

# Kvie Sø Holm Sø

2003



RIBE AMT

2004

|                      |                                                            |
|----------------------|------------------------------------------------------------|
| Udgiver:             | Ribe Amt<br>Vandmiljøkontoret<br>Sorsigvej 35<br>6760 Ribe |
| Sagsbehandler:       | Lise-Lotte Pedersen                                        |
| Øvrige bidragsydere: | Flemming Sørensen                                          |
| Produktion:          | Ribe Amt                                                   |
| Oplag:               | 75                                                         |
| ISBN:                | 87-7941-532-6                                              |

|                                                 |           |
|-------------------------------------------------|-----------|
| <b>FORORD</b>                                   | <b>5</b>  |
| <b>1. INDLEDNING</b>                            | <b>7</b>  |
| 1.0 NØGLEPARAMETRE FOR MILJØTILSTANDEN I SØERNE | 8         |
| <b>2. KVIE SØ</b>                               | <b>9</b>  |
| 2.1 OPLANDSBESKRIVELSE                          | 9         |
| 2.2 MORFOLOGISKE OG HYDROLOGISKE FORHOLD        | 9         |
| 2.3 KLIMA                                       | 9         |
| 2.4 STOFBALANCE                                 | 12        |
| 2.5 VANDKEMISKE OG -FYSISKE FORHOLD             | 14        |
| 2.6 PLANTEPLANKTON                              | 17        |
| 2.7 DYREPLANKTON                                | 21        |
| 2.8 FISKEYNGEL                                  | 26        |
| 2.9 VEGETATION                                  | 30        |
| 2.10 SAMLET VURDERING AF TILSTANDEN             | 41        |
| <b>3. HOLM SØ</b>                               | <b>49</b> |
| 3.1 OPLANDSBESKRIVELSE                          | 49        |
| 3.2 MORFOLOGISKE OG HYDROLOGISKE FORHOLD        | 49        |
| 3.3 KLIMA                                       | 49        |
| 3.4 STOFBALANCE                                 | 52        |
| 3.5 VANDKEMISKE OG -FYSISKE FORHOLD             | 54        |
| 3.6 PLANTEPLANKTON                              | 57        |
| 3.7 DYREPLANKTON                                | 62        |
| 3.8 FISKEYNGEL                                  | 66        |
| 3.9 SAMLET VURDERING AF TILSTANDEN              | 66        |
| <b>4. SAMMENFATNING</b>                         | <b>69</b> |
| 4.1 KVIE SØ                                     | 69        |
| 4.2 HOLM SØ                                     | 72        |
| <b>5. BILAG</b>                                 | <b>75</b> |





## Forord

### *Vandmiljøhandlingsplanerne*

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

### *Overvågningsprogram*

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

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

### *Vandmiljøovervågning*

Amternes vandmiljøovervågning for 2003 omfatter følgende delelementer:

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



# 1. Indledning

*Overvågning af søer i  
NOVA 2003*

Overvågningen af søer i NOVA 2003 omfatter på landsplan 27 ferskvands-søer og 4 brakvandssøer fordelt på forskellige søtyper med forskellig grad af næringsstoftilførsel. 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 overvågningssøer, 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.

*Skift af laboratorium*

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

*Rådata*

Rådata fra undersøgelsen af vegetation i Kvie Sø fremgår af bilagsrapporten "Vegetation i Kvie Sø 2003", mens rådata fra undersøgelserne af plankton fremgår af bilagsrapporterne "Kvie Sø 2003 Plante- og dyreplankton" og "Holm Sø 2003 Plante- og dyreplankton".

|                                             | Kvie Sø           | Holm Sø          |
|---------------------------------------------|-------------------|------------------|
| Opholdstid (år)                             | 2,36              | 0,74             |
| Fosforbelastning (kg)                       | 7,7               | 10,4             |
| P-retention (%)                             | -58               | 74               |
| Kvælstofbelastning (kg)                     | 790               | 248              |
| N-retention (%)                             | 77                | 67               |
| Total-P (mg/l) årsgns.                      | 0,082             | 0,021            |
| Total-P (mg/l) sommergns.                   | 0,087             | 0,019            |
| Total-N (mg/l) årsgns.                      | 1,181             | 0,625            |
| Total-N (mg/l) sommergns.                   | 1,040             | 0,605            |
| Uorg.-N (mg/l) årsgns.                      | 0,303             | 0,062            |
| Uorg.-N (mg/l) sommergns.                   | 0,076             | 0,031            |
| pH årsgns.                                  | 6,3               | 5,6              |
| pH sommergns.                               | 6,5               | 5,4              |
| Sigtdybde (m) årsgns.                       | 1,61 <sup>+</sup> | Til bund         |
| Sigtdybde (m) sommergns.                    | 1,55              | Til bund         |
| Klorofyl-a (µg/l) årsgns.                   | 11,5              | 3,1              |
| Klorofyl-a (µg/l) sommergns.                | 10,7              | 1,0              |
| Suspenderet stof (mg/l)                     |                   |                  |
| • årsgns.                                   | 2,9 <sup>-</sup>  | 2,2 <sup>-</sup> |
| • sommergns.                                | 3,0 <sup>-</sup>  | 1,9 <sup>-</sup> |
| Planteplanktonbiomasse (mm <sup>3</sup> /l) |                   |                  |
| • årsgns.                                   | 1,6               | 0,75             |
| • sommergns.                                | 1,8               | 0,58             |
| Dyreplanktonbiomasse (mg vv/l)              |                   |                  |
| • årsgns.                                   | 6,2               | 1,22             |
| • sommergns.                                | 7,8               | 1,32             |
| Fiskeyngel (træk)                           |                   |                  |
| • Gns. antal i littoral /m <sup>3</sup>     | 0,43              |                  |
| • Gns. antal i pelagial /m <sup>3</sup>     | 0,20              |                  |
| Undervandsplanter                           |                   |                  |
| • Maks. dybdegrænse (m)                     | 1,58              |                  |
| • Maks. dybdegrænse (m) rodfæstede planter. | 1,58              |                  |
| • % RPA                                     | 36,6              |                  |
| • % RPV                                     | 2,11              |                  |

Tabel 1.0. Nøgleparametre for miljøtilstanden i Kvie Sø og Holm Sø 2003.

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

<sup>-</sup> signifikant (P<0,05) negativ udvikling (Kendall trend test).

## 2. 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 1.1. 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. Der er ikke registreret bebyggelse, punktkilder eller husdyrhold i oplandet til Kvie Sø.

|              | Areal (ha) | Areal (%)  |
|--------------|------------|------------|
| Naturareal   | 14         | 52         |
| Landbrug     | 11         | 41         |
| Bebyggelse   | 2          | 7          |
| <b>Total</b> | <b>27</b>  | <b>100</b> |

Tabel 2.1. 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 af søen.

#### 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

De morfometriske data fremgår af tabel 2.2.

|               |                        |
|---------------|------------------------|
| Areal         | 30 ha                  |
| Største dybde | 2,6 m                  |
| Middeldybde   | 1,2 m                  |
| Volumen       | 363.000 m <sup>3</sup> |

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

### 2.3 Klima

Ved tolkning af klimadata fra 2003 er der benyttet klimagrid-værdier for temperatur (20\*20 km<sup>2</sup>), nedbør (10\*10 km<sup>2</sup>) og fordampning (20\*20 km<sup>2</sup>). Disse værdier er sammenlignet med tilsvarende klimagrid-normalværdier for perioden 1961-90. For indstråling er der ligeledes benyttet klimagrid-værdier (20\*20 km<sup>2</sup>). Da der ikke findes klimagrid-normalværdier for indstråling er værdier for 2003 sammenholdt med klimagrid-værdier for

#### Morfologi

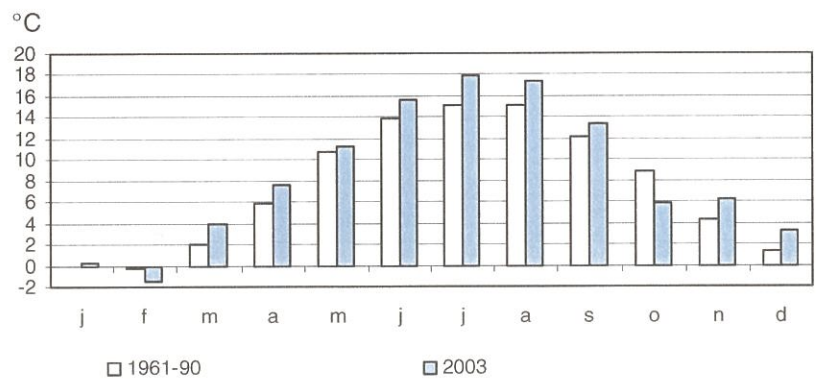


2000, 2001 og 2002. Kvie Sø ligger i klimagrid 10094 (10\*10 km<sup>2</sup>) og 20031 (20\*20 km<sup>2</sup>). For vind er der så vidt muligt benyttet data fra en nærliggende station med sammenlignelige forhold (placering inde i landet).

## Temperatur

I 2003 var den gennemsnitlige temperatur 8,5°C, hvilket er 14% højere end i normalperioden 1961-90, hvor den gennemsnitlige temperatur var 7,4°C (figur 2.1). Kun februar og oktober var koldere end normalt, og februar var den eneste måned med negativ gennemsnitstemperatur (-1,4°C). Det højeste månedsgennemsnit blev registreret i juli, hvor den gennemsnitlige temperatur var 17,9°C.

### Temperatur Kvie Sø

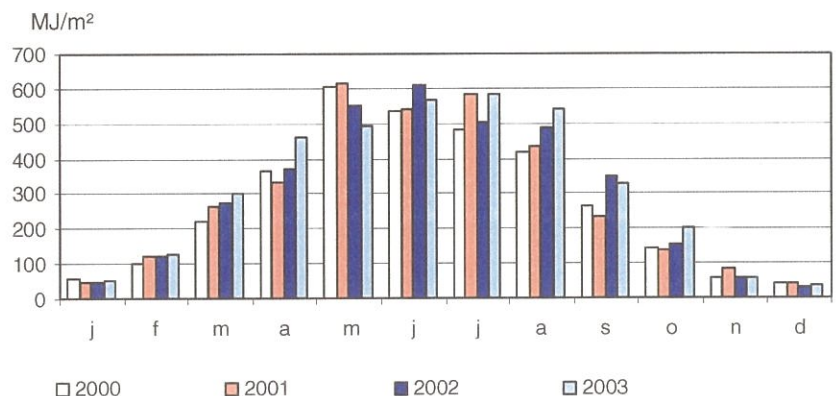


Figur 2.1. Temperatur (°C) ved Kvie Sø i 2003 og som normalværdier for perioden 1961-90. Der er benyttet griddata for grid 20031.

## Indstråling

Til vurdering af indstråling er der i 2003 benyttet klimagrid-værdier for akkumuleret indstråling i MJ/m<sup>2</sup>. Da der ikke findes klimagrid-normaler for indstråling, er dataene fra 2003 sammenholdt med klimagrid-værdier for akkumuleret indstråling fra 2000, 2001 og 2002.

### Indstråling Kvie Sø



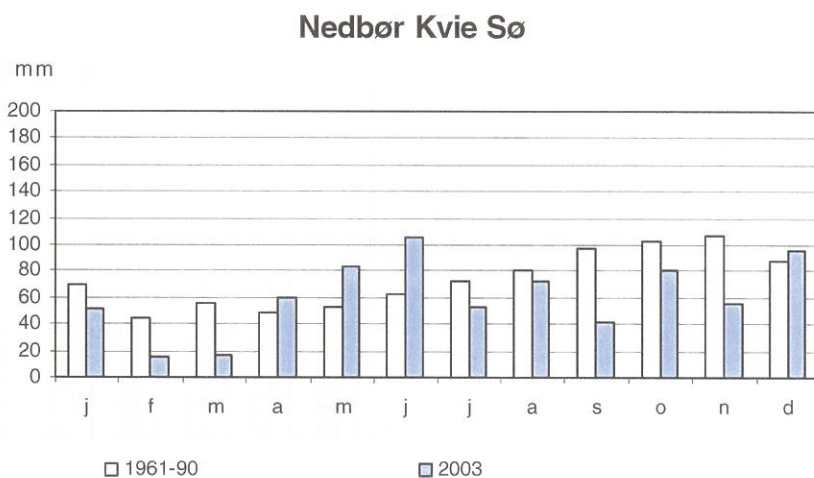
Figur 2.2. Akkumuleret indstråling (MJ/m<sup>2</sup>) ved Kvie Sø i 2000, 2001, 2002 og 2003. Der er benyttet griddata for grid 20031.

Indstrålingen i 2003 var 3754 MJ/m<sup>2</sup> ved Kvie Sø. Siden 2000, hvor den akkumulerede indstråling var 3297 MJ/m<sup>2</sup>, er der sket en jævn stigning i

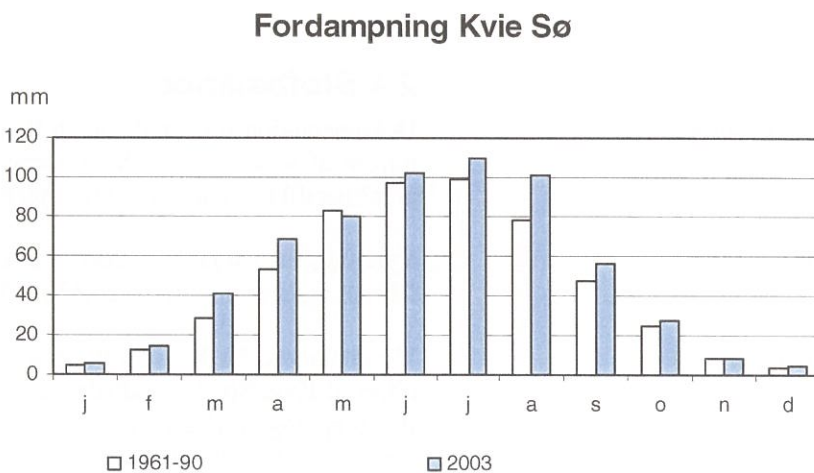
## Nedbør

indstrålingen, så den nu er 13,8% større end i 2000. Især i sommerhalvåret er der store forskelle i den månedlige indstråling fra år til år (figur 2.2).

Ved Kvie Sø faldt der i 2003 17,3% mindre nedbør end i normalperioden 1961-90 (ukorrigerede værdier). Der faldt 730 mm nedbør i 2003. Kun i april, maj, juni og december faldt der mere nedbør end normalt. Især juni var meget nedbørsrig med 68% mere nedbør end i normalperioden. I de øvrige måneder er det især februar, marts, september og november, der skiller sig ud, med væsentligt mindre nedbørsmængder end i normalperioden (figur 2.3).



Figur 2.3. Nedbør (mm) ved Kvie Sø i 2003 og som normalværdier for perioden 1961-90. Der er benyttet ukorrigerede griddata for grid 10094.



Figur 2.4. Fordampning (mm) ved Kvie Sø i 2003 og som normalværdier for perioden 1961-90. Der er benyttet griddata for grid 20031.

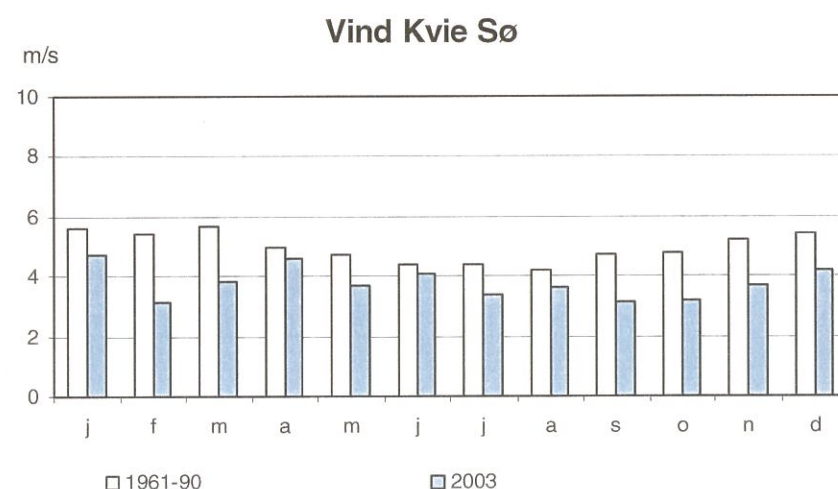
## Fordampning

Fordampningen ved Kvie Sø i 2003 var 618 mm, hvilket er 14% højere end i normalperioden 1961-90 (542 mm). I størstedelen af året var fordampningen højere end normalt (figur 2.4). Kun i maj og november var fordampningen mindre end i normalperioden. Især i marts, april, juli og august var fordampningen højere end normalt som følge af høje temperaturer og høj indstråling.

## Vind

For vind er beregnet den gennemsnitlige vindhastighed (m/s). I 2003 er der ligesom i de foregående år benyttet data fra Billund Lufthavn. Til sammenligning er benyttet normalværdier for perioden 1961-90 fra st. 6110 Skrydstrup.

I 2003 var den gennemsnitlige vindhastighed lavere end i normalperioden 1961-90 hele året (figur 2.5). Den gennemsnitlige vindhastighed var 3,8 m/s, mens den i normalperioden var 5,0 m/s. I løbet af 2003 varierede den gennemsnitlige vindhastighed fra 3,1 m/s (februar og september) til 4,7 m/s (januar), hvorimod normalperiodens gennemsnitlige månedsværdier var 4,2-5,7 m/s.



Figur 2.5. Kvie Sø. Vindhastigheder (m/s) i 2003 fra Billund Lufthavn og normalværdier for 1961-90 fra st. 6110 Skrydstrup.

## 2.4 Stofbalance

### Tilstrømning

Dokumentation for vand- og stofbalancer fremgår af bilag 1.5. Tilstrømningen af vand til Kvie Sø fra oplandet er beregnet ved at anvende den arealspecifikke afstrømning fra oplandet til Grene Å.

### Vandstand

Vandstanden varierede i 2003 mellem et maksimum på 25,43 m DNN i februar og et minimum på 25,17 m DNN i september og oktober.

### Vandbalance

Vandbalancen for Kvie Sø fremgår af tabel 2.3. Da der ikke er overfladiske tilløb til Kvie Sø, er vandbalancen behæftet med en betydelig usikkerhed. Indpumpningen af grundvand, der blev iværksat efter kalkforureningen i 1992, blev stoppet i 1999.

### Hydraulisk opholdstid

Den hydrauliske opholdstid kan beregnes ud fra søvolumen, samt mængderne af afløbsvand og udsivende vand, og er således for 2003 2,4 år.

### Næringsstofbalance

Næringsstofbalancen for Kvie Sø i 2003 fremgår af tabel 2.4. Ved beregningen af kvælstof- og fosforbidraget fra det umålte opland på 27 ha er den arealspecifikke belastning fra oplandet til Grene Å benyttet. Oplandet til Grene Å er, ligesom oplandet til Kvie Sø, et landbrugsbelastet opland med grovsandet jord. Udsivningsbidraget er beregnet ud fra tidsvægtede årsgennemsnit af søkoncentrationer. Bidraget fra atmosfæren er sat til 14,4 kg N/ha og 0,09 kg P/ha.



|              | Umålt opland | Nedbør     | For-dampning | Afløb     | Magasin ændring | Udsivning  |
|--------------|--------------|------------|--------------|-----------|-----------------|------------|
| jan          | 9,5          | 21,6       | 2,1          | 3,5       | 7,5             | 18,0       |
| feb          | 9,4          | 6,6        | 5,1          | 6,8       | -1,5            | 5,7        |
| mar          | 9,5          | 6,8        | 14,7         | 1,9       | -16,5           | 16,2       |
| apr          | 8,1          | 22,2       | 24,6         | 0,0       | -10,5           | 16,2       |
| maj          | 8,3          | 28,1       | 28,9         | 0,0       | 9,0             | -1,5       |
| jun          | 7,9          | 35,3       | 36,6         | 0,0       | -9,0            | 15,6       |
| jul          | 7,6          | 17,2       | 39,5         | 0,0       | -21,0           | 6,3        |
| aug          | 6,7          | 23,8       | 36,3         | 0,0       | -21,0           | 15,2       |
| sep          | 6,8          | 13,8       | 20,2         | 0,0       | -3,0            | 3,4        |
| okt          | 7,1          | 27,7       | 10,0         | 0,0       | 1,5             | 23,3       |
| nov          | 7,6          | 20,4       | 2,9          | 0,0       | 13,5            | 11,6       |
| dec          | 9,8          | 39,5       | 1,6          | 0,0       | 36,0            | 11,7       |
| <b>Total</b> | <b>98</b>    | <b>263</b> | <b>223</b>   | <b>12</b> | <b>-15</b>      | <b>142</b> |

Tabel 2.3. Vandbalance for Kvie Sø 2003. Alle tal er i enheden 1000 m<sup>3</sup>. Bidraget fra umålt opland er beregnet ved at benytte den arealspecifikke afstrømning fra oplandet til Grene Å.

|                        | Kvælstof   | Fosfor     | Jern     |
|------------------------|------------|------------|----------|
| Atmosfærisk bidrag     | 432        | 2,7        | -        |
| Umålt opland           | 349        | 4,0        | -        |
| Tilførsel fra badning  | 10         | 1,0        | -        |
| <b>Total tilførsel</b> | <b>790</b> | <b>7,7</b> | <b>-</b> |
| Udsivning              | 168        | 11,6       | 52,4     |
| Afløb                  | 16         | 0,6        | 3,0      |
| Retention              | 606        | -4,5       | -        |

Tabel 2.4. Næringsstofbalance (kg) for Kvie Sø 2003.

Som følge af den lavere nedbørsmængde i 2003 i forhold til de foregående år er tilførslen af vand og næring fra oplandet til Kvie Sø væsentligt lavere end i de foregående år. Derfor er den totale tilførsel af kvælstof og fosfor i 2003 betydeligt lavere end i de seneste år (den totale tilførsel i 2002 af kvælstof var 905 kg og af fosfor var 11 kg). En meget stor andel (77%) af den tilførte kvælstof fjernes ved denitrifikation og binding i sedimentet. Fosfortilførslen var derimod mindre end fraførslen (fosforretentionen i 2003 var -4,5 kg). Med undtagelse af 1996, hvor der var en lille retention, har Kvie Sø siden 1993 afgivet mere fosfor end der er modtaget. Dette harmonerer med, at der i 1993 blev afskåret dræn fra markarealer, og at der i perioden 1993-1999 blev indpumpet surt og næringsfattigt vand til Kvie Sø.

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

#### Jernbalance

Da der ikke er tilløb til Kvie Sø, kan der ikke opstilles en fyldestgørende jernbalance. I stedet er der foretaget beregning af de mængder jern der forlader søen ved udsivning og via afløbet (tabel 2.4). Koncentrationen af

jern i Kvie sø er lav (tidsvægtet årsgennemsnit: 0,37 mg/l) og det er således også små mængder jern der løber fra søen, i alt ca. 55 kg jern. Den seneste sedimentundersøgelse fra 2001 viser ligeledes, at der er et lavt jernindhold, idet jern/fosforforholdet i de øverste sedimentlag er under 10.

## 2.5 Vandkemiske og -fysiske forhold

### *Prøvetagningsstation*

I forbindelse med undersøgelserne i 1989 til 2003 er der udtaget vandprøver til kemisk analyse på én station i søen. Desuden er der registreret vandstand, iltkoncentration, vandtemperatur og sigtddybde. Prøvetagningsstationens beliggenhed fremgår af bilag 1.2. Dog er der i forbindelse med isdække udtaget enkeltprøve til kemisk analyse, ligesom der er registreret så mange som muligt af de øvrige parametre. Resultaterne af de vandkemiske undersøgelser fremgår af figur 2.6, figur 2.7, bilag 1.3 og bilag 1.4.

### *2003*

Sigtddybden var høj i store dele af året, især i forår og forsommer, samt i det sene efterår. Der var sigt til bunden af søen i slutningen af april og i maj. De laveste værdier var sammenfaldende med planteplanktonmaksima (figur 2.8), ligesom mængden af humusstoffer (farvetal) i vandet synes at have begrænset sigtddybden i eftersommeren. Udsving i mængden af suspenderet stof har en fin sammenhæng med ændringer i planteplanktonbiomassen og tilhørende ændringer i klorofylindholdet. pH-værdierne var forholdsvis høje og kun to målinger var under 6. Den højeste fosforkoncentration på 145 µg P/l i september var forårsaget af et meget stort planteplanktonmaksimum, hvorimod to andre maksima af fosfor ikke umiddelbart kan forklares. Fosforkoncentrationerne var generelt høje fra juli og året ud. Vandstanden i Kvie Sø var høj i første halvår, hvilket var forårsaget af perioder med mere nedbør end normalt i foråret. Den lave vandstand i efteråret er omvendt en følge af en periode med væsentligt mindre nedbør end normalt (figur 2.3).

### *Udvikling 1989-2003*

Til test af tidsmæssige udviklinger er der i 1999 til 2003 benyttet "Kendall trend test". Der er derved sket et skift fra lineær regressions analyse, som er benyttet indtil 1998, til den non-parametriske Kendall trend test.

I perioden 1989-2003 har der været en signifikant ( $p < 0,05$ ) stigning i det tidsvægtede årsgennemsnit af ortho-fosfat ( $p = 0,043$ ), sigtddybde ( $p = 0,043$ ) og vandtemperatur ( $p = 0,028$ ), mens der har været et signifikant fald i ledningsevnen ( $p = 0,004$ ), koncentrationen af suspenderet stof ( $p = 0,005$ ) og silikat ( $p = 0,0002$ ). Med hensyn til sommergennemsnittene har der været et signifikant fald i ledningsevne ( $p = 0,001$ ), koncentrationen af suspenderet stof ( $p = 0,005$ ) og silikat ( $p = 0,015$ ).

Det er ikke muligt at vurdere, om de statistisk signifikante fald i suspenderet stof og i silikat er reelle, idet detektionsgrænsen for de pågældende stoffer blev sænket i 1998. Efter 1998 skete der et kraftigt fald i koncentrationerne, fordi det nu var muligt at angive værdier, der var lavere end den tidligere detektionsgrænse. Dette ses tydeligt af figur 2.7, hvor man også kan se, at de højeste koncentrationer af suspenderet stof og silikat har varieret i overvågningsperioden. Der er således en faldende tendens for både suspenderet stof og silikat, men udviklingen og dermed signifikansen er sløret af skiftet i detektionsgrænse.



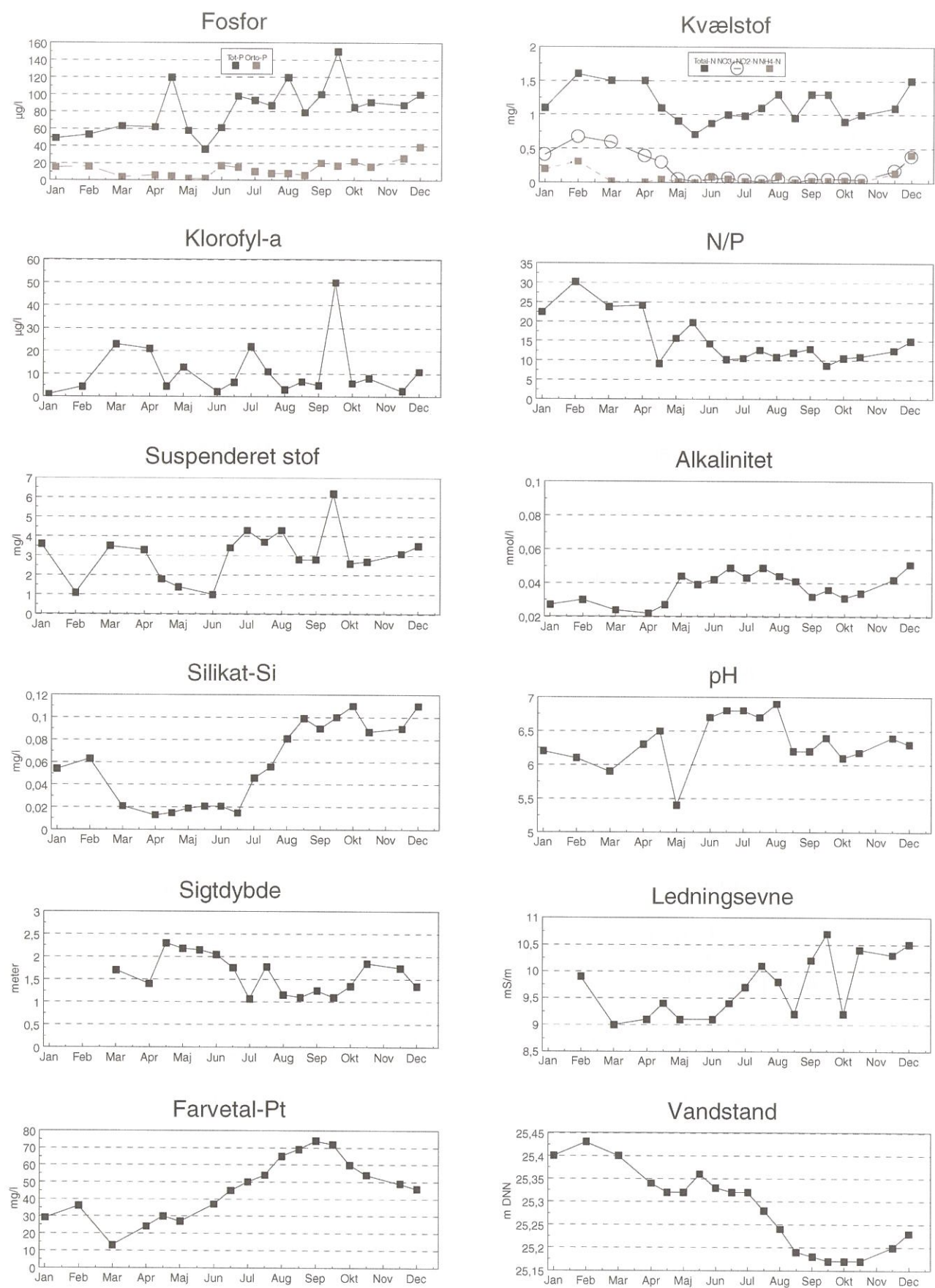


Fig. 2.6. Fysiske og vandkemiske målinger i Kvie Sø 2003.

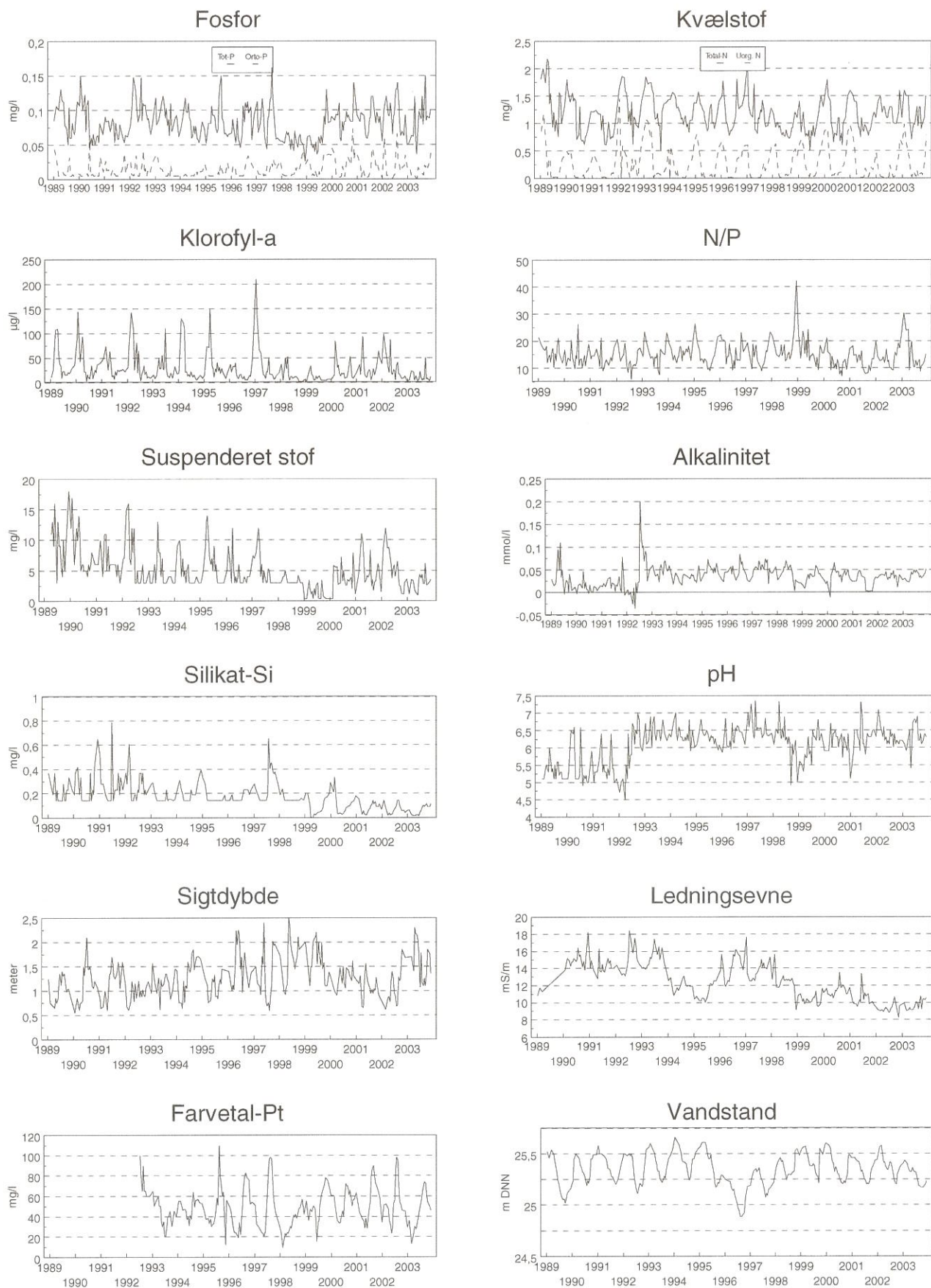


Fig. 2.7. Fysiske og vandkemiske målinger i Kvie Sjø 1989-2003.

Med hensyn til stigningen i årsgennemsnittet af ortho-fosfat og faldet i ledningsevne (års- og sommergennemsnit) er der ikke nogen umiddelbar forklaring. Der synes dog for flere parametre at være en tendens til at der er sket ændringer efter kalkforureningen i 1992, og omkring eller efter 1999 hvor der skete et forventet fald i pH som følge af en årrækkes indpumpning af surt grundvand. Som noget nyt har det seneste års meget høje sigtddybder resulteret i en statistisk signifikant stigning i sigtddybden, når man ser på årsgennemsnittet. Ligeledes ses der en signifikant stigning af årsgennemsnittet af vandtemperaturen. Denne stigning er en følge af, at der i nogle år har været forholdsvis milde vintre og varme somre.

Kalkforureningen i 1992 resulterede i en kraftig stigning i pH og alkalinitet, men alligevel kan der ikke registreres en udvikling i pH og alkalinitet for årene 1989-2003. Det skyldes, at alkalinitet og pH har været faldende i slutningen af 1990'erne. Især pH-værdien er dog steget igen efter at indpumpningen af grundvand ophørte i 1999. Resultaterne fra den statistiske analyse fremgår af bilag 1.3 og 1.4.

## 2.6 Planteplankton

### Rådata

Rådata fra undersøgelsen af plante- og dyreplankton i Kvie Sø fremgår af bilagsrapporten "Kvie Sø 2003 - Plante- og dyreplankton."

### 2003

Biomassen af de enkelte algegrupper samt deres procentvise andele af den totale biomasse ses af figur 2.8.

Planteplankton blev i 2003 undersøgt i perioden 13. marts-17. november. Planteplanktons biomasse varierede mellem 0,20 mm<sup>3</sup>/l i oktober og 7,4 mm<sup>3</sup>/l i september. Gennemsnit fra perioden marts-oktober var 1,6 mm<sup>3</sup>/l. Den var sammensat af grønalger (51%), blågrønalger (24%) og rekylalger (15%). I maj-september var planteplanktons gennemsnitlige biomasse 1,8 mm<sup>3</sup>/l, sammensat af grønalger (58%), blågrønalger (17%) og rekylalger (18%).

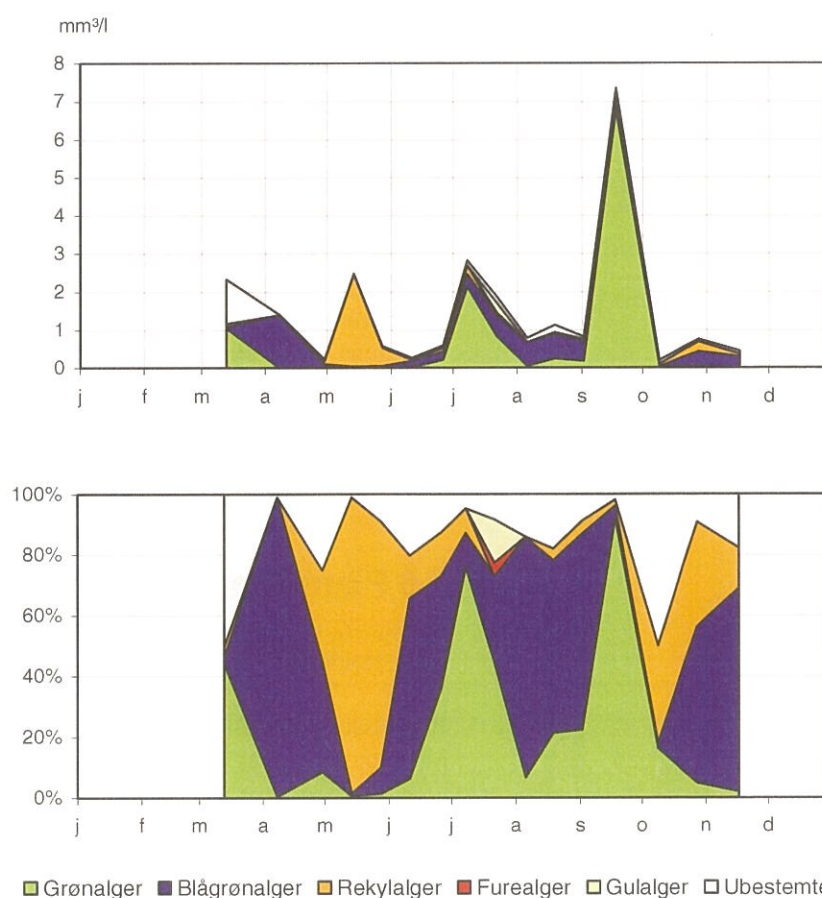
Der fandtes fire markante planteplanktonmaksima med forskellig sammensætning: ét i marts (2,3 mm<sup>3</sup>/l), der bestod af små grønalgeflagellater (*Chlamydomonas* spp.) og ubestemte flagellater <5 µm, ét i maj (2,5 mm<sup>3</sup>/l), der næsten udelukkende bestod af rekylalger, ét i juli (2,8 mm<sup>3</sup>/l), der bestod af den store grønalgeflagellat *Volvox aureus* samt picoplanktiske blågrønalger (*Chroococcales* spp. celler <2 µm) og et særlig stort efterårsmaksimum i september (7,4 mm<sup>3</sup>/l), der næsten udelukkende bestod af *Volvox aureus*. Mellem disse maksima var biomassen lav (0,23-1,1 mm<sup>3</sup>/l) og domineret af picoplanktiske blågrønalger samt små flagellater.

### Artssammensætning

Der blev i alt fundet 57 arter/slægter i Kvie Sø 2003, hvilket er meget færre end sidste år (89 arter).

Kun 21 arter/slægter tilhører grupper, der er karakteristiske for næringsrige søer: 6 blågrønalger og 15 chlorococcale grønalger. 20 arter/slægter tilhører grupper med hovedudbredelse i rene til svagt næringspåvirkede søer: 6 furealger, 3 gulalger og 11 koblingsalger (Zygnematales).





Figur 2.8. Kvie Sø 2003. Planteplankton volumenbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper.

Der blev i alt optalt 19 forskellige arter/slægter/grupper. *Volvox aureus* dominerede, i kraft af et højt efterårsmaksimum, den gennemsnitlige biomasse i perioden marts-oktober, hvor den udgjorde 42%. *Cryptomonas* spp. udgjorde 13%, picoplanktiske blågrønalger (*Chroococcales* spp. celler  $<2 \mu\text{m}$ ) 13% og de småcellede blågrønalger *Synechococcus* spp. 10%. I sommerperioden maj-september var de vigtigste arter: *Volvox aureus* 52%, *Cryptomonas* spp. 16% og *Chlorococcales* sp. 16%.

#### Blågrønalger

Den gennemsnitlige biomasse af blågrønalger var  $0,38 \text{ mm}^3/\text{l} = 24\%$  af planteplanktons biomasse i marts-oktober og  $0,32 \text{ mm}^3/\text{l} = 17\%$  i maj-september. Blågrønalger fandtes hele året og deres biomasse bestod næsten udelukkende af bittesmå chroococcale blågrønalger. Maksimum fandtes i begyndelsen af april ( $1,4 \text{ mm}^3/\text{l}$ ), hvor de udgjorde 99% af planteplanktons biomasse. Resten af året dominerede blågrønalger, når biomassen af andre algegrupper var lav, i juni (37-59%), i august samt begyndelsen af september (57-79%) og sidst i oktober samt november (52-67%). I marts-maj bestod blågrønalgebiomassen af den lille stavformede *Synechococcus* spp. og resten af året af ubestemte picoplanktiske blågrønalger, der havde en diameter på ca.  $1 \mu\text{m}$  (*Chroococcales* spp. celler  $<2 \mu\text{m}$ ).

#### Rekylalger

Den gennemsnitlige biomasse af rekylalger var  $0,24 \text{ mm}^3/\text{l} = 15\%$  af planteplanktons gennemsnitlige biomasse i marts-oktober og  $0,33 \text{ mm}^3/\text{l} =$

18% i maj-september. De havde en høj biomasse i maj (0,46-2,4 mm<sup>3</sup>/l), hvor de udgjorde 81-98% af den totale biomasse. Resten af året udgjorde de 0-34%. Rekyalgebiomassen bestod udelukkende af *Cryptomonas* spp. (især størrelsesgruppen 20-30 µm).

#### Furealger

I modsætning til sidste år, havde furealger ingen kvantitativ betydning i 2003. Små nøgne furealger (*Dinophyceae* spp. 10-15 µm - athekate) udgjorde 5% af den totale biomasse sidst i juli (0,085 mm<sup>3</sup>/l).

*Peridinium inconspicuum* og *Peridinium willei*, der i Danmark har sin hovedudbredelse i næringsfattige og ofte sure søer, fandtes i nogle få prøver.

#### Gulalger

Små ubestemte gulalgeflagellater (*Chrysophyceae* spp.) udgjorde 14% af den totale biomasse sidst i juli (0,27 mm<sup>3</sup>/l).

#### Grønalger

Den gennemsnitlige biomasse af grønalger var 0,82 mm<sup>3</sup>/l = 51% af planteplanktons gennemsnitlige totale biomasse i marts-oktober og 1,1 mm<sup>3</sup>/l = 58% i maj-september. Grønalger fandtes hele året og havde maksima i marts (1,0 mm<sup>3</sup>/l), i begyndelsen af juli (2,2 mm<sup>3</sup>/l) og i september (6,8 mm<sup>3</sup>/l). De havde størst relativ betydning i forbindelse med disse maksima, idet de udgjorde 45% af den totale biomasse i marts, 36-76% sidst i juni samt i juli og 21-92% i august-september, men kun 0-16% resten af året.

*Chlorella* sp./*Dictyosphaerium solitarium* fandtes næsten hele året, men udgjorde kun 0-9% af den totale biomasse. Under forårsmaksimum i marts dominerede den lille flagellat *Chlamydomonas* spp. (43%). Under sommer og efterårsmaksimum dominerede den meget store kolonidannende volvocale grønalge *Volvox aureus* (75% og 92%). Mellem disse maksima forsvandt *Volvox*, og grønalgebiomassen var sidst i juli domineret af en lidt mindre, kolonidannende volvocale grønalge *Eudorina elegans* (41%).

I 2002 forekom slægten *Volvox* for første gang i Kvie Sø, men det var en anden art, *Volvox globator*. I 2003 fandtes begge arter, men kun *Volvox aureus* forekom i målelige mængder. *Volvox* findes i næringsrige søer og damme og kan optræde i så store mængder, at vandet kan farves grønt heraf.

#### Flagellater <5 µm

Den gennemsnitlige biomasse af flagellater <5µm var 0,13 mm<sup>3</sup>/l = 8% af den gennemsnitlige totale biomasse i marts-oktober og 0,082 mm<sup>3</sup>/l = 4% i maj-september. Små ubestemte flagellater (<5 µm) fandtes hele året. De udgjorde 48% af den totale biomasse i marts, 45% i begyndelsen af oktober og 0-17% resten af året.

#### Planteplanktons artssammensætning og årstidsvariation

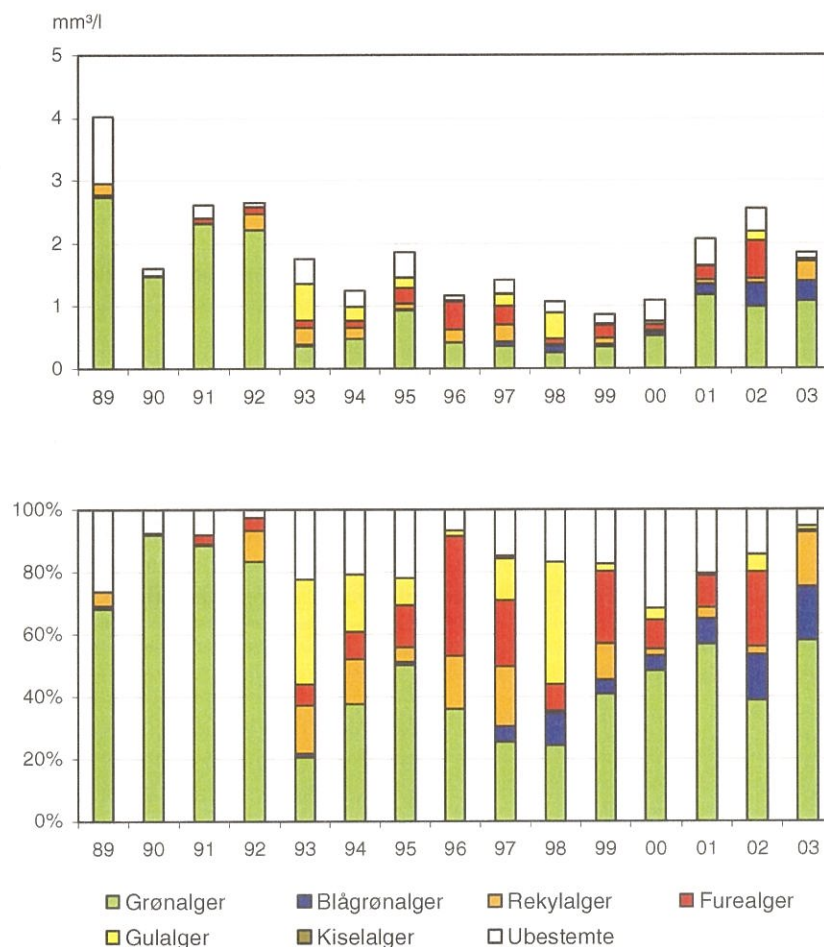
Kvie Sø er en lavvandet, let sur, klarvandet lobeliesø, der i dag er noget næringsberiget. Planteplanktonsamfundet i Kvie Sø er typisk for en mesotrof til lettere eutrof sø og har en årscyklus, der er styret af både næringssaltbegrænsning, græsning og meteorologiske forhold.

Det flagellatsamfund af rekyalger og små flagellater, der findes i Kvie Sø, er karakteristisk for let sure søer med relativ lav fosforkoncentration, men

især den høje biomasse af *Volvox* sommer og efterår og den relativt høje biomasse af småcellede blågrønalger i det tidlige forår indikerer, at søen er næringsberiget.

*Sammenligning med  
planteplanktonsamfundet  
i 1989-2002*

Den gennemsnitlige planteplanktonbiomasse og den procentvise sammensætning i sommerperioden, maj-september, fra årene 1989-2003 ses af figur 2.9.



Figur 2.9. Kvie Sø 1989-2003. Planteplanktonbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper. Gennemsnit for sommerperioden, maj-september.

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

I 1989 var planteplanktons gennemsnitlige sommerbiomasse meget høj (4,0 mm³/l). I 1990-97 svingede den en del (1,2-2,7 mm³/l), hvorefter der fandtes en periode på tre år med en lav gennemsnitlig biomasse (0,85-1,1 mm³/l). I 2001-03 var den gennemsnitlige biomasse igen høj (1,8-2,5 mm³/l). I 2001-02 især på grund af maksimum i sensommeren af en ubestemt chlorococcal grønalge (se Sørensen og Olrik 2003) og i 2003 på grund af sommer- og efterårsmaksimum af *Volvox aureus* (en stor kolonidannende grønalgeflagellat).



Gennemsnitlig dominerede grønalger fuldstændigt planteplanktons biomasse i maj-september i 1989-92 (68-92%). De dominerende grønalger skiftede fra år til år, men det er bemærkelsesværdigt, at desmidiace-slægterne *Staurodesmus* og *Closterium* udgjorde væsentlige andele af den gennemsnitlige biomasse alle fire år. Desmidiaceer findes i sommerperioden i især sure og ofte fosforfattige søer.

Fra 1993 skiftede planteplanktonsamfundet i Kvie Sø karakter. De ubevægelige grønalger fik mindre betydning og blev erstattet af et samfund af forskellige små flagellater. I 1993-94 udgjorde ubevægelige grønalger kun 21-37% af den gennemsnitlige sommerbiomasse. Flagellatsamfundet bestod især af gualger, rekylalger samt små ubestemte flagellater.

I 1995-2002 bestod planteplanktonsamfundet i sommerperioden af en blanding af chlorococcale grønalger og flagellater. Dominansforholdet mellem de to grupper har været svingende, i 1995, 1999 og 2000-01 var chlorococcale grønalger den vigtigste gruppe, i 1996-98 dominerede flagellaterne og i 1999 og 2002 udgjorde chlorococcale grønalger og flagellater næsten lige store andele af planteplanktons gennemsnitlige biomasse. Flagellatgrupperne kan klare sig ved lave fosforkoncentrationer, men er følsomme overfor græsning, hvorimod de chlorococcale grønalger er mere fosforkrævende og de større arter lidt mindre græsningsfølsomme.

I 2003 dominerede store og mellemstore flagellater (*Volvox* og *Cryptomonas*) samt picoplanktiske blågrønalger. Græsningsstrykket fra dyreplankton var meget højt i hele sommerperioden, og mængden af små græsningsfølsomme arter var lavere end de foregående år.

1998 og 2001-2003 adskiller sig fra de øvrige år ved et noget højere sommergennemsnit af picoplanktiske blågrønalger.

Artsantallet var markant højere i perioden 1993-2002 (76-99 arter) end i perioden 1989-92 (48-56 arter). Det øgede artsantal skyldes især en stigning i artsantal af chlorococcale grønalger, gualger 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. I 2003 var artsantallet igen lavt (57 arter) og fordelingen på algegrupper næsten den samme som i 1989-92.

Nygaards planktonindeks,  $Q^1$ , lå mellem 2 og 4 i alle 15 undersøgelsesår. Som en grov regel regnes  $Q$  for at være  $<1$  i oligotrofe søer, 1-3 i mesotrofe søer og  $>3$  i eutrofe søer, jo højere værdi, jo mere næringsrige forhold.

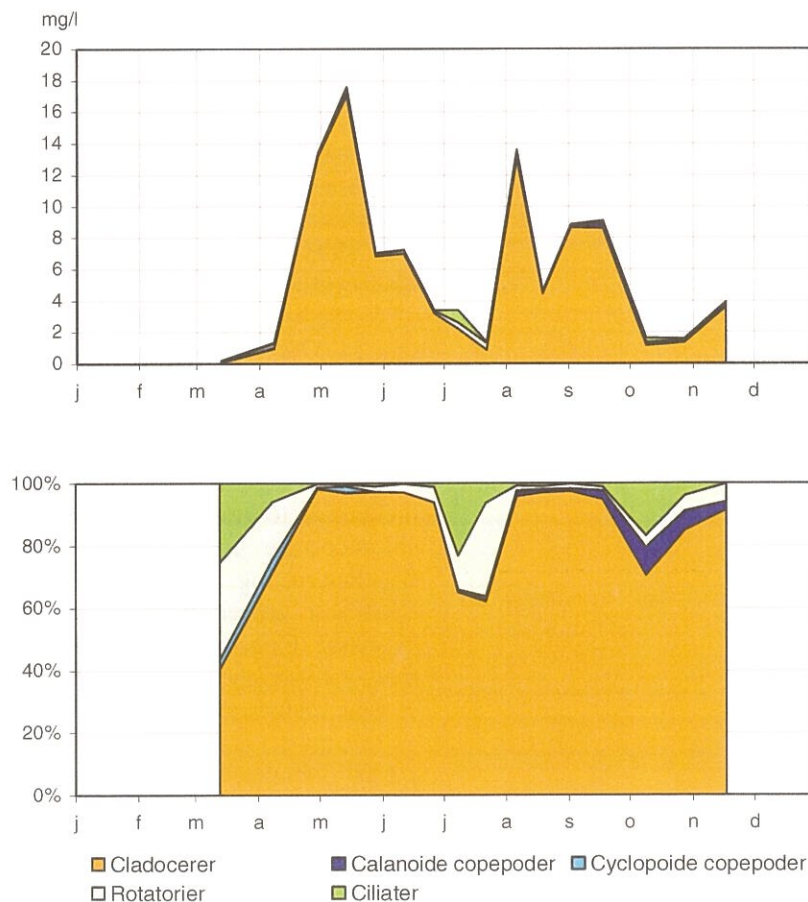
## 2.7 Dyreplankton

I 2003 blev dyreplankton i Kvie Sø undersøgt i perioden 13. marts-17. november. Biomassen af de enkelte dyreplanktongrupper og dyreplanktons procentvise sammensætning i løbet af 2003 fremgår af figur 2.10.

*Biomasse og årstidsvariation i 2003.*

<sup>1</sup> Nygaards kvotient  $Q$  angiver forholdet mellem arter fra næringsrige og næringsfattige levesteder.  $Q$  beregnes således: Sum af antal arter af (Blågrønalger, centriske kiselalger, chlorococcale grønalger, øjealger) / antal arter af desmidiaceer (Nygaard 1949).  $Q$  er her udregnet på basis af den samlede artsliste fra hele året.





Figur 2.10. Kvie Sø 2003. Dyreplanktonbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper.

Den samlede dyreplanktonbiomasse varierede mellem 0,19 mg/l i marts og 18 mg/l midt i maj. Den gennemsnitlige biomasse var 6,2 mg/l i perioden marts-oktober og 7,8 mg/l i maj-september. Cladocerer udgjorde 94% af dyreplanktons gennemsnitlige biomasse i perioden marts-oktober, rotatorier 3%, copepoder 2% og ciliater 2%. Tallene var næsten identiske fra sommerperioden maj-september.

Dyreplanktons biomasse svingede meget og havde tre markante maksima i løbet af året, i maj (18 mg/l), august (14 mg/l) og september (9,1 mg/l). Dyreplanktonsamfundet var hele året domineret af en lille cladocer *Bosmina longispina*. I marts udgjorde ciliater og rotatorier henholdsvis 25% og 31% af en meget lav biomasse, men resten af året, hvor biomassen var større, udgjorde *Bosmina longispina* 72-98%.

#### Artssammensætning

Der blev i alt fundet 43 arter/slægter af ciliater, rotatorier, cladocerer og copepoder i 2003.

#### Ciliater

Den gennemsnitlige biomasse af ciliater var 0,11 mg/l = 2% af dyreplanktons gennemsnitlige biomasse i marts-oktober og 0,12 mg/l = 2% i maj-september. Ciliater fandtes hele året. De opnåede den højeste biomasse i juli, 0,78 mg/l. Den bestod især af store ubestemte ciliater, der havde størst kvantitativ betydning under den lave totale biomasse i marts (25%) og under ciliatmaksimum i juli (23%). Resten af året udgjorde de 0-6%.

Der blev identificeret 5 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. Gennemsnitligt var de vigtigste ciliater store ubestemte ciliater (>100 µm), der fandtes sommer og efterår. *Tontonia/Lohmanniella* spp. og *Askenasia* spp. fandtes næsten hele året. *Tontonia/Lohmanniella* spp. udgjorde 15% af den lave totale biomasse i marts og 0-1% resten af året. *Askenasia* udgjorde 0-1% hele året.

#### Rotatorier

Den gennemsnitlige biomasse af rotatorier var 0,17 mg/l = 3% af dyreplanktons gennemsnitlige biomasse i marts-oktober og 0,19 mg/l = 2% i maj-september. De havde maksimum i juli (0,37-0,41 mg/l), hvor de (især *Hexarthra mira*) udgjorde 11-30% af den totale biomasse. Resten af året udgjorde de 1-6%, bortset fra marts og begyndelsen af april, hvor de udgjorde 18-31% af en lav total biomasse.

Rotatorier var den artsrigeste dyregruppe med 21 fundne arter/slægter, men de fleste havde ringe kvantitativ betydning. *Polyarthra vulgaris/dolichoptera* fandtes hele året, og udgjorde 9-21% af dyreplanktons biomasse i marts samt begyndelsen af april, men kun 0-4% resten af året. *Synchaeta* spp. fandtes især forår og efterår (0-6%). *Hexarthra mira* fandtes sommer og efterår og udgjorde størstedelen af rotatoriemaksimum i juli, hvor den udgjorde 27% af dyreplanktons biomasse.

#### Cladocerer

Den gennemsnitlige biomasse af cladocerer var 5,8 mg/l = 94% af dyreplanktons gennemsnitlige biomasse i marts-oktober og 7,4 mg/l = 95% i maj-september. De havde tre store maksima, midt i maj (17 mg/l), i begyndelsen af august (13 mg/l) og midt i september (8,6 mg/l). Cladocerer dominerede dyreplanktonsamfundet hele året og udgjorde 70-98% af dyreplanktons biomasse, bortset fra marts (41%) og juli (62-65%).

Der blev registreret 9 arter af cladocerer, men langt den vigtigste var *Bosmina longispina*, der dominerede hele året og udgjorde 93% af den totale gennemsnitlige dyreplanktonbiomasse både i perioden marts-oktober og i sommerperioden maj-september. *Diaphanosoma brachyurum* udgjorde 1-10% af den totale biomasse i juli og *Daphnia hyalina* 1-4% i august.

En af de sporadisk forekommende cladocerarter, *Rhynchotalone falcata*, er indikatorart for rene, fosforfattige søer.

#### Copepoder

Den gennemsnitlige biomasse af copepoder var 0,095 mg/l = 2% af dyreplanktons gennemsnitlige biomasse i marts-oktober og 0,11 mg/l = 1% i maj-september. Copepoder havde usædvanlig ringe betydning i 2003. De havde størst betydning i det tidlige forår og i efteråret, hvor de udgjorde 3-9% af den totale biomasse. Maksimum fandtes i maj (0,37 mg/l = 2%). Cyclopoide copepoder dominerede copepodbiomassen i foråret, hvorimod calanoide copepoder var de vigtigste copepoder sommer og efterår.

Der blev fundet 2 arter af copepoder, den cyclopoide art *Cyclops strenuus* og den calanoide art *Eudiaptomus gracilis*. Voksne individer af *Cyclops* fandtes i april-maj. Voksne *Eudiaptomus gracilis* fandtes især sommer og efterår. Der blev fundet enkelte *Meso-/Thermocyclops* copepoditer og hanner.



### *Dyreplanktonets græsning i 2003*

Dyreplanktons potentielle fødeoptagelse varierede mellem 36 µg C/l/d i marts og 890 mg C/l/d i maj. Den gennemsnitlige fødeoptagelse var 373 µg C/l/d i perioden marts-oktober og 455 µg C/l/d i sommerperioden maj-september. Disse gennemsnit svarede til et gennemsnitligt græsningstryk på 380% fra dyreplankton på mængden af græsningsfølsomt planteplankton <50 µm i perioden marts-oktober og 510% i sommerperioden maj-september. Cladocerer dominerede den gennemsnitlige fødeoptagelse, idet de udgjorde 78% i perioden marts-oktober og 81% i sommerperioden maj-september. Ciliater og rotatorier udgjorde henholdsvis 15-17% og 4-5%.

I næsten hele prøvetagningsperioden var biomassen af græsningsfølsomt planteplankton (<50 µm) så lav (<200 µg C/l), at dyreplankton var fødebegrænset. Kun i marts og midt i maj var biomassen af tilgængeligt planteplankton 250-300 µg C/l.

I marts og begyndelsen af april var græsningstrykket lavt (14%), og dyreplankton var ikke i stand til at regulere den tilgængelige planteplanktonbiomasse. Dyreplanktons fødeoptagelse var her domineret af ciliater, der havde et godt fødegrundlag af små flagellater.

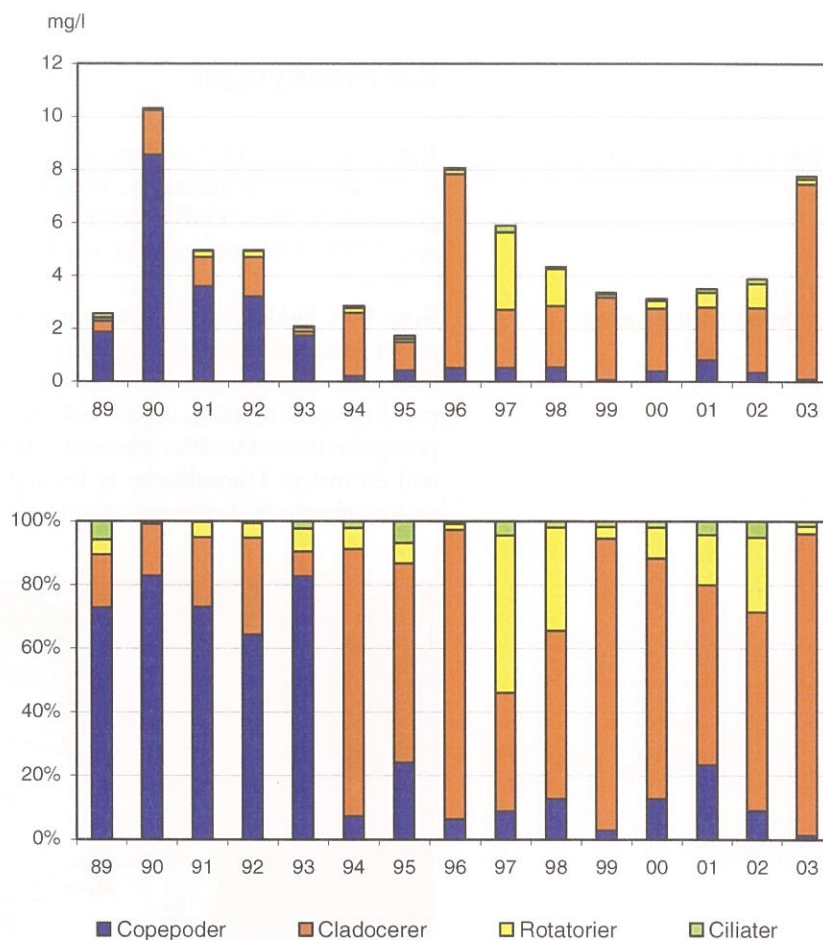
Fra sidst i april og resten af året udøvede dyreplankton beregningsmæssigt et græsningstryk på mellem 110% og 2700%, og var i stand til at nedgræsse den stående planteplanktonbiomasse <50 µm på få timer. Dyreplankton var således i stand til at regulere det græsningstilgængelige planteplankton i maj-november. Dyreplankton var i denne periode domineret af den lille cladocer *Bosmina longispina*. Omvendt indikerer den konstant høje fødeoptagelse, at dyreplankton må udnytte alternative fødeemner som bakterier og detritus.

### *Sammenligning med dyreplanktonsamfundet i 1989-2002.*

Figur 2.11 viser dyreplanktons biomasse og gruppernes procentvis fordeling som gennemsnit i sommerperioden maj-september fra årene 1989-2003. 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, 1996-98 og 2003 fandtes en maksimal biomasse på 16-26 mg/l og et sommergennemsnit på 4,4-10 mg/l. I 1989, 1993-95, 1999-2000 samt 2002 var den maksimale biomasse 5-12 mg/l og sommergennemsnittet 1,7-3,9 mg/l. I 2001 fandtes en høj maksimal biomasse (16 mg/l), men det var så kortvarigt, at den gennemsnitlige biomasse alligevel var relativ lav (3,5 mg/l). Den gennemsnitlige dyreplanktonbiomasse faldt jævnt fra 8,1 mg/l i 1996 til et niveau på 3,1-3,9 mg/l i 1999-2002, men i 2003 var den igen høj (7,8 mg/l).

I undersøgelsens første fem år (1989-93) fandtes copepoder hele året, og de dominerede fuldstændigt den gennemsnitlige sommerbiomasse (64-83%). I 1994-2003 var copepoder næsten forsvundet fra dyreplanktonsamfundet i sommerperioden, og cladocerer dominerede fuldstændigt (53-93%), bortset fra 1997, hvor rotatorier dominerede (49%).



Figur 2.11. Kvie Sø 1989-2003. Dyreplanktonbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper. Gennemsnit for sommerperioden maj-september.

Ciliater udgjorde kun 0-7% af den gennemsnitlige biomasse fra 1989-2003. Rotatorier havde stor kvantitativ betydning i 1997-98 og 2002, hvor de udgjorde 23-49% af den gennemsnitlige biomasse i kraft af store forekomster af *Asplanchna priodonta* sidst på sommeren. De øvrige år udgjorde rotatorier kun 1-16%. 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 sommerperioden. I 1993 ændrede dyreplanktonsamfundets sammensætning. Copepoder var stadig den vigtigste dyregruppe, men de cyclopoide arter *Cyclops strenuus* og *Cyclops vicinus* var vigtigst og udgjorde tilsammen 70% af den gennemsnitlige biomasse i sommerperioden. I 1994 skete der igen et skift i dyreplanktonsamfundet, således at cladocerer blev den dominerende dyregruppe. Fra 1994 har de vigtigste arter været *Bosmina longirostris/longispina* og/eller *Daphnia hyalina*, i 1997-98 og 2002 sammen med *Asplanchna priodonta*. I 2003 dominerede *Bosmina longispina* fuldstændigt næsten hele året.

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.



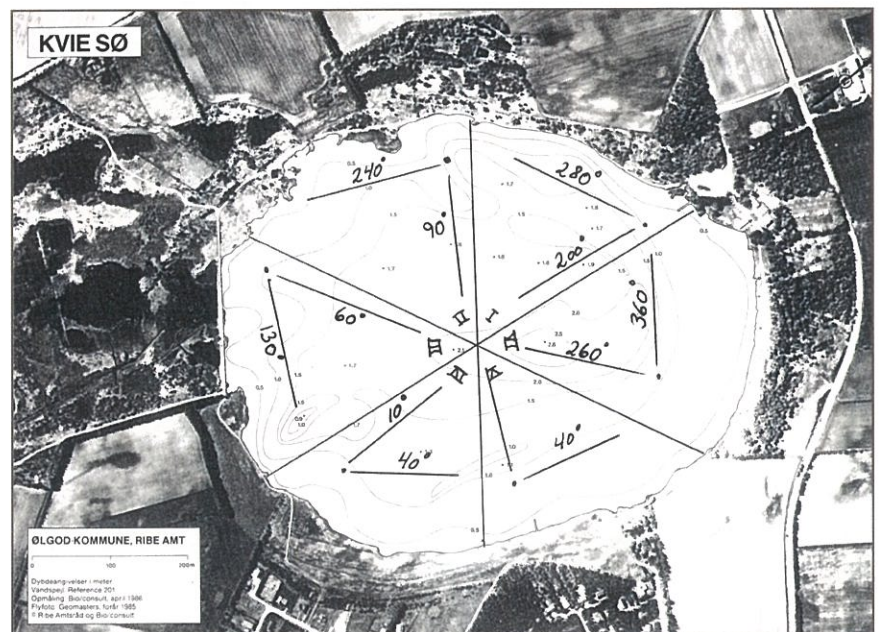
## 2.8 Fiskeyngel

### *Fiskeyngelundersøgelse 2003*

Ribe Amt har i 2003 gennemført en undersøgelse af fiskeyngel i Kvie Sø. Undersøgelsen er foretaget som et led i Nova 2003 søprogrammet og er gennemført efter DMUs tekniske anvisning "Fiskeyngelundersøgelser i søer" 1998. Dokumentation for fiskeyngelundersøgelsen findes i bilag 1.6.

### *Sektioner og transekter*

Søen blev inddelt i 6 sektioner og i hver sektion blev der udlagt ét littoralt og ét pelagisk transekt. Sektionerne er de samme som anvendt under fiskeundersøgelserne i 1995 og 2000. De littorale transekter blev placeret parallelt med bredden og så vidt muligt efter én meter dybdekurven. De pelagiske transekter blev placeret vinkelret på bredden og på dybder større end én meter. Transekterne er forsøgt lagt som under yngelbefiskningen i de foregående år. Sektioner og transekters placering fremgår af figur 2.12.



Figur 2.12. Oversigtskort. Placering af sektioner og transekter ved fiskeyngelundersøgelse i Kvie Sø 2003.

### *Befiskningen*

Yngelbefiskningen blev foretaget i tidsrummet fra kl. 00:15 til kl.01:45 natten mellem den 7. og 8. juli. Der var halvmåne under befiskningen i 1. sektion. Herefter var der overskyet og ingen måneskin under resten af befiskningen. Sejladsen foregik efter kompas fra i forvejen afmærkede positioner på søen. For at opnå en tilfredsstillende fangstmængde pr. transekt, blev der på alle transekter foretaget to træk af hver ét minuts varighed. På grund af søens størrelse var det ikke muligt, at foretage træk af mere end ét minuts varighed. Befiskningen ville i så fald foregå udenfor sektionen.

### *Fiskearter*

Der blev fanget skalle- og aborrengel under fiskeriet. Det er første gang, at fiskearten skalle er registreret som ynglefisk i søen. Der er for nogle år siden gjort et enkeltfund af en død skalle, men aldrig tidligere er der set levende skaller. På trods af en god geddebestand i Kvie Sø blev der ikke fanget geddeyngel. I forbindelse med tidligere fiskeundersøgelser er der desuden konstateret forekomst af gedde, aborre og ål.

*Fangst og filtreret vandvolumen*

I alt blev der under fiskeriet filtreret et vandvolumen på 305 m<sup>3</sup> ligeligt fordelt mellem littoralen og pelagiet. I tabel 2.5 ses det filtrerede vandvolumen i perioden 1998 til 2003. Vandvolumenet er stort set ens fra år til år.

| År   | Filtreret vandvolumen, m <sup>3</sup> |          |             |
|------|---------------------------------------|----------|-------------|
|      | Littoral                              | Pelagiet | Litt.+ Pel. |
| 1998 | 165                                   | 168      | 333         |
| 1999 | 154                                   | 151      | 305         |
| 2000 | 154                                   | 155      | 309         |
| 2001 | 155                                   | 159      | 314         |
| 2002 | 160                                   | 160      | 320         |
| 2003 | 152                                   | 153      | 305         |

Tabel 2.5. Filtreret vandvolumen, 1998-2003.

*Aborrefangst*

Den samlet aborrefangst var på kun 3 stk. yngel svarende til en volumen-tæthed på 0,01 stk. yngel/m<sup>3</sup>. Fangsten var fordelt på 3 littorale transekter. Fangsten var den laveste i hele undersøgelsesperioden. Der har over perioden været betydelig variation i fangsten, uanset at fangstindsatsen har været den samme år for år. I tabel 2.6 ses antal fangne aborre yngel og fangst pr. m<sup>3</sup> i perioden 1998-2003.

| År   | Fangst i stk. |          |             | Yngel/ filtreret vand, m <sup>3</sup> |          |             |
|------|---------------|----------|-------------|---------------------------------------|----------|-------------|
|      | Littoral      | Pelagiet | Litt.+ Pel. | Littoral                              | Pelagiet | Litt.+ Pel. |
| 1998 | 26            | 30       | 56          | 0,16                                  | 0,18     | 0,17        |
| 1999 | 12            | 15       | 27          | 0,08                                  | 0,10     | 0,09        |
| 2000 | 27            | 29       | 56          | 0,18                                  | 0,19     | 0,18        |
| 2001 | 101           | 151      | 252         | 0,65                                  | 0,95     | 0,80        |
| 2002 | 61            | 38       | 99          | 0,38                                  | 0,24     | 0,31        |
| 2003 | 3             | 0        | 3           | 0,02                                  | 0,00     | 0,01        |

Tabel 2.6. Fangst af aborre i antal og pr. filtreret vandvolumen.

*Skallefangst*

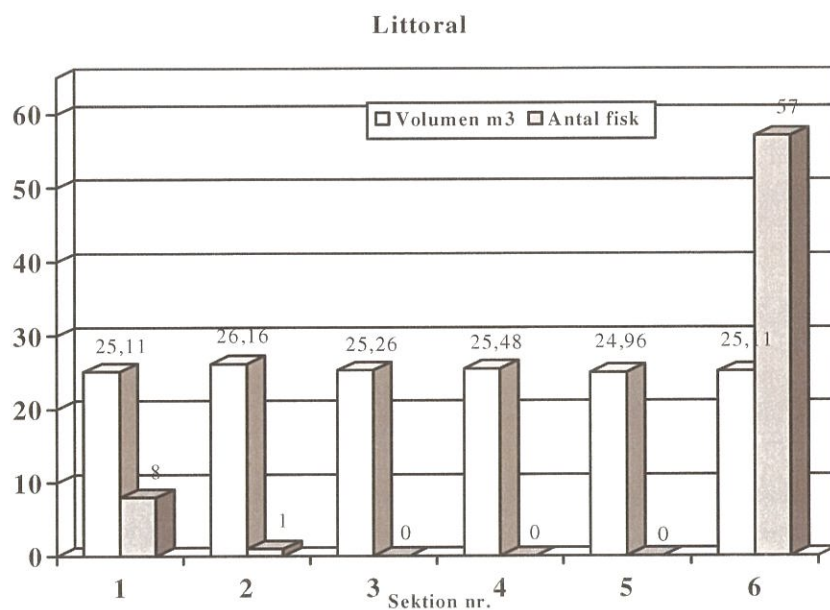
Der blev i alt fanget 94 stk. skalle yngel svarende til en volumetæthed på 0,31 stk. yngel/m<sup>3</sup>. Skallerne blev fanget i 3 sektioner og flest blev fanget i de littorale transekter. I tabel 2.7 ses fangsten af skalle.

| År   | Fangst (antal). |          |             | Yngel/ filtreret vand, m <sup>3</sup> |          |             |
|------|-----------------|----------|-------------|---------------------------------------|----------|-------------|
|      | Littoral        | Pelagiet | Litt.+ Pel. | Littoral                              | Pelagiet | Litt.+ Pel. |
| 2003 | 63              | 31       | 94          | 0,41                                  | 0,20     | 0,31        |

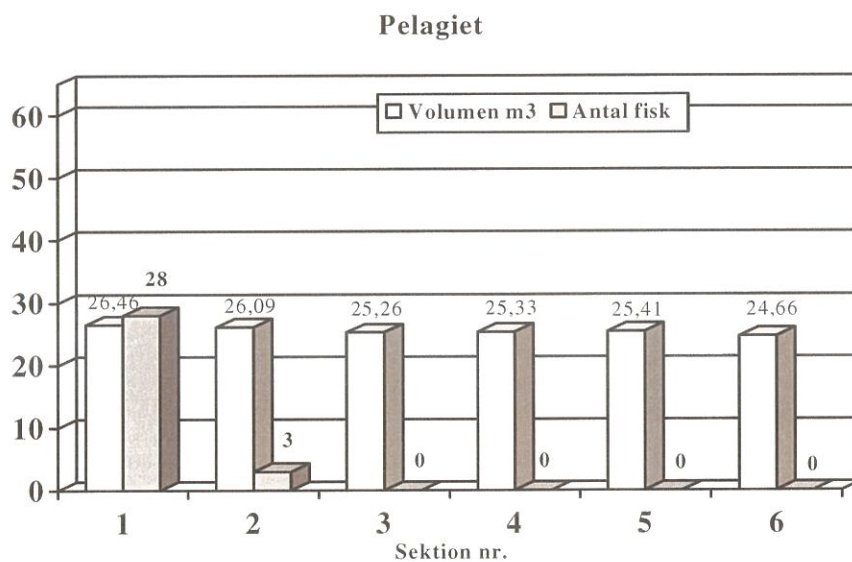
Tabel 2.7. Fangst af skalle yngel i antal og pr. filtreret vandvolumen.

*Fangst og filtreret vandvolumen pr. zone og sektion*

Samlet fangst af aborre og skalle, samt filtreret vandvolumen for samtlige sektioner i 2003 opgjort for de littorale og pelagiske transekter fremgår af figur 2.13 og 2.14.



Figur 2.13. Filtreret volumen og fangst af fisk pr. sektion i littoralzonen, 2003.



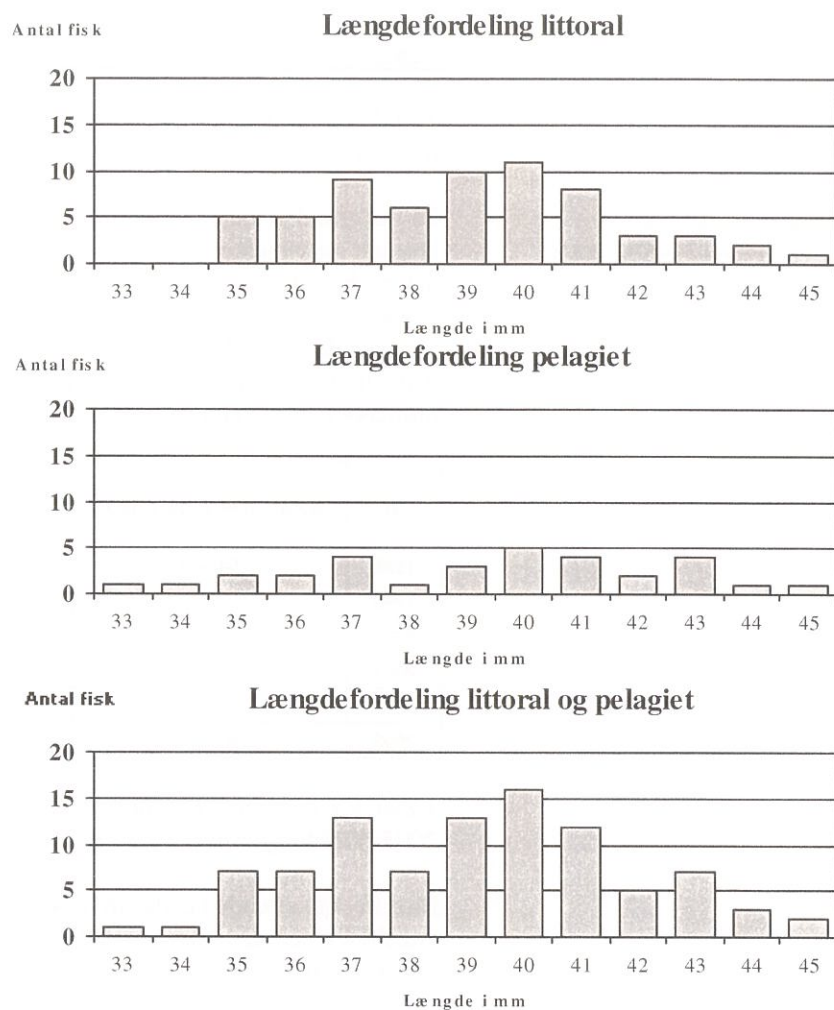
Figur 2.14. Filtreret volumen og fangst af fisk pr. sektion i pelagiet, 2003.

I littoralen var fangsten markant størst i sektion 6. I pelagiet blev der fanget flest fisk i sektion 1.

#### Længdefordeling

Længden på de tre aborrengler lå mellem 30 mm og 42 mm. På grund af den fåtallige fangst er der ingen figur med længdefordelingen. Længdefordelingen for skalle yngel fanget i den littorale og pelagiske zone, samt totalt fremgår af figur 2.15. Længden på skalle yngelen lå mellem 33 mm og 45 mm. Der ses en tydelig længdegruppering omkring 39-40 mm. Der er ingen markant forskel i skallernes længde i littoralen og pelagiet.





Figur 2.15. Længdefordeling af aborreyngel fanget i den littorale og den pelagiske zone, samt for alle fisk, 2003.

Gennemsnitlig længde og vægt 1998 til 2003

Den gennemsnitlige længde og vægt i 2003 for aborreyngel var den hidtil størst registrerede. Der er dog tale om et ringe datagrundlag (3 stk. yngel). Udviklingen i gennemsnitlig vægt og længde for aborre er vist i tabel 2.8.

| År   | Gennemsnitlig vægt (mg) |          |             | Gennemsnitlig længde (mm) |          |             |
|------|-------------------------|----------|-------------|---------------------------|----------|-------------|
|      | Littoral                | Pelagiet | Litt.+ Pel. | Littoral                  | Pelagiet | Litt.+ Pel. |
| 1998 | 96                      | 157      | 129         | 23,3                      | 27,1     | 25,3        |
| 1999 | 83                      | 80       | 81          | 19,8                      | 20,0     | 19,9        |
| 2000 | 83                      | 97       | 95          | 22,0                      | 22,4     | 22,2        |
| 2001 | 23                      | 19       | 20          | 16,7                      | 16,5     | 16,6        |
| 2002 | 287                     | 313      | 297         | 31,0                      | 31,8     | 31,3        |
| 2003 | 400                     | ?        | 400         | 36,0                      | ?        | 36,0        |

Tabel 2.8. Gennemsnitlig længde og vægt for aborreyngel fanget i den littorale og den pelagiske zone og samlet for begge zoner 1998 til 2003.

For skalle er der ingen data fra tidligere befiskninger. Gennemsnitlig var skallerne 39,2 mm lange og vejede 489 mg. Skallernes gennemsnitlige vægt og længde er angivet i tabel. 2.9.

#### Yngelbiomasse og yngeltæthed 1998 til 2003

| År   | Gennemsnitlig vægt (mg) |          |             | Gennemsnitlig længde (mm) |          |             |
|------|-------------------------|----------|-------------|---------------------------|----------|-------------|
|      | Littoral                | Pelagiet | Litt.+ Pel. | Littoral                  | Pelagiet | Litt.+ Pel. |
| 2003 | 486                     | 497      | 489         | 39,1                      | 39,4     | 39,2        |

Tabel 2.9. Gennemsnitlig længde og vægt for skalleyngel fanget i den littorale og den pelagiske zone og samlet for begge zoner i 2003.

På baggrund af befiskningerne er der beregnet en biomasse, samlet yngelbestand og yngeltæthed pr. 100 m<sup>2</sup> søoverflade. For Kvie Sø er der beregnet en bestand på 107.508 stk. aborre- og skalleyngel og en samlet biomasse på 52,3 kg. Skalle udgjorde ca. 97% af biomassen. I forhold til de foregående år er der sket en kraftig reduktion i aborrers biomasse, mens den samlede yngelbiomasse er den højeste i hele perioden. De beregnede biomasser og yngeltætheder for 1998 til 2003 fremgår af tabel 2.10.

| År   | Bestand af yngel (antal) | Yngelbiomasse (kg) | Yngel pr. 100 m <sup>2</sup> |
|------|--------------------------|--------------------|------------------------------|
| 1998 | 54.991                   | 7,8                | 18,3                         |
| 1999 | 31.603                   | 2,6                | 10,5                         |
| 2000 | 58.175                   | 5,5                | 19,4                         |
| 2001 | 257.716                  | 5,2                | 85,9                         |
| 2002 | 112.148                  | 33,3               | 37                           |
| 2003 | 107.508 (3.325)          | 52,3 (1,3)         | 35,8 (1,1)                   |

Tabel 2.10. Samlet bestand, yngelbiomasse og yngeltæthed fra 1998 til 2003. Værdier for aborre er angivet i parentes for 2003.

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

#### Vurdering af undersøgelsen

Undersøgelsen har belyst forekomsten af aborre- og skalleyngel i Kvie Sø i starten af juli måned 2003. Der er i forhold til 2002 beregnet en stigning i yngelbiomassen på 57%. Samtidig er aborren kraftigt minimeret og skalle er set for første gang. Skaller udgjorde 97% af yngelbiomassen. Det er uvist om skallen har held til at etablere sig permanent og om aborren igen vil kunne opnå høje yngelbestande.

## 2.9 Vegetation

#### Omfang og metoder

Der er den 28.-29. august 2003 foretaget en områdeundersøgelse af undervandsvegetationen i Kvie Sø. Herudover er undersøgt rørsumpens dybdeudbredelse. Undersøgelserne er gennemført efter DMUs anvisninger. Rådata fremgår af bilagsrapporten "Vegetation i Kvie Sø 2003".

Vandstanden var på undersøgelsestidspunktet 25,19 m over DNN, dvs. 0,23 m under vandspejlskoten 25,42 m over DNN, ved hvilken dybdekortet er udtegnet, og som blev anvendt som referencekote ved vegetationsundersøgelsen.

Søen blev opdelt i 10 næsten lige store delområder. I hvert delområde blev der gennemført undersøgelser i dybdeintervaller på 0,25 m, hvor der blev foretaget 10 registreringer af dækningsgraden af den samlede vegetation og

dækningsgraden af de enkelte arter. Desuden blev noteret højden af undervandsvegetationen og bundforholdene.

Da vandstanden var 0,23 m under referencevandspejlskoten, blev undersøgelsen foretaget i følgende dybdeintervaller: 0-0,02 m, 0,02-0,27 m, 0,27-0,52 m, 0,52-0,77 m,..... ...1,77-2,02 m, 2,02-2,27 m og 2,27-2,51 m.

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

Undersøgelserne blev foretaget ved vadning og fra båd, idet vegetationen blev registreret dels visuelt ved hjælp af vandkikkert og dels ved hjælp af en almindelig rive på et langt skaft. Sigtdybden var 1,12 m de to undersøgelsesdage.

#### Artssammensætning

Den registrerede undervandsvegetation fremgår af tabel 2.11.

| Undervandsart             | Latinsk navn                | Status i søen  |
|---------------------------|-----------------------------|----------------|
| <b>Grundskudsplanter:</b> |                             |                |
| 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         |
| <b>Langskudsplanter:</b>  |                             |                |
| Smalbladet Vandstjerne    | <i>Callitriche hamulata</i> | Almindelig     |
| Spæd Pindsvineknop        | <i>Sparganium minimum</i>   | Meget fåtallig |
| Liden Blærerod            | <i>Utricularia minor</i>    | Enkelte        |
| <b>Mosser:</b>            |                             |                |
| Ensidig Tørvemos          | <i>Sphagnum subsecundum</i> | Hyppig         |
| Art af Seglmos            | <i>Drepanocladus</i> sp.    | Almindelig     |
| <b>Trådalger:</b>         |                             |                |
| Grøn trådalge             | <i>Oedogonium</i> sp.       | Almindelig     |
| Slimtråd                  | <i>Spirogyra</i> sp.        | Fåtallig       |

Tabel 2.11. Oversigt over registrerede arter af undervandsplanter i Kvie Sø 2003 og de enkelte arters status i søen som helhed.

Artssammensætningen i 2003 omfattede ligesom de foregående år en række karakteristiske grundskudsplanter for den næringsfattige lobeliesø: sporeplanten *Gulgrøn Brasenføde* og blomsterplanterne *Strandbo*, *Lobelie* og *Liden Siv*. Desuden blev registreret langskudsplanterne *Smalbladet Vandstjerne* og *Spæd Pindsvineknop*, som begge er typiske for næringsfattige ferske vande. Endvidere blev registreret den fritsvømmende *Liden Blærerod*. Herudover registreredes mosserne *Ensidig Tørvemos* og slægten *Seglmos*, der omfattede en eller flere ubestemte arter. Blærerodsarten og mosserne er typiske for næringsfattige og noget sure søer. Endelig blev registreret grønne trådalger, hvoraf hovedparten bestod af *Oedogonium* sp. og i mindre grad af *Slimtråd* (*Spirogyra* sp.).

*Gulgrøn Brasenføde* er meget sjælden her i landet og er kun kendt fra nogle ganske få voksesteder i Jylland. På rødlisten fra 1997 er den opført som "sårbar" i Danmark. Desuden er *Spæd Pindsvineknop* anført som "sjælden" på rødlisten, og den er forholdsvis ualmindelig i Jylland. Endvidere er *Strandbo* og *Lobelie* med på gullisten fra 1997 som "opmærksomhedskræ-



vende", dvs. arter med en stærk negativ bestandsudvikling på landsplan de seneste år.

Ved undersøgelsen i 2003 blev der registreret de samme arter som i 2002, og artssammensætningen har været ret ens i årene 1999-2003 bortset fra *Fladfrugtet Vandstjerne*. Denne art var tilstede med enkelte planter i 1993 og 2000, og der var således tale om en mere eller mindre tilfældig og forbigående opdukken, idet arten er mere typisk for næringsrige søer. Undervandsvegetationen er blevet lidt mere artsrig i undersøgelsesperioden, idet *Smalbladet Vandstjerne* indvandrede i 1999 og har etableret sig som fast art i søen og nu er almindelig. Desuden dukkede *Spæd Pindsvineknop* op i 1996 og har etableret sig som fast art, om end den kun har været meget fåtallig tilstede de enkelte år. *Liden Blærerod* blev ikke registreret i årene 1994-1996, og de øvrige år har den kun været registreret med ganske få planter op til et hedemoseområde langs vestbredden, hvor den er almindelig i en sur tørvegrav.

Artssammensætningen har i perioden 1993-2003 været stabil, som det er karakteristisk for lobeliesøer, idet alle de almindeligste og betydende arter har været tilstede alle undersøgelsesår. Det gælder således grundskudsplanterne *Strandbo*, *Gulgrøn Brasenføde*, *Lobelia* og *Liden Siv* samt mosserne *Ensidig Tørvemos* og *Seglmos*. Etableringen af *Smalbladet Vandstjerne* og *Spæd Pindsvineknop* som faste arter er formentlig de første tegn på, at der med tiden vil indvandre langskudsarter til søen. Begge arter er imidlertid også karakteristiske for næringsfattige søer.

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

#### Hyppighed og udbredelse

Ligesom de foregående år var de to hyppigste arter i 2003 dels *Strandbo*, som var meget hyppig i den inderste og mellemste del af vegetationsbæltet og dels *Gulgrøn Brasenføde*, der var meget hyppig i den yderste del af bæltet. *Lobelia* var også ret hyppig, fortrinsvis i den mellemdybde del af bæltet, mens *Liden Siv* fortrinsvis fandtes spredt på lavt vand, men stedvis havde sammenhængende småbevoksninger.

*Smalbladet Vandstjerne* blev registreret i den yderste del af vegetationsbæltet i dybdeintervallet 0,75-1,50 m, hvor den var forholdsvis almindelig og mange steder havde sammenhængende bevoksninger. Den blev ikke fundet i badeområdet i den nordlige del af søen. I det ovennævnte dybdeinterval blev der også meget fåtalligt registreret *Spæd Pindsvineknop* i den vestlige, sydlige og østlige del af søen. Alle planter var på vandformen med undervandsblade og uden luftskud, hvilket er typisk for denne art i næringsfattige søer. *Liden Blærerod* blev kun registreret med enkelte planter på lavt vand i den vestlige del af søen, hvor der tæt på bredden findes en tørvegrav i et hedemoseareal, hvor arten er almindelig. *Ensidig Tørvemos* fandtes hyppigt i rørsumpzonen i den vestlige, sydlige og østlige del af søen, hvor den stedvis havde store sammenhængende bevoksninger, mens den kun var spredt forekommende i rørsumpzonen i den nordlige del. På dybere vand var den fåtallig til spredt forekommende. *Seglmos* fandtes fåtallig til spredt i rørsumpzonen og var ellers meget fåtallig på dybere vand.

De væsentligste ændringer i arternes hyppighed i forhold til 2002 var, at *Smalbladet Vandstjerne* var blevet mere hyppig, mens *Gulgrøn Brasenføde*

var blevet lidt mindre hyppig i den yderste del af udbredelsesområdet. Desuden var der en lille stigning i mængden af trådalger i bredzonen og på grundskudsvegetationen. Undervandsvegetationen fandtes som et forholdsvis tæt vegetationsbælte ud til omkring 1 meter, idet den også var tæt i størstedelen af rørsumpen, som var forholdsvis åben på steder med *Almindelig Sumpstrå* og *Tagrør*, mens rørsumpen var mere lukket på steder med *Næb-Star*, hvor undervandsvegetationen var knap så hyppig.

Ligesom de tidligere år var undervandsvegetationen næsten helt slidt væk på grund af badning ved campingpladsen. Desuden var undervandsvegetationen ligesom de tidligere år væk på et areal på ca. 200 m<sup>2</sup> i den sydøstlige del af søen på grund af tidligere års badning.

Det ses, at den gennemsnitlige dækningsgrad i hele søen har været stigende gennem årene fra 10,1% i 1993 til 38,3% i 2001, hvorefter der har været et lille fald til 37,0% i 2002 og 36,6% i 2003. Stigningerne er især en følge af, at undervandsvegetationen har fået en større dybdeudbredelse og tæthed på de større dybder. Fra 1999 til 2003 har der ikke været større ændringer i dækningsgraden for søen som helhed, ligesom ændringerne i de enkelte delområder har været forholdsvis små bortset fra et område umiddelbart øst for badearealet i den nordlige del af søen.

#### Dybdegrænse

Ved den aktuelle vandstandskote var middeldybdegrænsen for undervandsvegetationen på 1,14 m og den største dybdegrænse på 1,35 m. Når der ses bort fra badeområdet ved campingpladsen, var middeldybdegrænsen for de enkelte delområder ret ens og varierede kun fra 1,12-1,22 m, mens mindste og største dybdegrænse kun varierede fra 1,00-1,35 m. I badeområdet lå middeldybdegrænsen på 0,68 m og variationen på 0,50-0,95 m.

Ved referencevandspejlskoten har den gennemsnitlige dybdegrænse for undervandsvegetationen ligget i intervallet 1,10-1,37 m. Den største dybdegrænse har været i årene 1997-2003, hvor den lå i intervallet 1,28-1,37 m, mens den laveste var i 1995 og 1996, hvor den lå på henholdsvis 1,10 m og 1,12 m. Den største dybdegrænse de seneste fem år skyldes især, at *Gulgrøn Bransenføde* og *Smalbladet Vandstjerne* har haft en større dybdeudbredelse end tidligere. Dybdegrænsen på 1,37 m i 2003 var den største i hele undersøgelsesperioden og skyldtes, at langskudsarten *Smalbladet Vandstjerne* voksede ud til stor dybde over det meste af søen.

Ved aktuel vandstand har den gennemsnitlige dybdegrænse for undervandsvegetationen været stigende fra 1996 til 1999, hvilket skyldtes en højere vandstand og stigende dybdeudbredelse af *Gulgrøn Bransenføde* og *Smalbladet Vandstjerne*. I 2000 og 2001 var der en lidt lavere dybdegrænse på grund af en lavere vandstand end i 1999, hvorefter der igen var en høj dybdegrænse i 2002 som følge af en højere vandstand. Fra 2002 til 2003 faldt dybdegrænsen igen som følge af en lavere vandstand. Den faldende dybdegrænse i årene 1994 til 1996 skyldtes dels lave vandstande, og dels at *Gulgrøn Bransenføde* ikke øgede dybdeudbredelsen i takt med den faldende vandstand. De enkelte arters største dybdegrænse i årene 1997-2003 er vist i tabel 2.12.

I alle undersøgelsesårene fra 1997 til 2003 har grundskudsplanterne haft en stigende dybdegrænse i rækkefølgen *Liden Siv*, *Strandbo*, *Lobelia* og *Gulgrøn Bransenføde*. 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 *Lobelia* og i den yderste del *Gulgrøn Brasenføde*. I 2003 var dybdegrænsen ved referencevandstanden således følgende: *Liden Siv* 0,68 m, *Strandbo* 1,09 m, *Lobelia* 1,23 m og *Gulgrøn Brasenføde* 1,43 m. *Smalbladet Vandstjerne* havde den største dybdegrænse på 1,58 m som følge af, at planterne var op til 40 cm lange, mens grundskudsplanterne kun havde længder på under 10 cm.

Alle år er der registreret *Ensidig Tørvemos* og *Seglmos* på større dybder end grundskudsplanterne og i 2003 således ud til en dybde på 1,63 m. Det drejede sig for størstedelens vedkommende højst sandsynlig om fritsvømmende mos, der var løsrevet fra lavere dybder, og der kunne derfor ikke fastlægges nogen entydige dybdegrænser for de to mosser. Under alle omstændigheder voksede de begge ud til en dybde på mindst 1,5 m.

Variationerne i dybdegrænserne fra år til år ved aktuel vandspejl skyldes især forskellige vandstande. I forhold til referencevandstanden var dybdegrænsen for *Gulgrøn Brasenføde* stigende indtil 2000, hvor den var 1,57 m, hvorefter der har været et mindre fald i de følgende år til 1,44 m i 2001 og 2002 samt 1,43 m i 2003. Hos de øvrige tre grundskudsarter, *Strandbo*, *Lobelia* og *Liden Siv*, har der også været et lille fald i dybdegrænsen i perioden, men ændringerne har ikke været særlig store. Langskudsarten *Smalbladet Vandstjerne* har derimod haft en stigning i dybdegrænsen fra 1,35 m til 1,58 m i 2003.

| Undervandsart         | Dybdegrænse (m) |              |              |              |              |              |              |
|-----------------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                       | 1997            | 1998         | 1999         | 2000         | 2001         | 2002         | 2003         |
| Gulgrøn Brasenføde    | 1,10 (1,45)     | 1,35 (1,49)  | 1,40 (1,55)  | 1,35 (1,57)  | 1,30 (1,54)  | 1,30 (1,44)  | 1,20 (1,43)  |
| Lobelia               | 0,95 (1,30)     | 1,10 (1,24)  | 1,00 (1,15)  | 1,00 (1,22)  | 1,00 (1,24)  | 1,05 (1,19)  | 1,00 (1,23)  |
| Strandbo              | 0,85 (1,20)     | 1,00 (1,14)  | 0,90 (1,05)  | 0,85 (1,07)  | 0,85 (1,04)  | 0,90 (1,04)  | 0,95 (1,09)  |
| Liden Siv             | 0,45 (0,80)     | 0,70 (0,84)  | 0,60 (0,75)  | 0,55 (0,77)  | 0,45 (0,69)  | 0,45 (0,59)  | 0,45 (0,68)  |
| Smalblad. Vandstjerne | -               | -            | 1,20 (1,35)  | 1,20 (1,42)  | 1,20 (1,44)  | 1,30 (1,44)  | 1,35 (1,58)  |
| Spæd Pindsvineknop    | -               | -            | 1,10 (1,25)  | 1,05 (1,27)  | 1,05 (1,29)  | 1,10 (1,24)  | 1,10 (1,33)  |
| Liden Blærerod        | - rodfæste      | - rodfæste   | - rodfæste   | - rodfæste   | - rodfæste   | - rodfæste   | - rodfæste   |
| Ensidig Tørvemos      | 1,35 (1,70)?    | 1,60 (1,74)? | 1,50 (1,65)? | 1,40 (1,62)? | 1,40 (1,64)? | 1,45 (1,59)? | 1,40 (1,63)? |
| Art Seglmos           | 1,35 (1,70)?    | 1,60 (1,74)? | 1,50 (1,65)? | 1,30 (1,52)? | 1,35 (1,59)? | 1,40 (1,54)? | 1,40 (1,63)? |
| Grønne trådalger      | - rodfæste      | - rodfæste   | - rodfæste   | - rodfæste   | - rodfæste   | - rodfæste   | - rodfæste   |

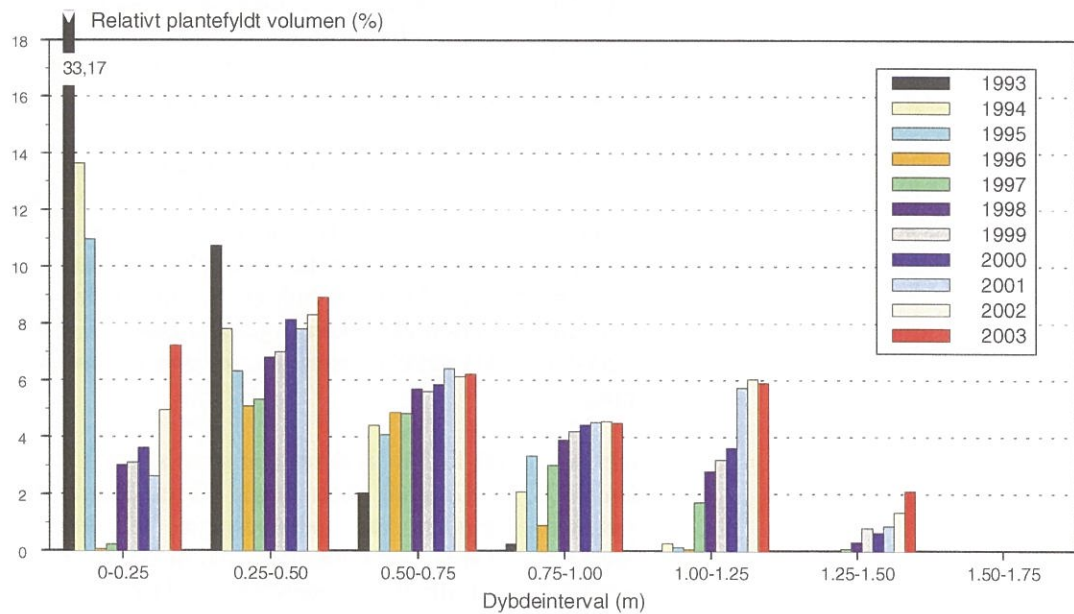
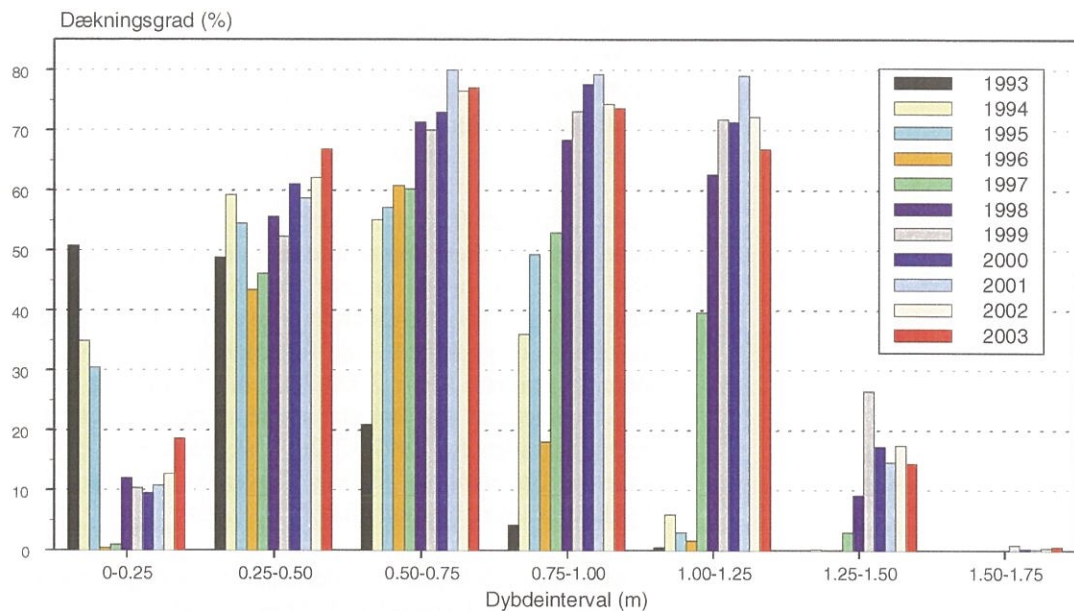
Tabel 2.12. Oversigt over undervandsarternes dybdegrænse i Kvie Sø, 1997-2003. Der er anført ved aktuel vandspejl og referencevandspejlskoten 25,42 m o. DNN. Sidstnævnte er anført i parentes.

#### Dækningsgrad og plantefyldt volumen

På figur 2.16 er vist undervandsvegetationens dækningsgrad og det relative plantefyldte volumen i de enkelte dybdeintervaller for hele søen.

Det samlede plantedækkede areal ved referencevandstanden blev for 2003 opgjort til 110.263 m<sup>2</sup>, svarende til en gennemsnitlig dækningsgrad på 36,6% af søens areal beregnet uden fradrag af arealet for rørsumpen. Det samlede plantedækkede areal ved referencevandstanden var 10,1% i 1993, 20,0% i 1994, 21,3% i 1995, 14,5% i 1996, 24,3% i 1997, 32,8% i 1998, 36,1% i 1999, 36,5% i 2000, 38,3% i 2001 og 37,0% i 2002. Vegetationens dækningsgrad i 2003 var således ganske lidt mindre end i 2001 og 2002, hvor der var de højeste værdier gennem alle undersøgelsesårene. I årene 1999-2003 har dækningsgraden ligget i intervallet 36,1-38,3%, og der har således kun været en lille variation de sidste 5 år.





Figur 2.16. Oversigt over variationen af dækningsgraden og det relative plantefyldte volumen i de enkelte dybdeintervaller i Kvie Sø i årene 1993-2003. Alle værdier er i forhold til referencevandspejlskoten 25,42 m o. DNN.

I intervallet 0-0,25 m skete der gradvis et fald i dækningsgraden i forbindelse med den faldende vandstand fra 1993 til 1997. Denne del af søen var således i 1996 og 1997 mere eller mindre tørlagt i lange sommerperioder, hvorved planter fra den tørre del af bredzonen voksede ud

og udkonkurrerede grundskudsplanterne, specielt *Strandbo*. I årene 1998-2003 har der været en højere vandstand, så landplanterne blev trængt tilbage, og *Strandbo* kunne genvinde noget af det tabte terræn. Efter at have været under 1% i 1996 og 1997 blev dækningsgraden nu højere og lå i intervallet 10-13% i årene 1998-2002. I 2003 lå dækningsgraden på 19%, og *Strandbo* har således fortsat sin kolonisering af den lavvandede del af bredzonen. Da sumpplanter, buske og træer har bredt sig i dette dybdeinterval, vil dækningsgraden imidlertid på længere sigt dog næppe kunne nå op på de 30-50%, som den var i årene 1993-1995.

I intervallet 0,25-0,50 m har der ikke været særlig store ændringer gennem årene, men der skete dog et lille fald i dækningsgraden fra 1994 til 1996 og 1997, hvor der var de laveste værdier i hele undersøgelsesperioden som følge af meget lave vandstande. Disse to år var det specielt *Strandbo*, som gik tilbage i hyppighed. I de følgende år var der en gradvis stigning, så dækningsgraden i årene 2000-2002 lå på omkring 60%. I 2003 lå den på 67%, hvilket var det højeste i hele undersøgelsesperioden. Stigningen i dækningsgraden fra 1997 til 2000 skyldtes især en større udbredelse og tæthed af *Strandbo* og *Ensidig Tørvemos*. Fremgangen fra 2002 til 2003 skyldtes en større hyppighed hos *Strandbo*.

I intervallet 0,50-0,75 m var der en stor stigning i dækningsgraden fra 1993 til 1994, hvilket formentlig skyldtes en forbedring i sigtddybden mellem de to år. Herefter var dækningsgraden ret ens i årene 1994-1997, hvor der var en lav vandstand. Derefter skete der en betydelig stigning i dækningsgraden, så den i årene 1998-2002 har ligget højere end tidligere og i 2001 havde den højeste værdi af alle undersøgelsesårene med 80%. I 2003 lå dækningsgraden på 77%, hvilket var på niveau med dækningsgraden i 2002. Fremgangen siden 1997 skyldtes især, at *Strandbo* og *Gulgrøn Brasenføde* blev mere hyppige samt til dels *Lobelie*.

I intervallet 0,75-1,00 m var der en stor stigning i mængden af undervandsplanter efter 1996, så dækningsgraden var på 79% i 2001 og den højeste i alle undersøgelsesårene. I 2003 var den lidt lavere på 74%. Den generelle stigning siden 1996 skyldtes hovedsagelig, at *Gulgrøn Brasenføde* blev langt mere hyppig. Desuden bidrog den indvandrede *Smalbladet Vandstjerne* til forøgelsen af dækningsgraden. Det lille fald i dækningsgraden fra 2001 til 2003 skyldtes især, at *Gulgrøn Brasenføde* blev lidt mindre hyppig.

I intervallet 1,00-1,25 m skyldtes den store stigning i vegetationsmængden siden 1996, at *Gulgrøn Brasenføde* fik en større dybdeudbredelse og hyppighed. Desuden var indvandringen af *Smalbladet Vandstjerne* medvirkende til stigningen, især fra 2000 til 2001, hvor der var den højeste værdi på 79% af alle undersøgelsesårene. Den store stigning i dækningsgraden fra 1996 til 1997 skyldtes, at vegetationen voksede længere ud i søen på grund af lave vandstande disse to år. Fra 2001 til 2003 var der et fald i dækningsgraden til 67% som følge af, at *Gulgrøn Brasenføde* blev lidt mindre hyppig. Det til trods for, at *Smalbladet Vandstjerne* var blevet mere almindelig i dybdeintervallet.

I intervallet 1,25-1,50 m var der en stigning i mængden af planter fra 1997 til 1999, som skyldtes en større dybdeudbredelse og hyppighed af *Gulgrøn Brasenføde* og mosserne. Derefter var der et fald i dækningsgraden fra 1999 og fremefter, da hyppigheden af mosserne blev lavere. Selv om *Smalbladet Vandstjerne* har haft en betydelig forøgelse i dækningsgraden



siden 2001 er vegetationens samlede dækningsgrad ikke steget igen, da *Gulgrøn Bransenføde* samtidig er gået tilbage.

Det samlede plantefyldte volumen blev for 2003 ved referencevandstanden opgjort til 7.496 m<sup>3</sup>, svarende til 2,11% af søens volumen (= relativt plantefyldt volumen) uden fradrag af rørsumpens plantefyldte volumen. De foregående års værdier ved referencevandstanden har været 0,64% i 1993, 0,82% i 1994, 0,87% i 1995, 0,58% i 1996, 1,00% i 1997, 1,35% i 1998, 1,50% i 1999, 1,59% i 2000, 1,89% i 2001 og 2,00% i 2002. Der var i 2003 det højeste plantefyldte volumen af alle undersøgelsesår, dels for søen som helhed og dels i dybdeintervallerne 0-0,25 m, 0,25-0,50 m og 1,25-1,50 m (se figur 2.16).

Der var således sket en betydelig fremgang i det plantefyldte volumen siden 1996, hvilket især skyldtes en fremgang hos *Gulgrøn Bransenføde* i dybdeintervallerne fra 0,75-1,00 m og 1,00-1,25 m samt en fremgang hos *Strandbo* i dybdeintervallerne fra 0-0,25 m og 0,25-0,50 m. Desuden havde *Lobelia* en lille fremgang i dybdeintervallet 0,50-0,75 m. Endvidere blev *Smalbladet Vandstjerne* langt mere hyppig i dybdeintervallerne 0,75-1,00 m, 1,00-1,25 m og 1,25-1,50 m. Herudover havde mosserne en del fremgang visse år. Fremgangen i det plantefyldte volumen fra 2002 til 2003 i dybdeintervallet 1,25-1,50 skyldtes den øgede hyppighed af *Smalbladet Vandstjerne*, som har en meget større længde end grundskudsplanterne.

Fra 1993 til 1997 var der et stort fald i det relative plantefyldte volumen i intervallet 0-0,25 m og til dels intervallet 0,25-0,50 m, hvilket nok hovedsagelig skyldtes en faldende vandstand. Den tørrelagte del af søbunden groede i stigende grad til med høje planter fra den tørre del af bredden, hvorved undervandsvegetationen blev udkonkurreret, især *Strandbo*. Med en faldende vandstand blev denne art også udsat for et stigende slid af brugerne af søen. I 1998 vendte denne udvikling i forbindelse med den højere vandstand og et forbud mod færdsel i rørsumpen. Dette har medført en stigning i det plantefyldte volumen i intervallet både fra 0-0,25 og 0,25-0,50 m.

I dybdeintervallerne fra 0,50 m og ud på dybere vand følger det relative plantefyldte volumen i store træk det samme mønster som beskrevet ovenfor om dækningsgraden. Fra 2002 til 2003 var der en stigning i det plantefyldte volumen i intervallerne 0-0,25 m og 0,25-0,50 m som følge af en større hyppighed af *Strandbo* samt i intervallet 1,25-1,50 m som følge af en større hyppighed af *Smalbladet Vandstjerne*. Denne art er langt højere end grundskudsplanterne og giver derfor forholdsmæssigt et langt højere bidrag til det plantefyldte volumen.

#### *Flydebladsvegetation og rørsump*

Der blev registreret 2 arter af flydebladsplanter i Kvie Sø ved undersøgelsen i 2003. *Vand-Pileurt* havde spredte småbevoksninger langs bredden, især i den østlige del af søen. Arten er, som det latinske navn fortæller, amfibisk og optræder således både som vand- og landplante. Den findes enkelte steder som landplante langs Kvie Sø og kan ved vandstandsstigninger overgå til at blive vandplante. *Liden Andemad* fandtes fåtalligt og spredt langs størstedelen af søbredden. I forhold til 2002 havde de to arter næsten den samme status, idet *Liden Andemad* dog var blevet en lille smule mere hyppig. Begge arter har været tilstede alle undersøgelsesår. Af øvrige flydebladsplanter har der været registreret *Svømmende Vandaks*, som havde en mindre bevoksning i den nordligste del af søen i 2000, men ellers ikke er registreret de øvrige undersøgelsesår.



I 2003 blev der ikke gennemført nogen detaljerede undersøgelser af rørsumpens forekomst bortset fra, at der blev registreret dybdegrænse. Ved aktuel vandspejlskote var den gennemsnitlige dybdegrænse for rørsumpen 0,47 m, svarende til 0,70 m ved referencevandspejlskoten. Den gennemsnitlige dybdegrænse ved referencevandspejlskoten blev målt til 0,68 m i 1996, 0,67 m i 1997, 0,69 m i 1998, 0,70 m i 1999, 0,71 m i 2000, 0,68 m i 2001 og 0,68 m i 2002. Det vil sige en variation fra 0,67 til 0,71 m i perioden 1996-2002. Den gennemsnitlige dybdegrænse på 0,70 m i 2003 ligger i dette interval, og der synes ikke at være sket større ændringer i rørsumpens dybdeudbredelse i perioden 1996-2003. Variationen i dybdegrænsen ligger inden for den naturlige variation mellem årene.

Der var ikke sket større ændringer i de dominerende arters forekomst fra 2002 til 2003, idet rørsumpen domineredes af lysåbne bevoksninger af *Almindelig Sumpstrå*, der gav plads til grundskudsplanterne. Desuden var der en del steder *Næb-Star*, som havde mere lukkede bevoksninger samt stedvis sammenhængende bevoksninger af *Tagrør*, hvis bevoksninger generelt var lysåbne, men nogle få steder også var mere tætte. Enkelte steder fandtes småbevoksninger af *Bredbladet Dunhammer*.

Langs vest- og østbredden forekom bevoksningerne af *Tagrør* og *Næb-Star* stedvis at være blevet lidt tættere fra 2002 til 2003. Der var imidlertid ikke sket et større fald i grundskudsvegetationens dækningsgrad i rørsumpzonen, og forøgelsen i tætheden af rørsumplanter var således ikke så stor, at det havde haft nogen væsentlig indflydelse på grundskudsvegetationens forekomst. Langs østbredden var udbredelsen af *Almindelig Sumpstrå* generelt blevet ganske lidt mindre, hvilket formentlig især var en følge af isdække og isskruninger.

#### Samlet vurdering af vegetationen

Undervandsvegetationen i Kvie Sø har en stabil artssammensætning, som det er typisk for lobeliesøer, og ved undersøgelsen i sommeren 2003 blev der således registreret de samme 9 arter som i 2002. Alle de almindelige og betydende arter har været tilstede i undersøgelsesperioden 1993-2003, hvilket gælder grundskudsplanterne *Strandbo*, *Gulgrøn Brasenføde*, *Lobelie* og *Liden Siv* samt mosserne *Ensidig Tørvemos* og slægten *Seglmos*. I 1999 indvandrede langskudsarten *Smalbladet Vandstjerne*, som nu har etableret sig som fast art og er blevet almindelig. Desuden dukkede *Spæd Pindsvineknop* op første gang i 1996 i undersøgelsesperioden og har siden 1999 været fåtallig tilstede. Endvidere har *Liden Blærerod* været meget fåtalligt tilstede siden 1997.

Den gennemsnitlige dybdegrænse for undervandsvegetationen har i årene 1997-2003 været ret ens, idet den ved referencevandspejlskoten har ligget i dybdeintervallet 1,28-1,37 m, og vegetationen synes således at have stabiliseret sig omkring dette dybdeniveau. I 2003 var den gennemsnitlige dybdegrænse 1,37 m mod 1,32 m i 2002, og der har således været en lille stigning. De laveste dybdegrænser var 1,10 m i 1995 og 1,12 m i 1996, hvorefter der i de følgende år har været en højere dybdegrænse som følge af en øget dybdeudbredelse af *Gulgrøn Brasenføde* og *Smalbladet Vandstjerne*. I 2003 var forøgelsen i den gennemsnitlige dybdegrænse en følge af, at *Smalbladet Vandstjerne* voksede ud på lidt større dybde, mens der ikke var nogen ændringer for *Gulgrøn Brasenføde*. De to mosslægter har tilsyneladende en lidt større dybdeudbredelse end de to nævnte plantearter, men da mosserne ligger mere eller mindre løsrevet på søbunden, har der ikke kunnet fastlægges entydige dybdegrænser for disse.

Undervandsvegetationens gennemsnitlige dækningsgrad i søen som helhed har været stigende fra 14,5% i 1996 til 36,1% i 1999, hvorefter den har været forholdsvis konstant med 36,5% i 2000, 38,3% i 2001, 37,0% i 2002 og 36,6% i 2003. Dette kunne tyde på, at vegetationen har stabiliseret sig på et niveau med en dækningsgrad på lidt over en tredjedel af søens areal. Fremgangen i dækningsgraden siden 1996 skyldes især, at *Gulgrøn Brasenføde* har fået en større hyppighed i den ydre del af grundskudsbæltet uden for rørsumpen. Her har også *Smalbladet Vandstjerne* fået en del større hyppighed og er de to seneste år blevet almindelig her. Desuden har *Strandbo*, *Lobelie* og *Ensidig Tørvemos* fået en lidt større hyppighed i den indre og mellemste del af grundskudsbæltet (rørsumpzonen). Den lille tilbagegang i dækningsgraden fra 2001 til 2003 skyldes især en tilbagegang af *Gulgrøn Brasenføde* i den alleryderste del af vegetationsbæltet, hvilket ikke har kunnet opvejes af fremgangen for *Smalbladet Vandstjerne*.

Det relative plantefyldte volumen har som følge af den øgede dækningsgrad også været gradvis stigende fra 0,6% i 1996 til 2,1% i 2003, hvilket er det højest registrerede plantefyldte volumen i alle undersøgelsesårene. Forøgelsen i det plantefyldte volumen skyldes i første række fremgangen hos *Gulgrøn Brasenføde* og i anden række fremgangen hos *Strandbo*. Desuden har den større hyppighed af *Smalbladet Vandstjerne* de to sidste år været stærkt medvirkende, da planterne af denne art er betydeligt højere end planterne af grundskudsarterne. Dette var den væsentligste årsag til, at det plantefyldte volumen gik frem fra 2002 til 2003 trods en lille tilbagegang i dækningsgraden. De lave rosetplanter og mosserne er kun få centimeter høje, og undervandsvegetationen har derfor gennem alle årene kun udgjort op til 2% af søens volumen til trods for, at over en tredjedel af søbunden har været dækket med undervandsplanter.

Den væsentligste årsag til, at undervandsvegetation har været bedre udviklet siden 1997, er den høje vandstand i søen i årene 1998-2003. I sommeren 1996 var den så lav som 24,97 m over DNN, hvorefter den steg til 25,07 m i 1997 og herefter har ligget i intervallet 25,18-25,28 m i årene 1998-2003. Den høje vandstand har haft en positiv indflydelse på vandets klarhed, idet sigtddybden bl.a. er afhængig af vandets brunfarvning, som bliver mindre ved et stort vandvolumen, da der sker en fortynding af humusstofferne. Den høje vandstand har også betydet, at *Strandbo* har kunnet rekolonisere en del af den søbund, som var tørlagt i 1996 og 1997 på grund af de lave vandstande. Da den brednære del af søbunden mange steder er groet til med sumpplanter, buske og træer, har *Strandbo* dog ikke kunnet opnå den samme store udbredelse som tidligere på denne lavvandede del af søbunden, og det kan heller ikke forventes at ske i fremtiden.

En anden væsentlig årsag til en bedre udviklet undervandsvegetation er, at der i foråret 1998 blev indført begrænsninger i færdslen i søen, idet det blev forbudt at færdes i bredzonen og fiske i søen. Desuden må ophaling af både kun ske to bestemte steder. Endvidere må badning kun ske i det afgrænsede område i den nordlige del af søen ved campingpladsen. Disse begrænsninger i færdslen har haft en positiv udvikling på grundskudsvegetationen, og der er ikke observeret tidligere tiders hårde slid i form af brækkede og optrådte planter af *Strandbo* i bredzonen på grund af færdsel og af *Gulgrøn Brasenføde* i den ydre del af grundskudsbæltet på grund af lystfiskere. De høje vandstande har også været med til naturligt at begrænse færdslen i bredzonen.



Rørsumpen i Kvie Sø forekommer at være forholdsvis stabil med hensyn til dybdeudbredelse, idet der i årene 1996-2003 ikke er sket større ændringer i den gennemsnitlige dybdegrænse, selv om der stedvis synes at være blevet en lidt større tæthed af *Næb-Star* og *Tagrør*. Denne forøgelse i tætheden har dog endnu ikke medført nogen væsentlige ændringer i undervandsvegetationen hyppighed. Størstedelen af rørsumpen er således stadig så lysåben, at grundskudsvegetationen kan vokse ret hyppigt her. I den sydlige og sydvestlige del af søen har *Ensidig Tørvemos* de seneste år fået en større hyppighed i rørsumpen indtil 2001, hvorefter der ikke er sket større ændringer. Tørvemosserne skygger for grundskudsplanterne, men der har foreløbig ikke været nogen væsentlig skyggeeffekt. Det samme gælder for flydebladsvegetationen, der har været meget sparsomt forekommende i alle undersøgelsesårene.

Trådalger kan også have en alvorlig negativ skyggeeffekt på grundskudsplanterne, og ved undersøgelsen i 2003 var der en del flere trådalger på undervandsplanterne end ved undersøgelsen i 2002. Trådalgerne har formentlig ikke nogen afgørende indflydelse på forekomsten af grundskudsplanterne, som er tilstede og vokser hele året, mens trådalgerne visner i løbet af efteråret og er væk i vinterhalvåret. I 1999 indvandrede langskudsarten *Smalbladet Vandstjerne*, og den har nu etableret sig som fast og almindelig art i søen. Den findes forholdsvis almindelig i den yderste del af grundskudsbæltet samt uden for dette. Den skygger imidlertid kun i meget begrænset omfang for *Gulgrøn Bransenføde*. Desuden visner den om efteråret og er således væk hele vinteren, hvor grundskudsplanterne er tilstede og vokser.

I sommeren 2003 var der en højere sigtdybde i Kvie Sø end i sommeren 2002 på grund af en mindre brunfarvning af vandet. Dette medførte, at undervandsvegetationens største dybdegrænse steg fra 1,44 m i 2002 til 1,58 m i 2003. Dette var som tidligere nævnt en følge af, at *Smalbladet Vandstjerne* voksede på større dybder. Samtidig blev *Gulgrøn Bransenføde* lidt mindre hyppig i den yderste del af vegetationsbæltet, men denne negative udvikling havde dog ikke afgørende betydning for hyppigheden af den samlede grundskudsvegetation, idet arten stadig havde store sammenhængende bevoksninger i den mellemste del af vegetationsbæltet.

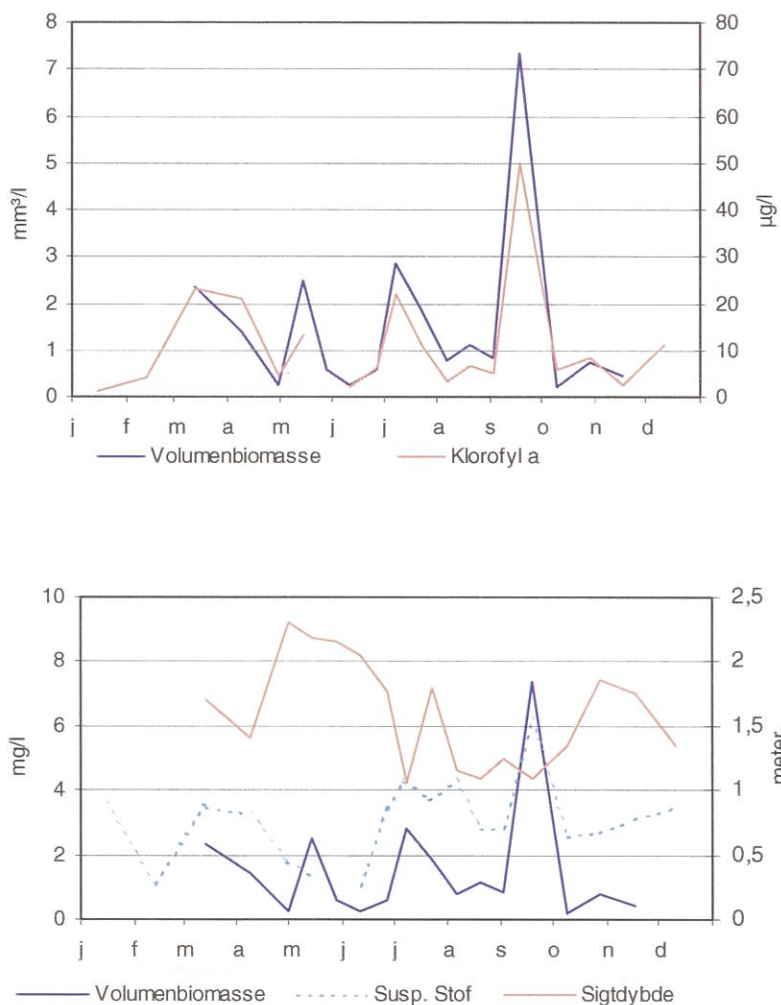
Det syntes heller ikke at have haft større betydning, at der i 2003 var en lidt tættere rørsump, flere langskudsplanter og større mængder af trådalger. Så længe der er en høj vandstand og færdselsbegrænsninger i søen, forekommer der ikke at være væsentlige trusler mod grundskudsvegetationen, der har haft et relativt stabilt vegetationsbælte de seneste år. Etableringen af *Smalbladet Vandstjerne* som en almindelig plante kan imidlertid være det første tegn på, at der i de kommende år måske vil indvandre flere langskudsarter til søen.



*Planteplanktonbiomasse  
i relation til klorofyl a,  
sigtdybde og suspenderet  
stof i 2003*

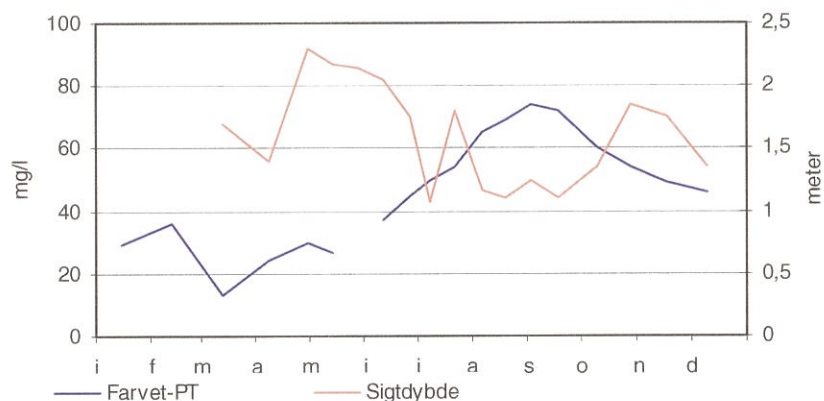
## 2.10 Samlet vurdering af tilstanden

Planteplanktons volumenbiomasse og klorofyl a-koncentration i 2003 ses på figur 2.17 (øverst). Der er hele året overordentligt god sammenhæng mellem de to parametre med sammenfaldende maksima og minima. Det meget markante klorofylmaksimum i september kan således forklares af en meget høj planteplanktonbiomasse.



Figur 2.17. Kvie Sø 2003. Øverst: Planteplankton volumenbiomasse ( $\text{mm}^3/\text{l}$ ) og klorofyl a ( $\mu\text{g}/\text{l}$ ). Nederst: Planteplankton volumenbiomasse ( $\text{mg}/\text{l} = \text{mm}^3/\text{l}$ ), suspenderet stof ( $\text{mg}/\text{l}$ ) samt sigtdybde (meter).

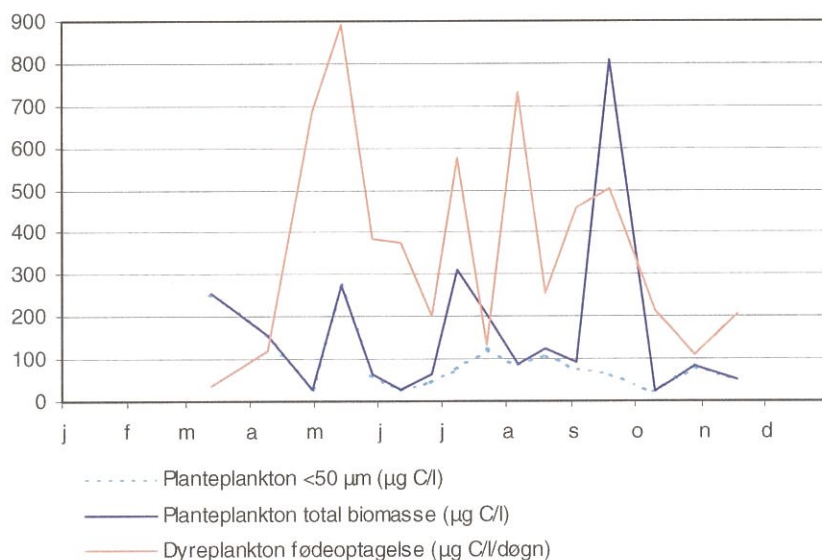
Figur 2.17 (nederst) viser sigtdybde i relation til planteplanktonbiomasse og suspenderet stof. Sigtdybdeforholdene afspejler mængden af planteplankton og andet suspenderet stof i søvandet samt brunfarvningen (farvetallet) (figur 2.18). I Kvie Sø bliver sigtdybden ikke udelukkende styret af én parameter. I løbet af 2003 var sigtdybden således lav som følge af højt farvetal i en periode i sensommeren, hvorimod der var mere kortvarige reduktioner i sigtdybden som følge af forhøjede værdier af planteplankton eller andet suspenderet materiale. Sigtdybden i 2003 var generelt højere end i de foregående år, og varierede i intervallet 1,07-2,3 m, med de højeste værdier i foråret, hvor der var sigt til bunden af søen i tre tilfælde.



Figur 2.18. Kvie Sø 2003. Forholdet mellem farvetal (mg/l) og sigtdybde (meter).

Dyreplanktons fødeoptagelse i 2003

Figur 2.19 viser forholdet mellem dyreplanktons fødeoptagelse og mængden af den tilgængelige planteplanktonbiomasse (<50  $\mu\text{m}$ ), samt den totale planteplanktonbiomasse.



Figur 2.19. Kvie Sø 2003. 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 bestod størstedelen af året næsten udelukkende af arter <50  $\mu\text{m}$ . Dog var der i forbindelse med planteplanktonmaksima i juli og i september en stor del af biomassen, der bestod af arter >50  $\mu\text{m}$ . De dominerende algegrupper havde i størstedelen af året en høj fødeværdi for dyreplankton i kraft af deres ringe størrelse. Planteplanktonbiomassen i Kvie Sø var således generelt et udmærket fødegrundlag for dyreplankton. Biomassen af planteplankton <50  $\mu\text{m}$  var næsten hele året så lav (<200  $\mu\text{g C/l}$ ), at dyreplankton i høj grad var fødebegrænset. En biomasse af plante-

plankton, der er  $<200 \mu\text{g C/l}$  indikerer fødebegrænsning for dyreplankton, og i langt størstedelen af året var biomassen af planteplankton meget lav dvs.  $<100 \mu\text{g C/l}$ . Kun i marts og i første halvdel af maj var biomassen  $>200 \mu\text{g C/l}$ .

Dyreplankton udøvede et græsningstryk på den tilgængelige planteplanktonbiomasse på mellem 14% og 2700%. I marts, hvor græsningstrykket var lavest kunne dyreplankton ikke regulere den tilgængelige planteplanktonbiomasse, hvorimod dyreplankton i den resterende del af året var i stand til at nedgræsse den stående planteplanktonbiomasse på få timer. Dyreplanktons fødeoptagelse var dog i store dele af året høj, og dette indikerer, at dyreplankton må udnytte alternative fødeemner, som bakterier, detritus og ciliater.

Der var tre markante planteplanktonmaksima, et i maj, et i starten af juli og et sidst i september. Biomassen ved de tre maksima var 2,5–7,4  $\text{mm}^3/\text{l}$ . Især forårs- og efterårsmaksima af planteplankton understøttede i en vis grad maksima af dyreplankton. Det mest markante dyreplanktonmaksimum var i starten af maj, hvor den højeste biomasse var 17,6  $\text{mg/l}$ . Herefter faldt dyreplanktonbiomassen frem til minimum på 1,4  $\text{mg/l}$  i slutningen af juli. Den faldende dyreplanktonbiomasse var antageligt forårsaget af prædation fra aborre- og skalleyngel. Årets maksimum for dyreplanktons fødeoptagelse var i maj og var sammenfaldende med biomassemaksimum for dyreplankton.

Mængden af planteplankton formår at være høj i september på trods af et højt græsningstryk fra dyreplankton, hvilket antageligt skyldes klimatiske faktorer, idet temperaturen og lysindstrålingen i den periode var høj, og derfor har været grundlag for en høj produktion af planteplankton. Samlet set synes planteplankton periodevis at blive kontrolleret af dyreplankton. Der sås flere gange i løbet af året en kædereaktion af høj planteplanktonbiomasse  $\rightarrow$  dyreplanktonmaksimum  $\rightarrow$  planteplanktonminimum  $\rightarrow$  lav dyreplanktonbiomasse. Planteplanktonbiomassen har ligeledes været begrænset af fosfor i dele af året, især i foråret og i juli/august.

#### *Udvikling 1989-2003*

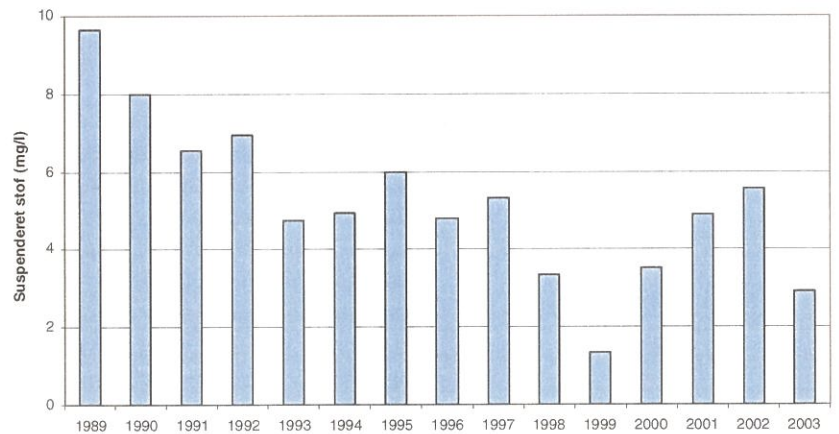
I perioden 1989-2003 har der været et signifikant fald i årsgennemsnittet for suspenderet stof i Kvie Sø ( $p=0,05$  Kendalls trend test), selvom der også har været stigninger i mængden af suspenderet stof fra 1999-2002 (figur 2.20). Detektionsgrænsen for suspenderet stof var dog høj frem til 1999, og årsgennemsnittene for suspenderet stof ville have været lavere i en årrække midt i 1990'erne, hvis detektionsgrænsen havde været lavere. Det vides ikke, om det ville have ændret på at mængden af suspenderet stof har været signifikant faldende frem til 2003.

Uanset at årsgennemsnittene for suspenderet stof i en række år har været højere end de reelle værdier ses der tydeligt en sammenhæng mellem sigtddybden og mængden af suspenderet stof (figur 2.20 og figur 2.21).

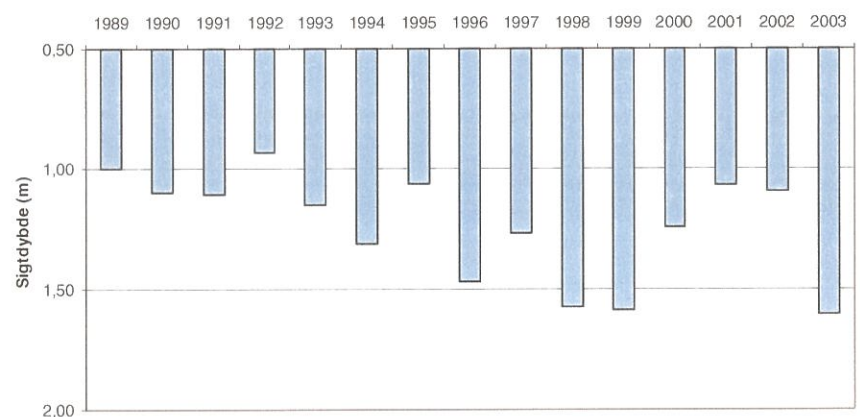
Andre parametre har dog også indflydelse på sigtddybden i Kvie sø. Farvetallet er således reduceret fra 70  $\text{mg/l}$  i 1992 til 33  $\text{mg/l}$  i 1998, hvorefter der igen er sket en stigning i farvetallet. Det seneste års forbedring i sigtddybden er ligeledes fulgt af et mindre fald i årsgennemsnittet for farvetal. Indholdet af fosfor i Kvie Sø er den tredje parameter, der har indflydelse på sigtddybden, idet der er sket en stigning i årsgennemsnittet for fosfor siden 1999. Årsgennemsnittet udviser ligesom for farvetallet et fald fra 2002 til 2003, som bidrager til den bedre sigtddybde i 2003 (bilag 1.3,



se endvidere figur 2.24). Med hensyn til fosfor har der som i det foregående år været en signifikant stigning i årsgennemsnittet for ortho-fosfat fra 1989-2003 ( $p=0,043$ ). Ændringerne i fosforindhold har medvirket til tilsvarende ændringer i planteplanktonbiomasse i de senere år (figur 2.22) og deraf følgende ændringer i mængden af suspenderet stof. Stigningen i planteplanktonbiomasse efter 1999 har bevirket, at der ikke længere statistisk set er et fald i planteplanktonbiomassen for overvågningsperioden, som der ellers har været indtil 2001.



Figur 2.20. Suspenderet stof (årsgennemsnit) i Kvie Sø, 1989-2003.

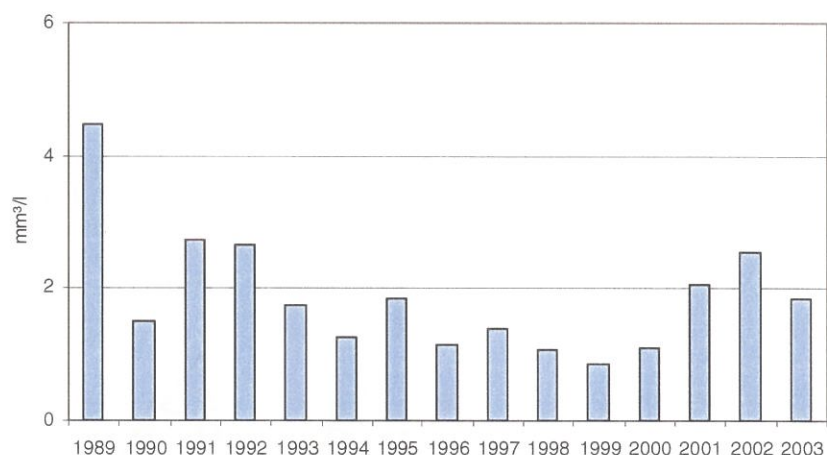


Figur 2.21. Sigtdybden (årsgennemsnit) i Kvie Sø 1989-2003.

En medvirkende årsag til reduktionen af suspenderet stof frem til 1999 kan være ændringer i undervandsvegetationen. Dels har mosserne fået en mindre udbredelse i perioden, og dels har dækningsgraden frem til 2001 være stigende, hvilket hovedsageligt skyldes, at *Gulgrøn Brasenføde* har øget sin dybdeudbredelse og dækningsgrad. Herved kan resuspension fra sedimentet være mindsket.

Fiskebestanden i Kvie Sø har indirekte betydning for sigtdybden. Bestanden har indtil 2002 hovedsageligt bestået af aborrer, men i 2003 blev der for første gang fanget skalleyngel i Kvie Sø, og størstedelen af fangsten i 2003 bestod af skalleyngel, og der blev kun fanget enkelte aborrengel.

Aborrengel påvirker kun dyreplankton i en kort periode ved yngelens fremkomst, hvorimod skaller også når de bliver større lever delvis af dyreplankton. Det er sandsynligvis påvirkning fra yngel, der har begrænset dyreplanktonbiomassen i højsommeren. Det ser dog ikke ud til, at skallerne har haft voldsom negativ effekt på dyreplankton i sensommeren og efteråret. Dyreplankton har således god mulighed for at kunne begrænse planteplanktonbiomassen i den øvrige del af året. Den målte sigtdybde i Kvie Sø er derfor højere end den forventede (ud fra fosfor, areal og gennemsnitsdybde).

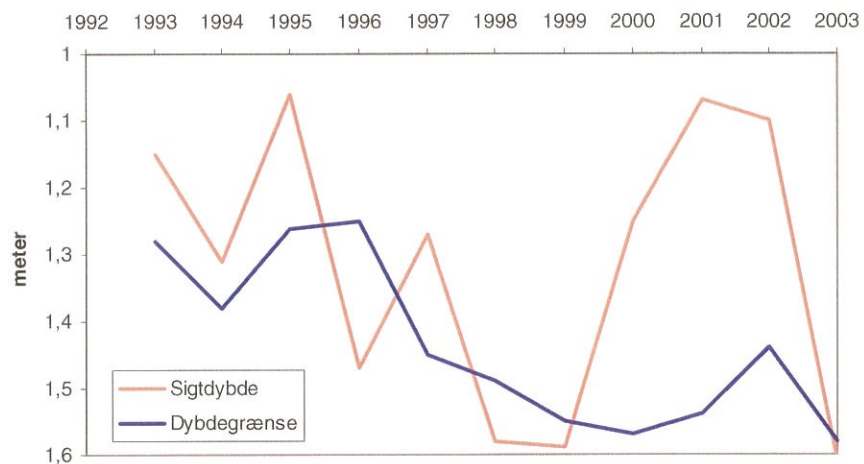


Figur 2.22. Sommergennemsnit (1/5 til 1/10) for biomassen af planteplankton i Kvie Sø, 1989-2003.

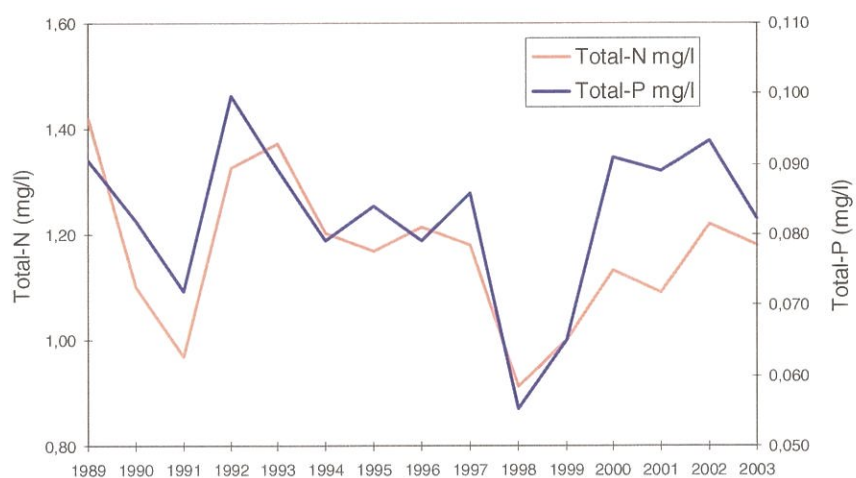
Som en konsekvens af lav sigtdybde i årene 2000-2002 faldt dybdegrænsen for vegetation i 2002. I 2003 var der igen en høj sigtdybde, og samtidig blev vegetationens dybdegrænse forøget til den højeste værdi i overvågningsperioden (figur 2.23). Dermed er der igen en statistisk signifikant forøgelse af dybdegrænsen for undervandsvegetationen i perioden 1993-2003. Der har dog ikke i alle årene været en tydelig sammenhæng mellem variationen i sigtdybden og variationen i dybdegrænsen i Kvie Sø. Forklaringen kan være, at *Gulgrøn Braseføde*, som er bestemmende for dybdegrænsen, er en sporeplante, hvis mulighed for at sprede sig er bestemt af mængden af sporer og deres spiringsdygtighed, som varierer fra år til år i Kvie Sø. Varierende vandstand kan også være medvirkende til at sløre sammenhængen mellem sigtdybde og dybdegrænse.

Udviklingen i koncentrationerne af total-fosfor og total-kvælstof fra 1989 til 2003 har ikke været signifikant (figur 2.24), men der ses en faldende tendens fra 1992 til 1998, hvilket kan hænge sammen med, at der i 1993 blev afskåret drænen fra markarealer og påbegyndt en indpumpning af grundvand. Søkoncentrationen af fosfor og kvælstof er steget efter 1998, muligvis som følge af, at der ikke længere pumpes grundvand ind i søen.

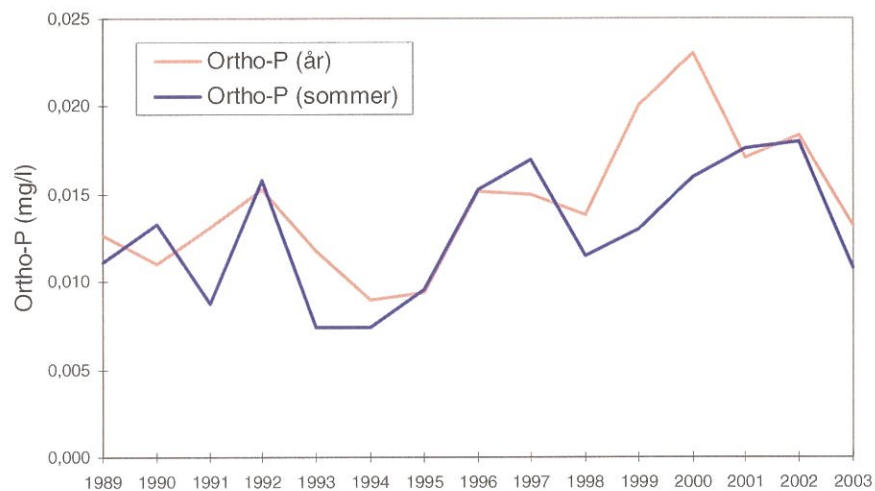
Koncentrationen af ortho-fosfat har derimod udvist en statistisk signifikant stigning for årsgennemsnittet i overvågningsperioden (figur 2.25). Fra et niveau på 10-15 µg/l i starten af overvågningsperioden er ortho-fosfatkoncentrationerne nu steget til et niveau på omkring 15-20 µg/l i de seneste 5 år. Der synes endvidere ikke at være fald i ortho-fosfatkoncentrationerne i 1998 i helt så markant grad som det ses for total-P-koncentrationerne af figur 2.24.



Figur 2.23. Maksimal dybdegrænse for undervandsvegetationen og årsgennemsnit for sigtdybden i Kvie Sø, 1993-2003.



Figur 2.24. Koncentrationerne (årsgennemsnit) af total-fosfor og total-kvælstof i Kvie Sø, 1989-2003.



Figur 2.25. Koncentrationerne (årsgennemsnit og sommergennemsnit) af ortho-fosfat i Kvie Sø, 1989-2003.



Bestanden af fiskeyngel er nu undersøgt i seks år, 1998-2003, og har været meget varierende. Den beregnede bestand af fiskeyngel var i 2003 på samme niveau som i 2002, hvorimod bestanden i de foregående år har varieret mellem at være dobbelt så stor og kun ca. ¼ af bestanden i 2003. En meget markant forskel mellem 2003 og de foregående år er, at der i 2003 for første gang er registreret yngel af skalle, og kun en beskedne mængde aborrengel. I de foregående år er der udelukkende fundet aborrengel. Både skalle- og aborrengel var i 2003 større end de foregående års aborrengel, hvilket har bevirket, at den beregnede biomasse af fiskeyngel er næsten dobbelt så stor som i 2002 og 10-20 gange større end i 1998-2001. Da der blev fanget ganske få aborrer kan det ikke vurderes, om aborrerne generelt var større end i de foregående år. I alle undersøgelsesårene har der været en reduktion i dyreplanktonbiomassen, som tyder på, at fiskeyngel begrænser mængden af dyreplankton i en periode i forsommeren. I de fleste år har reduktionen af dyreplankton kunnet ses i juni og starten af juli, hvilket også var tilfældet i 2003. Kun i 2002 sås der allerede en meget lav dyreplanktonbiomasse i slutningen af maj og starten af juni, hvilket sandsynligvis er en følge af en meget tidlig gydning i 2002, efter et meget varmt forår.

#### *Stop for indpumpning af grundvand*

På baggrund af en kalkforurening af Kvie Sø i 1992 blev der i 1993 iværksat en indpumpning af grundvand for at reducere alkaliniteten og brunfarvningen af søvandet. I starten af 1999 blev det vurderet, at indpumpningen kun havde en beskedne effekt og derfor blev den stoppet. Der er dog sket en stigning i den årgennemsnitlige pH-værdi fra 6,0 til 6,3-6,4 siden 1999 (bilag 1.3), således at pH-værdierne igen ligger på et niveau, der er højere end det, der var opnået i starten af 1999, hvor indpumpningen af grundvand blev stoppet, og ligeledes højere end det niveau, der var før kalkforureningen (figur 2.7). Stigninger i koncentrationerne af fosfor, kvælstof, suspenderet stof og farvetal kan ligeledes være forårsaget af, at der ikke længere pumpes grundvand ind i søen. På de øvrige parametre kan der ikke registreres en direkte effekt af den ophørte indpumpning af grundvand.

#### *Målsætning*

De seneste års undersøgelser i Kvie Sø har vist, at der endnu ikke er opnået en stabilisering af miljøtilstanden efter kalkforureningen i 1992. En forbedring af tilstanden i 1999 blev efterfulgt af forværringer for flere kemiske og fysiske parametre, heriblandt sigtddybde og fosforkoncentration, ligesom pH igen er steget til et niveau, der er højere end før kalkforureningen. Det seneste år viser dog svage tegn på forbedring af tilstanden, bl.a. var der i en periode i foråret 2003 sigt til bunden af søen. De kommende år vil vise om det er en stabil forbedring. Søens enestående grundskudsvegetation har dog fortsat en stor udbredelse, selvom ændringerne i undervandsvegetationen fra 1999 til 2003 har været små og viser en svag tilbagegang i udbredelse fra 2001-2003. De kommende års undersøgelser vil vise, hvilken indflydelse skalle som ynglefisk i Kvie Sø har på søens miljøtilstand. De målbare kriterier for at opfylde målsætningen "A – Naturvidenskabeligt interesseområde" er, at fosforkoncentrationen er mindre end 40 µg/l i sommerperioden og at der er sigt til bunden af søen. Koncentrationen af fosfor er således for høj, og det betyder, at den biologiske struktur og sigtddybden stadig kan blive udsat for relativt store udsving. Målsætningen for Kvie Sø anses derfor ikke for at være opfyldt.



## 3. Holm Sø

### 3.1 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 2.1. Oplandet består overvejende af hedearealer (67%). Den resterende del er nåleskov. Der er ikke registreret bebyggelse, punktkilder eller husdyrhold i oplandet. Jordtypen i oplandet er grovsandet jord. I oplandet er der ingen egentlige vandløb, men der er i alt 467 m grøfter. Tilsvarende er der sammenlagt 21,8 ha søflade. I 1 m's dybde består oplandet af flyvesand (193,3 ha), ferskvandssand (19,2 ha), sø (14,9 ha) og moræneler (5,6 ha).

#### *Hydrologisk opland*

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

#### *Nære omgivelser*

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

#### *Tilløb og afløb*

Holm Sø har ingen overfladiske tilløb eller afløb.

### 3.2 Morfologiske og hydrologiske forhold

#### *Morfologi*

De morfometriske data fremgår af tabel 3.1.

|               |                        |
|---------------|------------------------|
| Areal         | 120.130 m <sup>2</sup> |
| Største dybde | 1,80 m                 |
| Middeldybde   | 0,79 m                 |
| Volumen       | 95.325 m <sup>3</sup>  |
| Opmålt ved    | 12,02 m DNN            |

Tabel 3.1. Morfometriske data for Holm Sø opmålt i foråret 1986.

### 3.3 Klima

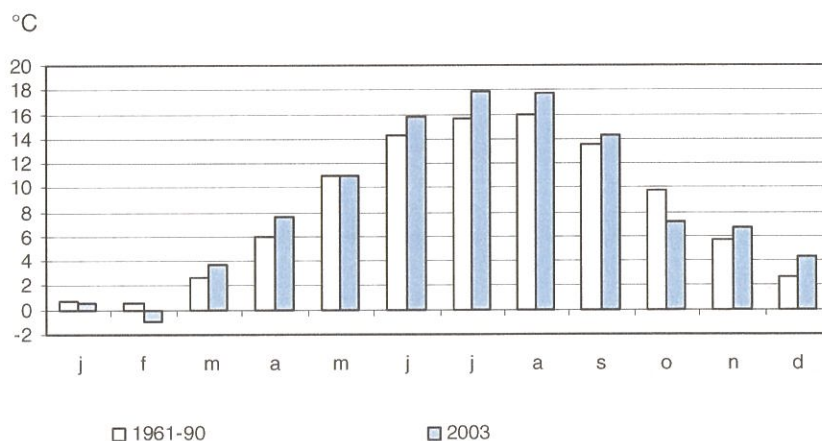
Ved tolkning af klimadata fra 2003 er der benyttet klimagrid-værdier for temperatur (20\*20 km<sup>2</sup>), nedbør (10\*10 km<sup>2</sup>) og fordampning (20\*20 km<sup>2</sup>). Disse værdier er sammenlignet med tilsvarende klimagrid-normalværdier for perioden 1961-90. For indstråling er der ligeledes benyttet klimagrid-værdier (20\*20 km<sup>2</sup>). Da der ikke findes klimagrid-normalværdier for indstråling er værdier for 2003 sammenholdt med klimagrid-værdier for 2000, 2001 og 2002. Holm Sø ligger i klimagrid 10029 (10\*10 km<sup>2</sup>) og 20008 (20\*20 km<sup>2</sup>). For vind er der så vidt muligt benyttet data fra en nærliggende station med sammenlignelige forhold (placering tæt ved kysten).



## Temperatur

Den gennemsnitlige temperatur for 2002 var 8,9°C, hvilket er 8% højere end i normalperioden 1961-90, hvor gennemsnitstemperaturen var 8,2°C. Det ses af figur 3.1, at temperaturen kun i januar, februar og oktober var lavere end i normalperioden. Især februar skiller sig ud med en negativ gennemsnitstemperatur (-0,9°C).

### Temperatur Holm Sø

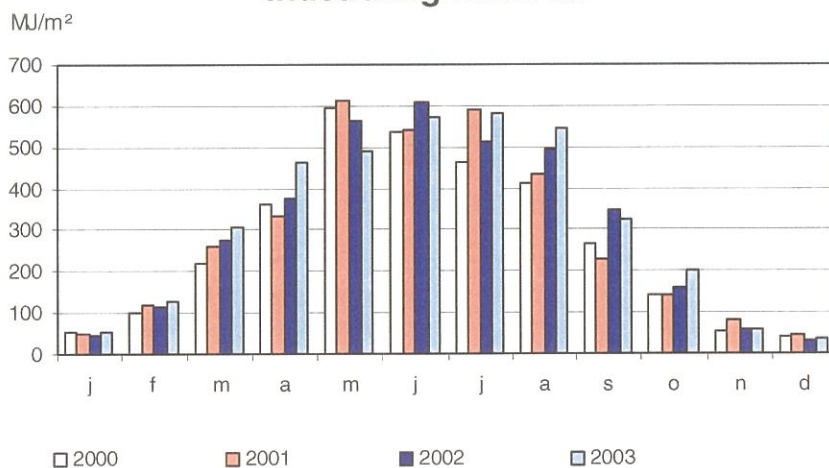


Figur 3.1. Temperatur (°C) ved Holm Sø i 2003 og som normalværdier for perioden 1961-90. Der er benyttet griddata for grid 20008.

## Indstråling

Til vurdering af indstråling er der i 2003 benyttet klimagrid-værdier for akkumuleret indstråling i MJ/m<sup>2</sup>. Da der ikke findes klimagrid-normaler for indstråling er dataene fra 2003 sammenholdt med klimagrid-værdier for akkumuleret indstråling fra 2000, 2001 og 2002.

### Indstråling Holm Sø

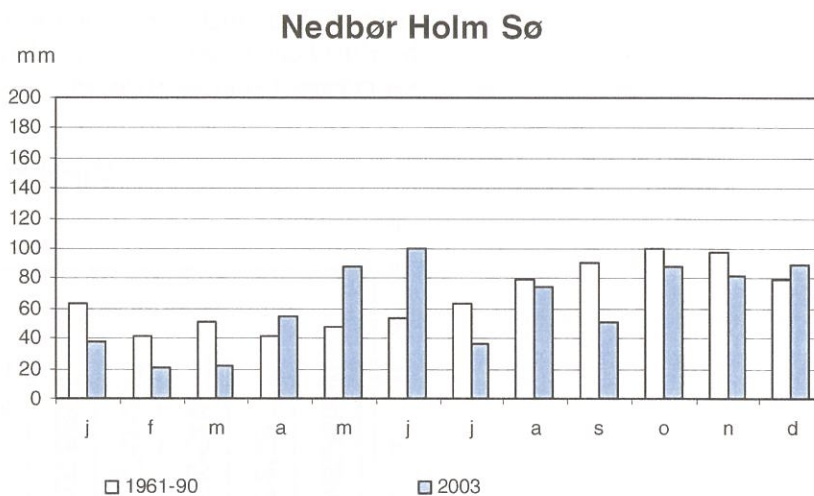


Figur 3.2. Akkumuleret indstråling (MJ/m<sup>2</sup>) ved Holm Sø i 2000, 2001, 2002 og 2003. Der er benyttet griddata for grid 20008.

I 2003 var indstrålingen ved Holm Sø 3755 MJ/m<sup>2</sup>. Siden 2000, hvor indstrålingen var 3247 MJ/m<sup>2</sup>, er der sket jævn stigning i indstrålingen, så den i 2003 er 16% større end i 2000. Det er især i sommerhalvåret, at der er store forskelle i den månedlige indstråling fra år til år (figur 3.2).

## Nedbør

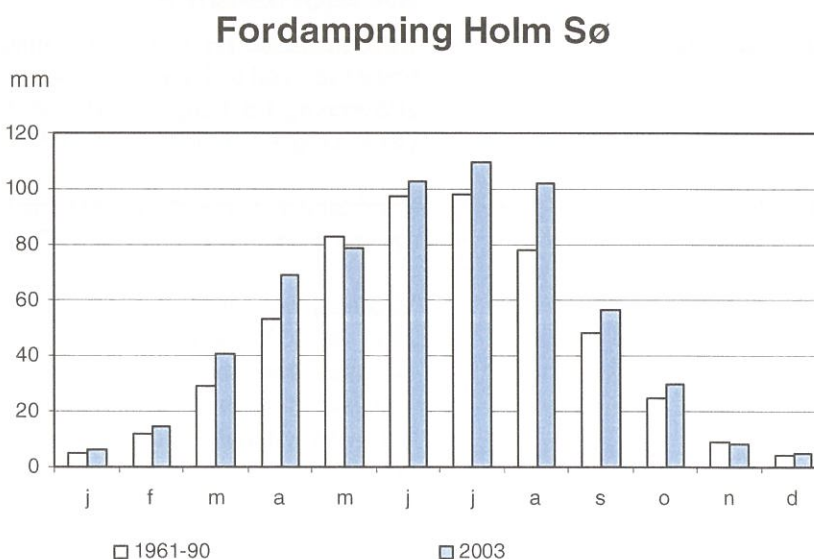
Den gennemsnitlige nedbør (ukorrigeret) for 2003 var 742 mm for klimagrid 10029, hvor Holm Sø er beliggende. Trods en betydelig større nedbørsmængde i maj og juni (næsten dobbelt så meget som normalt) er der i hele 2003 faldet 8% mindre nedbør end normalværdien på 808 mm nedbør for perioden 1961-90 (figur 3.3). I 8 måneder af året faldt der 7-52% mindre nedbør end normalt.



Figur 3.3. Nedbør (mm) ved Holm Sø i 2003 og som normalværdier for perioden 1961-90. Der er benyttet ukorrigerede griddata for grid 10029.

## Fordampning

I 2003 var fordampningen ved Holm Sø 622 mm, hvilket er 15% mere end for normalperioden 1961-90 (541 mm) (figur 3.4). Kun i maj og november var fordampningen mindre end i normalperioden. Især i marts, april, juli og august var fordampningen højere end normalt. Forskellen mellem værdierne for fordampning i 2003 og normalperioden synes i høj grad at være bestemt af temperatur og indstråling.



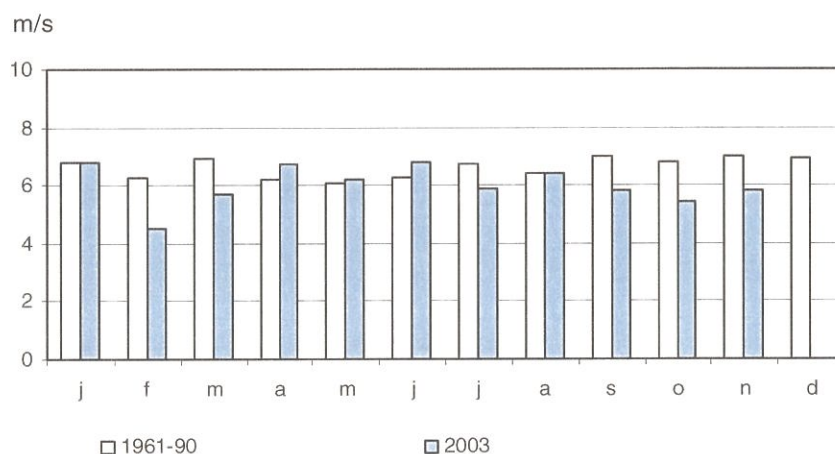
Figur 3.4. Fordampning (mm) ved Holm Sø i 2003 og som normalværdier for perioden 1961-90. Der er benyttet griddata for grid 20008.

## Vind

For vind er beregnet den gennemsnitlige vindhastighed (m/s). I 2003 er der ligesom de foregående år benyttet data fra Vester Vedsted sydvest for Ribe. Dog mangler der data fra december. Til sammenligning er benyttet normalværdier for perioden 1961-90 ved st. 6089 Sædenstrand Fyr (ved Esbjerg).

I 2003 var den gennemsnitlige vindhastighed 6,0 m/s, med værdier for de enkelte måneder på 4,5-6,8 m/s (figur 3.5). Til sammenligning var den gennemsnitlige vindhastighed i normalperioden 1961-90 på 6,6 m/s og værdierne for de enkelte måneder var på 6,1-7,0 m/s. De højeste gennemsnitlige vindhastigheder i 2003 er registreret i januar og juni (6,8 m/s), hvorimod den laveste gennemsnitlige vindhastighed er målt i februar, som var præget af koldt og stille vejr.

### Vind Holm Sø



Figur 3.5. Holm Sø. Vindhastigheder (m/s) i 2003 fra Vester Vedsted og som normalværdier for 1961-90 fra st. 6089 Sædenstrand Fyr.

## 3.4 Stofbalance

### Tilstrømning

Dokumentation for vand- og stofbalancer fremgår af bilag 2.5. 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 2003 mellem et minimum på 11,77 m DNN i oktober og et maksimum på 12,07 m DNN i januar.

### Vandbalance

Vandbalancen for Holm Sø fremgår af tabel 3.2. Den totale vandtilførsel i 2003 var 213.000 m<sup>3</sup>, hvilket er væsentligt mindre end i 2002. Dette er i overensstemmelse med, at der i år faldt 8% mindre, hvor der sidste år faldt 11% mere nedbør end normalt. Vandtilførslen i det tørreste og det vådeste år i overvågningsperioden var henholdsvis 110.000 m<sup>3</sup> (1996) og 506.000 m<sup>3</sup> (1999).

### Hydraulisk opholdstid

Den hydrauliske opholdstid kan beregnes på baggrund af den udsivende mængde vand, og er således 0,7 år for 2003.



|              | Umålt opland | Nedbør     | Fordampning | Magasinændring | Udsivning  |
|--------------|--------------|------------|-------------|----------------|------------|
| jan          | 18,6         | 6,5        | 0,9         | -0,6           | 24,8       |
| feb          | 22,0         | 3,4        | 2,1         | -0,6           | 24,0       |
| mar          | 9,0          | 3,6        | 5,9         | -6,0           | 12,8       |
| apr          | 5,2          | 8,1        | 9,9         | -4,2           | 7,7        |
| maj          | 8,1          | 11,8       | 11,4        | 4,2            | 4,3        |
| jun          | 7,5          | 13,3       | 14,8        | -3,6           | 9,6        |
| jul          | 3,7          | 4,8        | 15,8        | -12,6          | 5,3        |
| aug          | 1,7          | 9,8        | 14,7        | -10,8          | 7,6        |
| sep          | 0,7          | 6,8        | 8,2         | -1,2           | 0,6        |
| okt          | 1,6          | 12,0       | 4,2         | 0,6            | 8,8        |
| nov          | 7,0          | 12,1       | 1,2         | 10,2           | 7,7        |
| dec          | 21,1         | 14,6       | 0,7         | 18,6           | 16,4       |
| <b>Total</b> | <b>106</b>   | <b>107</b> | <b>90</b>   | <b>-6</b>      | <b>130</b> |

Tabel 3.2. Vandbalance for Holm Sø 2003. Alle tal er i enheden 1000 m<sup>3</sup>. Bidraget fra umålt opland er beregnet med den arealspecifikke afstrømning fra Langslade Rende.

#### Næringsstofbalance

Næringsstofbalancen for Holm Sø 2003 fremgår af tabel 3.3. Bidraget af næringsstoffer fra oplandet er beregnet på grundlag af det arealspecifikke bidrag fra Langslade Rende, der, ligesom oplandet til Holm Sø, er naturopland med grovsandet jord. Bidraget fra atmosfæren er sat til 14,4 kg N/ha og 0,09 kg P/ha. Ved beregningen af udsivningen er søkoncentrationerne anvendt. Der kan ikke opstilles en jernbalance for Holm Sø, idet søen hverken har tilløb eller afløb.

Kvælstofretentionen (tilførsel-udsivning) var 166 kg i 2003, hvilket svarer til 67% af den tilførte mængde. Fosforretentionen var 7,7 kg i 2003, hvilket svarer til 74% af den tilførte mængde.

|                        | Kvælstof   | Fosfor      |
|------------------------|------------|-------------|
| Atmosfærisk bidrag     | 173        | 1,1         |
| Umålt opland           | 75         | 9,3         |
| <b>Total tilførsel</b> | <b>248</b> | <b>10,4</b> |
| Udsivning              | 81         | 2,7         |
| Retention              | 166        | 7,7         |

$$\begin{aligned}
 &10,4 \text{ kg} \\
 &10400 \text{ g} / 120130 \text{ m}^2 \\
 &= 0,08 \text{ g/m}^2
 \end{aligned}$$

Tabel 3.3. Næringsstofbalance (kg) for Holm Sø 2003.

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

### 3.5 Vandkemiske og -fysiske forhold

#### *Prøvetagningsstation*

I forbindelse med undersøgelserne i 1989 til 2003 er der udtaget vandprøver til kemisk analyse på én station i søen. Desuden er der registreret vandstand, iltkoncentration, vandtemperatur og sigtdybde. Prøvetagningsstationens beliggenhed fremgår af bilag 2.2. Dog er der i forbindelse med isdække af søen udtaget enkeltprøve til kemisk analyse, og der er registreret så mange som muligt af de øvrige parametre. Resultaterne af de vandkemiske undersøgelser fremgår af figur 3.6, figur 3.7, bilag 2.3 og bilag 2.4.

#### *2003*

I 2003 var farvetallet lavt i det meste af året. For klorofyl a, suspenderet stof, alkalinitet og pH var der forhøjede værdier i starten af oktober. Dette var sammenfaldende med planteplanktonmaksimum i 2003 (se figur 3.8), og med årets laveste vandstand. Sommerens indtørring af søen kombineret med et begyndende temperaturskift kan have medvirket til øget planteplanktonproduktion og dermed forhøjede værdier af klorofyl a og suspenderet stof. pH og alkalinitet kan ligeledes være påvirket af både søens indtørring og af den store algeproduktion. Alkalinitet og pH holdt sig generelt på et højt niveau i løbet af året. pH var kun under 5 en enkelt gang, og alkalinitet var ved ingen tilsyn under 0 mmol/l.

#### *Udvikling 1989-2003*

Til test af tidsmæssige udviklinger er der i 1999 til 2003 benyttet "Kendall trend test". Der er derved sket et skift fra lineær regressionsanalyse, som er benyttet indtil 1998, til den non-parametriske Kendall trend test.

I perioden 1989-2003 har der som i de foregående år været en signifikant udvikling ( $p < 0,05$ ) i de vandkemiske parametre, hvad angår ledningsevne. Ledningsevnen beregnet som tidsvægtede årsgennemsnit ( $p = 0,004$ ) og sommergennemsnit ( $p = 0,005$ ) er således af ukendte årsager reduceret i årene siden 1989. De tidsvægtede års- ( $p = 0,012$ ) og sommergennemsnit ( $p = 0,017$ ) for suspenderet stof viser ligeledes et statistisk signifikant fald i overvågningsperioden. Dette fald er sandsynligvis ikke reelt, idet der i forbindelse med skift af laboratorium i 1998 skete et fald i detektionsgrænsen for suspenderet stof, således at de angivne værdier før 1998 i en lang række tilfælde er højere end de faktiske værdier.

I 1996 var fosfor- og kvælstof-niveauet som følge af meget lav vandstand det højeste for hele overvågningsperioden (1989-2003). Siden 1996 har koncentrationen af kvælstof stort set været faldende, hvilket også ses af de statistiske analyser, hvor der er et signifikant fald i ammonium- ( $p = 0,026$ ) og nitrit/nitrat-N-koncentrationerne ( $p = 0,026$ ), hvis man ser på de tidsvægtede sommergennemsnit. Der er ligeledes et signifikant fald i årsgennemsnittet for nitrit/nitrat ( $p = 0,026$ ). I de seneste år har der til gengæld været flere tilfælde af forhøjede fosforkoncentrationer. Som følge af varmere somre ses der en signifikant stigning i sommergennemsnittet af vandtemperaturen ( $p = 0,026$ ). Resultaterne fra den statistiske analyse fremgår af bilag 2.3 og 2.4.

#### *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 3.7. På grund af lav vandstand i 1997 og især i 1996 har der i disse år tværtimod været tale om en pH-stigning.



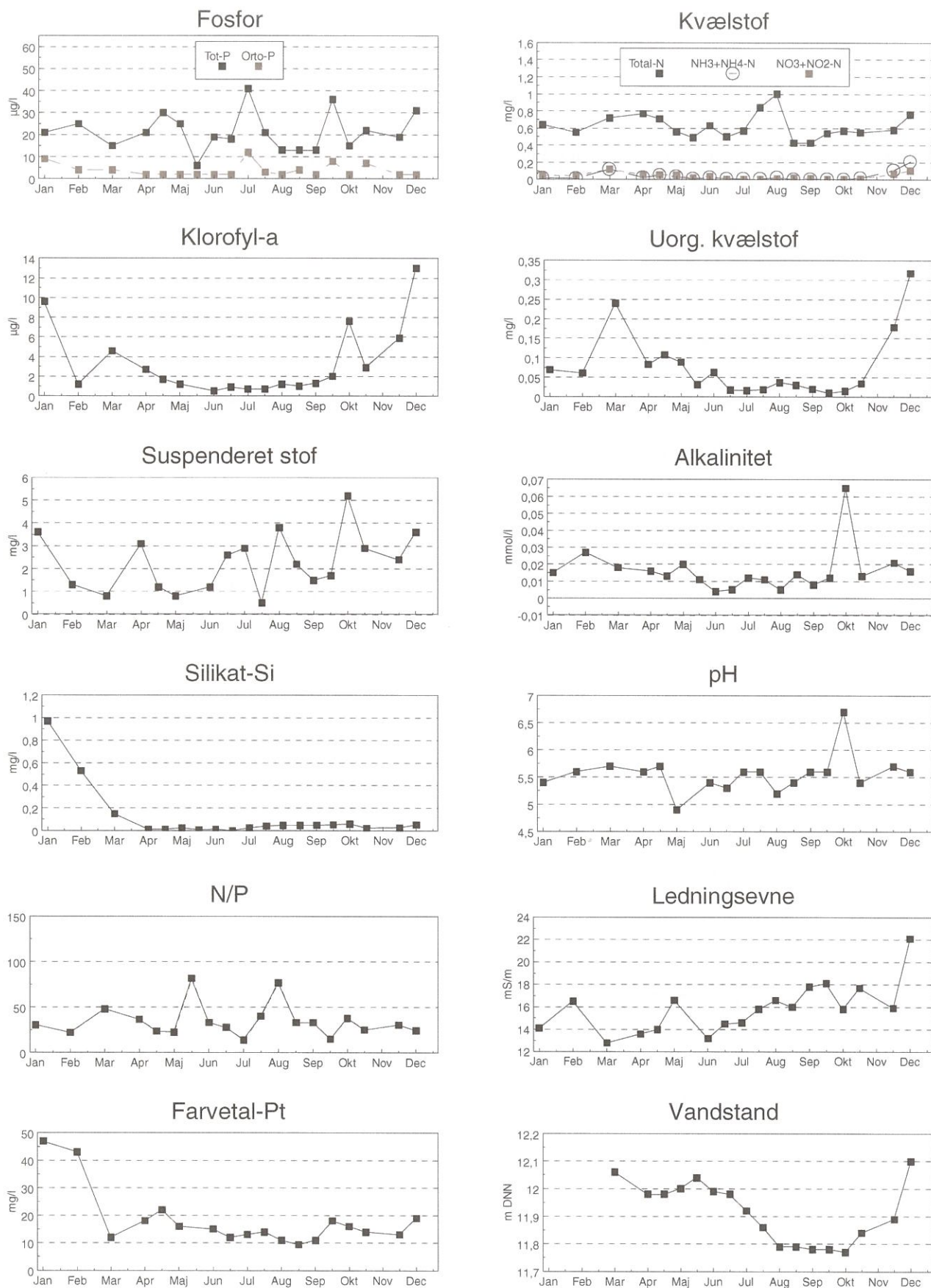


Fig. 3.6. Fysiske og vandkemiske målinger i Holm Sø 2003.



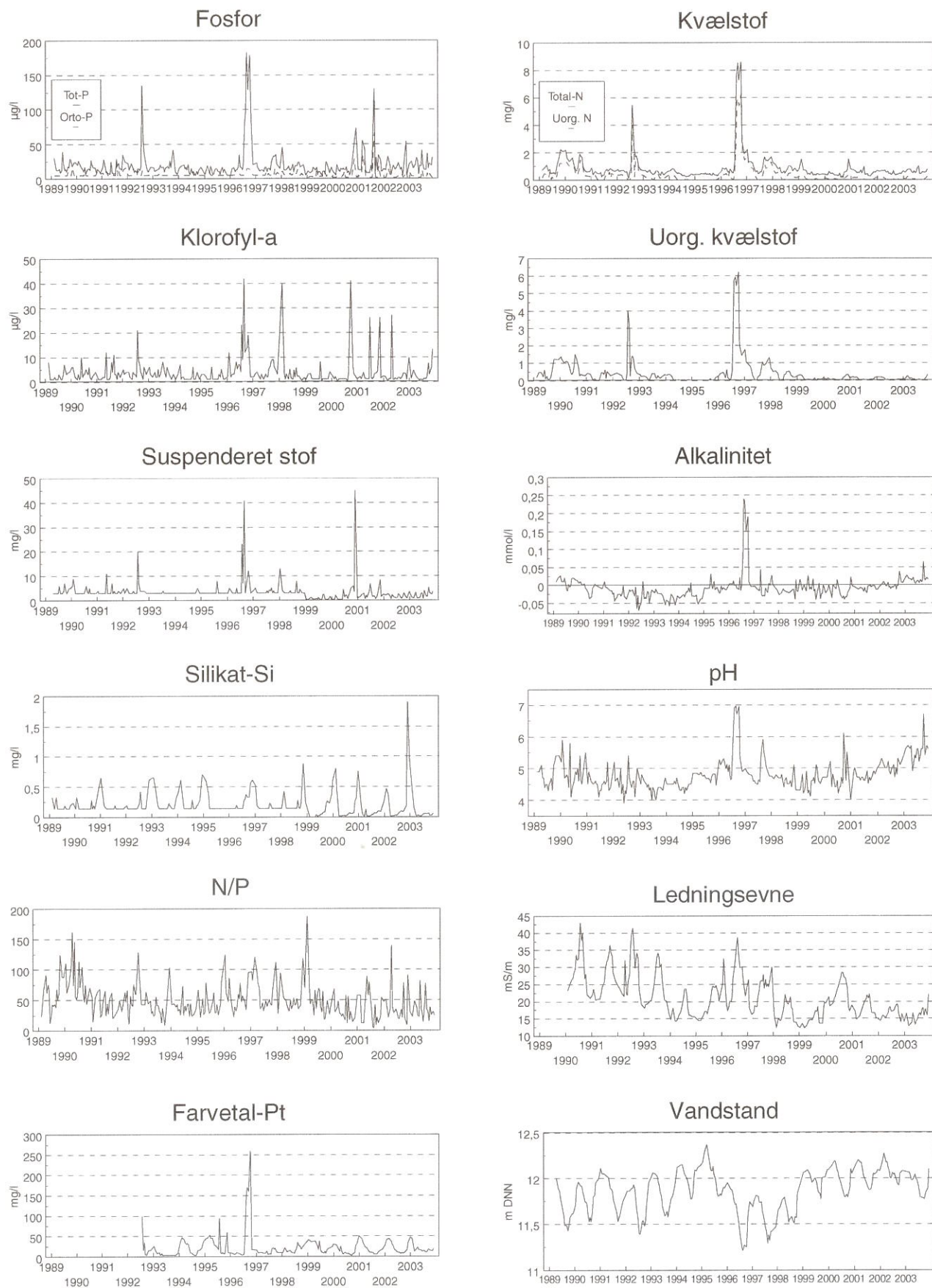
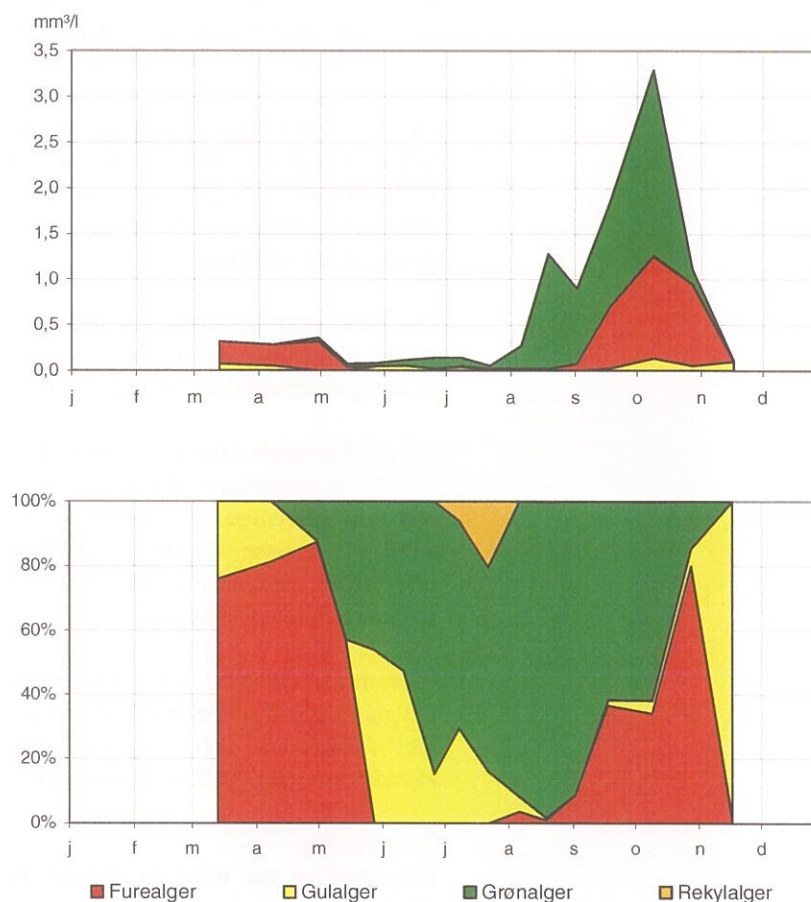


Fig. 3.7. Fysiske og vandkemiske målinger i Holm Sø 1989-2003.

### 3.6 Planteplankton

Rådata fra undersøgelsen af plante- og dyreplankton i Holm Sø fremgår af bilagsrapporten "Holm Sø - Plante- og dyreplankton 2003."

Biomassen af de enkelte algegrupper og planteplanktons procentvis sammensætning i årets løb fremgår af figur 3.8.



Figur 3.8. Holm Sø 2003. Planteplanktonbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper.

I 2003 blev planteplankton undersøgt i perioden 13. marts – 17. november. I perioden marts-november varierede den totale planteplanktonbiomasse mellem 0,06 mm³/l sidst i juli og 3,3 mm³/l først i oktober. Planteplanktons gennemsnitlige biomasse var 0,75 mm³/l i denne periode og 0,58 mm³/l i maj-september. I marts-oktober var den gennemsnitlige planteplanktonbiomasse sammensat af grønalger 59%, furealger 36% og gulalger 5%. I sommerperioden udgjorde grønalger 74%, furealger 22% og gulalger 4%.

I løbet af prøvetagningsperioden (marts-november) udviklede planteplankton tre små og to større maksima:

De tre små maksima fandt sted forår og midsommer: I marts (0,32 mm³/l) af furealger (76%) og gulalger (24%), sidst i april (0,36 mm³/l) af furealger (87%) og grønalger (12%), sidst i juni (0,15 mm³/l) af grønalger (85%) og gulalger (15%).

De to større maksima fandt sted eftersommer og efterår: Sidst i august (1,3 mm³/l) med dominans af grønalger (98%) og begyndelsen af oktober

årsmaksimum (3,3 mm<sup>3</sup>/l) bestående af grønalger (62%) og furealger (34%).

#### Artssammensætning

I 2003 blev i alt fundet 63 arter/identifikationsgrupper af planteplankton, hvilket er det hidtil højeste antal arter, der er fundet i søen. De fleste arter er karakteristiske for sure, næringsfattige søer (4 furealger, 12 gulalger, 2 pennate kiselalger, 19 desmidiaceer og 3 trådformede zygnemataceer). Nygaards planteplanktonkvotient (Q) beregnet på den samlede artsliste var 0,6<sup>1</sup>, et særdeles oligotroft samfund.

Det totale antal arter/grupper i prøverne var 11-37, lavest i marts-maj og højest i august-oktober, hvor der opstod et blandingsfund af store trådformede grønalger, desmidiaceer, store furealger, der er specialister i aktivt at opsøge næringen og små nøgne gulalger, der er mixotrofe og delvist lever af bakterier.

Der blev optalt 23 arter/identifikationsgrupper, hvoraf 5 arter udgjorde 91% af den gennemsnitlige biomasse fra marts-oktober og 4 arter udgjorde 90% af den gennemsnitlige biomasse fra maj-september.

De dominerende arter i marts-oktober var den store trådformede koblingsalge (Zygnematace) *Mougeotia* spp., der udgjorde 47%, og den store mixotrofe furealge, *Peridinium willei*, der udgjorde 34% af den gennemsnitlige biomasse. Desmidiaceen *Bambusina brebissonii* udgjorde 4%, en lille nøgen, mixotrof gulalge, *Chromulina* sp. og en trådformet grønalge (*Oedogonium* spp.) hver 3%.

I sommerperioden (maj-september) var trådformede koblingsalger (Zygnemataceae) af større betydning end i resten af prøvetagningsperioden, idet *Mougeotia* spp. udgjorde 59% og *Bambusina brebissonii* 7%. *Peridinium willei* 21% og *Chromulina* sp. 3%.

#### Blågrønalger

Blågrønalger var uden kvantitativ betydning. Der blev fundet tre arter, *Rhabdogloea* sp. i marts og *Merismopedia elegans* samt *Oscillatoria* spp. i sommer-efterår.

#### Rekylalger

Rekylalger var ligeledes uden kvantitativ betydning det meste af prøvetagningsperioden. De havde et lille maksimum sidst i juli (0,012 mm<sup>3</sup>/l), hvor de udgjorde 20% af biomassen.

*Cryptomonas* spp. (15-20 µm) blev fundet i prøverne fra april og juni-august og *Cryptomonas* spp. (20-30 µm) i prøverne fra marts-april og juli-oktober.

#### Furealger

Den gennemsnitlige biomasse af furealger var 0,27 mm<sup>3</sup>/l (36%) i marts-oktober og 0,13 mm<sup>3</sup>/l (22 %) i maj-september.

<sup>1</sup> Nygaards kvotient Q angiver forholdet mellem arter fra næringsrige og næringsfattige levesteder. Q beregnes således: Sum af antal arter af (Blågrønalger, centriske kiselalger, chlorococcale grønalger, øjealger) / antal arter af desmidiaceer. Q = <1 oligotrofi, Q = 1 - 2,5 mesotrofi, Q = 3-5 moderat eutrofi, Q = 5-20 eutrofi, Q = >20 organisk forurening. (Nygaard 1949). Q er her udregnet på basis af den samlede artsliste fra hele året.



Furealger fandtes i alle prøver fra marts t.o.m. november. De dominerede planteplanktons biomasse i marts til begyndelsen af maj og sidst i oktober og havde to maksima, i april ( $0,32 \text{ mm}^3/\text{l} = 87\%$ ) og oktober ( $1,1 \text{ mm}^3/\text{l}$ ), hvor de udgjorde 34% af den totale biomasse. Der blev fundet 4 arter/slægter spredt over prøvetagningsperioden.

*Peridinium willeyi* var en vigtig art i biomassen i 2003, idet den udgjorde 34% af den gennemsnitlige totale biomasse i marts-oktober og 21% i maj-september. Den fandtes hele perioden marts-november med to maksima, det første ( $0,28 \text{ mm}^3/\text{l} = 78\%$ ) sidst i april og det sidste ( $1,1 \text{ mm}^3/\text{l} = 34\%$ ) først i oktober.

*Gymnodinium fuscum* fandtes regelmæssigt i prøverne fra marts til tidlig juli. Den havde maksimum i marts ( $0,19 \text{ mm}^3/\text{l}$ ), hvor den udgjorde 59% af den totale biomasse.

#### Raphidophyceer

*Gonyostomum semen* fandtes spredt i prøverne fra august-oktober; men havde ingen kvantitativ betydning i 2003.

#### Gulalger

Den gennemsnitlige biomasse af gulalger var  $0,04 \text{ mm}^3/\text{l}$  i marts-oktober og  $0,02 \text{ mm}^3/\text{l}$  i maj-september. De udgjorde hhv. 5% og 4% af den gennemsnitlige totale biomasse i disse perioder. Gulalger havde fire maksima i løbet af prøvetagningsperioden: I marts ( $0,08 \text{ mm}^3/\text{l}$ ), i maj ( $0,05 \text{ mm}^3/\text{l}$ ), i begyndelsen af oktober ( $0,13 \text{ mm}^3/\text{l}$ ) og i november ( $0,11 \text{ mm}^3/\text{l}$ ).

Der blev fundet 12 gulalgearter/slægter spredt gennem vækstsæsonen, flest i marts-april og oktober. De kvantitativt vigtige arter var:

*Chromulina* spp., en lille nøgen mixotrof flagellat, der fandtes i næsten alle prøver. Den havde maksimum sidst i maj - først i juni ( $0,05 \text{ mm}^3/\text{l}$ ), hvor den udgjorde 54% og 47% af den totale biomasse, samt sidst i september t.o.m. november ( $0,02\text{-}0,03 \text{ mm}^3/\text{l}$ ), hvor den udgjorde 1-19 % af den totale biomasse.

*Ochromonas* spp. ( $5\text{-}10 \mu\text{m}$ ), ligeledes en mixotrof flagellat, fandtes også i næsten alle prøver. Den udviklede to små maksima i hhv. marts ( $0,06 \text{ mm}^3/\text{l}$ ) og november ( $0,03 \text{ mm}^3/\text{l}$ ).

*Dinobryon cylindricum*, en mixotrof kolonidannende flagellat, fandtes i marts-juni, august og oktober-november. Den havde et maksimum på  $0,05 \text{ mm}^3/\text{l}$  i november, hvor den udgjorde 42% af den totale biomasse.

*Dinobryon divergens*, *D. pediforme*, *D. sertularia* optrådte fåtalligt.

#### Kiselalger

Kiselalger forekom sporadisk og var uden kvantitativ betydning i 2003. Der blev fundet 2 pennate arter i hhv. april og oktober-november. *Tabellaria binalis* er indikator for surt vand med  $\text{pH} < 5,0$ . *T. flocculosa*, der er noget vanskelig at adskille fra den nærtstående *T. fenestrata*, forekommer også hyppigst i surt miljø.

#### Grønalger

Grønalger var i 2003 stadig den vigtigste algegruppe i planteplanktons biomasse. Den gennemsnitlige biomasse var  $0,44 \text{ mm}^3/\text{l} = 59\%$  i marts-oktober og  $0,42 \text{ mm}^3/\text{l} = 74\%$  af den totale biomasse i maj-september.

Grønalger fandtes i alle prøver, flest arter og størst biomasse fra sidst i juni t.o.m. først i oktober. Der blev i alt fundet 22 arter/slægter/identifikations-grupper, hvoraf 6 chlorococcale, 4 volvocale, 2 ulotrichale, 2 trådformede Oedogoniales, 3 trådformede Zygnematales og 19 desmidiaceer.

Chlorococcales: *Botryococcus* spp. fandtes i næsten alle prøver. Den udviklede et lille maksimum sidst i maj ( $0,04 \text{ mm}^3/\text{l}$ ), hvor den udgjorde 44% af den totale biomasse.

Volvocales: *Chlamydomonas* spp. ( $5\text{--}10 \mu\text{m}$ ) fandtes i april-oktober. Den havde maksimum i september ( $0,12 \text{ mm}^3/\text{l}$ ), hvor den udgjorde 7% af den totale biomasse.

Oedogoniales: *Oedogonium* spp. fandtes i alle prøver fra marts-oktober, hvor dens gennemsnitlige biomasse var  $0,02 \text{ mm}^3/\text{l} = 3\%$  af den totale biomasse. Maksimum først i oktober ( $0,22 \text{ mm}^3/\text{l}$ ), hvor den udgjorde 7% af den totale biomasse.

Zygnemataceae: *Mougeotia* spp. danner lange, tykke ugrejede tråde, der overvejende lever på bunden og fastsiddende bundplankton, hvorfra de lejlighedsvis hvirvles op. Den dominerede søens planteplankton i både marts-oktober (47%) og maj-september (59%), havde to maksima, sidst i august ( $1,1 \text{ mm}^3/\text{l} = 84\%$ ) og i begyndelsen af oktober ( $1,7 \text{ mm}^3/\text{l} = 50\%$  af den totale biomasse).

Desmidiaceae: Den trådformede *Bambusina brebissonii* fandtes i næsten alle prøver fra sidst i april t.o.m. først i oktober. Den var den vigtigste art sidst i juni og først i august (41-42%). Maksimum sidst i august ( $0,13 \text{ mm}^3/\text{l} = 10\%$  af den totale biomasse).

Derudover fandtes adskillige desmidiaceer, hvoraf flere sjældne, overvejende i perioden fra sidst i juni t.o.m. først i oktober: *Closterium aciculare*, *Closterium acutum* v. *linea*, *Closterium acutum* v. *acutum*, *Closterium gracile*, *Closterium macilentum*, *Closterium parvulum*, *Closterium setaceum*, *Closterium* sp., *Cosmarium depressum*, *Cylindrocystis brebissonii*, *Euastrum insulare*, *Staurostrum paradoxum*, *Staurodesmus extensus*, *Staurodesmus mammilatus*, *Teilingia granulata*, *Xanthidium octocorne*.

#### *Planteplanktons artssammensætning og årstidsvariation*

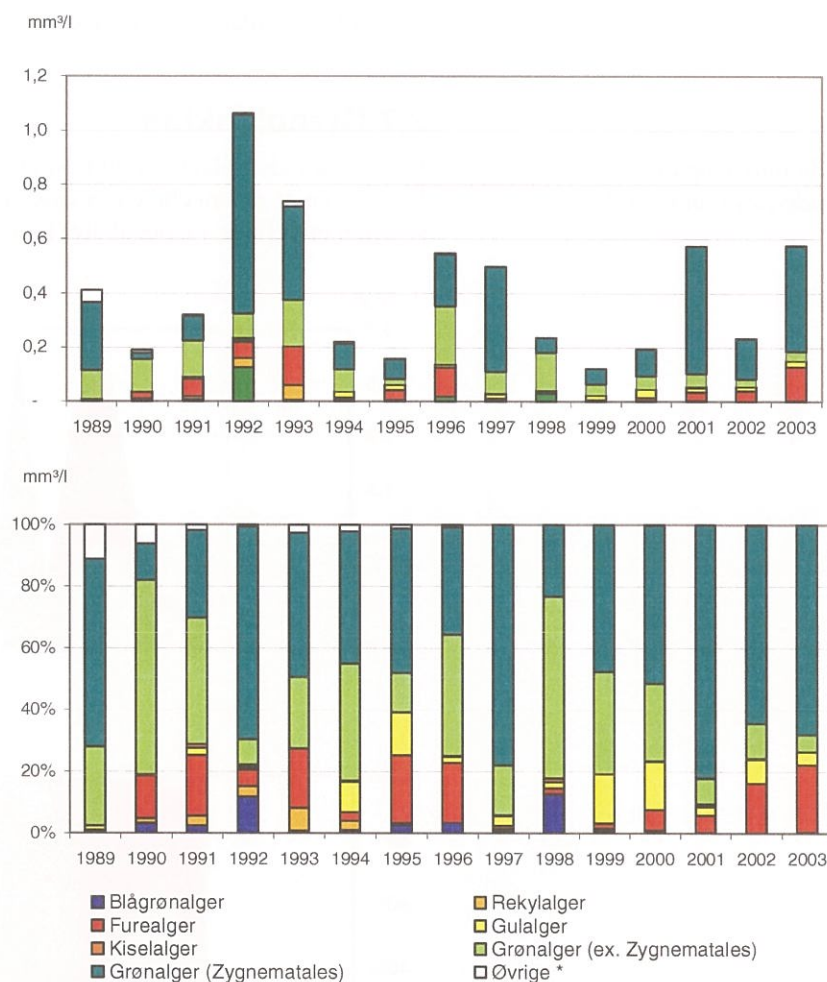
Holm Sø's nære omgivelser er klithede og klitplantage tæt ved Vesterhavskysten ud for Oksbøl. Som levested for planteplankton er søen ekstrem: Lavvandet (gns. dybde  $<1 \text{ m}$ ), stærkt vindpåvirket, sur og næringsfattig. I nedbørsfattige, varme år som 2003, tørrer søen stærkt ind, især i sensommer og efterår. Det er sandsynligvis årsagen til ekstreme værdier af pH, alkalinitet og planteplanktonbiomasse sidst i august 2003 og især i begyndelsen af oktober.

Planteplanktons biomasse i Holm Sø svinger i årets løb dels efter vindpåvirkning og opslæmning af store trådformede grønne alger fra bunden, dels efter, hvor stærkt søen tørrer ind. Artssammensætning og biomasse i 2003 var tydeligt påvirket af den varme sommer og udtørring, der får søen

til at virke mere næringsrig og alkalisk pga. inddampning, hvor biomassen stiger til usædvanlige højder for denne sø.

#### Sammenligning med planteplanktonsamfundet 1989-2002

Figur 3.9 viser planteplanktonets biomasse og procentvise sammensætning som gennemsnit for sommerperioden (maj-september) 1989-2003.



Figur 3.9. Holm Sø 2003. Planteplanktonbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper 1989-2003. Gennemsnit fra den produktive periode (maj-september).

#### Gennemsnitlig biomasse

Den gennemsnitlige totale biomasse i maj-september fra årene 1989-2003 varierede mellem 0,12  $\text{mm}^3/\text{l}$  (i 1999) og 1,1  $\text{mm}^3/\text{l}$  (i 1992). Middelværdien fra denne periode er 0,40  $\text{mm}^3/\text{l}$ . I 2003 var den over middel, 0,58  $\text{mm}^3/\text{l}$ . Såvel i perioden 1993-95 som i perioden 1997-99 og 2001-02 er der en nedadgående tendens for planteplanktons totale biomasse; men tendensen er ikke stabil.

#### Dominerende algegrupper og udviklingstendenser

Biomassen af de store trådformede koblingsalger og de store selvbevægelige furealger er underlagt store år-til-år variationer i 1989-2003. De kan tilskrives de tidligere nævnte svingninger i nedbør, temperatur og vindforhold. De øvrige grønalg (*Botryococcus*, *Oedogonium*, *Chlamydomonas*) viste en markant nedgang i biomasse i 1989-2003, mens gulalgers bio-



masse samtidig steg markant. De mixotrofe gulalger, der optræder i Holm Sø, er konkurrencedygtige overfor grønalger ved lav P-koncentration.

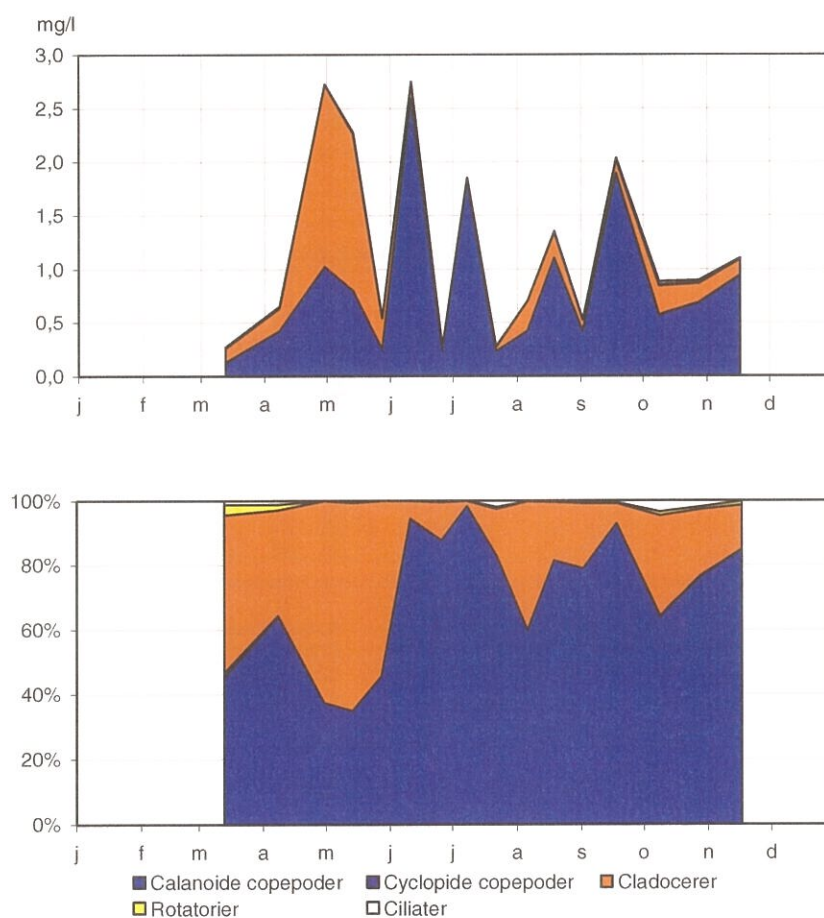
#### Sjældne arter

I alle år, 1989-2003, har planteplankton været rigt på arter fra næringsfattigt vand (furealger, gulalger, pennate kiselalger, desmidiaceer), der er sjældne på landsplan, men stabilt forekommende i Holm Sø. I 2003 var antal arter af gulalger og desmidiace-grønalger usædvanligt højt.

#### Biomasse og års- tidsvariation i 2003

### 3.7 Dyreplankton

I 2003 blev dyreplankton undersøgt i perioden 13. marts – 17. november. Biomassen af de enkelte dyreplanktongrupper og dyreplanktons procentvise sammensætning i løbet af året fremgår af figur 3.10.



Figur 3.10. Holm Sø 2003. Dyreplanktonbiomasse (mg vådvægt/l) og procentvis fordeling på hovedgrupper.

Den samlede dyreplanktonbiomasse varierede mellem 0,27 mg/l i marts og 2,8 mg/l i juni. Den gennemsnitlige biomasse var 1,2 mg/l i perioden marts-oktober og 1,3 mg/l i sommerperioden maj-september.

Dyreplanktonbiomassen svingede meget i løbet af året. Der fandtes fem markante maksima, et forårsmaksimum i slutningen af april (2,7 mg/l), der var domineret af den lille cladocer *Bosmina longispina*, sommermaksima midt i juni (2,8 mg/l), midt i juli (1,9 mg/l) samt midt i august (1,3 mg/l) og efterårsmaksimum midt i september (2,0 mg/l). Sommer- og efterårsmak-

sima var domineret af *Eudiaptomus gracilis* (i juni-juli og september af voksne individer og i august af copepoditer).

Gennemsnitligt var copepoder den vigtigste dyregruppe, både i perioden marts-oktober (69%) og i sommerperioden maj-september (74%). Cladocerer var den næstvigtigste gruppe med henholdsvis 28% og 23% i de to perioder. Ciliater og rotatorier havde meget ringe betydning, idet de tilsammen udgjorde <1% af den totale gennemsnitlige biomasse i begge perioder.

Calanoide copepoder var den vigtigste dyregruppe hele året, undtagen i marts og maj, hvor cladocerer dominerede.

#### Artssammensætning

Der blev i alt observeret 38 arter/slægter/grupper af ciliater, rotatorier og krebsdyr.

##### Ciliater

Ciliaters gennemsnitlige biomasse var meget lav både i perioden marts-oktober og i sommerperioden maj-september (0,004-0,007 mg/l), hvilket svarer til under 1% af den samlede gennemsnitlige dyreplanktonbiomasse fra disse perioder. De opnåede den højeste biomasse i begyndelsen af oktober (0,031 mg/l), hvor de udgjorde 3% af den totale biomasse. Resten af året udgjorde de 0-2%.

Der blev identificeret 1 slægt. Derudover blev der fundet ciliater indenfor følgende størrelsesgrupper: kugleformede <20 µm, 20-100 µm samt >100 µm og ellipsoformede 20-100 µm samt >100 µm. *Strombidium/Strombidium* spp. fandtes hele året undtagen i en periode først på sommeren og udgjorde 0-2% af den totale biomasse i juli.

##### Rotatorier

Rotatoriernes biomasse var meget lav i hele prøvetagningsperioden. Gennemsnitligt var den 0,004 mg/l i perioden marts-oktober og 0,002 mg/l i sommerperioden maj-september, svarende til en andel på mindre end 1% af den samlede dyreplanktonbiomasse i begge perioder. Rotatorier var uden kvantitativ betydning hele året. I marts udgjorde de 3% af den samlede biomasse, ellers var deres andel 0-2%.

Der blev fundet 14 rotatoriearter. Alle var svagt repræsenteret. De vigtigste var *Trichocerca longiseta*, *Synchaeta* sp. og *Conochilus hippocrepis*, der alle fandtes spredt i løbet af året. *Conochilus hippocrepis*, *Trichocerca longiseta* og *Keratella serrulatus*, der blev registreret i foråret, er indikatorarter for rene, fosforfattige søer.

##### Cladocerer

Cladocerers gennemsnitlige biomasse var 0,37 mg/l i marts-oktober og 0,33 mg/l i maj-september, svarende til henholdsvis 28% og 23% af den gennemsnitlige dyreplanktonbiomasse. De fandtes hele året og havde et højt maksimum sidst i april (1,7 mg/l). Cladocerer havde størst betydning sidst i april og i maj, hvor de udgjorde 54-65% af den totale biomasse, samt i marts (49%) og begyndelsen af august (40%). Resten af året udgjorde de 2-33%.

Der blev fundet 15 cladocerarter. *Bosmina longispina* dominerende cladocerbiomassen hele året, bortset fra en enkelt dato sidst i maj, der var domineret af *Polyphemus pediculus*. De øvrige arter var uden kvantitativ



betydning og fandtes sporadisk i løbet af året. *Polyphemus pediculus* findes overalt i stillestående vand, hvor den især opholder sig i littoralzonen, men den er en hurtig svømmer og optræder også i det egentlige plankton. Den er et rovdyr, der mest ernærer sig af småt dyreplankton som bosminer, små copepoder og hjuldyr, men den kan også tage algeklumper. I Holm Sø i 2003 fandtes *Polyphemus pediculus* i sommermånederne, men den var kun kvantitativ vigtig under den lave dyreplanktonbiomasse sidst i maj, hvor den udgjorde 33% af den totale biomasse. Resten af sommerperioden udgjorde den 0-9%.

Flere af de sporadisk forekommende cladocerarter er indikatorarter for rene, fosforfattige søer: *Alonopsis elongata*, *Rhynchotalone falcata*, *Alonella nana* og *Acropurus harpae*.

#### Copepoder

Copepodbiomassen bestod næsten udelukkende af calanoide copepoder, hvis biomasse var 0,84 mg/l i perioden marts-oktober og 0,98 mg/l i maj-september, svarende til henholdsvis 69% og 74% af den totale gennemsnitlige dyreplanktonbiomassen. Cyclopoide copepoder udgjorde i gennemsnit under 1% i begge perioder. Copepodernes biomasse svingede en del i løbet af året og havde de største maksima i juni (2,6 mg/l), i juli (1,8 mg/l) og midt i september (1,9 mg/l). Calanoide copepoder dominerede dyreplanktonsamfundet næsten hele året og udgjorde 60-98% af den totale biomasse, bortset fra sidst i april og begyndelsen af maj, hvor de kun udgjorde 35-37%, samt på enkelte datoer i marts og maj, hvor cladocerer og calanoide copepoder udgjorde næsten lige store andele af den totale biomasse. Cyclopoide copepoder udgjorde 1% af den totale biomasse i marts og under 1% resten af året.

Den herbivore calanoide copepod *Eudiaptomus gracilis* udgjorde næsten 100% af den gennemsnitlige copepodbiomasse. Alle udviklingsstadier af denne art fandtes i hele prøvetagningsperioden. Cyclopoide nauplier og copepoditer fandtes sporadisk i løbet af året, *Mesocyclops* copepoditer på en enkelt dato i marts og cyclopoide hanner på en enkelt dato i oktober.

#### Dyreplanktons græsning i 2003

Dyreplanktons potentielle fødeoptagelse varierede mellem 8,2 µg C/l/d sidst i juni og 110 mg C/l/d sidst i april. Den gennemsnitlige fødeoptagelse var 43 µg C/l/d i perioden marts-oktober og 42 µg C/l/d i sommerperioden maj-september. Disse gennemsnit svarede til et gennemsnitligt græsningstryk på 790-860% fra dyreplankton på mængden af græsningsfølsomt planteplankton <50µm.

Biomassen af græsningsfølsomt planteplankton (<50 µm) var ekstremt lav hele året (0-16 µg C/l), hvilket betyder, at dyreplankton hele året var fødebegrænset af den meget lave planteplanktonbiomasse.

Dyreplanktonsamfundet var hele året domineret af de herbivore arter *Eudiaptomus gracilis* og *Bosmina longispina*. Beregningsmæssigt kunne de udøve et græsningstryk på mellem 150% og 4600% og var hele året i stand til at nedgræsse den stående planteplanktonbiomasse <50 µm på få timer. Dyreplankton i Holm Sø var således i stand til at regulere det græsningsstilgængelige planteplankton hele året. Omvendt indikerer den konstant høje fødeoptagelse, at dyreplankton må udnytte alternative fødeemner som bakterier, detritus og ciliater.

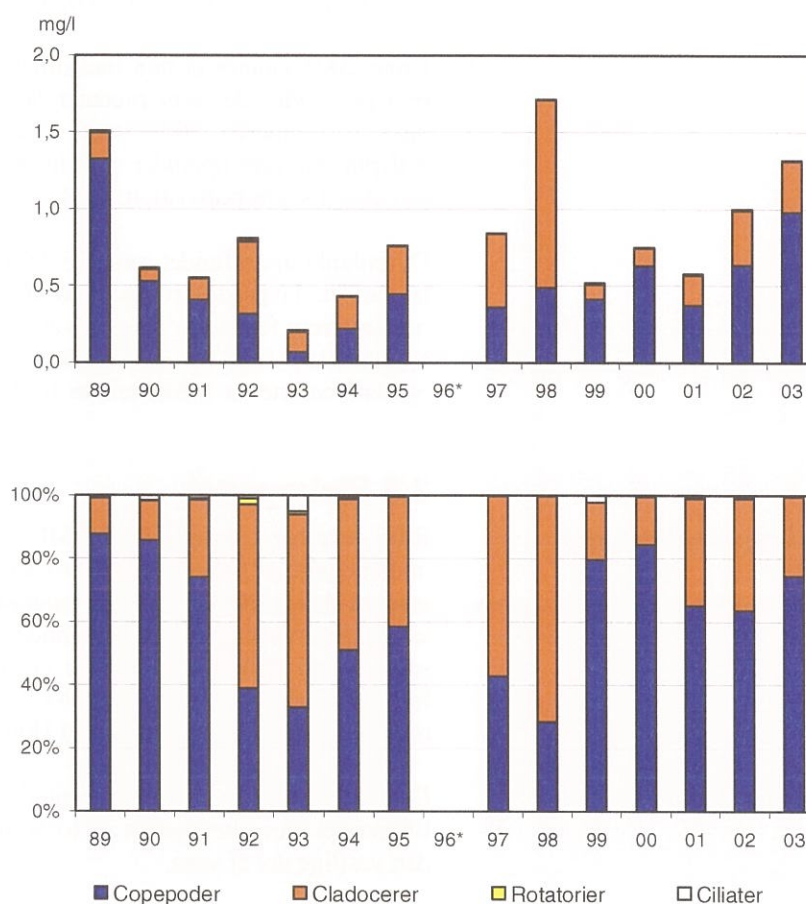


Store, voksne *Eudiaptomus gracilis* udgjorde en væsentlig del af dyreplanktonsamfundet næsten hele året, hvilket stemmer overens med, at de ikke er udsat for prædation fra fiskeyngel, da Holm Sø ikke har en fiskebestand.

Den carnivore *Polyphemus pediculus* udgjorde 33% af den totale dyreplanktonbiomasse sidst i maj, og har muligvis været medvirkende årsag til et samtidigt fald i antallet af *Bosmina*.

Sammenligning med  
dyreplanktonsamfundet  
1989-2002

Dyreplanktons biomasse og gruppernes procentvise fordeling som gennemsnit i perioden maj-september ses af figur 3.11.



Figur 3.11. Holm Sø 1989-2003. Dyreplanktonbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper 1989-95 og 1997-2003. Gennemsnit for sommerperioden (maj-september).

\*1996 er udeladt p.gr.a. manglende prøver i aug-okt.

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

De højeste gennemsnitlige værdier af dyreplankton fandtes i årene 1989, 1998 og 2003 (1,3-1,7 mg/l) og de laveste i 1993-94 (0,21-0,43 mg/l). De øvrige år svingede biomassen mellem 0,52 mg/l og 1,0 mg/l.

Copepoder og cladocerer var på skift de dominerende dyregrupper. Copepoder dominerede i 1989-91, 1994-95 og i 1999-2003 (51-88%). Cladocerer dominerede i 1992-93 og 1997-98 (57-71%). Til sammen udgjorde de to dyregrupper alle år over 97% af den totale gennemsnitlige biomasse, undtagen i 1993, hvor ciliater udgjorde 5%. Rotatorier havde en usædvanlig ringe betydning i Holm Sø. I 1999 udgjorde de 2% af den totale gennemsnitlige biomasse og under 1% resten af årene.

Med hensyn til artssammensætningen er der ikke sket de store ændringer fra år til år. *Bosmina longispina* og *Eudiaptomus gracilis* var alle år de dominerende arter. *Keratella serrulata* var alle år den vigtigste rotatorieart, bortset fra 1999 (*Synchaeta* spp.), 2001-2002 (*Asplanchna priodonta*) og 2003 (*Trichocerca longiseta*, *Synchaeta* sp. og *Conochilus hippocrepis*).

I maj 2002 fandtes et højt maksimum af den carnivore cladocer *Polyphemus pediculus*, der især predaterede på *Bosmina longispina*. Den fandtes også i sommeren 2003, men med lavere biomasse end i 2002. Da *Polyphemus* især opholder sig i littoralzonen, vil det være svingende, hvor stor del af søens population, der findes i planktonprøven.

Dyreplanktonsamfundet var alle 15 undersøgelsesår karakteristisk for en lavvandet, lavproduktiv sø. Små *Bosmina*-arter dominerede cladocerbiomassen frem for større *Daphnia*-arter og copepodbiomassen var domineret af calanoide- frem for cyclopoide copepoder. Flere af de fundne rotatorie- og cladocerarter er indikatorarter for fosforfattige søer.

### 3.8 Fiskeyngel

#### Fiskeyngelundersøgelse

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

#### Elfiskeri 2003

Der er i stedet gennemført en vejledende elbefiskning den 6. august 2003. Elfiskeriet blev gennemført på to 50 meters strækninger langs bredzonen i den vestlige del af søen.

#### Resultat af befiskning

Som under befiskningerne i 1991 og 1998-2002 blev der i 2003 heller ikke fanget fisk eller fiskeyngel af nogen art.

#### Samlet vurdering

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

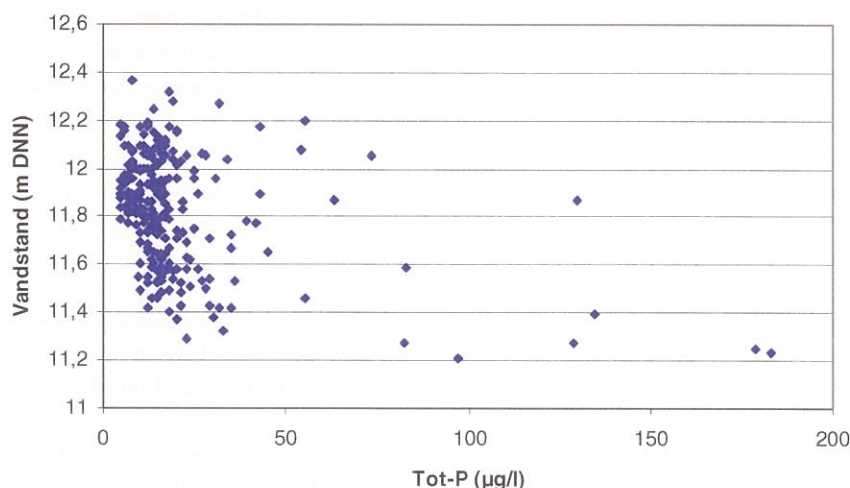
### 3.9 Samlet vurdering af tilstanden

#### Næringsstoffer

Holm Sø belastes kun med næringsstoffer fra de omgivende naturarealer og fra atmosfæren. Koncentrationerne af næringsstoffer i søvandet er derfor lave ved almindelige hydrologiske forhold. Ved meget lav vandstand opstår der imidlertid høje koncentrationer af bl.a. fosfor, hvilket fremgår af figur 3.12. Årsagen er en kombination af opkoncentrering og en større

påvirkning fra sedimentet. Næringskoncentrationerne i sedimentet er dog generelt lave, hvilket senest er vist ved en sedimentundersøgelse i 2001.

I de seneste år har vandstanden været betydeligt højere end de tørre år i 1996 og 1997. Der er derfor ikke registreret høje søkoncentrationer af næringsstoffer som følge af opkoncentrering siden da. I 2003 var den højeste fosforkoncentration 41  $\mu\text{g/l}$ , men i foregående år er der dog gentagne gange registreret forhøjede koncentrationer af fosfor, senest i november 2002, hvor koncentrationen nåede over 50  $\mu\text{g P/l}$ . I december 2000 var de forhøjede fosforkoncentrationer forårsaget af kraftig blæst og deraf følgende ophvirvling af bundmaterialet, hvorimod årsagen til de høje koncentrationer i 2001 og 2002 ikke kendes.



Figur 3.12. Forholdet mellem vandstand og koncentrationen af total-fosfor i søvandet i Holm Sø i perioden 1989-2003.

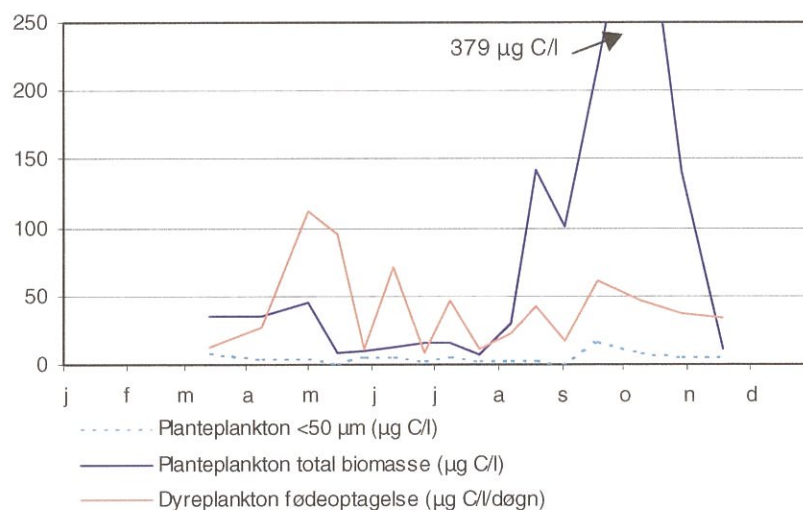
## Plankton

De lave koncentrationer af næringsstoffer har i alle undersøgelsesårene resulteret i en meget begrænset vækst af planteplankton, hvilket også var tilfældet for Holm Sø i størstedelen af 2003 (figur 3.13). I oktober var der et meget stort planteplanktonmaksimum på 379  $\mu\text{g C/l}$ , som antagelig var kulminationen på en varm og tør periode henover sommer og efterår. Pga. det ringe fødegrundlag registreres der ligeledes kun små mængder dyreplankton i Holm Sø. Den tilgængelige planteplanktonbiomasse (<50  $\mu\text{m}$ ) var hele året ekstremt lav (0-16  $\mu\text{g C/l}$ ), hvorved dyreplankton i hele 2003 har været fødebegrænset, hvilket også fremgår af de lave fødeoptagelsesværdier (figur 3.13).

Dyreplankton udøvede et græsningstryk på den tilgængelige planteplanktonbiomasse på mellem 150 og 4600%. Med så højt et græsningstryk var dyreplankton i stand til at nedgræsse den stående biomasse af planteplankton <50  $\mu\text{m}$  på få timer.

I år med meget lav vandstand (som f.eks. 1996) opstår der en opkoncentrering af plankton, hvorved der fremkommer højere klorofyl-koncentrationer og lavere sigtddybde. Vandstanden var i efteråret 2003 lav, men ikke lavere end normalt og planteplanktonmaksimum i starten af oktober blev antageligt forårsaget af temperaturer højere end normalt i juni til september, samt stor indstråling især i august og september.





Figur 3.13. Holm Sø 2003. 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  $\mu\text{g C/l}$ ).

#### Sigtdybde

De lave næringskoncentrationer og deraf følgende lave algetætheder giver generelt anledning til en meget god sigtdybde. I 2003 var der, som i langt de fleste tilsynsår, sigt til bunden af søen ved alle tilsyn.

#### Vegetation

Holm Sø er en lobeliesø, som på grund af meget god sigtdybde og lav pH har udbredte bevoksninger af især *Strandbo* og *Lobelia*. Derudover findes der *Liden Siv*, mosser og trådalger i store mængder. I 2001 blev *Gulgrøn Bransenføde* genfundet i den centrale del af søen.

#### Målsætning

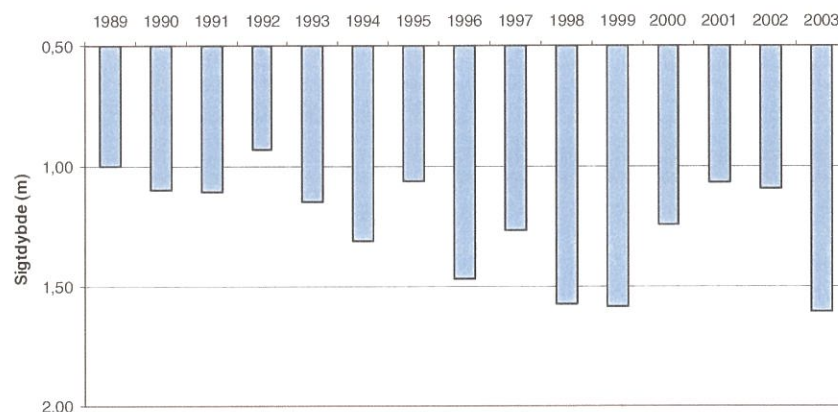
Det antages, at de biologiske forhold og koncentrationerne af næringsstoffer er meget tæt på den naturlige baggrundstilstand, på trods af enkelte usædvanligt høje fosforkoncentrationer i de forløbne år. De målbare kriterier for opfyldelse af søens målsætning "A - Naturvidenskabeligt interesseområde" er, at der i sommerperioden er fosforkoncentrationer under  $25 \mu\text{g/l}$  og at der er sigt til bunden af søen. Søens målsætning vurderes således at være opfyldt.

## 4. Sammenfatning

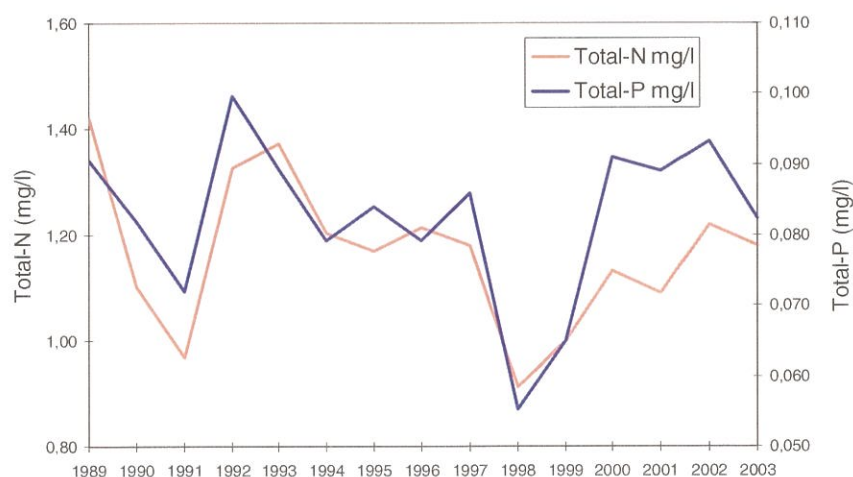
I årene 1989 til 2003 har Ribe Amt foretaget en overvågning af Kvie Sø og Holm Sø. Undersøgelserne er et led i det landsdækkende overvågningsprogram, der blev iværksat i forbindelse med folketingets vedtagelse af "Vandmiljøhandlingsplanen" i 1987.

### 4.1 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 Bransenføde</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. Den hydrauliske opholdstid for 2003 er beregnet til 2,4 år.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <i>Kalkforurening i 1992</i> | I 1992 blev Kvie Sø udsat for en forurening med jordbrugskalk, hvilket ændrede søens vandkemi og planktonsammensætning radikalt. For at modvirke kalkens påvirkninger blev der i 1993 påbegyndt en indpumpning af surt grundvand. Indpumpningen blev indstillet i 1999 som følge af faldende værdier for pH og alkalinitet. Efterfølgende synes pH dog at have stabiliseret sig på samme forhøjede niveau som i årene umiddelbart efter kalkforureningen i 1992.                                                                                                                                                                                                                            |
| <i>Sigtdybde</i>             | Årsgennemsnittet for sigtdybden var i 2003 det højeste i hele overvågningsperioden (figur 4.1). Efter nogle år med forringet sigtdybde er der således igen en statistisk signifikant stigning i sigtdybden for overvågningsperioden 1989-2003. Det seneste års kraftige stigning i sigtdybde er forårsaget af en kombination af lidt lavere fosforkoncentration, mindre planteplanktonproduktion, mindre suspenderet stof og lavere farvetal. Der er således sket en mindre forbedring af forholdene fra 2002 til 2003. Ændringerne i sigtdybde hen over årene hænger primært sammen med ændringer i koncentrationen af suspenderet stof og tilhørende ændringer i planteplanktonbiomassen. |
| <i>Næringssalte</i>          | Udviklingen i koncentrationerne af total-fosfor og total-kvælstof fra 1989 til 2003 har ikke været signifikant (figur 4.2), selvom der har været et mindre fald i koncentrationerne fra 2002 til 2003. Der ses en faldende tendens fra 1992 til 1998, hvilket kan hænge sammen med, at der i 1993 blev afskåret dræn fra markarealer og påbegyndt en indpumpning af grundvand. Søkoncentrationen af fosfor og kvælstof er steget efter 1998, muligvis som følge af, at der ikke længere pumpes grundvand ind i søen.                                                                                                                                                                        |



Figur 4.1. Årsgennemsnit for sigtddybden i Kvie Sø, 1989-2003.



Figur 4.2. Koncentrationerne (årsgennemsnit) af total-fosfor og total-kvælstof i Kvie Sø, 1989-2003.

Koncentrationen af ortho-fosfat har derimod udvist en statistisk signifikant stigning for årsgennemsnittet i overvågningsperioden. Denne stigning er sket over hele perioden, og der synes ikke at være fald i ortho-fosfat-koncentrationerne i 1998 i samme markante grad som det ses for total-P-koncentrationerne af figur 4.2.

### Plankton

Kvie Sø er i dag en svagt næringsberiget sø, og fosforkoncentrationerne har indflydelse på biomassen af planteplankton. Der er således generelt sket en stigning siden 1999 i den gennemsnitlige biomasse af planteplankton. Samlet set blev planteplankton i 2003 periodevis kontrolleret af dyreplankton, hvor der flere gange i løbet af året sås en kædereaktion af høj planteplanktonbiomasse → dyreplanktonmaksimum → planteplanktonminimum → lav dyreplanktonbiomasse. Planteplanktonbiomassen har ligeledes været begrænset af fosfor i dele af året, især i foråret og i juli/august. Beregninger viser, at dyreplankton i størstedelen af 2003 var i stand til at nedgræsse den stående biomasse af planteplankton  $<50 \mu\text{m}$  på få timer. Dyreplanktons fødeoptagelse var i store dele af året høj, og dette indikerer, at dyreplankton må udnytte alternative fødeemner, som bakterier, detritus og ciliater.



### Vegetation

Vegetationen i Kvie Sø består især af grundskudsplanterne *Strandbo*, *Lobelia* og *Gulgrøn Brasenføde*, som i nævnte rækkefølge dominerer i et vegetationsbælte ud til omkring 1,5 meters dybde. Det plantedækkede areal er steget frem til 2001, om end stigningen efter 1999 har været beskeden. Der er derimod sket et lille fald i dækningsgraden fra 2001 til 2003. Dette fald skyldes især en tilbagegang af *Gulgrøn Brasenføde* i den alleryderste del af vegetationsbæltet, hvilket ikke har kunnet opvejes af fremgang for langskudsplanten *Smalbladet Vandstjerne*. Der synes således at være sket en stabilisering af dækningsgraden i de seneste 5 år. Mængden af vegetation er derimod steget helt frem til 2003. Stigningerne i mængden af vegetation er i de seneste to år især forårsaget af større hyppighed af *Smalbladet Vandstjerne*, der har etableret sig som fast art i Kvie Sø i de senere år. Dybdegrænsen for vegetationen har været ret stabil siden 1999.

### Fiskeyngel

Ved fiskeyngelundersøgelsen i juli 2003 blev der, som noget nyt fanget skalle yngel. Skaller udgjorde 97% af yngelbiomassen, og de resterende 3% var aborre yngel. Gedde yngel blev ikke registreret, på trods af at der er en rimelig geddebestand i søen. Beregninger viser, at der var en yngeltæthed i juli 2003 på ca. 36 stk. pr. 100 m<sup>2</sup> søflade, hvilket er på samme niveau som i 2002. I de foregående år har der været store variationer i bestandsstørrelsen. Både skalle- og aborre yngel var i 2003 større end de foregående års aborre yngel, hvilket har bevirket, at den beregnede biomasse af fiskeyngel er næsten dobbelt så stor som i 2002 og 10-20 gange større end i 1998-2001. Da der blev fanget ganske få aborrer kan det ikke vurderes, om aborrerne generelt var større end i de foregående år. I alle undersøgelsesårene har der været en reduktion i dyreplanktonbiomassen, som tyder på, at fiskeyngel begrænser mængden af dyreplankton i en periode i forsommeren. I de fleste år har reduktionen af dyreplankton kunnet ses i juni og starten af juli, hvilket også var tilfældet i 2003. Kun i 2002 sås der allerede en meget lav dyreplanktonbiomasse i slutningen af maj og starten af juni, hvilket sandsynligvis er en følge af en meget tidlig gydning i 2002, efter et meget varmt forår.

### Målsætning

De seneste års undersøgelser i Kvie Sø har vist, at der endnu ikke er opnået en stabilisering af miljøtilstanden efter kalkforureningen i 1992. En forbedring af tilstanden i 1999 blev efterfulgt af forværringer for flere kemiske og fysiske parametre, heriblandt sigtddybde og fosforkoncentration, ligesom pH igen er steget til et niveau, der er højere end før kalkforureningen. Det seneste år viser dog svage tegn på forbedring af tilstanden, bl.a. var der i en periode i foråret 2003 sigt til bunden af søen. De kommende år vil vise om det er en stabil forbedring. Søens enestående grundskudsvegetation har dog fortsat en stor udbredelse, selvom ændringerne i undervandsvegetationen fra 1999 til 2003 har været små og viser en svag tilbagegang i udbredelse fra 2001-2003. De kommende års undersøgelser vil vise, hvilken indflydelse skalle som ynglefisk i Kvie Sø har på søens miljøtilstand. De målbare kriterier for at opfylde målsætningen "A - Naturvidenskabeligt interesseområde" er, at fosforkoncentrationen er mindre end 40 µg/l i sommerperioden og at der er sigt til bunden af søen. Koncentrationen af fosfor er således for høj, og det betyder, at den biologiske struktur og sigtddybden stadig kan blive udsat for relativt store udsving. Målsætningen for Kvie Sø anses derfor ikke for at være opfyldt.

## 4.2 Holm Sø

### Beliggenhed

Søen er beliggende nordvest for Oksbøl i Blåvandshuk Kommune.

### Søtype

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

### Vandbalance

Holm Sø har hverken tilløb eller afløb, hvilket bevirker, at vandbalancen er behæftet med en betydelig usikkerhed. Den hydrauliske opholdstid for 2003 er beregnet til 0,7 år.

### Forureningstilstand

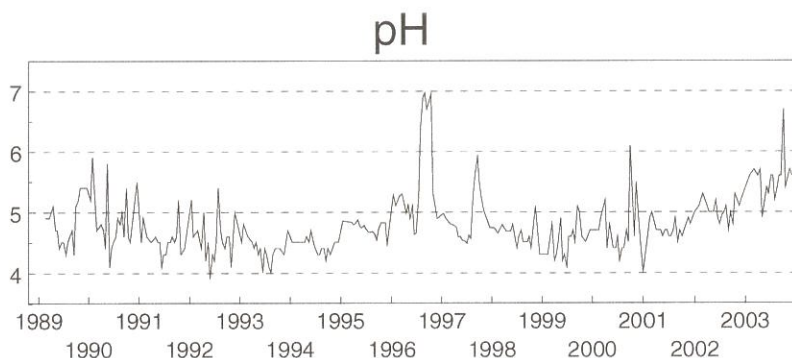
Søen er uforurenet, og der er ikke kendskab til nuværende eller tidligere forureningskilder. Holm Sø belastes udelukkende af den diffuse tilstrømning fra oplandet og fra nedbør på søfladen.

### Vandkemiske og -fysiske forhold

I 2003 var udsvingene på de fleste fysiske og kemiske parametre inden for det normale. Dog blev der i 2003 målt forhøjede koncentrationer af klorofyl a, suspenderet stof, alkalinitet og pH i starten af oktober, sammenfaldende med planteplanktonmaksimum. Sommerens indtørring af søen kombineret med et begyndende temperaturskift har antageligt forårsaget de høje efterårsværdier. Der var sigt til bunden af søen i hele 2003.

### 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 4.3.



Figur 4.3. Surhedsgraden i Holm Sø 1989-2003.

### Plankton

De lave koncentrationer af næringssalte har i alle undersøgelsesårene resulteret i en meget begrænset vækst af planteplankton, domineret af grønalger i hele eller store dele af vækstperioden. På grund af det ringe fødegrundlag registreres der ligeledes kun små mængder dyreplankton i Holm Sø. Samfundet af dyreplankton har i løbet af årene haft skiftende dominans af copepoder og cladocerer. Både plante- og dyreplanktonssammensætningen afspejler søens næringsfattige karakter, ligesom det ses på artssammensætningen for dyreplankton, at der ikke er nogen prædation fra fiskeyngel.

#### *Fiskeyngelundersøgelse*

Som ved tidligere elbefiskninger blev der i 2003 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.

#### *Målsætning*

Det antages, at de biologiske forhold, surhedsgraden og koncentrationerne af næringssalte er meget tæt på den naturlige baggrundstilstand, på trods af enkelte forhøjede værdier i de seneste år. De målbare kriterier for opfyldelse af søens målsætning "A - Naturvidenskabeligt interesseområde" er, at der i sommerperioden er fosforkoncentrationer under 25 µg/l og at der er sigt til bunden af søen. Søens målsætning vurderes således at være opfyldt.

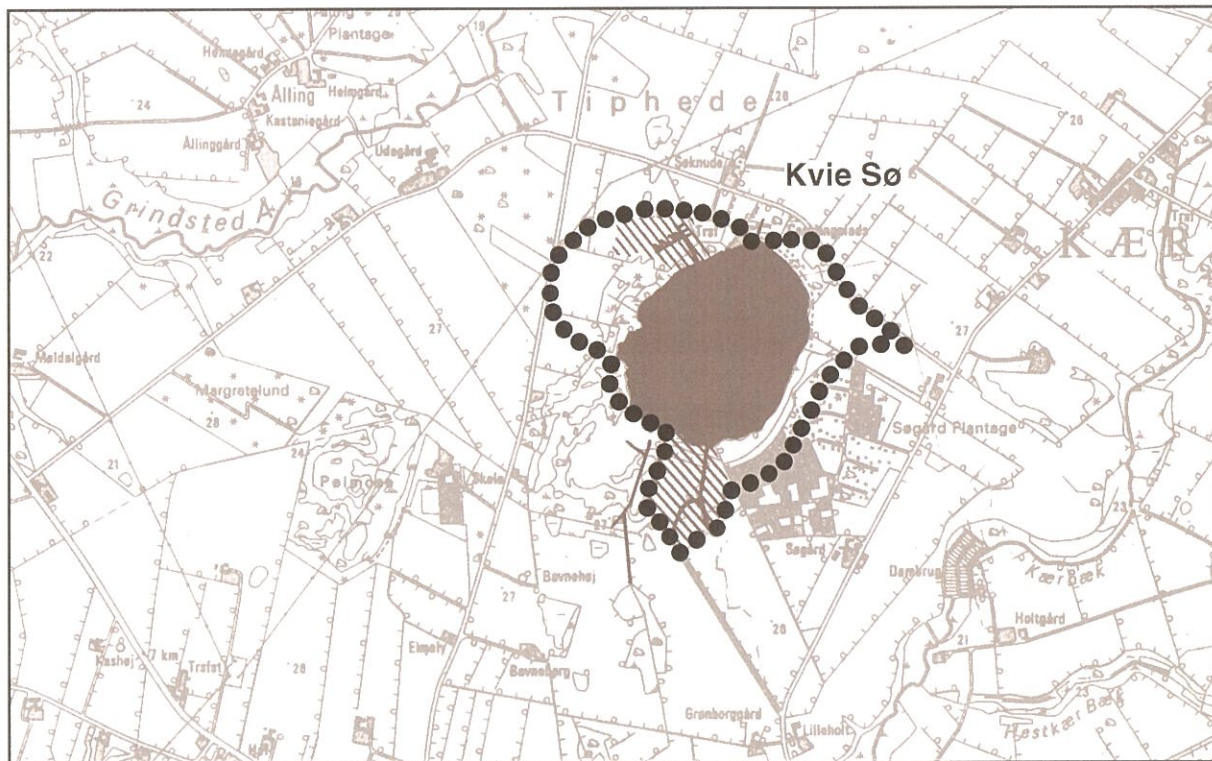




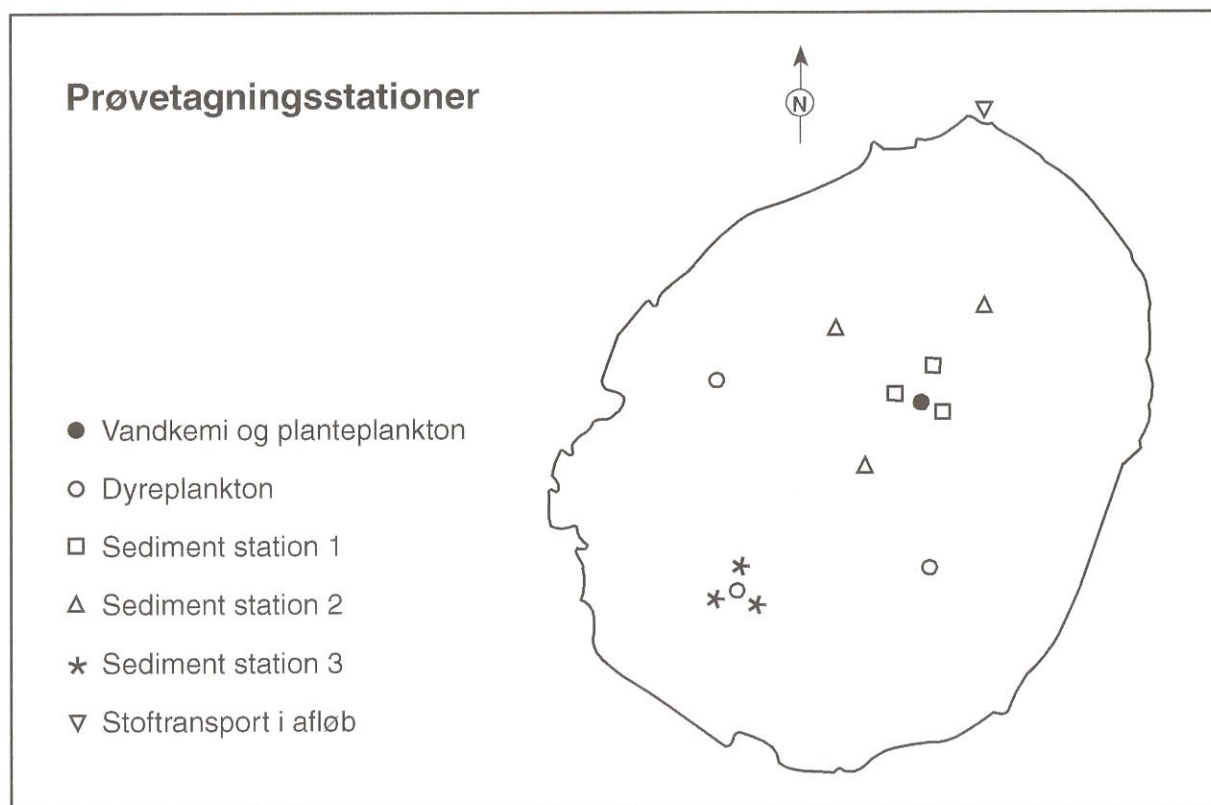
## 5. Bilag

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| 1.1 Hydrologisk opland for Kvie Sø .....                          | 76 |
| 1.2 Oversigt over prøvetagningsstationer i Kvie Sø.....           | 76 |
| 1.3 Tidsvægtede årsgennemsnit for Kvie Sø 1989-2003 .....         | 77 |
| 1.4 Tidsvægtede sommergennemsnit for Kvie Sø 1989-2003 .....      | 78 |
| 1.5 Dokumentation for vand- og stofbalancer i Kvie Sø, 2003 ..... | 79 |
| 1.6 Dokumentation for fiskeyngelundersøgelser i Kvie Sø.....      | 80 |
|                                                                   |    |
| 2.1 Topografisk opland for Holm Sø .....                          | 81 |
| 2.2 Oversigt over prøvetagningsstationer i Holm Sø.....           | 81 |
| 2.3 Tidsvægtede årsgennemsnit for Holm Sø 1989-2003 .....         | 82 |
| 2.4 Tidsvægtede sommergennemsnit for Holm Sø 1989-2003 .....      | 83 |
| 2.5 Dokumentation for vand- og stofbalancer i Holm Sø, 2003.....  | 84 |
|                                                                   |    |
| 3.1 Oversigt over tidligere rapporter .....                       | 85 |

## Bilag vedrørende Kvie Sø



Bilag 1.1. Hydrologiske opland for Kvie Sø. Det skraverede område markerer oplandet for de afskårede dræn.



Bilag 1.2. Oversigt over prøvetagningsstationerne i Kvie Sø.



## Tidsvægtede årsgennemsnit for Kvie Sø, 1989-2003

|      | Total-N<br>mg/l | NH4-N<br>mg/l | NO2+<br>NO3-N<br>mg/l | Total-P<br>mg/l | Orto-P<br>mg/l | pH    | Lednings-<br>evne<br>mS/m | Alkali-<br>nitet<br>mmol/l |
|------|-----------------|---------------|-----------------------|-----------------|----------------|-------|---------------------------|----------------------------|
| 1989 | 1,42            | 0,061         | 0,314                 | 0,091           | 0,013          | 5,3   |                           | 0,029                      |
| 1990 | 1,10            | 0,031         | 0,137                 | 0,082           | 0,011          | 5,5   | 13,7                      | 0,011                      |
| 1991 | 0,97            | 0,024         | 0,138                 | 0,072           | 0,013          | 5,4   | 14,2                      | 0,021                      |
| 1992 | 1,33            | 0,088         | 0,303                 | 0,100           | 0,015          | 5,8   | 14,7                      | 0,045                      |
| 1993 | 1,37            | 0,074         | 0,312                 | 0,089           | 0,012          | 6,4   | 15,2                      | 0,046                      |
| 1994 | 1,20            | 0,035         | 0,152                 | 0,079           | 0,009          | 6,4   | 12,0                      | 0,032                      |
| 1995 | 1,17            | 0,034         | 0,171                 | 0,084           | 0,009          | 6,3   | 11,2                      | 0,045                      |
| 1996 | 1,22            | 0,054         | 0,226                 | 0,079           | 0,015          | 6,3   | 14,2                      | 0,045                      |
| 1997 | 1,18            | 0,035         | 0,115                 | 0,086           | 0,015          | 6,6   | 13,8                      | 0,053                      |
| 1998 | 0,91            | 0,033         | 0,189                 | 0,055           | 0,014          | 6,2   | 12,5                      | 0,038                      |
| 1999 | 1,00            | 0,046         | 0,269                 | 0,065           | 0,020          | 6,0   | 10,3                      | 0,033                      |
| 2000 | 1,13            | 0,062         | 0,283                 | 0,091           | 0,023          | 6,2   | 11,4                      | 0,036                      |
| 2001 | 1,09            | 0,027         | 0,196                 | 0,089           | 0,017          | 6,3   | 10,4                      | 0,022                      |
| 2002 | 1,22            | 0,049         | 0,081                 | 0,093           | 0,018          | 6,4   | 9,3                       | 0,035                      |
| 2003 | 1,18            | 0,083         | 0,220                 | 0,082           | 0,013          | 6,3   | 9,7                       | 0,036                      |
| P    | 0,347           | 0,656         | 0,729                 | 0,961           | 0,043          | 0,137 | 0,004                     | 0,766                      |

|      | Susp.stof<br>mg/l | Silikat-<br>Si<br>mg/l | Kloro-<br>fyl-a<br>µg/l | Farve-<br>tal<br>mg Pt/l | Vand-<br>stand<br>m DNN | Vand-<br>temp.<br>°C | Sigt-<br>dybde<br>m |
|------|-------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|---------------------|
| 1989 | 10                | 0,23                   | 36                      |                          | 25,26                   |                      | 1,00                |
| 1990 | 8                 | 0,26                   | 42                      |                          | 25,38                   |                      | 1,10                |
| 1991 | 7                 | 0,26                   | 32                      |                          | 25,36                   |                      | 1,11                |
| 1992 | 7                 | 0,27                   | 43                      | 70                       | 25,34                   | 11,0                 | 0,93                |
| 1993 | 5                 | 0,17                   | 26                      | 42                       | 25,40                   | 9,6                  | 1,15                |
| 1994 | 5                 | 0,21                   | 36                      | 49                       | 25,46                   | 10,1                 | 1,31                |
| 1995 | 6                 | 0,16                   | 39                      | 48                       | 25,40                   | 10,5                 | 1,06                |
| 1996 | 5                 | 0,17                   | 18                      | 46                       | 25,08                   | 9,7                  | 1,47                |
| 1997 | 5                 | 0,26                   | 41                      | 49                       | 25,23                   | 10,7                 | 1,27                |
| 1998 | 3                 | 0,15                   | 15                      | 33                       | 25,38                   | 10,9                 | 1,58                |
| 1999 | 1                 | 0,09                   | 10                      | 53                       | 25,45                   | 10,7                 | 1,59                |
| 2000 | 4                 | 0,12                   | 25                      | 53                       | 25,38                   | 10,7                 | 1,25                |
| 2001 | 5                 | 0,09                   | 30                      | 55                       | 25,35                   | 12,2                 | 1,07                |
| 2002 | 6                 | 0,07                   | 33                      | 52                       | 25,38                   | 11,6                 | 1,10                |
| 2003 | 3                 | 0,06                   | 12                      | 44                       | 25,29                   | 11,1                 | 1,61                |
| P    | 0,005             | 0,000                  | 0,054                   | 0,784                    | 1,000                   | 0,028                | 0,043               |

Bilag 1.3. Kvie Sø 1989-2003.

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

## Tidsvægtede sommergennemsnit for Kvie Sø, 1989-2003

|      | Total-N<br>mg/l | NH4-N<br>mg/l | NO2+<br>NO3-N<br>mg/l | Total-P<br>mg/l | Orto-P<br>mg/l | pH    | Lednings-<br>evne<br>mS/m | Alkali-<br>nitet<br>mmol/l |
|------|-----------------|---------------|-----------------------|-----------------|----------------|-------|---------------------------|----------------------------|
| 1989 | 1,16            | 0,020         | 0,066                 | 0,087           | 0,011          | 5,5   |                           | 0,034                      |
| 1990 | 0,89            | 0,021         | 0,008                 | 0,066           | 0,013          | 5,3   | 15,2                      | 0,007                      |
| 1991 | 0,85            | 0,015         | 0,012                 | 0,070           | 0,009          | 5,5   | 14,3                      | 0,018                      |
| 1992 | 1,14            | 0,105         | 0,093                 | 0,101           | 0,016          | 6,2   | 14,8                      | 0,079                      |
| 1993 | 1,11            | 0,020         | 0,063                 | 0,086           | 0,007          | 6,5   | 16,0                      | 0,055                      |
| 1994 | 1,10            | 0,015         | 0,015                 | 0,073           | 0,007          | 6,3   | 12,1                      | 0,035                      |
| 1995 | 1,07            | 0,025         | 0,010                 | 0,097           | 0,010          | 6,3   | 11,0                      | 0,050                      |
| 1996 | 1,11            | 0,075         | 0,069                 | 0,083           | 0,015          | 6,4   | 14,6                      | 0,049                      |
| 1997 | 1,11            | 0,048         | 0,043                 | 0,096           | 0,017          | 6,5   | 13,8                      | 0,055                      |
| 1998 | 0,79            | 0,025         | 0,021                 | 0,052           | 0,011          | 6,3   | 12,6                      | 0,048                      |
| 1999 | 0,81            | 0,019         | 0,043                 | 0,055           | 0,013          | 6,1   | 10,4                      | 0,043                      |
| 2000 | 0,84            | 0,032         | 0,052                 | 0,081           | 0,016          | 6,3   | 11,5                      | 0,041                      |
| 2001 | 0,91            | 0,023         | 0,029                 | 0,088           | 0,018          | 6,3   | 10,8                      | 0,021                      |
| 2002 | 1,19            | 0,036         | 0,024                 | 0,104           | 0,018          | 6,3   | 9,3                       | 0,036                      |
| 2003 | 1,04            | 0,037         | 0,039                 | 0,087           | 0,011          | 6,5   | 9,6                       | 0,042                      |
| P    | 0,400           | 0,151         | 0,961                 | 0,520           | 0,054          | 0,103 | 0,001                     | 0,805                      |

|      | Susp.stof<br>mg/l | Silikat-<br>Si<br>mg/l | Kloro-<br>fyl-a<br>µg/l | Farve-<br>tal<br>mg Pt/l | Vand-<br>stand<br>m DNN | Vand-<br>temp.<br>°C | Sigt-<br>dybde<br>m |
|------|-------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|---------------------|
| 1989 | 9                 | 0,18                   | 25                      |                          | 25,20                   |                      | 1,14                |
| 1990 | 6                 | 0,16                   | 15                      |                          | 25,28                   |                      | 1,44                |
| 1991 | 7                 | 0,24                   | 20                      |                          | 25,30                   |                      | 1,25                |
| 1992 | 6                 | 0,25                   | 28                      | 80                       | 25,23                   | 17,0                 | 0,98                |
| 1993 | 6                 | 0,15                   | 31                      | 34                       | 25,28                   | 14,9                 | 1,16                |
| 1994 | 4                 | 0,16                   | 15                      | 44                       | 25,36                   | 16,8                 | 1,43                |
| 1995 | 6                 | 0,14                   | 25                      | 55                       | 25,36                   | 16,9                 | 1,06                |
| 1996 | 4                 | 0,17                   | 10                      | 49                       | 25,00                   | 15,6                 | 1,77                |
| 1997 | 4                 | 0,29                   | 19                      | 65                       | 25,20                   | 18,4                 | 1,12                |
| 1998 | 3                 | 0,14                   | 10                      | 35                       | 25,30                   | 16,9                 | 1,83                |
| 1999 | 1                 | 0,04                   | 8                       | 45                       | 25,34                   | 17,7                 | 1,87                |
| 2000 | 4                 | 0,05                   | 16                      | 51                       | 25,29                   | 16,3                 | 1,31                |
| 2001 | 5                 | 0,07                   | 17                      | 55                       | 25,27                   | 18,4                 | 1,12                |
| 2002 | 5                 | 0,07                   | 28                      | 59                       | 25,35                   | 18,6                 | 1,01                |
| 2003 | 3                 | 0,05                   | 11                      | 53                       | 25,27                   | 18,3                 | 1,55                |
| P    | 0,005             | 0,015                  | 0,299                   | 0,493                    | 0,586                   | 0,055                | 0,586               |

Bilag 1.4. Kvie Sø 1989-2003.

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



## Dokumentation for beregning af vand- og stofbalance for Kvie Sø, 2003

### Vandbalance

Månedsværdier for nedbøren er rekvireret hos DMI, klimagrid 10094 (10\*10 km<sup>2</sup>) i region 5.

Månedsværdierne for fordampningen er beregnet ved den potentielle fordampning, rekvireret hos DMI, klimagrid 20031 (20\*20 km<sup>2</sup>), \* 1,2.

Ved beregningen af den diffuse vandtilførsel fra det hydrologiske opland (0,27 km<sup>2</sup>) er den arealspecifikke afstrømning fra Grene Å anvendt. Månedsværdierne fra vandføringen i Grene Å (topografisk opland: 90,31 km<sup>2</sup>) i 2003 var:

|     | l/s  |
|-----|------|
| jan | 1182 |
| feb | 1305 |
| mar | 1182 |
| apr | 1051 |
| maj | 1038 |
| jun | 1022 |
| jul | 955  |
| aug | 835  |
| sep | 873  |
| okt | 891  |
| nov | 977  |
| dec | 1219 |

Månedsværdierne for vandføringen i afløbet i 2003 var:

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

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

*Bilag 1.5a. Dokumentation for beregning af vandbalance for Kvie Sø, 2003.*



### Stofbalance

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

Belastningen fra oplandet er beregnet ved anvendelse af den arealspecifikke afstrømning fra Grene Å: 12,91 kg N/ha og 0,147 kg P/ha.

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

*Bilag 1.5b. Dokumentation for beregning af stofbalance for Kvie Sø, 2003.*

### Dokumentation for fiskeyngelundersøgelser i Kvie Sø

|                                         | 1998   | 1999   | 2000   | 2001   | 2002   | 2003   |
|-----------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Vandstand (cm)                          | 28     | 38     | 26     | 26     | 40     | 31     |
| DNN Kote (m)                            | 25,30  | 25,40  | 25,28  | 25,28  | 25,42  | 25,33  |
| Beregnet søvolumen (m <sup>3</sup> )    | 327000 | 357000 | 321000 | 321000 | 363000 | 336000 |
| Fangst yngel (stk.)                     | 56     | 27     | 56     | 252    | 99     | 97     |
| Filtreret vandvolumen (m <sup>3</sup> ) | 333    | 305    | 309    | 314    | 320    | 305    |
| Beregnet yngelbestand (stk.)            | 54991  | 31603  | 58175  | 257716 | 112148 | 107508 |
| Yngel/100 m <sup>2</sup>                | 18,3   | 10,5   | 19,4   | 85,9   | 37,4   | 35,8   |
| Fangstens vægt (gram)                   | 7,2    | 2,2    | 5,3    | 5,1    | 29,4   | 47,2   |
| Beregnet biomasse (kg)                  | 7,1    | 2,6    | 5,5    | 5,2    | 33,3   | 52,3   |

*Bilag 1.6. Dokumentation for fiskeyngelundersøgelser i Kvie Sø, 1998-2003.*

### Prøvetagningsstationer

The map shows the coastline of the Limfjorden area. Sampling stations are marked with symbols: solid circles for water chemistry and phytoplankton, open circles for zooplankton, squares for sediment station 1, triangles for sediment station 2, and stars for sediment station 3. A north arrow is located in the upper right corner.

- Vandkemi og planteplankton
- Dyreplankton
- Sediment station 1
- △ Sediment station 2
- ★ Sediment station 3

81

## Tidsvægtede årsgennemsnit for Holm Sø, 1989-2003

|      | Total-N<br>mg/l | NH4-N<br>mg/l | NO2+<br>NO3-N<br>mg/l | Total-P<br>mg/l | Orto-P<br>mg/l | pH    | Lednings-<br>evne<br>mS/m | Alkali-<br>nitet<br>mmol/l |
|------|-----------------|---------------|-----------------------|-----------------|----------------|-------|---------------------------|----------------------------|
| 1989 | 1,14            | 0,435         | 0,146                 | 0,019           | 0,006          | 4,9   |                           | 0,011                      |
| 1990 | 1,20            | 0,568         | 0,225                 | 0,016           | 0,006          | 4,9   | 27,8                      | -0,008                     |
| 1991 | 0,60            | 0,165         | 0,111                 | 0,017           | 0,008          | 4,5   | 26,8                      | -0,020                     |
| 1992 | 1,28            | 0,634         | 0,163                 | 0,024           | 0,006          | 4,6   | 28,5                      | -0,028                     |
| 1993 | 0,55            | 0,113         | 0,120                 | 0,017           | 0,005          | 4,4   | 24,2                      | -0,035                     |
| 1994 | 0,47            | 0,024         | 0,070                 | 0,013           | 0,005          | 4,4   | 17,3                      | -0,029                     |
| 1995 | 0,41            | 0,014         | 0,012                 | 0,011           | 0,005          | 4,8   | 19,1                      | -0,007                     |
| 1996 | 2,71            | 1,686         | 0,133                 | 0,054           | 0,007          | 5,5   | 26,6                      | 0,050                      |
| 1997 | 1,14            | 0,444         | 0,247                 | 0,019           | 0,006          | 4,9   | 22,5                      | -0,006                     |
| 1998 | 0,81            | 0,119         | 0,223                 | 0,017           | 0,006          | 4,6   | 16,5                      | -0,015                     |
| 1999 | 0,59            | 0,024         | 0,080                 | 0,012           | 0,004          | 4,5   | 14,5                      | -0,011                     |
| 2000 | 0,45            | 0,038         | 0,055                 | 0,019           | 0,005          | 4,8   | 22,5                      | -0,016                     |
| 2001 | 0,53            | 0,024         | 0,048                 | 0,028           | 0,012          | 4,7   | 17,7                      | -0,009                     |
| 2002 | 0,52            | 0,029         | 0,040                 | 0,018           | 0,005          | 5,0   | 16,5                      | 0,001                      |
| 2003 | 0,62            | 0,039         | 0,041                 | 0,021           | 0,004          | 5,6   | 15,7                      | 0,018                      |
| P    | 0,125           | 0,075         | 0,026                 | 0,458           | 0,137          | 0,182 | 0,004                     | 0,299                      |

|      | Susp.<br>stof<br>mg/l | Silikat-<br>Si<br>mg/l | Kloro-<br>fyl-a<br>µg/l | Farve-<br>tal<br>mg Pt/l | Vand-<br>stand<br>m DNN | Vand-<br>temp.<br>°C |
|------|-----------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|
| 1989 | 4                     | 0,18                   | 3                       |                          | 11,68                   | 13,6                 |
| 1990 | 4                     | 0,18                   | 3                       |                          | 11,80                   | 11,0                 |
| 1991 | 4                     | 0,20                   | 3                       |                          | 11,84                   | 10,7                 |
| 1992 | 5                     | 0,20                   | 5                       | 19                       | 11,69                   | 11,5                 |
| 1993 | 3                     | 0,24                   | 4                       | 6                        | 11,81                   | 10,0                 |
| 1994 | 3                     | 0,25                   | 2                       | 22                       | 12,03                   | 10,1                 |
| 1995 | 3                     | 0,22                   | 2                       | 32                       | 12,04                   | 11,0                 |
| 1996 | 7                     | 0,24                   | 10                      | 51                       | 11,60                   | 10,0                 |
| 1997 | 4                     | 0,16                   | 4                       | 11                       | 11,57                   | 11,3                 |
| 1998 | 4                     | 0,23                   | 6                       | 18                       | 11,65                   | 12,7                 |
| 1999 | 1                     | 0,08                   | 2                       | 24                       | 11,99                   | 10,7                 |
| 2000 | 3                     | 0,20                   | 5                       | 15                       | 12,01                   | 10,2                 |
| 2001 | 3                     | 0,10                   | 5                       | 18                       | 12,04                   | 12,5                 |
| 2002 | 2                     | 0,19                   | 3                       | 21                       | 12,08                   | 11,6                 |
| 2003 | 2                     | 0,13                   | 3                       | 19                       | 11,91                   | 11,6                 |
| P    | 0,012                 | 0,255                  | 0,805                   | 0,891                    | 0,103                   | 0,586                |

Bilag 2.3. Holm Sø 1989-2003.

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



## Tidsvægtede sommergennemsnit for Holm Sø, 1989-2003

|      | Total-N<br>mg/l | NH4-N<br>mg/l | NO2+<br>NO3-N<br>mg/l | Total-P<br>mg/l | Orto-P<br>mg/l | pH    | Lednings-<br>evne<br>mS/m | Alkali-<br>nitret<br>mmol/l |
|------|-----------------|---------------|-----------------------|-----------------|----------------|-------|---------------------------|-----------------------------|
| 1989 | 0,68            | 0,157         | 0,089                 | 0,017           | 0,005          | 4,6   |                           | 0,002                       |
| 1990 | 1,21            | 0,648         | 0,156                 | 0,015           | 0,005          | 4,7   | 34,8                      | -0,018                      |
| 1991 | 0,56            | 0,206         | 0,040                 | 0,016           | 0,008          | 4,4   | 29,0                      | -0,029                      |
| 1992 | 1,79            | 1,015         | 0,051                 | 0,035           | 0,007          | 4,5   | 32,7                      | -0,035                      |
| 1993 | 0,51            | 0,173         | 0,074                 | 0,016           | 0,005          | 4,2   | 29,6                      | -0,043                      |
| 1994 | 0,35            | 0,014         | 0,010                 | 0,010           | 0,006          | 4,4   | 18,9                      | -0,026                      |
| 1995 | 0,43            | 0,012         | 0,008                 | 0,011           | 0,005          | 4,7   | 19,5                      | -0,010                      |
| 1996 | 3,80            | 2,532         | 0,055                 | 0,074           | 0,008          | 5,8   | 29,3                      | 0,080                       |
| 1997 | 0,79            | 0,254         | 0,049                 | 0,018           | 0,006          | 4,9   | 23,9                      | -0,015                      |
| 1998 | 0,71            | 0,162         | 0,075                 | 0,017           | 0,008          | 4,6   | 19,4                      | -0,019                      |
| 1999 | 0,43            | 0,014         | 0,026                 | 0,010           | 0,005          | 4,5   | 15,6                      | -0,016                      |
| 2000 | 0,32            | 0,009         | 0,021                 | 0,012           | 0,004          | 4,5   | 24,6                      | -0,023                      |
| 2001 | 0,52            | 0,010         | 0,016                 | 0,028           | 0,013          | 4,7   | 19,5                      | -0,010                      |
| 2002 | 0,50            | 0,009         | 0,015                 | 0,016           | 0,004          | 5,0   | 17,4                      | -0,005                      |
| 2003 | 0,61            | 0,014         | 0,017                 | 0,019           | 0,004          | 5,4   | 15,7                      | 0,010                       |
| P    | 0,216           | 0,026         | 0,026                 | 0,729           | 0,198          | 0,125 | 0,005                     | 0,137                       |

|      | Susp.<br>stof<br>mg/l | Silikat-<br>Si<br>mg/l | Kloro-<br>fyl-a<br>µg/l | Farve-<br>tal<br>mg Pt/l | Vand-<br>stand<br>m DNN | Vand-<br>temp.<br>°C |
|------|-----------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|
| 1989 | 4                     | 0,15                   | 2                       |                          | 11,70                   | 14,1                 |
| 1990 | 4                     | 0,14                   | 4                       |                          | 11,67                   | 17,3                 |
| 1991 | 4                     | 0,14                   | 5                       |                          | 11,77                   | 15,7                 |
| 1992 | 6                     | 0,19                   | 6                       | 34                       | 11,57                   | 17,6                 |
| 1993 | 3                     | 0,15                   | 5                       | 3                        | 11,67                   | 15,5                 |
| 1994 | 3                     | 0,16                   | 2                       | 12                       | 11,95                   | 15,0                 |
| 1995 | 4                     | 0,14                   | 2                       | 28                       | 11,99                   | 17,2                 |
| 1996 | 10                    | 0,23                   | 13                      | 76                       | 11,42                   | 14,6                 |
| 1997 | 4                     | 0,16                   | 3                       | 11                       | 11,50                   | 19,2                 |
| 1998 | 4                     | 0,16                   | 3                       | 17                       | 11,58                   | 16,6                 |
| 1999 | 1                     | 0,04                   | 2                       | 17                       | 11,92                   | 17,8                 |
| 2000 | 2                     | 0,03                   | 2                       | 8                        | 11,94                   | 15,8                 |
| 2001 | 2                     | 0,04                   | 4                       | 10                       | 11,96                   | 18,4                 |
| 2002 | 1                     | 0,04                   | 4                       | 13                       | 12,04                   | 18,5                 |
| 2003 | 2                     | 0,03                   | 1                       | 13                       | 11,89                   | 18,8                 |
| P    | 0,017                 | 0,060                  | 0,216                   | 0,493                    | 0,125                   | 0,026                |

Bilag 2.4. Holm Sø 1989-2003.

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

## Dokumentation for beregning af vand- og stofbalance for Holm Sø, 2003

### Vandbalance

Månedsværdier for nedbøren er rekvireret hos DMI, klimagrid 10029 (10\*10 km<sup>2</sup>) i region 5.

Månedsværdierne for fordampningen er beregnet ved den potentielle fordampning, rekvireret hos DMI, klimagrid 20008 (20\*20 km<sup>2</sup>), \* 1,2.

Ved beregningen af den diffuse vandtilførsel fra det hydrologiske opland (0,96 km<sup>2</sup>) er den arealspecifikke afstrømning fra Langslade Rende (DMU st. nr. 300013) anvendt. Månedsværdierne fra vandføringen i Langslade Rende (topografisk opland: 15,71 km<sup>2</sup>) i 2003 var:

|     | l/s  |
|-----|------|
| jan | 114  |
| feb | 149  |
| mar | 55,2 |
| apr | 33,1 |
| maj | 49,2 |
| jun | 47,6 |
| jul | 22,4 |
| aug | 10,4 |
| sep | 4,4  |
| okt | 10,0 |
| nov | 44,0 |
| dec | 129  |

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

### Stofbalance

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

Belastningen fra oplandet er beregnet ved anvendelse af den arealspecifikke afstrømning fra Langslade Rende: 0,78 kg N/ha og 0,097 kg P/ha.

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

*Bilag 2.5. Dokumentation for beregning af vand- og stofbalance for Holm Sø, 2003.*

### Bilag 3.1 Oversigt over tidligere rapporter

|                                |        |                                                                                             |
|--------------------------------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bio/consult as                 | 1982.  | Rapport vedrørende vegetationsundersøgelser i Kvie Sø september 1982. Rapport til Ribe Amt. |
|                                | 1990a. | Fiskefaunaen i Kvie Sø 1989. Rapport til Ribe Amt.                                          |
|                                | 1990b. | Smådyrsfaunaen i Kvie Sø 1989. Rapport til Ribe Amt.                                        |
|                                | 1994.  | Bundvegetationen i Kvie Sø 1993. Rapport til Ribe Amt.                                      |
|                                | 1995.  | Vegetation i Kvie Sø 1994. Rapport til Ribe Amt.                                            |
|                                | 1996a. | Vegetation i Kvie Sø 1995. Rapport til Ribe Amt.                                            |
|                                | 1996b. | Fiskebestanden i Kvie Sø 1995. Rapport til Ribe Amt.                                        |
|                                | 1997.  | Vegetation i Kvie Sø 1996. Rapport til Ribe Amt.                                            |
|                                | 1998.  | Vegetation i Kvie Sø 1997. Rapport til Ribe Amt.                                            |
|                                | 1999a. | Vegetation i Kvie Sø 1998. Rapport til Ribe Amt.                                            |
|                                | 1999b. | Vegetation i Kvie Sø 1999. Rapport til Ribe Amt.                                            |
|                                | 2001.  | Vegetation i Kvie Sø 2000. Rapport til Ribe Amt.                                            |
|                                | 2002.  | Vegetation i Kvie Sø 2001. Rapport til Ribe Amt.                                            |
|                                | 2003.  | Vegetation i Kvie Sø 2002. Rapport til Ribe Amt.                                            |
|                                | 2004.  | Vegetation i Kvie Sø 2003. Rapport til Ribe Amt.                                            |
| Fiskeøkologisk<br>Laboratorium | 2000.  | Fiskebestanden i Kvie Sø September 2000. Rapport til Ribe Amt.                              |
| Miljøbiologisk<br>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.
2000. Kvie Sø 1999 - Plante- og dyreplankton. Notat til Ribe Amt.
2001. Kvie Sø 2000 - Plante- og dyreplankton. Notat til Ribe Amt.
2002. Kvie Sø 2001 – Plante- og dyreplankton. Notat til Ribe Amt.
2003. Kvie Sø 2002 – Plante- og dyreplankton. Notat til Ribe Amt.
2004. Kvie Sø 2003 – 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.                                                                                                                             |
|                 | 2000.  | Holm Sø 1999 - Plante- og dyreplankton. Notat til Ribe Amt.                                                                                                                             |
|                 | 2001.  | Holm Sø 2000 - Plante- og dyreplankton. Notat til Ribe Amt.                                                                                                                             |
|                 | 2002.  | Holm Sø 2001 – Plante- og dyreplankton. Notat til Ribe Amt.                                                                                                                             |
|                 | 2003.  | Holm Sø 2002 – Plante- og dyreplankton. Notat til Ribe Amt.                                                                                                                             |
|                 | 2004.  | Holm Sø 2003 – 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 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.
- 1998. Kvie Sø Holm Sø. Vandmiljøovervågning.
- 1999. Kvie Sø Holm Sø. Vandmiljøovervågning.
- 2000. Kvie Sø Holm Sø. Vandmiljøovervågning.
- 2001. Kvie Sø Holm Sø 2000. Vandmiljøovervågning.
- 2002. Kvie Sø Holm Sø 2001. Vandmiljøovervågning.
- 2003. Kvie Sø Holm Sø 2002. Vandmiljøovervågning.





