

Kvie Sø Holm Sø



RIBE AMT

Løbenr.: 1 1998

Eksemplar nr.: 1/1

1998

Kvie Sø Holm Sø



RIBE AMT

Udgiver:	Ribe Amt Natur- og grundvandsafdelingen Sorsigvej 35 6760 Ribe
Sagsbehandler:	Claus Moss Hansen
Øvrige bidragsydere:	Michael Deacon og Michael Hammerstrøm
Produktion:	Ribe Amt
Oplag:	200
ISBN:	87-7342-876-0

Indholdsfortegnelse

Forord	5
Sammenfatning.....	7
 1.0 Holm Sø.....	 11
1.1 Oplandsbeskrivelse	11
1.2 Morfologiske og hydrologiske forhold	11
1.3 Stofbalance.....	11
1.4 Vandkemiske og -fysiske forhold	12
1.5 Plante- og dyreplankton	15
1.6 Samlet vurdering af tilstanden.....	21
 2.0 Kvie Sø	 23
2.1 Oplandsbeskrivelse	23
2.2 Morfologiske og hydrologiske forhold	23
2.3 Stofbalance.....	23
2.4 Vandkemiske og -fysiske forhold	25
2.5 Plante- og dyreplankton	28
2.6 Vegetation.....	36
2.7 Samlet vurdering af tilstanden.....	42
 3.0 Liste over rapporter om Kvie Sø og Holm Sø	 47
 4.0 Bilag	 51

Forord

Vandmiljøhandlingsplanen vedtages

I foråret 1987 vedtog Folketinget "Vandmiljøhandlingsplanen". Formålet med planen er at nedbringe den samlede udledning af kvælstof og fosfor til det danske vandmiljø med henholdsvis 50 % og 80 % over en 5 års periode. Folketinget har dog i 1998 vedtaget en ny handlingsplan ("Vandmiljøplan II") især for at sikre, at en 50 % reduktion i kvælstofudledningen kan nås.

Overvågningsprogram

I forlængelse heraf 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.

Tema

Efter aftale mellem amterne og Miljøstyrelsen, skal rapporteringen af de årlige undersøgelser indeholde en dyberegående behandling af et udvalgt område, idet der lægges vægt på tidsserier og udviklingstendenser. Temaet er i 1998 "Åbent hav".

Vandmiljøovervågning for 1997

Denne rapport er en del af Ribe Amts samlede vandmiljøovervågning for 1997, der omfatter følgende rapporter:

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

Sammenfatning

I lighed med årene 1989 til 1996 har Ribe Amt i 1997 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".

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 (lobeliesø).

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.

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.

Vandbalance

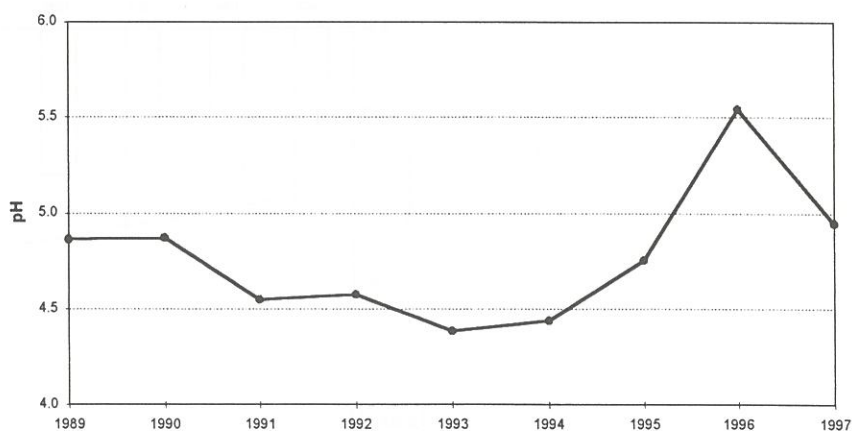
Holm Sø har hverken tilløb eller afløb, hvilket bevirker, at vandbalancen er behæftet med en betydelig usikkerhed. Det skønnes, at der i alle måneder i 1997 har været en større udsivning end indsivning. Den hydrauliske opholdstid for 1997 er beregnet til 1,3 år.

Vandstand

I 1997 blev der ligesom i 1996 registreret en meget lav vandstand i sensommeren. Dette resulterede i en naturlig opkoncentrering af næringssalte i søvandet.

Alkalinitet og pH

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



Figur I.

Udviklingen i pH i Holm Sø i perioden 1989-1997 (årgennemsnit).

Plankton

De lave koncentrationer af næringssalte har i alle undersøgelsesårene resulteret i en meget begrænset vækst af planteplankton. Grønalger har domineret i alle årene siden 1989. P.g.a. 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

Målsætning

Holm Sø er målsat "A-Naturvidenskabeligt interesseområde". Målsætningen anses for at være opfyldt.

Kvie Sø

Beliggenhed

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

Søtype

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

Morfologi

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

Nære omgivelser

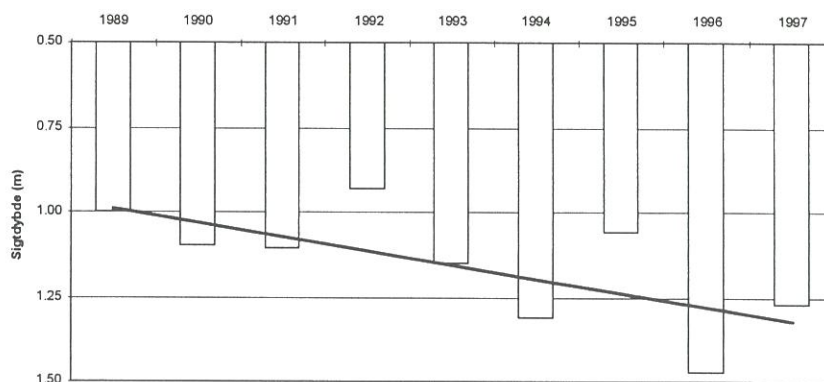
Søen lå oprindeligt i et uopdyrket hedeområde, men i dag er ca. 40 % af oplandet opdyrket. Der er en bræmme af uopdyrkede mose- og græsarealer rundt om søen.

Kalkforurening i 1992

I 1992 blev Kvie Sø udsat for en forurening med jordbrugskalk. Kalkforureningen ændrede søens vandkemi radikalt. Værdierne for pH og alkalinitet var også i 1997 forhøjede i forhold til niveauet før forureningen. For at modvirke kalkens påvirkninger blev der i 1993 påbegyndt en indpumpning af surt grundvand. Denne indpumpning foregik også i 1997.

Sigtdybde

Sigtdybden har vist en stigende tendens i perioden fra 1989 til 1997, som det fremgår af figur II.



Figur II.
*Sigtdybde i Kvie Sø, 1989-1997 (årsgennemsnit).
Tendenslinje er indtegnet.*

Den forbedrede sigtddybde er især en konsekvens af reduktioner i søkoncentrationen af suspenderet stof. Denne reduktion er delvis forårsaget af en svag tendens til faldende biomasse af planteplankton.

Vandbalance

Vandbalancen er behæftet med en betydelig usikkerhed, da der ikke er overfladiske tilløb til søen. Det skønnes, at der i alle måneder i 1997 har været en større udsivning end indsivning. Den hydrauliske opholdstid for 1997 er beregnet til 2,4 år.

Næringssalte

Der har ikke været en tydelig udvikling i søkoncentrationerne af fosfor og kvælstof.

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 meters dybde. Mængden af grundskudsvegetation var i 1997 større end de tidligere undersøgte år, 1993-1996. Dette skyldes især, at gulgrøn brasenføde har fået en større dybdeudbredelse og hyppighed i den ydre del af vegetationsbæltet.

Målsætning

Sammenholdes søens nuværende tilstand med den formodede baggrundstilstand og kendskabet til ubelastede lobeliesøer i Danmark, er søens næringssaltkoncentration for høj og sigtddybden stadig for lille. Målsætningen "A-naturvidenskabeligt interesseområde" er derfor ikke opfyldt.

Nøgleparametre for Holm Sø og Kvie Sø

I tabel I er der angivet en række nøgletal for Holm Sø og Kvie Sø i 1997. I betragtning af, at begge søer er lobeliesøer, er det bemærkelsesværdigt, at koncentrationen af total-fosfor er mere end fem gange større i Kvie Sø end i Holm Sø.

	Holm Sø	Kvie Sø
Total-kvælstof (mg/l)	0,79	1,11
Total-fosfor (mg/l)	0,018	0,096
Sigtddybde (m)	til bund	1,12
pH	4,9	6,5
Farvetal	11	65
Klorofyl-a	3	19
Planteplankton (mm ³ /l)	0,50	1,40
Dyreplankton (mg/l)	0,84	5,89

Tabel I.

Nøgleparametre for Holm Sø og Kvie Sø, 1997 (sommergennemsnit).

1.0 Holm Sø

1.1 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 (to tredjedele). Den resterende del er nåleskov. Jordtypen i oplandet er grovsandet jord.

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.

Morfologi

1.2 Morfologiske og hydrologiske forhold

De morfometriske data fremgår af tabel 1.1.

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 1.1. Morfometriske data for Holm Sø opmålt i foråret 1986.

1.3 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 1997 fra et maksimum på 11,81 m DNN i marts til et minimum på 11,29 m DNN i august.

Vandbalance

Vandbalancen for Holm Sø fremgår af tabel 1.2. Den totale vandtilførsel i 1997 var 118.000 m³, og var således ikke meget højere end 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 1997 blive 1,3 år.

	Umålt opland	Nedbør	Fordampning	Magasinændring	Udsivning
Jan	3.1	0.8	0.1	2.4	1.5
Feb	12.0	10.1	1.2	7.2	13.7
Mar	6.1	4.0	3.1	2.4	4.5
Apr	2.0	3.8	7.4	-7.2	5.6
Maj	1.7	8.9	9.7	0.0	0.9
Jun	2.0	5.5	13.4	-19.2	13.3
Jul	1.5	8.3	13.3	-16.8	13.3
Aug	1.3	7.9	12.4	-12.0	8.8
Sep	1.4	8.6	5.7	0.0	4.3
Okt	1.1	11.0	2.1	9.6	0.4
Nov	1.3	4.4	0.7	2.4	2.5
Dec	2.5	8.9	0.3	8.4	2.7
Total	36	82	70	-23	72

Tabel 1.2. Vandbalance for Holm Sø 1997. 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 1997 fremgår af tabel 1.3. 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	21	3.8
Total tilførsel	201	5.6
Udsivning	82	1.4
Retention	120	4.3

Tabel 1.3. Næringssaltbalance (kg) for Holm Sø 1997.

Belastningen med næringssalte er den mindste, som er registreret i perioden siden 1989.

Prøvetagningsstation

1.4 Vandkemiske og -fysiske forhold

I forbindelse med undersøgelserne i 1989 til 1997 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 1.1, figur 1.2, bilag 1.3. og bilag 1.4.

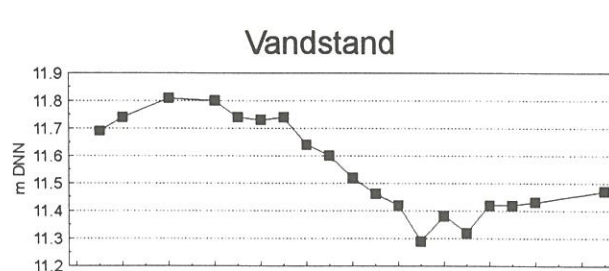
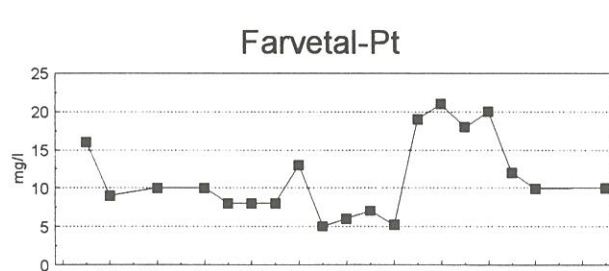
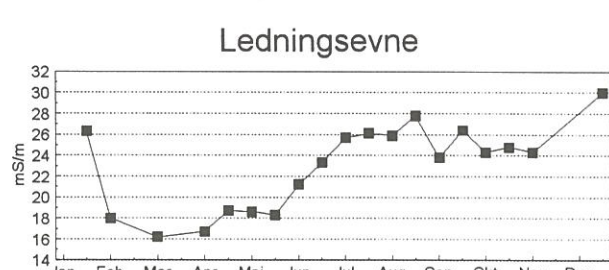
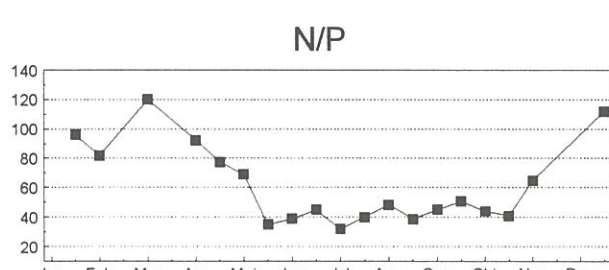
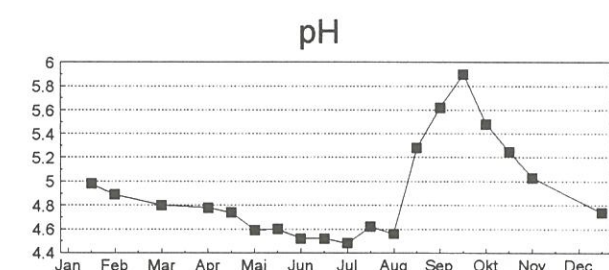
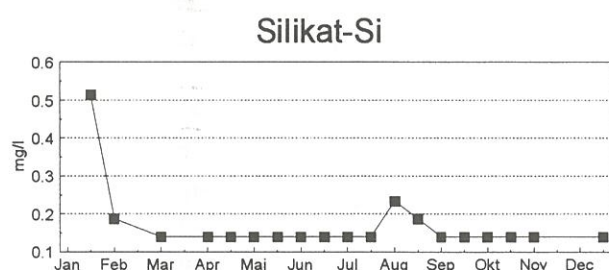
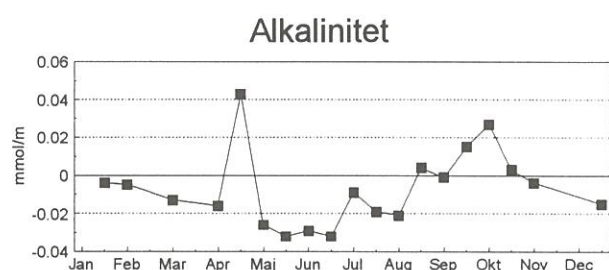
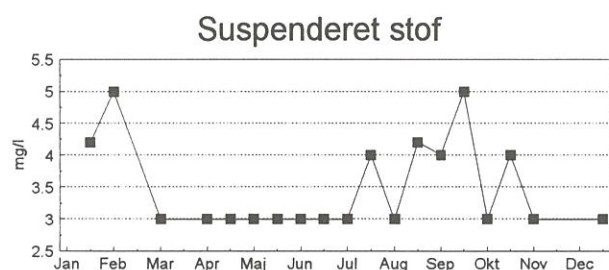
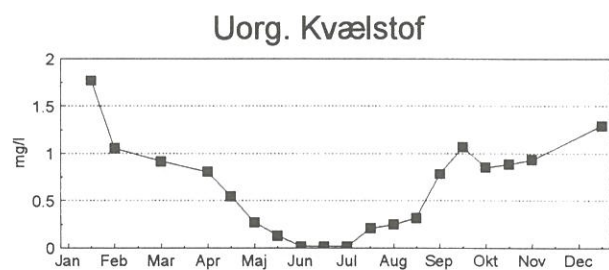
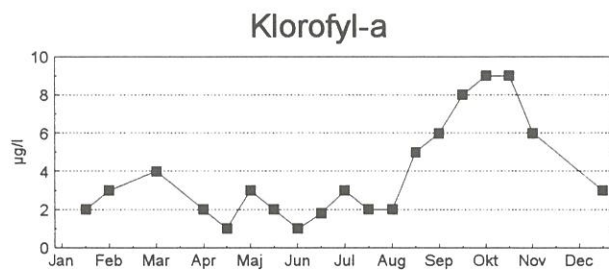
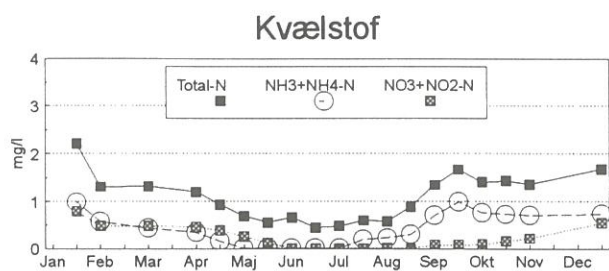
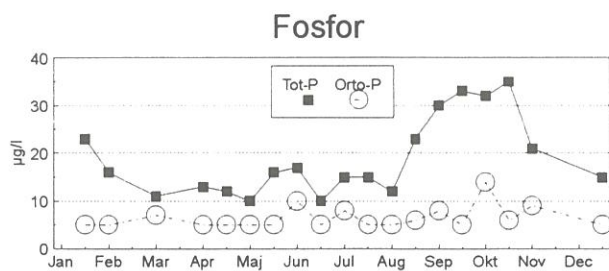


Fig. 1.1. Fysiske og vandkemiske målinger i Holm Sø 1997.

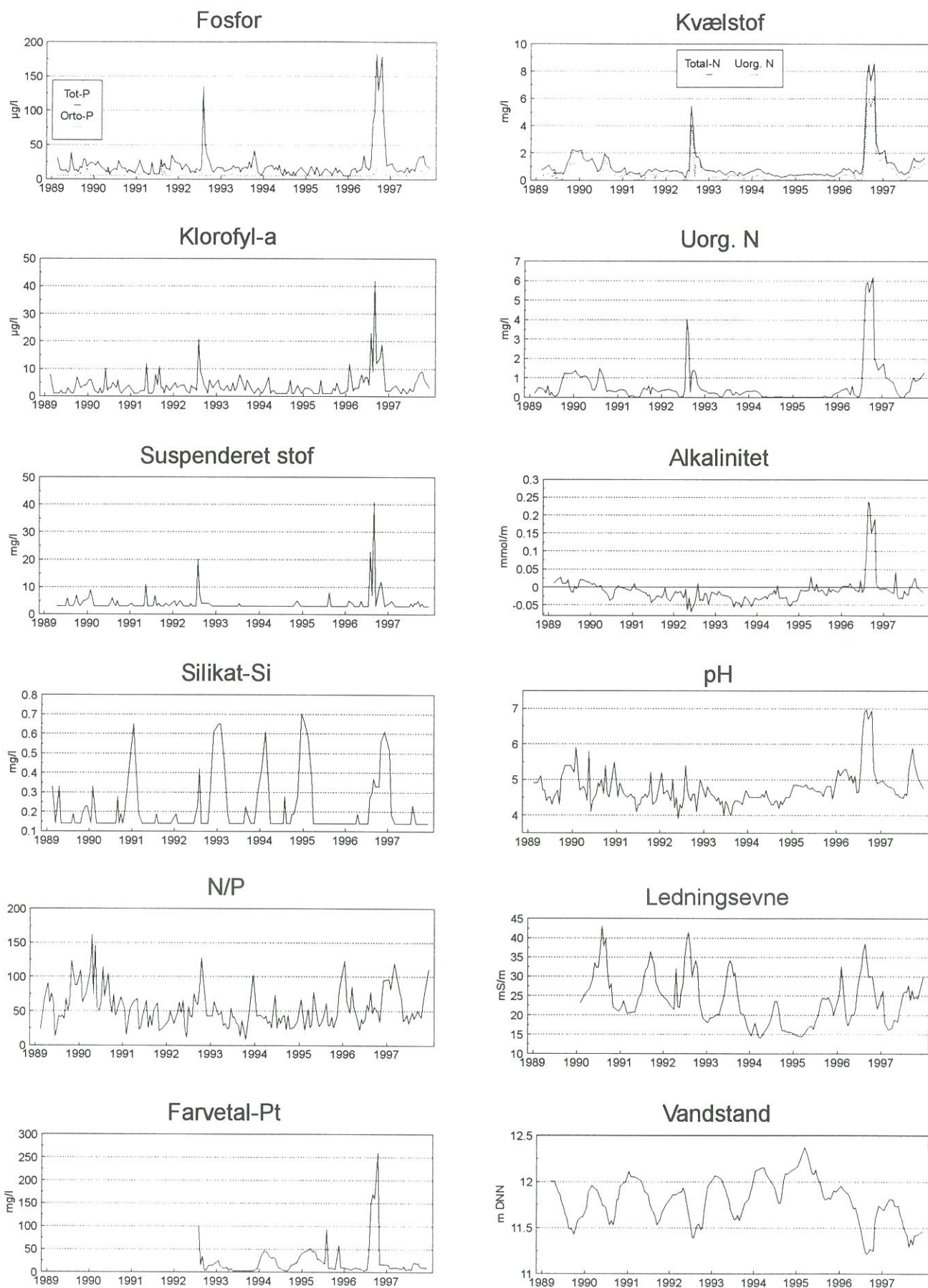


Fig. 1.2. Fysiske og vandkemiske målinger i Holm Sø 1989-1997.

1997

Vandstanden faldt i sensommeren til et meget lavt niveau, som dog ikke var lavere end i rekordåret 1996. Vandstandsfaldet resulterede i en relativ betydelig opkoncentrering af kvælstof og fosfor. Af denne årsag har der været en stigning i fotosynteseaktiviteten, som resulterede i en sideløbende pH-stigning. Der var sigt til bund ved alle tilsyn.

Udvikling 1989-1997

I perioden 1989-1997 har der ikke været en signifikant udvikling ($p < 0,05$) i de vandkemiske parametre. Resultaterne fra en statistisk analyse fremgår af bilag 1.3 og 1.4.

1.5 Plante- og dyreplankton

Rådata

Rådata fra undersøgelsen af plante- og dyreplankton i Holm Sø fremgår af bilagsrapporten "Holm Sø 1997 Plante- og dyreplankton."

1997

Planteplankton

Biomassen af de enkelte algegrupper og planteplanktons procentvise sammensætning i løbet af året fremgår af figur 1.3. Den totale planteplanktonbiomasse varierede mellem $0,02 \text{ mm}^3/\text{l}$ i januar og $2,2 \text{ mm}^3/\text{l}$ i maj. Den gennemsnitlige biomasse fra perioden januar-november var $0,37 \text{ mm}^3/\text{l}$ og fra sommerperioden (maj-september) $0,50 \text{ mm}^3/\text{l}$. Grønalger udgjorde 70% af den gennemsnitlige biomasse fra januar-november og 94% i sommerperioden.

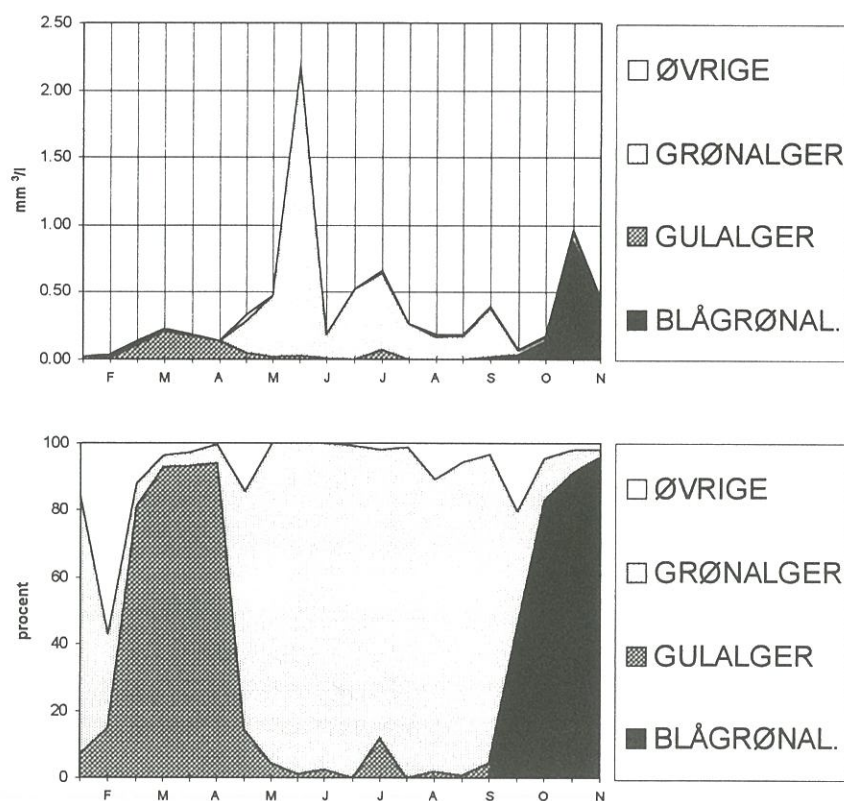
Planteplanktonbiomassen udviklede ét større og fire mindre maksima i løbet af året: I marts et lille maksimum på $0,23 \text{ mm}^3/\text{l}$ domineret af gualger (93%); i maj årsmaksimum på $2,2 \text{ mm}^3/\text{l}$ domineret af grøn timer (99%); i juli ét på $0,66 \text{ mm}^3/\text{l}$ og i september ét på $0,40 \text{ mm}^3/\text{l}$, begge domineret af grøn timer (86% og 92%). Derudover var der et maksimum i oktober på $0,96 \text{ mm}^3/\text{l}$ domineret af picoplanktiske blågrønalger (91%).

I lighed med tidligere år var planteplanktonsamfundet i 1997 ekstremt artsfattigt. Der blev i alt fundet 43 arter/identifikationsgrupper. Heraf var de 10 fra næringskrævende grupper: 4 blågrønalger, 1 centrisk kiselalge, 4 chlorococcale grøn timer og 1 øjealge. Af arter fra surt og næringsfattigt vand blev der fundet 24: 4 furealger, 6 gualger, 3 pennate kiselalger samt 11 koblingsalger.

Der blev optalt 26 forskellige arter/identifikationsgrupper. Heraf udgjorde 5 arter/identifikationsgrupper 85% af den gennemsnitlige biomasse (januar-november): den trådformede koblingsalge *Mougeotia* spp. (53%), den picoplanktiske blågrønalge *Synechococcus elongatus* (17%), den mixotrofe gualgeflagellat *Ochromonas* spp. (7%), den kolonidannende chlorococcale grøn timer *Botryococcus* spp. (4%) og den trådformede grøn timer *Oedogonium* spp. diam. $> 10 \mu\text{m}$ (4%).

I sommerperioden (maj-september) udgjorde *Mougeotia* spp., *Botryococcus* spp., den volvocale grøn timer *Chlamydomonas* spp. diam. $5-10 \mu\text{m}$ og *Oedogonium* spp. diam. $> 10 \mu\text{m}$ tilsammen 91% af den gennemsnitlige biomasse.

Grønalger dominerede i én lang sammenhængende periode fra sidst i april til og med først i september (71-99%). De udgjorde 70% af den gennemsnitlige biomasse fra januar-november og 94% af den gennemsnitlige sommerbiomasse og havde fire maksima: sidst i april (0,24 mm³/l), sidst i maj (2,2 mm³/l), midt i juli (0,57 mm³/l) og først i september (0,36 mm³/l).



Figur 1.3. Holm Sø 1997. Planteplanktonbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper.

De kvantitativt vigtigste grupper af grønalg var store epifytiske trådformer fra bundvegetationen, der ved vindens påvirkning hvirvles op i vandmassen. Af disse var koblingsalgen *Mougeotia* spp. langt den vigtigste, idet den udgjorde 53% af den gennemsnitlige planteplanktonbiomasse fra januar-november og 77% i sommerperioden.

Sammenligning med
 planteplanktonsamfundet
 1989-96

Figur 1.4 viser planteplanktons biomasse og procentvise sammensætning som gennemsnit fra sommerperioden (maj-september) 1989-97.

Den gennemsnitlige biomasse fra sommerperioden (maj-september) har i alle år 1989-97 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.

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

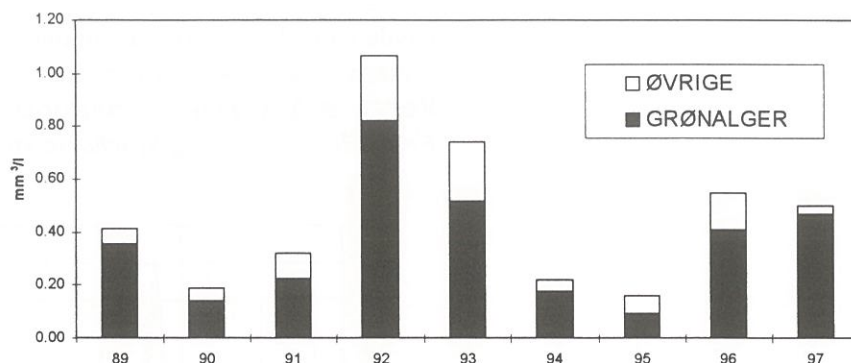


Fig. 1.4. Holm Sø 1989-1997. Planteplanktonbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper. Tidsvægtede gennemsnit fra sommerperioden (maj-september).

Biomasse

Dyreplankton

Biomassen af de enkelte dyreplanktongrupper og dyreplanktons procentvise sammensætning i løbet af året fremgår af figur 1.5.

På grund af lav vandstand blev der ikke taget dyreplanktonprøver den 21. august og den 3. september.

Dyreplanktonbiomassen varierede mellem 0,17 mg våd vægt/l i juni og 4,1 mg/l i maj. Den gennemsnitlige biomasse var 0,78 mg/l i perioden februar-november og 0,84 i sommerperioden (maj-september).

Dyreplanktonbiomassen havde et højt, men kortvarigt maksimum sidst i maj (4,1 mg/l), der blev efterfulgt af en meget lav biomasse i juni-juli (0,2-0,3 mg/l). Resten af året lå biomassen på et niveau på 0,4-1,1 mg/l, bortset fra november (0,2 mg/l). Årsmaksimum var domineret af den lille cladocér *Bosmina longispina*, der her udgjorde 85% af den totale biomasse.

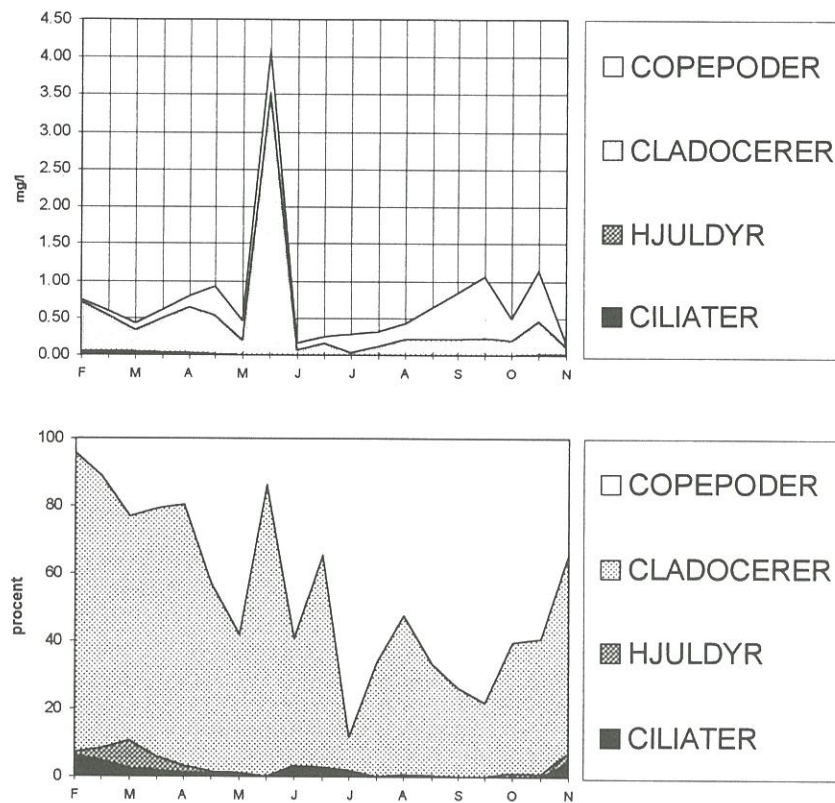
De vigtigste dyreplanktongrupper i Holm Sø 1997 var, i lighed med de foregående år, cladocerer og copepoder. De udgjorde henholdsvis 57% og 41% af den gennemsnitlige biomasse i perioden februar-november og næsten tilsvarende i sommerperioden. Ciliater og rotatorier udgjorde kun 0-1%. Cladocerer dominerede februar-april, sidst i maj, sidst i juni samt i november, hvor de udgjorde 56-88% af den totale biomasse. Copepoder dominerede resten af året med 52-88%.

Artssammensætning

Der blev i alt observeret 48 arter/slægter af ciliater, rotatorier og krebsdyr i Holm Sø 1997. Dyreplanktonsamfundet var således mere artsrigt i 1997 end i 1996, hvor der kun blev fundet 32 arter.

Der blev identificeret 3 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 havde maksimum i februar (0,05 mg/l), hvor *Strombidium/Strombilidium* spp. udgjorde 6% af den totale biomasse. Resten af året udgjorde ciliater 0-4%.

Rotatorier var den artsrigeste dyregruppe med 23 fundne arter, men de havde ringe kvantitativ betydning. De havde et beskedent årsmaksimum i marts (0,04 mg/l), hvor de udgjorde 8% af den totale biomasse. Resten af året udgjorde rotatorier 0-3%. De vigtigste rotatorier var *Keratella serrulata* og *Synchaeta* spp., der især fandtes vinter og forår.



Figur 1.5. Holm Sø 1997. Dyreplanktonbiomasse (mg våd vægt/l) og procentvis fordeling på hovedgrupper.

Der blev fundet 16 arter af cladocerer. De havde et markant maksimum sidst i maj (3,5 mg/l), hvor de udgjorde 86% af årsmaksimum. Cladocerer dominerede dyreplanktonsamfundet i februar-april, sidst i maj, sidst i juni samt i november (56-88%) og udgjorde 10-47% resten af året.

Selv om der fandtes relativt mange cladocér-arter i Holm Sø i 1997, var det en enkelt art, *Bosmina longispina*, der fuldstændigt dominerede cladocér-biomassen hele året, bortset fra en kort periode midt på sommeren. I juli-august fandtes et mere diversitært cladocér-samfund bestående af *Alonopsis elongata*, *Bosmina longirostris*, *Bosmina longispina* og *Acantholeberis curvirostris*. I perioden februar-marts udgjorde *Bosmina longispina* 91% af den gennemsnitlige cladocér-biomasse.

Flere arter af cladocerer, der typisk er knyttet til rene eller svagt eutrofe søer, fandtes hyppigt i sommerprøverne, f.eks. *Acantholeberis curvirostris*, *Alonopsis elongata* og *Rhynchotalone falcata*.

Der blev fundet 6 arter af copepoder, heraf 1 calanoid, 4 cyclopoide og 1 harpacticoid. De havde maksimum i september (0,8 mg/l), hvor de udgjorde 78% af den totale biomasse. Copepoder dominerede en kort periode i maj og i juni samt i juli-oktober (52-88%) og udgjorde 5-43% resten af året.

Copepodbiomassen var hele året, bortset fra marts måned, fuldstændigt domineret af *Eudiaptomus gracilis*, og alle stadier (nauplier, copepoditer og voksne) fandtes hele året. I perioden februar-november udgjorde *Eudiaptomus gracilis* nauplier, copepoditer og voksne henholdsvis 11%, 68% og 16% af den gennemsnitlige copepodbiomasse.

Cyclopoide nauplier og copepoditer fandtes hele året, men var uden kvantitativ betydning, undtagen i marts måned, hvor de tilsammen udgjorde 50% af copepodbiomassen. Voksne individer af *Cyclops strenuus* og *Cyclops vicinus* blev kun registreret på en enkelt dato.

Dyreplanktons potentielle fødeoptagelse

Den potentielle fødeoptagelse varierede mellem 8 $\mu\text{g C/l/d}$ i juni og 190 $\mu\text{g C/l/d}$ sidst i maj. Den vægtede gennemsnitlige fødeoptagelse var 34 $\mu\text{g C/l/d}$ både i perioden februar-november og i sommerperioden. Cladocerer stod for den største del af den gennemsnitlige fødeoptagelse (65% i februar-november og 70% i sommerperioden). De dominerede fødeoptagelsen hele året undtagen på 3 datoer i sommerperioden.

Copepoder, ciliater og rotatorier stod for henholdsvis 23%, 10% og 2% af den gennemsnitlige fødeoptagelse i perioden februar-november. Copepoder dominerede fødeoptagelsen på en enkelt dato i juli og i september (60-64%) og stod for 1-9% i februar-april samt sidst i maj og 14-49% resten af året. Ciliater havde størst betydning i februar-marts, juni-juli samt i november (23-43%) og bidrog kun med 0-13% resten af året. Rotatorier havde stort set ingen betydning for fødeoptagelsen (14% i marts og 0-4% resten af året).

Den markante opvækst af planteplankton fra april til maj gav fødegrundlag for dyreplankton, således at maksimum for fødeoptagelsen (190 $\mu\text{g C/l/d}$) kom sidst i maj. På dette tidspunkt var planteplanktons biomasse 241 $\mu\text{g C/l}$, og således kun lidt større end den daglige fødeoptagelse for dyreplankton. Ved det næste tilsyn havde græsningen været så effektiv, at biomassen af planteplankton var reduceret med mere end en faktor 10 (20 $\mu\text{g C/l}$).

Sammenligning med dyreplanktonsamfundet i 1989-96

Dyreplanktons biomasse og gruppernes procentvise fordeling som gennemsnit i sommerperioden (maj-september) for årene 1989-97 ses af figur 1.6.

Da undersøgelsesperioden har varieret en del fra år til år, er de gennemsnitsværdier, der refereres til i det følgende, udelukkende fra sommerperioden, maj-september.

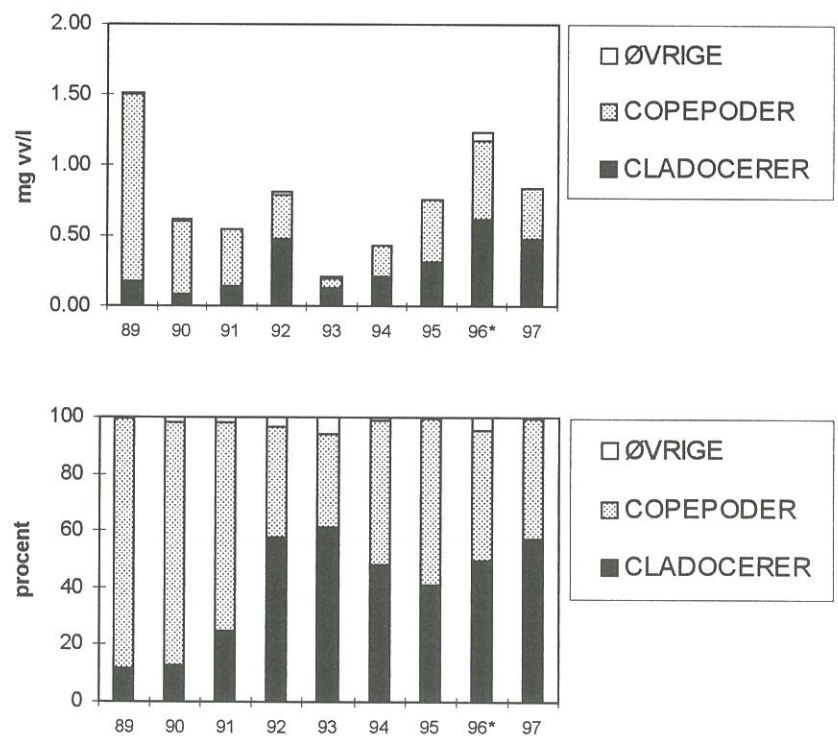
Den gennemsnitlige dyreplanktonbiomasse var størst i 1989 (1,5 mg/l) og lavest i 1993 (0,2 mg/l).

Copepoder dominerede dyreplanktonsamfundet i 1989-91 med 74-88% af den gennemsnitlige biomasse, og cladocerer udgjorde kun 12-25%. Fra 1992 har cladocernerne fået større betydning. I 1992-97 udgjorde de 41-61% af copepoderne 33-59%.

Dyreplanktonsamfundet har i hele undersøgelsesperioden været domineret af de samme arter: den calanoide copepod *Eudiaptomus gracilis* og cladoceren *Bosmina longispina*.

Rotatorier har haft ringe betydning i Holm Sø. I 1992 udgjorde de 2% af den gennemsnitlige biomasse og under 1% de øvrige år. *Keratella serrulata*, der ofte findes i renere søer, var alle år en af de vigtigste rotatorier.

Ciliater havde størst betydning i 1993, hvor de (især *Strombidi-um/Strombilidium* spp.) udgjorde 5% af den gennemsnitlige biomasse. De øvrige år udgjorde ciliater 0-2%.



Figur 1.6. Holm Sø 1997. Dyreplanktonbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper 1989-97. Gennemsnit for sommerperioden maj-september. * I 1996 blev der ikke udtaget prøver i august-oktober p.g.a. for lav vandstand.

Næringssaltbelastning

Plankton

Vegetation

Vandstand

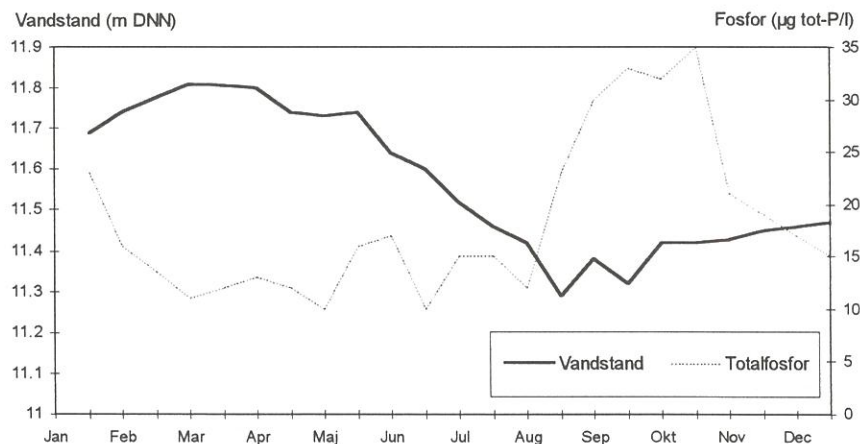
1.6 Samlet vurdering af tilstanden

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.

De lave koncentrationer af næringssalte har i alle undersøgelsesårene resulteret i en meget begrænset vækst af planteplankton. Grønalger har domineret i alle årene siden 1989. P.g.a. det ringe fødegrundlag registreres der ligeledes kun små mængder dyreplankton i Holm Sø. I korte perioder er den potentielle fødeoptagelse dog så relativt stor, at græsningen skønnes at have en væsentlig betydning for biomassen af planteplankton. Samfundet af dyreplankton har i alle årene været domineret af copepoder og cladocerer.

Holm Sø er en lobelie-sø med udbredte bevoksninger af især *strandbo* og *lobelie*. Derudover findes der *liden siv*, mosser og trådalger i store mængder.

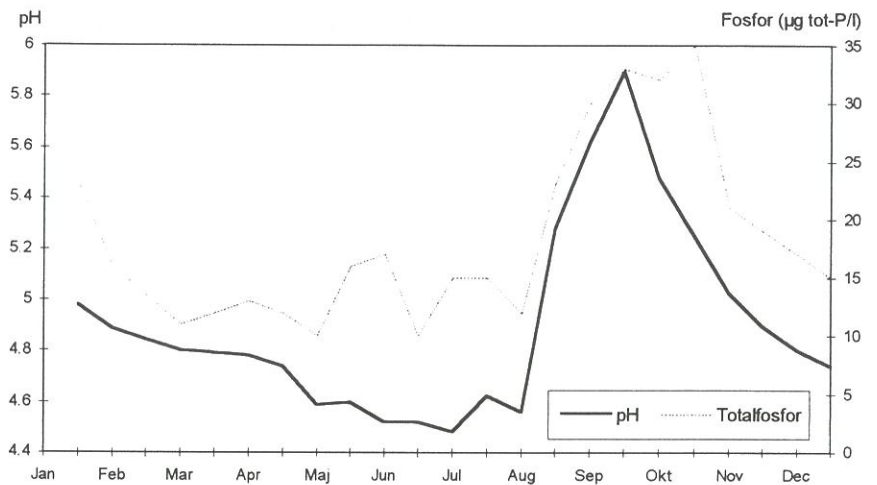
I 1997 blev der ligesom i 1996 registreret en meget lav vandstand i sensommeren. Dette resulterede i en opkoncentrering af næringssalte og en større intern belastning, hvilket fremgår af figur 1.7. I august blev årets minimumsvandstand registreret. Herefter steg koncentrationerne af både fosfor og kvælstof betydeligt, med det resultat, at klorofylkoncentrationen også steg.



Figur 1.7. Relation mellem vandstand og koncentrationen af total-fosfor i Holm Sø, 1997.

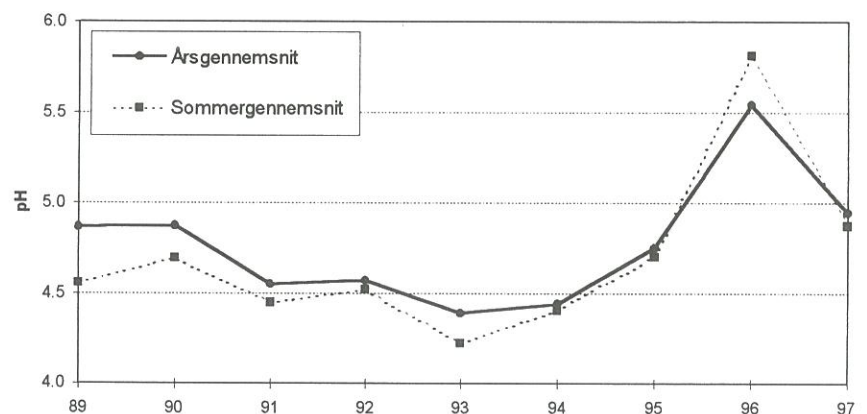
pH

Den større tilgængelighed af næringssalte resulterede i en forøget fotosynteseaktivitet, som afspejles i en pH-stigning, hvilket fremgår af figur 1.8.



Figur 1.8. Relation mellem total-fosfor og pH i Holm Sø, 1997.

Holm Sø er en hedesø, som af naturlige årsager er survandet. Der er ikke tegn på, at søen har undergået en forsurening i overvågningsperioden siden 1989, se figur 1.9. P.g.a. lav vandstand i 1997 og især i 1996 har der tværtimod været tale om en ph-stigning.



Figur 1.9. Surhedsgraden i Holm Sø fra 1989 til 1997 (tidsvægtede gennemsnit).

Målsætning

Det antages, at de biologiske forhold, surhedsgraden og koncentrationerne af næringssalte er meget tæt på den naturlige baggrundstilstand. Det kan således konstateres, at søen målsætning "A-naturvidenskabeligt interesseområde", er opfyldt.

2.0 Kvie Sø

2.1 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 2.1.

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

Tabel 2.1. Arealudnyttelsen i det hydrologiske opland til Kvie Sø.

Tilløb og afløb

Kvie Sø har ingen overfladiske tilløb. Der er afløb i nordenden. Afløbet var ikke vandførende i 1997.

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.

2.2 Morfologiske og hydrologiske forhold

Morfologi

De morfometriske data fremgår af tabel 2.2.

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

Tabel 2.2. Morfometriske data for Kvie Sø opmålt i foråret 1986.

2.3 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 1997 fra et maksimum på 25,36 m DNN i marts til et minimum på 25,07 m DNN i august.

Vandbalance

Vandbalancen for Holm Sø fremgår af tabel 2.3. Da der ikke er overfladiske tilløb til Kvie Sø, er vandbalancen behæftet med en betydelig usikkerhed.

	Ind- pumpning	Umålt opland	Nedbør	For- dampning	Magasin ændring	Udsivning
jan		8.6	2.8	0.2	9.0	2.2
feb	3.0	7.9	29.3	3.1	24.0	13.2
mar	4.0	8.1	13.7	7.8	15.0	3.0
apr	4.0	7.1	12.7	18.5	-6.0	11.2
maj	4.0	6.8	25.1	24.1	9.0	2.8
jun	3.0	5.7	12.0	33.5	-33.0	20.2
jul		5.3	31.2	33.1	-24.0	27.3
aug		5.5	22.9	30.8	-24.0	21.5
sep		5.7	18.0	14.2	3.0	6.5
okt		6.3	35.0	5.4	18.0	17.9
nov		9.8	12.0	1.8	9.0	11.0
dec		10.6	25.1	0.9	18.0	16.8
Total	18	88	240	174	18	154

Tabel 2.3. Vandbalance for Kvie Sø 1997. Alle tal er i enheden 1000 m³.

Hydraulisk opholdstid

Den hydrauliske opholdstid kan beregnes på baggrund af den udsivede mængde vand, og vil således for 1997 blive 2,4 år.

Næringssaltbalance

Næringssaltbalancen for Kvie Sø i 1997 fremgår af tabel 2.4. 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	333	3.5
Boringsvand	62	0.1
Tilførsel fra badning	10	1.0
Total tilførsel	856	9.2
Udsivning	181	13.2
Retention	674	-4.1

Tabel 2.4. Næringssaltbalance (kg) for Kvie Sø 1997.

En meget stor andel (79 %) 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.

2.4 Vandkemiske og -fysiske forhold

Prøvetagningsstation

I forbindelse med undersøgelserne i 1989 til 1997 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 2.1, figur 2.2, bilag 2.3. og bilag 2.4.

1997

Koncentrationen af suspenderet stof har en faldende tendens indtil juni, hvor årets største sigtddybde registreres (sigt til bund, 2,4 m). Koncentrationen af klorofyl-a og næringssalte har ligeledes en faldende tendens i denne periode. Herefter falder vandstanden, mens farvetallet og koncentrationen af klorofyl-a stiger. Det giver dårlig sigtddybde henover sommeren (< 1m). Fra oktober og året ud opnås der igen god sigtddybde (omkring 2 m), hvilket hænger sammen med en reduceret klorofyl-a koncentration og et mindre farvetal.

Udvikling 1989-1997

I perioden 1989-1997 har der været en signifikant stigning ($p < 0,05$) for årsgennemsnittet af pH ($p = 0,001$), alkalinitet ($p = 0,016$), og sigtddybde (0,047), mens der har været et fald i koncentrationen af suspenderet stof ($p = 0,006$). Med hensyn til sommergennemsnittene har der været en signifikant stigning i pH ($p = 0,002$) og et fald i koncentrationen af suspenderet stof ($p = 0,005$).

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.

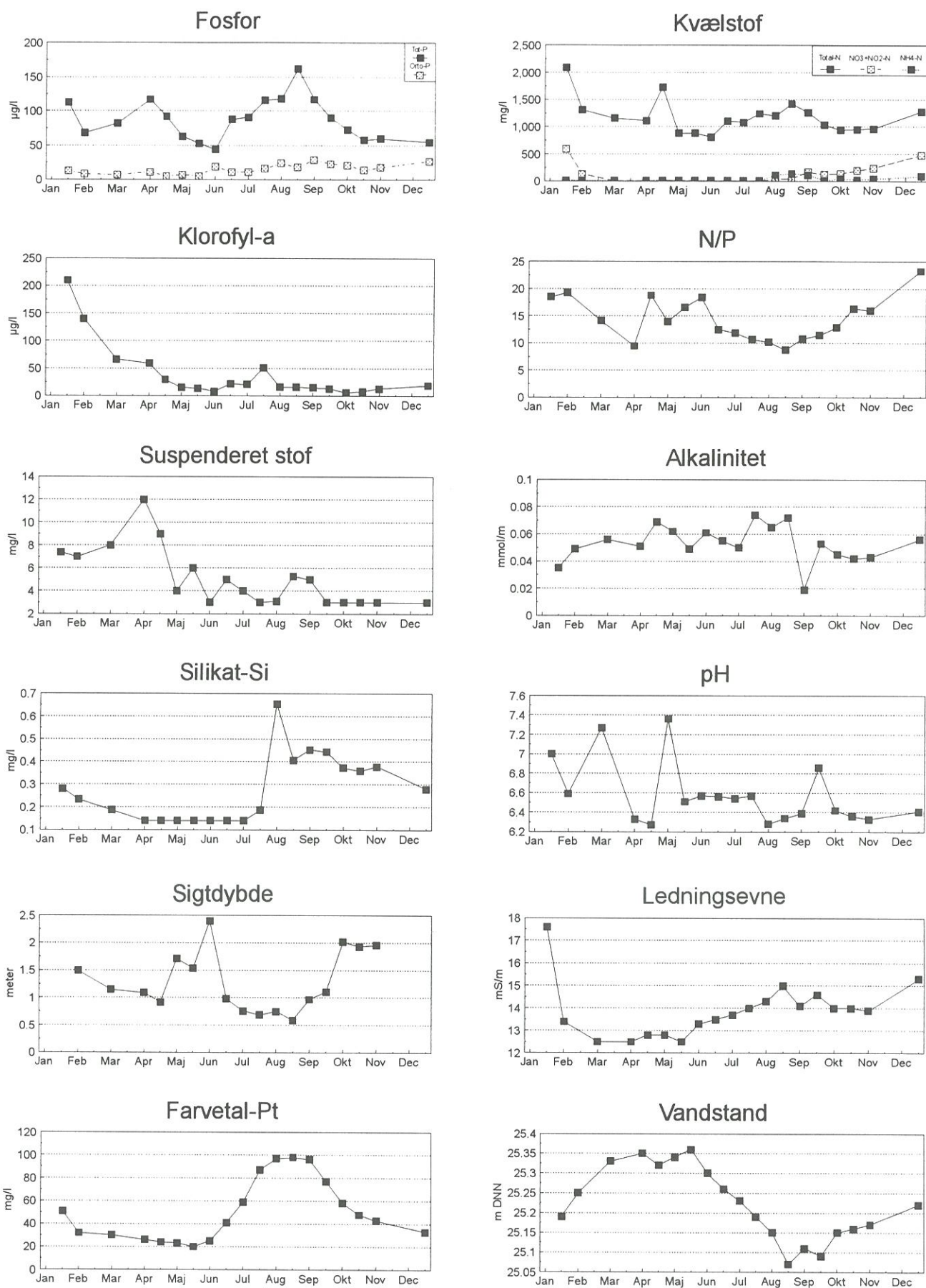


Fig. 2.1. Fysiske og vandkemiske målinger i Kvie Sø 1997

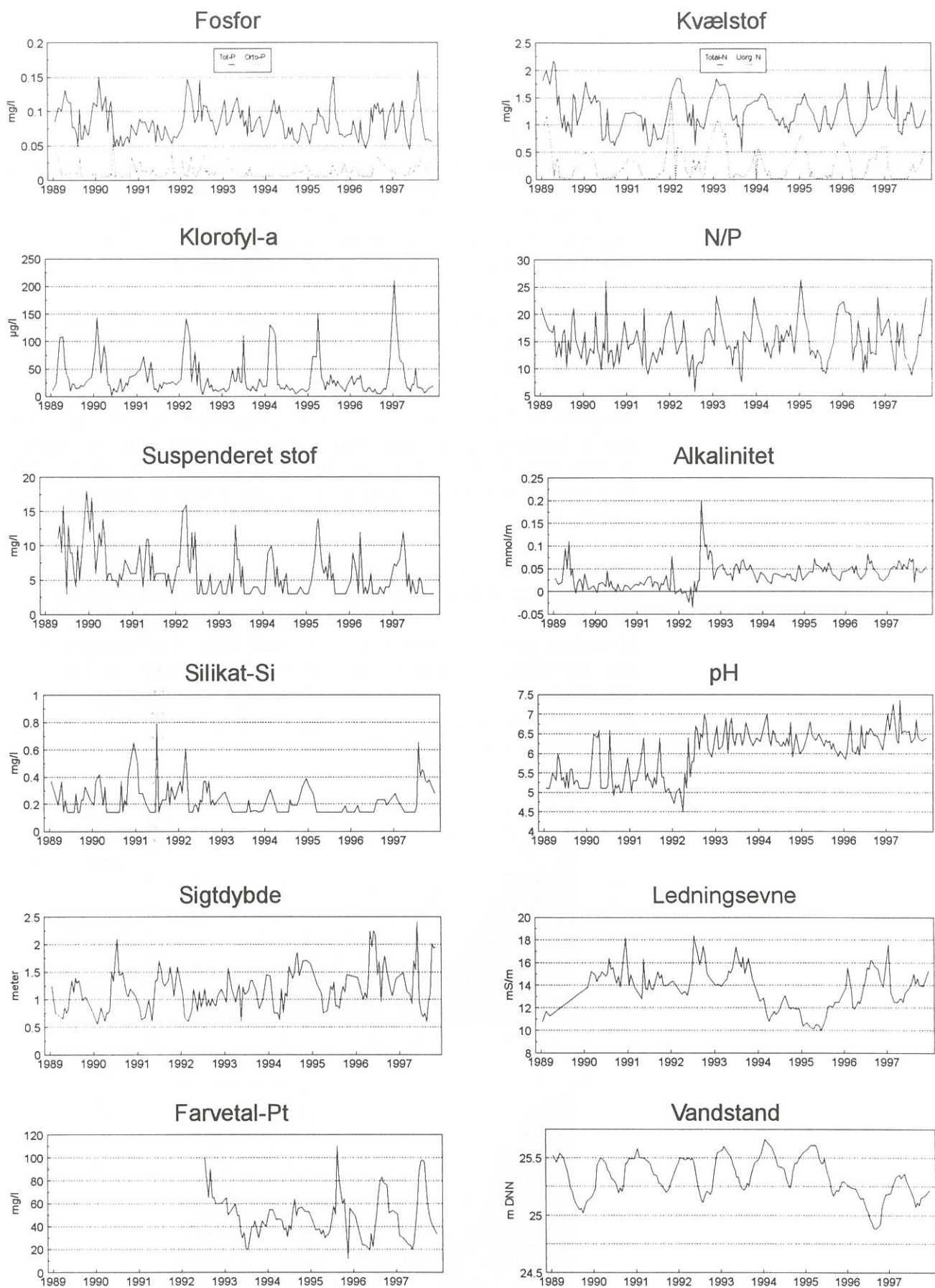


Fig. 2.2. Fysiske og vandkemiske målinger i Kvie Sø 1989 til 1997.

2.5 Plante- og dyreplankton

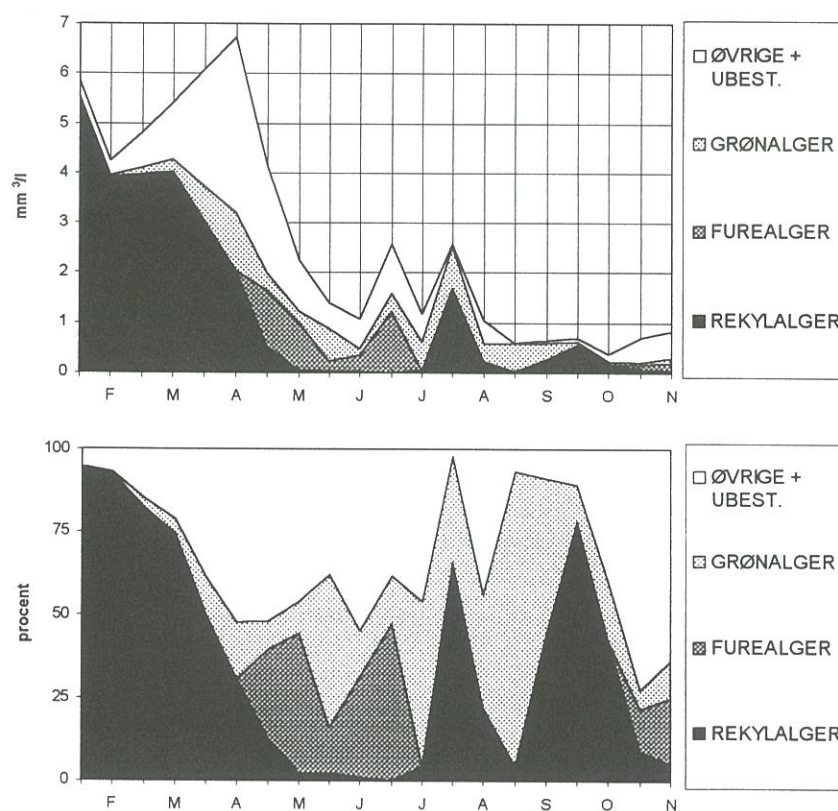
Rådata fra undersøgelsen af plante- og dyreplankton i Kvie Sø fremgår af bilagsrapporten "Kvie Sø 1997 Plante- og dyreplankton."

Planteplankton

Biomassen af de enkelte algegrupper samt deres procentvise andele af den totale biomasse ses af figur 2.3. Den totale planteplanktonbiomasse i Kvie Sø 1997 varierede mellem 0,38 mm³/l i oktober og 6,7 mm³/l i begyndelsen af april. Gennemsnit for perioden januar-oktober var 2,7 mm³/l og 1,4 mm³/l for sommerperioden maj-september.

I 1997 var planteplanktons biomasse generelt højere og udviklede højere maksima end i 1996. Der fandtes 4 markante maksima med forskellig algesammensætning i årets løb: ét i januar (5,9 mm³/l), der næsten udelukkende bestod af rekyalger, ét tidligt i april (6,7 mm³/l) bestående af små flagellater (5-10 µm) og rekyalger, ét sidst i juni (2,6 mm³/l) bestående af furealger og gulalger og ét sidst i juli, der bestod af rekyalger og grønalger. Fra midt i august og resten af året var biomassen relativ lav (0,4-0,8 mm³/l) og bestod især af rekyalger eller små flagellater (<5 µm).

Rekyalger dominerede den gennemsnitlige biomasse i perioden januar-oktober i kraft af meget høje værdier i årets første måneder og udgjorde 49% af den totale gennemsnitlige biomasse. Næstvigtigste gruppe var ubestemte arter (især små flagellater) med 21%. I sommerperioden, maj-september, fandtes et divers plantepanktonsamfund, der bestod af grønalger (gns. 26%) samt flere forskellige flagellatgrupper, hvor furealger, rekyalger og gulalger udgjorde henholdsvis 21%, 19% og 14% af den gennemsnitlige biomasse.



Figur 2.3. Kvie Sø 1997. Planteplanktonbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper.

Der blev i alt fundet 84 arter/slægter i Kvie Sø 1997, hvilket er på samme niveau som året før.

36 arter/slægter tilhørte grupper, der er karakteristiske for næringsrige søer: 5 blågrønalger, 1 centriske kiselalge og 30 chlorococcale grønalger. 26 arter/slægter tilhørte grupper med hovedudbredelse i rene til svagt næringspåvirkede søer: 7 furealger, 7 gulalger, 2 gulgrønalger og 10 koblingsalger (*Zygnematales*).

Der blev i alt optalt 33 forskellige arter/slægter/grupper, hvoraf den vigtigste var *Cryptomonas* spp. ($>30\text{ }\mu\text{m}$), der udgjorde 48% af den gennemsnitlige biomasse i perioden januar-oktober. Næstvigtigst var ubestemte flagellater ($5\text{-}10\text{ }\mu\text{m}$) med 12%. I sommerperioden, maj-september, var billedet anderledes. Her bidrog mange arter næsten ligeligt til den gennemsnitlige biomasse: *Cryptomonas* spp. ($>30\text{ }\mu\text{m}$) 15%, *Peridinium inconspicuum* 10%, små nøgne furealger (*Dinophyceae* spp. $15\text{-}20\text{ }\mu\text{m}$) 8%, *Uroglena* spp. 8%, ubestemte flagellater ($<5\text{ }\mu\text{m}$) 6%, ubestemte flagellater ($5\text{-}10\text{ }\mu\text{m}$) 5% og *Chroococcales* spp. (celler $<2\text{ }\mu\text{m}$) 5%.

Blågrønalger fandtes i målelige mængder fra sidst i april til midt i juni, en enkelt dato i august samt sidst i oktober og november. De havde maksimum sidst i april ($0,7\text{ mm}^3/\text{l}$), hvor de udgjorde 16% af den totale biomasse, men havde størst relativ betydning sidst i maj (23%). I forårsperioden bestod blågrønalgebiomassen af bittesmå, blågrønalge-lignende celler (*Chroococcales* spp. (celler $<2\text{ }\mu\text{m}$)) og i efteråret især af *Synechococcus* spp.

Rekylalger fandtes hele året og opnåede høje biomasseværdier først på året med maksima i januar ($5,5\text{ mm}^3/\text{l}$) og marts ($4,0\text{ mm}^3/\text{l}$). De dominerede fuldstændigt planteplanktonsamfundet i januar-marts (74-94%), sidst i juli (66%) samt fra midt i september til midt i oktober (43-78%). Resten af året udgjorde de 0-30% af den totale biomasse. Rekylalgebiomassen bestod næsten udelukkende af *Cryptomonas* spp. (især store arter $>30\text{ }\mu\text{m}$).

Furealger havde kvantitativ betydning fra sidst i april til sidst i juni samt i november, hvor de udgjorde 10-42% af den totale biomasse. Maksima fandtes sidst i april ($1,1\text{ mm}^3/\text{l}$) og sidst i juni ($1,2\text{ mm}^3/\text{l}$). I juni var den vigtigste furealge en lille, panserklædt art, *Peridinium inconspicuum*, hvorimod furealgebiomassen forår og efterår bestod af små nøgne furealger (*Dinophyceae* (athekate) $<10\text{ }\mu\text{m}$, $10\text{-}15\text{ }\mu\text{m}$ og $15\text{-}20\text{ }\mu\text{m}$).

Gulalger udgjorde 3-12% af den totale biomasse i en kort periode i foråret og 31-44% i forsommeren. De havde maksimum sidst i juni ($0,8\text{ mm}^3/\text{l}$). Gulalgebiomassen bestod i foråret af *Dinobryon* spp., i juni af *Uroglena* spp. og i begyndelsen af juli af *Dinobryon divergens*.

Kiselalger har normalt ingen kvantitativ betydning i Kvie Sø. I 1997 forekom *Synedra* spp. i mindre mængde i april, hvor den udgjorde 3-9% af den totale biomasse.

Grønalger fandtes hele året og havde 4 markante maksima i løbet af året: ét i begyndelsen af april ($1,2 \text{ mm}^3/\text{l}$), der især bestod af desmidia-céen *Staurodesmus triangularis*, ét sidst i maj ($0,6 \text{ mm}^3/\text{l}$) bestående af de små chlorococcale grønalg *Monoraphidium contortum* og *Chlorella* spp./*Dictyosphaerium subsolitarium*, ét sidst i juli bestående af den volvocale grønalg *Phacotus* spp. samt den chlorococcale grønalg *Monoraphidium minutum* og endelig ét sidst i august, der næsten udelukkende bestod af den chlorococcale grønalg *Sphaerocystis Schroeteri*. Størst relativ betydning havde grønalg sidst i maj samt i juli-august, hvor de udgjorde 32-89% af den totale biomasse. Resten af året udgjorde de 0-18%.

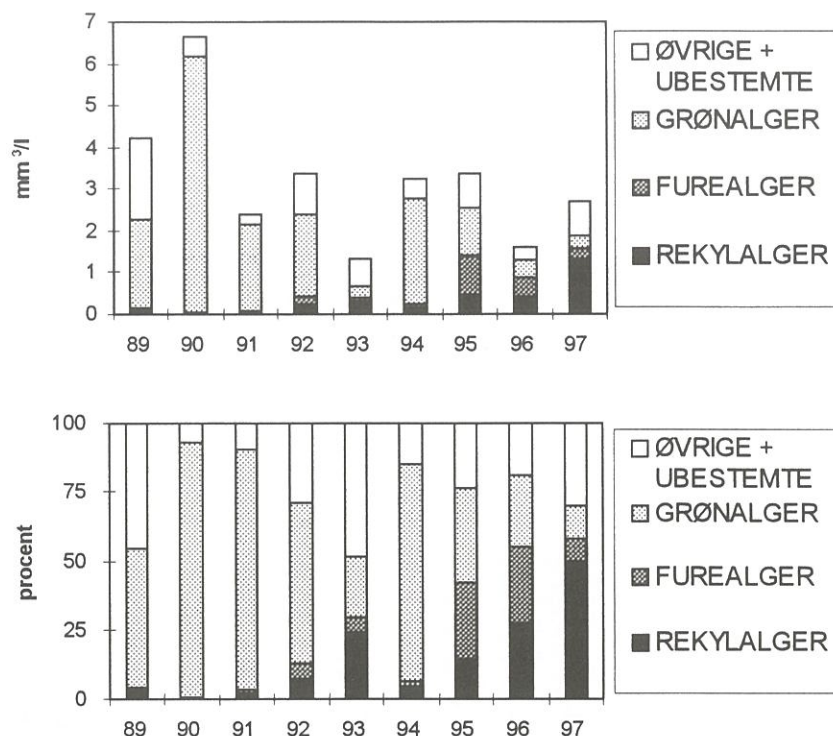
Små ubestemte flagellater ($<5 \mu\text{m}$ og $5-10 \mu\text{m}$) udgjorde i foråret og efteråret samt på en enkelt dato i august en betydelig del af den totale biomasse (17-56%).

Sammenligning med planteplanktonsamfundet 1989-96

Planteplanktons biomasse og procentvis sammensætning som gennemsnit for perioden januar-oktober fra årene 1989-97 ses af figur 2.4.

I Kvie Sø har meget høje årsmaksima flere år forekommet vinter og forår inden maj måned. I det følgende refererer gennemsnit derfor til perioden januar-oktober, hvis ikke andet er angivet. Det skal dog bemærkes, at prøvetagningen i 1989 først begyndte i april, så værdier fra dette år ikke er direkte sammenlignelige med de øvrige år.

I 1997 var både den gennemsnitlige og den maksimale biomasse højere end i 1996. Den højeste gennemsnitlige biomasse fandtes i 1989-90 ($4,2-6,7 \text{ mm}^3/\text{l}$) og den laveste i 1993 og 1996 ($1,3-1,6 \text{ mm}^3/\text{l}$). De øvrige år var den $2,4-3,4 \text{ mm}^3/\text{l}$. I sommerperioden så billedet lidt anderledes ud. Undersøgelsesperiodens laveste sommergennemsnit fandtes i 1996, og for årene 1990-97 var sommergennemsnittene generelt lavere og udsvingene mindre end for perioden januar-oktober (sommer: $1,2-2,7 \text{ mm}^3/\text{l}$, januar-oktober: $1,6-6,7 \text{ mm}^3/\text{l}$). 1989 adskilte sig fra de øvrige år ved en væsentlig højere biomasse i juli-august og som følge heraf et højere sommergennemsnit.



Figur 2.4. Kvie Sø 1997. Planteplanktonbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper i 1989-97. Gennemsnit for den produktive periode (1989: april-oktober, øvrige år: januar-oktober).

I 1989-92 og 1994 dominerede grønalger den gennemsnitlige biomasse (50-92%), men det er bemærkelsesværdigt, at de dominerende grønalgearter skiftede fra år til år. I 1989 dominerede koblingsalgerne *Staurodesmus triangulare* og *Staurodesmus* spp. I 1990-92 var det små chlorococcale grønalger. En ubestemt chlorococcal grønalge med bittesmå halvmåneformede celler ($< 2 \mu\text{m}$) dominerede fuldstændigt i 1990 og var sammen med *Chlorella* spp. vigtigst i 1991. *Monoraphidium cornutum* var den vigtigste grønalge i 1992. I 1994 dominerede den ulotrichale grønalge *Koliella* spp. fuldstændigt den gennemsnitlige grønalgebiomasse.

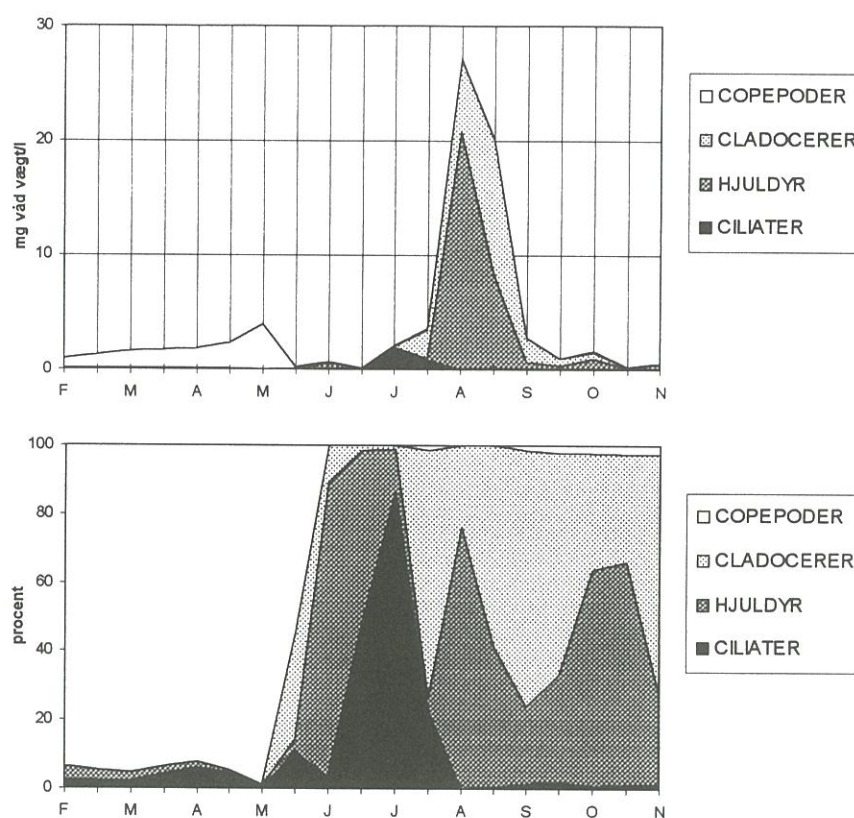
I 1993 og 1995-97 udgjorde de ubevægelige grønalger kun 22-34% af den gennemsnitlige biomasse. I stedet fandtes et flagellatsamfund, der i 1993 var domineret af gulalger og rekyalger, i 1995-96 af furealger og rekyalger og i 1997 af rekyalger og ubestemte flagellater. De dominerende arter var i 1993 små ubestemte gulalger (*Chrysophyceae* spp.) samt *Cryptomonas* spp., i 1995-96 små, nøgne furealger samt *Cryptomonas* spp. og i 1997 *Cryptomonas* spp. samt små ubestemte flagellater ($< 5 \mu\text{m}$ og $5-10 \mu\text{m}$).

Artsantallet var markant højere i perioden 1993-97 (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.

Nygaard-indeks lå på samme niveau, 2-4, i alle 9 undersøgelsesår. Som en grov regel regnes Nygaard-indekset for at være < 1 i oligotrofe søer, 1-3 i mesotrofe søer og > 3 i eurofe søer, jo højere værdi, jo mere næringsrig.

Dyreplankton

Biomassen af de enkelte dyreplanktongrupper og dyreplanktons procentvise sammensætning i løbet af 1997 fremgår af figur 2.5.



Figur 2.5. Kvie Sø 1997. Dyreplanktonbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper.

Den samlede dyreplanktonbiomasse i Kvie Sø 1997 varierede mellem 0,11 mg/l i juni og 27 mg/l i begyndelsen af august. Gennemsnit for perioden februar-oktober var 4,1 mg/l og for sommerperioden, maj-september, 5,9 mg/l.

Dyreplanktons biomasseudvikling var karakteriseret ved en jævnt stigende biomasse fra 1,0 mg/l i februar til forårsmaksimum i maj (4,0 mg/l), meget lav biomasse i juni (0,11-0,64 mg/l) og et meget højt, kortvarigt maksimum i august (20-27 mg/l). I løbet af september faldt biomassen til et niveau på 0,3-1,6 mg/l resten af året. Forårsmaksimum var domineret af copepoditer og voksne individer af copepoden *Cyclops strenuus*. Årsmaksimum bestod næsten udelukkende af rotatorien *Asplanchna priodonta* (75%) samt den lille cladocer *Bosmina longirostris*.

Rotatorier var, i kraft af meget store forekomster af *Asplanchna priodonta* i august måned, som gennemsnit den vigtigste dyregruppe i perioden februar-oktober (44%). Cladocerer og copepoder var de næstvigtigste dyregrupper med henholdsvis 33% og 20%, mens ciliater kun udgjorde 4%. I sommerperioden var de tilsvarende tal: Rotatorier 49%, cladocerer 37%, copepoder 9% og ciliater 4%.

Copepoder dominerede fuldstændigt dyreplanktonsamfundet i februar-maj (54-99%), hvorimod cladocerer og rotatorier dominerede fra sidst i juli og året ud med skiftende dominansforhold mellem de to dyregrupper. I juni og begyndelsen af juli dominerede rotatorier og ciliater dyreplanktonsamfundet.

Artssammensætning

Der blev i alt fundet 44 arter/slægter af ciliater, rotatorier og krebsdyr i Kvie Sø 1997. Dyreplanktonsamfundet var således noget mere artsrigt i 1997 end i 1996, hvor der kun blev fundet 34 arter. Den øgede artsrigdom skyldtes især flere rotatorier og ciliater.

Der blev identificeret 6 taksonomiske grupper af ciliater. Øvrige ubestemte ciliater blev dels opdelt i størrelsesklasser på $<20\text{ }\mu\text{m}$, $20-100\text{ }\mu\text{m}$ og $>100\text{ }\mu\text{m}$ og dels efter form i runde og elliptiske. Ciliater havde et relativt højt maksimum i juli ($1,7\text{ mg/l}$), hvor de (især ubestemte ciliater $20-100\text{ }\mu\text{m}$) udgjorde 87% af den totale biomasse. Ciliater havde størst betydning fra midt i juni til sidst i juli (23-87%). Resten af året udgjorde de kun 0-11% af den totale biomasse. Som gennemsnit var de vigtigste ciliatgrupper ubestemte ciliater $20-100\text{ }\mu\text{m}$, *Askenasia* spp. og *Tintinnider* spp. Ciliater $20-100\text{ }\mu\text{m}$ fandtes hele året, men havde størst betydning i juli måned. *Askenasia* spp. fandtes især i det tidlige forår.

Rotatorier var den artsrigeste dyregruppe med 24 fundne arter/slægter, og de havde, i modsætning til de foregående år, stor betydning i Kvie Sø i 1997. Rotatorier havde et mindre maksimum i begyndelsen af juni ($0,6\text{ mg/l}$) og et meget stort i begyndelsen af august (21 mg/l), hvor de udgjorde henholdsvis 86% og 76% af den totale biomasse. Mens der under det første maksimum fandtes et diversst rotatoriesamfund med flere betydende arter (*Keratella cochlearis tecta*, *Polyarthra vulgaris/dolichoptera*, *Filinia cornuta* og *Conochilus dossuarius*), dominerede *Asplanchna priodonta* fuldstændigt rotatoriebiomassen under årsmaksimum i august og resten af året.

Rotatorier havde stor betydning i juni og august-november, hvor de udgjorde 22-86% af den totale biomasse. Resten af året udgjorde de kun 1-12%. Rotatoriernes biomassegennemsnit domineredes fuldstændigt af *Asplanchna priodonta* (94%), men den fandtes kun i august-november. *Polyarthra vulgaris/dolichoptera* og *Synchaeta* spp. fandtes hele året, men havde størst betydning i juni måned.

Der blev registreret 10 arter af cladocerer, hvilket er det hidtil højeste artsantal. De havde maksimum sidst i august (12 mg/l), hvor de udgjorde 58% af den totale biomasse. Cladocerer havde størst relativ betydning sidst i maj og fra midt i juli og året ud, hvor de udgjorde 24-72% af den totale biomasse. Resten af året udgjorde de kun 0-11%.

Bosmina longirostris dominerede fuldstændig cladocér-biomassen hele året bortset fra april-maj og udgjorde 99% af den gennemsnitlige cladocér-biomasse. *Chydorus sphaericus* var den vigtigste cladocér i april-maj. *Daphnia hyalina*, der var kvantitativt vigtig i efteråret 1996, blev kun registreret på en enkelte dato sidst i maj, og udgjorde her 12% af den totale biomasse.

Der blev fundet 4 arter af copepoder, heraf 1 calanoid og 3 cyclopoide. Copepoder udgjorde kun 9% af den gennemsnitlige biomasse i sommerperioden, maj-september, men dominerede dyreplanktonsamfundet i februar-maj (54-9%). Sommer og efterår udgjorde copepoder kun 0-2% af den totale biomasse.

De cyclopoide copepoder *Cyclops vicinus* og *Cyclops strenuus* dominerede fuldstændigt copepodbiomassen. Cyclopoide copepoditer var den vigtigste copepodgruppe. De udgjorde 21-59% af den totale biomasse i februar-maj. Voksne individer af *Cyclops vicinus* udgjorde 17-29% af den totale biomasse i februar-marts og voksne individer af *Cyclops strenuus* 7-23% i april-maj.

Calanoide copepoder havde næsten ingen kvantitativ betydning. Voksne individer af *Eudiaptomus gracilis* udgjorde 1-7% af den totale biomasse i februar-april samt i juli. Calanoide nauplier og copepoditer blev kun registreret på enkelte datoer i løbet af året.

Potentiel fødeoptagelse

Dyreplanktons potentielle fødeoptagelse varierede mellem 10 $\mu\text{g C/l/døgn}$ i oktober og 979 $\mu\text{g C/l/døgn}$ i juli. Den gennemsnitlige fødeoptagelse for perioden februar-oktober var 182 $\mu\text{g C/l/døgn}$ og for sommerperioden 273 $\mu\text{g C/l/døgn}$. For begge perioder gjaldt det, at ciliater dominerede den gennemsnitlige biomasse med 51% og næstvigtigste gruppe var cladocerer (37-40%). Hjuldyr udgjorde 6% og copepoder 3-6%.

På nær et par enkelte datoer stod ciliater for langt den største del af fødeoptagelsen fra februar til og med juli (45-97%), og cladocerer dominerede resten af året (61-92%) på nær sidst i oktober. Copepoder bidrog med 28-89% fra februar til midt i maj og var uden betydning for fødeoptagelsen resten af året. Hjuldyr dominerede i begyndelsen af juni (78%) og sidst i oktober (57%) og udgjorde resten af året 1-25%.

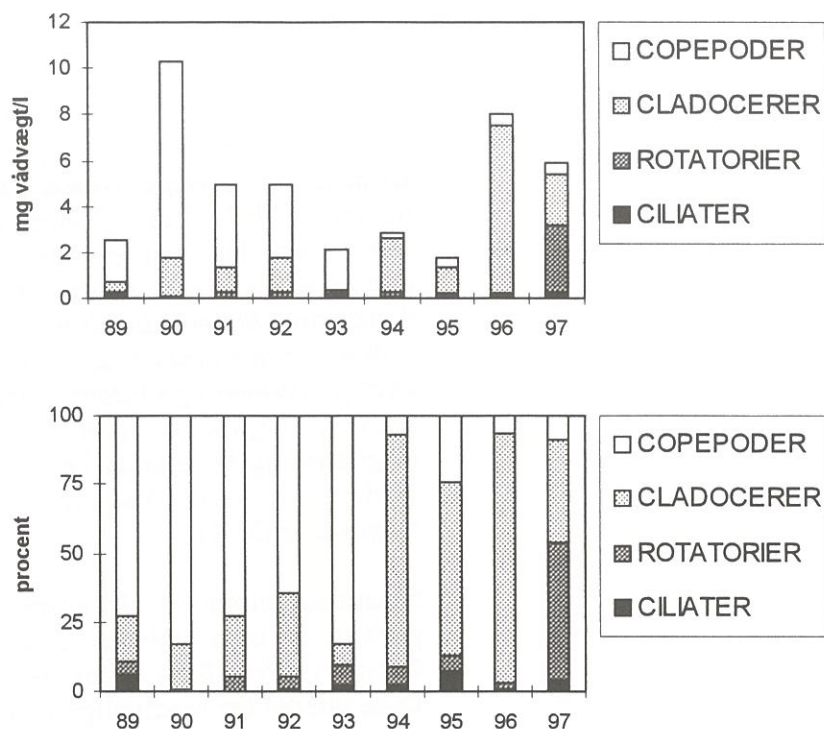
Fra juli til september var dyreplanktons daglige potentielle fødeoptagelse større end biomassen af planteplankton, og det må derfor antages, at græsningen i denne periode har været betydelig.

Sammenligning med 1989-96

Figur 2.6 viser dyreplanktons biomasse og gruppernes procentvis fordeling som gennemsnit i sommerperioden maj-september for årene 1989-97.

I det følgende er kun behandlet sommergennemsnit (maj-september), idet prøvetagningen i 1989 og 1996 først startede i april.

I 1997 var den maksimale biomasse lidt højere end den hidtil højeste værdi i 1990 (27 mg/l i 1997; 26 mg/l i 1990; 5-20 mg/l de øvrige år), men i 1997 var den gennemsnitlige biomasse væsentlig lavere (5,9 mg/l) end de hidtil højeste værdier i 1990 og 1996 (8-10 mg/l). De øvrige år svingede den gennemsnitlige biomasse mellem 1,7 mg/l og 5,0 mg/l. De nævnte gennemsnitsværdier er fra sommerperioden. For perioden januar-december fandtes et næsten tilsvarende billede, blot med lidt lavere gennemsnitsværdier.



Figur 2.6. Kvie Sø 1997. Dyreplanktonbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper 1989-97. Gennemsnit for sommerperioden, maj-september.

I undersøgelsesperiodens første fem år (1989-93) fandtes copepoder hele året, og de dominerede fuldstændigt den gennemsnitlige biomasse (64-83%). I 1994-96 var copepoder næsten forsvundet fra dyreplanktonsamfundet i sommerperioden, og cladocerer dominerede fuldstændigt sommer og efterår. I 1996 fandtes en usædvanlig høj cladocerbiomasse sommer og efterår med et cladocermaksimum, der var 2-3 gange højere i 1996 end i de to foregående år. I 1997 adskilte dyreplanktonsamfundet sig fra de øvrige år ved meget store forekomster af den store rotatorie *Asplanchna priodonta* i august måned. Disse forekomster bevirkede, at rotatorier dominerede den gennemsnitlige biomasse (49%), og cladocerer kun var næstvigtigste dyregruppe (37%).

Ciliater og rotatorier udgjorde kun henholdsvis 0-7% og 1-7% af den gennemsnitlige biomasse i sommerperioden, men havde de fleste år en større kvantitativ betydning i en kortere eller længere periode i løbet af året.

Eudiaptomus gracilis var i gennemsnit langt den vigtigste art i årene 1989-92, idet den udgjorde over 50% af den gennemsnitlige biomasse. Den næstvigtigste art i disse år var *Diaphanosoma brachyurum*. 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 til og med 1996. I 1994-95 udgjorde *Bosmina longirostris* 59% af den gennemsnitlige biomasse. I 1994 var den næstvigtigste art *Daphnia longispina* (17%) og i 1995 *Cyclops strenuus* og *Cyclops vicinus* (tilsammen 23%). I 1996 udgjorde *Bosmina longirostris* og *B. longispina* tilsammen 42% og *Daphnia longispina* og *D. hyalina* henholdsvis 26% og 20%. I 1997 var den vigtigste art *Asplanchna priodonta* (47%) og næstvigtigste *Bosmina longirostris* (37%).

Sammensætningen af dyreplanktonsamfundet er i høj grad blevet påvirket af introduktionen af aborre i Kvie Sø, som sandsynligvis foregik i 1990. Kvie Sø havde ikke tidligere en zooplanktivor fisk. Dette forhold har sandsynligvis været årsagen til skiftet fra de calanoide copepoder til de cyclopoide.

2.6 Vegetation

Omfang og metoder

Der er den 20.-22. august 1997 foretaget en områdeundersøgelse af undervandsvegetationen. Betegnelsen områdeundersøgelse erstatter den tidligere betegnelse orienterende undersøgelse; men indholdet er det samme, bortset fra mindre ændringer af dækningsgradsskalaen mv. Undersøgelserne er gennemført efter DMU's anvisninger.

Søen er opdelt i 10 næsten lige store delområder, og i hvert delområde er der gennemført undersøgelser i dybdeintervaller på 0,25 m, hvor der er foretaget 10 registreringer af dækningsgraden af henholdsvis den samlede vegetation og de enkelte arter. Vandstanden var på undersøgelsestidspunktet 25,07 m DNN.

Desuden er der i hvert delområde foretaget et passende antal 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 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.

Rådata fra undersøgelsen fremgår af bilagsrapporten "Vegetation i Kvie Sø 1997".

Den registrerede undervandsvegetation fremgår af tabel 2.5. Artssammensætningen er den samme som i 1996 bortset fra, at *spæd pindsvineknop* tilsyneladende er forsvundet, og *liden blærerod* er ny. *Spæd pindsvineknop* var meget fåtalligt forekommende i 1996, og der synes således at være tale om en tilfældig og forbigående opdukken. *Liden blærerod* fandtes kun med nogle få planter i den vestlige del af søen langs bredden. Her findes tæt på bredden et surt tørvegravshul, hvor arten er almindelig, og planterne i Kvie Sø stammer sikkert herfra. *Liden blærerod* er tidligere registreret fåtalligt i Kvie Sø i det samme område i 1993.

Artsnavn (dansk)	Artsnavn (latin)	Status
Strandbo	<i>Littorella uniflora</i>	Meget hyppig
Gulgrøn brasenføde	<i>Isoetes echinospora</i>	Meget hyppig
Lobelie	<i>Lobelia dortmanna</i>	Hyppig
Liden siv	<i>Juncus bulbosus</i>	Spredt
Liden blærerod	<i>Utricularia minor</i>	Meget fåtallig
Ensidig tørvemos	<i>Sphagnum subsec.</i>	Spredt-almindelig
Art af seglmos	<i>Drepanocladus sp.</i>	Spredt-almindelig
Grøn trådalge	<i>Oedogonium sp.</i>	Spredt

Tabel 2.5. Oversigt over undervandsvegetationens artssammensætning i Kvie Sø 1997 og de enkelte arters omtrentlige status.

I årene 1993-1997 har artssammensætningen været den samme, bortset fra de to ovennævnte arter og *fladfrugtet vandstjerne*, der var meget fåtalligt til stede i 1993. Undervandsvegetationen er forholdsvis artsfattig og især bestående af de karakteristiske grundskudsplanter der findes i en næringsfattig sø. Det gælder således sporeplanten *gulgrøn brasenføde* og blomsterplanterne *strandbo* og *lobelie*. Den førstnævnte art er meget sjælden og er kun kendt fra nogle ganske få voksesteder i Jylland. Desuden er der registreret *ensidig tørvemos* og slægten *seglmos*, som omfatter en eller flere ubestemte arter. Endelig er der registreret grønne trådalger (*Oedogonium sp.*).

Dybdegrænse

Ved den aktuelle vandstandskote i 1997 er middeldybdegrænsen for undervandsvegetationen på 0,95 m og den største dybdegrænse på 1,10 m. Middeldybdegrænsen for de enkelte delområder er forholdsvis ens og varierer kun fra 0,85 til 1,00 m. Det gælder også for mindste og største variation på 0,80 til 1,10 m. Generelt er de laveste dybdegrænser fundet i den nordlige og sydlige del af søen, mens de højeste er registreret i den vestlige og østlige del. Dette hænger formentlig sammen med vindeksponeringen af søen.

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 og 1,30 m i 1997. Der er således en noget højere dybdegrænse i 1997 end i 1996, hvilket først og fremmest skyldes, at *gulgrøn brasenføde* har øget dybdeudbredelsen. Ved aktuel vandstand er den gennemsnitlige dybdegrænse på 0,95 m i 1997 dog lidt lavere end i 1993 og 1994, hvor den var henholdsvis 1,04 m og 1,16 m. Dette skyldes dels den lavere vandstand i 1997 men også, at *gulgrøn brasenføde* ikke har øget dybdeudbredelsen i takt med, at vandstanden i søen er faldet.

Undervandsplanterne har en stigende dybdegrænse i rækkefølgen *liden siv*, *strandbo*, *lobelie* og *gulgrøn brasenføde*, hvor sidstnævnte har den største på 1,10 m. Dette afspejler også den rækkefølge, som arterne dominerer fra bredden og udefter i søen. I den nærmeste og mellemste del er det *strandbo*, i en del af den mellemste del *lobelie* og i den yderste del *gulgrøn brasenføde*. Der er registreret *ensidig tørvemos* og *seglmos* ud til en dybde af 1,35 m, men det drejer sig højst sandsynligt om fritsvømmende mos, der er løsrevet fra lavere dybder, og der kan ikke fastlægges nogen entydig dybdegrænse for de to mosser.

Dækningsgrad

På figur 2.7 er undervandsvegetationens dækningsgrad og det relative plantefyldte volumen vist i de enkelte dybdeintervaller for hele søen.

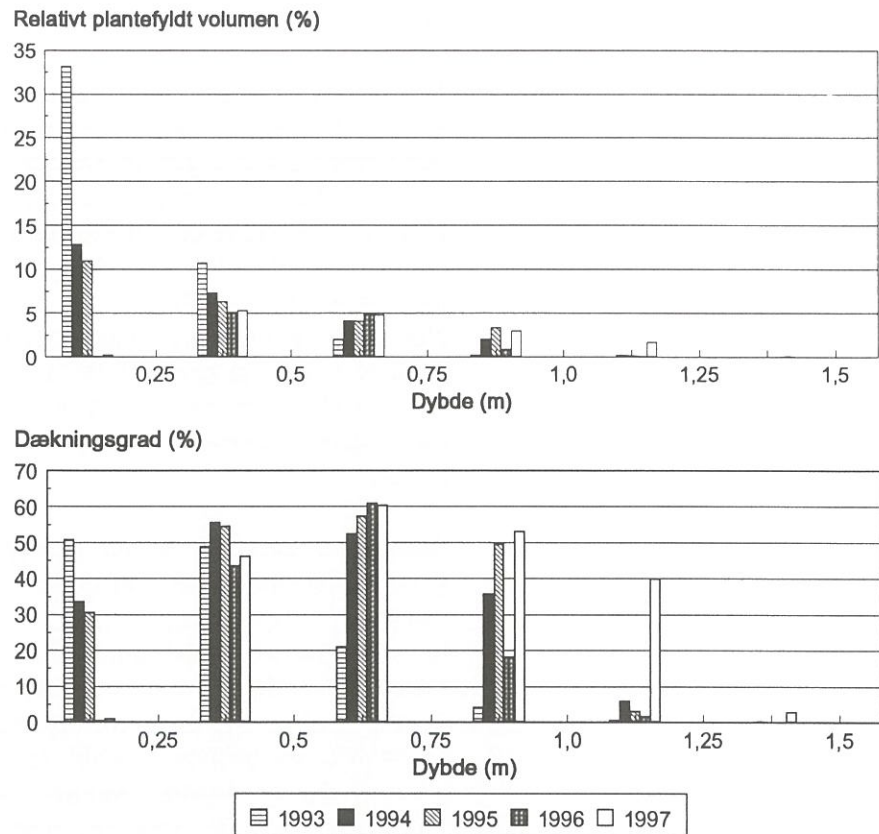
Det samlede plantedækkede areal ved referencevandstanden er opgjort til 73.143 m², svarende til en gennemsnitlig dækningsgrad på 24,3% beregnet uden fradrag af arealet for rørskoven. Det samlede plantedækkede areal ved referencevandstanden var 10,1% i 1993, 20,0% i 1994, 21,3% i 1995 og 14,5% i 1996. Vegetationens dækningsgrad er således væsentlig større end i 1996 og er det højeste, der er registreret i perioden. Det ligger dog kun nogle få procent over værdierne for 1994 og 1995.

I intervallet 0-0,25 m er der gradvis gennem årene sket et fald i dækningsgraden, hvilket primært skyldes den lavere vandstand. Dette har betydet, at denne del af søen har været tørlagt i lange sommerperioder, hvorved planter fra den tørre del af bredzonen er vokset ud og har udkonkurreret grundskudsplanterne, specielt *strandbo*. I sommeren 1997 var intervallet helt tørlagt ligesom i 1996, og dækningsgraden var tilsvarende under 1%.

I intervallet 0,25-0,50 m er der ikke sket større ændringer i mængden af undervandsvegetation i løbet af årene. Den lille stigning i forhold til 1996 skyldes formentlig, at en større del af intervallet var tørlagt dette år. I intervallet 0,50-0,75 m er der næsten ingen ændringer i forhold til årene 1994-1996. Stigningen fra 1993 til 1994 skyldes sandsynligvis forbedringen 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, så det ligger på samme niveau som i 1995. Stigningen skyldes i langt overvejende grad, at *gulgrøn brasenføde* er blevet langt 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.

Den store stigning i vegetationsmængden i intervallet 1,00-1,25 m skyldes især i forhold til 1996, at *gulgrøn brasenføde* er blevet betydeligt mere hyppig og i forhold til årene 1993-1995 også den faldende vandstand. I dybdeintervallet 1,25-1,50 m har der tidligere kun været registreret lidt vegetation i 1994, og forekomsten skyldes formentlig de to førnævnte forhold.



Figur 2.7. Oversigt over variationen af dækningsgraden og det relative plantefyldte volumen i de enkelte dybdeintervaller i Kvie Sø som helhed i 1997. Til sammenligning er vist de tilsvarende værdier i årene 1993-1996.

Plantefyldt volumen

Med hensyn til det samlede plantefyldte volumen er det ved referencevandstanden opgjort til 354.567 m³, svarende til 1,00% af søens volumen (=relativt plantefyldt volumen) uden fradrag af rørskovens plantefyldte volumen. De foregående års værdier ved referencvandstanden har været 0,64% i 1993, 0,82% i 1994, 0,87% i 1995 og 0,58% i 1996. Der er således sket en betydelig fremgang i forhold til 1996, hvilket især skyldes fremgangen hos *gulgrøn brasenføde* i intervallerne 0,75-1,00 m og 1,00-1,25 m. I forhold til årene 1993-1995 spiller de faldende vandstandsforhold også en væsentlig rolle.

Af figur 2.7 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, hvilket nok hovedsagelig skyldes den faldende vandstand. Den tørslagne del af søbunden er i stigende grad groet til med høje planter fra den tørre del af bredden, hvilket har udkonkurreret undervandsvegetationen, især *strandbo*. Med faldende vandstande har denne art også været udsat for et stigende slid af brugerne af søen. I de øvrige dybdeintervaller følger det relative plantefyldte volumen det samme mønster som beskrevet ovenfor om dækningsgraden.

Undervandsvegetationen i 1997 har i forhold til 1996 haft en betydelig større gennemsnitlig dybdegrænse, dækningsgrad og volumen, dvs. der har været en langt større mængde af undervandsplanter. Den gennemsnitlige dækningsgrad og volumen er også større end i årene 1993-1995, mens dybdegrænsen ved aktuel vandstand er mindre end i 1993 og 1994, men større for alle år ved referencevandstanden 25,42 m DNN.

Den større mængde undervandsvegetation i 1997 skyldes især, at *gulgrøn brasenføde* har haft en større dybdeudbredelse og hyppighed i den yderste del af vegetationsbæltet, som udgøres af denne art. Årsagen til denne fremgang er ikke nærmere kendt, men skyldes formodentlig bl.a. lav vandstand og solskinsrig sommer i 1997. Ud fra de tidligere års undersøgelser har det ikke været muligt at afgøre, hvad der er de mest bestemmende faktorer for udviklingen hos denne art, idet der ikke blot synes at være en simpel relation til lysforhold. Dette kan bl.a. illustreres ved, at der i 1995 blev registreret mange nye kimplanter, men i 1996 medførte dette ikke, trods den hidtil laveste vandstand og forbedrede lysforhold i søen, at *gulgrøn brasenføde* rykkede længere ud i søen.

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. Hvilke faktorer, der især bestemmer dette i Kvie Sø, er ikke nærmere kendt; men under alle omstændigheder er det nødvendigt, at der er gode lysforhold ved bunden. De sprednings- og vækstbestemmende forhold for sporeplanter i vand er i øvrigt generelt dårligt kendte. Modsat de fleste andre undervandsplanter vokser sporeplanter også om vinteren, og miljøforholdene her har måske en betydelig indflydelse på, hvordan sporeplanterne udvikler sig om sommeren. Det ser også ud til, at der er en ret stor naturlig variation i væksten af *gulgrøn brasenføde* fra år til år, som ikke umiddelbart kan forklares ud fra miljøtilstanden i Kvie Sø. I 1997 var der mange nye planter af *gulgrøn brasenføde*, og den har således haft et stort spredningspotentiale, så den kunne etablere sig længere ude i søen.

Ud over den ovennævnte art er de to mosser, *ensidig tørvemos* og en art af *segmos*, blevet lidt mere hyppig og fået en større dybdegrænse i forhold til de tidligere undersøgelser i 1990'erne. Begge mosser har således haft den største dybdeudbredelse af alle undervandsarter i 1997, men det drejer sig formentlig om løsrevne mosser fra lavere vand. Da sigtdybden kun var ca. 0,8 m på undersøgelsestidspunktet, var det imidlertid ikke muligt at afgøre dette. Fremgangen for mosserne skyldes formentlig blot en naturlig år-til-år variation, da søen ikke er blevet mere sur de seneste år. Under alle omstændigheder er mosserne ikke nær så almindelige og med så stor en dybdegrænse som i 1980'erne.

Med hensyn til den anden dominerende grundskudsart i Kvie Sø, *strandbo*, der næsten udelukkende vokser i den inderste og mellemste del af vegetationsbæltet, synes den ikke at have ændret status i forhold til 1996. Den markante tilbagegang fra 1995 til 1996 er tilsyneladende stoppet, hvilket nok især skyldes en lidt højere vandstand i 1997 i forhold til 1996, så *strandbo* har kunnet rekolonisere noget af den tidligere tørre søbund og herved også kompenseret for det fortsatte slid på grund af menneskelig færdsel i bredzonen. Den generelt lave vandstand i 1996 og 1997 har dog bevirket, at *strandbo* mange steder er forsvundet fra den øverste del af vegetationsbæltet langs kysten. Selv om arten i et vist omfang er tilpasset livet på selv en ret langvarigt tørlagt søbund, er den ikke i stand til at klare flere års tørlægning, da den kræver periodevis vanddække. De fleste steder er den tørlagte søbund desuden koloniseret af højere land- og fugtigbundsarter, som har udkonkurreret *strandbo*.

Med hensyn til den tredje almindelige grundskudsplante i Kvie Sø, *lobelie*, er der ikke sket større ændringer i forhold til de øvrige undersøgelsesår i 1990'erne. Arten vokser fortrinsvis i den mellemste del af vegetationsbæltet, hvor den kun i ringe grad påvirkes af vandstandssvingninger og slid. Med hensyn til det sidstnævnte skyldes dette også, at bladene hos denne art er mere bøjelige og robuste over for færdsel end de mere stive blade hos *strandbo* og *gulgrøn brasenføde*, der lettere knækker af.

I øvrigt har der næsten ingen ændring været i rørsumpens dybdegrænse fra 1996 til 1997, og rørsumpen synes ikke at have haft nogen væsentlig indflydelse på ændringerne i grundskudsvegetationens dybdeudbredelse i den yderste del af vegetationsbæltet. Tætheden af rørsumpen kan dog have ændret sig, men dette er ikke undersøgt.

Undersøgelserne i årene 1993-1997 har således vist, at der er en del variation i grundskudsvegetationens forekomst i Kvie Sø fra år til år. Ændringerne sker hovedsagelig i den indre og ydre del af vegetationsbæltet. Den indre del domineres af *strandbo*, og her er det især lav vandstand og slid på grund af menneskers færdsel, som er bestemmende for vegetationsudviklingen. Den ydre del domineres af *gulgrøn brasenføde*, og her bestemmes vegetationsudviklingen i betydelig grad af denne arts spredningspotentiale, som har varieret betydeligt gennem årene. Årsagen til denne variation er som tidligere nævnt ikke kendt. Grundskudsvegetationens mulighed for at få en større dybdeudbredelse er således ikke blot afhængig af mere klart vand, men også i høj grad afhængig af denne arts specielle vækst- og spredningsøkologi.

Det er i øvrigt karakteristisk, at artssammensætningen af undervandsvegetationen har været meget stabil, idet der gennem alle undersøgelsesår i 1980'erne og 1990'erne har været de samme arter, bortset fra nogle få sporadisk opdukkende arter, som hurtigt er forsvundet igen det følgende år. Det har også været de samme arter, som har været dominerende i 1990'erne, selv om deres udbredelse og mængde har varieret betydeligt fra år til år.

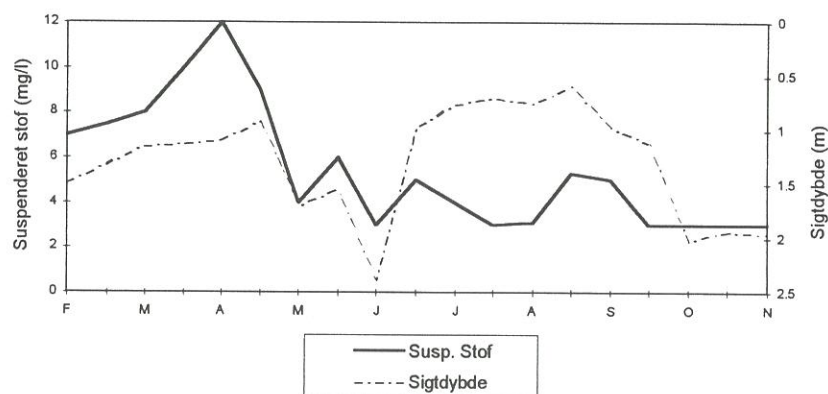
Såfremt vandstanden i de kommende år ligger på et højere niveau end i 1996 og 1997, kan det forventes, at *strandbo* ved hjælp af frø og udløbere vil kunne genindvandre på de tidligere voksesteder langs bredden. For at *gulgrøn brasenføde* og den øvrige grund-

skudsvegetation skal få en større dybdeudbredelse, er det nok nødvendigt, at sigtddyden i søen bliver permanent god.

1997

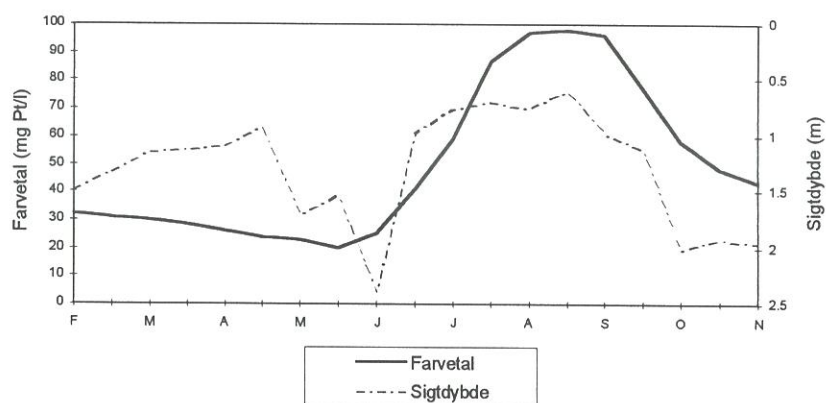
2.7 Samlet vurdering af tilstanden

Sigtddyden i Kvie Sø var i 1997 i første omgang især begrænset af suspenderet stof og derefter af forøget brunfarvning. I den første halvdel af 1997 fulgte sigtddyden i store træk koncentrationen af suspenderet stof, figur 2.8.



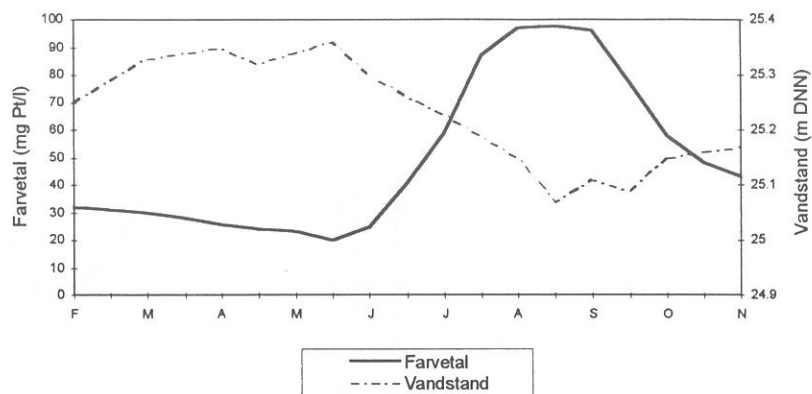
Figur 2.8. Koncentrationen af suspenderet stof og sigtddyden i Kvie Sø, 1997.

Sigtddyden blev således meget god i juni (sigt til bund = 2,4 m), hvor koncentrationen af suspenderet var faldet til under detektionsgrænsen. Selvom koncentrationen af suspenderet stof forblev på et lavt niveau i resten af året blev sigtddyden forværret i betydelig grad, hvilket især var forårsaget af forøget brunfarvning (et stigende farvetal), figur 2.9.



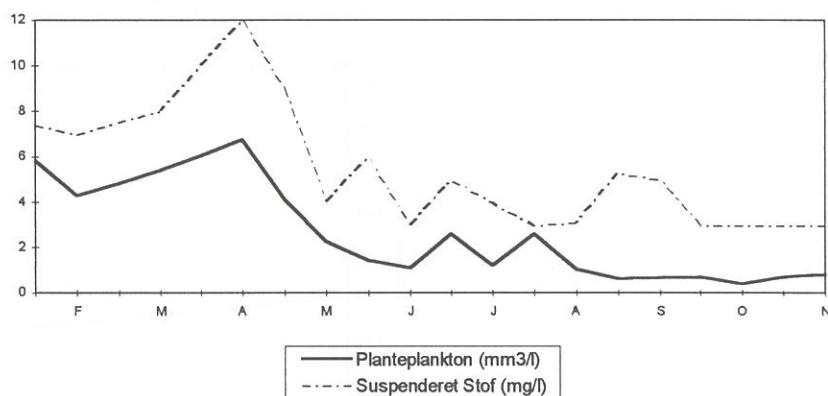
Figur 2.9. Farvetal og sigtddyde i Kvie Sø, 1997.

Stigningen i farvetallet, der ses i den sidste halvdel af året, opstod i forbindelse med faldende vandstand, og er således et resultat af en af en opkoncentrering i søvandet, som det fremgår af figur 2.10.



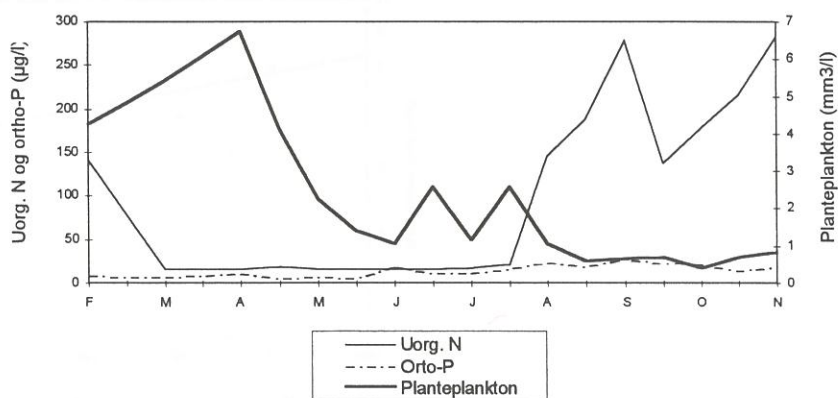
Figur 2.10. Farvetal og vandstand i Kvie Sø, 1997.

Koncentrationen af suspenderet stof er delvist relateret til resuspenderet sediment, men som det fremgår af figur 2.11 er det suspenderede stof også i høj grad relateret til koncentrationen af planteplankton.



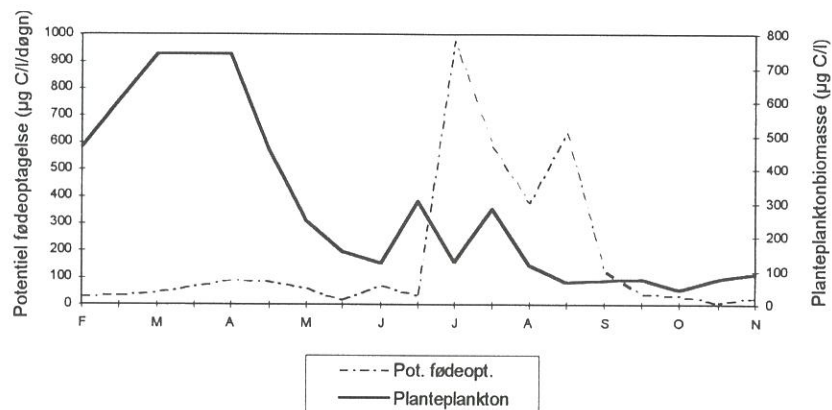
Figur 2.11. Planteplanktons biomasse og koncentrationen af suspenderet stof i Kvie Sø, 1997.

Årsagen til nedgangen i biomassen af planteplankton indtil juni skal sandsynligvis især hentes i de meget små koncentrationer af uorganisk kvælstof og fosfor, som opstår i denne periode, figur 2.12.



Figur 2.12. Planteplanktonbiomasse og koncentrationer af uorganisk kvælstof og fosfor i Kvie Sø, 1997.

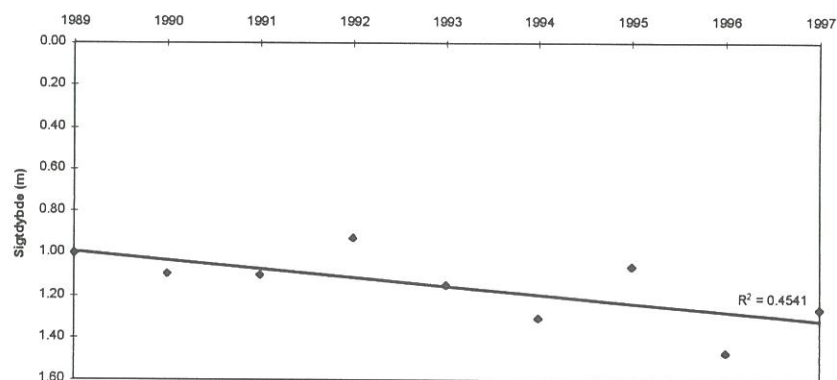
Herefter stiger den potentielle fødeoptagelse for dyreplankton, figur 2.13, hvilket må være en væsentlig forklaring på den fortsatte lave biomasse af planteplankton i sensommeren på trods af forøgede mængder uorganiske næringssalte.



Figur 2.13. Planteplanktonbiomasse og potentiel fødeoptagelse for dyreplankton i Kvie Sø, 1997.

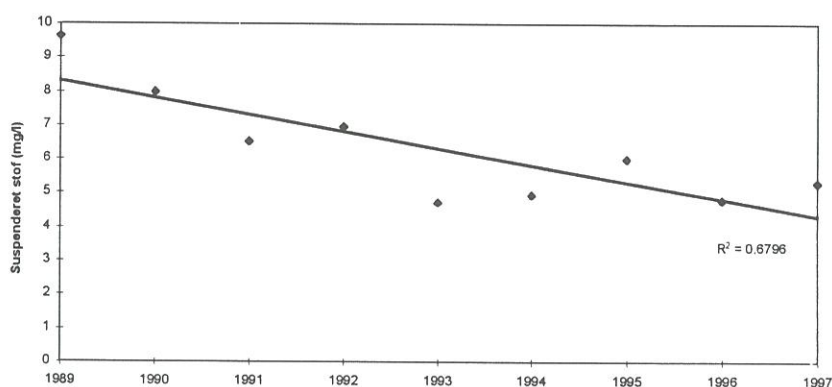
1989-1997

I perioden 1989-1997 har der været en signifikant forbedring af årsgennemsnittet for sigtddybden i Kvie Sø ($p=0,047$), figur 2.14.



Figur 2.14. Årsgennemsnit for sigtddybden i Kvie Sø, 1989-1997.

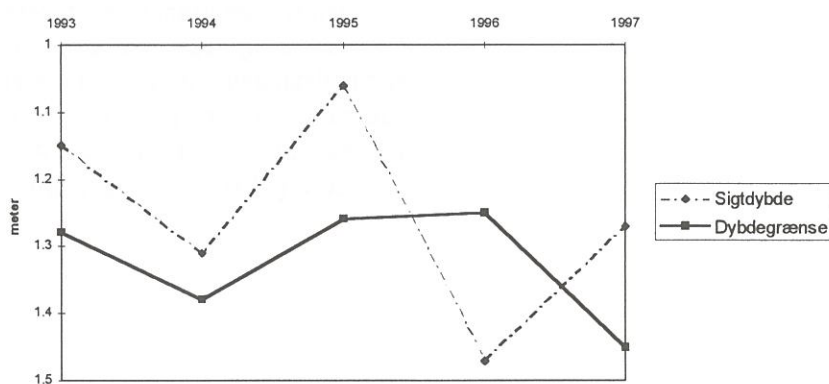
Forbedringen i sigtddybden hænger sammen med en signifikant reduktion i koncentrationen af suspenderet stof ($p=0,006$), figur 2.15.



Figur 2.15. Suspenderet stof (årsgennemsnit) i Kvie Sø, 1989-1997.

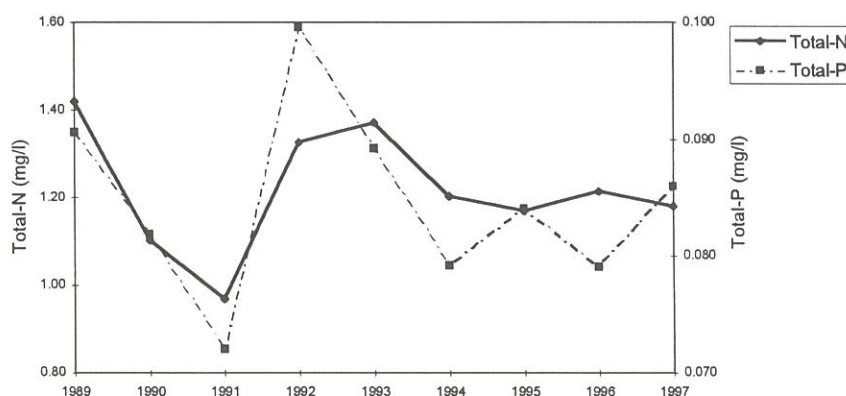
Reduktionen i koncentrationen af suspenderet stof er delvist forårsaget af en reduktion i biomassen af planteplankton, som har vist en faldende tendens (figur 2.4), som dog ikke er signifikant ($p=0,116$). En supplerende delårsag til reduktionen af suspenderet stof kan være ændringen i undervandsvegetationens sammensætning, hvor bl.a. mosserne har fået en mindre udbredelse i perioden. Herved kan resuspensionen fra sedimentet være mindsket.

Der er ingen tydelig sammenhæng mellem variationen i sigtdybden og variationen i dybdegrænsen for undervandsvegetationen i Kvie Sø, figur 2.16. 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 2.16. Maksimal dybdegrænse for undervandsvegetationen og årsgennemsnit for sigtdybden i Kvie Sø, 1993-1997.

I perioden fra 1989-1997 har der ikke været en tydelig udvikling i koncentrationerne af total-fosfor og total-kvælstof, figur 2.17, men der kan spores en faldende tendens fra 1992, hvilket kan hænge sammen med, at der i 1993 blev afskåret dræn fra markareler (december) og påbegyndt en indpumpning af grundvand (marts).



Figur 2.17. Koncentrationerne (årsgennemsnit) af total-fosfor og total-kvælstof i Kvie Sø, 1989-1997.

Konklusion

Kvie Sø er i dag en svagt næringsberiget sø, hvor især fosforkoncentrationen er forhøjet i forhold til baggrundstilstanden. Som følge heraf forekommer der især i forårsperioden store mængder af planteplankton, som resulterer i en utilfredsstillende lav sigtdybde.

Sigtdybden er dog forbedret i perioden fra 1989 til 1997, men den anses stadig for at være for ringe til at sikre en naturlig udbredelse af undervandsvegetationen i søen.

På trods af den til tider dårlige sigtdybde, har grundskudsvegetationen haft en betydelig større hyppighed og dybdeudbredelse i forhold til 1996. Der har også været en større mængde af grundskudsplanter end i årene 1993-1995. Denne fremgang skyldes især, at *gulgrøn brasenføde* har fået større dybdeudbredelse og hyppighed i den ydre del af vegetationsbæltet. En del af forklaringen til denne fremgang er muligvis, at sporene fra *gulgrøn brasenføde* har varierende spiringsdygtighed fra år til år.

Målsætning

Der er betydelige udsving i Kvie Sø's miljøtilstand, men der kan spores en tendens til forbedring med hensyn til sigtdybde og i 1997 havde undervandsvegetationen en forbedret udbredelse. Søkoncentrationerne af kvælstof og især fosfor er dog stadig for høje i forhold til baggrundstilstanden, hvilket indebærer, at den biologiske struktur og sigtdybden stadig kan blive udsat for relativt store fluktuationer. Målsætningen for Kvie Sø "A-Naturvidenskabeligt interesseområde" anses derfor ikke for at være opfyldt.

3.0 Liste over rapporter om Kvie Sø og Holm Sø

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.

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. |
| | 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. |
| N&R Consult | 1991. | Kvie Sø - Undersøgelse af vandbalance og vandkemi. Rapport til Ribe Amt. |
| Odgaard, Bent | 1991a. | Etablering af kronologi for nedfald af sodnoduler fra afbrænding af olie og kul med henblik på datering af subrecente sedimentlag. Rapport til Statens Naturvidenskabelige Forskningsråd. |
| | 1991b. | Kvie Sø - Alder, sedimentfordeling og udviklings historie. Danmarks Geologiske Undersøgelse. |
| Olsen, Kaj Rath | 1991. | Grundskudsplanternes betydning for sedimentforhold og udveksling af næringssalte i Kvie Sø. Specialrapport fra Odense Universitet. |

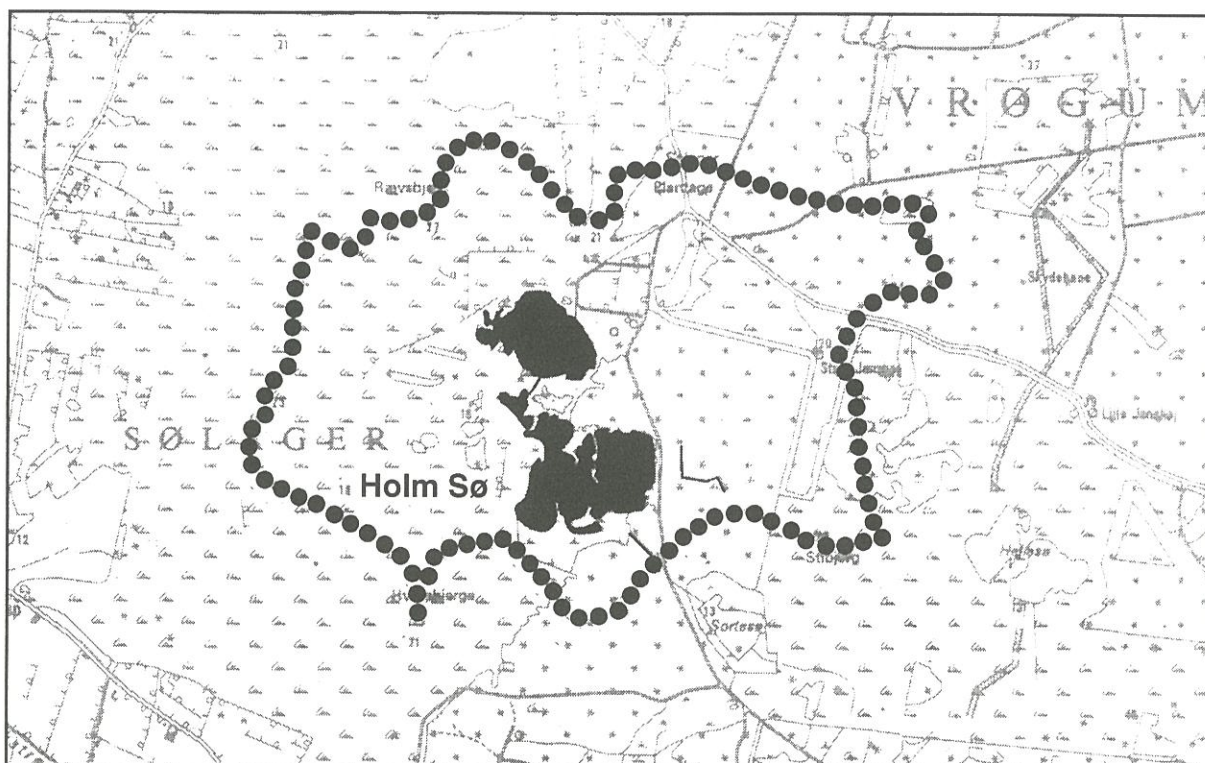
Ribe Amt

- 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.

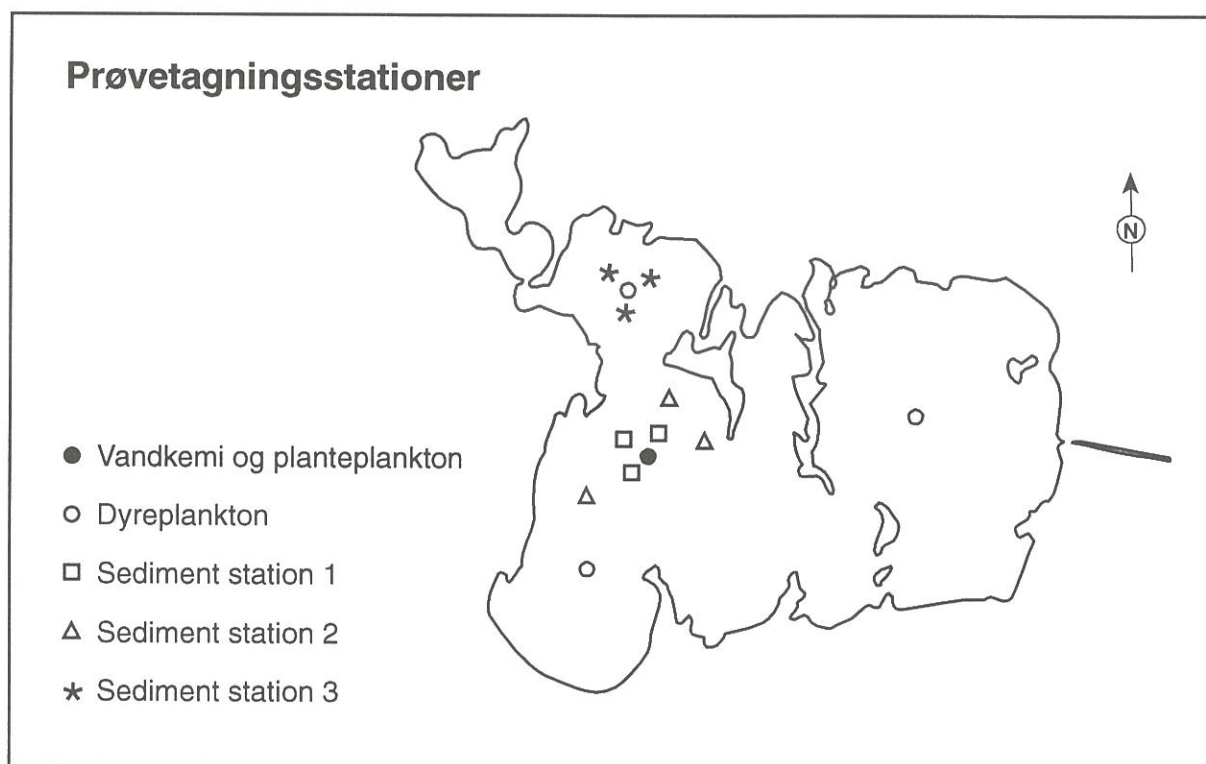
4.0 Bilag

1.1 Topografisk opland for Holm Sø	52
1.2 Oversigt over prøvetagningsstationer i Holm Sø	52
1.3 Tidsvægtede årsgennemsnit for Holm Sø 1989-97	53
1.4 Tidsvægtede sommergennemsnit for Holm Sø 1989-97	54
1.5 Dokumentation for vand- og stofbalancer i Holm Sø, 1997	55

2.1 Hydrologisk opland for Kvie Sø	56
2.2 Oversigt over prøvetagningsstationer i Kvie Sø	56
2.3 Tidsvægtede årsgennemsnit for Kvie Sø 1989-97	57
2.4 Tidsvægtede sommergennemsnit for Kvie Sø 1989-97	58
2.5 Dokumentation for vand- og stofbalancer i Kvie Sø, 1997	59



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	Konduktivitet mS/m	Alkalinitet 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
P	0.581	0.572	0.793	0.403	0.712	0.374	0.189	0.542
r ²	0.046	0.048	0.010	0.101	0.021	0.114	0.268	0.055
Koefficient	0.055	0.041	-0.003	0.002	0.000	0.043	-0.877	0.002

	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
P	0.619	0.779	0.484	0.338	0.492	0.835	0.140
r ²	0.037	0.017	0.072	0.131	0.125	0.007	0.284
Koefficient	0.097	0.093	0.003	0.321	3.042	-0.005	-0.214

Bilag 1.3. Holm Sø 1989-97.

Tidsvægtede årsgennemsnit. Lineær regression med tilhørende P, r² og hældningskoefficient.

	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
P	0.484	0.495	0.105	0.384	0.652	0.172	0.101	0.370
r ²	0.072	0.069	0.332	0.110	0.031	0.248	0.384	0.116
Koefficient	0.108	0.077	-0.009	0.002	0.000	0.084	-1.483	0.005

	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
P	0.455	0.461	0.331	0.471	0.637	0.644	0.358
r ²	0.082	0.142	0.135	0.077	0.061	0.032	0.121
Koefficient	0.218	0.500	0.004	0.354	3.495	-0.012	0.211

Bilag 1.4. Holm Sø 1989-97.

Tidsvægtede sommergennemsnit. Lineær regression med tilhørende P, r² og hældningskoefficient.

Dokumentation for beregning af vand- og stofbalance for Holm Sø, 1997

Vandbalance

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

Månedsværdierne for fordampningen er beregnet ved den potentielle fordampning, rekvireret hos DMI, station 25192 Firhøje, 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 1997 var:

	l/s
jan	19,2
feb	76
mar	37
apr	12,9
maj	10,1
jun	12,6
jul	9
aug	7,8
sep	8,8
okt	7
nov	8
dec	15,5

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

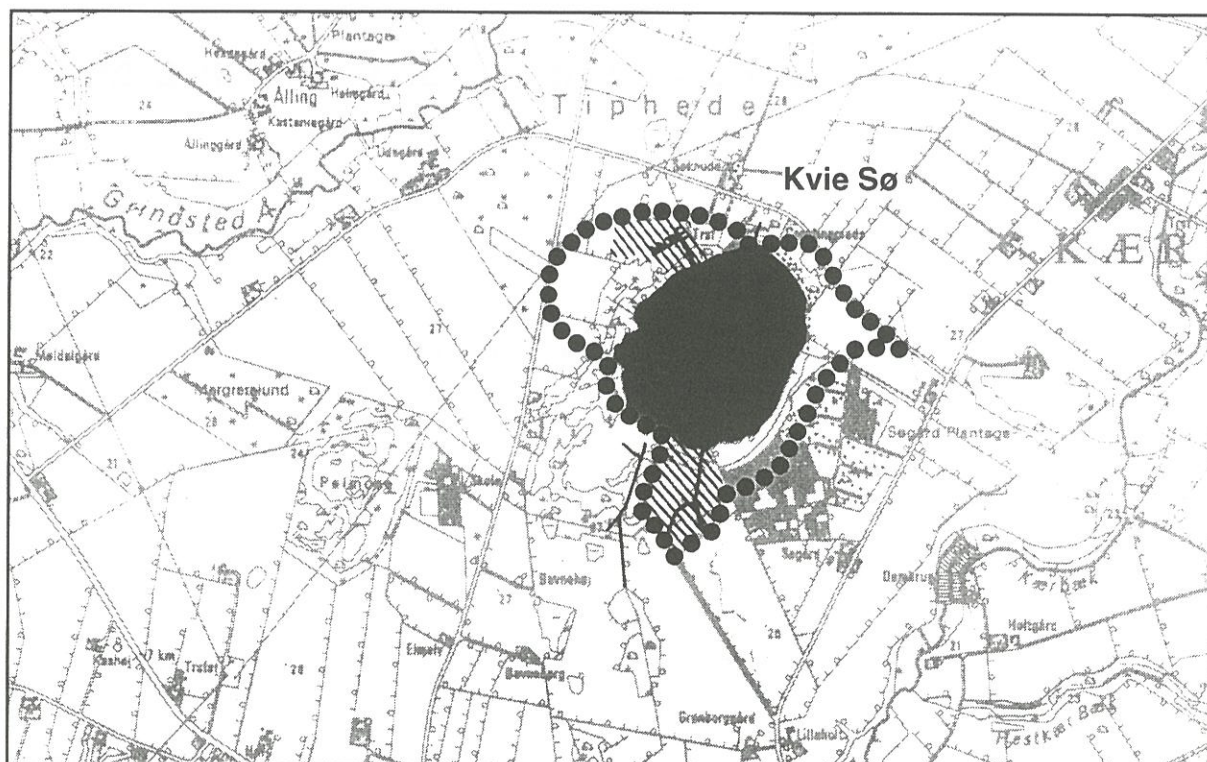
Stofbalance

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

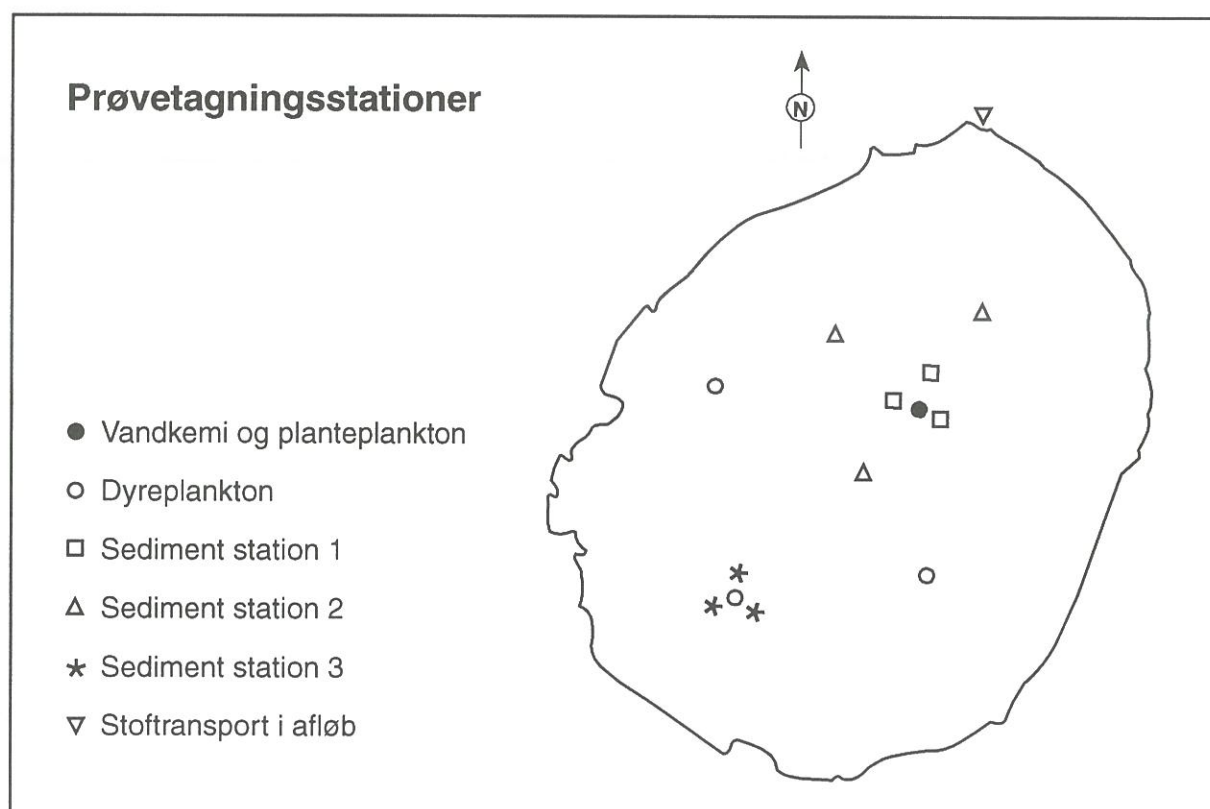
Belastningen fra oplandet er beregnet ved anvendelse af den arealspecifikke afstrømning fra Langslade Rende: 0,22 kg N/ha og 0,04 kg P/ha.

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, 1997



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	Konduktivitet mS/m	Alkalinitet 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	0.004	0.115	0.086	0.015	6.6	13.8	0.053
P	0.777	0.377	0.373	0.737	0.686	0.001	0.507	0.016
r ²	0.012	0.113	0.114	0.017	0.025	0.835	0.077	0.585
Koefficient	-0.006	-0.003	-0.010	0.000	0.025	0.164	-0.154	0.004

	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
P	0.006	0.001	0.290	0.530	0.287	0.381	0.882	0.047
r ²	0.680	0.926	0.158	0.059	0.273	0.111	0.006	0.454
Koefficient	-0.500	-0.901	-0.007	-0.736	-2.785	-0.014	-0.022	0.041

Bilag 2.3. Kvie Sø 1989-97.

Tidsvægtede årsgennemsnit. Lineær regression med tilhørende P, r² og hældningskoefficient.

	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	0.000	0.000	6.5	13.8	0.055
P	0.360	0.443	0.972	0.255	0.465	0.002	0.309	0.187
r ²	0.121	0.086	0.000	0.180	0.079	0.769	0.171	0.234
Koefficient	0.014	0.003	0.000	0.002	0.000	0.159	-0.280	0.004

	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	0.00	0	65	0.00	0.0	1.12
P	0.005	0.018	0.664	0.483	0.893	0.517	0.422	0.646
r ²	0.699	0.636	0.029	0.073	0.005	0.062	0.166	0.032
Koefficient	-0.535	-0.867	0.003	-0.695	-0.624	-0.010	0.265	0.016

Bilag 2.4. Kvie Sø 1989-97.

Tidsvægtede sommergennemsnit. Lineær regression med tilhørende P, r² og hældningskoefficient.

Dokumentation for beregning af vand- og stofbalance for Kvie Sø, 1997

Vandbalance

Månedsværdier for nedbøren er rekvireret hos DMI, nedbørstation 25180 Varde.

Månedsværdierne for fordampningen er beregnet ved den potentielle fordampning, rekvireret hos DMI, station 25192 Firhøje, 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 1997 var:

	l/s
jan	1038
feb	1226
mar	1124
apr	980
maj	951
jun	881
jul	784
aug	773
sep	851
okt	891
nov	882
dec	994

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

Stofbalance

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

Belastningen fra oplandet er beregnet ved anvendelse af den arealspecifikke afstrømning fra Grene Å: 12,25 kg N/ha og 0,13 kg P/ha.

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

Bilag 2.5. Dokumentation for beregning af vand- og stofbalance for Kvie Sø, 1997

