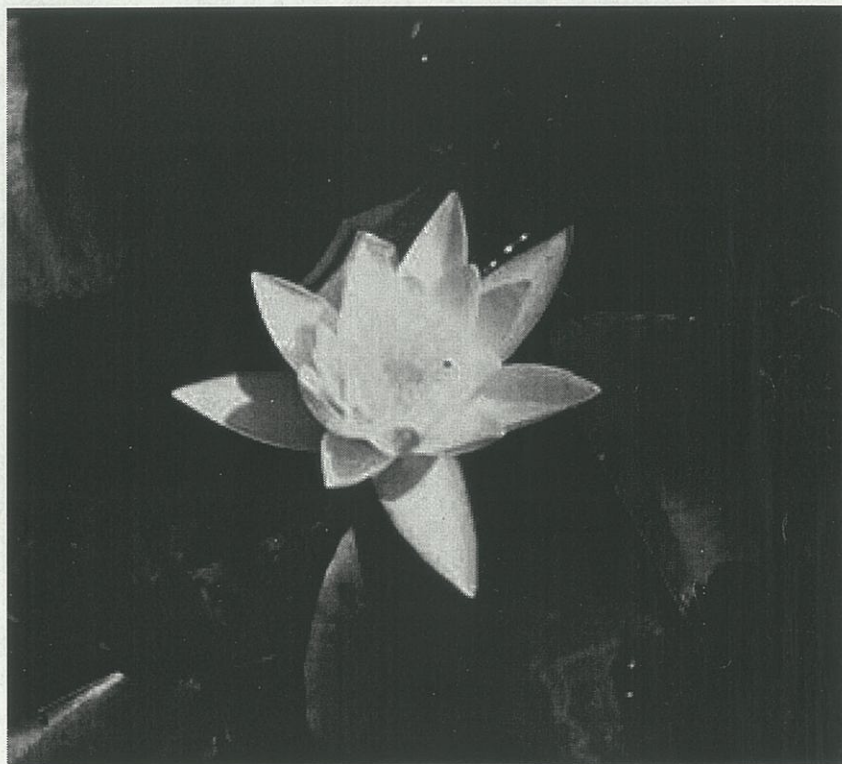


VANDMILJØOVERVÅGNING FURESØ 2001



Jord- og Vandafdelingen



KØBENHAVNS AMT
TEKNISK FORVALTNING

Løbenr.: 22

2002

Eksemplar nr.: 1/1

Københavns Amt
Teknisk Forvaltning
Jord- og Vandafdelingen
Stationsparken 27
2600 Glostrup
Telefon 43 22 22 22
Telefax 43 22 28 99

Indholdsfortegnelse	Side
1 FORORD OG SAMMENFATNING	3
1.1 SAMMENFATNING	4
2 GENEREL KARAKTERISTIK.....	7
2.1 PLANMÆSSIG BAGGRUND	7
2.2 HISTORIE	8
2.3 MORFOMETRI	9
3 OPLANDSBESKRIVELSE	10
3.1 OPLANDSKARAKTERISTIK	10
4 METEOROLOGISKE FORHOLD I ÅR 2001.....	11
4.1 TEMPERATUR OG SOLSKINSTIMER (GLOBALINDSTRÅLING)	11
4.2 NEDBØR OG FORDAMPNING	12
4.3 VINDFORHOLD.....	14
5 VAND- OG NÆRINGSSTOFBALANCER.....	15
5.1 BEREKNINGSFORUDSÆTNINGER	15
5.2 VANDBALANCE	15
5.3 FOSFORBALANCE.....	17
5.4 KVÆLSTOFBALANCE.....	19
5.5 NÆRINGSSTOFBELASTNING 1989-2001.....	21
5.6 JERNBALANCE ÅR 2001	23
6 FYSISKE OG KEMISKE FORHOLD.....	24
6.1 TEMPERATUR OG ILT	24
6.2 SIGTDYBDE OG VANDKEMI.....	25
6.3 UDVIKLINGSTENDENSER 1989-2001.....	28
6.4 TUNGMETALLER OG MILJØFREMMEDE STOFFER.....	30
7 BIOLOGISKE FORHOLD	33
7.1 PLANKTON.....	33
7.1.1 <i>Planteplankton</i>	33
7.1.2 <i>Zooplankton</i>	35
7.2 FISKEYNGEL	38
7.3 VEGETATION	39
7.4 DET BIOLOGISKE SAMSPIL.....	44
8 KONKLUSION: TILSTAND OG MÅLOPFYLDELSE	47
9 REFERENCER.....	49

Bilag

- Bilag 1 Nedbør og fordampning
- Bilag 2 Oplandskarakteristik
- Bilag 3 Beregningsforudsætninger for vand- og stofbalance
- Bilag 4 Vandbalance år 2001
- Bilag 5 Næringsstofbalancer år 2001
- Bilag 6 Periodegennemsnit for fysiske og vandkemiske variabler 1989-2001
- Bilag 7 Planktonundersøgelse
- Bilag 8 Undervandsvegetation
- Bilag 9 Tungmetaller og miljøfremmede stoffer

1 Forord og sammenfatning

Denne rapport er udarbejdet af Københavns Amt som et led i den landsdækkende rapportering af det Nationale Program for Overvågning af Vandmiljøet (NOVA). NOVA afløste i 1998 Vandmiljøplanens Overvågningsprogram iværksat i efteråret 1988.

Formålet med overvågningen er at undersøge effekten af de reguleringer og investeringer, som er gennemført siden 1987. I den forbindelse er der på landsplan udpeget en række søer, hvor miljøtilstanden skal vurderes gennem systematisk indsamling af data. I Københavns Amt drejer det sig om Bagsværd Sø og Furesø. Nærværende rapport omhandler Furesø.



Figur 1.1 Furesø med opland.

1.1 Sammenfatning

Vejrforhold

År 2001 blev et varmt år, idet årets middeltemperatur var 8,2 °C mod normalperiodens middeltemperatur på 7,8 °C. Specielt oktober måned blev med en gennemsnitstemperatur på næsten 3 °C over et normalår en "varm vintermåned". På landsplan blev oktober måned den varmeste oktober siden starten på regelmæssig registrering i 1874. Nedbørmæssigt må året karakteriseres som et forholdsvis normalt år, idet der faldt 838 mm sammenholdt med en normal for perioden 1961-90 på 773 mm.

Vand- og stofbalancer

Den samlede vandtilførsel til Furesø var i 2001 på 20.313 mio. m³, heraf kom ca. 40 % fra nedbøren over søen. Opholdstiden i søen er beregnet til 10,6 år.

Den samlede eksterne fosfor- og kvælstofbelastning var hhv. 2.274 kg og 51.727 kg.

En af de væsentligste kilder mht. fosfor kom fra de kontrollerbare kilder - regnvandsbetingede udløb og Stavnsholt Renseanlæg. Den interne fosforbelastning kan på baggrund af stigning i fosforkoncentrationer i bundvandet beregnes til 7,6 tons, dvs. ca. 3 gange større end den eksterne belastning. Furesø tilbageholdt 500 kg fosfor i år 2001.

Der har ikke været et signifikant fald i fosfortilførsen til søen i overvågningsperioden, ligesom der er heller ikke sket en udvikling i punktkildebelastningen. Variationen i fosforbelastningen til Furesø følger i store træk tilførslen fra tilløbene, især Fiskebæk.

Den største kvælstofkilde var den atmosfæriske deposition over søen. Der har i overvågningsperioden været et signifikant fald i kvælstoftilførsen til Furesø. Årsagen er, at der i 1993 blev etableret kvælstoffjernelse på Stavnsholt Renseanlæg.

Fysiske og kemiske målinger

Som alle de foregående år har Furesø været lagdelt fra juni til oktober. Springlaget lå det meste af sommeren på omkring 15 m's dybde. Under springlaget opstod der som altid iltvind.

Sigtedybden varierede i år 2001 mellem 1,9 og 7,8 m med en sommermiddelsigtedybde på 4,1 m. Der er en fin sammenhæng mellem sigtedybde og planteplanktonets biomasse. Den mindste sigt blev således målt i forbindelse med planteplanktonets maksima. Sigtedybden forblev hele sommeren over 3 m, hvilket hænger sammen med, at der ikke skete en masseopblomstring af blågrønalger.

Fosforkoncentrationen i overfladevandet varierede med de laveste koncentrationer i sommerhalvåret og de højeste om vinteren. De høje vinterværdier var forårsaget af opblanding af det meget fosforholdige bundvand. I lagdelingsperioden steg bundvandets fosforindhold pga. frigivelse fra sedimentet til 0,55 mg/l.

vel mindre end i begyndelsen af det 20. århundrede, der i målsætningen er fastsat som det kvalitetsmæssige referencepunkt. Det betyder, at målsætningen for søen ikke kan betragtes som opfyldt for så vidt angår undervandsvegetationens artssammensætning. Alligevel er der grundlag for et positivt syn på udviklingen af artsrigdommen igennem de senere år, idet der trods år til år-variationer er sket en gradvis stigning i antallet af arter i søen.

Anvendes Vollenweider, 1976 til en forsigtig overslagsberegning af den forventede fosforkoncentration i Furesø med den nuværende belastning og en opholdstid i søen på 12,1 år (gennemsnit af opholdstid i overvågningsperioden), fås en forventet søvandskoncentration i ligevægt på 0,09 mg/l. Dette skal ses i sammenhæng med det i målsætningen opstillede krav om, at fosfor i søvandet ikke må overstige 0,04 mg/l på årsbasis. Beregningen antyder, at den nuværende belastning er for høj, såfremt målsætningens krav til fosforkoncentration skal kunne opfyldes. Det er derfor nødvendigt, at iværksætte de i regionplanen planlagte tiltag med hensyn til spildevandsbelastningen.

2 Generel karakteristik

Furesø indgår i Mølleå-systemet og er med et søareal på 941 ha den største sø i systemet. Mølleåen har sit udspring i afløbet fra Bastrup Sø og løber på en strækning på ca. 40 km gennem Farum Sø, Furesø og Lyngby Sø, før den løber ud i Øresund. Furesø er med en største dybde på 37,7 m Danmarks dybeste sø, og med en vandspejlskote på ca. 20,50 m over DNN ligger søens bund for en stor dels vedkommende under vandspejlsniveauet i havet.

Det topografiske opland til Furesø (ekskl. Furesø) er på 6.887 ha. Furesø med opland er vist på figur 1.1.

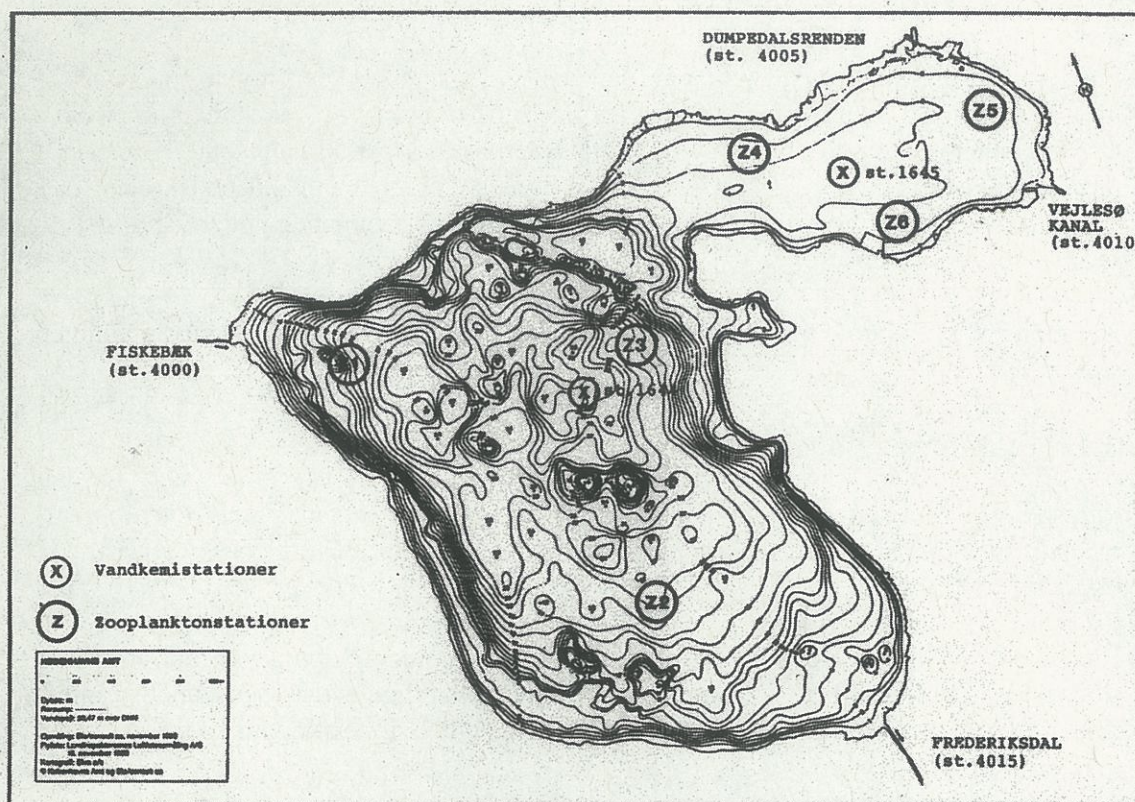
2.1 Planmæssig baggrund

Furesø er udpeget som EU-habitatområde som en *Naturligt eutrof sø med vegetation af typen Magnopotamion eller hydrocharition (type 3150)* samt EF-fuglebeskyttelsesområde.

Herudover er Furesø i Københavns og Frederiksborg amters regionplaner målsat med en skærpet målsætning A1 og A2, som en sø omfattet af særlige naturvidenskabelige interesser og som badevandsområde. Der er stillet følgende kvalitetskrav til søen:

- Den gennemsnitlige sigtdybde i perioden juni-august skal være ca. 4 m
- Den årgennemsnitlige total-fosforkoncentration skal være under 40 µg/liter
- Iltindholdet i bundvandet må ikke falde til under 0,5 mg/liter
- Rankegrøden skal være udbredt over hele Store Kalv, der vil sige til ud over 4 m's dybde
- Artsantallet i rankegrøden skal øges til at nærme sig det oprindelige
- De to tilbageblevne arter af reliktkrebs skal forekomme i livskraftige bestande

Herudover indeholder A2-målsætningen en række krav til badevandskvaliteten.



Figur 2.1 Kort over Furesø med angivelse af prøvetagningsstationer i Furesø. Der er ikke udtaget prøver ved stationerne Z4 til Z6 i år 2001.

2.2 Historie

Furesø's historie er godt beskrevet, idet den allerede tidligt blev emne for videnskabelige undersøgelser. En undersøgelse fra 1920'erne viste, at søen dengang var klarvandet og havde en usædvanlig artsrig og veludviklet undervandsvegetation, som dækkede søbunden ud til 7 m's dybde. Især den lavvandede del, Store Kalv, var internationalt kendt for sin undervandsflora.

Fra 1900 til 1975 skete der en ottedobling af befolkningen i Furesø's opland, og i starten blev spildevandet fra den voksende befolkning via kloaksystemet ført direkte ud i søen. Senere blev der anlagt en række renseanlæg, der fjernede de større materialer, men som dog kun havde en begrænset effekt over for næringsstoffer som kvælstof og fosfor. Alene indførelsen af fosfater i vaskemidler førte i begyndelsen af 1950'erne til en femdobling af fosforbelastningen pr. person.

Sidst i 1960'erne blev spildevandet overført fra Farum til Stavnsholt Renseanlæg, der i 1973 blev udvidet til at kunne fjerne fosfor af kemisk vej. I foråret 1975 blev hovedparten af tilledningen af spildevand fra Furesø's opland i Birkerød og Søllerød kommuner afskåret fra søen og i stedet sendt til Øresund. I 1993 blev der etableret yderligere kvæl-

stoffjernelse på Stavnsholt Renseanlæg, og derved blev den eksterne belastning reduceret til det nuværende niveau som - afhængig af vejret - er på 2 til 4 tons fosfor og 40 til 90 tons kvælstof om året.

2.3 Morfometri

Søen har meget varierede dybdeforhold, se kortet figur 2.1. 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 udgør lidt over 1/5 af søens samlede areal. De morfometriske forhold er vist i tabel 2.1.

Tabel 2.1 Morfometriske data for Furesø.

	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

3 Oplandsbeskrivelse

3.1 Oplandskarakteristik

Furesø har 3 betydende tilløb og 1 afløb. Hovedløbet starter i afløbet fra Bastrup Sø, løber via Farum Sø og forsætter herfra som Fiskebæk (400 m lang kanal) til Furesø.

Dumpedalsrenden er en lille bæk, der starter i Rudeskov og løber gennem Vaserne og ud i Store Kalv. Det tredje tilløb er Vejlesø Kanal, som forbinder Vejlesø med Furesø. Oplandet her er området omkring Søllerød Sø og Vejlesø, der er indbyrdes forbundet via Bækrenden.

I tabel 3.1 er arealtypefordelingen i Furesø's samlede opland (inkl. Furesø) angivet. I bilag 2 er den nyeste CORINE+-kortlægning af Furesø's direkte opland angivet.

Tabel 3.1 Opland i ha til Furesø ifølge CORINE/CORINE+-kortlægning.

	Umålt	Målt	I alt
Bebyggelse + industri	336	1.509	1.845
Parker, sportsanlæg	86	60	146
Dyrket land + blandet land/skov	645	1.692	2.337
Skov	541	1.557	2.098
Søer	961	223	1.184
Råstofgrave		60	60
Eng, mose, kær	141	17	158
I alt	2.710	5.118	7.828

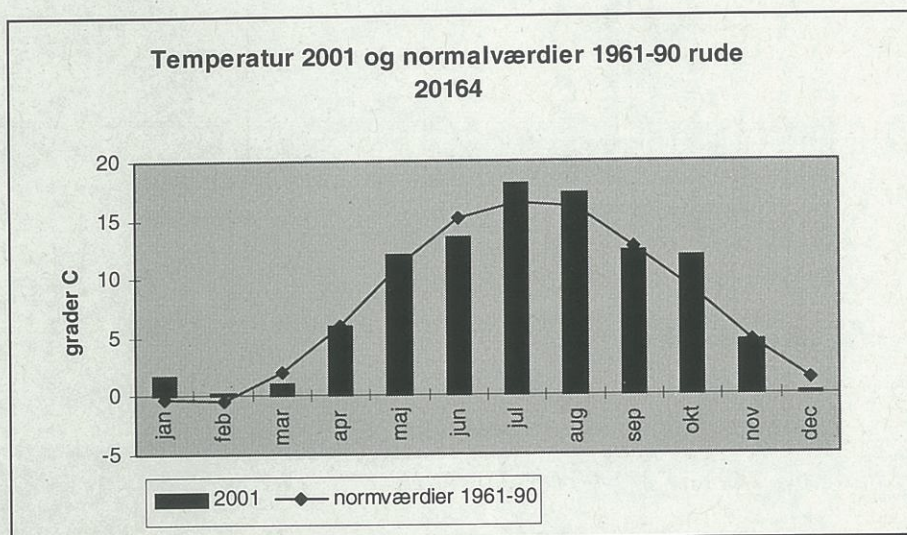
Oplandet er en blanding af skov, bebyggelse, dyrket land og vandområder. Jordbunden i oplandet består af lerblandet sand (67 %), sandblandet ler (29 %) og humus (4 %).

4 Meteorologiske forhold i år 2001

4.1 Temperatur og solskinstimer (globalindstråling)

År 2001 blev et lunt år, idet årets middeltemperatur var 8,2 °C mod normalperiodens middeltemperatur på 7,8 °C, altså over 0,4 °C højere end middeltemperaturen for normalperioden 1961-90.

I figur 4.1 er vist en afbildning af de månedlige middeltemperaturer for henholdsvis 2001 og normalperioden 1961-90. Der er anvendt data fra Danmarks Meteorologiske Instituts (DMI's) gridnet, repræsenteret ved rude 20164.



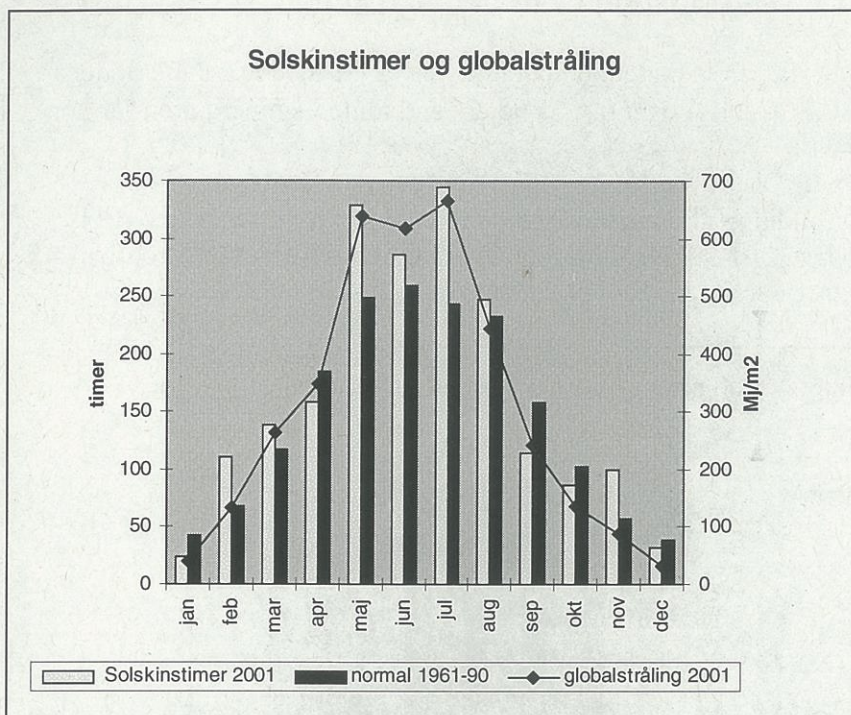
Figur 4.1 Gennemsnitstemperatur i 2001 sammenlignet med normaltemperaturen i perioden 1961-90 (gridnr. 20164).

Året startede med en mild januar, efterfulgt af 2 kolde måneder, hvor Furesø periodevis var isdækket, hvilket medførte, at det første tilsyn blev 4. april 2001! Efter en kold juni, blev juli årets varmeste måned, med en gennemsnitstemperatur på 18,1 °C, hvilket var 1,7 °C over normaltemperaturen for måneden. Oktober måned blev på landsplan den varmeste oktober siden starten på regelmæssig registrering i 1874. December var normal indtil den 22., hvorefter en kuldeperiode satte ind.

Antallet af solskinstimer i Københavns Amt var i år 2001 12 % højere end for normalperioden 1961-90 (se figur 4.2). Der blev således registreret 1.971 soltimer i 2001 mod normalt 1.754 soltimer. Sammenholdt med perioden 1961-90 var der overskud af solskinstimer i 7 af årets måneder. Især var der mange solskinstimer i perioden maj til og med juli - hvor der blev registreret et overskud på 208 solskinstimer i forhold til normalen for perioden.

Indstrålingen kulminerede med næsten ens værdier i maj, juni og juli, dog med maksimum i juli.

Set i forhold til daglængde og solhøjde, der kulminerer til sankthans, viser diagrammet i figur 4.2 en større indstråling i maj og juli set i forhold til værdien for juni.



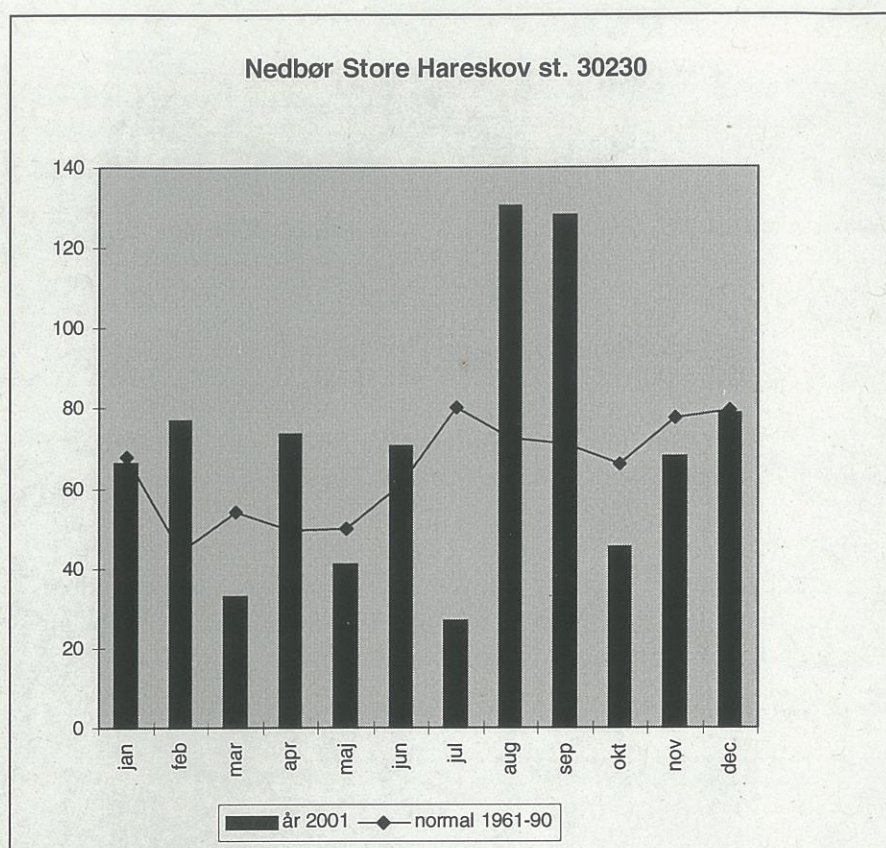
Figur 4.2 Gennemsnitsindstråling og soltimer i 2001 sammenlignet med normalværdier for perioden 1961-90 (gridnr. 20164).

4.2 Nedbør og fordampning

I figur 4.3 er vist en afbildning af de månedlige nedbørsværdier for 2001 og normalperioden 1961-90, repræsenteret ved den meteorologiske station 30230 Store Hareskov. Efter anbefaling fra Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelser (GEUS), Danmarks Miljøundersøgelser (DMU), Danmarks JordbrugsForskning (DJF) og DMI er nedbørsværdierne korrejeret med de aggregerede gennemsnitsværdier i form af standardværdier.

Målestationen ved Hareskoven har været anvendt igennem hele overvågningsperioden, hvorfor Københavns Amt har valgt at fortsætte med nedbørsregistreringen fra denne station. Den korrejerede årsnedbør i 2001 var på denne målestation 838,5 mm.

Sammenholdes dette års nedbørsmængder fra stationen i Hareskoven med nedbøren i 10 x 10 km² gridrude 10579, hvor den registrerede årsnedbør var på 830,4 mm, fremkommer der en afvigelse på 1 %. Det skal bemærkes, at der ikke foreligger målte nedbørsværdier for Store Hareskov for november og december, hvorfor der her er anvendt værdier fra gridrude 10579.

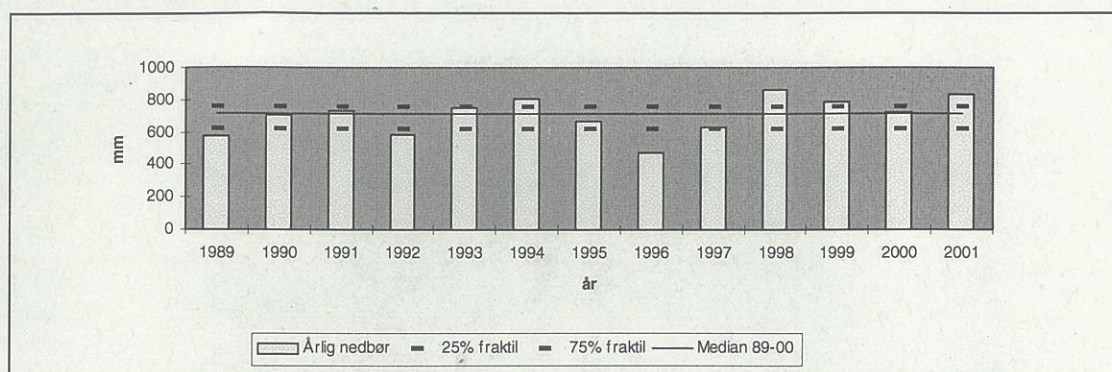


Figur 4.3 Nedbørsmængder (mm) i 2001 sammenlignet med normalnedbøren i perioden 1961-90 på station 30230 Store Hareskov (korrigeret nedbør).

I år 2001 var årsnedbøren 838,5 mm mod normalt 773,1 mm (korrigerede værdier). År 2001 blev således et forholdsvis normalt år med et nedbørsoverskud på 65,4 mm, hvilket svarer til 8,5 % over gennemsnittet for normalperioden 1961-90.

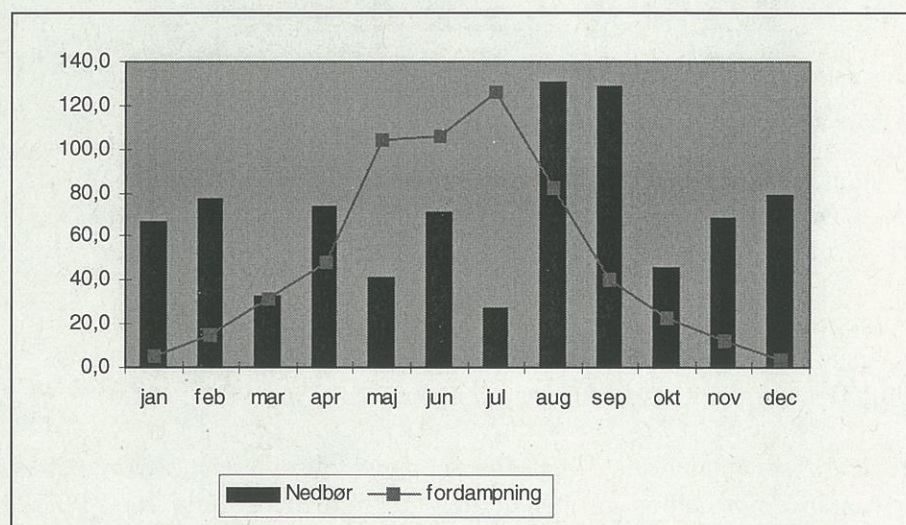
De relativt største nedbørsmængder faldt i månederne august og september, hvor nedbøren var 80 % større end for normalperioden. Nedbøren i de to måneder udgjorde 31 % af årets samlede nedbørsmængde. Årets mest nedbørsfattige måneder var marts og juli, hvor der faldt hhv. 33 mm og 27 mm.

Sammenholdes årsnedbøren med nedbørsfordelingen i overvågningsperioden (figur 4.4), falder år 2001 som et moderat fugtigt år med et nedbørsoverskud på 122 mm, svarende til 17 % over medianen for perioden 1989-2000.



Figur 4.4 Årlig nedbørsmængde i overvågningsperioden 1989-2001 samt medianværdi for perioden 1989-2000. Store Hareskov (korrigeret nedbør).

Fordampningen er beregnet til 596,8 mm for området omkring Furesø (modificeret Makkink-metode i gridrude 20164), hvilket betyder, at der i 2001 var et samlet nedbørsoverskud på 241,7 mm i området. Fordampningen indgår som et vandtab i vandbalancen for Furesø, mens nedbøren indgår som en vandtilførsel.



Figur 4.5 Den korrigerede nedbørsmængde (mm) på station 30230 Store Hareskov sammenlignet med referencefordampningen i gridnr. 20164 for år 2001.

De tørre måneder maj og juli medførte et betydeligt nedbørsunderskud i perioden maj til august på ca. 200 mm.

4.3 Vindforhold

Vestenvinden var ikke så dominerende, og vindhastigheden var lavere end normalt igennem alle årets måneder. Således blev årets middelvindstyrke i 2001 3,6 m/s mod en årsnormal på 4,6 m/s for perioden 1961-90.

5 Vand- og næringsstofbalancer

5.1 Beregningsforudsætninger

Vand- og stofbalancer i 2001 er som i år 2000 beregnet ved hjælp af STOQ, se dokumentation i bilag 3. Der kan forekomme mindre afvigelser i beregningerne i forhold til tidligere år.

Til- og fraførslen til Furesø er målt/beregnet i de tre tilløb: Fiskebæk, Dumpedalsrenden og Vejlesø Kanal og i afløbet Mølleå ved Frederiksdal.

Der er ikke foretaget kildeopsplitning af næringssaltbelastningen fra de 3 tilløb samt fra det direkte opland, men det kan nævnes, at det i forbindelse med en udarbejdelse af en tilstandsvurdering af Vejle Sø er beregnet, at ca. 50 % af den eksterne belastning til søen stammer fra regnvandsbetingede udløb fra det fælleskloakerede opland.

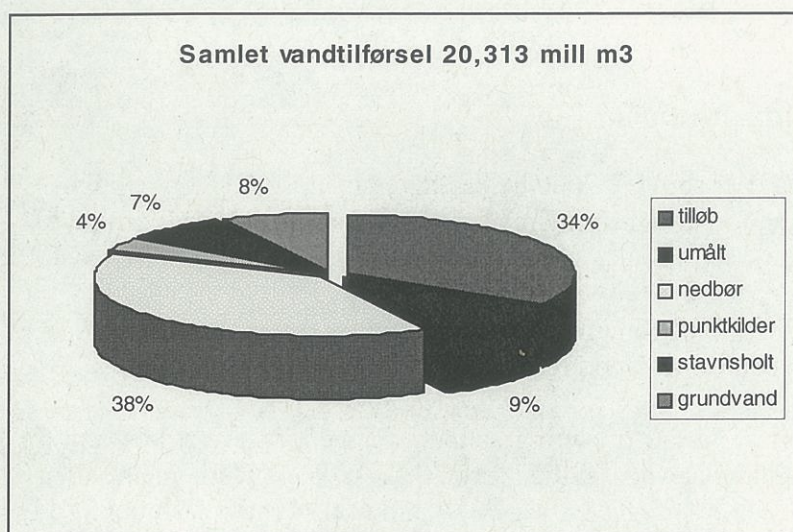
Derudover foreligger der årsværdier på tilførslen fra Stavnsholt Renseanlæg. Bidragene fra de 24 regnvandsbetingede udløb er beregnet ved hjælp af MOUSE-SAMBA, enkelttejendommene i oplandet er opgjort på baggrund af erfaringstal. Tilførslen fra det umålte opland til Furesø er beregnet ud fra arealkorrelation med arealbidrag fra 2 målte oplande i Københavns Amt, henholdsvis Dumpedalsrenden og Ll. Vejle Å.

Nedbør og fordampning fremgår af bilag 1. Værdierne for den atmosfæriske deposition af fosfor over Furesø er på baggrund af rapporten "Atmosfærisk deposition 2001" fra Danmarks Miljøundersøgelser sat til 0,16 kg/ha søoverflade/år. I alle de foregående år har depositionen været sat til 0,55 kg/fosfor/ha søoverflade/år, og den nye værdi er således væsentlig mindre. Med henblik på at kunne sammenligne næringsstofbalancen for en lang årrække er den atmosfæriske fosforbelastning for alle år i denne rapport blevet reduceret i forhold til den nyeste viden. Beregningsforudsætninger fremgår af bilag 3.

For det indsivende grundvand er der som i de tidligere år regnet med en koncentration på 3,1 mg N/l og 0,03 mg P/l.

5.2 Vandbalance

Den samlede vandtilførsel fordelt på kilder i år 2001 er vist i figur 5.1. I bilag 4 findes en detaljeret opgørelse over vandbalancen fordelt på de enkelte måneder.



Figur 5.1 Vandtilførsel til Furesø år 2001 fordelt på kilder.

Vandbalancen i Furesø er behæftet med en relativ stor usikkerhed, idet afstrømningen fra hhv. Fiskebæk (det største tilløb) samt Vejlesø Kanal er beregnet på baggrund af arealkorrelation med 2 nærliggende målestationer. Endvidere er alle spildevandsudløb med undtagelse af Stavnsholt Renseanlæg beregnet på baggrund af erfaringstal. Udledningen fra Stavnsholt Renseanlæg er kun opgjort som en årsværdi, og ikke mindst nedbørs- og fordampningsopgørelsen over søen er usikker. For at forbedre vandbalancen for Furesø er der nu opsat en målestation i Fiskebæk, og det er endvidere planlagt, at der skal opsættes en station i Vejlesø Kanal.

Som det fremgår af bilag 4, er grundvandsbidraget kun positivt i april til juli. I resten af året skete der ifølge beregningerne udstrømning af vand fra søen til grundvandet. Grundvandsbidragets størrelse må anses at være en konsekvens af de usikkerheder, der er beskrevet ovenfor, idet grundvandsbidraget er en simpel differensberegning mellem målt/beregnet vandtilførsel og den målte vandføring i afløbet samt fordampning.

Den samlede vandtilførsel i 2001 til Furesø er beregnet til 20,3 mio. m³, hvilket er næsten identisk med de to foregående år.

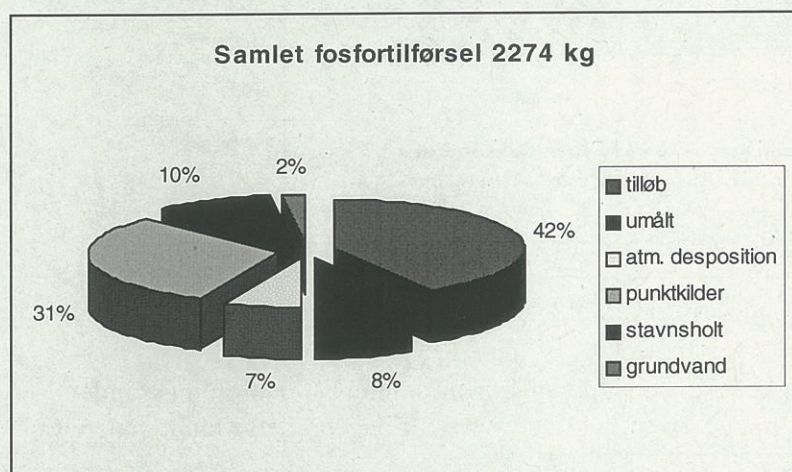
Nedbøren over Furesø var som tidligere år den største kilde til vandtilførsel i 2001. Punktkilderne, dvs. regnvandsbetingede udløb og Stavnsholt Renseanlæg, udgjorde 11 % af den samlede vandtilførsel.

På baggrund af afløbsmålingerne kan vandets gennemsnitlige opholdstid i søen beregnes til 10,9 år, se tabel 5.1. Opholdstiden i de sidste 4 år har således været markant mindre end i de tørre år 1996 og 1997.

Tabel 5.1 Oversigt over den hydrauliske opholdstid i Furesø i perioden 1989-2001.

År	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Opholdstid (år)	16,3	15,2	11,1	16,3	12,2	5,3
År	1995	1996	1997	1998	1999	2001
Opholdstid (år)	9,9	14,4	16,6	8,4	9,4	10,3
År	2001					
Opholdstid (år)	10,9					

5.3 Fosforbalance

**Figur 5.2** Ekstern fosforbelastning fordelt på kilder til Furesø 2001.

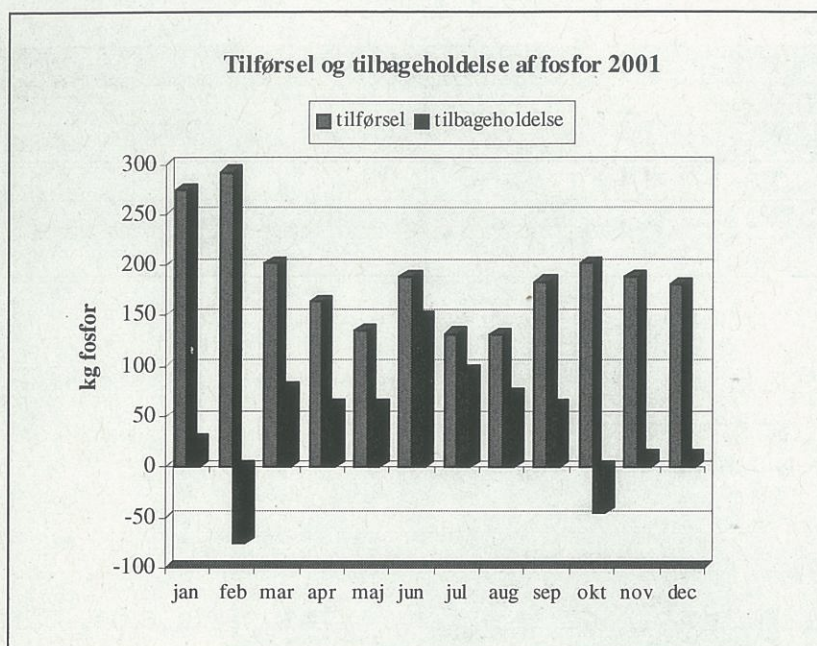
Den samlede eksterne fosforbelastning til Furesø var i 2001 2.274 kg (figur 5.2). Fosforbelastningen i år 2001 var dermed stort set identisk med belastningen i år 2000.

Et af de væsentligste bidrag er de kontrollerbare kilder - dvs. de direkte regnvandsbetingede udløb (både fælles- og separatloakerede oplande) samt Stavnsholt Renseanlæg, der udgjorde omkring 40 % af den eksterne belastning.

Generelt varierede tilførslen meget lidt over året, hvilket hænger sammen med beregningsmetoden. Den større næringssalttilførsel i årets første måneder kom via tilløbene på grund af de relativt store vandføringer.

Fosforbelastningen pr. søareal i 2001 på 0,066 mg P/m²/d i Furesø var væsentlig mindre i forhold til de øvrige overvågningssøer (gennemsnittet for 16 søer i år 2000 var på 6,8 mg P/m²/d).

Den gennemsnitlige indløbskoncentration af fosfor til Furesø i det samlede indløbsvand var 0,11 mg fosfor/l. Hvis alle punktkilder til søen blev afskåret, ville den gennemsnitlige koncentration i indløbsvandet inkl. det atmosfæriske bidrag være 0,07 mg fosfor/l.



Figur 5.3 Fosfortilførsel og -tilbageholdelse i Furesø 2001.

Tilbageholdelsen, vist i figur 5.3, i søen, beregnet som samlet tilførsel minus samlet fraførsel, varierer derimod meget over året. Den største tilbageholdelse fandt generelt sted i sommerhalvåret.

Vinterhalvårets lille tilbageholdelse hænger dels sammen med øgede fosforkoncentrationer i hele vandsøjlen, efter at springlaget blev nedbrudt i november måned, se afsnit 6, og dels en stor afstrømning fra søen.

På årsbasis blev der i 2001 tilbageholdt 544 kg fosfor. Retentionsprocenten i Furesø, udregnet som procent af søtilførsel og søpulje, se bilag 3, var 1,8 %. Retentionsberegningerne tyder på, at Furesø i 2001 aflaster. Normalt ville en sø med en lang opholdstid tilbageholde op til 80 % (retentionsprocent) af den tilførte mængde af fosfor.

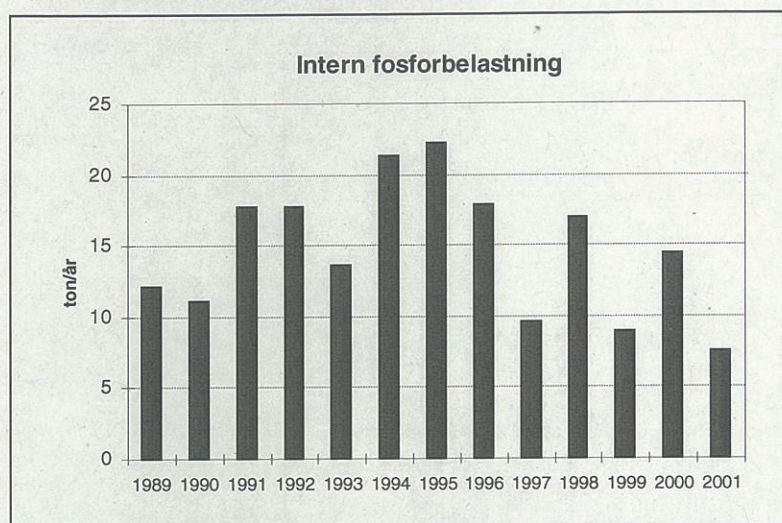
Intern fosforbelastning

Koncentrationen af fosfor i bundvandet steg kraftigt i løbet af sommerperioden. Den interne fosforbelastning i Furesø, beregnet som stigningen i fosforkoncentrationer i hypolimnion fra springlagets start til slut, var 7,625 tons fosfor. Den interne fosforbelastning var således større end den eksterne belastning, men dog den hidtil mindste i overvågningsperioden.

Den interne belastning har som vist i figur 5.4 varieret en del i overvågningsperioden. Gennemsnittet er ca. 14 tons/år, og den største interne belastning fandt sted i perioden 1994-96. I forprojekt for restaureringsmulighed for Furesø blev svingningerne i den interne belastning forklaret ud fra tilsvarende svingninger i søens jernpulje. Ved år til år-

sammenligning kunne der ses en tendens til, at jernindholdet i vandmasserne var højt i de år, hvor der skete et stort fald i fosforindholdet den efterfølgende vinter og dermed lille intern belastning året efter.

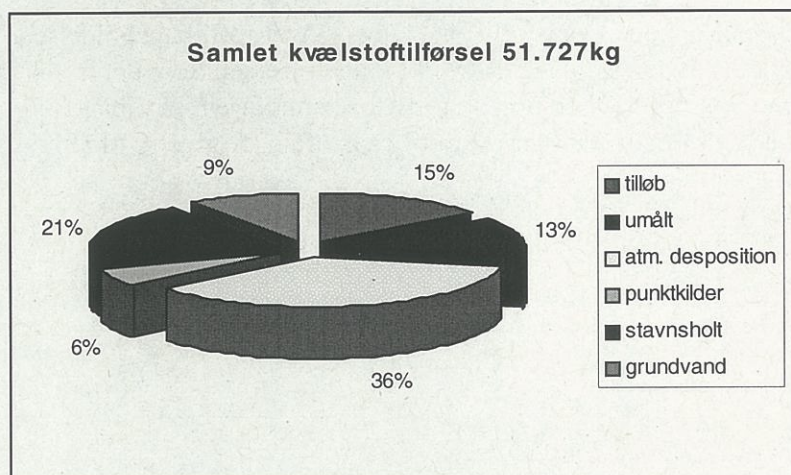
Siden 1996 har koncentrationerne af fosfor i hypolimnion haft en signifikant faldende tendens. Dette kunne tyde på, at Furesø er i et indsvingingsforløb mod mindre og mindre fosforfrigivelse fra sedimentet.



Figur 5.4 Den beregnede interne fosforbelastning i Furesø i overvågningsperioden.

5.4 Kvælstofbalance

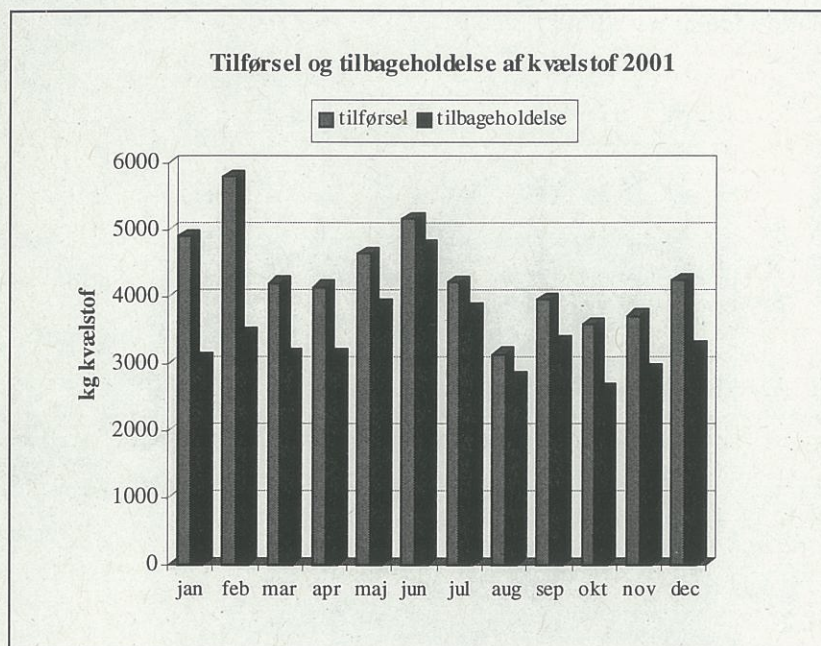
Den samlede eksterne kvælstofbelastning i 2001 var på knap 52 tons og som for fosfors vedkommende stort set identisk med belastningen i år 2000.



Figur 5.5 Ekstern kvælstofbelastning fordelt på kilder til Furesø 2001.

Den største kvælstofkilde var som de foregående år den atmosfæriske deposition over søen, men også Stavnsholt Renseanlæg udgjorde en væsentlig del af belastningen.

Indløbskoncentrationen af kvælstof i Furesø i 2001 kan beregnes til 2,5 mg/l, udløbskoncentrationen til 0,8 mg/l, og den samlede belastning pr. søareal til 15 mg N/m²/d. Set i forhold til de øvrige overvågningssøer er kvælstofbelastningen pr. søareal meget lille. Dette skyldes, at landbruget kun udgør en lille andel af det samlede opland, samt at der opstrøms Furesø er indskudt flere søer.

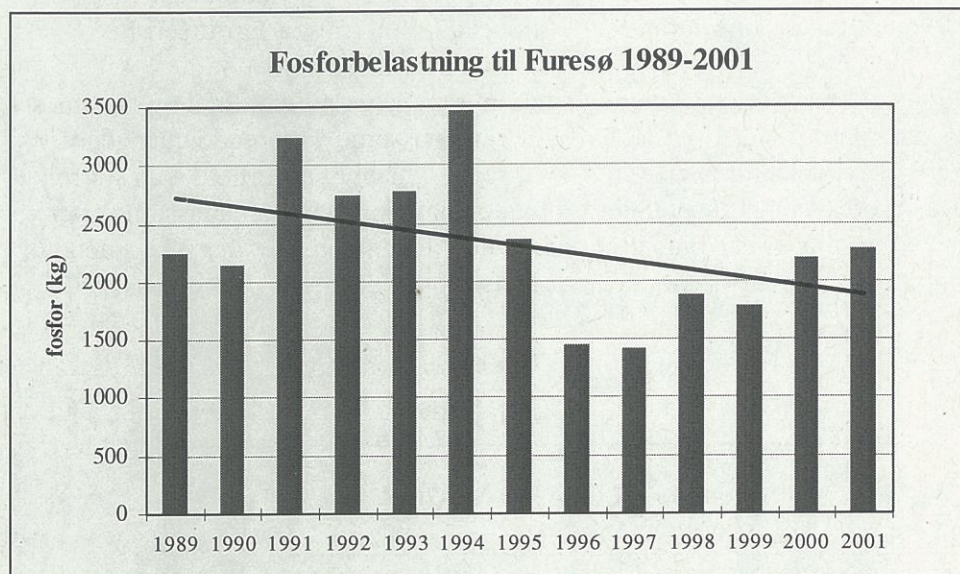


Figur 5.6 Kvælstoftilførsel og -tilbageholdelse i Furesø 2001.

Figur 5.6 angiver, ud over den samlede kvælstoftilførsel, også kvælstoftilbageholdelse. Tilbageholdelsen er beregnet som den samlede tilførsel minus fraførsel. Som det fremgår af bilag 5, sker der kun en mindre ophobning af kvælstof i vandfasen, så tilbageholdelsen i Furesø er reelt et udtryk for, at der sker et stort kvælstoftab (frigivelse til atmosfæren og binding til sedimentet).

5.5 Næringsstofbelastning 1989-2001

Fosfor



Figur 5.7 Fosfortilførslen i overvågningsperioden.

Som det fremgår af figur 5.7, er der ingen eller kun svagt faldende tendens ($P = 0,13$) i fosfortilførslen til Furesø i overvågningsperioden. Tilførslen var høj i perioden 1991-94, faldt i 1996-97 til et lavere niveau for atter at stige, specielt i 2000-01.

Tabel 5.2 Oversigt over fosfortilførsel samt retention beregnet som simpel differensberegning mellem til- og fraførsel i Furesø i perioden 1989-2001.

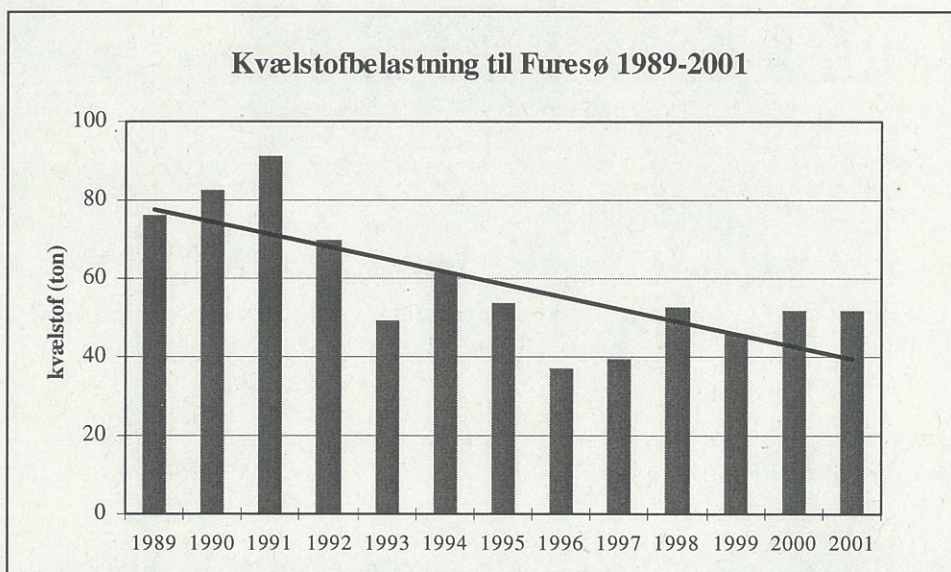
År	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Tilførsel (kg)	2.247	2.142	3.231	2.747	2.768	3460
Fraførsel (kg)	1.072	1.507	3.139	2.234	3.361	7.173
Retention (%)	52	29	3	19	-21	-107
År	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Tilførsel (kg)	2.356	1.451	1.413	1.883	1.777	2.190
Fraførsel (kg)	2.435	1.082	709	763	1.313	1.693
Retention (%)	-3	25	49	59	26	23
År	2001					
Tilførsel (kg)	2.274					
Fraførsel (kg)	1.770					
Retention (%)	22					

Fosfortilførsel fra tilløbene Fiskebæk og Vejlesø har i overvågningsperioden varieret, svarende til den variation, der findes i den totale tilførsel. Der er ingen umiddelbar sammenhæng mellem nedbør og tilførsler via disse tilløb, som begge afvander opstrøms

søer, hhv. Farum Sø og Vejlesø. Tilstandsrapporter fra disse to søer viser, at begge har haft et væsentligt fald i fosforkoncentrationen i 1996, et fænomen, som også er genfundet i Furesø. En kold vinter med massiv fiskedød kan være en mulig forklaring. Sagt med andre ord, så har variationen i fosfortilførslen til Furesø i perioden 1989-2001 primært været styret af fosforkoncentrationer i tilløbene (afløb fra søer), primært Fiskebæk.

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 totalopblandingen af vandmasserne efter lagdeling og afstrømningen i forbindelse med totalopblandingen. Der har ikke været en signifikant udvikling i hverken fraførslen eller retentionen af fosfor i perioden 1989-2001.

Kvælstof



Figur 5.8 Kvælstoftilførslen i overvågningsperioden.

Kvælstofbelastningen er faldet signifikant ($P = 0,004 \%$) i overvågningsperioden. Faldet skyldes, at der som led i Vandmiljøplanen blev etableret kvælstoffjernelse på Stavnsholt Renseanlæg i 1992-93. I begyndelsen af overvågningsperioden lå kvælstofudledningen herfra på omkring 45-50 tons/år, i år 2001 var udledningen reduceret til 12,7 tons. Den gennemsnitlige indløbskoncentration af kvælstof i den samlede vandmængde er således tilsvarende faldet fra 8,4 mg N/l i 1989 til 2,5 mg N/l i år 2001.

Tabel 5.3 *Oversigt over kvælstoftilførsel samt retention i Furesø i perioden 1989-2001.*

År	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Tilførsel (kg)	76.206	82.597	91.149	69.884	49.260	61.335
Fraførsel (kg)	7.495	8.331	11.032	8.328	9.276	25.033
Retention (%)	90	90	88	88	81	59
År	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Tilførsel (kg)	53.682	37.033	39.592	52.443	46.057	51.927
Fraførsel (kg)	12.717	7.542	5.955	12.240	9.494	12.377
Retention (%)	76	80	85	77	79	77
År	2001					
Tilførsel (kg)	51.727					
Fraførsel (kg)	11.727					
Retention (%)	76					

Der er ingen signifikant udvikling i hverken retention eller fraførsel af kvælstof i perioden 1989-2001.

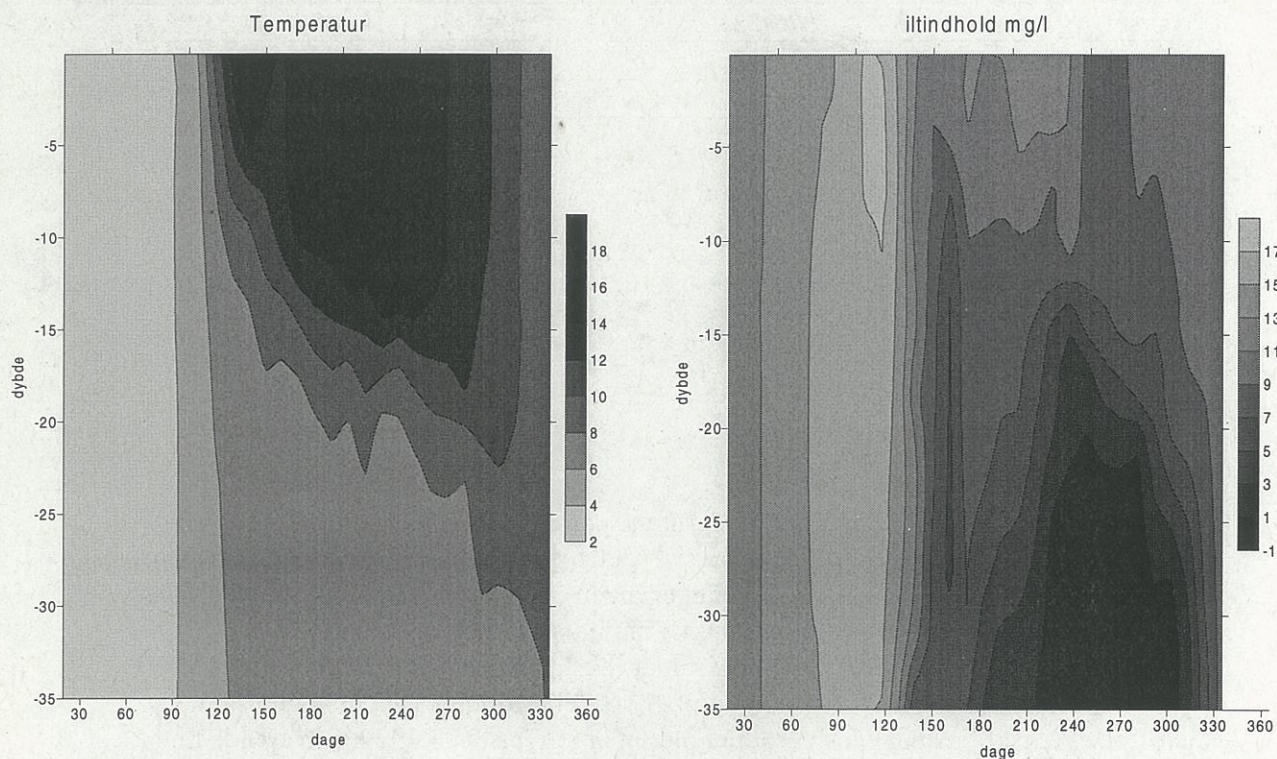
5.6 Jernbalance år 2001

Der er foretaget målinger/beregninger af jerntransporten i de 3 tilløb og i afløbet. Den samlede tilførsel af jern med de 3 tilløb var i år 2001 på 1.810 kg, og den samlede transport ud af søen var på 1.346 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 (ekskl. atmosfæren) bidrager med jern i samme koncentrationer som de 3 målte tilløb, korrigeret for deres andel af den samlede vandtilførsel (ekskl. nedbør), fås et samlet bidrag af jern på ca. 3.292 kg, svarende til en tilbageholdelse af jern på ca. 60 %.

6 Fysiske og kemiske forhold

Efter revisionen af Vandmiljøplanens Overvågningsprogram i 1997 bliver der nu kun udtaget prøver og målt ilt- og temperaturprofil på én station i Furesø. Stationen 1644 er beliggende på det dybeste sted i det åbne bassin, se figur 2.1.

6.1 Temperatur og ilt



Figur 6.1 Ilt og temperatur i Furesø 2001.

Profilmålinger ned gennem vandsøjlen på det dybeste sted viste, at vandmasserne i det åbne bassin i 2001 i lighed med alle tidligere år var temperaturlagdelte i en lang periode i sommerhalvåret. Som vist i figur 6.1 blev der i år 2001 registreret springlag fra først i juni til begyndelsen af november.

Springlagets øvre kant bevægede sig i løbet af perioden ned gennem vandsøjlen. Springlaget lå i en lang periode mellem 12 og 17 m's dybde. En stor del af søens vandmasser var således berørt af lagdelingen. Temperaturen i vandmasserne under springlaget varierede kun ganske få grader og blev aldrig over 8 °C.

I forbindelse med lagdelingen opstod der iltsvind i bundvandet, se figur 6.1, og der blev i 2001 registreret iltsvind ved bunden og i bundvandet fra medio juni til oktober. Iltsvind i bundvandet i sommerhalvåret er et årligt tilbagevendende fænomen i Furesø. Allerede tilbage i 1917 ifm. Furesø-studierne blev der registreret meget dårlige iltforhold ved bunden i Furesø.

6.2 Sigtdybde og vandkemi

Figur 6.2 viser variationen af sigtdybde og en række vandkemiske variabler i overfladevandet i år 2001. Figur 6.3 viser variationen af sommermiddelværdierne af de samme variabler i perioden 1989-2001. Bilag 6 indeholder tillige års- og sommermiddelværdier. I tabel 6.1 findes en oversigt over udviklingstendenser for fysiske og kemiske variabler i Furesø 1989-2001.

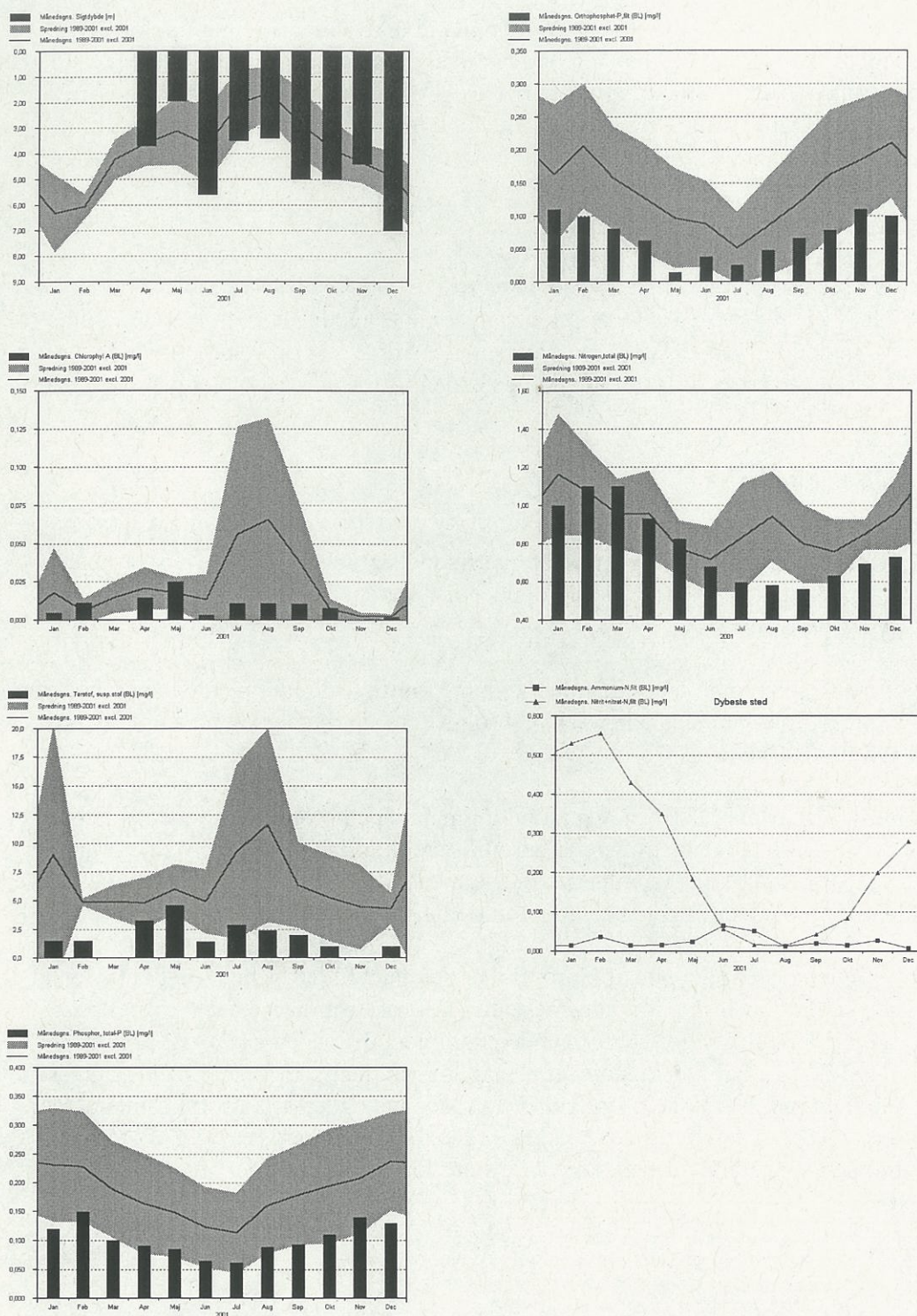
Sigtdybde og klorofyl-a

Sigtdybden varierede i år 2001 mellem 1,9 og 7,8 m. Hele året blev der med en enkelt undtagelse målt sigtdybder over 3 m. Sommermiddelsigtdybden i 2001 var 4,1 m, den hidtil største sigtdybde siden 1975. Sigtdybden har været signifikant stigende gennem overvågningsperioden.

Sigtdybdens sæsonvariation er efter alt at dømme kraftigt styret af planteplanktonet, idet der er en meget god sammenhæng ($P = 0,006$) mellem sigtdybden og planteplanktonets biomasse (mm^3/l).

Den mindste sigtdybde i 2001 blev målt midt i maj måned i forbindelse med planteplanktonets maksima. Igennem flere år har masseopblomstring af blågrønalger i juli/august medført ringe sigt i sommerperioden, men i 2001 skete der, trods ideelle vejrforhold for blågrønalger, ingen masseopblomstring, se afsnit 7.

Sommermiddelkoncentrationen af klorofyl-a er beregnet til 0,011 mg/l, hvilket er en af de laveste værdier i hele overvågningsperioden. Klorofylværdierne har svinget noget igennem perioden, og der er ingen stigende eller faldende tendens, på trods af at der er sket en signifikant udvikling af stort set alle andre parametre. Der skete et markant skift i algesammensætningen i 1995, se afsnit 7. Da både mængden af klorofyl-a-indholdet i selve algen og den mængde, der udtrækkes ved måling, varierer afhængig af algesammensætningen på måletidspunktet, kan dette være forklaringen på den manglende udviklingstendens.



Figur 6.2 Månedsgennemsnit af koncentrationer af sigt, klorofyl-a, suspenderet stof, total-fosfor, orthofosfat og total-kvælstof i overfladevandet i Furesø i år 2001 samt månedsgennemsnit i årene 1989-2000. Herudover er variation af nitrit/nitrat og ammonium samt silicium angivet for år 2001.

Suspenderet stof

Koncentrationen af suspenderet stof fulgte stort set kurverne for planteplankton-biomassen, sigtdybde og klorofyl-a. Idet der er en signifikant sammenhæng ($P = 0,05$) mellem koncentrationen af suspenderet stof og planteplanktonbiomasse, må det antages, at hovedparten af det suspenderede stof i vandfasen består af plankton. Sommermiddelkoncentrationen af suspenderet stof i 2001 var 2,48 mg/l.

Kvælstof

Koncentrationen af total-kvælstof har gennem mange år ligget lavt i Furesø i sammenligning med mange andre danske søer. Dette hænger sandsynligvis sammen med den 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 løbet af forårsperioden 2001 skete der et kraftigt fald af nitrit+nitrat-kvælstof, og fra juli til september var koncentrationen af uorganisk kvælstof 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. I løbet af sensommeren skete der en stigning i overfladevandets kvælstofindhold, hvilket højst sandsynligt kan tilskrives, at de høje koncentrationer af kvælstof i bundvandet bliver blandet op i overfladevandet, efterhånden som springlaget synker nedad i forbindelse med omrøringen af vandmasserne.

Års- og sommermiddelkoncentrationerne af total-kvælstof i 2001 er beregnet til hhv. 0,80 mg/l og 0,65 mg/l.

Fosfor

Koncentrationen af fosfor i overfladevandet i 2001 varierede, som man kan forvente det i lagdelte søer, med de højeste koncentrationer i vinterhalvåret, faldende koncentrationer i foråret og med de laveste værdier i sommerhalvåret frem til slutningen af august. Herefter steg koncentrationen af både total-fosfor og uorganisk fosfor, sandsynligvis på grund af den interne fosforbelastning, som fra midt sommer og fremefter bragte koncentrationerne af fosfor op på meget høje værdier i bundvandet. Som det allerede er beskrevet for kvælstofs vedkommende, betyder dette, at efterhånden som springlaget synker nedad, vil de høje koncentrationer i bundvandet blive blandet op med overfladevandet.

Koncentrationerne af uorganisk fosfor i overfladevandet i sommerperioden lå i 2001 generelt lidt over detektionsgrænsen, men har sandsynligvis været begrænsende for algenes vækst i perioden maj-juli.

Sommer- og årsmiddelkoncentrationerne af total-fosfor er beregnet til 0,078 mg/l og 0,104 mg/l. Begge værdier er højere end målsætningens kravværdi på maksimum 0,040 mg/l total-fosfor (årsmiddelkoncentration). Middelkoncentrationerne var i 2001 højere end året før, men set igennem hele overvågningsperioden har fosforkoncentrationen haft en signifikant faldende tendens.

Som vist i figur 6.4 skete der i løbet af stratifikationsperioden en kraftig stigning af fosfor i bundvandet som følge af fosforfrigivelse fra sedimentet. Den højeste fosforkoncentration i bundvandet blev målt til 0,55 mg/l i begyndelsen af november, mens der endnu var springlag. Fosforfrigivelsen fra søbunden medførte i 2001 en intern fosforbelastning på 7,6 tons.

pH

Overfladevandets pH udviste en karakteristisk sæsonvariation med værdier nær 8 i vinterhalvåret og værdier i intervallet 8,5-9,0 i sommerhalvåret. De høje sommerværdier er forårsaget af algernes vækst gennem forskydninger i det uorganiske kulstoffs system (kuldioxid/bikarbonat). Sommerværdierne af pH er ikke problematiske for hverken sømiljøet eller søens anvendelse til badning.

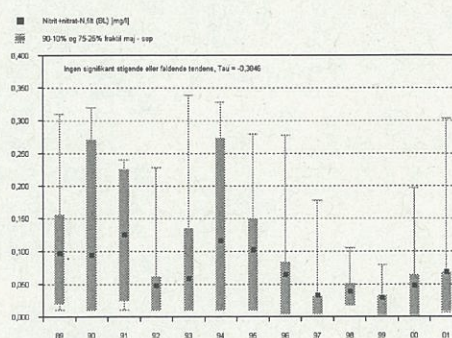
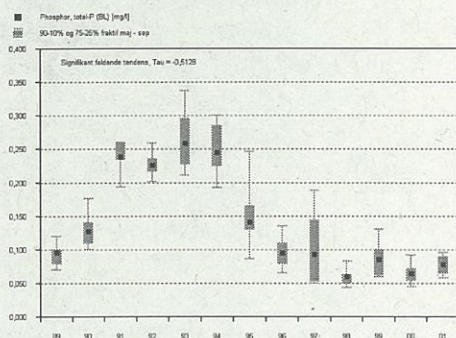
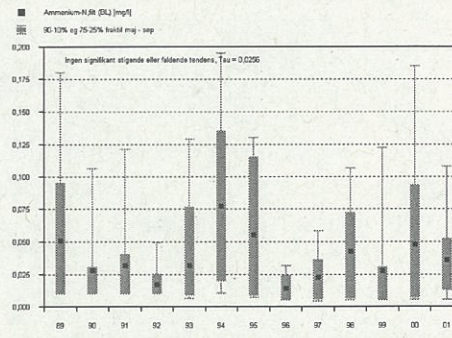
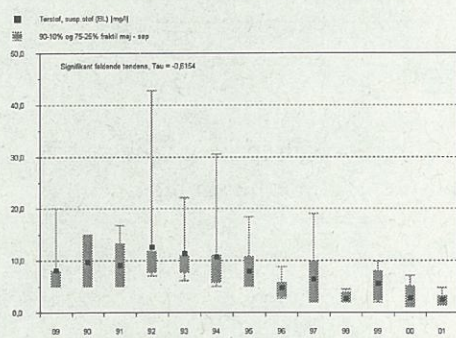
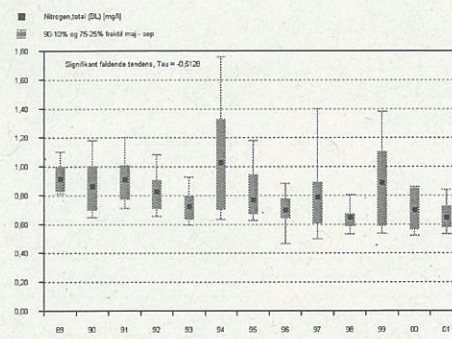
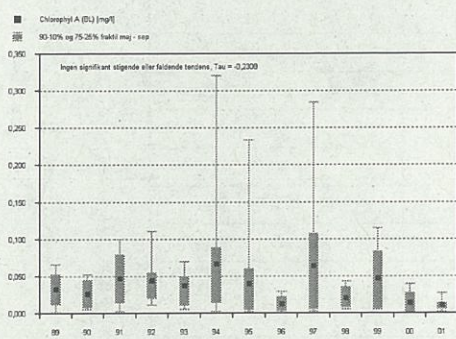
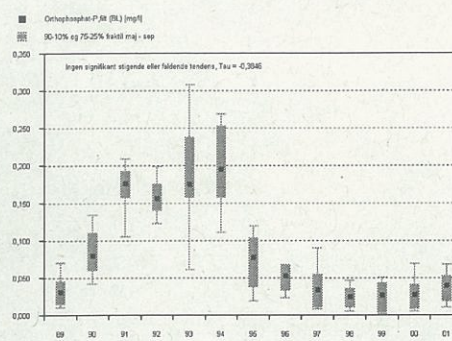
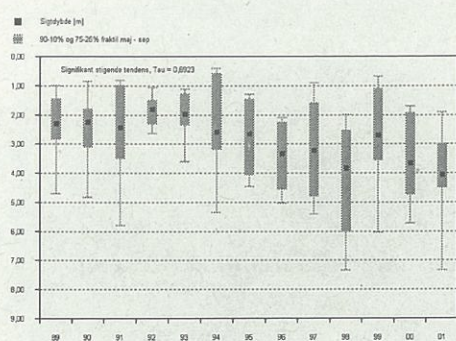
Silicium

Koncentrationen af silicium faldt i lighed med alle tidligere år til et meget lavt niveau i marts-april og var efter al sandsynlighed begrænsende for kiselalgernes vækst.

6.3 Udviklingstendenser 1989-2001

En statistisk analyse af sommer- og årsmiddelværdierne af de fysiske og kemiske variable viser, at der for de fleste betydende parametre har været signifikante udviklingstendenser i perioden 1989-2001, tabel 6.1. Sigtdybden har således været signifikant stigende, mens indholdet af både fosfor og kvælstof og suspenderet stof har været signifikant faldende. Sagt med andre ord, så har Furesø gennemgået en positiv udvikling inden for de seneste 12 år.

Imidlertid har udviklingen i søens tilstand ikke været én langsom glidende proces, men derimod, som det fremgår af figur 6.3, har der været ét markant skift i især fosforkoncentrationen i 1995-96. Analyseres der således på udviklingstendensen for fosfor og sigtdybde i perioden 1996-2001, så er der heller ikke sket en udvikling i perioden. Det vil sige, at den tilstand, som søen opnåede midt i 90'erne, er fastholdt siden. En mulig årsag til tilstandsskiftet kunne være et cyklisk skift i Furesø's fiskebestand fra maksimum fredfisk til maksimum rovfisk.



Figur 6.3 Koncentrationer af sigt, klorofyl-a, suspenderet stof, total-fosfor, orthofosfat, total-kvælstof, nitrit/nitrat og ammonium i overfladevandet i Furesø i årene 1989-2001 angivet som sommergennemsnit med fraktiler.

Tabel 6.1 Oversigt over udviklingstendenser (testet med Keldals tau) for fysiske og kemiske variabler i Furesø 1989-2001 (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.

Variabel	Sommer	År
Sigtdybde	+++	++
Klorofyl-a	0	0
Suspenderet stof	---	---
Glødetab	---	---
Silicium	0	0
Total-fosfor	--	--
PO ₄ -fosfor	--	-
Total-kvælstof	--	--
NO ₂ +NO ₃ -kvælstof	---	0
NH ₃ +NH ₄ -kvælstof	0	0
pH	0	0
Alkalinitet	-	--

6.4 Tungmetaller og miljøfremmede stoffer

De miljøfremmede stoffer og tungmetaller blev målt i filtrerede vandprøver udtaget i 20 cm's vanddybde i Furesø i hhv. 1998 og 2001. Alle analyseresultaterne samt gennemsnitsberegningerne fremgår af bilag 9.

Tungmetaller

For 3 ud af de 8 analyserede tungmetaller blev der fundet koncentrationer over detektionsgrænsen i alle målinger.

Tabel 6.2 Indholdet af tungmetaller ($\mu\text{g/l}$) i Furesø i hhv. 1998 og 2001, sammenhold med indholdet fundet i en række overvågningsvandløb samt de officielle grænseværdier (Bekendtgørelse nr. 921). Der er kun beregnet gennemsnit på tungmetallindholdet, hvis analyseresultaterne var over detektionsgrænsen (røde tal).

	Arsen, filt	Bly, filt	Cadmium, filt	Chrom, filt	Kobber, filt	Kviksølv	Nikkel	Zink
Antal	6	6	9	6	6	12	6	12
Gennemsnit	1,02				0,41		0,31	
Standardafvigelse	0,15				0,07		0,14	
Minimum	0,79	<0,025	<0,004	<0,04	0,34	<0,001	0,07	<0,5
Maksimum	1,2	0,22	0,030	0,04	0,53	0,003	0,46	10
Vandløb median	1,4	1,4	0,036	0,65	2,6	0,026	2,8	10
Bek. 921	4	3,2	5	10	12	1	160	110

Som det fremgår af tabellen ovenfor, så var ikke alene gennemsnittet, men også maksimumværdierne af tungmetallerne langt under kvalitetskravene for overfladevand. Set i forhold til de koncentrationer, der er fundet i en række større vandløb, er koncentrationerne i Furesø lave.

PAH'er

Alle de analyserede PAH'er i Furesø har været under detektionsgrænsen. PAH'er er dels af pyrolytisk (forbrænding) og/eller fossil oprindelse (f.eks. olie og kul).

Pesticider

Kun 6 af de analyserede pesticider var over detektionsgrænsen. De fundne værdier i Furesø er generelt meget tæt på detektionsgrænsen, hvorfor usikkerhederne på analyserne er høj.

Tabel 6.3 Pesticidkoncentrationer angivet i $\mu\text{g/l}$ af stoffer, der er fundet over detektionsgrænsen i Furesø.

Pesticid	Fundet i antal prøver	Detektionsgrænse	Min. konc.	Maks. konc.
2,6-Dichlorbenzamid (BAM)	3	0,01	0,02	0,03
AMPA	6	0,01	0,06	0,15
Diuron	3	0,01	0,01	0,03
Hydroxysimazin	5	0,01	0,01	0,02
Simazin	4	0,01	0,01	0,03
TCA	1	0,01	<0,01	0,03

I det følgende gives en kort beskrivelse af de påviste 6 stoffer.

2,6-Dichlorbenzamid (BAM)

BAM er et nedbrydningsprodukt af diclobenil og chlorthiamid, som har været anvendt på udyrkede arealer som ukrudtsmiddel siden 1969 indtil forbudet i 1997.

AMPA

AMPA er nedbrydningsproduktet fra glyphosat, som er det aktive stof i RoundUp. Det er fundet i vandløb, drænvand og grundvand. RoundUp er et ukrudtsmiddel, som anvendes på korn, udyrkede arealer m.m. Det har været anvendt siden 1975 og var det mest solgte produkt i 2000.

Diuron

Diuron er også et ukrudtsmiddel og har været anvendt siden 1959 på udyrkede arealer og frugtplantager. Det er forsat tilladt.

Hydroxysimazin

Hydroxysimazin er et nedbrydningsprodukt af simazin.

Simazin

Simazin er også et ukrudtsmiddel, som kun må anvendes om foråret indtil 15. maj, i planteskoler og stikasparges dog indtil 1. oktober.

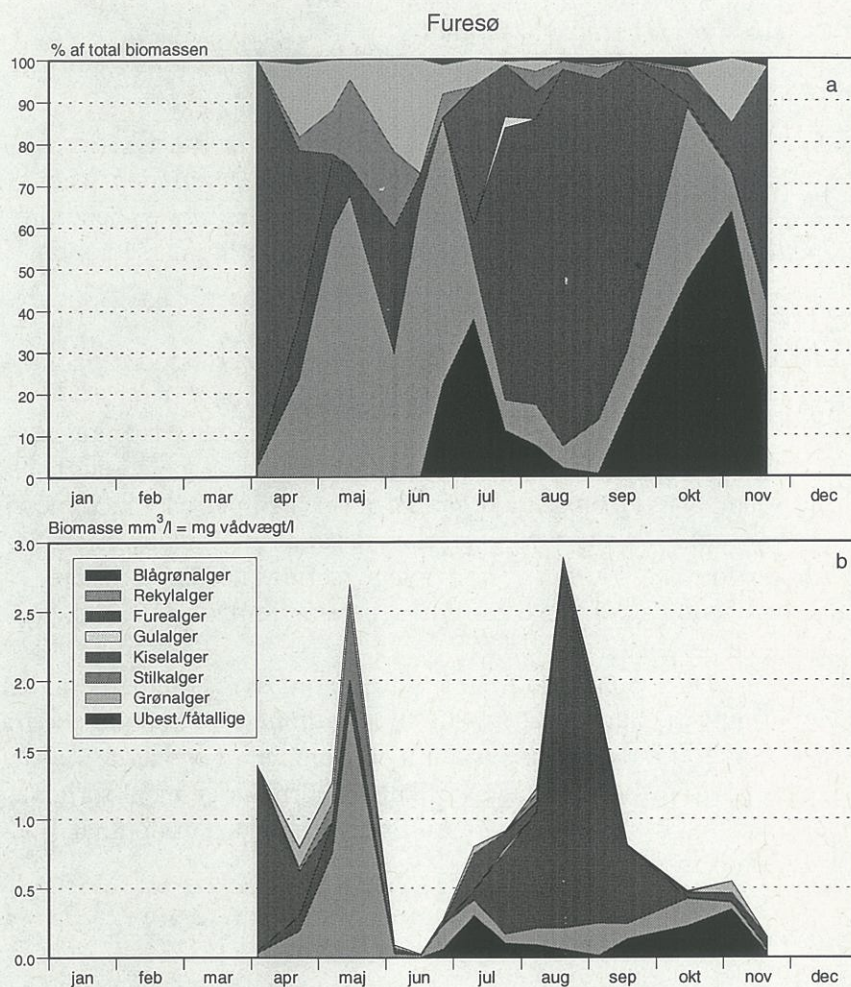
TCA (trichloredikesyre)

TCA er blevet anvendt som ukrudtsmiddel uden for vækstsæsonen i perioden 1956-90, så det er forbavsende, at det er blevet påvist i en enkelt prøve.

Andre forbindelser

MTBE er fundet over detektionsgrænsen som det eneste stof i 2 prøver. Alle andre resultater er under detektionsgrænsen. MTBE er forkortelsen for methyl-tertiær-butylether. Det anvendes som tilsætningsstof til benzin med højt oktantal og har erstattet bly. Det kan derfor evt. stamme fra både, som sejler på Furesø, men generelt er der problemer med MTBE-udslip fra tankstationer.

7 Biologiske forhold



Figur 7.1 Den procentvise fordeling af planteplanktonets volumenbiomasse, **b:** Volumenbiomassens (mm^3/l) forløb fordelt på hovedgrupper. Signaturerne er de samme for a og b. Furesø 2001.

7.1 Plankton

7.1.1 Planteplankton

Årsvariation

Den totale planteplanktonbiomasse varierede mellem $0,024 \text{ mm}^3/\text{l}$ og $2,887 \text{ mm}^3/\text{l}$, lavest i juni og november og højest i maj og august. Den gennemsnitlige biomasse, $1,165 \text{ mm}^3/\text{l}$ i sommerperioden, var lille i sammenligning med andre søer.

Planteplanktonbiomassen havde 3 maksima i perioden, ét i begyndelsen af april domineret af båndformede og trådformede kiselalger (*Fragilaria crotonensis*, *Aulacoseira*

spp.), ét midt i maj domineret af rekylalger og ét i slutningen af august domineret af furealger, *Ceratium* spp., hvoraf *Ceratium furcoides* var den vigtigste. Under faldende biomasser i oktober-november dominerede blågrønlager af slægten *Microcystis* spp. i oktober og i begyndelsen af november, mens de trådformede kiselalger, *Aulacoseira* spp., dominerede i slutningen af november med subdominans af *Microcystis* spp. Set som gennemsnit i vækstsæsonen var furealger den dominerende gruppe.

Blågrønalgerne udgjorde kun 6 % af den samlede biomasse i sommerperioden. Midt i juli var der et lille maksimum af en del arter: de kolonidannende *Microcystis* spp. samt de trådformede *Anabaena* spp. og *Aphanizomenon* sp, men en egentlig masseopblomstring med store biomasser af blågrønalger forekom ikke i 2001.

Rekylalgerne udgjorde næsten 1/3 af den samlede biomasse i sommerperioden og var således den næstvigtigste planteplanktonklasse i Furesø 2001. Rekylalgerne har ikke tidligere haft en så stor betydning for biomassen i Furesø. Rekylalger er opportunistarter, der ofte bliver dominerende mellem maksima af andre arter og kan være lejlighedsvis heterotrofe, dvs. de kan optage og omsætte organisk materiale i perioder med næringsstofbegrænsning. Arternes bevægelighed giver dem desuden en konkurrencemæssig fordel over for ubevægelige former, idet de kan optage næringsstoffer på dybere vand, når der er mangel på disse i den fotiske zone, til senere assimilation i overfladen.

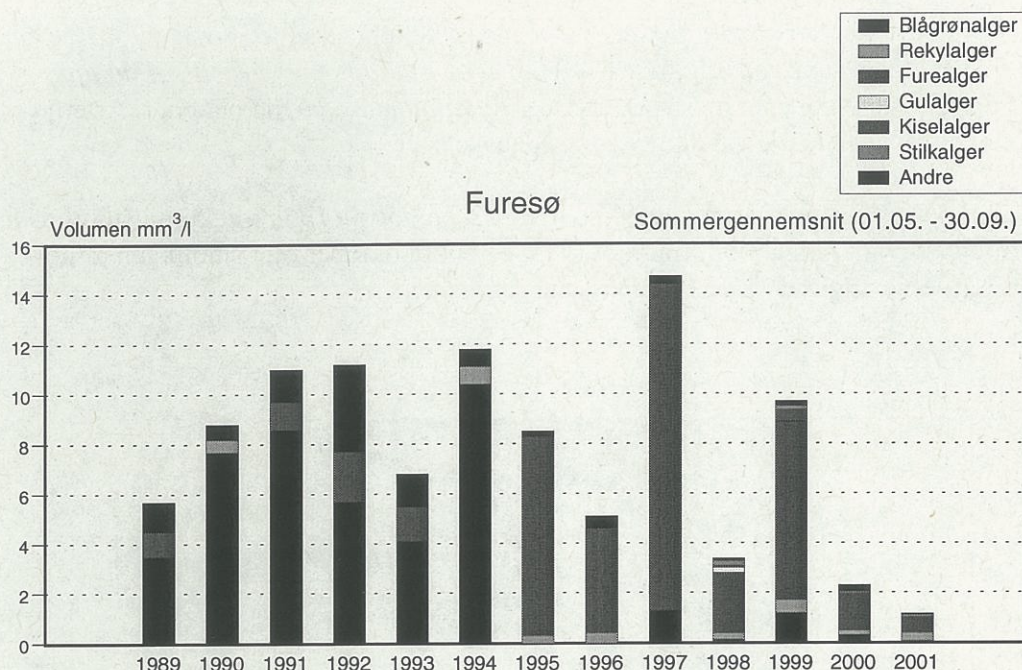
Furealgerne udgjorde 52 % af den gennemsnitlige volumenbiomasse i sommerperioden og var således den vigtigste planteplanktonklasse i 2001. *Ceratium* spp. dominerede fra juli til september. *Ceratium*-arter har oftest maksimum om sommeren og har de største biomasser i søer med springlag. De kan foretage vertikale vandringer gennem springlaget og stille sig i vandsøjlen, hvor lys- og næringsstoftilgængeligheden er optimal, hvilket giver dem en konkurrencemæssig fordel.

Sammenligning med tidligere år

Der var i 2001 sket et yderligere fald i den gennemsnitlige sommerbiomasse set i forhold til biomassen i 2000. Biomassen i 2001 var den laveste i perioden, og som omtalt i afsnit 6 var sigtddybden tilsvarende den hidtil højest registrerede.

I årene 1989-94 dominerede blågrønalgerne i sommerperioden, men i 1995 skete der et skift til fuldstændig dominans af furealger i sommerperioden, men dog med kortvarig masseopblomstring af blågrønalger i de varmeste sommerperioder. I år 2001 var furealgerne stadig vigtigste planteplanktonklasse, men trods ideelle vejrforhold for blågrønalger udeblev masseopblomstringen for første gang i en lang årrække.

Furealgernes dominans kan tolkes positivt, da denne planteplanktonklasse er mindre tolerant over for næringssaltbelastning end blågrønalgerne.



Figur 7.2 Sommergennemsnit af planteplanktonbiomasser (mm^3/l) og fordelingen mellem de overordnede taksonomiske grupper i perioden 1989-2001 i Furesø.

7.1.2 Zooplankton

Årsvariation

Den gennemsnitlige biomasse ($504,6 \mu\text{g TV/l}$ i sommerperioden) var lille i sammenligning med andre søer. Som samlet gruppe dominerede vandlopperne, mens dafnierne udgjorde omkring 40% af den samlede biomasse.

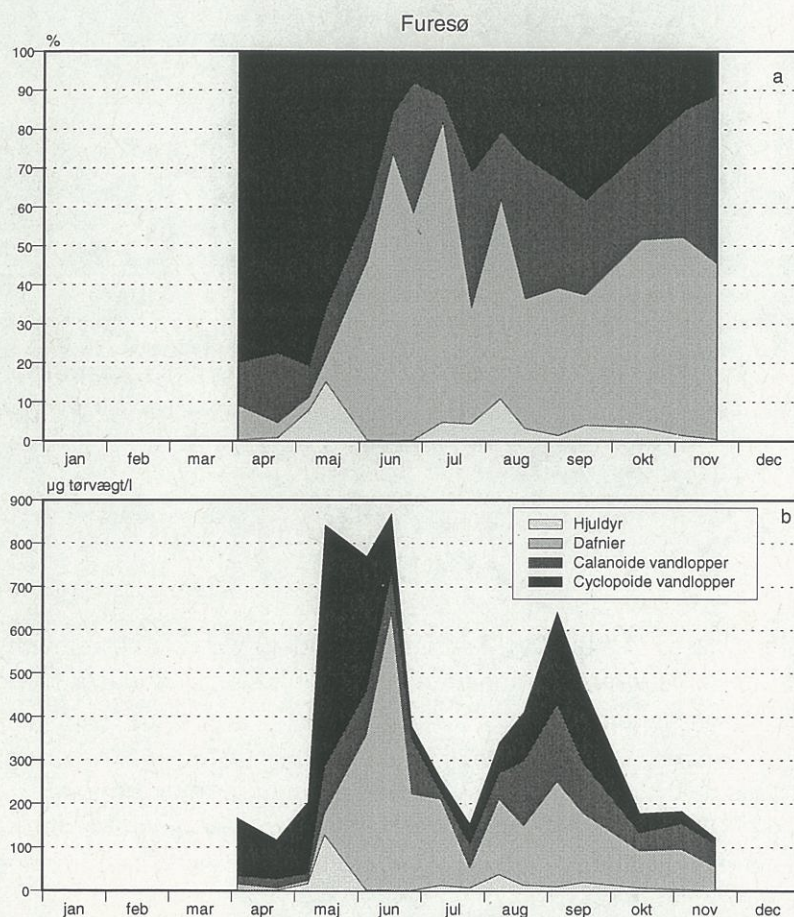
Zooplanktonbiomassen havde de største biomasser fra midt i maj til midt i juni og i september. Vandloppen *Cyclops* sp. dominerede midt i maj, *Daphnia cucullata* og *Daphnia hyalina* dominerede midt i juni og *Daphnia cucullata* og cyclopoide nauplier dominerede i begyndelsen af september.

Daphnia cucullata er en almindelig art i større søer, hvor den findes fra maj til november med maksima i juni og august-september. *Daphnia hyalina* findes især i større kaldrige søer. Arten kan – især på store lokaliteter – findes året rundt, dog er der i de egentlige vintermåneder kun få eksemplarer. Den har et eller to maksima, et meget langt fra juni til september eller to korte i maj-juni og august-september. Udbredelsen i Furesø er i overensstemmelse med artens generelle udbredelse med de største biomasser i juni.

Den rovlevende *Leptodora kindtii* forekom fra midt i juni til begyndelsen af september med maksimum i august. Den ligeledes rovlevende art *Bythotrephes longimanus*, der kun findes i store dybe søer, forekom i slutningen af juni og i juli.

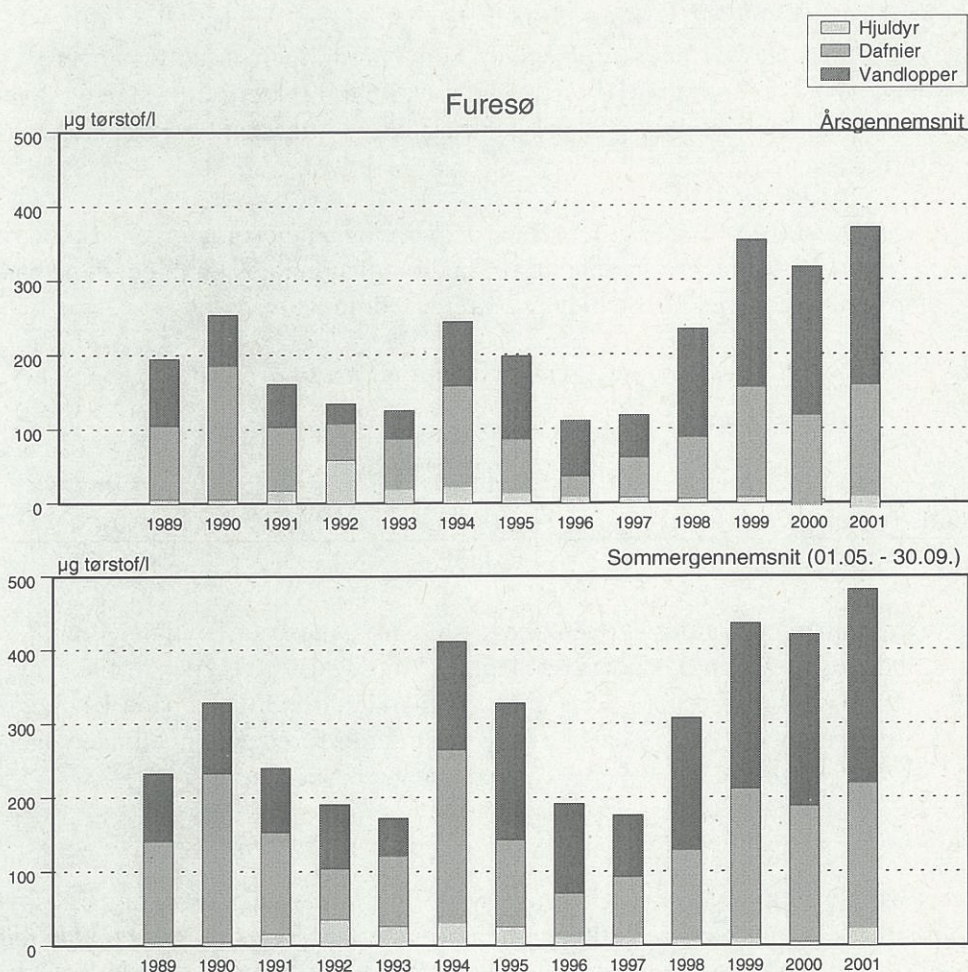
De calanoide vandlopper var periodevis blandt det dominerende zooplankton. De calanoide vandloppesamfund udgjordes af de to arter *Eudiaptomus gracilis*, *Eudiaptomus graciloides* samt copepoditter af de to arter *Eudiaptomus* spp. og nauplier. Arterne er de almindeligste calanoide vandloppearter i danske søer.

Planktoniske larver af vandremuslingen *Dreissena polymorpha* forekom i slutningen af april og begyndelsen af maj, fra midt i juni til midt i oktober og i slutningen af november. Larverne udgjorde 1/3 af biomassen i juli måned.



Figur 7.3 Zooplanktonbiomassens fordeling i år 2001 over året i µg tørvægt/l og procent.

Sammenligning med tidligere år



Figur 7.4 Årgennemsnit, sommergennemsnit ($\mu\text{g TV/l}$) og fordelingen mellem de overordnede zooplanktongrupper i perioden 1989-2001 i Furesø.

Zooplanktonbiomasser for hele året er ikke beregnet for de samme perioder i årene 1989-93. Den gennemførte interkalibrering (Jensen et al., 1996) har desuden medført ændringer ved beregning af biomassen siden 1996, specielt for vandloppernes vedkommende. Disse forhold betyder, at der ved sammenligning af værdierne må tages visse forbehold.

Den tidsvægtede gennemsnitlige zooplanktonbiomasse var både for hele året og sommerperioden højere i 2001 end i alle de tidligere år. Siden 1996 har dafnier og vandlopper hver udgjort omkring halvdelen af den samlede zooplanktonbiomasse. Den høje zooplanktonbiomasse kunne være medvirkende til, at planteplanktonbiomassen i 2001 var den hidtil laveste i overvågningsperioden.

7.2 Fiskeyngel

Fiskeyngelundersøgelsen i 2001 i Furesø fandt sted natten mellem den 3.- 4. juli 2001 i tidsrummet kl. 22.50-02.00. Undersøgelsen blev som i de tidligere år udført i overensstemmelse med anvisningen fra DMU med yngeltræk i 6 transekter i littoralen og 2 gange 6 transekter i pelagiet i det dybe bassin og 4 transekter i littoralen og 4 transekter i pelagiet i Store Kalv.

Der blev fundet yngel fra 4 arter; skalle, sandart, aborre og smelt samt enkelte ikke identificerbare karpefisk i fangsten. Sandart og smelt ynglen fandtes kun i det dybe bassin, mens aborreynglen udelukkende blev registreret i Store Kalv.

Tabel 7.1 Fiskeynglens tæthed og sammensætning i Furesø år 2001.

	Hovedbassin		Store Kalv	
	Pelagiet	Littoral	Pelagiet	Littoral
Yngeltæthed antal/m ³	0,04	1,03	0,06	1,06
Vægt g VV/m ³	0,004	0,085	0,012	0,101

Skalleynglen dominerende i littoralzonen i begge bassiner, mens smelt ynglen dominerede i pelagiet i det dybe bassin og aborre og skaller i Store Kalv. Tætheden af fiskeyngel svarede til det, der blev registreret i 2000, men var markant mindre end både 1998 og 1999. Sammenlignet med 13 andre danske søer, hvor der er foretaget yngelundersøgelser de seneste 4 år, var tætheden af yngel i Furesø meget beskeden.

Størrelse

Fiskeynglen var generelt under middelstørrelsen for tidspunktet, hvilket antageligt skyldes en kold juni og dermed senere gydning end normalt. Med Furesø's store middeldybde er en sen gydning forventelig, og en beskeden størrelse hos årsynglen er derfor ikke overraskende.

Årgangsstyrke

Der er generelt store variationer i årgangsstyrken hos de respektive arter, hvoraf især de sent gydende arter som bl.a. brasener er følsomme for klimatiske udsving forår og sommer.

I Furesø har skalleynglen været dominerende gennem hele perioden, med størst rekrutteringssucces i 1998 og ringest i 2001, mens især sandart og smelt havde mest succes i 1999. Aborrernes rekruttering har tilsyneladende været beskeden gennem hele perioden.

Fordeling

Ynglens fordeling i de undersøgte søer viste en forkærlighed hos karpefiskeynglen for de lavvandede områder, og kun i de uklare og lavvandede søer fandtes karpefiskeyngel i pelagiet. Aborrefiskeynglen var generelt mere pelagisk, dog med aftagende mængder med øget dybde og sigtdybde. Fiskeynglens sammensætning i Furesø's dybe bassin og i

Store Kalv i juli 2001 med en markant præference for bredzonen hos skalleynghen er således i overensstemmelse med søens status.

7.3 Vegetation

Søens vegetation er beskrevet på grundlag af en områdeundersøgelse. Undersøgelsen er i lighed med de forudgående år 1993-2000 gennemført efter forskrifterne i (Moeslund et al., 1996).

Artssammensætning

Tabel 7.2 Oversigt over vegetationens artssammensætning i Furesø 2001 med angivelse af de enkelte arters frekvens (= procentuel andel af delområder med forekomst).

2000 % *Brunkløst hornblad*

2000 %

2000 %

2000 %

2000 %

2000 %

2000 %

2000 %

Dansk navn	Latinsk navn	Frekvens
Andemad, kors-	Lemna trisulca	7
Brudelys	Butomus umbellatus	47
Hornblad, tornfrøet	Ceratophyllum demersum	13
Kildemos, almindelig	Fontinalis antipyretica	7
Kransnål, skør	Chara globularis	47
Kransnål, tyk	Chara tomentosa	7
Kransnål, ubestemt	Chara indet.	20
Krebseklo	Stratiotes aloides	13
Trådalger, grønne	Chlorophyceae indet	100
Tusindblad, aks-	Myriophyllum spicatum	93
Vandaks, butbladet	Potamogeton obtusifolius	20
Vandaks, børstebladet	Potamogeton pectinatus	100
Vandaks, glinsende	Potamogeton lucens	60
Vandaks, hjertebladet	Potamogeton perfoliatus	93
Vandaks, kruset	Potamogeton crispus	80
Vandaks, liden	Potamogeton berchtoldii	13
Vandaks, spinkel	Potamogeton pusillus	20
Vandaks, svømmende	Potamogeton natans	7
Vandaks, ubestemt	Potamogeton indet.	7
Vandkrans, krybende	Zanichellia repens	73
Vandpest, almindelig	Elodea canadensis	73
Vandranunkel, kredsbladet	Batrachium circinatum	60
Vandstjerne, ubestemt	Callitriche indet.	7

I forhold til 2000 blev der i 2001 ikke registreret forekomst af *brodbladet vandaks* og *liden siv*. Til gengæld blev følgende registreret som nye: *kors-andemad*, *tyk kransnål*, *ubestemt kransnål*, *liden vandaks*, *ubestemt vandaks* og *ubestemt vandstjerne*. *Tornløst hornblad* blev ikke genfundet.

Disse ændringer kan skyldes, at arter med ringe forekomst let bliver overset snarere end reelle forandringer af vegetationens artssammensætning. Men det vurderes dog, at registreringen af især *tyk kransnål* skal ses som udtryk for genindvandring af en art, der i ældre tid forekom i søen.

Vegetationen i Furesø kan karakteriseres som artsrig. Der er fortrinsvis tale om almindelige danske sø-arter, men vegetationen rummede også flere mindre almindelige arter, hvoraf én er omfattet af den danske gulliste: *glinsende vandaks*. Mængdemæssigt var vegetationen domineret af få robuste arter/grupper: grønne trådalger, *børstebladet vandaks*, *hjerterbladet vandaks*, *aks-tusindblad*, *almindelig vandpest*, *krybende vandkrans* og *kredsbladet vandranunkel*.

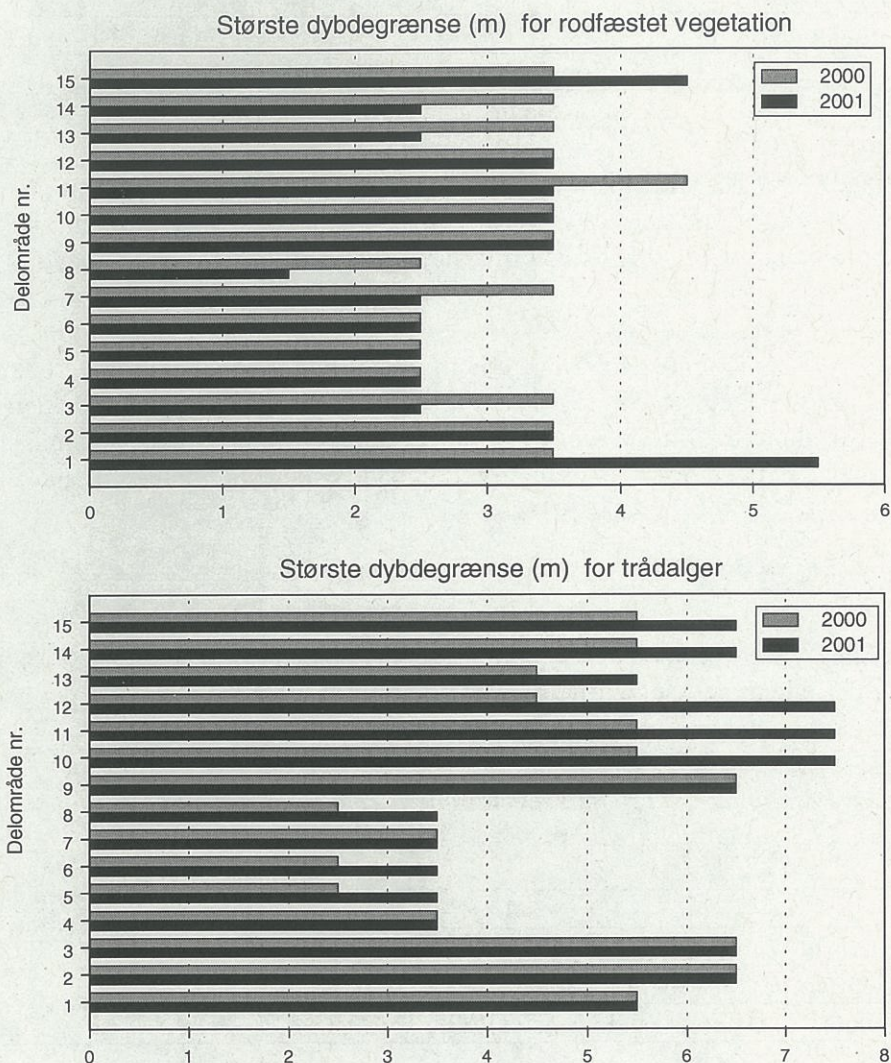
Dybdegrænse

Største dybde med rodfæstet vegetation blev i 2001 registreret i dybdeintervallet 5-6 m i det åbne bassin, hvor *børstebladet vandaks* dannede vegetationens ydergrænse. Vegetationens ydergrænse lå dog de fleste steder på mindre dybde.

Største dybde med forekomst af trådalger blev registreret i dybdeintervallet 7-8 m i det åbne bassin, men ligesom for den rodfæstede vegetations vedkommende lå også ydergrænsen for trådalger de fleste steder på mindre dybde.

Tabel 7.3 Vegetationens middeldybdegrænse i Furesø 2001.

	Åbne bassin	Store Kalv	Hele søen
Rodfæstet vegetation	3,5	2,3	3,1
Trådalger	6,6	3,5	5,6



Figur 7.5 Oversigt over største dybdegrænse for rodfæstet vegetation og trådalger i de enkelte delområder i Furesø 2001. Til sammenligning er vist de tilsvarende værdier i 2000.

Plantedækket areal

Det samlede plantedækkede areal for 2001 er vist i tabel 7.4, dækningsgraden i de enkelte dybdeintervaller er vist i bilag 8.

Tabel 7.4 *Oversigt over undervandsvegetationens dækningsgrad (uden fraregning af rørsumpens areal) i Furesø 2001.*

	Åbne bassin	Store Kalv	Hele søen
Middeldækningsgrad (%)	3,9	12,1	5,9
Middeldækningsgrad (%) i vegetationsbælte	19,3	19,0	16,0
Maks. dækningsgrad (%) i vegetationsbælte	56,8	33,9	33,7

For søen som helhed er der tale om en forholdsvis sparsomt udviklet vegetation, hvis dækningsgrad selv under optimale vækstbetingelser (tæt voksende vegetation ud til 8-10 m's dybde) vil ligge på et forholdsvis lavt niveau på grund af den stejle bundhældning i det åbne bassin.

For Store Kalv's vedkommende er der tale om en dårligt udviklet vegetation, eftersom dette søafsnit burde kunne huse en langt bedre udviklet vegetation, idet hverken den maksimale dybde eller bundhældningen er til hinder herfor. Imidlertid var den maksimale dækningsgrad i vegetationsbæltet relativt høj, både i søen som helhed og i de enkelte afsnit.

Plantefyldt volumen

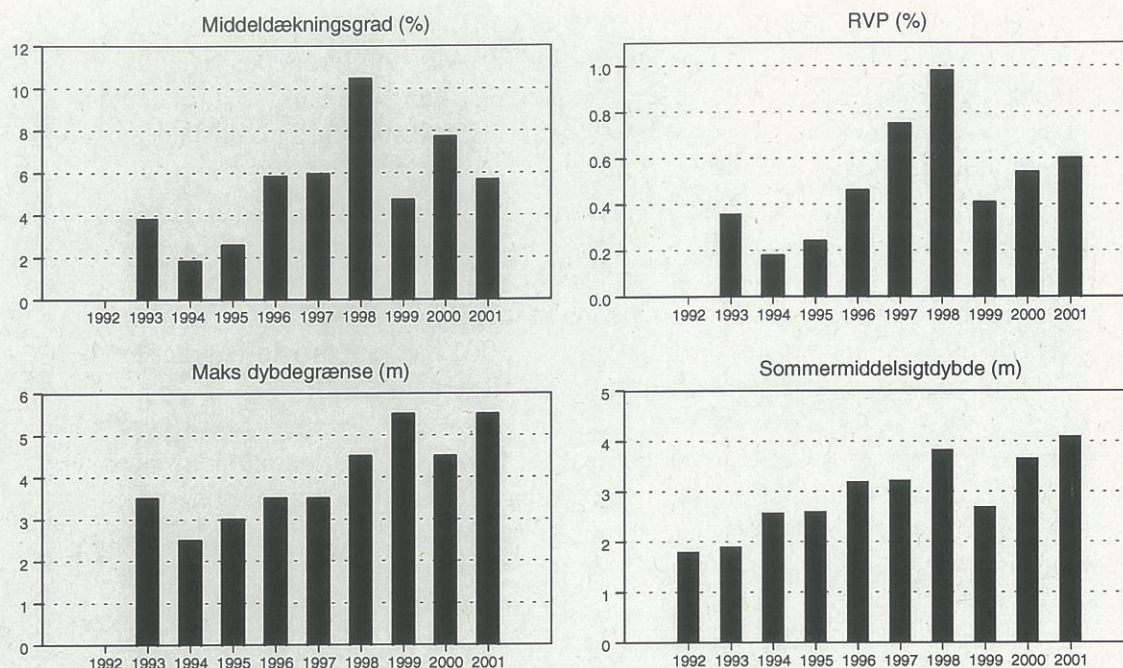
Det relative plantefyldte volumen i de enkelte dele af søen er vist i tabel 7.5. For søen som helhed er der tale om et meget lille relativt plantefyldt volumen, og selv i det generelt mest vegetationsrige afsnit var vegetationen dårligt udviklet.

Tabel 7.5 *Oversigt over undervandsvegetationens relative plantefyldte volumen (uden fraregning af rørsumpens areal) i Furesø 2001.*

	Åbne bassin	Store Kalv	Hele søen
Relativt plantefyldt volumen (%)	0,2	9,5	0,6
Rel. plantefyldt vol. (%) i vegetationsbælte	6,9	19,0	8,9
Maks. rel. plantef. vol. (%) i vegetationsbælte	27,3	29,4	28,2

Udvikling 1993-2001

Det plantedækkede areal var i 2001 noget mindre end i 2000, mens det plantefyldte volumen i 2001 var lidt større end i 2000.



Figur 7.6 *Oversigt over vegetationens udvikling i Furesø i perioden 1993-2001. Maks. dybdegrænse er angivet for rodfæstet vegetation. Middeldækningsgrad og relativt plantefyldt volumen (for hele søen) er angivet uden fraregning af rørsumpens areal og volumen. Til sammenligning er vist sommermiddelsigt dybden (maj-september).*

Det vurderes, at det samtidige fald i det plantedækkede areal og stigningen i det plantefyldte volumen skal ses som resultat af de forbedrede lysforhold i perioden, idet den eksisterende vegetation med større lystilgang har haft grundlag for at udvikle større og kraftigere skud. Grunden til, at de forbedrede lysforhold ikke har resulteret i et større plantedækket areal, kan være, at den rodfæstede vegetation ikke generelt har "nået" at respondere, muligvis i kombination med at trådalgerne har responderet positivt og dermed har begrænset de rodfæstede planters mulighed for at få rodfæste uden for de eksisterende bevoksninger.

Den positive udviklingstendens for sommermiddelsigt dybden, se afsnit 6, har bevirket stadig bedre lysforhold ved søbunden. Det er på den baggrund ikke overraskende, at også den rodfæstede vegetations største dybdegrænse viser en signifikant positiv udviklingstendens i perioden 1993-2001 ($P = 0,003$). Korrelationen mellem sommermiddelsigt dybden (forskuet 1 år bagud) og den rodfæstede vegetations største dybdegrænse er også signifikant ($P = 0,006$).

Vegetationens gennemsnitlige dækningsgrad og det plantedækkede areal viser ikke i perioden 1993-2001 en signifikant positiv udvikling ($P = 0,096$), om end begge variable i de seneste 3 år har ligget på et højere niveau end i de 3 første år i perioden.

Vegetationens plantefyldte volumen og relative plantefyldte volumen viser ikke nogen signifikant udviklingstendens i perioden 1993-2001 ($P = 0,144$), men det skal nævnes, at der både i perioden 1995-98 og i perioden 1999-2001 var signifikant positive udviklingstendenser. Når der ikke er en generelt positiv udviklingstendens, skyldes det den markante niveauforandring, der skete fra 1998 til 1999, formodentlig udløst af faldet i sommermiddelsigdybden i samme periode.

7.4 Det biologiske samspil

Koncentrationerne af uorganiske næringssalte af fosfor og kvælstof tyder på, som beskrevet i afsnit 6, at planteplanktonet i sommeren 2001 har været fosforbegrænset i perioden maj-juli og derpå kvælstofbegrænset fra juli til september.

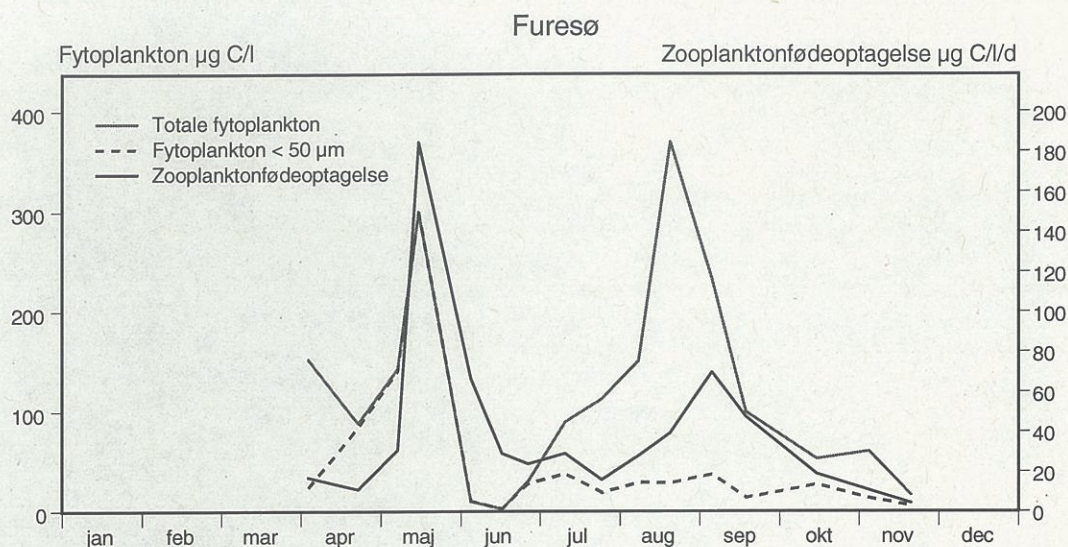
Dominansen i sommer- og efterårsperioden af *Ceratium* spp., der har konkurrencemæssig fordel, både på grund af størrelse, men også på grund af arternes specielle vækststrategi, indikerer, at næringsstofkoncentrationerne var lave i den fotiske zone i sommerperioden.

Ud fra de beregnede kulstofbiomasseniveauer ($2,6-300,3 \mu\text{g C/l}$) af de små planteplanktonformer ($<50 \mu\text{m}$) var zooplanktonet fødebegrænset i hele perioden undtagen i maj, se figur 7.7.

De beregnede græsningstryk på den tilgængelige planteplanktonbiomasse var forholdsvis høje i størstedelen af perioden. I første del af juni, i slutningen af august og i september var de beregnede græsningstryk $>100\%$, hvilket indikerer, at zooplanktonet sekundært har græsset på større planteplanktonformer.

Zooplanktonets fødeoptagelse var størst midt i maj under maksimum af både plante- og zooplankton. Zooplanktongræsningen kan, sammen med den aftagende tilgængelighed af uorganiske næringsstoffer, have været årsag til skiftet fra dominans af arter $<50 \mu\text{m}$ til dominans af arter $>50 \mu\text{m}$.

Overordnet set har zooplanktonsamfundets udvikling i 2001 formodentlig primært været begrænset af mængden af tilgængelig føde i store dele af perioden. Planteplanktonets udvikling og sammensætning har været styret af koncentrationerne af tilgængelige næringsstoffer, men også zooplanktonets græsning har uden tvivl påvirker planteplanktonet.



Figur 7.7 Sammenhæng mellem plante- og zooplankton i Furesø 2001.

Fiskeynglens potentielle påvirkning af dyreplanktonet afhænger af såvel ynglens daglige fødebehov, som igen afhænger af deres specifikke vækstrate og af udnyttelsen af føden, som af dyreplanktonets produktivitet.

Vækstraten hos fiskeyngel aftager generelt med størrelsen, hvorimod længdetilvæksten pr. tidsenhed tilnærmelsesvis er konstant, såfremt forholdene ikke ændres væsentligt. Af samme grund er der ved beregningen af ynglens specifikke vækstrater taget udgangspunkt i en konstant længdetilvækst i perioden fra yngelundersøgelserne til fiskeundersøgelserne i sensommeren. Vækstforholdene er dog kraftigt afhængige af både fødeudbud og vandtemperatur, hvoraf sidstnævnte forhold ligeledes påvirker fødens udnyttelsesgrad.

Endelig er fiskeynglens potentielle påvirkning af dyreplanktonet ikke synonymt med fiskebestandens påvirkning af samme, da 1-årige og ældre fisk ofte yder et meget betydeligt prædationstryk på dyreplanktonet.

I Furesø's dybe bassin og i Store Kalv var fiskeynglens samlede prædationstryk i juli 2001 henholdsvis 0,6 mg TV/m³/d og 1,9 mg TV/m³/d, hvilket, ligesom i 2000 var blandt de laveste af de 14 undersøgte referencesøer. Fiskeynglens konsumptionsrater har generelt været højest i Store Kalv, men kun i årene 1998 og 1999 var fiskenes beregnede konsumption i niveau med medianen blandt de 14 andre undersøgte søer.

Med Furesø's aktuelle status som en dyb, eller middeldyb, klarvandet og næringsbegrænset sø er små konsumptionsrater hos fiskeynglen forventeligt, om end et niveau omkring 1-2 mg TV/m³/d er meget lille.

Fiskeynglen i Furesø har således næppe påvirket dyreplanktonet negativt i nævneværdig grad. Ved yngelundersøgelserne registreredes dog ikke ældre fisk, og det samlede præ-

dationstryk fra fiskene på dyreplanktonet kan være betydeligt større end ynglens prædation.

8 Konklusion: Tilstand og målopfyldelse

Sommermiddelsigtdybden i Furesø var i år 2001 4,1 m, den største sigtdybde siden 1975. Regionplanens krav til sigtdybde på mindst 4 m er dermed for første gang opfyldt. En af hovedårsagerne til den store sigtdybde i 2001 var, at der for første gang i en lang årrække ikke forekom en masseopblomstring af blågrønalger i de varmeste sommermåneder.

Sigtdybden har været signifikant stigende, mens indholdet af både fosfor, kvælstof, suspenderet stof og planteplankton har været signifikant faldende i overvågningsperioden. Sagt med andre ord, så har Furesø gennemgået en positiv udvikling inden for de seneste 12 år, især i sidste halvdel af perioden, hvor der er sket et markant tilstandsskift. Tilsvarende er der også påvist et skift i planteplanktonet fra dominans af blågrønalger til dominans af furealger.

Data fra 2001, der viser lave næringsstofniveauer, meget lave plante- og dyreplanktonbiomasser samt sparsom fiskeyngel tyder samlet set på, at samspillet mellem de trofiske niveauer i Furesø's hovedbassin var "bottom-up"-reguleret.

Imidlertid er målsætningskravet for Furesø med hensyn til årsgennemsnit af fosfor ikke opfyldt. Fosforkoncentrationen har varieret noget igennem de seneste år, og der er ikke sket en signifikant udvikling siden skiftet i 1995-96.

Den gennemsnitlige indløbskoncentration af fosfor var 0,11 mg/l. Anvendes en simpel sømodel (Vollenweider, 1976) til en forsigtig overslagsberegning af den forventede fosforkoncentration i Furesø med den nuværende belastning, fås en forventet søvandskoncentration på 0,09 mg/l. Beregningen antyder, at den nuværende belastning er for høj, såfremt målsætningens krav til fosforkoncentration skal kunne opfyldes. Hvis derimod de i regionplanen planlagte tiltag over for spildevandsbelastningen gennemføres, vil den gennemsnitlige indløbskoncentration falde til et niveau, der på sigt vil kunne opfylde målsætningens krav til søvandets fosforkoncentration.

Selvom antallet af planter i 2001 var det højeste, der er registreret siden overvågningen af søens vegetation begyndte i 1993, var artsrigdommen alligevel mindre end i begyndelsen af det 20. århundrede, der i målsætningen er fastsat som det kvalitetsmæssige referencepunkt. Det betyder, at målsætningen for søen ikke kan betragtes som opfyldt for så vidt angår undervandsvegetationens artssammensætning. Alligevel er der grundlag for et positivt syn på udviklingen af artsrigdommen igennem de senere år, idet der trods år til år-varationer er sket en gradvis stigning i antallet af arter i søen.

I målsætningen for Furesø er der fastsat et krav om en dybdegrænse på minimum 4 m for undervandsvegetationen. Dette krav var i 2001 kun opfyldt i 2 delområder i det åbne bassin. I Store Kalv, der er det søafsnit, der har det arealmæssigt største potentiale for forekomst af en tæt og højt voksende undervandsvegetation, var dybdegrænsen imidlertid markant mindre end målsætningens kravværdi.

Den manglende opfyldelse af kravet til vegetationens dybdegrænse hænger utvivlsomt nært sammen med, at kravet til sommermiddelsigt dybden (mindst 4 m) gennem en lang årrække ikke har været opfyldt, men derudover har også år til år-variationen og sæson-variationen af sigt dybden stor betydning.

9 Referencer

Fosforbelastning i lavvandede eutrofe søer. NPO-forskning fra Miljøstyrelsen, nr. C4. Miljøstyrelsen, 1990

Eutrofieringsmodeller for søer. NPO-forskning fra Miljøstyrelsen, nr. C9. Miljøstyrelsen, 1990

Fosforindholdet i sedimentet i danske søer. Årsrapport fra Miljøstyrelsens Ferskvandslaboratorium, 1997.

Vandområdeplan for Mølleå-systemet. Københavns Amt og Frederiksborg Amt 1995.

Restaureringsmuligheder for Vejlesø udarbejdet af COWI. Københavns Amt 2001.

Farum Sø, 1999. Frederiksborg Amt, 2000.

Restaureringsmuligheder for Furesø, forprojekt udarbejdet af COWI. Københavns Amt 1999,

Atmosfærisk deposition 2000, NOVA 2003, faglig rapport fra DMU nr 374, 2001

Overvågning af søer 1989. Københavns Amt, miljøserie nr. 16, 1990.

Furesøens Plantesamfund 1987 Københavns Amt, miljøserie nr. 22, 1990.

Overvågning af søer 1990, Københavns Amt, miljøserie nr. 27, 1991.

Overvågning af søer 1991, Københavns Amt, miljøserie nr. 43, 1992.

Overvågning af søer 1992, Københavns Amt, miljøserie nr. 50, 1993.

Overvågning af søer 1993, Københavns Amt, miljøserie nr. 57, 1994.

Overvågning af søer 1994, Københavns Amt, miljøserie nr. 63, 1995.

Overvågning af søer 1995, Københavns Amt, miljøserie nr. 68, 1996.

Overvågning af søer 1996, Københavns Amt, miljøserie nr. 78, 1997.

Overvågning af søer 1998, Københavns Amt, miljøserie nr. 90, 1999.

Overvågning af søer 1999, Københavns Amt, upubliceret

Overvågning af Furesø i år 2000, Københavns Amt, 2001

Undersøgelser i Furesø i overvågningsperioden

Plante- og dyreplankton i Furesø 1989-2001.

Fiskeundersøgelse i Furesø 1991, 1996, 1999.

Fiskeyngelundersøgelse i Furesø, 1998, 1999, 2000, 2001.

Sedimentundersøgelse i Furesø, 1990, 1995, 2000.

Reliktkrebsundersøgelse i Furesø, 1999.

Undervandsvegetation, 1993-2001.

Afrapporterede undersøgelser ud over overvågningsperioden

- Studier over de danske søers plankton. Wesenberg Lund Copenhagen 1904.

- Furesøstudier, Wesenberg- Lund, C. (red) D. Kongelige Danske Vidensk. Selsk. Skrifter. 8. række III.1 1917.
- Undersøgelser af de ferske vandes fiskeforhold. beretning til landbrugsministeriet I. Chr. Løfting (red) C.V. Otterstrøm: Fiskeundersøgelser i Furesøen og Hampen Sø, København 1919.
- Det Ferskvandsbiologiske Laboratorium gennem 40 aar, Wesenberg - Lund, C. Bianco Luno, København, 1940.
- Furesøundersøgelser 1950-54. Berg et al. Folia Limnolica nr.10, 1958.
- De større vandplanter i Furesø. Christensen, T. and K. Andersen. Folia Limnolica Scandinavica nr.10: 114-128. 1958.
- Furesøens planteplankton. Nygaard, G. Folia Limnolica Scandinavica nr.10: 109-113. 1958.
- Measurements of primary production in two Danish eutrophic lakes: Esrom and Furesø. Jonasson P.M. Hans Mathiesen, Oikos 10, 1959.
- Mølleåsystemet. Status 1976, Hovedstadsrådet 1977.
- Mølleåsystemet. Undersøgelser 1977-78, Hovedstadsrådet 1979.
- Undersøgelser af Mysis relicta i Furesøen 1983. Kirk og Kirk specialerapport. Ferskvandsbiologisk Laboratorium 1984.
- Furesøens plantesamfund 1987, Københavns Amt, miljøserie nr. 22, 1991.

Undersøgelser af:

- Planteplankton i Furesø, 1901-02, 1947-52, 1973-74 og 1978.
- Vandkemiske målinger på station 1644, 1951-75, 1977-78, 1983-84.

Hansen, Aase Dyhl

From: Inge Thorsgaard Grevy [inthgr@tekniskforvaltning.kbhamt.dk]
Sent: 29. maj 2002 15:25
To: jbo@dmu.dk; JPJ@dmu.dk; Susi@ke.dk; Kdl@mst.dk; TFNtj@ra.dk; vamjj@ringamt.dk; IBK@sns.dk; Hik@vestamt.dk
Cc: Alex Valdemar Andersen
Subject: Sørapport fra Københavns Amt 2001, Furesø



Furesoe_rapporten Furesoe_bilag.pdf
.pdf

Så prøver jeg igen- igen-igen. Den 1.mail røg lige hurtig nok afsted, og den 2. mail kan jeg ikke se, om den er kommet igennem til Jer. Derfor prøver jeg for sikkerheds skyld en gang til. Alle gode gange 3, er det ikke sådan man siger ??

Hermed NOVA-rapporten over data indsamlet i Furesø, Københavns Amt i 2001.

Vi fremsender i år, efter aftale med Jens Bøgestrand, hhv. hovedrapporten og bilagsdelen som PDF-filer. Hvis I skulle ønske en papirudgave, kan I selvfølgelig stadig få det.

Venlig hilsen og god læselyst
Inge Grevy

Bilag 1

Nedbør og fordampning

Løbenr.: 23

2002

Eksemplar nr.:

Nedbør og fordampning

Nedbør fra DMI, station 30230 Hareskov, år 2001. Korrektion for befugtnings- og vindtab (faktor B).

	St. Hareskov, korrigeret nedbør i mm		Korrektion	Nedbør på søen
	1961-90	2001	Faktor B	1.000 m ³
Januar	68	66,3	1,41	80,2
Februar	44	77,0	1,42	93,1
Marts	54	32,8	1,35	39,7
April	50	73,8	1,24	89,3
Maj	50	41,0	1,13	49,6
Juni	61	70,5	1,11	85,3
Juli	80	26,7	1,1	32,3
August	73	130,6	1,1	158,0
September	71	128,2	1,11	155,1
Oktober	66	45,3	1,14	54,8
November	77	67,9	1,23	82,2
December	80	78,5	1,37	95,0
Året	773	838,5		1014,6

Potentiel fordampning (evaporation) for området omkring Furesø og Bagsværd Sø år 2001.

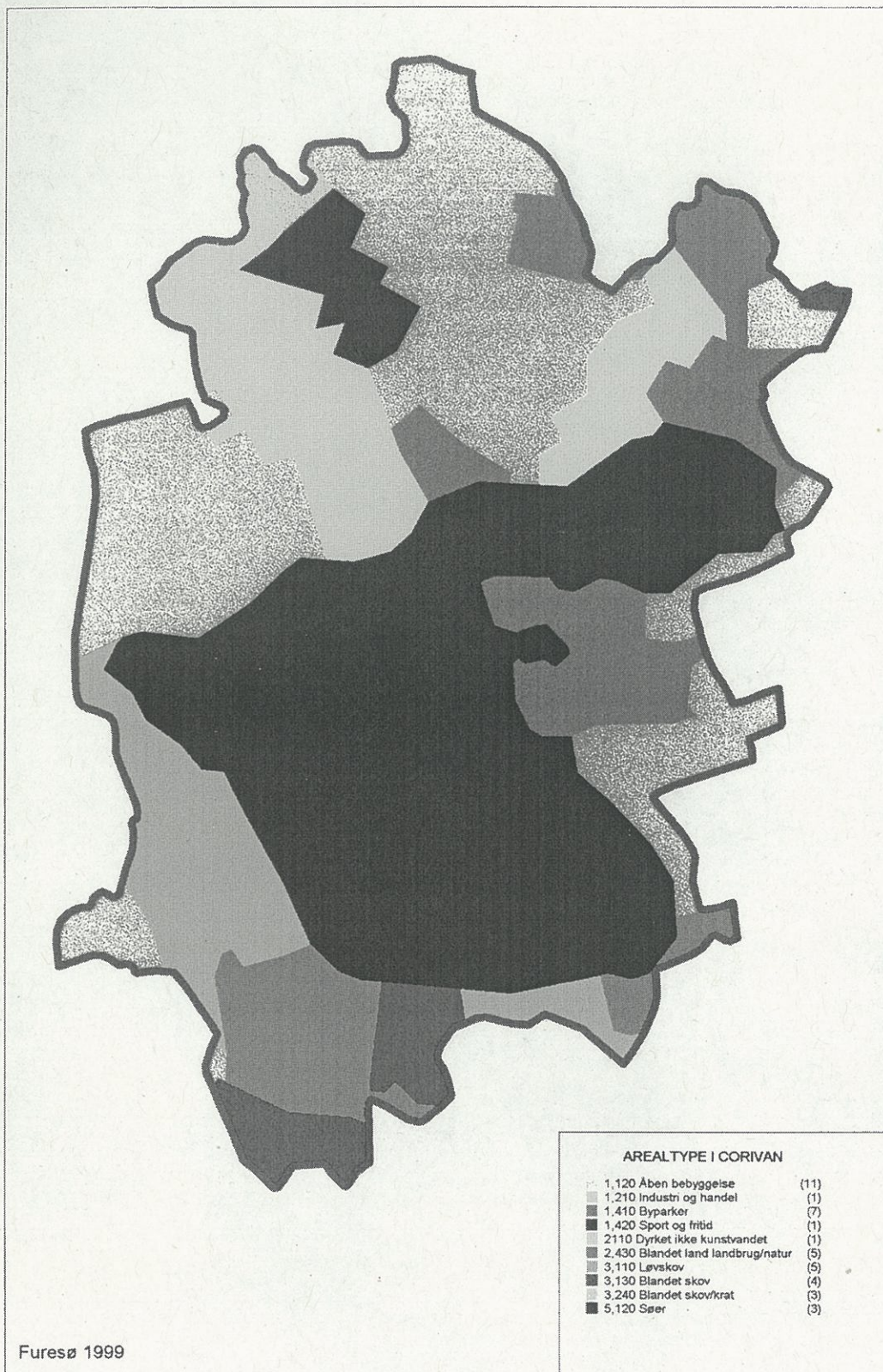
Fordampning korrigeres, da fordampning fra en fri vandoverflade er større end den potentielle fordampning. Der anvendes samme korrektionsfaktorer som tidligere år.

År 2001	Fordampning	Korrektion	Fordampning fra søen
	mm		1.000 m ³
Januar	5	1	6,1
Februar	15	1	18,2
Marts	31	1	37,5
April	48	1,1	63,9
Maj	104	1,1	138,4
Juni	106	1,2	141,1
Juli	126	1,2	183,0
August	82	1,1	119,1
September	40	1,1	53,2
Oktober	23	1	27,8
November	12	1	14,5
December	4	1	4,8
Året	596		807,6

Bilag 2

Oplandskarakteristik

Oplandskort, Corine



Bilag 3

Beregningsforudsætninger for vand- og stofbalance

Beregningsforudsætninger for vand- og stofbalance

Arealbidrag

Tilførsel af vand, kvælstof og fosfor fra de umålte oplande beregnes ved arealkorrektion med de beregnede arealbidrag for Lille Vejle Å (landbrug) og Dumpedalsrenden (natur). Vandområder (sø) regnes som natur, da det hovedsageligt er eng, mose og kær. I lighed med tidligere år regnes der ikke med arealbidrag fra bebyggede områder.

	Vand 1.000m ³ /ha/år	Kvælstof kg/ha/år	Fosfor kg/ha/år
Landbrug	1,264	11,975	0,076
Natur	1,388	1,465	0,146

Bidrag fra umålte oplande er fordelt på årets måneder efter nedbørens fordeling på året.

Atmosfærisk deposition

Atmosfærisk deposition er beregnet som et fast bidrag pr. hektar. På baggrund af nye data fra DMU på størrelsen af fosforbidraget, er fosforværdien i år 2001 nedsat markant fra 0,55 kg P/ha/år til 0,16 kg/ha/år, mens kvælstofmængden i lighed med tidligere år er fastlagt til 20 kg N/ha/år.

Kvælstof kg/ha/år	Fosfor kg/ha/år
20,00	0,16

**BEREGNINGSFORUDSÆTNING
VAND- OG STOFBALANCE**

STAMDATA : Sø nr. S2211001 Furesøen

Dybde (m)	Areal (m2)
0,00	9407511
6,00	5701537
13,20	4536456
37,00	1369

Kote til vandspejl (DNN) 20,50

Søtilsyn: Station 1644 Furesø Dybeste sted

Tilløb: Station 4000 Fiskebækken Fiskebæk bro
Station 4005 Dumpedalsrenden Vasevej
Station 4010 Vejlesø kanal Dronningsgårds Alle

Afløb: Station 4015 Furesøen, afløb Frederiksdal

Direkte udledning fra punktkilder: Punktkilde E221001 Enkeltejendomme KA Furesø
Punktkilde E221002 Enkeltejendomme FA Furesø
Punktkilde P2211007 189-U58 Furesøen
Punktkilde P2211008 189-U55 Furesøen
Punktkilde P2211009 189-U5 Furesøen
Punktkilde P2211010 189-U4 Furesøen
Punktkilde P2211011 189-U3 Furesøen
Punktkilde P2211014 181-UA14 Furesøen
Punktkilde P2211015 181-UA18 Furesøen
Punktkilde P2211016 181-UA19 Furesøen
Punktkilde P2211017 181-UA12 Furesøen
Punktkilde P2211018 181-UA17 Furesøen
Punktkilde P2211019 Separat kloakering FA Furesøen
Punktkilde P2211020 181-UA15 Furesøen
Punktkilde P2211021 181-UA20 Furesøen
Punktkilde P2211022 181-UA06 Furesøen
Punktkilde P2211027 181-UA07 Furesøen
Punktkilde P2211028 181-UA01 Furesøen
Punktkilde P2211032 181-UA03 Vejlesøkanal, Rude sø
Punktkilde P2211036 173-VIR16 Furesøen
Punktkilde P2211041 173-VIR7 Furesøen
Punktkilde P2211042 173-VIR64 Furesøen
Punktkilde P2211043 173-VIR23 Furesøen
Punktkilde P2211044 173-VIR65 Furesøen
Punktkilde P2211045 173-VIR22 Furesøen
Punktkilde P2211046 173-VIR18 Furesøen
Punktkilde R2211001 207-2 Stavnsholt Renseanlæg

Furesøen

NEDBØR OG FORDAMPNING
2001

Måned	Nedbør (mm)	Fordampning (mm)
Januar	66	5
Februar	77	15
Marts	33	31
April	74	53
Maj	41	114
Juni	71	127
Juli	27	151
August	131	90
September	128	44
Oktober	45	23
November	68	12
December	79	4

ATM. DEPOSITION
2001

Parameter	Atm. deposition (kg/ha/år)
Nitrogen, total	20,00
Phosphor, total-P	0,16

TILSYN 2001

Dato	Klok	Dybde (m)	Nitrogen,total (mg/l)	Phosphor, total (mg/l)	Lokalvst. (m)	Springlag (m)
30-11-00	1100	5,88	0,9700	0,1300	20,56	
16-01-01	1100	0,00	1,0000	0,1200	20,52	
07-02-01	1100	0,00	1,1000	0,1200	20,55	
21-02-01	1100	0,00	1,1000	0,1800	20,57	
22-03-01	1100	0,00	1,1000	0,1000	20,55	
05-04-01	1100	0,00	0,9500	0,1000	20,54	
24-04-01	1100	3,96	0,9100	0,0810	20,55	
09-05-01	1100	1,97	0,8500	0,0890	20,50	
17-05-01	1100	2,07	0,8000	0,0810	20,49	4,50
		9,00	0,6000	0,0670		
		15,00	0,7200	0,0720		
		21,00	0,7300	0,0790		
		27,00	0,8100	0,0800		
		33,00	0,7700	0,0920		
06-06-01	1100	4,87	0,6200	0,0690	20,52	23,50
		19,00	0,7400	0,0850		
		26,00	0,7800	0,0990		
		33,00	0,8900	0,1500		
18-06-01	1100	0,20			20,51	13,50
		7,98	0,6900	0,0650		
		18,00	0,7500	0,0920		
		22,00	0,8500	0,1300		
		26,00	0,8800	0,1500		
		30,00	0,9500	0,1600		
		34,00	1,0000	0,2100		
28-06-01	1100	0,20			20,48	13,50
		4,87	0,7200	0,0600		
		18,00	0,8900	0,1200		
		22,00	0,9400	0,1300		
		26,00	0,9900	0,1500		
		30,00	1,1000	0,1800		
		34,00	1,0000	0,1900		

Dato	Klok	Dybde (m)	Nitrogen,total (mg/l)	Phosphor, total (mg/l)	Lokalvst. (m)	Springlag (m)
12-07-01	1100	0,20			20,47	10,00
		3,05	0,6500	0,0570		
		17,00	0,8200	0,1300		
		21,00	0,8200	0,1500		
		25,00	0,9000	0,2200		
		29,00	0,9600	0,3000		
		33,00	1,1000	0,3700		
26-07-01	1100	0,20			20,43	11,50
		4,04	0,5400	0,0650		
		16,00	0,8400	0,1200		
		20,00	0,8900	0,1600		
		24,00	0,9100	0,2000		
		28,00	1,0000	0,3000		
		32,00	1,1000	0,3800		
09-08-01	1100	3,98	0,5800	0,0950	20,42	12,50
		19,00	1,9000	0,2300		
		23,00	0,9000	0,2400		
		25,00	1,1000	0,3000		
		28,00	1,0000	0,3200		
		32,00	1,0000	0,3300		
21-08-01	1100	0,20			20,43	13,00
		3,05	0,5800	0,0820		
		22,00	0,9100	0,2600		
		25,00	0,9500	0,2800		
		28,00	0,9800	0,2800		
		31,00	1,1000	0,3300		
		34,00	1,1000	0,3300		
06-09-01	1100	0,20			20,46	14,00
		4,87	0,5300	0,0890		
		21,00	0,8600	0,2500		
		24,00	0,8900	0,2700		
		27,00	0,9500	0,3200		
		31,00	0,9500	0,3300		

Dato	Klok	Dybde (m)	Nitrogen, total (mg/l)	Phosphor, total (mg/l)	Lokalvst. (m)	Springlag (m)
		34,00	1,0000	0,3800		
19-09-01	1100	5,89	0,5900	0,0960	20,54	15,00
		16,00	0,8100	0,1500		
		19,00	0,9100	0,2200		
		23,00	0,9300	0,2800		
		27,00	1,1000	0,3700		
		31,00	1,1000	0,4400		
16-10-01	1100	5,03	0,6300	0,1100	20,51	
		20,00	0,9000	0,2800		
		23,00	0,9800	0,3700		
		26,00	1,1000	0,4800		
		29,00	1,1000	0,5400		
		32,00	1,2000	0,5500		
05-11-01	1100	3,97	0,6900	0,1300	20,46	
		30,00	1,1000	0,5200		
		33,00	1,2000	0,5500		
21-11-01	1100	5,03	0,7000	0,1500	20,48	
13-12-01	1100	7,03	0,7300	0,1300	20,48	
17-01-02	0	0,00	0,8300	0,1200	20,51	

Kote til skalapæl nul (DNN) 0,00

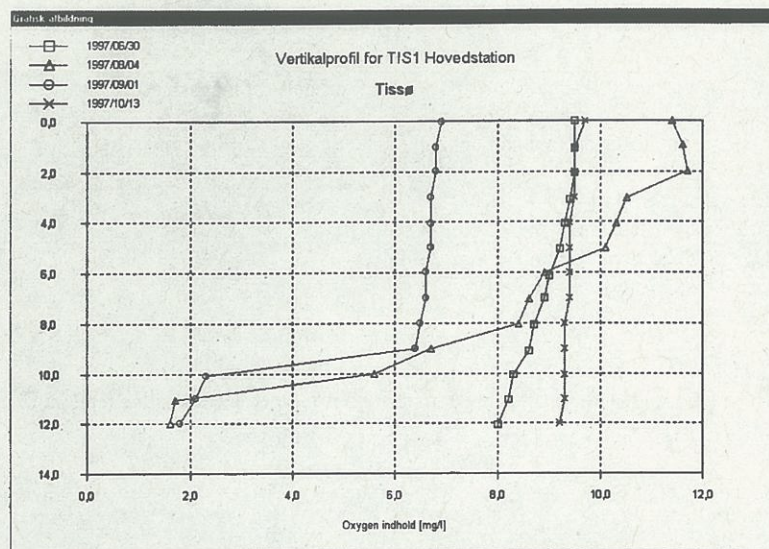


Fig. 4-11. Dybdeplot af iltmålinger.

4.2 Massebalancer for søer

Den resterende del af sømodulet vedrører opstilling af massebalancer for målte søer til beregning af vandudveksling med grundvand, opholdstider og stoftilbageholdelse (retention). I dette afsnit omtales først opbygningen af inddata til balancerne, derpå følger selve balanceberegningerne og til sidst omtales faciliteter til grafisk afbildning og udskrift af datagrundlag og beregningsresultater. Beregning af retention i umålte søer foregår i kildeopsplittingsmodulet, se afsnit 5.4.1.

4.2.1 Vandbalance

Udgangspunktet for beregningerne er den hydrologiske balance for søerne, dvs. vandbalancen. Vandbalancen har to formål. Dels anvendes data fra vandbalancen ved opstilling af stofbalancer for søerne til vurdering af søernes forurenings-tilstand, dvs. vandkvalitet, dels er den nødvendig for at kunne vurdere effekten af eventuelle hydrologiske indgreb.

Vandbalancen for en sø kan skrives:

$$\Delta Q = Q_m + Q_u + (N - F) A + Q_{pkt} - Q_a + Q_{grv} \quad (4-1)$$

hvor:

- ΔQ = magasinændring (regnes positiv ved forøgelse af magasinet)
- Q_m = vandtilførsel fra målt opland
- Q_u = vandtilførsel fra umålt opland
- N = nedbør
- F = fordampning
- A = overfladeareal
- Q_{pkt} = direkte vandtilførsel fra punktkilder
- Q_a = vandfraførsel i afløb
- Q_{grv} = vandtilførsel fra grundvand

Vandbalancen er illustreret på fig. 4-12. Søens profil regnes ikke at være boksformet, som man normalt antager, men stykvis retlinet. Dette er illustreret på fig. 4-13.

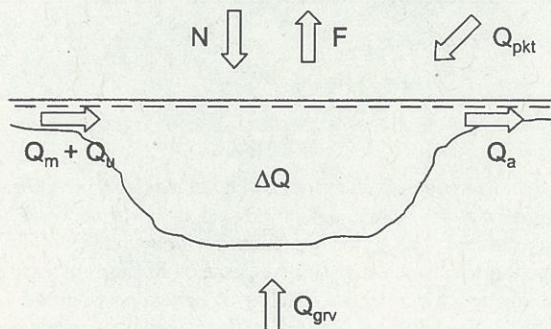


Fig. 4-12. Vandbalance.

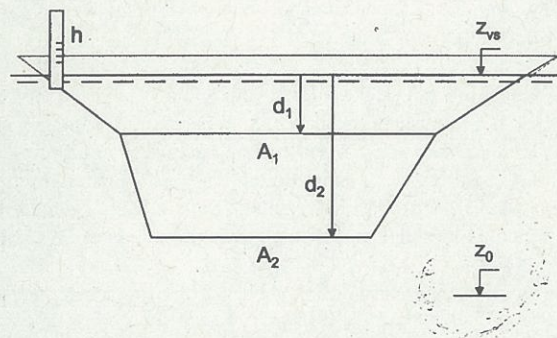


Fig. 4-13. Stykvis retlinet profil.

Søens overfladeareal og vandmagasin regnes at stige/aftage i overensstemmelse med det stykvis retlinede profil. Det øverste trapez ekstrapoleres opefter, hvis vandstanden er højere end ved opmåling af søen. Arealerne A og dybderne d stammer fra en opmåling af søen. Koten til søens vandspejl ved opmålingen er z_{vs} , og koten til skalapælens nulpunkt er z_0 .

Skalapælaflæsningerne h omregnes til dybder på følgende måde:

$$d = z_{vs} - (z_0 + h) \quad (4-2)$$

Ændringen af søens vandmagasin i en given periode beregnes ud fra kendskab til lokalvandstanden i søen ved periodens begyndelse t_1 og slutning t_2 , som bestemmes ved at interpolere retlinet mellem skalapælaflæsninger umiddelbart før og efter de to tidspunkter. Hvis der ikke er aflæsninger før og efter tidspunkterne, ekstrapoleres der vandret til periodegrænsen. Lokalvandstandene omregnes til dybder vha. 4-2, og de tilhørende vandmagasiner $Q(t_1)$ og $Q(t_2)$ beregnes. Derefter beregnes magasinændringen simpelt af:

$$\Delta Q = Q(t_2) - Q(t_1) \quad (4-3)$$

Bidrag fra nedbør og fordampning i samme periode beregnes på basis af den interpolerede vandstand midt i perioden. Vandstanden omregnes til dybde vha. 4-2, hvorefter søarealet beregnes og indsættes i 4-1.

Vandtilførsel fra målt opland, direkte tilførsel af vand fra punktkilder og vand-
fraførsel i afløbet fås ved opslag i databasen. Som nævnt i indledningen skal man
før massebalancerne for søerne kan opstilles beregne tilførsler og fraførsler af
vand og stof i tilløb og afløb vha. vandløbsmodulet. Vandtilførslen fra umålt
opland beregnes vha. kildeopsplittingsmodulet, se afsnit 4.2.6. Udledninger af
vand og stof fra punktkilder indtastes i kildeopsplittingsmodulet, se afsnit 5.1.

Vandtilførslen fra grundvandet er normalt ubekendt og beregnes af vandbalancen:

$$Q_{grv} = \Delta Q - Q_m - Q_u - (N - F) A - Q_{pkt} + Q_a \quad (4-4)$$

Opholdstiden beregnes som den hydrauliske opholdstid, der er baseret på den samlede fraførsel:

$$t_{ophold} = Q_{gns} / (Q_a + F A - Q_{grv}) \quad (4-5)$$

hvor Q_{gns} er den gennemsnitlige vandmængde i perioden.

4.2.2

Stofbalance

Når til- og fraførsel af vand er beregnet, kan stofbalancen for søen opstilles.

Stofbalancen kan skrives:

$$\Delta T = T_m + T_u + s_{atm} A + T_{pkt} - T_a + T_{grv} - T_{ret} \quad (4-6)$$

hvor:

- ΔT = magasinændring (regnes positiv ved forøgelse af magasinet)
- T_m = stoftilførsel fra målt opland
- T_u = stoftilførsel fra umålt opland
- s_{atm} = atmosfærisk deposition (pr. arealenhed)
- A = overfladeareal
- T_{pkt} = direkte stofudledning fra punktkilder
- T_a = stoffraførsel i afløb
- T_{grv} = stoftilførsel fra grundvand
- T_{ret} = retention (regnes positiv ved tilbageholdelse af stof)

Stofbalancen er illustreret på fig. 4-14.

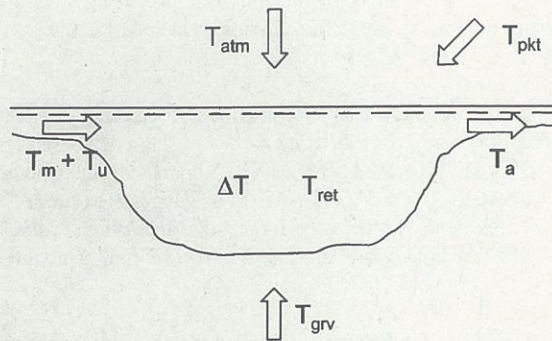


Fig. 4-14. Stofbalance.

Stofmagasineringsen i søen i en given periode beregnes som stofmængden ved periodens slutning minus stofmængden ved periodens begyndelse. Stofmængden T i søen til et vilkårligt tidspunkt er:

$$T = c_{\text{volvg}} Q \quad (4-7)$$

hvor c_{volvg} er den volumenvægtede koncentration i søen og Q den samlede vandmængde (søvolumen).

Ved beregning af den volumenvægtede koncentration tages der hensyn til dannelse af springlag i søen. Hvis der er udtaget prøver over og under springlaget, indlægges en skillelinie i springlaget. Hvis der ikke findes et springlag mellem to naboprøver, indlægges i stedet for en skillelinie midtvejs mellem prøverne. Dybden af springlaget bestemmes af temperaturprofilen.

Derefter beregnes den volumenvægtede koncentration af:

$$c_{\text{volvg}} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i c_i}{Q} \quad (4-8)$$

hvor n er antallet af opdelinger af magasinet.

Formel 4-7 udtrykker, at vandmængderne mellem skillelinierne og de tilhørende koncentrationer ganges sammen, og summen divideres med den samlede vandmængde.

Stoftilførslen fra målt opland og stoffraførslen i afløbet forudsættes at være beregnet på forhånd vha. vandløbsmodulet og fås ved opslag i databasen. Stoftilførslen fra søens umålte opland beregnes vha. kildeopsplittingsmodulet, se afsnit 4.2.6. Den atmosfæriske deposition indtastes og ganges med søens overfladeareal midt i perioden. Stoftilførsler fra punktkilder fås ved opslag i databasen. Udledninger fra punktkilder indtastes i kildeopsplittingsmodulet, se afsnit 5.1.

Hvis der er tale om en udsivning fra søen til grundvandet, er tilførslen af stof fra grundvandet i den givne periode:

$$T_{grv} = -c_{volvg} Q_{grv} \quad (4-9)$$

hvor Q_{grv} er vandraførslen til grundvandet. Ved indsivning er:

$$T_{grv} = c_{grv} Q_{grv} \quad (4-10)$$

hvor c_{grv} er koncentrationen i grundvandet. Både c_{volvg} og c_{grv} er værdier midt i perioden, beregnet ved interpolation.

Retentionen er normalt ubekendt og beregnes af stofbalancen:

$$T_{ret} = \Delta T - T_m - T_u - s_{atm} A - T_{pkt} + T_a - T_{grv} \quad (4-11)$$

Retentionsprocenten beregnes som forholdet mellem den tilbageholdte og tilførte stofmængde i perioden plus den tilstedeværende stofmængde ved periodens start:

$$\text{Retention i \%} = 100 T_{ret} / (T_{tilf\ddot{o}rt} + T_{til\ stede}) \quad (4-12)$$

4.2.3 Vandstandsmålinger

Vandstandsmålinger foreligger enten som skalapælaflæsninger på tilsynstidspunkterne eller som døgnmiddelvandstande fra kontinuerlige målinger.

Enkeltmålinger importeres eller indtastes i tabellen med feltmålinger i skærm-billedet på fig. 4-5 med kode 2711. Til registrering af kontinuerlige målinger findes to skærm-billeder, et billede til indtastning af stamdata for stationerne, hvor målingerne foretages, og et billede til udtegnning af tidsserier. Begge billeder er meget simple og er ikke vist her. Målingerne importeres vha. importmodulet, se afsnit 2.6, og kan ikke indtastes.

Bilag 4

Vandbalance 2001

VANDBALANCE 2001

1000 m3

Tilførsel	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Til. 4000	614,9	653,4	624,2	425,4	445,7	371,6	246,8	253,8	394,9	368,6	385,7	428,2	1712,9	5213,4
Til. 4005	115,0	131,0	82,9	63,1	30,6	23,8	9,8	26,4	53,0	43,7	52,0	33,3	143,6	664,5
Til. 4010	112,5	128,2	75,0	85,5	45,5	59,6	24,1	99,1	116,6	58,9	77,8	69,6	345,0	952,6
Umålt opland	303,0	369,1	193,8	148,2	60,0	46,0	20,0	63,8	183,4	121,2	152,1	141,4	373,2	1802,1
Nedbør	624,5	728,7	309,6	696,1	385,5	663,7	250,7	1223,8	1205,6	426,4	637,5	737,5	3729,2	7889,6
Pkt. E221001	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,6
Pkt. E221002	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pkt. P2211007	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	4,3	10,4
Pkt. P2211008	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,8	1,9
Pkt. P2211009	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	13,6	32,6
Pkt. P2211010	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	17,7	42,5
Pkt. P2211011	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	45,8	110,0
Pkt. P2211015	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,8
Pkt. P2211016	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,5
Pkt. P2211017	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,6	1,5
Pkt. P2211018	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4
Pkt. P2211019	40,1	40,1	40,1	40,1	40,1	40,1	40,1	40,1	40,1	40,1	40,1	40,1	200,5	481,3
Pkt. P2211020	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	7,3	17,4
Pkt. P2211021	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,6
Pkt. P2211022	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Pkt. P2211027	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,5
Pkt. P2211028	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,5
Pkt. P2211032	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,7	1,7
Pkt. P2211035	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	1,7
Pkt. P2211036	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1,2	2,8
Pkt. P2211041	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	3,0	7,1
Pkt. P2211042	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,6
Pkt. P2211043	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	6,3	15,1
Pkt. P2211044	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	1,0
Pkt. P2211045	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,6	1,3
Pkt. P2211046	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3
Pkt. R2211001	124,1	124,1	124,1	124,1	124,1	124,1	124,1	124,1	124,1	124,1	124,1	124,1	620,5	1489,1
Grundvand	0,0	0,0	0,0	155,3	471,9	550,6	392,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1415,2	1570,6
Ialt	1955,1	2195,6	1470,7	1758,9	1624,4	1900,6	1129,2	1852,0	2138,8	1204,1	1490,2	1595,2	8645,1	20314,9

Fraførsel	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Afl. 4015	1174,8	1808,4	805,2	1213,6	1066,8	608,9	600,4	400,6	852,9	1281,7	756,8	1073,3	3529,6	1643,3
Fordampning	47,1	141,9	292,6	498,0	1075,5	1197,4	1419,6	845,2	413,8	216,5	112,7	37,6	4951,6	6298,0
Grundvand	686,0	386,4	184,3	0,0	0,0	0,0	0,0	137,8	213,9	270,0	432,8	249,1	351,8	2560,4
Ialt	1907,9	2336,8	1282,0	1711,6	2142,3	1806,4	2020,0	1383,7	1480,6	1768,2	1302,3	1359,9	8833,0	20501,6

Magasinering	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Magasinering	47,1	-141,4	188,5	47,2	-518,0	94,0	-890,9	468,2	658,1	-564,3	187,8	235,1	-188,6	-188,4

Hydraulisk opholdstid : Sommer 6,416
 År 6,645

Bilag 5

Næringsstofbalancer 2001

STOFBALANCE 2001

Nitrogen, total Alle værdier i kg

Tilførsel	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Til. 4000	766,8	918,6	761,4	407,3	279,7	599,4	228,9	180,8	265,5	316,3	397,9	515,6	1554,4	5638,3
Til. 4005	169,6	169,6	94,4	67,7	33,9	31,8	13,4	31,8	65,9	58,4	62,7	45,5	176,9	844,8
Til. 4010	124,5	157,8	82,0	104,7	40,9	53,2	23,9	93,2	133,8	81,2	131,7	116,3	345,0	1143,0
Umålt opland	1131,5	1829,9	552,4	366,2	126,6	56,5	31,5	133,5	787,3	427,1	424,1	859,0	1135,4	6725,6
Pkt. E221001	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	55,9	134,2
Pkt. E221002	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	33,3	80,0
Pkt. P2211007	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	8,7	20,8
Pkt. P2211008	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	1,6	3,8
Pkt. P2211009	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	27,2	65,2
Pkt. P2211010	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	35,4	85,0
Pkt. P2211011	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	91,7	220,0
Pkt. P2211014	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2
Pkt. P2211015	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,7	1,6
Pkt. P2211016	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	1,0
Pkt. P2211017	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1,2	2,9
Pkt. P2211018	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,8
Pkt. P2211019	174,2	174,2	174,2	174,2	174,2	174,2	174,2	174,2	174,2	174,2	174,2	174,2	870,8	2090,0
Pkt. P2211020	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	81,9	196,6
Pkt. P2211021	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	2,4	5,7
Pkt. P2211022	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	1,2
Pkt. P2211027	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	2,3	5,6
Pkt. p2211028	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	2,3	5,4
Pkt. P2211032	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	7,2	17,3
Pkt. P2211036	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	2,4	5,7
Pkt. P2211041	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	5,9	14,2
Pkt. P2211042	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	1,1
Pkt. P2211043	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	12,6	30,2
Pkt. P2211044	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,9	2,1
Pkt. P2211045	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1,1	2,6
Pkt. P2211046	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	1,5	3,7
Pkt. R2211001	890,7	890,7	890,7	890,7	890,7	890,7	890,7	890,7	890,7	890,7	890,7	890,7	4453,3	10688,0
Grundvand	0,0	0,0	0,0	481,5	1462,9	1706,9	1217,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4868,7
Atm. deposit	1570,0	1577,2	1573,1	1572,0	1566,9	1568,9	1564,8	1561,7	1567,4	1568,9	1564,8	1565,9	7829,8	18821,7
Ialt	4904,2	5794,9	4205,1	4141,3	4652,8	5158,7	4221,8	3142,9	3961,8	3593,8	3723,0	4244,1	21138,0	51744,3

Fraførsel	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Afl. 4015	1161,5	1930,3	869,0	1009,5	791,2	401,0	415,1	255,5	490,2	782,2	514,1	818,8	2353,0	9438,4
Grundvand	686,1	425,1	202,7	0,0	0,0	0,0	0,0	114,0	149,5	208,7	318,8	184,0	263,5	2288,9
Ialt	1847,6	2355,3	1071,7	1009,5	791,2	401,0	415,1	369,5	639,7	991,0	832,9	1002,8	2616,5	11727,3

Magasinering og retention	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Magasinering	11037,3	3852,2	-13753,0	-15517,6	-26636,9	14428,7	961,1	-16633,4	7828,7	7909,2	-11596,1	9798,1	-20051,8	-28321,8
Retention	-7982,2	-414,1	16885,0	18647,9	30497,0	-9672,4	2844,2	19405,4	-4508,0	-5307,8	14484,8	-6558,3	38566,2	68321,5
Ialt	3055,2	3438,1	3132,0	3130,3	3860,2	4756,3	3805,3	2771,9	3320,7	2601,4	2888,7	3239,8	18514,3	39999,7

Retention Sommer 27,2 %
 År 36,6 %

STOFBALANCE 2001

Phosphor, total-P Alle værdier i kg

Tilførsel	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Til. 4000	95,5	98,0	86,9	50,2	23,2	71,1	25,0	24,7	53,9	67,6	68,1	68,8	197,8	732,9
Til. 4005	26,0	29,1	8,3	7,1	3,9	4,0	1,8	3,1	6,2	8,0	7,9	5,0	19,0	110,4
Til. 4010	11,4	13,1	8,0	5,0	2,7	4,9	2,5	11,7	19,0	8,7	10,2	7,3	40,8	104,5
Umålt opland	51,0	61,3	8,8	6,6	0,5	0,7	0,3	1,0	14,4	27,4	11,3	10,1	17,0	193,4
Pkt. E221001	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	2,0	4,9
Pkt. E221002	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	7,9	19,0
Pkt. P2211007	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	2,2	5,2
Pkt. P2211008	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,9
Pkt. P2211009	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	6,8	16,3
Pkt. P2211010	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	8,8	21,2
Pkt. P2211011	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	23,0	55,1
Pkt. P2211014	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Pkt. P2211015	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4
Pkt. P2211016	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3
Pkt. P2211017	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,8
Pkt. P2211018	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2
Pkt. P2211019	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5	212,5	510,0
Pkt. P2211020	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	20,5	49,2
Pkt. P2211021	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,6	1,4
Pkt. P2211022	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3
Pkt. P2211027	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,6	1,4
Pkt. P2211028	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,6	1,4
Pkt. P2211032	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	1,8	4,3
Pkt. P2211036	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,6	1,4
Pkt. P2211041	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	1,5	3,6
Pkt. P2211042	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3
Pkt. P2211043	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	3,2	7,6
Pkt. P2211044	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,6
Pkt. P2211045	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,7
Pkt. P2211046	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,9
Pkt. R2211001	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	95,0	228,0
Grundvand	0,0	0,0	0,0	4,7	14,2	16,5	11,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	42,5	47,1
Atm. deposit	12,6	12,6	12,6	12,6	12,5	12,6	12,5	12,5	12,5	12,6	12,5	12,5	62,6	150,6
Ialt	274,7	292,5	202,9	164,4	135,2	188,1	132,1	131,4	184,4	202,5	188,3	182,1	771,3	2278,7

Fraførsel	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Afl. 4015	165,8	309,4	103,8	102,9	75,0	37,8	37,0	36,7	90,9	190,5	97,6	136,7	277,4	1384,1
Grundvand	82,3	58,9	21,5	0,0	0,0	0,0	0,0	22,0	33,5	57,4	78,2	32,2	55,5	385,9
Ialt	248,2	368,3	125,3	102,9	75,0	37,8	37,0	58,7	124,3	248,0	175,8	168,9	332,9	1770,0
Magasinering og retention														
Magasinering	-443,2	5328,3	-8053,9	-2114,3	-848,6	2134,9	5469,7	3096,0	3192,7	7176,8	-12536,9	-2241,8	13044,7	159,8
Retention	469,4	-5404,5	8131,1	2175,4	908,5	-1985,0	-5374,9	-3023,6	-3133,0	-7222,7	12549,2	2254,7	-12608,1	344,5
Ialt	26,2	-76,2	77,2	61,2	59,9	149,9	94,8	72,3	59,7	-45,8	12,2	12,9	436,6	504,3

Retention Sommer -102,4 %
 År 1,8 %

Bilag 6

**Periodegennemsnit for
fysiske og vandkemiske variabler 1989-2001**

Sommer- og årsmiddelværdier for fysiske og kemiske variabler i Furesø st. 1644 1989-2001

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

Sommer (1/5-30/9)		1989	1990	1991	1992	1993	1994	
		1	4	2	10	5	2	
Øvrige variabler								
pH		8,9	9,5	8,87	8,96	8,83	8,69	
Alkalinitet	(mmol/l)	2,07	1,89	2	2,22	2,63	2,09	
Suspenderet stof	(mg TS/l)	6,9	9	8,1	13,1	11,51	10,42	
Silikat	(mg Si/l)	0,14	0,41	0,58	0,23	0,15	0,44	
Glødetab af TS	(mg/l)	-	7,2	6,53	10,3	9,73	9,17	
Jern	(mg/l)	-	-	-	0,03	0,03	0,03	
COD, filtr.	(mg/l)	6,5	6,9	8,1	8	9,91	7,9	
År (1/1-31/12)		1989	1990	1991	1992	1993	1994	
Total-P	(mg P/l)	0,12	0,16	0,27	0,27	0,3	0,27	
PO ₄ -P	(mg P/l)	0,08	0,12	0,22	0,22	0,24	0,24	
Total-N	(mg N/l)	0,97	0,97	0,93	0,88	0,84	1,05	
NO ₂ +NO ₃ -N	(mg N/l)	0,3	0,28	0,25	0,23	0,24	0,3	
NH ₃ +NH ₄ -N	(mg N/l)	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,14	
pH		8,5	8,8	8,34	8,47	8,43	8,32	
Alkalinitet	(mmol/l)	2,16	2,04	2,04	2,22	2,46	2,19	
Silikat	(mg Si/l)	0,35	0,58	0,59	0,63	0,48	0,58	
Suspenderet stof	(mg TS/l)	5,4	6	7,49	7,8	10,11	7,08	
Glødetab af TS	(mg/l)	-	5,1	5,65	6,1	7,56	6,18	
COD, filtr.	(mg O ₂ /l)	4,5	4,6	4,91	4,68	7,82	4,92	
Jern	(mg/l)	-	-	-	0,03	0,06	0,05	
Klorofyl-A	(µg/l)	19	15	29	27	25	37	
Sigtdybde	(m)	3,6	3,4	3,25	3,3	2,59	3,27	
Sommer (1/5-30/9)		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Sigtdybde	(m)	2,51	3,2	3,22	3,83	2,7	3,6	4,1
	max	4,5	5,05	5,5	7,5	6,5	5,1	7,8
	min	1,3	2,1	0,9	1,78	0,6	2,2	1,9
Total-P	(mg P/l)	0,14	0,091	0,09	0,059	0,081	0,064	0,078

Sommer (1/5-30/9)		1989	1990	1991	1992	1993	1994		
		max	0,25	0,137	0,193	0,084	0,13	0,092	0,096
		min	0,085	0,064	0,05	0,043	0,052	0,045	0,057
PO4-P	(mg P/l)	gns.	0,07	0,051	0,034	0,024	0,028	0,027	0,039
		max	0,12	0,067	0,092	0,065	0,068	0,072	0,07
		min	0,017	0,023	0,008	0,005	0,002	0,005	0,008
Total-N	(mg N/l)	gns.	0,77	0,71	0,79	0,647	0,872	0,699	0,646
		max	1,2	0,891	1,45	0,82	1,4	0,86	0,85
		min	0,62	0,448	0,488	0,53	0,52	0,52	0,53
NO2+NO3-N	(mg N/l)	gns.	0,08	0,056	0,04	0,039	0,029	0,048	0,068
		max	0,29	0,295	0,193	0,11	0,129	0,21	0,36
		min	0,005	0,005	0,005	0,016	0,003	0,003	0,006
NH3+NH4-N	(mg N/l)	gns.	0,06	0,015	0,02	0,043	0,035	0,048	0,036
		max	0,13	0,032	0,059	0,175	0,22	0,19	0,11
		min	0,007	0,005	0,004	0,005	0,005	0,005	0,005
Klorofyl-A	(µg/l)	gns.	44	12	64	20	49	13	11
		max	251	29	320	43	120	40	28
		min	0,5	0,5	2,1	5	5	5	1
Øvrige variabler									
pH		gns.	8,73	8,64	8,53	8,5	8,6	8,6	8,6
Alkalinitet	(mmol/l)	gns.	2,02	2,19	1,9	2	1,92	2,1	2
Suspenderet stof	(mg TS/l)	gns.	7,9	4,73	6,41	2,4	5,75	2,8	2,4
Silikat	(mg Si/l)	gns.	0,32	0,22	0,56	0,29	0,27	0,3	0,3
Glødetab af TS	(mg/l)	gns.	6,88	4,28	4,77	2,4	4,79	3,16	1,79
Jern	(mg/l)	gns.	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,021
COD, filtr.	(mg/l)	gns.	7,52	4,28	7,65	-	-	-	-
År (1/1-31/12)		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	
Total-P	(mg P/l)	gns.	0,17	0,12	0,11	0,09	0,1	0,097	0,104
PO4-P	(mg P/l)	gns.	0,12	0,09	0,06	0,06	0,07	0,066	0,070
Total-N	(mg N/l)	gns.	0,89	0,84	0,79	0,74	0,84	0,82	0,783

Sommer (1/5-30/9)		1989	1990	1991	1992	1993	1994	
NO ₂ +NO ₃ -N	(mg N/l)	0,33	0,18	0,13	0,19	0,17	0,261	0,231
NH ₃ +NH ₄ -N	(mg N/l)	0,04	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
pH		8,2	8,33	8,32	8,2	8,26	8,4	8,4
Alkalinitet	mmol/l)	2,11	2,17	2,03	2	1,94	2	2,1
Silikat	(mg Si/l)	0,6	1,12	0,59	0,7	0,38	0,69	0,68
Suspenderet stof	(mg TS/l)	5,52	3,69	4,3	2,8	3,93	3,76	2,14
Glødetab af TS	(mg/l)	4,18	3,45	3,51	2,7	3,18	2,98	1,51
Jern	(mg/l)	0,05	0,05	0,04	0,03	0,04	0,06	0,06
Klorofyl-A	(µg/l)	24,71	10,4	31,00	14,00	26,00	26	10
Sigtdybde	(m)	3,31	3,9	3,92	4,65	3,71	4,1	4,3

Bilag 7

Planktonundersøgelse

Dominerende og subdominerende fytoplanktonklasser i perioden 1989-2001

År	Årsgennemsnit mm ³ /l					Sommergennemsnit mm ³ /l					Maksimum mm ³ /l
	Blågrøn	Furealger	Kiselalger	Rekylalger	Total	Blågrøn	Furealger	Kiselalger	Rekylalger	Total	
1989					*	3,5		1,0		5,7	13,0
1990					*	7,7			0,5	8,8	43,0
1991					*	8,6		1,1		11,0	34,0
1992					*	5,7		2,0		11,2	18,0
1993					*	4,1		1,4		6,8	20,0
1994	4,3		0,5		5,3	10,4			0,7	11,8	78,0
1995		3,4	0,6		4,2		8,0		0,3	8,5	68,0
1996		1,9	0,7		3,1		4,2		0,4	5,1	25,9
1997		5,6	0,8		7,1	1,3	13,1			14,7	81,3
1998	0,1	1,6	0,3	0,2	2,5	0,1	2,4	0,1	0,3	3,4	8,1
1999	0,8	4,8	0,4	0,4	6,7	1,2	7,2	0,5	0,5	9,7	27,1
2000	0,2	1,0	0,5	0,2	2,2	0,3	1,5	<0,1	0,2	2,3	6,2
2001	0,1	0,4	0,1	0,3	1,0	0,1	0,6	<0,1	0,3	1,2	2,9

Dominerende og subdominerende fytoplanktonklasser i Furesø 1989-2001 på årsbasis og i sommerperioden (1/5-30/9). Den dominerende fytoplanktonklasse er markeret. Desuden ses den totale biomasse og den maksimale biomasse for 1989-2001.

* Sammenligning med tidligere års gennemsnitlige tidsvægtede biomasser beregnet på årsbasis har ikke været mulig, da årsgennemsnittet ikke er beregnet for 1989- 1993.

En sammenligning af dominerende og subdominerende fytoplanktonklassers biomasse indebærer en mindre usikkerhed, da den gennemsnitlige tidsvægtede fytoplanktonbiomasse ikke er beregnet for de samme perioder i årene 1989-1994.

Biologiske data, planteplankton

Biologiske data sommer (1/5-30/9)	Enhed	1998	1999	2000	2001
Biomasse, gns. Vådvægt	mg/l	3,389	9,693	2,293	1,165
Biomasse <20 µm gns., vådvægt	mg/l	0,539	0,92	0,55	0,45
Biomasse <20 µm gns.	%	16	9	24	39
Biomasse 20-50 µm gns., vådvægt	mg/l	0,275	0,57	0,20	0,06
Biomasse 20-50 µm gns.	%	8	6	9	5
Biomasse >50 µm gns., vådvægt	mg/l	2,575	8,20	1,55	0,65
Biomasse >50 µm gns.	%	76	85	67	56
Max. Biomasse, vådvægt	mg/l	8,118	27,066	6,209	2,887
Min. Biomasse, vådvægt	mg/l	0,079	0,341	0,204	0,024
% Blågrønalgler gns., vådvægt	%	4	12	14	6
% Blågrønalgler max., vådvægt	%	15	35	41	38
Blågrønalgler > 10% af biomassen	dage	10	41	115	57
Blågrønalgler > 25% af biomassen	dage	0	11	30	22
Blågrønalgler > 50% af biomassen	dage	0	0	0	0
Blågrønalgler > 75% af biomassen	dage	0	0	0	0
Blågrønalgler > 90% af biomassen	dage	0	0	0	0

Dominerende og subdominerende zooplanktongrupper i perioden 1989-2001

År	Årsgennemsnit µg TV/l				Sommergennemsnit µg TV/l				Maksimum µg TV/l
	Hjuldyr	Dafnier	Vandlopper	Total	Hjuldyr	Dafnier	Vandlopper	Total	
1989	5 **	100 **	90 **	195 **	5	135	93	233	380
1990	5 *	180 *	70 *	255 *	5	228	96	329	780
1991	17 *	86 *	58 *	161 *	15	138	87	240	460
1992	58 *	49 *	28 *	135 *	35	69	86	190	480
1993	19 *	67 *	39 *	126 *	26	94	52	173	266
1994	21	137	87	244	30	235	146	411	742
1995	13	72	113	197	25	118	184	327	648
1996	8	28	75	111	11	59	121	191	404
1997	7	54	57	118	10	83	83	177	270
1998	5	83	147	242	7	122	179	319	1.053
1999	7	149	198	358	8	203	224	442	1.136
2000	3	122	200	329	4	184	231	425	1.964
2001	16	151	211	394	22	196	263	505	871

Tidsvægtede gennemsnitlige zooplanktonbiomasser for zooplanktongrupper og totale biomasser, for hele året og i sommerperioden (1/5-30/9), samt maksimale biomasser i Furesø 1989-2001. Den dominerende zooplanktongruppe er markeret. * = Tidsvægtet gennemsnit for perioden 1/3-31/10. ** = Tidsvægtet gennemsnit for perioden 1/4-31/10.

Biologiske data, zooplankton

Biologiske data sommer (1/5-30/9)	Enhed	1998	1999	2000	2001
Antal gns.	Antal/ml	0,713	0,904	0,413	0,955
Antal Daphnia spp. Gns.	Antal/ml	0,009	0,011	0,010	0,011
Antal små dafnier* gns.	Antal/ml	0,008	0,022	0,014	0,025
Antal små dafnier*/alle dafnier	%	44	67	57	69
Cladocé indeks (antal Daphnia/dafnier)	%	55	33	42	31
Biomasse gns., vådvægt	mg/l	2,582	3,570	3,425	4,218
Hjuldyr, biomasse **	mg/l	0,056	0,067	0,008	0,129
Daphnia spp. biomasse	mg/l	0,863	1,279	1,25	1,24
Bosmina spp. biomasse	mg/l	0,100	0,273	0,19	0,28
Små dafnier*, biomasse	mg/l	0,100	0,291	0,20	0,32
Små dafnier*/alle dafnier	%	10	18	14	20
Cyclopoid vandlopper, biomasse	mg/l	0,689	1,120	0,860	1,359
Calanoide vandlopper, biomasse	mg/l	0,744	0,671	0,992	0,742
Størrelse					
Middellængde Daphnia spp.	Mm	0,736	0,771	0,863	0,807
Middellængde Bosmina spp.	Mm	0,399	0,379	0,399	0,402
Middellængde Cladocera ***	mm	0,550	0,592	0,666	0,583

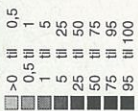
Dyre-/planteplankton					
Total zoo-/total fyttoplankton	mg/mg	0,762	0,368	1,494	3,621
Total zoo-/<50µm-fyttoplankton	mg/mg	3,172	2,396	4,567	8,271

* Små dafnier = alle dafnier på nær arter af slægterne *Daphnia*, *Polypheus*, *Holopedium*, *Leptodora* og *Bythotrephes*.
 ** Uden slægten *Asplanchna* *** Uden rovzooplankton

Bilag 8

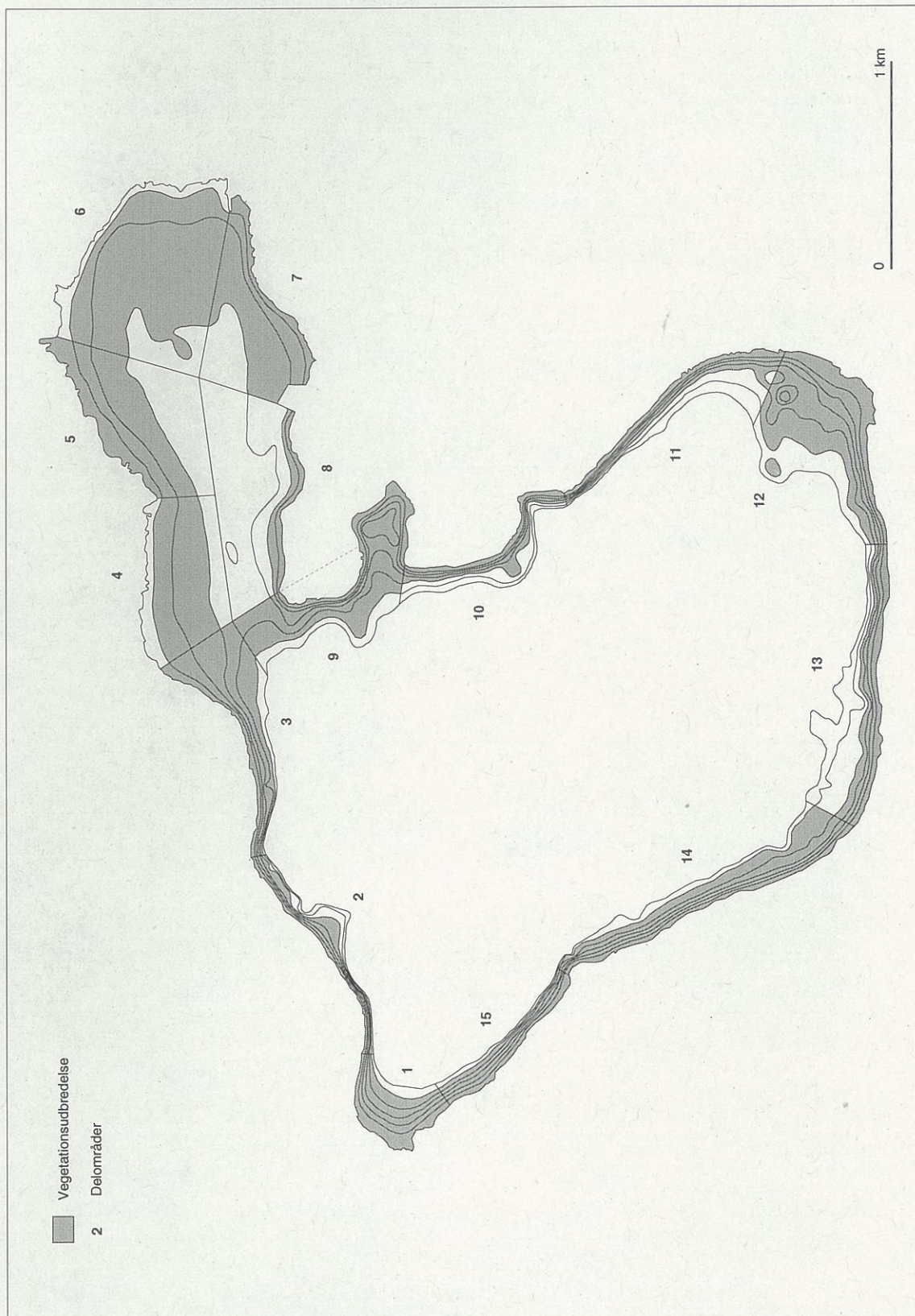
Undervandsvegetation

Vegetation i Furesøen 2001
Gennemsnitlig dækningsgrad (%)



2 : Delområder





[illegible]

Bilag 9

**Tungmetaller og
miljøfremmede stoffer**

Oversigt over analyserede tungmetaller i overfladevand (udtaget i 20 cm dybde) fra

Furesøen

Alle resultater er opløste metaller.

Dato	Klok	Dybde	Arsen, filt	Bly, filt	Cadmium	Cadmium, filt	Chrom, filt	Kobber, filt	Kviksølv	Nikkel, filt	Zink
		cm	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
09-07-98	1030	20	0,79	0,042	<0.004	<0.004	<0.04	0,53	<0.001	0,46	10
28-07-98	1000	20	0,90	<0.025	<0.004	<0.004	<0.04	0,43	0,002	0,35	0,6
05-08-98	1030	20	1,2	0,22	<0.004	<0.004	<0.04	0,39	0,002	0,27	<0.5
20-08-98	1000	20	1,1	<0.025	<0.004	<0.004	0,04	0,42	<0.001	0,07	<0.5
08-09-98	1030	20	1,0	<0.025	<0.004	<0.004	<0.04	0,34	0,001	0,45	1,7
17-09-98	1200	20	1,1	<0.025	<0.004	<0.004	<0.04	0,36	0,001	0,28	<0.5
18-06-01	1100	20			<0.005				<0.001		<1.0
28-06-01	1100	20				0,02			<0.001		3,0
12-07-01	1100	20				0,03			<0.001		3,0
26-07-01	1100	20				<0.004			<0.001		<3.3
21-08-01	1100	20			0,007				0,003		2,0
06-09-01	1100	20			0,009				0,001		3,0

Oversigt over analyserede PAH'er i overfaldevand (udtaget i 20 cm dybde) fra Furesøen									
	Dato		18-06-01	28-06-01	12-07-01	26-07-01	21-08-01	06-09-01	
Navn	CAS-nr.		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	
Perylen	198-55-0		<0.01	<0.03	<0.02	<0.02	<0.01	<0.01	
Phenanthren	85-01-8		<0.01	<0.03	<0.02	<0.02	<0.01	<0.01	
Fluoranthren	206-44-0		<0.01	<0.03	<0.02	<0.02	<0.01	<0.01	
Indone(1,2,3cd)pyren	193-39-5		<0.01	<0.03	<0.02	<0.02	<0.01	<0.01	
Acenaphthen	83-32-9		<0.01	<0.03	<0.02	<0.02	<0.01	<0.01	
Dibenzothiophen	132-65-0		<0.01	<0.03	<0.02	<0.02	<0.01	<0.01	
Benzo(e)pyren	192-97-2		<0.01	<0.03	<0.02	<0.02	<0.01	<0.01	
2-methylphenanthren	2531-84-2		<0.01	<0.03	<0.02	<0.02	<0.01	<0.01	
Dimethylphenanthren	1576-67-6		<0.01	<0.03	<0.02	<0.02	<0.01	<0.01	
Fluoren	86-73-7		<0.01	<0.03	<0.02	<0.02	<0.01	<0.01	
Antracen	120-12-7		<0.01	<0.03	<0.02	<0.02	<0.01	<0.01	
Pyren	129-00-0		<0.01	<0.03	<0.02	<0.02	<0.01	<0.01	
Chrysen	218-01-9		<0.01	<0.03	<0.02	<0.02	<0.01	<0.01	
Benz[a]pyren	50-32-8		<0.01	<0.03	<0.02	<0.02	<0.01	<0.01	
Triphenylen	217-59-4		<0.01	<0.03	<0.02	<0.02	<0.01	<0.01	

Oversigt over analyserede pesticider i overfaldevand (udtaget i 20 cm dybde) fra Furesøen

	Dato	18-06-01	28-06-01	12-07-01	26-07-01	21-08-01	06-09-01
Navn	CAS-nr.	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
2,4_D	94-75-7	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
2,6-Dichlorbenzamid (BAM)	2008-58-4	0,02	0,03	<0.01	0,02	<0.01	<0.01
3-hydroxycarbofuran	16655-82-6	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
4-Nitrophenol	100-02-7	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Aldrin	309-00-2	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
AMPA	1066-51-9	0,09	0,07	0,15	0,07	0,08	0,06
Atrazin	1912-24-9	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Atrazin, desethyl-	6190-65-4	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Atrazin, desisopropyl	1007-28-9	<0.01		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Atrazin, hydroxy-	2163-68-0	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Azinphos-ethyl	2642-71-9	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Azinphos-methyl	86-50-0	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Bentazon	25057-89-0	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Bromoxynil	1689-84-5	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Carbofuran	1563-66-2	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Chloridazon	1698-60-8	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Chlorsulfuron	64902-72-3	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Cyanazin	21725-46-2	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Dalapon	75-99-0	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
DDE, o,p-	72-55-9?	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
DDE, p,p-	72-55-9?	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
DDT, o,p-	50-29-3	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Desethylisopropylatrazin	3397-62-4	<0.01	<0.01	<0.02	<0.01	<0.01	<0.01
Desethylterbuthylazin	6190-65-4	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Dichlobenil	1194-65-6	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Dichlorprop	120-36-5	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Dichlorvos	62-73-7	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Dieldrin	60-57-1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Dinoseb	88-85-7	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Diuron	330-54-1	<0.01	0,03	<0.01	<0.01	0,01	0,02
DNOC	534-52-1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Endosulfan-sulfat	115-29-7	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Endrin	72-20-8	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Ethofumesat	26225-79-6	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Gamma Lindan (HCH)	58-89-9	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Hexazinon	51235-04-02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Hydroxysimazin	2599-11-3	<0.01	0,02	0,03	0,01	0,22	0,03
Ioxynil	1689-83-4	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Isodrin	465-73-6	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

Isoproturon	34123-59-6	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Lenacil	2164-08-1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Malathion	121-75-5	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Maleinhydrazid	123-33-1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
MCPA	94-74-6	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Mechlorprop	7085-19-0	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Metamitron	41394-05-2	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Metazachlor	67129-08-2	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Methabenzthiazuron	18691-97-9	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Metoxuron	19937-59-8	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Metribuzin	21087-64-9	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Metsulfuron methyl	74223-64-6	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Mevinphos	7786-34-7	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Parathion	100-02-7	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Parathion-methyl	298-00-0	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Pendimethalin	40487-42-1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Pirimicarb	23103-98-2	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Propachlor	1918-16-7	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Propiconazol	60207-90-1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Simazin	122-34-9	<0.01	0,03	0,02	<0.01	0,01	0,02	
TCA	76-03-9	<0.01	<0.01	<0.01	0,03	<0.01	<0.01	
Terbuthylazin	5915-41-3	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Trifluralin	1582-09-8	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Antal pesticider analyseret		62	61	62	62	62	62	
Maximum (detektionsgrænse)*		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	

Detektionsgrænsen for 4-nitrophenol er 0.05ug/l.
Resultater over detektionsgrænsen markeret med fed skrift.

Oversigt over diverse analyserede andre forbindelser i overfaldevand (udtaget i 20 cm dybde) fra Furesøen											
		Dato	18-06-01	28-06-01	12-07-01	26-07-01	21-08-01	06-09-01			
Forbindelse	Navn	CAS-nr.	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l			
Blødgørere	DEHP	117-81-7	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.1	<0.05			
Halogenerede											
aromatisk kulbrinte	Chlorbenzen	108-90-7	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01			
	Hexachlorbenzen (HCB)	118-74-1	<0.03	<0.03	<0.06	<0.03					
Halogenerede											
alifatiske kulbrinte	1-2-dichlorpropan	78-87-5	<0.05	<0.05	<0.1	<0.05					
	c-1,3-Dichlorpropan	542-75-6?	<0.05	<0.05	<0.1	<0.05					
	c-1,3-Dichlorpropan	542-75-6?	<0.05	<0.05	<0.1	<0.05					
	1,2-dichlorethan	107-06-2	<0.03	<0.03	<0.06	<0.03					
Additiv til benzin	MTBE	1634-04-4	0,5	<0.1	<0.2	0,33	<0.1	<0.1			
Anioniske detergenter	LAS	?	<3	<2	<2	<2	<3	<3			
Phenolforbindelser	Nonylphenoler	25154-52-3	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.05			
	nonylphenol(NP1EO)	9016-45-9?	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1			
	nonylphenol(NP2EO)	?	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1			

Resultater over detektionsgrænsen markeret med fed skrift.

Kun MTBE i to prøver er fundet over detektionsgrænsen. Alle andre resultater er under detektionsgrænsen

