

JPS

Overvågning  
af  
Furesø 1999

**Udarbejdet for:**

Københavns Amt, Stationsparken 27, 2600 Glostrup

**Udarbejdet af:**

Bio/consult as, Johs. Ewalds Vej 42-44, 8230 Åbyhøj

**Tekst:**

Bjarne Moeslund

**Redigering:**

Gitte Spanggaard

**Tegning og grafik:**

Kirsten Nygaard

# Indholdsfortegnelse

<b>SAMMENFATNING .....</b>	<b>5</b>
<b>FORORD.....</b>	<b>9</b>
<b>1. FURESØ.....</b>	<b>11</b>
1.1. INDLEDNING .....	11
1.2. PLANMÆSSIG BAGGRUND .....	11
1.3. MORFOMETRI .....	11
<b>2. VAND OG NÆRINGSSTOFFER .....</b>	<b>13</b>
2.1. KLIMATISKE FORHOLD .....	13
2.2. VANDBALANCE .....	14
2.3. NÆRINGSSTOFBALANCER .....	15
2.3.1. <i>Intern fosforbelastning</i> .....	17
2.3.2. <i>Næringsstofbelastningen 1989-1999</i> .....	19
2.4. JERNBALANCE .....	21
<b>3. FYSISKE OG KEMISKE FORHOLD.....</b>	<b>23</b>
3.1. UDVIKLINGSTENDENSER 1989-1999 .....	28
<b>4. PLANKTON .....</b>	<b>29</b>
4.1. PLANTEPLANKTON .....	29
4.2. DYREPLANKTON.....	32
4.3. VEKSELVIRKNINGER MELLEM PLANTE- OG DYREPLANKTON .....	35
<b>5. VEGETATION.....</b>	<b>37</b>
<b>6. BUNDDFAUNA.....</b>	<b>41</b>
<b>7. FISK .....</b>	<b>43</b>
7.1. FISKEYNGEL .....	43
7.2. FISK.....	44
<b>8. SAMLET VURDERING.....</b>	<b>49</b>
<b>9. REFERENCER .....</b>	<b>53</b>
<b>BILAG .....</b>	<b>55</b>



## Sammenfatning

- Overvågning** Med gennemførelsen af NOVA 2003 programmets undersøgelser i Furesø foreligger der årlige overvågningsdata fra perioden 1989-1999, i alt 11 år. I forbindelse med NOVA 2003 programmets afløsning af Vandmiljøplanens Overvågningsprogram i 1997 blev overvågningen af Furesø ændret med virkning fra og med 1998, således at individuel overvågning af hovedbassinet og Store Kalv blev reduceret til overvågning af hovedbassinet alene. Dog gennemføres visse af undersøgelselementerne - vegetation, fiskeyngel og fisk - fortsat individuelt i de to søafsnit.
- Klimatiske forhold** 1999 var i klimamæssig henseende karakteriseret af en nedbør noget over normalen, 787 mm mod normalen på 688 mm. Nedbøren faldt meget ujævnt, idet der var meget nedbørsrige måneder vekslende med meget tørre måneder, set i forhold til normalnedbøren. Middelttemperaturen lå i 1999 0,5 grader over normalen.
- Vandtilførsel** Trods den store nedbørsmængde var 1999 mindre nedbørsrigt end 1998, og det har påvirket vandtilførslen til søen på en sådan måde, at vandets opholdstid i søen blev lidt længere end i 1998.
- Næringsstofftilførsel** Tilførslerne af næringsstoffer var i 1999 lidt mindre end i 1998, hvilket vurderes at hænge sammen med den mindre nedbørsmængde og en deraf følgende mindre næringsstofftilførsel fra især de regnvandsbetingede udløb i oplandet. Næringsstofftilførslerne i 1999 var noget større end i det tørre år 1997, men væsentligt mindre end i begyndelsen af perioden 1989-1999, det vil sige før den forbedrede spildevandsrensning i oplandet var gennemført.
- For fosfors vedkommende var der i 1999 en meget stor intern belastning med fosfor som følge af frigivelse fra sedimentet. Den interne belastning var væsentlig større end i 1998, hvilket antagelig skyldes, at 1999 trods store mængder nedbør, også havde perioder med varmt og solrigt vejr, som i lighed med 1997 gav grundlag for stort iltsvind i de bundnære vandmasser og dermed grundlag for en stor interne belastning. Den interne belastning med fosfor var i 1999 langt større end den eksterne belastning og var antagelig årsag til stærkt forhøjede fosforkoncentrationer i årets sidste måneder efter opblanding af vandmasserne.
- Næringsstoffretention** Tilbageholdelsen af næringsstoffer var som i de forudgående år meget omfattende for kvælstofs vedkommende. Der er antagelig sket en vis denitrifikation i søen, men i modsætning til lavvandede søer er der i Furesø sket en meget omfattende ophobning af kvælstof i vandmasserne under springlaget. Den ophobede kvælstofmængde gav anledning til forhøjede koncentrationer i årets sidste måneder i forbindelse med opblandingen af vandmasserne.
- For fosfors vedkommende var tilbageholdelsen væsentlig mindre end i det tørre år 1997, men af samme størrelsesorden som i 1998. Tilbageholdelsen af fosfor er efter alt nært knyttet til vandets opholdstid, men derudover har den interne belastning stor betydning.

Næringsstoffer i vandet	Kvælstofindholdet i søvandet var i 1999 ikke væsentligt forskelligt fra de forudgående år, hvorimod fosforindholdet i 1999 viste stigende tendens efter en årrække med markant faldende tendens. Forklaringen er efter alt at dømme den interne belastning, der bragte fosforkoncentrationen højt op i forbindelse med opblandingen af vandmasserne sidst på året. Årsmiddelkoncentrationen af total-fosfor i overfladevandet var med en værdi på 0,100 mg/l langt over målsætningens kravværdi på 0,040 mg/l, og koncentrationen af total-fosfor i overfladevandet nåede ikke på noget tidspunkt i løbet af året ned på målsætningens kravværdi.
Sigtdybde	I 1998 nåede sigtdybden med en sommermiddelværdi på 3,83 meter op i nærheden af målsætningens kravværdi på minimum 4 meter i sommerperioden. I 1999 ændredes den positive udvikling i de forudgående år, idet sommermiddelsigtdybden faldt til 2,70 meter. Faldet skyldes efter alt at dømme en næringsstofbetiget stigning i planteplanktonbiomassen. Faldet i sommermiddelsigtdybden fra 1998 til 1999 viser tydeligt, at tilstanden i Furesø, trods en årrække med positiv udvikling, ikke kan betragtes som stabil eller værende inde i en stabil positiv udvikling. Den interne fosforbelastning er en faktor, som har en markant effekt på søens tilstand, men som er vanskelig at forudsige og relatere til andre faktorer.
Planteplankton	1999 var i lighed med de forudgående år tilbage til 1995 et år med dominans af furealger, men derudover var der i forårsperioden en vis forekomst af kiselalger og i sommerperioden var der forekomst af blågrønalger. Planteplanktonets biomasse nåede høje værdier sidst på sommeren, og sommermiddelbiomassen var blandt de højeste, der er registreret i perioden 1989-1999.
Dyreplankton	Dyreplanktonet opbyggede i 1999 høje biomasser, og sommermiddelbiomassen var den højeste, der er registreret i 1989-1999. Biomassen var i lighed med de forudgående år fordelt nogenlunde ligeligt mellem dafnier og vandlopper, hvoraf de calanoide vandlopper udgjorde en væsentlig del. En sådan sammensætning af biomassen er karakteristisk for renere søer og indikerer, at der ikke i Furesø er samme store prædationstryk fra fiskene på dyreplanktonet, som det er tilfældet i mange lavvandede søer.
Vegetation	Undersøgelserne af vegetationen i 1999 viste, at artsantallet er øget markant siden vegetationsundersøgelserne blev påbegyndt i 1993, og mange af de tidligere forekommende arter findes nu igen i søen. Dog mangler enkelte blomsterplanter samt en stor del af de kransnålalger, der ved århundredeskiftet var en fremtrædende del af søens vegetation, og vegetationens artsammensætning er derfor ikke helt i overensstemmelse med målsætningens krav. Det er til gengæld den største dybdegrænse for den rodfæstede vegetation i hovedbassinet, men i hovedparten af hovedbassinet og i hele Store Kalv er dybdegrænsen mindre end målsætningens krav på 4 meter, og målsætningen for vandets klarhed kan derfor ikke betragtes som opfyldt.
	Mængden af vegetationen nåede i 1998 maksimum med en dækningsgrad på mere end 10%. Som følge af forringelsen af vandets klarhed i 1999 skete der

imidlertid et markant fald i mængden af vegetation i forhold til 1998, idet dækningsgraden blev mere end halveret. Selvom hverken artssammensætningen eller dybdegrænsen ved undersøgelsen i 1999 var ændret i negativ retning, tværtimod, kan der ikke herske tvivl om, at artsantallet og ikke mindst dybdegrænsen vil reagere negativt, hvis vandets klarhed også fremover forbliver ringere end i 1998.

#### Bundfauna

En målrettet undersøgelse af Furesøens særlige forekomster af reliktkrebs viste, at søen i dag er levested for store bestande af to af de oprindeligt tre forekommende arter. Den tredje art antages at være uddød. Ud over reliktkrebsenes forekomst viste undersøgelsen også, at der findes en veludviklet og artsrig bundfauna i søens brednære bælte. For den øvrige bundfaunas vedkommende giver undersøgelsen dog ikke et dækkende billede af hverken artssammensætning eller individtæthed og biomasse. Bundfaunaundersøgelsens resultater kan derfor ikke anvendes til en vurdering af fødegrundlaget for de bundlevende fisk. Til gengæld giver resultaterne et godt billede af forekomsten af to af søens mest prominente bundfaunaarter, som har overlevet i søen i årtusinder.

#### Fiskeyngel

Undersøgelserne af søens fiskeyngel i sommeren 1999 viste, at der var betydelige forskelle i forhold til den første fiskeyngelundersøgelse i 1998. Sådanne forskelle er forventelige, idet de enkelte arters ynglesucces kan variere meget fra år til år som følge af bl.a. vejrforholdene i gydeperioden, fødemængden i fiskelarvernes første levetid og prædationen fra rovfisk.

Forskellene mellem Store Kalv og hovedbassinet kommer tydeligt til udtryk i resultaterne af fiskeyngelundersøgelserne. I hovedbassinet er der både i de åbne vandmasser og i de brednære vandmasser en markant lavere tæthed af fiskeyngel end i Store Kalv, der i henseende til yngeltæthed og –biomasse ligger nær gennemsnittet for søerne i NOVA 2003 programmet.

#### Fisk

Undersøgelserne af søens fiskefauna i sensommeren 1999 viste, at artssammensætningen var den samme som ved de to forudgående fiskeundersøgelser i 1991 og 1996.

Til gengæld var der markante forandringer i både den samlede fiskebiomasse og i biomassen af flere af arterne. *Smelt*, der i 1991 udgjorde en meget væsentlig del af fiskebiomassen, var i 1999 næsten helt uden biomasse-mæssig betydning, mens *aborre* og *sandart* i perioden 1991 til 1999 havde haft en markant biomasse-mæssig fremgang.

Det vurderes, at fiskefaunaen i Furesø er ustabil med hensyn til forholdet mellem rovfisk, først og fremmest *aborre* og *sandart*, og fredfisk, primært *smelt*, samt *skalle* og *brasen*. De nævnte arter indgår efter alt at dømme i et cyklisk variationsmønster, hvor store rovfiskbestande veksler med store fredfiskbestande. Det er uvist hvilke faktorer der er bestemmende for denne ustabilitet, men det vurderes, at ustabiliteten, og ikke mindst de periodisk høje biomasser af dyreplanktonædende fredfisk kan have indflydelse på søens miljøtilstand, selvom dyreplanktonets biomasse, sammensætning og struktur ikke tyder på et højt prædationstryk fra fiskene.

## Status 1999

Samlet set kan det konstateres, at målsætningen for søen ikke på noget punkt var opfyldt i 1999. Den interne fosforbelastning vurderes at være en meget vigtig faktor i den sammenhæng. Forbedringer af søens tilstand kan muligvis opnås gennem yderligere reduktion af næringsstofbidragene fra renseanlæg og separat- og fælleskloakerede områder, men med en intern fosforbelastning, der gennem hele perioden 1989-1999 har været adskillige gange større end den samlede eksterne belastning vurderes det, at markante forbedringer af søens tilstand især kræver reduktion af den interne fosforbelastning.



## Forord

Københavns Amt og Frederiksborg Amt har som miljømyndigheder pligt til at føre tilsyn med miljøtilstanden i vandløb, søer og kystnære områder.

Siden igangsætningen af Vandmiljøplanens Overvågningsprogram i 1989 har de to amter været forpligtet til at føre årligt tilsyn med Furesø efter de retningslinier, der er gældende for overvågningsprogrammet.

Fra og med 1998 er Vandmiljøplanens Overvågningsprogram blevet afløst af det Nationale Overvågningsprogram for Vandmiljøet (NOVA 2003).

Københavns Amt har siden overvågningens begyndelse i 1989 foretaget årlige afrapporteringer af overvågningsresultaterne efter de retningslinier, der er blevet udstukket fra Miljøstyrelsen. Afrapporteringen af 1999-overvågningen er gennemført efter Miljøstyrelsen paradigma og indeholder en præsentation og vurdering af samtlige overvågningsresultater fra 1999 med beskrivelse og vurdering af udviklingstendenserne i hele perioden 1989-1999.



# 1. Furesø

## 1.1. Indledning

Furesø indgår i Mølleå-systemet og er med et søareal på 941 ha den største sø i systemet. Mølleå-systemet afvandes til Øresund. Furesø er med en største dybde på 37,7 meter Danmarks dybeste sø, og med en vandspejlskote på ca. 20,50 m o. DNN ligger søens bund for en stor dels vedkommende under vandspejlsniveauet i havet

### Opland

Det topografiske opland til Furesø (excl. Furesø) er på 6.956 ha. Arealfordelingen i oplandet er beskrevet i tabel 1.1, mens afgrænsningen af oplandet er vist i bilaget.

Arealtype	Areal (ha)	% af total
Bebygget areal	1.739	25
Natur (eng, mose, skov mv.)	2.087	30
Landbrug	2.087	30
Sø	1.043	15
Total	6.956	100

Tabel 1.1. Arealfordeling i oplandet til Furesø.

Jordbunden i oplandet til Furesø består af lerblandet sand (67%), sandblandet ler (29%) og humus (4%).

## 1.2. Planmæssig baggrund

### Målsætning og krav

I regionplanen for Københavns Amt og Frederiksborg Amt er Furesø målsat med skærpet målsætning: A<sub>1</sub> – særligt naturvidenskabeligt interesseområde og A<sub>2</sub> – badevand.

Der er i A<sub>1</sub>-målsætningen fastsat krav om en årsmiddelkoncentration af fosfor på maksimum 0,040 mg/l og en sommermiddelsigt dybde på minimum 4,0 meter. Derudover er der fastsat krav om en dybdegrænse for undervandsvegetationen (rodfæstet rankegrøde) på minimum 4,0 meter og en artssammensætning for undervandsvegetationen svarende til artssammensætningen omkring 1910. A<sub>2</sub>-målsætningen indeholder en række krav til badevandskvaliteten.

## 1.3. Morfometri

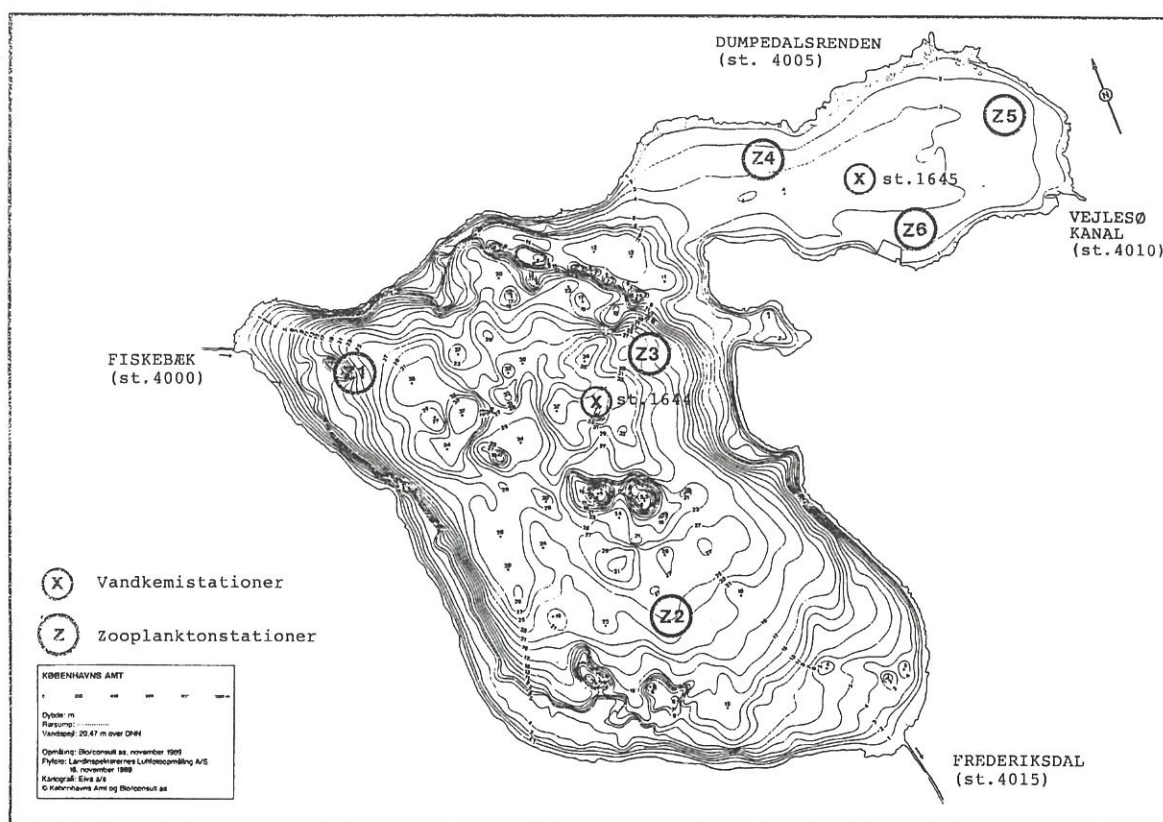
### Dybdeforhold

Søen har meget varierede dybdeforhold, se kortet figur 1.1. Gennemsnitsdybden på 13,5 m dækker over en gennemsnitsdybde på 16,5 m i hovedbassinet, der har mange grunde og dybe partier, og 2,5 m i Store Kalv, der ud-

gør lidt over 1/5 af søens samlede areal. De morfometriske forhold er vist i tabel 1.2.

	Hele søen	Hovedbassin	Store Kalv
Areal	941 ha	739 ha	202 ha
Volumen	$127,2 \times 10^6 \text{ m}^3$	$122,2 \times 10^6 \text{ m}^3$	$5,0 \times 10^6 \text{ m}^3$
Middeldybde	13,5 m	16,5 m	2,5 m
Maksimaldybde	37,7 m	37,7 m	4,5 m
Kystlængde	19,2 m	12,7 m	6,5 m
VS-kote DNN (G1) min: Variation 1993 max: Frederiksdal HUI 50,01	2031 cm 2058 cm		
Opmålt	1989		

Tabel 1.2. Morfometriske data for Furesø.



Figur 1.1. Kort over Furesø med angivelse af prøvetagningsstationer. I Store Kalv er angivet tidligere prøvetagningsstationer.

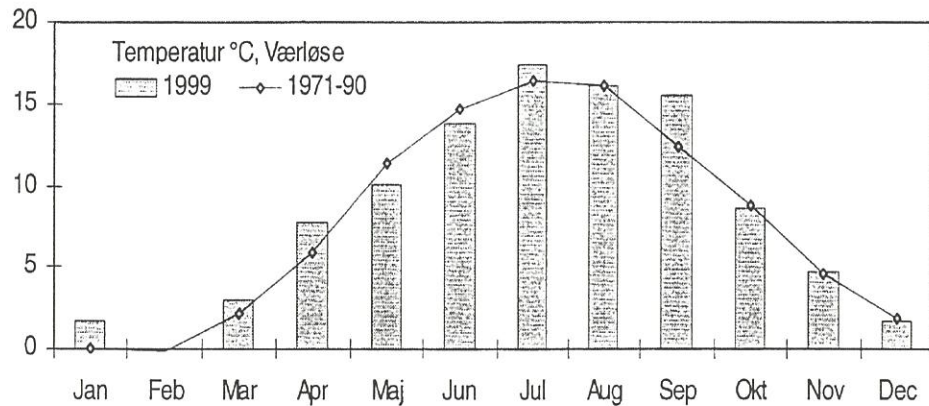
## 2. Vand og næringsstoffer

### 2.1. Klimatiske forhold

De klimatiske forhold ved Furesø er beskrevet i en særskilt rapport: "Ram-bøll 2000 – Københavns Amt. Afstrømningsmålinger 1999". Dette afsnit indeholder et kortfattet resumé af de vigtigste klimatiske data.

#### Temperatur

Variationen af temperaturen ved Furesø er vist i figur 2.1.



Figur 2.1. Oversigt over variationen af månedsmiddeltemperaturen ved Furesø (målestation 06160 Værløse) i 1999. Til sammenligning er vist normaltemperaturen (20-års-gennemsnittet) for perioden 1971-1990.

Middeltemperaturen var i 1999 8,4 grader, hvilket er 0,5 grader højere end normaltemperaturen. Det bemærkes, at middeltemperaturen i sommerens første måneder lå under normalen, mens den i sommerens øvrige måneder lå på eller over normalen.

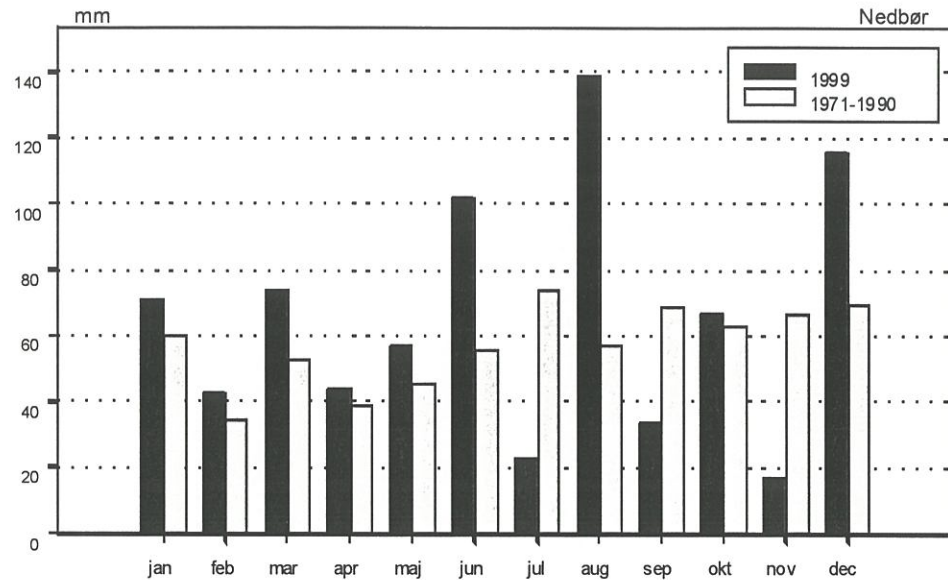
#### Nedbør

Variationen af nedbøren ved Furesø er vist i figur 2.2.

Den samlede nedbør var i 1999 på 787 mm (ukorrigeret) mod normalen på 688 mm. Nedbøren var meget ujævnt fordelt. Juni, august og december var meget nedbørsrige måneder, mens juli, september og november var meget nedbørsfattige måneder.

#### Fordampning

Den potentielle fordampning var i 1999 på 629 mm. Fordampningen fra søens overflade er beregnet som potentiel fordampning x1,2, jf. DMU's anvisninger.



Figur 2.2. Oversigt over variationen af månedsnedbøren ved Furesø (målestation Store Hareskov) i 1999. Til sammenligning er vist normalnedbøren for perioden 1971-1990. (ukorrigerede værdier)

## 2.2. Vandbalance

Vandbalancen for Furesø i 1999 er vist i tabel 2.1.

	1.000 m <sup>3</sup>	%
Bestemt tilløb Fiskebæk	4.864	26
Bestemt tilløb Dumpedalsrenden	921	5
Bestemt tilløb Vejlesø Kanal	1.154	6
Bestemt tilløb Stavnholt Renseanlæg	1.408	7
Separatkloakeret opland	149	1
Fælleskloakeret opland	167	1
Umålt opland	1.789	9
Nedbør <sup>1</sup>	8.591	45
<b>Samlet tilførsel</b>	<b>19.043</b>	<b>100</b>
Fordampning <sup>2</sup>	7.091	34
Bestemt afløb	13.475	66
<b>Samlet fraførsel</b>	<b>20.566</b>	<b>100</b>
Magasinændring	0	
Usikkerhed/grundvand	-1.523	

Tabel 2.1. Kildeopsplittet vandbalance for Furesø 1999. <sup>1</sup> Målt værdi. x 1,16 (jf. DMU, 2000). <sup>2</sup> Potentiel fordampning x 1,2 (jf. DMU, 2000).

Vandtilførslen til Furesøen er målt/beregnet i de 3 tilløb: Fiskebæk, Dumpedalsrenden og Vejlesø Kanal. Derudover foreligger der målinger af vandtilførslen fra Stavnholt Renseanlæg og med nedbøren, mens de resterende bidrag er opgjort ud fra erfaringstal.

Tilløb	Vandtilførslen med de tre tilløb udgjorde i 1999 37% af den samlede vandtilførsel, og Fiskebæk, der leder vand fra Bastrup Sø og Farum Sø, var den næst vigtigste kilde til vandtilførsel i 1999, hvilket svarer til situationen i de forudgående år.
Nedbør	Nedbøren direkte på søoverfladen var i 1999 den vigtigste kilde til vandtilførsel (45% af den samlede tilførsel), ligesom i alle årene siden 1989.
Grundvand	Ligesom de foregående års beregninger viser også beregningerne af vandbalancen for 1999, at fraførslen af vand var større end tilførslen. I 1999 var forskellen på ca. 8%. Denne forskel indikerer en indstrømning af grundvand, men usikkerheden på flere dele af vandbalancen er relativt stor, og forskellen kan derfor ikke med sikkerhed tilskrives indsivning af grundvand alene.
Vandstand	Ændringerne af søens vandvolumen er opgjort månedsvist på grundlag af målte værdier for vandspejlskoten ved Frederiksdal. I 1999 var vandspejlskoten den samme ved årets begyndelse og slutning (20,54 m), men i løbet af året var der vandspejlsvariationer med minimum i kote 20,40 m i september og maksimum i kote 20,59 m i marts. På årsbasis betød den uændrede vandspejlskote en uændret vandvolumen i søen.
Opholdstid	Vandets gennemsnitlige opholdstid i søen er for 1999 beregnet til ca. 9,4 år, se tabel 2.2.

<b>År</b>	<b>1989</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>
<b>Opholdstid (år)</b>	16,3	15,2	11,1	16,3	12,2	5,3
<b>År</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>
<b>Opholdstid (år)</b>	9,9	14,4	16,6	8,4	9,4	

Tabel 2.2. Oversigt over den hydrauliske opholdstid i Furesø i perioden 1989-1999.

Opholdstiden var i 1999 lidt større end i 1998, hvilket skyldes den lidt mindre nedbør, og dermed den lidt mindre afstrømning fra søen.

### 2.3. Næringsstofbalancer

Belastningen af Furesø med kvælstof og fosfor er opgjort på grundlag af de beregningsforudsætninger, der er vist i bilaget. I belastningen fra det umålte opland indgår der 14 enkeltejendomme. Det bemærkes, at der er hensyn til sammenligneligheden med tidligere års næringsstofbalancer er anvendt samme værdier for det atmosfæriske bidrag som tidligere: 20 kg kvælstof pr. ha pr. år og 0,55 kg fosfor pr. ha pr. år. Miljøstyrelsens senest oplyste værdier er imidlertid væsentligt mindre: 10 kg kvælstof pr. ha pr. år og 0,08 kg fosfor pr. ha pr. år. Effekterne på næringsstofbalancerne af at anvende de nyeste værdier er vist i bilaget.

## Kvælstof

I 1999 var det atmosfæriske bidrag i lighed med de forudgående år det største enkeltbidrag (41%), mens Stavnsholt renseanlæg og det umålte opland var de næstvigtigste kilder, se tabel 2.3.

Kvælstof	kg/år		%	
Bestemt bidrag fra Fiskebæk	4.218	(4.218)	9	(12)
Bestemt bidrag fra Dumpedalsrenden	1.297	(1.297)	3	(4)
Bestemt bidrag fra Vejlesø Kanal	1.733	(1.733)	4	(5)
Bestemt bidrag fra Stavnsholt renseanlæg	8.528	(8.528)	19	(23)
Separatkloakeret opland	290	(290)	1	(1)
Fælleskloakeret opland	3.180	(3.180)	7	(9)
Umålt opland	7.990	(7.990)	17	(22)
Atmosfærisk nedfald	18.820	(9.410)	41	(26)
<b>Samlet tilførsel</b>	<b>46.057</b>	<b>(36.647)</b>	<b>100</b>	<b>(100)</b>
Bestemt transport i afløb	9.494	(9.494)	21	(26)
Tilbageholdt (i vand og bund)	36.563	(27.153)	79	(74)

Tabel 2.3. Kildeopsplittet kvælstofbalance for Furesø 1999. Værdierne i parentes er gældende ved et atmosfærisk kvælstofbidrag på 10 kg/ha/år.

Den samlede kvælstoftilførsel til Furesø var i 1999 lidt mindre end i 1998, hvilket formodentlig kan tilskrives den lidt mindre afstrømning af vand fra oplandet.

Bidragene fra de enkelte kilder havde i 1999 stort set samme relative størrelse som i 1998 og de forudgående år. Ved reduktion af det atmosfæriske nedfald ses der fortrinsvis en reduktion af den samlede kvælstoftilførsel og en reduktion af det atmosfæriske nedfalds procentuelle andel af den samlede tilførsel.

Ser man nærmere på tilbageholdelsen af kvælstof, viser det sig, at stort set hele den tilbageholdte mængde findes i søens vandmasser, idet mængden af kvælstof var langt højere ved årets slutning end ved årets begyndelse (stigning = 36.506 kg). Det betyder, at der kun har været et meget ringe nettotab af kvælstof som følge af denitrifikation., hvilket primært tilskrives søens store dybde og lagdelingen af vandmasserne.

## Fosfor

Bidragene fra de enkelte kilder havde i 1999 stort set samme relative størrelse som i 1998 og de forudgående år.

Fosforbidraget fra atmosfæren var i 1999 det største enkeltbidrag, beregnet på grundlag af et nedfald på 0,55 kg P pr. ha, se tabel 2.4. Denne værdi er imidlertid behæftet med betydelig usikkerhed, og det påfører følgelig hele fosforbalancen en vis usikkerhed, både med hensyn til den mængdemæssige betydning af det atmosfæriske bidrag og med hensyn til den samlede tilførsel af fosfor til søen. Ved reduktion af det atmosfæriske nedfald ses der først og fremmest en betydelig reduktion af den samlede fosfortilførsel og en reduktion af det atmosfæriske nedfald til en forholdsvis ubetydelig del af den samlede tilførsel. Til gengæld opnår det samlede bidrag fra Stavnsholt ren-



seanlæg og de fælles- og separatkloakerede oplande en relativt større andel af den samlede tilførsel.

<b>Fosfor</b>	<b>kg/år</b>		<b>%</b>	
Bestemt bidrag fra Fiskebæk	467	(467)	22	(27)
Bestemt bidrag fra Dumpedalsrenden	170	(170)	8	(10)
Bestemt bidrag fra Vejlesø Kanal	111	(111)	5	(7)
Bestemt bidrag fra Stavnsholt renseanlæg	237	(237)	11	(14)
Separatkloakeret opland	70	(70)	3	(4)
Fælleskloakeret opland	500	(500)	23	(30)
Umålt opland	71	(71)	3	(4)
Atmosfærisk nedfald	518	(75)	25	(4)
<b>Samlet tilførsel</b>	<b>2.143</b>	<b>(1.701)</b>	<b>100</b>	<b>(100)</b>
Bestemt transport i afløb	1.313	(1.313)	61	(77)
Tilbageholdt (i vand og bund)	830	(388)	39	(23)

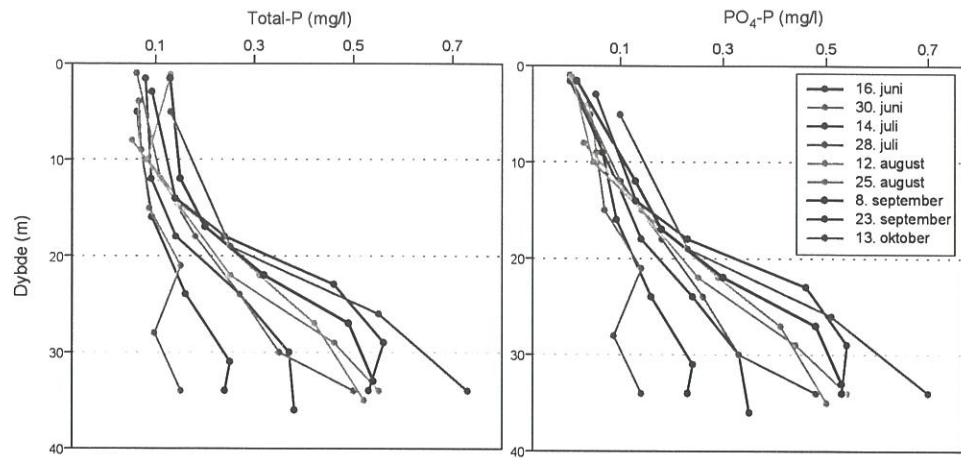
Tabel 2.4. Kildeopsplittet fosforbalance for Furesø 1999. Værdierne i parentes er gældende ved et atmosfærisk fosforbidrag på 0,08 kg/ha/år

Tilbageholdelsen af fosfor var i 1999 lidt større end i 1998, hvilket antagelig kan tilskrives den lidt større hydrauliske opholdstid.

Det skal nævnes, at den beregnede fosfortilbageholdelse på 830 kg dækker over, at der i løbet af året skete en meget voldsom stigning i vandets indhold af fosfor, således at fosforindholdet i søens vandmaser ved årets slutning var langt højere end ved årets begyndelse (stigning = 7.921 kg) som følge af den interne belastning. Den interne belastning, det vil sige frigivelsen af fosfor fra søbunden, var i 1999 på ca. 14.534 kg, jf. tabel 2.5, og den interne belastning var dermed langt større end den samlede eksterne belastning, således som det også har været tilfældet i de forudgående år, jf. afsnit 2.3.1.

### *2.3.1. Intern fosforbelastning*

I løbet af året skete der en voldsom stigning, særlig i bundvandets indhold af fosfor., se figur 2.3. Det bemærkes, at koncentrationen af total-fosfor i overfladevandet ikke på noget tidspunkt i 1999 nåede ned på målsætningens kravværdi på maksimum 0,040 mg/l total-P (årgennemsnit).



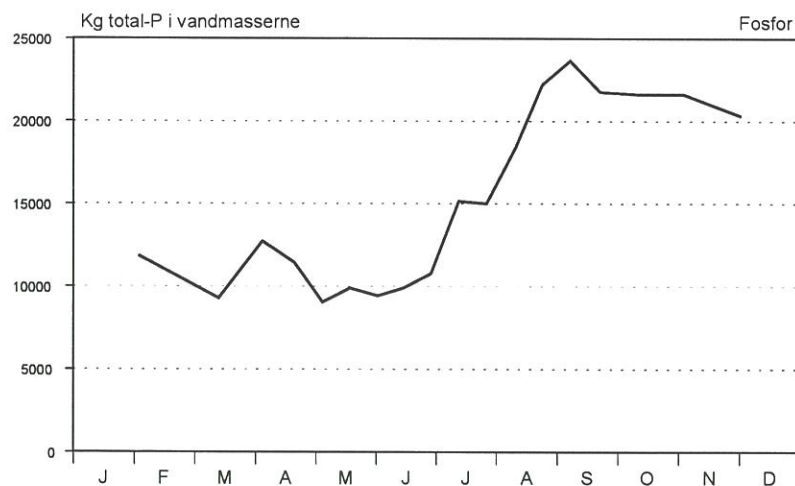
Figur 2.3. Oversigt over variationen af fosforkoncentrationen ned gennem vandsøjlen i Furesø i 1999.

På grundlag af målingerne af fosforindholdet i hypolimnion (vandmasserne under springlaget) er den interne belastning for 1999 opgjort til i alt 14.534 kg fosfor, se tabel 2.6.

<b>År</b>	<b>1988</b>	<b>1989</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>
<b>Intern P-belastning (t)</b>	12,2	11,1	17,8	17,8	13,7	21,3
<b>År</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>
<b>Intern P-belastning (t)</b>	22,3	17,9	9,6	17,0	9,0	14,5

Tabel 2.6. Oversigt over den interne fosforbelastning (t/år) i Furesø i perioden 1989-1999.

Den interne fosforbelastning er beregnet som forskellen mellem laveste og højeste indhold af fosfor i hypolimnion (vandmasserne under springlaget), mens der var springlag fra maj til oktober, jf. figur 2.4.



Figur 2.4. Oversigt over variationen af mængden af total-fosfor i vandmasserne under springlaget i Furesø 1999. Lagdelingen af vandmasserne varede fra maj til oktober.

Med en størrelse på godt 14,5 tons er den interne belastning godt 6 gange højere end den eksterne belastning, og er derfor en faktor af meget stor betydning for søens tilstand. Beregninger af fosforindholdet i søens vandmasser gennem året viser, at den samlede fosformængde ved årets slutning var ca. 7,9 tons højere end ved årets begyndelse som følge af opblandingen af det fosforrige bundvand og det mindre fosforrige overfladevand. Selvom en væsentlig del af denne fosformængde kan immobiliseres eller skylles ud af søen inden det følgende års vækstsæson, er der ingen tvivl om, at den interne belastning bevirker en markant stigning i planteplanktonets vækstgrundlag i de tidlige forårsmåneder.

### 2.3.2. Næringsstofbelastningen 1989-1999

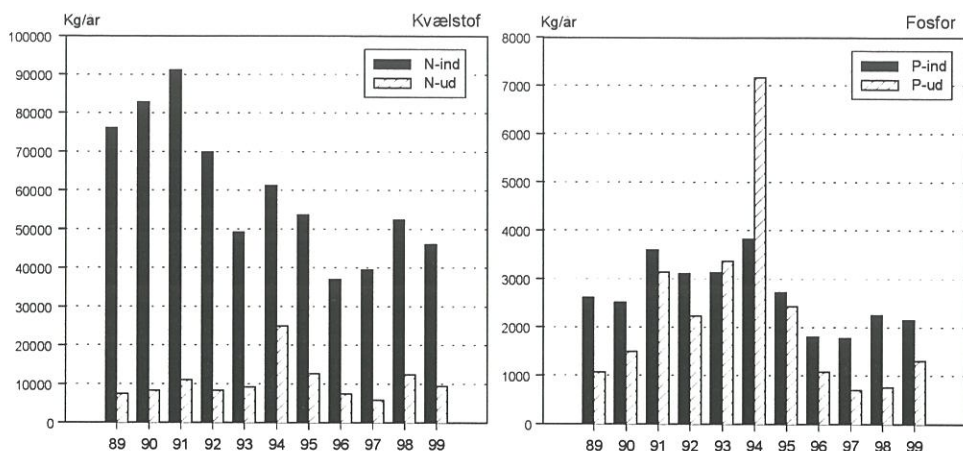
#### Kvælstof

Der er i perioden 1989-1999 sket et signifikant fald (99% signifikansniveau) i tilførslen af kvælstof til Furesø, se tabel 2.7. og figur 2.5. Faldet tilskrives først og fremmest forbedret spildevandsrensning på Stavnholt renselanlæg, der først i perioden belastede søen med en kvælstofmængde af samme størrelsesorden som den samlede belastning sidst i perioden. Kvælstofbelastningen fra Stavnholt renselanlæg har de senere år ligget på ca. 20% af den samlede belastning, hvis størrelse primært synes at være bestemt af vandafstrømningen fra oplandet, og dermed af nedbørsforholdene. Det betyder, at kvælstofbelastningen er mindst i tørre år og størst i nedbørsrige år, dog således, at nedbørsrige år kan have en effekt på afstrømningen i de(t) følgende år.

<b>År</b>	<b>1989</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>
<b>Tilførsel (kg)</b>	76.206	82.597	91.149	69.884	49.260	61.335
<b>Fraførsel (kg)</b>	7.495	8.331	11.032	8.328	9.276	25.033
<b>Retention (%)</b>	90	90	88	88	81	59
<b>År</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>
<b>Tilførsel (kg)</b>	53.682	37.033	39.592	52.443	46.057	
<b>Fraførsel (kg)</b>	12.717	7.542	5.955	12.240	9.494	
<b>Retention (%)</b>	76	80	85	77	79	

Tabel 2.7. Oversigt over kvælstofbelastningen af Furesø i perioden 1989-1999.

Tilbageholdelsen (retentionen) af kvælstof (= denitrifikation og ophobning i vandmasserne og bunden) har ligget på et niveau omkring 80-90% med undtagelse af det særlig nedbørsrige år 1994, da opholdstiden i søen var den hidtil korteste og grundlaget for kvælstoftilbageholdelse derfor mindre end i de øvrige år. Der er ingen signifikant udvikling i hverken fraførslen eller retentionen af kvælstof i perioden 1989-1999.



Figur 2.5. Oversigt over de årlige til- og fraførsler af kvælstof og fosfor i perioden 1989-1999.

## Fosfor

Der har i perioden 1989-1999 været en signifikant udvikling (på 90% signifikansniveau) i fosfortilførslen til Furesø, og det kan konstateres, at den fallende tendens skyldes, at tilførslerne i perioden 1995-1999 har ligget på et markant lavere niveau end i første halvdel af perioden, se tabel 2.8 og figur 2.5. Det skyldes bl.a. en reduceret fosfortilførsel fra Stavnsholt renseanlæg og fra de separat- og fælleskloakerede arealer. Ligesom kvælstoftilførslen er også fosfortilførslen i en vis grad styret af vandafstrømningen fra oplandet, især via de regnvandsbetingede udløb, og er dermed i en vis udstrækning korreleret med nedbørsforholdene.

År	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Tilførsel (kg)	2.613	2.508	3.597	3.113	3.134	3.826
Fraførsel (kg)	1.072	1.507	3.139	2.234	3.361	7.173
Retention (%)	59	40	13	28	-7	-88
År	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Tilførsel (kg)	2.722	1.817	1.779	2.249	2.143	
Fraførsel (kg)	2.435	1.082	709	763	1.313	
Retention (%)	11	40	61	34	39	

Tabel 2.8. Oversigt over fosforbelastningen af Furesø i perioden 1989-1999.

Tilbageholdelsen af fosfor følger ikke noget bestemt mønster, hvilket først og fremmest må tilskrives den interne belastning, der tilfører vandmasserne varierende mængder fosfor, hvoraf en varierende del transporteres ud af søen, afhængig af forhold som størrelsen af den interne belastning, tidspunktet for totalopblandningen af vandmasserne efter lagdeling og afstrømningen i forbindelse med totalopblandningen. Der har ikke været en signifikant udvikling i hverken fraførslen eller retentionen af fosfor i perioden 1989-1999.

#### 2.4. Jernbalance

Der er foretaget målinger/beregninger af jerntransporten i de tre tilløb og i afløbet. Den samlede tilførsel af jern med de tre tilløb var i 1999 på 2.055 kg, og den samlede transport ud af søen var på 436 kg. Der foreligger ingen oplysninger om jerntilførslen fra de øvrige kilder, og det er derfor i realiteten ikke muligt at opstille en massebalance for jern. Antager man imidlertid, at de øvrige kilder (eksklusive atmosfæren) bidrager med jern i samme koncentrationer som det tre målte tilløb, korrigeret for deres andel af den samlede vandtilførsel (eksklusive nedbør), fås et samlet bidrag af jern fra de øvrige kilder på ca. 1.040 kg. Den samlede tilførsel af jern i 1999 når herved op på ca. 3.100 kg, hvoraf 436 kg forlod søen via afløbet, svarende til en retention af jern på ca. 86%.

Til trods for usikkerheden på den samlede jerntilførsel vurderes det, at jerntilførslen til Furesø er ringe. Jern:fosfor-forholdet i det indstrømmende vand var i gennemsnit ca. 1,4, og det vurderes på den baggrund, at der ikke grundlag for god jernbinding af fosfor i søens sedimenter.



### 3. Fysiske og kemiske forhold

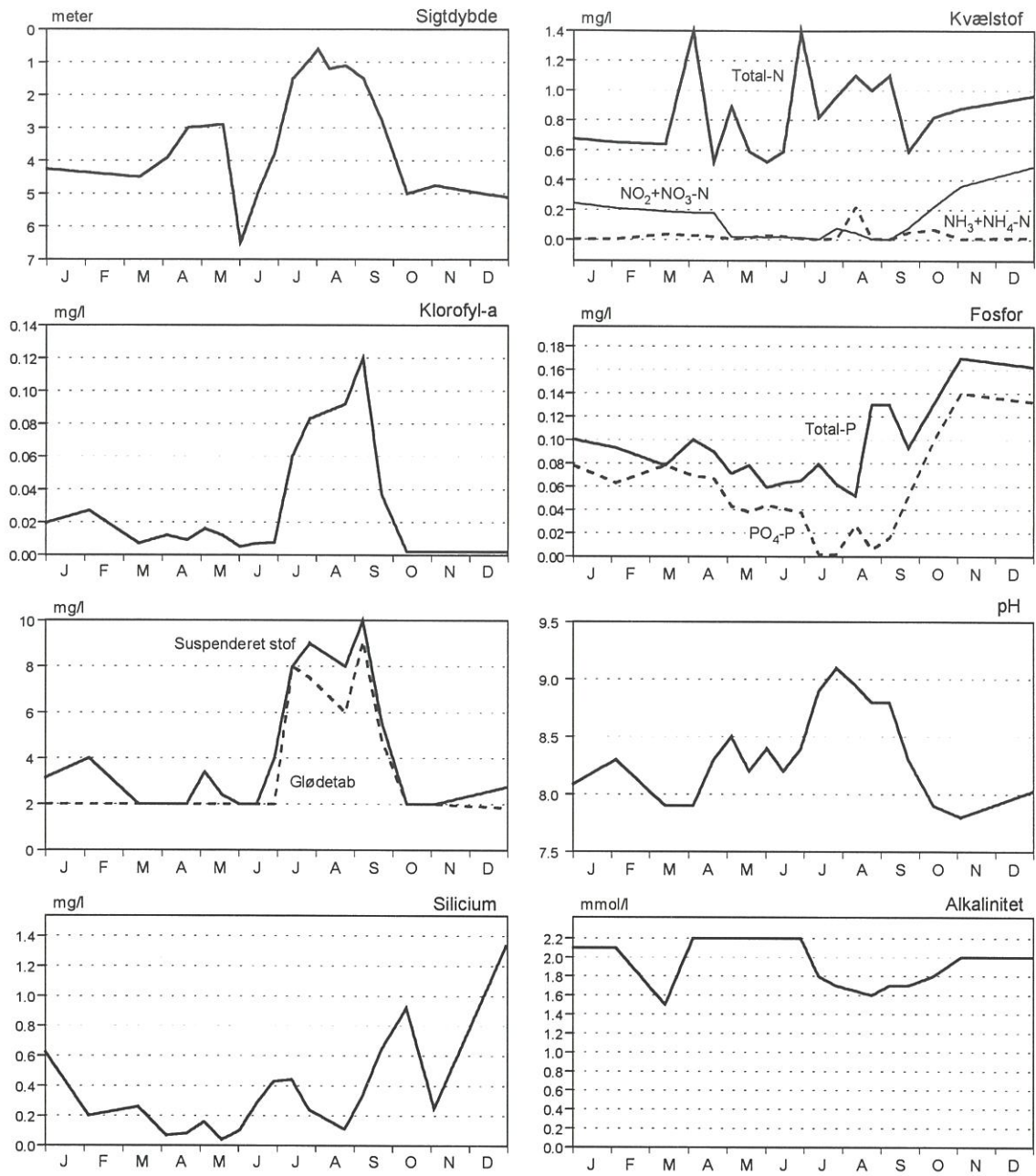
De vandkemiske forhold i Furesø er efter revisionen af Vandmiljøplanens Overvågningsprogram kun beskrevet på én station, beliggende i det åbne bassin, se figur 1.1.

**Temperaturlagdeling** Profilmålinger med gennem vandsøjlen på det dybeste sted viste, at vandmasserne i det åbne bassin var temperaturlagdelte i en lang periode fra juni til oktober.

Springlagets øvre kant nåede først og midt på sommeren meget højt op i vandsøjlen, 6-7 meter under overfladen, og det betyder, at en meget stor del af søens vandmasser var berørt af lagdelingens opdeling af vandmasserne i overfladevand (epilimnion) og bundvand (hypolimnion).

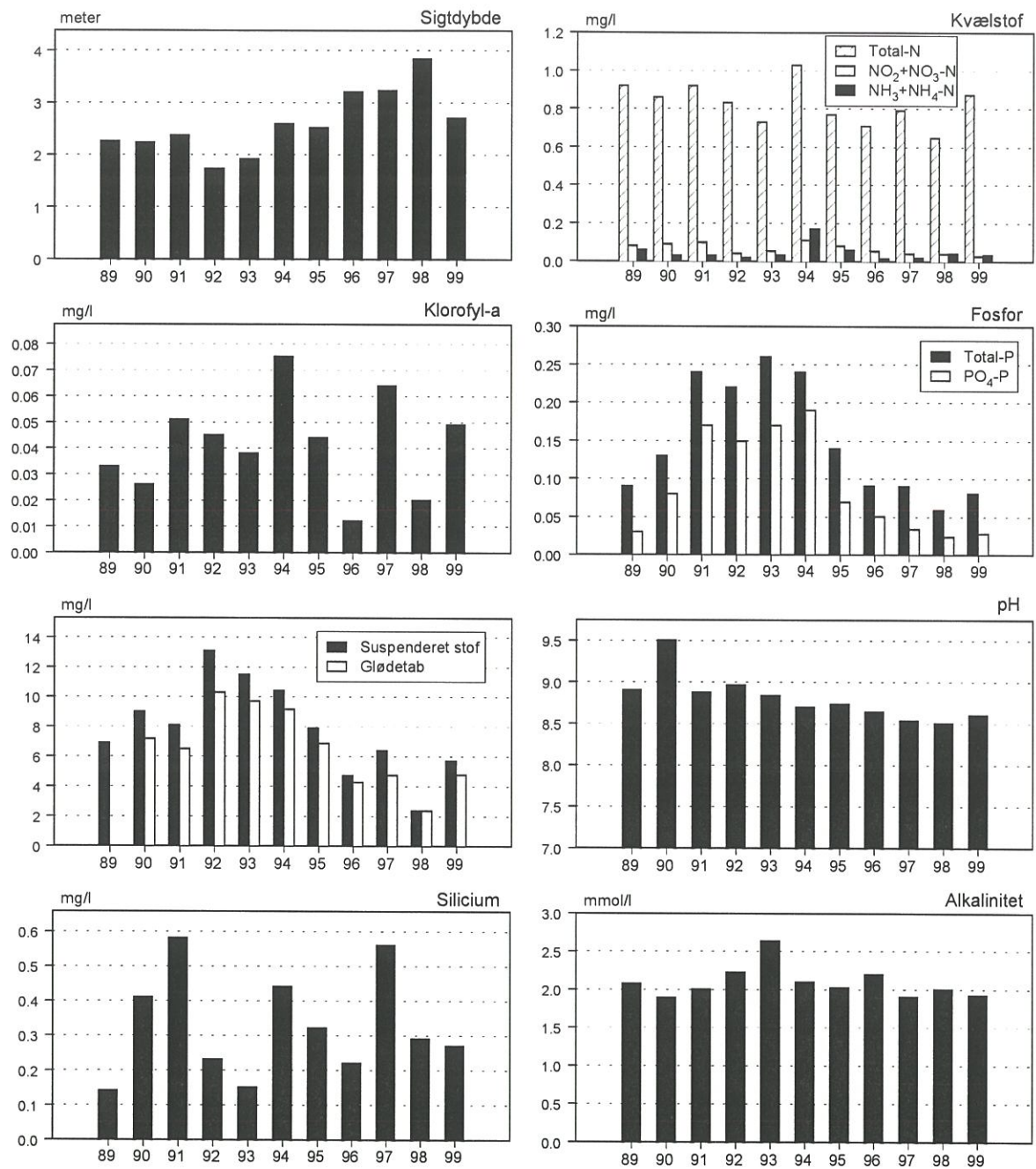
I forbindelse med lagdelingen opstår der iltsvind i bundvandet, og der blev i 1999 registreret kraftigt eller totalt iltsvind ved bunden i perioden medio juni til primo november, samt et mindre udtalt iltsvind op til og umiddelbart efter denne periode.

Figur 3.1. viser variationen af en række fysiske og vandkemiske variabler i 1999, mens figur 3.2. viser variationen af sommermiddelværdierne af de samme variabler i perioden 1989-1999. Bilaget indeholder tillige års- og vintermiddelværdier.



Figur 3.1. Oversigt over variationen af fysiske og vandkemiske variabler i Furesø (overfladevandet i hovedbassinnet) i 1999.





Figur 3.2. Oversigt over variationen af sommermiddelværdierne af fysiske og vandkemiske variabler i Furesø (overfladevandet i hovedbassinet) i 1999.

- Sigtdybde** Sigtdybden blev i 1999 reduceret til en meget lav værdi (0,6 meter) i forbindelse med planteplanktonets sommermaksimum, men også i den resterende del af sommerperioden var sigtdybden forholdsvis ringe, og sommermiddel-sigt dybden var med en værdi på 2,70 meter lavere end i de tre forudgående år. Den positive tendens siden 1994 blev således brudt i 1999, og minimumssigt dybden på kun 0,6 meter er den næstlaveste, der er målt i perioden. Det skal nævnes, at hvis ikke sigt dybden efter planteplanktonets forårsmaksimum havde nået en værdi på 6,5 meter (der er den næsthøjeste, der er målt i perioden), så ville sommermiddelværdien have været endnu mindre. Både sommer- og årsmiddelsigt dybden (2,70/3,71 meter) var mindre end målsætningens kravværdi på 4 meter.
- Klorofyl-a** Sigt dybdens sæsonvariation er efter alt at dømme kraftigt styret af planteplanktonet, og der er en nær sammenhæng mellem sigt dybden og planteplanktonets biomasse, her udtrykt ved koncentrationen af klorofyl-a. Der er en nær sammenhæng mellem koncentrationen af klorofyl-a og planteplanktonets biomasse, jf. figur 3.1. og 4.1., og koncentrationen nåede maksimum (0,120 mg/l) i september i forbindelse med planteplanktonets (furealgenes) sommermaksimum på ca. 27 mg/l. Sommermiddelkoncentrationen af klorofyl-a er beregnet til 0,049 mg/l, hvilket er væsentligt højere end i 1998. Til gengæld er værdien ikke væsentlig forskellig fra værdierne i første halvdel af perioden 1989-1999, da sigt dybden var ringere end i sidste halvdel, og det indikerer, at planteplanktonets sammensætning og forekomst i vandmasserne har stor betydning for, hvorledes sigt dybden påvirkes.
- Suspenderet stof og glødetab** Koncentrationen af suspenderet stof følger i al væsentlighed kurverne for planteplanktonbiomassen og klorofyl-a, hvilket sammen med et generelt højt glødetab indikerer, at hovedparten af det suspenderede stof i vandfasen består af levende og dødt planteplankton med et højt indhold af organisk stof.
- Kvælstof** Koncentrationen af kvælstof lå generelt meget lavt i Furesø i 1999, hvilket sandsynligvis hænger sammen med oplandets begrænsede størrelse og den forholdsvis ringe andel af dyrkede arealer i oplandet samt beliggenheden af andre søer opstrøms Furesø, idet der erfaringsmæssigt sker tab af kvælstof ved vandets passage gennem søer. I sommerperioden blev overfladevandet meget fattigt på uorganisk kvælstof, og koncentrationen af uorganisk kvælstof var i store dele af sommerperioden kritisk lav for planteplanktonet. Til gengæld skete der en markant stigning i bundvandets indhold af kvælstof, hvilket må tilskrives en omfattende mineralisering af organisk materiale i bunden og de bundnære vandmasser. Disse er da også i forbindelse med lagdelingen af vandmasserne særlig rige på ammoniak+ammonium-kvælstof og nitrit+nitrat-kvælstof. Den markante stigning i overfladevandets kvælstofindhold i forbindelse med totalomrøringen af vandmasserne i efteråret må ses som resultat af de høje koncentrationer af kvælstof i bundvandet.
- Års- og sommermiddelkoncentrationerne er beregnet til 0,030/0,035 mg/l (ammonium+ammoniak-kvælstof), 0,170/0,029 mg/l (nitrit+nitrat-kvælstof) og 0,840/0,872 mg/l (total-kvælstof).

Årsmiddelkoncentrationen af total-kvælstof skal ses i forhold til årsmiddelind- og udløbskoncentrationer på 2,606 mg/l og 0,705 mg/l (eksklusive nedbør/atmosfærisk nedfald), se bilaget. Til sammenligning kan nævnes, at det samlede atmosfæriske nedfald svarer til en gennemsnitlig koncentration af total-kvælstof i nedbøren på 2,304 mg/l. Der er således stort set ingen forskel på det gennemsnitlige kvælstofindhold i det tilstrømmende vand og i nedbøren. Anvendes de senest udmeldte værdier for det atmosfæriske nedfald af kvælstof er værdien dog kun halvt så stor - 1,152 mg/l.

#### Fosfor

Koncentrationen af fosfor lå i årets første måneder på et niveau omkring 0,08 mg/l og var svagt faldende frem til august. Herefter steg koncentrationen af både total-fosfor og uorganisk fosfor, sandsynligvis på grund af den voldsomme interne fosforbelastning, som fra midt sommer og fremefter bragte koncentrationerne af fosfor op på meget høje værdier i bundvandet, der med springlaget beliggende højt oppe i vandsøjlen i slutningen af juli udgjorde en stor del af de samlede vandmasser.

I forbindelse med totalomrøringen af vandmasserne steg fosforkoncentrationen i overfladevandet og i årets sidste måneder lå fosforkoncentrationen (både total-fosfor og uorganisk fosfor) på et meget højt niveau. Sommer- og årsmiddelkoncentrationerne af total-fosfor er beregnet til 0,081 mg/l og 0,100 mg/l. Begge værdier er langt højere end målsætningens kravværdi på maksimum 0,040 mg/l total-fosfor (årsmiddelkoncentration).

Årsmiddelkoncentrationen af total-fosfor skal ses i forhold til årsmiddelind- og udløbskoncentrationer på 0,156 mg/l og 0,097 mg/l (eksklusive nedbør/atmosfærisk nedfald), se bilaget. Til sammenligning kan nævnes, at det samlede atmosfæriske nedfald svarer til en gennemsnitlig koncentration af total-fosfor i nedbøren på 0,063 mg/l. Modsat situationen for kvælstofs vedkommende er der således for fosfors vedkommende en stor forskel på det gennemsnitlige fosforindhold i det indstrømmende vand og i nedbøren. Der skal dog tages forbehold for usikkerheden på det atmosfæriske nedfald af fosfor, og hvis de senest udmeldte værdier for atmosfærisk nedfald anvendes, er den gennemsnitlige koncentration i nedbøren så lav som 0,009 mg/l.

#### pH og alkalinitet

Overfladevandets pH udviser en karakteristisk sæsonvariation med værdier nær 8 i vinterhalvåret og værdier i intervallet 8,5-9,1 i sommerhalvåret. De høje sommerværdier er forårsaget af algernes vækst gennem forskydninger i det uorganiske kulstofs system (kuldioxid/bikarbonat). Trods de høje planteplanktonbiomasser og en formodet høj vækst er sommermiddelværdien af pH (8,60) ikke problematisk i henseende til hverken sømiljøet eller søens anvendelse til badning.

Alkaliniteten udviste i 1999 kun forholdsvis ringe sæsonvariation inden for intervallet 1,5-2,1 meq/l, hvilket stort set svarer til situationen i de forudgående år.

### 3.1. Udviklingstendenser 1989-1999

En statistisk analyse af sommer- og årsmiddelværdierne af de fysiske og kemiske variabler viser, at der kun er få signifikante udviklingstendenser i perioden 1989-1999, se tabel 3.1.

Variabel	Sommer	År
Sigt dybde	++	+
Klorofyl-a	0	0
Suspenderet stof	--	--
Glødetab	--	---
Silicium	0	0
Total-fosfor	0	0
PO <sub>4</sub> -fosfor	0	0
Total-kvælstof	0	0
NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> -kvælstof	0	0
NH <sub>3</sub> +NH <sub>4</sub> -kvælstof	0	0
pH	--	-
Alkalinitet	0	0

Tabel 3.1. Oversigt over udviklingstendenser for fysiske og kemiske variabler i Furesø 1989-1999 (overfladevand i hovedbassinet). 0 = ingen signifikant udviklingstendens. +/-: positiv/negativ udviklingstendens på 90%-signifikansniveau. ++/--: positiv/negativ udviklingstendens på 95%-signifikansniveau. . +++/---: positiv/negativ udviklingstendens på 99%-signifikansniveau.

Ser man på figur 3.2, kan det konstateres, at selvom der for de fleste variablers vedkommende ikke har været nogen signifikant udviklingstendens for perioden som helhed, er der for enkelte variablers vedkommende en signifikant udvikling i sidste halvdel af perioden i forhold til første halvdel. Det gælder således for fosfor (total-fosfor og PO<sub>4</sub>-fosfor).

Det bemærkes, at den signifikante forbedring af sigt dybden i perioden 1989-1999 har fundet sted samtidig med, at der har været et signifikant fald i koncentrationen af suspenderet stof. En regressionsanalyse af 1999-data og af års- og sommermiddelværdierne viser, at der er en meget signifikant ( $P > 95\%$ ) lineær sammenhæng mellem sigt dybden og koncentrationen af suspenderet stof.

Det er nærliggende at antage, at mængden af suspenderet stof er nært korreleret med planteplanktonets biomasse, men selvom der tilsyneladende er en vis sammenhæng, er sammenhængen ikke i det foreliggende datamateriale så åbenlys, at den signifikant faldende tendens for suspenderet stof alene kan forklares af fald i planteplanktonbiomassen.

## 4. Plankton

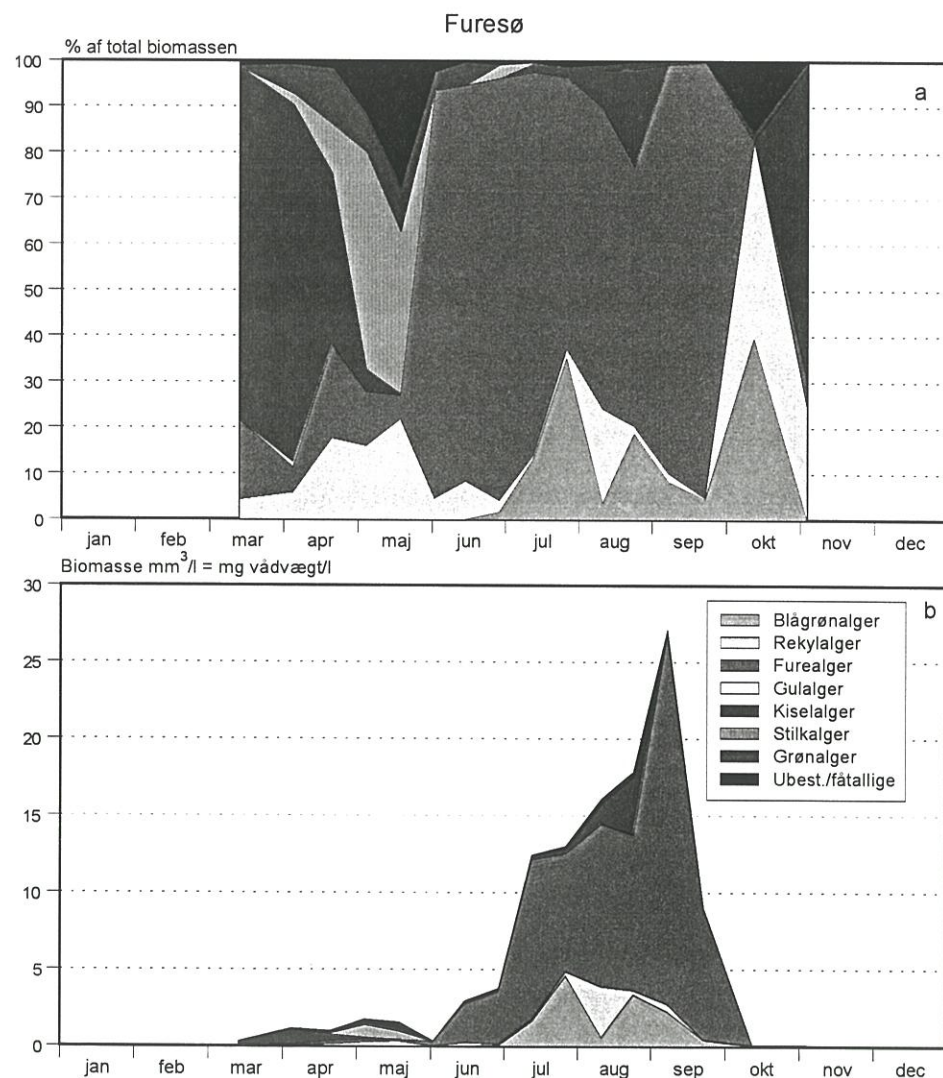
Plante- og dyreplanktonet er beskrevet i rapporten "Fyto- og zooplankton i Furesøen 1999" (Bio/consult, 2000). I det følgende er præsenteret de vigtigste resultater af årets undersøgelser samt udviklingen i perioden 1989-1999.

### 4.1. Planteplankton

Der er i 1999 registreret i alt 145 arter/identifikationstyper. Der var tale om et artsrigt planteplankton bestående af fortrinsvis almindelige arter med tilknytning til næringsrige søer.

#### Biomasse

Planteplanktonbiomassens størrelse, sammensætning og variation er vist i figur 4.1. og tabel 4.1.



Figur 4.1. Oversigt over planteplanktonbiomassens variation og sammensætning i Furesø (hovedbassin) i 1999.

	Hele perioden mm <sup>3</sup> /l	01.05-30.09 mm <sup>3</sup> /l	Maksimum mm <sup>3</sup> /l	Hele perioden %	01.05-0.09 %
Blågrøn-alger	0,783	1,188	4,584 (jul)	11,7	12,3
Rekylalger	0,353	0,503	3,324 (aug)	5,3	5,2
Furealger	4,842	7,184	24,136 (sep)	72,7	74,1
Gulalger	0,001	-	0,012 (apr)	<0,1	<0,1
Skælbærende gulalger	-	-	-	-	-
Kiselalger	0,441	0,505	3,721 (aug)	6,6	5,2
Gulgrøn-alger	-	-	-	-	-
Stilkalger	0,100	0,126	0,824 (maj)	1,5	1,3
Øjealger	-	-	-	-	-
Grøn-alger	0,081	0,100	0,292 (aug)	1,2	1,0
Autotrofe flagellater	0,006	0,005	0,046 (maj)	0,1	0,1
Heterotrofe flagellater	0,057	0,082	0,430 (maj)	0,9	0,8
Fytoplankton total	6,664	9,693	27,066 (sep)	100	100

Tabel 4.1. Gennemsnitlige og maksimale biomasser af de enkelte hovedgrupper samt de enkelte grupperes procentvise andel af biomassen i Furesø, 1999.

Biomassen var lav frem til juni, da opbygningen af et stort og langvarigt furealgeomaksimum begyndte. Dette maksimum varede frem til midt i oktober. Biomassen toppede i begyndelsen af september med en værdi på godt 27 mm<sup>3</sup>/l. I perioden juli-september var der en betydelig forekomst af blågrøn-alger, og der var kortvarigt også betydelige islet af rekylalger og kiselalger. Gennem hele sommerperioden var furealgerne dominerende med en andel på 55-95% af den samlede biomasse. Arter af slægten *Ceratium* dannede hovedparten af biomassen.

Furealger af slægten *Ceratium* har oftest maksimum om sommeren og opbygger de største biomasser i søer med temperaturspringlag. *Ceratium*-arter kan i løbet af døgnet foretage vertikale vandringer i vandsøjlen mellem overfladevandet og springlaget/de bundnære vandmasser. De kan på den måde optage næringsstoffer i det næringsrige vand i og under springlaget og udnytte dem i de lysrige overfladenære vandmasser, hvilket giver dem en konkurrencemæssig fordel i forhold til de fleste andre planktongrupper. Derudover har de store furealger en konkurrencemæssig fordel i kraft af deres størrelse, som i stor udstrækning gør dem resistente overfor dyreplanktonets græsning.

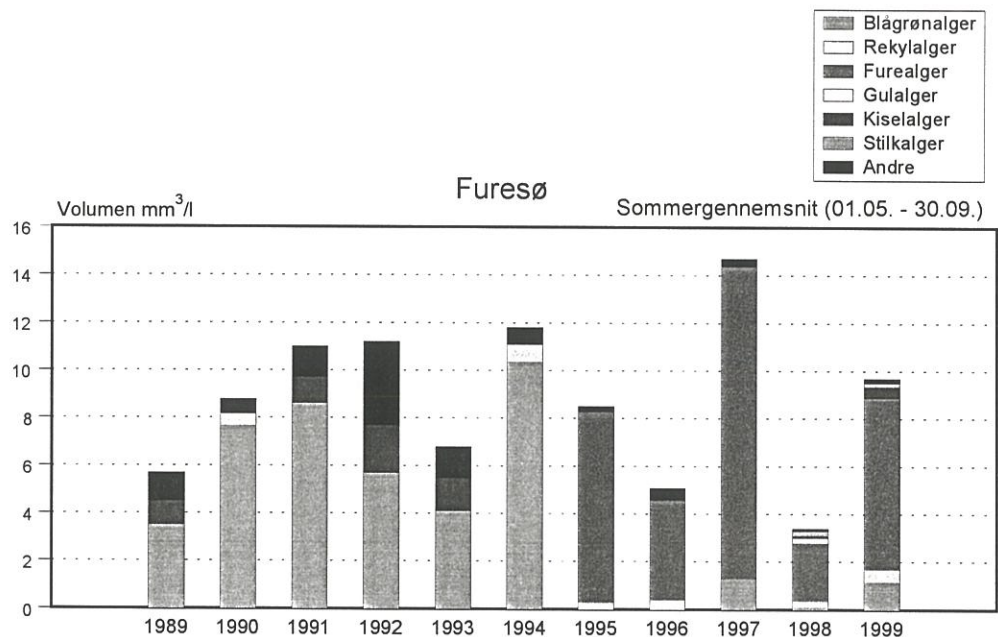
Blågrøn-algerne havde biomasse-mæssig betydning fra medio juni til medio oktober med maksima i slutningen af juli og slutningen af august. Blågrøn-algerne var først i perioden domineret af trådformede arter af slægterne *Anabaena* og *Aphanizomenon*, mens der i slutningen af perioden er dominans af kolonidannende arter af slægten *Microcystis*. Alle tre slægter anses for potentielt toksiske.

I forbindelse med tilsynet med søen var det meget tydeligt, at blågrøn-algerne koncentration i de enkelte dele af søen varierede med vindforholdene. Langs kyster med pålandsvind kunne der opstå sammenblæsning af store mængder alger, mens andre dele af søen samtidig kunne være næsten helt frie for blågrøn-alger. På grund af store koncentrationer af blågrøn-alger ved badestederne blev der i perioden 28. juli til 9. august frarådet badning i Furesø.

Planteplanktonets sommermiddelbiomasse var i 1999 knap 10 mm<sup>3</sup>/l, hvoraf furealgerne udgjorde ca. 65%.

Udviklingen  
1989-1999

Udviklingen i sommermiddelbiomassens størrelse og sammensætning i perioden 1989-1999 er vist i figur 4.2.



Figur 4.2. Oversigt over variationen af planteplanktonets sommermiddelbiomasse i Furesø (hovedbassin) i perioden 1989-1999.

Det bemærkes først og fremmest, at 1999 i lighed med de 4 forudgående år var et "furealge-år". Selvom der var et betydeligt islæt af blågrønalger, må det dog konstateres, at skiftet fra blågrønalger til furealger i 1994-1995 også i 1999 varede ved.

Planteplanktonets sommermiddelbiomasse var i 1999 næsten 3 gange så stor som i 1998, og 1999-værdien var den næsthøjeste i perioden med dominans af furealger. 1999-værdien var tilmed kun lidt lavere end de største værdier i perioden med dominans af blågrønalger, og på den baggrund vurderes det, at 1999 var præget af en meget høj planteplanktonbiomasse.

De høje biomasser i 1999 viser, at høje biomasseniveauer ikke blot er knyttet til masseforekomst af blågrønalger, men også kan forekomme i år med dominans af furealger.

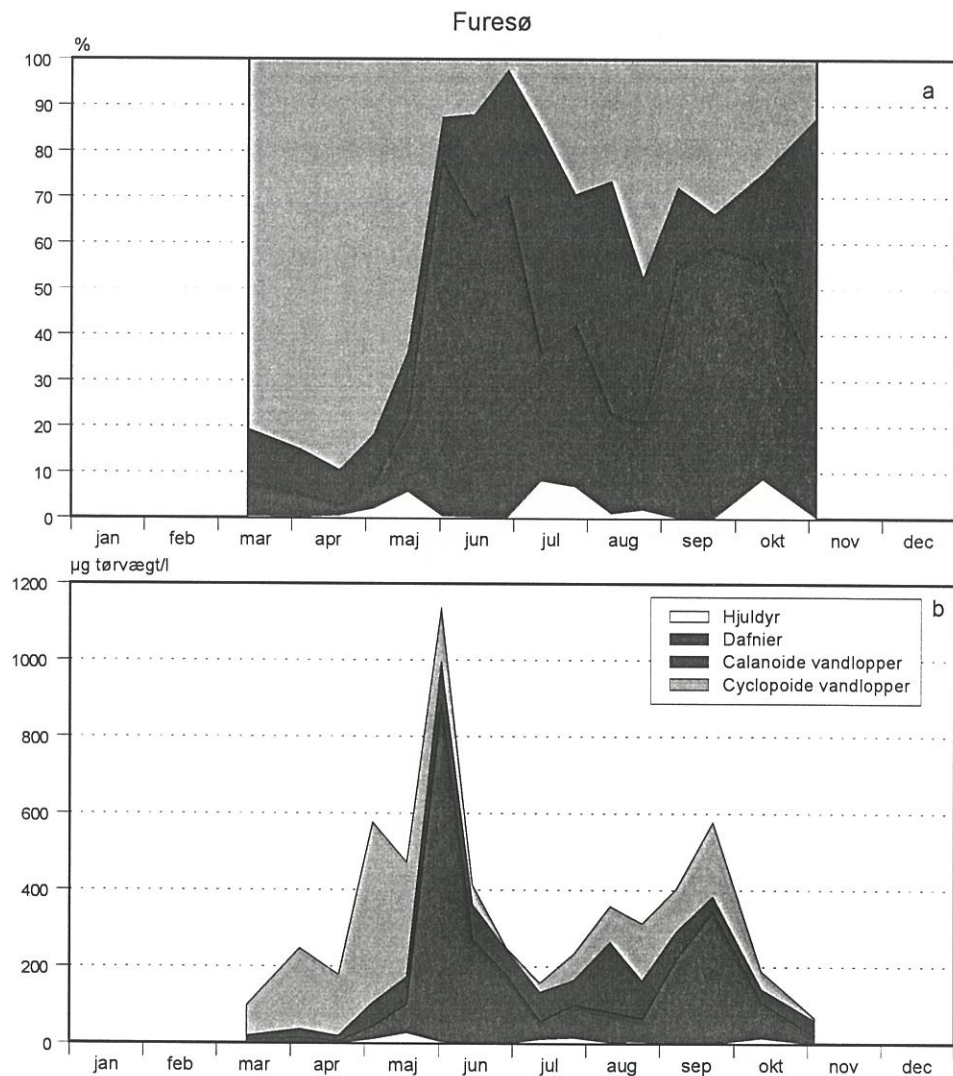
Selvom den interne fosforbelastning formodes at have stor betydning for især furealgerne, står det ikke klart, hvilke faktorer, der betinger de store årtil-år-varationer i planteplanktonets biomasse.

## 4.2. Dyreplankton

Der blev i 1999 registreret i alt 54 arter/identifikationstyper. Dyreplanktonet må på den baggrund karakteriseres som middel-artsrigt. Hjuldyrene var den artsrigeste gruppe, efterfulgt af dafnier, cyclopoide vandlopper og calanoide vandlopper. De fleste af de registrerede arter er kendt fra et bredt spektrum af danske søer.

### Biomasse

Dyreplanktonbiomassens størrelse, sammensætning og variation er vist i figur 4.3. og tabel 4.2.



Figur 4.1. Oversigt over dyreplanktonbiomassens variation og sammensætning i Furesø (hovedbassin) i 1999.



	Hele perioden µg TV/l	01.05-30.09 µg TV/l	Maksimum µg TV/l	Hele perioden %	01.05-0.09 %
Hjuldyr	6,808	7,984	27,419 (maj)	1,9	1,8
Dafnier	148,712	203,431	880,49 (juni)	41,5	46,0
Calanoide vandlopper	64,131	83,892	181,47 (aug)	17,9	19,0
Cyclopoide vandlopper	134,216	140,022	471,34 (maj)	37,5	31,7
Harpacticoide vandlopper	0,038	0,059	0,643 (aug)	>0,1	>0,1
Muslingelarver	4,388	6,563	23,211 (juli)	1,2	1,5
Spindlere	0,026	0,040	0,286 (aug)	<0,1	<0,1
Zooplankton total	358,319	441,991	1135,5 (juni)	100	100

Tabel 4.2. Artsantallet og de gennemsnitlige og maksimale zooplanktonbiomasser i µg TV/l af de enkelte hovedgrupper samt de enkelte grupperes procentvise andel af biomassen i Furresø, 1999.

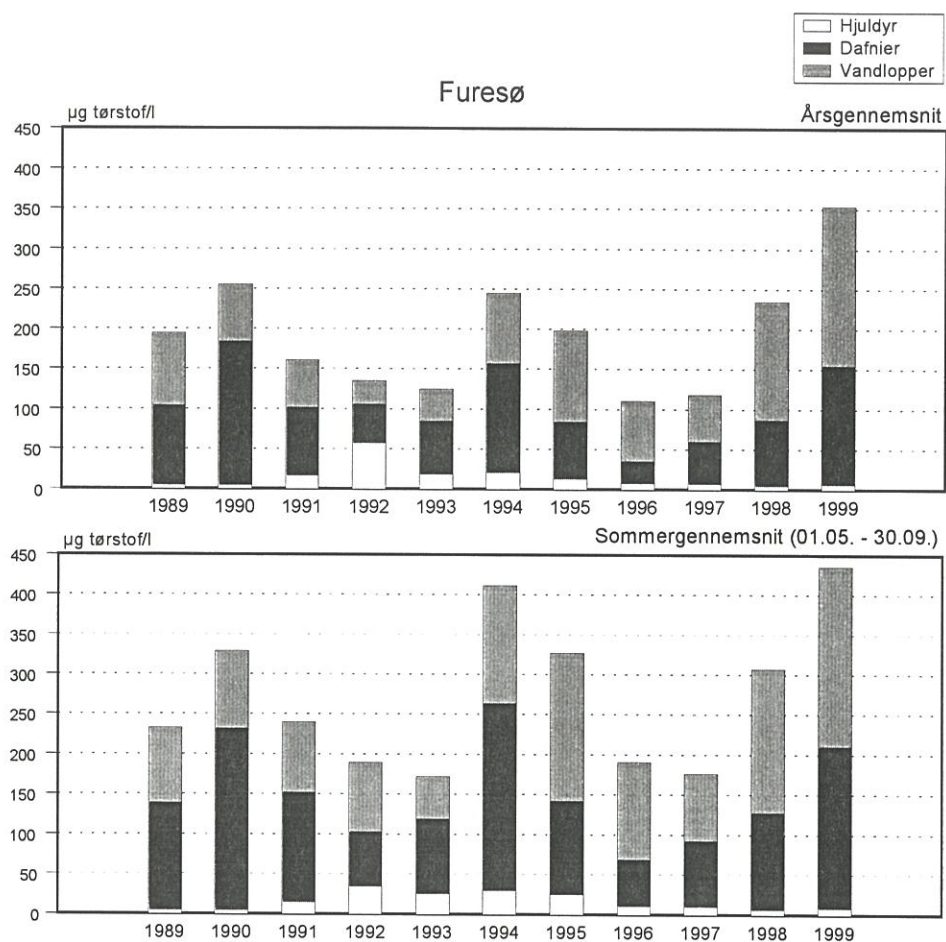
Biomassen toppede i begyndelsen af juni med en værdi på godt 1,1 mg tørvægt/l og dafnier som den dominerende gruppe og cyclopoide og calanoide vandlopper som de to næsthøypigste grupper. Hjuldirene havde kun ringe biomasse-mæssig betydning. Regner man de cyclopoide og de calanoide vandlopper som én gruppe, var vandlopperne dog den dominerende gruppe.

Blandt dafnierne var *Daphnia cucullata* dominerende, men også *Daphnia hyalina* og *Daphnia galeata* udgjorde væsentlige dele af dafnie-biomassen. Blandt de calanoide vandlopper var *Eudiaptomus graciloides* den dominerende art. Både dafnier og calanoide vandlopper er foretrukket føde for de dyreplanktonædende fisk, og er derfor almindeligvis følsomme for fiskenes prædation.

Dyreplanktonets års- og sommerrmiddelbiomasse lå med værdier på 358 µg/l og 441 µg/l lavt i 1999 i sammenligning med en række andre danske søer.

Udviklingen  
1989-1999

Udviklingen i års- og sommerrmiddelbiomassens størrelse og sammensætning i perioden 1989-1999 er vist i figur 4.4.



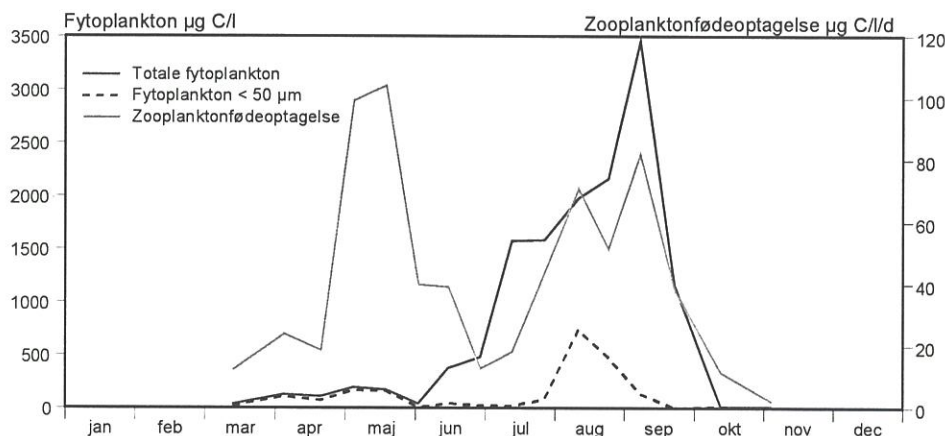
Figur 4.4 Oversigt over variationen og sammensætningen af dyreplanktonets års- og sommermiddelbiomasse i Furesø (hovedbassinet) i perioden 1989-1999.

Det bemærkes først og fremmest, at både års- og sommermiddelbiomasserne i 1999 er de hidtil højeste, der er registreret i perioden 1989-1999. Dernæst bemærkes det, at dafnier gennem alle årene har udgjort en stor del af den samlede biomasse, men at der i årene siden 1994 har været en forholdsvis større andel af vandlopper.

Det er ikke umiddelbart muligt at beskrive årsagerne til ændringerne, men det er oplagt at antage, at det er skiftet fra blågrønalger til furealger, der har afstedkommet ændringer i dyreplanktonet, både kvalitativt og kvantitativt. En statistisk analyse (eksempelvis en MDS-analyse) af plante- og dyreplanktondata vil antagelig kunne kaste lys over sammenhænge mellem planteplanktonets sammensætning og biomasser og de fysiske og kemiske forhold i søen.

### 4.3. Vekselvirkninger mellem plante- og dyreplankton

Kun en lille del af planteplanktonet har en størrelse ( $<50 \mu\text{m}$ ), der gør det egnet som føde for dyreplanktonet, se figur 4.5.



Figur 4.5. Oversigt over variationen af totalbiomassen af planteplankton, biomassen af planteplankton mindre end  $50 \mu\text{m}$  og dyreplanktonets fødeoptagelse i Furesø (hovedbassinet) 1999. Planteplanktonbiomasser  $< 100 \mu\text{g/l}$  anses for begrænsende for calanoide vandlopper, mens biomasser mindre end  $200 \mu\text{g/l}$  anses for begrænsende for dafnier.

Hovedparten af planteplanktonet er større end  $50 \mu\text{m}$  og dermed erfaringsmæssigt utilgængeligt som føde for dyreplanktonet. Nogle cyclopoide vandlopper vil ganske vist kunne græsse på de store furealger, men kun i voksenstadiet, og gruppen af voksne cyclopoide vandlopper var i 1999 ikke stor nok til at påføre de store planteplanktonformer et græsningstryk af betydning.

#### Græsning

Det fremgår af figur 4.5., at dyreplanktonets potentielle fødeoptagelse gennem hele 1999 oversteg mængden af planteplankton  $<50 \mu\text{m}$ . Det vurderes på den baggrund, at mængden af små planteplanktonformer til stadighed har været kontrolleret af dyreplanktonet, men dog ikke mere end at der igennem året har kunnet opbygges betydende biomasser af små former.



## 5. Vegetation

Søens undervandsvegetation er i 1999 beskrevet på grundlag af en områdeundersøgelse, der i lighed med de forudgående år 1993-1998 er gennemført efter forskrifterne i (Moeslund et al., 1996).

Artssammensætning Vegetationens artssammensætning var i 1999 som vist i tabel 5.1.

Dansk navn	Latinsk navn
Kredsbladet vandranunkel	<i>Batrachium circinatum</i>
Tornfrøet hornblad	<i>Ceratophyllum demersum</i>
Tornløs hornblad	<i>Ceratophyllum submersum</i>
Skør kransnål	<i>Chara globularis</i>
Art af kransnål	<i>Chara</i> sp.
Grønne trådalger (intet.)	<i>Chlorophyceae</i> indet.
Almindelig vandpest	<i>Elodea canadensis</i>
Almindelig kildemos	<i>Fontinalis antipyretica</i>
Liden siv	<i>Juncus bulbosus</i>
Aks-tusindblad	<i>Myriophyllum spicatum</i>
Liden vandaks	<i>Potamogeton berchtoldii</i>
Kruset vandaks	<i>Potamogeton crispus</i>
Brodbladet vandaks	<i>Potamogeton friesii</i>
Glinsende vandaks	<i>Potamogeton lucens</i>
Svømmende vandaks	<i>Potamogeton natans</i>
Butbladet vandaks	<i>Potamogeton obtusifolius</i>
Børstebadet vandaks	<i>Potamogeton pectinatus</i>
Hjertebadet vandaks	<i>Potamogeton perfoliatus</i>
Spinkel vandaks	<i>Potamogeton pusillus</i>
Krebseklo	<i>Stratiotes aloides</i>
Krybende vandkrans	<i>Zannichellia repens</i>

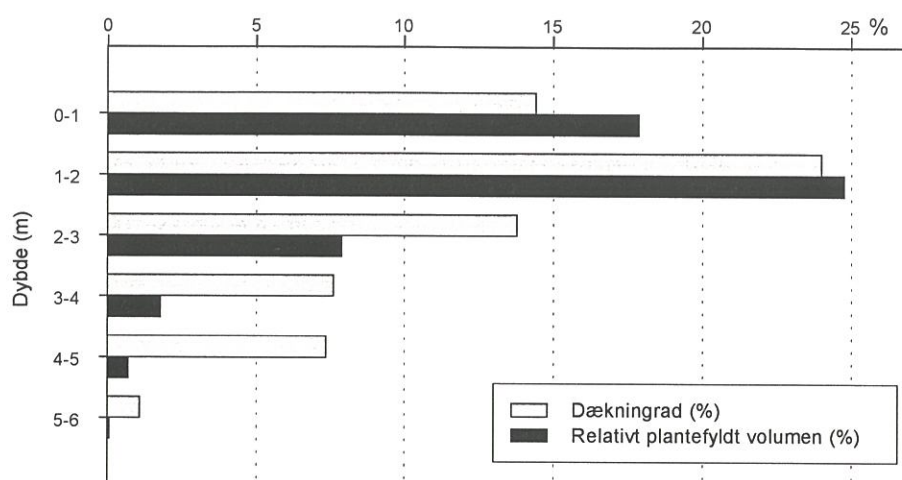
Tabel 5.1. Oversigt over vegetationens artssammensætning i Furesø 1999.

Der var tale om en artsrig vegetation bestående af en række almindelige danske sø-arter samt enkelte mindre almindelige arter så som *brodbladet vandaks*, *glinsende vandaks* og *krebseklo*.

Enkelte arter er registreret som nye i 1999, mens en enkelt af de tidligere registrerede arter, *brudelys* (undervandsform), ikke er registreret i 1999.

Det store antal arter til trods var artssammensætningen i 1999 ikke den samme som ved århundredets begyndelse, og på den baggrund vurderes det, at målsætningens krav til vegetationens artssammensætning ikke er opfyldt. Det er især arter af kransnålalger, der mangler, men det skal nævnes, at vegetationens artssammensætning er inde i en positiv udvikling, og artsantallet i 1999 var det hidtil højeste, der er registreret siden den systematiske overvågning af vegetationen begyndte i 1993.

- Dybdegrænse** Den ydre grænse for rodfæstet vegetation er registreret i dybdeintervallet 5-6 meter i den nord vestlige del af søen. Her voksede der *børsteblandet vandaks* og *skør kransnål* sammen med ikke rodfæstede trådalger.
- I de fleste dele af søen voksede den rodfæstede vegetation imidlertid til væsentlig mindre dybde, mens grønne trådalger i flere dele af søen voksede ud til 5-6 meter.
- Der er ikke foretaget nøjagtige målinger af vegetationens dybdegrænse, men hvis man fastlægger dybdegrænsen som midtpunktet i det yderste interval, hvor rodfæstet vegetation er registreret, kan den gennemsnitlige dybdegrænse beregnes til 3,6 meter i hovedbassinet og 2,2 meter i Store Kalv. Største dybde med rodfæstet vegetation kan tilsvarende angives til 5,5 meter i hovedbassinet og 2,5 meter i Store Kalv.
- Plantedækket areal** Det samlede plantedækkede areal for 1999 er opgjort til 444.707 m<sup>2</sup>, svarende til en gennemsnitlig dækningsgrad i søen på 4,7% (uden fraregning af rørsumpens areal). Beregning eksklusive rørsumpen ændrer ikke ved størrelsen af dækningsgraden. Dækningsgraden i de enkelte dybdeintervaller er vist i figur 5.1. For søen som helhed er der tale om en ringe dækningsgrad, men ser man alene på det brednære vegetationsbælte (0-6 meter), var den gennemsnitlige dækningsgrad her 11,8% (uden fraregning af rørsumpen). Beregnet eksklusive rørsumpen var den gennemsnitlige dækningsgrad i det brednære bælte 12,4%.
- Den forholdsvis ringe dybdeudbredelse i Store Kalv er grunden til, at dette lavvandede søafsnit har en gennemsnitlig dækningsgrad på kun 8,5%. Med en sommermiddelsigt dybde på 4 meter (målsætningens kravværdi) vil dette søafsnit i lysmæssig henseende kunne huse vegetation overalt, men i dag er dybdegrænsen ringe og en betydelig del af det brednære areal er tilmed "optaget" af rørsumpen.
- Plantefyldt volumen** Det samlede plantefyldte volumen for 1999 er opgjort til 519.142 m<sup>3</sup>, svarende til et gennemsnitligt relativt plantefyldt volumen på 0,4%. Det relative plantefyldte volumen i de enkelte dybdeintervaller er vist i figur 5.1. For søen som helhed er der tale om et meget ringe relativt plantefyldt volumen, men ser man alene på det brednære vegetationsbælte (0-6 meter) var det gennemsnitlige relative plantefyldte volumen her 4,9%.



Figur 5.1. Oversigt over dækningsgraden og det relative plantefyldte volumen i de enkelte dybdeintervaller i Furesø 1999.

Udviklingen 1993-99 Det plantedækkede areal var i 1999 væsentligt mindre end i 1998, da størrelsen af det plantedækkede areal kulminerede, se tabel 5.2.

Ar	Plantedækket areal (m <sup>2</sup> )	Middeldækningsgrad (%)	Plantefyldt volumen (m <sup>3</sup> )	Relativt plantefyldt volumen (%)	Maks. dybdegrænse (m)	Sommersigt dybde (m)
1993	364.600	3,88	457.920	0,36	3,5	1,91
1994	171.200	1,82	228.960	0,18	2,5	2,58
1995	242.850	2,58	305.280	0,24	3,0	2,60
1996	549.470	5,84	585.120	0,46	3,5	3,20
1997	560.260	5,96	954.000	0,75	3,5	3,22
1998	983.697	10,45	1.246.560	0,98	4,5	3,83
1999	444.707	4,73	519.142	0,41	5,5	2,70

Tabel 5.2. Oversigt over vegetationens udvikling i Furesø i perioden 1993-1999. Maks. dybdegrænse er angivet for rodfæstet vegetation. Dækningsgrader og relativt plantefyldt volumen er angivet uden fraregning af rørsumpens areal og volumen.

Den positive udvikling af både dækningsgrad og dybdegrænse i årene 1994-1998 har fundet sted sideløbende med, og som resultat af, en stigning i sommerrmiddelsigt dybden.

I 1999 var dækningsgraden markant reduceret i forhold til 1998, mens dybdegrænsen var den hidtil største. Nedgangen i dækningsgraden er sandsynligvis en følge af en nedgang i sommerrmiddelsigt dybden. Årsagen til at dybdegrænsen ikke er blevet reduceret er sandsynligvis, at de meget lave sigt dybdeværdier i 1999 først indtraf sent på sommeren, og dybdegrænsen i 1999 skal sandsynligvis ses som et resultat af den positive udvikling i 1998.

Vegetationens største dybdegrænse på 5,5 meter opfylder målsætningens krav om en dybdegrænse på minimum 4 meter, men eftersom dybdegrænsen de fleste steder er væsentlig mindre, skal vegetationens dybdeudbredelse i relation til kravværdien snarere vurderes ud fra middeldybdegrænsen. Med en middelværdi på ca. 3,6 meter lå dybdegrænsen i hovedbassinet nær kravværdien, mens den med en middelværdi på ca. 2,2 meter lå langt under kravværdien i Store Kalv. Det er på den baggrund i Store Kalv, at der kan forventes de største effekter af en øgning af sommermiddelsigtdybden til målsætningens kravværdi på 4 meter.

De senere års undersøgelser har ganske vist en positiv udvikling i såvel arts-sammensætning som i det plantedækkede areal og dybdegrænsen, men undersøgelserne i 1999 har også vist, at det ikke nødvendigvis er dybdegrænsen, der reagerer mest på en reduktion af sommermiddelsigtdybden. I 1999 slog ændringerne af lysforholdene således primært igennem på vegetationens tæthed, og det viser, at ikke blot dybdegrænsen, men også dækningsgraden i vegetationsbæltet er følsom overfor ændringer i lysforholdene.



## 6. Bundfauna

Der er ikke gennemført systematiske undersøgelser af bundfaunaen i Furesø, men der er i perioden 18.-27. august 1999 gennemført en undersøgelse i hovedbassinet, målrettet mod søens specielle reliktføremønstre af krebsdyr. Resultaterne af undersøgelsen er beskrevet i et særskilt notat: "Bio/consult 1999 – Smådyrsfaunaen i trawlprøver fra Furesøen 1999".

### Reliktkrebs

Furesø husede oprindeligt tre arter af reliktkrebs: *Monoporeia affinis*, *Mysis relicta* og *Pallasea quadrispinosa*.

Af disse er *Monoporeia affinis* ikke registreret i søen siden 1954 og anses i dag for uddød.

De to øvrige arter er begge registreret i stort antal, men tætheden varierer meget fra sted til sted. Ved undersøgelsen forekom begge arter med de største individtætheder lige over springlaget, det vil sige i 8-10 meters dybde, hvor vandet ikke var hverken for varm eller for iltfattigt. Det bemærkes dog, at begge arter også forekom i og under springlaget, men her med langt mindre individtætheder.

### Øvrige bundfauna

For den øvrige bundfaunas vedkommende giver undersøgelsen ikke et dækkende billede af hverken artssammensætning eller individtæthed og biomasse. Bundfaunaundersøgelsens resultater kan derfor ikke anvendes til en vurdering af hverken bundfaunaens tilstand eller betydning som fødegrundlag for de bundlevende fisk.



## 7. Fisk

Undersøgelserne af søens fiskefauna omfatter dels en yngelundersøgelse i juli måned, og dels en fiskeundersøgelse i august-september måned. Begge undersøgelser er gennemført efter vejledningerne for yngel- og fiskeundersøgelser i NOVA 2003 programmet, og resultaterne af de to undersøgelser er beskrevet og vurderet i to selvstændige rapporter: "Fiskeøkologisk Laboratorium 1999 – Fiskeynglen i Furesø juli 1999" og "Bio/consult 1999 – Fiskebestanden i Furesø og Store Kalv 1999. Artssammensætning og bestandsstruktur, udvikling og økologisk betydning".

Dette afsnit indeholder en kortfattet opsummering af de to undersøgelser vigtigste resultater og vurderinger.

### 7.1. Fiskeyngel

Undersøgelse af søernes fiskeyngel blev indføjet som et nyt undersøgelselement i forbindelse med revisionen af Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. Med fiskeyngelundersøgelsen i 1999 foreligger der nu yngeldata fra 2 år.

Artssammensætning Der blev ved undersøgelsen i juli måned 1999 registreret yngel af *skalle*, *brasen*, *aborre*, *sandart* og *smelt* samt yngel af ikke identificerede karpefisk..

Yngeltæthed Den samlede yngeltæthed i hovedbassinet var 0,84 pr. m<sup>3</sup> i bredzonen (littoralzonen) og 0,29 pr. m<sup>3</sup> i de åbne vandmasser (pelagiet). I Store Kalv var de tilsvarende værdier 2,24 pr m<sup>3</sup> i bredzonen og 1,21 pr. m<sup>3</sup> i de åbne vandmasser.

Vægtmæssigt var tætheden i hovedbassinet 0,11 g pr. m<sup>3</sup> henholdsvis 0,03 g pr. m<sup>3</sup> og i Store Kalv 0,32 g m<sup>3</sup> henholdsvis 0,23 g pr. m<sup>3</sup>.

De store forskelle mellem tæthederne i de to del af søen må tilskrives de store morfometriske og næringsstofmæssige forskelle mv. Inden for de to dele af søen er der i hovedbassinet stor forskel på bredzonen og de åbne vandmasser, mens der i Store Kalv er begrænset forskel mellem bredzonen og de åbne vandmasser.

Sammenlignet med andre danske søer var yngeltætheden i hovedbassinet lav, mens den i Store Kalv lå nær medianen.

År-til-år-variation Tætheden af fiskeyngel (antal og vægt) varierer almindeligvis meget fra år til år som følge af variationer i en række faktorer med indflydelse på fiskenes gydning og ynglesucces. Vejret og især vandets temperatur på gydetidspunktet er en faktor af stor betydning, og det er velkendt, at arternes gydning og ynglesucces er stærkt afhængig af bl.a. temperaturen. Som følge

heraf varierer størrelsen af de enkelte årgange ofte meget hos de fleste arter. Variationerne i årgangenes størrelse kan dog også skyldes andre faktorer så som fødemængden for den nyklækkede yngel og prædationen på ynglen fra andre fisk.

I Furesø har de to første yngelundersøgelser vist en tilbagegang i yngelrekrutteringen for *skalle* i Store Kalv og en fremgang i yngelrekrutteringen for *sandart* og *smelt*. For den samlede yngel i Store Kalv har det betydet en antalsmæssig tilbagegang, men en vægtmæssig fremgang fra 1998 til 1999.

I hovedbassinet var billedet det samme, men den vægtmæssige fremgang fra 1998 til 1999 var langt mindre. Det bemærkes i den forbindelse, at ynglens størrelsesmæssige udvikling var relativt dårlig i hovedbassinet, sammenlignet med både Store Kalv og en række andre danske søer. Denne forskel hænger nøje sammen med forskellene i karakteren af de to søafsnit, hvor det store, dybe hovedbassin er et "dårligere" opvækstområde for ynglen end den lavvandede og mere næringsrige Store Kalv.

Fiskeyngel og  
dyreplankton

Fiskeyngel af alle fiskearter lever i den første levetid af dyreplankton, og yngelundersøgelserne gennemføres primært for at afklare interaktionerne mellem fiskeyngel og dyreplankton.

Beregningerne af fiskeynglens konsumtion af dyreplankton var lav i hovedbassinet, 1,6 mg tørvægt pr. m<sup>3</sup> pr. døgn, og høj i Store Kalv, 20,2 mg tørvægt pr. m<sup>3</sup> pr. døgn. I Store Kalv var konsumptionsraten i 1999 ca. dobbelt så stor som i 1998, mens den i hovedbassinet kun var halvt så stor.

Sammenlignet med andre danske søer placerer hovedbassinet sig i gruppe med de konsumptionsmæssigt lavest-liggende søer, mens Store Kalv placerer sig nær medianen.

## 7.2. Fisk

Fiskeundersøgelsen i Furesø er i 1999 gennemført som to undersøgelser, idet hovedbassinet og Store Kalv opfattes som to så morfometrisk forskellige søafsnit, at de ikke i fiskemæssig henseende kan behandles under ét.

Artssammensætning

Fiskeundersøgelsen i 1999 viste, at fiskefaunaens artssammensætning var den samme som ved de tidligere to undersøgelser i 1991 og 1996 med forekomst af følgende arter: *smelt*, *gedde*, *skalle*, *rudskalle*, *suder*, *løje*, *brasen*, *ål*, *knude*, *sandart*, *aborre*, *hork* og *karuds*. Fiskefaunaen i Furesø har en artsrigdom, der er lidt over gennemsnittet for danske søer.

Artsdiversitetsindekset er for 1999 beregnet til 0,55 i hovedbassinet og 0,66 i Store Kalv. Indekset lå i begge dele af søen på samme niveau som ved de to tidligere fiskeundersøgelser. Indeksverdierne viser at fiskebiomassen i søen er forholdsvis bredt fordelt på en række arter, men med en tendens til dominans af nogle få arter, i dette tilfælde *skalle*, *brasen* og *aborre*.

Rovfiskindekset, der giver et udtryk for de rovlevende fisks andel af den samlede fiskebiomasse, er for 1999 beregnet til 0,29 i hovedbassinet og 0,09 i Store Kalv. Rovfiskindekset har udvist større år-til-år-variation end artsdiversitetsindekset, og det tolkes som udtryk for, at der sker betydelige variationer i rovfiskbiomassen i søen.

Skidtfiskindekset, der giver et udtryk for skidtfiskenes andel af den samlede fiskebiomasse, er for 1999 beregnet til 0,76 i hovedbassinet og 0,96 i Store Kalv, og særlig sidstnævnte værdi er, sammen med en lav værdi af rovfiskindekset, udtryk for, at Store Kalv er domineret af skidtfisk. Den lavere værdi i hovedbassinet er, sammen med en højere værdi af rovfiskindekset, udtryk for, at der i hovedbassinet er en mere ligelig fordeling mellem rovfisk og skidtfisk.

#### CPUE og biomasse

Catch Per Unit Effort (fangst per indsats) er fiskeundersøgelsens standardiserede udtryk for biomassen af de enkelte arter og udgør det reproducerbare grundlag for beskrivelser af fiskefaunaens mængdemæssige udvikling fra fiskeundersøgelse til fiskeundersøgelse. CPUE-værdierne udgør også beregningsgrundlaget ved opgørelse af biomassen af de enkelte arter. Tabel 7.1. indeholder en oversigt over de beregnede biomasser af de enkelte arter i årene 1991, 1996 og 1999.

Art	Hovedbassin			Store Kalv		
	1991	1996	1999	1991	1996	1999
Smelt	211 (37)	19 (6)	4 (<1)			
Gedde	2 (<1)	1 (<1)	3 (<1)	1 (1)	2 (2)	7 (4)
Skalle	159 ((28)	61 (18)	120 (28)	35 (44)	19 (17)	51 (30)
Rudskalle			2 (<1)			6 (4)
Suder			6 (1)			1 (<1)
Løje	18 (3)	1 (<1)	18 (4)	2 (3)	1 (<1)	7 (4)
Brasen	70 (12)	73 (22)	66 (15)	27 (34)	56 (50)	30 (18)
Ål	17 (3)	14 (4)	1 (<1)	7 (9)	7 (6)	1 (<1)
Karuds						
Knude			3 (<1)			
Sandart	36 (6)	35 (11)	71 (16)	3 (4)	5 (5)	34 (20)
Aborre	35 (6)	122 (37)	135 (31)	2 (3)	20 (18)	28 (16)
Hork	9 (2)	6 (2)	7 (2)	2 (3)	1 (<1)	3 (2)
Øvrige	6 (1)	1 (<1)				
<b>Total</b>	<b>563 (100)</b>	<b>333 (100)</b>	<b>436 (100)</b>	<b>79 (100)</b>	<b>111 (100)</b>	<b>170 (100)</b>

Tabel 7.1. Oversigt over den beregnede biomasse af de enkelte arter i Furesø 1991, 1996 og 1999. Tallene i parentes angiver de enkelte arters andel af den samlede biomasse.

For 1999 bemærkes der først og fremmest den store lighed mellem de to søbassiner med hensyn til biomassen (i procent af den samlede biomasse) af *skalle* og *brasen* og til dels også *sandart*, samt den store forskel med hensyn til biomassen af *aborre* og *gedde* samt *rudskalle*.

Ser man nærmere på bestandsstrukturen (længdefordelingen) af de enkelte arter i de to søafsnit viser der sig imidlertid en række forskelle. For skalles, brasens og sandarts vedkommende er der således en tydeligt større andel af

små individer i Store Kalv i forhold til det åbne bassin. Det samme forhold gælder for *aborre* og *rudskalle*, mens forholdet er det omvendte for *gedde*.

På den baggrund vurderes det, at Store Kalv i stor udstrækning er opvækstområde for de mindre individer af en stor del af søens fiskefauna, mens hovedbassinet er levested for de større individer. Dette billede understøttes af fiskeyngelundersøgelserne, og forklaringen på denne fordeling skal bl.a. søges i de to søafsnits forskellige morfometri og næringsstofniveauer mv.

Fiskebiomassen i hovedbassinet er i 1999 beregnet til ca. 583 kg/ha, hvoraf ca. halvdelen er fredfisk, mens biomassen i Store Kalv er beregnet til ca. 853 kg/ha, hvoraf ca. to tredjedele er fredfisk..

Udvikling 1991-1999 Ser man på udviklingen af den samlede biomasse i de to søafsnit ses der en markant stigning fra 1991 til 1999 i Store Kalv, mens der i hovedbassinet har været et stort fald fra 1991 til 1996 og en noget mindre stigning fra 1996 til 1999.

Stigningen i Store Kalv skyldes først og fremmest stigninger i biomasserne af *aborre* og *sandart* samt *skalle* og *gedde*. Biomassen af *brasen* er derimod stort set den samme som i 1991, men mindre end i 1996.

Variationerne i hovedbassinet skyldes først og fremmest en stabil stigning i biomassen af *aborre* og til dels også *sandart* samt en meget markant nedgang i biomassen af *smelt*. Derudover har der været betydelig variationer i biomassen af *skalle*.

Stigningen i biomassen af de to rovfisk *aborre* og *sandart* og faldet i biomassen af *smelt* ses som udtryk for cykliske variationer af den type, der kendes fra klassiske rovdyr-byttedyr-systemer. Rovfiskene (*aborre* og *sandart*) opbygger store biomasser på grundlag af byttefiskene (*smelt*), hvorved biomassen af byttefiskene gradvis nedbringes til et meget lavt niveau. Herved opstår der fødemangel blandt rovfiskene, og deres biomasse falder hurtigt. Herefter genopbygges biomassen af byttefiskene gradvis igen, og der skabes grundlag for vækst i rovfiskbiomassen.

Udviklingen fra 1991 til 1999 skal på den baggrund antagelig ses som en del af det cykliske skift fra maksimum af fredfisk til maksimum af rovfisk. På den baggrund kan der i de kommende år forventes en nedgang i biomassen af rovfiskene, dog afhængig af adgangen til andre byttefisk blandt fredfiskene.

De miljømæssige konsekvenser af sådanne store variationer i forholdet mellem rovfisk og skidtfisk mv. kan være vanskelige at vurdere. Dog synes det at være indlysende, at der i forbindelse med sammenbrud i rovfiskbestandene opstår perioder med kraftig vækst i fredfiskbestandene med deraf følgende mulighed for et stort prædationstryk på søens dyreplankton. I mange søer er det ensbetydende med reduceret græsning på planteplanktonet med deraf følgende mulighed for forhøjede planteplanktonbiomasser og

uklart vand, men i Furesø er sammenhængen mindre udtalt, idet store furealger dominerer.





## 8. Samlet vurdering

”Bottom up control” Der synes i hovedbassinet at være en sammenhæng mellem næringsstofgrundlaget og planteplanktonbiomassens størrelse, men i modsætning til lavvandede søer uden lagdeling synes næringsstofgrundlaget for planteplanktonet i hovedbassinet at findes i bundvandet. I dag, hvor de overfladenære vandmasser bliver relativt næringsfattige i sommerperioden, har furealgerne en konkurrencemæssig fordel fremfor andre planteplanktongrupper, idet de kan foretage vertikale vandringer i vandsøjlen mellem det lysrige overfladevand og det næringsrige bundvand. Det er denne evne til at udnytte bundvandets næringsstoffer til vækst i overfladevand, der synes at være grundlaget for furealgeres succes. Planteplanktonets biomasseudvikling er på den måde i vid udstrækning styret nedefra (”bottom up control”) af de tilgængelige næringsstoffer, og set i det lys vurderes især den interne fosforbelastning, måske i forening med sommerens høje koncentrationer af uorganisk kvælstof i bundvandet, at være en faktor af meget stor betydning for planteplanktonets udvikling i Furesø.

”Top down control” Planteplanktonets mængde og udvikling er i almindelighed ikke blot styret nedefra af næringsstoffilgængeligheden, men er også i varierende grad styret ovenfra i form af dyreplanktonets græsning (”top down control”). I Furesø forholder det sig imidlertid sådan, at dyreplanktonet kun i ringe grad er i stand til at påvirke biomasseudviklingen af den dominerende planteplanktongruppe, furealgerne. De er i kraft af deres store størrelse kun udsat for en ringe grad af græsning, og kan derfor udvikle sig relativt upåvirket af dyreplanktonet.

Det betyder, at den organismegruppe (furealgerne), der efter alt at dømme især er bestemmende for vandets klarhed, har adgang til et stort næringsstofgrundlag og samtidig er uden regulerende påvirkning fra dyreplanktonet. På den måde synes der at være en tæt kobling mellem næringsstofmængden og vandets klarhed, mens der ikke er nogen nævneværdig kobling mellem mængden af dyreplankton og vandets klarhed.

Ser man på dyreplanktonets sammensætning og størrelsesfordeling synes der med stor forekomst af både store dafnier og calanoide vandlopper ikke at være en særlig udtalt prædation på dyreplanktonet fra fiskene. Det kan hænge sammen med, at koncentrationen af fiskeyngel i hovedbassinet er ringe i de åbne vandmasser, og at der i bredzonen, hvor koncentrationen af fiskeyngel er større, findes en forholdsvis veludviklet vegetation, der kan afdæmpe fiskenes prædation på dyreplanktonet. Det vurderes på den baggrund, at der ikke er nogen særlig udtalt prædation på dyreplanktonet fra fiskenes side og af planteplanktonet fra dyreplanktonets side. Den samlede ”top down control” vurderes på den baggrund at være af begrænset omfang i hovedbassinet.

På den baggrund vurderes det, at en forbedring af vandets klarhed i hovedbassinet primært skal ske gennem reduktion af planteplanktonets nærings-

stofgrundlag. Nedbringelse af årsmiddelkoncentrationen til eller under målsætningens kravværdi på 0,040 mg/l total-fosfor i overfladevandet vil være et vigtigt skridt i den retning, men overholdelse af denne kravværdi er ingen garanti for, at der ikke i sommerperioden kan ske sigtgybdeforringende opblomstringer af furealger, idet de skønnes at vokse delvis uafhængigt af overfladevandets næringsstofindhold. En begrænsning af den interne fosforbelastning kan derfor være nødvendig for at sikre samtidig opfyldelse af kravene til fosforindholdet og vandets klarhed.

#### Store Kalv

Ovennævnte betragtninger er baseret på data fra hovedbassinet. Selvom Store Kalv ikke mere overvåges særskilt, har de tidligere års overvågning dog vist, at dette søafsnit i henseende til en lang række variabler ligner hovedbassinet, men på ét punkt er der stor forskel mellem de to søafsnit: vandets klarhed. Store Kalv har gennem hele perioden 1989-1999 fremstået som et mere uklart søafsnit end hovedbassinet. Den ringere vanddybde og store vindeksponering gør, at vandmasserne i Store Kalv ikke bliver lagdelt som i hovedbassinet, og det gør, at planteplanktonets sammensætning og udvikling her ikke er styret på samme måde som i hovedbassinet, men alligevel adskiller søafsnittet sig ikke meget fra hovedbassinet i henseende til planteplanktonets sammensætning. Det har ikke på det foreliggende datagrundlag været muligt at foretage en entydig udpegning af årsagerne til, at vandets klarhed i Store Kalv er så meget dårligere end i hovedbassinet. En sammenligning af tidligere data fra de to søafsnit viser dog, at koncentrationen af suspenderet stof generelt har været højere i Store Kalv end i hovedbassinet. Denne forskel kan skyldes både vindeksponeringen og den deraf følgende resuspension af sediment, og *brasen*'s oprodning af bunden i forbindelse med fødesøgning.

#### Målsætning og miljøtilstand

Det samlede sæt af overvågningsresultater i 1999 viser, at søen på afgørende punkter ikke levede op til målsætningens krav. Overfladevandets fosforindhold lå til stadighed langt over kravværdien på 0,040 mg/l total-fosfor, og sommerrmiddelsigtgybden var væsentligt mindre end kravværdien på 4 meter. Heller ikke vegetationens dybdeudbredelse var i overensstemmelse med kravværdien på 4 meter, særlig ikke i Store Kalv. Til gengæld var vegetationens artssammensætning den hidtil bedste, målt på antal arter, men målsætningens krav om en artssammensætning som i begyndelsen af 1900-tallet kan ikke betragtes som opfyldt, idet bl.a. en række kransålgler stadig mangler i søen. Samlet set kan søens målsætning som naturvidenskabeligt interesseområde derfor ikke anses for opfyldt.

På grund af periodisk opblomstring af potentielt giftige blågrønalger var badning i 1999 frarådet i en kort periode, og det vurderes på den baggrund, at heller ikke målsætningen som badevand kunne betragtes som opfyldt. Det bemærkes, at det i forbindelse med tilsynet med søen er observeret, at blågrønalgerne tilsyneladende vokser op med udgangspunkt i Store Kalv, dog uden at det har kunnet findes dokumentation herfor eller given en forklaring herpå.

De seneste års overvågning af søen har vist, at der kan ske forbedringer af miljøtilstanden gennem flere på hinanden følgende år. Isoleret set kan en sådan udvikling ses som begyndelsen på en mere vedvarende tilstandsændring, men overvågningen i 1999 viste, at udviklingen hurtigt kan gå den anden vej. Det er vigtigt at være opmærksom på de positive udviklingstendenser, men det er også vigtigt at være opmærksom på, at periodisk positiv udvikling, ligesom periodisk negativ udvikling, kan være led i cykliske udviklingsmønstre, der strækker sig over lang tid, og som man først kan erkende, når der foreligger lange tidsserier. De styrende faktorer i sådanne cykliske udviklingsforløb kan erfaringsmæssigt være vanskelige at identificere, men anvendelse af multivariat-analyseer kan være måde til at afdække vigtige sammenhænge i store og komplekse datasæt.



## 9. Referencer

- Bio/consult 1999a. Fiskebestanden i Furesø og Store Kalv 1999. Artssammensætning og bestandsstruktur, udvikling og økologisk betydning.
- Bio/consult 1999b. Smådyrsfaunaen i trawlprøver fra Furesøen 1999.
- Bio/consult 1999c. Undervandsvegetationen i Furesø. Data og beregninger 1999.
- Bio/consult 2000. Fyto- og zooplankton i Furesøen 1999.
- DMU 2000. Søskema 1A.
- Fiskeøkologisk laboratorium 1999. Fiskeynglen i Furesø. Juli 1999.
- Københavns Amt 1999. Overvågning af søer, 1998.
- Moeslund, B., P. H. Møller, J. Windolf & P. Schriver 1996. Vegetationsundersøgelser i søer. Metoder til anvendelse i søer i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. 2. udg. Danmarks Miljøundersøgelser. 44. s – Teknisk anvisning fra DMU nr. 12.
- Rambøll 2000. Københavns Amt. Afstrømningsmålinger.



## Bilag

Bilag 1. Oplandskort for Furesø

Bilag 2. Beregningsforudsætninger

Bilag 3. Vandbalance for Furesø 1999

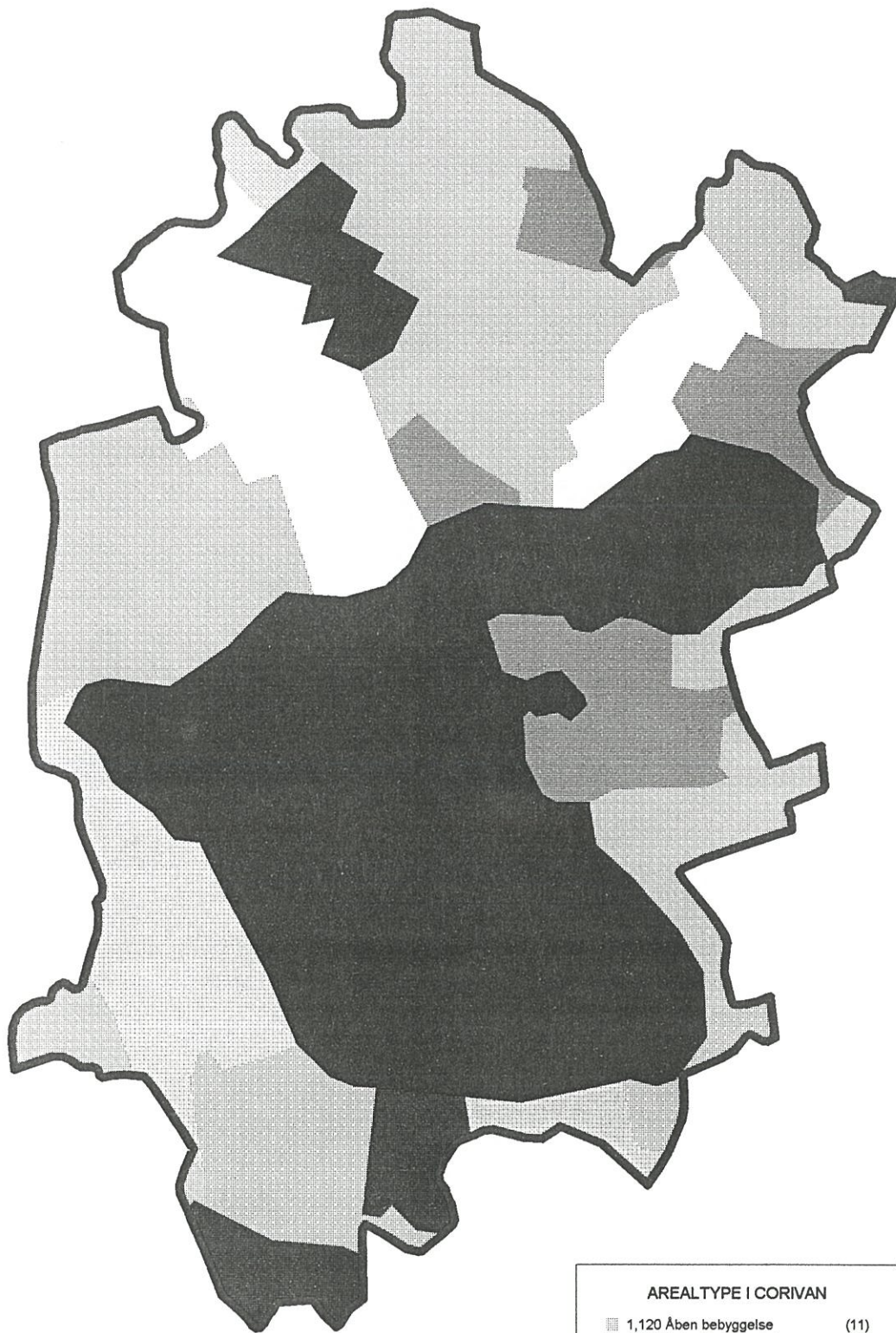
Bilag 4. Kvælstof- og fosforbalance for Furesø 1999

Bilag 5. Sommer-, vinter- og årsmiddelværdier for fysiske og kemiske variable i Furesø (hovedbassinet) 1989-1999

Bilag 6. Biologiske undersøgelser







**AREALTYPE I CORIVAN**

■	1,120 Åben bebyggelse	(11)
■	1,210 Industri og handel	(1)
■	1,410 Byparker	(7)
■	1,420 Sport og fritid	(1)
■	2110 Dyrket ikke kunstvandet	(1)
■	2,430 Blandet land landbrug/natur	(5)
■	3,110 Løvskov	(5)
■	3,130 Blandet skov	(4)
■	3,240 Blandet skov/krat	(3)
■	5,120 Søer	(3)

**Bilag 1. Oplandskort for Furesø**

## Bilag 2. Beregningsforudsætninger

1. Tilførsel af vand, kvælstof og fosfor fra de umålte oplande beregnes ved arealkorrektion med de beregnede arealbidrag for Lille Vejle Å (landbrugsopland) og Dumpedalsrenden (naturopland). Vandområder (sø) regnes som natur. I lighed med tidligere år regnes der ikke med arealbidrag fra bebyggede arealer.

	Vand 1000 m <sup>3</sup> /ha/år	Kvælstof kg/ha/år	Fosfor kg/ha/år
Naturopland 1999	1,6055	1,509783	0,10087
Landbrugsopland 1999	1,567789	16,422	-0,027*

\* negativt bidrag regnes som 0

Bidraget fra de umålte oplande er fordelt på årets måneder efter nedbørens fordeling over året.

2. Atmosfærisk deposition er i lighed med og af hensyn til sammenligneligheden med tidligere år beregnet under anvendelse af følgende værdier: 20 kg kvælstof/ha/år og 0,55 kg fosfor/ha/år.

Miljøstyrelsens seneste værdier er 10 kg kvælstof/ha/år og 0,08 kg fosfor/ha/år. Næringsstofbalancerne er til sammenligning også beregnet med anvendelse af disse værdier.

3. Vand- og stofmængder fra separatkloakrede og fælleskloakerede områder er beregnet af Københavns Amt. Bidragene er fordelt på årets måneder efter nedbørens fordeling over året.
4. Vand- og stofmængder fra Stavnsholt renseanlæg er beregnet af Frederiksborg Amt på grundlag af løbende målinger. De samlede bidrag er fordelt på årets måneder efter nedbørens fordeling over året.
5. Bidragene fra spredt bebyggelse, i alt 14 enheder, er beregnet som 2,7 personækvivalenter pr. enhed med 50% reduktion, hvor

1 personækvivalent = 4,4 kg kvælstof/år og 1,0 kg fosfor/år



## Bilag 3. Vandbalance for Furesø 1999

Tilførsel									
1000 m <sup>3</sup>									
Måned	Fiskebæk	Dumpe- dalsrenden	Vejlesø Kanal	Stavnsholt renseanlæg	Separat- kloakeret	Fælles- kloakeret	Umålt opland	Nedbør	I alt
Jan.	635	166	155	127	13	15	161	775	2.048
Feb.	566	110	97	77	8	9	98	469	1.435
Mar.	789	243	204	132	14	16	168	808	2.374
Apr.	564	114	101	79	8	9	100	480	1.455
Maj	420	48	72	102	11	12	130	622	1.418
Jun.	312	44	104	183	19	22	232	1.113	2.028
Jul.	207	7	21	41	4	5	52	251	590
Aug.	269	22	121	249	26	30	316	1.517	2.549
Sep.	228	6	29	61	6	7	77	371	785
Okt.	268	34	72	120	13	14	152	731	1.404
Nov.	245	17	23	30	3	4	39	186	547
Dec.	361	109	155	208	22	25	264	1.266	2.409
I alt	4.864	921	1.154	1.408	149	167	1.789	8.591	19.043

Måned	Fraførsel			Difference		Magasinændring		Forskel	
	Fordampn. 1000 m <sup>3</sup>	Afløb 1000 m <sup>3</sup>	Tab i alt 1000 m <sup>3</sup>	1000 m <sup>3</sup>	%	cm	1000 m <sup>3</sup>	1000 m <sup>3</sup>	
Jan.	56	2.231	2.287	-239	-12	-3	-282	44	
Feb.	147	1.583	1.730	-295	-21	0	0	-295	
Mar.	282	2.356	2.638	-264	-11	1	94	-358	
Apr.	700	1.466	2.166	-711	-49	1	94	-805	
Maj	1.050	1.066	2.116	-698	-49	-4	-376	-322	
Jun.	1.220	1.299	2.519	-490	-24	-1	-94	-396	
Jul.	1.389	583	1.972	-1.382	-234	-5	-470	-912	
Aug.	1.061	516	1.577	972	38	0	0	972	
Sep.	734	511	1.245	-459	-58	1	94	-553	
Okt.	294	592	886	518	37	-3	-282	801	
Nov.	102	602	704	-157	-29	0	0	-157	
Dec.	56	670	727	1.683	70	13	1.223	460	
I alt	7.091	13.475	20.566	-1.523	-8	0	0	-1.523	



### Bilag 4A. Fosfor- og kvælstofbalancer for Furesø 1999

Beregnet med atmosfæriske bidrag på 20 kg kvælstof/ha/år og 0,55 kg fosfor/ha/år

FOSFOR		Fiske- bæk	Dumpe- dalsrend.	Vejjesø kanal	Stavns- holt r.	Separat kloak.	Fælles kloak.	Umålt opland	Atmosf. bidrag	I alt	Afløb	Retention (%)
Jan.		82	25	19	21	6	45	6	47	253	233	20
Feb.		64	26	8	13	4	27	4	28	174	147	27
Mar.		66	68	17	22	7	47	7	49	283	219	63
Apr.		25	15	6	13	4	28	4	29	123	127	-4
Maj		15	9	6	17	5	36	5	37	131	85	46
Jun.		18	10	6	31	9	65	9	67	215	86	129
Jul.		10	1	1	7	2	15	2	15	53	46	7
Aug.		20	3	12	42	12	88	13	91	280	53	227
Sep.		20	1	4	10	3	22	3	22	85	42	43
Okt.		49	3	15	20	6	43	6	44	185	74	112
Nov.		44	1	3	5	2	11	2	11	78	93	-15
Dec.		55	9	13	35	10	74	10	76	283	107	176
<b>I alt</b>		<b>467</b>	<b>170</b>	<b>111</b>	<b>237</b>	<b>70</b>	<b>500</b>	<b>71</b>	<b>518</b>	<b>2.143</b>	<b>1.313</b>	<b>830</b>
KVÆLSTOF		Fiske- bæk	Dumpe- dalsr.	Vejjesø Kanal	Stavns- holt r.	Separat- kloak.	Fælles- kloak.	Umålt opland	Atmosf. bidrag	I alt	Afløb	Retention (%)
Jan.		688	235	224	769	26	287	721	1.698	4.648	1.614	3.034
Feb.		588	157	78	466	16	174	437	1.028	2.943	979	1.964
Mar.		798	353	240	802	27	299	751	1.770	5.040	1.582	3.458
Apr.		399	142	150	477	16	178	447	1.052	2.861	790	2.070
Maj		288	77	109	618	21	230	579	1.363	3.285	595	2.690
Jun.		220	66	96	1.105	38	412	1.036	2.439	5.413	761	4.652
Jul.		97	13	35	249	8	93	234	550	1.279	530	749
Aug.		159	29	231	1.506	51	562	1.411	3.324	7.274	636	6.638
Sep.		142	6	51	368	13	137	345	813	1.876	377	1.499
Okt.		215	29	148	726	25	271	680	1.602	3.696	490	3.206
Nov.		238	14	46	184	6	69	173	407	1.137	523	614
Dec.		384	176	326	1.257	43	469	1.178	2.774	6.605	616	5.989
<b>I alt</b>		<b>4.218</b>	<b>1.297</b>	<b>1.733</b>	<b>8.528</b>	<b>290</b>	<b>3.180</b>	<b>7.990</b>	<b>18.820</b>	<b>46.057</b>	<b>9.494</b>	<b>36.563</b>

Alle værdier er angivet i kg

### Bilag 4B. Fosfor- og kvælstofbalancer for Furesø 1999

Beregnet med atmosfæriske bidrag på 10 kg kvælstof/ha/år og 0,08 kg fosfor/ha/år

FOSFOR	Fiske- bæk	Dumpe- dalsr.	Vejlesø kanal	Stavns- holt r.	Separat- kloak.	Fælles- kloak.	Umålt opland	Atmosf. bidrag	I alt	Afløb	Retention (%)
Jan.	82	25	19	21	6	45	6	7	213	233	-20
Feb.	64	26	8	13	4	27	4	4	150	147	3
Mar.	66	68	17	22	7	47	7	7	241	219	22
Apr.	25	15	6	13	4	28	4	4	99	127	-29
Maj	15	9	6	17	5	36	5	5	99	85	14
Jun.	18	10	6	31	9	65	9	10	157	86	72
Jul.	10	1	1	7	2	15	2	2	40	46	-6
Aug.	20	3	12	42	12	88	13	13	202	53	149
Sep.	20	1	4	10	3	22	3	3	66	42	23
Okt.	49	3	15	20	6	43	6	6	148	74	74
Nov.	44	1	3	5	2	11	2	2	69	93	-25
Dec.	55	9	13	35	10	74	10	11	218	107	111
<b>I alt</b>	<b>467</b>	<b>170</b>	<b>111</b>	<b>237</b>	<b>70</b>	<b>500</b>	<b>71</b>	<b>75</b>	<b>1.701</b>	<b>1.313</b>	<b>388</b>

KVÆLSTOF	Fiske- bæk	Dumpe- dalsr.	Vejlesø Kanal	Stavns- holt r.	Separat- kloak.	Fælles- kloak.	Umålt opland	Atmosf. bidrag	I alt	Afløb	Retention (%)
Jan.	688	235	224	769	26	287	721	849	3.799	1.614	2.185
Feb.	588	157	78	466	16	174	437	514	2.429	979	1.450
Mar.	798	353	240	802	27	299	751	885	4.156	1.582	2.573
Apr.	399	142	150	477	16	178	447	526	2.334	790	1.544
Maj	288	77	109	618	21	230	579	682	2.603	595	2.008
Jun.	220	66	96	1.105	38	412	1.036	1.220	4.193	761	3.432
Jul.	97	13	35	249	8	93	234	275	1.004	530	474
Aug.	159	29	231	1.506	51	562	1.411	1.662	5.612	636	4.976
Sep.	142	6	51	368	13	137	345	407	1.469	377	1.093
Okt.	215	29	148	726	25	271	680	801	2.895	490	2.405
Nov.	238	14	46	184	6	69	173	203	933	523	410
Dec.	384	176	326	1.257	43	469	1.178	1.387	5.218	616	4.602
<b>I alt</b>	<b>4.218</b>	<b>1.297</b>	<b>1.733</b>	<b>8.528</b>	<b>290</b>	<b>3.180</b>	<b>7.990</b>	<b>9.410</b>	<b>36.647</b>	<b>9.494</b>	<b>27.153</b>

Alle værdier er angivet i kg



**Bilag 4C. Gennemsnitlige ind- og udløbskoncentrationer af fosfor og kvælstof. Furesø 1999**

Måned	P-ind	P-ud	N-ind	N-ud
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Jan.	0,162	0,104	2,317	0,724
Feb.	0,151	0,093	1,984	0,618
Mar.	0,149	0,093	2,088	0,672
Apr.	0,097	0,087	1,855	0,539
Maj	0,118	0,080	2,416	0,558
Jun.	0,161	0,066	3,250	0,586
Jul.	0,112	0,078	2,153	0,909
Aug.	0,183	0,104	3,829	1,233
Sep.	0,151	0,083	2,565	0,737
Okt.	0,210	0,124	3,113	0,828
Nov.	0,185	0,155	2,019	0,869
Dec.	0,181	0,160	3,351	0,920
<b>År</b>	<b>0,156</b>	<b>0,097</b>	<b>2,606</b>	<b>0,705</b>
<b>Sommer</b>	<b>0,145</b>	<b>0,082</b>	<b>2,843</b>	<b>0,805</b>
<b>Vinter</b>	<b>0,161</b>	<b>0,113</b>	<b>2,435</b>	<b>0,733</b>

År = årgennemsnit.

Sommer = sommergennemsnit (1/5-30/9).

Vinter = vintergennemsnit (1/12-31/3)

Indløbskoncentrationer: alle næringsstoftilførsler excl. atmosfærisk bidrag divideret med alle vandtilførsler excl. nedbør

Udløbskoncentrationer: Målte næringsstoftransporter i afløb divideret med målte vandtransporter i afløb



**Bilag 5. Sommer-, vinter- og årsmiddelværdier for fysiske og kemiske variabler i Furesø (hovedbassinet, st. 1644) 1989-1999**

Sommer (1/5-30/9)			1989	1990	1991	1992	1993	1994
Sigtdybde	(m)	gns.	2,25	2,22	2,36	1,73	1,91	2,58
		max	4,7	5,1	6,3	2,7	3,7	5,5
		min	1	0,75	0,8	1	1,1	0,4
Total-P	(mg P/l)	gns.	0,09	0,13	0,24	0,22	0,26	0,24
		max	0,12	0,18	0,26	0,26	0,34	0,3
		min	0,07	0,1	0,19	0,2	0,21	0,19
PO4-P	(mg P/l)	gns.	0,03	0,08	0,17	0,15	0,17	0,19
		max	0,07	0,14	0,21	0,2	0,31	0,27
		min	0,01	0,04	0,1	0,12	0,05	0,11
Part.P (total-P-PO4-P) (mg/l)		gns.	0,06	0,05	0,07	0,07	0,09	0,05
		max	0,09	0,09	0,11	0,13	0,23	0,09
		min	0,04	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02
Total-N	(mg N/l)	gns.	0,92	0,86	0,92	0,83	0,73	1,03
		max	1,1	1,2	1,2	1,1	0,94	1,8
		min	0,81	0,64	0,71	0,65	0,59	0,63
NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> -N	(mg N/l)	gns.	0,08	0,09	0,1	0,04	0,055	0,109
		max	0,31	0,32	0,24	0,24	0,36	0,33
		min	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
NH <sub>3</sub> +NH <sub>4</sub> -N	(mg N/l)	gns.	0,06	0,03	0,03	0,02	0,032	0,17
		max	0,18	0,12	0,13	0,05	0,13	0,56
		min	0,005	0,005	0,005	0,005	0,006	0,013
Opl.uorg.-N	(mg N/l)	gns.	0,14	0,12	0,13	0,06	0,087	0,279
		max	0,34	0,44	0,35	0,29	0,422	0,82
		min	0,03	0,01	0,01	0,01	0,014	0,027
Part.N (total-N-Opl.uorg-N)(mg N/l)		gns.	0,78	0,74	0,79	0,77	0,64	0,75
		max	0,95	1,08	1,19	0,97	0,9	1,76
		min	0,49	0,37	0,48	0,51	0,17	0,45
Part.-N:Part.-P		gns.	13	14,8	11,3	11	7,1	15
		max	16,2	49,5	19,3	23,3	23,5	28
		min	8,9	10,8	8,8	6,8	0,7	9,4
Klorofyl-A	(µg/l)	gns.	33	26	51	45	38	75
		max	66	54	101	117	71	320
		min	1	4	2	10	5	2
<u>Øvrige variabler</u>								
pH		gns.	8,9	9,5	8,87	8,96	8,83	8,69
Alkalinitet	(mmol/l)	gns.	2,07	1,89	2	2,22	2,63	2,09
Suspenderet stof	(mg TS/l)	gns.	6,9	9	8,1	13,1	11,51	10,42
Silikat	(mg Si/l)	gns.	0,14	0,41	0,58	0,23	0,15	0,44
Glødetab af TS	(mg/l)	gns.	-	7,2	6,53	10,3	9,73	9,17
Jern	(mg/l)	gns.	-	-	-	0,03	0,03	0,03
COD, filtr.	(mg/l)	gns.	6,5	6,9	8,1	8	9,91	7,9

Sommer (1/5-30/9)			1995	1996	1997	1998	1999	2000
Sigtdybde	(m)	gns.	2,51	3,2	3,22	3,83	2,7	
		max	4,5	5,05	5,5	7,5	6,5	
		min	1,3	2,1	0,9	1,78	0,6	
Total-P	(mg P/l)	gns.	0,14	0,091	0,09	0,059	0,081	
		max	0,25	0,137	0,193	0,084	0,13	
		min	0,085	0,064	0,05	0,043	0,052	
PO4-P	(mg P/l)	gns.	0,07	0,051	0,034	0,024	0,028	
		max	0,12	0,067	0,092	0,065	0,068	
		min	0,017	0,023	0,008	0,005	0,002	
Part.P (total-P-PO4-P) (mg/l)		gns.	0,07	0,04	0,056	0,035	0,053	
		max	0,174	0,078	0,101	0,038	0,062	
		min	0,03	0,007	0,042	0,019	0,05	
Total-N	(mg N/l)	gns.	0,77	0,71	0,79	0,647	0,872	
		max	1,2	0,891	1,45	0,82	1,4	
		min	0,62	0,448	0,488	0,53	0,52	
NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> -N	(mg N/l)	gns.	0,08	0,056	0,04	0,039	0,029	
		max	0,29	0,295	0,193	0,11	0,129	
		min	0,005	0,005	0,005	0,016	0,003	
NH <sub>3</sub> +NH <sub>4</sub> -N	(mg N/l)	gns.	0,06	0,015	0,02	0,043	0,035	
		max	0,13	0,032	0,059	0,175	0,22	
		min	0,007	0,005	0,004	0,005	0,005	
Opl.uorg.-N	(mg N/l)	gns.	0,14	0,071	0,06	0,082	0,064	
		max	0,309	0,311	0,252	0,285	0,349	
		min	0,012	0,01	0,009	0,021	0,008	
Part.N (total-N-Opl.uorg-N)(mg N/l)		gns.	0,64	0,64	0,73	0,565	0,808	
		max	1,18	0,88	1,198	0,535	1,051	
		min	0,39	0,44	0,479	0,509	0,512	
Part.-N:Part.-P		gns.	11	26,4	13	16,1	15,2	
		max	17,7	86,1	11,9	26,8	17	
		min	5,8	5,8	11,4	14,1	10,2	
Klorofyl-A	(µg/l)	gns.	44	12	64	20	49	
		max	251	29	320	43	120	
		min	0,5	0,5	2,1	5	5	
Øvrige variabler								
pH		gns.	8,73	8,64	8,53	8,5	8,6	
Alkalinitet	(mmol/l)	gns.	2,02	2,19	1,9	2	1,92	
Suspenderet stof	(mg TS/l)	gns.	7,9	4,73	6,41	2,4	5,75	
Silikat	(mg Si/l)	gns.	0,32	0,22	0,56	0,29	0,27	
Glødetab af TS	(mg/l)	gns.	6,88	4,28	4,77	2,4	4,79	
Jern	(mg/l)	gns.	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	
COD, filtr.	(mg/l)	gns.	7,52	4,28	7,65	-	-	

Vinter (1/12-31/3)			1989	1990	1991	1992	1993	1994
Total-P	(mg P/l)	gns.	0,15	0,18	0,26	0,33	0,34	0,34
PO <sub>4</sub> -P	(mg P/l)	gns.	0,13	0,15	0,24	0,3	0,28	0,31
Total-N	(mg N/l)	gns.	1,2	1,16	0,94	1,05	1,15	1,05
NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> -N	(mg N/l)	gns.	0,63	0,61	0,44	0,56	0,48	0,53
NH <sub>3</sub> +NH <sub>4</sub> -N	(mg N/l)	gns.	0,03	0,04	0,01	0,05	0,01	0,02
pH		gns.	8	8	8,1	7,7	7,91	7,75
Alkalinitet	mmol/l)	gns.	2,56	2,31	2,29	2,15	2,29	2,38
Silikat	(mg Si/l)	gns.	0,85	0,8	1,07	1,25	1,04	1,21
Suspenderet stof	(mg TS/l)	gns.	2,5	2,5	3,6	2,5	14,9	2,5
Glødetab af TS	(mg/l)	gns.	-	-	2,5	2,5	6,95	2,5
COD, filtr.	(mg O <sub>2</sub> /l)	gns.	1,8	1,8	2	1	8,63	1,64
Jern	(mg/l)	gns.	-	-	-	0,04	0,19	0,04
Klorofyl-A	(µg/l)	gns.	1	2	9	5	20	2
Sigt dybde	(m)	gns.	5,53	5,3	4,25	6,14	5,65	4,78
År (1/1-31/12)			1989	1990	1991	1992	1993	1994
Total-P	(mg P/l)	gns.	0,12	0,16	0,27	0,27	0,3	0,27
PO <sub>4</sub> -P	(mg P/l)	gns.	0,08	0,12	0,22	0,22	0,24	0,24
Total-N	(mg N/l)	gns.	0,97	0,97	0,93	0,88	0,84	1,05
NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> -N	(mg N/l)	gns.	0,3	0,28	0,25	0,23	0,24	0,3
NH <sub>3</sub> +NH <sub>4</sub> -N	(mg N/l)	gns.	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,14
pH		gns.	8,5	8,8	8,34	8,47	8,43	8,32
Alkalinitet	mmol/l)	gns.	2,16	2,04	2,04	2,22	2,46	2,19
Silikat	(mg Si/l)	gns.	0,35	0,58	0,59	0,63	0,48	0,58
Suspenderet stof	(mg TS/l)	gns.	5,4	6	7,49	7,8	10,11	7,08
Glødetab af TS	(mg/l)	gns.	-	5,1	5,65	6,1	7,56	6,18
COD, filtr.	(mg O <sub>2</sub> /l)	gns.	4,5	4,6	4,91	4,68	7,82	4,92
Jern	(mg/l)	gns.	-	-	-	0,03	0,06	0,05
Klorofyl-A	(µg/l)	gns.	19	15	29	27	25	37
Sigt dybde	(m)	gns.	3,6	3,4	3,25	3,3	2,59	3,27

<b>Vinter (1/12-31/3)</b>				1995	1996	1997	1998	1999	2000
Total-P	(mg P/l)	gns.	0,25	0,16	Ingen data	0,12	0,12		
PO <sub>4</sub> -P	(mg P/l)	gns.	0,16	0,13	Ingen data	0,1	0,09		
Total-N	(mg N/l)	gns.	1,31	0,96	Ingen data	0,86	0,75		
NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> -N	(mg N/l)	gns.	0,81	0,46	Ingen data	0,37	0,3		
NH <sub>3</sub> +NH <sub>4</sub> -N	(mg N/l)	gns.	0,03	0,02	Ingen data	0,02	0,01		
pH		gns.	7,37	8,02	Ingen data	8	8,11		
Alkalinitet	mmol/l)	gns.	2,17	2,3	Ingen data	2	2,01		
Silikat	(mg Si/l)	gns.	1,27	1,2	Ingen data	1,13	0,58		
Suspenderet stof	(mg TS/l)	gns.	2,5	2,68	Ingen data	3,9	3,17		
Glødetab af TS	(mg/l)	gns.	2,5	2,68	Ingen data	3,9	1,96		
COD, filtr.	(mg O <sub>2</sub> /l)	gns.	1,44	3,79	Ingen data	-	-		
Jern	(mg/l)	gns.	0,06	0,09	Ingen data	0,03	0,05		
Klorofyl-A	(µg/l)	gns.	3,87	-	Ingen data	9,00	15,00		
Sigtdybde	(m)	gns.	4,67	-	Ingen data	6,1	4,58		
<b>År (1/1-31/12)</b>				1995	1996	1997	1998	1999	2000
Total-P	(mg P/l)	gns.	0,17	0,12	0,11	0,09	0,1		
PO <sub>4</sub> -P	(mg P/l)	gns.	0,12	0,09	0,06	0,06	0,07		
Total-N	(mg N/l)	gns.	0,89	0,84	0,79	0,74	0,84		
NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> -N	(mg N/l)	gns.	0,33	0,18	0,13	0,19	0,17		
NH <sub>3</sub> +NH <sub>4</sub> -N	(mg N/l)	gns.	0,04	0,02	0,03	0,03	0,03		
pH		gns.	8,2	8,33	8,32	8,2	8,26		
Alkalinitet	mmol/l)	gns.	2,11	2,17	2,03	2	1,94		
Silikat	(mg Si/l)	gns.	0,6	1,12	0,59	0,7	0,38		
Suspenderet stof	(mg TS/l)	gns.	5,52	3,69	4,3	2,8	3,93		
Glødetab af TS	(mg/l)	gns.	4,18	3,45	3,51	2,7	3,18		
COD, filtr.	(mg O <sub>2</sub> /l)	gns.	4,75	5,14	5,45	-	-		
Jern	(mg/l)	gns.	0,05	0,05	0,04	0,03	0,04		
Klorofyl-A	(µg/l)	gns.	24,71	10,4	31,00	14,00	26,00		
Sigtdybde	(m)	gns.	3,31	3,9	3,92	4,65	3,71		



## **Bilag 6. Biologiske undersøgelser**

Komplette bilag til de biologiske undersøgelser 1999 findes i følgende 5 rapporter/notater. Data er indberettet til Danmarks Miljøundersøgelser i STANDAT-format.

Bio/consult 1999. Fiskebestanden i Furesø og Store Kalv 1999. Artssammensætning og bestandsstruktur, udvikling og økologisk betydning.

Bio/consult 2000. Fyto- og zooplankton i Furesøen 1999.

Fiskeøkologisk laboratorium 1999. Fiskeynglen i Furesø. Juli 1999.

Bio/consult 1999. Smådyrsfaunaen i trawlprøver fra Furesøen 1999.

Bio/consult 1999. Undervandsvegetationen i Furesø. Data og beregninger 1999.



