



DW

Fuglesø tilstand og udvikling 1996



 **VANDMILJØ**
overvågning

Vandmiljøovervågning nr. 36

Løbenr.: - 82 1997

Eksemplar nr.: 2/1

Titel: Fuglesø, - tilstand og udvikling 1996

Serietitel: Vandmiljøovervågning nr. 36

Udgiver: Frederiksborg Amt, Teknik og Miljø
Miljøafdelingen

Udgivelsesår: 1997

Rapport og grafik: Frederiksborg Amt
Bodil Aavad Jacobsen
Helle Utoft Rasmussen
Ruth SthenHansen

Forsidefoto: Peter B. Jørgensen.
Fuglesø

Tryk: Hillerød Bogtrykkeri + Offset og
Frederiksborg Amt

Oplag: 100 stk

ISSN: 0906-7299

ISBN: 87-7781-131-3

Copyright: Gengivelse tilladt mod tydelig kildeangivelse

Købes hos: Frederiksborg Amt, Teknik & Miljø
Miljøafdelingen,
Kongens Vænge 2
3400 Hillerød
tlf.: 42 26 66 00 lokal 2197

Pris: 50 kr.

Fuglsø
tilstand og udvikling
1996

Indholdsfortegnelse

	Side
Sammenfatning	1
1. Indledning	3
2. Systembeskrivelse	5
3. Vandkvalitetsplaner	9
4. Meteorologiske og hydrologiske forhold	11
4.1 Lufttemperatur	11
4.2 Nedbør	12
4.3 Ferskvandsafstrømning	12
4.4 Konklusion	13
5. Vand- og stofbalancer	15
5.1 Vandbalance	15
5.1.1 Nedbør og fordampning	15
5.1.2 Vandstand og volumen	16
5.1.3 Vandbalance	17
5.1.4 Opholdstid	19
5.2 Næringsstofbalancer	19
5.2.1 Fosfor	19
5.2.2 Kvælstof	22
5.2.3 Konklusion	26
6. Fysiske og kemiske forhold i de frie vandmasser	27
6.1 Ilt og temperatur	27
6.2 Sigtdybde og klorofyl a	29
6.3 Suspenderet stof	30
6.4 Fosfor	30
6.5 Kvælstof	31
6.6 Kvælstof-fosfor forhold	32
6.7 pH og alkalinitet	33
6.8 Silikat	34
7. Biologiske undersøgelser	35
7.1 Planteplankton	35
7.2 Dyreplankton	37
7.3 Samspil mellem plante- og dyreplankton	40
7.4 Konklusion	41
7.5 Bundvegetation	42
8. Udvikling i Fuglesøs miljøtilstand	43
8.1 Udvikling 1989-96	43
8.2 Fremtidig miljøtilstand	45
9. Referencer	49
10. Bilag	51

Sammenfatning

- Beliggenhed og morfometri* Fuglesø ligger i Stenløse Kommune øst for Stenløse by i en øst-vest orienteret tunneldal. Søen er lille (5 ha) og meget lavvandet. Gennemsnitsdybden er 1,95 m, den maksimale dybde 2,78 m og søens vandvolumen er opgjort til 97.800 m³.
- Opland og belastning* Søens topografiske opland er på 694 ha og består overvejende af landbrugsområder. Via Spangebækken modtager Fuglesø rensset spildevand fra Slagslunde rensesanlæg. Fosforbidraget fra rensesanlæg, regnvandsbetingede udledninger og ukloakerede ejendomme ønskes i fremtiden nedbragt til 20 kg fosfor pr. år.
- Vandbalance og opholdstid* Vandtilførslen til Fuglesø var på grund af ringe nedbørsmængder ekstremt lav i 1996. Baseret på målinger af de fraførte vandmængder blev den gennemsnitlige opholdstid beregnet til 88 dage. I sommerhalvåret (1. maj - 30. september) var opholdstiden 112 dage.
- Stofbalancer* Tilførslen af kvælstof og fosfor til Fuglesø er i høj grad afhængig af vandtilførslen, og stoftilførslen var derfor lav i 1996 svarende til den meget ringe afstrømning. Den samlede fosfortilførsel var 72 kg, og fraførslen var 80 kg. Det betyder, at Fuglesø i 1996 aflastede ca. 11 % af den tilførte fosformængde via udløbet. Fuglesø har ikke aflastet fosfor i de tidligere overvågningsår. Der blev tilført i alt 5.166 kg kvælstof til søen i 1996, og fraførslen var på 1.653 kg. Dette svarer til en kvælstoftilbageholdelse på ca. 68 %. Det væsentligste stofbidrag kom fra spildevandsudledninger fra rensesanlæg, regnvandsbetingede udledninger og enkeltejendomme. På grund af en stor kvælstofretention i tilløb og opland samt en ringe vandtilførsel blev det diffuse bidrag fra landbrugsjord, der i de øvrige overvågningsår har været betydeligt, beregnet til at være negativt i 1996.
- Temperatur og ilt* I april-august opstod der periodevis temperaturlagdeling af vandmasserne i Fuglesø. I de længste perioder med lagdeling udvikledes der samtidig dårlige iltforhold ved bunden.
- Sigt dybde* Årsmiddelsigt dybden var i 1996 1,05 m og i sommerhalvåret 0,64 m. Den væsentligste årsag til dårlige sigt dybdeforhold var den meget høje biomasse af planteplankton i søen.

Sammenfatning

- Fosforkoncentration* Koncentrationen af af total fosfor i Fuglesø 1996 var høj, med en tidsvægtet årsmiddelkoncentration på 0,28 mg P/l, og et sommergennemsnit på 0,35 mg P/l. Årstidsvariationen viste en stærkt øget koncentration i sensommeren i forbindelse med frigivelse af ortofosfat fra bunden.
- Kvælstofkoncentration* Koncentrationen af af total kvælstof var ligeledes høj i Fuglesø 1996. Tidsvægtede års- og sommermiddelværdier var på henholdsvis 4,19 og 2,90 mg N/l. I juli-september var koncentrationen af opløst, uorganisk kvælstof meget lav, og havde givetvis stor betydning for planteplanktonudviklingen.
- Planteplankton* Planteplanktonet i Fuglesø 1996 kan kort karakteriseres som et ekstremt næringsrigt, blågrønalgesamfund med en høj gennemsnitlig biomasse (13 mm³/l i den produktive periode, 16 mm³/l i sommerperioden).
- Dyreplankton* Dyreplankton var det meste af året domineret af calanoide vandlopper og opnåede en gennemsnitlig biomasse på 4,4 mg/l i den produktive periode (6 mg/l i sommerperioden). Dyreplanktonet var præget af prædationstryk fra fisk og var kun i ringe grad i stand til at regulere planteplanktonet, der i sommerperioden næsten udelukkende bestod af græsningsresistente blågrønalger >50 µm.
- Udvikling 1989-96* Der er i overvågningsperioden 1989-96 sket et signifikant fald i fosforkoncentrationen i søvandet i Fuglesø. Fosforkoncentrationen er dog stadig meget høj og medvirker til en kraftig algeudvikling i søen. Faldet i fosforkoncentrationen har derfor ikke betydet et tilsvarende fald i koncentrationen af klorofyl-a og dermed en stigning i sigtdybden.
- Fremtidig udvikling* Modelberegninger viser, at Fuglesø både med den nuværende og med en reduceret fosforbelastning vil kunne opnå væsentlig bedre sigtdybdeforhold. Det kræver imidlertid, at den betydelige interne fosforbelastning ophører, således at der indstilles en naturlig balance imellem tilført og fraført fosfor.
- I betragtning af søens ekstremt næringsrige tilstand i 1996, må det forventes at der vil gå en årrække, inden søen er i naturlig balance. Ud over at reducere tilførslen af fosfor kan det blive nødvendigt med yderligere indgreb i form af øget gennemstrømning og/eller biomanipulation for at opnå en tilfredsstillende miljøtilstand i Fuglesø.

1. Indledning

Med vedtagelsen af Vandmiljøplanen i Folketinget i 1987 blev det besluttet at nedbringe næringsstofbelastningen af det danske vandmiljø.

I den forbindelse blev der iværksat et landsdækkende overvågningsprogram med det formål at følge effekten af Vandmiljøplanen. For at følge udviklingen i søerne blev der udpeget i alt 37 nationale overvågnings søer, hvoraf Arresø, Bastrup Sø og Fuglesø er beliggende i Frederiksborg Amt.

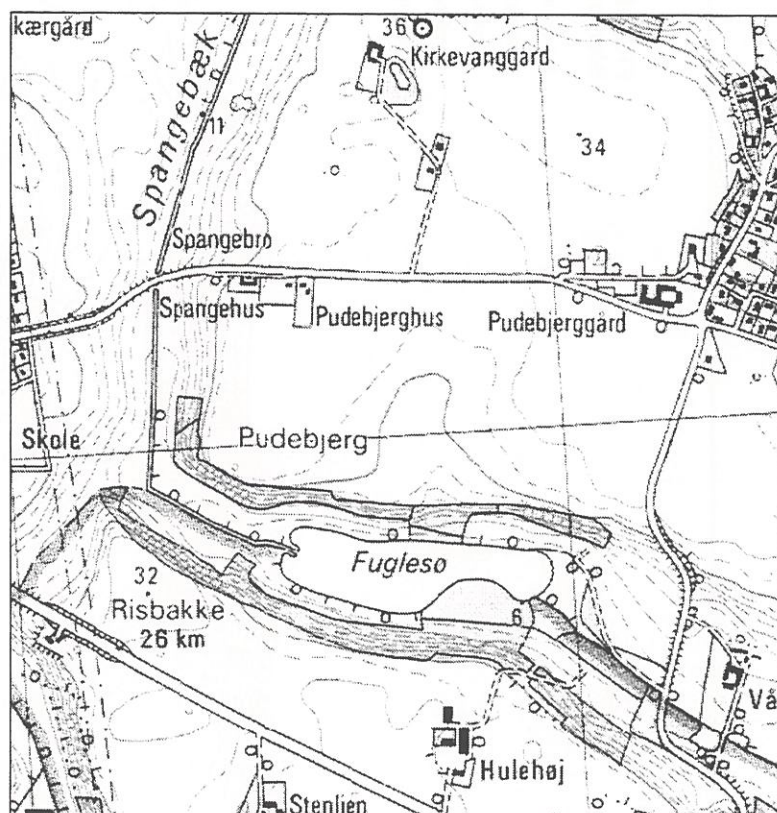
Denne rapport beskriver de undersøgelser, som Frederiksborg Amt har foretaget i Fuglesø i 1996, samt udviklingen i søens miljøtilstand i perioden 1989-96. Der er desuden opstillet scenarier til beskrivelse af søens fremtidige tilstand ved forskellige belastninger samt givet forslag til, hvorledes belastningen kan reduceres.

Temaet for årets Vandmiljøplan-rapportering er amternes regionale søtilsyn. I den forbindelse er der foretaget en status over tilstanden i samtlige målsatte søer i Frederiksborg Amt, søtilsynets omfang samt en oversigt over planlagte og gennemførte miljøforbedrende indgreb. Resultaterne findes i rapporten "Søerne i Frederiksborg Amt - Status og planlægning". Rapporten omfatter også data fra Fuglesø.

2. Systembeskrivelse

Beliggenhed og morfometri

Fuglesø ligger i Stenløse Kommune i den sydøstlige del af Frederiksborg Amt. Søen er privatejet og ligger i en øst-vest orienteret tunneldal, figur 2.1.



Figur 2.1. Kort over Fuglesø og dens umiddelbare omgivelser (1:13 500).

Fuglesø er en lille, lavvandet sø med et overfladeareal på 5 ha, en gennemsnitsdybde på 1,95 m og en maksimumdybde på 2,78 m. Søens volumen er beregnet til 97.800 m³ ved vandspejlskote 6,02 m o. DNN, der også er gældende for de øvrige målinger. Et kort over søen med indtegnede dybdekurver ses på figur 2.2, side 6.

Søens areal i relation til dybden kan beskrives ved hjælp af en hypsograf. Hypsografen og den tilsvarende dybde-volumenkurve er vist i figur 2.3.

FUGLESØ

FREDERIKSBORG AMT
Stenløse Kommune

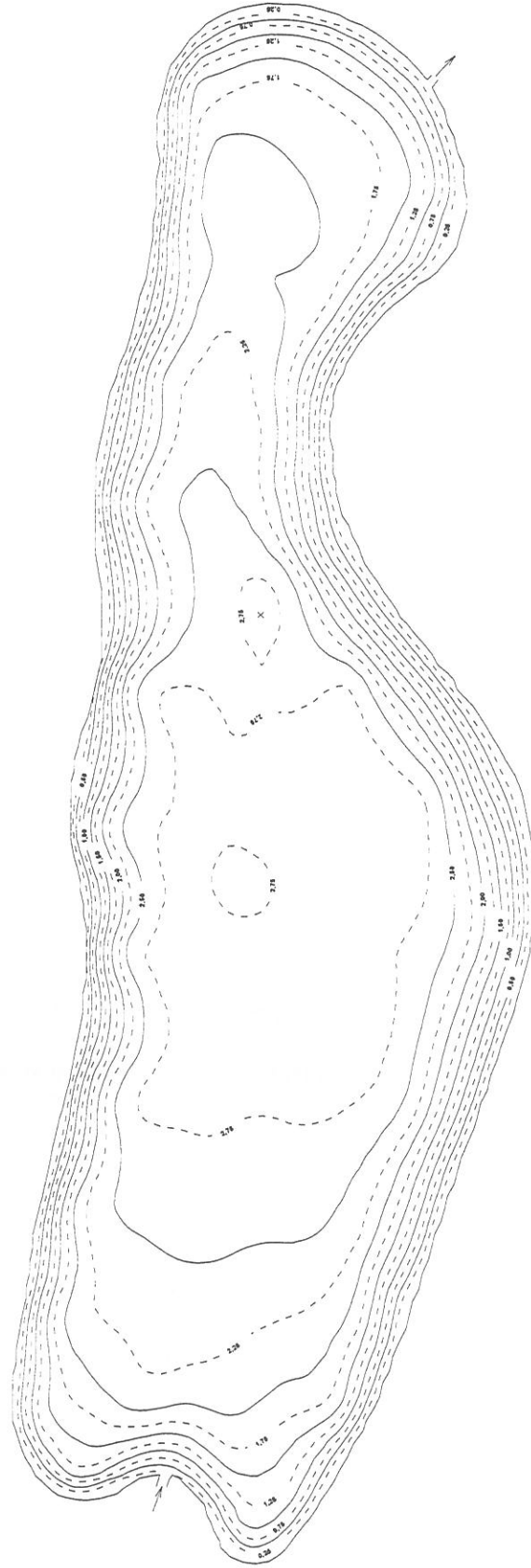
Dybde: m

Vandspejl: 6,02 m over DNN

Indmåling: system 34

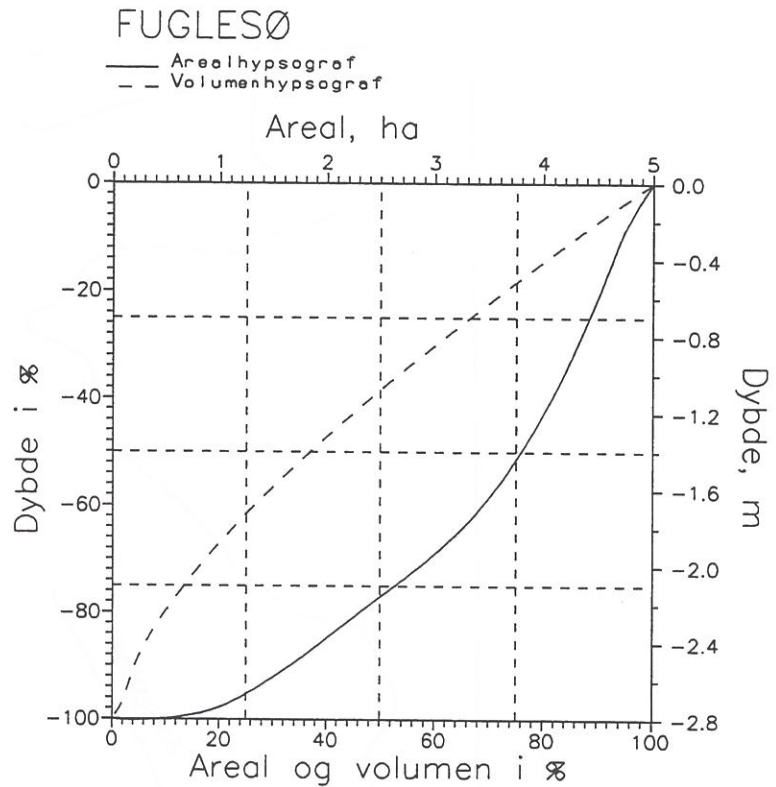
Opmålingsdato: 21. marts 1990

Opmåling udført af Geoscandic A/S



0 50 100 m

Figur 2.2 Kort over Fuglesø med indtegnede dybdekurver. 0,50 meter mellem fuldt optrukne linier.



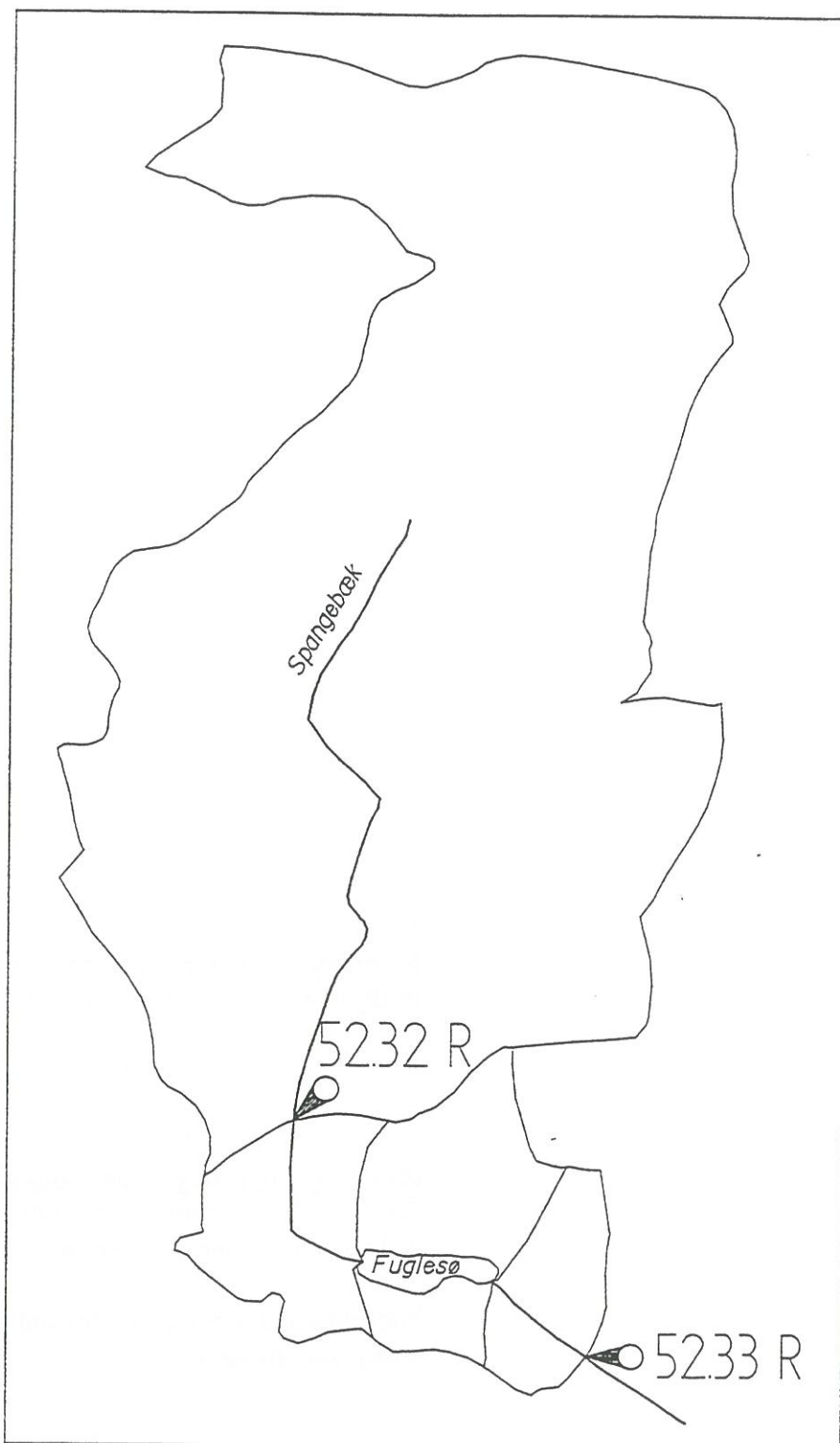
Figur 2.3 Hypsograf og dybde-volumenkurve for Fuglesø, angivet ved vandspejlskote 6,02 m o. DNN. Data efter /1/.

Opland

Det topografiske opland til Fuglesø er i alt 694 ha, som hovedsagelig består af landbrugsområder. Den dominerende jordtype er lerblandet sandjord /1/.

Fuglesø samt dens til- og afløb er en del af Værebros Å-systemet. 644 af søens 694 ha afvandes til søens vestlige ende via Spangebæk, der er søens eneste tilløb. De resterende 50 ha udgør søens direkte opland (figur 2.4). Søens afløb, Veksøse vandløb, findes i søens østlige ende og udmunder via Værebros Å i Roskilde Fjord.

Fuglesø tilledes rensset spildevand fra Slagslunde Renseanlæg via Spangebæk.



Figur 2.4 Oversigtskort over oplandet til Fuglesø. Kortet viser også beliggenheden af målestationerne i til- og afløb.

3. Vandkvalitetsplaner

Målsætning

Fuglesøs målsætning er i "Vandområdeplan for Roskilde Fjord og opland" /2/ ændret fra lempet (C) til generel målsætning (B). Det betyder, at søens miljøtilstand skal kunne danne grundlag for et naturligt og alsidigt dyre- og planteliv.

Kvalitetskrav

Der er i den forbindelse stillet krav om en fosforkoncentration på højst 65 µg/l (årgennemsnit), en sigtdybde på - mindst 1 m (årgennemsnit) og en bundvegetation, der er udbredt til mindst 1 meters dybde.

Indsats, spildevand

I følge "Vandområdeplan for Roskilde Fjord og opland" /2/ skal der ske en begrænsning i udledningen af fosfor til Fuglesø. I tabel 3.1 er vist status for fosforbelastningen af Fuglesø fra spildevand (1993-værdier /13/) samt den mængde fosfor, der vurderes at kunne udledes til søen fra spildevand, hvis den skal opfylde en generel målsætning.

Sø	Status/plan	Renseanlæg (Slagslunde)	Regnvands udledning kg fosfor/år	Ukloakerede ejendomme kg fosfor/år	Total kg fosfor/år
Fuglesø	status plan	76 19	23 1	35 ~0	134 20

Tabel 3.1. Status 1993 og fremtidig årlig fosforbelastning af Fuglesø fra spildevand.

I alt skal spildevandsbelastningen af Fuglesø reduceres fra 134 kg fosfor til 20 kg fosfor pr. år. Det betyder, at der opstrøms Fuglesø (Veksø Mose) skal foretages indgreb over for udledningen af fosfor fra renselanlæg samt fra regnvandsbetingede udledninger fra separat- og fælleskloakerede arealer.

Renseanlæg

Den totale fosforudledning fra Slagslunde renselanlæg skal nedbringes til højst 19 kg/år svarende til en gennemsnitlig udledning fra anlægget på 0,1 mg fosfor/l. Alternativt kan Slagslunde renselanlæg afskæres til Stenløse renselanlæg, såfremt vandføringen i Klodemoseløbet opstrøms Spangebæk sikres på anden måde.

- Fælleskloakerede arealer* I oplandet til Fuglesø findes et overløb fra et fælleskloakeret areal svarende til 10 red. ha*, der leder til Klodemoseløbet. Overløbet skal udbygges med et bassin på mindst 200 m³/red. ha*, svarende til en overløbshyppighed på mindre end 1 gang hvert andet år.
- * red. ha: det befæstede areal er reduceret, afhængigt af hvor stor en del af nedbøren, der forventes at afstrømme via overløbet*
- Separatkloakerede arealer* I oplandet til Fuglesø findes et separat regnvandsudløb med udløb til Spangebæk. Udløbet er planlagt udbygget svarende til 1,3 red. ha, og med henblik på fosfortilbageholdelse skal der etableres laguner i forbindelse med udløbet, således at der kan opnås en fosfortilbageholdelse på 60 %.
- Enkeltudledere* For at Fuglesø kan opfylde sin målsætning skal belastningen fra enkeltejendomme i søens opland reduceres til nær 0. Det kan i den forbindelse blive nødvendigt at etablere samletanke eller andre specielle foranstaltninger på ejendomme, hvor nedsivning ikke er mulig.
- Andre indgreb* Den interne belastning af Fuglesø vil, selv efter en reduktion i spildevandsbelastningen som beskrevet ovenfor, medføre et forhøjet fosforindhold i søvandet. Derfor overvejer amtet at øge afstrømningen fra søen i sommerperioden, således at den ophobede fosforpulje kan udtømmes hurtigere. Indsatsen kan ske ved at opstemme søens vandspejl i vinterperioden og aflede søvandet i sommerperioden.
- Når fosforkoncentrationen i søvandet når ned omkring 100 µg/l i Fuglesø, skal det vurderes, om der er behov for udsætning af rovfisk, eller om der for at reducere algevæksten skal gennemføres en egentlig biomanipulation i søen med en befiskning efter skidtfisk.

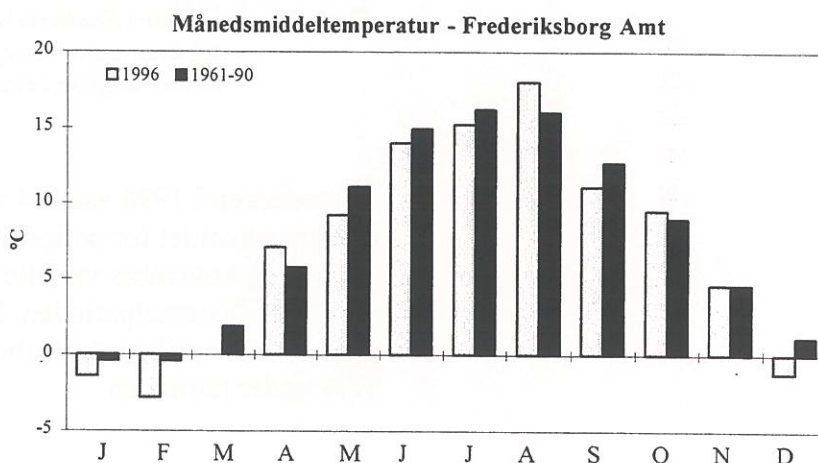
4. Meteorologiske og hydrologiske forhold

De klimatiske forhold har stor betydning for en søs miljøtilstand, idet de bl.a. er bestemmende for søens omrøringsforhold og vandtemperatur samt for ferskvandsafstrømningen og stoftilførslen til søen.

I det følgende gives en kort præsentation af temperatur- og nedbørsforhold i Frederiksborg Amt i 1996 sammenlignet med normalen for perioden 1961-90 samt af afstrømningsforholdene i et udvalgt vandløbssystem.

4.1 Lufttemperatur

Månedsmiddeltemperaturen målt ved Flyvestation Værløse er afbildet i figur 4.1 sammen med de tilsvarende værdier for perioden 1961-90.

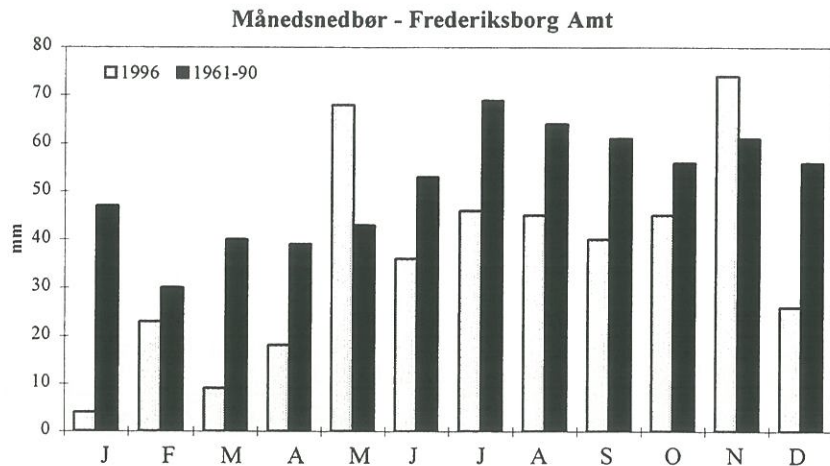


Figur 4.1 Månedsmiddeltemperatur for 1996 og 1961-90 målt ved Flyvestation Værløse.

Temperaturgennemsnittet for 1996 (6,9 °C) var over 1 grad lavere end middeltemperaturen for normalperioden (8,1 °C). 1996 adskilte sig især ved betydeligt lavere temperaturer end normalen i begyndelsen af året. Middeltemperaturen i marts var 0 °C, og kan derfor ikke ses på kurven. Temperaturudviklingen afveg fra normalen ved at have lidt lavere temperaturer i forårs månederne og ved at det maksimale månedsgennemsnit i 1996 fandtes i august, og ikke som normalt i juli. December måned 1996 var desuden væsentlig koldere end normalt.

4.2 Nedbør

Månedsmidler for nedbøren i 1996 samt for perioden 1961-90 er afbildet i figur 4.2.



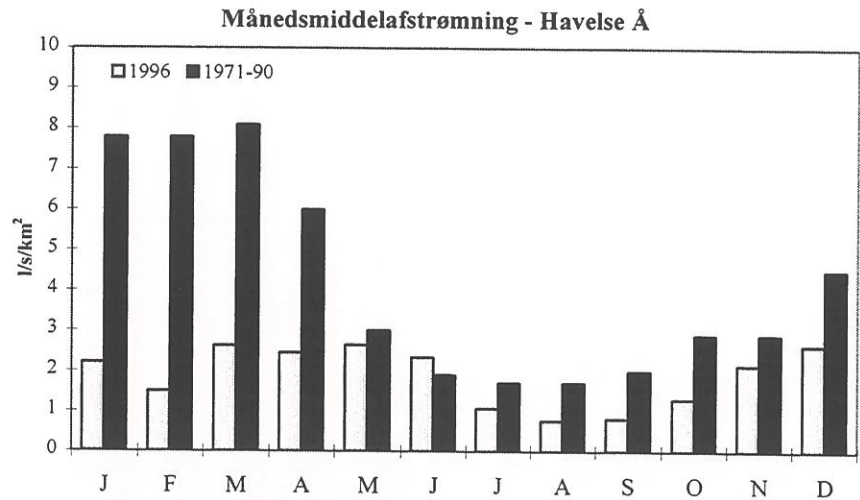
Figur 4.2 Nedbør i Frederiksborg Amt. Månedsværdier for 1996 samt normalværdier for perioden 1961-90 (Danmarks Meteorologiske Institut).

Årsnedbøren i 1996 var 434 mm, hvilket er 30% lavere end årsgennemsnittet for perioden 1961-90 (619 mm). Bortset fra maj og november var alle måneder i 1996 mere nedbørfattige end i normalperioden. Specielt havde månederne januar, marts, april og december meget lidt nedbør, mere end 50% under normalen.

4.3 Ferskvandsafstrømning

Til beskrivelse af afstrømningen til Fuglesø i 1996 er anvendt afstrømningsdata fra Havelse Å, der ligesom Fuglesø er beliggende i oplandet til Roskilde Fjord, og hvor der er opstillet en målestation. Månedsmiddelfafstrømningen i Havelse Å i 1996 er afbildet i figur 4.3 sammen med den gennemsnitlige afstrømning for perioden 1971-90.

Årsmiddelfafstrømningen ved Havelse Å var i 1996 1,9 l/s/km², hvilket svarer til kun 41% af den normale årsafstrømning. De små nedbørsmængder i 1996 afspejles tydeligt i afstrømningen, der alle måneder på nær juni lå under afstrømningen for normalperioden (figur 4.3). I februar var afstrømningen helt nede på 19% af normalen.



Figur 4.3 Månedsmiddelafløb i Havelse Å samt normalværdier for perioden 1971-90.

4.4 Konklusion

De klimatiske forhold var i 1996 kendetegnet ved en relativt lav gennemsnitstemperatur forårsaget af en kold vinter, samt af lave nedbørsmængder, specielt i begyndelsen af året. De lave nedbørsmængder gav sig udslag i ekstremt lave afstrømningstal på under halvdelen af normalen.

5. Vand- og stofbalancer

For at kunne beregne vand- og stofbalancer for Fuglesø er der foretaget løbende målinger af vand- og stoftransport i søens til- og afløb.

Målestationen i tilløbet repræsenterer et oplandsareal på 610 ha, svarende til 88% af søens samlede oplandsareal på 694 ha (figur 2.4). De resterende 84 ha betegnes det umålte opland. Målingerne i afløbet dækker et oplandsareal på 717 ha, og vand- og stoftransporten er følgelig korrigeret for bidraget fra de for meget målte 23 ha.

Vand- og stofbidraget fra det umålte og "for meget målte" opland er beregnet ud fra erfaringstal fra sammenlignelige, målte oplande. Ved beregningerne forudsættes det, at den arealspecifikke afstrømning fra det umålte opland til Fuglesø svarer til middelafløbstrømningen fra det målte opland, og at vandets næringsstofkoncentration svarer til koncentrationen fra de sammenlignelige, målte oplande.

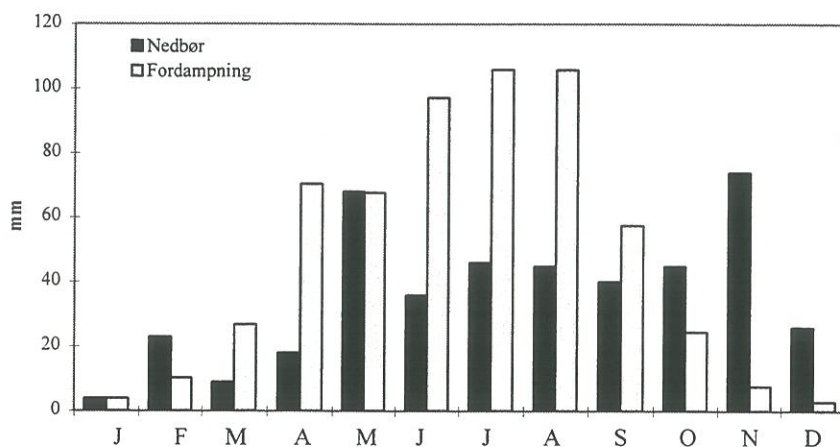
Nedbørstal er amtsgennemsnit for Frederiksborg Amt beregnet af Danmarks Meteorologiske Institut, og fordampningstal er beregnet af Statens Planteavlsvforsøg. Til beregning af stofbidraget fra atmosfæren er benyttet værdier på 0,15 kg fosfor og 20 kg kvælstof/ha søoverflade. Fosforbidraget er baseret på tal fra Arresøudredningen /3/ og kvælstofbidraget er den anbefalede værdi fra Danmarks Miljøundersøgelser /4/.

5.1 Vandbalance

5.1.1 Nedbør og fordampning

I figur 5.1 ses nedbør og fordampning for Fuglesø 1996. De små nedbørsmængder i 1996 betød, at fordampningen på årsbasis (580 mm) var større end nedbøren (434 mm), svarende til et nedbørsunderskud på 146 mm. Nedbørsunderskud optræder sædvanligvis i sommermånederne, som det også ses i 1996, hvorimod det er mere usædvanligt at se nedbørsunderskud i marts-april.

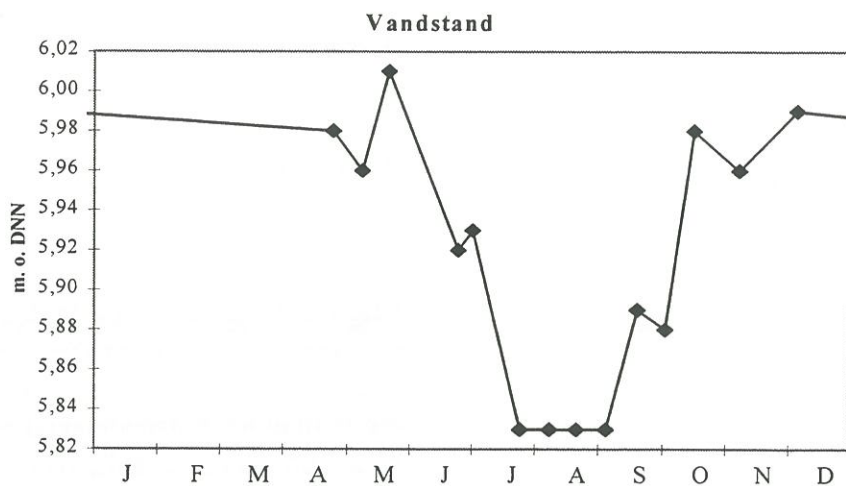
Nedbør direkte på søoverfladen samt fordampning fra søoverfladen udgjorde hhv. 4% og 7% af den samlede til- og fraførte vandmængde. Fordampningens andel af fraførslen var væsentligt større end i 1994-95, mens nedbørens andel af tilførslen var på omtrent samme niveau.



Figur 5.1 Nedbør og fordampning i Fuglesø 1996.

5.1.2 Vandstand og volumen

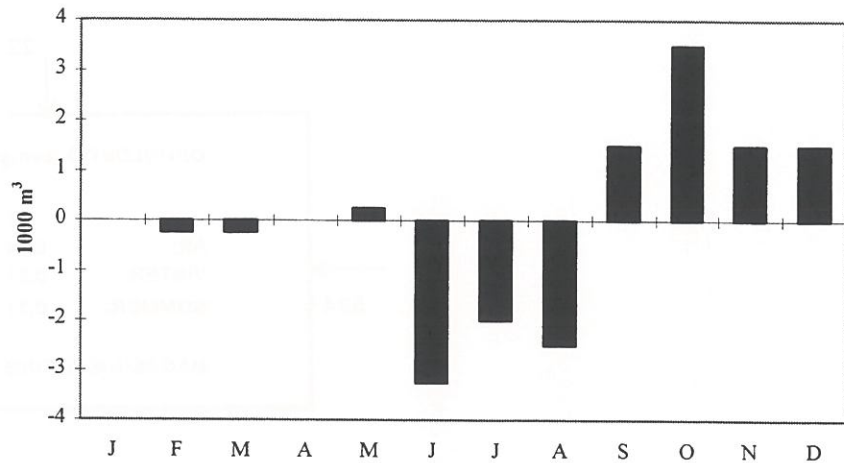
Vandspejlskoten i Fuglesø varierede i 1996 mellem 6,01 og 5,83 m o. DNN (figur 5.2). Vandstanden blev ikke registreret kontinuert, men blev aflæst på en skalapæl i forbindelse med søtilsynet. På grund af isdækning kunne vandstanden ikke aflæses i januar-april. Den ringe vandtilførsel til søen i 1996 har betydet, at den maksimale vandstand var lidt lavere end i 1995.



Figur 5.2 Årstidsvariation i vandstand i Fuglesø 1996.

Forskellen mellem maksimum og minimumvandstand var i 1996 18 cm. Forskellen betød variationer i søens vandvolumen, svarende til en forskel på 9000 m³ mellem højeste og laveste vandstand eller 9% af søens volumen ved flodemå-

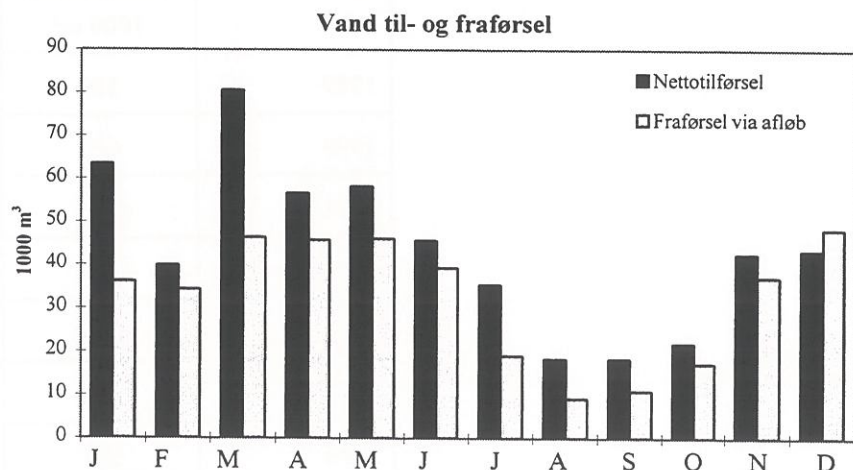
let (6,02 m o. DNN). Vandstanden var imidlertid ens ved årets begyndelse og slutning, således at der ikke skete nogen nettoændring i søens vandvolumen i 1996.



Figur 5.3 Variationen i den månedlige volumenændring i Fuglesø 1996.

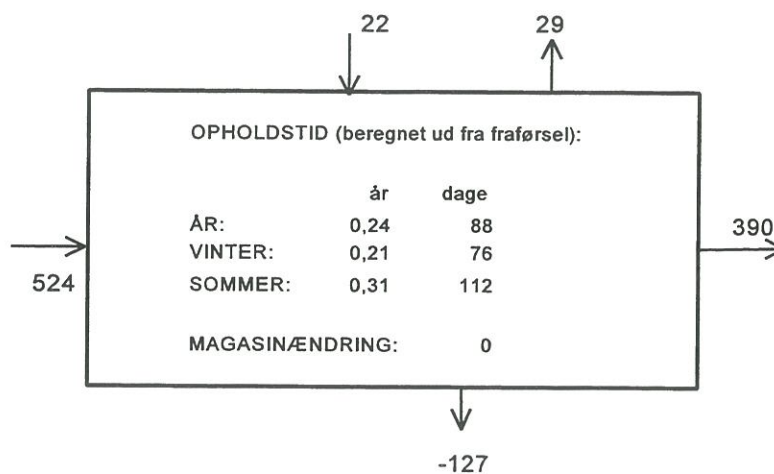
5.1.3 Vandbalance

Variationen i de samlede tilførte vandmængder eksklusiv nedbør samt de vandmængder der forlader søen via afløbet er præsenteret på månedsbasis i figur 5.4. Figuren viser, at af den samlede vandtilførsel på 524.000 m³ blev ca. halvdelen tilført i løbet af de 4 måneder januar og marts-maj.



Figur 5.4 Variation i den månedlige nettotransport af vand til og fra Fuglesø 1996.

Figur 5.5 viser en oversigt over vandbalance og opholdstider for Fuglesø 1996. En detaljeret opgørelse over samtlige målte og beregnede værdier for til- og fraførsler, nedbør og fordampning på månedsbasis findes i bilag 1.1, og vandbalancer på årsbasis for samtlige tilsynsår i bilag 1.2.



Figur 5.5 Vandbalance og opholdstider for Fuglesø 1996. Tallene ved pilene angiver 1000 m³ vand.

I /1/ blev det vurderet, at udveksling af vand mellem Fuglesø og grundvandet ikke er særlig sandsynlig. De 127.000 m³ vand, der i følge beregningerne skulle sive ud til grundvandet i 1996 repræsenterer derfor højst sandsynligt usikkerhed på bestemmelsen af de øvrige til- og fraførte vandmængder.

År	Vandtilførsel 1000 m ³	Vandfraførsel 1000 m ³	Opholdstid dage
1989	580	450	79
1990	660	520	69
1992	850	620	58
1993	960	680	52
1994	1574	1359	27
1995	1195	1092	34
1996	524	419	88

Tabel 5.1 Oversigt over de til- og fraførte vandmængder til Fuglesø, samt den hydrauliske opholdstid baseret på fraførte vandmængder for perioden 1989-96.

Sammenlignet med de øvrige overvågningsår var vandtilførslen til Fuglesø i 1996 den hidtil laveste. I det nedbørsrige år 1994 var vandtilførslen således 3 gange større end i 1996 (tabel 5.1).

5.1.4 Opholdstid

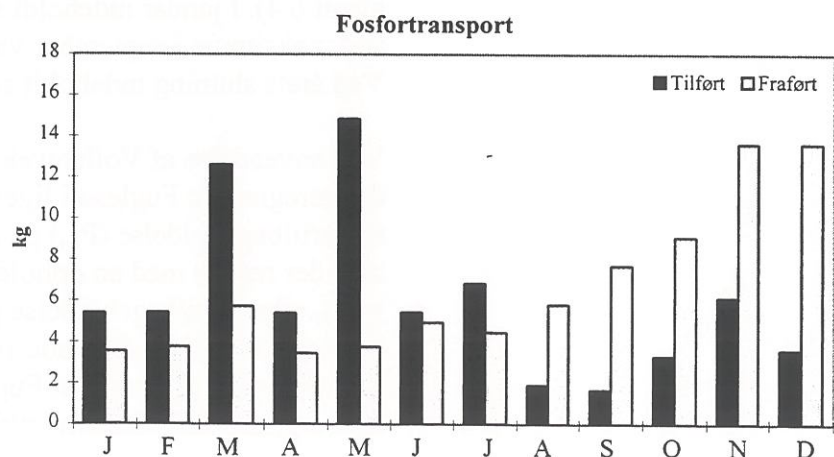
Opholdstider for vand i Fuglesø 1989-96 beregnet ud fra de fraførte vandmængder er angivet i tabel 5.1. På grund af den ekstremt lave afstrømning i 1996 blev opholdstiden beregnet til den hidtil længste, 88 dage. Variationen af opholdstiden over året var betydelig. Den korteste opholdstid var 63 dage i april, den længste 304 dage i august (bilag 1.1).

5.2 Næringsstofbalancer

5.2.1 Fosfor

Fosfortransport

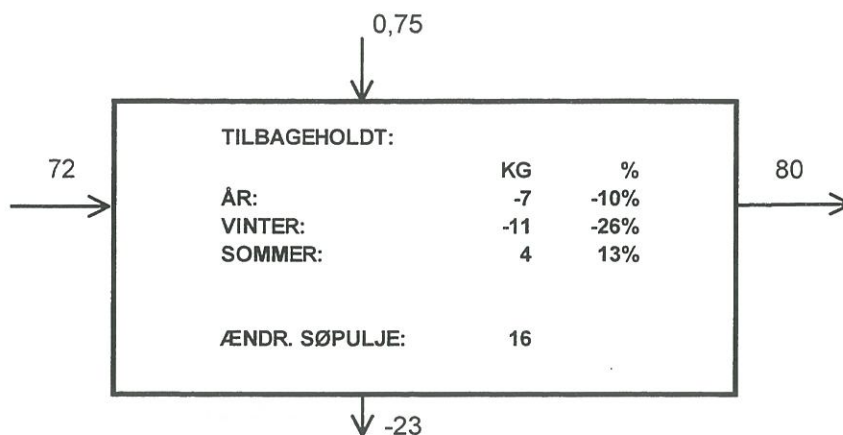
De totale fosfortilførsler til Fuglesø i 1996 præsenteret på månedsbasis ses i figur 5.6. Fosfortilførslen var størst i den første halvdel af året, og frem til august var den eksterne tilførsel i alle måneder større end fraførslen. Fra august og året ud blev der i alle måneder fraført en større mængde fosfor end der blev tilført. Det skyldes, at en stor mængde fosfor fra søens sediment blev frigivet til søvandet i forbindelse med dårlige iltforhold ved bunden i juli og august (se også afsnit 6.4).



Figur 5.6 Til- og fraførte fosformængder i Fuglesø 1996.

Fosforbalance

En oversigt over Fuglesøs fosforbalance i 1996 er givet i figur 5.7 og en kildeopsplitning ses i tabel 5.2. Detaljerede balancer på månedsbasis findes i bilag 1.1. På grundlag af vurderingerne i /1/ er grundvandsbidraget sat til 0.



Figur 5.7 Fosforbalance for Fuglesø 1996. Alle værdier er i kg.

Det ses af figur 5.7, at søen via afløbet netto har afgivet 7 kg fra sin interne fosforpulje, idet der løb 10% mere fosfor ud af Fuglesø i 1996 end der blev tilført. Netto blev 23 kg fosfor frigjort fra sedimentet. 7 kg af det sedimentfrigivne fosfor forsvandt via udløbet og søvandets fosforpulje øgedes med 16 kg.

Fosforfrigivelsen fandt sted i sensommeren og bevirkede, at søvandets fosforpulje varierede meget i årets løb (se også afsnit 6.4). I januar indeholdt søvandet i alt 10 kg fosfor og ved maksimum i september var indholdet steget til 67 kg. Ved årets slutning indeholdt søvandet 26 kg fosfor.

Ved anvendelse af Vollenweiders ligevægtsmodel (1) kan det beregnes, at Fuglesø i ligevægtstilstanden vil have en fosfortilbageholdelse (P_{ret}) på 33% af den tilførte fosfor, hvis der regnes med en opholdstid (T_w) på 88 dage som i 1996, eller en tilbageholdelse på 29%, hvis der regnes med en gennemsnitlig opholdstid på 58 dage (gsn. 1989-96). Det kan derfor konkluderes, at Fuglesø ikke i øjeblikket er i ligevægt med den eksterne tilførsel.

$$(1) \quad P_{ret} = 1 - (1 / (1 + \sqrt{T_w})) / 5$$

Kildeopsplitning

Langt størstedelen af det fosfor, der tilleddes Fuglesø i 1996 stammede fra spildevandsudledning fra Slagslunde rensningsanlæg, regnvandsbetingede udledninger samt spredt bebyg-

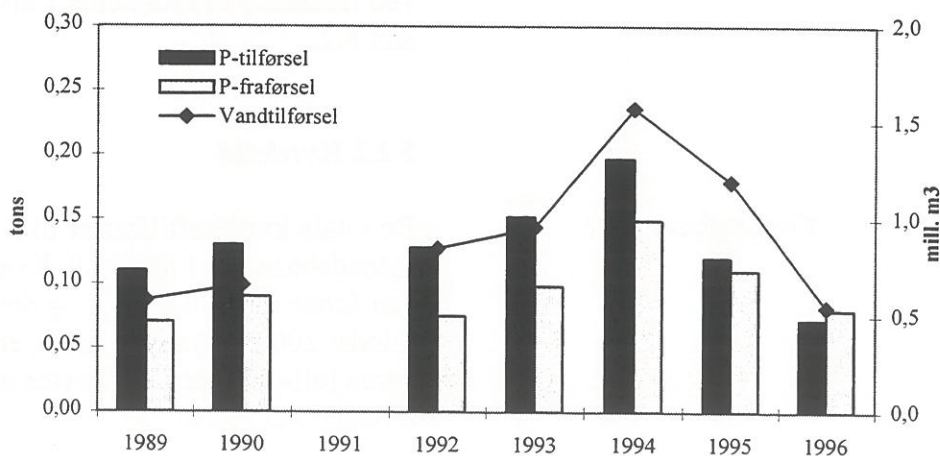
gelse (tabel 5.2). En stor del af det udledte fosfor blev tilbageholdt i oplandet og i vandløbene, inden det ledtes ud i Fuglesø. Det medførte, at den diffuse belastning fra landbrugsarealer, der er beregnet som forskellen mellem den totale tilførsel og de øvrige bidrag, blev negativ.

Kildeopsplitning	Fosfor, kg
Baggrundsbidrag	18
Renseanlæg	81
Regnvandsbetingede udledninger	26
Spredt bebyggelse	33
Atmosfærisk deposition	1
Diffust bidrag	-86
Total	73

Tabel 5.2 Fosforbidraget til Fuglesø 1996 opdelt på belastningskilder.

Udvikling 1989-96

Figur 5.8 viser udviklingen i til- og fraførslerne af fosfor til Fuglesø i årene 1989-96. Variationen i fosfortilførslen følger i udstrakt grad variationen i vandtilførslen til søen, og den ekstremt lave nedbørsmængde var sandsynligvis årsag til, at den hidtil laveste fosfortilførsel (72 kg) blev målt i 1996. 1996 er desuden det eneste år, hvor fraførslen har været større end tilførslen.



Figur 5.8 Udvikling i til- og fraførsel af fosfor samt i vandtilførslen til Fuglesø 1989-96.

Sammenlignes den beregnede gennemsnitskoncentration af fosfor i det tilførte vand over årene ses der imidlertid et tydeligt fald (tabel 5.3), der følges af et tilsvarende fald i spildevandstilledningen til søen. Den øgede interne belastning i 1996 betød desuden, at udløbskoncentrationen i 1996 blev beregnet til den hidtil højeste (0,190 mg P/l).

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	VMP søer
Indløbskonc., mg P/l	0,190	0,197		0,151	0,158	0,129	0,103	0,137	0,11
Udløbskonc., mg P/l	0,156	0,173		0,121	0,144	0,110	0,101	0,190	0,10
Fosfor tilledt med spildevand, t P/år	0,446	0,176		0,441	0,147	0,201	0,191	0,140	
Arealspecifik fosforbelastning, mg P/m ² /dag	6,03	7,12		7,01	8,33	10,80	6,58	3,93	2,5

Tabel 5.3 Udviklingen i ind- og udløbskoncentrationer af fosfor, i fosformængden tilført med spildevand samt i den arealspecifikke belastning af Fuglesø i 1989-96. VMPsøer: Resultater fra overvågningsprogrammet 1989-95 (medianværdier).

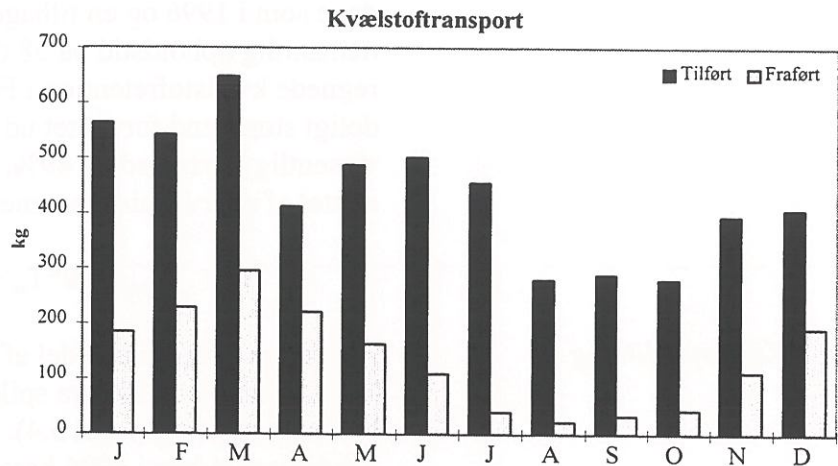
Selv om den arealspecifikke fosforbelastning for 1996 blev beregnet til den hidtil laveste (3,93 mg/m²/dag) var fosforbelastningen af Fuglesø i 1996 stadig væsentlig højere end for gennemsnittet af søerne i Vandmiljøplanens overvågningsprogram (tabel 5.3).

Scenarier til vurdering af Fuglesøs fremtidige miljøtilstand ved forskellige reduktioner i fosforbelastningen findes i afsnit 8.2.

5.2.2 Kvælstof

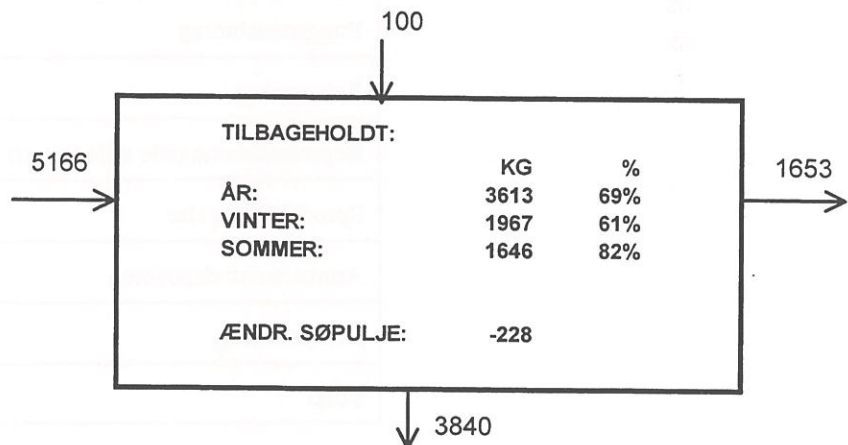
Kvælstoftransport

De totale kvælstoftilførsler til Fuglesø i 1996 præsenteret på månedsbasis ses i figur 5.9. Kvælstoftilførslen var størst i den første halvdel af året, og der blev i alle måneder tilført mindst 200 kg kvælstof mere, end der blev fraført. I månederne juli-oktober blev næsten alt det tilførte kvælstof tilbageholdt i søen.



Figur 5.9 Til- og fraførte kvælstofmængder i Fuglesø 1996.

En oversigt over Fuglesøs kvælstofbalance i 1996 er givet i figur 5.10, og en kildeopsplitning ses i tabel 5.4. Detaljerede balancer på månedsbasis findes i bilag 1.1. På grundlag af vurderingerne i /1/ er grundvandsbidraget sat til 0.



Figur 5.10 Kvælstofbalance for Fuglesø 1996. Alle værdier er i kg.

Kvælstofbalance

På årsbasis tilbageholdtes næsten 70% af det tilførte kvælstof i Fuglesø. Det samlede kvælstoftab var på 3,8 tons, der enten er tabt fra søen ved denitrifikation eller ophobet i sedimentet ved sedimentation.

I /6/ er der opstillet empiriske modeller til beregning af kvælstoftilbageholdelsen på baggrund af data fra 21 danske overvågningssøer. Anvendes en af disse (2) til beregning af den teoretiske kvælstofretention (N_{ret}) i Fuglesø fås en kvælstoftilbageholdelse på 39% ved en opholdstid på 88

dage som i 1996 og en tilbageholdelse på 35% ved en gennemsnitlig opholdstid på 58 dage (gsn. 1989-96). Den beregnede kvælstofretention i Fuglesø i 1996 var således betydeligt større end forventet ud fra modelberegninger, og også væsentlig større end de 49%, der er beregnet for gennemsnittet af overvågnings søerne i perioden 1989-95 /7/.

$$(2) \quad N_{\text{ret}} = 59 * T_w^{0,29}$$

Kildeopsplitning

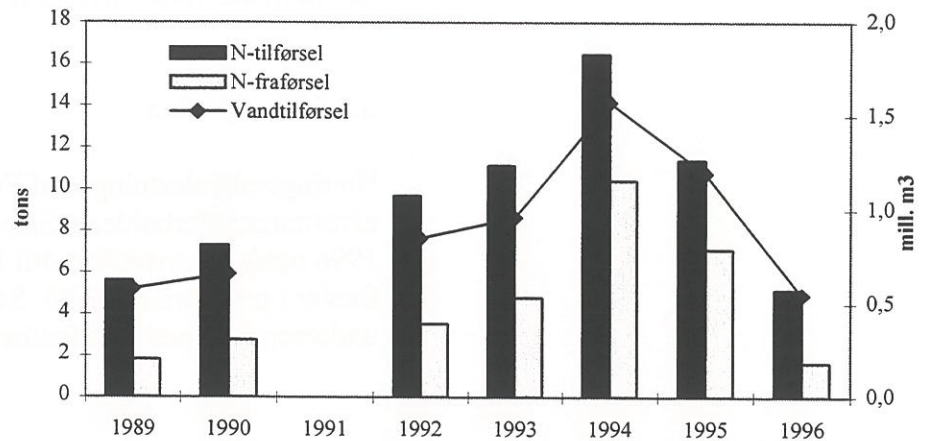
Langt den overvejende del af kvælstofbelastningen til Fuglesø stammede i 1996 fra spildevandsudledningen fra Slagslunde renseanlæg (tabel 5.4). Det er bemærkelsesværdigt, at det diffuse bidrag i 1996 beregnes som negativt, idet bidraget fra oplandet i de øvrige tilsynsår har udgjort den væsentligste belastningskilde for kvælstof (bilag 1.2 og tabel 5.5). Den ringe mængde nedbør i 1996 har givetvis medført en reduceret udvaskning fra landbrugsarealer samt bevirket et større kvælstoftab i vandløbene.

Kildeopsplitning	Kvælstof, kg
Baggrundsbidrag	364
Renseanlæg	5341
Regnvandsbetingede udledninger	107
Spredt bebyggelse	144
Atmosfærisk deposition	100
Diffust bidrag	-890
Total	5166

Tabel 5.4 Kvælstofbidraget til Fuglesø 1996 opdelt på belastningskilder.

Udvikling 1989-96

Figur 5.11 viser udviklingen i til- og fraførslerne af kvælstof til Fuglesø i årene 1989-96. Ligesom det var tilfældet med fosfor følger kvælstoftilførslen i høj grad variationen i vandtilførslen til søen, og også for kvælstofs vedkommende blev 1996 året med den hidtil laveste kvælstoftilførsel (5,2 tons).



Figur 5.11 Udvikling i til- og fraførsel af kvælstof samt i vandtilførslen til Fuglesø 1989-96.

Der ses ingen klar udvikling i indløbskoncentrationen af kvælstof til Fuglesø i overvågningsperioden, hvorimod bidraget fra spildevand blev næsten fordoblet (tabel 5.5). Indløbskoncentrationen var ligesom stoftilførslen størst i år med stor vandtilførsel (1993-95), og udviklingen i den diffuse tilførsel viser ligeledes en klar sammenhæng med vandtilførslen.

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	VMP søer
Indløbskonc., mg N/l	3,16	4,20		4,16	5,00	6,80	9,10	3,15	5,7
Udløbskonc., mg N/l	4,07	5,32		5,71	7,06	7,66	6,51	3,95	2,7
Kvælstof tilledt med spildevand, t N/år	2,39	2,67		4,11	5,30	7,33	7,02	5,59	
Diffus kvælstoftilførsel, t N/år (inkl. baggr.belastn.)	3,13	4,54		5,48	5,72	9,02	4,25	-0,53	
Arealspecifik kvælstofbelastning, mg N/m²/dag	308	401		530	610	902	623	283	118

Tabel 5.5 Udviklingen i ind- og udløbskoncentrationer af kvælstof, i kvælstofmængden tilført med spildevand og diffus belastning samt i den arealspecifikke belastning af Fuglesø i 1989-96. VMP søer: Resultater fra overvågningsprogrammet 1989-95 (medianværdier).

Den arealspecifikke belastning af Fuglesø blev i 1996 beregnet til 283 mg N/m²/dag, dobbelt så høj som den

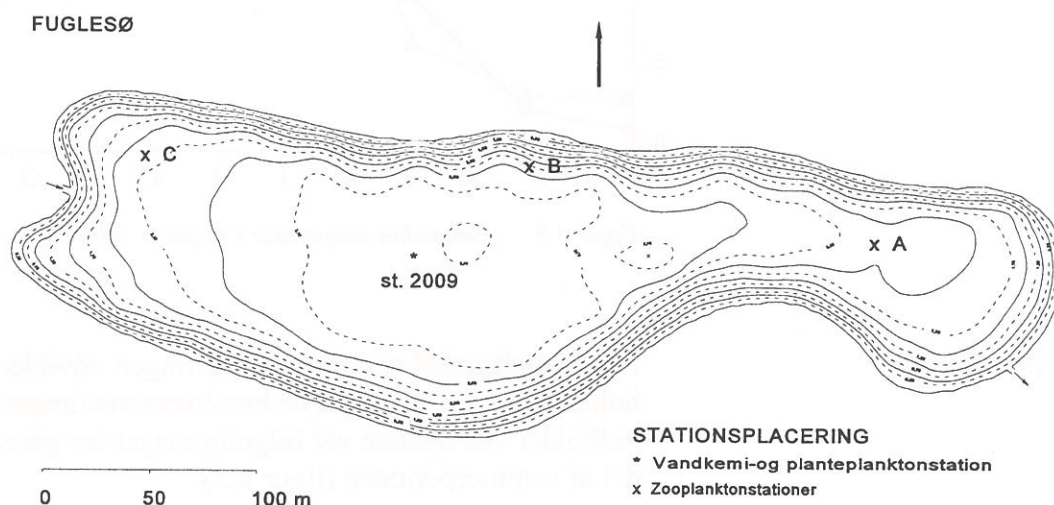
gennemsnitlige medianværdi for den arealspecifikke kvælstofbelastning af samtlige danske overvågningssøer, og samtidig den hidtil laveste for Fuglesø.

5.2.3 Konklusion

Næringssaltbelastningen af Fuglesø er i høj grad bestemt af afstrømningsforholdene. Således blev det nedbørsfattige år 1996 også året med de hidtil laveste kvælstof- og fosfortilførsler i perioden 1989-96. Søen aflastede for første gang i undersøgelsesperioden fosfor via udløbet.

6. Fysiske og kemiske forhold i de frie vandmasser

Til beskrivelse af de fysiske og kemiske forhold i de frie vandmasser i Fuglesø 1996 er der taget vandprøver og foretaget in situ målinger 18 gange i løbet af året. Ved de første to prøvetagninger i januar og februar var søen isdækket, og der kunne ikke måles sigtddybde. Første prøvetagning i isfrit vand var den 16. april. Prøverne blev udtaget på station 2009, hvor der også blev udtaget prøver til planteplankton. Stationens placering er vist på figur 6.1 sammen med prøvetagningsstationerne for dyreplankton. En oversigt over samtlige måleresultater findes i bilag 2.1, 2.2 og 2.3.



Figur 6.1 Kort over Fuglesø med indtegnede prøvetagningsstationer.

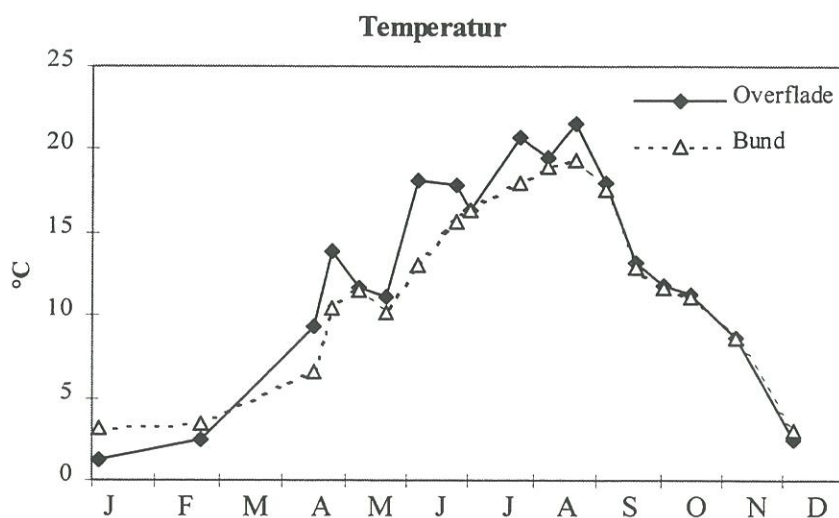
6.1 Ilt og temperatur

Temperatur

Årstidsvariationen i vandtemperaturen i overfladen og ved bunden er vist i figur 6.2. Samtlige profildata findes i bilag 2.1 og 2.2. Under isdækningen i januar udvikledes der på grund af manglende vindomrøring temperaturforskelle med det koldeste vand ($1,2^{\circ}\text{C}$) øverst i kontakt med isen og det varmeste vand ($3,1^{\circ}\text{C}$) ved bunden.

Fra midten af april og til begyndelsen af september var der normal temperaturlagdeling af vandmasserne med det var-

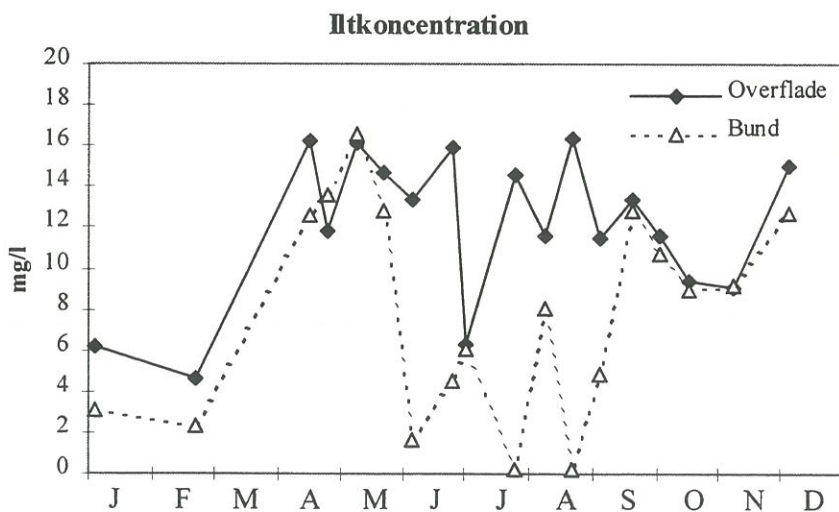
meste vand i overfladen. Lagdelingen var ikke stabil, men blev afbrudt af perioder med omrøring. De længste perioder med lagdeling var i juni og august, hvor springlaget fandtes i 1-2 meters dybde (bilag 2.1). Fra august og året ud var vandmasserne fuldt opblandede.



Figur 6.2 Søvandets temperatur i Fuglesø 1996.

Ilt

I forbindelse med temperaturlagdelingen udvikledes forholdsvis hurtigt iltvind i de bundnære vandmasser, og iltindholdet ved bunden var følgelig meget lav gennem en stor del af sommerperioden (figur 6.3).



Figur 6.3 Søvandets iltkoncentration i Fuglesø 1996.

Den 2. juli var iltfattigt bundvand blevet opblandet i hele vandmassen og iltindholdet faldet til 6,3 mg/l (66% iltmætning) i hele vandsøjlen. Under den følgende lagdeling steg iltkoncentrationen i overfladen, og der sås overmætning helt hen til oktober måned (111-183%). Iltindholdet ved bunden var til gengæld næsten 0 i slutningen af juli og i slutningen af august, hvor der var dårlige iltforhold helt op til 1,5 meters dybde (bilag 2.2).

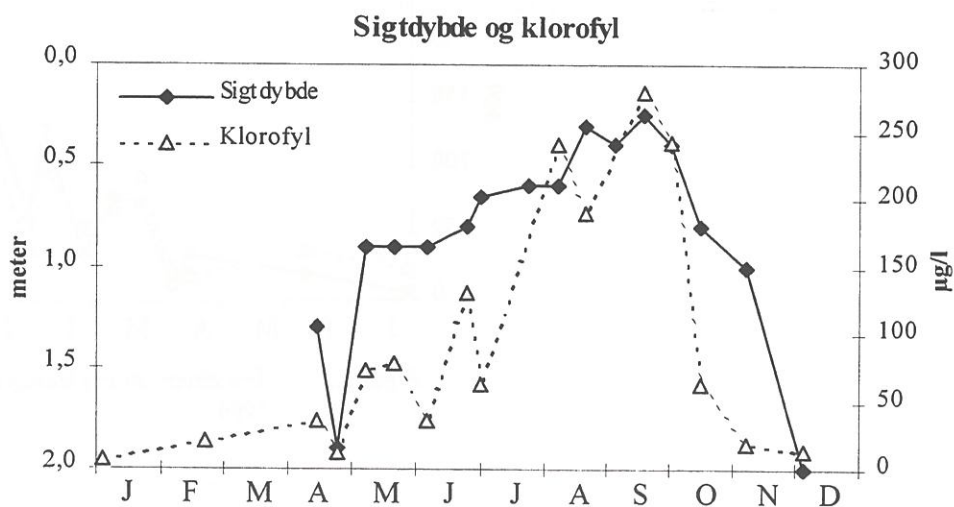
De dårlige iltforhold ved bunden, der opstod i sommerperioden som følge af temperaturlagdelingen, medførte at jernbundet ortofosfat fra sedimentet blev frigivet til søvandet (afsnit 6.4).

6.2 Sigtdybde og klorofyl-a

Sigtdybde

Sigtdybden i Fuglesø varierede i 1996 fra maksimum 2,0 m i december til minimum 0,3 m i midten af august og midten af september (figur 6.4). I hele perioden fra maj til oktober var sigtdybden under 1 m.

Den tidsvægtede, gennemsnitlige sigtdybde var 1,05 m på årsbasis og 0,64 m i sommerperioden.



Figur 6.4 Årstidsvariation i sigtdybde og klorofyl-a i Fuglesø 1996.

Klorofyl-a

Klorofyl-a indholdet i søvandet var højt, svarende til en høj biomasse af planteplankton (afsnit 7.1) og varierede fra minimum 6 µg/l i januar til et maksimum på 280 µg/l i september. De højeste koncentrationer af klorofyl fandtes sam-

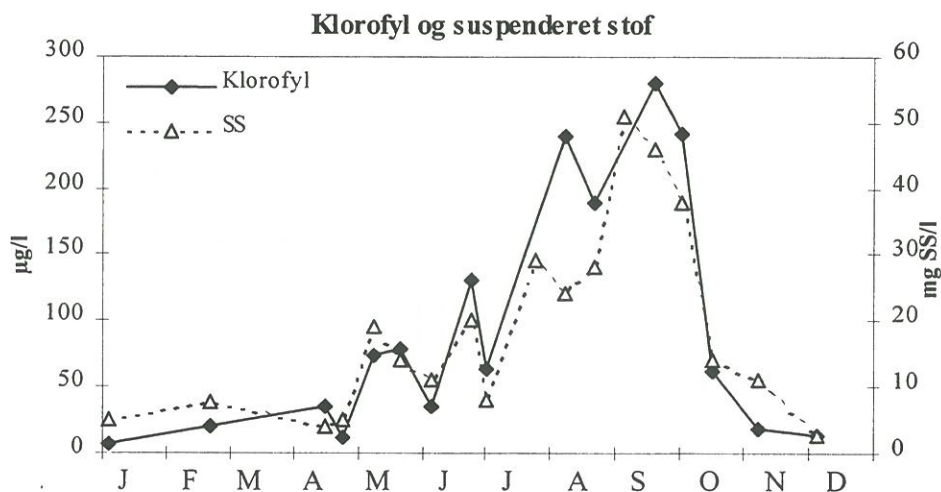
tidig med de laveste sigtddybder. I maj-juli og i november var sigtddybden ringe på trods af moderate klorofylkoncentrationer. Da mængden af suspenderet stof stort set fulgte klorofylkoncentrationen (figur 6.5), er der ingen umiddelbar forklaring på de lave sigtddybdeforhold i disse perioder.

De tidsvægtede gennemsnit for klorofyl-a koncentrationen var 86 $\mu\text{g/l}$ (år) og 150 $\mu\text{g/l}$ (sommer).

6.3 Suspenderet stof

Suspenderet stof

Søvandets indhold af suspenderet stof var tæt korreleret til klorofylkoncentrationen (figur 6.5). Det er derfor rimeligt at antage, at dyreplankton, detritus og resuspenderede partikler udgjorde en ubetydelig del af det suspenderede stof i Fuglesø 1996. Dette stemmer godt overens med, at Fuglesø på grund af sin ringe størrelse og relativt vindbeskyttede beliggenhed, ikke er særlig udsat for vindpåvirkning, der kan medføre resuspension.



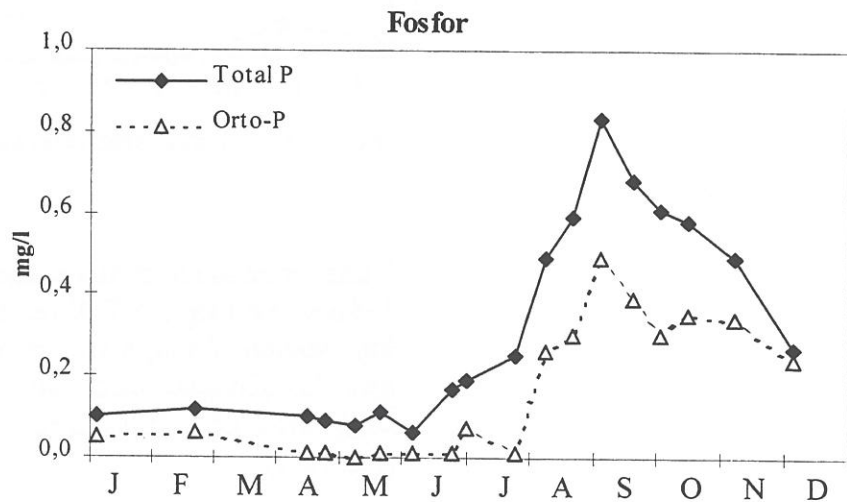
Figur 6.5 Årstidsvariation i klorofyl-a og suspenderet stof i Fuglesø 1996.

6.4 Fosfor

Fosfor

Søvandets indhold af fosfor har i alle undersøgelsesår været højt i Fuglesø sammenlignet med andre danske søer. I 1996 var den tidsvægtede gennemsnitskoncentration af total fosfor på årsbasis 0,28 mg/l og i sommerhalvåret 0,35 mg/l . For opløst, uorganisk fosfor var gennemsnittet 0,15 mg/l for begge perioder.

Årstidsvariationen i fosfor i Fuglesø 1996 er vist i figur 6.6. Koncentrationen af total fosfor var på omtrent samme niveau fra årets start til juni måned. Fra juni til midten af august steg koncentrationen markant til et årsmaksimum på 0,83 mg/l i begyndelsen af september som følge af frigivelse af ortofosfat fra sedimentet. Koncentrationen faldt igen mod slutningen af året, men var stadig høj i begyndelsen af december (0,27 mg/l).



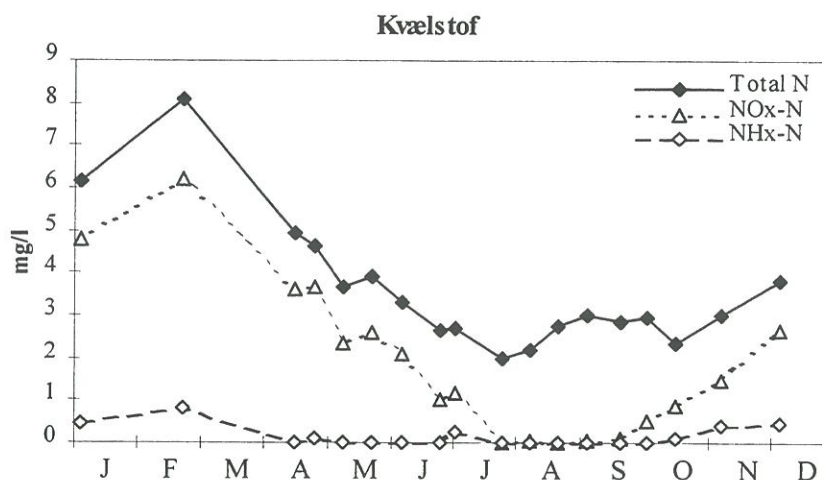
Figur 6.6 Årstidsvariation af fosfor i Fuglesø 1996.

Fra april til juni var koncentrationen af ortofosfat under detektionsgrænsen. Fosforbegrænsning kan opstå for nogle planteplanktonarter, når koncentrationen af total fosfor bliver mindre end 0,05 mg/l og koncentrationen af uorganisk, opløst fosfor er under detektionsgrænsen. For de fleste arter ligger de reelt begrænsende værdier for ortofosfat dog langt under detektionsgrænsen /8/. På grund af de høje koncentrationer af total fosfor er det næppe sandsynligt, at planteplanktonet i Fuglesø har været fosforbegrænset i 1996.

6.5 Kvælstof

Kvælstof

Som det også har været tilfældet for tidligere overvågningsår var koncentrationsniveauet for total-kvælstof meget højt i Fuglesø i 1996. Tidsvægtede års- og sommermiddelværdier for total-kvælstof var på henholdsvis 4,19 mg/l og 2,90 mg/l.



Figur 6.7 Årstidsvariation af kvælstof i Fuglesø 1996.

Variationen af søvandets indhold af kvælstof i Fuglesø 1996 er vist i figur 6.7. Kvælstofkoncentrationen var især høj i starten af året, hvorefter den faldt jævnt til midt på året. Årstidsvariationen i søvandets kvælstofkoncentration fulgte stort set årtidsvariationen i kvælstoftilførslen til søen (figur 5.9).

Fra slutningen af juli til begyndelsen af september var koncentrationen af uorganisk kvælstof meget lav, og i slutningen af august faldt koncentrationen til under detektionsgrænsen. Kvælstof har i denne periode givetvis haft stor betydning for planteplanktons artssammensætning og vækst. Fra midten af oktober og året ud var der igen rigelige mængder af plantetilgængeligt kvælstof i Fuglesø.

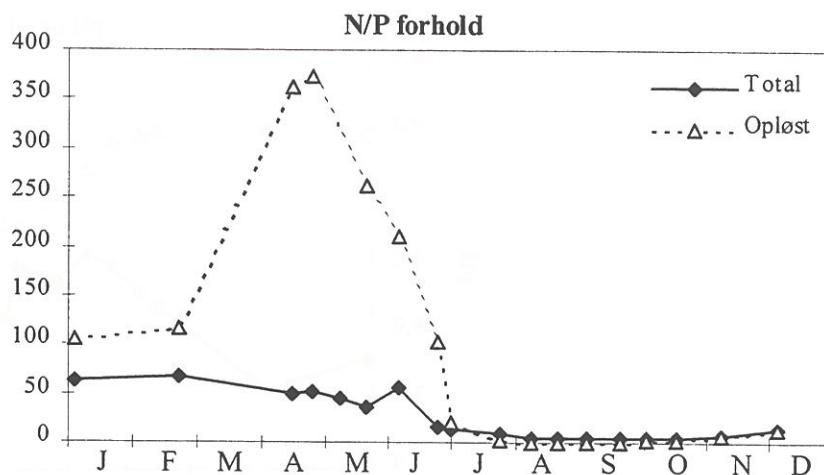
6.6 Kvælstof-fosfor forhold

N/P-forhold

Det optimale forhold mellem kvælstof og fosfor i levende planteplankton anslås normalt til 7 på vægtbasis (Redfield ratio). Forholdet mellem kvælstof og fosfor i søvandet indikerer således, hvilket af de to næringsalte, der er relativt begrænsende for planteplanktonets vækst.

Relativ fosforbegrænsning antages generelt at kunne opstå ved et kvælstof-fosfor forhold over 10, og relativ kvælstofbegrænsning ved et kvælstof-fosfor forhold under 5-6 /8/.

Årstidsvariationen i kvælstof-fosfor forholdet på vægtbasis er vist for de totale mængder samt for de opløste fraktioner i figur 6.8.



Figur 6.8 Årstidsvariationen i kvælstof-fosfor forholdet på vægtbasis i Fuglesø 1996.

Sammenholdt med de absolutte koncentrationer af nærings-saltene (figur 6.6 og 6.7) er det ikke sandsynligt, at fosfor har været begrænsende for planteplanktonvæksten i 1996. Kvælstof kan have været reelt begrænsende i august og har i juli-september, hvor kvælstof-fosfor forholdet var lavt, haft betydning for udviklingen af det store sensommermaksimum af blågrønalger.

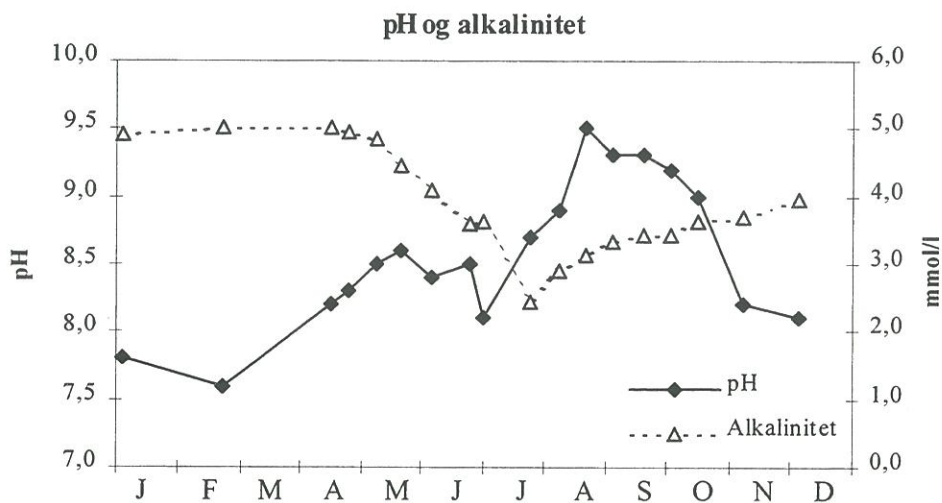
6.7 pH og alkalinitet

pH

pH i Fuglesø 1996 var hele året over 8 bortset fra i de første måneder, hvor søen var isdækket. De højeste værdier blev målt samtidig med de højeste biomasser af planteplankton i august-oktober. I denne periode var pH over 9 med en maksimumværdi på 9,5 i august.

Alkalinitet

Alkaliniteten i søvandet var højest i begyndelsen af året og faldt samtidig med stigningen i planteplanktonbiomassen, hvis vækst har forbrugt en betydelig del af vandets indhold af bikarbonat og CO₂.



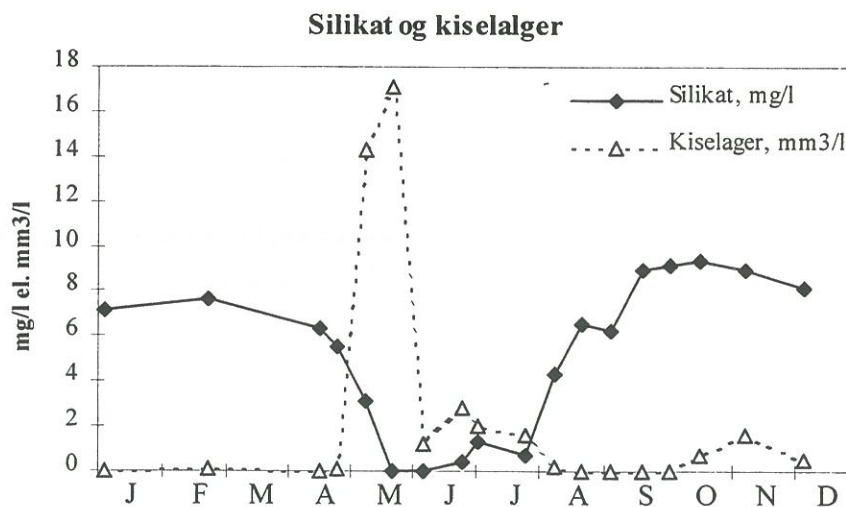
Figur 6.9 Årstidsvariation i pH og alkalinitet i Fuglesø 1996.

6.8 Silikat

Silikat

Variationen i søvandets indhold af opløst silikat er vist i figur 6.10.

Silikatkoncentrationen faldt brat i april-maj som følge af kiselalgernes vækst. I juni var koncentrationen under detektionsgrænsen, og silikatmangel har højst sandsynligt betinget kiselalgesamfundets sammenbrud i juni. Da kiselalgerne forsvandt i august steg silikatkoncentrationen igen til samme niveau som i januar-marts.



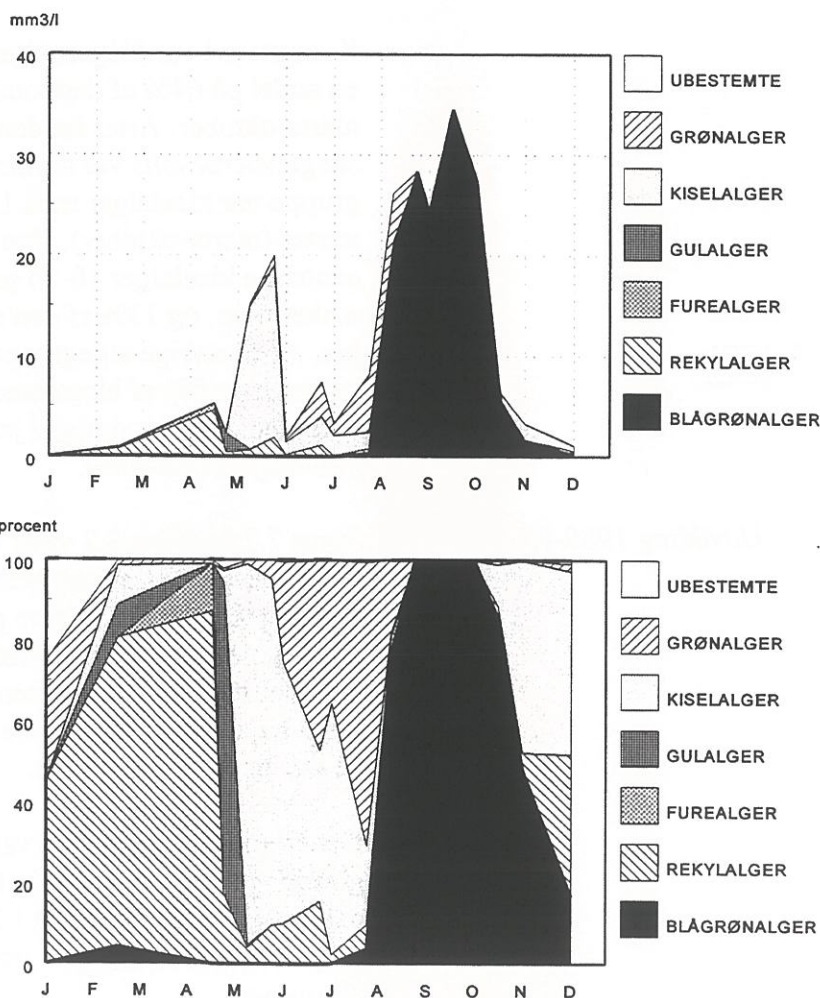
Figur 6.10 Årstidsvariation i koncentration af silikat samt i kiselalgebiomassen i Fuglesø 1996.

7. Biologiske undersøgelser

Der er i 1996 foretaget undersøgelser af plante- og dyreplankton i Fuglesø. Resultaterne af undersøgelserne er præsenteret i dette afsnit. Dokumentation for resultaterne findes i en særskilt rapport /9/.

7.1 Planteplankton

Den totale planteplanktonbiomasse og de enkelte algegruppers andele heraf er afbildet i figur 7.1. For yderligere detaljer henvises til bilag 3.1 og /9/.



Figur 7.1 Planteplanktons biomasse og procentvise sammensætning i Fuglesø 1996

Biomasse

Planteplanktonbiomassen i Fuglesø 1996 var høj med en gennemsnitlig biomasse på 13 mm³/l i den produktive periode (marts-oktober) og et sommergennemsnit på 16 mm³/l.

Den totale planteplanktonbiomasse varierede mellem 0,02 mm³/l i januar og 35 mm³/l i september. Der udvikledes to markante biomassemaksima i løbet af 1996, et stort forårsmaksimum af kiselalger i maj (14-17 mm³/l) og et meget stort og langvarigt sensommermaksimum af blågrønalger i august-oktober (26-35 mm³/l).

Artssammensætning

Der blev i alt identificeret 98 arter/identifikationstyper i 1996, hvoraf langt størsteparten (61) var fra næringskrævende grupper som blågrønalger (22) og chlorococcale grønalger (32).

Kvantitativt var blågrønalger den vigtigste algegruppe med en andel på 64% af den totale biomasse som gennemsnit for marts-oktober. Arter fra den kolonidannende blågrønalgslægt *Microcystis* var dominerende. Den næstvigtigste algegruppe var kiselalger med 19% af den gennemsnitlige biomasse (marts-oktober). Den største biomasse fandtes hos centriske kiselalger 10-30 µm, der udgjorde 80% af forårsmaksimum, og 13% af den samlede biomasse i marts-oktober. Af de øvrige algegrupper udgjorde rekyalger og grønalger hver 8% af biomassen i den produktive periode. Rekyalger var især vigtige i januar-april (17-87%), grønalger i juni-august (18-70%).

Udvikling 1989-96

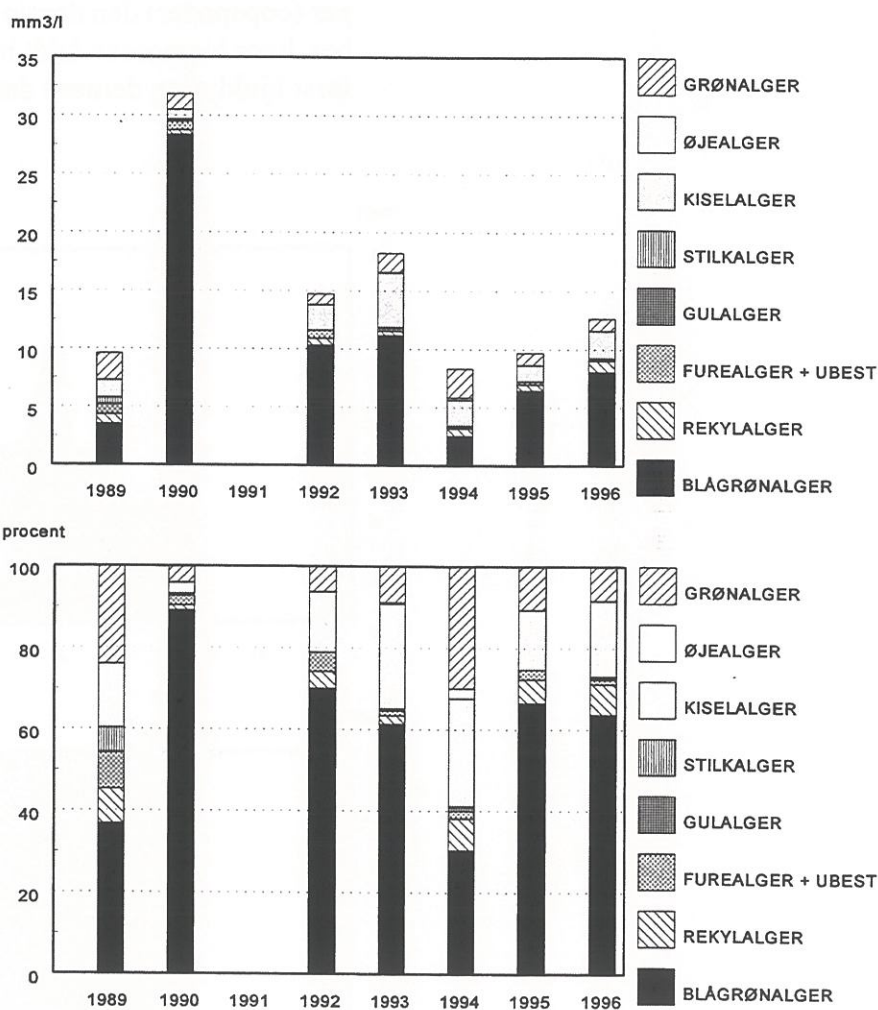
Figur 7.2 og bilag 3.2 viser udviklingen i planteplanktonets biomasse og artssammensætning i perioden 1989-96 (gennemsnit fra den produktive periode, marts-oktober). Den totale gennemsnitlige biomasse var i alle årene meget høj, og viser ingen udviklingstendens. Årene 1990, 1992 og 1993 havde dog klart højere biomasser (15-32 mm³/l) end de øvrige år (8-13 mm³/l).

Den vigtigste algegruppe var i alle år blågrønalger, der udgjorde mellem 30 og 89% af den totale biomasse. Blågrønalgerne andel var lavest i 1989 og 1994, hvor kiselalger og grønalger udgjorde en væsentlig del af planteplanktonbiomassen.

De registrerede skift i planktonets sammensætning og biomasse afspejler næppe en egentlig udvikling i søen, men er snarere et udtryk for klimatisk betingede år-til-år variationer, der påvirker forhold som opholdstid, næringsstofftilfø-

sel og fosforfrigivelse. I år med lang opholdstid og stor fosforfrigivelse vil blågrønalger normalt favoriseres, mens kiselalger og grønalger vil være mere hyppige i år med stor vandgennemstrømning, som det var tilfældet i 1994 (tabel 5.1).

Årsmaksimum optrådte i alle år under blågrønalgerens maksimum i juli-september. Det største maksimum blev registreret i 1990 (106 mm³/l), det mindste i 1995 (24 mm³/l).



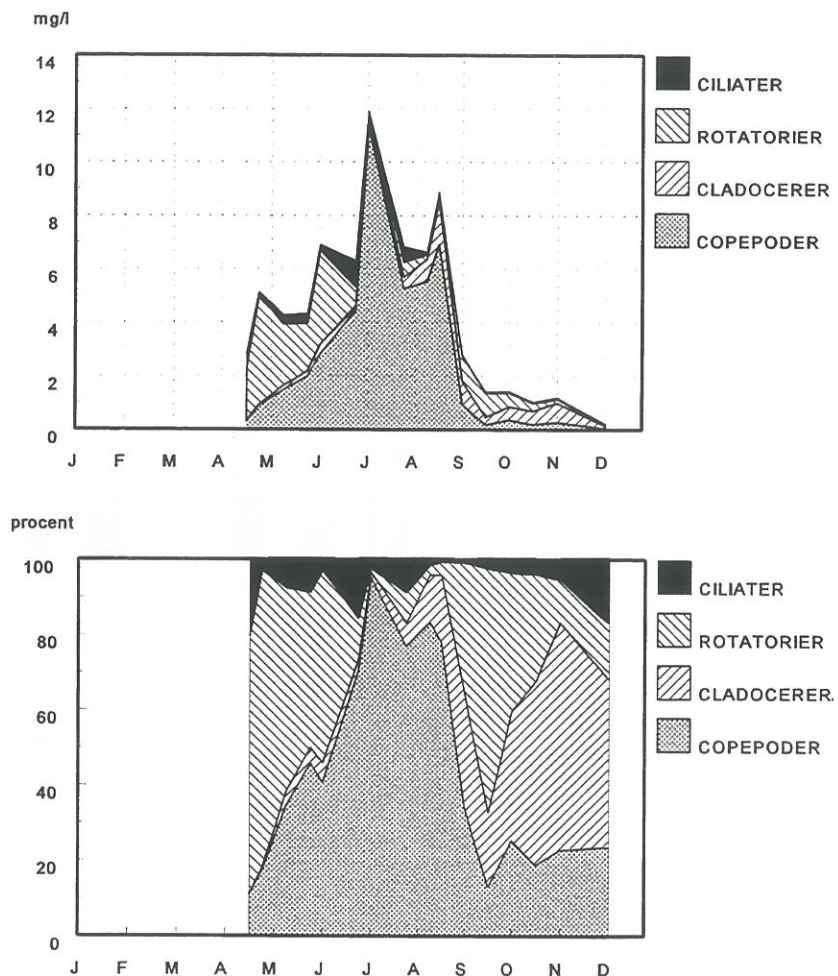
Figur 7.2 *Udvikling i planteplanktonets biomasse og sammensætning i Fuglesø 1989-96.*

7.2 Dyreplankton

Den totale dyreplanktonbiomasse og de enkelte dyregruppers andele heraf er afbildet i figur 7.3 for Fuglesø 1996. For yderligere detaljer henvises til bilag 3.3 og /9/.

Den gennemsnitlige dyreplanktonbiomasse blev opgjort til 4,4 mg våd vægt/l i perioden marts-oktober og 6 mg/l i sommerperioden. På grund af isdækning kunne der ikke tages prøver til bestemmelse af dyreplankton i januar-midten af april.

Den totale dyreplanktonbiomasse varierede mellem 0,2 og 12 mg våd vægt/l. Der udvikledes et stort biomassemaksimum i begyndelsen af juli (12 mg/l) og et lidt mindre i slutningen af august (8,9 mg/l). Hjuldyr (rotatorier) dominerede fra midten af april til midten af maj. Herefter blev vandlopper (copepoder) den dominerende gruppe frem til september, hvor biomassen faldt brat og dominansen skiftede til først hjuldyr og dernæst dafnier (cladocerer).



Figur 7.3 Dyreplanktons biomasse og procentvise sammensætning i Fuglesø 1996.

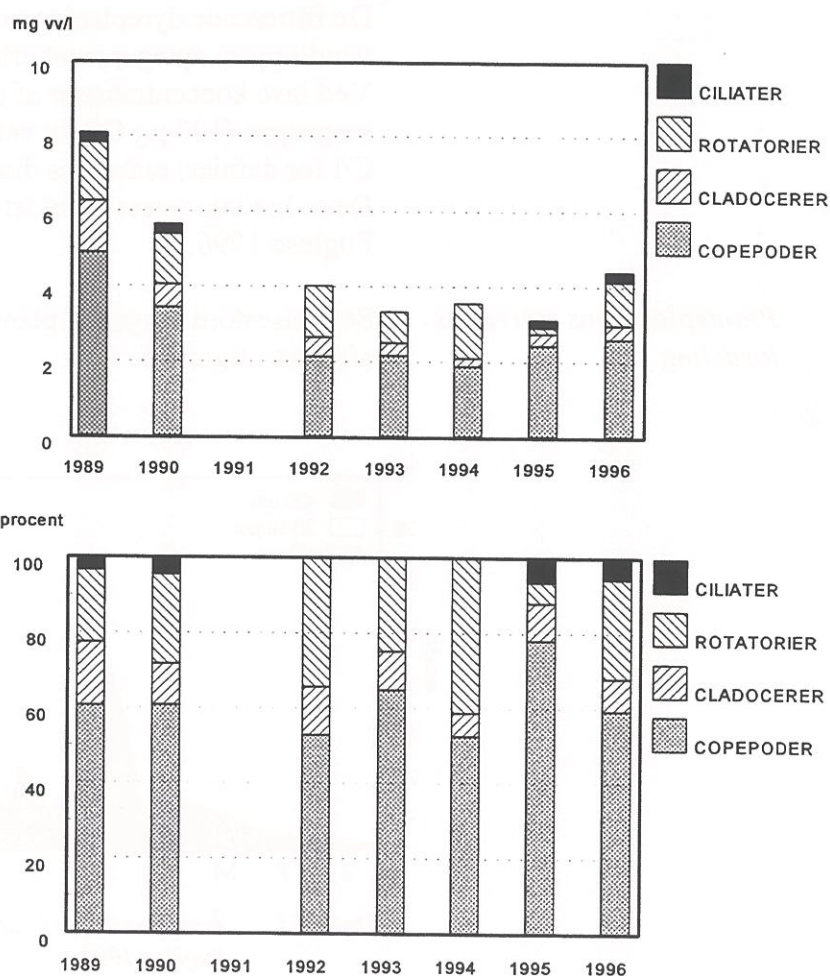
Artssammensætning

Der blev i alt identificeret 38 arter/slægter af dyreplankton i Fuglesø i 1996, heraf 9 ciliater, 16 hjuldyr, 8 dafnier og 5 vandlopper.

Vandlopper var kvantitativt langt den vigtigste dyregruppe med en gennemsnitlig andel på 59% i den produktive periode, hjuldyr udgjorde 26% og betydningen af dafnier og ciliater var begrænset til hhv. 9 og 6%. Den biomassemæssigt vigtigste enkeltart var den calanoide vandloppeart *Eudiaptomus gracilis*.

Udvikling 1989-96

Figur 7.4 og bilag 3.4 viser udviklingen i dyreplanktonets biomasse og artssammensætning i perioden 1989-96 (gennemsnit fra den produktive periode, marts-oktober).



Figur 7.4 Udvikling i dyreplanktonets biomasse i Fuglesø 1989-96.

Den gennemsnitlige dyreplanktonbiomasse var størst i årene 1989 og 1990 (5,7 - 8,1 mg/l). I de øvrige år, 1992-96, var biomassegennemsnittet lavere, og på omtrent samme niveau (3,1-4,4 mg/l). Vandlopper har været den domine-

rende dyregruppe i alle årene, og har ligesom dafnierne varieret relativt lidt i biomasse. Hjuldyrenes biomasse har været mere svingende, især afhængigt af forekomsten af den store, rovlevende art *Asplanchna priodonta*.

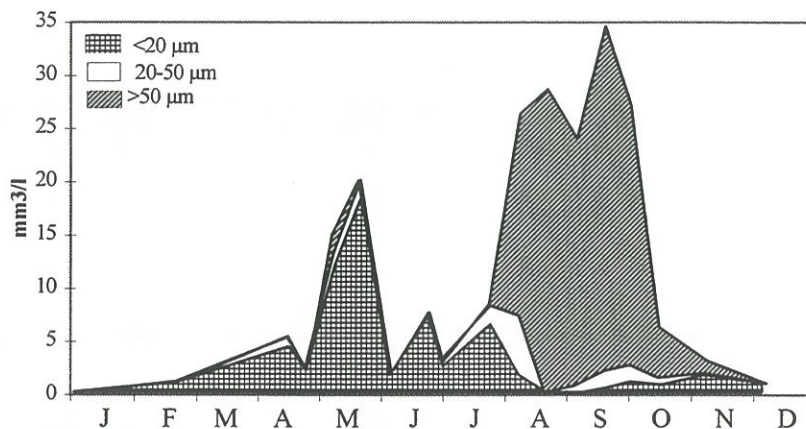
7.3 Samspil mellem plante- og dyreplankton

Mange dyreplanktonarter ernærer sig ved græsning, hvor føden foruden at bestå af planteplankton udgøres af bakterier og partikler af dødt, organisk stof. Det dyreplankton, der fortrinsvis græsser på planteplankton er ciliater, hjuldyr, dafnier, alle stadier af calanoide vandlopper samt nauplie- og copepoditstadier af cyclopoide vandlopper.

De filtrerende dyreplanktonarter (dafnier og calanoide vandlopper) optager mest effektivt fødepartikler $<50 \mu\text{m}$. Ved lave koncentrationer af planteplankton i denne størrelsesgruppe ($100 \mu\text{g C/l}$ for calanoide vandlopper og $200 \mu\text{g C/l}$ for dafnier) reduceres disse gruppers fødeoptagelse. Dette har kun været tilfældet i januar, februar og december i Fuglesø 1996.

Planteplanktons størrelsesfordeling

Størrelsesfordelingen af planteplankton i løbet af 1996 er afbildet i figur 7.5.



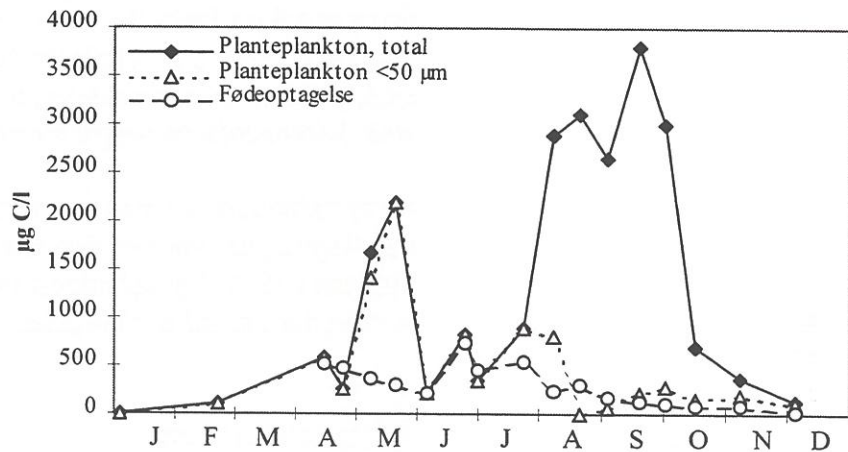
Figur 7.5 Årstidsvariation i planteplanktons størrelsesfordeling i Fuglesø 1996.

I perioden januar til juli bestod langt størsteparten af planteplanktonet af arter $<50 \mu\text{m}$ og var dermed tilgængeligt som føde for dyreplankton. I juli afløstes kiselalger og reky-lalger, der anses for at have god føde kvalitet for dyreplank-

ton, af store, kolonidannende blågrønalger af lav tilgængelighed og fødekvalitet.

Dyreplanktons fødeoptagelse

Ud fra skønnede forhold mellem de forskellige dyregruppers fødeoptagelse og dyrenes biomasse kan dyreplanktonets potentielle fødeoptagelse beregnes /10/. I figur 7.6 er dyreplanktonets potentielle fødeoptagelse afbildet sammen med biomassen af planteplankton totalt og <50 µm.



Figur 7.6 Dyreplanktons potentielle fødeoptagelse samt planteplanktonbiomassen totalt og <50 µm. Alle værdier i µg kulstof pr. liter.

Kun i april og juni var græsning fra dyreplankton tilstrækkelig til at have en regulerende effekt på planteplanktonets samlede biomasse. I april var de vigtigste græssere hjuldyr og ciliater, i juni ciliater og vandlopper. Sammen med silikatmangel og et sent forår har græsning fra dyreplankton medvirket til at sigtddybden i slutningen af april steg til 1,9 meter. Fra august og året ud har dyreplanktonet givetvis reguleret biomassen af planteplanktonarter <50 µm, hvori- mod de store græsningsresistente *Microcystis*-arter har kun- ne vokse uhindret i sensommeren.

7.4 Konklusion

Plantepilankton

Plantepilanktonsamfundet i Fuglesø 1996 kan kort karakteri- seres som et ekstremt næringsrigt, blågrønalgedomineret samfund med en høj gennemsnitlig biomasse. Under blå- grønalgemaksimet bestod planteplanktonet næsten udeluk- kende af arter >50 µm, der er vanskeligt tilgængelig føde for dyreplankton.

Næringssalte var sandsynligvis kun i ringe grad begrænsende for planteplanktonets vækst (jf. afsnit 6.4-6.6 samt 6.8). Kiselalgernes sammenbrud i maj skyldtes dog givetvis silikatmangel, og den relativt lange periode med lave koncentrationer af uorganisk, opløst kvælstof har efter al sandsynlighed favoriseret blågrønalgenes masseudvikling i sensommeren.

Dyreplankton

Dyreplanktonet var præget af prædationstryk fra fisk, idet større arter af dafnier manglede fuldstændig. Ved en fiskeundersøgelse i 1995 /11/ blev det i overensstemmelse hermed konkluderet, at Fuglesøs fiskebestand var domineret af små, planktonædende skaller, hvilket er karakteristisk for små, lavvandede og meget næringsrige søer.

Store dafniearter er meget effektive græssere i forhold til vandlopper, der var den dominerende dyreplanktongruppe i Fuglesø i 1996. Dyreplankton var således kun i ganske korte perioder i stand til at regulere planteplanktonet.

7.5 Bundvegetation

Fuglesø er ikke indeholdt i den gruppe af overvågningssøer, hvori der gennemføres årlige undersøgelser af undervandsvegetation. Det skyldes først og fremmest, at søen alene ud fra den ringe sigtdybde må formodes at være særdeles fattig på vegetation.

8. Udvikling i Fuglesøs miljøtilstand

I det følgende afsnit gives en vurdering af, hvorledes miljøtilstanden i Fuglesø har udviklet sig siden overvågningsprogrammets start i 1989 og frem til i dag (1996). Der er endvidere ved hjælp af simple sømodeller opstillet scenarier til belysning af søens fremtidige tilstand ved den nuværende belastning samt efter reduktion af fosforbelastningen ved forskellige indgreb.

8.1 Udvikling 1989-96

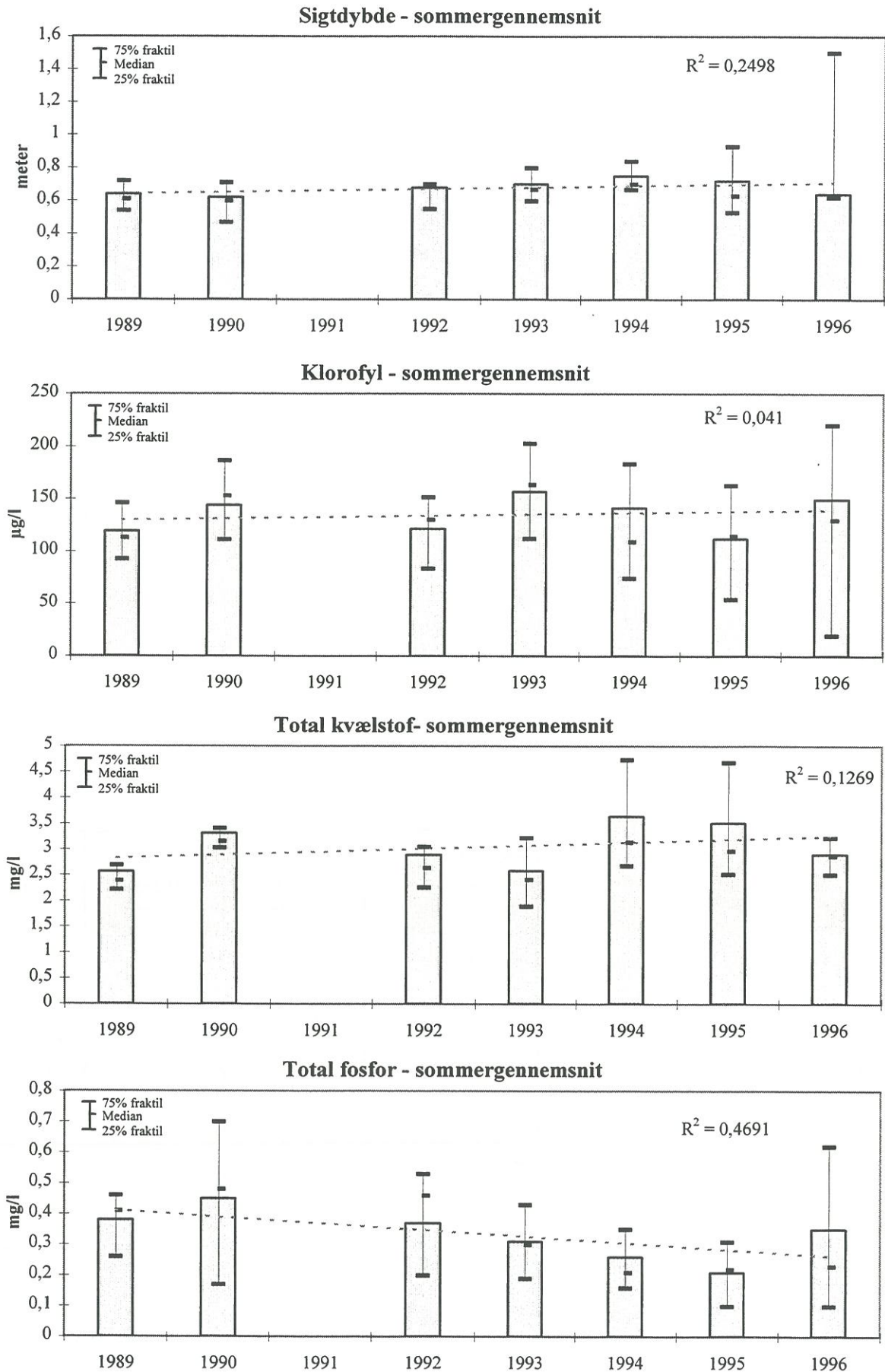
Den tidsmæssige variation i års- og sommergennemsnit af en række vigtige tilstandsvariable er præsenteret i bilag 4.1. Figur 8.1 viser udviklingen i tidsvægtede sommergennemsnit, median- og kvartilværdier for 4 udvalgte nøgleparametre, sigtddybde, klorofyl-a, kvælstof og fosfor.

Til en vurdering af, hvorvidt der er sket signifikante ændringer i de valgte parametre i løbet af overvågningsperioden, er der udført lineær regression på gennemsnit og medianværdier. Resultaterne af analysen ses i tabel 8.1 og i bilag 4.2.

Parameter	Kvadreret r-værdi	p-værdi	Tendens
Sigtddybde			
middel	0,250	0,253	i.u.
median	0,072	0,562	i.u.
Klorofyl-a			
middel	0,041	0,663	i.u.
median	0,027	0,726	i.u.
Total kvælstof			
middel	0,127	0,433	i.u.
median	0,104	0,479	i.u.
Total fosfor			
middel	0,469	0,090	↓
median	0,723	0,015	↓

Tabel 8.1 Beregnede udviklingstendenser i sommergennemsnit og medianværdier for udvalgte parametre i Fuglesø 1989-96. Et signifikant fald på 10% signifikansniveau eller lavere ($p < 0,1$) er betegnet med ↓, en tilsvarende stigning med ↑, i.u. angiver ingen udvikling.

Udvikling i Fuglesøs miljøtilstand



Figur 8.1 Udvikling i sommergennemsnit (søjler) af udvalgte nøgleparametre i Fuglesø 1989-96. Den stiplede linie er regressionslinien for gennemsnitsværdierne.

Analysen viser, at der er sket et signifikant fald i koncentrationen af total fosfor i Fuglesø fra 1989 til 1996, hvorimod koncentrationen af total kvælstof er omtrent uændret. Sigtdybden samt koncentrationen af klorofyl, der er et mål for algebiomassen, er ligeledes uændrede. Kun hvis den faldende tendens i fosforkoncentrationen fortsætter, indtil der opnås en gennemsnitskoncentration på $<100 \mu\text{g/l}$ i søvandet, kan der forventes en reduktion i algebiomassen i søen og dermed forbedrede sigtgybdeforhold.

I betragtning af det meget høje fosforniveau i søen i dag (sommergennemsnit 1996: $350 \mu\text{g fosfor/l}$) og den massive interne fosforbelastning, må det forventes, at der vil gå en årrække før en sådan forbedring indtræffer. Hvis fosforkoncentrationen fortsætter med at falde med den nuværende hastighed vil sommergennemsnittet være faldet til $70 \mu\text{g/l}$ i 2005. Træghed i den biologiske struktur som følge af en skidtfiskedomineret fiskebestand vil dog kunne bidrage til, at en forbedring i søens miljøtilstand forsinkes yderligere /11/.

8.2 Fremtidig miljøtilstand

I "Vandområdeplan for Roskilde Fjord og opland" /2/ er der for Fuglesø stillet krav om en fosforkoncentration på højst $65 \mu\text{g/l}$ (årgennemsnit), en sigtdybde på mindst 1 m (årgennemsnit) og en bundvegetation, der er udbredt til mindst 1 meters dybde.

Selv om kravet til sigtdybde var opfyldt i 1996, indikerede et årgennemsnit for total fosfor på $280 \mu\text{g/l}$, den manglende undervandsvegetation og en fiskebestand uden balance mellem rov- og fredfisk, at søen i 1996 var kraftigt næringspåvirket med en ustabil biologisk struktur. Søen var i høj grad præget af intern fosforbelastning og var ikke i ligevægt med den eksterne tilførsel.

Til vurdering af, hvorvidt Fuglesø i ligevægtstilstanden vil opfylde sin målsætning ved den nuværende og ved en reduceret ekstern fosfortilførsel, er der i det følgende anvendt simple ligevægtmodeller som anbefalet af Danmarks Miljøundersøgelser (tabel 8.2).

Model 4 og 6 inddrager søens dybdeforhold, hvilket især er en fordel ved beskrivelse af dybe, lagdelte søer, der ofte har lavere klorofylkoncentrationer og større sigtdyber end lavvandede søer med samme eksterne belastning.

Udvikling i Fuglesøs miljøtilstand

Parameter	Model nr.	Model	Reference
Fosfor	Model 1	$[P]_{so} = [P]_i / (1 + \sqrt{t_w})$	Vollenweider 1976 /12/
Kvælstof	Model 2	$[N]_{so} = [N]_i * t_w^{-0,14}$	Jensen et al. 1994 /6/
Sigtdybde	Model 3	$Sigt = 0,36 * [P]_{so}^{-0,56}$	Jensen, upubl. Modeller udviklet på grundlag af data fra overvågnings søerne
	Model 4	$Sigt = 0,26 * [P]_{so}^{-0,57} * Z^{0,27}$	
Klorofyl	Model 5	$Chl = 319 * [P]_{so}^{0,67}$	
	Model 6	$Chl = 365 * [P]_{so}^{0,59} * Z^{-0,35}$	

Tabel 8.2 Oversigt over de anvendte modelværktøjer. $[P \text{ el. } N]_{so}$ = søvandets koncentration af fosfor eller kvælstof. $[P \text{ el. } N]_i$ = indløbskoncentrationen af fosfor eller kvælstof. t_w = den hydrauliske opholdstid. Z = middeldybden.

Der er opstillet 5 scenarier til beskrivelse af den fremtidige udvikling i Fuglesø. I scenario 1 er søens tilstand i ligevægtssituationen beregnet på baggrund af resultaterne fra 1996. I scenario 2a er tilstanden beregnet efter afskæring af spildevand og regnvandsbetingede udledninger (1996-værdier) og i scenario 3a er den eksterne fosfortilførsel reduceret til den værdi, der er fastsat som fremtidigt spildevandsbidrag i vandområdeplanen. I scenario 2b og 3b er fosfortilførslen identisk med scenario 2a og 3a, men til vandtilførsel og opholdstid er i stedet for 1996-værdier valgt gennemsnitsværdier for perioden 1989-96.

Scenario	Forudsætninger	P-tilførsel	N-tilførsel	Opholdstid
Scenario 1	Belastning og opholdstid som i 1996	72 kg/år	5166 kg/år	0,241 år
Scenario 2a	Spildevand og regnvandsbetingede udledninger afskåret (1996-værdier).	55 kg/år	?	0,241 år
Scenario 2b	Som 2a. Opholdstid og vandtilførsel som gennemsnit for 1989-96.	55 kg/år	?	0,159 år
Scenario 3a	Fosfortilførsel som forudsat i plan. Opholdstid og vandtilførsel som 1996	20 kg/år	?	0,241 år
Scenario 3b	Som 3a. Opholdstid og vandtilførsel som gennemsnit for 1989-96.	20 kg/år	?	0,159 år

Tabel 8.3 Scenarier for Fuglesø

Beregningsresultaterne for de valgte scenarier er præsenteret i tabel 8.4, og beregningsforudsætningerne er vist i bilag 4.3.

Fuglesø	Model	Scenario 1	Scenario 2a	Scenario 2b	Scenario 3a	Scenario 3b
Fosfor, mg/l	Model 1	0,088	0,068	0,043	0,025	0,016
Kvælstof, mg/l	Model 2	4,27	-	-	-	-
Sigtdybde, m	Model 3	1,40	1,63	2,09	2,87	3,68
	Model 4	1,24	1,45	1,87	2,57	3,32
Klorofyl, µg/l	Model 5	62,8	52,4	38,9	26,6	19,8
	Model 6	69,1	58,9	45,3	32,4	24,9

Tabel 8.4 Sigtdybde samt koncentrationer af næringsalte og klorofyl, der kan forventes i ligevægtstilstanden under de forskellige scenario-forudsætninger for Fuglesø.

Modelberegningerne viser, at søen med en belastning og opholdstid af samme størrelse som i 1996 (scenario 1) vil kunne opnå betydeligt lavere fosforværdier og bedre sigtdybdeforhold end i dag. Dette er under forudsætning af, at den interne belastning reduceres væsentligt og der opnås en balance mellem til- og fraført fosfor i søen.

Reduceres bidraget fra spildevand og regnvandsbetingede udledninger som forudsat i vandområdeplanen (scenario 2) vil der være god mulighed for at søen kan opfylde sin målsætning både ved lave vandtilførsler som i 1996 (2a) og ved større vandtilførsler (2b).

Opnås yderligere reduktion af fosfortilførslen ved afskæring af enkeltejendomme (scenario 3), skulle der i følge beregningerne kunne opnås sigtdybder omtrent til bunden i Fuglesø.

Med den planlagte reduktion i fosfortilførslen til Fuglesø, skulle der i følge modellerne være gode chancer for at opnå en markant bedre miljøtilstand i Fuglesø med en betydelig mindre planktonalgebiomasse og bedre sigtdybdeforhold. Hvis der i øvrigt er et egnet substrat til stede i søen vil der være mulighed for at bundvegetation kan etablere sig i søen, hvilket vil bidrage yderlige til at stabilisere miljøforholdene i søen.

I betragtning af søens ekstremt næringsrige tilstand i 1996 vurderes det imidlertid ikke sandsynligt, at en miljøtilstand som beskrevet i scenarierne kan opnås inden for en overskuelig årrække. For at accelerere en gunstig udvikling i søens miljøtilstand overvejer amtet derfor at iværksætte en øget afstrømning fra søen i sommermånederne, for at udtømme søens fosforpulje hurtigere, end det vil ske ved naturlig aflastning. Når søvandets fosforindhold er faldet til ca. 100 µg/l skal det desuden vurderes, om der er behov for yderligere indgreb i form af udsætning af rovfisk og/eller opfiskning af skidtfisk /2/.

9. Referencer

- /1/ Frederiksborg Amt 1995. Fuglesø - tilstand og udvikling 1994. Vandmiljøovervågning nr. 19.
- /2/ Frederiksborg Amt 1996. Vandområdeplan for Roskilde Fjord og opland. Planlægningsdokument nr. 4.
- /3/ Skov- og Naturstyrelsen & Frederiksborg Amt 1991. Oplandsanalyse. Reduktion af Arresøens belastning.
- /4/ Danmarks Miljøundersøgelser 1997. Bemærkninger til Søskema 1 i forbindelse med indberetning af data fra Vandmiljøplanens overvågningsprogram.
- /5/ Jensen, J.P., Jeppesen, E., Søndergaard, M., Windolf, J., Lauridsen, T. & Sortkjær, L 1995. Ferske vandområder - søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1994. Faglig rapport fra DMU, nr. 139.
- /6/ Jensen, J.P., Jeppesen, E., Bøgestrand, J., Petersen, A.R., Søndergaard, M., Windolf, J. & Sortkjær, L., 1994. Ferske vandområder - søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1993. Faglig rapport fra DMU, nr. 121.
- /7/ Jensen, J.P., Lauridsen, T., Søndergaard, M., Jeppesen, E., Agerbo, E., & Sortkjær, L., 1996. Ferske vandområder - søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1995. Faglig rapport fra DMU, nr. 176.
- /8/ Olrik, K. 1993. Planteplankton - økologi. Miljøprojekt nr. 243. Miljøstyrelsen.
- /9/ Frederiksborg Amt 1997. Fuglesø 1996. Plante- og dyreplankton. Udarbejdet af Miljøbiologisk Laboratorium.
- /10/ Hansen, A., Jeppesen, E., Bosselmann, S. og Andersen, P. 1992. Zooplankton i søer. Metoder og artsliste. Miljøprojekt nr. 205. Miljøstyrelsen.

Referencer

- /11/ Frederiksborg Amt 1996. Fuglesø - tilstand og udvikling 1995. Vandmiljøovervågning nr. 27. Udarbejdet af Bio/consult.
- /12/ Vollenweider R.A. 1976. Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. Mem. Ist. Ital. Idrobiol. 33, 53-84.
- /13/ Stenløse Kommune og Frederiksborg Amt 1994. Fuglesø - oplandsanalyse. Udarbejdet af COWI-consult.

10. Bilag

1. Vand- og stofbalancer

- 1.1 Balancer på månedsbasis for 1996
- 1.2 Balancer på årsbasis for 1989-96

2. Fysiske og kemiske undersøgelser

- 2.1 Temperaturprofiler 1996
- 2.2 Iltprofiler 1996
- 2.3 Vandkemi og sigtddybde 1996

3. Plankton

- 3.1 Planteplankton biomasse 1996
- 3.2 Planteplankton biomasse 1989-96
- 3.3 Dyreplankton biomasse 1996
- 3.4 Dyreplanktonbiomasse 1989-96

4. Udvikling

- 4.1 Gennemsnit for nøgleparametre 1989-96
- 4.2 Regressionsanalyser
- 4.3 Scenarier

5. Tidligere undersøgelser i Fuglesø

1. Vand- og stofbalancer

- 1.1 Balancer på månedsbasis for 1996
- 1.2 Balancer på årsbasis for 1989-96

Fuglesø 1996

Vandbalance - 1000 m ³	J	F	M	A	M	A	J	J	J	A	S	O	N	D	Året
Q Spangebæk	58,39	36,77	74,19	52,23	53,57	41,99	32,68	16,87	16,85	20,09	39,14	39,91	482,68		
Q Umålt opland	5,03	3,17	6,39	4,50	4,62	3,62	2,82	1,45	1,45	1,73	3,37	3,44	41,60		
Nedbør	0,20	1,15	0,45	0,90	3,40	1,80	2,30	2,25	2,00	2,25	3,70	1,30	21,70		
Samlet tilførsel	63,62	41,09	81,03	57,63	61,59	47,41	37,80	20,57	20,30	24,07	46,21	44,65	545,98		
Fraførsel Vekso Mose	36,17	34,32	46,33	45,83	46,06	39,29	18,99	9,10	10,83	17,18	37,27	48,40	389,78		
Fordampning	0,20	0,51	1,34	3,52	3,38	4,85	5,30	5,29	2,88	1,23	0,39	0,15	29,01		
Volumenændring	0,00	-0,25	-0,25	0,00	0,25	-3,25	-2,00	-2,50	1,50	3,50	1,50	1,50	0,00		
Samlet fraførsel	36,37	35,08	47,92	49,34	49,19	47,39	26,29	16,89	12,21	14,90	36,16	47,05	418,79		
Udsivning	27,25	6,26	33,37	8,29	12,14	3,27	13,51	6,19	6,59	5,67	8,55	-3,90	127,19		

Opholdstid - dage	82	78	64	63	64	72	149	304	246	165	75	61	88
-------------------	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	----	----	----

Fosforbalance - kg	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Året
P Spangebæk	5,00	5,00	11,70	5,00	13,70	5,00	6,30	1,70	1,50	3,00	5,60	3,30	66,80
P umålt	0,37	0,37	0,88	0,37	1,03	0,37	0,47	0,13	0,11	0,22	0,42	0,25	5,00
P atmosfære	0,01	0,04	0,02	0,03	0,12	0,06	0,08	0,08	0,07	0,08	0,13	0,04	0,75
Samlet tilførsel	5,38	5,41	12,59	5,41	14,84	5,44	6,85	1,91	1,68	3,30	6,15	3,59	72,55
Samlet fraførsel	3,56	3,75	5,73	3,46	3,75	4,94	4,44	5,83	7,70	9,09	13,63	13,63	79,50
Retention	1,83	1,66	6,86	1,95	11,09	0,50	2,41	-3,92	-6,02	-5,78	-7,48	-10,04	-6,95
Retention - procent	34	31	55	36	75	9	35	-206	-358	-175	-122	-279	-10

Kvælstofbalance - kg	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Året
N Spangebæk	527,8	503	608,7	381,7	441,8	462,9	416,8	250,3	259,2	250,4	352,5	374,4	4829,9
N umålt	25,8	24,6	29,7	18,7	21,6	22,6	20,4	12,2	12,7	12,2	17,2	18,3	236,0
N atmosfære	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	99,6
Samlet tilførsel	561,9	536,3	646,7	408,7	471,7	493,8	445,5	270,8	280,2	270,9	378,0	401,0	5165,5
Samlet fraførsel	185,0	229,4	295,8	222,0	163,9	109,6	40,6	22,7	33,8	44,1	113,5	192,3	1652,6
Retention	376,9	306,9	351,0	186,7	307,8	384,2	404,9	248,1	246,4	226,9	264,5	208,7	3512,9
Retention - procent	67	57	54	46	65	78	91	92	88	84	70	52	68

SØSKEMA 1, 1997 - VAND- OG STOFBALANCER

Sønavn: Fuglesø

Amt: Frederiksborg

Hydrologisk reference: 3223A52523500000000000000003010

Vandbalance 10 ⁶ m ³ /år	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Vandtilførsel ¹⁾	0,58	0,66		0,85	0,96	1,531	1,165	0,524
Nedbør	0	0		0	0	0,043	0,030	0,022
Total tilførsel	0,58	0,66		0,85	0,96	1,574	1,195	0,546
Vandfraførsel ²⁾	0,45	0,52		0,62	0,68	1,326	1,061	0,390
Fordampning	0	0		0	0	0,034	0,031	0,029
Total fraførsel	0,45	0,52		0,62	0,68	1,360	1,092	0,419
Udsivning	0,13	0,14		0,23	0,28	0,214	0,103	0,127
Magasinændring	0	0		0	0	0,001	0	0
Fosfor t P/år	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Udledt spildevand i alt ³⁾	0,446	0,176		0,441	0,147	0,201	0,191	0,140
heraf:								
- a) Byspildevand	0,39	0,12		0,345	0,077	0,131	0,125	0,081
- b) Regnvandsbetinget	0,02	0,02		0,06	0,034	0,037	0,033	0,026
- c) Industri	0	0		0	0	0	0	0
- d) Dambrug	0	0		0	0	0	0	0
- e) Spredt bebyggelse	0,036	0,036		0,036	0,036	0,033	0,033	0,033
Diffus tilførsel ⁴⁾	-0,34	-0,05		-0,31	0,005	-0,005	-0,072	-0,068
Atmosfærisk deposition ⁵⁾	0	0		0	0	0,001	0,001	0,001
Andet ⁶⁾	0	0		0	0	0	0	0
Total tilførsel⁷⁾	0,110	0,130		0,128	0,152	0,197	0,120	0,073
Magasinændring	0,040	0,040		0,053	0,054	0,048	0,010	-0,007
Total fraførsel⁸⁾	0,070	0,090		0,075	0,098	0,149	0,110	0,080
Indløbskoncentration, mg P/l	0,190	0,197		0,151	0,158	0,129	0,103	0,138
Retention	0,040	0,040		0,053	0,054	0,048	0,010	-0,007
Retention - procent	36	31		41	36	24	8	-10
Kvælstof t N/år	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Udledt spildevand i alt ³⁾	2,39	2,67		4,105	5,303	7,333	7,022	5,592
heraf:								
- a) Byspildevand	2,21	2,49		3,770	5,057	7,040	6,745	5,341
- b) Regnvandsbetinget	0,07	0,07		0,225	0,136	0,149	0,133	0,107
- c) Industri	0	0		0	0	0	0	0
- d) Dambrug	0	0		0	0	0	0	0
- e) Spredt bebyggelse	0,11	0,11		0,11	0,11	0,144	0,144	0,144
Diffus tilførsel ⁴⁾	3,13	4,54		5,48	5,72	9,02	4,25	-0,53
Atmosfærisk deposition ⁵⁾	0,10	0,10		0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Andet ⁶⁾	0	0		0	0	0	0	0
Total tilførsel⁷⁾	5,62	7,31		9,680	11,127	16,454	11,376	5,166
Magasinændring	3,79	4,54		6,14	6,327	6,043	4,270	3,513
Total fraførsel⁸⁾	1,83	2,77		3,540	4,800	10,411	7,106	1,653
Indløbskoncentration, mg N/l	3,16	4,20		4,16	5,00	6,80	6,10	3,15
Retention	3,79	4,54		6,14	6,33	6,04	4,27	3,51
Retention - procent	67	62		63	57	37	38	68
Naturlig baggrundskoncentration:								
Total-N mg N/l							1,44	0,695
Total-P mg P/l							0,07	0,034

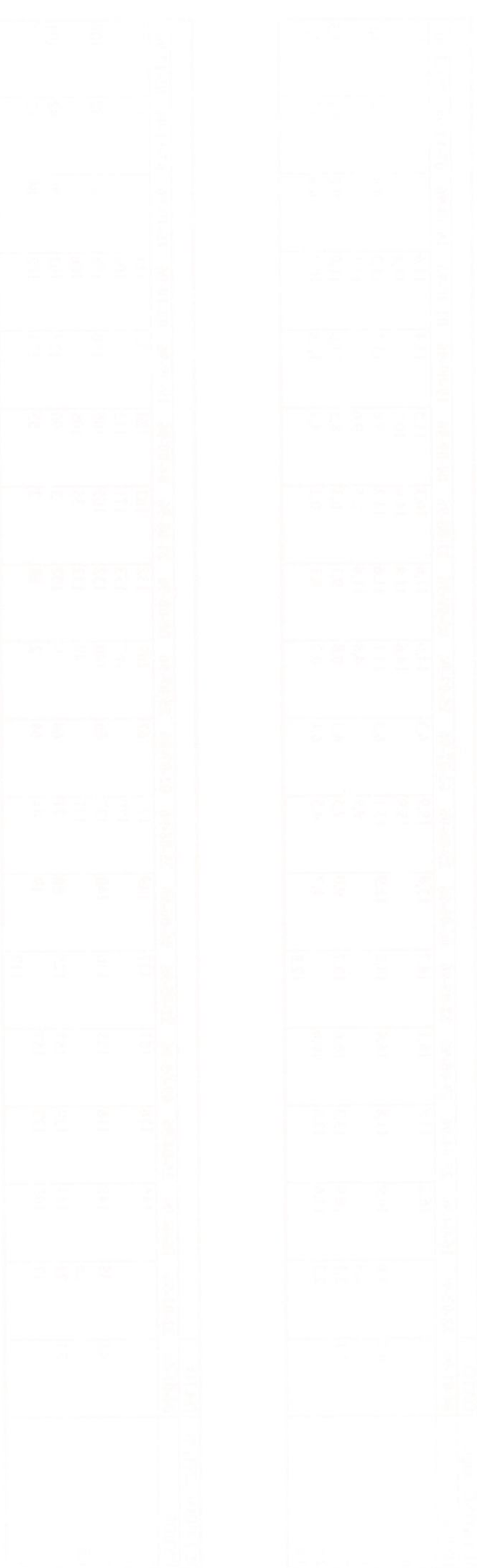
- 1) Vandtilførsel fra målt opland+umålt opland. Excl. nedbør og indsivning.
- 2) Vandfraførsel i afløb. Excl. fordampning og udsivning.
- 3) Summen af a-e
- 4) Differencen mellem total tilførsel og tilførslen fra spildevand og atmosfære.
- 5) 20 kg N/ha/år og 0,15 kg P/ha/år
- 6) Evt. bidrag fra fugle, løvfald o.lign.
- 7) Summen af 3-6

2. Fysiske og kemiske undersøgelser

- 2.1 Temperaturprofiler 1996
- 2.2 Iltprofiler 1996
- 2.3 Vandkemi og sigtddybde 1996

Fuglesø 1996. Temperaturprofiler.

TEMPERATUR, °C		DATO																		
DYBDE		04-01-96	22-02-96	16-04-96	25-04-96	09-05-96	22-05-96	06-06-96	25-06-96	02-07-96	25-07-96	08-08-96	21-08-96	04-09-96	19-09-96	02-10-96	16-10-96	07-11-96	05-12-96	
0				9,4	13,9	11,7	11,1	18,2	17,8	16,3	20,7	19,5	21,6	18,0	13,2	11,8	11,8	8,7	2,5	
0,5									17,8		20,6	19,5	21,4	17,8		11,8				
1	1,2			7,8	13,9	11,6	11,2	17,8	17,2	16,3	20,4	19,5	21,2	17,8	13,2	11,8	11,8	11,2	8,7	2,5
1,5				3,0					16,8		19,7	19,4	20,2	17,7		11,8				
2	3,1			7,3	12,9	11,6	10,3	14,4	16,1	16,3	18,9	19,2	19,6	17,7	13,0	11,7	11,7	11,1	8,7	2,8
2,5				6,6	10,5	11,6	10,2	13,0	15,7	16,3	18,0	19,0	19,3	17,6	12,9	11,7	11,7	11,1	8,7	3,0
2,6																				



Fuglesø 1996. Temperaturprofiler.

Fuglesø 1996. Vandkemi og sigtgybde.

VANDKEMI, blandingsprøver	DATO														Års gsn.	Som. gsn.						
	04-01-96	22-02-96	16-04-96	25-04-96	09-05-96	22-05-96	06-06-96	25-06-96	02-07-96	25-07-96	08-08-96	21-08-96	04-09-96	19-09-96			02-10-96	17-10-96	07-11-96	05-12-96		
Sigtgybde, m			1,3						0,8	0,7	0,6	0,6	0,3	0,4	0,3	0,4	0,8	1,0	2,0	1,1	0,6	
pH (felt)	8,8		8,4	8,3	8,6	8,6	8,4	8,4	8,6	7,8	8,7	8,9	9,5	9,2	9,4	9,3	9,3	9,1	8,3	8,0		
pH (lab.)	7,8	7,6	8,2	8,3	8,5	8,6	8,4	8,5	8,5	8,1	8,7	8,9	9,5	9,3	9,3	9,2	9,0	8,2	8,1	8,4	8,8	
Total alkalinitet, mmol/l	4,91	5,02	5,02	4,95	4,84	4,45	4,09	3,60	3,60	3,62	2,45	2,90	3,13	3,33	3,44	3,42	3,61	3,69	3,94	4,09	3,56	
Total fosfor, mg/l	0,10	0,12	0,10	0,09	0,08	0,11	0,06	0,17	0,17	0,19	0,25	0,49	0,59	0,83	0,68	0,61	0,58	0,49	0,27	0,28	0,35	
Ortofosfat fosfor, mg/l	0,05	0,06	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07	0,01	0,26	0,30	0,49	0,39	0,30	0,35	0,34	0,24	0,15	0,15	
Total kvælstof, mg/l	6,16	8,09	4,91	4,63	3,65	3,90	3,30	2,62	2,62	2,70	1,99	2,21	2,77	3,01	2,85	2,94	2,36	3,01	3,82	4,19	2,90	
Nitrat-nitrit kvælstof, mg/l	4,79	6,22	3,59	3,65	2,33	2,60	2,10	1,02	1,02	1,16	0,01	0,04	0,01	0,06	0,08	0,49	0,86	1,48	2,63	2,50	0,95	
Ammonium-ammoniak kvælstof, mg/l	0,44	0,80	0,02	0,08	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,24	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,11	0,43	0,44	0,24	0,03	
N/P forhold (total)	62	67	49	51	46	35	55	15	15	14	8	5	5	4	4	5	4	6	14	15	8	
N/P forhold (opløst)	105	117	361	373	261	261	211	103	103	20	2	0	0	0	0	2	3	6	13	18	7	
Klorofyl a, µg/l	6	20	35	12	73	78	35	130	130	63		240	190		280	242	62	18	13	82	150	
COD-Susp. stof, mg/l	2,0	3,5	12,3	7,3	12,0	11,0	7,6	18,0	18,0	10,0	28,0	31,0	43,0	39,0	42,0	38,0	13,0	7,4	1,7	14,4	24,3	
Suspenderet stof, mg/l	5,0	7,8	4,0	5,0	19,0	14,0	11,0	20,0	20,0	8,0	29,0	24,0	28,0	51,0	46,0	38,0	14,0	11,0	2,6	15,1	25,0	
Jern, mg/l	0,14	0,37	0,08	0,10	0,17	0,23	0,10	0,17	0,17	0,25	0,14	0,16	0,14	0,18	0,19	0,18	0,12	0,14	0,07	0,17	0,17	
Ledningsevne, mS/m	96,0	101,0	94,2	86,5	88,5	86,0	84,0	78,3	78,3	78,0	66,0	66,5	62,5	66,5	68,4	69,0	72,5	73,5	81,5	82,4	74,3	
Silikat, mg/l	7,1	7,6	6,3	5,5	3,1	0,1	0,1	0,4	0,4	1,3	0,7	4,3	6,5	6,2	9,0	9,2	9,4	8,9	8,1			

3. Plankton

- 3.1 Planteplankton biomasse 1996
- 3.2 Planteplankton biomasse 1989-96
- 3.3 Dyreplankton biomasse 1996
- 3.4 Dyreplanktonbiomasse 1989-96

FUGLESØ 1989-1996 STATION: 2009 KONSULENT: Miljøbiologisk Laboratorium ApS DYBDE: Blandingsprøver EMNE: Planteplankton biomassegennemsnit og procentvis sammensætning for den produktive periode		1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
AR									
Gennemsnit									
mm³/l									
BLÅGRØNALGER	3,52	28,33		10,30	11,16	2,53	6,44	8,06	
REKYLALGER	0,82	0,40		0,61	0,39	0,65	0,57	0,96	
FUREALGER	0,03			0,05	0,03	0,09	0,03	0,13	
GULALGER	0,02	0,05			0,07			0,10	
STILKALGER	0,57	0,13		2,18	4,66	2,21	1,42	2,35	
KISELALGER	1,50	0,85		0,94	0,06	0,20			
ØJEALGER	2,31	1,32		0,64	1,64	2,50	1,04	1,07	
GRØNALGER	0,81	0,74		0,64	0,22	0,16	0,20	0,01	
UBESTEMTE ARTER	9,58	31,82		14,71	18,22	8,34	9,68	12,67	
TOTAL PLANTEPLANKTONBIOMASSE									
MAKSIMAL BIOMASSE	37,60	106,04		67,91	80,10	30,10	24,03	34,52	
Måned	aug	aug		aug	sep	juli	juli	sept	
Arter >50 µm	3,40	27,54		9,77	14,97	3,47	5,63	7,76	
procent									
BLÅGRØNALGER	37	89		70	61	30	66	64	
REKYLALGER	9	1		4	2	8	6	8	
FUREALGER	0			0			0	1	
GULALGER	0	0			0	1		1	
STILKALGER	6	0			0				
KISELALGER	16	3		15	26	26	15	19	
ØJEALGER				0	0	2			
GRØNALGER	24	4		6	1	30	11	8	
UBESTEMTE ARTER	8	2		4	1	2	2	0	
Arter >50 µm	32	87		76	82	42	58	61	

Bilag 3.4

FUGLESØ 1989-1996 STATION: ZOOPLANKTON KONSULENT: Miljøbiologisk Laboratorium ApS DYBDE: Blandingsprøver fra 3 stationer EMNE: Dyrplankton biomassegennemsnit og procentvis sammensætning for den produktive periode (marts-oktober)										
ÅR	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996		
mg våd vægt/liter										
CILIATER	0,27	0,26	-	-	-	-	0,20	0,26		
ROTATORIER	1,55	1,34	-	1,38	0,83	1,47	0,17	1,16		
CLADOCERER	1,37	0,62	-	0,52	0,34	0,22	0,31	0,38		
COPEPODER	4,89	3,43	-	2,12	2,16	1,87	2,43	2,60		
TOTAL DYREPLANKTONBIOMASSE	8,09	5,65	-	4,02	3,33	3,56	3,12	4,39		
MAKSIMAL BIOMASSE	29,60	14,40	-	17,10	14,20	10,30	7,31	11,90		
Procent										
CILIATER	3,3	4,6	-	-	-	-	6,5	5,9		
ROTATORIER	19,2	23,7	-	34,3	24,9	41,3	5,6	26,4		
CLADOCERER	16,9	11,0	-	12,9	10,2	6,2	9,9	8,7		
COPEPODER	60,4	60,7	-	52,7	64,9	52,5	78,0	59,2		

4. Udvikling

4.1 Gennemsnit for nøgleparametre 1989-96

4.2 Regressionsanalyser

4.3 Scenarier

FUGLESØ 1989-1996

Årstal		1989	1990	1992	1993	1994	1995	1996
Sigtdybde i m.	Gennemsnit	1,08	1,10	1,03	1,11	1,19	1,16	1,11
	Median	1,02	1,04	1,08	1,00	1,00	1,12	0,99
Sigtdybde i m. (1/5-1/10)	Gennemsnit	0,64	0,62	0,68	0,7	0,75	0,72	0,64
	Median	0,61	0,6	0,7	0,67	0,7	0,63	0,62
Klorofyl a i µg/l	Gennemsnit	72,7	82,37	75,32	85,3	82,94	62,65	82
	Median	46	49,96	54,25	45,86	60,25	44,46	39,15
Klorofyl a i µg/l (1/5-1/10)	Gennemsnit	119,3	144	121,5	156,8	141,6	112	149,55
	Median	113,1	153,1	130,6	163,8	109,2	114,6	129,99
Silikat i mg/l	Gennemsnit	4,69	5,69	4,1	3,18	3,36	4,85	5,66
	Median	5,3	5,97	4,37	3,21	3,6	4,73	6,88
Silikat i mg/l (1/5-1/10)	Gennemsnit	3,31	5,12	3,43	2,32	2,38	4,45	3,27
	Median	3,7	4,4	3,6	2,6	2,56	4,35	1,83
NH4-H i mg/l	Gennemsnit	0,16	0,06	0,08	0,09	0,17	0,12	0,24
	Median	0,08	0,03	0,04	0,03	0,17	0,05	0,14
NH4-H i mg/l (1/5-1/10)	Gennemsnit	0,16	0,02	0,06	0,02	0,04	0,02	0,03
	Median	0,05	0,02	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01
NO2-N i mg/l	Gennemsnit	1,53	2,76	3,02	4,02	4,35	3,6	2,5
	Median	1,22	2,71	2,89	4,16	4,07	3,48	2,33
NO2-N i mg/l (1/5-1/10)	Gennemsnit	0,35	0,69	0,89	0,89	1,51	1,85	0,95
	Median	0,16	0,01	0,13	0,26	0,89	1,1	0,44
TOT-N i mg/l	Gennemsnit	3,26	4,63	4,66	5,5	6,02	4,97	4,19
	Median	2,61	4,15	4,01	5,4	5,21	4,71	3,62
TOT-N i mg/l (1/5-1/10)	Gennemsnit	2,57	3,31	2,89	2,58	3,64	3,51	2,9
	Median	2,39	3,16	2,64	2,41	3,14	2,97	2,87
pH	Gennemsnit	8,5	8,5	8,34	8,43	8,27	8,35	8,38
	Median	8,37	8,34	8,3	8,3	8,1	8,4	8,29
pH (1/5-1/10)	Gennemsnit	8,79	8,8	8,54	8,77	8,58	8,66	8,78
	Median	8,82	9,1	8,52	8,75	8,57	8,6	8,58
PO4-P i mg/l	Gennemsnit	0,13	0,17	0,1	0,06	0,07	0,05	0,15
	Median	0,12	0,08	0,05	0,03	0,06	0,05	0,06
PO4-4 i mg/l (1/5-1/10)	Gennemsnit	0,18	0,24	0,16	0,1	0,08	0,05	0,15
	Median	0,2	0,21	0,2	0,09	0,01	0,01	0,04
TOT-P i mg/l	Gennemsnit	0,25	0,29	0,23	0,18	0,18	0,15	0,28
	Median	0,21	0,17	0,11	0,11	0,14	0,11	0,19
TOT-P i mg/l (1/5-1/10)	Gennemsnit	0,38	0,45	0,37	0,31	0,26	0,21	0,35
	Median	0,41	0,48	0,46	0,3	0,21	0,22	0,23
COD par. i mg/l	Gennemsnit	13,35	13,66	12,34	13,09	9,93	10,93	14,38
	Median	7,85	8,85	11,96	8,88	5,57	6,72	9,87
COD par. i mg/l (1/5-1/10)	Gennemsnit	22,66	23,37	19,42	22,43	18,17	17,93	24,25
	Median	23,15	21,98	19,33	21,59	17,74	21	20,57

SIGTDYBDE - SOMMERMIDDEL

Regressionsstatistik	
Multipel R	0,4998
R-kvadreret	0,2498
Justeret R-kvadreret	0,0998
Standardfejl	0,0453
Observationer	7

ANOVA					
	fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	1	0,0034	0,0034	1,6649	0,2534
Residual	5	0,0103	0,0021		
I alt	6	0,0137			

ANOVA						
	Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Nedre 95%	Øvre 95%
Skæring	-17,8768	14,3806	-1,2431	0,2689	-54,8432	19,0897
X-variabel 1	0,0093	0,0072	1,2903	0,2534	-0,0092	0,0279
					Nedre 95,0%	Øvre 95,0%
					-54,8432	19,0897
					-0,0092	0,0279
					-0,0092	0,0279

SIGTDYBDE - MEDIANVÆRDIER

Regressionsstatistik	
Multipel R	0,2678
R-kvadreret	0,0717
Justeret R-kvadreret	-0,1139
Standardfejl	0,0447
Observationer	7

ANOVA					
	fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	1	0,0008	0,0008	0,3863	0,5615
Residual	5	0,0100	0,0020		
I alt	6	0,0107			

ANOVA						
	Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Nedre 95%	Øvre 95%
Skæring	-8,1612	14,1728	-0,5758	0,5897	-44,5935	28,2711
X-variabel 1	0,0044	0,0071	0,6215	0,5615	-0,0139	0,0227
					Nedre 95,0%	Øvre 95,0%
					-44,5935	28,2711
					-0,0139	0,0227
					-0,0139	0,0227

KLOROFYL - SOMMERMIDDEL

Regressionsstatistik	
Multipl R	0,2025
R-kvadreret	0,0410
Justeret R-kvadreret	-0,1508
Standardfejl	18,4212
Observationer	7

ANOVA		fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	1	72,5352	72,5352	0,2138	0,6633	
Residual	5	1696,6984	339,3397			
I alt	6	1769,2336				

Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Nedre 95%	Øvre 95%	Nedre 95,0%	Øvre 95,0%
Skæring	-2567,8350	5845,9776	-0,4392	0,6788	-17595,3742	12459,7043	-17595,3742 12459,7043
X-variabel 1	1,3563	2,9337	0,4623	0,6633	-6,1849	8,8976	-6,1849 8,8976

KLOROFYL - MEDIANVÆRDIER

Regressionsstatistik	
Multipl R	0,1636
R-kvadreret	0,0268
Justeret R-kvadreret	-0,1679
Standardfejl	22,6216
Observationer	7

ANOVA		fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	1	70,3736	70,3736	0,1375	0,7260	
Residual	5	2558,6933	511,7387			
I alt	6	2629,0669				

Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Nedre 95%	Øvre 95%	Nedre 95,0%	Øvre 95,0%
Skæring	2792,8501	7178,9997	0,3890	0,7133	-15661,3261	21247,0263	-15661,3261 21247,0263
X-variabel 1	-1,3360	3,6026	-0,3708	0,7260	-10,5968	7,9248	-10,5968 7,9248

TOTAL KVÆLSTOF - SOMMERMIDDEL

Regressionsstatistik	
Multipl R	0,3563
R-kvadreret	0,1269
Justeret R-kvadreret	-0,0477
Standardfejl	0,4435
Observationer	7

ANOVA					
	fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	1	0,1430	0,1430	0,7270	0,4328
Residual	5	0,9834	0,1967		
I alt	6	1,1263			

ANOVA								
	Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Øvre 95%	Nedre 95,0%	Øvre 95,0%	
Skæring	-116,9389	140,7386	-0,8309	0,4439	-478,7184	244,8406	-478,7184	244,8406
X-variabel 1	0,0602	0,0706	0,8526	0,4328	-0,1213	0,2418	-0,1213	0,2418

TOTAL KVÆLSTOF - MEDIANVÆRDIER

Regressionsstatistik	
Multipl R	0,3232
R-kvadreret	0,1045
Justeret R-kvadreret	-0,0746
Standardfejl	0,3345
Observationer	7

ANOVA					
	fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	1	0,0653	0,0653	0,5834	0,4795
Residual	5	0,5595	0,1119		
I alt	6	0,6247			

ANOVA								
	Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Øvre 95%	Nedre 95,0%	Øvre 95,0%	
Skæring	-78,2832	106,1554	-0,7374	0,4940	-351,1639	194,5975	-351,1639	194,5975
X-variabel 1	0,0407	0,0533	0,7638	0,4795	-0,0963	0,1776	-0,0963	0,1776

TOTAL FOSFOR - SOMMERMIDDEL

Regressionsstatistik	
Multipl R	0,6849
R-kvadreret	0,4691
Justeret R-kvadreret	0,3629
Standardfejl	0,0640
Observationer	7

ANOVA				
fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	1	0,0181	4,4172	0,0896
Residual	5	0,0205	0,0041	
I alt	6	0,0385		

ANOVA					
Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Nedre 95%	Øvre 95%
Skæring	43,0029	2,1181	0,0877	-9,1865	95,1923
X-variabel 1	-0,0214	-2,1017	0,0896	-0,0476	0,0048
				Nedre 95,0%	Øvre 95,0%
				-9,1865	95,1923
				-0,0476	0,0048
					0,0048

TOTAL FOSFOR - MEDIANVÆRDIER

Regressionsstatistik	
Multipl R	0,8503
R-kvadreret	0,7229
Justeret R-kvadreret	0,6675
Standardfejl	0,0679
Observationer	7

ANOVA				
fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	1	0,0601	13,0472	0,0153
Residual	5	0,0231	0,0046	
I alt	6	0,0832		

ANOVA					
Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Nedre 95%	Øvre 95%
Skæring	78,1614	3,6274	0,0151	22,7718	133,5509
X-variabel 1	-0,0391	-3,6121	0,0153	-0,0669	-0,0113
				Nedre 95,0%	Øvre 95,0%
				-0,0669	133,5509
				-0,0113	22,7718
					-0,0669
					-0,0113

FUGLESØ

Scenario 1

Belastning og opholdstid som i 1996

P_{total} (kg):	72	$[P]_i$ ($\mu\text{g/l}$):	132
N_{total} (kg):	5166	$[N]_i$ (mg/l):	9,46
Q_{ind} (mill. m ³):	0,546	t_w (år):	0,241
		Z (meter):	1,95

Fosfor	Vollenweider: $[P]_{\text{so}} = [P]_i / (1 + \sqrt{t_w}) =$	88,4 $\mu\text{g P/l}$ (årgennemsnit)
Kvælstof	$[N]_{\text{so}} = 0,37 * [N]_i * t_w^{-0,14} =$	4,27 mg N/l (årgennemsnit)
Sigt dybde	a) $\text{Sigt} = 0,36 * [P]_{\text{so}}^{-0,56} =$ b) $\text{Sigt} = 0,26 * [P]_{\text{so}}^{-0,57} + Z^{0,27} =$	1,40 meter (sommern gennemsnit) 1,24 meter (sommern gennemsnit)
Klorofyl	a) $\text{Chl} = 319 * [P]_{\text{so}}^{0,67} =$ b) $\text{Chl} = 365 * [P]_{\text{so}}^{0,59} * Z^{-0,35} =$	62,8 $\mu\text{g chl/l}$ (sommern gennemsnit) 69,1 $\mu\text{g chl/l}$ (sommern gennemsnit)

FUGLESØ

Scenario 2a

Spildevand og regnvandsbetingede udledninger afskåret -
vandtilførsel og opholdstid som i 1996

P_{total} (kg):	55	$[P]_i$ ($\mu\text{g/l}$):	101
N_{total} (kg):	?	$[N]_i$ (mg/l):	#####
Q_{ind} (mill. m ³):	0,546	t_w (år):	0,241
		Z (meter):	1,95

Fosfor	Vollenweider: $[P]_{\text{so}} = [P]_i / (1 + \sqrt{t_w}) =$	67,6 $\mu\text{g P/l}$ (årgennemsnit)
Kvælstof	$[N]_{\text{so}} = 0,37 * [N]_i * t_w^{-0,14} =$	##### mg N/l (årgennemsnit)
Sigt dybde	a) $\text{Sigt} = 0,36 * [P]_{\text{so}}^{-0,56} =$ b) $\text{Sigt} = 0,26 * [P]_{\text{so}}^{-0,57} + Z^{0,27} =$	1,63 meter (sommergennemsnit) 1,45 meter (sommergennemsnit)
Klorofyl	a) $\text{Chl} = 319 * [P]_{\text{so}}^{0,67} =$ b) $\text{Chl} = 365 * [P]_{\text{so}}^{0,59} * Z^{-0,35} =$	52,4 $\mu\text{g chl/l}$ (sommergennemsnit) 58,9 $\mu\text{g chl/l}$ (sommergennemsnit)

FUGLESØ

Scenario 2b

Spildevand og regnvandsbetingede udledninger afskåret - vandtilførsel og opholdstid som gsn 1989-96

P_{total} (kg):	55	$[P]_i$ ($\mu\text{g/l}$):	60,51
N_{total} (kg):	?	$[N]_i$ (mg/l):	#####
Q_{ind} (mill. m ³):	0,909	t_w (år):	0,159
		Z (meter):	1,95

Fosfor	Vollenweider: $[P]_{sø} = [P]_i / (1 + \sqrt{t_w}) =$	43,3 $\mu\text{g P/l}$ (årgennemsnit)
Kvælstof	$[N]_{sø} = 0,37 * [N]_i * t_w^{-0,14} =$	##### mg N/l (årgennemsnit)
Sigt dybde	a) $\text{Sigt} = 0,36 * [P]_{sø}^{-0,56} =$ b) $\text{Sigt} = 0,26 * [P]_{sø}^{-0,57} + Z^{0,27} =$	2,09 meter (sommergennemsnit) 1,87 meter (sommergennemsnit)
Klorofyl	a) $\text{Chl} = 319 * [P]_{sø}^{0,67} =$ b) $\text{Chl} = 365 * [P]_{sø}^{0,59} * Z^{-0,35} =$	38,9 $\mu\text{g chl/l}$ (sommergennemsnit) 45,3 $\mu\text{g chl/l}$ (sommergennemsnit)

FUGLESØ

Scenario 3a

Som forudsat i vandområdeplan for Roskilde Fjord,
vandtilførsel og opholdstid som i 1996

P_{total} (kg):	20	$[P]_i$ ($\mu\text{g/l}$):	37
N_{total} (kg):	?	$[N]_i$ (mg/l):	#####
Q_{ind} (mill. m ³):	0,546	t_w (år):	0,241
		Z (meter):	1,95

Fosfor	Vollenweider: $[P]_{\text{so}} = [P]_i / (1 + \sqrt{t_w}) =$	24,6 $\mu\text{g P/l}$ (årgennemsnit)
Kvælstof	$[N]_{\text{so}} = 0,37 * [N]_i * t_w^{-0,14} =$	##### mg N/l (årgennemsnit)
Sigt dybde	a) $\text{Sigt} = 0,36 * [P]_{\text{so}}^{-0,56} =$ b) $\text{Sigt} = 0,26 * [P]_{\text{so}}^{-0,57} + Z^{0,27} =$	2,87 meter (sommergennemsnit) 2,57 meter (sommergennemsnit)
Klorofyl	a) $\text{Chl} = 319 * [P]_{\text{so}}^{0,67} =$ b) $\text{Chl} = 365 * [P]_{\text{so}}^{0,59} * Z^{-0,35} =$	26,6 $\mu\text{g chl/l}$ (sommergennemsnit) 32,4 $\mu\text{g chl/l}$ (sommergennemsnit)

Bidraget til søen er sat lig med spildevandsbidraget, da det diffuse bidrag i alle år har været nul eller negativt.

FUGLESØ

Scenario3b

Som forudsat i vandområdeplan for Roskilde Fjord,
vandtilførsel og opholdstid som gsn 1989-96

P_{total} (kg):	20	$[P]_i$ ($\mu\text{g/l}$):	22,00
N_{total} (kg):	?	$[N]_i$ (mg/l):	#####
Q_{ind} (mill. m ³):	0,909	t_w (år):	0,159
		Z (meter):	1,95

Fosfor	Vollenweider: $[P]_{\text{sø}} = [P]_i / (1 + \sqrt{t_w}) =$	15,7 $\mu\text{g P/l}$ (årgennemsnit)
Kvælstof	$[N]_{\text{sø}} = 0,37 * [N]_i * t_w^{-0,14} =$	##### mg N/l (årgennemsnit)
Sigt dybde	a) $\text{Sigt} = 0,36 * [P]_{\text{sø}}^{-0,56} =$ b) $\text{Sigt} = 0,26 * [P]_{\text{sø}}^{-0,57} + Z^{0,27} =$	3,68 meter (sommergennemsnit) 3,32 meter (sommergennemsnit)
Klorofyl	a) $\text{Chl} = 319 * [P]_{\text{sø}}^{0,67} =$ b) $\text{Chl} = 365 * [P]_{\text{sø}}^{0,59} * Z^{-0,35} =$	19,8 $\mu\text{g chl/l}$ (sommergennemsnit) 24,9 $\mu\text{g chl/l}$ (sommergennemsnit)

Bidraget til søen er sat lig med spildevandsbidraget, da det diffuse bidrag i alle år har været nul eller negativt.

5. Tidligere undersøgelser i Fuglesø

**Liste over undersøgelser og rapporter
omhandlende Fuglesø.**

Vandkvalitetsinstituttet 1974. Undersøgelse af Spangebækken, Fuglesø og Damvad Å. Rapport til Stenløse Kommune.

Hovedstadsrådet 1982. Kommunale spildevandsplaner i hovedstadsregionen. Statusrapport 1982. Planlægningsrapport nr. 26.

Hovedstadsrådet 1983. 1. Roskilde Fjord og opland, recipientgrundlag, kvalitetskrav og konsekvensberegninger 1982. Bilag 2, sær.

Jensen, I. 1983. Recipientundersøgelser af Fuglesø 1981-1982. Specialrapport. Ferskvandsbiologisk Laboratorium, Københavns Universitet.

Frederiksborg Amt 1984. Forundersøgelser af de mindre søer i Amtskommunen.

Frederiksborg Amt 1990. Kilder, vandløb, søer. Vandmiljøplanen 1989. Ikke publiceret.

Frederiksborg Amt 1990. Fuglesø 1989. Plante- og dyreplankton. Vandmiljøundersøgelse nr. 5. Notat udført af Miljøbiologisk Laboratorium.

Frederiksborg Amt 1990. Fiskebestanden i Fuglesø, sommeren 1990. Udført af Mohr-Markmann, Fiskebiologisk Rådgivning.

Frederiksborg Amt 1991. Fuglesø, tilstand og udvikling 1990. Recipientovervågning nr. 12.

Frederiksborg Amt 1991. Fuglesø 1990. Plante- og dyreplankton. Vandmiljøundersøgelse nr. 6. Notat udført af Miljøbiologisk Laboratorium.

Frederiksborg Amt og Water Consult 1992. Fuglesø, tilstand og udvikling 1990. Vandmiljøovervågning nr. 2.

Frederiksborg Amt og Stenløse Kommune 1993. Fuglesø, oplandsanalyse. Udkast. Udarbejdet af COWIconsult. Ikke publiceret.

Frederiksborg Amt 1993. Fuglesø 1992. Plante- og dyreplankton. Notat udført af Miljøbiologisk Laboratorium.

Frederiksborg Amt 1994. Overvågningsøer 1993. Tilstand og udvikling. Vandmiljøovervågning nr. 11.

Frederiksborg Amt 1994. Fuglesø 1993. Plante- og dyreplankton. Notat udført af Miljøbiologisk Laboratorium.

Frederiksborg Amt 1995. Fuglesø - tilstand og udvikling 1994. Vandmiljøovervågning nr. 19.

Frederiksborg Amt 1995. Fuglesø 1994. Plante- og dyreplankton. Notat udført af Miljøbiologisk Laboratorium.

Fiskeøkologisk Laboratorium 1995. Fiskebestanden i Fuglesø. August 1995. Rapport + bilagsdel.

Frederiksborg Amt 1996. Fuglesø - tilstand og udvikling 1995. Vandmiljøovervågning nr. 27. Udarbejdet af Bio/consult.

Frederiksborg Amt 1996. Fuglesø 1995. Plante- og dyreplankton. Notat udført af Miljøbiologisk Laboratorium.

Frederiksborg Amt 1997. Fuglesø 1996. Plante- og dyreplankton. Notat udført af Miljøbiologisk Laboratorium.

