgjorde 48% i perioden marts-oktober og 57% i sommerperioden maj-oktober.

Artssammensætning

Der blev i alt fundet 49 arter/slægter af ciliater, rotatorier, cladocerer og copepoder i Kvie Sø 2001, hvilket er 3 mindre end i 2000.

Ciliater

Den gennemsnitlige biomasse af ciliater var 0,14 mg/l = 5% af den gennemsnitlige totale biomasse i marts-oktober og 0,15 mg/l = 4% i maj-september. Ciliater fandtes hele året. De opnåede den højeste biomasse i juni (0,86 mg/l) og havde størst kvantitativ betydning under den lave biomasse fra sidst i maj til midt i juli (46-86%).

Der blev identificeret 6 taksonomiske grupper af ciliater. Øvrige ubestemte ciliater blev dels opdelt i størrelsesklasser på <20 µm, 20-100 µm og >100 µm og dels efter form i runde og elliptiske. De vigtigste ciliater var små ubestemte ciliater (<20 µm), der fandtes hele året, men havde størst betydning i maj-juni, *Strombidium/Strombilidium*, der især fandtes tidligt forår, og *Vorticella* spp., der især fandtes midt på sommeren.

Rotatorier

Den gennemsnitlige biomasse af rotatorier var 0,39 mg/l = 14% af den gennemsnitlige totale biomasse i marts-oktober og 0,56 mg/l = 16% i maj-september. De havde maksimum i august (1,5-2,1 mg/l), der især bestod af *Asplanchna priodonta*. Rotatorier havde størst betydning fra sidst i maj til midt i september, hvor de udgjorde 9-51% af den totale biomasse. Resten af året udgjorde de 0-13%.

Rotatorier var den artsrigeste dyregruppe med 24 fundne arter/slægter. Som gennemsnit var den vigtigste art *Asplanchna priodonta*, der udgjorde 8-30% af den totale biomasse i juli-august. Andre vigtige arter var *Polyarthra vulgaris/dolichoptera* og *Synchaeta* spp., der fandtes næsten hele året, og *Conochilus dossuarius*, der især fandtes i maj samt i august.

Cladocerer

Den gennemsnitlige biomasse af cladocerer var 1,3 mg/l = 48% af den gennemsnitlige totale biomasse i marts-oktober og 2,0 mg/l = 57% i maj-september. De havde maksimum under årsmaksimum i begyndelsen af august (15 mg/l). Cladocerer dominerede dyreplanktonsamfundet fra midt i

juli til begyndelsen af september (38-90%). Resten af året udgjorde de 0-6%.

Der blev registreret 10 arter af cladocerer, men langt den vigtigste var *Bosmina longirostris*, der udgjorde 89% af den høje biomasse i august. *Diaphanosoma brachyurum* udgjorde 17-21% af den totale biomasse sidst på sommeren.

Copepoder

Den gennemsnitlige biomasse af copepoder var 0,88 mg/l = 32% af den gennemsnitlige totale biomasse i marts-oktober og 0,83 mg/l = 23% i maj-september. De havde maksimum midt i maj (5,3 mg/l) og i begyndelsen af oktober (1,2 mg/l), hvor de udgjorde henholdsvis 90% og 97% af den totale biomasse. Copepoder havde størst betydning forår og efterår, hvor de udgjorde 64-97% af den totale biomasse. Fra midt i maj til midt i september udgjorde de oftest kun 0-4% af den totale biomasse. Cyclopoide copepoder dominerede copepodbiomassen hele året, bortset fra det tidlige forår, hvor cyclopoide og calanoide copepoder udgjorde næsten lige store andele af copepodbiomassen. Cyclopoide copepoditer var som gennemsnit den vigtigste copepodgruppe.

Der blev fundet 3 arter af copepoder, de cyclopoide arter *Cyclops strenuus* og *Cyclops vicinus* og den calanoide art *Eudiaptomus gracilis*. Voksne individer af *Cyclops strenuus* og *Eudiaptomus gracilis* fandtes især forår og efterår, hvorimod *Cyclops vicinus* kun fandtes på enkelte datoer i efteråret. I marts-april udgjorde voksne *Eudiaptomus gracilis* 22-34% og voksne *Cyclops strenuus* 10-19% af den totale biomasse. Der blev fundet enkelte *Meso-/Thermocyclops* copepoditer i oktober og november.

Dyreplanktonets potentielle fødeoptagelse i 2001

Den potentielle fødeoptagelse varierede mellem 14 µg C/l/døgn i oktober og 750 µg C/l/døgn i begyndelsen af august. Den gennemsnitlige fødeoptagelse var 170 µg C/l/døgn i perioden marts-oktober og 210 µg C/l/døgn i sommerperioden maj-september. Ciliater og cladocerer dominerede den gennemsnitlige fødeoptagelse, idet de udgjorde henholdsvis 44% og 39% i perioden marts-oktober. I sommerperioden var de tilsvarende tal, ciliater 38% og cladocerer 47%. Copepoder udgjorde kun 8-11% af den gennemsnitlige fødeoptagelse og rotatorier 7%.

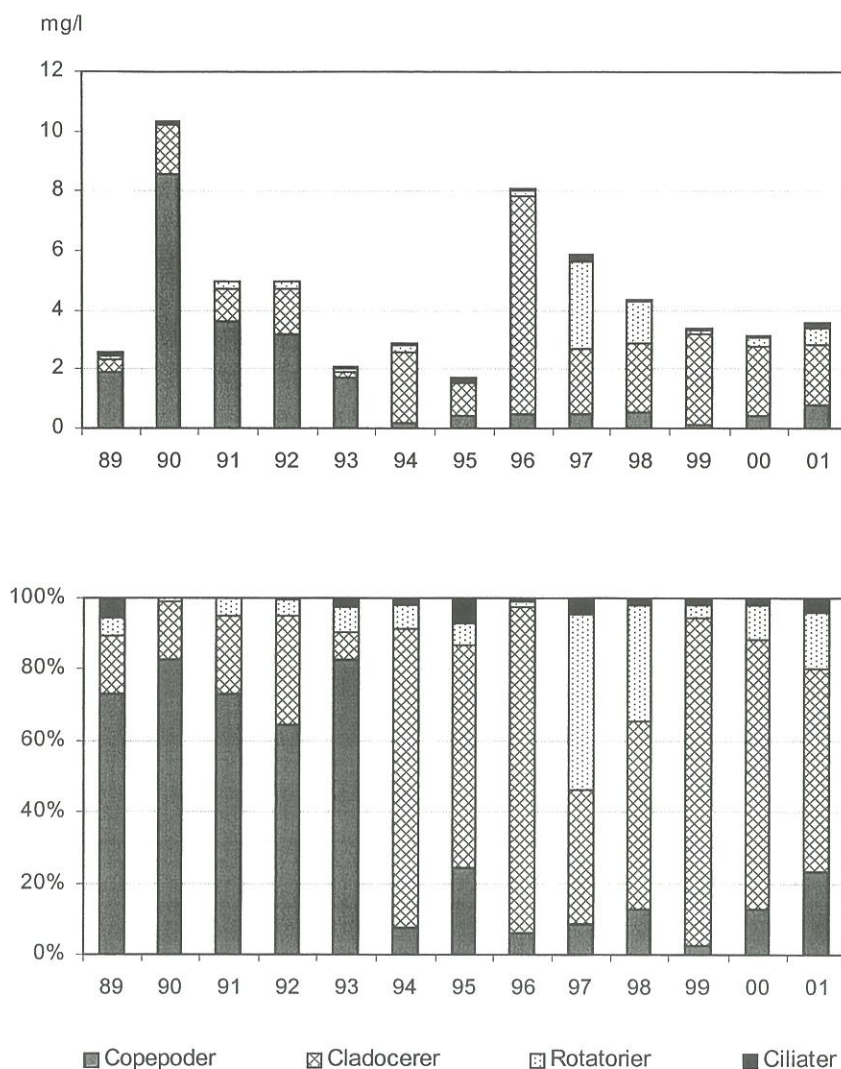
Ciliater dominerede fødeoptagelsen i marts (95%) og fra sidst i maj til midt i juli (83-97%). Cladocerer dominerede fødeoptagelsen fra sidst i juli til først i september (54-97%). Copepoder dominerede i første halvdel af maj (64-77%) samt i oktober-november (54-76%). I april og midt i september havde flere dyregrupper væsentlige andele i fødeoptagelsen.

Sammenligning med dyreplanktonsamfundet i 1989-2000.

Figur 3.11 viser dyreplanktonets biomasse og gruppernes procentvise fordeling som gennemsnit i sommerperioden maj-september fra årene 1989-2001. I det følgende behandles kun sommergennemsnit, da tidspunktet for første prøvetagning har varieret en del fra år til år.

I undersøgelsesperioden har der været store udsving i den gennemsnitlige dyreplanktonbiomasse. De højeste værdier fandtes i år med meget høje dyreplanktonmaksima sommer eller efterår. I 1990-92 og 1996-98 fandtes en maksimal biomasse på 16-26 mg/l og et sommergennemsnit på 4,4-10 mg/l. I 1989, 1993-95 samt 1999-2000 var den maksimale biomasse 5-12 mg/l og sommergennemsnittet 1,7-3,4 mg/l. I 2001 fandtes en høj maksimal biomasse (16 mg/l), men det var så kortvarigt, at den gennemsnitlige biomasse alligevel var relativ lav (3,5 mg/l). Den gennemsnitlige

biomasse faldt jævnt fra 8,1 mg/l i 1996 til et niveau på 3,1-3,5 mg/l i 1999-2001.



Figur 3.11. Kvie Sø 2001. Dyreplanktonbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper 1989-2001. Gennemsnit for sommerperioden maj-september.

I undersøgelsens første fem år (1989-93) fandtes copepoder hele året, og de dominerede fuldstændigt den gennemsnitlige sommerbiomasse (64-83%). I 1994-2001 var copepoder næsten forsvundet fra dyreplanktonsamfundet i sommerperioden, og cladocerer dominerede fuldstændigt i 1994-96 og 1999-2001, mens cladocerer samt rotatorier dominerede i 1997-98.

Ciliater udgjorde kun 0-7% af den gennemsnitlige biomasse fra 1989-2001. Rotatorier havde stor kvantitativ betydning i 1997-98, hvor de udgjorde 32-49% af den gennemsnitlige biomasse i kraft af store forekomster af *Asplanchna priodonta* sidst på sommeren. De øvrige år udgjorde rotatorier kun 1-10%. Ciliater og rotatorier havde dog de fleste år en større kvantitativ betydning i en kortere eller længere periode i løbet af året.

Den calanoide copepod *Eudiaptomus gracilis* var i gennemsnit langt den vigtigste art i årene 1989-92, idet den udgjorde over 50% af den gennem-

snitlige biomasse i sommerperioden. I 1993 ændrede dyreplanktonsamfundet sammensætning. Copepoder var stadig den vigtigste dyregruppe, men de cyclopoide arter *Cyclops strenuus* og *Cyclops vicinus* var de vigtigste arter og udgjorde tilsammen 70% af den gennemsnitlige biomasse i sommerperioden. I 1994 skete der igen et skift i dyreplanktonsamfundet, således at cladocerer blev den dominerende dyregruppe. Fra 1994 har de vigtigste arter været *Bosmina longirostris/longispina* og/eller *Daphnia hyalina*, i 1997-98 sammen med *Asplanchna priodonta*.

De markante ændringer, der blev observeret i dyreplankton sammensætningen i 1993-94, fandt sted 1-2 år efter, at søen var udsat for en kalkforurening, der bevirkede en stigning i pH og alkalinitet.

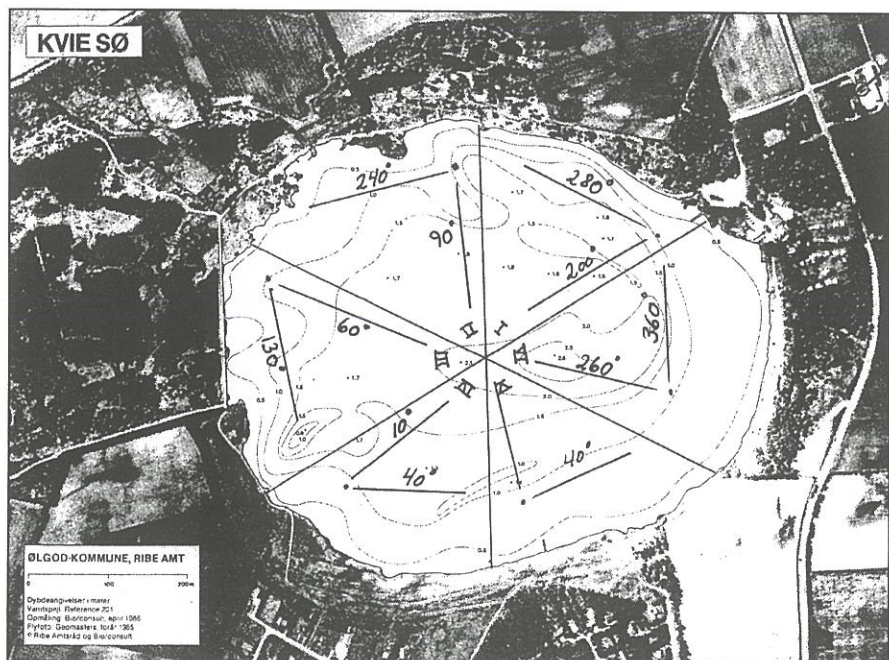
3.8 Fiskeyngel

*Fiskeyngelundersøgelse
2001*

Ribe Amt har i 2001 gennemført en undersøgelse af fiskeyngel i Kvie Sø. Undersøgelsen er foretaget som et led i Nova 2003 søprogrammet og er gennemført efter DMUs tekniske anvisning "Fiskeyngelundersøgelser i søer" 1998. Dokumentation for fiskeyngelundersøgelsen findes i bilag 2.7.

Sektioner og transekter

Der blev udlagt ét littoralt og ét pelagisk transekt i hver af de 6 sektioner. Sektionerne er de samme som anvendt under fiskeundersøgelserne i 1995 og 2000. De littorale transekter blev placeret parallelt med bredden og så vidt muligt efter én meter dybdekurven. De pelagiske transekter blev placeret vinkelret på bredden og på dybder større end én meter. Transekterne er forsøgt lagt som under yngelbefiskningen i de foregående år. Sektioner og transekters placering fremgår af figur 3.12.



Figur 3.12. Oversigtskort. Placering af sektioner og transekter ved fiskeyngelundersøgelse i Kvie Sø 2001.

Befiskningen

Selve yngelbefiskningen blev foretaget i tidsrummet fra kl. 24.00 til kl. 03.00 natten mellem den 2. og 3. juli. Det var diset og tåget, og på grund af skydækket kunne månen ikke ses. Sejladsen foregik efter kompas fra i forvejen afmærkede udgangspositioner på søen. For at opnå en tilfredsstill-

lende fangstmængde pr. transekt, blev der på alle transekter foretaget to træk på hver et minuts varighed. På grund af søens størrelse var det ikke muligt at foretage træk af mere end ét minuts varighed. Befiskningen ville i så fald foregå udenfor sektionen.

Fiskearter

Der blev kun fanget aborrengel under fiskeriet. På trods af en god geddebestand i Kvie Sø blev der ikke fanget geddeyngel. I forbindelse med tidligere fiskeundersøgelser i søen er der konstateret forekomst af gedde, aborre, ål og skalle. Dog er skalle muligvis udsat i forbindelse med lystfiskeri med levende agn.

Fangst og filtreret vandvolumen

I alt blev der under fiskeriet filtreret et vandvolumen på 314 m³ fordelt på 155 m³ i littoralen og 159 m³ i pelagiet. Dette gav en samlet aborrefangst på 252 stk. aborrengel svarende til en volumetæthed på 0,8 stk. yngel/m³. Fangsten var fordelt på 101 stk. fiskeyngel i de littorale transekter og 151 i de pelagiske transekter. I forhold til de foregående år er antallet af fiskeyngel steget kraftig. Fangst af aborrengel og det filtrerede vandvolumen fremgår af tabel 3.5.

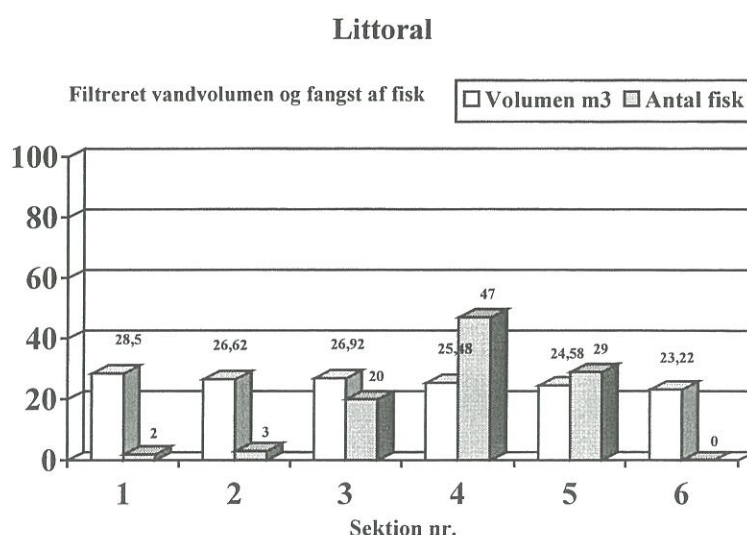
År	Filtreret vandvolumen, m ³			Fangst i stk.			Yngel/m ³ filtreret vand		
	Littoral	Pelagiet	Litt.+ Pela.	Littoral	Pelagiet	Litt.+ Pela.	Littoral	Pelagiet	Litt.+ Pela.
1998	165	168	333	26	30	56	0,16	0,18	0,17
1999	154	151	305	12	15	27	0,08	0,10	0,09
2000	154	155	309	27	29	56	0,18	0,19	0,18
2001	155	159	314	101	151	252	0,65	0,95	0,80

Tabel 3.5. Filtreret vandvolumen, fangst (stk.) og fangst pr. filtreret vandvolumen i 1998-2001.

Fangst og filtreret vandvolumen pr. zone og sektion

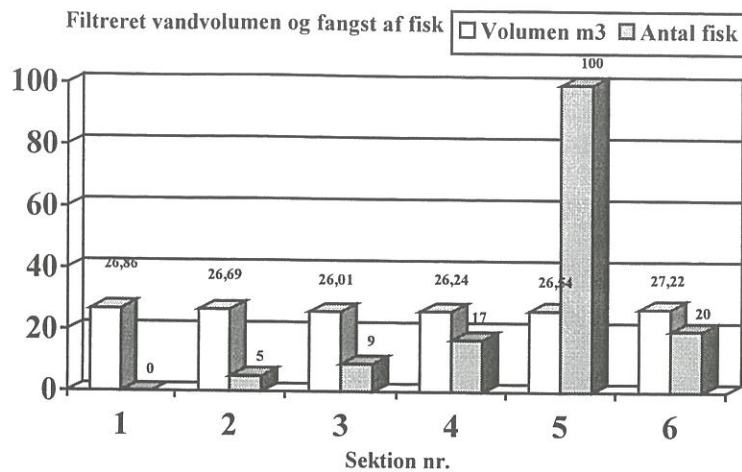
Fangst og filtreret vandvolumen for samtlige sektioner opdelt i littorale og pelagiske transekter fremgår af figur 3.13 og 3.14.

I littoralzonen var fangsten størst i sektion 4, og 95% af fiskene blev fanget i sektion 3, 4 og 5. I pelagiet blev der fanget flest fisk i sektionerne 4, 5 og 6, hvor klart det største antal yngel blev fanget i sektion 5 (66%).



Figur 3.13. Filtreret volumen og fangst af fisk pr. sektion i littoralzonen, 2001.

Pelagiet



Figur 3.14. Filtreret volumen og fangst af fisk pr. sektion i pelagiet, 2001.

Længdefordeling

Længden på aborre yngelen lå mellem 14 mm og 21 mm. Der var kun én længdegruppering hvilket sandsynliggør, at aborrerne har haft én kort tidsafgrænset gydeperiode. Der er ingen forskel i længdefordelingen for aborrer fanget i pelagiet eller littoralen. Længdefordelingen for aborre yngel fanget i den littorale og pelagiske zone, samt samlet længdefordeling af yngelen fremgår af figur 3.15.

Gennemsnitlig længde og vægt 1998 til 2001

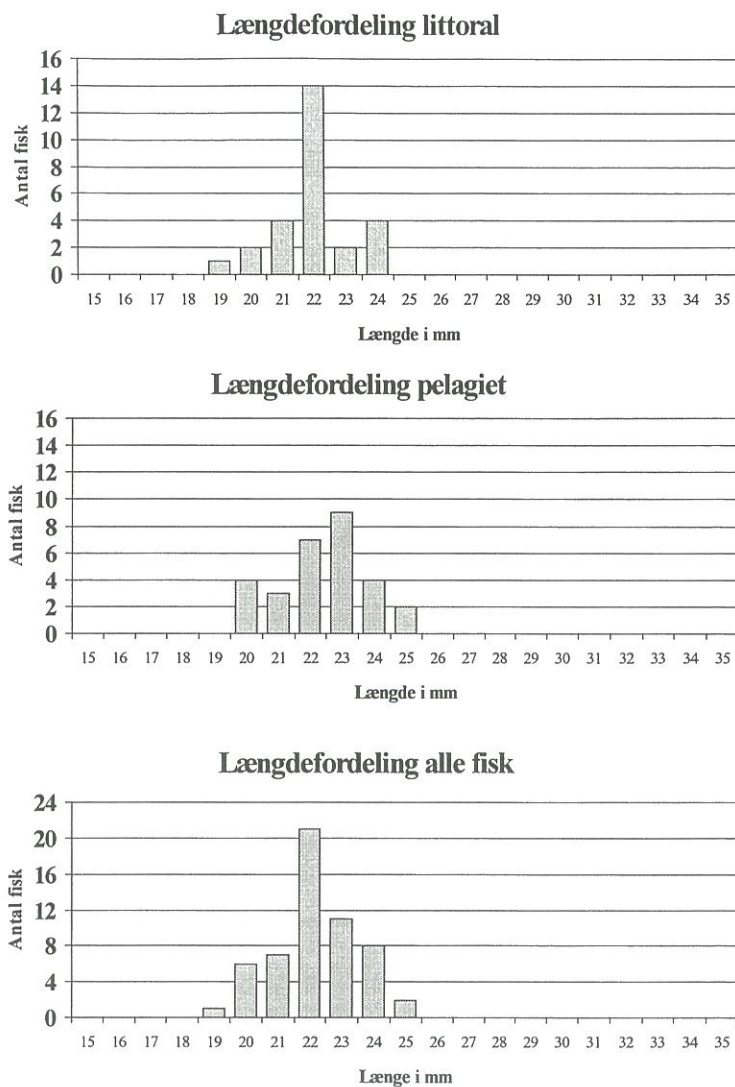
Den gennemsnitlige længde og vægt var ens for yngel fanget i den littorale og den pelagiske zone i 2001. I forhold til de foregående år er yngelen noget mindre, både med hensyn til længde og vægt. Aborren gyder gerne i april, men først ved en vandtemperatur på 7-8°C. Apriltemperaturen har i 2001 været lavere end de foregående år, hvilket kan have bevirket at gydningen har fundet sted senere end normalt. Yngelens gennemsnitsvægt og længde fremgår af tabel 3.6.

År	Gennemsnitlig vægt i mg			Gennemsnitlig længde i mm		
	Littoral	Pelagiet	Litt.+ Pela.	Littoral	Pelagiet	Litt.+ Pela.
1998	96	157	129	23,3	27,1	25,3
1999	83	80	81	19,8	20,0	19,9
2000	83	97	95	22,0	22,4	22,2
2001	23	19	20	16,7	16,5	16,6

Tabel 3.6. Gennemsnitlig længde og vægt for aborre yngel fanget i den littorale og den pelagiske zone og samlet for begge zoner 1998 til 2001.

Yngelbiomasse og yngeltæthed 1998 til 2001

På baggrund af befiskningerne er der beregnet en biomasse, samlet yngelbestand og yngeltæthed pr. 100 m² søoverflade. For Kvie Sø er der beregnet en bestand på 257.716 stk. aborre yngel og en biomassen på 5,2 kg på tidspunktet for undersøgelsen. I forhold til de foregående år, er der sket en kraftig stigning i antallet af aborre yngel, mens biomassen ligger på samme niveau. At antallet af aborre yngel er betydeligt større, kan skyldes at gydningen kan have fundet sted senere end normalt, og at der derfor blev fanget en del af de fisk, som naturligt ville være blevet spist. De beregnede biomasser og yngeltætheder for 1998 til 2001 fremgår af tabel 3.7.



Figur 3.15. Længdefordeling af abborreyngel fanget i den littorale og den pelagiske zone, samt for alle fisk, 2001.

År	Bestand stk	Biomasse kg	Yngel pr. 100 m ²
1998	54.991	7,8	18,3
1999	31.603	2,6	10,5
2000	58.175	5,5	19,4
2001	257.716	5,2	85,9

Tabel 3.7. Bestand, yngelbiomasse og yngeltæthed for aborre i Kvie Sø fra 1998 til 2001.

Med det nuværende kendskab til søens fiskebestand og den forholdsvis nye yngelfiskemetode, er det endnu vanskeligt at vurdere rigtigheden af den beregnede yngelbestand og biomasse, der således skal tages med et vist forbehold.

Vurdering af undersøgelsen

Undersøgelse har belyst forekomsten af abborreyngel på Kvie Sø i starten af juli måned 2001. Fangsten af abborreyngel er godt fire gange større end ved

undersøgelsen i 2000. Sammenholdes antallet af fanget fiskeyngel med den samlede biomasse ses det, at fiskene er meget mindre i 2001. Hvis gydningen har fundet sted senere end normalt, er den del af fiskeynglen, som normalt bliver spist, talt med. Det kan dog heller ikke udelukkes, at stigningen i fangsten er et udtryk for metodens usikkerhed.

Der er ikke fanget geddeyngel ved undersøgelsen, men gedder er tidligere registreret i større antal under elfiskeri i bredzonen. Formentlig skyldes den manglende fangst af geddeyngel, at ynglen opholder sig på lavere vand end hvor de littorale transekter er placeret.

3.9 Vegetation

Omfang og metoder

Der er den 20.-21. august 2001 foretaget en områdeundersøgelse af undervandsvegetationen i Kvie Sø. Herudover er undersøgt rørsumpens dybdeudbredelse. Undersøgelserne er gennemført efter DMUs anvisninger. Rådata fremgår af bilagsrapporten "Vegetation i Kvie Sø 2001".

Vandstanden var på undersøgelsestidspunktet 25,18 m over DNN, dvs. 0,24 m under vandspejlskoten 25,42 m over DNN, ved hvilken dybdekortet er udtegnet, og som er anvendt som referencekote ved vegetationsundersøgelsen.

Søen er opdelt i 10 næsten lige store delområder. I hvert delområde er der gennemført undersøgelser i dybdeintervaller på 0,25 m, hvor der er foretaget 10 registreringer af dækningsgraden af den samlede vegetation og dækningsgraden af de enkelte arter. Desuden er noteret højden af undervandsvegetationen og bundforholdene.

Da vandstanden var 0,24 m under referencevandspejlskoten, er undersøgelsen foretaget i følgende dybdeintervaller: 0-0,01 m, 0,01-0,26 m, 0,26-0,51 m, 0,51-0,76 m,..... ...1,76-2,01 m, 2,01-2,26 m og 2,26-2,51 m.

I hvert delområde er der foretaget 10 jævnt fordelte registreringer af dybdegrænsen for både undervandsvegetationen og rørsumpen. Disse værdier er anvendt til beregning af middeldybdegrænserne for de to vegetationstyper.

Undersøgelserne er foretaget ved vadning og fra båd, idet vegetationen er registreret dels visuelt ved hjælp af vandkikkert og dels ved hjælp af en almindelig rive på et langt skaft. Sigtdybden var 0,98 m på undersøgelsestidspunktet.

Artssammensætning

Den registrerede undervandsvegetation fremgår af tabel 3.8.

Artssammensætningen i 2001 omfattede en række karakteristiske grundskudsplanter for den næringsfattige sø (lobeliesø): sporeplanten *Gulgrøn Brasenføde* og blomsterplanterne *Strandbo*, *Lobelia* og *Liden Siv*. Desuden blev registreret langskudsplanterne *Smalbladet Vandstjerne* og *Spæd Pindsvineknop*, som begge er typiske for næringsfattige ferske vande. Endvidere blev registreret den fritsvømmende *Liden Blærerod*. Herudover registreredes mosserne *Ensidig Tørvemos* og slægten *Seglmos*, der omfattede en eller flere ubestemte arter. Den pågældende blærerodsart og mosserne er typiske for næringsfattige og noget sure søer. Endelig blev registreret grønne trådalger, hvoraf hovedparten bestod af *Oedogonium* sp. og i mindre grad af *Slimtråd* (*Spirogyra* sp.).

Artsnavn (dansk)	Artsnavn (latin)	Status
Grundskudsplanter:		
Strandbo	<i>Littorella uniflora</i>	Meget hyppig
Gulgrøn Brasenføde	<i>Isoetes echinospora</i>	Meget hyppig
Lobelie	<i>Lobelia dortmanna</i>	Hyppig
Liden Siv	<i>Juncus bulbosus</i>	Spredt
Langskudsplanter:		
Smalbladet Vandstjerne	<i>Callitriche hamulata</i>	Spredt
Spæd Pindsvineknop	<i>Sparganium minimum</i>	Meget fåtallig
Liden Blærerod	<i>Utricularia minor</i>	Enkelte
Mosser:		
Ensidig Tørvemos	<i>Sphagnum subsecundum</i>	Almindelig
Art af Seglmos	<i>Drepanocladus</i> sp.	Ret almindelig
Trådalger:		
Grøn trådalge	<i>Oedogonium</i> sp.	Spredt
Slimtråd	<i>Spirogyra</i> sp.	Fåtallig

Tabel 3.8. Oversigt over registrerede arter af undervandsplanter i Kvie Sø 2001 og de enkelte arters status i søen som helhed.

Gulgrøn Brasenføde er meget sjælden her i landet og er kun kendt fra nogle ganske få voksesteder i Jylland. På rødlisten fra 1997 er den opført som "sårbar" i Danmark (Miljø- og Energiministeriet, 1998a). Desuden er *Spæd Pindsvineknop* anført som "sjælden" på rødlisten, og den er forholdsvis ualmindelig i Jylland. Endvidere er *Strandbo* og *Lobelie* med på gullisten fra 1997 som "opmærksomhedskrævende", dvs. arter med en stærk negativ bestandsudvikling de seneste år (Miljø- og Energiministeriet, 1998b).

Ved undersøgelsen i 2001 blev der registreret de samme arter som i 2000 bortset fra *Fladfrugtet Vandstjerne*. Denne art var tilstede med enkelte planter i 1993 og 2000, og der er således tale om en mere eller mindre tilfældig og forbigående opdukken, idet arten er mere typisk for næringsrige søer. Undervandsvegetationen er blevet lidt mere artsrig i undersøgelsesperioden, idet *Smalbladet Vandstjerne* indvandrede i 1999 og har etableret sig som fast art i søen. Desuden er *Spæd Pindsvineknop* formentlig ved at etablere sig som fast art. *Liden Blærerod* blev ikke registreret i årene 1994-1996, og har de øvrige år kun været registreret med ganske få planter.

Artssammensætningen har i perioden 1993-2001 været ret stabil, som det er karakteristisk for lobeliesøer, idet alle de almindeligste og betydende arter har været tilstede alle undersøgelsesår. Det gælder således grundskudsplanterne *Strandbo*, *Gulgrøn Brasenføde*, *Lobelie* og *Liden Siv* samt mosserne *Ensidig Tørvemos* og *Seglmos*. Etableringen af *Smalbladet Vandstjerne* og *Spæd Pindsvineknop* som faste arter er måske de første tegn på, at der med tiden vil indvandre langskudsarter til søen.

Med hensyn til alger skal det bemærkes, at der gennem årene ikke er foretaget nogen nærmere artsbestemmelse af de observerede trådalger, men de synes primært at bestå af grønalgslægten *Oedogonium* og i mindre grad af grønalgslægten *Spirogyra* (*Slimtråd*).

Hyppighed og udbredelse

De to hyppigste arter i 2001 var dels *Strandbo*, som især var hyppig i den inderste og mellemste del af vegetationsbæltet og dels *Gulgrøn Brasenføde*, der var meget hyppig i den yderste del af bæltet. *Lobelie* var også ret

hyppig, fortrinsvis i den mellemdybde del af bæltet, mens *Liden Siv* især fandtes spredt på lavt vand.

Smalbladet Vandstjerne blev fundet i alle delområder bortset fra i den nordlige del af søen, hvor der foregår badning. Arten blev registreret fåtalligt til spredt, stedvis med små sammenhængende bevoksninger i den yderste del af vegetationsbæltet, dvs. på dybder større end omkring trekvart meter. Her blev der også meget fåtalligt registreret *Spæd Pindsvineknop* i den vestlige, sydlige og østlige del af søen. Alle planter var på vandformen, hvilket er typisk for denne art i næringsfattige søer. *Liden Blærerod* blev registreret meget fåtalligt på lavt vand i den vestlige del af søen, hvor der tæt på bredden findes en lille sur tørvegrav, hvor arten er almindelig.

Ensidig Tørvemos fandtes ret almindelig i rørsumpzonen i den sydlige del af søen, hvor den stedvis havde sammenhængende bevoksninger. I de øvrige dele af søen var arten fåtallig til spredt forekommende i vegetationsbæltet, idet den dog kun var fåtallig i den nordligste del af søen. *Seglmos* fandtes fåtalligt til meget spredt i vegetationsbæltet over hele søen.

De væsentligste ændringer i arternes hyppighed i forhold til 2000 var, at *Strandbo*, *Lobelie* og *Smalbladet Vandstjerne* var blevet lidt mere hyppige, og at der var færre trådalger henholdsvis i bredzonen og på grundskudsvegetationen. Undervandsvegetationen fandtes ligesom de tidligere år som et forholdsvis tæt vegetationsbælte ud til lidt over 1 meter, idet den også var tæt i en stor del af rørsumpen, som var forholdsvis åben på steder med *Almindelig Sumpstrå* og *Tagrør*, mens rørsumpen var mere lukket på steder med *Næb-Star*, hvor undervandsvegetationen var knap så hyppig.

Undervandsvegetationen er slidt væk nogle steder på grund af badning. Det gælder således en betydelig del af området ved campingpladsen. Derudover er vegetationen slidt væk på mindre områder, hvor der sker ophaling af både. Det vegetationsbare areal havde samme størrelse som i 2000.

Det ses i øvrigt, at den gennemsnitlige dækningsgrad i hele søen har været stigende gennem årene fra 10,1% i 1993 til 38,3% i 2001, hvilket især er en følge af, at undervandsvegetationen har fået en større dybdeudbredelse og tæthed på de større dybder. Fra 1999 til 2001 har der kun været en lille stigning i dækningsgraden for søen som helhed, ligesom ændringerne i de enkelte delområder har været forholdsvis små bortset fra i den nordøstlige del af søen.

Dybdegrænse

Ved den aktuelle vandstandskote var middeldybdegrænsen for undervandsvegetationen på 1,09 m og den største dybdegrænse på 1,30 m. Når der ses bort fra badeområdet, var middeldybdegrænsen for de enkelte delområder ret ens og varierede kun fra 1,07-1,18 m, mens mindste og største dybdegrænse kun varierede fra 1,00-1,30 m. I badeområdet, lå middeldybdegrænsen på 0,79 m.

Ved referencevandspejlskoten 25,42 m over DNN har den gennemsnitlige dybdegrænse for undervandsvegetationen nogenlunde været den samme i årene 1997-2001, hvor den har ligget i intervallet 1,28-1,35 m. Dette var noget højere end i 1995 og 1996, hvor der var den laveste dybdegrænse i perioden, mens den højeste har været i årene 1999-2001. Den største dybdegrænse de seneste år skyldes især, at *Gulgrøn Brasenføde* og *Smalbladet Vandstjerne* har øget dybdeudbredelsen.

Ved aktuel vandstand har den gennemsnitlige dybdegrænse for undervandsvegetationen været stigende siden 1996, hvilket skyldes en højere vandstand og stigende dybdeudbredelse af *Gulgrøn Brasenføde* og *Smalbladet Vandstjerne*. I 2000 og 2001 har arterne ikke øget dybdeudbredelsen, trods en lavere vandstand end i 1999. Den faldende dybdegrænse i årene 1994 til 1996 skyldtes dels lavere vandstande, og dels at *Gulgrøn Brasenføde* ikke øgede dybdeudbredelsen i takt med den faldende vandstand.

De enkelte arters største dybdegrænse i årene 1997-2001 er vist i tabel 3.9. Alle fem år har grundskudsplanterne en stigende dybdegrænse i rækkefølgen *Liden Siv*, *Strandbo*, *Lobelie* og *Gulgrøn Brasenføde*. Dette afspejler også den rækkefølge, som arterne dominerer fra bredden og udefter i søen. I den nærmeste og mellemste del er det *Strandbo*, i den mellemste del *Lobelie* og i den yderste del *Gulgrøn Brasenføde*. Alle år er der registreret *Ensidig Tørvemos* og *Seglmos* på større dybder end grundskudsplanterne, men det drejer sig højst sandsynlig om fritsvømmende mos, der er løsrivet fra lavere dybder, og der kan ikke fastlægges nogen entydige grænser for de to mosser.

Undervandsart	Dybdegrænse (m)				
	1997	1998	1999	2000	2001
Gulgrøn Brasenføde	1,10 (1,45)	1,35 (1,49)	1,40 (1,55)	1,35 (1,57)	1,30 (1,54)
Lobelie	0,95 (1,30)	1,10 (1,24)	1,00 (1,15)	1,00 (1,22)	1,00 (1,24)
Strandbo	0,85 (1,20)	1,00 (1,14)	0,90 (1,05)	0,85 (1,07)	0,85 (1,04)
Liden Siv	0,45 (0,80)	0,70 (0,84)	0,60 (0,75)	0,55 (0,77)	0,45 (0,69)
Smalblad. Vandstjerne	-	-	1,20 (1,35)	1,20 (1,42)	1,20 (1,44)
Spæd Pindsvineknop	-	-	1,10 (1,25)	1,05 (1,27)	1,05 (1,29)
Liden Blærerod	fritsvømmende	fritsvømmende	fritsvømmende	fritsvømmende	fritsvømmende
Ensidig Tørvemos	1,35? (1,70?)	1,60? (1,74?)	1,50? (1,65?)	1,40 (1,62?)	1,40 (1,64?)
Art Seglmos	1,35? (1,70?)	1,60? (1,74?)	1,50? (1,65?)	1,30 (1,52?)	1,35 (1,59?)
Grønne trådalger	fritsvømmende	fritsvømmende	fritsvømmende	fritsvømmende	fritsvømmende

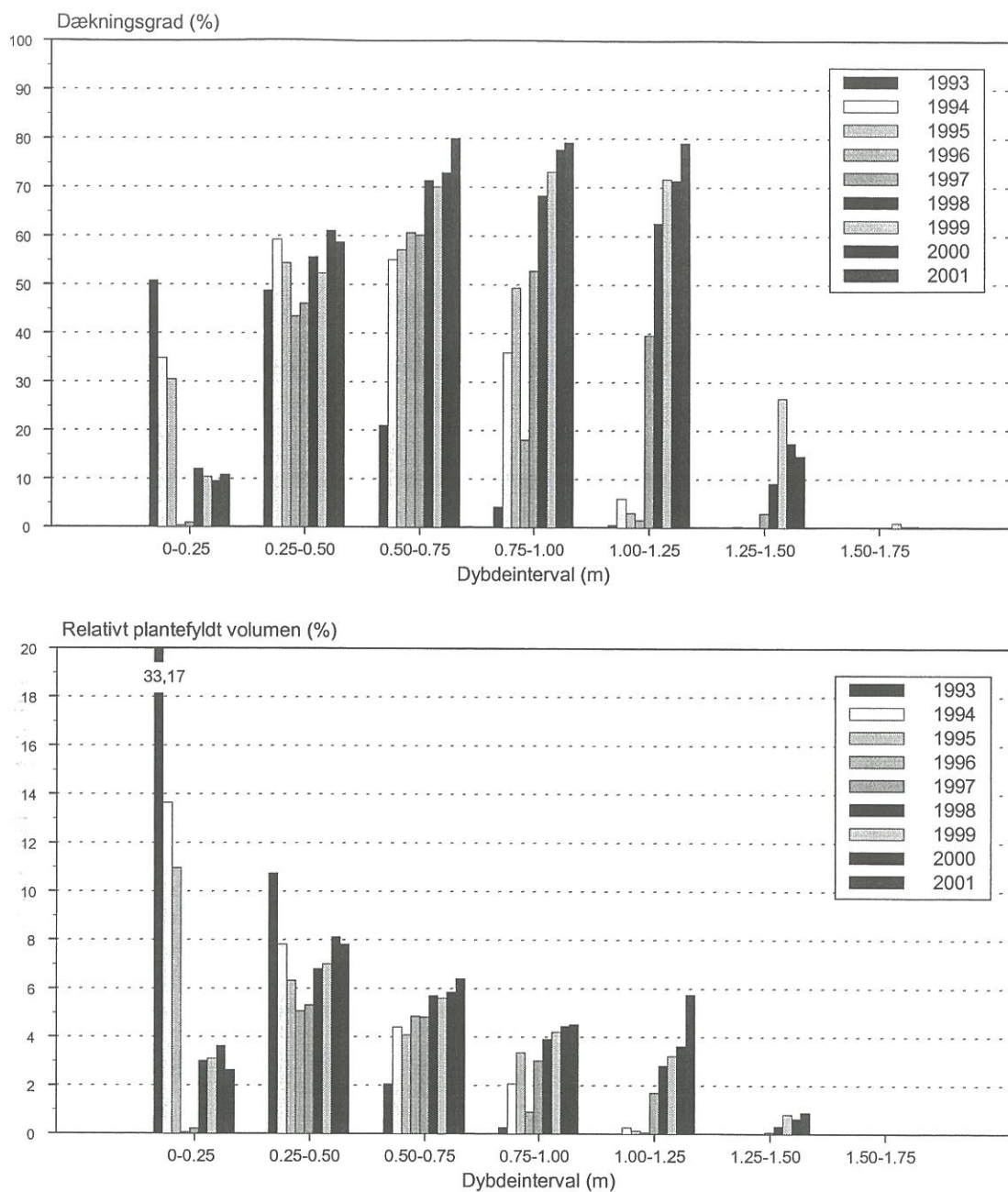
Tabel 3.9. Oversigt over undervandsarternes dybdegrænse i Kvie Sø, 1997-2001. Der er anført ved aktuel vandspejl og referencevandspejlskoten 25,42 m o. DNN. Sidstnævnte er anført i parentes.

Variationerne i dybdegrænserne fra år til år ved aktuel vandspejl skyldes især forskellige vandstande. I forhold til referencevandstanden er dybdegrænsen for *Gulgrøn Brasenføde* og *Smalbladet Vandstjerne* steget lidt gennem årene, idet de begge er vokset lidt længere ud i søen. Den førstnævnte har dog fået en lidt mindre dybdegrænse fra 2000 til 2001. Hos de øvrige tre grundskudsarter, *Strandbo*, *Lobelie* og *Liden Siv*, har der ikke været nogen stigning i dybdegrænsen i perioden 1997-2001.

Dækningsgrad og plantefyldt volumen

På figur 3.16 er vist undervandsvegetationens dækningsgrad og det relative plantefyldte volumen i de enkelte dybdeintervaller for hele søen.

Det samlede plantedækkede areal ved referencevandstanden er opgjort til 115.105 m², svarende til en gennemsnitlig dækningsgrad på 38,3% beregnet uden fradrag af arealet for rørskov. Det samlede plantedækkede areal ved referencevandstanden var 10,1% i 1993, 20,0% i 1994, 21,3% i 1995, 14,5% i 1996, 24,3% i 1997, 32,8% i 1998, 36,1% i 1999 og 36,5% i 2000. Vegetationens dækningsgrad i 2001 var således lidt større end i 2000, og det højeste der er registreret gennem alle undersøgelsesårene.



Figur 3.16. Oversigt over variationen af dækningsgraden og det relative plantefyldte volumen i de enkelte dybdeintervaller i Kvie Sø i årene 1993-2001. Alle værdier er i forhold til referencevandspejlskoten 25,42 m o. DNN.

I intervallet 0-0,25 m er der gradvis sket et fald i dækningsgraden i forbindelse med den faldende vandstand fra 1993 til 1997. Denne del af søen har således i 1996 og 1997 været mere eller mindre tørlagt i lange sommerperioder, hvorved planter fra den tørre del af bredzonen er vokset ud og har udkonkurreret grundskudsplanterne, specielt *Strandbo*. I årene 1998-2001 har der været en højere vandstand, så landplanterne er trængt tilbage, og *Strandbo* har kunnet genvinde noget af det tabte terræn. Efter at have været under 1% i 1996 og 1997 er dækningsgraden nu blevet højere og har ligget i intervallet 10-12% i årene 1998-2001. Da sumpplanter,

buske og træer har bredt sig i dette dybdeinterval, vil dækningsgraden imidlertid på længere sigt nok ikke kunne nå op på de 30-50%, som den var i årene 1993-1995.

I intervallet 0,25-0,50 m har der ikke været ret store ændringer gennem årene, men der er dog sket en vis stigning af dækningsgraden fra 1996 til 2001, hvilket især skyldes en større udbredelse og tæthed af *Strandbo*. De lavere værdier i 1996 og 1997 skyldes hovedsagelig, at en del af dette dybdeinterval var tørlagt disse 2 år, hvor der har været de laveste vandstande i alle undersøgelsesårene. I 2000 og 2001 har dækningsgraden været lidt større end i 1999, hvilket skyldes en lidt større tæthed af *Ensidig Tørvemos* og *Strandbo*.

I intervallet 0,50-0,75 m har der været en stigning i dækningsgraden i årene 1998- 2001 i forhold til årene 1993-1997, idet *Strandbo* og *Gulgrøn Brasenføde* er blevet mere hyppige. Dækningsgraden de fire seneste år er således højere, end den har været tidligere. Fra 2000 til 2001 har der været en stigning, som især skyldes en fremgang for *Lobelie*, og dækningsgraden er nu den højeste i alle undersøgelsesårene. I årene 1993-1997 har der ikke været særlig store ændringer bortset fra en betydelig stigning i dækningsgraden fra 1993 til 1994, hvilket sandsynligvis skyldes en forbedring i sigtddybden mellem de to år.

I intervallet 0,75-1,00 m har der været en stor stigning i mængden af undervandsplanter i løbet af undersøgelsesperioden, så dækningsgraden i 2001 nu er den højeste i alle undersøgelsesårene. Stigningen skyldes i langt overvejende grad, at *Gulgrøn Brasenføde* er blevet betydeligt mere hyppig. Desuden har den indvandrede *Smalbladet Vandstjerne* de seneste tre år medvirket til en forøgelse af dækningsgraden. Fra 1998 til 2001 har der kun været mindre stigninger, idet *Gulgrøn Brasenføde* kun er blevet lidt mere hyppig i denne periode.

I intervallet 1,00-1,25 m skyldes den store stigning i vegetationsmængden siden 1996, at *Gulgrøn Brasenføde* har fået en større dybdeudbredelse og hyppighed. Desuden har indvandringen af *Smalbladet Vandstjerne* været medvirkende til stigningen, især fra 2000 til 2001. Den store stigning i dækningsgraden fra 1996 til 1997 skyldes, at vegetationen er vokset længere ud i søen på grund af lave vandstande disse to år.

I intervallet 1,25-1,50 m har der været en stigning i mængden af planter fra 1997 til 1999, som skyldes en større dybdeudbredelse og hyppighed af *Gulgrøn Brasenføde* og mosserne. Derefter har der været et fald i dækningsgraden fra 1999 til 2001, da hyppigheden af mosserne har været lavere. Fra 2000 til 2001 er der dog kun tale om et lille fald i dækningsgraden.

Det samlede plantefyldte volumen er ved referencevandstanden opgjort til 6.714 m³, svarende til 1,89% af søens volumen (= relativt plantefyldt volumen) uden fradrag af rørskovens plantefyldte volumen. De foregående års værdier ved referencevandstanden har været 0,64% i 1993, 0,82% i 1994, 0,87% i 1995, 0,58% i 1996, 1,00% i 1997, 1,35% i 1998, 1,50% i 1999 og 1,59% i 2000. Der er nu i 2001 det højeste plantefyldte volumen af alle undersøgelsesårene, dels for søen som helhed og dels i dybdeinterval-lerne fra 0,50 til 1,25 m.

Der er således sket en betydelig fremgang i det plantefyldte volumen siden 1996, hvilket i første række skyldes fremgangen hos *Gulgrøn Brasenføde* i

dybdeintervallerne fra 0,75-1,25 m samt i anden række en fremgang hos *Strandbo* i dybdeintervallerne fra 0-0,50 m. Desuden har *Lobelia* enkelte år haft en lille fremgang i dybdeintervallet 0,50-0,75 m, og *Smalbladet Vandstjerne* er indvandret og blevet mere hyppig i dybdeintervallerne 0,75-1,25 m. Endvidere har mosserne haft en vis fremgang i nogle af dybdeintervallerne gennem årene.

Fra 1993 til 1997 har der været et stort fald i det relative plantefyldte volumen i intervallet 0-0,25 m og til dels intervallet 0,25-0,50 m, hvilket nok hovedsagelig skyldes en faldende vandstand. Den tørlagte del af søbunden er i stigende grad groet til med høje planter fra den tørre del af bredden, hvorved undervandsvegetationen er udkonkurreret, især *Strandbo*. Med en faldende vandstand har denne art også været udsat for et stigende slid af brugerne af søen. I 1998 er denne udvikling vendt i forbindelse med den højere vandstand og et forbud mod færdsel i rørsumpen. Dette har især medført en stigning i det plantefyldte volumen i intervallet fra 0,25-0,50 m, mens der kun har været en mindre stigning i intervallet fra 0-0,25 m på grund af tilgroning med sumpplanter.

I dybdeintervallerne fra 0,50 m og dybere følger det relative plantefyldte volumen det samme mønster som beskrevet ovenfor om dækningsgraden. Fra 2000 til 2001 er der en lille stigning i det plantefyldte volumen i intervallerne 0,50-0,75 m og 0,75-1,00 m, som især skyldes en lidt større hyppighed af *Gulgrøn Brasenføde*, *Lobelia* og *Smalbladet Vandstjerne*. I intervallet 1,00-1,25 m er der en betydelig stigning i det plantefyldte volumen, da *Smalbladet Vandstjerne* er blevet mere hyppig. Denne art er langt højere end grundskudsplanterne.

Flydebladsvegetation og rørsump

Der blev registreret 2 arter af flydebladsplanter i Kvie Sø ved undersøgelsen. *Vand-Pileurt* havde spredte småbevoksninger og var således generelt fåtalligt forekommende i hele søen. Arten er, som det latinske navn fortæller, amfibisk og optræder således både som vand- og landplante. Den findes enkelte steder som landplante langs Kvie Sø og kan ved vandstandsstigninger overgå til at blive vandplante. *Liden Andemad* fandtes fåtalligt langs bredden i den sydlige og østlige del af søen, og var generelt meget fåtallig i søen som helhed. I forhold til 2000 havde de to arter den samme status, mens *Svømmende Vandaks* var forsvundet. Den havde en lille bevoksning i den nordligste del af søen i 2000, men er ellers ikke registreret de øvrige undersøgelsesår, mens de to øvrige arter har været tilstede alle år.

I 2001 blev der ikke gennemført nogen detaljerede undersøgelser af rørsumpens forekomst bortset fra, at der blev registreret dybdegrænsen. Ved aktuel vandspejlskote var den gennemsnitlige dybdegrænse for rørsumpen 0,43 m, svarende til 0,67 m ved referencevandspejlskoten. I årene 1996-2000 varierede den gennemsnitlige dybdegrænse ved referencevandspejlskoten i intervallet 0,67-0,71 m. Den gennemsnitlige dybdegrænse i 2001 ligger således i dette interval, og der synes ikke at være sket større ændringer i rørsumpens dybdeudbredelse i perioden 1996-2001.

Der var tilsyneladende ikke sket større ændringer i de dominerende arters forekomst, idet rørsumpen stadig domineredes af lysåbne bevoksninger af *Almindelig Sumpstrå*, der gav plads til grundskudsplanterne. Desuden var der en del steder *Næb-Star*, som havde mere lukkede bevoksninger og stedvis sammenhængende bevoksninger af *Tagrør*, hvis bevoksninger

generelt var lysåbne. Enkelte steder fandtes bevoksninger af *Bredbladet Dunhammer*.

De væsentligste ændringer fra 2000 til 2001 var, at *Tagrør*, *Næb-Star* og *Bredbladet Dunhammer* var blevet lidt mere hyppige. Dette betød, at rørsumpen stedvis forekom at være blevet lidt tættere. Der var imidlertid ikke sket større ændringer i grundskudsvegetationens dækningsgrad i rørsumpzonen, og forøgelsen i tætheden af rørsumpplanter har således ikke været så stor, at det har haft nogen væsentlig indflydelse på grundskudsvegetationen.

Samlet vurdering af vegetationen

Undervandsvegetationen i Kvie Sø har en ret stabil artssammensætning, som det er typisk for lobeliesøer. Ved undersøgelsen i sommeren 2001 blev der således registreret de samme arter som i 2000 bortset fra en enkelt art, som kun har en tilfældig og meget fåtallig optræden i søen. Alle de almindelige og betydende arter har været tilstede i undersøgelsesperioden 1993-2001, hvilket gælder grundskudsplanterne *Strandbo*, *Gulgrøn Brasenføde*, *Lobelia* og *Liden Siv* samt mosserne *Ensidig Tørvemos* og slægten *Seglmos*. Desuden er langskudsarten *Smalbladet Vandstjerne* indvandret i 1999 og har etableret sig som fast art. I 2001 var de væsentligste ændringer i forhold til 2000, at *Strandbo*, *Lobelia* og *Smalbladet Vandstjerne* var blevet lidt mere hyppige, og at der var færre trådalger.

Den gennemsnitlige dybdegrænse for undervandsvegetationen har i årene 1997-2001 været ret ens, idet den ved referencevandspejlskoten har ligget i dybdeintervallet 1,28-1,35 m, og vegetationen synes således at have stabiliseret sig omkring dette dybdeniveau. I 2001 var dybdegrænsen 1,33 m mod 1,35 m i 2000, og der var således kun et ganske lille fald, som ligger inden for den naturlige variation fra år til år. De laveste dybdegrænser var i 1995 og 1996, hvorefter der har været en forbedring som følge af en øget dybdeudbredelse af *Gulgrøn Brasenføde* og i mindre omfang af *Smalbladet Vandstjerne* de tre seneste år. De to mosslægter har tilsyneladende en lidt større dybdeudbredelse end de to nævnte plantearter, men da mosserne ligger mere eller mindre løsrevet på søbunden, har der ikke kunnet fastlægges entydige dybdegrænser for disse.

Undervandsvegetationens gennemsnitlige dækningsgrad i søen som helhed har været stigende fra 14,5% i 1996 til 38,3% i 2001, hvilket er den højest registrerede dækningsgrad gennem alle undersøgelsesårene. De tre seneste år har stigningen været ret beskeden, idet dækningsgraden var 36,1% i 1999, 36,5% i 2000 og 38,3% i 2001. Dette kunne tyde på, at vegetationen har stabiliseret sig på et niveau med en dækningsgrad på lidt over en trediedel af søen areal. Fremgangen i dækningsgraden siden 1996 skyldes især, at *Gulgrøn Brasenføde* har fået en større hyppighed i den ydre del af grundskudsbæltet uden for rørsumpen. Her har også *Smalbladet Vandstjerne* fået en lidt større hyppighed. Desuden har *Strandbo* og *Ensidig Tørvemos* fået en lidt større hyppighed i den indre og mellemste del af grundskudsbæltet (rørsumpzonen).

Det relative plantefyldte volumen har som følge af den øgede dækningsgrad også været stigende fra 0,6% i 1996 til 1,9% i 2001, hvilket er det højest registrerede plantefyldte volumen i alle undersøgelsesårene. Forøgelsen i det plantefyldte volume skyldes i første række fremgangen hos *Gulgrøn Brasenføde* og i anden række fremgangen hos *Strandbo*. Desuden har den større hyppighed af *Smalbladet Vandstjerne* været medvirkende, da planterne af denne art er betydeligt højere end planterne af grundskudsarterne. Disse lave rosetplanter og mosserne er kun få centi-

meter høje, og undervandsvegetationen udgjorde derfor kun knap 2% af søens volumen til trods for, at over en trediedel af søbunden var dækket med undervandsplanter.

Den væsentligste årsag til den bedre udviklede undervandsvegetation de sidste år er, at der har været en høj vandstand i søen. Dette har haft en positiv indflydelse på vandets klarhed, idet sigtddybden bl.a. er afhængig af vandets brunfarvning, som bliver mindre ved et stort vandvolume, da der sker en fortynding af humusstofferne. Den høje vandstand har også betydet, at *Strandbo* har kunnet rekolonisere en del af den søbund, som var tørlagt de tidligere undersøgelsesår med lave vandstande. Da den brednære del af søbunden mange steder er groet til med sumpplanter, buske og træer, har *Strandbo* dog ikke kunnet opnå den samme store udbredelse som tidligere på denne lavvandede del af søbunden.

En anden væsentlig årsag til en bedre udviklet undervandsvegetation er, at der i foråret 1998 blev indført begrænsninger i færdslen i søen, idet det er blevet forbudt at fiske i søen, og ophaling af både må kun ske på to bestemte steder. Desuden må badning kun ske i det afgrænsede område i den nordlige del af søen ved campingpladsen. Disse begrænsninger i færdslen har haft en positiv udvikling på grundskudsvegetationen, og der er ikke observeret tidligere tiders hårde slid i form af brækkede og oprådte planter af *Strandbo* i bredzonen og af *Gulgrøn Brasenføde* i den ydre del af grundskudsbæltet. Den forholdsvis høje vandstand har også været med til at reducere sliddet på grundskudsvegetationen, da færdslen i den brednære del af søen har været begrænset.

Rørsumpen i Kvie Sø forekommer at være ret stabil med hensyn til dybdeudbredelse, idet der i årene 1997-2001 ikke er sket større ændringer i den gennemsnitlige dybdegrænse, mens der stedvis synes at være blevet en større tæthed af rørsumpplanter. Denne forøgelse i tætheden har dog endnu ikke medført nogen væsentlige ændringer i undervandsvegetationen hyppighed. Størstedelen af rørsumpen er således stadig så lysåben, at grundskudsvegetationen kan vokse almindeligt her. I den sydlige og sydvestlige del af søen har *Ensidig Tørvemos* de seneste år fået en lidt større hyppighed i rørsumpen, så der stedvis har været sammenhængende mosbevoksninger. Disse skygger for grundskudsplanterne, men der blev ikke registreret nogen væsentlige skyggeeffekter i 2001. Da Kvie Sø ikke er blevet mere sur de seneste år, kan det ikke forventes, at hyppigheden af tørvemos vil blive større i de kommende år.

Trådalger kan også have en alvorlig negativ skyggeeffekt på grundskudsplanterne, men i sommeren 2001 var der færre trådalger end i 2000. Trådalgerne har formentlig ikke nogen afgørende indflydelse på forekomsten af grundskudsplanter, som er tilstede og vokser hele året, mens trådalgerne visner i løbet af efteråret og er væk i vinterhalvåret. I 1999 indvandrede langskudsarten *Smalbladet Vandstjerne*, og den har nu etableret sig som en fast art i søen. Da den foreløbig kun findes fåtalligt i den yderste del af grundskudsbæltet, skygger den kun i meget begrænset omfang for *Gulgrøn Brasenføde*. Desuden visner den om efteråret, og er således væk hele vinteren.

Siden 1997 har undervandsvegetationen i Kvie Sø været inde i en positiv udvikling på grund af en høj vandstand og klart vand, så især det ydre grundskudsbælte har fået en større dybdeudbredelse og hyppighed, specielt *Gulgrøn Brasenføde* har fået store sammenhængende bevoksninger. Grundskudsvegetationen forekommer nu at have et stabilt vegetationsbæl-

te, der foreløbig ikke synes at være truet af en lidt tættere rørsump, sammenhængende bevoksninger af tørvemos, flere planter af langskudsarterne og bevoksninger af trådalger. Så længe der er en høj vandstand og færdselsbegrænsninger i søen, synes der ikke umiddelbart at være væsentlige trusler mod grundskudsvegetationen.

3.10 Sediment

Der er i november 2001 udtaget og analyseret sedimentprøver fra tre stationer i Kvie Sø. Stationernes placering fremgår af bilag 2.2. Sedimentsøjlerne er udtaget ned til 50 cm på alle tre stationer. Sedimentsøjlerne er delt i dybdeintervallerne 0-2, 2-5, 5-10, 10-20, 20-30 og 30-50 cm. Ud over måling af tørstofindholdet og glødetabet, er prøverne analyseret for total-fosfor, total-kvælstof, jern og calcium.

Da resultaterne af sedimentanalyserne viste nogen forskelle i sammensætningen af sedimentet fra de tre stationer i Kvie Sø, er resultaterne fremstillet for hver enkelt station. Resultaterne fremgår af figur 3.17 og bilag 2.6.

Tørstof og glødetab

Ved station 1 stiger tørstofindholdet ned gennem sedimentsøjlen, hvorimod tørstofindholdet ved station 2 og station 3 er højest i ca. 5-20 cms dybde (39-43%), idet der i dette dybdeinterval er bæltet af sand i sedimentet, hvilket også blev registreret ved prøvetagningen. I overfladesedimentet (0-2 cm) er tørstofindholdet 10-17%, med det laveste tørstofindhold ved station 1, der er beliggende tæt ved søens dybeste sted. I dybdesedimentet (20-50 cm) er tørstofindholdet 17-28%.

Glødetabet er generelt omvendt relateret til tørstofindholdet, således at det laveste glødetab findes ved station 2 og station 3 i ca. 5-20 cms dybde (7-13%). Glødetabet i overfladesedimentet (0-2 cm) er 19-30%, med den højeste værdi ved station 1. I dybdesedimentet (20-50 cm) er glødetabet 19-39% med de højeste værdier ved station 1 og station 3.

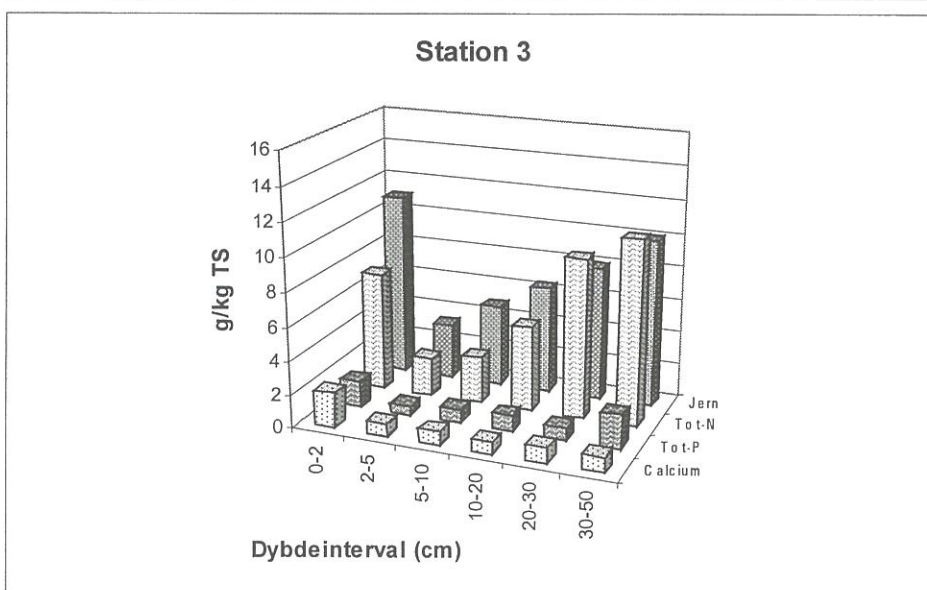
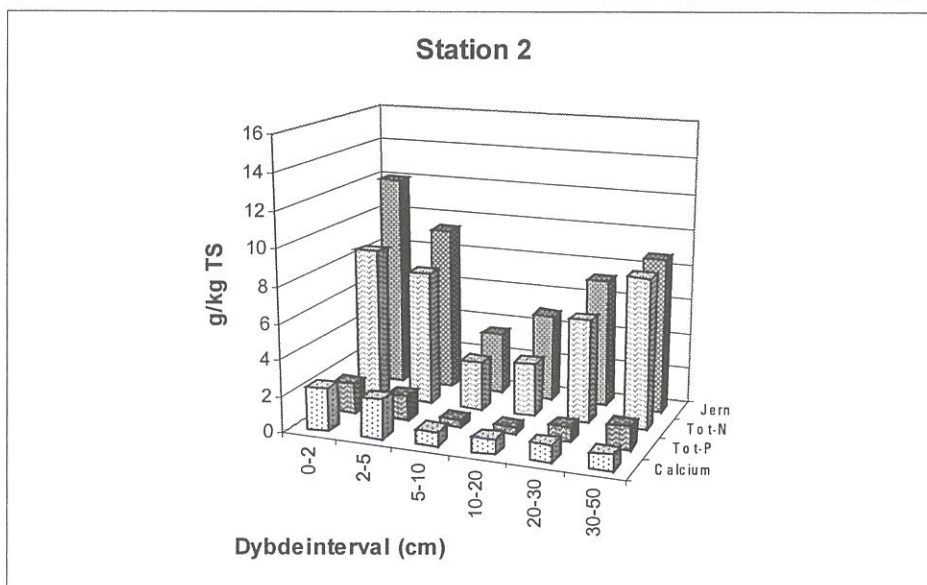
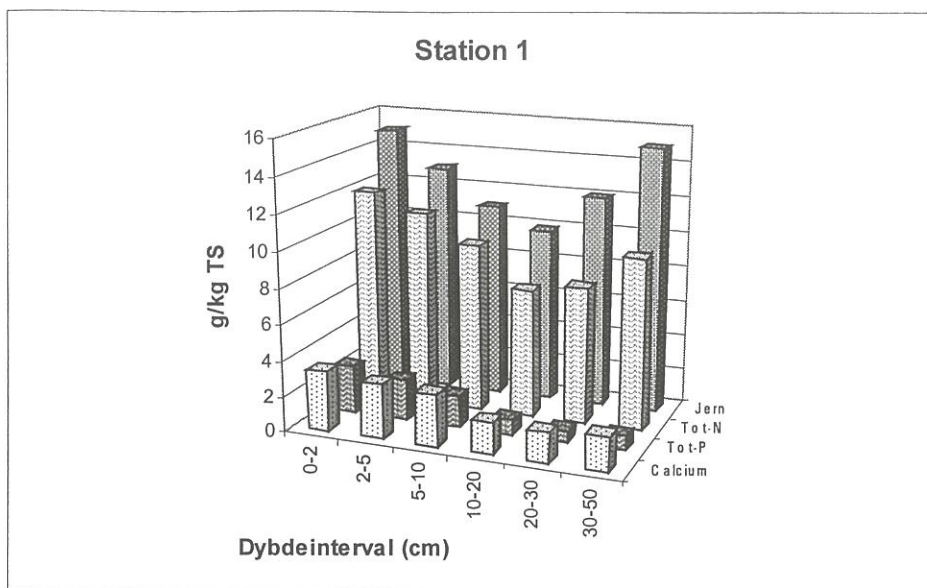
I forhold til andre danske søer er tørstofindhold og glødetab i overfladesedimentet på niveau med værdier fra andre danske søer. Tørstofindholdet og glødetabet i dybdesedimentet er på niveau med eller lidt højere end hvad man finder i andre danske søer.

Fosfor

Der er målt fosforkoncentrationer i intervallet 0,4-2,7 g/kg TS. De højeste koncentrationer findes i overfladesedimentet (0-2 cm), hvor der er målt 1,6-2,7 g/kg TS. Derudover er der en vis sammenhæng mellem fosforkoncentrationerne og indholdet af organisk stof, således at de laveste fosforkoncentrationer findes der hvor glødetabet er lavt. I dybdesedimentet (20-50 cm) er fosforkoncentrationerne 0,6-2,0 g/kg TS. Indholdet af fosfor i sedimentet fra Kvie Sø er sammenligneligt med niveauet i andre danske søer. Sammenhængen mellem fosforindhold og glødetab er ikke entydig, og det formodes derfor at der er varierende andele af fosforen, der er bundet til kalk eller jern.

Kvælstof

Indholdet af kvælstof i sedimentet er 2,3-12 g/kg TS. I overfladesedimentet (0-2 cm) er kvælstofindholdet 7,1-12 g/kg TS og i dybdesedimentet (20-50 cm) er indholdet 5,8-11 g/kg TS.



Figur 3.17. Indholdet af kvælstof, fosfor, jern og calcium i sedimentet på tre stationer i Kvie Sø, 2001.

Kvælstofkoncentrationerne er relaterede til glødetabet, da kvælstof er bundet i det organiske materiale. Derfor findes de laveste kvælstofkoncentrationer i de dele af sedimentet, hvor glødetabet er lavest, hvilket for Kvie Sø vil sige i ca. 5-20 cms dybde ved station 2 og station 3. Indholdet af kvælstof i sedimentet fra Kvie Sø er på samme niveau som i andre danske søer.

Jern

Koncentrationerne af jern ligger i intervallet 3,3-15 g/kg TS. I overfladesedimentet (0-2cm) er der målt 11-15 g/kg TS og i dybdesedimentet (20-50 cm) er koncentrationerne 7,2-15 g/kg TS. De højeste koncentrationer findes ved station 1, hvorimod der ved station 2 og station 3 er lave koncentrationer i de dybder, hvor glødetabet er lavest.

Jernindholdet ved station 1 er på samme niveau som ved andre danske søer. Ved station 2 og station 3 er det observerede indhold lavt i forhold til størsteparten af andre danske søer. Kun 25% af andre danske søer har jernindhold på under 11 g/kg TS i overfladen og 11,7 g/kg TS i dybdesedimentet. Ved station 2 og station 3 i Kviesø er alle målte værdier undtagen én under disse værdier.

Calcium

Indholdet af calcium ligger i intervallet 0,7-3,4 g/kg TS. De højeste koncentrationer findes i overfladesedimentet (0-2 cm), hvor der er målt 2,1-3,4 g/kg TS. I dybdesedimentet (20-50 cm) er koncentrationerne 0,9-1,9 g/kg TS. Calciumindholdet i overflade- og dybdesedimentet er væsentligt lavere end hvad der findes ved størsteparten af andre danske søer.

Fosforfrigivelse fra sedimentet

Jern/fosfor-forholdet i sedimentet i Kvie Sø er 5-19. Generelt findes de laveste jern/fosfor-forhold i de øvre sedimentlag (5,6-8,3) og de højeste værdier i de dybere sedimentlag (op til 19). De lave forholdstal i de øvre sedimentlag bevirker, at der kan frigives sedimentbundet fosfor til søvandet, idet jern/fosfor-forhold under 10 giver mulighed for frigivelse af det potentielt udvekslelige fosfor under aerobe forhold. Stofbalancen for Kvie Sø i 2001 viser en eksport af fosfor fra søen, hvilket er i overensstemmelse med resultaterne fra sedimentundersøgelsen.

Sammenligning med tidligere sedimentundersøgelser

Der er tidligere foretaget undersøgelser af sedimentet i Kvie Sø i 1989 og 1994. Der synes ikke at være sket nogen udvikling i sedimentet fra 1994 til 2001. Derimod er flere parametre ændret fra 1989 til 1994. Den væsentligste ændring er en forøgelse af indholdet af calcium med op til en faktor 10 i de øvre sedimentlag. Det øgede calciumindhold skyldes en kalkforurening af søen i 1992, som har haft stor indflydelse på søen, på trods af, at det nuværende kalkindholdet i sedimentet er væsentligt lavere end i de fleste andre danske søer.

Også indholdet af fosfor i sedimentet er forøget. I forhold til 1989-undersøgelsen er indholdet i 1994 og 2001 forøget med op til en faktor 5-10 i de øvre sedimentlag. Dette kan have betydning for mængden af fosfor, der frigives fra søbunden. Dog vil det ikke have nogen indflydelse, hvis fosforen er bundet til kalk, da denne del ikke umiddelbart kan frigives fra sedimentet. Der er endvidere mindre forøgelser af mængden af kvælstof og jern i 1994 og 2001 i forhold til 1989, især i de øvre lag.

Der synes således at være sket en koncentreret af indholdet af næringsstoffer på station 1 (ved søens dybeste sted) fra 1989 til de nyere undersøgelser, idet næringsstofkoncentrationerne er steget uden at der samtidig er sket en forøgelse i mængden af organisk stof i sedimentet. I den

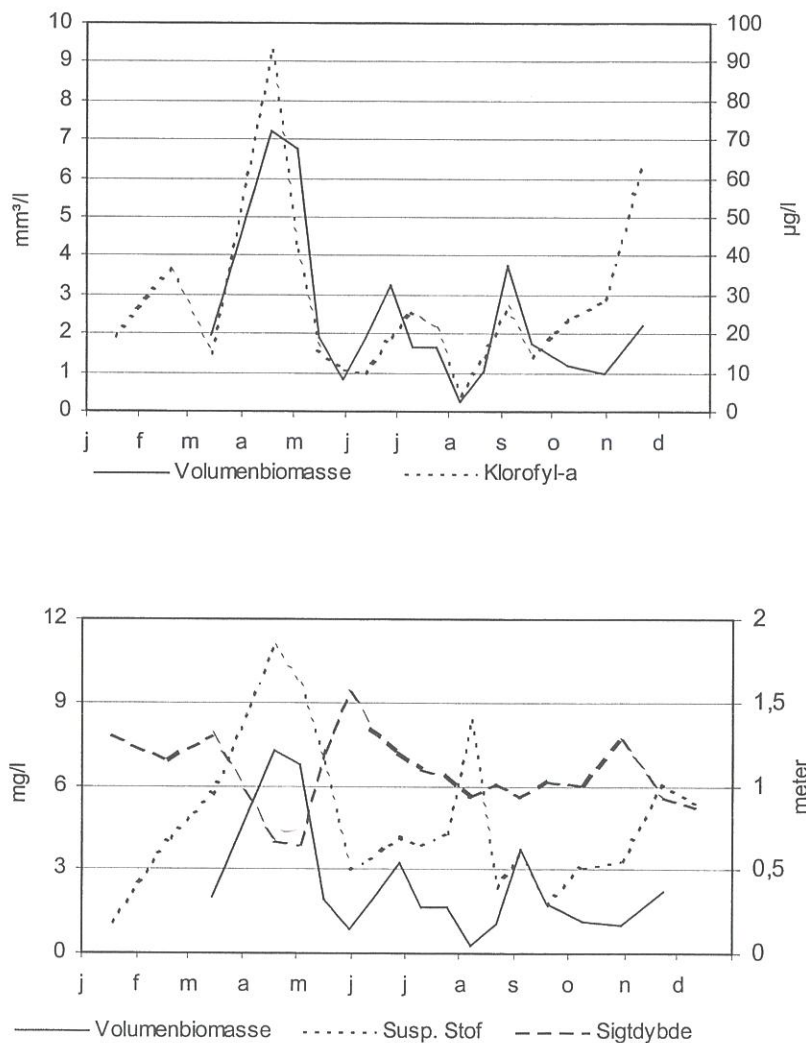
Øvrige del af søen er stigningerne i næringsindhold sammenfaldende med et forøget indhold af organisk materiale.

Jern/fosfor-forholdet ligger i alle tre år i samme interval (ca. 5-20), dog var de højeste jern/fosfor-forhold i 1989 i de øvre sedimentlag ved søens dybeste sted, hvorimod der i de øverste sedimentlag i 1994 og 2001 var de laveste jern/fosfor-forhold. De samme forskelle gør sig gældende for N/P-forholdet: Højt forholdstal i de øvre sedimentlag ved søens dybeste sted i 1989 og lavere forholdstal i de øvre sedimentlag i 1994 og 2001.

3.11 Samlet vurdering af tilstanden

Planteplanktonbiomasse i relation til klorofyl a, sigtddybde og suspenderet stof i 2001

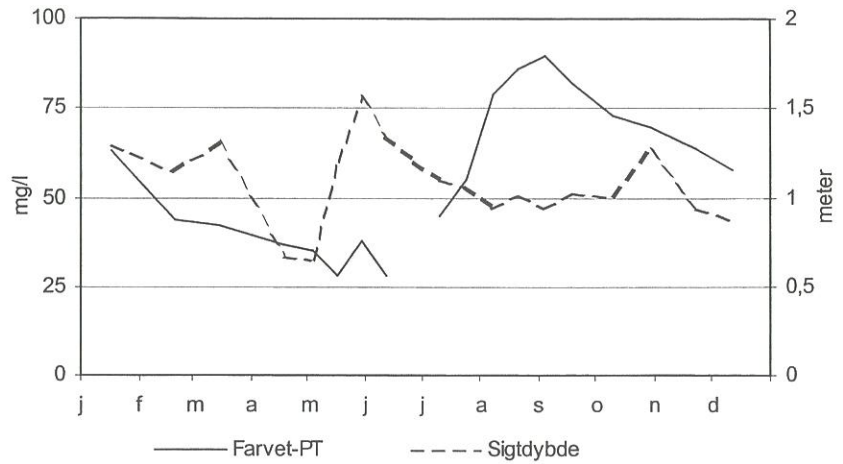
Planteplanktons volumenbiomasse og klorofyl a-koncentration i 2001 ses på figur 3.18 (øverst). Der er god sammenhæng mellem de to parametre, der overvejende har sammenfaldende maksima og minima. For begge parametre var maksimum i april og minimum i august.



Figur 3.18. Kvie Sø 2001. Øverst: Planteplankton volumenbiomasse (mm^3/l) og klorofyl a ($\mu\text{g}/\text{l}$). Nederst: Planteplankton volumenbiomasse ($\text{mg}/\text{l} = \text{mm}^3/\text{l}$), suspenderet stof (mg/l) samt sigtddybde (meter).

Figur 3.18 (nederst) viser sigtddybde i relation til planteplanktonbiomasse og suspenderet stof. Sigtdybdeforholdene afspejler mængden af planteplankton og andet suspenderet stof i søvandet samt brunfarvningen

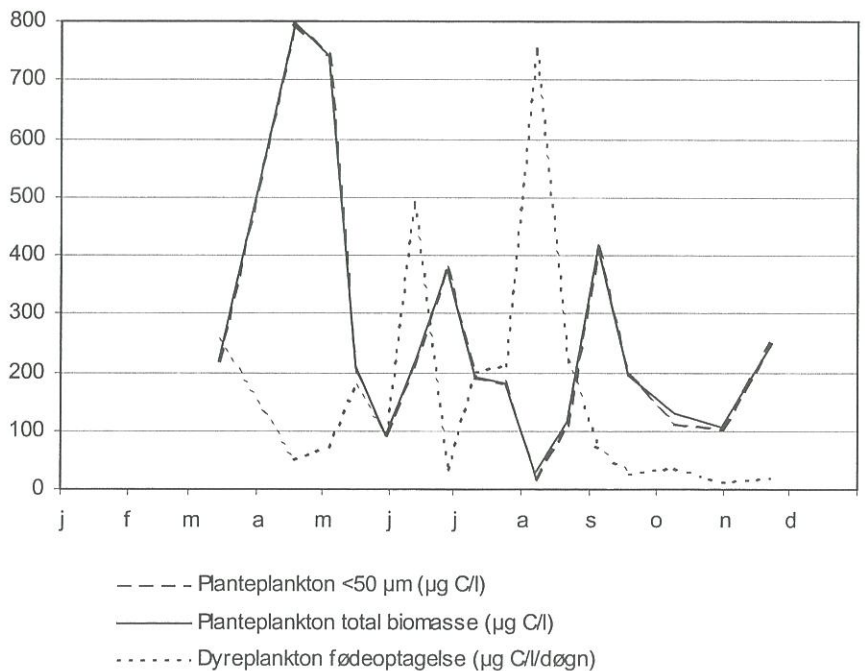
(farvetallet). I første halvdel af 2001 var der god overensstemmelse mellem planteplanktonbiomassen og sigtdybden, hvilket også var tilfældet i den sidste del af året. I sensommeren og efteråret synes sigtdybden at være bestemt af farvetallet (figur 3.19). Sigtdybden var forholdsvis lav i 2001, og varierede i intervallet 0,65-1,56 m.



Figur 3.19. Kvie Sø 2001. Forholdet mellem farvetal (mg/l) og sigt dybde (meter).

Dyreplanktons fødeoptagelse i 2001

Figur 3.20 viser forholdet mellem dyreplanktons fødeoptagelse og mængden af den tilgængelige planteplanktonbiomasse (<50 µm), samt den totale planteplanktonbiomasse.



Figur 3.20. Kvie Sø 2001. Dyreplanktons fødeoptagelse (µg C/l/døgn) og henholdsvis mængden af den græsningsfølsomme del af planteplanktonbiomassen (<50 µm) og den totale planteplanktonbiomasse (begge µg C/l).

Planteplanktonbiomassen var hele året domineret af arter <50 µm, og de dominerende algegrupper havde en høj fødeværdi for dyreplankton. Planteplanktonbiomassen i Kvie Sø var således både hvad angår størrelse

og fødeværdi et udmærket fødegrundlag for dyreplankton. Biomassen af planteplankton $<50 \mu\text{m}$ var dog så lav i slutningen af maj, i sensommeren og i store del af efteråret ($<200 \mu\text{g C/l}$), at dyreplankton var fødebegrænset (især Cladocerer og i maj og august også Calanoide copepoder).

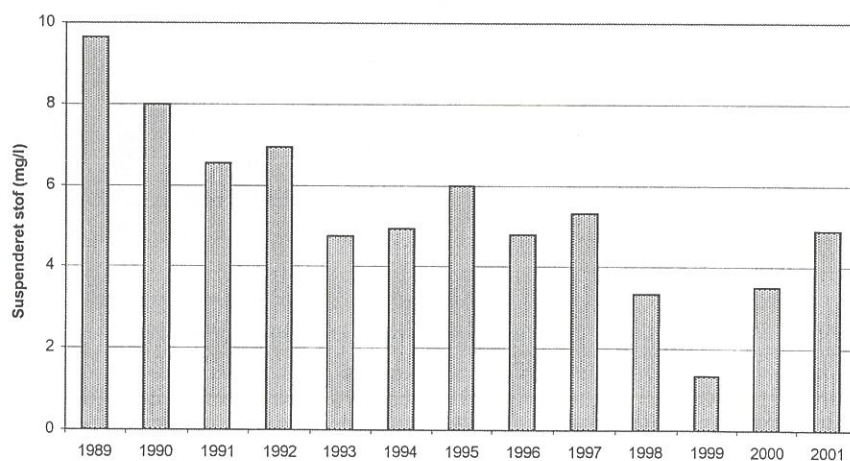
Dyreplankton udøvede et græsningstryk på den tilgængelige planteplanktonbiomasse på mellem 7 og 4500%. Græsningstrykket var meget varierende hen over året, hvilket betød at dyreplankton kun periodevis var i stand til at nedgræsse væsentlige dele af den stående biomasse af planteplankton $<50 \mu\text{m}$.

Ved prøvetagningens start i marts fandtes en høj planteplanktonbiomasse, der steg til årets maksimum i april. Dette understøttede forårets dyreplanktonmaksimum (domineret af cyclopoide copepoditer) midt i maj. Omkring starten af juni havde dyreplanktons fødeoptagelse nået så højt et niveau, at det medførte planteplanktonminimum. Herefter faldt dyreplanktonbiomassen og der skete et tilsvarende fald i fødeoptagelsen, antageligt som følge af prædation fra aborrengel. Årets maksimum for dyreplanktons fødeoptagelse var i starten af august og var sammenfaldende med biomassemaksimum for dyreplankton på $772 \mu\text{g C/l}$.

Der synes ikke umiddelbart at være nogen sammenhæng i 2001 mellem mængden af planteplankton og klimatiske faktorer såsom lysindstråling og temperaturer. Samlet set synes planteplankton periodevis at blive kontrolleret af dyreplankton. Der sås flere gange i løbet af året en kædereaktion af høj planteplanktonbiomasse \rightarrow dyreplanktonmaksimum \rightarrow planteplanktonminimum \rightarrow lav dyreplanktonbiomasse. Planteplanktonbiomassen har ligeledes været begrænset af fosfor i dele af året, især i sommerperioden.

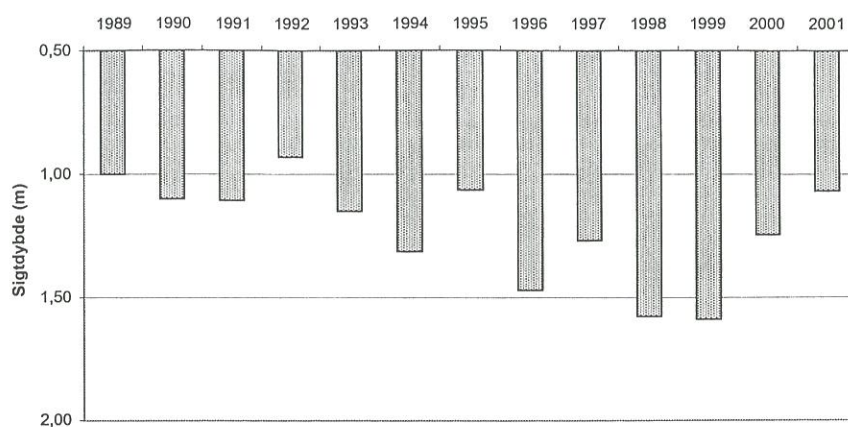
Udvikling 1989-2001

I perioden 1989-2001 har der været et signifikant fald i årsgennemsnittet for suspenderet stof i Kvie Sø ($p=0,003$ Kendalls trend test), selvom mængden af suspenderet stof er steget fra 1999-2001 (figur 3.21).



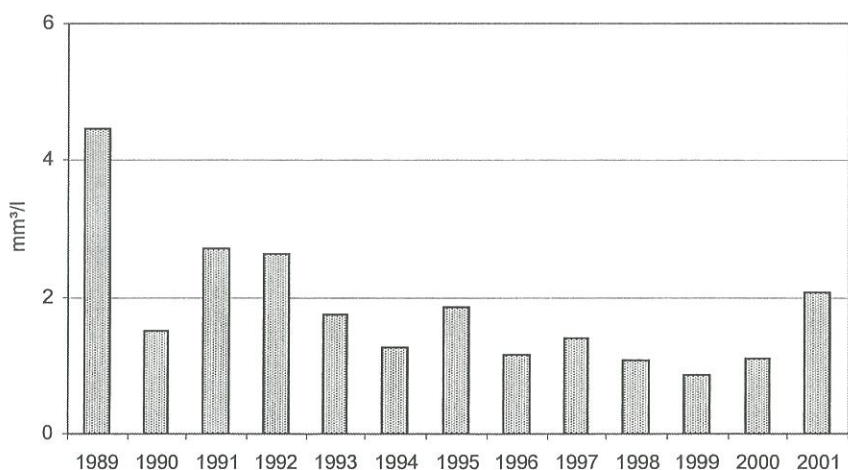
Figur 3.21. Suspenderet stof (årsgennemsnit) i Kvie Sø, 1989-2001.

I den seneste række år har det signifikante fald i mængden af suspenderet stof været sammenhængende med en signifikant forbedring af sigtddybden. Dette er ikke længere tilfældet, idet der har været ret store fald i sigtddybden siden 1999 (figur 3.22).



Figur 3.22. Sigtdybden (års gennemsnit) i Kvie Sø 1989-2001.

Farvetallet synes at have en vis betydning for sigtdybden i Kvie Sø, idet farvetallet er reduceret fra 70 mg/l i 1992 til 33 mg/l i 1998, hvorefter der igen er sket en stigning i farvetallet. Indholdet af fosfor i Kvie Sø har ligeledes indflydelse på sigtdybden, idet der er sket en stigning i års gennemsnittet for fosfor siden 1999 (bilag 2.3), samt en signifikant stigning i ortho-fosfat fra 1989-2001 ($p=0,038$). Dette har medvirket til øget planteplanktonbiomasse i de seneste to år (figur 3.23). Trods de seneste års stigning er der i perioden 1989-2001 sket et statistisk signifikant fald i planteplanktonbiomassen ($p=0,015$).



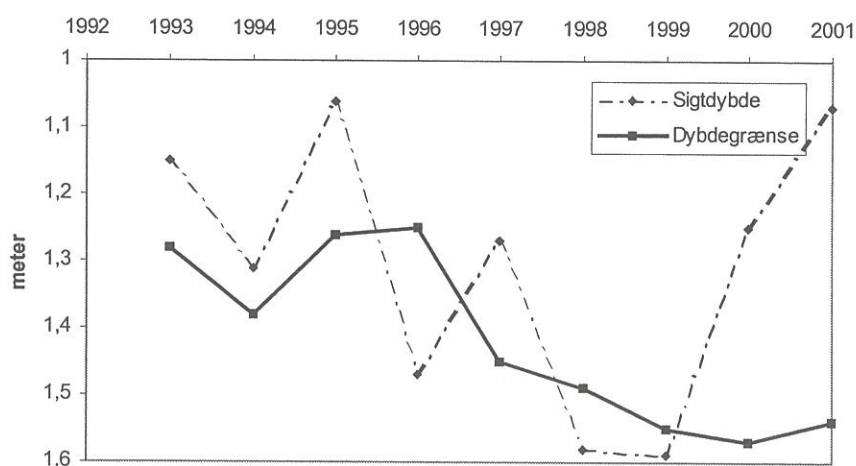
Figur 3.23. Sommergennemsnit (1/5 til 1/10) for biomassen af planteplankton i Kvie Sø, 1989-2001.

Trods faldet i sigtdybde har fiskebestanden i Kvie Sø indirekte betydning for sigtdybden, idet bestanden hovedsageligt består af aborrer, som kun påvirker dyreplankton i en kort periode ved yngelens fremkomst. Dyreplankton vil således lettere kunne begrænse planteplanktonbiomassen. Den målte sigtdybde i Kvie Sø er derfor højere end den forventede (ud fra fosfor, areal og gennemsnitsdybde).

En supplerende delårsag til reduktionen af suspenderet stof kan være ændringen i undervandsvegetationens sammensætning, hvor bl.a. mosserne har fået en mindre udbredelse i perioden. Samtidig har dækningsgraden været stigende de seneste år, hvilket primært skyldes, at *Gulgrøn*

Brasenføde har øget sin dybdeudbredelse og dækningsgrad. Herved kan resuspensionen fra sedimentet være mindsket.

Forbedringen af sigtdybden indtil 1999 har resulteret i en statistisk signifikant ($p=0,025$) forøgelse af dybdegrænsen for undervandsvegetationen (figur 3.24). Der har dog ikke i alle årene været en tydelig sammenhæng mellem variationen i sigtdybden og variationen i dybdegrænsen i Kvie Sø. Forklaringen kan være, at *Gulgrøn Brasenføde*, som er bestemmende for dybdegrænsen, er en sporeplante, hvis mulighed for at sprede sig er bestemt af mængden af sporer og deres spiringsdygtighed, som varierer fra år til år i Kvie Sø. Varierende vandstand kan også være medvirkende til at sløre sammenhængen mellem sigtdybde og dybdegrænse. De kommende år vil vise, om det markante fald i sigtdybde fra 1999 til 2001 får betydning for undervandsvegetationens dybdeudbredelse.



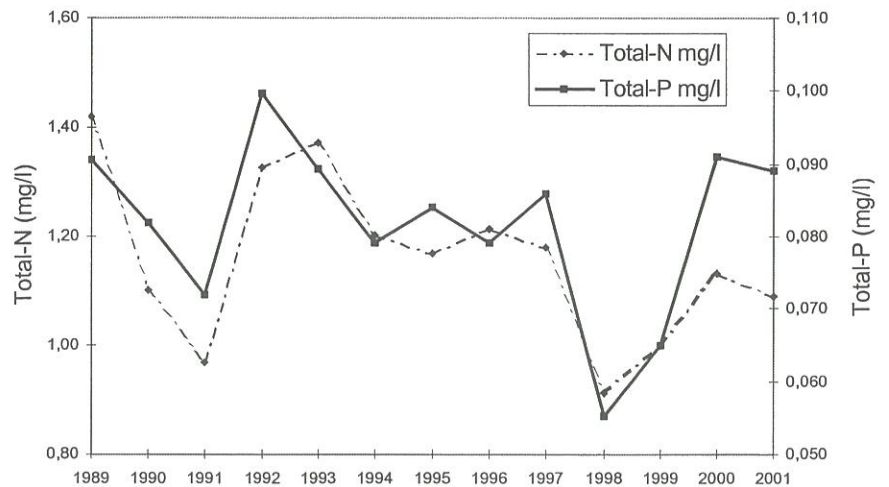
Figur 3.24. Maksimal dybdegrænse for undervandsvegetationen og årsgennemsnit for sigtdybden i Kvie Sø, 1993-2001.

Udviklingen i koncentrationerne af total-fosfor og total-kvælstof fra 1989 til 2001 har ikke været signifikant (figur 3.25), men der ses en faldende tendens fra 1992 til 1998, hvilket kan hænge sammen med, at der i 1993 blev afskåret dræn fra markarealer og påbegyndt en indpumpning af grundvand. Søkoncentrationen af fosfor og kvælstof er steget efter 1998, muligvis som følge af, at der ikke længere pumpes grundvand ind i søen.

Sedimentundersøgelsen i Kvie Sø i november 2001 viste, at der ikke er sket nogen udvikling i sedimentet siden den seneste undersøgelse i 1994. Derimod er der sket en væsentlig ændring af sedimentet fra 1989 til de nyere undersøgelser. Calciumindholdet i sedimentet er forøget med op til en faktor 10 fra 1989 til 1994, ligesom fosforindholdet er steget, og der er mindre forøgelser i mængden af kvælstof og jern, især i de øvre lag. Stigningen i calciumindhold er forårsaget af en kalkforurening i 1992, og har haft stor indflydelse på pH-forholdene i søen. Det forøgede fosforindhold sammenholdt med lave jern/fosforforhold i de øvre sedimentlag har medført, at frigivelsen af fosfor fra sedimentet er forøget. I overensstemmelse med dette har stofbalancen for Kvie Sø i næsten alle årene siden kalkforureningen vist eksport af fosfor fra søen.

Bestanden af fiskeyngel har i de fire undersøgelsesår, 1998-2001, været meget varierende. Den beregnede bestand af fiskeyngel var i 1998 og 2000 omtrent dobbelt så stor som i 1999, hvorimod bestanden i 2001 var godt

fire gange større end i 2000. Biomassen af fiskeyngel i 2001 er dog ikke større end i 2000, idet længde og vægt af yngelen er mindre end året før. Det formodes derfor, at fiskene har gydet senere end normalt, hvorved yngelen på undersøgelsestidspunktet har været mindre. Den store mængde yngel er derfor ikke med sikkerhed et udtryk for at bestanden er blevet større. I alle fire år har dyreplanktonbiomassen i juni og starten af juli været lav, hvilket tyder på, at fiskeyngel begrænser mængden af dyreplankton især i denne periode af året.



Figur 3.25. Koncentrationerne (årgennemsnit) af total-fosfor og total-kvælstof i Kvie Sø, 1989-2001.

Stop for indpumpning af grundvand

På baggrund af en kalkforurening af Kvie Sø i 1992 blev der i 1993 iværksat en indpumpning af grundvand for at reducere alkaliniteten og brunfarvningen af søvandet. I starten af 1999 blev det vurderet, at indpumpningen kun havde en beskedne effekt og derfor blev den stoppet. Der er dog sket en stigning i den årgennemsnitlige pH-værdi fra 6,0 til 6,3 siden 1999 (bilag 2.3) og der synes at være sket en stabilisering af pH-værdierne på et niveau, der er højere end det, der var opnået i starten af 1999, hvor indpumpningen af grundvand blev stoppet, og ligeledes højere end det niveau, der var før kalkforureningen (figur 3.7). Stigninger i koncentrationerne af fosfor, kvælstof, suspenderet stof og farvetal kan ligeledes være forårsaget af, at der ikke længere pumpes grundvand ind i søen. På de øvrige parametre kan der ikke registreres en direkte effekt af den manglende indpumpning af grundvand.

Målsætning

De seneste års undersøgelser i Kvie Sø har vist, at der endnu ikke er opnået en stabilisering af miljøtilstanden efter kalkforureningen i 1992. Efter at tilstanden syntes at være bedret betydeligt i starten af 1999, er der igen registreret forværringer for flere kemiske og fysiske parametre, heriblandt sigtddybde og fosforkoncentration. Undervandsvegetationen har dog fortsat en stor udbredelse, selvom ændringerne fra 1999 til 2001 har været små. De målbare kriterier for at opfylde målsætningen "A - Naturvidenskabeligt interesseområde" er, at fosforkoncentrationen er mindre end 40 µg/l i sommerperioden og at der er sigt til bunden af søen. Koncentrationen af fosfor er således for høj, og det betyder, at den biologiske struktur og sigtddybden stadig kan blive udsat for relativt store udsving. Målsætningen for Kvie Sø anses derfor ikke for at være opfyldt.

4. Sammenfatning

I årene 1989 til 2001 har Ribe Amt foretaget en overvågning af Holm Sø og Kvie Sø. Undersøgelserne er et led i det landsdækkende overvågningsprogram, der blev iværksat i forbindelse med folketingets vedtagelse af "Vandmiljøhandlingsplanen" i 1987.

4.1 Holm Sø

Beliggenhed

Søen er beliggende nordvest for Oksbøl i Blåvandshuk Kommune.

Søtype

Holm Sø er en ren, klarvandet og meget næringsfattig sø med store bevoksninger af *Strandbo* og *Lobelia* (lobelie-sø).

Morfologi

Søens areal er 12 ha. Den er generelt meget lavvandet med mange bugter og vige. Største dybde er 1,8 m, mens middeldybden er 0,8 m.

Nære omgivelser

De nære omgivelser er klithede og klitplantage, hvilket er i overensstemmelse med søens næringsfattige karakter.

Vandbalance

Holm Sø har hverken tilløb eller afløb, hvilket bevirker, at vandbalancen er behæftet med en betydelig usikkerhed. Det skønnes, at der i alle måneder i 2001 har været en større udsivning end indsivning. Den hydrauliske opholdstid for 2001 er beregnet til 0,4 år.

Forureningstilstand

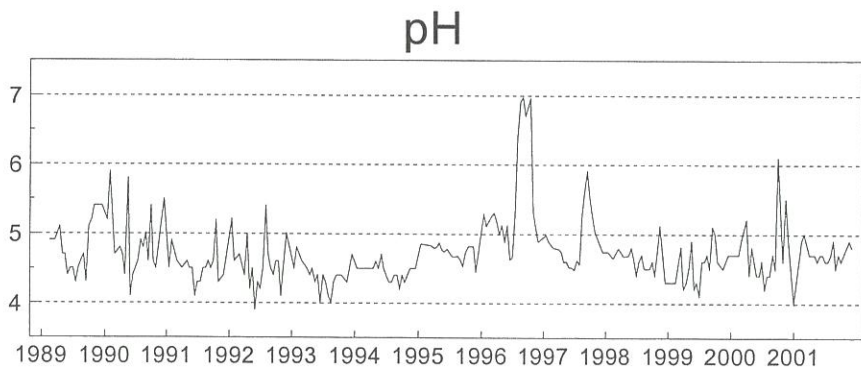
Søen er uforurenet, og der er ikke kendskab til nuværende eller tidligere forureningskilder. Holm Sø belastes udelukkende af den diffuse tilstrømning fra oplandet og fra nedbør på søfladen.

Vandkemiske og -fysiske forhold

I 2001 var udsvingene på de fleste fysiske og kemiske parametre inden for det normale. Dog blev der i 2001 af uforklarlige årsager målt usædvanligt høje koncentrationer af fosfor i august (63 og 130 µg/l). I juli og november var der planteplanktonmaksima, og deraf følgende høje koncentrationer af klorofyl og suspenderet stof. Der var sigt til bunden af søen i hele 2001.

Surhedsgrad

Holm Sø er en hedesø, som af naturlige årsager er survandet. Der er ikke tegn på, at søen har undergået en forsuring i overvågningsperioden siden 1989, hvilket fremgår af figur 4.1.



Figur 4.1. Surhedsgraden i Holm Sø 1989-2001.

Plankton

De lave koncentrationer af næringssalte har i alle undersøgelsesårene resulteret i en meget begrænset vækst af planteplankton, domineret af grønalger i sommerperioden. På grund af det ringe fødegrundlag regi-

streres der ligeledes kun små mængder dyreplankton i Holm Sø. Samfundet af dyreplankton har i løbet af årene haft skiftende dominans af copepoder og cladocerer.

Fiskeyngelundersøgelse

Som ved tidligere elbefiskninger blev der i 2001 ikke fanget fisk af nogen art. Det vurderes derfor, at Holm Sø er fisketom. Det er søens isolerede beliggenhed uden til- og afløb, samt vandets surhed, der formentlig er årsagen til den manglende fiskebestand.

Sediment

En undersøgelse i 2001 viste, at koncentrationerne af fosfor og jern i sedimentet er lave. Koncentrationerne af kvælstof er høj i de øvre sedimentlag. Da fosforkoncentrationerne er lave, og da det formodes, at størstedelen af fosforen, som tidligere, er bundet til det organiske materiale, vil frigivelsen af fosfor fra sedimentet være meget begrænset.

Målsætning

Det antages, at de biologiske forhold, surhedsgraden og koncentrationerne af næringssalte er meget tæt på den naturlige baggrundstilstand. Der har dog i 2001 optrådt usædvanligt høje fosforkoncentrationer i august. De målbare kriterier for opfyldelse af søens målsætning "A - Naturvidenskabeligt interesseområde" er, at der i sommerperioden er fosforkoncentrationer under 25 µg/l og at der er sigt til bunden af søen. Søens målsætning vurderes således at være opfyldt.

4.2 Kvie Sø

Beliggenhed

Kvie Sø ligger på Grindsted Hedeslette nord for Ansager i Ølgod Kommune.

Søtype

Kvie Sø er en af landets få lobeliesøer, hvilket var medvirkende til, at den blev fredet i 1946. Søen er voksested for en af landets største forekomster af den fredede vandplante *Gulgrøn Brasenføde*.

Morfologi

Søens areal er 30 ha, og Kvie Sø er således en af Ribe Amts største søer. Søen har et ensartet næsten rundt omrids. Den er lavvandet med største dybde på 2,6 m, og en middeldybde på ca. 1,2 m. Søen har et afløb, men ingen overfladiske tilløb.

Nære omgivelser

Søen lå oprindeligt i et uopdyrket hedeområde, men i dag er ca. 40% af oplandet opdyrket. Der er en bræmme af uopdyrkede mose- og græsarealer rundt om søen.

Vandbalance

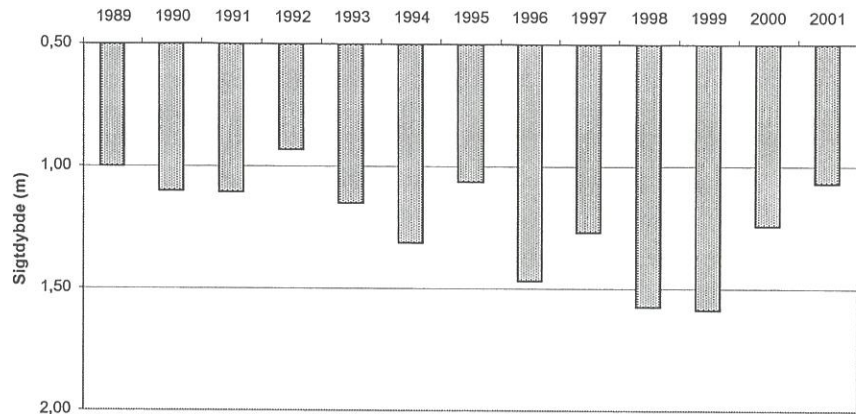
Vandbalancen er behæftet med en betydelig usikkerhed, da der ikke er overfladiske tilløb til søen. Det skønnes, at der i alle måneder i 2001 har været en større udsivning end indsivning. Den hydrauliske opholdstid for 2001 er beregnet til 1,6 år.

Kalkforurening i 1992

I 1992 blev Kvie Sø udsat for en forurening med jordbrugskalk, hvilket ændrede søens vandkemi og planktonsammensætning radikalt. For at modvirke kalkens påvirkninger blev der i 1993 påbegyndt en indpumpning af surt grundvand. Indpumpningen blev indstillet i 1999 som følge af faldende værdier for pH og alkalinitet. Efterfølgende synes pH dog at have stabiliseret sig på samme forhøjede niveau, som i årene umiddelbart efter kalkforureningen i 1992.

Sigt dybde

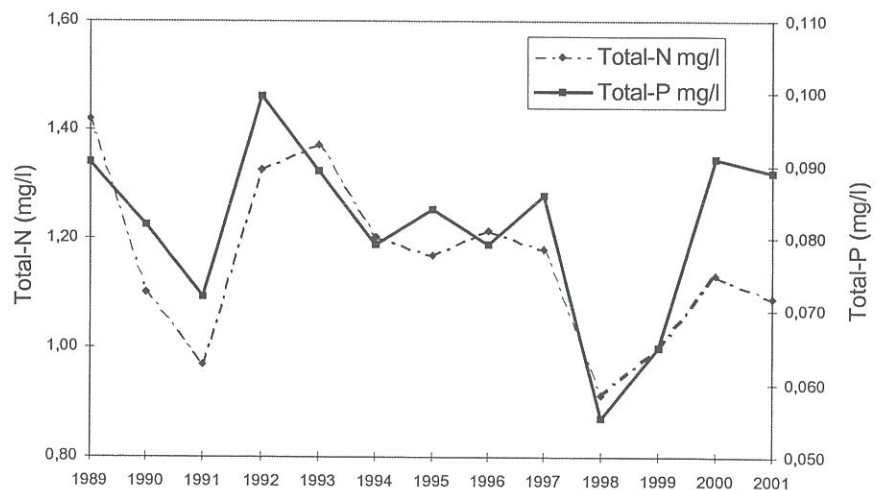
Frem til 2000 var der en statistisk signifikant stigning i sigt dybden (figur 4.2). De seneste to års fald i sigt dybde gør dog, at udviklingen ikke længere er signifikant. Forbedringen i sigt dybden frem til 1999 hænger primært sammen med en signifikant reduktion i koncentrationen af suspenderet stof, som er delvist forårsaget af en reduktion i biomassen af planteplankton. Tilsvarende er der fra 1999 til 2001 sket en stigning i koncentrationen af suspenderet stof og planteplanktonbiomasse.



Figur 4.2. Årsgennemsnit for sigt dybden i Kvie Sø, 1989-2001.

Næringsstoffer

Udviklingen i koncentrationerne af total-fosfor og total-kvælstof fra 1989 til 2001 har ikke været signifikant (figur 4.3), men der ses en faldende tendens fra 1992 til 1998, hvilket kan hænge sammen med, at der i 1993 blev afskåret dræn fra markarealer og påbegyndt en indpumpning af grundvand. Søkoncentrationen af fosfor og kvælstof er steget efter 1998, muligvis som følge af, at der ikke længere pumpes grundvand ind i søen.



Figur 4.3. Koncentrationerne (årsgennemsnit) af total-fosfor og total-kvælstof i Kvie Sø, 1989-2001.

Plankton

Kvie Sø er i dag en svagt næringsberiget sø, og fosforkoncentrationerne har indflydelse på biomassen af planteplankton. Der er således sket et stigning siden 1999 i den gennemsnitlige biomasse af planteplankton, så den i 2001 var 2,6 mm³/l. Samlet set blev planteplankton i 2001 periodevis kontrolle-

ret af dyreplankton, hvor der flere gange i løbet af året sås en kædereaktion af høj planteplanktonbiomasse → dyreplanktonmaksimum → planteplanktonminimum → lav dyreplanktonbiomasse. Planteplanktonbiomassen har ligeledes været begrænset af fosfor i dele af året. Beregninger viser, at dyreplankton i 2001 kun periodevis var i stand til at nedgræsse væsentlige dele af den stående biomasse af planteplankton <50 µm.

Vegetation

Vegetationen i Kvie Sø består især af grundskudsplanterne *Strandbo*, *Lobelia* og *Gulgrøn Brasenføde*, som i nævnte rækkefølge dominerer i et vegetationsbælte ud til omkring 1,5 meters dybde. På trods af fald i sigtddybden i de seneste år ses der fortsat fremgang for vegetationen, i form af en svag stigning i det plantedækkede areal og i mængden af vegetation. Stigningerne er dels forårsaget af større hyppighed af grundskudsplanter og dels af større hyppighed af langskudsplanten Smalbladet Vandstjerne, der har etableret sig som fast art i Kvie Sø i de senere år. Dybdegrænsen for vegetationen har været ret stabil siden 1999.

Fiskeyngel

Ved fiskeyngelundersøgelsen i juli 2001 blev der udelukkende fanget aborrengel, på trods af, at der er en rimelig geddebestand i søen. Beregninger viser, at aborrengelen i juli 2001 havde en tæthed på ca. 86 stk. pr. 100 m² søflade, hvilket er væsentligt højere end i de tidligere undersøgelsesår, 1998-2000. Dette skyldes sandsynligvis senere gydning, idet længde og vægt af fiskene var væsentligt mindre i 2001 end i de foregående år. I alle fire år har dyreplanktonbiomassen været lav i juni og starten af juli, hvilket tyder på, at fiskeyngel begrænser mængden af dyreplankton især i denne periode af året.

Sediment

Sedimentundersøgelsen i 2001 viste, at der ikke er sket nogen udvikling i sedimentet siden den seneste undersøgelse i 1994, hvorimod der er sket en væsentlig ændring af sedimentet fra 1989 til de nyere undersøgelser. Især er calciumindholdet øget, som følge af kalkforureningen i 1992. Derved er der sket væsentlige ændringer i søens pH-forhold. Fosforindholdet er ligeledes forøget fra 1989 til 1994, og da jern/fosforforholdet er lavt, har det bevirket, at der frigives fosfor fra sedimentet, som det også ses af stofbalancens beregning af fosforeksport.

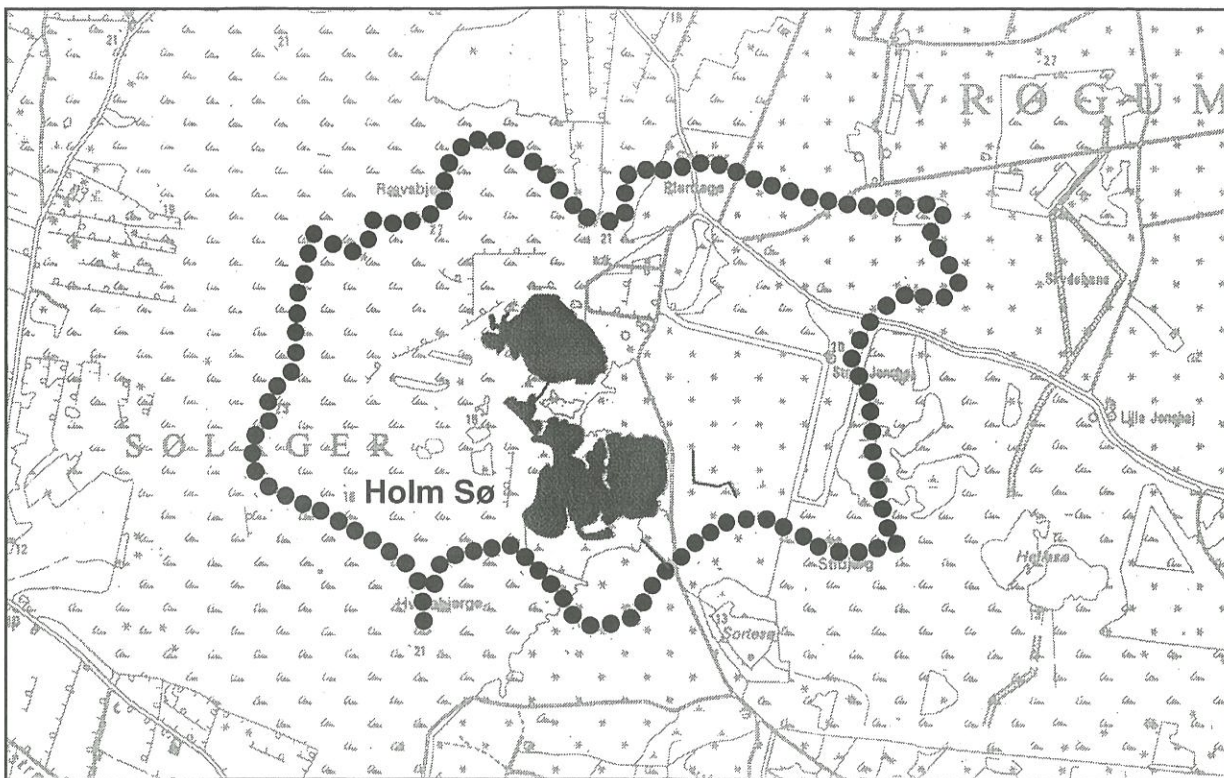
Målsætning

De seneste års undersøgelser i Kvie Sø har vist, at der endnu ikke er opnået en stabilisering af miljøtilstanden efter kalkforureningen i 1992. Efter at tilstanden syntes at være bedret betydeligt frem til 1999, er der igen registreret forværringer i tilstanden, heriblandt mindsket sigtddybde og øget fosforkoncentration. Undervandsvegetationen har dog fortsat en stor udbredelse. De målbare kriterier for at opfylde målsætningen "A – Naturvidenskabeligt interesseområde" er, at fosforkoncentrationen er mindre end 40 µg/l i sommerperioden og at der er sigt til bunden af søen. Koncentrationen af fosfor er således for høj, og målsætningen for Kvie Sø anses derfor ikke for at være opfyldt.

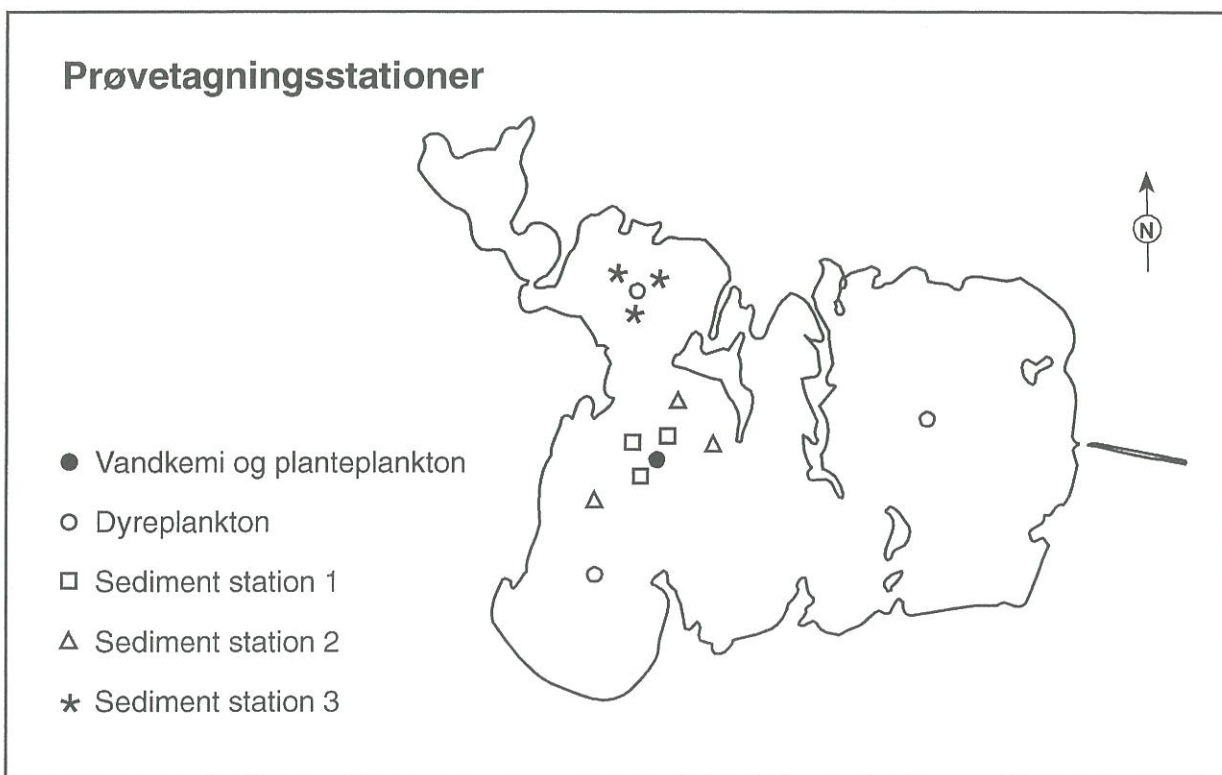
5. Bilag

1.1 Topografisk opland for Holm Sø.....	74
1.2 Oversigt over prøvetagningsstationer i Holm Sø	74
1.3 Tidsvægtede årgennemsnit for Holm Sø 1989-2001	75
1.4 Tidsvægtede sommergennemsnit for Holm Sø 1989-2001	76
1.5 Dokumentation for vand- og stofbalancer i Holm Sø, 2001	77
1.6 Resultater af sedimentundersøgelse i Holm Sø, november 2001	78
2.1 Hydrologisk opland for Kvie Sø.....	79
2.2 Oversigt over prøvetagningsstationer i Kvie Sø.....	79
2.3 Tidsvægtede årgennemsnit for Kvie Sø 1989-2001	80
2.4 Tidsvægtede sommergennemsnit for Kvie Sø 1989-2001.....	81
2.5 Dokumentation for vand- og stofbalancer i Kvie Sø, 2001	82
2.6 Resultater af sedimentundersøgelse i Kvie Sø, november 2001.....	83
2.7 Dokumentation for fiskeyngelundersøgelser i Kvie Sø	84
3.1 Oversigt over tidligere rapporter.....	85

Bilag vedrørende Holm Sø



Bilag 1.1. Topografisk opland for Holm Sø.



Bilag 1.2. Oversigt over prøvetagningsstationer i Holm Sø.

	Total-N mg/l	NH4-N mg/l	NO2+ NO3-N mg/l	Total-P mg/l	Orto-P mg/l	pH	Lednings- evne mS/m	Alkali- nitet mmol/l
1989	1,14	0,435	0,146	0,019	0,006	4,9		0,011
1990	1,20	0,568	0,225	0,016	0,006	4,9	27,8	-0,008
1991	0,60	0,165	0,111	0,017	0,008	4,5	26,8	-0,020
1992	1,28	0,634	0,163	0,024	0,006	4,6	28,5	-0,028
1993	0,55	0,113	0,120	0,017	0,005	4,4	24,2	-0,035
1994	0,47	0,024	0,070	0,013	0,005	4,4	17,3	-0,029
1995	0,41	0,014	0,012	0,011	0,005	4,8	19,1	-0,007
1996	2,71	1,686	0,133	0,054	0,007	5,5	26,6	0,050
1997	1,14	0,444	0,247	0,019	0,006	4,9	22,5	-0,006
1998	0,81	0,119	0,223	0,017	0,006	4,6	16,5	-0,015
1999	0,59	0,024	0,080	0,012	0,004	4,5	14,5	-0,011
2000	0,45	0,038	0,055	0,019	0,005	4,8	22,5	-0,016
2001	0,53	0,024	0,048	0,028	0,012	4,7	17,7	-0,009
P	0,113	0,076	0,143	0,714	0,760	0,903	0,020	1,000

	Susp. stof mg/l	Silikat- Si mg/l	Kloro- fyl-a µg/l	Farve- tal mg Pt/l	Vand- stand m DNN	Vand- temp. °C
1989	4	0,18	3		11,68	13,6
1990	4	0,18	3		11,80	11,0
1991	4	0,20	3		11,84	10,7
1992	5	0,20	5	19	11,69	11,5
1993	3	0,24	4	6	11,81	10,0
1994	3	0,25	2	22	12,03	10,1
1995	3	0,22	2	32	12,04	11,0
1996	7	0,24	10	51	11,60	10,0
1997	4	0,16	4	11	11,57	11,3
1998	4	0,23	6	18	11,65	12,7
1999	1	0,08	2	24	11,99	10,7
2000	3	0,20	5	15	12,01	10,2
2001	3	0,10	5	18	12,04	12,5
P	0,067	0,542	0,329	1,000	0,272	0,903

Bilag 1.3. Holm Sø 1989-2001.

Tidsvægtede årsgennemsnit og P-værdi (Kendall rank correlation).

	Total-N mg/l	NH4-N mg/l	NO2+ NO3-N mg/l	Total-P mg/l	Orto-P mg/l	pH	Lednings- evne mS/m	Alkali- nitet mmol/l
1989	0,68	0,157	0,089	0,017	0,005	4,6		0,002
1990	1,21	0,648	0,156	0,015	0,005	4,7	34,8	-0,018
1991	0,56	0,206	0,040	0,016	0,008	4,4	29,0	-0,029
1992	1,79	1,015	0,051	0,035	0,007	4,5	32,7	-0,035
1993	0,51	0,173	0,074	0,016	0,005	4,2	29,6	-0,043
1994	0,35	0,014	0,010	0,010	0,006	4,4	18,9	-0,026
1995	0,43	0,012	0,008	0,011	0,005	4,7	19,5	-0,010
1996	3,80	2,532	0,055	0,074	0,008	5,8	29,3	0,080
1997	0,79	0,254	0,049	0,018	0,006	4,9	23,9	-0,015
1998	0,71	0,162	0,075	0,017	0,008	4,6	19,4	-0,019
1999	0,43	0,014	0,026	0,010	0,005	4,5	15,6	-0,016
2000	0,32	0,009	0,021	0,012	0,004	4,5	24,6	-0,023
2001	0,52	0,010	0,016	0,028	0,013	4,7	19,5	-0,010
P	0,180	0,067	0,067	1,000	0,951	0,626	0,040	0,582

	Susp. stof mg/l	Silikat- Si mg/l	Kloro- fyl-a µg/l	Farve- tal mg Pt/l	Vand- stand m DNN	Vand- temp. °C
1989	4	0,15	2		11,70	14,1
1990	4	0,14	4		11,67	17,3
1991	4	0,14	5		11,77	15,7
1992	6	0,19	6	34	11,57	17,6
1993	3	0,15	5	3	11,67	15,5
1994	3	0,16	2	12	11,95	15,0
1995	4	0,14	2	28	11,99	17,2
1996	10	0,23	13	76	11,42	14,6
1997	4	0,16	3	11	11,50	19,2
1998	4	0,16	3	17	11,58	16,6
1999	1	0,04	2	17	11,92	17,8
2000	2	0,03	2	8	11,94	15,8
2001	2	0,04	4	10	11,96	18,4
P	0,076	0,246	0,464	0,484	0,329	0,180

Bilag 1.4. Holm Sø 1989-2001.

Tidsvægtede sommergennemsnit (1/5-1/10) og P-værdi (Kendall rank correlation).

Dokumentation for beregning af vand- og stofbalance for Holm Sø, 2001

Vandbalance

Månedsværdier for nedbøren er rekvireret hos DMI, klimagrid 10029 (10*10 km²) i region 5.

Månedsværdierne for fordampningen er beregnet ved den potentielle fordampning, rekvireret hos DMI, klimagrid 20008 (20*20 km²), x 1,2.

Ved beregningen af den diffuse vandtilførsel fra det hydrologiske opland (0,96 km²) er den arealspecifikke afstrømning fra Langslade Rende (DMU st. nr. 300013) anvendt. Månedsværdierne fra vandføringen i Langslade Rende (topografisk opland: 15,71 km²) i 2001 var:

	l/s
jan	131
feb	148
mar	69,5
apr	83,9
maj	52,2
jun	29,2
jul	10,4
aug	8
sep	90,5
okt	124
nov	110
dec	171

Udsivningen fra søen er beregnet ved følgende restled:
nedbør-fordampning-magasinændring = udsivning.

Stofbalance

Bidraget med næringssalte fra atmosfæren er beregnet ud fra erfaringstallene: 14,4 kg N/ha og 0,09 kg P/ha.

Belastningen fra oplandet er beregnet ved anvendelse af den arealspecifikke afstrømning fra Langslade Rende: 1,4 kg N/ha og 0,15 kg P/ha.

Tabet af næringssalte via søbunden er beregnet ved ligningen:
tidsvægtet årsgennemsnit x udsivning.

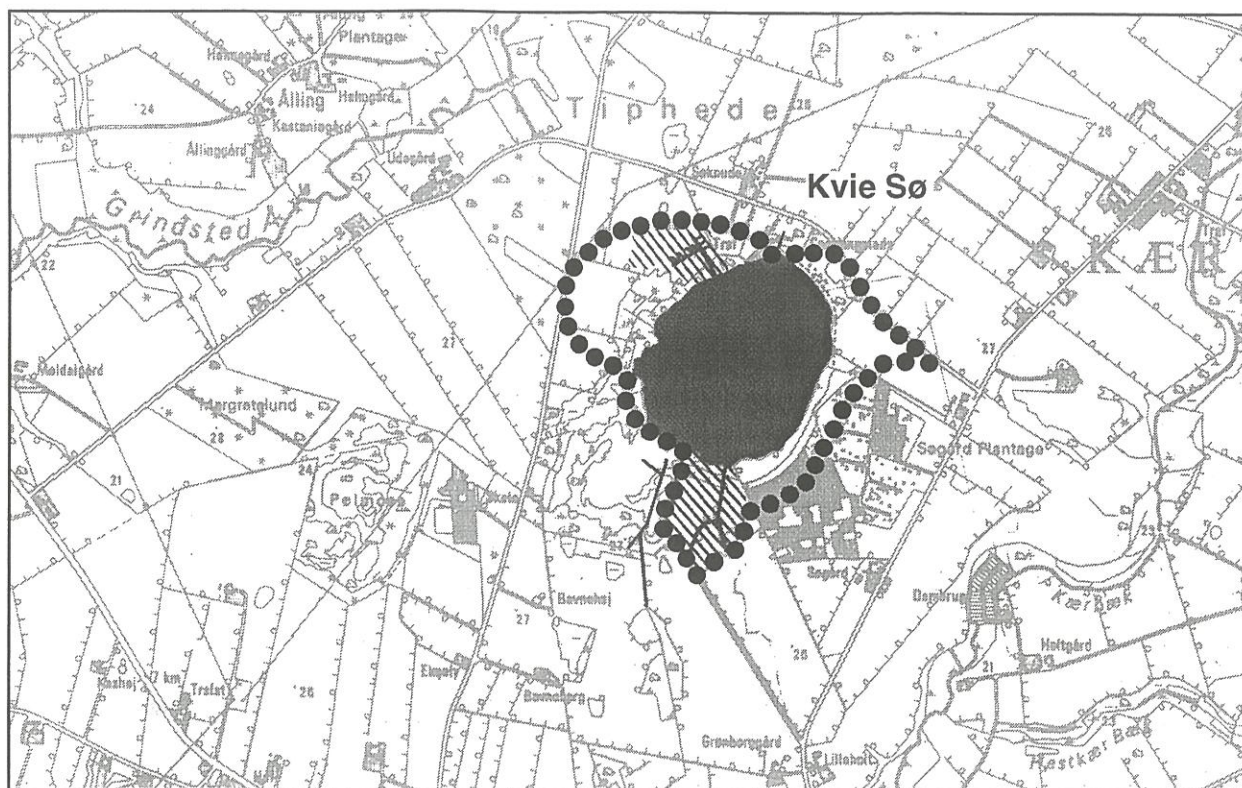
Bilag 1.5. Dokumentation for beregning af vand- og stofbalance for Holm Sø, 2001.

Sedimentundersøgelse i Holm Sø, 2001

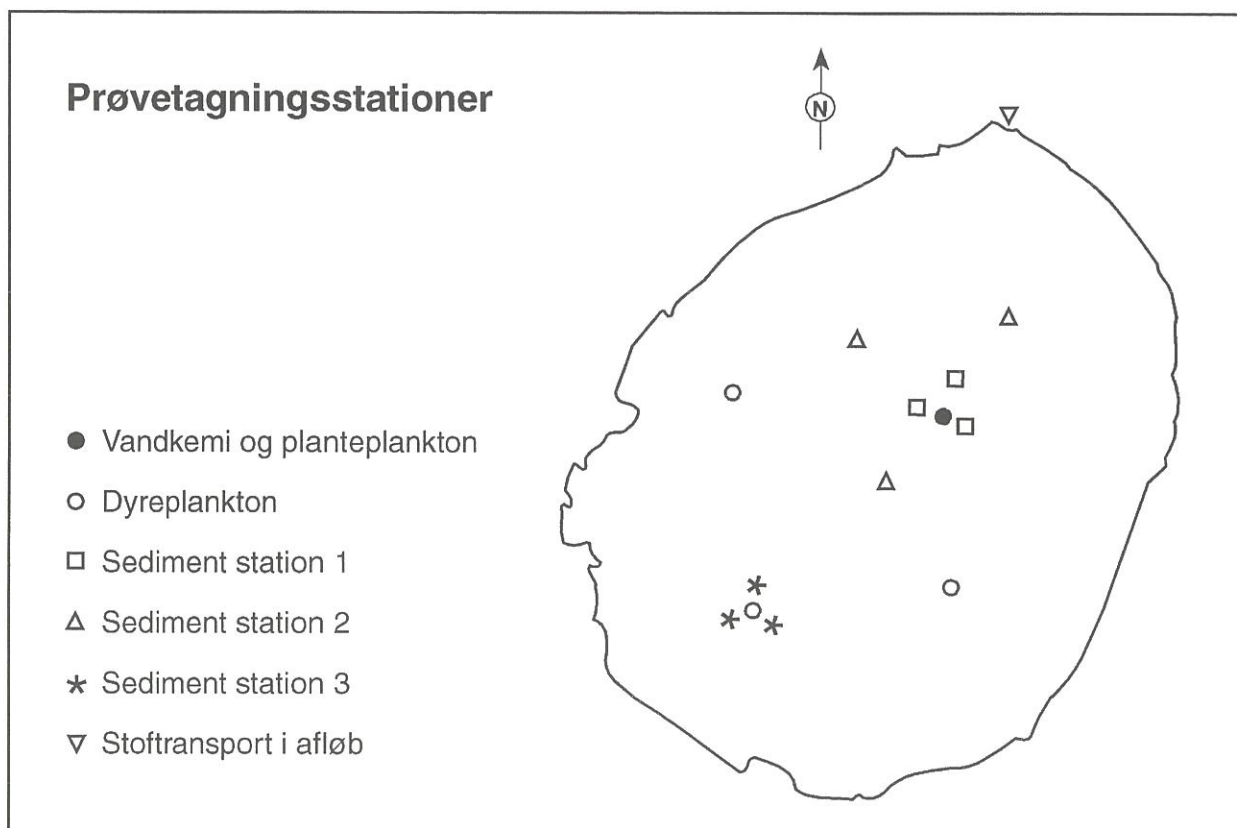
Station	Dybdeinterval cm	Tørstof %	Glødetab % af TS	Tot-P g/kg TS	Tot-N g/kg TS	Jern g/kg TS	N/P	Jern/P
1	0-2	5,09	57,4	1	19	11	19	11,0
	2-5	7,48	65,8	0,96	20	9	21	9,4
	5-10	7,83	73,2	0,87	22	7,5	25	8,6
	10-20	27,8	19,5	0,25	5,8	2,3	23	9,2
	20-30	79,3	1,06	0,05	0,24	0,5	5	10,0
2	0-2	7,12	46,2	0,74	14	6,6	19	8,9
	2-5	9,29	56,8	0,72	17	6,3	24	8,8
	5-10	33,1	15,5	0,18	4,2	1,7	23	9,4
	10-20	67,1	3,7	0,06	0,96	0,74	16	12,3
3	0-2	16,6	16,9	0,3	5,8	2,3	19	7,7
	2-5	25,8	22,3	0,29	6,6	1,9	23	6,6
	5-10	34,3	18,3	0,21	5,9	1,6	28	7,6
	10-20	47,4	10,6	0,09	3,1	1,2	34	13,3
	20-30	63,4	5,53	0,04	1,4	0,57	35	14,3

Bilag 1.6. Resultater af sedimentundersøgelsen i Holm Sø d. 16. november 2001, samt beregninger af N/P-forhold og Jern/P-forhold.

Bilag vedrørende Kvie Sø



Bilag 2.1. Hydrologiske opland for Kvie Sø. Det skraverede område markerer oplandet for de afskærede dræn.



Bilag 2.2. Oversigt over prøvetagningsstationerne i Kvie Sø.

	Total-N mg/l	NH4-N mg/l	NO2+ NO3-N mg/l	Total-P mg/l	Orto-P mg/l	pH	Lednings- evne mS/m	Alkali- nitet mmol/l
1989	1,42	0,061	0,314	0,091	0,013	5,3		0,029
1990	1,10	0,031	0,137	0,082	0,011	5,5	13,7	0,011
1991	0,97	0,024	0,138	0,072	0,013	5,4	14,2	0,021
1992	1,33	0,088	0,303	0,100	0,015	5,8	14,7	0,045
1993	1,37	0,074	0,312	0,089	0,012	6,4	15,2	0,046
1994	1,20	0,035	0,152	0,079	0,009	6,4	12,0	0,032
1995	1,17	0,034	0,171	0,084	0,009	6,3	11,2	0,045
1996	1,22	0,054	0,226	0,079	0,015	6,3	14,2	0,045
1997	1,18	0,035	0,115	0,086	0,015	6,6	13,8	0,053
1998	0,91	0,033	0,189	0,055	0,014	6,2	12,5	0,038
1999	1,00	0,046	0,269	0,065	0,020	6,0	10,3	0,033
2000	1,13	0,062	0,283	0,091	0,023	6,2	11,4	0,036
2001	1,09	0,027	0,196	0,089	0,017	6,3	10,4	0,022
P	0,088	0,714	0,807	0,542	0,038	0,199	0,040	0,669

	Susp.stof mg/l	Silikat- Si mg/l	Kloro- fyl-a µg/l	Farve- tal mg Pt/l	Vand- stand m DNN	Vand- temp. °C	Sigt- dybde m
1989	10	0,23	36		25,26		1,00
1990	8	0,26	42		25,38		1,10
1991	7	0,26	32		25,36		1,11
1992	7	0,27	43	70	25,34	11,0	0,93
1993	5	0,17	26	42	25,40	9,6	1,15
1994	5	0,21	36	49	25,46	10,1	1,31
1995	6	0,16	39	48	25,40	10,5	1,06
1996	5	0,17	18	46	25,08	9,7	1,47
1997	5	0,26	41	49	25,23	10,7	1,27
1998	3	0,15	15	33	25,38	10,9	1,58
1999	1	0,09	10	53	25,45	10,7	1,59
2000	4	0,12	25	53	25,38	10,7	1,25
2001	5	0,09	30	55	25,35	12,2	1,07
P	0,003	0,004	0,088	0,484	0,760	0,156	0,051

Bilag 2.3. Kvie Sø 1989-2001.

Tidsvægtede årgennemsnit og P-værdi (Kendall rank correlation).

	Total-N mg/l	NH4-N mg/l	NO2+ NO3-N mg/l	Total-P mg/l	Orto-P mg/l	pH	Lednings- evne mS/m	Alkali- nitet mmol/l
1989	1,16	0,020	0,066	0,087	0,011	5,5		0,034
1990	0,89	0,021	0,008	0,066	0,013	5,3	15,2	0,007
1991	0,85	0,015	0,012	0,070	0,009	5,5	14,3	0,018
1992	1,14	0,105	0,093	0,101	0,016	6,2	14,8	0,079
1993	1,11	0,020	0,063	0,086	0,007	6,5	16,0	0,055
1994	1,10	0,015	0,015	0,073	0,007	6,3	12,1	0,035
1995	1,07	0,025	0,010	0,097	0,010	6,3	11,0	0,050
1996	1,11	0,075	0,069	0,083	0,015	6,4	14,6	0,049
1997	1,11	0,048	0,043	0,096	0,017	6,5	13,8	0,055
1998	0,79	0,025	0,021	0,052	0,011	6,3	12,6	0,048
1999	0,81	0,019	0,043	0,055	0,013	6,1	10,4	0,043
2000	0,84	0,032	0,052	0,081	0,016	6,3	11,5	0,041
2001	0,91	0,023	0,029	0,088	0,018	6,3	10,8	0,021
P	0,088	0,393	0,903	0,807	0,051	0,113	0,009	0,903

	Susp.stof mg/l	Silikat- Si mg/l	Kloro- fyl-a µg/l	Farve- tal mg Pt/l	Vand- stand m DNN	Vand- temp. °C	Sigt- dybde m
1989	9	0,18	25		25,20		1,14
1990	6	0,16	15		25,28		1,44
1991	7	0,24	20		25,30		1,25
1992	6	0,25	28	80	25,23	17,0	0,98
1993	6	0,15	31	34	25,28	14,9	1,16
1994	4	0,16	15	44	25,36	16,8	1,43
1995	6	0,14	25	55	25,36	16,9	1,06
1996	4	0,17	10	49	25,00	15,6	1,77
1997	4	0,29	19	65	25,20	18,4	1,12
1998	3	0,14	10	35	25,30	16,9	1,83
1999	1	0,04	8	45	25,34	17,7	1,87
2000	4	0,05	16	51	25,29	16,3	1,31
2001	5	0,07	17	55	25,27	18,4	1,12
P	0,005	0,051	0,143	0,862	0,626	0,291	0,393

Bilag 2.4. Kvie Sø 1989-2001.

Tidsvægtede sommergennemsnit (1/5-1/10) og P-værdi (Kendall rank correlation).

Dokumentation for beregning af vand- og stofbalance for Kvie Sø, 2001

Vandbalance

Månedsværdier for nedbøren er rekvireret hos DMI, klimagrid 10094 (10*10 km²) i region 5.

Månedsværdierne for fordampningen er beregnet ved den potentielle fordampning, rekvireret hos DMI, klimagrid 20031 (20*20 km²), x 1,2.

Ved beregningen af den diffuse vandtilførsel fra det hydrologiske opland (0,27 km²) er den arealspecifikke afstrømning fra Grene Å anvendt. Månedsværdierne fra vandføringen i Grene Å (topografisk opland: 90,31 km²) i 2001 var:

	l/s
jan	1660
feb	1845
mar	1558
apr	1436
maj	1319
jun	1135
jul	959
aug	1004
sep	1251
okt	1428
nov	1261
dec	1265

Månedsværdierne for vandføringen i afløbet i 2001 var:

	l/s
jan	7,0
feb	8,0
mar	3,7
apr	2,3
maj	1,2
jun	0,0
jul	0,0
aug	0,0
sep	0,0
okt	0,0
nov	0,4
dec	4,9

Udsivningen fra søen er beregnet ved følgende restled:
nedbør-fordampning-afløb-magasinændring = udsivning.

Bilag 2.5a. Dokumentation for beregning af vandbalance for Kvie Sø, 2001.

Stofbalance

Bidraget med næringssalte fra atmosfæren er beregnet ud fra erfaringstallene: 14,4 kg N/ha og 0,09 kg P/ha.

Belastningen fra oplandet er beregnet ved anvendelse af den arealspecifikke afstrømning fra Grene Å: 16,63 kg N/ha og 0,420 kg P/ha.

Tabet af næringssalte via søbunden er beregnet ved ligningen: tidsvægtet årsgennemsnit x udsivning.

Bilag 2.5b. Dokumentation for beregning af stofbalance for Kvie Sø, 2001.

Sedimentundersøgelse i Kvie Sø, 2001

Station	Dybdeinterval cm	Tørstof %	Glødetab % af TS	Tot-P g/kg TS	Tot-N g/kg TS	Jern g/kg TS	Calcium g/kg TS	N/P	Jern/P
1	0-2	9,5	30,2	2,7	12	15	3,4	4,4	5,6
	2-5	12,6	28,1	2,3	11	13	3,1	4,8	5,7
	5-10	15,2	26,5	1,8	9,5	11	2,9	5,3	6,1
	10-20	22,9	24,8	0,82	7,2	9,9	1,8	8,8	12,1
	20-30	25,6	35,4	0,64	7,7	12	1,7	12,0	18,8
	30-50	22,4	39	0,8	9,6	15	1,9	12,0	18,8
2	0-2	15,6	22,4	1,7	8,5	12	2,4	5,0	7,1
	2-5	17,9	20,3	1,4	7,5	9,3	2,2	5,4	6,6
	5-10	39,3	8,35	0,42	2,7	3,5	0,82	6,4	8,3
	10-20	42,2	13,3	0,4	3	4,9	0,83	7,5	12,3
	20-30	27,9	19,3	0,84	5,8	7,2	0,95	6,9	8,6
	30-50	20,7	28,8	1,3	8,4	8,7	0,88	6,5	6,7
3	0-2	17,1	18,9	1,6	7,1	11	2,1	4,4	6,9
	2-5	41,7	7,08	0,54	2,3	3,3	0,71	4,3	6,1
	5-10	42,5	12,8	0,8	2,8	4,9	0,76	3,5	6,1
	10-20	31,4	22,6	0,92	5,1	6,4	0,69	5,5	7,0
	20-30	20	36,7	0,76	9,5	8	0,88	12,5	10,5
	30-50	17,4	36,5	2	11	10	0,88	5,5	5,0

Bilag 2.6. Resultater af sedimentundersøgelsen i Kvie Sø, 14. november 2001, samt beregning af N/P-forhold og Jern/P-forhold.

Dokumentation for fiskeyngelundersøgelser i Kvie Sø

	Vandstand cm	DNN Kote m	Beregnet vandvolumen m ³
Referencevandvolumen forår 1986	40	25,42	363000
Undersøgelse den 01-07-1998	28	25,30	327000
Undersøgelse den 05-07-1999	38	25,40	357000
Undersøgelse den 04-07-2000	26	25,28	321000
Undersøgelse den 02-07-2001	26	25,28	321000

	Total fanget yngel stk	Total filtreret vandvolumen m ³	Bestand stk
Bestandsberegning 1998	56	333	54991
Bestandsberegning 1999	27	305	31603
Bestandsberegning 2000	56	309	58175
Bestandsberegning 2001	252	314	257716

	Bestand stk	Søens areal ha	Bestand stk/100 m ²
Yngeltæthed 1998	54991	30	18,3
Yngeltæthed 1999	31603	30	10,5
Yngeltæthed 2000	58175	30	19,4
Yngeltæthed 2001	257716	30	85,9

	Total vægt gram	Total filtreret vandvolumen m ³	Biomasse kg
Biomasseberegning 1998	7,2	333	7,1
Biomasseberegning 1999	2,2	305	2,6
Biomasseberegning 2000	5,3	309	5,5
Biomasseberegning 2001	5,1	314	5,2

Bilag 2.7. Dokumentation for fiskeyngelundersøgelser i Kvie Sø, 1998-2001.

Bilag 3.1 Oversigt over tidligere rapporter

- | | | |
|--------------------------------|--------|---|
| Bio/consult as | 1982. | Rapport vedrørende vegetationsundersøgelser i Kvie Sø september 1982. Rapport til Ribe Amt. |
| | 1990a. | Fiskefaunaen i Kvie Sø 1989. Rapport til Ribe Amt. |
| | 1990b. | Smådyrsfaunaen i Kvie Sø 1989. Rapport til Ribe Amt. |
| | 1994. | Bundvegetationen i Kvie Sø 1993. Rapport til Ribe Amt. |
| | 1995. | Vegetation i Kvie Sø 1994. Rapport til Ribe Amt. |
| | 1996a. | Vegetation i Kvie Sø 1995. Rapport til Ribe Amt. |
| | 1996b. | Fiskebestanden i Kvie Sø 1995. Rapport til Ribe Amt. |
| | 1997. | Vegetation i Kvie Sø 1996. Rapport til Ribe Amt. |
| | 1998. | Vegetation i Kvie Sø 1997. Rapport til Ribe Amt. |
| | 1999a. | Vegetation i Kvie Sø 1998. Rapport til Ribe Amt. |
| | 1999b. | Vegetation i Kvie Sø 1999. Rapport til Ribe Amt. |
| | 2001. | Vegetation i Kvie Sø 2000. Rapport til Ribe Amt. |
| | 2002. | Vegetation i Kvie Sø 2001. Rapport til Ribe Amt. |
| Fiskeøkologisk
Laboratorium | 2000. | Fiskebestanden i Kvie Sø September 2000. Rapport til Ribe Amt. |
| Miljøbiologisk
Laboratorium | 1985. | Phytoplankton fra Kvie Sø 1982-84 og Ål Præstesø 1984. Rapport til Ribe Amt. |
| | 1990. | Kvie Sø 1989 - Fyto- og Zooplankton. Notat til Ribe Amt. |
| | 1991. | Kvie Sø 1990 - Plante- og dyreplankton. Notat til Ribe Amt. |
| | 1992. | Kvie Sø 1991 - Plante- og dyreplankton. Notat til Ribe Amt. |
| | 1993. | Kvie Sø 1992 - Plante- og dyreplankton. Notat til Ribe Amt. |
| | 1994. | Kvie Sø 1993 - Plante- og dyreplankton. Notat til Ribe Amt. |

