

Kvie Sø Holm Sø

 VANDMILJØ
overvågning



RIBE AMT

1999

Kvie Sø Holm Sø



RIBE AMT

Udgiver: Ribe Amt
Natur- og grundvandsafdelingen
Sorsigvej 35
6760 Ribe

Sagsbehandler: Claus Moss Hansen

Øvrige bidragsydere: Flemming Sørensen og Michael Deacon

Produktion: Ribe Amt

Oplag: 200

ISBN: 87-7342-913-9

0.0 FORORD	5
1.0 INDLEDNING	7
2.0 HOLM SØ	9
2.1 OPLANDSBESKRIVELSE	9
2.2 MORFOLOGISKE OG HYDROLOGISKE FORHOLD	9
2.3 STOFBALANCE	9
2.4 VANDKEMISKE OG -FYSISKE FORHOLD	10
2.5 PLANTEPLANKTON	13
2.6 DYREPLANKTON	18
2.7 FISKEYNGEL	23
2.8 VANDKEMISKE OG BIOLOGISKE RELATIONER.....	24
3.0 KVIE SØ	25
3.1 OPLANDSBESKRIVELSE	25
3.2 MORFOLOGISKE OG HYDROLOGISKE FORHOLD	25
3.3 STOFBALANCE	25
3.4 VANDKEMISKE OG -FYSISKE FORHOLD	27
3.5 PLANTEPLANKTON	30
3.6 DYREPLANKTON	35
3.7 FISKEYNGEL	41
3.8 VEGETATION	45
3.9 VANDKEMISKE OG BIOLOGISKE RELATIONER.....	52
4.0 SAMMENFATNING	59
4.1 HOLM SØ.....	59
4.2 KVIE SØ.....	60
5.0 OVERSIGT OVER TIDLIGERE RAPPORTER	63
6.0 BILAG	67

0.0 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. Samtidig er et nyt, justeret overvågningsprogram, NOVA 2003, iværksat. 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, hvor amterne som driftsansvarlige for overvågningen følger udviklingen i vandmiljøets tilstand.

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

Vandmiljøovervågning for 1998

Denne rapport er en del af Ribe Amts samlede vandmiljøovervågning for 1998, der omfatter følgende rapporter:

- Grundvand.
- Vandløb og kilder.
- Kvie Sø og Holm Sø.
- Marine områder – Vadehavet.
- Punktkilder.

1.0 Indledning

*Overvågning af søer i
NOVA 2003*

Overvågningen af søer i NOVA 2003 omfatter på landsplan 27 ferskvandssøer 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 Sø vedkommende, måling af næringsstoftransporten via afløbet. Kvie Sø har ikke overfladisk tilløb, og Holm Sø har hverken tilløb eller afløb.

Rådata

Rådata fra undersøgelsen af vegetation i Kvie Sø fremgår af bilagsrapporten "Vegetation i Kvie Sø 1998" mens rådata fra undersøgelsen af planteplankton fremgår af bilagsrapporterne "Holm Sø 1998 Plante- og dyreplankton" og "Kvie Sø 1998 Plante- og dyreplankton".

	Kvie Sø	Holm Sø
Opholdstid (år)	1,4	0,7
Fosforbelastning (kg)	12,4	12,4
P-retention (%)	-10	80
Kvælstofbelastning (kg)	1025	289
N-retention (%)	76	60
Total-P (mg/l) årgns.	0,055	0,017
Total-P (mg/l) somgns.	0,052	0,017
Total-N (mg/l) årgns.	0,91	0,81
Total-N (mg/l) somgns.	0,79	0,71
Uorg.-N (mg/l) årgns.	0,222	0,240
Uorg.-N (mg/l) somgns.	0,046	0,237
pH årgns.	6,2	4,6
pH somgns	6,3	4,6
Sigt dybde (m) årgns.	1,58	til bund
Sigt dybde (m) somgns.	1,83	til bund
Klorofyl-a ($\mu\text{g/l}$) årgns.	15	6
Klorofyl-a ($\mu\text{g/l}$) somgns.	10	3
Suspenderet stof (mg/l)		
• årgns.	3,35	3,89
• somgns.	3,05	3,67
Planteplanktonbiomasse (mm^3/l)		
• årgns.	1,30	0,20
• somgns.	1,08	0,24
Dyreplanktonbiomasse (mg tv/l)		
• årgns.	4,26	1,36
• somgns.	4,35	1,71
Undervandsplanter		
• Maks. dybdegrænse (m)	1,49	-
• Maks. dybdegrænse (m) rodfæstede planter.	1,49	-
• % RPA	32,6	-
• % RPV	1,35	-
Fiskeyngel (træk)		
• Gns. antal i pelagial/ m^3	0,18	-
• Gns. antal i littoral/ m^3	0,16	-

Tabel 1.0. Nøgleparametre for miljøtilstanden i Kvie Sø og Holm Sø 1998.

2.0 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. 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).

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 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 1998 fra et minimum på 11,51 m DNN i september til et maksimum på 11,99 m DNN i december.

Vandbalance

Vandbalancen for Holm Sø fremgår af tabel 2.2. Den totale vandtilførsel i 1998 var 260.000 m³, og var således betydeligt større end i det tørreste år, som er registreret, 1996, hvor den totale vandtilførsel var 110.000 m³.

Hydraulisk opholdstid

Den hydrauliske opholdstid kan beregnes på baggrund af den udsivede mængde vand, og vil således for 1998 blive 0,7 år.

	Umålt opland	Nedbør	Fordampning	Magasinændring	Udsivning
Jan	9,2	8,9	0,3	14,4	3,3
Feb	5,9	5,4	0,9	6,0	4,5
Mar	14,1	8,4	3,5	7,2	11,8
Apr	6,3	9,4	4,7	1,2	9,8
Maj	1,9	2,4	11,8	-15,6	8,1
Jun	1,2	8,0	10,9	-13,2	11,4
Jul	2,1	13,7	10,1	4,8	0,9
Aug	1,7	7,9	8,6	-8,4	9,4
Sep	2,5	10,6	3,9	8,4	0,8
Okt	35,3	28,1	2,1	31,2	30,1
Nov	42,0	7,5	0,2	13,2	36,0
Dec	19,5	7,4	0,1	9,6	17,2
Total	142	118	57	59	143

Tabel 2.2. Vandbalance for Holm Sø 1998. Alle tal er i enheden 1000 m³. Bidraget fra umålt opland er beregnet med den arealspecifikke afstrømning fra Langslade Rende.

Næringssaltbalance

Næringssaltbalancen for Holm Sø 1998 fremgår af tabel 2.3. Bidraget af næringssalte 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 15 kg N/ha og 0,15 kg P/ha. Ved beregningen af udsivningen er søkoncentrationerne anvendt.

	Kvælstof	Fosfor
Atmosfærisk bidrag	180	1,8
Umålt opland	109	10,6
Total tilførsel	289	12,4
Udsivning	116	2,5
Retention	173	9,9

Tabel 2.3. Næringssaltbalance (kg) for Holm Sø 1998.

Kvælstofretentionen var 116 kg i 1998, hvilket svarer til 60 % af den tilførte mængde. Fosforretentionen var 9,9 kg i 1998, hvilket svarer til 80 % af den tilførte mængde.

2.4 Vandkemiske og -fysiske forhold

Prøvetagningsstation

I forbindelse med undersøgelserne i 1989 til 1998 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. Resultaterne af de vandkemiske undersøgelser fremgår af figur 2.1, figur 2.2, bilag 1.3. og bilag 1.4.

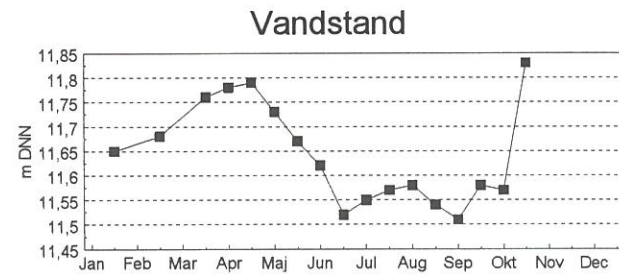
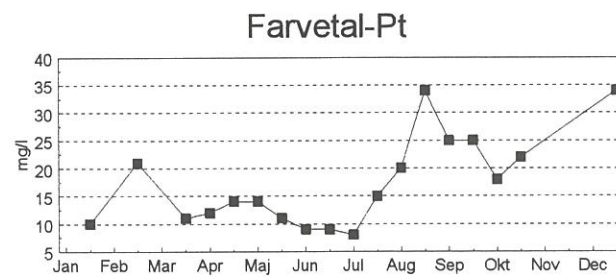
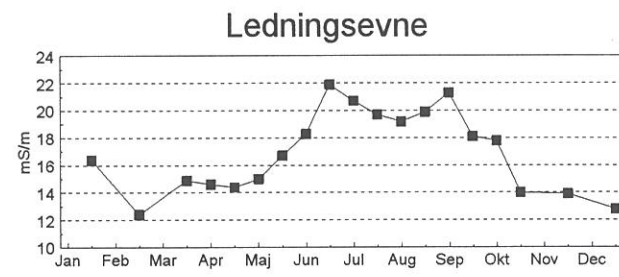
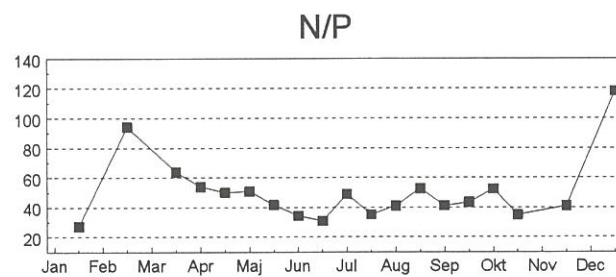
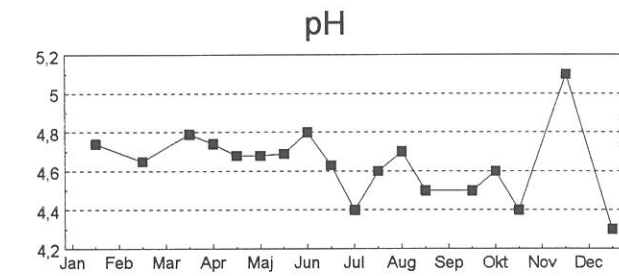
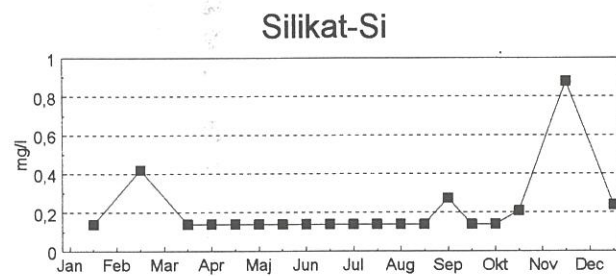
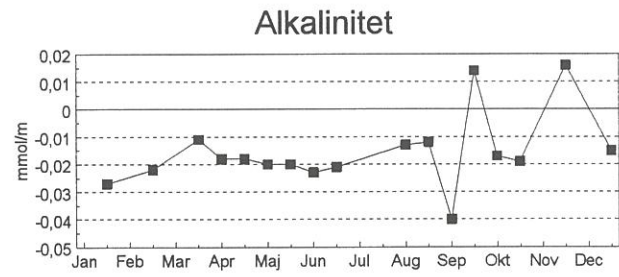
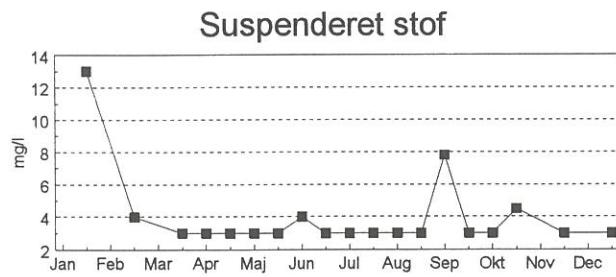
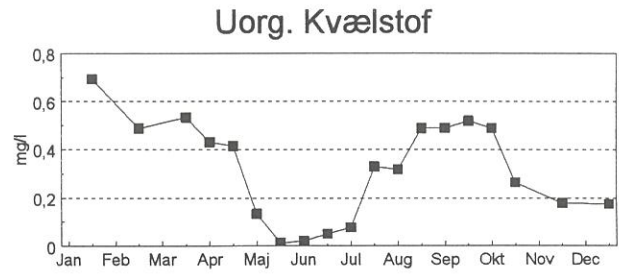
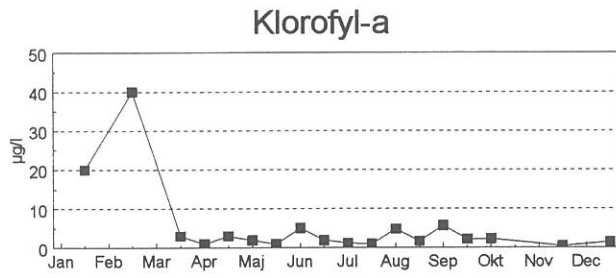
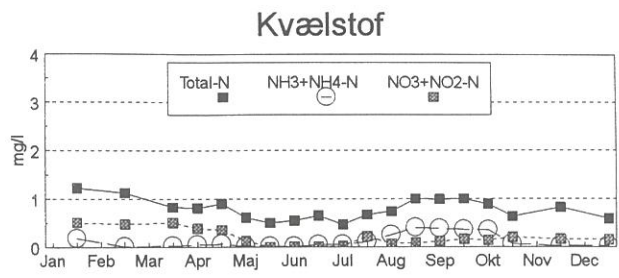
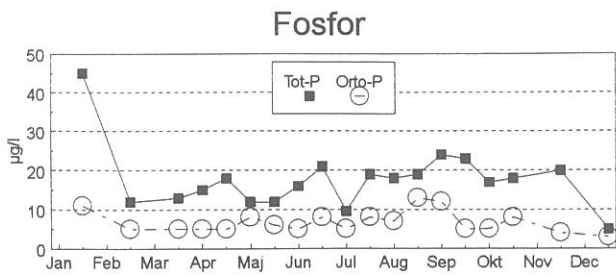


Fig. 2.1. Fysiske og vandkemiske målinger i Holm Sø 1998.

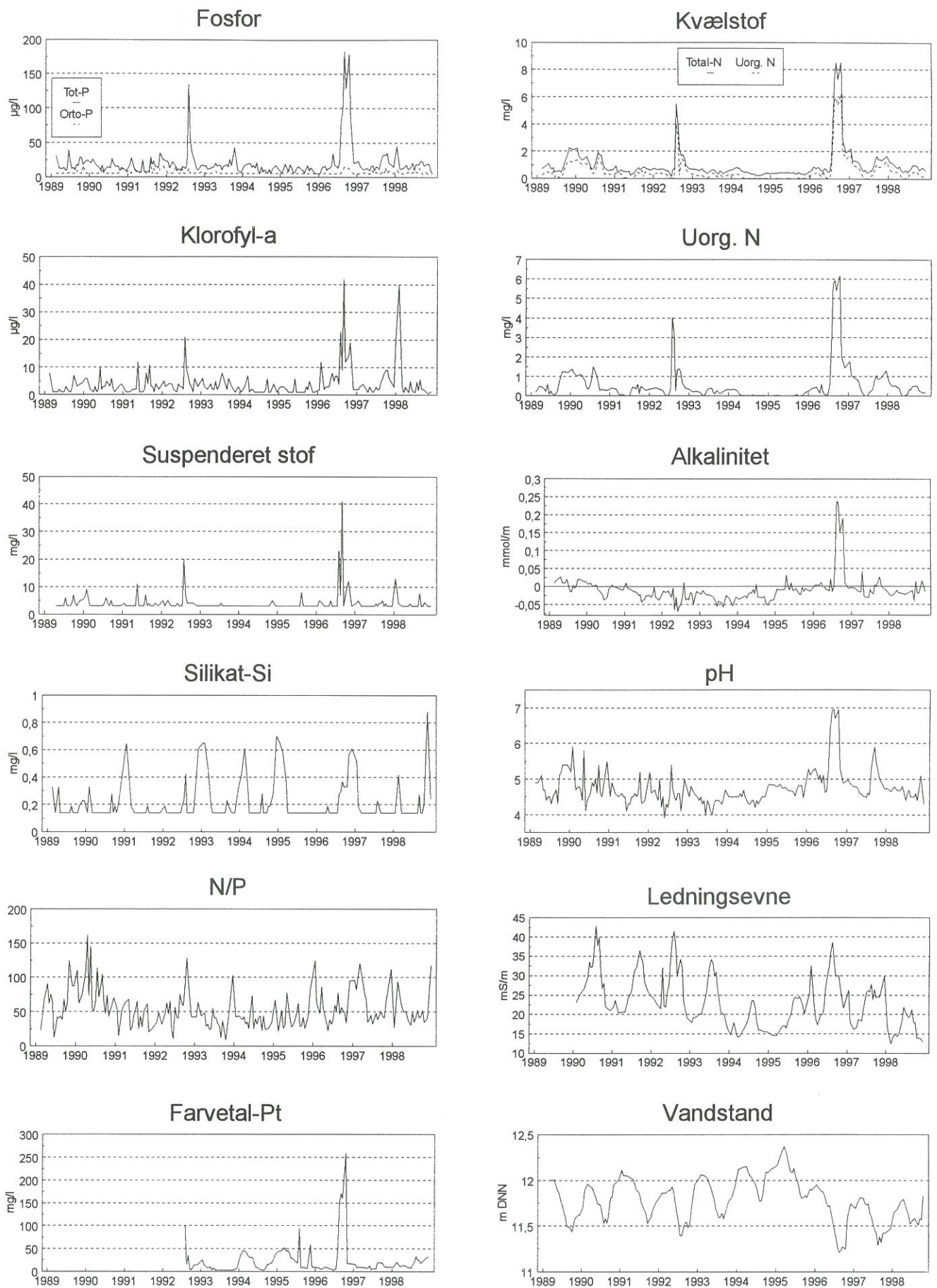


Fig. 2.2. Fysiske og vandkemiske målinger i Holm Sø 1989-1998.

1998

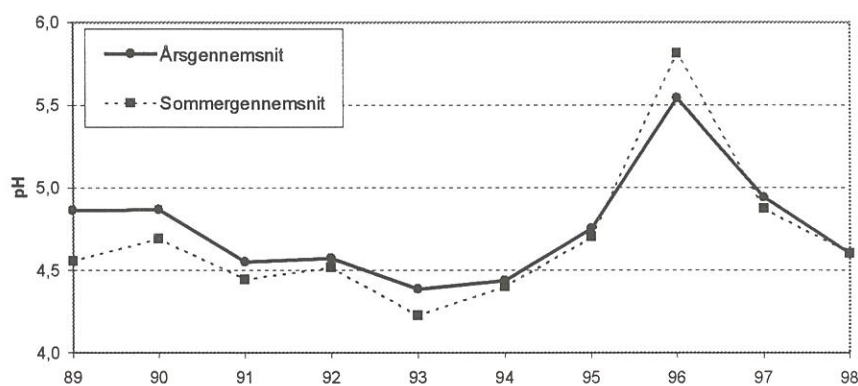
I 1998 faldt vandstanden ikke til så lavt et niveau, som i 1997 og 1996. Af denne årsag blev der ikke registreret nævneværdige udsving i farvetal og koncentrationer af suspenderet stof og næringssalte. Der var sigt til bund ved alle tilsyn.

Udvikling 1989-1998

I perioden 1989-1998 har der kun været en signifikant udvikling ($p < 0,05$) i de vandkemiske parametre, hvad angår sommergennemsnittet for ledningsevne ($P = 0,045$). Ledningsevnen i sommerperioden er således af ukendte årsager reduceret i årene siden 1989. Resultaterne fra en statistisk analyse fremgår af bilag 1.3 og 1.4.

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 2.3. Pga. lav vandstand i 1997 og især i 1996 har der i disse år tværtimod været tale om en pH-stigning.



Figur 2.3. Surhedsgraden i Holm Sø fra 1989 til 1998 (tidsvægtede gennemsnit).

2.5 Planteplankton

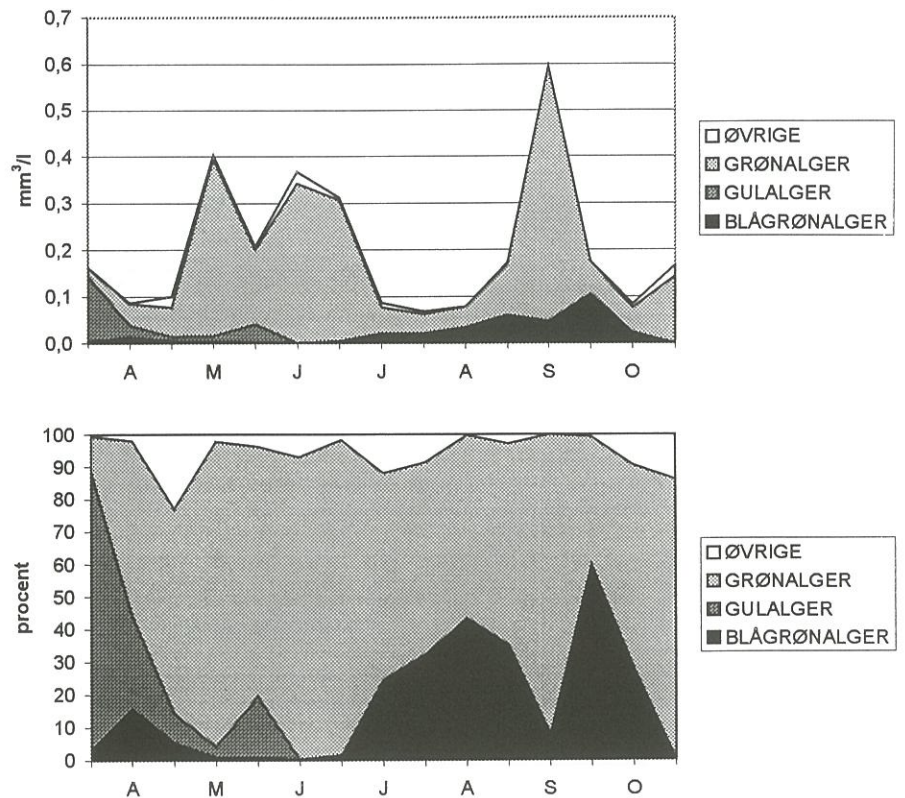
Rådata

Rådata fra undersøgelsen af plante- og dyreplankton i Holm Sø fremgår af bilagsrapporten "Holm Sø 1998 Plante- og dyreplankton."

1998

Biomassen af de enkelte algegrupper og planteplanktons procentvise sammensætning i årets løb fremgår af figur 2.4.

I 1998 er planteplankton undersøgt i perioden 13. marts – 28. oktober. Den totale planktonbiomasse i denne periode varierede mellem $0,07 \text{ mm}^3/\text{l}$ i juli og $0,60 \text{ mm}^3/\text{l}$ i september. Den gennemsnitlige biomasse fra perioden marts-oktober var $0,20 \text{ mm}^3/\text{l}$ og fra maj-september $0,24 \text{ mm}^3/\text{l}$. Grønalger udgjorde 75% af den gennemsnitlige biomasse fra marts-oktober og 82% i sommerperioden.



Figur 2.4. Holm Sø 1998. Planteplanktonbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper

Planteplanktonbiomassen var lav i hele prøvetagningsperioden og udviklede tre små maksima¹: i maj ét på 0,40 mm^3/l , i juni ét på 0,37 mm^3/l og først i september ét på 0,60 mm^3/l . Alle maksima var domineret af grønalger (92-94%). Sidst i september optrådte et lille maksimum på 0,18 mm^3/l , der var domineret af picoplanktiske blågrønalger (60%).

I lighed med tidligere år var planteplanktonsamfundet i 1998 individ- og artsfattigt. Men selvom biomassen i 1998 var ekstrem lav, var samfundet lidt rigere på arter end året før. Der blev fundet 50 arter/-identifikationsgrupper, hvoraf de 12 var fra næringskrævende grupper: 8 blågrønalger, 2 chlorococcale grønalger og 2 øjealger. Af arter fra surt og næringsfattigt vand blev der fundet 28: 5 furealger, 5 gulalger, 4 pennate kiselalger samt 15 koblingsalger.

I perioden marts-oktober udgjorde 5 arter 81% af den gennemsnitlige totale biomasse:

Den trådformede koblingsalge *Mougeotia* spp. (22%), den trådformede grønalge *Oedogonium* spp. diam. > 10 μm (22%), den kolonidannende chlorococcale grønalge *Botryococcus* spp. (18%), den picoplanktiske blågrønalge *Synechococcus elongatus* (12%) og den trådformede grønalge *Oedogonium* spp. diam. < 10 μm (7%).

¹ Målinger af klorofyl *a*-koncentrationen viser, at årets egentlige planteplanktonmaksimum har fundet sted allerede i januar.

I sommerperioden (maj-september) udgjorde de samme arter 87% af den gennemsnitlige biomasse:

Oedogonium spp. diam. >10 µm (24%), *Botryococcus* spp. (21%), *Mougeotia* spp. (21%), den picoplanktiske blågrønalg *Synechococcus elongatus* (13%) og *Oedogonium* spp. diam. <10 µm (8%).

Der blev i alt optalt 27 forskellige arter/identifikationsgrupper.

Blågrønalger

Blågrønalgenes gennemsnitlige biomasse både i perioden marts-oktober og maj-september var 0,03 mm³/l. De udgjorde henholdsvis 12% og 13% af den gennemsnitlige totale biomasse i disse perioder.

Sidst i september udviklede den picoplanktiske *Synechococcus elongatus* et lille blågrøngemaksimum, der udgjorde 60 % af den totale biomasse. I begyndelsen af oktober udgjorde *Rhabdoderma lineare* 19% af den totale biomasse.

I alt blev der fundet 8 arter/slægter/identifikationsgrupper af blågrønalger; men udover de to omtalte, var ingen af kvantitativ betydning.

Rekylalger

Rekylalger udgjorde 0,2% af den gennemsnitlige biomasse fra både marts-oktober og maj-september.

Tidligt i juli udvikledes et lille rekylalgemaksimum på 0,005 mm³/l. *Cryptomonas* (20-30 µm) fandtes i hele perioden marts-oktober og *Cryptomonas* 15-20 µm kun i juli. I alt blev der fundet 3 rekylalgearter/identifikationsgrupper.

Furealger

Furealger udgjorde 2% af den gennemsnitlige biomasse fra både marts-oktober og maj-september. *Peridinium willei* havde et lille maksimum på 0,02 mm³/l sidst i april, hvor den udgjorde 22% af den totale biomasse.

Peridinium umbonatum-gruppen fandtes fåtalligt i de fleste prøver fra marts-september og *Peridinium willei* i marts-august samt oktober. Derudover blev der i prøverne fra d. 18. august og 3. september fundet en sjælden art *Hemidinium* sp. (længde 50-60 µm), som også blev konstateret i søen i 1997, men sandsynligvis aldrig tidligere i Danmark. Den nøjagtige bestemmelse af denne art er usikker.

Der blev i alt fundet 5 furealgearter/slægter/identifikationsgrupper.

Gulalger

Gulalger udgjorde 8% af den gennemsnitlige biomasse fra marts-oktober og 2% fra maj-september. De havde et maksimum på 0,14 mm³/l i marts, hvor de udgjorde 86% af den totale biomasse. I alle prøverne fra marts-juni fandtes de i lave koncentrationer, i resten af prøvetagningsperioden sporadisk.

De kvantitativt vigtigste arter var alle mixotrofe²: *Dinobryon sertularia* fandtes i marts-juni og udgjorde 6-7% af biomassen i marts-april. *Chrysamoeba* spp. dominerede biomassen i marts (66%) og udgjorde 10% i april. *Chromulina* spp. udgjorde 11-12% i marts-april og 16% i maj. *Ochromonas* spp. optrådte i april-maj.

Der blev fundet 5 gulalgearter/slægter.

Kiselalger

Kiselalger udgjorde 2% af biomassen fra marts-oktober og 1% fra maj-september. De havde et lille maksimum på 0,02 mm³/l i juni, hvor de udgjorde 6% af den totale biomasse, og endnu ét på 0,02 mm³/l i oktober, hvor de udgjorde 14%.

Der blev fundet 4 pennate kiselalger. Begge kiselalgemaksima udgjordes af den pennate kiselalge *Tabellaria flocculosa*. Derudover fandtes *Tabellaria-arterne binalis* og *fenestrata*. De er alle tre hjemmehørende i surt vand.

Grønalger

Grønalger dominerede i én lang sammenhængende periode fra april t.o.m. først i september (54-97%). De udgjorde 75% af den gennemsnitlige biomasse fra marts-oktober og 82% af den gennemsnitlige biomasse fra maj-september og havde tre mindre maksima i løbet af prøvetagningsperioden: i maj (0,38 mm³/l), juni (0,34 mm³/l) og først i september (0,55 mm³/l).

De kvantitativt vigtigste arter/grupper var store epifytiske trådformer fra bundvegetationen, der ved vindens påvirkning hvirvles op i vandmassen:

Oedogonium spp. fandtes i hele prøvetagningsperioden med et maksimum først i september på 0,53 mm³/l. De udgjorde da 89% af biomassen. *Oedogonium*-tråde med en diameter større end 10 µm udgjorde 22% af den gennemsnitlige planteplanktonbiomasse fra marts-oktober og 24% fra maj-september.

Den trådformede koblingsalge *Mougeotia* spp. udgjorde 22% af den gennemsnitlige totale biomasse fra marts-oktober og 21% fra sommerperioden. Den optrådte i marts-juni og september-oktober og havde to maksima: i maj (0,31 mm³/l) og først i juni (0,11 mm³/l). Den dominerede planteplanktonbiomassen i april-maj (35-77%).

Den kolonidannende chlorococcale grønalg *Botryococcus* spp. udgjorde 22% af den gennemsnitlige totale biomasse fra marts-oktober og 21% fra maj-september. Den fandtes i april-oktober og havde et maksimum på 0,27 mm³/l sidst i juni, hvor den udgjorde 87% af den totale biomasse.

En lille volvocal flagellat, *Chlamydomonas* spp. (diam. 5-10 µm) fandtes i prøverne fra marts og fra sidst i maj t.o.m. sidst i august, hvor den havde et maksimum på 0,03 mm³/l. Den udgjorde 19-34% af den totale biomasse i juli-august. En usædvanlig stor art af *Chlamydomonas* med en diam. på 20-30 µm optrådte sporadisk i prøverne fra marts-april, august og oktober.

² arter, der ernærer sig som både planter og dyr.

De nymåneformede desmidiaceer *Closterium macilentum* og *Cl. parvulum* fandtes i de fleste af prøverne sammen med *Oedogonium* spp., *Chlamydomonas* spp. (5-10 µm) og *Botryococcus* spp. I prøverne fra marts-juni endvidere med *Mougeotia* og *Zygogonium* og i prøverne fra juli-september med *Staurodesmus indentatus* og *Staurastrum punctulatum*.

Cylindrocystis brebissonii fandtes i april-maj og august-september. Den havde maksimum (0,86 mm³/l) i prøven fra d. 18. august og udgjorde på denne dato 3% af biomassen. Den optrådte da, ligesom i 1997, i et usædvanligt selskab med furealgen cf. *Hemidinium* sp. og *Chlamydomonas* (diam. 20-30 µm).

Der blev i alt fundet 22 arter/slægter/identifikationsgrupper af grønalger, heraf 15 koblingsalger, der er typiske for sure søer.

Figur 2.5 viser planteplanktons biomasse og procentvise sammensætning som gennemsnit fra sommerperioden (maj-september) 1989-98.

Den gennemsnitlige biomasse fra sommerperioden (maj-september) har i alle år 1989-98 været lav. Den har svinget mellem et minimum på 0,16-0,19 mm³/l i 1990 og 1995 og et maksimum på 1,1 mm³/l i 1992. De øvrige år har den gennemsnitlige biomasse fra sommerperioden været 0,22-0,74 mm³/l. I 1998 var den 0,24 mm³/l.

Grønalger har domineret i alle år (60-94%). I 1990-91 var det især *Oedogonium* spp., i 1989, 1992-95 og 1997 overvejende koblingsalgen *Mougeotia* spp., i 1996 og 1998 omtrent lige dele af hver.

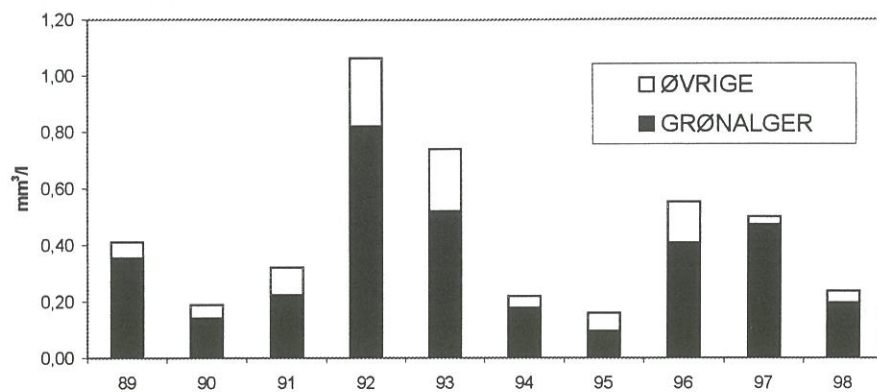
Furealger har i visse år udgjort en betydelig del af den gennemsnitlige sommerbiomasse (19-22% i 1991, 1993 og 1995-96). I 1998 udgjorde de 2% af den gennemsnitlige biomasse fra maj-september.

Den skælbærende gulalge *Synura sphagnicola*, der regelmæssigt er fundet i søen i tidligere år, blev ikke fundet i 1998.

Den picoplanktiske blågrønalge *Synechococcus elongatus* har i visse år udgjort en væsentlig del af biomassen forår og/eller efterår. Kun undtagelsesvis (i 1992 og 1998) har den været af betydning i sommerperioden, hvor den udgjorde 12-13% af den gennemsnitlige sommerbiomasse.

Nygaards sammensatte planktonindeks, Q^3 , der angiver forholdet mellem arter fra næringsrige og næringsfattige levesteder, er hvert år udregnet fra den samlede artsliste. $Q = < 1$ angiver oligotrofi, $Q = 1 - 2,5$ angiver mesotrofi, $Q = 3-5$ angiver moderat eutrofi, $Q = 5-20$ angiver eutrofi og $Q = > 20$ angiver organisk forurening. I Holm Sø svinger Q mellem 0,7 og 1,3 og var i 1997-98 = 0,8, altså en tydelig dominans af arter fra næringsfattigt vand.

³ Sum af antal arter af (Blågrønalger, centriske kiselalger, chlorococcale grønalger, øjealger) / antal arter af desmidiaceer (koblingsalger). (Nygaard 1949).

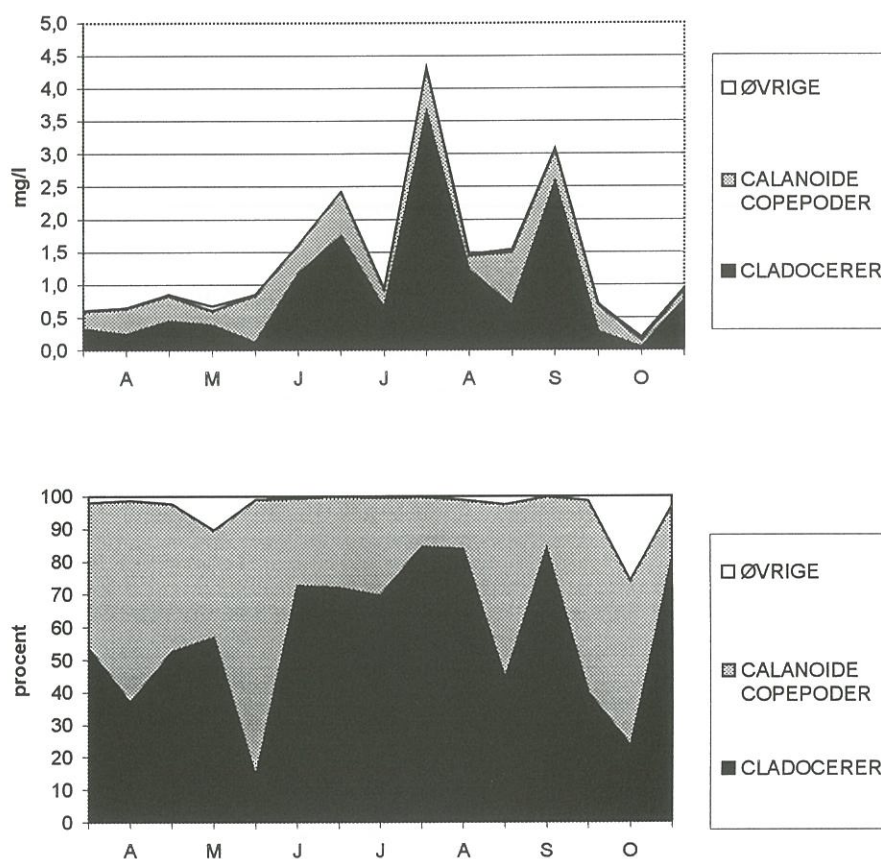


Figur 2.5 Holm Sø 1989-98. Planteplanktonbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper. Tidsvægtede gennemsnit fra sommerperioden (maj-september).

Biomasse og årstidsvariation i 1998

2.6 Dyreplankton

Biomassen af de enkelte dyreplanktongrupper og dyreplanktons procentvise sammensætning i løbet af året fremgår af figur 2.6.



Figur 2.6. Holm Sø 1998. Dyreplanktonbiomasse (mg vådvægt/l) og procentvis fordeling på hovedgrupper

Den gennemsnitlige dyreplanktonbiomasse varierede mellem 0,20 mg/l i begyndelsen af oktober og 4,3 mg/l i slutningen af juli. Den gennemsnitlige biomasse var 1,4 mg/l i perioden marts-oktober og 1,7 mg/l i sommerperioden (maj-september).

Fra marts til maj svingede dyreplanktonbiomassen kun lidt, idet den varierede mellem 0,61 mg/l og 0,85 mg/l. Herefter opbyggedes årets første maksimum, 2,4 mg/l, der fandt sted i slutningen af juni. Efter et kortvarigt fald i starten af juli til 0,93 mg/l steg biomassen atter og nåede årets maksimum, 4,3 mg/l, i slutningen af juli. I august blev biomassen reduceret til 1,5 mg/l, hvorefter den blev øget til det sidste maksimum, 3,1 mg/l i starten af september. I resten af prøvetagningsperioden varierede biomassen mellem 0,20 mg/l i begyndelsen af oktober og 0,95 mg/l i slutningen af oktober. Alle tre maksima var domineret af cladocerarten *Bosmina longispina*, der på disse tidspunkter udgjorde 72-82% af den samlede dyreplanktonbiomasse.

Den vigtigste dyregruppe i Holm Sø 1998 var cladocerer. Gennemsnitligt udgjorde de 68% i perioden marts-oktober og 71% i sommerperioden. Cladocerers dominans var tydeligst fra juni til begyndelsen af august samt i begyndelsen af september og slutningen af oktober, hvor de udgjorde 70-84%. Herudover dominerede gruppen i marts, i slutningen af april og midt i maj (53%-57%). Resten af prøvetagningsperioden dominerede calanoide copepoder med andele på 51%-85%. Gennemsnitligt udgjorde denne gruppe 30% i perioden marts-oktober og 28% i sommerperioden.

De resterende dyregrupper, ciliater, rotatorier, cyclopoide copepoder og harpacticoide copepoder havde stort set ikke nogen betydning for dyreplanktonbiomassen. Ciliater udgjorde 23% i begyndelsen af oktober og cyclopoide copepoder udgjorde 10% midt i maj. I resten af prøvetagningsperioden var disse gruppers andel højst 2% af den samlede dyreplanktonbiomasse. Gennemsnitligt udgjorde grupperne 0-1% af biomassen.

Der blev i alt observeret 41 arter/slægter/grupper af ciliater, rotatorier og krebsdyr i Holm Sø 1998.

Ciliater

Der blev bestemt én ciliatslægt. Ubestemte ciliater blev inddelt i følgende grupper: kugleformede <20 μm , ellipsoformede <20 μm , kugleformede 20-100 μm , ellipsoformede 20-100 μm og ellipsoformede >100 μm . Den gennemsnitlige biomasse var 0,009 mg/l i perioden marts-oktober og 0,004 mg/l i sommerperioden.

Ciliater havde deres højeste forekomst i begyndelsen af oktober, hvor deres biomasse var 0,05 mg/l. Ellipsoformede ciliater >100 μm var den dominerende gruppe og udgjorde her 22% af den samlede dyreplanktonbiomasse. Bortset fra slutningen af oktober, hvor ciliatbiomassen var 0,02 mg/l, varierede ciliatbiomassen i resten af prøvetagningsperioden mellem 0,002 mg/l og 0,006 mg/l, hvilket svarer til 0-1% af den samlede dyreplanktonbiomasse.

Rotatorier

Af rotatorier blev der identificeret 17 arter. Deres biomasse var meget lav, den varierede mellem 0 mg/l i slutningen af maj og 0,007 mg/l i marts. Gennemsnittet var 0,002 mg/l i både perioden marts-oktober og sommerperioden. Rotatoriers andel af den totale biomasse var i marts og i begyndelsen af oktober henholdsvis 1% og 2%. I resten af prøvetagningsperioden var deres andel < 1%.

Keratella serrulata var den vigtigste art. Den blev fundet i alle måneder undtagen maj. *K.serrulata* er ofte fundet i renere søer. Udover denne art blev der blandt andet fundet følgende arter, dog kun sporadisk, som også normalt er knyttet til svagt eutrofe søer: *Lecane* spp., *Trichotria pocillum* og *Conochilus hippocrepis*.

Cladocerer

Der blev fundet 14 arter af cladocerer. De havde maksimum i slutningen af juli, hvor deres biomasse var 3,7 mg/l. Dette maksimum faldt sammen med det samlede dyreplanktonmaksimum, og cladocerer udgjorde her 84% af den samlede biomasse. I resten af prøvetagningsperioden varierede biomassen mellem 0,046 mg/l og 2,6 mg/l. Deres procentvise andel af dyreplanktonbiomassen varierede mellem 14% i slutningen af maj og 84% i slutningen af juli, begyndelsen af august og begyndelsen af september. Den gennemsnitlige biomasse var 1,4 mg/l i perioden marts-oktober og 1,7 mg/l i sommerperioden.

Bosmina longispina var klart den vigtigste art. Bortset fra slutningen af maj dominerede den blandt cladocernerne i hele prøvetagningsperioden. Bortset fra midten af april, slutningen af maj og begyndelsen af oktober dominerede arten den totale dyreplanktonbiomasse på alle prøvedatoer.

Næstvigtigste arter var *Polyphemus pediculus*, der forekom fra maj til august, *Rhynchotalone falcata*, der fandtes fra juni til oktober og *Alonopsis elongata*, der fandtes spredt fra maj til oktober. Ingen af disse arter havde dog særlig betydning for den samlede cladocerbiorbiomasse.

Den hyppigst forekommende art, *Bosmina longispina*, er ofte tilknyttet rene søer. Det samme gælder en del af de andre fundne cladocerer, bl.a. *Alonella excisa*, *Alonopsis elongata*, *Rhynchotalone falcata* og *Polyphemus pediculus*.

Copepoder

Der blev identificeret 4 arter af copepoder, heraf 1 calanoid, 2 cyclopoide og 1 harpacticoid. Deres biomasse varierede mellem 0,10 mg/l i begyndelsen af oktober og 0,85 mg/l midt i august. Deres andel i biomassen varierede mellem 16% og 85%. Copepoders gennemsnitlige biomasse var 0,42 mg/l i perioden marts-oktober og 0,49 mg/l i sommerperioden.

Calanoide copepoder var den vigtigste gruppe. Alle stadier heraf fandtes hele året. Gennemsnitligt dominerede calanoide copepoditer; deres biomasse var 0,25 mg/l i perioden marts-oktober og 0,32 mg/l i sommerperioden. Gruppen dominerede blandt copepoder fra april til begyndelsen af september. I resten af prøvetagningsperioden dominerede voksne *Eudiaptomus gracilis*. Denne gruppe var gennemsnitligt den næstvigtigste. Calanoide copepoditer havde fra april til september betydning for den samlede dyreplanktonbiomasse, idet de dominerede

midt i april og sidst i maj og var subdominerende i resten af perioden april-september. Deres andel varierede i denne periode mellem 12% og 69%.

Blandt de cyclopoide copepoder spillede cyclopoide copepoditer den vigtigste rolle. Cyclopoide nauplier blev fundet fra april til oktober, men var uden betydning for biomassen. Resten af grupperne, Meso-/Thermocyclops copepoditer, og harpacticoide copepoder var ligeledes uden kvantitativ betydning.

Dyreplanktons potentielle fødeoptagelse i 1998

Den potentielle fødeoptagelse varierede mellem 24 $\mu\text{g C/l/d}$ midt i april og 190 $\mu\text{g C/l/d}$ i slutningen af juli. Den gennemsnitlige fødeoptagelse var 61 $\mu\text{g C/l/d}$ i perioden marts-oktober og 74 $\mu\text{g C/l/d}$ i perioden maj-september. Cladocerer spillede langt den vigtigste rolle, idet de gennemsnitligt stod for 75% af den samlede fødeoptagelse i perioden marts-oktober og 80% i sommerperioden. De dominerede i hele prøvetagningsperioden, undtagen sidst i maj, hvor calanoide copepoder dominerede med 68% og i begyndelsen af oktober, hvor ciliater dominerede med 83% af den potentielle fødeoptagelse.

Den næstvigtigste dyregruppe var calanoide copepoder. De stod gennemsnitligt for 16-17% af den samlede fødeoptagelse. De havde størst betydning fra marts til maj, midt i august og midt i september, hvor deres andel var 20-68%. Ciliaters gennemsnitlige andel i fødeoptagelsen var 8% i perioden marts-oktober og 3% i sommerperioden. De havde størst betydning forår og efterår.

Rotatorier, cyclopoide copepoder og harpacticoide copepoder var uden betydning for den samlede, gennemsnitlige fødeoptagelse. Midt i maj stod cyclopoide copepoder for 6% af fødeoptagelsen og rotatorier stod for 3% i marts. Resten af prøvetagningsperioden oversteg ingen af gruppernes andel 1% af den samlede fødeoptagelse.

Sammenligning med dyreplanktonsamfundet i 1989-97

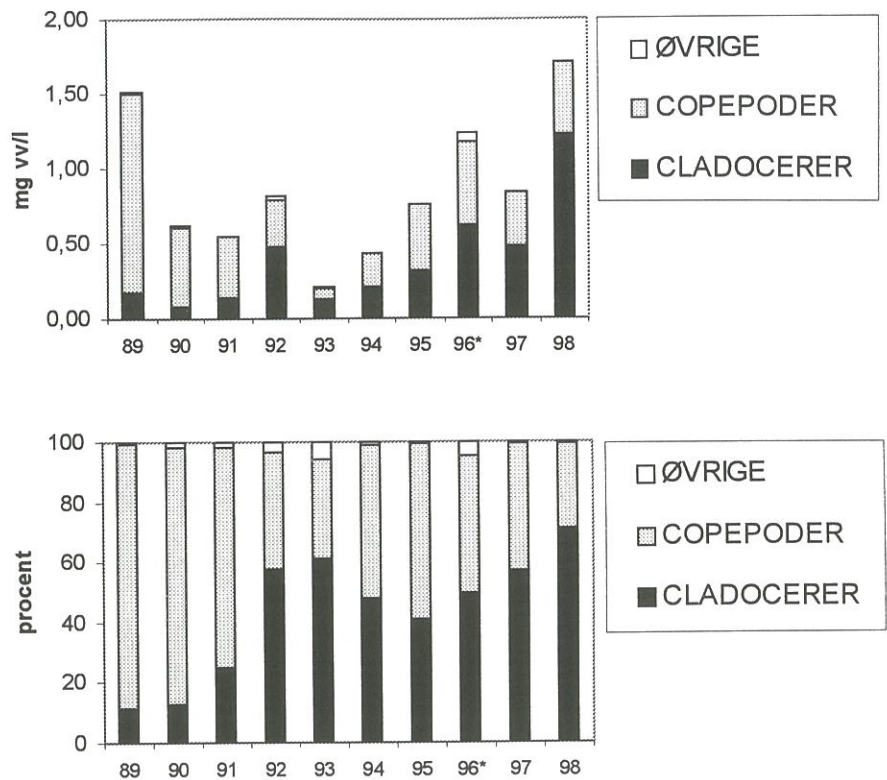
Dyreplanktons biomasse og gruppernes procentvise fordeling som gennemsnit i sommerperioden (maj-september) for årene 1989-95, 1997 og 1998 ses af figur 2.7.

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.

Den totale, gennemsnitlige biomasse var i 1998 den hidtil højeste, 1,7 mg/l. I resten af årene varierede biomassen mellem 0,2 mg/l i 1993 og 1,5 mg/l i 1989.

Cladocerer og copepoder var i undersøgelsesperioden de dominerende dyregrupper. Copepoder dominerede i perioden 1989-91 med 74-88% af den samlede biomasse, mens cladocerer udgjorde 12-25%. Fra 1992 fik cladocerer større betydning. De dominerede i 1992 og 1993 og i 1997 og 1998, med 57-71%. Copepoder dominerede i 1994 og 1995 (henholdsvis 52% og 59%).

Ciliaters andel svingede mellem 0,2% og 5,2% og rotatorier udgjorde mellem 0,1% og 2,1%.



Figur 2.7. Holm Sø 1998. Dyreplanktonbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper 1989-98. Gennemsnit for sommerperioden maj-september. *I 1996 blev der ikke taget prøver i august-oktober på grund af for lav vandstand.

De dominerende arter blandt cladocerer var i alle årene *Bosmina longispina*. *Eudiaptomus gracilis* var den vigtigste copepodart, mens "rentvandsarten" *Keratella serrulata* var blandt de vigtigste rotatoriearter.

2.7 Fiskeyngel

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 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

I stedet blev der gennemført en vejledende elbefiskning den 25. juni 1998. Elfiskeriet blev gennemført på to udvalgte bredzoner á 100 meters længde. Søens vandspejl var på tidspunktet for undersøgelsen næsten udelukkende koncentreret omkring de tre dybeste bassiner i søen. Elbefiskningen foregik langs de to bredzoner markeret på figur 2.8.

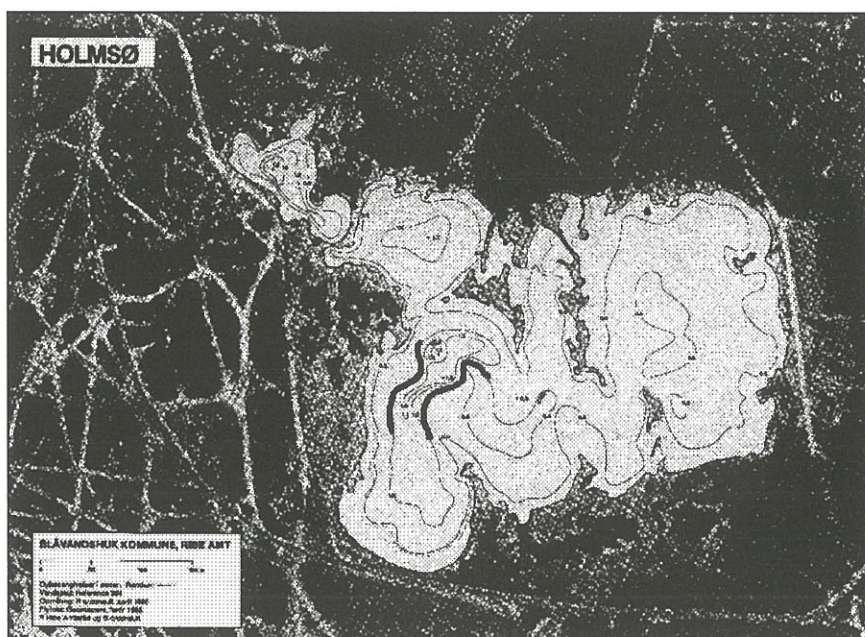


Fig 2.8. Placering af elbefiskede strækninger i Holm Sø, 1998.

Resultat af befiskning

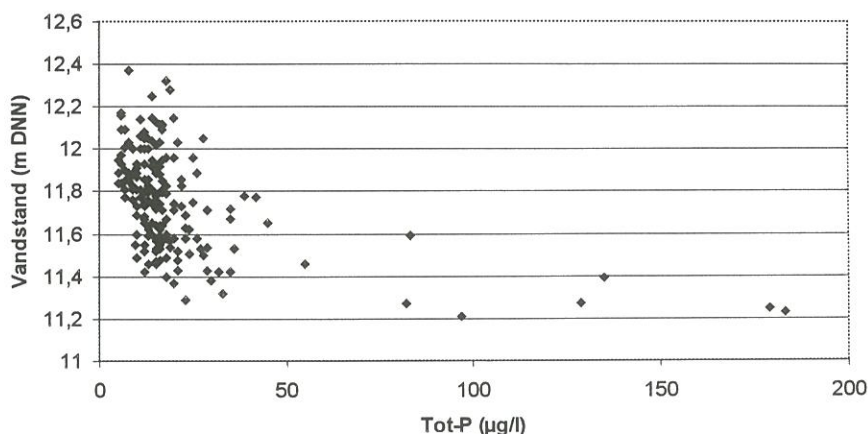
Under elfiskeriet blev der ikke fanget fisk eller fiskeyngel af nogen art.

Vurdering af undersøgelsen

Der vurderes ikke at være 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.

2.8 Vandkemiske og biologiske relationer

Holm Sø belastes kun med næringssalte fra de omgivne naturarealer og fra atmosfæren. Koncentrationerne af næringssalte 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 2.9. Årsagen er en kombination af opkoncentrering og en større påvirkning fra sedimentet.



Figur 2.9. Relation mellem vandstand og koncentrationen af total-fosfor i søvandet i Holm Sø i perioden 1989-1998.

I 1998 var vandstanden betydeligt højere end de tørre år i 1996 og 1997. Af denne årsag blev der ikke registreret høje søkoncentrationer af næringssalte i sensommeren 1998.

Plankton

De lave koncentrationer af næringssalte har i alle undersøgelsesårene resulteret i en meget begrænset vækst af planteplankton. Pga. det ringe fødegrundlag registreres der ligeledes kun små mængder dyreplankton i Holm Sø.

Sigt dybde

De lave algetætheder giver anledning til en meget god sigt dybde. I 1998 var der sigt til bunden ved alle tilsyn.

Vegetation

Holm Sø er en lobelie-sø, som pga. af den gode sigt dybde og lav pH har udbredte bevoksninger af især strandbo og lobelie. Derudover findes der liden siv, mosser og trådalger i store mængder.

3.0 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.

	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 uopdyrkede 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 Stofbalance

Tilstrømning

Tilstrømningen af vand til Kvie Sø fra oplandet er beregnet ved at anvende den arealspecifikke afstrømning fra Grene Å's opland.

Vandstand

Vandstanden varierede i 1998 fra et maksimum på 25,55 m DNN i november til et minimum på 25,24 m DNN i juni.

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.

	Ind-pump.	Umålt opland	Nedbør	For-damp.	Afløb	Magasin ændring	Udsivning
jan	0	9,9	27,1	0,8	0,0	30,0	6,2
feb	3,4	9,4	15,7	2,1	4,5	18,0	4,0
mar	0,0	11,0	27,1	8,9	23,7	0,0	5,5
apr	3,4	10,5	21,2	11,7	12,4	-6,0	17,0
maj	3,4	9,3	7,6	29,4	4,2	-33,0	19,7
jun	3,4	7,9	21,2	27,3	0,0	-15,0	20,2
jul	0,0	8,5	37,5	25,3	0,0	12,0	8,7
aug	3,4	8,3	23,8	21,6	0,0	0,0	13,9
sep	3,4	7,4	30,6	9,8	0,0	9,0	22,7
okt	3,4	14,4	79,1	5,2	14,5	60,0	17,2
nov	0	14,6	19,4	0,5	28,7	-6,0	10,7
dec	0	12,0	22,0	0,3	20,8	0,0	12,9
Total	24	123	332	143	109	69	159

Tabel 3.3. Vandbalance for Kvie Sø 1998. Alle tal er i enheden 1000 m³.

Hydraulisk opholdstid

Den hydrauliske opholdstid kan beregnes ved søvolumen delt med afløbsvandet og den udsivede mængde vand, og vil således for 1998 blive 1,4 år.

Næringssaltbalance

Næringssaltbalancen for Kvie Sø i 1998 fremgår af tabel 3.4. Ved beregningen af næringssaltbidraget fra det umålte opland på 27 ha er den arealspecifikke belastning fra Grene Å's opland benyttet. Grene Å's opland 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 15 kg N/ha og 0,15 kg P/ha.

	Kvælstof	Fosfor
Atmosfærisk bidrag	450	4,5
Umålt opland	485	6,8
Boringsvand	80	0,1
Tilførsel fra badning	10	1,0
Total tilførsel	1025	12,4
Udsivning	145	8,8
Afløb	101	4,8
Retention	779	-1,2

Tabel 3.4. Næringssaltbalance (kg) for Kvie Sø 1998.

En meget stor andel (76 %) af den tilførte kvælstof fjernes ved denitrifikation og binding i sedimentet. Fosfortilførslen er derimod mindre end fraførslen. 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 blev påbegyndt.

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

3.4 Vandkemiske og -fysiske forhold

Prøvetagningsstation

I forbindelse med undersøgelserne i 1989 til 1998 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. Resultaterne af de vandkemiske undersøgelser fremgår af figur 3.1, figur 3.2, bilag 2.3. og bilag 2.4.

1998

Sigtddybden var indtil slutningen af maj begrænset af suspenderet stof, som til en vis grad var korreleret med klorofyl-a. Ved prøvetagningen den 27. maj var der sigt til bund ($> 2,5$ m). På samme dato var koncentrationen af suspenderet stof og klorofyl-a faldet til et meget lavt niveau, som i store træk holdt sig året ud. Sigtdybden forblev tilsvarende god, men der kunne dog registreres et mindre fald, som kan være forårsaget af et stigende farvetal i perioden.

Udvikling 1989-1998

I perioden 1989-1998 har der været en signifikant stigning ($p < 0,05$) for årsgennemsnit af pH ($p = 0,002$), alkalinitet ($p = 0,042$), og sigtddybde (0,009), mens der har været et fald i koncentrationen af suspenderet stof ($p = 0,001$). Med hensyn til sommergennemsnittene har der været en signifikant stigning i pH ($p = 0,004$) og et fald i koncentrationen af suspenderet stof ($p = 0,001$).

Stigningen i pH og alkalinitet er et resultat af en kalkforurening i 1992. Forbedringen af årsgennemsnittet for sigtddybden er opstået ved en sideløbende reduktion i koncentrationen af suspenderet stof.

Resultaterne fra den statistiske analyse fremgår af bilag 2.3 og 2.4.

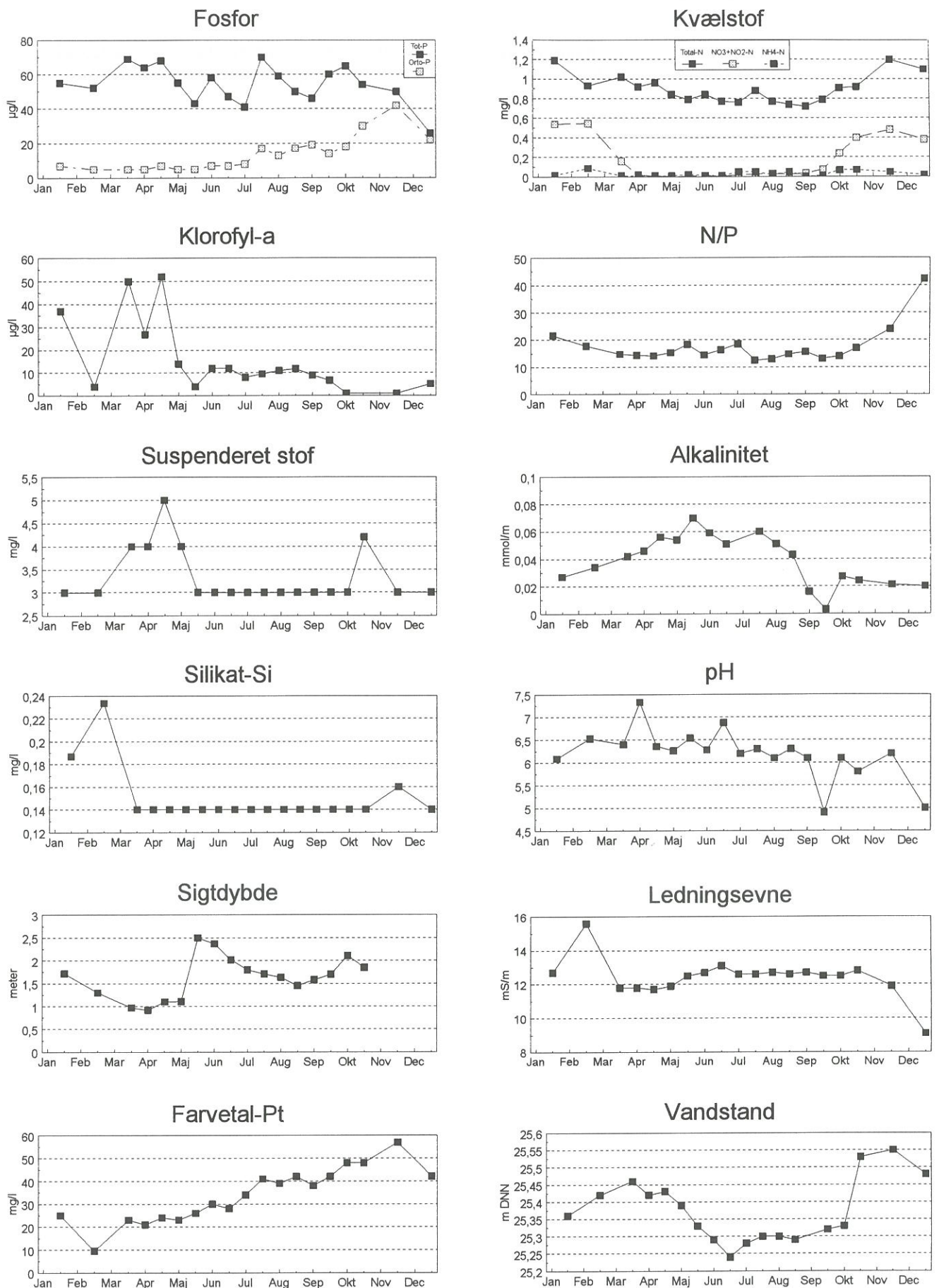


Fig. 3.1. Fysiske og vandkemiske målinger i Kvie Sø 1998

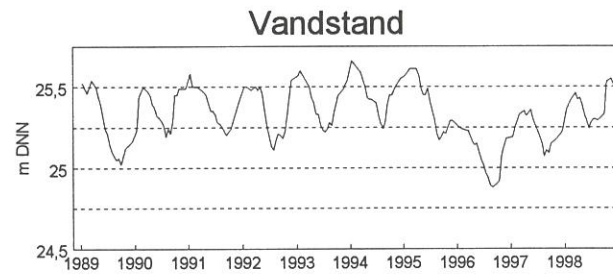
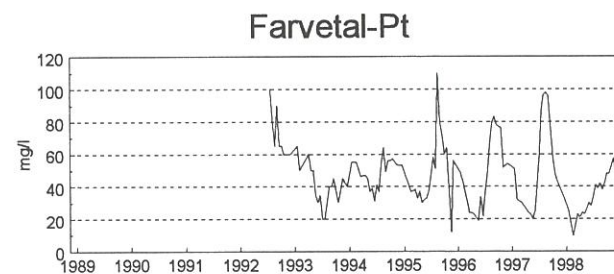
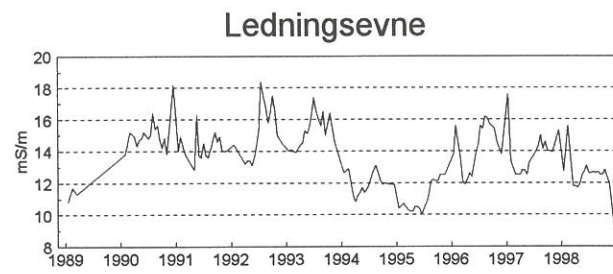
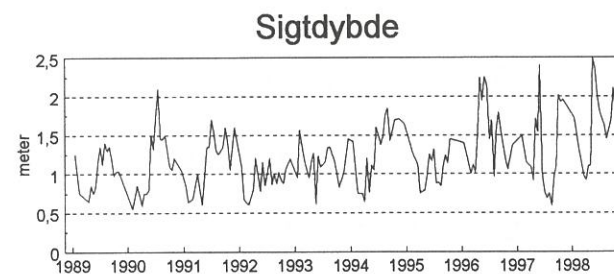
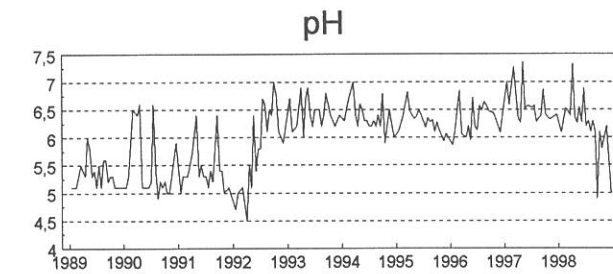
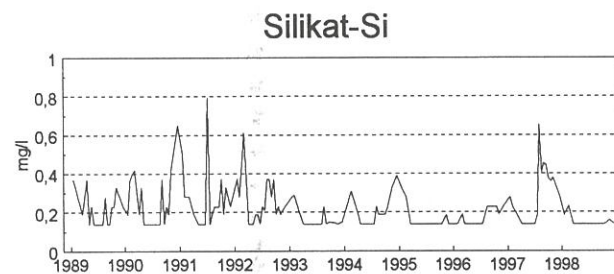
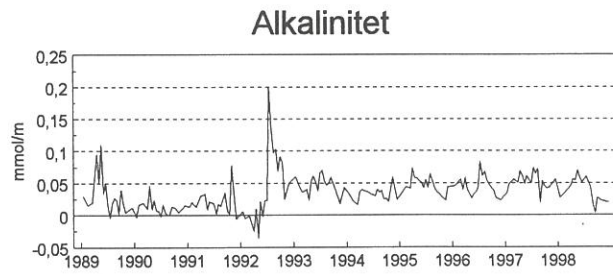
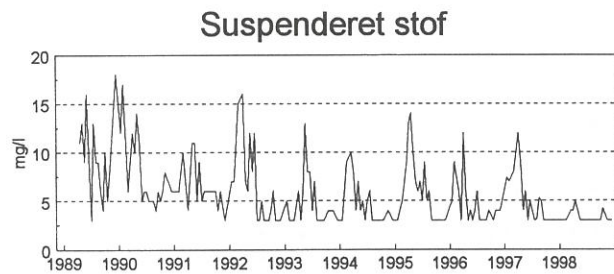
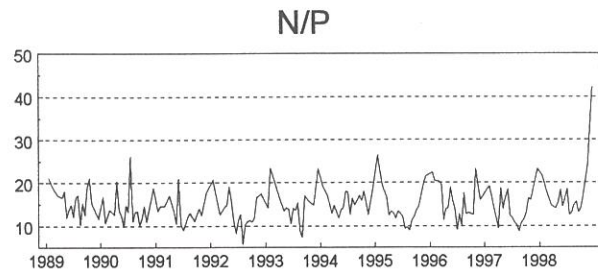
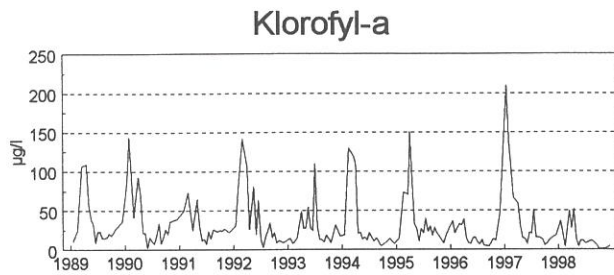
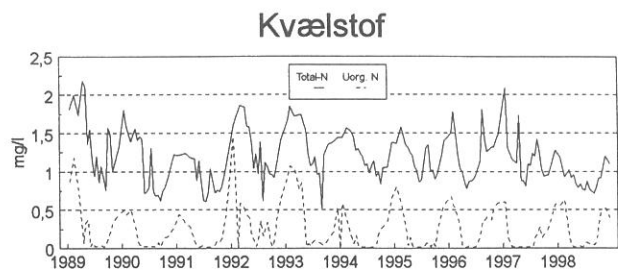
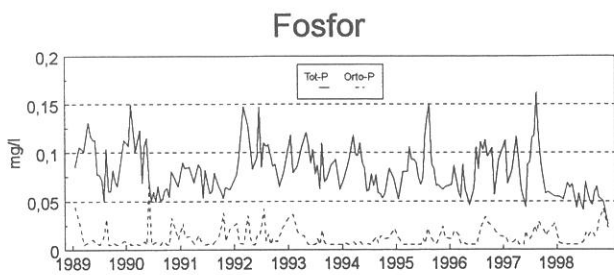


Fig. 3.2. Fysiske og vandkemiske målinger i Kvie Sø 1989 til 1998.

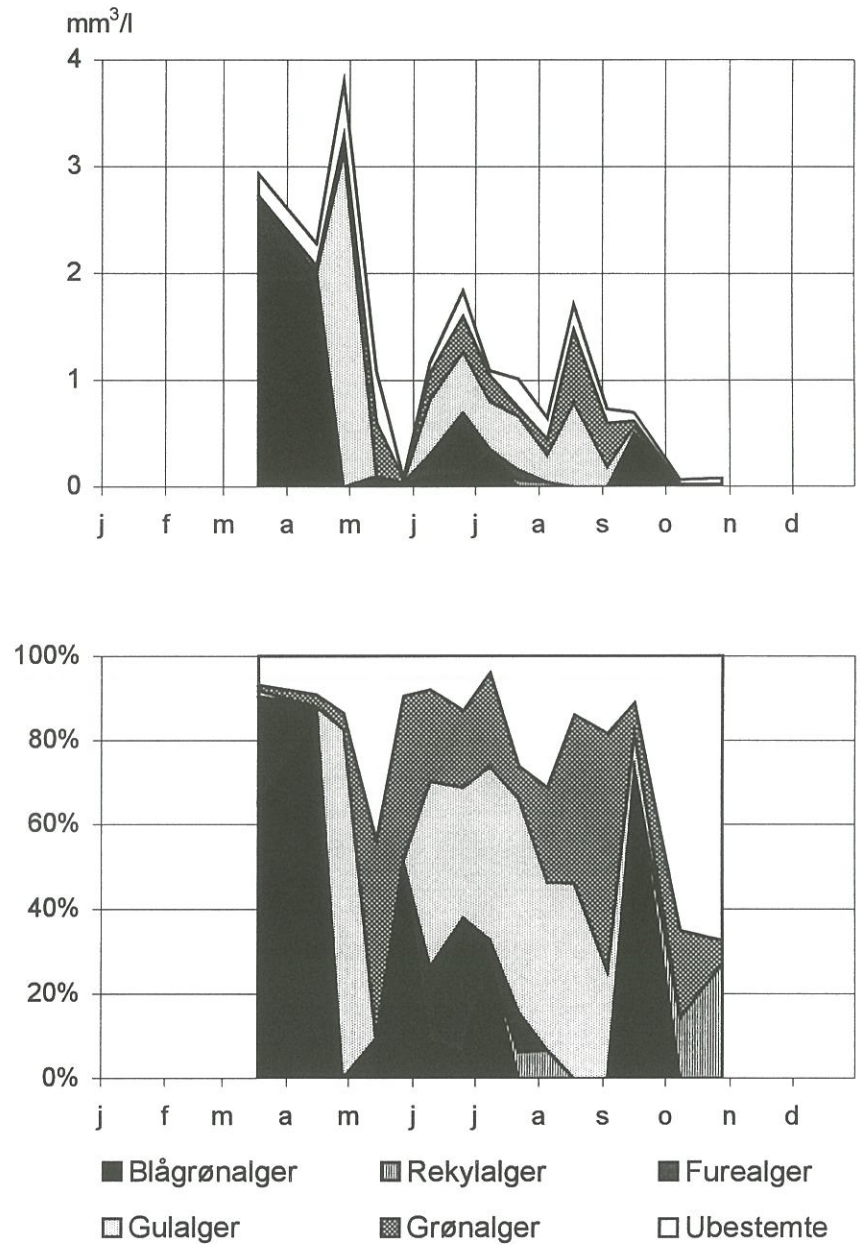
3.5 Planteplankton

Rådata

Rådata fra undersøgelsen af plante- og dyreplankton i Kvie Sø fremgår af bilagsrapporten "Kvie Sø 1998 Plante- og dyreplankton."

Biomasse i 1998

Biomassen af de enkelte algegrupper i 1998 samt deres procentvise andele af den totale biomasse ses af figur 3.3.



Figur 3.3. Kvie Sø 1998. Planteplankton volumenbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper.

Den totale planteplanktonbiomasse i Kvie Sø 1998 varierede mellem 0,07 mm³/l i oktober og 3,8 mm³/l i april. Gennemsnit fra perioden marts-oktober var 1,3 mm³/l og fra sommerperioden maj-september 1,1 mm³/l. De vigtigste planteplanktongrupper var gulalger, blågrønalger og grønalger, der udgjorde henholdsvis 32%, 29% og 15% af den gennemsnitlige biomasse fra perioden marts-oktober. Fra sommerperioden maj-september var de vigtigste grupper gulalger (39%), grønalger (24%) og blågrønalger (11%).

I 1998 var planteplanktons biomasse generelt lavere og udviklede lavere maksima end i 1997. Der fandtes 4 markante maksima med forskellig algesammensætning: ét ved prøvetagningsstart i marts (2,9 mm³/l), der bestod af picoplanktiske blågrønalger og furealger, ét sidst i april, der næsten udelukkende bestod af gulalger, ét sidst i juni (1,8 mm³/l) bestående af furealger, gulalger og grønalger og ét midt i august, der bestod af gulalger og grønalger. Sidst i maj og i oktober var planteplanktonbiomassen meget lav (ca. 0,08 mm³/l), sandsynligvis på grund af et højt græsningstryk fra dyreplankton.

Artssammensætning i 1998

Der blev i alt fundet 84 arter/slægter i Kvie Sø 1998, samme antal som året før.

32 arter/slægter tilhørte grupper, der er karakteristiske for næringsrige søer: 5 blågrønalger og 27 chlorococcale grønalger. 33 arter/slægter tilhørte grupper med hovedudbredelse i rene til svagt næringspåvirkede søer: 6 furealger, 10 gulalger, 1 gulgrønalg og 16 koblingsalger (Zygnematales). I forhold til 1997 var det en lille stigning af "rentvandsarter".

Der blev i alt optalt 25 arter/slægter/grupper, hvoraf de vigtigste var picoplanktiske blågrønalger (*Synechococcus* sp.) og små gulalgeflagellater (*Chrysophyceae* spp.), der udgjorde henholdsvis 23% og 20% af den gennemsnitlige biomasse i perioden marts-oktober. Næstvigtigst var andre små gulalgeflagellater (*Chrysococcus* spp.) (12%) og små ubestemte flagellater <5 µm (11%). I sommerperioden, maj-september, var de vigtigste grupper flagellatgrupperne *Chrysococcus* spp. (21%), *Chrysophyceae* spp. (17%), små flagellater <5 µm (14%) og picoplanktiske blågrønalger, *Chroococcales* sp. <2 µm (10%).

Blågrønalger

Blågrønalger havde langt større betydning i 1998 end i de foregående år. Maksima fandtes ved prøvetagningsstart i marts og i begyndelsen af april (1,9 mm³/l) samt i september (0,5 mm³/l), hvor de udgjorde 65-84% af den totale biomasse. Blågrønalgerne var udsat for et højt græsningstryk i april og var helt forsvundet sidst i april, men fandtes igen fra maj til begyndelsen af juli, hvor de udgjorde 6-51% af den totale biomasse. Blågrønalgebiomassen bestod udelukkende af bitte små (picoplanktiske) blågrønalger, i marts-april udelukkende *Synechococcus* sp. og i maj-juli samt september især *Chroococcales* spp. (celler <2 µm).

Rekylalger

I modsætning til de foregående år havde rekylalger ringe kvantitativ betydning i 1998. De fandtes kun i målelige mængder sidst i juli og begyndelsen af august samt i oktober med maksimum i juli (0,06 mm³/l ~ 6%). De vigtigste arter var *Cryptomonas* spp. og *Rhodomonas lacustris*.

Furealger

Furealger fandtes hele året, men havde kun kvantitativ betydning i marts til begyndelsen af april og i juni-juli, hvor de udgjorde 4-32% af den totale biomasse. Maksima fandtes i marts (0,7 mm³/l) og sidst i juni (0,6 mm³/l). De vigtigste furealger var *Peridinium* sp. i foråret og små nøgne furealger (Dinophyceae 10-15 µm) i sommerperioden.

Gulalger

Gulalger var rigt repræsenteret med 10 arter. De fandtes hele året, men havde størst betydning sidst i april (3,1 mm³/l ~ 83%) og i sommerperioden (0,3-0,8 mm³/l ~ 31-50%). Resten af året udgjorde de 0-25%. Det høje, men kortvarige forårsmaksimum bestod udelukkende af små, nøgne gulalgeflagellater (*Chrysophyceae* spp.), hvorimod gulalgebiomassen i sommerperioden især bestod af en lille krukkeformet *Chrysococcus* spp. og/eller *Chrysophyceae* spp.

Kiselalger

4 arter af pennate kiselalger fandtes sporadisk, men ingen i målelige mængder.

Grønalger

Grønalger fandtes hele året og havde 3 mindre maksima: ét midt i maj (0,5 mm³/l), der især bestod af bittesmå, ubestemte chlorococcale grønalger (*Chlorococcales* spp.), ét sidst i juni bestående af den lille chlorococcale grønalge *Monoraphidium minutum* samt den volvocale grønalge *Eudorina elegans* og endelig ét i august (0,7 mm³/l), der især bestod af den lille chlorococcale grønalge *Chlorella* sp./*Dictyosphaerium subsolitarium*. Størst relativ betydning havde grønalger i maj samt i august til begyndelsen af september, hvor de udgjorde 39-56% af den totale biomasse. Resten af året udgjorde de 1-22%.

Chlorococcale grønalger, der normalt er karakteristiske for næringsrige søer, var talrigt repræsenteret i Kvie Sø (27 arter), men kun de 3 ovennævnte små arter (4-10 µm) samt *Monoraphidium contortum* fandtes i målelige mængder.

Koblingsalger

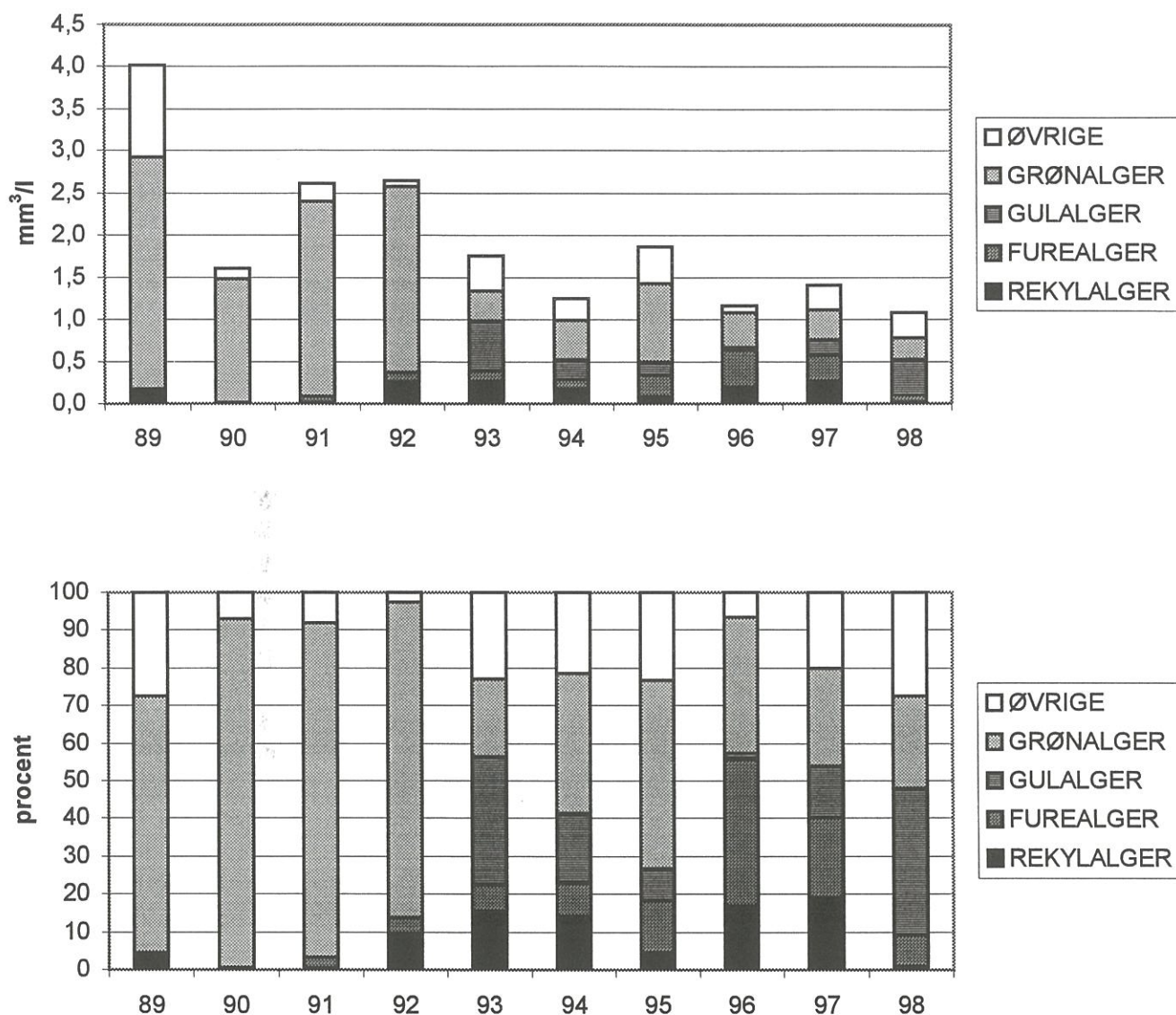
Koblingsalger, hvis hovedudbredelse er næringsfattige søer, var ligeledes rigt repræsenteret i Kvie Sø (16 arter) og to fandtes i målelige mængder, *Gonatozygon monotaenium* og *Staurodesmus glaber*. Flere af de fundne koblingsalger er relativt sjældne i Danmark, bl.a. *Desmidium swartzii*, *Gonatozygon monotaenium* og *Staurodesmus*-arterne.

Flagellater < 5 µm

Små ubestemte flagellater udgjorde midt i maj, sidst i juli til begyndelsen af august samt i oktober en betydelig del af den totale biomasse (24-54%). Resten af året udgjorde de 2-11%.

Sammenligning med
 planteplanktonsamfundet
 i 1989-97.

Den gennemsnitlige planteplanktonbiomasse og den procentvise
 sammensætning fra sommerperioden, maj-september, fra årene 1989-98
 ses af figur 3.4.



Figur 3.4. Kvie Sø. Planteplanktonbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper i 1989-98. Gennemsnit for sommerperioden maj-september.

I Kvie Sø har meget høje årsmaksima flere år forekommet vinter og tidligt forår, således at tidligere års gennemsnit for 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.

Både den maksimale biomasse (3,8 mm³/l) og den gennemsnitlige biomasse (1,3 mm³/l) var i 1998 den hidtil laveste, der er registreret i årene 1989-98. Samme lave niveau fandtes dog i 1994 og 1996 (1,2-1,3 mm³/l). De højeste sommergennemsnit fandtes i 1989 (4,0 mm³/l) og 1991-92 (2,6 mm³/l).

I 1989-92 dominerede grønalger den gennemsnitlige sommerbiomasse (68-92%), men det er bemærkelsesværdigt, at de dominerende grønalger skiftede fra år til år. I 1989 dominerede koblingsalgerne *Staurodesmus triangulare* samt *Staurodesmus* spp., i 1990 koblingsalgen *Closterium acutum* var. *variable*, i 1991 den ulothricale grønalge *Koliella* sp. og de små chlorococcale grønalger *Chlorella* sp. samt *Chlorococcales* sp. og i 1992 den chlorococcale grønalge *Monoraphidium contortum* samt koblingsalgen *Closterium acutum* var. *variable*.

I 1993-94 og 1996-98 udgjorde de ubevægelige grønalger kun 21-37% af den gennemsnitlige sommerbiomasse. I stedet fandtes et flagellatsamfund, der i 1993-94 især bestod 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 bestod den ene halvdel af den gennemsnitlige biomasse af grønalger (især de små chlorococcale arter *Monoraphidium contortum* og *Chlorella* sp.) og den anden halvdel af flagellater (især furealger, gulalger og små ubestemte flagellater).

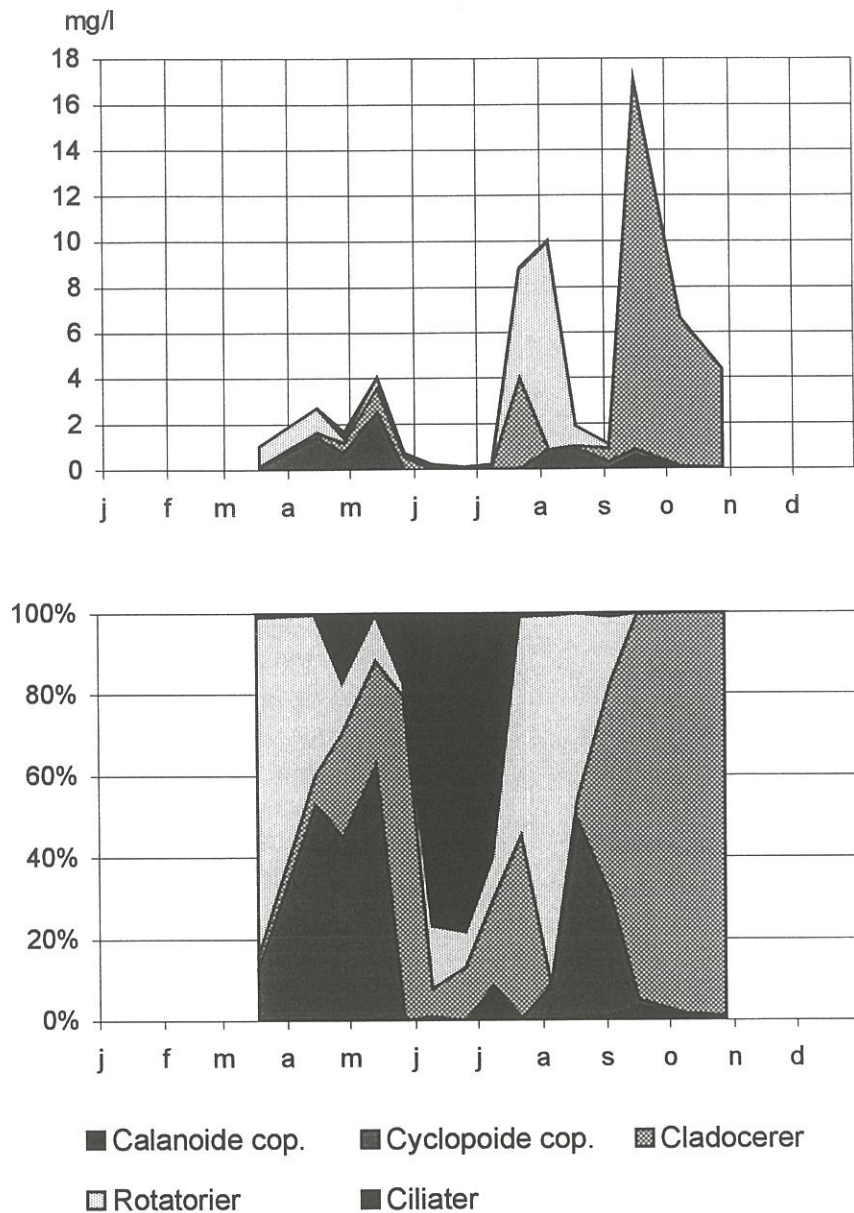
1998 adskiller sig fra de øvrige år ved en høj forekomst af småcellede blågrønalger (*Synechococcus* sp.) i marts-april samt et noget højere sommergennemsnit af picoplanktiske blågrønalger.

Artsantallet var markant højere i perioden 1993-98 (83-99 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 årsgennemsnit af pH og alkalinitet.

Nygaard-indeks lå på samme niveau, 2-4, i alle 10 undersøgelsesår. Som en grov regel regnes Nygaard-indekset for at være < 1 i obligotrofe søer, 1-3 i mesotrofe søer og > 3 i eutrofe søer, jo højere værdi, jo mere næringsrige forhold.

3.6 Dyreplankton

Biomassen af de enkelte dyreplanktongrupper og dyreplanktons procentvise sammensætning i løbet af 1998 fremgår af figur 3.5.



Figur 3.5. Kvie Sø 1998. Dyreplanktonbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper.

Den samlede dyreplanktonbiomasse i Kvie Sø 1998 varierede mellem 0,13 mg/l i juni og 17 mg/l midt i september. Den gennemsnitlige biomasse var 4,3 mg/l både i perioden marts-oktober og i sommerperioden maj-september.

Dyreplanktonbiomassen havde flere maksima i årets løb: et mindre forårsmaksimum midt i april (2,7 mg/l), der bestod af cyclopoide copepoditer og rotatorien *Polyarthra vulgaris/dolichoptera*, et andet forårsmaksimum midt i maj (4,0 mg/l) domineret af cyclopoide copepoditer samt den lille cladocer *Bosmina longispina*, et højt sommermaksimum i begyndelsen af august (10 mg/l) af den store rotatorie

Asplanchna priodonta og et meget højt efterårsmaksimum midt i september (17 mg/l), der næsten udelukkende bestod af cladocererne *Daphnia hyalina* og *Bosmina longispina*. Dyreplanktonbiomassen var meget lav i en længere periode midt på sommeren (0,1-0,2 mg/l).

Som gennemsnit var cladocerer den vigtigste dyregruppe. De udgjorde 59% i perioden marts-oktober og 53% i sommerperioden. Næstvigtigst var rotatorier med en andel på henholdsvis 26% og 32%. Copepoder, der i Kvie Sø især bestod af cyclopoide copepoder, udgjorde 12% i perioden marts-oktober og 11% i sommerperioden, mens ciliater kun udgjorde 2% i begge perioder.

Dyreplanktonsamfundet var i marts samt sidst i juli og i begyndelsen af august domineret af rotatorier (54-91%), i april til midt i maj samt sidst i august af cyclopoide copepoder (45-62%), hvorimod cladocerer dominerede sidst i maj samt i september-oktober (53-99%). Ciliater udgjorde 60-77% af den meget lave biomasse i juni og begyndelsen af juli.

Arter i 1998

Der blev i alt fundet 42 arter/slægter af ciliater, rotatorier, cladocerer og copepoder i Kvie Sø 1998.

Ciliater

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. Ciliater fandtes hele året og opnåede den højeste biomasse sidst i april (0,29 mg/l), hvor de udgjorde 17% af den totale biomasse. Størst relativ betydning havde ciliater i juni og begyndelsen af juli, hvor de udgjorde 60-77% af en meget lav total biomasse. I de fleste prøver udgjorde ciliater kun 0-1%. De vigtigste ciliater var små ubestemte ciliater <20 µm samt *Askenasia* sp., der fandtes hele året, og *Vorticella* sp., der især fandtes i sommerperioden.

Rotatorier

Der blev fundet 19 arter af rotatorier, lidt færre end året før, men de havde stadig stor betydning i søen. De havde et forårsmaksimum midt i april (1,1 mg/l) og et højt sommermaksimum i begyndelsen af august (9,1 mg/l). Rotatorier havde størst relativ betydning i det tidlige forår samt fra midt i juli til sidst i august, hvor de udgjorde henholdsvis 40-83% og 46-91% af den totale biomasse. Resten af året udgjorde de 0-26%.

I forårsperioden var de vigtigste rotatorier *Polyarthra vulgaris/dolichoptera*, *Brachionus angularis* samt *Keratella quadrata*, i juni var det *Synchaeta* sp., hvorimod rotatoriemaksimum i juli-august næsten udelukkende bestod af *Asplanchna priodonta*.

De fleste af de fundne arter er almindelige i danske søer. *Conochilus dossuarius*, der fandtes sommer og efterår, findes især i humøse søer. *Euchlaris ciliata*, der fandtes på en enkelt dato, og *Trichocerea rousseleti*, der især fandtes i forårsperioden, har hovedudbredelse i næringsfattige eller svagt næringsrige søer. *Filinia longiseta*, der fandtes i det tidlige forår, og *Asplanchna priodonta*, der udgjorde størstedelen af rotatoriernes biomasse i Kvie Sø, er mest udbredt i middelnæringsrige søer. *Brachionus angularis*, der var vigtig i det tidlige forår, optræder typisk i mere næringsrige søer.

Cladocerer

Der blev registreret 14 arter af cladocerer, hvilket er det hidtil højeste artsantal i Kvie Sø. Bortset fra en kort periode i begyndelsen af august fandtes cladocererne i hele undersøgelsesperioden og havde to mindre maksima i første halvdel af året (maj 1,0 mg/l og juli 3,9 mg/l), men deres biomasse var størst i efterårsperioden med maksimum midt i september (16 mg/l). Cladocerer havde størst relativ betydning sidst i maj (79%), sidst i juli (45%) og i september-oktober (53-99%). Resten af året udgjorde de 0-26% af den totale biomasse.

Fra marts til september bestod cladocerbiomassen næsten udelukkende af de mindre cladocerarter *Bosmina longirostris* og *Bosmina longispina*, hvorimod de høje biomasseværdier i efteråret især bestod af de større cladocerarter *Daphnia hyalina* og *Daphnia longispina* sammen med *Bosmina longispina*.

De fleste af de fundne cladocerarter er tilknyttet bund eller undervandsvegetation og fandtes kun sporadisk i prøverne (*Simocephalus vetulus*, *Acroporus harpoe*, *Alona-arterne*, *Alonella nana* og *Rhynchotalone falcata*). Disse arter er ofte knyttet til søer med lavt fosforindhold (og dermed udbredt bundvegetation). *Acroporus harpae*, der fandtes i april, og *Rhynchotalone falcata*, der fandtes i juni-juli, er egentlige rentvandsindikatorer. De foretrækker begge lave fosforkoncentrationer, og *Rhynchotalone falcata* tåler ikke forurening. *Alona quadrangularis*, der fandtes på 2 datoer i juli-august, findes især i sure, kalkfattige søer.

Copepoder

Der blev fundet 3 arter af copepoder, heraf 1 calanoid og 2 cyclopoide. Copepoder havde størst betydning fra april til midt i maj og sidst i august samt begyndelsen af september, hvor de udgjorde henholdsvis 45-63% og 30-49% af den totale biomasse. Resten af året udgjorde de kun 0-13%.

Copepodbiomassen bestod næsten udelukkende af den cyclopoide copepod *Cyclops vicinus*. Cyclopoide copepoditer var den vigtigste copepodgruppe. Voksne individer af *Cyclops vicinus* udgjorde 15-18% af den totale biomasse fra april til midt i maj og 7-11% fra sidst i august til begyndelsen af september. *Mesocyclops leuckarti* fandtes på enkelte prøvedatoer i sommerperioden, men var uden kvantitativ betydning.

Calanoide copepoder havde næsten ingen kvantitativ betydning i Kvie Sø. *Eudiaptomus gracilis* fandtes sporadisk især sommer og efterår. Den udgjorde maksimalt 8% af den totale biomasse (nauplier, copepoditer og voksne tilsammen).

De fundne copepoder er alle almindelige i danske søer og har en bred økologisk amplitude.

Dyreplanktons potentielle fødeoptagelse i 1998

Fødeoptagelsen varierede mellem 24 $\mu\text{g C/l/døgn}$ i august og 840 $\mu\text{g C/l/døgn}$ i september. Den totale gennemsnitlige fødeoptagelse var 193 $\mu\text{g C/l/døgn}$ i perioden marts-oktober og 175 $\mu\text{g C/l/døgn}$ i sommerperioden maj-september. For begge perioder gjaldt det, at cladocerer dominerede den gennemsnitlige fødeoptagelse (65-66%). Den næstvigtigste gruppe var ciliater, der udgjorde 18% i perioden marts-oktober og 23% i sommerperioden.

Rotatorier havde størst betydning i marts-oktober (11%) og udgjorde kun 5% i sommerperioden, idet *Asplanchna priodonta*, der dominerede rotatoriebiomassen i sommerperioden, ikke bidrager til fødeoptagelsen. Copepoder stod for 6% af fødeoptagelsen i begge perioder.

Rotatorier dominerede fødeoptagelsen fra marts til sidst i april (74-90%). Ciliater dominerede sidst i april, fra sidst i maj til midt i juli samt i begyndelsen af august (55-97%), hvorimod cladocerer dominerede fødeoptagelsen sidst i juli og i september-oktober (63-99%). Cyclopoide copepoder stod for 75% af fødeoptagelsen på en enkelt dato i august, og midt i maj var der en næsten ligelig fordeling mellem rotatorier, cladocerer og cyclopoide copepoder.

Sammenligning med dyreplanktonsamfundet 1989 til 1998

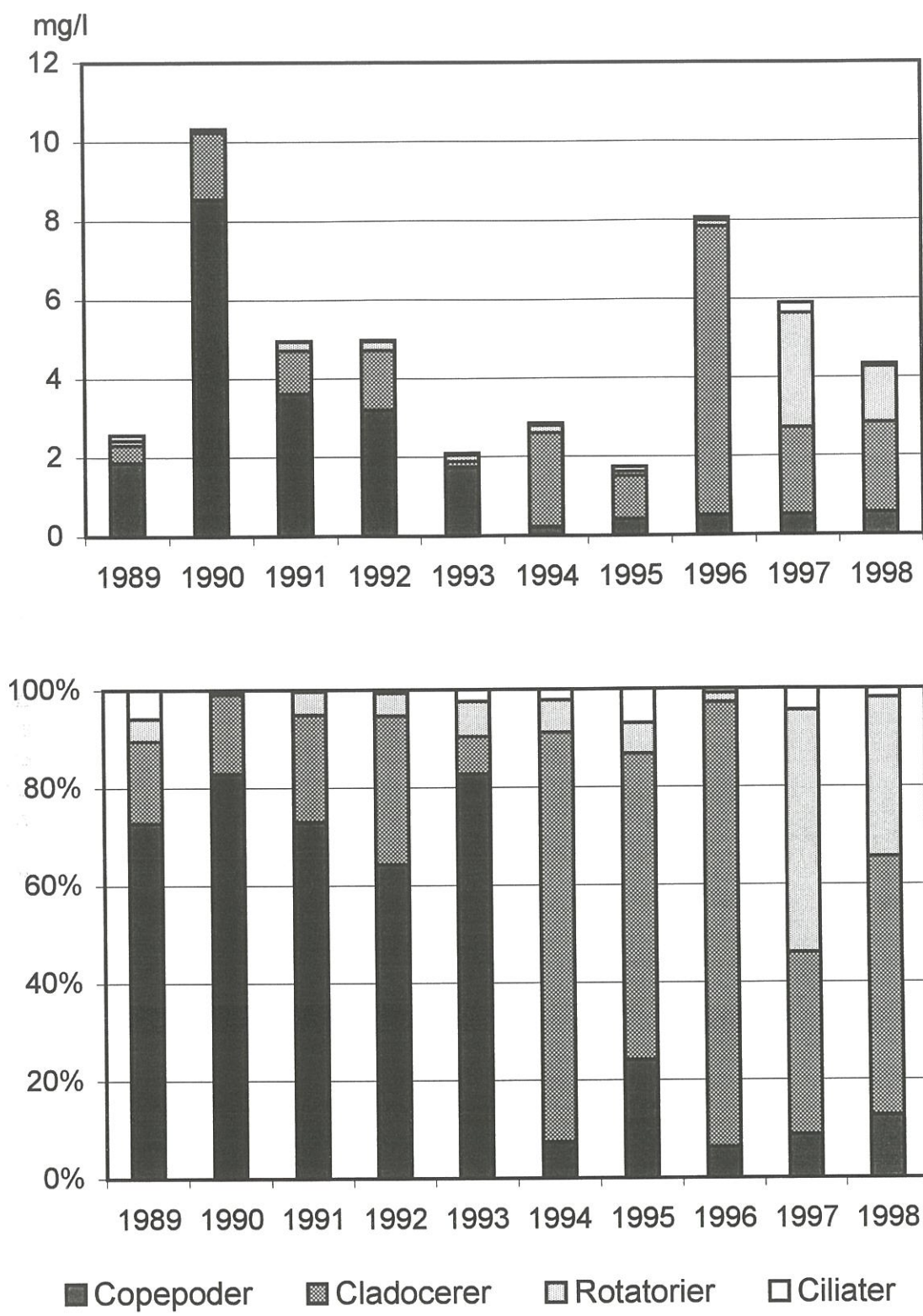
Figur 3.7 viser dyreplanktons biomasse og gruppernes procentvise fordeling som gennemsnit i sommerperioden maj-september fra årene 1989-98. I det følgende behandles kun sommergennemsnit, da tidspunktet for første prøvetagning har varieret en del fra år til år.

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. De øvrige år (1989 og 1993-95) var den maksimale biomasse 5-8 mg/l og sommergennemsnittet 1,7-2,8 mg/l. De sidste tre år sås et jævnt fald i den gennemsnitlige biomasse fra 8,1 mg/l i 1996 til 4,4 mg/l i 1998.

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

Ciliater udgjorde kun 0-7% af den gennemsnitlige biomasse. Rotatorier udgjorde kun 1-7% i 1989-96, men 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. 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 gennemsnitlige biomasse. I 1993 ændredes dyreplanktonsamfundets 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. I 1994-95 udgjorde *Bosmina longirostris* 59% af den gennemsnitlige biomasse. I 1996 udgjorde *Daphnia longispina* og *D. hyalina* tilsammen 46% og *Bosmina longirostris* og *B. longispina* 42%. I 1997 var den vigtigste art *Asplanchna priodonta* (47%) og næstvigtigste *Bosmina longirostris* (37%). I 1998 var de vigtigste arter *Asplanchna priodonta* og *Daphnia hyalina*, der begge udgjorde 30% af den gennemsnitlige sommerbiomasse.



Figur 3.7. Kvie Sø. Dyreplanktonbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper 1989-98. Gennemsnit for sommerperioden maj-september.

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

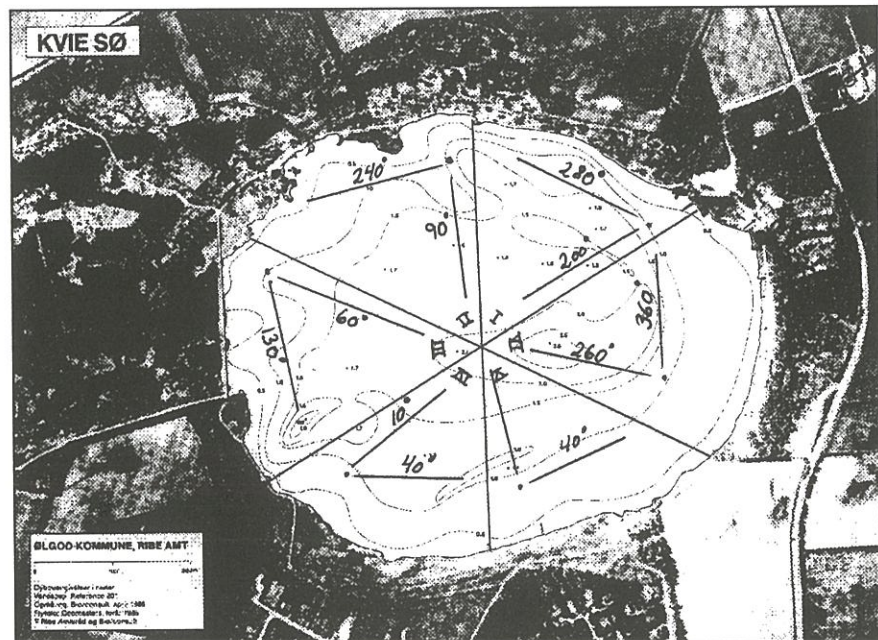
3.7 Fiskeyngel

Fiskeyngelundersøgelse i 1998

Ribe Amt har i 1998 gennemført en undersøgelse af fiskeyngel i Kvie Sø. Undersøgelsen er foretaget som et led i NOVA 2003 søprogrammet og er gennemført efter DMU's tekniske anvisning "Fiskeyngelundersøgelser i søer" (1998).

Sektioner og transekter

Der blev udlagt ét littoralt og ét pelagisk transekt i hver af de 6 sektioner. Sektionerne var de samme, som anvendt under fiskeundersøgelsen i 1995. 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. Sektioner og transekters placering fremgår af figur 3.8.



Figur 3.8. Placering af sektioner og transekter ved fiskeyngelundersøgelse i Kvie Sø, 1998.

Befiskning

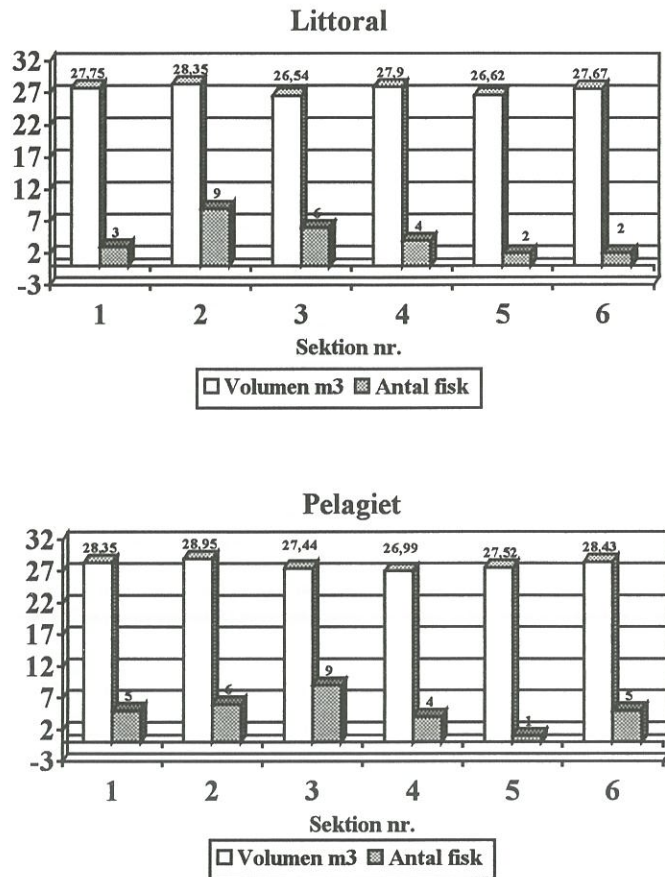
Selve yngelbefiskningen blev foretaget i tidsrummet fra kl. 24.00 til kl. 02.15 natten mellem den 1. og 2. juli 1998. Natten var lys på grund af en næsten skyfri himmel og en stor måne. Sejladsen foregik efter kompas fra i forvejen afmærkede udgangspositioner på søen. Der blev på alle transekter foretaget to træk af ét minut for at opnå en tilfredsstillende fangstmængde pr. transekt. Det var ikke muligt at foretage træk af mere end ét minuts varighed på grund af søens størrelse.

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 og ål.

Fangst

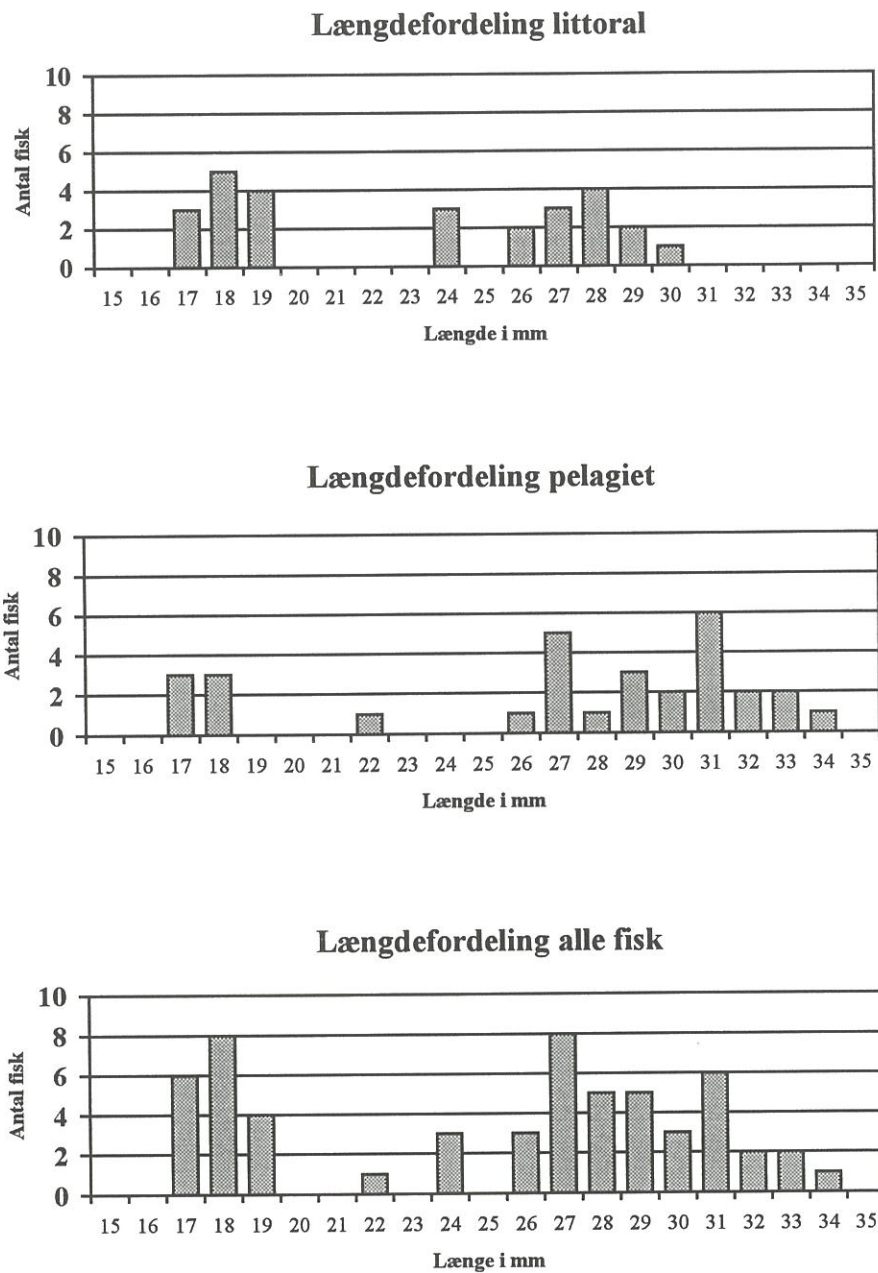
I alt blev der under fiskeriet filtreret en vandmængde på 333 m³ fordelt på 165 m³ i littoralen og 168 m³ i pelagiet. Dette gav en samlet aborrefangst på 56 stk. aborreyngel svarende til en volumetæthed på 0,17 stk. yngel/m³. Der var ingen væsentlig forskel i antallet af yngel fanget i de pelagiske og de littorale transekter. Fangst og filtreret vandvolumen for samtlige sektioner opdelt i littorale og pelagiske transekter fremgår af figur 3.9.



Figur 3.9 Filtreret volumen og fangst af fisk pr. sektion i littoralen og i pelagiet, Kvie Sø 1998.

Generelt var fangsterne lave, men bedst i sektionerne 2, 3 og 4. Den laveste littorale fangst var i sektion 5 og 6. Dette kan muligvis skyldes mangel på skjul til yngelen, da vegetationen her er sparsom som følge af badeaktiviteten fra bl.a. Kvie Sø Camping.

Længden på aborre yngelen lå mellem 17 mm og 34 mm. Der var to grupperinger der antyder, at aborrerne har haft to adskilte gydeperioder i foråret. Der var ligeledes en tendens til, at de længste aborre blev fanget i den pelagiske zone. Længdefordelingen for aborre yngel fanget i den littorale og pelagiske zone, samt for alle aborre yngel fremgår af figur 3.10.



Figur 3.10. Længdefordeling af aborre yngel fanget littoralt, pelagisk og totalt i Kvie Sø, 1998.

Vægt

Gennemsnitsvægten var forskellig for yngel fanget i den littorale og den pelagiske zone. Yngelens gennemsnitsvægt og længde fremgår af nedenstående tabel 3.5.

	Gennemsnitlig vægt (mg)	Gennemsnitlig længde (mm)
Littoralen	96	23
Pelagiet	157	27

Tabel 3.5. Gennemsnitlig vægt og længde for aborrengel fanget i den littorale og den pelagiske zone, Kvie Sø 1998.

Yngelbiomassen

Med denne undersøgelse er det muligt at beregne en samlet biomasse for årets aborrengel. For Kvie Sø er der beregnet en bestand på 62.000 stk. aborrengel, der i alt udgør en biomasse på 7,8 kg aborrengel på tidspunktet for undersøgelsen. Det er dog svært med det nuværende kendskab til søens fiskebestand og den ny yngelfiskemetode at vurdere rigtigheden af den beregnede biomasse, der således skal tages med et vist forbehold.

Yngeltæthed pr. m²

Tætheden af aborrengel kan opgøres til en arealtæthed på 207 stk. pr. 100 m² søoverflade eller ca. 2 stk. yngel pr. m². Beregningen af yngelbiomasse og arealtæthed fremgår af bilag 2.6.

Vurdering af undersøgelsen

Undersøgelsen har belyst forekomsten af aborrengel i Kvie Sø i starten af juli måned 1998. Hvorvidt de fundne yngeltætheder afspejler den faktiske yngeltæthed i søen er for tidligt af vurdere. Ligeledes er det endnu ikke muligt at vurdere om niveauet for de fundne tætheder er normale for Kvie Sø.

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

3.8 Vegetation

Der er den 26.-27. august 1998 foretaget en områdeundersøgelse af undervandsvegetationen. Undersøgelserne er gennemført efter DMU's anvisninger.

Vandstanden var på undersøgelsestidspunktet 0,14 cm under den vandspejlskote, 25,42 m o. DNN, ved hvilken dybdekortet er udtegnet, dvs. den aktuelle vandstand var 25,28 m o. DNN.

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 højden af undervandsvegetationen og bundforholdene noteret.

Da vandstanden var 0,14 m under referencevandspejlskoten, er undersøgelsen foretaget i følgende dybdeintervaller: 0-0,11 m, 0,11-0,36 m, 0,36-0,61 m, 0,61-0,86 m..... ...1,86-2,11 m, 2,11-2,36 m og 2,36-2,60 m.

I hvert delområde er der foretaget 10 registreringer af dybdegrænsen for både undervandsvegetationen og rørsumpen. Disse værdier er anvendt til beregning af middeldybdegrænserne for de to vegetationstyper, dels i hvert enkelt delområde og dels i søen som helhed.

Undersøgelserne er foretaget fra båd dels visuelt og ved hjælp af vandkikkert og dels ved hjælp af en almindelig rive på et langt skaft. Desuden er der ved vadning foretaget undersøgelser på lavt vand og i rørsumpen, hvor der ikke har kunnet sejles med båd.

Den registrerede undervandsvegetation fremgår af tabel 3.6.

Artsnavn (dansk)	Artsnavn (latin)
Strandbo	Littorella uniflora
Gulgrøn brasenføde	Isoetes echinospora
Lobelie	Lobelia dortmanna
Liden siv	Juncus bulbosus
Liden blærerod	Utricularia minor
Ensidig tørvemos	Sphagnum subsecundum
Art af seglmos	Drepanocladus sp.
Grøn trådalge	Oedogonium sp.

Tabel 3.6.

Oversigt over undervandsvegetationens artssammensætning i Kvie Sø 1998.

Artssammensætningen er den samme som i 1997 og omfatter en række karakteristiske grundskudsplanter for en næringsfattig sø. Således sporeplanten *gulgrøn brasenføde* og blomsterplanterne *strandbo*, *lobelie* og *liden siv*. Den førstnævnte art er meget sjælden og er kun kendt fra nogle ganske få voksesteder i Jylland. På rødlisten er den opført som sårbar i Danmark. Desuden er der registreret *ensidig tørvemos* og slægten *seglmos*, der omfatter en eller flere ubestemte arter samt *liden blærerod*.

Alle disse arter er typiske for næringsfattige og sure søer. Endelig er der registreret grønne trådalger (*Oedogonium* sp.).

I årene 1993-1997 har artssammensætningen været næsten den samme bortset fra, at *liden blærerod* ikke blev registreret i årene 1994-1996. Desuden var *fladfrugtet vandstjerne* fåtalligt til stede i 1993 og *spæd pindsvineknop* fåtalligt forekommende i 1996. For begge arters vedkommende er der tilsyneladende tale om en tilfældig og forbigående opdukken, og undervandsvegetationens artssammensætning i Kvie Sø er således ret stabil, som det er karakteristisk for lobeliesøer.

Hyppighed og udbredelse

De to hyppigste arter i 1998 er dels *strandbo*, som især er hyppig i den inderste og mellemste del af vegetationsbæltet og dels *gulgrøn brasenføde*, der er meget hyppig i den yderste del. *Lobelie* er også ret hyppig, fortrinsvis i den mellemdybe del af bæltet, mens *liden siv* findes spredt på lavt vand. *Liden blærerod* er registreret meget fåtalligt på det lave vand i den vestlige del af søen, hvor der tæt på bredden findes en lille sur tørvegrav, hvor arten er almindelig. Begge mosser, *ensidig tørvemos* og *seglmos*, findes spredt til almindelig i hele vegetationsbæltet, og stedvis er *tørvemos* hyppig.

De væsentligste ændringer i arternes hyppighed i forhold til 1997 er, at *strandbo* og *gulgrøn brasenføde* er blevet mere hyppige, hvilket også gælder for mosserne, både *ensidig tørvemos* og *seglmos*. Generelt er undervandsvegetationen blevet mere tæt og med en større dybdeudbredelse.

Alle de registrerede arter af undervandsplanter er, bortset fra *liden blærerod*, udbredt i hele søen langs kysten, hvor undervandsvegetationen generelt er forholdsvis tæt ud til lidt over 1 meter. Undervandsvegetationen er også ret tæt i en stor del af rørsumpen, som er forholdsvis åben på steder med rørsumparterne *almindelig sumpstrå* og *tagrør*, mens rørsumpen er mere lukket på steder med *næb-star*, hvor undervandsvegetationen ikke er så hyppig.

Undervandsvegetationen er slidt væk nogle steder på grund af badning. Det gælder således en betydelig del af området ved campingpladsen.

Dækningsgraden i søen som helhed har været stigende gennem årene fra 10,1% i 1993 til 32,8% i 1998. Dette afspejler, at undervandsvegetationen både har fået en større udbredelse og tæthed.

Dybdegrænse

Ved den aktuelle vandstandskote var middeldybdegrænsen for undervandsvegetationen i 1998 på 1,14 m, og den største dybdegrænse på 1,35 m. Når der ses bort fra badeområdet, er middeldybdegrænsen for de enkelte delområder ret ens og varierer kun fra 1,15-1,25 m, ligesom mindste og største variation kun varierer fra 1,00-1,35 m. I badeområdet ligger middeldybdegrænsen på henholdsvis 1,05 og 0,70 m.

Ved referencevandspejlskoten 25,42 m o. DNN er den gennemsnitlige dybdegrænse for undervandsvegetationen 1,18 m i 1993, 1,28 m i 1994, 1,10 m i 1995, 1,12 m i 1996, 1,30 m i 1997 og 1,28 m i 1998. Der er således nogenlunde den samme dybdegrænse i 1997 og 1998, mens begge år ligger noget højere end i 1995 og 1996. Den større dybdegrænse skyldes især, at *gulgrøn brasenføde* har øget dybdeudbredelsen.

Ved aktuel vandstand er den gennemsnitlige dybdegrænse for undervandsvegetationen på 1,04 m i 1993, 1,16 m i 1994, 0,84 m i 1995, 0,67 m i 1996, 0,95 m i 1997 og 1,14 m i 1998. Dybdegrænsen har således været stigende siden 1996, hvilket skyldes en højere vandstand og stigende dybdeudbredelse af *gulgrøn brasenføde*. Modsat var den faldende dybdegrænse i årene 1994 til 1996 en afspejling af lavere vandstande, men også at *gulgrøn brasenføde* ikke øgede dybdeudbredelsen i takt med den faldende vandstand.

De enkelte arters største dybdegrænse i 1998 er vist i tabel 3.7.

Undervandsart	Dybdegrænse (m): 1998
Gulgrøn brasenføde	1,35
Lobelie	1,10
Strandbo	1,00
Liden siv	0,70
Liden blærerod	fritsvømmende
Ensidig tørvemos	1,60 ?
Art seglmos	1,60 ?
Grønne trådalger	fritsvømmende

Tabel 3.7.

Oversigt over undervandsarternes dybdegrænse i Kvie Sø, 1998.

Både i 1997 og 1998 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*. Begge år er der registreret ensidig *tørvemos* og *seglmos* på større dybder end grundskudsplanterne, men det drejer sig højst sandsynlig om fritsvømmende mos, der er løsrevet fra lavere dybder, og der kan ikke fastlægges nogen entydige grænser for de to mosser. Fra 1997 til 1998 er arternes dybdegrænse steget med 0,15-0,25 m, hvilket i første række skyldes, at vandstanden var 0,21 m højere i 1998 end i 1997, og i anden række at arterne er vokset lidt længere ud i søen, især *liden siv* og *gulgrøn brasenføde*.

Dækningsgrad og plantefyldt volumen

På figur 3.11 er undervandsvegetationens dækningsgrad og det relative plantefyldte volumen vist i de enkelte dybdeintervaller for hele søen.

Det samlede plantedækkede areal ved referencevandstanden er opgjort til 98.686 m², svarende til en gennemsnitlig dækningsgrad på 32,8% 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 og 24,3% i 1997. Vegetationens dækningsgrad i 1998 er således betydeligt større end i 1997 og er det højeste, der er registreret gennem alle undersøgelsesårene.

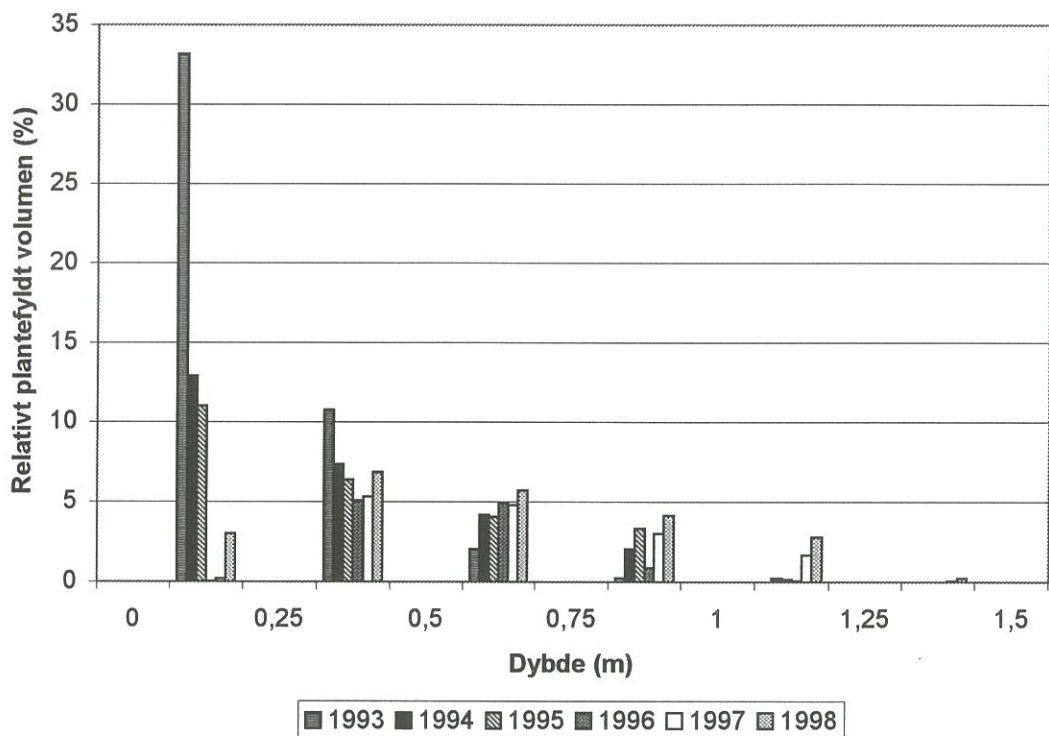
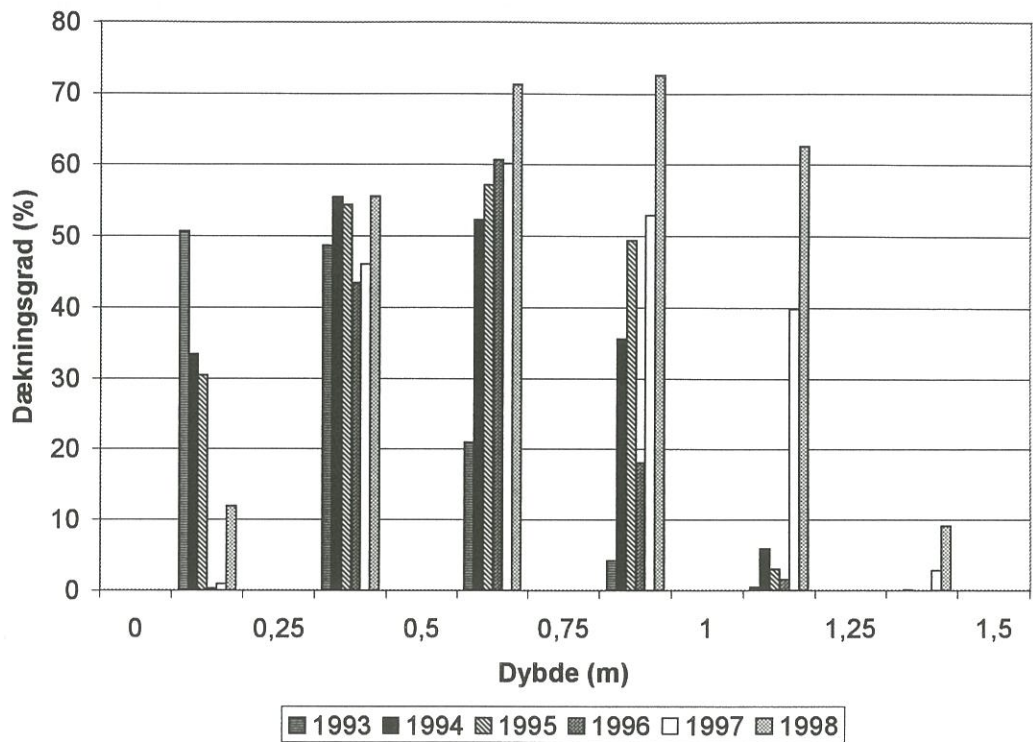


Fig. 3.11. Oversigt over variationen af dækningsgraden og det relative plantefyldte volumen i de enkelte dybdeintervaller i Kvie Sø som helhed i årene 1993-1998

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 1998 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 på vej op igen med 12% i 1998.

I intervallet 0,25-0,50 m er der ikke så store ændringer gennem årene, men der er dog sket en lille stigning fra 1997 til 1998, hvilket især skyldes en større udbredelse og tæthed af *strandbo*. Den laveste værdi i 1996 skyldes hovedsagelig, at en del af dette dybdeinterval var tørlagt dette år, hvor der har været den laveste vandstand i alle undersøgelsesårene.

I intervallet 0,50-0,75 m har der været en stigning i mængden af vegetation i forhold til årene 1994-1997, da *strandbo* og *gulgrøn brasenføde* er blevet lidt mere hyppige. Dækningsgraden er således højere, end den har været tidligere. De øvrige år har der ikke været særlig store ændringer bortset fra en 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 er der sket en stor stigning i mængden af undervandsplanter fra 1996 til 1997 og igen fra 1997 til 1998, så dækningsgraden nu er den højeste i alle undersøgelsesårene. Stigningen skyldes i langt overvejende grad, at *gulgrøn brasenføde* er blevet betydeligt mere hyppig. Stigningen fra 1993 til 1994 skyldes højst sandsynlig den faldende vandstand, som har bevirket, at vegetationen generelt er vokset længere ud i søen.

I intervallet 1,00-1,25 m skyldes den store stigning i vegetationsmængden i 1997 og 1998 i forhold til 1996, at *gulgrøn brasenføde* har fået en større dybdeudbredelse og hyppighed, men også at mosserne generelt er blevet mere hyppige. Stigningen i dækningsgraden fra 1993 til 1995 skyldes især en faldende vandstand, som har bevirket, at vegetationen generelt er vokset længere ud i søen.

I intervallet 1,25-1,50 m har der været en stigning i mængden af planter fra 1997 til 1998, som skyldes en større dybdeudbredelse og hyppighed af *gulgrøn brasenføde* og mosserne. Der har tidligere været registreret lidt undervandsvegetation i dette dybdeinterval i 1994, hvilket hovedsagelig skyldes en faldende vandstand fra 1993 til 1994.

Med hensyn til det samlede plantefyldte volumen er det ved referencevandstanden opgjort til 4.802 m³, svarende til 1,35% 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 og 1,00% i 1997. Der er således sket en betydelig fremgang i forhold til 1997, hvilket i første række skyldes fremgangen hos *gulgrøn brasenføde* i dybdeintervallerne fra 0,75-1,25 m samt i anden række fremgangen hos *strandbo* i dybdeintervallerne fra 0-0,50 m og hos mosserne i alle

dybdeintervaller. Dette har betydet, at der nu er det højeste plantefyldte volumen fra 0,5 m og udefter af alle undersøgelsesårene.

Af figur 3.11 ses, at i intervallet 0-0,25 m og til dels intervallet 0,25-0,50 m har der været et fald i det relative plantefyldte volumen gennem årene 1993 til 1997, hvilket nok hovedsagelig skyldes den 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 faldende vandstande 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. I de øvrige dybdeintervaller følger det relative plantefyldte volumen det samme mønster som beskrevet ovenfor om dækningsgraden

Samlet vurdering af vegetationen

Undervandsvegetationen i Kvie Sø er i 1998 mere veludviklet end i 1997. Vegetationen har således en væsentlig større gennemsnitlig dækningsgrad og volumen, dvs. der er en betydelig større mængde af undervandsplanter. Der er nu den højeste dækningsgrad og det største plantefyldte volumen, der er registreret gennem årene 1993-1998, hvor der er gennemført detaljerede undersøgelser.

Undervandsvegetationens gennemsnitlige dybdegrænse i 1998 er ved aktuel vanddybde en del større end i 1997, men er næsten den samme ved referencevandstanden. Grundskudsplanterne har ved denne vandstand en største dybdegrænse på 1,50 m i 1998 mod 1,45 m i 1997, og der er således tale om en lille forøgelse i dybdegrænsen. Desuden har mosserne i søen en lidt større dybdegrænse i 1998 i forhold til 1997 og findes nu på større dybder end 1,5 m. Den præcise dybdegrænse er dog vanskelig at fastslå på grund af forekomsten af løsevne mosser fra lavere vand.

Gennem årene 1994-1996 har der været en negativ udvikling for undervandsvegetationen i Kvie Sø med færre planter og en lavere dybdegrænse, men denne udvikling er vendt, og der har været en positiv udvikling fra 1996 til 1998 med hensyn til dybdegrænse og mængden af planter. Især er *gulgrøn brasenføde* blevet mere hyppig samt i et vist omfang *strandbo*, *ensidig tørvemos* og slægten *seglmos*.

Gulgrøn brasenføde har således fået en langt større dybdeudbredelse og hyppighed i den yderste del af vegetationsbæltet, som udgøres af denne art. I 1997 var der mange nye planter af *gulgrøn brasenføde* og dermed et stort spredningspotentiale, så den både kunne brede sig længere ud i søen og få tættere bevoksninger i 1998. *Gulgrøn brasenføde* er en sporeplante, der ikke som de øvrige grundskudsplanter har udløbere eller krybende jordstængler, og mængden af sporer og deres spiredygtighed er således bestemmende for, om arten kan sprede sig. De sprednings- og vækstbestemmende forhold er dog dårligt kendte for arten, idet der ikke blot synes at være en simpel relation til lysforhold, så den får en større dybdeudbredelse, når søvandet er mere klart.

Med hensyn til grundskudsplanten *strandbo*, der næsten udelukkende vokser i den inderste og mellemste del af vegetationsbæltet, har den fået en større udbredelse og hyppighed i den brednære del på grund af en højere vandstand i 1998. Herved har den kunnet rekolonisere noget af den søbund, som har været tør og groet til med landplanter de foregående år ved lavere vandstande. Selvom *strandbo* i et vist omfang er tilpasset livet på selv ret langvarigt tørlagt søbund, er den ikke i stand til at klare flere

års tørlægning, da den kræver periodevis vanddække. Den tredje almindelige grundskudsplante i søen, *lobelia*, synes ikke at have ændret status i forhold til de tidligere undersøgelsesår. Dette hænger bl.a. sammen med, at arten fortrinsvis vokser i den mellemste del af vegetationsbæltet, hvor den kun i ringe grad påvirkes af vandstandssvingninger.

Med hensyn til mosserne, *ensidig tørvemos* og en art af *seglmos*, er disse blevet lidt mere hyppige og har fået en større dybdegrænse i forhold til de tidligere undersøgelser i 1990'erne. Da Kvie Sø ikke er blevet mere sur de seneste år, skyldes fremgangen formentlig især, at søen er blevet lidt mere klar og en naturlig variation mellem årene. Mosserne er dog endnu ikke nær så hyppige og med så stor en dybdeudbredelse som i 1980'erne. Der er foreløbig ikke nogen tegn på, at mosserne har haft nogen væsentlig skyggende effekt på grundskudsvegetationen.

Fremgangen for undervandsvegetationen i 1998 skyldes formodentlig bl.a., at der i 1998 var klart vand, få trådalger og en høj vandstand. På undersøgelsestidspunktet var søvandets sigtddybe således god, og med vandkikkert kunne der næsten observeres ned til grundskudsplanternes dybdegrænse. Sigtddybden var således langt bedre end ved undersøgelsen i 1997. Der var næsten heller ingen trådalger på undersøgelsestidspunktet i 1998 og dermed få skyggende alger for grundskudsvegetationen. Mængden af trådalger og påvækstalger (epifytter) på planterne var tydeligvis mindre end i 1997. Med hensyn til den højere vandstand er det tidligere nævnt, at bl.a. *strandbo* har haft gavn af dette. Vandstanden har også en indflydelse på søvandets klarhed, idet sigtddybden bl.a. er afhængig af vandets brunfarvning, som er faldende med en stigende vandstand.

De foregående år er der registreret et betydeligt slid på undervandsvegetationen i Kvie Sø på grund af menneskelig færdsel i forbindelse med bl.a. badning, lystfiskeri og sejlads med både. Der var således et stort slid i den lavvandede del af bredzonen og især i de år med lav vandstand, hvor det var muligt at gå tørskoet i en del af søens bredzone. Dette gik især ud over *strandbo*, idet en del planter knækkede. I den ydre del af vegetationsbæltet konstateredes også et vist slid fra vadende lystfiskere i form af, at planter af *gulgrøn brasenføde* var trådt i stykker eller trådt op.

I foråret 1998 er der derfor indført begrænsninger i færdslen i søen, idet det bl.a. er blevet forbudt at fiske i søen, og ophaling af både må kun ske på to bestemte steder. Desuden må badning kun ske i et afgrænset område i den nordlige del af søen ved campingpladsen. Disse begrænsninger i færdslen har haft en positiv effekt på grundskudsvegetationen i 1998, idet der næsten ingen knækkede blade observeredes af *strandbo* i bredzonen, ligesom der ikke kunne registreres noget slid på *gulgrøn brasenføde* i den ydre del af vegetationsbæltet. En medvirkende årsag til det generelt ringe slid på vegetationen var også den høje vandstand. Ud over det afgrænsede badeareal, hvor badningen næsten har slidt alt grundskudsvegetation væk, konstateredes således kun et mindre område langs østbredden, som var mere eller mindre vegetationsløst på grund af slid ved badning.

Undervandsvegetationen i Kvie Sø er således inde i en positiv udvikling, hvor bl.a. grundskudsplanterne *strandbo* og *gulgrøn brasenføde* er ved at blive mere udbredte og hyppige. Såfremt vandstanden ikke bliver lavere og vandet ikke mere uklart end i 1998, kan det forventes, at de to arter

vil brede sig yderligere, og grundskudsvegetationen generelt vil blive mere veludviklet.

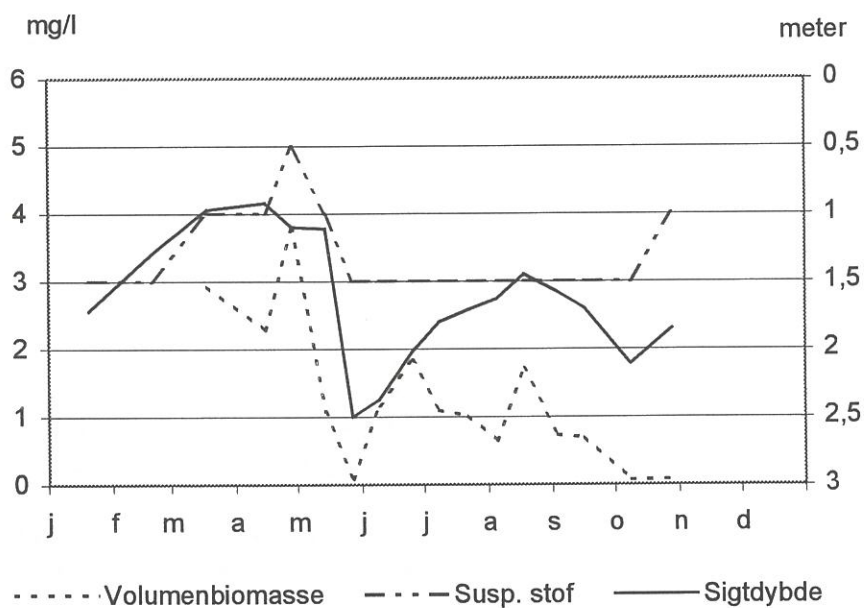
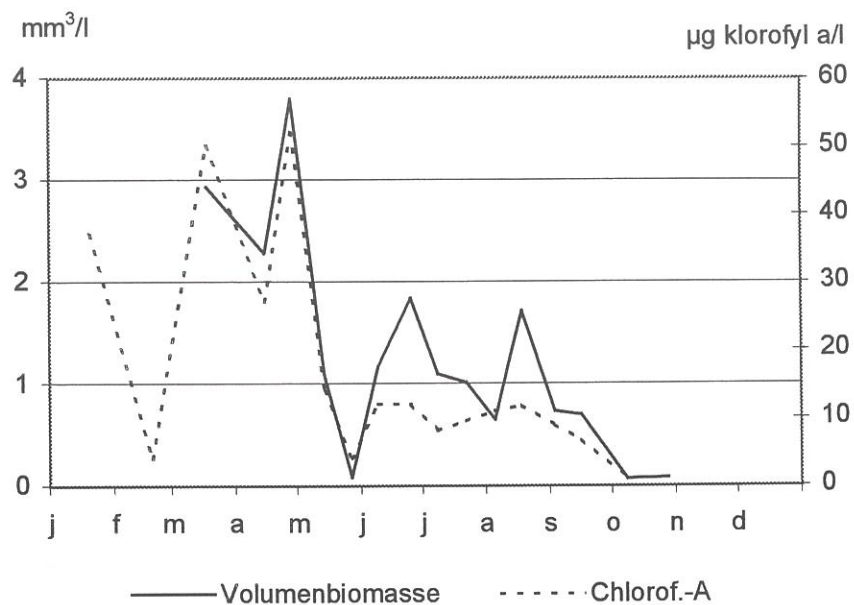
*Planteplanktonbiomasse
i relation til klorofyl a,
sigtdybde og suspenderet
stof i 1998*

3.9 Vandkemiske og biologiske relationer

Figur 3.12 (øverst) viser planteplanktons volumenbiomasse og klorofyl a koncentration. De to variable viser god overensstemmelse med overvejende sammenfaldende maksima og minima. Klorofyl a koncentrationen per volumenenhed var højest i forårsperioden og lavest i sommerperioden.

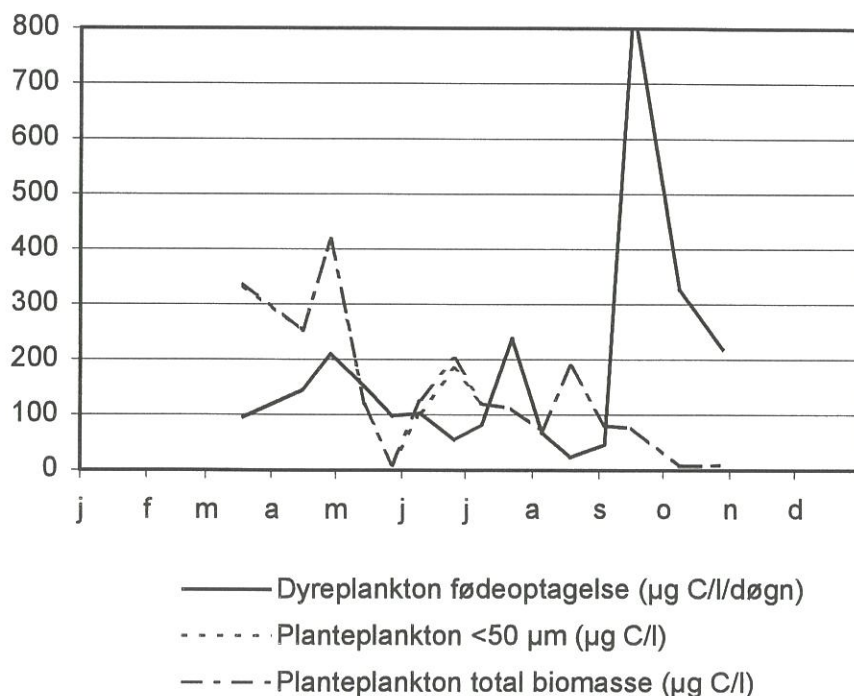
Figur 3.12 (nederst) viser sigtdybde i relation til planteplanktonbiomasse og suspenderet stof. Sigtdybdeforholdene afspejler mængden af planteplankton og andet suspenderet stof i søvandet samt brunfarvningen (farvetallet). I Kvie Sø var der rimelig overensstemmelse mellem sigtdybde og planteplanktonbiomasse i sommerperioden, hvorimod sigtdybden var bedre korreleret til suspenderet stof i januar-april og i oktober.

Sigtdybden i Kvie Sø var i 1998 lavest vinter og forår (0,9-1,7 meter) og højest i sommerperioden (1,5-2,5 meter). Sidst i maj fandtes sigt til bunden og i 1998 var lysforholdene i søen således gode i sommerperioden.



Figur 3.12. Kvie Sø 1998. Øverst: Planteplankton volumenbiomasse (mm³/l) og klorofyl a (µg/l). Nederst: Planteplankton volumenbiomasse (mg/l = mm³/l), suspenderet stof (mg/l) samt sigt dybde (meter).

Figur 3.13 viser forholdet mellem dyreplanktons fødeoptagelse og mængden af den tilgængelige planteplanktonbiomasse ($< 50 \mu\text{m}$) og den totale planteplanktonbiomasse.



Figur 3.13. Kvie Sø 1998. 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 $\mu\text{g C/l}$).

Planteplanktonbiomassen var hele året domineret af arter $< 50 \mu\text{m}$, 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 sommer og efterår ($< 200 \mu\text{g C/l}$), at dyreplankton (især cladocerer) var fødebegrænsede.

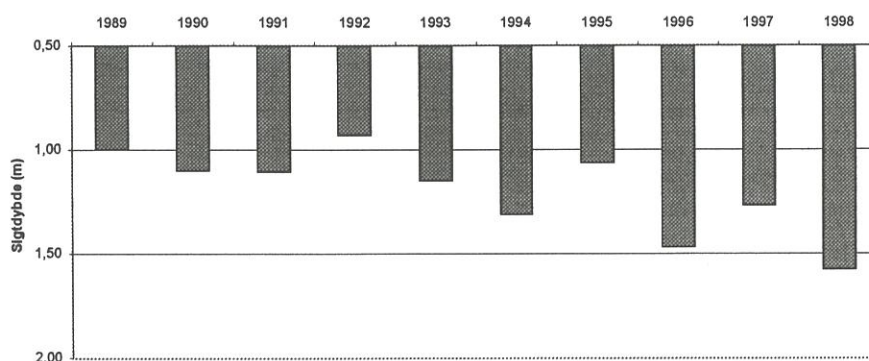
Dyreplankton udøvede et græsningstryk på den tilgængelige planteplanktonbiomasse på mellem 10 og 4000%. På nær to datoer var græsningstrykket i perioden april-oktober $> 50\%$ og dyreplankton var således i stand til at nedgræsse en væsentlig del af den stående biomasse af planteplankton $< 50 \mu\text{m}$. I denne periode sås ingen større opblomstring af store planteplanktonformer, sandsynligvis på grund af søens lave fosforniveau.

Ved prøvetagningens start i marts samt i april fandtes en høj planteplanktonbiomasse, der understøttede først et rotatoriemaksimum, så et ciliatmaksimum og i begyndelsen af april tillige et cladocermaksimum. Dyreplanktons fødeoptagelse steg støt i marts-april, og i løbet af maj blev græsningstrykket så højt, at planteplanktonbiomassen blev nedgræsset til årsminimum sidst i maj ($9 \mu\text{g C/l}$). Dyreplanktonbiomassen faldt samtidig drastisk og bestod sidst i maj udelukkende af ciliater. Selv om planteplanktonbiomassen i juni hurtigt steg til $184 \mu\text{g C/l}$, var dyreplanktonbiomassen fortsat lav (og domineret af ciliater) frem til midt i juli.

Den lave dyreplanktonbiomasse i juni og begyndelsen af juli kunne måske også skyldes øget prædation fra fiskeyngel, da der blev registreret aborrengel i juli. Midt i juli fandtes et nye maksimum af dyreplanktonbiomasse, fødeoptagelse og græsningstryk, der resulterede i en kædereaktion af planteplanktonminimum → lav dyreplanktonfødeoptagelse → planteplanktonmaksimum → dyreplanktonmaksimum. Dyreplanktonmaksimum i september bestod næsten udelukkende af cladocerer, der udøvede et meget højt græsningstryk, som forårsagede en meget lav planteplanktonbiomasse i september-oktober. Selv om planteplanktonbiomassen var meget lav i september-oktober (8-80 $\mu\text{g C/l}$) opretholdt cladocernerne en høj biomasse (200-800 $\mu\text{g C/l}$). Muligvis har planteplanktonproduktionen været høj i denne periode, idet koncentrationen af uorganiske nærings-salte steg.

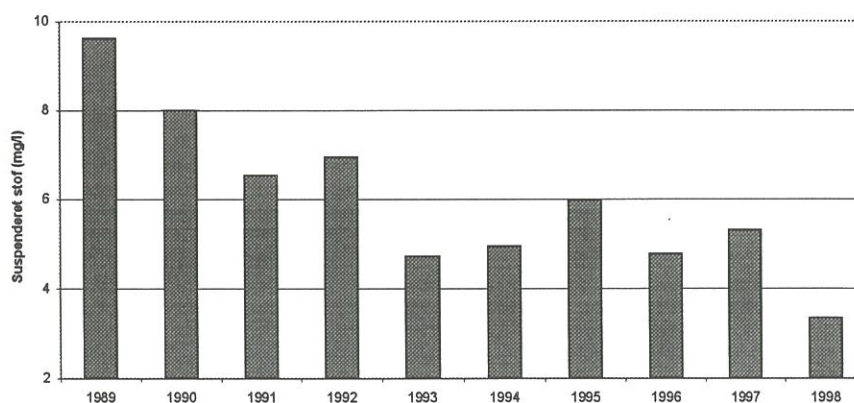
1989-1997

I perioden 1989-1998 har der været en signifikant forbedring af årgennemsnittet for sigtddyben i Kvie Sø ($p=0,009$ ved logaritmetransformering af gennemsnittet), figur 3.14.



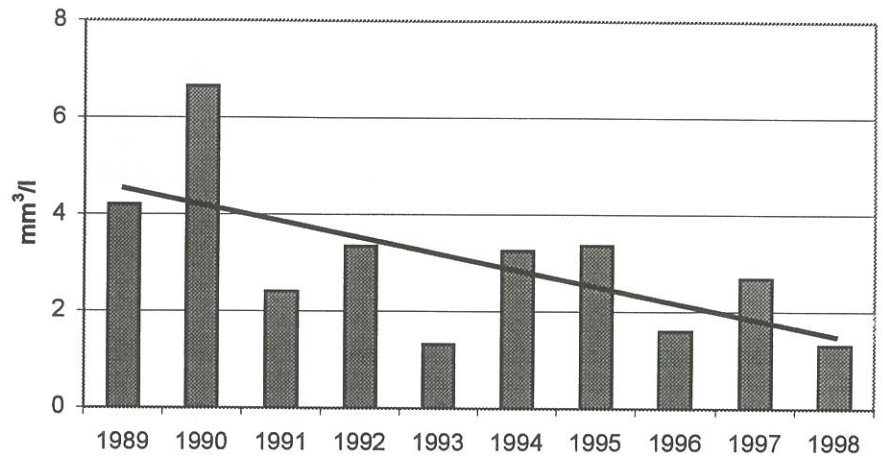
Figur 3.14. Årgennemsnit for sigtddyben i Kvie Sø, 1989-1998.

Forbedringen i sigtddyben hænger sammen med en signifikant reduktion i koncentrationen af suspenderet stof ($p=0,001$ ved logaritmetransformering af gennemsnittet), figur 3.15.



Figur 3.15. Suspenderet stof (årgennemsnit) i Kvie Sø, 1989-1998.

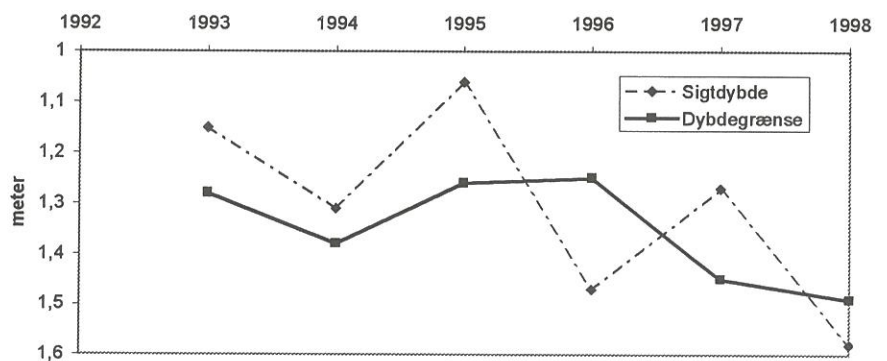
Reduktionen i koncentrationen af suspenderet stof er delvist forårsaget af en reduktion i biomassen af planteplankton, som har vist en faldende tendens (figur 3.16).



Figur 3.16. Årsgennemsnit* for biomassen af planteplankton i Kvie Sø 1989 til 1998 (* 1989: april -oktober, 1998: marts-oktober, øvrige år: januar-oktober). Tendenslinje indtegnet.

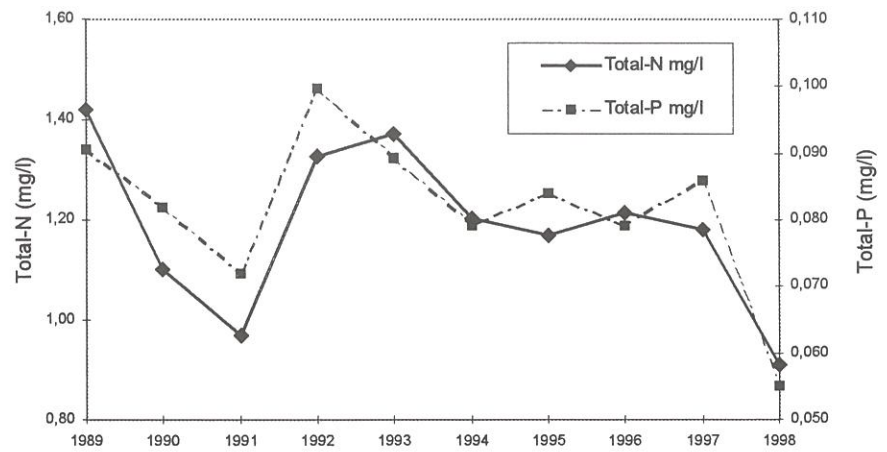
En supplerende delårsag til reduktionen af suspenderet stof kan være ændringen i undervandsvegetationens sammensætning, hvor bl.a. mosserne har fået en mindre udbredelse i perioden. Herved kan resuspensionen fra sedimentet være mindsket.

Der har ikke i alle årene været en tydelig sammenhæng mellem variationen i sigtdybden og variationen i dybdegrænsen for undervandsvegetationen i Kvie Sø, figur 3.17. 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.



Figur 3.17. Maksimal dybdegrænse for undervandsvegetationen og årsgennemsnit for sigtdybden i Kvie Sø, 1993-1998.

I perioden fra 1989-1998 har der ikke været en signifikant udvikling i koncentrationerne af total-fosfor og total-kvælstof, figur 3.18, men der kan spores en faldende tendens fra 1992, hvilket kan hænge sammen med, at der i 1993 blev afskåret dræn fra markarealer (december) og påbegyndt en indpumpning af grundvand (marts).



Figur 3.18. Koncentrationerne (årgennemsnit) af total-fosfor og total-kvælstof i Kvie Sø, 1989-1998.

4.0 Sammenfatning

I lighed med årene 1989 til 1997 har Ribe Amt i 1998 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 "Vandmiljøplanen".

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 lobelie (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 1998 har været en større udsivning end indsivning. Den hydrauliske opholdstid for 1998 er beregnet til 0,7 år.

Vandstand

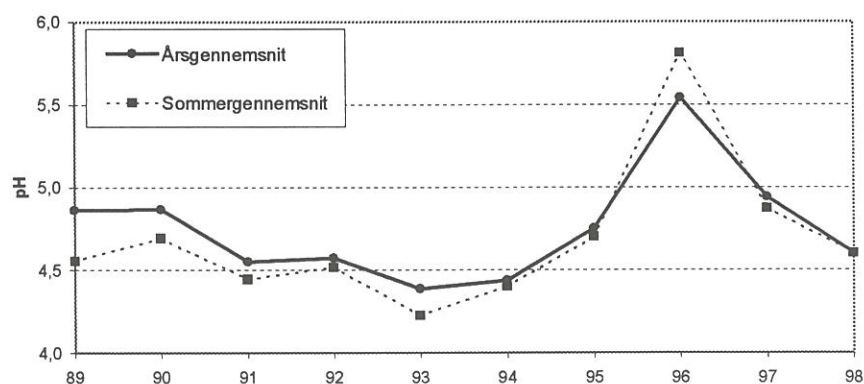
I 1998 faldt vandstanden ikke til så lavt et niveau, som i 1997 og 1996. Af denne årsag blev der ikke registreret nævneværdige udsving i farvetal og koncentrationer af suspenderet stof og næringsalte. Der var sigt til bund ved alle tilsyn.

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.

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.



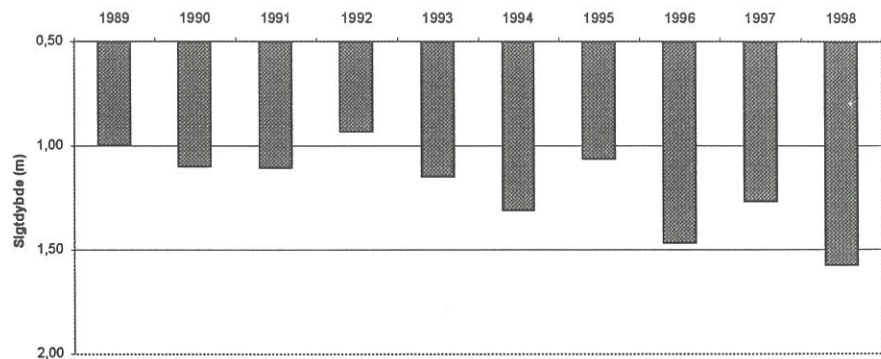
Figur 4.1. Surhedsgraden i Holm Sø fra 1989 til 1998 (tidsvægtede gennemsnit).

<i>Plankton</i>	De lave koncentrationer af næringsalte har i alle undersøgelsesårene resulteret i en meget begrænset vækst af planteplankton. Grønalger har domineret i alle årene siden 1989. Pga. det ringe fødegrundlag registreres der ligeledes kun små mængder dyreplankton i Holm Sø. Samfundet af dyreplankton har i alle årene været domineret af copepoder og cladocerer
<i>Fiskeundersøgelse</i>	Ved en elbefiskning i 1998 blev der 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.
<i>Målsætning</i>	Det antages, at de biologiske forhold, surhedsgraden og koncentrationerne af næringsalte er meget tæt på den naturlige baggrundstilstand. Det kan således konstateres, at søens målsætning "A-Naturvidenskabeligt interesseområde" er opfyldt.

4.2 Kvie Sø

<i>Beliggenhed</i>	Kvie Sø ligger på Grindsted Hedeslette nord for Ansager i Ølgod Kommune.
<i>Søtype</i>	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 <i>gulgrøn brasenføde</i> .
<i>Morfologi</i>	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.
<i>Nære omgivelser</i>	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.
<i>Vandbalance</i>	Vandbalancen er behæftet med en betydelig usikkerhed, da der ikke er overfladiske tilløb til søen. Det skønnes, at der i alle måneder i 1998 har været en større udsivning end indsivning. Den hydrauliske opholdstid for 1998 er beregnet til 1,4 år.
<i>Kalkforurening i 1992</i>	I 1992 blev Kvie Sø udsat for en forurening med jordbrugskalk, hvilket ændrede søens vandkemi radikalt. For at modvirke kalkens påvirkninger blev der i 1993 påbegyndt en indpumpning af surt grundvand. Indpumpningen, som også foregik også i 1998, er nu indstillet, da værdierne for pH og alkalinitet er aftaget væsentligt.

I perioden 1989-1998 har der været en signifikant forbedring af årgennemsnittet for sigt dybden i Kvie Sø, figur 4.2.

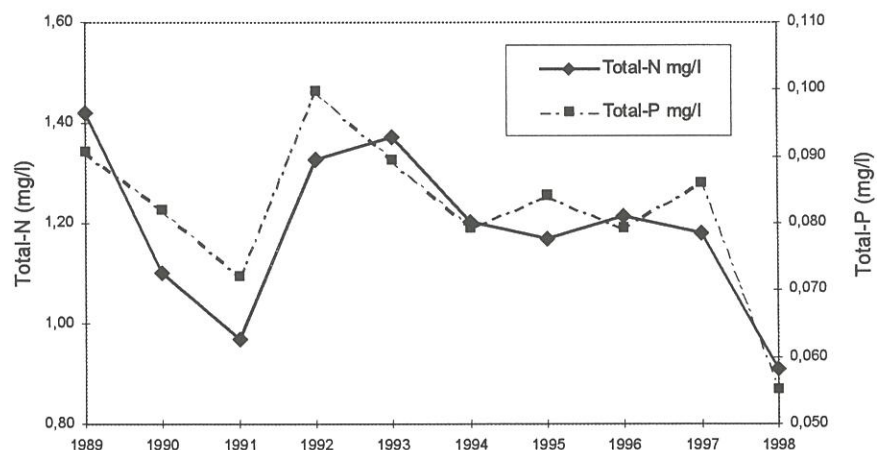


Figur 4.2. Årgennemsnit for sigt dybden i Kvie Sø, 1989-1998.

Forbedringen i sigt dybden hænger sammen med en signifikant reduktion i koncentrationen af suspenderet stof, som er delvist forårsaget af en reduktion i biomassen af planteplankton.

Næringsalte

I perioden fra 1989-1998 har der ikke været en signifikant udvikling i koncentrationerne af total-fosfor og total-kvælstof, figur 3.14, men der kan spores en faldende tendens fra 1992, hvilket kan hænge sammen med, at der i 1993 blev afskåret dræn fra markarealer (december) og påbegyndt en indpumpning af grundvand (marts).



Figur 3.14. Koncentrationerne (årgennemsnit) af total-fosfor og total-kvælstof i Kvie Sø, 1989-1998.

Vegetation

Vegetationen i Kvie Sø består især af grundskudsplanterne *strandbo*, *lobelie* og *gulgrøn brasenføde*, som i nævnte rækkefølge dominerer i et vegetationsbælte ud til omkring 1,5 meters dybde. Mængden af grundskudsvegetation var i 1998 større, og voksede på større dybde end de tidligere undersøgte år, 1993-1997. Dette skyldes sandsynligvis især, at sigt dybden er forbedret.

Plankton

Kvie Sø er i dag en svagt næringsberiget sø, hvor fosforkoncentrationen især i vinter- og forårsperioden giver anledning til store mængder af planteplankton. Både den maksimale biomasse og den gennemsnitlige biomasse af planteplankton i sommeren 1998 var den hidtil laveste, der er registreret i årene 1989-98. Beregninger viser, at dyreplankton i 1998 var i stand til at nedgræsse en væsentlig del af den stående biomasse af planteplankton.

Fiskeyngel

Ved en fiskeyngelundersøgelse i juli 1998 blev der udelukkende fanget aborrengel, på trods af at der er en god geddebestand søen. Beregninger viser, at aborrengelen i juli 1998 havde en tæthed på ca. 2 stk./m² søflade.

Målsætning

Der er betydelige udsving i Kvie Sø's miljøtilstand, men der kan spores en tendens til forbedring med hensyn til sigtddybde og i 1998 havde undervandsvegetationen en forbedret udbredelse. Søkoncentrationen af fosfor er dog stadig for høj i forhold til baggrundstilstanden, hvilket indebærer, at den biologiske struktur og sigtddybden stadig kan blive udsat for relativt store udsving. Målsætningen for Kvie Sø "A-Naturvidenskabeligt interesseområde" anses derfor ikke for at være opfyldt.

5.0 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.
- 1996. Vegetation i Kvie Sø 1995. Rapport til Ribe Amt.
- 1996. 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.
- 1999. Vegetation i Kvie Sø 1998. 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.
- 1995. Kvie Sø 1994 - Plante- og dyreplankton. Notat til Ribe Amt.
- 1996. Kvie Sø 1995 - Plante- og dyreplankton. Notat til Ribe Amt.
- 1997. Kvie Sø 1996 - Plante- og dyreplankton. Notat til Ribe Amt.

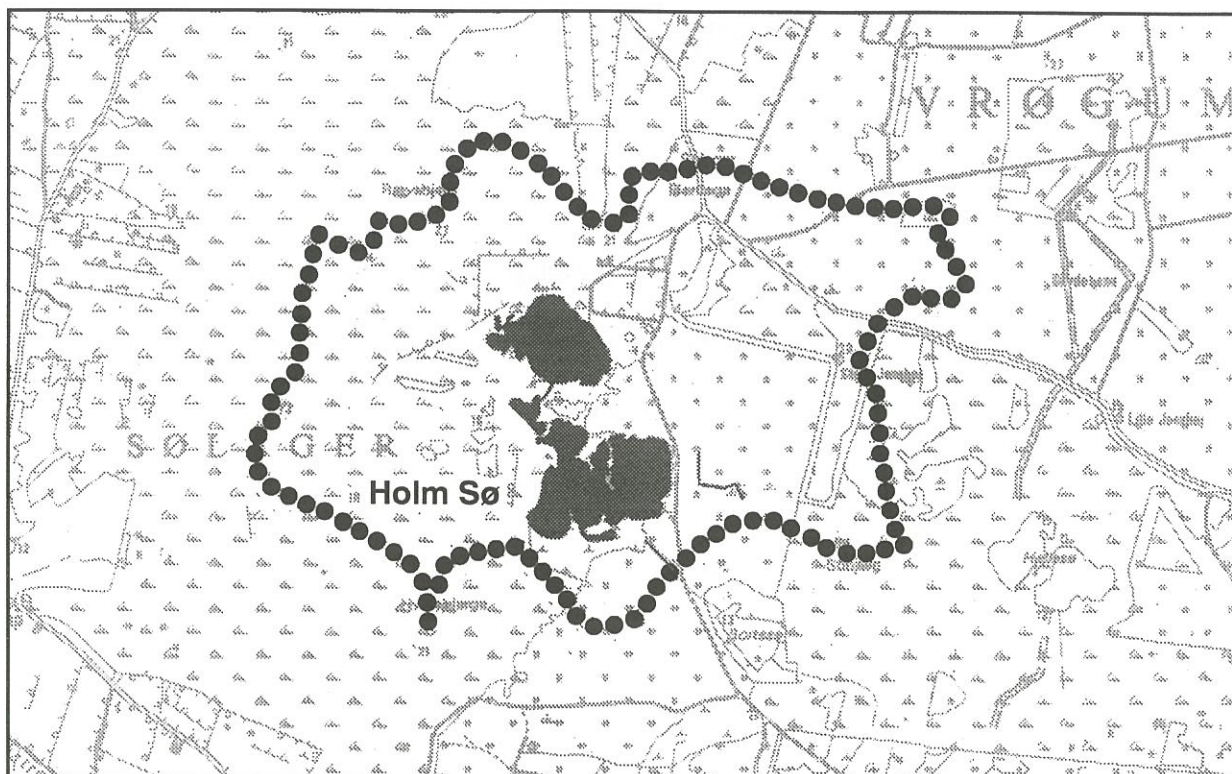
1998. Kvie Sø 1997 - Plante- og dyreplankton. Notat til Ribe Amt.
1999. Kvie Sø 1998 - Plante- og dyreplankton. Notat til Ribe Amt.
1990. Holm Sø 1989 - Plante- og dyreplankton. Notat til Ribe Amt.
1991. Holm Sø 1990 - Plante- og dyreplankton. Notat til Ribe Amt.
1992. Holm Sø 1991 - Plante- og dyreplankton. Notat til Ribe Amt.
1993. Holm Sø 1992 - Plante- og dyreplankton. Notat til Ribe Amt.
1994. Holm Sø 1993 - Plante- og dyreplankton. Notat til Ribe Amt.
1995. Holm Sø 1994 - Plante- og dyreplankton. Notat til Ribe Amt.
1996. Holm Sø 1995 - Plante- og dyreplankton. Notat til Ribe Amt.
1997. Holm Sø 1996 - Plante- og dyreplankton. Notat til Ribe Amt.
1998. Holm Sø 1997 - Plante- og dyreplankton. Notat til Ribe Amt.
1999. Holm Sø 1998 - Plante- og dyreplankton. Notat til Ribe Amt.
- N&R Consult 1991. Kvie Sø - Undersøgelse af vandbalance og vandkemi. Rapport til Ribe Amt.
- Odgaard, Bent 1991a. Etablering af kronologi for nedfald af sodnoder fra afbrænding af olie og kul med henblik på datering af subrecente sedimentlag. Rapport til Statens Naturvidenskabelige Forskningsråd.
- 1991b. Kvie Sø - Alder, sedimentfordeling og udviklingshistorie. Danmarks Geologiske Undersøgelse.
- Olsen, Kaj Rath 1991. Grundskudsplanternes betydning for sedimentforhold og udveksling af næringssalte i Kvie Sø. Specialrapport fra Odense Universitet.

Ribe Amt

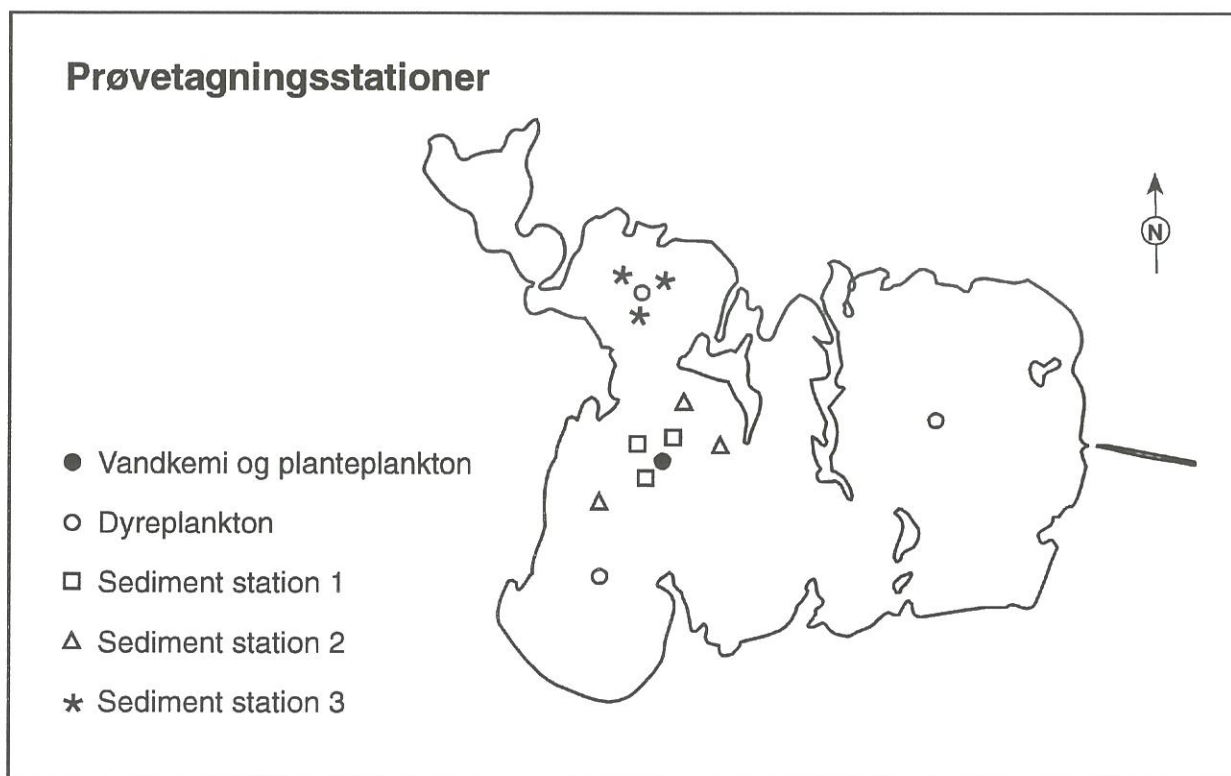
- 1992. Kvie Sø Holm Sø. Vandmiljøovervågning.
- 1993. Kvie Sø Holm Sø. Vandmiljøovervågning.
- 1994. Kvie Sø Holm Sø. Vandmiljøovervågning.
- 1995. Kvie Sø Holm Sø. Vandmiljøovervågning.
- 1996. Kvie Sø Holm Sø. Vandmiljøovervågning.
- 1997. Søerne i Ribe Amt. Vandmiljøovervågning.
- 1998. Kvie Sø Holm Sø. Vandmiljøovervågning.

6.0 Bilag

1.1 Topografisk opland for Holm Sø	68
1.2 Oversigt over prøvetagningsstationer i Holm Sø.....	68
1.3 Tidsvægtede årsgennemsnit for Holm Sø 1989-98	69
1.4 Tidsvægtede sommergennemsnit for Holm Sø 1989-98	70
1.5 Dokumentation for vand- og stofbalancer i Holm Sø, 1998	71
2.1 Hydrologisk opland for Kvie Sø.....	72
2.2 Oversigt over prøvetagningsstationer i Kvie Sø.....	72
2.3 Tidsvægtede årsgennemsnit for Kvie Sø 1989-98.....	73
2.4 Tidsvægtede sommergennemsnit for Kvie Sø 1989-98	74
2.5 Dokumentation for vand- og stofbalancer i Kvie Sø, 1998.....	75



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	Konduk- tivitet 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
P	0,963	0,619	0,864	0,670	0,812	0,539	0,059	0,669

	Susp. stof mg/l	COD S.S. mg/l	Silikat- Si mg/l	Chloro- fyl-a ug/l	Farve- tal mg Pt/l	Vand- stand m DNN	Vand- temp. gr. °C
1989	4	3	0,18	3		11,68	13,6
1990	4		0,18	3		11,80	11,0
1991	4	4	0,20	3		11,84	10,7
1992	5	5	0,20	5	19	11,69	11,5
1993	3	2	0,24	4	6	11,81	10,0
1994	3		0,25	2	22	12,03	10,1
1995	3	1	0,22	2	32	12,04	11,0
1996	7	8	0,24	10	51	11,60	10,0
1997	4	3	0,16	4	11	11,57	11,3
1998	4		0,23	6	18	11,65	12,7
P	0,813		0,352	0,247	0,623	0,565	0,646

Bilag 1.3. Holm Sø 1989-98.

Tidsvægtede årsgennemsnit og P-værdi på baggrund af lineær regression af logaritmetransformerede gennemsnit. Pga. de negative alkalinitetsværdier er der dog ikke for denne parameter foretaget logaritmetransformering.

	Total-N mg/l	NH4-N mg/l	NO2+ NO3-N mg/l	Total-P mg/l	Orto-P mg/l	pH	Konduk- tivitet 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
P	0,873	0,774	0,394	0,647	0,333	0,260	0,045	0,487

	Susp. stof mg/l	COD S.S. mg/l	Silikat- Si mg/l	Chloro- fyl-a ug/l	Farve- tal mg Pt/l	Vand- stand m DNN	Vand- temp. gr. °C
1989	4	3	0,15	2		11,70	14,1
1990	4		0,14	4		11,67	17,3
1991	4	5	0,14	5		11,77	15,7
1992	6	7	0,19	6	34	11,57	17,6
1993	3	3	0,15	5	3	11,67	15,5
1994	3		0,16	2	12	11,95	15,0
1995	4	1	0,14	2	28	11,99	17,2
1996	10	10	0,23	13	76	11,42	14,6
1997	4	3	0,16	3	11	11,50	19,2
1998	4		0,16	3	17	11,58	16,6
P	0,770		0,444	0,905	0,682	0,468	0,348

Bilag 1.4. Holm Sø 1989-98.

Tidsvægtede sommergennemsnit og P-værdi på baggrund af lineær regression af logaritmetransformerede gennemsnit. Pga. de negative alkalinitetsværdier er der dog ikke for denne parameter foretaget logaritmetransformering.

Dokumentation for beregning af vand- og stofbalance for Holm Sø, 1998

Vandbalance

Månedsværdier for nedbøren er rekvireret hos DMI, nedbørstation 25089 Oksbøl.

Månedsværdierne for fordampningen er beregnet ved den potentielle fordampning, rekvireret hos DMI, station 25271 Askov, 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 1998 var:

	l/s
jan	56,3
feb	37,5
mar	86,1
apr	39,9
maj	11,4
jun	7,6
jul	12,7
aug	10,3
sep	15,7
okt	216
nov	265
dec	119

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

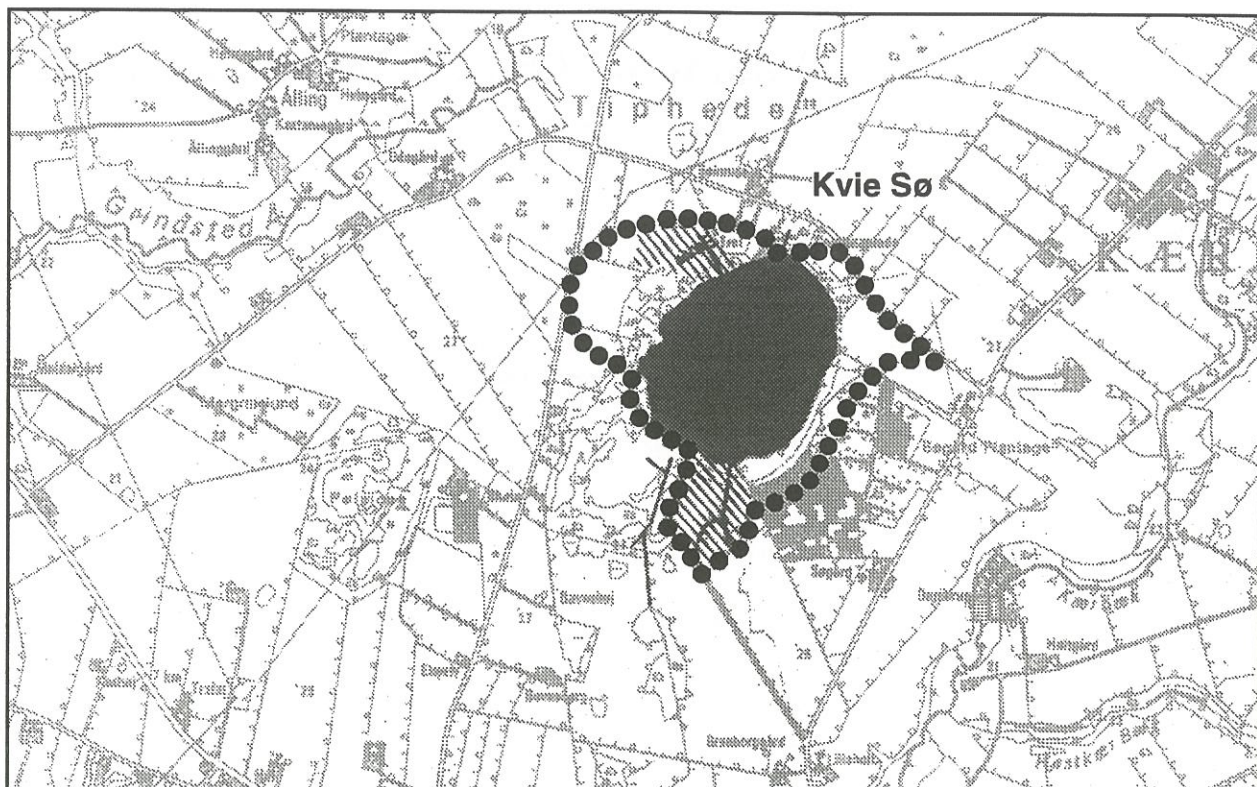
Stofbalance

Bidraget med næringssalte fra atmosfæren er beregnet ud fra erfaringstallene: 15 kg N/ha og 0,15 kg P/ha.

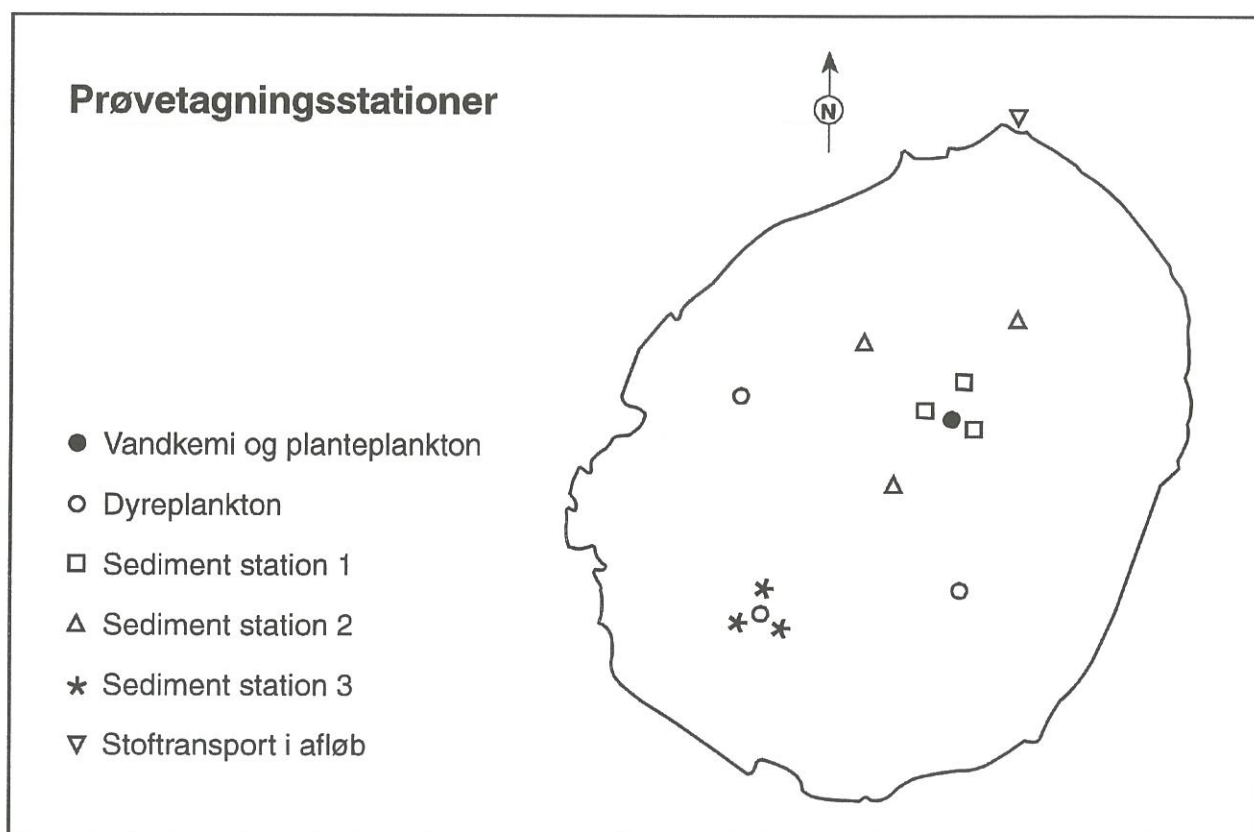
Belastningen fra oplandet er beregnet ved anvendelse af den arealspecifikke afstrømning fra Langslade Rende: 1,14 kg N/ha og 0,11 kg P/ha.

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, 1998



Bilag 2.1. Hydrologiske opland for Kvie Sø. Det skraverede område markerer oplandet for de afskårede 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	Konduk- tivitet 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
P	0,294	0,610	0,431	0,152	0,603	0,002	0,331	0,042

	Susp.stof mg/l	COD S.S. mg/l	Silikat- Si mg/l	Chloro- fyl-a ug/l	Farve- tal mg Pt/l	Vand- stand m DNN	Vand- temp. gr. °C	Sigt- dybde m
1989	10	10	0,23	36		25,26		1,00
1990	8	11	0,26	42		25,38		1,10
1991	7	10	0,26	32		25,36		1,11
1992	7	9	0,27	43	70	25,34	11,0	0,93
1993	5	8	0,17	26	42	25,40	9,6	1,15
1994	5		0,21	36	49	25,46	10,1	1,31
1995	6	6	0,16	39	48	25,40	10,5	1,06
1996	5	5	0,17	18	46	25,08	9,7	1,47
1997	5	6	0,26	41	49	25,23	10,7	1,27
1998	3		0,15	15	33	25,38	10,9	1,58
P	0,001		0,093	0,109	0,081	0,597	0,647	0,009

Bilag 2.3. Kvie Sø 1989-98.

Tidsvægtede årsgennemsnit og P-værdi på baggrund af lineær regression af logaritmetransformerede gennemsnit.

	Total-N mg/l	NH4-N mg/l	NO2+ NO3-N mg/l	Total-P mg/l	Orto-P mg/l	pH	Konduk- tivitet 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
P	0,767	0,386	0,917	0,754	0,581	0,004	0,205	0,105

	Susp.stof mg/l	COD S.S. mg/l	Silikat- Si mg/l	Chloro- fyl-a ug/l	Farve- tal mg Pt/l	Vand- stand m DNN	Vand- temp. gr. °C	Sigt- dybde m
1989	9	10	0,18	25		25,20		1,14
1990	6	9	0,16	15		25,28		1,44
1991	7	14	0,24	20		25,30		1,25
1992	6	9	0,25	28	80	25,23	17,0	0,98
1993	6	8	0,15	31	34	25,28	14,9	1,16
1994	4		0,16	15	44	25,36	16,8	1,43
1995	6	6	0,14	25	55	25,36	16,9	1,06
1996	4	4	0,17	10	49	25,00	15,6	1,77
1997	4	4	0,29	19	65	25,20	18,4	1,12
1998	3		0,14	10	35	25,30	16,9	1,83
P	0,001		0,792	0,143	0,544	0,724	0,405	0,250

Bilag 2.4. Kvie Sø 1989-98.

Tidsvægtede sommergennemsnit og P-værdi på baggrund af lineær regression af logaritmetransformerede gennemsnit.

Dokumentation for beregning af vand- og stofbalance for Kvie Sø, 1998

Vandbalance

Månedsværdier for nedbøren er rekvireret hos DMI, nedbørstation 25180 Varde. Månedsværdierne for fordampningen er beregnet ved den potentielle fordampning, rekvireret hos DMI, station 25271 Askov, 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 1998 var:

	l/s
jan	1234,3
feb	1217,5
mar	1371,2
apr	1351,6
maj	1160,3
jun	1022,5
jul	1057,4
aug	1033,9
sep	956,8
okt	1792,0
nov	1883,8
dec	1501,3

Månedsværdierne for vandføringen i afløbet i 1998 var:

	l/s
jan	0,0
feb	1,7
mar	9,0
apr	4,7
maj	1,6
jun	0,0
jul	0,0
aug	0,0
sep	0,0
okt	5,5
nov	10,9
dec	7,9

Udsivningen fra søen er beregnet ved følgende restled:
 $\text{nedbør} + \text{indpumpning} - \text{fordampning} - \text{afløb} - \text{magasinændring} = \text{udsivning}$.

Bilag 2.5a. Dokumentation for beregning af vandbalance for Kvie Sø, 1998.

Stofbalance

Bidraget med næringssalte fra atmosfæren er beregnet ud fra erfaringstallene: 15 kg N/ha og 0,15 kg P/ha.

Belastningen fra oplandet er beregnet ved anvendelse af den arealspecifikke afstrømning fra Grene Å: 17,97 kg N/ha og 0,25 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, 1998.

